

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ЛУГАНСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
ЛУГАНСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»

Институт технологий и инженерной механики
Кафедра промышленного и художественного литья

УТВЕРЖДАЮ

Директор института технологий и
инженерной механики

Е.П. Могильная

2020 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

По дисциплине «Металлургическая теплотехника»

По направлению подготовки: 22.03.02. Metallurgy

Профиль подготовки: «Литейное производство черных и цветных металлов и сплавов»

Луганск 2020

Лист согласования рабочей программы учебной дисциплины

Рабочая программа учебной дисциплины «Металлургическая теплотехника» для бакалавров по направлению подготовки 22.03.02. «Металлургия» – 13 с.

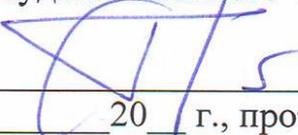
Рабочая программа учебной дисциплины «Металлургическая теплотехника» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 22.03.02 Metallургия, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «4» декабря 2015 года № 1427.

Рабочая программа учебной дисциплины «Металлургическая теплотехника» составлена на основе ГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02 Metallургия, утвержденного приказом Министерства образования и науки ЛНР от «21» августа 2018 года № 782-од, зарегистрированным в Министерстве юстиции ЛНР от «6» сентября 2018 года за № 504/2148, учебного плана по направлению подготовки 22.03.02 Metallургия (профиль «Литейное производство черных и цветных металлов и сплавов») и Положения о рабочей программе учебной дисциплины в ГОУ ВПО ЛНР «ЛНУ им. В.ДАЛЯ».

СОСТАВИТЕЛЬ:

старший преподаватель кафедры промышленного и художественного литья
Медведчук С.А.

Рабочая программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры промышленного и художественного литья «8» 09 2020 года, протокол № 1

Заведующий кафедрой  Ю.И. Гутько

Переутверждена: « » 20 г., протокол №

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института технологий и инженерной механики «16» 09 20 года, протокол № 1.

Председатель учебно-методической комиссии
института технологий и инженерной механики  С.Н. Ясуник

Структура и содержание дисциплины

1. Цели и задачи дисциплины.

Целью дисциплины изучение тепловых процессов при производстве и обработке металлов и применение закономерностей технической термодинамики, механики жидкостей и газов, тепло- и массообмена для их анализа и расчёта; топливо и его сжигание; огнеупорные и теплоизоляционные материалы; способы и устройства для использования вторичных энергоресурсов; экологические аспекты сжигания топлива и утилизации вторичных энергоресурсов;

Задачами изучения дисциплины «Металлургическая теплотехника» является:

изучение теплофизических процессов, которые представляют собой стержень современной черной и цветной металлургии, и практическое использование полученных знаний.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Курс входит в базовую часть профессионального цикла дисциплин подготовки бакалавров по направлению 22.03.02 Металлургия.

Дисциплина реализуется кафедрой промышленного и художественного литья.

Основывается на базе дисциплин: «Химия», «Физика», «Математика», «Физическая химия и металлургические технологии».

Является основой для изучения следующих дисциплин: «Теория металлургических процессов», «Теория металлургических процессов», «Металлургические печи» «Проектирование новых и реконструкция действующих цехов».

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать: математические модели описывающие процессы в системе отливка-форма-окружающая среда;

пакеты прикладных программ для моделирования литейных процессов; основные понятия, законы и модели термодинамики, химической кинетики и, переноса тепла и массы в системе отливка-форма-окружающая среда.

уметь: проводить моделирование литейных процессов на ЭВМ; использовать основные понятия, законы и модели термодинамики, химической кинетики и, переноса тепла и массы при моделирование литейных процессов на ЭВМ.

владеть: способностью применять пакеты прикладных программ для моделирования литейных процессов;

методами моделирования литейных процессов на ЭВМ.

Перечисленные результаты образования являются основой для формирования следующих компетенций (в соответствии с государственными обра-

зовательными стандартами ВО и требованиями к результатам освоения основной образовательной программы (ООП):

профессиональных:

готовностью использовать физико-математический аппарат для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности (ПК-3);

готовностью использовать основные понятия, законы и модели термодинамики, химической кинетики и, переноса тепла и массы (ПК-4).

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	180 (5 зач. ед)	180 (5 зач. ед)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего) в том числе:	68	10
Лекции	34	2
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	34	8
Лабораторные работы	-	-
Курсовая работа 5семестр	-	-
Другие формы и методы организации образовательного процесса (<i>расчетно-графические работы, индивидуальные задания и т.п.</i>)	-	-
Самостоятельная работа студента (всего)	112	170
Итоговая аттестация	экзамен	экзамен

4.2. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Виды топлива и энергии, их исследование в печах и сушилах

Характеристика топлива. Основы теории горения и расчеты горения топлива. Устройства для сжигания топлива.

