



|  |
| --- |
| **Лист** **актуализации** **рабочей** **программы**  |
|  |  |
|  |
|  |  |
|  |
|  |  |
| Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем |
|  |  |
|  | E:\Рабочий стол - загрузки\Без-имени-7.jpgПротокол от 8 сентября 2020 г. № \_\_Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Е.Б. Агапитов |
|  |  |
|  |
|  |  |
|  |
|  |  |
| Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем |
|  |  |
|  | Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Е.Б. Агапитов |
|  |  |
|  |
|  |  |
|  |
|  |  |
| Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем |
|  |  |
|  | Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Е.Б. Агапитов |
|  |  |
|  |
|  |  |
|  |
|  |  |
| Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем |
|  |  |
|  | Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Е.Б. Агапитов |

|  |
| --- |
| **1** **Цели** **освоения** **дисциплины** **(модуля)**  |
| Целью освоения дисциплины «Металлургическая теплотехника» является: развитие у студентов устойчивых навыков применения фундаментальных законов теплообмена и механики газов, совpеменной теоpии гоpения и pационального сжигания топлива; формирование у студентов умения чтения схем, чертежей констpукций и элементов высокотемпеpатуpных металлуpгических печей и устpойств; изучение свойств и требований предъявляемых к матеpиалам, пpименяемым пpи сооpужении печей; формирование у студентов на основе рациональной технологии нагрева металла, умений тепловых расчетов; пpиобpетение навыков тепловых pасчетов печей, гоpелок, фоpсунок и гоpения газообpазного, жидкого и твеpдого топлива.    |
|  |  |
| **2** **Место** **дисциплины** **(модуля)** **в** **структуре** **образовательной** **программы**  |
| Дисциплина Металлургическая теплотехника входит в базовую часть учебного плана образовательной программы. Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:  |
| Теплофизика  |
| Химия  |
| Физика  |
| Математика  |
| Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:  |
| Моделирование процессов и объектов в металлургии  |
| Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы  |
| Коррозия и защита металлов  |
|  |  |
| **3** **Компетенции** **обучающегося,** **формируемые** **в** **результате** **освоения** **дисциплины** **(модуля)** **и** **планируемые** **результаты** **обучения**  |
| В результате освоения дисциплины (модуля) «Металлургическая теплотехника» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:  |
|  |  |
| Структурный элемент компетенции  | Планируемые результаты обучения  |
| ОПК-4 готовностью сочетать теорию и практику для решения инженерных задач |
| Знать | - основные определения и понятия базовых знаний в области естественнонаучных дисциплин;- фундаментальные основы естественнонаучных дисциплин, основные методы решения типовых задач по известным алгоритмам и правилам;- основные закономерности процессов массопереноса применительно к технологическим процессам, агрегатам и оборудованию переработки (обогащения) минерального сырья, производства обработки черных и цветных металлов. |

|  |  |
| --- | --- |
| Уметь | - объяснять типичные модели задач в области металлургической теплотехники;- обсуждать способы эффективного решения проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности;- распознавать эффективное решение от неэффективного, при решении задач сложного теплообмена в рабочем пространстве печи. |
| Владеть | - практическими навыками использования элементов проектирования;- навыками и методиками обобщения результатов проектирования;- способами совершенствования профессиональных знаний и умений проектирования путем использования возможностей информационной среды. |

