

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)



Проректор
по учебно-методической работе

А.А.Панфилов

« 17 » 12 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Тепловые процессы и агрегаты

(наименование дисциплины)

Направление подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»

Профиль/программа подготовки -

Уровень высшего образования

бакалавриат

Форма обучения

очная

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
5	6 / 216	36	18	18	108	Экзамен, 36 час
Итого	6 / 216	36	18	18	108	Экзамен, 36 час

Владимир 2015

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины (модуля) - изучение основ тепловых процессов в производстве металлических и неметаллических материалов, реализуемых в тепловых агрегатах.

В результате освоения данной дисциплины у студентов формируются основные общекультурные и профессиональные компетенции, отвечающие требованиям ФГОС ВО, к результатам освоения ОПОП ВО по направлению 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов».

Таблица 1. Требования к результатам освоения программы бакалавриата

Код	Результат обучения (компетенция) выпускника ОПОП
ОК-7	Обладать способностью к самоорганизации и самообразованию.
ПК-4	Обладать способностью использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации.
ПК-11	Обладать способностью применять знания об основных типах современных неорганических и органических материалов, принципах выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учётом требований технологичности, экономичности, надёжности и долговечности, экологических последствий их применения при проектировании высокотехнологичных процессов.
ПК-16	Обладать способностью использовать на производстве знания о традиционных и новых технологических процессах и операциях, нормативных и методических материалах о технологической подготовке производства, качестве, стандартизации и сертификации изделий и процессов с элементами экономического анализа.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Учебная дисциплина «Тепловые процессы и агрегаты» относится к обязательным дисциплинам вариативной части блока 1 ОПОП ВО.

Дисциплину «Тепловые процессы и агрегаты» студенты изучают в 5 семестре. Для успешного изучения дисциплины «Тепловые процессы и агрегаты» необходимо знание основных курсов высшей математики, материаловедения, химии, физики. Из курса высшей математики используются элементы дифференциального и интегрального исчисления. Из материаловедения — основные сведения о структуре и свойствах материалов. Курс химии обеспечивает сведениями о типах связи в твердых телах, энергетике и кинематике химических процессов окисления. Из курса физики при изучении данной дисциплины используются следующие разделы: физика твердого тела, физика элементарных частиц, молекулярная физика, термодинамика, законы диффузии и электропроводности.

Результаты изучения дисциплины используются в дальнейшем при изучении курсов: «Технология и оборудование термической и химико-термической обработки», «Технологические процессы изготовления литых заготовок», «Высокоэффективные методы обработки заготовок», «Технологические основы производства порошковых и композиционных материалов», «Технологическое оборудование машиностроительного производства»; а также при курсовом проектировании и выполнении квалификационной работы.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

- **знать** основные закономерности процессов генерации и переноса теплоты, движения жидкости и газов применительно к технологическим агрегатам чёрной и цветной металлургии (ОК-7);

- **уметь** рассчитывать и анализировать процессы горения топлива и тепловыделения, внешнего и внутреннего теплообмена в печах различного технологического назначения, выбирать рациональные температурные и тепловые режимы работы металлургических печей (ОК-7, ПК-4, ПК-11);

- **владеть** навыками проектирования и расчёта металлургических печей различного технологического назначения (ОК-7, ПК-4, ПК-11, ПК-16) .

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 зачётных единиц, 216 часов.

Таблица 2. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Объем учебной работы с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)	
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС			КР/КП
1	Раздел 1	5	1-2	4	4	-		4	-	2/25	-
2	Раздел 2	5	3-8	12	4	-		4	-	3/19	Рейтинг - контроль №1
3	Раздел 3	5	9-10	6	2	8		4	-	3/19	-
4	Раздел 4	5	11-12	4	-	-		4	-	1/25	Рейтинг - контроль №2
5	Раздел 5	5	13-14	4	4	4		4	-	3/25	-
6	Раздел 6	5	15-18	6	4	6		3	-	4/25	Рейтинг- контроль № 3
Всего		5	1-18	36	18	18	1 к.р.	108	-	16/22	Экзамен

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Механика движения жидкостей и газов в печах

Тема 1.1. Статика жидкостей и газов. Гидростатический, пьезометрический и геометрический напоры. Взаимодействие напоров в печи.

Тема 1.2. Динамика жидкостей и газов. Уравнение Бернулли. Движение газов в печах: естественное и вынужденное.

Тема 1.3 Гидравлическое сопротивление. Критериальное уравнение гидравлического сопротивления трения. Местные сопротивления. Расчет потерь напора.

Раздел 2. Тепловые процессы при производстве и обработке материалов в печах

Тема 2.1. Общая характеристика процессов теплообмена. Основные понятия теории теплообмена.

Тема 2.2. Конвективный теплообмен. Физическая сущность. Свободная конвекция. Вынужденная конвекция. Применение теории подобия к изучению теплообмена.