Использование электрической энергии в печах и сушилах.

Тема 2. Основы механики печных газов.

План:

Статистика и динамика газов. Движение газов в печах и сушилах.

Тема 3. Основы теплопередачи.

Характеристика процесса теплопередачи. Теплоемкость. Конвекция. Тепловое излучение. Теплопередача в печах.

Тема 4. Нагрев металла.

План:

Окисление и обезуглероживание металла. Расчет нагрева металла.

Тема 5. Материалы и строительные элементы печей.

Огнеупорные и теплоизоляционные материалы. Строительные элементы печей. Утилизация теплоты продуктов горения.

Тема 6. Печи и сушила, применяемые в литейных цехах.

Классификация и общая характеристика тепловой работы печей. Вагранки. Пламенные плавильные печи и конвекторы. Дуговые печи. Индукционные плавильные печи. Электронно-лучевые и плазменные печи. Нагревательные печи. Сушила. Техника безопасности и противопожарная защита.

4.3. Лекции

№п/п	Название темы	Объем часов.	
		Очная форма	Заочная форма
1	Определение и классификация топлива.	2	1
2	Характеристика процессов горения. Расчеты горения топлив.	2	1
3	Сжигание твердого топлива. Форсунки для сжигания жидкого топлива. Горелки для сжигания газа.	2	
4	Нагревательные элементы сопротивления. Электрическая дуга. Плазменный нагрев. Электронно-лучевой нагрев.	1	
5	Понятие о механике газов. Определение давлений. Уравнение Бернулли. Определение потерь давления. Истечение газа через отверстие.	2	
6	Струйное движение газов. Движение газов в рабочем пространстве печей и сушил. Устройства для создания тяги в печах. Понятия о теории подобия.	1	
7	Температурное поле. Виды теплопередачи. Теплопроводность цилиндрической стенки. Нестационарная теплоемкость.	2	
8	Понятие конвекции. Конвекция при свободном движении. Конвекция при вынужденном движении. Теплообмен в кипящем слое.	1	
9	Понятие излучения. Основные законы теплового излучения. Теплопередачи излучением между твердыми телами. Излучение газов. Излучение в индукционных печах.	2	
10	Теплопередача от одного газа к другому. Интенсификация теплопередачи.	1	
11	Причины, вызывающие окисление и обезуглероживание металла. Методы борьбы с окислением и обезуглероживанием металла.	2	
12	Тела термически тонкие и массивные. Нагрев термически тонких тел. Нагрев термически массивных тел. Основы рациональной технологии нагрева металла.	2	

13	Назначение и роль огнеупорных и теплоизоляционных материалов. Классификация огнеупоров. Их состав и основные свойства. Сырье для производства огнеупоров и основы технологии производства.	2	
14	Строительные материалы, металлы и жаростойкие сплавы. Предварительный подогрев металла. Рекуператоры. Регенераторы.	2	
15	Классификация печей. Тепловая работа печей.	2	
16	Конструкции и работа вагранки. Горение топлива и плавление металла в вагранке. Модификации вагранок. Расчет вагранки.	2	
17	Мартеновские печи, конвекторы. Дуговые печи переменного и постоянного тока. Индукционные тигельные и каналные печи.	2	
18	Электронно-лучевые и плазменные печи. классификация нагревательных печей. Тепловой баланс печи. Конструкции и тепловой расчет сушил. Техника безопасности и противопожарная защита	2	
	Итого:	34	2

4.4. Практические занятия.

№п/п	Название темы	Объем часов.	
		Очная форма	Заочная форма
1	Расчет теплоты сгорания топлива по их составу.	2	2
2	Расчет горения твердого топлива.	2	2
3	Расчет горения жидкого топлива.	2	2
4	Расчет горения газообразного топлива	2	2
5	Расчет материального баланса горения топлива.	4	
6	Определение температуры горения топлива	2	
7	Выбор устройств для сжигания топлива.	2	
8	Определение истечения газов через отверстия.	2	
9	Расчет аэродинамических характеристик газоходной системы.	4	
10	Определение теплопроводности в различных средах.	2	
11	Расчет нагрева металла	2	
12	Тепловой расчет рекуператора и регенератора	2	
13	Расчет индукционной тигельной печи.	2	
14	Расчет каналной печи.	2	
15	Расчет процесса сушки воздухом.	2	
	Итого:	34	8

4.5. Самостоятельная работа студентов.

