Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 22.09.2023 14:58:53
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
Московский политехнический университет

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета машиностроения
_____ / Е.В. Сафонов /

«_13_» _сентября_ 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Металлургическая теплотехника

Направление подготовки

22.03.02 Металлургия

Профиль подготовки

Инновации в металлургии

Квалификация выпускника

Бакалавр

Форма обучения

Заочная

Москва 2022

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению подготовки **22.03.02 «Металлургия»**,
профиль подготовки **«Инновации в металлургии»**

Программу составил:

доцент, к.т.н. Герцык С.И. _____

Программа дисциплины «**Металлургическая теплотехника**» утверждена на заседании кафедры «**Металлургия**»

« 31 » августа 2022 г., протокол № 11-08

Зав. кафедрой _____ /Шульгин А.В. /

Программа согласована с руководителем образовательной программы по направ лению подготовки **22.03.02 «Металлургия»**

_____ / Хламкова С.С. /

«01» 09 2022 г.

Программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета машиностроения

Председатель комиссии _____ /А.Н. Васильев/

« 13 » 09 2022, протокол № 14-22

Присвоен регистрационный номер:	**22.03.02.03/23.2022**

1. Цели и задачи освоения дисциплины

К **основной цели** освоения дисциплины «Металлургическая теплотехника» следует отнести расширение научного кругозора и эрудиции в области технических наук, на базе которых будущий специалист сможет самостоятельно овладевать всем новым, с чем ему придется столкнуться в профессиональной деятельности.

– **Основные задачи** освоения дисциплины «Металлургическая теплотехника» следующие:

– ознакомление студентов с основными процессами нагрева перед пластической деформацией и термической обработкой металла;

– формирование знаний технологических схем производства черных металлов. В области металлургического производства курс охватывает круг вопросов, связанных с качеством металлопродукции. Рассматриваются вопросы качественного нагрева металла перед обработкой давлением и с целью термической обработки. Отдельно уделяется внимание новому оборудованию (системе отопления печей), обеспечивающему быстрый и равномерный нагрев металлопродукции и производится сравнение его с оборудованием, известным в металлургии;

– освоение методик расчета нагрева металлопродукции сложной формы и умение их практического применения к реальным металлургическим процессам;

– подготовка студентов к производственной, проектно-конструкторской и исследовательской деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по данному направлению.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Металлургическая теплотехника» относится к числу обязательных учебных дисциплин основной образовательной программы бакалавриата.

Дисциплина «Металлургическая теплотехника» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

- Химия,
- Безопасность жизнедеятельности,
- Металлургические технологии,
- Физика
- Теплофизика
- Нагрев и нагревательные устройства;
- Экология современных металлургических производств;
- Методы контроля качеством в металлургии.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

(модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-1	**Способностью** решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания	**Знает:** основы истории, философии, математики, физики, химии, информационно-коммуникационных технологий, инженерной и компьютерной графики. − **Умеет:** решать типовые и стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования. − **Имеет навыки**: решения задач, относящихся к профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет **6** зачетных единиц, т.е. **216** академических часов (из них **194** часа – самостоятельная работа студентов), в том числе лекции –**12** час, практические занятия (семинары) – **10** час. *Структура и содержание дисциплины «*Металлургическая теплотехника*» по срокам и видам работы приведены в Приложении 1*.

Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Механика жидкостей и газов.

Основные понятия механики и кинематики текучих сред. Уравнение неразрывности (сплошности). Силы, действующие в движущейся идеальной жидкости. Уравнение движения идеальной жидкости (уравнение Эйлера). Уравнение Бернулли для трубки тока идеальной жидкости. Статика жидкостей и газов. Динамика реальной жидкости. Потери давления на трение и местные сопротивления. Уравнение движения реальной жидкости (уравнение Навье-Стокса). Элементы теории гидродинамического пограничного слоя. Движение газов и режим давления в печах.

Тема 2. Теплогенерация.

Газовые топлива, используемые в промышленных печах заводов черной металлургии. Выбор топлива и методов его сжигания. Основы теории горения. Расчеты горения топлива. Сжигание жидкого топлива. Теплогенерация за счет электрической энергии. Теплофизические основы преобразования электрической энергии в тепловую. Теплогенерация за счет выгорания примесей металла и шихты.

Тема 3. Строительные элементы и механическое оборудование печей.

Огнеупорные материалы. Классификация и свойства огнеупорных изделий. Изготовление огнеупоров. Теплоизоляционные материалы, используемые в печестроении. Волокнистые огнеупорные и теплоизоляционные материалы. Строительные элементы печей. Арочные и подвесные своды.

Утилизация тепла уходящих дымовых газов.

Теплотехнические основы и сравнительная оценка различных методов утилизации тепла уходящих дымовых газов. Методы утилизации тепла и характеристика теплообменных устройств для их осуществления. Регенеративные и рекуперативные теплообменники

5. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «Металлургическая теплотехника» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

– чтение лекций и проведение семинарских занятий сопровождается показом мультимедийных лекций с помощью компьютерной и проекторной техники и иллюстрируется наглядными пособиями;

– обсуждение пройденного материала на семинарских занятиях;

– использование интерактивных форм текущего контроля в форме аудиторного и внеаудиторного интернет-тестирования;

– организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме тестирования и промежуточных зачетов.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Металлургическая теплотехника» и в целом по дисциплине составляет около 30% времени аудиторных занятий.

Занятия лекционного типа составляют 50% от объема аудиторных занятий.

В курсе лекций преподается постоянно обновляемый материал, заимствованный из различных источников – научных статей, монографий, интернет - сайтов и т.д., что позволяет освещать последние достижения в металлургии, а именно, в области теплофизики и теплоэнергетики, пробуждая у студентов интерес к усвоению знаний.

Важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки студентов составляют практические занятия. Они направлены на более глубокое усвоение теоретических положений и формирование учебных и профессиональных практических умений.

В течение семестра осуществляется текущий контроль усвоения материала по изучаемой дисциплине в форме устного опроса по тематике предшествующих занятий.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Технические средства освоения дисциплины включают электронный банк данных − фото- и видеоматериалов (плакатов, схем, чертежей) основных технологических процессов и печного парка, используемого в металлургическом производстве.

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов − оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

– чтение рекомендуемой литературы при подготовке к лекционным, практическим и самостоятельным (контрольным) заданиям.

6.1 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов: оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций наряду с чтением рекомендуемой литературы при подготовке к лекционным, практическим и самостоятельным (контрольным) заданиям.

