

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Элементы конструкции металлургических печей

Код модуля
1149987(1)

Модуль
Конструкции металлургических агрегатов

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Воронов Герман Викторович	доктор технических наук, профессор	Преподаватель	
2	Киселев Евгений Владимирович	кандидат технических наук, доцент	Доцент	теплофизики и информатики в металлургии

Согласовано:

Управление образовательных программ

Ю.В. Коновалова

Авторы:

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ **Элементы конструкции металлургических печей**

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	8	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Практические/семинарские занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Экзамен	
4.	Текущая аттестация	Контрольная работа	5

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ **Элементы конструкции металлургических печей**

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3
ПК-19 -Способен выполнять теплотехнические расчеты и проектирование элементов металлургических печей и иного теплотехнического оборудования.	Д-1 - Демонстрировать высокий уровень внимательности и самостоятельности при выполнении теплотехнических расчетов. З-1 - Идентифицировать элементы конструкций металлургических печей для производства и обработки черных и цветных металлов. З-3 - Описывать методики и алгоритмы теплотехнических расчетов элементов конструкции металлургических печей различного технологического назначения. З-4 - Выделять принадлежность огнеупорных материалов к химико-минералогическим группам, характеризовать их физические и рабочие свойства.	Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 Контрольная работа № 3 Контрольная работа № 4 Контрольная работа № 5 Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен

	<p>З-5 - Воспроизвести основные положения теории тепловой работы и конструкции промышленных печей, технологические и теплотехнические параметры, влияющие на стойкость и надежность их конструктивных элементов.</p> <p>П-2 - Предлагать методики и алгоритмы расчета и проектирования элементов конструкции металлургических печей с учетом их технологического назначения, физических и рабочих свойств огнеупорных материалов на основе анализа технологических и теплотехнических параметров, влияющих на стойкость и надежность конструктивных элементов.</p> <p>У-2 - Анализировать технологические и теплотехнические параметры, влияющие на стойкость и надежность элементов конструкции металлургических печей и определять возможность увеличения межремонтного периода.</p> <p>У-3 - Соотносить различные огнеупорные материалы и изделия с химико-минералогическими группами и классами, физическими и рабочими свойствами и определять возможность их использования в металлургических печах.</p>	
--	--	--

3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.5		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>контрольная работа 1</i>	6,5	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.5		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.5		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.5		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>контрольная работа 2</i>	6,10	50
<i>контрольная работа 3</i>	6,16	50
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 1		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям– нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– не предусмотрено		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –не предусмотрено		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям –не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено		
4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям –не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям – нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено		

3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено		

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

2. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.5		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>контрольная работа 4</i>	7,3	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.5		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.5		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.5		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>контрольная работа 5</i>	7,13	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 1		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям– нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– не предусмотрено		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –не предусмотрено		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям - не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено		
4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах

Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено

3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено		

4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

Результаты обучения	Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)				
№ п/п	Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	Шкала оценивания		
		Традиционная характеристика уровня		Качественная характеристи ка уровня
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворитель но (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля

5.1.1. Лекции

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

5.1.2. Практические/семинарские занятия

Примерный перечень тем

1. Подбор материалов футеровки для камерной электрической печи.
2. Расчет температурного поля в плоской двухслойной стенке.
3. Расчет температурного поля в цилиндрической многослойной стенке.
4. Теплопередача через плоские стенки.
5. Теплопередача через цилиндрические стенки.
6. Расчет количества кирпичей при проектировании арочного свода.
7. Расчет усилий, возникающих в арочном своде.
8. Расчет элементов каркаса нагревательной печи.

9. Расчет проходной способности воздухопровода.

