Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 14.09.2023 10:50:38
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 /
«__» _____ 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Металлургическая теплотехника

Направление подготовки

22.03.02 Металлургия

Профиль подготовки

Инновации в металлургии

Квалификация выпускника

Бакалавр

Форма обучения

Очно-заочная

Москва 2021

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

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

«26» 05 2021 г., протокол № 12-05

Заведующий кафедрой _____ /Шульгин А.В. /

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

_____ / Хламкова С.С. /

«25» 05 2021 г.

Программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета машиностроения

«01» 09 2021 г., протокол № 9-21

Председатель комиссии _____ /А.Н. Васильев/

Присвоен регистрационный номер:	22.03.02.03/22.2021

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 профессиональных учебных дисциплин части (Б.1.1) 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 **162** часов – самостоятельная работа студентов), в том числе лекции –**27** час, практические занятия (семинары) – **27** 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) *ν*; 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) $t=\frac{Q_н^р-Q_{дисс}}{V_{дым}\cdot c}$; б) $t=\frac{Q_н^р}{V_{дым}\cdot c}$; в) $t=\frac{Q_н^р-Q_{дисс}-Q_{пот}}{V_{дым}\cdot c}$; г) $t=\frac{Q_н^р-Q_{дисс}+Q_{экз}}{V_{дым}\cdot c}$.

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?

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

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 базовой части обязательных дисциплин блока Б.1.

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)	**54**	**54**
В том числе		
лекции	**27**	**27**
Практические занятия	**27**	**27**
Лабораторные занятия	**нет**	**нет**
Самостоятельная работа	**162**	**162**

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	10	12		54									

2.	**Тема 2. Теплогенерация**. 2.1Топлива, используемые в 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	7	3	10	9		58								
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	7	6		50								
	Итого	6	17	27	27		162								+

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: очно-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 2021

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 оцениванияи 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 профессиональныхпрактических 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 подисциплине «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.