|  |  |
| --- | --- |
|  | **4.** **Структура,** **объём** **и** **содержание** **дисциплины** **(модуля)**  |
| Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе: – контактная работа – 69,8 акад. часов: – аудиторная – 68 акад. часов; – внеаудиторная – 1,8 акад. часов – самостоятельная работа – 74,2 акад. часов; Форма аттестации - зачет  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Раздел/ тема дисциплины  | Семестр  | Аудиторная контактная работа (в акад. часах)  | Самостоятельная работа студента  | Вид самостоятельной работы  | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации  | Код компетенции  |
| Лек.  | лаб. зан.  | практ. зан.  |
| 1. 1 Раздел. Металлургические печи, теплогенерация в печах, основы теории горения.  |  |
| 1.1 Введение. Назначение тепловых процессов и агрегатов. Общая схема металлургической печи.  | 5  | 4  |  |  | 10  | Проработка лекционного материала (Тема 1.1, Приложение 1) | Наличие конспектов лекций.  | ОПК-4  |
| 1.2 Теплогенерация в печах. Виды энергии, используемой в печах  | 4  |  | 2/2И  | 10  | Проработка лекционного материала; решение задач (Тема 1.2, Приложение 1) | Наличие конспектов лекций; сдача практических задач.  | ОПК-4  |
| 1.3 Основы теории горения, устройства для сжигания топлива, утилизация теплоты продуктов сгорания  | 4  |  | 8  | 8  | Проработка лекционного материала; решение задач (Тема 1.3, Приложение 1) | Наличие конспектов лекций; сдача практических задач.  | ОПК-4  |
| Итого по разделу  | 12  |  | 10/2И  | 28  |  |  |  |
| 2. 2 Раздел. Внешний и внутренний теплообмен  |  |
| 2.1 Внешний и внутренний теплообмен в рабочем пространстве печей  | 5  | 2  |  | 4  | 2  | Проработка лекционного материала; решение задач (Тема 2.1, Приложение 1) | Наличие конспектов лекций; сдача практических задач.  | ОПК-4  |
| 2.2 Движение жидкости и газов в технологических агрегатах черной и цветной металлургии  | 4  |  | 4/2И  | 2  | Проработка лекционного материала; решение задач (Тема 2.2, приложение 1) | Наличие конспектов лекций; сдача практических задач.  | ОПК-4  |
| Итого по разделу  | 6  |  | 8/2И  | 4  |  |  |  |
| 3. 3 Раздел. Основные типы промышленных печей  |  |
| 3.1 Материалы, используемые в конструкциях высокотемпературных агрегатов  | 5  | 4  |  | 8/4И  | 10  | Проработка лекционного материала; решение задач (Тема 3.1, Приложение 1) | Наличие конспектов лекций; сдача практических задач.  | ОПК-4  |
| 3.2 Основы технологии нагрева металла, выбор рациональных температурных и тепловых режимов  | 4  |  | 4/2И  | 10  | Проработка лекционного материала; решение задач (Тема 3.2, Приложение 1) | Наличие конспектов лекций; сдача практических задач.  | ОПК-4  |
| 3.3 Теплообменные аппараты и их сравнительная оценка  | 4  |  | 4/4И  | 10  | Проработка лекционного материала (Тема 3.3, Приложение 1) | Наличие конспектов лекций.  | ОПК-4  |
| 3.4 Основные типы промышленных печей и важнейшие характеристики их тепловой работы  | 4  |  |  | 12,2  | Проработка лекционного материала (Тема 3.4, Приложение 1) | Наличие конспектов лекций.  | ОПК-4  |
| Итого по разделу  | 16  |  | 16/10И  | 42,2  |  |  |  |
| Итого за семестр  | 34  |  | 34/14И  | 74,2  |  | зачёт  |  |
| Итого по дисциплине  | 34 |  | 34/14И | 74,2 |  | зачет | ОПК-4 |