Тема 2.3. Теплопроводность. Теплопроводность при стационарном и нестационарном состояниях.

Тема 2.4. Теплообмен излучением. Основные понятия и законы. Сложный теплообмен излучением и конвекцией.

Тема 2.5. Нагревание и охлаждение тел. Физическая сущность процессов. Критериальное и дифференциальное уравнения. Метод конечных разностей. Приближенные формулы расчета.

Раздел 3. Теплотехнические основы тепловой работы печей

Тема 3.1. Развитие науки о печах.

Тема 3.2. Технологические параметры нагрева материала. Конечная температура нагрева. Температурная скорость нагрева. Время нагрева и выдержки при конечных температурах нагрева. Количество теплоты, необходимое для проведения тепловой обработки материала.

Тема 3.3. Вывод основных энергетических задач печи.

Тема 3.4. Граничные условия, применяемые при изучении тепловой работы печи.

Тема 3.5. Температурные режимы работы печей. Одноступенчатый температурный режим. Многоступенчатые температурные режимы.

Тема 3.6. Основные режимы теплопередачи в печах. Конвективный режим теплопередачи. Радиационный режим. Слоевой режим. Внутренний режим.

Раздел 4. Топливо и его горение

Тема 4.1. Характеристика топлива. Виды топлива. Устройства для сжатия топлива. Общие принципы выбора рациональных методов сжатия топлива в печах.

Тема 4.2. Горение топлива. Горение жидкого, газообразного и твердого топлив. Горение полное и неполное. Коэффициент расхода воздуха. Температура горения.

Тема 4.3. Расчеты горения топлива. Расчеты количества воздуха и продуктов горения. Расчет температуры горения топлива.

Тема 4.4. Экологические аспекты сжигания топлива и утилизации вторичных энергоресурсов

Тема 4.5. Способы и устройства для использования вторичных энергоресурсов

Раздел 5. Огнеупорные и теплоизоляционные материалы

Тема 5.1. Огнеупорные материалы, требования, классификация. Методы определения свойств

Тема 5.2. Составы и свойства огнеупорных материалов

Тема 5.3. Теплоизоляционные материалы, требования. Классификация

Тема 5.4. Естественные и искусственные теплоизоляционные материалы

Раздел 6. Конструкции печей, используемых в черной и цветной металлургии

Тема 6.1. Нагревательные печи. Анализ конструкций

Тема 6.2. Термические печи. Анализ конструкций.

Тема 6.3. Плавильные печи. Анализ конструкций.

4.3. Лекционный курс

Объем лекционной нагрузки составляет 50 % от общего объема аудиторной нагрузки.

Таблица 3. Распределение лекционной нагрузки по формам проведения

№ п/п	Раздел дисциплины	Объем нагрузки (в часах)	
		Лекции в традиционной форме	Лекции в интерактивной форме
1	Механика движения жидкостей и газов в печах	4	2
2	Тепловые процессы при производстве и обработке материалов в печах	6	4
3	Теплотехнические основы тепловой работы печей	4	4
4	Топливо и его горение	2	2
5	Огнеупорные и теплоизоляционные материалы	2	2
6	Конструкции печей, используемых в черной и цветной металлургии	2	2
ИТОГО		20	16
Всего лекционной нагрузки		36	

4.4. Практические занятия

Практические занятия являются формой групповой аудиторной работы в небольших группах для освоения практических навыков с целью формирования основных общекультурных и профессиональных компетенций (ОК-7, ПК-4, ПК-11, ПК-16), необходимых для освоения основной образовательной программы.

Таблица 4. Перечень тем практических занятий

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Темы практических работ	Трудоемкость, час
1	Раздел 3	Определение суммарных потерь напора на пути движения продуктов горения по дымовому тракту от рабочего пространства методической печи до трубы	2
2	Раздел 3	Определение высоты и основных параметров дымовой трубы	2
3	Раздел 3	Расчет эжектора для удаления продуктов горения из методической нагревательной печи	2
4	Раздел 2	Расчет времени нагрева теплотехнически-тонких изделий в электрической камерной печи	2
5	Раздел 2	Расчет времени нагрева теплотехнически-массивных изделий в электрической камерной печи	2
6	Раздел 2	Составление уравнения теплового баланса промышленных печей	4
7	Раздел 2	Расчеты горения топлива	4
Всего практических работ			18

4.5. Лабораторный практикум

Лабораторный практикум является формой групповой аудиторной работы в небольших группах для освоения практических навыков с целью формирования профессиональных компетенций, необходимых для освоения основной образовательной программы (ОК-7, ПК-4, ПК-11, ПК-16).

