



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИММиМ
А.С. Савинов

20.02.2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

НАГРЕВ И НАГРЕВАТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

Направление подготовки (специальность)
15.03.01 МАШИНОСТРОЕНИЕ

Направленность (профиль/специализация) программы
Машины и технология обработки металлов давлением

Уровень высшего образования - бакалавриат
Программа подготовки - академический бакалавриат

Форма обучения
заочная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалообработки
Кафедра	Машины и технологии обработки давлением и машиностроения
Курс	5

Магнитогорск
2019 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.01 МАШИНОСТРОЕНИЕ (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 03.09.2015 г. № 957)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Машины и технологии обработки давлением и машиностроения 18.02.2020, протокол № 6

Зав. кафедрой  С.И. Платов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ 20.02.2020 г. протокол № 5

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:

ст. преподаватель кафедры МиТОДиМ,  К.Г. Пашенко

Рецензент:

профессор кафедры Механики, канд. техн. наук  А.К. Белан

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2020 - 2021 учебном году на заседании кафедры Машин и технологии обработки давлением и машиностроения

Протокол от 09.09. 2020 г. № 1

Зав. кафедрой  С.И. Платов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Машин и технологии обработки давлением и

Протокол от _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ С.И. Платов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Машин и технологии обработки давлением и

Протокол от _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ С.И. Платов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Машин и технологии обработки давлением и

Протокол от _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ С.И. Платов

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины «Нагрев и нагревательные устройства» являются:

- изучение фундаментальных законов теплопередачи, современной теории горения и рационального сжигания топлива,
- конструкций и элементов высокотемпературных металлургических печей, а также устройств и материалов применяемых при сооружении печей.

Задачи изучения дисциплины:

- получение студентами комплекса знаний о процессах теплообмена в промышленных печах;
- понимание физико-химической сущности процессов протекающих в рабочем пространстве печей;
- приобретение навыков тепловых расчетов печей, горелок, форсунок и горения га-зообразного, жидкого и твердого топлива.
- научить разрабатывать и подтверждать расчетами мероприятия по повышению эффективности эксплуатации печей;
- на основе полученных знаний научить анализировать протекающие процессы, определять пути совершенствования технологических процессов, разработки экологически безвредных и малоотходных технологий.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Нагрев и нагревательные устройства входит в вариативную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Химия

Физика

Математика

Безопасность жизнедеятельности

Машиностроительные материалы

Технология производства кузнечно-штамповочного оборудования

Технологические процессы обработки металлов давлением

Современное оборудование для производства длиномерных изделий

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Производственная – преддипломная практика

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Нагрев и нагревательные устройства» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ПК-15 умением проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования	

Знать	- порядок и методы расчета нагрева металла, - физико-химическую сущность процессов теплообмена, протекающих в рабочем пространстве печей, - основные законы теплообмена, - основные теплотехнические характеристики нагревательных печей, - конструкции и тепловые режимы работы нагревательных и термических печей, - конструкции и особенности эксплуатации топливосжигающих устройств и теплообменных аппаратов, - принципы энергосбережения в печах различного технологического назначения;
Уметь	- пользоваться справочной литературой по тепло- и массообмену, - проводить расчеты нагрева (охлаждения) тел различной формы; - рассчитать процесс горения газообразного, твердого и жидкого топлива, время тепловой обработки металла, тепловой баланс нагревательных печей периодического и непрерывного действия;
Владеть	- методикой проведения расчетных работ по определению температурного поля в нагреваемых телах; - методикой выбора рациональных условий нагрева тел различной формы при различных граничных условиях и видах теплообмена;

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц 72 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 13 акад. часов;
- аудиторная – 12 акад. часов;
- внеаудиторная – 1 акад. часов
- самостоятельная работа – 55.1 акад. часов;

