

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- 6 /уч.

РАСЧЁТЫ И КОНСТРУКЦИИ НАГРЕВАТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности

1-36 01 05 «Машины и технология обработки материалов давлением»

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования ОСВО 1-36 01 05-2013; типовой учебной программы по учебной дисциплине «Расчёты и конструкции нагревательных устройств» для специальности 1-36 01 05 «Машины и технология обработки материалов давлением» регистр. № ТД-І. 1487/тип. 05.12.2018; учебного плана специальности 1-36 01 05 «Машины и технология обработки материалов давлением» І 36-1-14/уч. 12.02.2014.

СОСТАВИТЕЛЬ:

А. М. Урбанович, старший преподаватель кафедры «Металлургия и технологии обработки материалов» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого».

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Металлургия и технологии обработки материалов» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 12 от 06.11.2019);

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

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

Регистрационный номер МТФ УД 073-18 /уч.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины «Расчёты и конструкции нагревательных устройств» является подготовка специалистов, знающих устройство и правила эксплуатации нагревательных устройств, способных произвести расчет и спроектировать нагревательное устройство в соответствии с современными тенденциями.

Задачи дисциплины:

- ознакомить студента с конструкциями нагревательных устройств и установок (пламенных и электрических);
- научить правильно определять параметры режима нагрева в соответствии с технологическим процессом;
- производить оптимальный выбор нагревательных устройств; познакомиться с основными этапами проектирования и расчета нагревательных устройств и с новейшими направлениями по применению прогрессивной технологии нагрева и нагревательных устройств в кузнечно-штамповочном производстве.

Решение этих задач с учетом указанной выше цели дисциплины достигается на основе знаний, умений и навыков, приобретенных студентами при изучении данной дисциплины, необходимых для полного понимания специальных дисциплин «Технологияковки и горячей штамповки», «Технология листовой штамповки», «Автоматизация кузнечно-штамповочного производства», «Проектирование цехов».

В результате освоения дисциплины «Расчеты и конструкции нагревательных устройств» студент должен:

знать:

- физическую сущность происходящих в печи явлений и процессов, конструкции нагревательных устройств и установок;
- основы расчета основных параметров режима нагрева, основные этапы проектирования и методика расчета нагревательных устройств;
- прогрессивные технологии нагрева;

уметь:

- правильно выбирать конструкцию и параметры нагревательного устройства; выполнять технологические расчеты параметров нагрева заготовок, тепловой и конструкторский расчет нагревательной печи или установки;
- построить эскизный проект нагревательного устройства и выполнить его расчет;

владеть:

- устойчивыми навыками выбирать рациональный температурный режим нагрева заготовок при горячем формообразовании и выполнять необходимые технологические расчеты параметров нагрева;

- методикой теплового и конструкторского расчета нагревательной пламенной электрической печи или установок;
- навыками по применению прогрессивной технологии нагрева и нагревательных устройств в кузнечно-штамповочном производстве.

Освоение данной учебной дисциплины обеспечивает формирование следующих компетенций:

- АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.
- АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.
- АК-3. Владеть исследовательскими навыками.
- АК-4. Уметь работать самостоятельно.
- АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.
- АК-10. Использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности.
- АК-11. Применять соответствующий физико-математический аппарат, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в физике, химии, экологии для решения проблем, возникших в ходе профессиональной деятельности.
- СЛК-4. Владеть навыками здоровьесбережения.
- СЛК-5. Быть способным к критике и самокритике.
- СЛК-6. Уметь работать в коллективе.
- СЛК-7. Самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности.
- ПК-2. Создавать условия для соответствия режимов работы агрегатов (поточных линий, технологических участков) действующим правилам и нормам, используя результаты (данные) технологического процесса производства.
- ПК-6. Проводить технические разработки и на их основе принимать на современном уровне инженерные решения по уменьшению материало- и энергоёмкости производства.
- ПК-14. Профессионально эксплуатировать современное оборудование и приборы.
- ПК-15. На основе технической документации производить монтаж и наладку технологического оборудования и штамповой оснастки.
- ПК-16. Производить своевременно ремонт и техническое обслуживание технологического оборудования и штамповой оснастки.
- ПК-17. Осуществлять оперативный контроль за функционированием технологических систем (агрегатов, линий, участков) и их элементов и режимами их работы.
- ПК-20. Контролировать соблюдение норм охраны труда, техники безопасности при работах на технологическом оборудовании, противопожарной безопасности.

