

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»

«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор по учебной работе

С.Н. Филатов
«25» мая 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Тепловые процессы в производстве керамики»

Направление подготовки 29.03.04 «Технология художественной
обработки материалов»

Профиль подготовки – «Технология художественной обработки
материалов» (для иностранных обучающихся)

Квалификация «бакалавр»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО
на заседании Методической комиссии
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«25» мая 2021 г.

Председатель  Н.А. Макаров

Москва 2021

Программа составлена:
к.т.н., доцентом кафедры общей технологии силикатов Е.М. Акимовой.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Общей технологии силикатов
«19» мая 2021 г., протокол №10.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки **29.03.04 «Технология художественной обработки материалов»**, профиль **«Технология художественной обработки материалов»** рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **Общей технологии силикатов** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Тепловые процессы в производстве керамики»** относится к вариативной части базовых дисциплин по выбору учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области химии, физики, математики, информатики физико-химическим основам материалов, физико-химических основ обработки материалов.

Цель дисциплины – получение студентами представлений о теоретических основах генерации тепла и тепловых процессах, протекающих при обжиге керамических изделий, а также принципах работы тепловых агрегатов для производства изделий из керамики.

Задача дисциплины – ознакомление будущего специалиста с основами теплопередачи, ролью тепловых процессов при производстве изделий из керамики, с принципами работы тепловых агрегатов, а также подготовить к практической работе, связанной с выбором тепловых процессов и агрегатов при организации производства керамических изделий.

Дисциплина «Тепловые процессы в производстве керамики» преподается в 6 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения:**

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Тип задач профессиональной деятельности: производственно-технологический				
Разработка и реализация техноло-гических процессов изготовления художественно-промышленных объектов	Технологические процессы обработки при производстве художественно-промышленной продукции	ПК-4 Готов разрабатывать дизайн, конструкцию и технологию изготовления художественно-промышленных изделий и ансамблей из ТНиСМ с учетом свойств материала, технологий его обработки, условий эксплуатации и потребительских предпочтений	ПК-4.2 Знает технологии и технологические процессы производства изделий из ТНиСМ	ПС 40.059 «Промышленный дизайнер (эргономист)» Перечень ОТФ, соответствующих профессиональной деятельности выпускников направления 29.03.04 Обобщенная трудовая функция А. Реализация эргономических требований к продукции, создание элементов промышленного дизайна. А/01.6. Выполнение отдельных работ по эскизированию, макетированию, физическому моделированию (уровень квалификации – 6).
			ПК-4.3 Знает способы декорирования художественных изделий из ТНиСМ	
			ПК-4.4 Умеет анализировать особенности технологических процессов производства изделий из ТНиСМ	
			ПК-4.6 Владеет навыками выбора инструментов, технологического оборудования и материалов	

В результате изучения дисциплины студент бакалавриата должен:

Знать:

- теоретические основы движения газовых потоков в рабочем пространстве тепловых агрегатов для производства изделий из керамики и их роль в тепловой обработке;
- особенности теплообмена в тепловых агрегатах для производства изделий из керамики;
- роль футеровок в организации работы тепловых агрегатов, виды огнеупорных и теплоизоляционных материалов;
- основные теоретические основы процесса сушки сырьевых материалов и изделий из керамики;
- принцип действия тепловых агрегатов для производства изделий из керамики.

Уметь:

- осуществлять выбор тепловой обработки и источника тепла для производства данного вида изделий из керамики;
- осуществлять выбор способа сушки сырья и изделий из керамики;
- производить выбор конструкции теплового агрегата для производства изделий из керамики.

Владеть:

- знаниями о свойствах различных видов топлива и способах теплогенерации за счет электрической энергии для тепловой обработки при производстве изделий из керамики;
- знаниями о принципах действия и конструкциям сушилок для сушки сырья и изделий из керамических масс;
- знаниями об эффективности использования и способах экономии тепла при производстве изделий из керамики;
- знаниями о современном теплотехническом оборудовании производства изделий из керамики.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3	108	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,8	64,4	48,3
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-
Лекции	0,9	32	24
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,9	32	24
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	-	-	-
Самостоятельная работа	1,2	43,6	32,7
Контактная самостоятельная работа (АттК из УП для зач / зач с оц.)	1,2	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины (или другие виды самостоятельной работы)		43,6	32,7