– подготовка к зачёту – 3,9 акад. часа

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Курс	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 Место нагревательных устройств в технологических процессах на металлопроизводящих предприятиях. Классификация Нагревательных устройств.	5	1			7	Изучение учебных материалов. Подготовка к практическим занятиям. Решение задач.	Контрольные работы №№1,2,3,4	ПК-15
2.1 Потери тепла в печах теплопроводностью, конвекцией и излучением. Режимы нагрева металла в пламенных печах. Технология и расчет времени нагрева металла.	5	1			7	Изучение учебных материалов. Подготовка к практическим занятиям. Решение задач.	Контрольные работы №№1,2,3,4	ПК-15

3.1 Тепловой баланс и характеристики печей; типы, конструкции и область применения печей. Выбор нагревательных устройств	5	1			7	Изучение учебных материалов. Подготовка к практическим занятиям. Решение задач.	Контрольные работы №№1,2,3,4	ПК-15
4.1 Нагрев в электропечах сопротивления. Контактный и индукционный нагрев.	5	1			7	Изучение учебных материалов. Подготовка к практическим занятиям. Решение задач.	Контрольные работы №№1,2,3,4	ПК-15
5.1 Нагрев углеводородным топливом. Теплота сгорания топлива. Теоретические основы расчета пламенных печей, расчет горения топлива. Механика движения газов. Удаление продуктов горения из печи. Основы теории теплопередачи. Теплообмен в пламенных печах.	5	2			7	Изучение учебных материалов. Подготовка к практическим занятиям. Решение задач.	Контрольные работы №№1,2,3,4	ПК-15
6.1 Определение удельного теплового потока при стационарном режиме	5			1/0,5И	7	Изучение учебных материалов. Подготовка к практическим занятиям. Решение задач.	Контрольные работы №1	ПК-15
7.1 Нагрев тел при нестационарном режиме. (Краевые условия III рода)	5			2/0,5И	7	Изучение учебных материалов. Подготовка к практическим занятиям. Решение задач.	Контрольные работы №2	ПК-15
8.1 Определение коэффициента теплопередачи в элементе рекуператора	5			2/0,5И	7	Изучение учебных материалов. Подготовка к практическим занятиям. Решение задач.	Контрольные работы №3	ПК-15
9.1 Определение коэффициента теплопроводности шамота	5			1/0,5И	5,7	Изучение учебных материалов. Подготовка к практическим занятиям. Решение задач.	Контрольные работы №4	ПК-15
Зачет	5							ПК-15
Итого по разделу								
Итого за курс	6			6/2И	61,7		зачёт	
Итого по дисциплине	6			6/2И	61,7		зачет	

5 Образовательные технологии

1. Традиционные образовательные технологии ориентируются на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения). Учебная деятельность студента носит в таких условиях, как правило, репродуктивный характер.

Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий:

Информационная лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).

Практическое занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.

Лабораторная работа – организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами, экспериментальная работа с аналоговыми моделями реальных объектов.

2. Технологии проектного обучения – организация образовательного процесса в соответствии с алгоритмом поэтапного решения проблемной задачи или выполнения учебного задания. Проект предполагает совместную учебно-познавательную деятельность группы студентов, направленную на выработку концепции, установление целей и задач, формулировку ожидаемых результатов, определение принципов и методик решения поставленных задач, планирование хода работы, поиск доступных и оптимальных ресурсов, поэтапную реализацию плана работы, презентацию результатов работы, их осмысление и рефлексии.

Основные типы проектов:

Исследовательский проект – структура приближена к формату научного исследования (доказательство актуальности темы, определение научной проблемы, предмета и объекта исследования, целей и задач, методов, источников, выдвижение гипотезы, обобщение результатов, выводы, обозначение новых проблем).

Информационный проект – учебно-познавательная деятельность с ярко выраженной эвристической направленностью (поиск, отбор и систематизация информации о каком-то объекте, ознакомление участников проекта с этой информацией, ее анализ и обобщение для презентации более широкой аудитории).

3. Интерактивные технологии – организация образовательного процесса, которая предполагает активное и нелинейное взаимодействие всех участников, достижение на этой основе личностно- значимого для них образовательного результата. Наряду со специализированными технологиями такого рода принцип интерактивности прослеживается в большинстве современных образовательных технологий. Интерактивность подразумевает субъект-субъектные отношения в ходе образовательного процесса и, как следствие, формирование саморазвивающейся информационно-ресурсной среды.