Примерные задания

Расчет тепловых потерь через плоскую многослойную стенку v1.02

Файл Вид Расчет Сервис Справка

Результаты Отчет Справка Выход

Ввод данных

Слои Теплообмен

#1: Шамот легковес №4 - 0,46м
#2: Каолиновая вата - 0,4м
#3: Сталь - 0,003м

↑
↓

#1 - Шамот легковес №4 (0,46 м) #2 - Каолиновая вата (0,40 м)

Добавить Изменить Удалить

default.xml

Расчет тепловых потерь через плоскую многослойную стенку v1.02

Файл Вид Расчет Сервис Справка

Результаты Отчет Справка Выход

Ввод данных

Слои Теплообмен

Положение поверхности Вертикальная стенка

Температура окружающей среды 30 °C

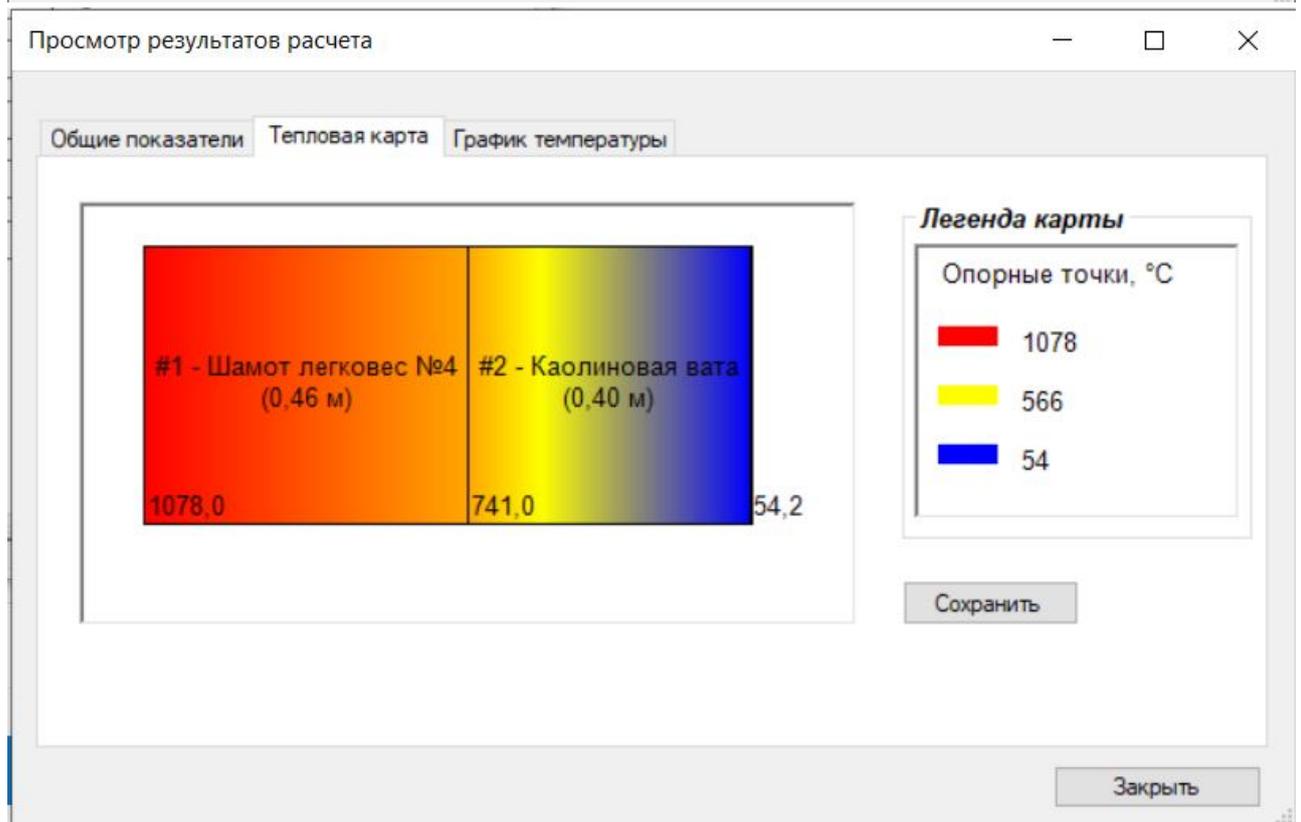
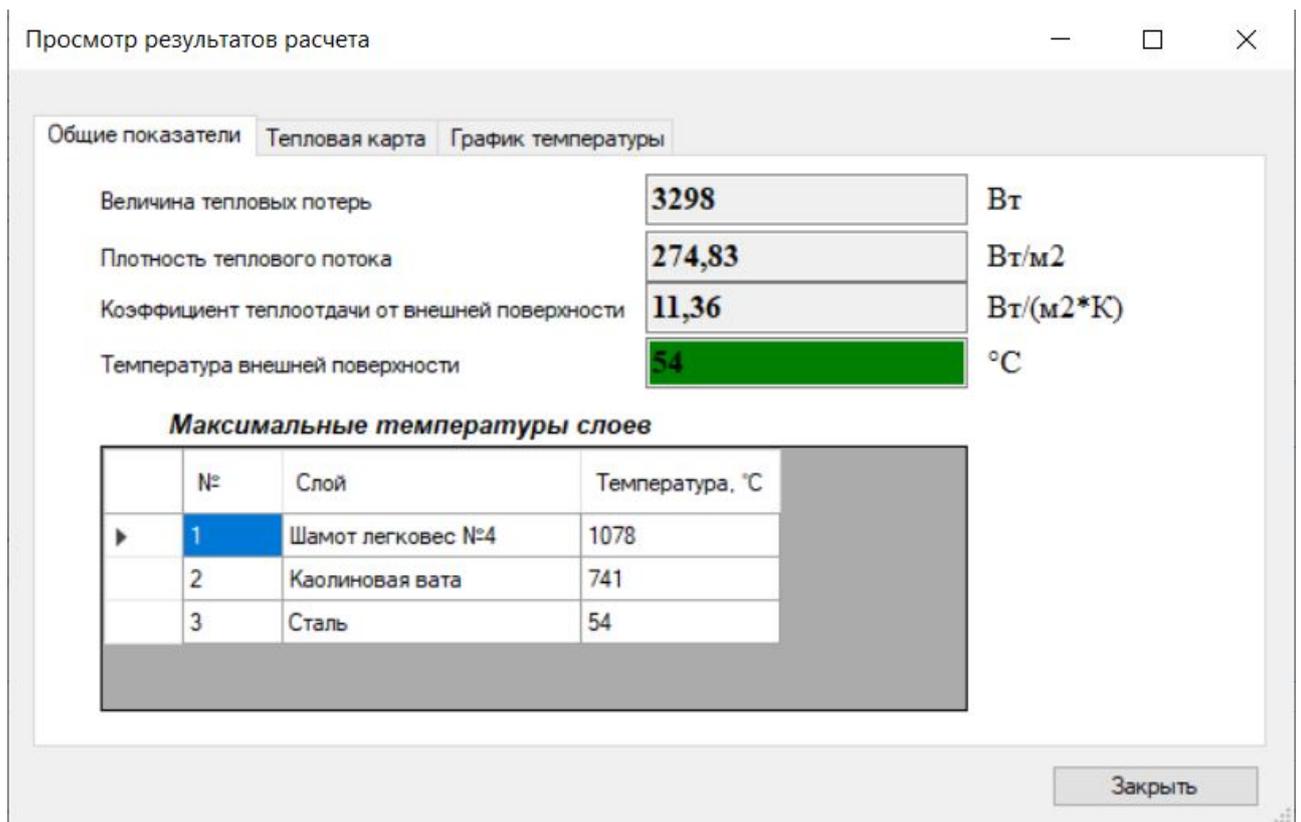
Степень черноты внешней поверхности 0,85