Вид контроля:			
Экзамен (если предусмотрен УП)	-	-	-
Контактная работа – промежуточная аттестация	-	-	-
Подготовка к экзамену.		-	-
Вид итогового контроля:	Зачет с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов				
		Всего	Лекции	Прак. зан.	Лабораторные работы	Сам. работа
1.	Раздел 1 «Тепловые процессы в производстве керамических изделий»	44	12	12	-	20
1.1	Генерация тепла и основные источники тепловой энергии	9	2	2	-	5
1.2	Движение газовых потоков в тепловых агрегатах для производства керамических изделий	6	2	2	-	2
1.3	Процессы теплообмена и их роль в производстве керамики	15	4	4	-	7
1.4	Проблемы теплоизоляции при организации работы тепловых агрегатов	14	4	4	-	6
2.	Раздел 2 «Сушилки и тепловые режимы их работы»	18	8	4	-	6
2.1	Теоретические основы процесса сушки	10	4	2	-	4
2.2	Принципы работы и конструктивные элементы сушилок	8	4	2	-	2
3.	Раздел 3 «Тепловые процессы обжига керамических изделий и основные типы печей технологии керамики»	46	12	16	-	18
3.1	Основные физико-химические процессы, происходящие при обжиге керамических изделий	8	2	3	-	3
3.2	Обжиг керамических изделий в пламенных печах периодического действия. Основные типы печей	11	3	4	-	4
3.3	Обжиг керамических изделий в пламенных печах непрерывного действия. Основные типы печей	15	4	5	-	6
3.4	Обжиг керамических изделий в электрических печах. Основные типы печей	12	3	4	-	5
	ИТОГО	108	32	32	-	44

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. «Тепловые процессы в производстве керамических изделий»

1.1. Генерация тепла и основные источники тепловой энергии

Общая характеристика основных источников энергии. Выбор источника тепловой энергии и рациональное использование тепла при производстве изделий из керамических масс.

Виды топлива и основные характеристики. Теплотворная способность разных видов топлива. Условное топливо. Способы и устройства для сжигания разных видов топлива

Способы генерации теплоты с помощью электроэнергии: дуговые печи, индукционные, печи сопротивления. Виды электронагревателей для печей сопротивления: материалы, конструкции и условия службы.

1.2. Движение газовых потоков в тепловых агрегатах

Основные положения теории механики газов. Виды газовых потоков и движущая сила их перемещения. Роль газовых потоков в доставке тепловой энергии в зону технологического процесса. Особенности движения газов в крупногабаритных конструкциях. Циркуляция и рециркуляция газовых потоков. Устройства для организации естественного и принудительного движения газовых потоков.

1.3 Процессы теплообмена и их роль в производстве керамики.

Виды теплопередачи и их общая характеристика. Внешний и внутренний теплообмен, критерий БИО. Организация процесса нагрева теплотехнически толстых и тонких тел. Конвективный режим теплообмена. Области применения при производстве керамических изделий. Радиационный режим теплообмена и его разновидности. Специфика использования косвенного радиационного теплообмена в технологии керамических изделий.

1.4 Проблемы теплоизоляции при работе тепловых агрегатов

Горячее и холодное ограждение зоны технологического процесса. Роль футеровки в организации работы теплового агрегата. Требования к футеровке, подбор и расчет эффективной тепловой изоляции тепловых агрегатов. Огнеупорные и теплоизоляционные материалы, используемые при конструировании печей для обжига керамических изделий. Конструктивные особенности футеровок различных тепловых агрегатов.

Раздел 2 «Сушилки и тепловые режимы их работы»

2.1. Процессы, происходящие при удалении влаги из материалов или изделий: внешняя и внутренняя диффузия влаги. Механизмы перемещения влаги внутри материала: теплопроводность и термовлагопроводность. Усадочные напряжения, поверхностный и критический градиент влажности. Выбор оптимальных режимов сушки.

2.2. Способы сушки и области их применения при производстве изделий из керамики. Конструкции и принцип работы сушилок для сушки сырьевых материалов: барабанные, ленточные, распылительные, пневматические. Конструкции и принцип работы сушилок для сушки керамических изделий для строительства печей и варки стекломассы: радиационные, высокочастотные, туннельные, конвейерные, камерные.

Раздел 3 «Тепловые процессы обжига керамических изделий и основные типы печей технологии керамики»

3.1. Основные физико-химические процессы, происходящие при обжиге керамических изделий

Основные физико-химические процессы, происходящие при обжиге керамических масс, интервал спеченного состояния и его влияние на организацию процесса обжига. Садка керамических изделий в печь, плотность садки и ее влияние на равномерность обжига и производительность печи. Принципы проектирования и примеры садки изделий керамической технологии в печах непрерывного и периодического действия. Способы садки керамических изделий.

