

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОПОП ВО
доцент В.Ю. Бажин

Проректор по образовательной
деятельности
Д.Г. Петраков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Уровень высшего образования:	Бакалавриат
Направление подготовки:	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
Направленность (профиль):	Автоматизация технологических процессов и производств в металлургической промышленности
Квалификация выпускника:	бакалавр
Форма обучения:	очная
Составитель:	доцент Фокина С.Б.

Рабочая программа дисциплины «Энерготехнологическое оборудование металлургических процессов» составлена:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств», утвержденного приказом Минобрнауки России № 730 от 09.08.2021 г.;

- на основании учебного плана бакалавриата по направлению подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» направленность (профиль) «Автоматизация технологических процессов и производств в металлургической промышленности».

Составитель _____ к.т.н., доц. С.Б. Фокина

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры автоматизации технологических процессов и производств от 31.08.2021 г., протокол № 1.

Заведующий кафедрой _____ д.т.н., доцент Бажин В.Ю.

Рабочая программа согласована:

Начальник отдела лицензирования, аккредитации и контроля качества образования _____ Ю.А. Дубровская

Начальник отдела методического обеспечения учебного процесса _____ А.Ю. Романчиков

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель изучения дисциплины:

– научить студентов оценивать топливно-энергетическую составляющую в металлургии и машиностроении, являющуюся важнейшей составной частью производства.

Основные задачи дисциплины:

– ознакомление студентов с разнообразным энергетическим хозяйством заводов – источниками и носителями энергии, их получением и преобразованием, рациональным использованием и с путями использования вторичных энергоресурсов, играющих важнейшую роль в печном производстве.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Энерготехнологическое оборудование металлургических процессов» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» направленность (профиль) «Автоматизация технологических процессов и производств в металлургической промышленности» и изучается в 6 семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Энерготехнологическое оборудование металлургических процессов», являются: «Материаловедение и защита от коррозии», «Теория металлургических процессов», «Технологические процессы автоматизированных производств в металлургии», «Пирометаллургическое оборудование».

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Энерготехнологическое оборудование металлургических процессов» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен собирать и подготавливать информацию для составления технического задания на АСУТП	ПКС-2	ПКС-2.2. Знает принципы работы технологического и вспомогательного оборудования металлургической промышленности. ПКС-2.4. Умеет рассчитывать технико-экономические показатели основных и вспомогательных технологических процессов металлургической промышленности.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 ак. часа.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		6
Аудиторные занятия (всего), в том числе:	51	51
Лекции	17	17
Практические занятия (ПЗ)	17	17
Лабораторные работы (ЛР)	17	17
Самостоятельная работа (СРС), в том числе:	93	93
Подготовка к практическим занятиям	40	40
Подготовка к лабораторным работам	40	40
Подготовка к контрольной работе	13	13
Промежуточная аттестация - дифф. зачет (ДЗ)	ДЗ	ДЗ
Общая трудоемкость	ак. час	144
	зач. ед.	4
		4

4.2 Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия, лабораторные работы и самостоятельная работа.

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий				
		Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента
1.	Введение в дисциплину. Топливо-энергетический баланс в цветной металлургии	5	2	-	-	3
2.	Производство и распределение электроэнергии	17	2	-	-	15
3.	Водоснабжение производства	35	4	8	8	15
4.	Снабжение печей воздухом и кислородом	25	2	4	4	15
5.	Пароснабжение производства. Газоснабжение производства	20	2	3	-	15
6.	Энергосбережение	17	2	-	-	15
7.	Классификация и характеристики вторичных энергоресурсов (ВЭР)	25	3	2	5	15
	Итого:	144	17	17	17	93