6.1.1 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Тесты по теме 1:

1. Чему равно атмосферное давление при нормальных условиях

а) 100 МПа; б) 100 кПа; в) 10 ГПа; г) 1000 Па.

2. Массу жидкости в единице объема называют

а) весом; б) удельным весом; в) удельной плотностью; г) плотностью.

3. Кинематический коэффициент вязкости обозначается буквой

а) μ; б) *v*; в) β; г) ῃ.

4. Уравнение неразрывности при условии постоянства плотности имеет вид

а) $w_1 \cdot f_2 = w_2 \cdot f_1 = const$; б) $w_1 \cdot f_1 = w_2 \cdot f_2 = const$; в) $w_1 / f_1 = w_2 / f_2 = const$; г) $w_1 \cdot w_2 = f_1 \cdot f_2 = const$.

5. Какой формулой выражается динамическое давление в уравнении Бернулли

а) ρgz; б) $\rho w^2/2$; в) P; г) gh.

6. Чему равна плотность дымовых газов при температуре 300°С, если при нормальных условиях она составляет 1,25 кг/м^3?

а) 0,8; б) 0,595; в) 1,033; г) 1,30.

7. Каков профиль скорости ламинарно движущегося потока?

а) трапецеидальный; б) параболический; в) прямоугольный; г) гиперболический.

8. Чему равна плотность воздуха при температуре −30°С, если при нормальных условиях она составляет 1,29 кг/м^3? а) 0,9; б) 1,449; в) 1,148; г) 1,18.

9. От чего зависят потери энергии движущейся жидкостью? От
а) теплопроводности; б) вязкости; в) скорости движения; г) направления движения.

10. В каком случае при открытии загрузочного окна печи из него выбиваются дымовые газы?
а) давление на уровне порога печи меньше атмосферного;
б) давление уровне порога печи равно атмосферному;
в) давление уровне порога печи больше атмосферного; г) газы не выбиваются.

Тесты по теме 2:

1. Теплота сгорания топлива это:

а) теплота, расходуемая на подготовку горючих веществ к горению; б) теплота, идущая на нагревание продуктов сгорания; в) количество тепла, выделяемое при полном сгорании вещества и отнесенное к единице массы или объема горючего вещества; г) сумма тепловых эффектов реакций горения компонентов топлива.

2. В каких единицах измеряется теплота сгорания газообразного топлива
а) кДж/ (м^3·К); б) кДж/ м^3; в) кг·м/ (м^3); г) кДж/ (кг·К)

3. Коэффициент расхода воздуха это

а) количество воздуха, идущее на горение общего количества топлива; б) количество воздуха, идущее на горение 1 кг или 1 $м^3$топлива;

в) отношение теоретически необходимого количества воздуха для полного сжигания единицы топлива к действительному; г) отношение действительно подаваемого в горелку количества воздуха для сжигания единицы топлива к теоретически необходимому.

4. Как определяется калориметрическая температура горения топлива?

а) $t=\frac{Q_н^p-Q_{дисс}}{V_{дым}\cdot C}$; б) $t=\frac{Q_н^p}{V_{дым}\cdot C}$; в) $t=\frac{Q_н^p-Q_{дисс}-Q_{пот}}{V_{дым}\cdot C}$; г) $t=\frac{Q_н^p-Q_{дисс}+Q_{экз}}{V_{дым}\cdot C}$.

5. Что определяется длина факела газогорелочного устройства?

а) производительностью горелки; б) видом топлива; в) способом смешения топлива с окислителем; г) давлением топлива перед горелкой.

6. Основной классификационный признак горелок это

а) способ смешения топлива с воздухом; б) давление газа и воздуха перед горелкой;
в) теплота сгорания подаваемого топлива; в) теплопроизводительность.

7. Каковы пределы изменения коэффициента расхода воздуха для инжекционных горелок

а) n= 1,1 – 1.2; б) n= 1,02 – 1.05; в) n= 1,15 – 1.25; г) n= 1,4 – 1.5.

8. Каковы пределы изменения коэффициента расхода воздуха для двухпроводных горелок типа «труба в трубе»:

а) n= 1,1 – 1.2; б) n= 1,02 – 1.05+; в) n= 1,15 – 1.25; г) n= 1,4 – 1.5.

9. Каковы пределы изменения коэффициента расхода воздуха для радиационных труб

а) n= 1,1 – 1.2; б) n= 1,02 – 1.05; в) n= 1,2 – 1.25+; г) n= 1,4 – 1.5.

10. Что является основной составляющей природных газов?

а) оксид углерода; б) метан; в) водород; г) пропан.

11. Как влияет подогрев воздуха горения на калориметрическую температуру горения?

а) не влияет; б) понижает температуру; в) повышает температуру; г) сначала повышает, затем понижает.

Тесты по теме 3

1. Теплоизоляционные материалы обладают:

а) высокой плотностью; б) низкой пористостью; в) высокой прочностью;
г) высокой пористостью и низким коэффициентом теплопроводности

2. Содержание Al_2O_3 в шамотном огнеупоре

а) более 60%; б) не менее 28%; в) от 45 до 75%; г) более 75%

3. До какой температуры можно применять асбест в качестве изоляционного материала?

а) до 200°С; б) до 750°С; в) до 500°С; г) до 400°С

4. Где правильно указаны физические свойства огнеупоров

а) теплоемкость, плотность, огнеупорность; б) электропроводность, термостойкость, пористость; в) огнеупорность, термостойкость, сопротивление деформации под нагрузкой; г) теплопроводность, плотность, теплоемкость.

5. Утилизация тепла дымовых газов:
а) улучшает тепловую работу печей: б) снижает расход топлива;
в) сокращает время нагрева; г) уменьшает непроизводительные простои.

6. Что подогревают в рекуператорах?
а) топливовоздушную смесь: б) высококалорийное топливо
в) воздух и низкокалорийные топлива; г) только воздух.

7. Если в теплообменном аппарате два теплоносителя текут параллельно друг другу в одном направлении, то такая схема движения называется:

а) прямотоком; б) перекрестным током; в) противотоком; г) многократным перекрестным током.

8. Почему не подогревают топливо в игольчатых рекуператорах?
а) не обеспечивается необходимая температура подогрева; б) низкая газоплотность рекуператора; в) невозможность обеспечить постоянство температуры нагрева;
г) из-за конструктивных особенностей этого типа устройства.