№п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов.	
			Очная форма	Заочная форма
1	Практические работы 1-15.	Подготовка к практическим занятиям, самостоятельный поиск источников информации, оформление отчетов	8	20
2	Физические и химические процессы при горении топлива. Гомогенное и гетерогенное горение. Особенности горения жидких, газообразных и твердых топлив. Тепло- и массоперенос на поверхности капли жидкого топлива. Выделение летучих веществ из твердого топлива и его влияние на процесс горения	Написание реферата	4	6
3	Расчет горения твердого и жидкого топлива. Цель и задачи расчета горения топлива при конструировании металлургических печей. Определение количества воздуха для горения единицы топлива, состава и количества продуктов горения Расчет теплоты сгорания твердого и жидкого топлив по их элементарному составу.	Написание реферата	4	6
4	Основные понятия и особенности использования математического аппарата механики газов для изучения работы металлургических печей. Статическое, геометрическое и динамическое давление газов. Уравнение Бернулли.. Движение газов в рабочем пространстве металлургических печей. Рациональная организация газового режима нагревательных печей.	Написание реферата	4	6
5	Элементы теории пограничного слоя. Физический механизм возникновения пограничного слоя при движении жидкостей и газов вдоль твердых поверхностей. Ламинарный и турбулентный режимы течения, их физическая природа и влияние на параметры пограничного слоя. Распределение скоростей в пограничном слое при тчении вдоль плоской пластины. Влияние парамет-		6	6

	ров геометрии обтекаемого тела и его шероховатости на структуру пограничного слоя.			
6	Тепловое поле, температурный градиент, удельный тепловой поток, стационарные и нестационарные процессы теплообмена. Виды теплопередачи: теплопроводность, конвекция и тепловое излучение, их физический механизм.		4	6
7	Численные методы решения уравнения теплопередачи. Общая характеристика особенностей и сферы применения численных методов решения уравнений теплопроводности. Сравнительный анализ методов конечных разностей и конечных элементов. Постановка и решение задачи нестационарной теплопроводности пластины методом конечных разностей. Математическая формулировка задачи, ее краевые и начальные условия.		6	6
8	Передача тепла конвекцией и излучением. Физическая природа конвекции. Тепловой обмен между твердой стенкой и жидкостью или газом. Закон конвективного теплообмена Ньютона. Коэффициент теплопередачи конвекцией и его зависимость от свойств твердого тела и параметров движущегося газа. Конвекция при свободном и вынужденном движении газа. Теплоотдача расплавленных металлов.		4	6
9	Передача тепла через стенки металлургических печей. Стационарные и нестационарные процессы теплообмена в стенках металлургических печей. Теплопроводность однослойной и многослойной плоской стенки, определение потерь тепла через плоскую стенку в режимах стационарной и нестационарной теплопроводности.	Написание реферата	6	6
10	Нагрев металла. Окисление и обезуглероживание металла при его нагреве. Структура и химический состав окалины нагреваемой стали. Физико-химический механизм образования окислов на металлах. Скорость окисления металла и ее зависимость от физических свойств окалины. Угар при нагреве углеродистой стали и меры по его уменьшению. Обезуглероживание стали при нагреве. Влияние обезуглероженного слоя на механические свойства стали. Температура и режим нагрева металла. Перегрев и пережог. Равномерность нагрева		6	6

	металла в металлургических печах. Режимы нагрева металла и их расчет. Основы рациональной технологии нагрева металла.			
11	Разработка конструкции горелки	чертеж конструкции горелочного устройства	24	60
	Курсовая работа	Курсовая работа	36	36
	Итого:		112	170

4.6. Курсовая работа студентов.

Курсовая работа должна показать умение студента работать самостоятельно, творчески мыслить, применяя знания математики, физики, общетехнических и фундаментальных дисциплин, а также навыки работы с ПК.

Типовой курсовой проект включает графическую часть (один лист формата А1, представляющий эскизный проект общего вида выбранного горелочного устройства) и расчетно-пояснительную записку объемом 20...25 страниц.

Примерная тема курсового проекта: Для указанного состава природного газа произвести расчёт горения. Определить теплоту сгорания топлива, количество воздуха необходимого для горения, составить материальный баланс процесса горения, рассчитать плотности продуктов горения, теплосодержание продуктов горения и калориметрической температуры горения, изучить влияние коэффициента расхода воздуха на состав продуктов горения. На основе полученных данных выбрать устройство для сжигания топлива, обосновав его выбор. Выполнить чертеж выбранного устройства для сжигания топлива и описать его работу.

5. Образовательные технологии

В процессе обучения для достижения планируемых результатов освоения дисциплины используются следующие образовательные технологии:

- информационно-коммуникационная технология, в том числе визуализация, создание электронных учебных материалов;
- использование электронных образовательных ресурсов при подготовке к лекциям, практическим занятиям;
- технология коллективного взаимодействия, в том числе совместное решение проблемных задач;
- технология проблемного обучения, в том числе в рамках разбора проблемных ситуаций;
- технология развивающего обучения, в том числе постановка и решение задач от менее сложных к более сложным, развивающих компетенции студентов;
- технология адаптивного обучения, в том числе проведение консультаций преподавателя.