Температура в рабочем пространстве 1080 °C

Коэффициент теплоотдачи от внутренней поверхности 140 Вт/(м²град)

Площадь поверхности 12 м²

default.xml



С использованием программного продукта HEAT TRANSMISSION выбрать огнеупорные материалы, спроектировать и рассчитать распределение температур в плоской двухслойной стенке.

LMS-платформа

1. <https://elearn.urfu.ru/course/view.php?id=1674#section-2>

5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

Базовый

5.2.1. Контрольная работа № 1

Примерный перечень тем

1. Влияние физических характеристик огнеупорных материалов на их свойства.
2. Анализ термомеханических свойств выбранных огнеупоров.
3. Теплопроводность огнеупоров и ее влияние на потери теплоты кладкой.
4. Пористость огнеупоров. Виды пористости и способы ее определения.
5. Теплоемкость огнеупоров и ее роль в определении расхода теплоты на нагревание кладки.
6. Газопроницаемость огнеупоров и ее зависимость от ряда факторов.
7. Термическое расширение огнеупоров и его влияние противостоять резким колебаниям температуры.

Примерные задания

Охарактеризовать огнеупорные материалы кремнеземистой химико-минералогической группы

Динасовым называется огнеупорный материал, изготовленный способом формовки и обжигом измельченных кварца, кварцитов или песчаников и содержащий не менее 95% SiO₂. Кремнезем при изменении температуры может переходить из одной модификации в другую. Он имеет семь кристаллических и одну аморфную модификацию. Наиболее устойчивая и имеющая меньшие объемные изменения модификация – тридимит. Превращения происходят как внутри форм, так и при переходе из одной формы в другую и сопровождаются изменением структуры связей, вследствие чего изменяются плотность, объем, коэффициент расширения и т.д. Такие превращения приводят к низкой термостойкости динасовых огнеупоров (1-2 теплосмены).

Динас является кислым материалом, поскольку его основой служит SiO₂. Поэтому он хорошо противостоит воздействию кислых шлаков и имеет низкую стойкость по отношению к основным шлакам.

Огнеупорность динаса достигает 1730 градусов С при высокой температуре начала деформации под нагрузкой (1620-1660 градусов С), что позволяет успешно применять его в высокотемпературных устройствах при изготовлении нагруженных частей футеровки.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.2. Контрольная работа № 2

Примерный перечень тем

1. Методы определения рабочих свойств огнеупорных материалов.
2. Огнеупорность материалов и метод ее определения.
3. Сопротивление деформации под нагрузкой при высоких температурах. Методика проведения испытаний.
4. Шлакоустойчивость огнеупорных материалов и способы ее повышения.

5. Термостойкость огнеупорных материалов. Понятие водяной теплосмены.
6. Постоянство объема и его влияние на свойства огнеупоров.

Примерные задания

Огнеупорность материалов и методы ее определения.

Огнеупорность

Огнеупорность — это предельная температура службы огнеупора в идеальных условиях — при отсутствии механического и физико-химического воздействия. Огнеупорность $T_{огн}$ в соответствии с ГОСТ 4069-69 определяется как температура, при которой происходит определенная пластическая деформация стандартного образца, нагреваемого в стандартных условиях.

Обычно $T_{огн}$ существенно превышает предельную рабочую температуру службы огнеупора $T_{раб}^{max}$, которая является не физическим, а техническим понятием и определяется недостаточно точно. Под $T_{раб}^{max}$ понимают обычно температуру, выше которой в типичных условиях эксплуатации (механические, физико-химические и другие разрушающие воздействия) данный огнеупор быстро изнашивается.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.3. Контрольная работа № 3

Примерный перечень тем

1. Получение диансовых огнеупоров.
2. Получение шамотных огнеупоров.
3. Получение магнезитовых огнеупоров.
4. Получение углеродистых огнеупоров.
5. Получение циркониевых огнеупоров.
6. Получение карбидных огнеупоров.
7. Получение огнеупорных бетонов.
8. Получение теплоизоляционных материалов.

Примерные задания

Получение шамотных огнеупоров

Существуют два способа изготовления изделий — пластичное формование и полусухое прессование. При пластичном формовании изделий Шамот определенного гранулометрического состава смешивают с глиной в сухом смесителе, причем для обычных шамотных изделий смесь составляют из 50—60 % шамота и 50—40 % огнеупорной глины. После сухого смешивания массу направляют во влажный смеситель, увлажняют до 16—24 % (сухой массы), а при жирных глинах и больше. изделия формуют на прессах под давлением 1500—2000 кПа.