9. В каком случае при расчете рекуператора можно пренебречь тепловым сопротивлением стенки?
а) если стенка выполнена из керамики; б) если металлическая стенка обладает высоким коэффициентом теплопроводности и малой толщиной;
в) если мало $\alpha_в$; г) если мало $\alpha_д$

10. Когда целесообразно применение радиационных рекуператоров?
а) при нагреве воздуха до 300 -350°С; б) при нагреве компонентов горения до 250 - 300°С; в) при температуре дымовых газов не ниже 800 - 900°С; г) при температуре дымовых газов ниже 700°С

11. До какой температуры можно нагреть воздух в регенераторах?
а) до 300 -350°С; б) 400 -500°С; в) до 500 - 550°С; г) выше 800 °С

Итоговые тесты

1. Масса жидкости в единице объема называется

а) весом; б) удельным весом; в) удельной плотностью; г) плотностью.

2. При увеличении температуры удельный вес жидкости

а) уменьшается; б) увеличивается; в) сначала увеличивается, потом уменьшается;

г) не изменяется.

3. Динамический коэффициент вязкости обозначается буквой

а) η; б) *ν*; в) β; г) μ.

4. Чему равна плотность воздуха при +30°С, если при нормальных условиях она составляет 1,29 кг/м^3?

а) 1,43; б) 1,20; в) 1,33; г) 1,16

5. Режим движения жидкости, при котором частицы газа перемещаются параллельно одна другой и их траектории не пересекаются, называется

а) турбулентным; б) вынужденным; в) ламинарным; г) свободным.

6. Стремление горячих газов подняться вверх определяется

а) динамическим давлением; б) геометрическим давлением, в) статическим давлением; г) давлением.

7. Какой формулой выражается калориметрическая температура горения топлива?

$a\,t = \frac{Q_н^з}{c \cdot V_{пр.сг}}$; б$t = \frac{Q_н^з - q_{пот}}{c \cdot V_{пр}}$; в)$t = \frac{Q_н^з - q_{дисс}}{c \cdot V_{пр}}$; в)$t = \frac{Q_н^з - q_{пот} - q_{дисс}}{c \cdot V_{пр}}$;

8. Каков основной классификационный признак горелок?

а) производительность; б) способ смешения топлива и воздуха;
в) давление топлива перед горелкой; г) давление воздуха перед горелкой.

9. От чего зависит тяга дымовой трубы?

а) от температуры дымовых газов; б) от температуры окружающего воздуха;
в) от разностей плотностей дыма и воздуха; г) только от высоты трубы.

10. Как изменяется статическое давление по высоте печи?

а) не изменяется; б) уменьшается; в) увеличивается; г) сначала растет, затем уменьшается.

11. В каком случае в печь подсасывается окружающий воздух?

а) давление в печи меньше атмосферного; б) давление в печи равно атмосферному;
в) давление в печи больше атмосферного.

12. В каком случае из печи выбиваются дымовые газы?

а) давление в печи меньше атмосферного; б) давление в печи равно атмосферному;
в) давление в печи больше атмосферного.

13. При каком режиме движения жидкости в трубопроводе наблюдается пульсация скорости?

а) при ламинарном; б) при скоростном; в) при турбулентном; г) при свободном движении.

14. Влияет ли режим движения жидкости на величину потерь давления?

а) не влияет; б) влияет только при определенных условиях; в) влияет; г) только при наличии местных сопротивлений.

15. Неустановившееся движение жидкости характеризуется зависимостью

а) w =f (x, y.z); б) w =f (x,y, z, t); в) w =f(t); г) w =f(x, t).

16. Что является причиной потерь энергии движущейся жидкости?

а) плотность; б) вязкость; в) расход жидкости; г) только изменение направления движения.

17. При подаче жидкости по последовательно соединенным трубопроводам (1,2,3) расход жидкости в них

а) $V=V_1+V_2+V_3$; б) $V_1>V_2>V_3$; в) $V=V_1=V_2=V_3$; г) $V_1<V_2<V_3$

18. При подаче жидкости по последовательно соединенным трубопроводам (1,2,3) общие потери напора составляют

а) $\Sigma h= \Sigma h_1+\Sigma h_2- \Sigma h_3$; б) $\Sigma h= \Sigma h_1+\Sigma h_2+\Sigma h_3$; в) $\Sigma h_1> \Sigma h_2> \Sigma h_3$ г) $\Sigma h= \Sigma h_1=\Sigma h_2=\Sigma h_3$.

19. Движение, при котором скорость и давление изменяются не только от координат, но и от времени, называется

а) ламинарным; б) стационарным; в) неустановившимся; г) турбулентным.

20. Сжимаемость − это свойство жидкости

а) изменять свою форму под действием давления; б) изменять свой объем под действием давления; в) сопротивляться воздействию давления, не изменяя свою форму; г) изменять свой объем без воздействия давления.

21. Идеальной жидкостью называется

а) жидкость, в которой отсутствует внутреннее трение; б) жидкость, плотность которой не изменяется при изменении температуры; в) жидкость, способная сжиматься; г) жидкость, существующая только в определенных условиях.

22. Если давление отсчитывают от относительного нулевой поверхности, то его называют:

а) абсолютным; б) атмосферным; в) избыточным; г) давлением вакуума.

23. Гидростатическое давление - это давление, имеющее место

а) в движущейся жидкости; б) в покоящейся жидкости; в) в жидкости, находящейся в резервуаре; г) в жидкости, находящейся под избыточным давлением.

24. Коэффициент Кориолиса в уравнении Бернулли характеризует

а) режим течения жидкости; б) величину гидравлического сопротивления трубопровода; в) изменение скоростного напора; г) степень уменьшения уровня полной энергии.

25. Какие существуют режимы движения жидкости?
а) установившийся и неустановившийся; б) неустановившийся и переходный;
в) переходный и ламинарный; г) ламинарный и турбулентный.

26. Член уравнения Бернулли, обозначаемый ($w^2/2g$) является
а) пьезометрической высотой; б) скоростной (динамической) высотой; в) геометрической высотой; г) такого члена не существует.

27. Температура, которая достигается в смеси топлива и воздуха при полном сгорании без тепловых потерь и отсутствии диссоциации продуктов горения называется:

а) температурой воспламенения; б) температурой горения;
в) калориметрической температурой; г) теоретической температурой.

28. Состав воздуха:

а) 20%O_2+70%N_2+10%CO_2; б) 21%O_2+79%N_2; в) 18%O_2+70%N_2+ 12%CO;
г) 22%O_2+76%N_2+2%CO.

29. Какая схема движения теплоносителей в рекуператорах теплотехнически наиболее выгодна?

а) перекрестный ток: б) противоток; в) прямоток; г) все схемы равнозначны.