Связь с другими учебными дисциплинами

Для успешного изучения дисциплины необходимо усвоение естественнонаучных и специальных дисциплин, таких как «Физика», «Математика», «Механика материалов», «Технология листовой штамповки», «Технологияковки и горячей штамповки», и др.

Общее количество часов и количество аудиторных часов, отводимое на изучение учебной дисциплины в соответствии с типовыми учебными планами специальности 1-36 01 05 «Машины и технология обработки материалов давлением» на изучение дисциплины «Расчеты и конструкции нагревательных устройств» предусмотрено 140 часов, из них аудиторных 68 часов, в т.ч. 34 часа лекционных, 34 часа практических занятий. Выполнение курсового проекта в 6 семестре, на курсовой проект выделено всего 60 часов. 3,5 зачетных единицы по дисциплине и 1,5 зачетных единиц по курсовой работе. Форма контроля знаний - экзамен в 6 семестре.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам.

Виды занятий	Дневная форма
Специальность	1-36 01 05
Курс	3
Семестр	6
Лекции (часов)	34
Практические занятия (часов)	34
Всего аудиторных (часов)	68
Экзамен	6 семестры
Зачет	нет
Тестирование	нет
Курсовой проект	6 семестр

Формы текущей аттестации по учебной дисциплине

Экзамен	6 семестр
Зачет	нет
Тестирование	нет
Курсовая работа	6 семестр

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Введение.

Тема 1.1 Цели и задачи дисциплины. Место и значение нагревательных устройств в общем процессе обработки металлов давлением. Основные понятия.

Раздел 2. Конструкции нагревательных устройств.

Тема 2.1 Классификация нагревательных устройств по виду тепловой энергии, по температурному режиму, по режиму работы, по способу загрузки, выгрузки; по конструкции рабочей камеры и другим признакам. Конструкции камерных печей: однокамерных, двухкамерных, щелевых с выкатным подом, муфельных, очковых; печей с вертикальной загрузкой. Конструкции проходных печей различного типа.

Раздел 3. Топливо.

Тема 3.1 Состав топлива. Тепловые характеристики топлива. Расчет горения топлива.

Тема 3.2 Топливо сжигающие устройства; назначение, конструкции, работа горелок, форсунок, радиационных труб. Выбор и расчет топливо сжигающих устройств.

Раздел 4. Теплообмен в промышленных печах.

Тема 4.1 Теплофизические основы режимов нагрева и охлаждения. Конвекция, теплопроводность, тепловое излучение. Схема теплообмена в рабочей камере печи. Методика расчета теплообмена в промышленных печах.

Раздел 5. Нагрев металла

Тема 5.1 Процессы, протекающие в металле при его нагревании. Понятие о термически «тонких» и термически «массивных» телах. Режимы нагрева металла. Равномерность, симметричность нагрева.

Тема 5.2 Методика расчета нагрева термически «тонких» тел (одноступенчатый, камерный режим нагрева). Методика расчета нагрева «массивных» тел (многоступенчатый, методический режимы нагрева).

Раздел 6. Пламенные (топливные) печи.

Тема 6.1 Конструкции, технологическое назначение печей периодического действия. Тепловые режимы работы. Достоинства и недостатки конструкций. Конструкции, технологическое назначение печей непрерывного действия. Тепловые режимы работы. Достоинства и недостатки конструкций.

Тема 6.2 Основные элементы конструкций печей. Фундаменты, каркасы, футеровка, заслонки, рамы, средства механизации. Материалы для строительства печей. Схема подачи топлива, схема удаления дымовых газов.

Тема 6.3 Основы проектирования, методика расчета пламенных печей. Задание на проектирование. Последовательность этапов проектирования: Расчет горения топлива. Расчет нагрева металла. Топливный баланс печи.

Тема 6.4 Повышение эффективности работы пламенных печей. Использование тепла отходящих газов. Конструкции, принцип действия, методика расчета рекуператоров.

Раздел 7. Электрические способы нагрева, электрические нагревательные устройства.