Таблица 5. Перечень работ лабораторного практикума

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Темы лабораторных работ	Трудоемкость, час
1	Раздел 2	Теплопередача при свободном движении воздуха	4
2	Раздел 3	Передача тепла через стены печей при стационарном тепловом режиме	4
3	Раздел 3	Тепловой баланс электрической печи сопротивления	4
4	Раздел 6	Изучение конструкций электрических печей сопротивления: муфельных, камерных, тигельных	6
Всего лабораторных работ			18

4.6. Контрольная работа

Разработанным учебным планом предусмотрено выполнение контрольной работы по предложенному преподавателем варианту. Выполнение контрольной работы направлено на формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов (ОК-7).

4.7. Самостоятельная работа

Самостоятельная работа студентов является важнейшим компонентом образовательного процесса, развивающим их способности к самообучению и повышению своего профессионального уровня, способствующим приобретению компетенции ОК-7.

Цель самостоятельной работы – самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные технологии, обобщать, оформлять, представлять и докладывать результаты выполненной работы, а также критически анализировать полученные знания и аргументировано отстаивать свои предложения.

Самостоятельная работа направлена на закрепление и углубление освоения учебного материала, она включает в себя следующие виды работы студентов: работа с лекционным материалом, опережающая самостоятельная работа, подготовка к лабораторным работам, подготовка к экзамену

Опережающая самостоятельная работа заключается в изучении отдельных тем курса по заданию преподавателя.

Не смотря на то, что учебным планом не предусмотрено написание рефератов, с целью активизации самостоятельной работы студентов преподаватель предлагает студенту выполнить реферативную работу. При этом студентом может быть предложена и своя тематика.

С целью активизации самостоятельной работы, преподаватель может предложить магистрантам выполнить реферативную работу. При этом магистрантом может быть предложена и своя тематика.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Большая часть лекционного материала предоставляется студентам перед началом занятий в электронном виде. Предполагается, что в этом случае студенты могут предварительно ознакомиться с темой и содержанием предстоящей лекции. В аудитории, имея перед глазами текст лекции на компьютере, планшете, ноутбуке или в бумажном виде, - студенты освобождаются от трудоёмкой работы в аудитории по конспектированию и полностью сосредотачиваются на сути материала, а преподаватель - от диктования, и может больше внимания уделить разъяснению читаемого раздела. Важное значение имеет то обстоятельство, что «производительность» учебного процесса при этом возрастает в 1,5 — 2 раза. Кроме того, использование данной технологии позволяет, при необходимости, насытить материал лекции большим количеством иллюстрационного материала и различных справочных данных.

Значительная часть лекционного материала оформлена в виде презентации с использованием стандартной программы в PowerPoint. Для демонстрации данного наглядно-иллюстрированного материала лекций используется соответствующая аппаратура (ноутбук, проектор).

При проведении лабораторных работ предусмотрено широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. Предусмотрено 16 часов лекционных занятий в интерактивной форме, что составляет 22 % от общего числа аудиторных занятий.

В рамках учебного курса запланирован разбор конкретных ситуаций с целью формирования и развития общепрофессиональных и профессиональных компетенций у обучающихся (ОК-7, ПК-4, ПК-11, ПК-16).

Самостоятельная работа студентов включает подготовку рефератов и докладов по изучаемому материалу. Обсуждение студенческих докладов проходит в диалоговом режиме. Такая интерактивная технология развивает у студентов способность анализировать и синтезировать изучаемый материал, оформлять, представлять и докладывать его аудитории, умение вести дискуссию, аргументировано отстаивать свою точку зрения.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Текущий контроль проводится на практических занятиях с целью определения качества усвоения лекционного материала и части дисциплины, предназначенной для самостоятельного изучения.

Промежуточная аттестация по дисциплине — экзамен.

Вопросы для рейтинг-контроля №1

1. Механика движения газов в печах. Основные понятия.
2. Понятия геометрического, пьезометрического и динамического давления.
3. Уравнение Бернулли. Связь между давлениями.
4. Гидравлическое и местное сопротивление движению газов. Определение потери давления газов.
5. Свободное и вынужденное движение газов. Влияние топки и дымовых труб.
6. Теоремы подобия. Примеры применения.
7. Направление потоков при свободном и вынужденном движениях газов.
8. Приборы,двигающие газы (нагнетающие, вентиляторы, отсасывающие вентиляторы). Комбинированная тяга. Труба.
9. Теория теплопередачи. Общие сведения. Три способа передачи тепла.
10. Передача тепла теплопроводностью. Уравнение Фурье. Коэффициент теплопроводности.
11. Передача тепла через плоскую стенку (однослойную и многослойную).
12. Передача тепла через цилиндрическую стенку и стенку сложной формы.
13. Теплопередача в нестационарном тепловом потоке.
14. Передача тепла конвекцией. Уравнение Ньютона. Понятия свободного и вынужденного движения газов.
15. Критерии подобия. Применение в расчетах технологических процессов.
16. Движение газов в каналах печи (ламинарное, турбулентное)Слой Прандтля.
17. Передача тепла излучением. Основные понятия. Законы Кирхгофа и Стефана-Больцмана.
18. Излучение газов. Коэффициент теплообмена излучением.
19. Суммарная теплопередача.