3.2. Обжиг керамических изделий в пламенных печах периодического действия. Основные типы печей

Классификация печей: по режиму работы, по способу передачи тепла, по виду используемой тепловой энергии. Обжиг керамических изделий в печах периодического действия. Конструкция и принцип работы камерных печей периодического действия (горнов) для обжига фарфора. Конструкция и принцип работы печи с выкатным подом для обжига изделий керамической технологии.

3.3. Обжиг керамических изделий в пламенных печах непрерывного действия. Основные типы печей

Печи непрерывного действия, классификация по режиму обжига и виду керамических изделий. Обжиг керамических изделий в туннельных печах открытого пламени. Конструкция и принцип действия печей, выбор огнеупорных материалов и конструкция стен и свода, конструкция вагонеток и песочных затворов. Конструкция и теплотехнические особенности зоны подогрева, выбор режима и конструкция зоны обжига, организация работы зоны охлаждения. Способы регулирования основных технологических параметров обжига: организация движения газовых потоков и создание окислительной и восстановительной среды. Требования к садке. Области применения туннельных печей открытого пламени. Расчет производительности, геометрических размеров и расхода тепла на обжиг.

Обжиг тонкостенных изделий в автоматизированных туннельных печах для скоростного обжига (ПАС). Особенности конструкции и принцип работы, области применения печей ПАС.

Обжиг изделий керамической технологии в муфельных печах. Принцип работы и особенности конструкции муфельных печей. Теплообмен в муфельных печах, требования к материалу муфеля, особенности садки. Печи с дельтавидным муфелем. Области применения муфельных печей.

Обжиг керамических изделий в конвейерных печах. Особенности конструкции роликовых печей и область применения. Роликовые щелевые печи для обжига изделий керамической плитки, требования к материалу роликов, конструкции зон подогрева, обжига и охлаждения. Многоканальные печи.

3.4. Обжиг керамических изделий в электрических печах. Основные типы печей

Требования к материалу нагревателя, особенности конструкции и организации обжига. Многоканальные электрические печи непрерывного действия. Электрические печи периодического действия.

Температурный контроль в печах для обжига керамических изделий

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	Знать:			
1	– теоретические основы движения газовых потоков в рабочем пространстве тепловых агрегатов для производства изделий из керамики и их роль в тепловой обработке;	+	+	+
2	– особенности теплообмена в тепловых агрегатах для производства изделий из керамики;	+	+	+
3	– роль футеровок в организации работы тепловых агрегатов, виды огнеупорных и теплоизоляционных материалов;	+		+
4	– основные теоретические основы процесса сушки сырьевых материалов и изделий из керамики;		+	
5	– принцип действия тепловых агрегатов для производства изделий из керамики.	+		+
	Уметь			
6	– осуществлять выбор тепловой обработки и источника тепла для производства данного вида изделий из керамики;	+	+	+
	– осуществлять выбор способа сушки сырья и изделий из керамики;		+	
7	– производить выбор конструкции теплового агрегата для производства изделий из керамики.		+	+
	Владеть:			
8	– знаниями о свойствах различных видов топлива и способах теплогенерации за счет электрической энергии для тепловой обработки при производстве изделий из керамики;	+		+
	– знаниями о принципах действия и конструкциям сушилок для сушки сырья и изделий из керамических масс;		+	
9	– знаниями об эффективности использования и способах экономии тепла при производстве изделий из керамики;	+		+
10	– знаниями о современном теплотехническом оборудовании производства изделий из керамики.	+	+	+
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК		
12	ПК-4 Готов разрабатывать дизайн, конструкцию и технологию изготовления	ПК-4.2 Знает технологии и технологические процессы производства изделий из ТНиСМ	+	+

художественно-промышленных изделий и ансамблей из ТНиСМ с учетом свойств материала, технологий его обработки, условий эксплуатации и потребительских предпочтений	ПК-4.3 Знает способы декорирования художественных изделий из ТНиСМ	+	+	+
	ПК-4.4 Умеет анализировать особенности технологических процессов производства изделий из ТНиСМ	+	+	+
	ПК-4.6 Владеет навыками выбора инструментов, технологического оборудования и материалов	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ Раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1	Особенности генерации тепла при производстве керамики расчет процесса горения топлива	2
2	1	Особенности движения газовых потоков в тепловых агрегатах для обжига керамических изделий, их влияние на процесс обжига	2
3	1	Особенности теплообмена в печах для периодического и непрерывного действия производства керамических изделий	2
4	1	Расчет продолжительности обжига изделий из керамических масс	2
5	1	Расчет и конструирование футеровок для печей обжига периодического действия	2
6	1	Расчет и конструирование футеровок для печей обжига непрерывного действия	2
7	2	Особенности сушки сырьевых материалов и керамических изделий. Выбор параметров сушильного реагента и продолжительности сушки.	2
8	2	Разновидности сушилок в зависимости от условий теплообмена. Особенности конструкций	2
9	3	Энерготехнологические особенности процесса обжига. История развития печей для производства изделий из керамики.	2
10	3	Печи периодического действия для обжига керамических изделий, организация обжига, особенности теплообмена и основные элементы конструкции.	4
11	3	Печи непрерывного действия для обжига керамических изделий, организация обжига, особенности теплообмена и основные элементы конструкции.	4
12	3	Особенности теплообмена в муфельных печах	2
13	3	Особенности теплообмена в печах для скоростного обжига	2
14	3	Электрические печи сопротивления, особенности конструкции, области применения нагревателей разных типов.	2