При полусухом прессовании изделий влажность прессуемой массы значительно меньше 6—9 %. Соотношение шамота и глины берется такое же, как и при пластичной формовке, но часть пластичной глины предварительно смешивают с водой для образования шликера, которым смачивают зерна шамота. Шамот, увлажненный шликером, и оставшаяся глина поступают на смешивание (при добавлении к шамоту шликера получается хорошее обволакивание зерен шамота глиной). Со шликером в массу

вводят всю необходимую воду затворения. Прессуют полусухую массу на механических прессах под давлением 10—60 МПа. Способ полусухого прессования получил большое распространение, так как изделия при этом имеют меньшую усадку при сушке и обжиге (около 2—3 %) и получаются более плотными, механически прочными и термостойкими. Однако способом полусухого прессования трудно изготовить изделия сложной формы и массивные. Преимуществом же пластичной формовки является сравнительная дешевизна, особенно при изготовлении изделий сложной формы.

Отформованные или отпрессованные изделия сушат. В процессе сушки удаляется большая часть воды затворения, и при этом объем изделия уменьшается (происходит усушка). Для предотвращения коробления и растрескивания изделия сушку проводят с постепенным и равномерным нагревом. Обычно сушку осуществляют в специальных устройствах при температуре 100—120° С.

После сушки шамотный сырец с влажностью 3—5 % поступает на обжиг, который необходим для превращения всей глины, входящей в состав сырца, в шамот. В первый период обжига, при медленном повышении температуры до 200°С (со скоростью 5°С/мин), удаляются остаток воды затворения и гигроскопическая влага. Во втором периоде при повышении температуры с 200 до 900°С выделяется химически связанная вода. Далее температуру повышают до 1350°С со скоростью 10—12°С в минуту. В этот период происходит образование муллита и сложные процессы образования силикатов железа, щелочных металлов и других соединений. После обжига температуру медленно понижают до 40—50°С.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.4. Контрольная работа № 4

Примерный перечень тем

1. Схема работы печи с обычными горелками.
2. Схема работы печи с рекуперативными горелками.
3. Схема работы камерной электрической печи.
4. Назначение, особенности конструкции фундаментов печей.
5. Конструкция, преимущества и недостатки арочного свода.
6. Конструкция, преимущества и недостатки подвешного свода.
7. Конструкция, преимущества и недостатки распорно-подвешного свода.

Примерные задания

Конструкция, преимущества и недостатки арочного свода.

Арочные своды применяют при ширине пролета до 3 м. Для металлургических печей преимущественно применяют арочные своды с центральным углом 60, 90, 120 и 180°.

Стены печи

Кладку стен ведут, как и пода, с перевязкой швов, для чего меняют положение кирпича, чередуя тычковые и ложковые ряды (кирпич, уложенный длинной стороной параллельно плоскости стены, называется ложковым, а уложенный перпендикулярно – тычковым). Кладку стен нагревательных печей ведут строго вертикально, а стены плавильных печей, с целью повышения их стойкости, часто делают наклонными с толщиной, уменьшающейся кверху.

Стены выполняют двух- или трехслойными. Внутренний рабочий слой выкладывают из огнеупорного материала, отвечающего требованиям, зависящим от характера работы

печи. Он должен иметь необходимую огнеупорность, химическую и механическую стой-

кость. Наружный слой делают из теплоизоляционного материала, назначение которого снизить потери тепла через кладку теплопроводностью.

Иногда стену выполняют из нескольких слоев (например, диас-шамот-изоляционный). Каждый слой кладут самостоятельно и только при высоте стен более 2,5-3,0 м огнеупорную кладку для повышения прочности перевязывают с изоляционной через каждые 5-

6 рядов. Для повышения стойкости стен большой высоты в ряде случаев применяют анкерное крепление кладки.

Толщина стен нагревательных печей колеблется от 0,345 до 0,565 м, плавильных 0,9-1,1 м; доменных печей 1,1-1,6 м.

В печах периодического действия стены, по возможности, выполняют из легковесных материалов с целью снижения потерь на аккумуляцию тепла кладкой. При выполнении футеровки электрических печей для экономии электрической энергии слой тепловой изоляции делают толще, чем в топливных печах.