Вопросы для рейтинг-контроля №2

1. Классификация печей по принципу теплогенерации.
2. Классификация печей по технологическому назначению и по режиму работы.
3. Основные показатели тепловой работы печей.
4. Производительность печей.
5. Понятия о тепловой мощности печи.
6. Виды тепловых потерь печи.
7. Тепловой баланс промышленной печи.
8. Технологические параметры нагрева материала.
9. Конечная температура нагрева.
10. Температурная скорость нагрева.
11. Количество теплоты, необходимое для проведения тепловой обработки материала.
12. Время нагрева термически "тонких" тел при постоянной температуре.
13. Время нагрева термически «массивных» тел при постоянной температуре.
14. Температурные режимы работы печей.
15. Конвективный режим теплопередачи в печах.
16. Радиационный режим в печах.
17. Слоевой режим в печах.
18. Внутренний режим в печах .

Вопросы для рейтинг-контроля №3

1. Классификация технологического топлива и основные требования, предъявляемые к нему.
2. Элементарный состав жидкого и твердого топлива.
3. Состав газообразного топлива.
4. Теплотворная способность топлива.
5. Температуры продуктов горения топлива.
6. Теоретический расход воздуха на горение.
7. Коэффициент расхода воздуха.
8. Температура воспламенения и вспышки.
9. Вредные примеси в топливе.
10. Реакционная способность твердого топлива.
11. Условное топливо и эквивалентный коэффициент.
12. Направления снижения удельного расхода топлива в печах.
13. Классификация огнеупорных изделий.
14. Классификация теплоизоляционных материалов.
15. Теплотехнические характеристики огнеупорных материалов.
16. Теплотехнические характеристики теплоизоляционных материалов.
17. Нагревание и охлаждение тел. Температура и режимы нагрева
18. Расчет нагрева металла (анализ основных методов)
19. Огнеупорные материалы. Основные понятия. Характеристика
20. Составы и свойства огнеупорных материалов. Классификация
21. Теплоизоляционные материалы. Классификация
22. Огнеупорные пасты, обмазки,
23. Нагревательные печи. Анализ конструкций
24. Термические печи. Анализ конструкций
25. Плавильные печи. Анализ конструкций
26. Анализ тепловой работы печей.
27. Общая характеристика и классификация топлив.

Задания на контрольную работу

Вариант 1

1. Определить давление, при котором 5 кг азота занимают объем 2 м³, если температура азота равна 70 °С? Ответ: 0,25 МПа.
2. Как изменится коэффициент теплоотдачи и количество сухого насыщенного водяного пара, конденсирующегося в единицу времени на поверхности горизонтальной трубы, если диаметр трубы увеличить в 3 раза, а давление пара, температурный напор и длину трубы оставить без изменений?

Вариант 2

1. В баллоне емкостью 0,5 м³ находится азот при температуре 30 °С и избыточном давлении 0,5 МПа. Определить массу азота, выпущенного из баллона, если избыточное давление понизилось до 0,2 МПа, а температура - до 20 °С. Барометрическое давление равно 750 мм рт. ст.

2. На наружной поверхности вертикальной трубы диаметром 20 мм и высотой $H = 2$ м конденсируется сухой насыщенный водяной пар при давлении $p_n = 1,98 \cdot 10^5$ Па. Температура поверхности трубы $T_w = 115$ °С.

Вариант 3

1. Объем воздуха при давлении 0,6 МПа и температуре 100 С составляет 3 м. Какой объем займет воздух при нормальных физических условиях?
2. Определить средний по высоте коэффициент теплоотдачи от пара к трубе и количество пара G , кг/ч, которое конденсируется на поверхности трубы.

Вариант 4

1. Определить плотность водорода, если он находится в сосуде при температуре 50 °С, а его избыточное давление составляет 50 см вод. ст. при барометрическом давлении 760 мм рт. ст.
2. В горизонтальном конденсаторе необходимо сконденсировать 0,278 кг/с сухого насыщенного водяного пара при давлении $p = 1,013 \cdot 10^5$ Па. Определить число труб конденсатора с наружным диаметром $d = 0,03$ м и длиной $l = 3,5$ м. Температура стенки труб $T_w = 80$ °С.

Вариант 5

1. В цилиндре с подвижным поршнем находится 0,2 м воздуха при давлении 0,1 МПа. Как должен измениться объем, чтобы при повышении давления до 0,2 МПа температура воздуха не изменилась?
2. Из воды, кипящей в большом объеме при давлении 1,98 бар, необходимо получить 300 кг/час сухого насыщенного водяного пара. Найти необходимую для этого площадь поверхности нагрева, если температура поверхности 131 °С.