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены учебным планом подготовки бакалавров по направлению 29.03.04 – «Технология художественной обработки материалов»; по направленности (профилю) подготовки «Технология художественной обработки материалов».

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, WebofScience, ChemicalAbstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче *зачета с оценкой* (6 семестр) Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение -х контрольных работ - по одной контрольной работе по Разделам 1,2,3 (максимальная оценка 60 баллов) и итогового контроля в форме *зачета с оценкой* (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Реферативно-аналитическая работа учебным планом не предусмотрена.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольные работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы составляет 60 баллов, 1 и 3 контрольные работы по 24 балла и 2 контрольная работа – 12 баллов.

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка 24 балла. Контрольная работа содержит 4 вопроса, по 6 баллов за вопрос.

Вопрос 1.1.

1. Общая характеристика основных источников энергии при производстве керамики
2. Виды топлива и их основные характеристики.
3. Способы выражения составов газообразного, твердого и жидкого топлива
4. Рабочее топливо, пересчеты составов топлива
5. Удельная теплота сгорания различных видов топлива и уравнения для ее расчета.
6. Температуры горения. Определение и расчет теоретической и действительной температур горения топлива.
7. Расчет процесса горения топлива. Решаемые задачи
8. Коэффициент избытка воздуха при горении различных видов топлива и способы его контроля

9. Материальные балансы процесса горения различных видов топлива
10. Тепловой баланс процесса горения топлива
11. Способы генерации тепла с помощью электроэнергии
12. Требования к нагревателям для печей сопротивления
13. Материалы, конструкции и условия службы электронагревателей для печей сопротивления.
14. Материалы и конструкции нагревателей, работающих в окислительной атмосфере
15. Материалы и конструкции нагревателей, работающих в защитной атмосфере и в вакууме

Вопрос 1.2.

1. Роль газовых потоков в доставке тепловой энергии в зону технологического процесса
2. Напоры, как движущая сила перемещения газовых потоков.
3. Виды напоров
4. Геометрический напор
5. Статический напор
6. Динамический напор
7. Основные уравнения движения газовых потоков.
8. За счет чего возникает потеря напора
9. Естественное и искусственное перемещение газов
10. Сопротивления на пути движения газов
11. Расчет сопротивлений на пути движения газовых потоков
12. Номограммы для подбора вентиляторов и дымоходов
13. Устройства для перемещения газовых потоков
14. Принцип действия дымовой трубы
15. Принципы расчета дымовой трубы

Вопрос 1.3.

16. Внешняя и внутренняя теплопередачи.
17. Критерий Био, его влияние на режимы обжига керамических изделий
18. Организация тепловой обработки теплотехнически толстых тел
19. Организация тепловой обработки теплотехнически тонких тел
20. Конвективные режимы теплообмена. Уравнение Ньютона.
21. Факторы, определяющие коэффициент теплоотдачи конвекцией в условиях свободной конвекции
22. Факторы, определяющие коэффициент теплоотдачи конвекцией в условиях вынужденной конвекции
23. Области применения конвективного теплообмена
24. Радиационные режимы теплообмена. Уравнение Стефана-Больцмана
25. Разновидности радиационного теплообмена
26. Равномерно-распределенный радиационный теплообмен, области его применения при обжиге изделий из керамики
27. Области применения радиационного теплообмена в производстве керамики
28. Равномерно-распределенный радиационный теплообмен, области его применения при обжиге изделий из керамики
29. Направленный радиационный теплообмен, области его применения при обжиге изделий из керамики
30. Косвенный радиационный теплообмен, области его применения при обжиге изделий из керамики

Вопрос 1.4.