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудоемкость в ак. часах
1.	Введение в дисциплину. Топливо-энергетический баланс в цветной металлургии	Состав и роль теплоэнергетического оборудования металлургических заводов. Современное состояние и роль энергосбережения на печных переделах. Цель, задачи и содержание дисциплины. Виды и источники энергии на металлургических предприятиях. Энергоемкость этих производств. Энергоемкость печных переделов. Приходная часть энергетических балансов печных агрегатов. Полезные затраты энергии и потери. Энергетические к.п.д. печных установок. Топливо-энергетический баланс передела.	2
2.	Производство и распределение электроэнергии	Производители электроэнергии для металлургических и машиностроительных заводов. Параметры получаемой электроэнергии. Распределение электроэнергии на заводе.	2
3.	Водоснабжение производства	Потребление воды. Требование к воде. Схемы водоснабжения и канализации. Очистка сточных вод. Основное оборудование систем водоснабжения и канализации. Насосное оборудование. Классификация насосов. Основные параметры, характеристики и показатели насосной установки. Поршневые, ротационные, центробежные, осевые, бесприводные насосы-основы теории, конструкция, характеристики, работа на сеть, область применения. Насосные станции, их оборудование.	4
4.	Снабжение печей воздухом и кислородом	Потребление воздуха. Его параметры. Источники воздуховоснабжения переделов. Воздухоподающее оборудование. Классификации воздухоподающих машин. Основные параметры, характеристики и показатели воздухоподающих машин. Поршневые, ротационные, центробежные, осевые, бесприводные воздухоподающие машины – основы теории, конструкция, характеристики, работа на сеть, область применения. Компрессорные и воздуходувные станции, их оборудование. Термодинамические основы получения кислорода. Кислородные станции, их состав и оборудование. Кислородопроводы.	2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудоемкость в ак. часах
5.	Пароснабжение производства. Газоснабжение производства	Потребление пара. Его параметры. Источники пароснабжения. Тепловые электростанции, их разновидности. Термодинамические основы работы. Котельные агрегаты. Турбинные установки. Системы теплоснабжения производства. Газоснабжение. Параметры газа. Системы газоснабжения. Газопроводы, газорегуляторные установки, газосмесительные газоповысительные станции.	2
6.	Энергосбережение	Характеристика статей расхода теплоты в тепловых балансах печей. Направление энергосбережения. Сокращение потерь теплоты во внешнюю среду. Повышение эффективности процессов теплообмена в печи.	2
7.	Классификация и характеристики вторичных энергоресурсов (ВЭР)	Установки, утилизирующие теплоту расплавов. Теплоутилизационные установки на отходящих газах печей. Котлы утилизаторы, регенераторы, рекуператоры – основы конструкции, разновидности, тепловая работа, методика расчета, характеристика, область применения. Системы охлаждения, их основные особенности. Возможности использования теплоты охладителя. Испарительная система охлаждения печей – устройство, показатели, методика расчета.	3
Итого:			17

4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Раздел	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 3	Водоснабжение производства	8
2.	Раздел 4	Снабжение печей воздухом и кислородом	4
3.	Раздел 5	Пароснабжение производства. Газоснабжение производства	3
4.	Раздел 7	Классификация и характеристики вторичных энергоресурсов (ВЭР)	2
Итого:			17

4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Раздел	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах
1.	3	Поверка и градуировка приборов для измерения давления	4
2.	3	Измерение расхода воздуха/воды с помощью диафрагмы	4
3.	4	Определение аэродинамического сопротивления в трубопроводах различной конфигурации	4
4.	7	Изучение работы рекуператора	5
		Итого:	17

4.2.5. Курсовые работы (проекты) – курсовые работы (проекты) не предусмотрены.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

Лекции, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся. Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Практические занятия. Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Лабораторные работы. Цели лабораторных занятий:

-углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы обучающихся с учебной и научной литературой;

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Консультации (текущая консультация, накануне дифф.зачета) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

Раздел 1. Введение в дисциплину. Топливо-энергетический баланс в цветной металлургии

1. Что понимают под топливо-энергетическим балансом металлургического завода?
2. Приведите принципиальную схему энергоснабжения металлургического завода.
3. Назовите основные виды энергоносителей.
4. Какие источники энергии относят к возобновляемым?
5. Какие источники энергии относят к невозобновляемым?
6. Укажите состав теплоэнергетического оборудования металлургических заводов.
7. Как рассчитывают К.П.Д. печной установки?
8. Что понимают под теплотой сгорания топлива?
9. Основной источник тепловой энергии руднотермической печи?
10. Основной источник тепловой энергии в печах для автогенных плавков?

Раздел 2. Производство и распределение электроэнергии

1. На какие категории делятся потребители электрической энергии?
2. Потребление электроэнергии в цветной металлургии.
3. Основные принципы построения систем электроснабжения.
4. Классификация электрических печей по способу преобразования электрической энергии в теплоту.
5. Виды и источники энергии на металлургических предприятиях.
6. Энергоемкость металлургических производств.
7. Приходная часть энергетических балансов печных агрегатов.
8. Энергоемкость печных переделов.
9. Полезные затраты энергии и потери.
10. Современное состояние и роль энергосбережения на печных переделах.