Тема 7.1 Прямой электроконтактный нагрев. Установки электроконтактного нагрева. Косвенный нагрев. Электрические печи сопротивления. Нагревательные элементы печей. Индукционный нагрев. Установки индукционного нагрева. Методика расчета электроустановок.

Раздел 8. Обслуживание пламенных и электрических печей и установок.

Тема 8.1 Пуск, наладка и эксплуатация пламенных и электрических печей. Контроль и автоматическое регулирование теплового режима. Ремонт печей. Сведения о технике безопасности.

ХАРАКТЕРИСТИКА КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Цель курсовой работы.

Курсовая работа предназначена для приобретения навыков самостоятельной работы студента, формирования способности самостоятельно и творчески решать научные, инженерно-технические, производственные вопросы.

Курсовая работа с заданием на курсовое проектирование содержит:

1. Расчётно-пояснительную записку в объеме 20-25 страниц, в которой представлены следующие этапы проектирования:

Для топливных (пламенных) печей:

- обоснование выбора типа печи с учетом требований, предъявляемых технологическим процессом;

- обоснование выбора топлива (если не задано) с учетом требований, предъявляемых технологическим процессом. Расчет объема воздуха для горения, дымовых газов, температуры горения топлива;

- определение режима нагрева заготовки (слитка) до заданной температуры, расчет продолжительности процесса нагрева;

- расчет основных размеров рабочей камеры печи с учетом требуемой производительности;

- разработка эскиза печи с указанием размещения топливосжигающих устройств, рабочих окон и каналов для удаления продуктов горения, элементов каркаса, указанием предварительных размеров кладки, типов огнеупорных и теплоизоляционных материалов;

- составление теплового баланса печи с определением расхода топлива и теплового к.п.д. печи;

- выбор топливосжигающих устройств;

- пути экономии топливноэнергетических ресурсов;

- выбор контрольно- измерительных и регулирующих приборов и схем автоматики;

- порядок обслуживания промышленной печи.

Для электрических печей сопротивления:

- обоснование выбора типа печи с учетом требований, предъявляемых технологическим процессом;
- определение режима нагрева заготовки (слитка) до заданной температуры, расчет продолжительности процесса нагрева;
- расчет основных размеров рабочей камеры печи с учетом требуемой производительности;
- разработка эскиза печи с указанием схемы размещения нагревательных элементов, рабочих окон и отверстий для контрольно-измерительных приборов, указанием предварительных размеров футеровки, типов огнеупорных и теплоизоляционных материалов;
- расчет теплового баланса, определение установочной мощности и теплового к.п.д. печи;
- выбор и расчет нагревательных элементов;
- проработка вопросов о путях повышения эффективности работы агрегата;
- выбор контрольно- измерительных и регулирующих приборов и схем автоматики;
- порядок обслуживания промышленной печи.

Для установок индукционного нагрева:

- расчет установок сквозного индукционного нагрева заключается в выборе частоты тока, определении времени нагрева, расчета размеров (диаметра и длины) индуктора, определении необходимой мощности генератора и компенсационных батарей. Исходными данными являются материал и размеры нагреваемой заготовки, технологический процесс нагрева, требуемая производительность процесса или темп выдачи заготовок.

2. Графическая часть курсовой работы, содержит 1-3 листа формата А1. При этом графическая часть содержит общий вид нагревательной установки с необходимыми разрезами и отдельными узлами.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела,	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов	Форма контроля
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Введение.							
1.1.	Цели и задачи дисциплины. Место и значение нагревательных устройств в общем процессе обработки металлов давлением. Основные понятия.	2						экзамен
2	Конструкции нагревательных устройств.							экзамен
2.1	Классификация нагревательных устройств по виду тепловой энергии, по температурному режиму, по режиму работы, по способу загрузки, выгрузки; по конструкции рабочей камеры и другим признакам. Конструкции камерных печей: однокамерных, двухкамерных, щелевых, с выкатным подом, муфельных; очковых ; печей с вертикальной загрузкой. Конструкции проходных печей различного типа.	6						
3	Топливо							экзамен
3.1.	Состав топлива. Тепловые характеристики топлива. Расчет горения топлива.	2	4					
3.2	Топливосжигающие устройства; назначение, конструкции, работа: горелок, форсунок, радиационных труб. Расчет топливосжигающих устройств.	2						
4	Теплообмен в промышленных печах.							экзамен
4.1	Теплофизические основы режимов нагрева и охлаждения. Конвекция, теплопроводность, тепловое излучение. Схема теплообмена в ра-	4	6					