В рамках перечисленных технологий основными методами обучения являются: работа в команде; опережающая самостоятельная работа; междисциплинарное обучение; проблемное обучение; исследовательский метод.

Работа в команде: совместная работа студентов в группе при выполнении оформления научных работ, совместное получение навыков при самопрезентации и проведении защиты научных докладов.

6. Формы контроля освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем (ями), ведущими практические работы по дисциплине в следующих формах:

- доклады, сообщения;
- контрольные работы;
- творческие задания;
- курсовая работа.

Фонды оценочных средств, включающие типовые задания, контрольные работы и методы контроля, позволяющие оценить результаты текущей и промежуточной аттестации обучающихся по данной дисциплине, помещаются в приложении к рабочей программе в соответствии с «Положением о фонде оценочных средств».

Форма аттестации по результатам освоения дисциплины проходит в форме устного экзамена (включает в себя ответ на теоретические вопросы и решение задач). Студенты, выполнившие 75% текущих и контрольных мероприятий на «отлично», а остальные 25 % на «хорошо», имеют право на получение итоговой отличной оценки.

В экзаменационную ведомость и зачетную книжку выставляются оценки по оценочной шкале, приведенной в таблице.

Шкала оценивания	Характеристика знания предмета и ответов
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала.

	ла. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.
--	---

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература

1. **Металлургическая теплотехника: сборник научных трудов.** Автор: коллектив Издательство: ПП Грек О.С. Формат : PDF ISBN: 966-96596-1-2 Год издания : 2006 Страниц: 364

2. Свинолобов Н.П., Бровкин В.Л. **Печи черной металлургии: Учебное пособие для вузов.** – Днепропетровск: Пороги, 2004. – 154 с

3. Губинский В.И. **Металлургические печи: Учеб.пособие.** - Днепропетровск: НМетАУ, 2006. – 85 с.

4. Свинолобов Н.П., Бровкин В.Л. **Теоретические основы металлургической теплотехники: Учебное пособие для вузов.** – Днепропетровск: Пороги, 2002. – 226 с

5. **Металлургическая теплотехника. Т.1. Теоретические основы** Кривандин В. А., Арутюнов В. А., Мاستрюков Б. С. и др. М.: Металургия, 1986. – 424 с.

6. Тимошпольский В. И. **Прикладные задачи металлургической теплофизики.** Минск.: Наука и техника, 1991. – 320 с. Набойченко С.С. **Процессы и аппараты цветной металлургии. Учебник для вузов/** С.С. Набойченко, Н.Г. Агеев, А.П. Дорошкевич и др. Екатеринбург, УГТУ, 1997. 648 с.

б) дополнительная литература

1. Пашков В.И. **Теплотехника металлургического производства,** 2011. 218 с.

2.Кривандин В.А. **Металлургическая теплотехника. В 2-х томах. т.1. Теоретические основы. Учебник для вузов /В.А. Кривандин, В.А. Арутюнов, Б.С. Мاستрюков и др., М.: Металлургия, 1986. 424 с.**

3. Кривандин В.А. **Металлургическая теплотехника. В 2-х томах. т.2. Конструкция и работа печей. Учебник для вузов /В.А. Кривандин, И.И. Неведомская, В.В. Кобахидзе и др. М.: Металлургия, 1986. 592 с.**

в) программное обеспечение

1. **Компьютерные презентации («Металлургическое оборудование»);**

2. **Физические модели металлургических агрегатов;**

3. **Образцы огнеупоров.**

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Операционные системы Windows, стандартные офисные программы, электронно-поисковая база по металлургии цветных металлов.

10. **Методические указания по выполнению курсового проекта**

« Исследование процесса сжигания металлургического топлива»

г) интернет-ресурсы:

Министерство образования и науки Луганской Народной Республики –

<https://minobr.su>

Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>

Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

ГОСТы и стандарты – <https://standartgost.ru/>

Российская Ассоциация Литейщиков – <http://www.ruscastings.ru/>

Электронные библиотечные системы и ресурсы

Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины:

На лекционных занятиях используются раздаточный материал, наглядные пособия, мультимедийный проектор для показа презентаций, стендовых докладов, имеется экран, компьютер.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

Практические работы проводятся в специальных аудиториях соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Наименование учебного помещения	Номер помещения	Оборудование	Кол-во экземпляров
Лекционная аудитория	234, 242 аудитории, 4 корпус	1. Столы учебные двухместные и стулья 2. Стол преподавательский 3. Доска учебная	14 1 1

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice

Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/