Семинар-дискуссия – коллективное обсуждение какого-либо спорного вопроса, проблемы, выявление мнений в группе (меж-групповой диалог, дискуссия как спор-диалог).

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Нагрев и нагревательные устройства» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Самостоятельная работа студентов предполагает решение контрольных задач:

1. Определение потерь давления на трение и местные сопротивления
2. Расчёт параметров работы инжектора
3. Расчет удельного теплового потока при стационарном режиме

4. Динамика нагрева тел при нестационарном режиме. (Краевые условия III рода).
5. Определение коэффициента теплопередачи в элементе рекуператора
6. Расчет коэффициента теплопроводности огнеупора

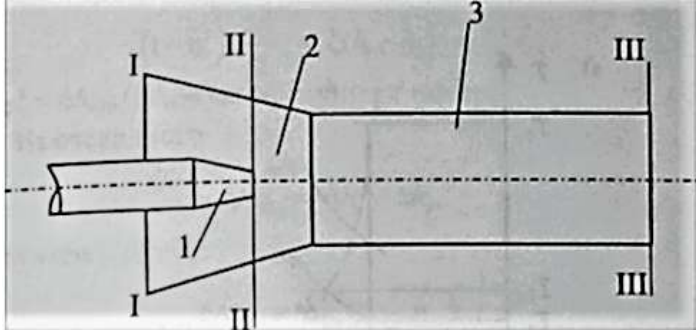
Контрольные вопросы для подготовки к зачету

1. Виды топлива и их состав. Условное топливо.
2. Основные характеристики топлива.
3. Устройства для сжигания топлива.
4. Электронагрев плазменный, индукционный, электросопротивлением, электроннолучевой. Области применения.
5. Ограниченные струйные течения. Инжектор и эжектор.
6. Виды движения газов в печах.
7. Потери энергии при движении газов.
8. Виды переноса теплоты: теплопроводность, конвекция, излучение.
Основные понятия и определения.
9. Основы теории подобия и моделирования тепловых процессов.
10. Назначение печей и общая схема промышленной печи.
11. Использование вторичных энергоресурсов. Типы теплообменников и их сравнительная оценка.
12. Очистка дымовых газов промышленных печей.
13. Основы технологии нагрева металла. Типовые режимы нагрева "тонких" и "массивных" заготовок.
14. Виды брака при нагреве металла и пути снижения потерь металла.
15. Огнеупорные и теплоизоляционные материалы, их основные свойства.
16. Основные элементы конструкций печей.
17. Основные типы нагревательных устройств.
18. Тепловые балансы нагревательных устройств.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-15 умением проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования		
Знать	порядок и методы расчета нагрева металла, физико-химическую сущность процессов теплообмена, протекающих в рабочем пространстве печей, основные законы теплообмена, основные теплотехнические характеристики нагревательных печей, конструкции и тепловые режимы работы нагревательных и термических печей, конструкции и особенности эксплуатации топливосжигающих устройств и теплообменных аппаратов, принципы энергосбережения в печах различного технологического назначения;	Контрольные вопросы к зачету 1. Виды топлива и их состав. Условное топливо. 2. Основные характеристики топлива. 3. Устройства для сжигания топлива. 4. Электронагрев плазменный, индукционный, электросопротивлением, электроннолучевой. Области применения. 5. Ограниченные струйные течения. Инжектор и эжектор. 6. Виды движения газов в печах. 7. Потери энергии при движении газов. 8. Виды переноса теплоты: теплопроводность, конвекция, излучение. Основные понятия и определения. 9. Основы теории подобия и моделирования тепловых процессов. 10. Назначение печей и общая схема промышленной печи. 11. Использование вторичных энергоресурсов. Типы теплообменников и их сравнительная оценка. 12. Очистка дымовых газов промышленных печей. 13. Основы технологии нагрева металла. Типовые режимы нагрева "тонких" и "массивных" заготовок. 14. Виды брака при нагреве металла и пути снижения потерь металла. 15. Огнеупорные и теплоизоляционные материалы, их основные свойства. 16. Основные элементы конструкций печей. 17. Основные типы нагревательных устройств. 18. Тепловые балансы нагревательных устройств.
Уметь	пользоваться справочной литературой по	Расчёт параметров работы инжектора