	бочей камере печи. Методика расчета теплообмена в промышленных печах.							
5	Нагрев металла							экзамен
5.1	Процессы, протекающие в металле при его нагревании. Понятие о термически «тонких» и термически «массивных» телах. Режимы нагрева металла. Равномерность, симметричность нагрева.	2	4					
5.2	Методика расчета нагрева термически «тонких» тел (одноступенчатый, камерный режим нагрева). Методика расчета нагрева «массивных» тел (многоступенчатый, методический режимы нагрева).	2	4					
6	Пламенные (топливные) печи.							экзамен
6.1	Конструкции, технологическое назначение печей периодического действия. Тепловые режимы работы. Достоинства и недостатки конструкций. Конструкции, технологическое назначение печей непрерывного действия. Тепловые режимы работы. Достоинства и недостатки конструкций.	2	2					
6.2	Основные элементы конструкций печей. Фундаменты, каркасы, футеровка, заслонки, рамы, средства механизации. Материалы для строительства печей. Схема подачи топлива, схема удаления дымовых газов.	2	2					
6.3	Основы проектирования, методика расчета пламенных печей. Задание на проектирование. Последовательность этапов проектирования: Расчет горения топлива. Расчет нагрева металла. Топливный баланс печи.	2	2					
6.4	Повышение эффективности работы пламенных печей. Использование тепла отходящих газов. Конструкции,	2						

	принцип действия, методика расчета рекуператоров.							
7	Электрические способы нагрева, электрические нагревательные устройства.							экзамен
7.1	Прямой электроконтактный нагрев. Установки электроконтактного нагрева. Косвенный нагрев. Электрические печи сопротивления. Нагревательные элементы печей. Индукционный нагрев. Установки индукционного нагрева. Методика расчета электроустановок.	4	4					
8	Обслуживание пламенных и электрических печей и установок.							экзамен
8.1	Пуск, наладка и эксплуатация пламенных и электрических печей. Контроль и автоматическое регулирование теплового режима. Ремонт печей. Сведения о технике безопасности.	2	6					

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература

1. Теплотехника металлургического производства: учебное пособие для вузов: т. 1. Теоретические основы / под ред. В.А.Кривандина - М.: изд-во МИСиС, 2002. - 608 с.
2. Теплотехника металлургического производства: учебное пособие для вузов: т. 1. . Конструкция и работа печей. / под ред. В.А.Кривандина - М.: изд-во МИСиС, 2002.

Дополнительная учебная и научная литература

3. Конструкционные стали и сплавы : учебное пособие / Г.А. Воробьева, Е.Е. Складнова, В.К. Ерофеев, А.А. Устинова ; под ред. Г.А. Воробьевой. – Санкт-Петербург : Политехника, 2013. – 440 с. : схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=447615> (дата обращения: 29.01.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7325-1010-2.
4. Сатановский Л.Г., Мирский Ю.Д. Нагревательные и термические печи в машиностроении.- М.: Металлургия, 1971- 383 с.
5. Теплотехнические расчеты металлургических печей. Учебное пособие для студентов металлургических специальностей / под ред. А.С. Телегина.- М.: Металлургия, 1982- 358с.
6. Сидоренко В.Д. Применение индукционного нагрева в машиностроении.- Л.: Машиностроение, 1980- 231 с.
7. Золотухин Н.М. Нагрев и охлаждение металла.- М.: Машиностроение, 1973- 192 с.
8. Кузнечно-штамповочное производство (ежемесячный научно-технический и производственный журнал).
9. Кузнечно-штамповочное оборудование. Под ред. Банкетова А.Н. и Ланского Е.Н. М.: Машиностроение, 1982-574с.
10. Лазаренков А.М. Охрана труда. Учебник. Мн.: БНТУ, 2004-497с.
11. Норицин, И.А. и др. Проектирование кузнечных и холодноштамповочных цехов и заводов. Учебн. пособие для вузов. М.: Высшая школа, 1977-423с.

Электронные учебно-методические комплексы, наглядные и других пособия, методические указания и технические средства обучения

12. Валицкая О.М. Электронный учебно-методический комплекс ДИСЦИПЛИНЕ «Расчеты и конструкции нагревательных устройств» для студентов специальности 1-36 20 02 Упаковочное производство (по направлениям) направление специальности: 1-36 20 02-03 Упаковочное производство (технологии и оборудование упаковочного производства) дневной формы обучения.- ГТТУ им. П. О. Сухого, 2012. Режим доступа: <http://elib.gstu.by>.
13. М/УК 1749 Методические указания к курсовой работе по теме «Расчет и проектирование нагревательных устройств» курса «Нагрев и нагревательные устройства» для студентов специальности 1204 / О.М. Валицкая; каф. "Об-

работка материалов давлением". - Гомель: ГГТУ, 1994. - 43 с.

14. М/УК 2187 Практическое пособие по теме «Расчет электрических печей сопротивления» курса «Расчет и конструкции нагревательных устройств» для студентов специальности спец. Т. 02. 02. 02 / О.М. Валицкая; каф. "Обработка материалов давлением". - Гомель: ГГТУ, 1997. - 19 с.

15. М/УК 2927 Металлургическая теплотехника. Практическое руководство к практическим занятиям по одноименному курсу для студентов специальности 36.01.05 «Машины и технология обработки материалов давлением (Т.02.02 «Технология, оборудование и автоматизация обработки материалов давлением»)/О.М. Валицкая; каф. "Обработка материалов давлением". - Гомель: ГГТУ, 2004. - 29 с.

16. М/УК 3809 Расчеты и конструкции нагревательных устройств. Лабораторный практикум по одноименной дисциплине для студентов специальности 1-36 01 05 «Машины и технология обработки материалов давлением»)/ О.М. Валицкая; каф. "Обработка материалов давлением". - Гомель: ГГТУ, 2009. - 60 с.

17. Домаров, П.В. Установки специального электронагрева : учебное пособие / П.В. Домаров, А.А. Мелешко. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2012. – 76 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228753> (дата обращения: 29.01.2020). – ISBN 978-5-7782-2189-5.

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), реализуемые на лекционных занятиях;
- элементы интерактивного обучения, реализуемые на лекционных занятиях;
- элементы учебно-исследовательской деятельности, творческого подхода, реализуемые на практических занятиях и при управляемой самостоятельной работе;
- коммуникативные технологии, реализуемые на практических занятиях.

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

Средства диагностики и контроля качества усвоения знаний

Контроль знаний студентов осуществляется путем устного опроса при выполнении практических, тестового контроля по темам и разделам курса (модулям) в ходе текущего (рубежного) и итогового контроля знаний; письменного и устного опроса на экзамене.

Требования к обучающемуся при прохождении текущей аттестации

В соответствии с п. 17 Положения «О текущей аттестации» от 11.11.2013 № 29 студенты допускаются к сдаче экзамена по учебной дисциплине «Расчёты и конструкции нагревательных устройств» при условии выполнения ими всех видов занятий, предусмотренных учебным планом и настоящей учебной программой.

Критерии оценок результатов учебной деятельности

При оценке знаний обучающихся отметками в баллах по десятибалльной шкале применяются критерии оценки результатов учебной деятельности обучающихся в учреждениях высшего образования по десятибалльной шкале (Письмо Министерства образования Республики Беларусь от 28.05.2013 г. № 09-10/53- ПО).

Перечень практических занятий

Контроль режима нагрева печи прибором автоматического регулирования КСП-4.2.

Преобразователи термоэлектрические, методы и средства поверки.

Передача тепла через стенки печи при стационарном режиме работы.

Определение коэффициента теплоотдачи при охлаждении металла.

Нагрев твердых тел, определение «массивности» тела.

Изучение процесса нагрева заготовок и деталей в камерных печах при постоянной температуре печи.

Основы механики печных газов, расчет дымовой трубы.

Топливо и его сжигание, расчет горения топлива.

Основы теплопередачи, расчет теплообмена в рабочей камере печи.

Расчет времени нагрева металла в печи.

Основы проектирования и методика расчета пламенных печей.

Основы проектирования и методика расчета электрических печей.

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)
Теория обработки металлов давлением	МиТОМ	Нет Бобарикин Ю.Л.	06.11.2019г. №12