Вариант 6

1. В цилиндре диаметром 0,6 м содержится 0,4 м воздуха при давлении 0,25 МПа и температуре $t_1 = 35$ °С. До какой температуры (t_2) должен быть нагрет воздух при постоянном давлении, чтобы движущийся без трения поршень поднялся на 0,4 м?
2. Определить плотность теплового потока на поверхности вертикальной трубы наружным диаметром 30 мм и длиной 0,48 м при пленочном кипении воды при давлении 3,61 бар. Температура поверхности 155 °С. Как изменится коэффициент теплоотдачи, если трубу расположить горизонтально?

Вариант 7

1. Определить линейное термическое сопротивление теплопроводности R и толщину стенки 5 стальной трубы, внутренний диаметр которой $d = 8,5$ мм, если при разности температур её поверхностей $\Delta T = 0,02$ °С с участка трубопровода длиной $g = 100$ м в окружающую среду в течение часа теряется теплота $Q = 4,45$ МДж. Режим теплообмена стационарный. Коэффициент теплопроводности материала трубы $\lambda = 16$ Вт/(м·К).
2. Определить приведенную степень черноты системы, если трубопровод с наружным диаметром 0,1 м проходит в центре кирпичного квадратного канала со стороной 0,5 м. Степень черноты трубы 0,72. Степень черноты стенок канала 0,85.

Вариант 8

1. Стены сушильной камеры выполнены из слоя красного кирпича толщиной $\delta = 250$ мм и слоя строительного войлока. Температура на внутренней поверхности кирпичного слоя $T_{w1} = 130$ °С, а на внешней поверхности войлочного слоя $T_{w2} = 40$ °С. Коэффициент теплопроводности красного кирпича $0,7$ Вт/(м·К) и строительного войлока $0,0465$ Вт/(м·К). Вычислить температуру в плоскости соприкосновения слоев T и толщину войлочного слоя при условии, что тепловые потери через 1 м² стенки камеры равны $q = 130$ Вт/м².
2. В помещении большого объема находится стальная неизолированная труба, по которой протекает горячая вода. Наружный диаметр трубы 150 мм. Температура наружной стенки трубы 170 °С. Температура стен помещения 20 °С. Коэффициент излучения для стальной поверхности трубы $4,5$ Вт/(м·К). Определить потерю теплоты излучением с одного погонного метра трубы.

Вариант 9

1. Вычислить потери теплоты через единицу поверхности кирпичной обмуровки парового котла и температуры на поверхностях стенки, если толщина стенки $\delta = 250$ мм, температура газов $T_{г1} = 720$ °С, воздуха в котельной $T_{г2} = 25$ °С. Коэффициент теплоотдачи от газов к поверхности стенки $\alpha_1 = 23$ Вт/(м²·К) и от стенки к воздуху $\alpha_2 = 12$ Вт/(м²·К). Коэффициент теплопроводности стенки равен $\lambda = 0,7$ Вт/(м·К).
2. Стальной брусок нагревается в электропечи. Температура внутренней поверхности печи 800 °С, степень черноты $0,82$. Температура поверхности бруска 350 °С, степень черноты $0,65$. Заготовка лежит на поду печи. Площадь излучающей поверхности бруска меньше площади излучающей поверхности печи в 4 раза. Определить плотность результирующего лучистого потока от стенок печи на поверхность бруска.

Вариант 10

1. Стальной трубопровод диаметром $d_1 / d_2 = 150/160$ мм с коэффициентом теплопроводности $\lambda = 50$ Вт/(м·К) покрыт изоляцией в два слоя одинаковой толщины $S_2 = S_3 = 60$ мм. Температура внутренней поверхности трубы $T_{w1} = 250$ °С и наружной поверхности изоляции $T_{w2} = 50$ °С. Определить потери теплоты через изоляцию с 1 м трубопровода и температуру на границе соприкосновения слоёв изоляции, если первый слой изоляции, накладываемый на поверхность трубы, выполнен из материала с коэффициентом теплопроводности $\lambda_2 = 0,05$ Вт/(м·К), а второй слой - из материала с коэффициентом теплопроводности $\lambda_3 = 0,12$ Вт/(м·К).
2. Чему равна степень черноты поверхности, если плотность теплового излучения 21000 Вт/м², а температура поверхности 700 °С?

Вариант 11

1. Как изменятся тепловые потери с 1 м трубопровода (см. задачу 4), если слои изоляции поменять местами, т.е. слой с большим коэффициентом теплопроводности наложить непосредственно на поверхность трубы? Все другие условия оставить без изменений.
2. Определить тепловые потери излучением с 1 м длины паропровода наружным диаметром $0,12$ м, если температура поверхности трубы 220 °С, степень черноты $0,85$. Температура окружающей среды 17 °С.

Вариант 12

1. Рассчитать потерю теплоты конвекцией в единицу времени с 1 м² поверхности горизонтального теплообменника, корпус которого имеет цилиндрическую форму и охлаждается свободным потоком воздуха. Наружный диаметр корпуса

теплообменника $d = 400$ мм, температура поверхности $T_w = 160$ °С, температура воздуха в помещении $T = 20$ °С.