Раздел 3. Водоснабжение производства

1. На какие нужды используется вода на металлургическом предприятии?
2. Какие могут быть производственные водопроводы в зависимости от назначения?
3. На какие основные группы разделяют водохранилища-охладители по назначению, расположению и условиям питания?
4. Приведите классификацию насосов.
5. Основные показатели и характеристики насосов?
6. Что понимают под работой насоса на сеть?
7. От чего зависит высота всасывания насоса?
8. Как рассчитывают мощность и К.П.Д. насосной установки?
9. На какие виды подразделяются производственные сточные воды по своему составу при отводе с территории промышленных предприятий?
10. Назовите основные методы химической очистки производственных сточных вод.

Раздел 4. Снабжение печей воздухом и кислородом

1. Потребление воздуха, его параметры.
2. Источники воздуховоснабжения переделов.
3. Воздухоподающее оборудование.
4. Классификации воздухоподающих машин.

5. Основные параметры, характеристики и показатели воздухоподающих машин.
6. Компрессорные и воздуходувные станции, их оборудование.
7. Термодинамические основы получения кислорода.
8. Кислородные станции, их состав и оборудование.
9. Кислородопроводы.
10. Схема получения кислорода из воздуха.

Раздел 5. Пароснабжение производства. Газоснабжение производства

1. Потребление пара металлургическим предприятием.
2. Параметры пара.
3. Источники пароснабжения.
4. Тепловые электростанции, их разновидности.
5. Котельные агрегаты.
6. Турбинные установки.
7. Системы теплоснабжения производства.
8. Системы газоснабжения.
9. Параметры газа.
10. Газопроводы, газорегуляторные установки, газосмесительные газоповысительные станции.

Раздел 6. Энергосбережение

1. Характеристика и динамика энергозатрат по переделам производства.
2. Основные причины низких показателей энергосбережения.
3. Направления энергосбережения в металлургии.
4. Метод предельного энергосбережения.
5. Направления повышения эффективности процессов теплообмена в печи.
6. Пути сокращения потерь теплоты во внешнюю среду при работе металлургической печи.
7. Виды изоляционных материалов.
8. В чем преимущество индукционных плавильных печей в сравнении с пламенными?
9. Энергоемкость выпуска продукции.
10. Энергосбережение и экология.

Раздел 7. Классификация и характеристики вторичных энергоресурсов

1. Расходные статьи теплового баланса пирометаллургических процессов.
2. Классификация вторичных энергоресурсов.
3. Условия эффективного использования вторичных энергоресурсов.
4. Экономическая эффективность использования вторичных энергетических ресурсов.
5. Установки, утилизирующие теплоту расплавов.
6. Теплоутилизационные установки на отходящих газах печей.
7. Котлы утилизаторы, регенераторы, рекуператоры – основы конструкции, разновидности, тепловая работа, методика расчета, характеристика, область применения.
8. Системы охлаждения, их основные особенности.
9. Возможности использования теплоты охладителя.
10. Испарительная система охлаждения печей – устройство, показатели, методика расчета.

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (дифф. зачета)

6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к дифф. зачету:

1. Назовите виды и источники энергии на металлургических и машиностроительных предприятиях.
2. На долю какого энергоносителя приходится наибольшее годовое потребление на предприятиях металлургического комплекса?
3. Состав и роль теплоэнергетического оборудования металлургических заводов?
4. Энергетические к.п.д. печных установок.
5. Каким образом происходит распределение электроэнергии на заводе?
6. Как проводят расчет электрических нагрузок цеха?
7. Производство каких металлов характеризуется высокими затратами электроэнергии?
8. Каково влияние изменения температуры на электро- и теплофизические свойства материала?
9. Назовите особенности системы промышленного водоснабжения печных цехов с оборотом воды.
10. Приведите основную классификацию насосов.
11. Что понимают под полным напором насоса и как его рассчитывают?
12. Что понимают под работой насоса на сеть?
13. От каких факторов зависит высота всасывания насоса?
14. Сравните параллельную и индивидуальную схемы воздухообеспечения металлургических печей.
15. Приведите классификацию воздухоподающих машин в зависимости от избыточного давления воздуха.
16. Какой тип воздухоподающих машин обычно применяют для снабжения металлургических печей?
17. Какова структура системы производства и распределения сжатого воздуха?
18. Назовите источники кислородоснабжения металлургических переделов.
19. Опишите паровую схему теплоснабжения с возвратом конденсата.
20. Опишите принцип работы парового котла.
21. Опишите принцип работы турбинной установки.
22. Назовите источники газоснабжения металлургических переделов.
23. Преимущества и недостатки газообразного топлива, его свойства и состав.
24. Что понимают под энергосберегающей технологией?
25. Назовите наиболее существенные причины низких показателей энергосбережения.
26. В чем заключается метод предельного энергосбережения?
27. Пути снижения удельных расходов энергии в электрических печах?
28. Пути снижения удельных расходов энергии в печах работающих на газообразном топливе?
29. Пути снижения удельных расходов энергии в печах работающих на твердом топливе?
30. Какую роль играют автоматизированные системы управления в повышении энергетической эффективности в теплоэнергетических системах металлургического производства?
31. Что относят к вторичным энергетическим ресурсам?
32. Назовите статьи потерь основного количества тепла в пирометаллургических процессах.
33. Назовите возможные направления использования теплоты отходящих газов.
34. Опишите замкнутую схему утилизации теплоты отходящих газов металлургических печей.

35. Какие используют теплоутилизационные установки на отходящих газах печей?
36. Какая схема утилизации теплоты шлаков более эффективна?
37. Каким методом осуществляют утилизацию теплоты огненно-жидких шлаков?
38. Что понимают под намораживанием шлакового расплава?
39. Назовите способы охлаждения элементов металлургических печей, их основные особенности.
40. Назовите температуру воды поступающей в охлаждаемые узлы печей и максимальную температуру с которой вода отводится из них?

6.2.2. Примерные тестовые задания к дифф. зачету Вариант 1.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Что не относится к производственным энергоносителям?	1. сжатый воздух; 2. водяной пар; 3. горячая вода; 4. огнеупоры.
2.	Главной задачей энергоносителей на предприятии является:	1. передача тепловой энергии от источника к потребителю; 2. обеспечение безотходного производства; 3. обеспечение условий технологического процесса; 4. обеспечение условий отсутствия утечек.
3.	К твердому металлургическому топливу относится:	1. кокс; 2. мазут; 3. природный газ; 4. кислород.
4.	Формула для расчета коэффициента использования тепла топлива (КИТ), где где Q_H^P - теплота сгорания топлива; Q_Φ – физическое тепло, вносимое с подогретым воздухом и топливом; Q_{yx} – потери тепла с уходящими газами:	1. $\eta = \frac{Q_H^P + Q_\Phi + Q_{yx}}{Q_H^P}$; 2. $\eta = \frac{Q_H^P + Q_\Phi - Q_{yx}}{Q_H^P}$; 3. $\eta = \frac{Q_H^P + Q_{yx} - Q_\Phi}{Q_H^P}$; 4. $\eta = \frac{Q_H^P - Q_{yx} - Q_\Phi}{Q_H^P}$.
5.	Потери тепла с уходящими газами рассчитываются по формуле:	1. $Q_{yx} = V_d \cdot c'_d \cdot t_{yx} + Q_n$; 2. $Q_{yx} = V_d \cdot c'_d \cdot t_{yx} - Q_n$; 3. $Q_{yx} = V_d \cdot c'_d + Q_n$; 4. $Q_{yx} = V_d \cdot t_{yx} + Q_n$.
6.	Электрическая сеть объекта электроснабжения называется:	1. электрическая станция; 2. электрическая сеть; 3. подстанция; 4. система электроснабжения объекта.
7.	По способам подачи воды водопроводы бывают:	1. прямоточные, оборотные, замкнутые, с последовательным использованием воды; 2. гравитационные и напорные; 3. с механической подачей воды с помощью насосов; 4. гравитационные.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
8.	Схема водоснабжения предприятия, обеспечивающая многократное использование воды в технологических и производственных процессах:	1. оборотная; 2. прямоточная; 3. последовательная; 4. комбинированная.
9.	Насосы, работающие по принципу отсекаания и вытеснения определенного объема жидкости:	1. объемные; 2. лопастные; 3. бесприводные; 4. вихревые.
10.	К группе лопастных насосов относятся:	1. поршневые насосы; 2. центробежные насосы; 3. пластинчатые насосы; 4. эрлифты.
11.	К группе бесприводных насосов относятся:	1. двухроторные насосы; 2. вихревые насосы; 3. струйные насосы; 4. осевые насосы.
12.	К машинам трения относится следующая группа динамических машин: -	1. центробежные и осевые насосы; 2. вентиляторы и компрессоры; 3. пластинчатые насосы; 4. вихревые насосы.
13.	Эффективность использования насосом энергии оценивается с помощью: -	1. производительности насоса; 2. создаваемого напора; 3. КПД насоса; 4. относительного термодинамического КПД.
14.	При увеличении плотности жидкости высота всасывания насоса: -	1. уменьшается; 2. увеличивается; 3. остается постоянной; 4. насос выходит из строя.
15.	Потери энергии в насосе сопряженные с преодолением механического трения в подвижных узлах, например, трение в подшипниках:	1. механические; 2. гидравлические; 3. объемные; 4. статические.
16.	Машина, перемещающая газовую среду при степени сжатия ϵ до 1,15 (до 1000 мм вод. ст.), называется:	1. компрессор; 2. вентилятор; 3. газодувка; 4. насос.
17.	Схема воздуhosнабжения печей, при которой все воздуходувные машины работают параллельно и нагнетают воздух в общий воздухопровод:	1. параллельная; 2. индивидуальная; 3. последовательная; 4. прямая.
18.	Сколько процентов кислорода содержится в техническом кислороде, вырабатываемом на кислородных станциях?	1. 50-55%; 2. 60-70%; 3. 75-85%; 4. 95-98%.
19.	Газопроводы высокого давления могут прокладываться:	1. по наружным стенам; 2. по монолитным стенам; 3. по глухим стенам; 4. по опорам перекрытий.
20.	К вторичным энергоресурсам относится:	1. тепло расплавленных шлаков при грануляции; 2. кокс; 3. кислород; 4. сжатый воздух.

Вариант 2.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Что не относится к производственным энергоносителям?	<ol style="list-style-type: none"> 1. водяной пар; 2. система трубопроводов; 3. сжатый воздух; 4. кокс.
2.	Параметры энергоносителя определяются:	<ol style="list-style-type: none"> 1. характеристиками передающего оборудования; 2. характеристиками теплового оборудования; 3. характеристиками потребляющего оборудования; 4. характеристиками потерь при транспортировке.
3.	К жидкому металлургическому топливу относится:	<ol style="list-style-type: none"> 1. кокс; 2. мазут; 3. природный газ; 4. кислород.
4.	Формула для расчета термического КПД печи, где Q_{H^P} - теплота сгорания топлива, $Q_{техн}$ – расход тепла топлива на технологические нужды, $Q_{пот}$ – расход тепла на покрытие тепловых потерь, V – расход топлива:	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\eta = \frac{Q_{техн} + Q_{пот}}{V \cdot Q_{H^P}}$; 2. $\eta = \frac{Q_{техн} - Q_{пот}}{V \cdot Q_{H^P}}$; 3. $\eta = \frac{Q_{пот} - Q_{техн}}{V \cdot Q_{H^P}}$; 4. $\eta = \frac{Q_{техн} + Q_{пот}}{V - Q_{H^P}^P}$.
5.	Основным показателем эффективности использования топлива в печах является удельный расход тепла (b), который рассчитывается по формуле, где G – производительность по готовому продукту, $M_{общ}$ – общая тепловая мощность печи:	<ol style="list-style-type: none"> 1. $b = M_{общ} \cdot G$; 2. $b = M_{общ} - G$; 3. $b = \frac{M_{общ}}{G}$; 4. $b = \frac{M_{общ}}{2,3 \cdot G}$.
6.	Совокупность электроустановок для передачи и распределения электроэнергии называется:	<ol style="list-style-type: none"> 1. электрическая станция; 2. электрическая сеть; 3. подстанция; 4. система электроснабжения объекта.
7.	Для перемещения и подъема воды в системах заводского водоснабжения применяют:	<ol style="list-style-type: none"> 1. поршневые, центробежные и бесприводные (эрифты) насосы; 2. сгустители; 3. пачуки; 4. перколяторы.
8.	Схема водоснабжения предприятия, предусматривающая повторное использование воды в других производственных процессах без дополнительной обработки и очистки:	<ol style="list-style-type: none"> 1. оборотная; 2. прямоточная; 3. последовательная; 4. комбинированная.
9.	Насосы, работающие по принципу закручивания и перемещения жидкости при помощи лопастей вращающегося рабочего колеса:	<ol style="list-style-type: none"> 1. объемные; 2. лопастные; 3. бесприводные; 4. поршневые.
10.	К группе бесприводных насосов относятся:	<ol style="list-style-type: none"> 1. поршневые насосы; 2. центробежные насосы;

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		3. пластинчатые насосы; 4. эрлифты.
11.	К группе объемных насосов относятся:	1. двухроторные насосы; 2. вихревые насосы; 3. струйные насосы; 4. осевые насосы.
12.	Насос, рабочим органом которого является сопло, называется: -	1. центробежный насос; 2. вихревой насос; 3. струйный насос; 4. поршневой насос.
13.	Машины, превращающие энергию потока жидкости в механическую энергию, называются:	1. компрессор; 2. вентилятор; 3. гидродвигатель; 4. насос.
14.	Давление, создаваемое рабочим органом насоса по средствам передачи энергии от рабочего органа насоса к жидкости, называют:	1. полный напор насоса; 2. К.П.Д. насоса; 3. работа насоса на сеть; 4. статический напор установки.
15.	Потери энергии в насосе, сопряженные с преодолением гидравлических сопротивлений при движении жидкости в рабочей камере насоса от всасывания к нагнетанию:	1. механические; 2. гидравлические; 3. объемные; 4. статические.
16.	Машина, перемещающая газовую среду при степени сжатия ϵ больше 1,15 ($0,1 \div 3 \text{ кг/см}^3$), но искусственно не охлаждаемая, называется:	1. компрессор; 2. вентилятор; 3. газодувка; 4. насос.
17.	Схема воздухообеспечения печей, при которой воздуходувка работает через индивидуальный воздухопровод только на определенную печь:	1. параллельная; 2. индивидуальная; 3. последовательная; 4. прямая.
18.	Схема получения кислорода из воздуха состоит из следующих операций:	1. сжижения воздуха и последующего его разделения на отдельные газовые составляющие; 2. сжижения воздуха; 3. нагрева при высоких температурах; 4. создания отрицательного давления.
19.	Диаметры газопроводов определяются:	1. гидравлическим расчетом при максимальном расходе газа; 2. гидравлическим расчетом при минимальном расходе газа; 3. аэродинамическим расчетом при максимальном расходе газа; 4. гидравлическим расчетом при максимальном расходе конденсата.
20.	К вторичным энергоресурсам относится:	1. кислород; 2. кокс; 3. тепло отходящих газов; 4. сжатый воздух.