30. Теплообменные аппараты, в которых две жидкости с различными температурами текут в пространстве, разделенном твердой стенкой, называются:

а) регенеративными; б) смесительными; в) рекуперативными; г) с внутренними источниками тепла.

31. Какие уравнения лежат в основе тепловых расчетов теплообменных аппаратов?

а) теплоотдачи и теплопроводности; б) теплопередачи и теплоотдачи;
в) теплопередачи и теплового баланса; г) теплопроводности и теплового баланса.

32. Если в теплообменном аппарате два теплоносителя текут параллельно друг другу во взаимно противоположных направлениях, то такая схема движения называется:

а) прямотоком; б) перекрестным током; в) противотоком; г) многократным перекрестным током.

33. Что подогревают в теплоутилизационных теплообменниках?

а) топливовоздушную смесь; б) высококалорийное топливо;
в) воздух и низкокалорийные топлива; г) только воздух.

34. Соотношение между низшей теплотой сгорания топлива$Q_н^р$ и высшей$Q_в^р$

а)$Q_н^р > Q_в^р$; б) $Q_н^р < Q_в^р$; в) $Q_н^р = Q_в^р$; г) $Q_н^р = 1{,}5 \cdot Q_в^р$;

35. Чтобы рассчитать теплоту сгорания топлива, надо знать

а) влажность; б) химический состав; в) происхождение; г) зольность.

36. Каков профиль скорости турбулентно движущегося потока?

а) трапецеидальный; б) параболический; в) прямоугольный; г) гиперболический.

37. Что такое гидравлический диаметр сечения?

а) радиус трубы; б) учетверенная площадь, деленная на периметр; в) периметр трубы;

г) удвоенный периметр.

38. Что характеризует пирометрический коэффициент?

а) производительность печи; б) конструкцию печи; в) тепловую мощность печи;

г) удельные затраты тепла.

39. Как определяется коэффициент расхода воздуха на горелку?

а) фактический расход воздуха; б) отношение фактического расхода воздуха к теоретически необходимому; в) расход воздуха, соответствующий стехиометрическим соотношениям горения; г) расход воздуха, превышающий теоретически необходимый на 10 – 15%.

40. Где правильно указаны рабочие свойства огнеупоров

а) теплоемкость, плотность, огнеупорность; б) электропроводность, термостойкость, пористость; в) огнеупорность, термостойкость, сопротивление деформации под нагрузкой; г) термостойкость, теплопроводность, пористость.

41. Какой формулой определяется теоретическая температура горения топлива?

а) $t=\frac{Q_н^p - Q_{дисс}}{V_{дым} \cdot C}$; б) $t=\frac{Q_н^p}{V_{дым} \cdot C}$; в) $t=\frac{Q_н^p - Q_{дисс} - Q_{пот}}{V_{дым} \cdot C}$; г) $t=\frac{Q_н^p - Q_{дисс} + Q_{экз}}{V_{дым} \cdot C}$.

6.1.2. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины (модуля) «Металлургическая теплотехника» формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать:
ОПК-1	**Способностью** решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.1.3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания

Шкала оценивания	Описание

«Зачтено»	*Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.*
«Не зачтено»	*Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.*

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1. Металлургическая теплотехника [электронный ресурс]: электрон. учебн.-метод. комплекс дисциплины / Тинькова С.М. и др. Сиб. федерал. ун-т. – Красноярск: ИПК СФУ, 2007. – on-line. URL: http://files.lib.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/62/ (дата обращения 05.09.2017). – Режим доступа: свободный.
2. Шатров М.Г. В.Н. и др. Теплотехника. М., Академиздат, 2012 – 288 с.
3. Луканин В.Н. и др. Теплотехника. М., Энергоатомиздат, 1991 – 224 с.
4. Луканин В.Н. и др. Теплотехника. М., Высшая школа, 2008 – 288 с.

б) Дополнительная литература:

1. Цветков Ф.Ф., Керимов Р.В., Величко В.И. Задачник по тепломассообмену. М., Изд. дом МЭИ, 2010 − 196 с.
2. Круглов Г.А., Булгакова Р.И., Круглова Е.С. Теплотехника: уч. пособие [Электронный ресурс]− Электрон. дан. – СПб.: Лань, 2012 – 208 с. – Режим доступа: htt://e.lanbook./com/book/3900
3. Круглов Г.А. и др. Теплотехника. [Электронный ресурс]− Электрон. дан. – СПб.: Лань, 2017 –384 с. – Режим доступа: htt://e.lanbook./com/book/93750
4. Интерактивный учебник: Основы металлургии | Металлургический портал MetalSpace.ru. http://www.metalspace.ru/education-career/osnovy-metallurgii.html
5. Металлургические процессы http://starkproject.com/metal/nonferrous-metallurgy/1893-metallurgical-processes.html

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение не предусмотрено.

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте http://lib.mami.ru в разделе «Электронные ресурсы».

Полезные учебно-методические и информационные материалы представлены на сайтах:
http://www.metalspace.ru/education-career/osnovy-metallurgii.html
http://starkproject.com/metal/nonferrous-metallurgy/1893-metallurgical-processes.html
и на Металлургическом портале MetalSpace.ru

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитория и лаборатории кафедры «Металлургия» ав1204, ав1205, ав1206, ав1206а оснащены стендами и наглядными пособиями, лабораторной и экспериментальной оснасткой, контрольно-измерительными приборами, компьютерной и проекторной техникой, современным программным обеспечением. Их применение позволяет вести полноценный учебный процесс, проводить лабораторные и практические занятия, а также заниматься с участием студентов компьютерным моделированием процессов и объектов в металлургии, прививая обучающимся навыки к самостоятельной научно-исследовательской деятельности.

Лекционные занятия проводятся с использованием мультимедийной техники, для чего используется портативный компьютер и мультимедиа-проектор. Иллюстративный материал готовится с использованием программ PowerPoint и отображается в процессе чтения лекций.

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Для максимальной индивидуализации деятельности студента, учебным планом предусматривается время для самостоятельной работы.

Среди основных видов самостоятельной работы традиционно выделяют: творческую деятельность студента в аудитории, при внеаудиторных контактах с преподавателем на консультациях и домашней подготовке к лекциям, семинарским и практическим занятиям, зачетам и экзаменам, презентациям и докладам; написание рефератов, выполнение лабораторных и контрольных работ; участие в научной работе и пр.

Цель самостоятельной работы студента – осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свою профессиональную квалификацию.

Планирование времени на самостоятельную работу студентам лучше осуществлять на весь семестр и предусматривать регулярное повторение пройденного учебного материала.

Для более углубленного изучения рекомендуется использовать издания, указанные в списке дополнительной литературы и Интернет-ресурсы.