2. При какой температуре плотность потока собственного излучения абсолютно черного тела равна 1 кВт/м²?

Вариант 13

1. По условию задачи 1 в целях уменьшения тепловых потерь корпус теплообменника покрыт слоем тепловой изоляции. Найти тепловые потери q , Вт/м² с поверхности теплообменника, если после наложения слоя тепловой изоляции толщиной 50 мм температура на внешней поверхности изоляции T_w стала равна 40 °С, а температура в помещении T_f осталась прежней $+20$ °С.

2. Определить плотность теплового потока, теряемого излучением с поверхности паропровода диаметром $0,1$ м. Температура стенки паропровода 427 °С, степень черноты $0,9$. Температура окружающей среды 27 °С.

Вариант 14

1. Определить коэффициент теплоотдачи от вертикальной плиты высотой $H = 1,5$ м к окружающему воздуху, если известно, что температура поверхности плиты $T = 80$ °С, температура окружающего воздуха вдали от поверхности $T = 20$ °С.

2. Во сколько раз увеличится излучательная способность поверхности твердого тела, если температура его возрастет со 127 °С до 327 °С.

Вариант 15

1. Как изменится коэффициент теплоотдачи от вертикальной плиты к окружающему воздуху в условиях задачи 3, если высоту плиты увеличить в 4 раза, а все другие условия оставить без изменения?

2. Определить среднюю разность температур и поверхность нагрева при противоточной схеме движения теплоносителей в рекуперативном теплообменнике, если горячим теплоносителем является вода, а ее расход $0,2$ кг/с. Температура воды на входе 110 °С. Холодный теплоноситель - воздух, поступающий в теплообменник с температурой $t_2 = 20$ °С и имеющий температуру на выходе $t'' = 70$ °С. Расход воздуха $0,5$ кг/с. Коэффициент теплопередачи 50 Вт/(м²·К).

Вариант 16

1. Водяной калориметр, имеющий форму трубки, с наружным диаметром $d = 16$ мм помещён в поперечный поток воздуха. Воздух движется со скоростью $w = 3$ м/с под углом 90° к оси калориметра и имеет среднюю температуру $T_f = 20$ °С. При стационарном тепловом режиме на внешней поверхности калориметра устанавливается постоянная средняя температура $T_w = 80$ °С.

2. Определить расход пара на нагрев воды в пароводяном теплообменнике при условии, что весь пар превращается в конденсат, выходящий из теплообменника в состоянии насыщения при давлении греющего пара. Найти площадь поверхности нагрева в теплообменнике при условии, что коэффициент теплопередачи $k = 2700$ Вт/(м²·К). Построить схематично график изменения температуры теплоносителей вдоль поверхности нагрева, если расход воды $G_2 = 2$ м³/мин, температура воды на входе 25 °С, на выходе 75 °С. Давление пара $p = 0,12$ МПа, степень сухости $x = 0,93$.

Вариант 17

1. Вычислить коэффициент теплоотдачи от трубки к воздуху и тепловой поток на единицу длины калориметра.

2. В испарителе кипит вода при давлении $p_2 = 1$ бар. Греющий пар при давлении $p = 20$ бар конденсируется и удаляется при температуре насыщения. Расход воды $G_2 = 0,2$ кг/с. Определить расход греющего пара.

Вариант 18

1. Цилиндрическая трубка диаметром $d = 25$ мм охлаждается поперечным потоком воды. Скорость потока $w = 1$ м/с. Средняя температура воды $T_f = 10$ °С, а температура поверхности трубки $T_w = 60$ °С. Определить коэффициент теплоотдачи от поверхности трубки к охлаждающей воде.

2. Определить среднюю разность температур, площадь поверхности нагрева и расходные теплосъемности обоих теплоносителей в противоточном рекуперативном теплообменнике, если горячий теплоноситель (масло МК) имеет на входе температуру 90 °С, на выходе 40 °С, холодный (воздух) имеет температуру на входе 25 °С, а на выходе 80 °С. Тепловой поток, передаваемый в теплообменнике, 0,2 МВт. Коэффициент теплопередачи 70 Вт/(м²К).

Вариант 19

1. По каналу квадратного сечения, сторона которого $a = 20$ мм и длина $l = 1400$ мм, протекает вода со скоростью $w = 3,5$ м / с. Рассчитать коэффициент теплоотдачи от стенки канала к воде, если средняя по длине канала температура воды $T_f = 30$ °С, а температура внутренней поверхности канала $T_w = 90$ °С.

2. Масло марки МС поступает в маслоохладитель с температурой $t_j = 80$ °С и охлаждается до температуры $t_j = 40$ °С. Температура охлаждающей воды на входе $t_2 = 20$ °С. Определить температуру воды на выходе из маслоохладителя, если расходы масла и воды равны соответственно $G = 1 \cdot 10^4$ кг/ч и $G_2 = 2,04 \cdot 10^4$ кг/ч. Потерями теплоты в окружающую среду пренебречь.