31. Виды печестроительных материалов
32. Требования к печестроительным материалам

33. Требования, предъявляемые к огнеупорам для тепловых установок силикатной технологии
34. Огнеупорные и теплоизоляционные материалы
35. Огнеупорные материалы для печей для обжига керамики
36. Роль тепловой изоляции при работе тепловых агрегатов для обжига керамических изделий
37. Виды изоляционных материалов
38. Принципы проектирования футеровок
39. Основные принципы конструирования футеровок
40. Цель расчета футеровок установок непрерывного действия
41. Цель расчета футеровок установок периодического действия
42. Определения расхода топлива в тепловых агрегатах
43. Принципы построения тепловых балансов установок силикатной технологии
44. Расчет расхода топлива и коэффициента полезного действия для тепловых агрегатов для обжига изделий из керамики
45. Как составляется таблица теплового баланса

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Максимальная оценка 12 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 6 баллов за вопрос.

Вопрос 2.1.

1. Что такое сушка, ее роль в производстве изделий из керамики
2. Роль внешней и внутренней диффузии при удалении влаги
3. Кинетика сушки
4. Механизмы перемещения влаги в процессе сушки материалов и изделий силикатной технологии.
5. Влаго- и термовлагопроводность, условия сушки
6. Что такое усадка
7. Влияние различных факторов на усадочные напряжения
8. Поверхностный и критический градиент влажности.
9. Что такое интенсивность сушки
10. Влияние параметров теплоносителя на интенсивность сушки
11. Выбор оптимального режима сушки керамических изделий.
12. Способы сушки.
13. Конвективная сушка, области применения
14. Радиационная сушка, области применения
15. Электроконтактная сушка, области применения

Вопрос 2.2.

16. Требования к сушилкам
17. Классификация сушилок
18. Барабанная сушилка, конструкция и принцип действия
19. Интенсификация процесса сушки в барабанной сушилке
20. Анализ работы внутренних теплообменных устройств в барабанной сушилке
21. Пневматическая сушилка, принцип работы и область применения.
22. Распылительная сушилка, принцип работы и область применения.
23. Конвейерная сушилка, принцип работы и область применения
24. Камерная сушилка периодического действия, принцип работы и область применения.
25. Сушилки непрерывного действия для сушки изделий
26. Радиационная сушка керамических горшков для горшковых печей
27. Электросушка крупногабаритных огнеупорных изделий

28. Туннельная сушилка для изделий из керамики.
29. Особенности конструкций сушилок для сушки полуфабрикатов изделий
30. Схемы конвейерных сушилок непрерывного действия

Раздел 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3. Максимальная оценка 24 балла. Контрольная работа содержит 4 вопроса, по 6 баллов за вопрос.

Вопрос 3.1.

1. Процессы, происходящие при обжиге керамических изделий
2. Интервал спеченного состояния, его влияние на режим обжига
3. Влияние интервала спеченного состояния на выбор конструкции печи для обжига
 4. Рациональное размещение изделий в печи, садка изделий
 5. Что такое плотность садки, как она влияет на работу печи
 6. Требования к садке
 7. Способы садки, примеры, что такое огнеприпас
 8. Требования к садке при обжиге изделий в кольцевой печи
 9. Требования к садке при обжиге изделий в туннельной печи
 10. Особенности садки изделий при обжиге в муфельных печах
 11. Примеры садки изделий керамической технологии в печах непрерывного и периодического действия.
 12. Принципы расчета кривой обжига.
 13. Обжиг изделий в камерных печах периодического действия (горнах).
 14. Обжиг изделий в печах с выкатным подом.
 15. Обжиг изделий в туннельных печах открытого пламени

Вопрос 3.2.

16. Конструкция и принцип действия камерных печей (горнов)
17. Конструкция и принцип действия двухэтажных горнов для обжига фарфора
18. Конструкция и принцип действия кольцевых печей для обжига строительной керамики
19. Конструкция и принцип действия камерных печей с выкатным подом
20. Конструкция и принцип работы туннельной печи непрерывного действия
21. Конструкция стен и свода туннельных печей
22. Теплотехнические особенности зоны подогрева туннельной печи непрерывного действия для обжига изделий керамической технологии
23. Организация обжига в туннельных печах непрерывного действия.
24. Организация работы зоны охлаждения туннельных печей непрерывного действия
25. Конструкция вагонеток туннельных печей
26. Конструкция и назначение песочных затворов туннельных печей непрерывного действия.
27. Назначение и организация газовых и воздушных завес в туннельных печах непрерывного действия.
28. Схема газоздушных потоков в туннельной печи
29. Расчет конструктивных размеров туннельных печей по заданной производительности
30. Основные статьи теплового баланса туннельной печи

Вопрос 3.3.