Для расширения знаний следует использовать сведения, полученные из Интернет-источников на соответствующих сайтах, а также проводить поиск в различных системах, таких как Yandex, Rambler, и пользоваться специализированными сайтами, такими как www.anticor.ru, http://www.naukaran.ru, http://www.maik.ru и другими, рекомендованными преподавателем на лекционных занятиях.

10. Методические рекомендации для преподавателя

При организации учебных занятий (лекций, семинаров, практических занятий, лабораторных, самостоятельных и выпускных работ, а также курсового проектирования) следует использовать элементы интерактивного обучения на всех этапах для вовлечения студентов в процесс познания. Для этого целесообразно использовать следующие формы:

– диалоговое обучение, в ходе которого осуществляется взаимодействие преподавателя и студента;

– моделирование, то есть воспроизведение в условиях обучения по данной дисциплине процессов, происходящих в реальности;

– компьютеризация обучения для интенсификации и расширения возможностей образовательного процесса;

− использование наглядных средств: стенды с комплектом учебно-методической литературы, плакаты по темам, натурные образцы, мультимедийные системы, картотека учебных видеослайдов и видеофильмов и пр.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки
22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ (уровень бакалавриата) (ФГОС3+) и учебным планом по направлению и профилю подготовки.

Аннотация программы дисциплины «Металлургическая теплотехника»

1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины является расширение научного кругозора в области технических наук, на базе которых будущий специалист сможет самостоятельно овладевать всем новым, с чем ему придется столкнуться в профессиональной деятельности.

Задачи дисциплины:

– ознакомление студентов с основными особенностями тепловой работы металлургических агрегатов;

– формирование знаний технологических схем организации условий нагрева металла перед обработкой давлением и термообработкой. В области металлургического производства курс охватывает круг вопросов, связанных с сокращением удельных затрат энергии и минимизации выброса вредных веществ с продуктами горения топлива. Отдельно уделяется внимание вопросам энергоснабжения тепловых агрегатов с целью оптимизации процессов сжигания топлива.

– освоение методик расчета металлургических печей для нагрева под прокатку и термическую обработку металлопродукции и умение их практического применения к реальным металлургическим агрегатам;

– подготовка студентов к производственной, проектно-конструкторской и исследовательской деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по соответствующему направлению.

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина относится к обязательной части дисциплин ООП.
Ее изучение базируется на следующих дисциплинах:
− Математика,
− Физика,
− Химия.
Дисциплина обеспечивает изучение дисциплин:
− Основы методики научных исследований;
− Экология современных металлургических производств.

Знания и практические навыки, полученные из курса «Металлургическая теплотехника», используются при изучении естественно-научных дисциплин, а также при выполнении курсовых и выпускных квалификационных работ.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

В результате изучения дисциплины «Металлургическая теплотехника» студенты должны

знать:

– методы и приемы поиска необходимой информации в области металлургии с использованием современных электронных библиотек и ресурсов сети Интернет; основные положения информатики, дающие возможность использования информационно-коммуникационных технологий для практической поддержки технических и управленческих решений; структуру и перспективы развития металлургического производства; принципы оптимизации технологических процессов в металлургии; технологические возможности и основные области применения соответствующего металлургического оборудования;

уметь:

– критически оценивать и делать выводы по результатам имитационного моделирования; формулировать и решать задачи, требующие использования современных вычислительных средств, информационных технологий и программного обеспечения; использовать навыки проектирования баз данных при разработке информационных систем и взаимодействующих с ними приложений; оценивать техническое состояние и анализировать условия и режимы работы металлургических агрегатов; оценивать технологические возможности металлургического агрегата в зависимости от интенсивности режима его работы; выполнять теплотехнические расчеты, проектировать и конструировать детали и узлы металлургического оборудования;

владеть:

– физико–математическим аппаратом для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности, основными этапами планирования и проведения имитационного моделирования, оформлением отчетов и документации по научно-исследовательской деятельности; основными методами переработки информации, касающейся технологических схем автоматического регулирования и оптимизации металлургических процессов; вопросами, связанными с нагревом и охлаждением металла в тепловых агрегатах; основными методами, способами и средствами защиты производственного персонала и окружающей среды от негативного воздействия металлургических процессов; навыками критериальной оценки новых технологий и конструктивных особенностей технологического оборудования.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		6
Общая трудоемкость	216 (6 з.е.)	216 (6 з.е.)
Аудиторные занятия (всего)	22	22
В том числе		
лекции	12	12
Практические занятия	10	10
Лабораторные занятия	нет	нет
Самостоятельная работа	194	194
Курсовая работа	нет	нет
Курсовой проект	нет	нет
Вид промежуточной аттестации		Зачет

Приложение 1.

Структура и содержание дисциплины «**Металлургическая теплотехника**»
по направлению подготовки
22.03.02 Металлургия
Профиль: «**Инновации в металлургии»**
(бакалавриат)

№ n/n	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб.	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реферат	К/р	Э	З
1.	**Тема 1. Механика жидкостей и газов.** 1.1 Основные понятия механики и кинематики текучих сред. Уравнение неразрывности. Силы, действующие в движущейся идеальной жидкости. Уравнение движения идеальной жидкости (уравнение Эйлера). Уравнение Бернулли для трубки тока идеальной жидкости. Статика жидкостей и газов. 1.2 Динамика реальной жидкости. Потери давления на трение и местные сопротивления. Уравнение движения реальной жидкости (уравнение Навье-Стокса). Движение газов и режим давления в печах.	7	1												
2.	**Тема 2. Теплогенерация**. 2.1Топлива, используемые в	7	3												

	промышленных печах черной металлургии, методы сжигания. Основы теории горения. 2.2 Расчеты горения топлива. Сжигание газообразного и жидкого топлива. 2.3 Теплогенерация за счет электрической энергии. 2.4 Теплогенерация за счет выгорания примесей металла и шихты														
3.	**Тема 3. Строительные элементы и механическое оборудование печей.** 3.1 Огнеупорные материалы. Классификация и свойства огнеупорных изделий.Теплоизоляционные материалы, используемые в печестроении. Строительные элементы печей. 3.2 Утилизация тепла уходящих дымовых газов. Теплотехнические основы и сравнительная оценка различных методов утилизации тепла уходящих дымовых газов. теплоутилизационные устройств для их осуществления. Регенеративные и рекуперативные теплообменники.	7	5												
	Итого	6	17	12	10		194								+

Программу составил доц., к.т.н. _____ /С.И. Герцык /

Зав. кафедрой «Металлургия»
доц., к.т.н. _____ /А.В. Шульгин/

Приложение 2
к рабочей программе

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
Московский политехнический университет

Направление подготовки: 22.03.02

МЕТАЛЛУРГИЯ ОП (профиль):

«Инновации в металлургии»

Форма обучения: заочная

Вид профессиональной деятельности: (согласно ФГОС + ВО)

Кафедра: **Металлургия**

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Металлургическая теплотехника

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств

2. Описание оценочных средств:

- тесты для промежуточного и итогового тестирования

-вариант билета для зачета;

-перечень билетов к зачету:

- контрольные вопросы для семинаров, собеседований.