Вариант 20

1. Как изменится коэффициент теплоотдачи по условию задачи, если канал квадратного сечения заменить каналом с сечением равностороннего треугольника? При этом площадь поперечного сечения канала и скорость движения воды оставить неизменными.

2. В трубчатом пароводяном теплообменнике сухой насыщенный пар с давлением $p = 3,61 \cdot 10^5$ Па конденсируется на внешней поверхности труб. Вода, движущаяся по трубам, нагревается от $t'_2 = 20$ °С до $t'' = 90$ °С. Определить среднелогарифмический температурный напор в этом теплообменнике и расход пара, если расход воды $G_2 = 3$ кг/с.

Вопросы к экзамену

1. Классификация печей по принципу теплогенерации.
2. Классификация печей по технологическому назначению и по режиму работы.
3. Температурный режим работы печи
4. Тепловой режим работы печи. Коэффициент полезного теплоиспользования.
5. Производительность печей. Понятия о тепловой мощности печи.
Виды тепловых потерь печи. Тепловой баланс.
6. История развития науки о печах.
7. Технологические параметры нагрева материала.
8. Расчёта времени нагрева и выдержки тел при конечных температурах нагрева.

9. Количество теплоты, необходимое для проведения тепловой обработки материала.
10. Температурные режимы работы печей.
11. Конвективный режим теплопередачи.
12. Радиационный режим теплопередачи.
13. Слоевой режим теплопередачи.
14. Внутренний режим теплопередачи.
15. Классификация огнеупорных материалов.
16. Классификация теплоизоляционных материалов.
17. Теплотехнические характеристики огнеупорных материалов.
18. Теплотехнические характеристики теплоизоляционных материалов.
19. Классификация технологического топлива и требования, предъявляемые к нему.
20. Элементарный состав жидкого, твердого и газообразного топлива.
21. Основные теплотехнические характеристики технологического топлива.
22. Теплотворная способность топлива.
23. Температуры продуктов горения топлива.
24. Теоретический расход воздуха на горение.
25. Реакционная способность твердого топлива.
26. Условное топливо и эквивалентный коэффициент.
27. Направления снижения удельного расхода топлива в печах.
28. Передача тепла через плоскую стенку (однослойную и многослойную).
29. Передача тепла через цилиндрическую стенку и стенку сложной формы.
30. Теплопередача в нестационарном тепловом потоке.
31. Передача тепла конвекцией. Уравнение Ньютона. Понятия свободного и вынужденного движения газов.
32. Критерии подобия. Применение в расчетах технологических процессов.
33. Движение газов в каналах печи (ламинарное, турбулентное)Слой Прандтля.
34. Передача тепла излучением. Основные понятия. Законы Кирхгофа и Стефана-Больцмана.
35. Излучение газов. Коэффициент теплообмена излучением.
36. Суммарная теплопередача.
37. Термические печи. Анализ конструкций.
38. Плавильные печи. Анализ конструкций.
39. Нагревательные печи. Анализ конструкций.
40. Уравнение Бернулли. Связь между давлениями.
41. Механика движения газов в печах. Основные понятия.
42. Понятия геометрического, пьезометрического и динамического давления.
43. Гидравлическое и местное сопротивление движению газов. Определение потери давления газов.
44. Свободное и вынужденное движение газов. Влияние топки и дымовых труб.
45. Теоремы подобия. Примеры применения.
46. Направление потоков при свободном и вынужденном движениях газов.
47. Приборы,двигающие газы (нагнетающие, вентиляторы, отсасывающие вентиляторы). Комбинированная тяга. Общие сведения. Труба.
48. Теория теплопередачи. Три способа передачи тепла.
49. Передача тепла теплопроводностью. Уравнение Фурье. Коэффициент теплопроводности.

Тематика индивидуальных заданий на самостоятельную реферативную работу студентов

1. Основные режимы технологических процессов чёрной и цветной металлургии, реализуемых в печах.
2. Термические печи камерного типа.
3. Камерная печь с выкатным подом.
4. Камерная печь с неподвижным подом.
5. Колпаковая печь .
6. Термические печи проходного типа.
7. Конвейерная печь.
8. Роликовая печь.
9. Протяжная печь.
10. Электropечи для термообработки чёрных металлов .
11. Печи для закалки.
12. Печи для отпуска.
13. Масляные и водяные закалочные ванны.
14. Печи для химико-термической обработки.
15. Печные агрегаты и комплексы.
16. Печи с защитной атмосферой.
17. Соляные ванны.
18. Электropечи для термообработки цветных металлов.
19. Печи для нагрева под закалку, отжига, отпуска и искусственного старения.
20. Печи для нагрева под штамповку.
21. Ванны закалочные водяные (закалка изделий из алюминия).
22. Термические печи с газовым нагревом.
23. Газовые кузнечные печи.
24. Газовые отжиговые печи (с выкатным подом).

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

1. Теплообмен: Учебное пособие/Кудинов А. А. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 375 с.
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=463148>.
2. Теплотехника: Учебное пособие / В.А. Кудинов, Э.М. Карташов, Е.В. Стефанюк. - М.: КУРС: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 424 с. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=486472>.
3. Теплотехнические расчеты тепловых установок [Электронный ресурс]: методические указания/ — Электрон. текстовые данные.— Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013.— 82 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22629>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю.

4. Васильев В.Н. Технология сушки. Основы тепло- и массопереноса [Электронный ресурс]: учебник для вузов/ Васильев В.Н., Куцаков В.Е., Фролов С.В.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: ГИОРД, 2013.— 224 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20188>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
5. Печи литейных цехов [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ Маляров А.И.— Электрон. текстовые данные.— М.: Машиностроение, 2014.— 256 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47634>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю. Гриф УМО.

Дополнительная литература:

1. Инкин А.И. Электротепловые расчеты установок электронагрева на основе универсальных каскадных схем замещения [Электронный ресурс]: монография/ Инкин А.И., Алиферов А.И., Бланк А.В.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013.— 202 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45204>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю.
2. Кудинов И.В. Теоретические основы теплотехники. Часть II. Математическое моделирование процессов теплопроводности в многослойных ограждающих конструкциях [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Кудинов И.В., Стефанюк Е.В.— Электрон. текстовые данные.— Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013.— 422 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22627>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
3. Бегляров А.Э. Основы проектирования тепловых установок [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Бегляров А.Э.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2015.— 207 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/40576>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю.
4. Титков В.В. Физические основы расчета тепловых процессов в электроэнергетическом оборудовании [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Титков В.В.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2011.— 173 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/43982>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю.
5. Фетисов И.Н. Измерение температуры по тепловому излучению тела [Электронный ресурс]: методические указания к лабораторной работе К-61 по курсу общей физики/ Фетисов И.Н.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2012.— 28 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31406>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю.
6. Коротченко А.Ю. Определение коэффициента тепловой аккумуляции формовочных и стержневых смесей [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению

лабораторной работы по курсу «Теория формирования отливок»/ Коротченко А.Ю., Вербицкий В.И.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2010.— 15 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31484>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю.

Программное и коммуникационное обеспечение:

Операционная система Windows, стандартные офисные программы.

в) периодические издания

1. Журнал «Литейщик России».
2. Журнал «Литейное производство».
3. Журнал Известия Академии наук «Металлы».
4. Журнал Известия вузов «Цветная металлургия».

Программное и коммуникационное обеспечение

<http://www.de.vlsu.ru:81/umk> → Кафедра «Литейные процессы и конструкционные материалы» → (вход для зарегистрированных пользователей).

Операционная система Windows, стандартные офисные программы.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации образовательного процесса по дисциплине используются мультимедийные лекционные аудитории кафедры «Технологии функциональных и конструкционных материалов». Лекционные занятия проводятся с использованием мультимедийных лекций и комплектов слайдов. Практические и лабораторные работы проводятся в специализированных аудиториях кафедры, оснащённых современными приборами и научно-исследовательским оборудованием.

Кафедра располагает компьютерным классом с современным программным обеспечением, локальной вычислительной сетью и доступом в Интернет для работы с Интернет-ресурсом по изучаемой дисциплине.

Научно-техническая библиотека ВлГУ располагает обширным фондом научно-технической литературы.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»

Рабочую программу составил

(ФИО, подпись)

доцент Шаршин В.Н.

Рецензент

Главный технолог ООО «КЛИО»

(место работы, должность, ФИО, подпись)

Е.В.Середа

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры

ТФ и КМ

Протокол № 4 а от 17.12.2015 года

Заведующий кафедрой _____

В.А.Кечин

(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»

Протокол № 4 от 17.12.2015 года

Председатель комиссии _____

В.А.Кечин

(ФИО, подпись)

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____ В.А.Кечин

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____ В.А.Кечин

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____ В.А.Кечин

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**
(ВлГУ)
Институт инновационных технологий
Кафедра «Технологии функциональных и композиционных материалов»

Актуализированная
рабочая программа
рассмотрена и одобрена
на заседании кафедры
протокол № ____ от ____ 20__ г.
Заведующий кафедрой
_____ В.А.Кечин
(подпись, ФИО)

Актуализация рабочей программы дисциплины
Тепловые процессы и агрегаты
(наименование дисциплины)

**Направление подготовки
материалов»**

22.03.01 «Материаловедение и технологии

Профиль/программа подготовки

-

Уровень высшего образования

бакалавриат

Форма обучения

очная

Владимир 2015

Рабочая программа учебной дисциплины актуализирована в части рекомендуемой литературы.

Актуализация выполнена:

(подпись, должность, ФИО)