Свод печи

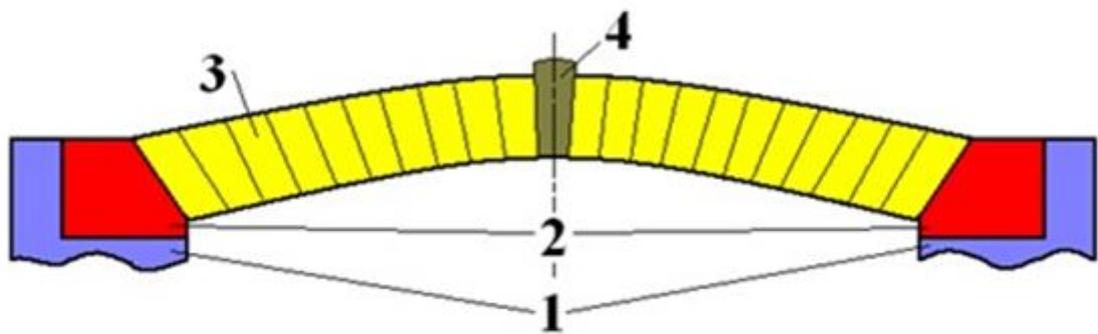
Своды печей выполняют арочными, купольными или подвесными.

Арочные своды применяют при ширине пролета до 3 м. Для металлургических печей преимущественно применяют арочные своды с центральным углом 60, 90, 120 и 180°. Толщина свода S обычно равна длине кирпича – 230, 250 или 300 мм. Если свод выполняют из двух рядов кирпича по толщине, то ряды (акаты) не перевязывают друг с другом. Своды нагревательных печей выполняют с изоляцией, применяя для этого засыпку

толщиной 65-230 мм. Своды плавильных печей обычно делают без тепловой изоляции во

избежание перегрева и быстрого их износа.

Арочный свод



- 1 - Стены печи
- 2 - Пятовая балка
- 3 - Арка свода
- 4 - Замок кирпич

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.5. Контрольная работа № 5

Примерный перечень тем

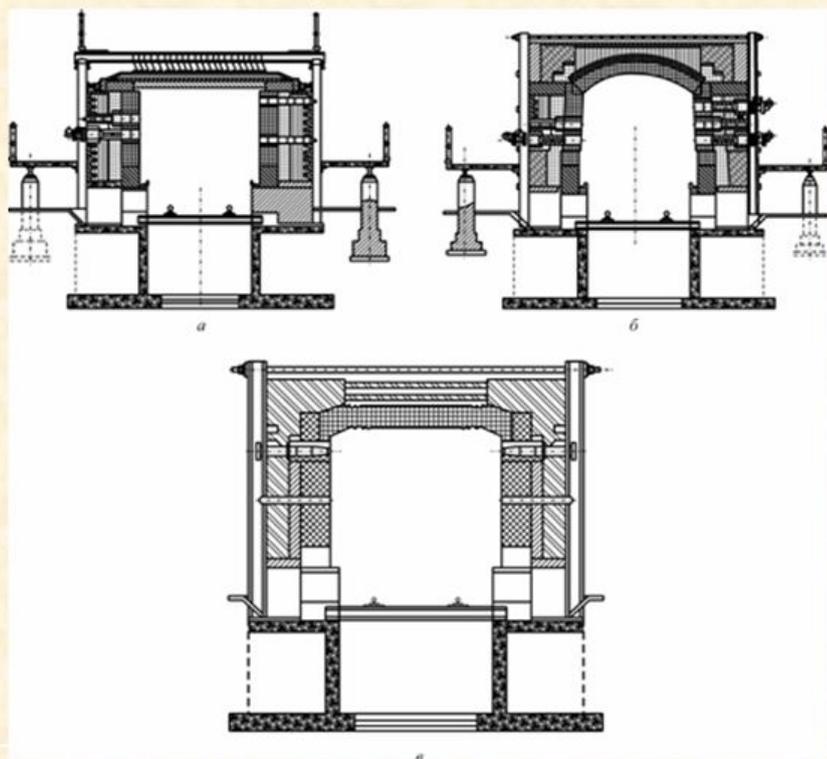
- 1. 1. Конвейерный под.
- 2. 2. Роликовый под.
- 3. 3. Под с опорными водоохлаждаемыми трубами.
- 4. 4. Шагающий под.
- 5. 5. Выкатной под.
- 6. 6. Конструкция глиссажных труб методических печей.
- 7. 7. Конструкции и назначение металлических каркасов печей.
- 8. 8. Рамы и заслонки рабочих окон печей.