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>тепло- и массообмену, проводить расчеты нагрева (охлаждения) тел различной формы; рассчитать процесс горения газообразного, твердого и жидкого топлива, время тепловой обработки металла, тепловой баланс нагревательных печей периодического и непрерывного действия;</p>	<p>Произвести расчет характеристики инжектора без диффузора по следующим данным. Диаметры рабочего сопла и смесителя соответственно равны $d_1 = 7,4$ мм; $d_3 = 59,5$ мм; $f_2 = F_3/F_2 = 1$; $f_1 = 0,01547$. Инжектирующий газ - компрессорный воздух с давлением $p_0 = 147,2$ кПа и $T_0 = 293$ К. Инжектируемая среда - атмосферный воздух при температуре $T_2 = 300$ К и давлении 99,2 кПа. Противодавление в камере, куда происходит инжекция $D p_c = 900$ Па. Газовая постоянная и показатель адиабаты для воздуха: $R = 288$ Н×м/(кг×К), $k = 1,4$.</p>  <p>Расчетная схема инжектора без головки и диффузора</p>
Владеть	<p>методикой проведения расчетных работ по определению температурного поля в нагреваемых телах; выбора рациональных условий нагрева тел различной формы при различных граничных условиях и видах теплообмена;</p>	<p>Примеры решения задач: Расчет параметров нестационарного теплообмена</p> <p>1. Резиновая пластина толщиной $2d = 20$ мм, нагретая до температуры $t_0 = 140$ °С, помещена в воздушную среду с температурой $t_{ж} = 15$ °С.</p> <p>Определить температуры в середине и на поверхности пластины через $t = 20$ мин после начала охлаждения. Коэффициент теплопроводности резины $l = 0,175$ Вт/(м×К). Коэффициент температуропроводности резины $a = 0,833 \times 10^{-7}$ м²/с. Коэффициент теплоотдачи от поверхности пластины к окружающему воздуху $\alpha = 65$ Вт/(м²×К).</p> <p>Ответ. $t_{x=0} = 47,5$ °С; $t_{x=d} = 25,4$ °С.</p> <p>Решение. Температуры в середине и на поверхности безграничной пластины при охлаждении (нагревании) в среде с постоянной температурой можно определить с помощью графиков $Q_{x=0} = f_1(Bi, Fo)$ (рис. 2-1) и $Q_{x=d} = f_2(Bi, Fo)$ (рис 2-2). В рассматриваемом случае</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p> $Bi = ad/l = 65 \times 0,01 / 0,175 = 3,73$; $Fo = at/d^2 = 0,833 \times 10^{-7} \times 1200 / (0,01)^2 = 1,0$. При этих значениях критериев Bi и Fo по графику на рис. 2-1 находим $Q_{x=0} = 0,26$ и по графику на рис 2-2 $Q_{x=d} = 0,083$. Безразмерная температура $Q = (t - t_{ж}) / (t_0 - t_{ж})$, следовательно, $t_{x=0} = t_{ж} + Q_{x=0} (t_0 - t_{ж}) = 15 + 0,26 (140 - 15) = 47,5 \text{ } ^\circ\text{C}$; $t_{x=d} = t_{ж} + Q_{x=d} (t_0 - t_{ж}) = 15 + 0,083 (140 - 15) = 25,4 \text{ } ^\circ\text{C}$. 