|  |
| --- |
| **5** **Образовательные** **технологии**  |
|  |
| Для решения предусмотренных видов учебной работы при изучении дисциплины «Металлургическая теплотехника» в качестве образовательных технологий используются как традиционные, так и модульно-компетентностные технологии. Целями образовательных и информационных технологий являются: • активизирование мышления обучающихся; • формирование интереса к изучаемому материалу; • развитие интеллекта и творческих способностей обучающихся. Лекционный материал закрепляется на лабораторных работах, где применяется совместная деятельность студентов в группе, направленная на решение общей задачи путем сложения результатов индивидуальной работы членов группы. Для развития и совершенствования коммуникативных способностей студентов организуются практические занятия в виде дискуссий, анализа реальных проблемных ситуаций и междисциплинарных связей из различных областей в контексте решаемой задачи. Передача необходимых теоретических знаний и формирование представлений по курсу происходит с применением мультимедийного оборудования. На занятиях внедряются такие информационные технологии, как использование электронных изданий (чтение лекций с использованием слайд-презентаций, электронного курса лекций, графических объектов, видео- аудио- материалов (через Интернет). Самостоятельная работа стимулирует студентов к самостоятельной проработке тем в процессе написания рефератов, подготовки к дискуссиям, к контрольным работам и тестированию. Этапы познавательной деятельности студентов предполагают последовательно постановку интересующей их проблемы, выдвижение гипотез при ее решении, выражение решения гипотезы научным языком, а также реализация продукта в виде публичного выступления, доклада или презентации. Корректировки образовательного процесса проходят с использованием обратной связи между преподавателем и обучающимися на консультациях, а также при текущем и промежуточном контроле.  |
|  |
| **6** **Учебно-методическое** **обеспечение** **самостоятельной** **работы** **обучающихся**  |
| Представлено в приложении 1.  |
|  |
| **7** **Оценочные** **средства** **для** **проведения** **промежуточной** **аттестации**  |
| Представлены в приложении 2.  |
|  |
| **8** **Учебно-методическое** **и** **информационное** **обеспечение** **дисциплины** **(модуля)**  |
| **а)** **Основная** **литература:**  |
|
| 1. Тинькова, С.М. Теплофизика и металлургическая теплотехника : учеб. пособие / С.М. Тинькова. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2017. - 168 с. - ISBN 978-5-7638-3751-3. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1032123> (дата обращения: 25.09.2020) 2. Дзюзер, В.Я. Теплотехника и тепловая работа печей: учебное пособие / В.Я. Дзюзер. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 384 с. — ISBN 978-5-8114-1949-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/93750> (дата обращения: 25.09.2020)  |
|  |
| **б)** **Дополнительная** **литература:**  |
| 1. Круглов, Г.А. Теплотехника: учебное пособие / Г.А. Круглов, Р.И. Булгакова, Е.С. Круглова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2012. — 208 с. — ISBN 978-5-8114-1017-0. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/3900> (дата обращения: 25.09.2020)  |

|  |
| --- |
| 2. Брюханов, О.Н. Тепломассообмен: Учебник / О.Н. Брюханов, С.Н. Шевченко. - Москва: НИЦ Инфра-М, 2012. - 464 с. (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-004803-1. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/258657> (дата обращения: 25.09.2020)  |
|  |  |  |  |  |
| **в)** **Методические** **указания:**  |
| 1. Злоказова, Н.Г., Иванов, Д.А. Лабораторный практикум по дисциплинам «Топливо и ТСУ», «Теория и практика теплогенерации». Магнитогорск: Изд-во Магниторск. гос. техн. ун-та им. Г.И.Носова, 2013. 53 с. 2. Свечникова, Н.Ю. Практикум по технической термодинамике и теплотехнике: практикум / Н.Ю. Свечникова, С.В. Юдина, А.В. Горохов; МГТУ. - Магнитогорск: МГТУ, 2018. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3545.pdf&show=dcatalogues/1/1515134/3545.pdf&view=true - Макрообъект. - Текст: электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.   |
|  |  |  |  |  |
| **г)** **Программное** **обеспечение** **и** **Интернет-ресурсы:**  |
|   |
|  |  |  |  |  |
| **Программное** **обеспечение**  |
|  | Наименование ПО  | № договора  | Срок действия лицензии  |  |
|  | 7Zip  | свободно распространяемое ПО  | бессрочно  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | MS Office 2007 Professional  | № 135 от 17.09.2007  | бессрочно  |  |
|  | MS Windows 7 Professional(для классов)  | Д-1227-18 от 08.10.2018  | 11.10.2021  |  |
|  | Linux Calculate  | свободно распространяемое ПО  | бессрочно  |  |
|  | FAR Manager  | свободно распространяемое ПО  | бессрочно  |  |
|  |  |  |  |  |
| **Профессиональные** **базы** **данных** **и** **информационные** **справочные** **системы**  |
|  | Название курса  | Ссылка  |  |
|  | Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»  | https://dlib.eastview.com/  |  |
|  |  |
|  | Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)  | URL: https://elibrary.ru/project\_risc.asp  |  |
|  | Поисковая система Академия Google (Google Scholar)  | URL: https://scholar.google.ru/  |  |
|  | Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам  | URL: http://window.edu.ru/  |  |
|  | Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»  | URL: http://www1.fips.ru/  |  |
|  | Российская Государственная библиотека. Каталоги  | https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/  |  |
|  | Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова  | http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp  |  |
|  | Университетская информационная система РОССИЯ  | https://uisrussia.msu.ru  |  |
|  | Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science»  | http://webofscience.com  |  |
|  | Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Scopus»  | http://scopus.com  |  |
|  | Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals  | http://link.springer.com/  |  |
|  | Международная коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний Springer Protocols  | http://www.springerprotocols.com/  |  |
|  | Международная база справочных изданий по всем отраслям знаний SpringerReference  | http://www.springer.com/references  |  |
|  | Международная база научных материалов в области физических наук и инжиниринга SpringerMaterials  | http://materials.springer.com/  |  |
|  | Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Springer Nature»  | https://www.nature.com/siteindex  |  |
|  | Архив научных журналов «Национальный электронно-информационный концорциум» (НП НЭИКОН)  | https://archive.neicon.ru/xmlui/  |  |
| **9** **Материально-техническое** **обеспечение** **дисциплины** **(модуля)**  |
|  |  |  |  |  |
| Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:  |