31. Скоростной обжиг тонкостенных изделий
32. Принцип работы автоматизированных туннельных печей (ПАС)

33. Особенности конструкции печи ПАС
34. Конструкция вагонеток для печей ПАС
35. Требования к садке при обжиге изделий в печах ПАС
36. Достоинства и недостатки печей ПАС, область применения
37. Принцип работы роликовых печей для однорядного обжига керамических изделий
38. Конструкция роликовых печей для однорядного обжига керамических изделий
39. Конструкция конвейера и требования к материалу роликов
40. Организация обжига плиток в роликовых печах
41. Роликовые конвейерные печи для обжига облицовочных плиток
42. Достоинства и недостатки роликовых печей
43. Движение газоздушных потоков в роликовых печах
44. Многоканальная печь фирмы СИТИ, принцип работы и особенности конструкции
45. Организация движения конвейеров в многоканальных роликовых печах

Вопрос 3.4

46. Принцип работы муфельных печей для обжига керамических изделий...
47. Конструкция муфельных печей
48. Требования к конструкции и материалу муфеля
49. Организация газоздушных потоков в муфельных печах
50. Теплообмен в муфельных печах
51. Особенности садки изделий при обжиге в муфельных печах
52. Печи с дельтавидным муфелем
53. Обжиг керамических изделий в электрических печах
54. Достоинства и недостатки применения электроэнергии для обжига керамических изделий
55. Электрические печи периодического действия, особенности конструкции
56. Нагреватели для электрических печей. Требования к материалу нагревателя
57. Особенности конструкции электрических печей непрерывного действия для обжига изделий из керамики
58. Многоканальные электрические печи
59. Роликовая многоканальная электропечь фирмы Сити для обжига фарфоровых тарелок. Элементы конструкции
60. Многоканальная конвейерная роликовая электропечь фирмы Сити для обжига глазурованных плиток

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (6 семестр – зачет с оценкой).

Максимальное количество баллов за *зачет с оценкой* 40 баллов. Экзаменационный билет содержит 3 вопроса: первый вопрос относится к 1 Разделу, 2 вопрос – ко 2 Разделу, 3 вопрос – к 3 Разделу.

1 вопрос – 15 баллов, вопрос 2 – 10 баллов, вопрос 3 – 15 баллов.

8.3.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (6 семестр – зачет с оценкой).

Раздел 1. Максимальная оценка 15 баллов

1. Виды топлива и их основные характеристики
2. Удельная теплота сгорания различных видов топлива и уравнения для ее расчета.
3. Расчет процесса горения топлива.

4. Коэффициент избытка воздуха при горении различных видов топлива и способы его контроля.
5. Материальные балансы процесса горения различных видов топлива
6. Температуры горения. Определение и расчет теоретической и действительной температур горения топлива.
7. Генерация тепла с помощью электроэнергии.
8. Материалы, конструкции и условия службы электронагревателей для печей сопротивления.
9. Естественное и принудительное движение газов
10. Особенности движения газов в крупногабаритных конструкциях
11. Особенности движения газов по вертикальным каналам
12. Напоры, как движущая сила перемещения газовых потоков.
13. Основные уравнения, характеризующие движение газовых потоков.
14. Сопротивления при движении газовых потоков.
15. Устройства для перемещения газов
16. Внешняя и внутренняя теплопередачи. Критерий Био.
17. Организация обжига теплотехнически толстых и тонких тел
18. Конвективные режимы теплообмена.
19. Области применения конвективного теплообмена
20. Радиационные режимы теплообмена.
21. Области применения радиационного теплообмена
22. Косвенный радиационный теплообмен в технологии керамических изделий
23. Требования, предъявляемые к футеровке печей для обжига керамических изделий
24. Принципы конструирования футеровок тепловых агрегатов
25. Огнеупорные материалы печей для обжига керамических изделий
26. Роль тепловой изоляции, виды теплоизоляционных материалов
27. Расчет футеровки в условиях стационарного теплового потока
28. Расчет футеровки в условиях нестационарного теплового потока
29. Общие принципы построения энергетических балансов тепловых установок.
30. Расчет расхода топлива и коэффициента полезного действия для тепловых установок силикатной технологии.

Раздел 2. Максимальная оценка 10 баллов

31. Внешняя и внутренняя диффузия влаги. Кинетика сушки
32. Периоды (стадии) сушки
33. Механизмы перемещения влаги в процессе сушки материалов и изделий силикатной технологии.
34. Усадка материала при сушке
35. Влияние различных факторов на величину усадочных напряжений
36. Влияние параметров теплоносителя на процесс сушки керамических изделий.
37. Выбор оптимального режима сушки изделий керамической технологии. Поверхностный и критический градиент влажности.
38. Выбор оптимального режима сушки изделий керамической технологии. Поверхностный и критический градиент влажности.
39. Интенсивность сушки, выбор оптимального режима сушки
40. Способы сушки в зависимости от условий теплообмена
41. Конвективная сушка, области применения
42. Радиационная сушка, области применения
43. Разновидности радиационной сушки
44. Способы электросушки
45. Классификация сушилок силикатной технологии