Составитель

Доц., к.т.н. Герцык С.И.

Москва 2022

Приложение 2

Таблица 1 − ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

МЕТАЛЛУРГИЧЕСКАЯ ТЕПЛОТЕХНИКА					
ФГОС ВО **22.03.02** «**Металлургия**»					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие **компетенции**:					
КОМПЕТЕНЦИИ		**Перечень компонентов**	**Технология формирования компетенций**	**Форма оценочного средства****	**Степени уровней освоения компетенций**
ИНДЕКС	**ФОРМУЛИРОВКА**				
ОПК-1	**Способность** решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания	**- Знает:** основы истории, философии, математики, физики, химии, информационно-коммуникационных технологий, инженерной и компьютерной графики; **− умеет:** решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования **− имеет навыки**: решения задач профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания	лекции, самостоятельная работа, семинарские занятия	К, УО.	**Базовый уровень**: − владеет основными законами физики; химии, математики, структурой локальных и глобальных компьютерных сетей; принципами реализации и функционирования информационных технологий. **Повышенный уровень**: − владеет навыками решения задач в профессиональной области, разработки электронных документов с применением стандартных программных пакетов при решении математических задач в своей области.

**- Сокращения форм оценочных средств см. в приложении 2 к РП.

Приложение А

Перечень оценочных средств по дисциплине «Металлургическая теплотехника»

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1.	Устный опрос (УО)	Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной.	Тесты по темам/разделам дисциплины
2.	Билеты для зачета	Средство проверки знаний, умений, навыков. Может включать комплекс теоретических и практических вопросов и заданий.	Билеты. Шкала оценивания и процедура применения.
3.	Контрольные вопросы	Средство контроля, и проверки знаний, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся по программе дисциплины	Перечень контрольных вопросов

В курсе лекций преподается постоянно обновляемый материал, заимствованный из различных источников – научных статей, монографий, и т.д., что позволяет сочетать теоретический материал с актуальными практическими примерами, пробуждая у студентов интерес к усвоению знаний.

Важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки студентов составляют практические занятия. Они направлены на более глубокое усвоение теоретических положений и формирование учебных и профессиональных практических умений.

В течение семестра осуществляется текущий контроль освоения дисциплины в форме устного опроса по тематике предшествующих занятий.

Оценочные средства составляются преподавателем самостоятельно при ежегодном обновлении банка средств. Количество вариантов зависит от числа обучающихся.

В процессе обучения используются оценочные средства рубежного контроля успеваемости и промежуточных аттестаций, а также следующие виды самостоятельной работы:

–чтение рекомендуемой литературы при подготовке к лекционным, практическим занятиям;

–рефераты, доклады на СНТК.

Планирование времени на самостоятельную работу студентам лучше осуществлять на весь семестр и предусматривать регулярное повторение пройденного учебного материала.

Для углубленного изучения рекомендуется использовать издания, указанные в списке дополнительной литературы.

Для расширения знаний следует использовать также сведения, полученные из Интернет-источников на соответствующих сайтах, а также проводить поиск в различных системах, таких как Yandex, Rambler, и пользоваться специализированными сайтами, рекомендованными преподавателем на лекционных занятиях.

Кафедра располагает базой тестовых материалов для проведения промежуточных и итоговых аттестаций в рамках дидактических единиц содержания дисциплины.

Фонд тестовых заданий для проведения промежуточного и итогового контроля приведен выше в тексте программы – раздел **6.1.1**.

Билеты для зачета

− назначение: используются для проведения промежуточной аттестации по дисциплине «Нагрев и нагревательные устройства»;
в билет включены вопросы по тематике лекций (теоретические вопросы) и по практическим занятиям (семинары) − небольшие задачи.

Перечень вопросов для зачета **40** (прилагается).

Регламент зачета: - время на подготовку тезисов ответов – до 20 мин;
- способ контроля: устные ответы.

Оценка «**Зачтено**» – если студент твердо знает программный материал, грамотно и по существу его излагает, не допускает существенных неточностей в ответах на вопросы.

Оценка «**Не зачтено**» – если студент не знает значительной части программного материала, допускает серьезные ошибки.

Вариант билета для зачета

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Московский политехнический университет

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

Факультет машиностроения, кафедра «Металлургии»
Дисциплина **«Металлургическая теплотехника»**
программа **22.03.02** Металлургия «Инновации в металлургии»
Курс 3 группа_____, форма обучения заочная

БИЛЕТ № 1

1. **Расчеты горения топлива.**
2. **Конструкция рекуперативных устройств.**
3. **Классификация огнеупорных материалов.**

Утверждено на заседании кафедры 29 декабря 2020 г., протокол № 4.
Зав. кафедрой_____/ А.В. Шульгин/

II. Перечень билетов для зачета:

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Московский политехнический университет

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

Факультет машиностроения, кафедра «Металлургия»
Дисциплина «Металлургическая теплотехника»
Образовательная программа 22.03.02 Металлургия. ОП «Инновации в металлургии»
Курс 3, семестр 6

БИЛЕТ № 1

1. **Уравнение Эйлера для статики газов.**
2. **Расчеты горения топлива.**
3. **Регенеративные теплообменники и их использование в конструкциях печей.**

Утверждено на заседании кафедры 29 декабря 2020 г., протокол № 4

Зав. кафедрой_____ /А.В. Шульгин/

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Московский политехнический университет
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

Факультет машиностроения, кафедра «Металлургия»
Дисциплина «Металлургическая теплотехника»
Образовательная программа 22.03.02 Металлургия. ОП «Инновации в металлургии»
Курс 3, семестр 6

БИЛЕТ № 2

1. **Основные положения механики жидкости и газа. Ламинарное и турбулентное движение.**

2. **Высшая и низшая теплота сгорания топлива.**

3. **Металлические рекуператоры. Принципы работы.**

Утверждено на заседании кафедры 29 декабря 2020 г., протокол № 4

Зав. кафедрой_____ /А.В. Шульгин/

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Московский политехнический университет
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

Факультет машиностроения, кафедра «Металлургия»
Дисциплина «Металлургическая теплотехника»
Образовательная программа 22.03.02 Металлургия. ОП «Инновации в металлургии»
Курс 3, семестр 6

БИЛЕТ № 3

1. **Уравнение сплошности и его физический смысл.**

2. **Температура горения топлива. Влияние подогрева компонентов горения на калориметрическую и действительную температуру горения.**

3. **Теплоутилизационные устройства и их влияние на показатели работы печей.**

Утверждено на заседании кафедры 29 декабря 2020 г., протокол № 4

Зав. кафедрой_____/А,В. Шульгин/

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Московский политехнический университет
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

Факультет машиностроения, кафедра «Металлургия»
Дисциплина «Металлургическая теплотехника»
Образовательная программа 22.03.02 Металлургия. ОП «Инновации в металлургии»
Курс 3, семестр 6

БИЛЕТ № 4

1. **Уравнение Бернулли для трубки тока идеальной жидкости.**
2. **Свойства и производство шамотного огнеупора.**
3. **Схемы движения теплоносителей в рекуператорах.**

Утверждено на заседании кафедры 29 декабря 2016 г., протокол № 4

Зав. кафедрой_____ / А.В. Шульгин /

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Московский политехнический университет
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

Факультет машиностроения, кафедра «Металлургия»
Дисциплина «Металлургическая теплотехника»
Образовательная программа 22.03.02 Металлургия. ОП «Инновации в металлургии»
Курс 3, семестр 6

БИЛЕТ № 5

1. **Уравнение Навье-Стокса.**
2. **Свойства и производство динасовых огнеупоров.**
3. **Определение температуры горения топлива (калориметрическая, действительная).**

Утверждено на заседании кафедры 29 декабря 2020 г., протокол № 4

Зав. кафедрой_____ / А.В. Шульгин /

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Московский политехнический университет
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

Факультет машиностроения, кафедра «Металлургия»
Дисциплина «Металлургическая теплотехника»
Образовательная программа 22.03.02 Металлургия. ОП «Инновации в металлургии»
Курс 3, семестр 6

БИЛЕТ № 6

1. **Потери давления при движении жидкости по трубам и каналам.**
2. **Изоляционные огнеупорные материалы.**
3. **Конструкции металлических рекуператоров.**

Утверждено на заседании кафедры 29 декабря 2016 г., протокол № 4

Зав. кафедрой_____ / А.В. Шульгин /

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Московский политехнический университет
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

Факультет машиностроения, кафедра «Металлургия»
Дисциплина «Металлургическая теплотехника»
Образовательная программа 22.03.02 Металлургия ОП «Инновации в металлургии»
Курс 3, семестр 6

БИЛЕТ № 7

1. **Расчет потерь давления на трение и местные сопротивления.**
2. **Классификация огнеупоров по химико-минералогическому составу.**
3. **Теплотехнические основы утилизации тепла дымовых газов.**

Утверждено на заседании кафедры 29 декабря 2016 г., протокол № 4

Зав. кафедрой_____ / А.В. Шульгин /

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Московский политехнический университет

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

Факультет машиностроения, кафедра «Металлургия»
Дисциплина «Металлургическая теплотехника»
Образовательная программа 22.03.02 Металлургия. ОП «Инновации в металлургии»
Курс 3, семестр 6

БИЛЕТ № 8

1. **Принципы расчета высоты дымовой трубы.**

2. **Физические свойства огнеупорных материалов.**

3. **Основы теории горения. Диффузионное и кинетическое горение.**

Утверждено на заседании кафедры 29 декабря 2016 г., протокол № 4
Зав. кафедрой_____ / А.В. Шульгин /

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Московский политехнический университет

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

Факультет машиностроения, кафедра «Металлургия»
Дисциплина «Металлургическая теплотехника»
Образовательная программа 22.03.02 Металлургия. ОП «Инновации в металлургии»
Курс 3, семестр 6

БИЛЕТ № 9

1. **Формирование пограничного слоя у поверхности, обтекаемой потоком жидкости.**
2. **Рабочие свойства огнеупоров.**
3. **Керамические и металлические рекуперативные устройства.**

Утверждено на заседании кафедры 29 декабря 2020 г., протокол № 4
Зав. кафедрой_____ / А.В. Шульгин /

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Московский политехнический университет
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

Факультет машиностроения, кафедра «Металлургия»
Дисциплина «Металлургическая теплотехника»
Образовательная программа 22.03.02 Металлургия. ОП «Инновации в металлургии»
Курс 3, семестр 6

БИЛЕТ № 10

1. **Движение жидкости /газа по трубам и каналам. Ламинарное и турбулентное движение.**

2. **Теплогенерация за счет преобразования электрической энергии в тепловую. Виды электронагревателей.**

3. **Коэффициент полезного действия печи. Мероприятия, способствующие его повышению.**

Утверждено на заседании кафедры 29 декабря 2020 г., протокол № 4

Зав. кафедрой_____ / А.В. Шульгин /

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Московский политехнический университет
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

Факультет машиностроения, кафедра «Металлургия»
Дисциплина «Металлургическая теплотехника»
Образовательная программа 22.03.02 Металлургия. ОП «Инновации в металлургии»
Курс 3, семестр 6

БИЛЕТ № 11

1. **Статика газов. Распределение давления по высоте столба неподвижной жидкости.**
2. **Газогорелочные устройства и их классификация**
3. **Физические и рабочие свойства огнеупоров.**

Утверждено на заседании кафедры 29 декабря 2020 г., протокол № 4

Зав. кафедрой_____ / А.В. Шульгин /

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Московский политехнический университет
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

Факультет машиностроения, кафедра «Металлургия»
Дисциплина «Металлургическая теплотехника»
Образовательная программа 22.03.02 Металлургия. ОП «Инновации в металлургии»
Курс 3, семестр 6

БИЛЕТ № 12

1. **Статика газов. Распределение давления по глубине столба неподвижной жидкости.**
2. **Горелки с предварительным смешением топлива и воздуха.**
3. **Принципы расчета рекуперативных устройств.**

Утверждено на заседании кафедры 29 декабря 2020 г., протокол № 4

Зав. кафедрой_____ / А.В. Шульгин /

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Московский политехнический университет
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

Факультет машиностроения, кафедра «Металлургия»
Дисциплина «Металлургическая теплотехника»
Образовательная программа 22.03.02 Металлургия. ОП «Инновации в металлургии»
Курс 3, семестр 6