Вариант 3.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Что не относится к производственным энергоносителям?	1. водяной пар; 2. сжатый воздух; 3. флюсы; 4. мазут.
2.	Для водоснабжения металлургических предприятий используются:	1. поверхностные и подземные воды; 2. поверхностные воды; 3. грунтовые воды; 4. только подземные воды.
3.	К газообразному металлургическому топливу относится:	1. кокс; 2. мазут; 3. природный газ; 4. антрацит.
4.	Общая тепловая мощность печи ($M_{\text{общ}}$) рассчитывается по формуле, где Q_{H}^{P} - теплота сгорания топлива, V – расход топлива:	1. $M_{\text{общ}} = \frac{V}{Q_{\text{H}}^{\text{P}}}$; 2. $M_{\text{общ}} = V \cdot Q_{\text{H}}^{\text{P}}$; 3. $M_{\text{общ}} = \frac{0,5 \cdot V}{Q_{\text{H}}^{\text{P}}}$; 4. $M_{\text{общ}} = 0,5 \cdot V \cdot Q_{\text{H}}^{\text{P}}$.
5.	Удельный расход тепла топлива (b) рассчитывается по формуле, где $Q_{\text{техн}}$ – расход тепла топлива на технологические нужды, $Q_{\text{пот}}$ – расход тепла на покрытие тепловых потерь, G – производительность по готовому продукту, η – термический к.п.д. печи:	1. $b = \frac{Q_{\text{техн}} - Q_{\text{пот}}}{G \cdot \eta}$; 2. $b = \frac{Q_{\text{техн}} + Q_{\text{пот}}}{G \cdot \eta}$; 3. $b = \frac{Q_{\text{техн}} \cdot Q_{\text{пот}}}{G \cdot \eta}$; 4. $b = \frac{Q_{\text{техн}} - G}{Q_{\text{пот}} \cdot \eta}$.
6.	Электрическая часть производственной установки, получающая электроэнергию от источника и преобразующая ее в другой вид энергии называется:	1. генератором; 2. приёмником электроэнергии; 3. подстанцией; 4. трансформатором.
7.	По кратности использования воды системы водоснабжения бывают:	1. прямоточные, оборотные, замкнутые, с последовательным использованием воды; 2. гравитационные и напорные; 3. с механической подачей воды с помощью насосов; 4. гравитационные.
8.	Схема водоснабжения предприятия, предусматривающая сброс воды после предварительной очистки:	1. оборотная; 2. прямоточная; 3. последовательная; 4. комбинированная.
9.	Насосы, характеризующиеся отсутствием движущихся частей и не нуждающиеся в механическом приводе:	1. объемные; 2. лопастные; 3. бесприводные; 4. роторные.
10.	К группе объемных насосов относятся:	1. поршневые насосы; 2. центробежные насосы; 3. осевые насосы; 4. эрлифты.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
11.	К группе лопастных насосов относятся:	1. поршневые насосы; 2. роторные насосы; 3. осевые насосы; 4. пластинчатые насосы.
12.	К машинам, создающим малые подачи и большие напоры, относятся:	1. центробежные машины; 2. осевые машины; 3. поршневые и роторные машины; 4. струйные машины.
13.	Величина, характеризующая насосы и вентиляторы с энергетической стороны, представляющая собой работу, полученную потоком рабочих органов машины, отнесенную к 1 кг массы жидкости или газа, называется:	1. полная работа; 2. полезная работа; 3. удельная полезная работа; 4. затраченная работа.
14.	Разность гидростатических напоров жидкости в напорном и приемном резервуарах, называют:	1. полный напор насоса; 2. К.П.Д. насоса; 3. работа насоса на сеть; 4. статический напор установки.
15.	Потери энергии в насосе, возникающие в результате перетекания жидкости из нагнетания в линию всасывания:	1. механические; 2. гидравлические; 3. объемные; 4. статические.
16.	Машина, перемещающая газовую среду при степени сжатия ϵ больше 1,15 (свыше 3 кг/см^2) и имеющая искусственное охлаждение полостей, в которых происходит сжатие газа, называется:	1. компрессор; 2. вентилятор; 3. газодувка; 4. насос.
17.	При параллельной схеме воздухообогревания печей общая производительность машин:	1. снижается; 2. увеличивается; 3. не превышает половины от теоретической производительности; 4. не изменяется.
18.	В каком аппарате происходит разделения предварительно сжиженного воздуха на отдельные газовые составляющие?	1. трубчатая печь; 2. ректификационные колонны; 3. сепаратор; 4. центрифуга.
19.	Для межцеховых газопроводов принята смешанная схема прокладки:	1. подземная; 2. подземная и на опорах; 3. подземная и надземная; 4. канальная и надземная.
20.	К вторичным энергоресурсам относятся:	1. тепло, теряемое с водой (или паром), используемыми для охлаждения конструктивных элементов печей; 2. кокс; 3. кислород; 4. сжатый воздух.

6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

6.1.3. Критерии оценок промежуточной аттестации (дифференцированного зачета)

Примерная шкала оценивания знаний по вопросам/выполнению заданий дифференцированного зачета:

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 60 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 70 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 85 % лекционных и практических занятий
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Неудовлетворительно
50-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Иванов С.А. Металлургические подъемно-транспортные машины. Конвейеры: учеб. пособие / С.А. Иванов, Н.А. Чиченев. Москва: МИСИС, 2009. 83 с.
<https://e.lanbook.com/book/1834>
2. Перевоицков С.И. Конструкция центробежных насосов (общие сведения): учеб. пособие. Тюмень: ТюмГНГУ, 2013. 228 с.
<https://e.lanbook.com/book/55442>
3. Автономова И.В. Компрессорные станции и установки. Ч. 3. Масла и системы смазки компрессоров. Водоснабжение: учеб. пособие. Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. 72 с.
<https://e.lanbook.com/book/52241>
4. Ионин А.А. Газоснабжение: учеб. Санкт-Петербург: Лань, 2012. 448 с.
<https://e.lanbook.com/book/2784>
5. Энергосбережение на предприятиях минерально-сырьевого комплекса: учеб. пособие / Б.Н. Абрамович и др.; Нац. минер.-сырьевой ун-т "Горный". СПб.: Горн. ун-т, 2013. 73 с.