2. Для условия задачи 2-1 определить температуру на расстоянии $x = d/2 = 5$ мм от середины пластины. Определить также безразмерные температуры в середине и на поверхности пластины расчетным путем и сравнить результаты расчета со значениями $Q_{x=0}$ и $Q_{x=d}$, полученными в задаче 2-1. Ответ. $t_{x=d/2} = 41 \text{ } ^\circ\text{C}$; $Q_{x=0} = 0,257$; $Q_{x=d} = 0,082$. Решение. Безразмерная температура неограниченной пластины при охлаждении в среде с постоянной температурой выражается уравнением $\Theta = N \exp(-\varepsilon_1^2 Fo) \cos\left(\varepsilon_1 \frac{x}{\delta}\right)$ и безразмерные температуры в середине и на поверхности пластины будут соответственно равны. $\Theta_{x=0} = N \exp(-\varepsilon_1^2 Fo)$; $\Theta_{x=\delta} = P \exp(-\varepsilon_2^2 Fo)$. Значения величин N, P, ε_1 и ε_2 в зависимости от Bi приведены в табл. 2-1. В рассматриваемом случае при $Bi = 3,73$ из табл. 2-1 находим: $N = 1,224$; $P = 0,390$, $\varepsilon_1 = 1,248$, $\varepsilon_1^2 = 1,56$. Следовательно, при $Fo = 1$ </p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p> $\Theta_{x=\frac{d}{2}} = 1,224 \cos\left(\frac{1,248}{2}\right) \exp(-1,56) = 0,208;$ $t_{x=\frac{d}{2}} = t_{\infty} + \Theta_{x=\frac{d}{2}}(t_0 - t_{\infty}) = 15 + 0,208 \cdot 125 = 41 \text{ }^{\circ}\text{C};$ $\Theta_{x=0} = 1,224 \exp(-1,56) = 0,257;$ $\Theta_{x=d} = 0,390 \exp(-1,56) = 0,082.$ </p> <p> 2-3. Определить промежуток времени, по истечении которого лист стали, прогретый до температуры $t_0 = 500 \text{ }^{\circ}\text{C}$, будучи помещен в воздушную среду, температура которой $t_{\text{ж}} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$, примет температуру, отличающуюся не более чем на 1 % от температуры окружающей среды. Толщина листа $2d = 20 \text{ мм}$, коэффициент теплопроводности стали $\lambda = 45,5 \text{ Вт/(м}\times\text{К)}$; теплоемкость стали $c = 0,46 \text{ кДж/(кг}\times\text{К)}$, плотность стали $\rho = 7900 \text{ кг/м}^3$. Коэффициент теплоотдачи от поверхности листа к окружающему воздуху $a = 35 \text{ Вт/(м}^2\times\text{К)}$. </p> <p> <i>Указание.</i> Для оценки характера распределения температуры по сечению листа стали подсчитаем значение критерия Био: </p> $Bi = \frac{\alpha \cdot \delta}{\lambda} = \frac{35 \cdot 0,01}{45,5} = 0,0077 \ll 0,1.$ <p> Так как $Bi < 0,1$, то можно температуру по сечению пластины считать одинаковой во всех точках и воспользоваться формулой </p> $Q = \exp(-Bi \cdot Fo).$ <p> Ответ: 2 ч 15 мин. </p> <p> 2-4. Определить время t, необходимое для нагрева листа стали толщиной $2d = 24 \text{ мм}$, который имел начальную температуру $t_0 = 25^{\circ}\text{C}$, а затем был помещен в печь с температурой $t_{\text{ж}} = 600 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Нагрев считать законченным, когда температура листа достигнет значения $t = 450 \text{ }^{\circ}\text{C}$. </p> <p> Коэффициент теплопроводности, теплоемкость и плотность стали равны соответственно $\lambda = 45,4 \text{ Вт/(м}\times\text{К)}$; $c = 0,502 \text{ кДж/(кг}\times\text{К)}$; $\rho = 7800 \text{ кг/м}^3$ а коэффициент теплоотдачи к поверхности листа $a = 23,3 \text{ Вт/(м}^2\times\text{К)}$. </p> <p> Ответ. $t = 45 \text{ мин.}$ </p>