БИЛЕТ № 13

1. **Уравнение Бернулли для реальной жидкости/газа.**
2. **Коэффициент расхода воздуха.**
3. **На какие показатели работы печи оказывает влияние подогрев компонентов горения?**

Утверждено на заседании кафедры 29 декабря 2020 г., протокол № 4

Зав. кафедрой_____ / А.В. Шульгин /

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Московский политехнический университет
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

Факультет машиностроения, кафедра «Металлургия»
Дисциплина «Металлургическая теплотехника»
Образовательная программа 22.03.02 Металлургия. ОП «Инновации в металлургии»
Курс 3, семестр 6

БИЛЕТ № 14

1. **Понятие «трубки тока». Вывод уравнения Бернулли для трубки тока идеальной жидкости**
2. **Современные волокнистые огнеупорные материалы и их использование в кладке печей.**
3. **Классификация горелок. Горелки без предварительного смешения топлива и воздуха.**

Утверждено на заседании кафедры 29 декабря 20 г., протокол № 4

Зав. кафедрой_____ / А.В. Шульгин /

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Московский политехнический университет
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

Факультет машиностроения, кафедра «Металлургия»
Дисциплина «Металлургическая теплотехника»
Образовательная программа 22.03.02 Металлургия. ОП «Инновации в металлургии»
Курс 3, семестр 6

БИЛЕТ № 15

1. **Принципы расчета гидравлического сопротивления дымового тракта печи.**
2. **Особенности горения жидкого топлива. Определение состава и количества продуктов горения.**
3. **Игольчатые металлические рекуператоры.**

Утверждено на заседании кафедры 29 декабря 2020 г., протокол № 4

Зав. кафедрой_____ / А.В. Шульгин /

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Московский политехнический университет

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

Факультет машиностроения, кафедра «Металлургия»
Дисциплина «Металлургическая теплотехника»
Образовательная программа 22.03.02 Металлургия. ОП «Инновации в металлургии»
Курс 3, семестр 6

БИЛЕТ № 16

1. **Основы теории горения.**

2. **Формирование ламинарного и турбулентного пограничного слоя на плоской поверхности при обтекании ее струей газа/жидкости.**

3. **Керамические рекуператоры. Их достоинства и недостатки**

Утверждено на заседании кафедры 29 декабря 2020 г., протокол № 4
Зав. кафедрой_____ / А.В. Шульгин /

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Московский политехнический университет

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

Факультет машиностроения, кафедра «Металлургия»
Дисциплина «Металлургическая теплотехника»
Образовательная программа 22.03.02 Металлургия. ОП «Инновации в металлургии»
Курс 3, семестр 6

БИЛЕТ № 17

1. **Теплота сгорания топлива и способы ее определения.**

2. **Формирование пограничного слоя при обтекании струей плоскости.**

3. **Регенеративные теплообменники и их применение.**

Утверждено на заседании кафедры 29 декабря 2020 г., протокол № 4
Зав. кафедрой_____ / А.В. Шульгин /

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Московский политехнический университет

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

Факультет машиностроения, кафедра «Металлургия»
Дисциплина «Металлургическая теплотехника»
Образовательная программа 22.03.02 Металлургия. ОП «Инновации в металлургии»
Курс 3, семестр 6

БИЛЕТ № 18

1. **Определение состава и количества продуктов горения топлива. Показать на примере.**

2. **Ламинарное и турбулентное течение жидкостей в трубах и каналах.**

3. **Схемы движения теплоносителей в рекуперативных теплообменниках.**

Утверждено на заседании кафедры 29 декабря 2020 г., протокол № 4
Зав. кафедрой_____ / А.В. Шульгин /

–

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Московский политехнический университет

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

Факультет машиностроения, кафедра «Металлургия»
Дисциплина «Металлургическая теплотехника»
Образовательная программа 22.03.02 Металлургия. ОП «Инновации в металлургии»
Курс 3, семестр 6

БИЛЕТ № 19

1. **Определение количества воздуха, необходимого для полного горения единицы топлива. Показать на примере.**
2. **Классификация горелок. Основной классификационный признак. Горелки с разомкнутым факелом**
3. **Классификация огнеупорных материалов.**

Утверждено на заседании кафедры 29 декабря 2020 г., протокол № 4

Зав. кафедрой_____ / А.В. Шульгин /

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Московский политехнический университет

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

Факультет машиностроения, кафедра «Металлургия»
Дисциплина «Металлургическая теплотехника»
Образовательная программа 22.03.02 Металлургия. ОП «Инновации в металлургии»
Курс 3, семестр 6

БИЛЕТ № 20

1. **Полное и неполное горение топлива. Коэффициент расхода воздуха.**
2. **Устройства для сжигания жидкого топлива. Особенности их работы.**
3. **От чего зависит тяга дымовой трубы?**

Утверждено на заседании кафедры 29 декабря 2020 г., протокол № 4

Зав. кафедрой_____ / А.В. Шульгин /

П. Контрольные вопросы для семинаров, собеседований

1. Механика жидкостей и газов*:*

- Расчет потерь давления при движении реальной жидкости.
- Принципы расчета высоты дымовой трубы.
- Уравнение сплошности и его физический смысл.
- Уравнение Бернулли для трубки тока идеальной жидкости.
- Формирование гидродинамического пограничного слоя на твердой поверхности, обтекаемой потоком жидкости.

2. Теплогенерация:

- Расчеты горения топлива.
- Высшая и низшая теплота сгорания топлива.
- Принципы расчета состава и количества продуктов горения топлива.
- Полное и неполное горение топлива. Коэффициент расхода воздуха.
- Калориметрическая, теоретическая и действительная температуры горения топлива.

3. Оборудование печей:

- Огнеупорные материалы, необходимые свойства и производство.
- Классификация огнеупорных материалов по химико-минералогическому составу.
- Теплоизоляционные материалы и их роль в тепловой работе печей.

- Теплоутилизационные устройства, их конструктивные разновидности.
- Схемы движения теплоносителей в рекуператорах
- Регенеративные устройства, их особенности

Критерии оценки:

При **текущем контроле знаний (коллоквиумы, собеседования)** студента по системе «Зачет» оцениваются знания и умения в устных и письменных ответах студентов на семинарах, коллоквиумах. При этом учитывается: глубина знаний, их полнота и владение необходимыми умениями (в объеме полной программы); осознанность и самостоятельность применения знаний и способов учебной деятельности, логичность изложения материала, включая обобщения, выводы (в соответствии с заданным вопросом), соблюдение норм литературной речи.

«Зачет» оценивается по двухуровневой системе.

«**Зачтено**» – выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

«**Не зачтено**» – не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.