7.1.2. Дополнительная литература

1. Уткин Н.И. Производство цветных металлов. М.: Интермет Инжиниринг, 2002. 442 с.
2. Сборник, н.с. Сборник научных статей. Электрификация и энергосбережение. Отдельный выпуск Горного информационно-аналитического бюллетеня (научно-технического журнала): сб. науч. тр. Москва: Горная книга, 2009. 400 с.
<https://e.lanbook.com/book/1538>
3. Поляков В.В. Насосы и вентиляторы: учеб. для вузов / В.В. Поляков, Л.С. Сквоцов. М.: Стройиздат, 1990. 336 с.

7.1.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента

1. Энерготехнологическое оборудование металлургических процессов: Методические указания к лабораторным работам / Сост. С.Б. Фокина, А.А. Дарьин. СПб: «Лема», 2017. 38 с.

7.1.4. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>
2. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>
3. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>
4. Поисковые системы Yandex, Google, Rambler, Yahoo и др.
5. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»
6. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ):
7. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>
8. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» www.biblio-online.ru
9. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Рукопонт»»: <http://rucont.ru>
10. Электронно-библиотечная система «SciTecLibrary»: <http://www.sciteclibrary.ru>
11. Электронно-библиотечная система «Лань»: <https://e.lanbook.com/books>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

Лаборатории оснащены химическим оборудованием, реактивами и лабораторными установками, необходимыми для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Энерготехнологическое оборудование металлургических процессов».

Мебель лабораторная:

доска аудиторная – 1 шт., стол ученический – 6 шт., стол для весов – 2 шт., тумба для документов – 3 шт., шкаф для хранения реактивов – 2 шт., стол приборный с большой полкой – 4 шт., шкаф для книг – 3 шт., стул – 13 шт., стол преподавателя – 1 шт., шкаф – 1 шт., стол-мойка двойной – 1 шт.

стол для весов большой – 1 шт., стол лабораторный нержавеющий – 12 шт., стол приборный без полки – 1 шт., шкаф-тумба – 1 шт., шкаф вытяжной для нагрев. печи – 1 шт., шкаф вытяжной стандартный с водой – 2 шт., шкаф для хранения реактивов – 2 шт., шкаф платяной – 1 шт., табурет – 12 шт., стол-мойка с сушилкой – 2 шт., стол офисный – 2 шт., тумбы для документов – 2 шт., технологическая приставка без воды – 12 шт., полка с дверцами – 6 шт., тумба подкатная – 4 шт., стул «ИСО» - 3 шт.

Оборудование и приборы:

модель реактора печи кипящего слоя – 2 шт., реактор – 2 шт., регистратор ПЭ-2100 – 7 шт., пылесос SF-120 – 1 шт., перестатический насос – 2 шт., манометр угловой – 5 шт., печь трубчатая СНОЛ 0,2/1250 С – 1 шт., плакат в рамке под стеклом – 4 шт., огнетушитель – 1 шт.

воздуходувка электрическая (550 Вт, производительность 3,8 м³/мин) – 2 шт., печь лабораторная трубчатая – 1 шт., вакуумный насос VR1,5-12 – 3 шт., насос прецизионный – 1 шт., компрессор с ресивером для подачи сжатого воздуха – 1 шт., плакат в рамке под стеклом – 2 шт., лабораторная посуда и химические реактивы; огнетушитель – 1 шт.

Компьютерная техника:

мультимедийный блок – 1 шт.

моноблок 24" Asus ET2411IUKI – 2 шт. (с возможностью подключения к сети «Интернет»), сканер – HP ScanJet 3500C – 1 шт., принтер «Canon LBP-800» - 1 шт.

8.2. Помещения для самостоятельной работы

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники» ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования» ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования» Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования», Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции», Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011, Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011,

Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012

Kaspersky antivirus 6.0.4.142

8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт.,

дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

8.4. Лицензионное программное обеспечение:

1. Microsoft Windows 8 Professional (договор бессрочный ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 «На поставку компьютерной техники»)

2. Microsoft Office 2007 Standard (договор бессрочный Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007)

3. Microsoft Office 2010 Professional Plus (договор бессрочный Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, договор бессрочный Microsoft Open License 47665577 от 10.11.2010, договор бессрочный Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011)