|  |
| --- |
| Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа. Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации. Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Доска, мел. Учебные аудитории, помещения для самостоятельной работы обучающихся. Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования. Инструменты для ремонта лабораторного оборудования.   |

Приложение 1

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

**Тесты для самопроверки**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Текст вопроса | Варианты ответов | Отметка о выбореэталона | Рейтингсложностивопросов(1-легкий,2-средний,3-сложный) |
| 1 | К общей характеристике топлива относятся:  | классификация по происхождению и агрегатному состоянию | Эталон | 2 |
| химический состав | Эталон |
| теплота сгорания  | Эталон |
| коэффициент расхода воздуха при сжигании |  |
| количество необходимого для горения воздуха и выход продуктов сгорания  |  |
| 2 | Важнейшие химические элементы топлива органического происхождения: | углерод и кислород  |  | 1 |
| углерод и водород | Эталон |
| кислород и водород |  |
| углерод и азот |  |
| 3 | В состав негорючей минеральной части топлива - золы входят | Al2O3  | Эталон | 1 |
| SiO2  | Эталон |
| CaO  | Эталон |
| CO2  |  |
| SO2 |  |
| N2  |  |
| 4 | Какая сера, содержащаяся в топливе, не участвует в горении? | органическая |  | 2 |
| колчеданная |  |
| сульфатная | Эталон |
| органическая и колчеданная |  |
| 5 | Химический анализ топлива по элементному составу применяют  | для твердого топлива | Эталон | 3 |
| для жидкого топлива  | Эталон |
| для газообразного топлива искусственного происхождения |  |
| для газообразного топлива естественного происхождения  |  |
| для смеси газообразных топлив |  |
| 6 | Какая часть влаги, содержащейся в топливе, теряется при сушке? | гигроскопическая |  | 2 |
| внешняя, удерживаемая механически  | Эталон |
| химически связанная |  |
| гигроскопическая и химически связанная |  |
| 7 | Какая теплота сгорания топлива соответствует действительному количеству теплоты, выделяемой при сгорании в печах и топках? | высшая теплота сгорания  |  | 2 |
| низшая теплота сгорания  | Эталон |
| при сжигании с недостатком воздуха |  |
| при обогащении дутья кислородом |  |
| при сжигании с избытком воздуха |  |
| 8 | В каком виде твердого топлива содержание углерода в составе органической массы может достигать 80-96%?  | древесина |  | 2 |
| торф |  |
| бурые угли |  |
| каменные угли | Эталон |
| горючие сланцы |  |
| 9 | Какому газообразному топливу с теплотой сгорания 3,5-4,0 МДж/м соответствует примерный состав: 9-14% СО; 25-30% СО; 57-58% N; остальное - СНи Н. | доменный (колошниковый) газ | Эталон | 2 |
| коксовый газ |  |
| коксодоменная смесь |  |
| природный газ |  |
| смесь доменного и природного газов |  |
| смесь коксового и природного газов |  |
| 10 | Теплота сгорания условного топлива: | 7000 кДж/кг |  | 2 |
| 29,3 МДж/кг | Эталон |
| 29,3 ккал/кг |  |
| 35,5 МДж/кг |  |
| 11 | Интервал значений «пирометрического коэффициента» для ориентировочного определения действительной температуры в печах и топках: | 0,55-0,65 |  | 3 |
| 0,65-0,85 | Эталон |
| 0,85-0,95 |  |
| 0,95-1,05 |  |
| 0,35-0,45 |  |
| 0,45-0,55 |  |
| 12 | Наибольшее количество теплоты, которое печь может нормально (без недожога топлива в рабочем пространстве) усвоить, называется: | тепловой нагрузкой печи |  | 3 |
| тепловой мощностью печи | Эталон |
| тепловым режимом печи |  |
| коэффициентом использования тепла |  |
| коэффициентом полезного действия |  |
| 13 | Удельная производительность (напряженность пода печи) характеризует:  | интенсивность работы печи | Эталон | 3 |
| интенсивность тепловыделения в печи |  |
| часовой объем производства |  |
| % выхода годного продукта |  |
| размеры рабочего пространства агрегата |  |
| 14 | Что учитывается в статье «теплота экзотермических реакций» приходной части теплового баланса теплотехнических агрегатов? | все химические реакции, идущие с положительным тепловым эффектом |  | 2 |
| все химические реакции, идущие с положительным тепловым эффектом, кроме реакций горения топлива. | Эталон |
| теплота, выделяемая при горении топлива |  |
| теплота, вносимая исходными технологическими материалами |  |
| теплота, вносимая нагретыми воздухом и топливом |  |
| 15 | К какому типу печей относятся методические печи? | печи постоянного действия, температура в которых не меняется со временем | Эталон | 1 |
| печи периодического действия, с переменной во времени температурой |  |
| печи с одинаковой температурой по длине рабочего пространства |  |
| печи с максимальной температурой при входе заготовок в рабочее пространство |  |
| 16 | Качество работы печи, ее совершенство как теплового агрегата характеризуется: | коэффициентом полезного теплоиспользования (к.п.т.) | Эталон | 3 |
| коэффициентом полезного действия (к.п.д.) |  |
| количеством теплоты, которое подают в печь (МДж/ч) |  |
| удельным расходом топлива (т.у.т./т продукции) |  |
| 17 | К огнеупорным относят материалы, огнеупорность которых не ниже (по стандартам и терминологии России): | 1580 оС | Эталон | 3 |
| 1780 оС |  |
| 1680 оС |  |
| 1880 оС |  |
| 18 | Изделия с огнеупорностью 1770-2000 оС относятся к виду: | огнеупорные |  | 3 |
| высокоогнеупорные | Эталон |
| высшей огнеупорности |  |
| теплоизоляционные |  |
| 19 | В каких огнеупорах в качестве основы преобладает SiO2? | шамотные |  | 3 |
| динасовые | Эталон |
| высокоглиноземистые |  |
| циркониевые |  |
| форстеритовые |  |
| 20 | В каких огнеупорах основой является MgO? | кислые |  | 3 |
| основные | Эталон |
| вспомогательные |  |
| нейтральные |  |
| 21 | Какие из приведенных огнеупоров имеют меньший коэффициент теплопроводности?  | магнезитовые |  | 2 |
| динасовые |  |
| пеношамотные | Эталон |
| шамотные |  |
| 22 | Какие огнеупоры выдерживают меньшее количество теплосмен (термоударов)? | шамотные |  | 3 |
| динасовые | Эталон |
| магнезитовые |  |
| высокоглиноземистые |  |
| 23 | Факторы, улучшающие качество теплоизоляции печей, топок, паропроводов | увеличение плотности набивки ваты, асбеста и др. |  | 1 |
| увлажнение пористых теплоизоляторов |  |
| применение теплоизоляции большей пористости | Эталон |
| применение теплоизоляции большей плотности |  |
| применение вакуумно-многослойной теплоизоляции | Эталон |
| 24 | К какой группе относятся нормализованные горелки типа «труба в трубе» конструкции Стальпроекта? | без предварительного смешения | Эталон | 2 |
| плоскопламенные |  |
| короткопламенные |  |
| с предварительным смешением |  |
| инжекционные |  |
| 25 | Укажите правильную последовательность убывания концентрации компонентов продуктов горения топлива в печах и топках при сжигании в атмосферном воздухе  | CO2 , Н2O, N2  |  | 3 |
| N2 , Н2O, CO2  |  |
| N2, CO2 , Н2O | Эталон |
| Н2O, N2, CO2 |  |
| Н2O , CO2 , N2  |  |
| CO2, N2 , Н2O |  |
| 26 | Какие стали обладают меньшим коэффициентом теплопроводности и требуют более медленного нагрева? | малоуглеродистые |  | 1 |
| среднеуглеродистые |  |
| высокоуглеродистые |  |
| низколегированные |  |
| высоколегированные | Эталон |
| 37 | Какие из перечисленных факторов приводят к потерям давления на местные сопротивления при движении газов по трубам и каналам? | изменения направления потока | Эталон | 2 |
| изменения сечения канала | Эталон |
| вход потока в канал и выход из него | Эталон |
| трение о стенки канала |  |
| слияние и разделение потоков | Эталон |
| прохождение через плоскую решетку или дроссельную шайбу | Эталон |
| шероховатость стен труб, каналов |  |