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

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

Критерии оценки (в соответствии с формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения):

- «зачтено» – обучаемый должен показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;
- «не зачтено» – обучаемый не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Теплотехника : учебное пособие / В.В. Дырдин, А.А. Мальшин, В.Г. Смирнов, Т.Л. Ким. — Кемерово: КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2017. — 174 с. Режим доступа: URL: <https://e.lanbook.com/book/115115> .
2. Тинькова, С.М. Теплофизика и металлургическая теплотехника : учеб. пособие / С.М. Тинькова. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2017. - 168 с. Режим доступа URL: <https://new.znaniy.com/catalog/product/>

б) Дополнительная литература:

1. Теплотехника [Электронный ресурс]: Учебное пособие/ Г.А. Круглов., Р.И. Булгакова, Е.С.Круглова. – СПб.: Лань, 2012.-208 с. – Режим доступа URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=3900 . – Заглавие с экрана ISBN 978-5-8114-1017-0.
2. Гидрогазодинамика: [Электронный ресурс]: Учебное пособие / А.А. Кудинов. - М.: ИНФРА-М, 2011. - 336 с. Электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.magtu.ru/> . – <http://znaniy.com/>. – Загл. с экрана.
- 3.Тепломассообмен: Учебное пособие / А.А. Кудинов. - М.: ИНФРА-М, 2012. - 375 с.: <http://znaniy.com/> Заглавие с экрана
4. Брюханов, О.Н. Тепломассообмен: Учебник / О.Н. Брюханов, С.Н. Шевченко. - М.: НИЦ Инфра-М, 2012. - 464 с. <http://www.znaniy.com/catalog.php?bookinfo=258657> .
5. Копцев, В. В. Тепловой расчет коксогозовой вагранки : учебное пособие / В. В. Копцев, А. В. Тихонов ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2015. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1407.pdf&show=dcatalogues/1/1123921/1407.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст: электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.
6. Стульпин, Е. А. Тепловой расчет вагранки : учебное пособие / Е. А. Стульпин, В. В. Копцев, А. И. Шкирмонтов ; МГТУ, [каф.ТиЭС]. - Магнитогорск, 2011. - 60 с.: ил., диагр., табл. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=467.pdf&show=dcatalogues/1/1081629/467.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог.

в) Методические указания:

1. Злоказова, Н.Г., Иванов, Д.А. Лабораторный практикум по дисциплинам «Топливо и ТСУ», «Теория и практика теплогенерации». – Магнитогорск : Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2013. – 53 с.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Windows 7 Professional (для классов)	Д-757-17 от 27.06.2017	27.07.2018
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно
Программное обеспечение для моделирования напряжений деформаций, в рулонном прокате, в процессе термического воздействия периодического характера	К-167-12 от 02.07.2012	бессрочно
Программное обеспечение для разработки, адаптации и расчета износа валков станов горячей прокатки и прогнозирования профиля полосы	К-324-12 от 26.11.2012	бессрочно
MathCAD v.15 Education University Edition	Д-1662-13 от 22.11.2013	бессрочно
MathWorks MathLab v.2014 Classroom License	К-89-14 от 08.12.2014	бессрочно
Maple 14 Classroom License	К-113-11 от 11.04.2011	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/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа: Комплекс тестовых заданий для проведения промежуточных и рубежных контролей.

2. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: Лабораторный корпус с лабораторией сварки и лабораторией резания: комплект печатных и электронных версий методических рекомендаций, учебное пособие, плакаты по темам. Лабораторное оборудование.

3. Учебная аудитория для проведения механических испытаний:

1) Машины универсальные испытательные на растяжение.

2) Мерительный инструмент.

3) Приборы для измерения твердости по методам Бринелля и Роквелла.

4) Микротвердомер.

5) Печи термические.

4. Учебная аудитория для проведения металлографических исследований: Микроскопы МИМ-6, МИМ-7

5. Учебные аудитории для проведения индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: Доска.

6. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: Стеллажи, инструменты для ремонта лабораторного оборудования.