46. Сушка кусковых и сыпучих материалов
47. Конструкция и принцип работы барабанной сушилки.
48. Интенсификация процесса сушки в барабанной сушилке
49. Анализ работы внутренних теплообменных устройств в барабанной сушилке
50. Конструкция и принцип работы распылительной сушилки.
51. Конструкция и принцип работы пневматической сушилки
52. Особенности сушки гранулированного сырья
53. Конструкция и принцип работы ленточной сушилки для сушки сырьевых материалов.
54. Особенности сушки керамических изделий
55. Конструкция и принцип работы камерной сушилки периодического действия.
56. Конструкция и принцип работы конвейерной сушилки непрерывного действия.
57. Конструкция и принцип действия туннельной сушилки непрерывного действия
58. Радиационная сушка крупногабаритных изделий сложной формы
59. Электроконтактная сушилка крупногабаритных изделий
60. Разновидности конвейерных сушилок в зависимости от вида изделий

Раздел 3. Максимальная оценка 15 баллов

61. Процессы, происходящие при обжиге керамических изделий, интервал спеченного состояния.
62. Принципы проектирования и примеры садки изделий керамической технологии в печах периодического и непрерывного действия
63. Конструкция и принцип работы камерных печей периодического действия (горнов) для обжига фарфора.
64. Конструкция и принцип работы камерной печи с выкатным подом.
65. Достоинства и области применения печей периодического действия для обжига керамики
66. Конструкция и принцип работы туннельных печей непосредственного обогрева для обжига изделий керамической технологии.
67. Конструкция вагонеток и песочных затворов туннельных печей непрерывного действия.
68. Конструкция стен, свода туннельных печей
69. Требования к садке изделий при обжиге в туннельных печах
70. Организация работы зоны подогрева в туннельных печах непрерывного действия.
71. Организация обжига в туннельных печах непрерывного действия
72. Организация работы зоны охлаждения туннельных печей непрерывного действия
73. Назначение и организация газовых и воздушных завес в туннельных печах непрерывного действия
74. Движение газоздушных потоков в туннельных печах непрерывного действия
75. Скоростной обжиг тонкостенных керамических изделий
76. Садка изделий в печах для скоростного обжига керамических изделий
77. Конструкция и принцип работы печи ПАС для обжига фарфоровых чашек.
78. Расчет производительности, геометрических размеров туннельных печей непрерывного действия.
79. Конструкция и принцип работы муфельных печей для обжига изделий керамической технологии.
80. Требования к материалу и конструкции муфеля
81. Конструкция и принцип работы печи с дельтавидным муфелем
82. Обжиг керамических изделий в муфельных печах

83. Конструкция и принцип работы роликовых щелевых печей для скоростного обжига изделий керамической технологии.
84. Многоканальные печи для обжига керамических изделий
85. Структура тепловых балансов туннельной печи для обжига керамических изделий.
86. Обжиг керамических изделий в электрических печах
87. Электрические печи непрерывного действия для обжига керамических изделий.
88. Электрический печи периодического действия для обжига керамических изделий
89. Нагреватели электрических печей периодического действия
90. Конструктивный и тепловой расчет электрических печей периодического действия

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

8.4. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой (4 семестр).

Зачет с оценкой по дисциплине «Тепловые процессы в производстве керамики» проводится в 6 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-3 рабочей программы дисциплины. Билет для зачета с оценкой состоит из 3 вопросов, относящихся к указанным разделам. Ответы на вопросы зачета с оценкой оцениваются из максимальной оценки 40 баллов следующим образом: максимальное количество баллов за первый вопрос – 15 баллов, второй – 10 баллов, третий вопрос – 15 баллов.

Пример билета для зачёта с оценкой:

<p>«<u>Утверждаю</u>» <u>зав. кафедрой ОТС</u> (Должность, наименование кафедры)</p> <p><u>А.И. Захаров</u> (Подпись) (И. О. Фамилия)</p> <p>«__» _____ 20__ г.</p>	<p>Министерство науки и высшего образования РФ</p>
	<p>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</p>
	<p>Кафедра Общей технологии силикатов</p>
	<p>29.03.04 "Технология художественной обработки материалов"</p> <p>Профиль подготовки – «Технология художественной обработки материалов»</p>
<p>Тепловые процессы в производстве керамики</p>	
<p>Билет № 1</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Виды топлива и их основные характеристики. 2. Конструкция и принцип работы распылительной сушилки периодического действия. 3. Структура тепловых балансов туннельной печи для обжига керамических изделий. 	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1.Акимова Е.М., Макаров А.В. Тепловые процессы и агрегаты тугоплавких неметаллических и силикатных материалов. Учебное пособие – РХТУ им. Д.И. Менделеева. М., 2017.- 88 с.