Примерные задания

Конструкции и назначение металлических каркасов печей.

Каркас печей:

- с жесткими связями;
- с гибкими связями;
- комбинированный.



LMS-платформа – не предусмотрена

5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

5.3.1. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Огнеупоры. 1. Тепловые агрегаты в промышленности. 2. Подготовка шихты для различных огнеупоров. 3. Промышленная печь и ее конструктивные элементы. 4. Классификация огнеупорных материалов по ряду признаков. 5. Футеровка основных промышленных тепловых агрегатов. 6. Разрушающие факторы, действующие на футеровку. 7. Оценка основности и вязкости шлака. 8. Выбор типа огнеупора для заданных условий эксплуатации. 9. Анализ термомеханических свойств выбранных огнеупоров. 10. Пример определения удельного теплового потока через футеровку кислородного конвертера для плавки низкоуглеродной стали. 11. Теплопроводность огнеупоров и ее влияние на потери теплоты кладкой. 12. Кремнеземистые огнеупоры. Динас. Область применения. 13. Пористость огнеупоров. Виды пористости и способы ее определения. 14. Алюмосиликатные огнеупоры. Шамотные изделия. Свойства. Область применения. 15. Полуокислые и высокоглиноземистые огнеупорные изделия. Их свойства. Область применения. 16. Теплоемкость огнеупоров и ее роль в определении расхода теплоты на нагревание кладки. 17. Газопроницаемость огнеупоров и ее зависимость от ряда факторов. 18. Магнезиальные огнеупоры. Область применения. 19. Термическое расширение огнеупоров и его влияние противостоять резким колебаниям температуры. 20. Хромитовые и хромомagneзитовые огнеупоры. Свойства. Область применения. 21. Огнеупорность материалов и метод ее определения. 22. Магнезитохромитовые огнеупоры. 23. Магнезитохромовые огнеупоры. Свойства. Область применения. 24. Соппротивление деформации под нагрузкой при высоких температурах. Методика проведения испытаний. 25. Цирконистые огнеупоры. Свойства. Область применения. 26. Шлакоустойчивость

огнеупорных материалов и способы ее повышения. 27. Термостойкость огнеупорных материалов. Понятие водяной теплосмены. 28. Углеродосодержащие огнеупоры. Способ получения. Область применения. 29. Волокнистые изделия. Каолиновая вата. Достоинства. Область применения. 30. Постоянство объема и его влияние на свойства огнеупоров.

2. Элементы конструкций. 1. Общая схема работы топливной нагревательной печи с обычными горелками. 2. Общая схема работы топливной нагревательной печи с рекуперативными горелками. 3. Общая схема работы электрической нагревательной печи. 4. Конструкции фундаментов печей. 5. Арочный свод. 6. Подвесной свод. 7. Распорно-подвесной свод. 8. Конвейерный под. 9. Роликовый под. 10. Под с опорными водоохлаждаемыми трубами. 11. Шагающий под. 12. Выкатной под. 13. Конструкция глиссажных труб методических печей. 14. Конструкции и назначение металлических каркасов печей. 15. Рамы и заслонки рабочих окон печей. 16. Механизмы подъема заслонок рабочих окон печей. 17. Конструкции и способы установки газо-воздухопроводов. 18. Устройства для реверсирования газовых потоков.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения	Контрольно-оценочные мероприятия
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-19	Д-1	Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 Контрольная работа № 3 Контрольная работа № 4 Контрольная работа № 5 Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен