

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор
ГГТУ им.П.О.Сухого

_____ О.Д.Асенчик
(подпись)

_____ 05.12. 2019
(дата утверждения)

Регистрационный №УД-33- 69 /уч.

МЕТАЛЛУРГИЧЕСКАЯ ТЕПЛОТЕХНИКА И ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности

1-42 01 01 «Металлургическое производство и металлообработка (по направлениям)»

Учебная программа составлена на основе:
образовательного стандарта ОСВО 1-42 01 01-2019. Высшее образование.
Первая ступень. Специальность 1-42 01 01 «Металлургическое производство
и материалобработка (по направлениям)»;
учебных планов первой ступени высшего образования ГГТУ им. П.О. Сухого
по специальности 1-42 01 01 «Металлургическое производство и мате-
риалобработка (по направлениям)»: I 42-1-06/уч. 06.02.2019, I 42-1-17/уч.
06.02.2019, I 42-1-18/уч. 06.02.2019, I 42-1-52/уч. 05.04.2019.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Л.Е. Ровин, доцент кафедры «Металлургия и технологии обработки
материалов» учреждения образования «Гомельский государственный
технический университет имени П.О. Сухого», кандидат технических наук.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

И.А. Нелюб, директор УНП «Технолит», г.Минск;
Д.Г. Кроль, декан заочного факультета учреждения образования «Гомельский
государственный технический университет имени П.О. Сухого», кандидат
физико-математических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Металлургия и технологии обработки материалов» учреждения
образования «Гомельский государственный технический университет имени
П.О. Сухого»
(протокол № 10 от 16.09.2019);

Научно-методическим советом механико-технологического факультета
учреждения образования «Гомельский государственный технический
университет имени П.О. Сухого»
(протокол № 11 от 12.11.2019); УД 079-18/уч.

Научно-методическим советом заочного факультета учреждения образования
«Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»
(протокол № 1 от 03.10.2019); УДз-068-3у

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский
государственный технический университет имени П.О. Сухого»
(протокол № 2 от 03.12.2019);

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

подавляющее большинство современных металлургических процессов связано с процессами теплогенерации и теплопередачи и с необходимостью различных теплообменных устройств современные теплоэнергетические установки в металлургии представляют собой комплексные тепломассообменные агрегаты, а теплотехнические и технологические процессы, протекающие в них, сложны и многообразны. Без глубокого понимания физической сущности происходящих в них явлений и без достаточной теоретической подготовки невозможно решать инженерные и инновационные задачи.

Дисциплина "Металлургическая теплотехника и теплоэнергетика" представляет собой теоретический и одновременно прикладной курс, в котором изложены основные закономерности процессов генерации и обмена тепловой энергией, механики газов, принципы работы основных нагревательных, плавильных и теплопередающих агрегатов и устройств.

Цели и задачи учебной дисциплины.

Целью преподавания дисциплины "Металлургическая теплотехника и теплоэнергетика" является изучение теоретических и технологических основ теплофизических процессов и принципов работы теплотехнических агрегатов, используемых в металлургическом производстве, обучение будущих специалистов анализу связей технологических, теплотехнических и конструктивных параметров, обеспечивающих эффективную работу агрегатов в области нагрева, плавки и термообработки материалов.

Задачей курса является подготовка специалистов к производственной деятельности, приобретение навыков и умений производить теплотехнические расчеты, определять оптимальные режимы тепловой обработки, выбирать и осуществлять энергосберегающие технологии и агрегаты.

Место учебной дисциплины

Курс "Металлургическая теплотехника и теплоэнергетика" занимает важное и необходимое место в системе подготовки специалистов – металлургов. Знание и понимание принципов работы печей и других теплотехнических и теплоэнергетических установок и агрегатов, приобретение компетентности в решении задач технического прогресса в технике плавки и тепловой обработки, энергосбережении и экологии является необходимой частью общей подготовки современного специалиста.

Дисциплина взаимосвязана с освоением таких специальных курсов, как "Общая металлургия", "Физика", "Теория и технология электроплавки стали и ферросплавов", "Специальные процессы электроплавки", "Отраслевая экология".

Требования к знаниям и умениям студентов после изучения дисциплины

В результате изучения дисциплины будущий специалист должен *знать*:

- физическую сущность процессов тепло- и массообмена, происходящих в металлургических печах, основы тепловой работы печей, их назначение и конструкции;
- свойства огнеупорных и теплоизоляционных материалов, применяемых в металлургическом производстве;
- устройства и правила эксплуатации теплотехнического оборудования;
- способы рационального использования топливно-энергетических ресурсов;

уметь:

- рассчитывать процессы тепло- и массообмена, происходящие в металлургических печах;
- составлять и анализировать тепловой баланс действующих печей, управлять их работой на основе данных теплового баланса;
- определять теплотехнические показатели энергетического оборудования;
- выбирать необходимые материалы, нагревательное оборудование для печей с целью их эффективной и надежной эксплуатации;

владеть:

- методикой расчета материальных и тепловых балансов плавильных и нагревательных печей;
- методикой определения теплотехнических показателей металлургического оборудования;
- методикой расчета процессов тепло- и массообмена агрегатов металлургического производства.

При изучении дисциплины “Металлургическая теплотехника и теплоэнергетика” формируется базовая профессиональная компетенция (БПК-10): владеть методикой расчета температурных полей для тел различной геометрической формы в условиях стационарных и нестационарных процессов теплопроводности, материальных и тепловых балансов основных металлургических агрегатов.

Вместе с тем совершенствуется ряд профессиональных компетенций:

- владеть вопросами анализа, расчета и конструирования плавильных и нагревательных печей, теплообменных установок и процессов;
- быть готовым к изменению вида и характера своей профессиональной деятельности, к работе над комплексными проектами;
- анализировать перспективы и направления развития техники печей, металлургической теплотехники, выбирать оптимальные технологии и конструкции с учетом экологических требований и энергосбережения;
- взаимодействовать со специалистами смежных профессий, анализировать и оценивать собранные данные.

Общее количество часов и количество аудиторных часов, отводимых на изучение учебной дисциплины

Форма получения высшего образования: дневная, заочная сокращенная.

Общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины «Металлургическая теплотехника и теплоэнергетика» в соответствии с учебными планами по специальности 1-42 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка (по направлениям)» для всех форм получения высшего образования составляет 348 часов. Трудоёмкость учебной дисциплины – 9 зачетных единиц.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам.

	Дневная форма (набор 2018 г.)	Дневная форма (набор 2019 г.)	Заочная форма
Курс	2,3	2,3	1,2
Семестр	4,5	4,5	2,3,4
Лекции (часов)	102	119	18
Практические занятия (часов)	17	17	6
Лабораторные работы (часов)	34	34	4
Всего аудиторных (часов)	153	170	28
Формы текущей аттестации по учебной дисциплине			
Экзамен, семестр	5	5	4
Зачет, семестр	4	4	3

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Введение в курс “Металлургическая теплотехника и теплоэнергетика”

Роль и значение теплотехники в металлургическом производстве. История развития металлургической теплотехники. Общие сведения о печных агрегатах. Тенденции развития металлургических печей. Роль инноваций в металлургическом производстве. Влияние процессов тепловой обработки материалов на охрану окружающей среды.

Раздел 1. Основы теории тепло- и массообмена

Тема 1.1. Основные положения термодинамики. Общие понятия термодинамики.

Тема 1.2. Основные законы термодинамики. Законы газового состояния. Основные термодинамические соотношения для газов и газовых смесей.

Тема 1.3. Термодинамические параметры. Энергия и эксергия. Применение законов термодинамики к тепловым процессам. Термодинамические процессы и их графическое изображение.

Раздел 2. Механика газов.

Тема 2.1. Основные понятия. Кинематика и динамика сплошной среды. Важнейшие кинематические характеристики жидкостей и газов. Уравнение неразрывности.

Тема 2.2. Уравнения механики газов. Силы, действующие в движущейся идеальной жидкости. Уравнения движения идеальной и реальной жидкости (уравнения Эйлера, Навье-Стокса). Режимы движения реальной жидкости. Уравнение Бернулли и его практическое применение. Элементы теории гидродинамического пограничного слоя. Уравнение Эйлера для статики. Распределение давления в неподвижных жидкостях и газах. Изменение давления по высоте в сжигаемом газе.

Тема 2.3. Струйное течение. Движение газов в печах. Свободная струя. Частично ограниченные струи. Струйное движение в камере. Движение газов в слое кускового и зернистого материалов. Истечение газов через отверстие (сопло).

Тема 2.4. Расчеты движения и побудителей расхода газов в печах. Избыточное давление в рабочем пространстве печи. Принцип действия дымовой трубы. Принципы расчета трубопроводов и дымовых каналов, дымовой трубы. Организация движения газов и рациональный режим давления в печах. Система автоматического управления давлением в печах.

Раздел 3. Теплогенерация в печах.

Тема 3.1. Топливо. Основные характеристики. Состав и свойства различных видов топлива.

Тема 3.2. Основы теории горения. Расчет процессов горения.

Тема 3.3. Основы электронагрева. Физические основы электронагрева. Теплогенерация при прохождении электрического тока через твердое тело, жидкость и газ. Дуговой и плазменный электронагрев. Тепловыделение в

металле, находящемся в электромагнитном поле. Тепловыделение в результате использования кинетической энергии пучка электронов.

Раздел 4. Теплообмен.

Тема 4.1. Теплообмен. Основные законы теплопередачи. Основные понятия теплообмена. Виды процессов тепло- и массообмена. Поля температур. Внешний и внутренний теплообмен. Стационарное и нестационарное тепловое состояние. Температурный градиент.

Тема 4.2. Теплопроводность в стационарных условиях. Общая характеристика теории теплопроводности. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Влияние различных факторов на коэффициент теплопроводности материалов. Теплопроводность стенок различной конфигурации при стационарном режиме. Тепловая проводимость, тепловое сопротивление.

Тема 4.3. Конвекция. Методы расчета конвективного теплообмена. Факторы, влияющие на интенсивность конвективного теплообмена. Уравнение Ньютона для конвективной теплоотдачи. Подобие явлений как физико-математический метод исследования и гидродинамических теплообменных процессов. Теоремы подобия. Критерии подобия. Методы физического моделирования. Вынужденная и естественная конвекция.

Тема 4.4. Излучение. Лучистый теплообмен между твердыми телами. Излучение газов. Основные понятия и законы. Излучение реальных тел. Угловые коэффициенты излучения. Теплообмен между серыми поверхностями в лучепрозрачной среде. Излучение в ослабляющей среде. Лучистый теплообмен между телами. Излучение газов и пламени.

Тема 4.5. Нестандартная теплопроводность. Методы расчета. Нестационарная теплопроводность. Дифференциальное уравнение теплопроводности и методы его решения. Методы решения задач стационарной и нестационарной теплопроводности. Сложный теплообмен.

Раздел 5. Нагрев и плавление металлов.

Тема 5.1. Процессы нагрева металла в печах. Цели и показатели нагрева металла. Процессы, протекающие при нагреве металла; термические напряжения, окисление, обезуглероживание металла. Основные режимы нагрева. Режимы нагрева термически тонких тел. Режимы нагрева термически массивных тел. Выбор режимов нагрева. Равномерность нагрева. Расчеты нагрева металла.

Тема 5.2. Плавление. Механизм процессов плавления. Плавление с мгновенным удалением расплава. Плавление с накоплением расплава на поверхности плавящегося твердого тела. Расчеты процессов плавления.

Раздел 6. Конструкции и работа печей.

Тема 6.1. Основные положения тепловой теории печей. Классификация печей по принципу теплогенерации. Классификация режимов работы печей. Основные характеристики тепловой работы печей. Температурный режим. Тепловой режим. Тепловой и материальный баланс печей. Основные теплоэнергетические показатели работы печи.

Тема 6.2. Metallургические печи. Электрoпечи. Схема и принцип работы metallургической печи. Общая классификация печей. Классификация печей по технологическим и конструктивным признакам.

Тема 6.3. Плавильные печи для черных сплавов. Требования к плавильным печам, их классификация и общая характеристика. Плазменные (топливные) печи, тепловые режимы их работы. Устройство, принцип действия и тепловая работа вагранки. Индукционные плавильные печи, их конструкции, принцип действия, теплоэнергетические режимы работы. Электродуговые плавильные печи, принцип действия, конструкции, тепловая работа и технология плавки.

Тема 6.4. Плавильные печи для цветных сплавов. Топливные печи. Электрические печи прямого и косвенного нагрева.

Тема 6.5. Нагревательные печи и устройства. Общая характеристика нагревательных печей metallургических переделов. Конструкции, тепловые режимы работы и сравнительная характеристика нагревательных печей различных типов. Толкательные методические печи. Печи с шагающим подом и шагающими балками. Кольцевые печи. Камерные печи. Печи с выдвигным подом и др.

Тема 6.6. Специальные типы печей. Плазменные, электронно-лучевые, электрошлаковые установки для плавления металла. Плавильные электрические печи сопротивления.

Раздел 7. Специальные устройства и элементы конструкции печей.

Тема 7.1. Устройства для сжигания топлива. Горелки, форсунки, топки. Расчет горелок. Стабилизация горения.

Тема 7.2. Теплоизоляция печей. Основные виды огнеупорных изделий, их классификация, технология изготовления и применения.

Тема 7.3. Вакуумные установки. Основные типы вакуумных печей. Преимущества, назначение.

Тема 7.4. Механизация работы печей. Контроль и управление. Устройства загрузки. Механизмы наклона и поворота. Системы КИПиА.

Раздел 8. Ресурсосбережение и экология.

Тема 8.1. Вторичные энергоресурсы (ВЭР). Экологические характеристики печей. Характеристики способов уменьшения потерь теплоты с дымовыми газами. Теоретические основы и сравнительная оценка методов утилизации теплоты. Принципы действия устройств для использования теплоты отходящих газов.

Тема 8.2. Методы и устройства рекуперации и утилизации тепла отходящих печных газов. Рекуператоры: устройство и принцип действия. Конструкции рекуператоров. Принципиальные схемы работы рекуператоров; прямоток, противоток, перекрестный ток. Регенераторы: принцип действия и устройство.

Тема 8.3. Методы и устройства защиты окружающей среды от выбросов и других вредных воздействий при плавке и термообработке.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

(Дневная форма получения образования, набор 2018 г.)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСП	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
	Введение в курс	2						
1	<i>Основы теории тепло- и массообмена</i>							зачет
1.1	Основные положения термодинамики	2						опрос
1.2	Основные законы термодинамики	2						опрос
1.3	Термодинамические параметры	2						опрос
2	<i>Механика газов</i>							зачет
2.1	Основные понятия. Кинематика и динамика сплошной среды	2						зачет
2.2	Уравнения механики газов	8			2			защ л.р. опрос
2.3	Струйное течение. Движение газов в печах	2			2			защ л.р. опрос
2.4	Расчеты движения и побудителей расхода газов в печах	4	2					защ пр.р. опрос
3	<i>Теплогенерация в печах</i>							зачет
3.1	Топливо. Основные характеристики	2	2					защ пр.р. опрос
3.2	Основы теории горения	4	2					защ пр.р. опрос
3.3	Основы электронагрева. Физические основы электронагрева	4	2					защ пр.р. опрос
4	<i>Теплообмен</i>							экзамен
4.1	Теплообмен. Основные законы теплопередачи	2			2			защ л.р. опрос
4.2	Теплопроводность в стационарных условиях	2			4			защ л.р. опрос

4.3	Конвекция. Методы расчета конвективного теплообмена	4			2			защ л.р. опрос
4.4	Излучение газов. Основные понятия и законы	4			4			защ л.р. опрос
4.5	Нестандартная теплопроводность. Методы расчета	6	2					защ пр.р. опрос
5	<i>Нагрев и плавление металлов</i>							экзамен
5.1	Процессы нагрева металла в печах	4			2			защ л.р. опрос
5.2	Плавление. Механизм процессов плавления	2	2					защ пр.р. опрос
6	<i>Конструкции и работа печей</i>							экзамен
6.1	Основные положения тепловой теории печей	2			2			защ л.р. опрос
6.2	Металлургические печи	4			2			защ л.р. опрос
6.3	Плавильные печи для черных сплавов	8			4			защ л.р. опрос
6.4	Плавильные печи для цветных сплавов	2			2			защ л.р. опрос
6.5	Нагревательные печи и устройства	6			2			защ л.р. опрос
6.6	Специальные типы печей	2			2			защ л.р. опрос
7	<i>Специальные устройства и элементы конструкции печей</i>							экзамен
7.1	Устройства для сжигания топлива	2	2					защ пр.р. опрос
7.2	Теплоизоляция печей	2			2			защ л.р. опрос
7.3	Вакуумные установки	2						опрос
7.4	Механизация работы печей	4						опрос
8	<i>Ресурсосбережение и экология</i>							экзамен
8.1	Вторичные энергоресурсы	2	3					защ пр.р. опрос
8.2	Методы и устройства рекуперации и утилизации тепла	4						опрос
8.3	Методы и устройства защиты окружающей среды	4						опрос

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

(Дневная форма получения образования, набор 2019 г.)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
	Введение в курс	2						
1	<i>Основы теории тепло- и массообмена</i>							зачет
1.1	Основные положения термодинамики	2						опрос
1.2	Основные законы термодинамики	3						опрос
1.3	Термодинамические параметры	2						опрос
2	<i>Механика газов</i>							зачет
2.1	Основные понятия. Кинематика и динамика сплошной среды	4						зачет
2.2	Уравнения механики газов	8			2			защ л.р. опрос
2.3	Струйное течение. Движение газов в печах	2			2			защ л.р. опрос
2.4	Расчеты движения и побудителей расхода газов в печах	4	2					защ пр.р. опрос
3	<i>Теплогенерация в печах</i>							зачет
3.1	Топливо. Основные характеристики	4	2					защ пр.р. опрос
3.2	Основы теории горения	4	2					защ пр.р. опрос
3.3	Основы электронагрева. Физические основы электронагрева	4	2					защ пр.р. опрос
4	<i>Теплообмен</i>							экзамен
4.1	Теплообмен. Основные законы теплопередачи	4			2			защ л.р. опрос
4.2	Теплопроводность в стационарных условиях	4			4			защ л.р. опрос

4.3	Конвекция. Методы расчета конвективного теплообмена	4			2			защ л.р. опрос
4.4	Излучение газов. Основные понятия и законы	4			4			защ л.р. опрос
4.5	Нестандартная теплопроводность. Методы расчета	6	2					защ пр.р. опрос
5	<i>Нагрев и плавление металлов</i>							экзамен
5.1	Процессы нагрева металла в печах	4			2			защ л.р. опрос
5.2	Плавление. Механизм процессов плавления	4	2					защ пр.р. опрос
6	<i>Конструкции и работа печей</i>							экзамен
6.1	Основные положения тепловой теории печей	4			2			защ л.р. опрос
6.2	Металлургические печи.	4			2			защ л.р. опрос
6.3	Плавильные печи для черных сплавов	8			4			защ л.р. опрос
6.4	Плавильные печи для цветных сплавов	2			2			защ л.р. опрос
6.5	Нагревательные печи и устройства	6			2			защ л.р. опрос
6.6	Специальные типы печей	2			2			защ л.р. опрос
7	<i>Специальные устройства и элементы конструкции печей</i>							экзамен
7.1	Устройства для сжигания топлива	4	2					защ пр.р. опрос
7.2	Теплоизоляция печей	4			2			защ л.р. опрос
7.3	Вакуумные установки	2						опрос
7.4	Механизация работы печей	4						опрос
8	<i>Ресурсосбережение и экология</i>							экзамен
8.1	Вторичные энергоресурсы	2	3					защ пр.р. опрос
8.2	Методы и устройства рекуперации и утилизации тепла	4						опрос
8.3	Методы и устройства защиты окружающей среды	4						опрос

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

(Заочная форма получения образования, набор 2019 г.)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСП	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
	Введение в курс	0,5						
1	<i>Основы теории тепло- и массообмена</i>	1,5						зачет
1.1	Основные положения термодинамики							
1.2	Основные законы термодинамики							
1.3	Термодинамические параметры							
2	<i>Механика газов</i>	2						зачет
2.1	Основные понятия. Кинематика и динамика сплошной среды							
2.2	Уравнения механики газов							
2.3	Струйное течение. Движение газов в печах							
2.4	Расчеты движения и побудителей расхода газов в печах							
3	<i>Теплогенерация в печах</i>	2	2					защ пр.р. зачет
3.1	Топливо. Основные характеристики							
3.2	Основы теории горения							
3.3	Основы электронагрева. Физические основы электронагрева							
4	<i>Теплообмен</i>	3			2			защ л.р. экзамен
4.1	Теплообмен. Основные законы теплопередачи							
4.2	Теплопроводность в стационарных условиях							

4.3	Конвекция. Методы расчета конвективного теплообмена							
4.4	Излучение газов. Основные понятия и законы							
4.5	Нестандартная теплопроводность. Методы расчета							
5	<i>Нагрев и плавление металлов</i>	2	2					защ пр.р. экзамен
5.1	Процессы нагрева металла в печах							
5.2	Плавление. Механизм процессов плавления							
6	<i>Конструкции и работа печей</i>	3			2			защ л.р. экзамен
6.1	Основные положения тепловой теории печей							
6.2	Металлургические печи.							
6.3	Плавильные печи для черных сплавов							
6.4	Плавильные печи для цветных сплавов							
6.5	Нагревательные печи и устройства							
6.6	Специальные типы печей							
7	<i>Специальные устройства и элементы конструкции печей</i>	2						экзамен
7.1	Устройства для сжигания топлива							
7.2	Теплоизоляция печей							
7.3	Вакуумные установки							
7.4	Механизация работы печей							
8	<i>Ресурсосбережение и экология</i>	2	2					защ пр.р. экзамен
8.1	Вторичные энергоресурсы							
8.2	Методы и устройства рекуперации и утилизации тепла							
8.3	Методы и устройства защиты окружающей среды							

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература

1. Егоров А.В. Расчет мощности и параметров электроплавильных печей.- М.: МИСИС, 2000- 272 с.
2. Теплотехника металлургического производства : учеб. пособие для вузов / под ред. В. А. Кривандина. - Москва : МИСИС, 2002. - 607с.
3. Теплотехника металлургического производства : учеб. пособие для вузов / под ред. В. А. Кривандина. - Москва : МИСИС, 2002. - 734с.
4. Тимофеева, А. С. Металлургическая теплотехника. Процессы сушки и огнеупоры : учебное пособие для вузов / А. С. Тимофеева, Т. В. Никитченко, В. В. Федина. - Старый Оскол : ТНТ, 2017. - 238 с.

Дополнительная литература

5. Кривандин В.А., Марков В.Л. Металлургические печи. – Москва: Металлургия, 1977. – 463 с.
6. Глинков М.А., Глинков Г.М. Общая теория тепловой работы печей: учебник для вузов. – Москва: Металлургия, 1990. – 230 с.
7. Долотов Г.П., Кондаков Е.А. Печи и сушила литейного производства.-М.: Машиностроение, 1990- 304 с.
8. Тимошпольский В.И., Трусова И.А., Стеблов А.Б., Павлюченков И.А. Теплообмен и тепловые режимы в промышленных печах: учебное пособие для вузов. – Минск: Вышэйшая школа, 1992. – 217 с.
9. Металлургическая теплотехника в 2-х т./Под ред. В.А.Кривандина. – Москва: Металлургия, 1986
10. Арутюнов В.А., Бухмистров В.В., Крупенников С.А.; под науч. Ред. Арутюнова В.А. Математическое моделирование тепловой работы промышленных печей. – Москва: Металлургия, 1990. – 238 с.
11. Теплотехнические расчеты металлургических печей./Зобнин Б.Ф., Казлев М.Д. и др.-М.:Металлургия- 1982.
12. Казлев М.Д., Гуцин С.Н. и др. Основы теплогенерации. – Екатеринбург, УГТУ, 1999-285 с.
13. Мастрюков Б.С. Теория, конструкции и расчеты металлургических печей / Б.С.Мастрюков. –М.: Металлургия, 1986. – 530с.
14. Расчеты нагревательных печей / С.И.Аверин, и [др.]; под ред. Н.Ю.Тайца. – Киев, Техника, 1969. -540с.
15. Металлургическая теплотехника : учебное пособие / В.И. Грызунов, Н.В. Фирсова, С.Е. Крылова и др. – 2-е изд., стер. – Москва : Флинта, 2014. – 108 с. : схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=461092> (дата обращения: 30.04.2020). – Библиогр.: с. 93. – ISBN 978-5-9765-1934-3

Учебно-методические материалы

16. Metallurgical heat engineering: methodical instructions for practical and control works for students of the specialty 1-36 02 01 "Machines and technology of casting production" of the day and evening forms of learning / L. E. Rovin; каф. "Machines and technology of casting production". - Gomel: GGTU, 2008. - 20 p.

17. Furnaces of casting shops [Electronic resource]: methodical instructions for course works for students of the specialty 1-36 02 01 "Machines and technology of casting production" of the day form of learning / L. E. Rovin. - Gomel: GGTU im. P. O. Sukhogo, 2010. - 57 p. Access mode: <http://elib.gstu.by/handle/220612/1677>

18. Metallurgical equipment of casting shops: methodical instructions for control works for students of the specialty 1-36 02 01 "Machines and technology of casting production" of the day and evening forms of learning / L. E. Rovin; кафедра "Machines and technology of casting production". - Gomel: GGTU, 2007. - 24 p.

19. Metallurgical heat engineering and thermoenergetics [Electronic resource]: course of lectures in the discipline for students of the specialty 1-42 01 01 "Metallurgical production and material processing (by directions)" of the day and evening forms of learning. In 2 parts / L. E. Rovin; Министерство образования Республики Беларусь, Учреждение образования "Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого", Кафедра "Metallurgy and casting production". - Gomel: GGTU im. P. O. Sukhogo, 2013. - 118 p. Access mode: <http://elib.gstu.by/handle/220612/1653>

20. PPA ANSYS, modules FLOTTRAN and CFX – (Calculation and modeling of processes of gas movement and heat transfer in furnaces)

21. Program COSMOS, FLOW WORKS (calculation of gas movement).

22. Posters on the topics of sections.

Электронно учебно-методические комплексы

23. Rovin, L. E. Metallurgical heat engineering and thermoenergetics: electronic educational-methodical complex of the discipline / L. E. Rovin; кафедра "Metallurgy and casting production". - Gomel: GGTU im. P. O. Sukhogo, 2013. - 1 folder + 1 electronic opt. disk. Access mode: <http://elib.gstu.by/handle/220612/2678>

Перечень лабораторных работ

Определение коэффициента теплоотдачи от охлаждающего тонкого тела.

Исследование теплопередачи через однослойную огнеупорную плоскую стенку.

Исследование теплопроводности через многослойную плоскую стенку.

Рекуперативные теплообменники. Определение коэффициента теплопередачи.

Изучение облученности футеровки стены различного профиля по высоте.

Изучение облученности футеровки на уровне дуг.

Определение параметров работы печей.

Изучение конструкции и расчет индукционных печей.

Изучение конструкции и расчет электродуговой печи.

Изучение конструкции печей сопротивления. Расчет нагревателей.

Определение удельных сопротивлений теплоизоляционных материалов.

Определение характеристик выбросов, образующихся при плавке.

Контроль режима нагрева печи.

Изучение процесса нагрева заготовок и деталей в камерных печах.

Перечень практических работ

Расчет сопротивлений движения газов по тракту печи, расчет дымовой трубы, инжектора. Аэродинамический расчет печи.

Определение температуры горения топлива, состава и количества продуктов горения. Расчет горения жидкого топлива.

Расчет передачи тепла при естественной и вынужденной конвекции.

Расчет плотности теплового потока через одно- и многослойную стенку при стационарном режиме. Расчет передачи тепла излучением от твердых тел и газов.

Расчет температурного поля методом конечных разностей.

Расчеты эксергии. Баланс эксергии печей.

Расчет нагрева металла в печи.

Расчет теплообмена ЭДП. Определить необходимое удельное количество тепла для нагрева шихты и перегрева расплава.

Расчет теплового баланса ЭДП.

Расчет теплового баланса ИТП.

Расчет мощности электродуговой печи.

Выбор и расчет нагревателей. Расчет печей сопротивления.

Нагревательные печи. Тепловой баланс.

Расчет рекуператора.

Характеристика (описание) инновационных подходов к преподаванию учебной дисциплины

Основными методами (технологиями) обучения в соответствии с целью, задачами дисциплины и направлениями развития современной системы образования являются:

- элементы проблемного обучения (проблемное, вариативное изложение, частично-поисковый метод);
- элементы интерактивного обучения;
- элементы учебно-исследовательской деятельности, творческого подхода, реализуемые на лабораторных занятиях и при управляемой самостоятельной работе;
- коммуникативные технологии, реализуемые на лабораторных занятиях.

При преподавании дисциплины в современных условиях является необходимым применение мультимедийных, информационно-коммуникационных технологий и цифровых информационных ресурсов. Занятия рекомендуется проводить с использованием компьютерных презентаций, видеофильмов и других информационно-иллюстративно-демонстрационных средств компьютерных информационных технологий в интерактивном режиме.

Методические рекомендации по управляемой самостоятельной работе студентов

При изучении дисциплины должна использоваться такая форма управляемой самостоятельной работы, как выполнение индивидуальных заданий в аудитории на лабораторных и практических занятиях под контролем преподавателя.

С целью развития у обучающихся навыков работы с учебной и научной литературой, исследовательской работы часть разделов дисциплины они могут изучать самостоятельно по литературе, указанной в программе. Вопросы для самостоятельного изучения включаются в перечень вопросов к экзамену.

Для организации управляемой самостоятельной работы студентов необходимо использовать современные информационные технологии: информационные ресурсы учебного портала или электронной библиотеки университета.

Эффективность управляемой самостоятельной работы студентов проверяется в ходе текущего (рубежного) контроля знаний в форме устного опроса, коллоквиумов, тестового контроля по темам и разделам курса (модулям).

Средства диагностики и контроля качества усвоения знаний

Контроль знаний студентов осуществляется путем устного опроса при выполнении лабораторных работ и при приеме отчетов по лабораторным работам; устного опроса, коллоквиумов, контрольных работ, тестового контроля по темам и разделам курса (модулям) в ходе текущего (рубежного) контроля знаний; письменного и устного опроса на экзамене.

Требования к обучающемуся при прохождении текущей аттестации

Обучающиеся допускаются к сдаче экзамена по учебной дисциплине при условии выполнения всех видов работ, предусмотренных настоящей учебной программой.

При прохождении текущей аттестации обучающимся запрещается пользоваться учебными изданиями, записями, конспектами, мобильными телефонами и другими средствами хранения и передачи информации.

Критерии оценки результатов учебной деятельности

При оценке знаний студентов в баллах по десятибалльной шкале применяется критерий оценки результатов деятельности обучающихся в учреждениях высшего образования по десятибалльной шкале (письмо Министерства образования Республики Беларусь от 28.05.2013г. № 09-10/53-ПО).

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Проектирование цехов	МиТОМ	Нет Ю.Л. Бобарикин	