2. Акимова Е.М., Макаров А.В. Тепловые процессы и агрегаты тугоплавких неметаллических и силикатных материалов. Методические указания - РХТУ им. Д.И. Менделеева. М., 2014.- 55с.

3. Захаров А.И., Вартанян М.А., Гусева Т.В. Энергетическая и экологическая эффективность производства керамических изделий. Учебное пособие. РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2010, 106 с.

Б. Дополнительная литература

1. Булавин И.А., Макаров И.А. Рапопорт А.Я. Тепловые процессы в технологии силикатных материалов. Стройиздат. - М.: 1982. - 248 с.
2. Левченко П.В. Расчеты печей и сушил силикатной промышленности.- М.: Высшая школа. 1968.-368 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.

Научно-технические журналы:

1. «Стекло и керамика», ISSN 0131-9582
2. «Техника и технология силикатов», ISSN 2076-0655

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

3. Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru>
4. Ресурсы издательства ELSEVIER: www.sciencedirect.com

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – конспекты лекций и презентация материалов курса, содержащая 27 слайдов;
- раздаточный материал со схемами основных тепловых агрегатов для обжига изделий из керамики
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 150);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 90).

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2021 составляет 1 716 243 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам

и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «*Тепловые процессы в производстве керамики*» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Макеты, плакаты и чертежи печей керамической технологии.

11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; раздаточный материал к практическим занятиям по дисциплине; альбомы и рекламные проспекты с основными видами и характеристиками тепловых агрегатов

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде.

11.5.Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п.п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1.	Calculate Linux Desktop	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
2.	LibreOffice	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
3.	ABBYY FineReader	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
4.	7-Zip	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
5.	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
6.	VLC Media Player	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
7.	Discord	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
8.	Autodesk AutoCAD	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
9.	IntelliJIDEA	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
10.	FreeCAD	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
11.	SMath Studio	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
12.	Corel Academic Site Standard	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	Лицензия для активации на рабочих станциях, покрывает все рабочие места в университете	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
13.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	500 лицензий	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
14.	GIMP	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
15.	OBS (Open Broadcaster Software) Studio	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование Разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. «Тепловые процессы в производстве керамики»	<p><i>Знает</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - теоретические основы движения газовых потоков в рабочем пространстве тепловых агрегатов для производств изделий из керамики и их роль в тепловой обработке; особенности теплообмена в тепловых агрегатах для производства изделий из керамики; роль футеровок в организации работы тепловых агрегатов, виды огнеупорных и теплоизоляционных материалов <p><i>Умеет</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - осуществлять выбор тепловой обработки и источника тепла для производства данного вида изделий из керамики <p><i>Владеет</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - знаниями о свойствах различных видов топлива и способах теплогенерации за счет электрической энергии для тепловой обработки при производстве изделий из керамики 	<p>Оценка за контрольную работу № 1 (6 семестр)</p> <p>Оценка за зачет с оценкой</p>
Раздел 2. «Сушилки и тепловые режимы их работы»	<p><i>Знает</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - основные теоретические основы процесса сушки сырьевых материалов и изделий из керамики <p><i>Умеет</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - осуществлять выбор способа сушки сырья и изделий из керамики <p><i>Владеет</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - знаниями о принципах действия и конструкциям сушилок для сушки сырья и изделий из керамических масс 	<p>Оценка за контрольную работу № 2 (6 семестр)</p> <p>Оценка за зачет с оценкой</p>
Раздел 3 «Тепловые процессы обжига керамических изделий и основные типы печей технологии керамики»	<p><i>Знает</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - принцип действия тепловых агрегатов для производства изделий из керамики <p><i>Умеет</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - осуществлять выбор тепловой обработки и источник тепла для получения данного вида изделий <p><i>Владеет</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - знаниями об эффективности использования и способах экономии тепла при производстве изделий из керамики; знаниями о современном теплотехническом оборудовании производства изделий из керамики 	<p>Оценка за контрольную работу № 3 (6 семестр)</p> <p>Оценка за зачет с оценкой</p>

13.ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

– Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины
по дисциплине**

«Тепловые процессы в производстве керамики»

направления подготовки (специальности)

29.03.04 Технология художественной обработки материалов

профиль: «Технология художественной обработки материалов»

форма обучения: очная

Квалификация: «бакалавр»

Номер изменения/дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.