**Перечень вопросов для самостоятельной работы**

Тема 1.1

1. Назначение и классификация металлургических печей.

2. Назначение и общая схема промышленной печи.

Тема 1.2

1. Нагрев дуговой и плазменный. Назначение, области эффективного применения.

2. Нагрев индукционный. Назначение, области эффективного применения

3. Нагрев электросопротивлением и электроннолучевой. Назначение, области эффективного применения.

Тема 1.3

1. Виды топлива и их состав. Условное топливо.

2. Основные характеристики топлива.

3. Устройства для сжигания топлива.

4. Содержание и последовательность расчетов горения топлива.

Тема 2.1

1. Основные закономерности механики печных газов.
2. Составление и анализ тепловых балансов печей, основные теплотехнические показатели работы печей и пути энергосбережения.

Тема 2.2

1. Свободные и частично ограниченные струйные течения.

2. Ограниченные струйные течения. Инжектор и эжектор.

3. Виды движения газов в печах.

4. Потери энергии при движении газов.

Тема 3.1

1. Материалы, применяемые в печах.

2. Основные элементы конструкций печей.

3. Основные типы плавильных, нагревательных и термических печей.

4. Огнеупорные материалы, их основные свойства.

5. Теплоизоляционные материалы, их основные свойства.

Тема 3.2

1. Основы технологии нагрева металла. Типовые режимы нагрева «тонких» и «массивных» заготовок.

2. Особенности нагрева качественных сталей.

3. Основы расчета нагрева «тонких» и «массивных» заготовок.

4. Влияние условий охлаждения металла на его свойства.

5. Виды брака при нагреве металла и пути снижения потерь металла.

6. Коэффициент теплопроводности сталей и факторы, влияющие на него.

Тема 3.3

1. Использование вторичных энергоресурсов. Типы теплообменников, их назначение и сравнительная оценка.

2. Основы теории подобия и моделирования теплотехнических и теплоэнергетических процессов и оборудования.

3. Очистка дымовых газов.

Тема 3.4

1. Классификация промышленных печей.

2. Вспомогательное оборудование печей.

Приложение 2

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

| **Структурный элемент компетенции** | **Планируемые результаты обучения**  | **Оценочные средства** |
| --- | --- | --- |
| ОПК-4 готовностью сочетать теорию и практику для решения инженерных задач |
| Знать | - основные определения и понятия- основные законы и правила-определения процессов тепловой обработки материалов | Перечень вопросов:1. Классификация топлива по составу и происхождению.
2. Определение топлива. Состав органического топлива.
3. Теплотворная способность топлива. Определение, виды, обозначения.
4. Виды твердого топлива. Их особенности и области применения.
5. Горение органического топлива - определение и особенности.
6. Особенности сжигания газообразного топлива. Пределы устойчивости работы газовых горелок.
7. Особенности сжигания и схемы распыливания жидкого топлива.
8. Сжигание твердого топлива в слое.
9. Задачи расчета горения топлива.
10. Классификация ТСУ. Особенности выбора.
 |
| Уметь | - объяснять типичные модели задач в области металлургической теплотехники;- обсуждать способы эффективного решения проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности;- распознавать эффективное решение от неэффективного, при решении задач сложного теплообмена в рабочем пространстве печи. | Примеры задач:Пример 1. Определить температуру в центре сляба из малоуглеродистой стали толщиной б=0.3м, нагреваемого в методической зоне печи с шагающим подом с tпов = 00С до tпов = 6000С, если температура продуктов сгорания в зоне печи меняется от 8000С до 13000С в конце зоны. Средний коэффициент теплоотдачи принять 100 Вт/м2·КПример 2. Рассчитать рекуператор для подогрева воздуха для следующих условий: температура воздуха на входе – выходе рекуператора: 0-4500С, температура дыма на входе в рекуператор - 10500С, расход газа на отопление печи В=5.46 м3/с, количество дыма на входе в рекуператор V= 34.9 м3/с. Состав дымовых газов: N2=72%, CO2=11%, H2 O =17% |
| Владеть | - практическими навыками использования элементов проектирования - навыками и методиками обобщения результатов проектирования- способами совершенствования профессиональных знаний и умений проектирования путем использования возможностей информационной среды. | Пример комплексной задачи по вариантам:Тепловой расчет нагревательной печи

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Марка стали | Размер заготовки,δxbxl,мм |  | Р, т/ч | dв,г/м3 | dг,г/м3 | tме,0С | Типпечи |
| 1 | 30Х | 120х1000х6000 | 1180 | 40 | 35 | 15 | 0 | МТ |
| 2 | Ст.40 | 100х150х4000 | 1190 | 40 | 25 | 30 | 10 | ШТ |
| 3 | Хромоникелевая | D300x900 | 1180 | 50 | 24 | 20 | 10 | ШС |
| 4 | Ст.40 | D300x800 | 1200 | 30 | 32 | 15 | 20 | МВР |
| 5 | Хромоникелевая | 140х1000х6000 | 1180 | 0 | 20 | 9 | 20 | ШС |
| 6 | 30Х | D200x1200 | 1200 | 50 | 22 | 15 | 10 | ШС |
| 7 | Хромоникелевая | 100х100х4000 | 1180 | 50 | 30 | 10 | 12 | ШС |
| 8 | Ст.40 | 120х120х6000 | 1200 | 70 | 30 | 20 | 0 | ШС |
| 9 | 30Х | D150x1500 | 1190 | 35 | 25 | 18 | 20 | МВР |
| 10 | Ст.40 | 160х1000х4000 | 1200 | 45 | 10 | 12 | 15 | ШТ |
| 11 | 30Х | 120х1000х6000 | 1170 | 60 | 15 | 10 | 0 | МТ |
| 12 | Ст.40 | 140х100х4000 | 1180 | 70 | 20 | 11 | 20 | ШТ |
| 13 | Ст.40 | 120х1000х6000 | 1200 | 45 | 15 | 7 | 20 | МТ |
| 14 | Хромоникелевая | 120х100х4000 | 1190 | 50 | 20 | 10 | 10 | ШС |
| 15 | 30Х | 140х1000х6000 | 1190 | 40 | 35 | 30 | 12 | МТ |
| 16 | Х18Н98 | D200x1800 | 1180 | 30 | 10 | 30 | 15 | МВР |
| 17 | Ст.40 | 130х100х4000 | 1190 | 60 | 17 | 17 | 0 | МТ |
| 18 | 30Х | 120х1000х6000 | 1200 | 45 | 30 | 30 | 20 | МТ |
| 19 | 1Х18Н9Т | D120х6000 | 1180 | 50 | 22 | 22 | 10 | ШС |
| 20 | Сталь ст3 | --- | 720 | садка 40 т | 20 | 9 | 60 | ОК |
| 21 | 08кп | --- | 720 | садка 110 т | 22 | 15 | 60 | ТК |
| 22 | Ст.40 | 70х150х4000 | 1190 | 30 | 25 | 30 | 10 | ШС |
| 23 | 30Х | 100х120х4000 | 1190 | 35 | 25 | 18 | 20 | ШС |

ПРИМЕЧАНИЕ: δ - толщина заготовки; b - ширина заготовки; l - длина заготовки.ШС - печь с шагающим подом, со сводовым отоплением; ШТ - печь с шагающим подом, с торцевым отоплением; ОК – колпаковая одностопная; ТК – трехстопная колпаковая. МТ - толкательная методическая печь; МВР- печь с вращающимся подом ОК - одностопная колпаковая печь; ТК - трехстопная колпаковая печьСостав топлива

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № вари-анта | СОСТАВ СУХОГО ГАЗА, объемные % | Коэф-ент расхода воздуха,n | Темп. подогрева воздуха,0С |
|
| СО2 | СО | Н2 | СН4 | С2Н6 | С3Н8 | С4Н10 | Н2S | О2 | N2 |
| 1 | 14 | 26 | 1 | 29 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 30 | 1,02 | 450 |
| 2 | 2,4 | 7 | 60 | 25 | 2 | 0 | 0 | 0,2 | 0,6 | 2,8 | 1,1 | 400 |
| 3 | 10 | 21 | 19 | 37 | 0,6 | 0 | 0 | 0,1 | 0,2 | 2,1 | 1,12 | 350 |
| 4 | 5,5 | 28 | 30 | 20,2 | 0 | 0 |   | 0,2 | 0,2 | 15,9 | 1,1 | 400 |
| 5 | 0,1 |   |   | 96 |   | 2,7 | 0,8 |   |   | 0,4 | 1,1 | 400 |
| 6 | 0,3 |   |   | 36,3 |   | 17,1 | 29 | 0,3 |   | 17 | 1,12 | 350 |
| 7 | 0,1 |   |   | 93 |   | 4,3 | 1,9 |   |   | 0,7 | 1,15 | 375 |
| 8 | 9,5 | 17 | 15 | 38 |   |   |   | 0,5 |   | 20 | 1,05 | 400 |
| 9 | 20 | 10 | 28 | 38 | 0,3 |   |   | 0,3 | 0,9 | 2,5 | 1,06 | 350 |
| 10 |   |   |   | 93 | 0,6 | 0,6 | 1,1 |   |   | 4,7 | 1,1 | 350 |
| 11 | 0,3 |   |   | 88 |   | 1,9 | 0,5 |   |   | 9,3 | 1,15 | 300 |
| 12 | 7,3 | 1,5 |   | 85 |   | 3 | 1 |   |   | 2,2 | 1,15 | 400 |
| 13 |   |   |   | 65 | 0,2 | 14,5 | 7,8 |   |   | 12,5 | 1,15 | 450 |
| 14 |   |   |   | 89 |   | 9 | 2 |   |   | 0 | 1,12 | 300 |
| 15 | 1,3 | 38 | 51 | 5,5 |   |   |   |   | 0,2 | 4 | 1,05 | 450 |
| 16 |   |   |   | 98 |   |   |   |   |   | 2 | 1,2 | 300 |
| 17 | 20 | 34 |   | 43 |   |   |   |   | 0,2 | 2,8 | 1,1 | 350 |
| 18 | 7 | 17 |   | 44 |   |   |   |   |   | 32 | 1,05 | 400 |
| 19 | 7 | 17 |   | 15 | 29 |   |   |   |   | 32 | 1,08 | 400 |
| 20 | 0,1 |   |   | 96 |   | 2,3 | 0,8 |   |   | 0,8 | 1,05 | 0 |
| 21 | 0,3 |   |   | 36 |   | 17,1 | 29 | 0,3 |   | 17 | 1,05 | 0 |
| 22 | 2 | 7 | 58 | 30 | 0,3 |   |   |   | 1,7 | 1 | 1,08 | 400 |
| 23 | 4 |   |   | 94 |   |   |   |   | 0 | 2 | 1,1 | 300 |

 |

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Металлургическая теплотехника» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена.

Зачет по данной дисциплине проводится в устной форме.

Показатели и критерии оценивания зачета:

* на оценку «зачтено» *–* обучающийся должен показать уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений. Так же должно быть представлено творческое задание, в котором отражены проблемы, касающиеся всех аспектов защиты окружающей среды от выбросов/сбросов объектов энергетики.
* на оценку «не зачтено» – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.