



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИММиМ
А.С. Савинов

20.02.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
ТЕХНОЛОГИЯ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Направление подготовки (специальность)
18.03.01 Химическая технология

Направленность (профиль/специализация) программы
Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения
заочная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалообработки
Кафедра	Металлургии и химических технологий
Курс	4

Магнитогорск
2024 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология (приказ Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 922)


Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Metallургии и химических технологий
09.01.2024, протокол № 4

Зав. кафедрой  А.С. Харченко

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ
20.02.2024 г. протокол № 4

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:
доцент кафедры МиХТ, канд. техн. наук  Т.Г. Волощук

Рецензент:
зав. кафедрой ПЭиБЖД, канд. техн. наук  А.Ю. Перятинский

Формы обучения
очная

Министерство
2024 год

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.С. Харченко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.С. Харченко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.С. Харченко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.С. Харченко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2029 - 2030 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.С. Харченко

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

сформировать системные знания у студентов в области технологии углеродных материалов, как в целом, так и по отдельным передлам;

добиться понимания студентами физико-химических процессов протекающих при производстве различных углеродных материалов;

познакомить студентов с свойствами готовых углеродных изделий и использованием их в промышленности.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Технология углеродных материалов входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

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

Общая химическая технология

Органическая химия

Химия, минералогия и петрография

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

Химическая технология топлива и углеродных материалов

Коксование углей

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Технология углеродных материалов» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-3	Способен осуществлять контроль технологических процессов, качества сырья и выпускаемой продукции топливно-энергетического комплекса
ПК-3.1	Осуществляет контроль технологических процессов, качества сырья и выпускаемой продукции топливно-энергетического комплекса

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 10,7 акад. часов;
- аудиторная – 10 акад. часов;
- внеаудиторная – 0,7 акад. часов;
- самостоятельная работа – 93,4 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

– подготовка к зачёту – 3,9 акад. час

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Классификация углеграфитовых материалов								
1.1 Структура углеродных материалов. Общая схема производства углеродных материалов.	4	2		3	2,4	Поиск дополнительной информации по заданной теме Подготовка докладов	Защита реферата, доклада, презентации	ПК-3.1
1.2 Характеристика и применение углеродных материалов		0,5			6	Поиск дополнительной информации по заданной теме Подготовка докладов	Защита реферата, доклада, презентации	ПК-3.1
1.3 Общие свойства углеродных материалов					6	Поиск дополнительной информации по заданной теме Подготовка докладов	Защита реферата, доклада, презентации	ПК-3.1
Итого по разделу		2,5		3	14,4			
2. Этапы производства углеродных материалов								
2.1 Сырьевые материалы	4	0,5			6	Поиск дополнительной информации по заданной теме Подготовка докладов	Защита реферата, доклада, презентации	ПК-3.1
2.2 Прокаливание углеродистых материалов					6	Поиск дополнительной информации по заданной теме Подготовка докладов	Защита реферата, доклада, презентации	ПК-3.1

2.3 Измельчение и рассев углеродистых материалов				6	Поиск дополнительной информации по заданной теме Подготовка докладов	Защита реферата, доклада, презентации	ПК-3.1
2.4 Составление производственных рецептур	1		2	5	Поиск дополнительной информации по заданной теме Подготовка докладов	Экспресс-опрос	ПК-3.1
2.5 Технология приготовления массы				6	Поиск дополнительной информации по заданной теме Подготовка докладов	Защита реферата, доклада, презентации	ПК-3.1
2.6 Методы и технология прессования				6	Поиск дополнительной информации по заданной теме Подготовка докладов	Защита реферата, доклада, презентации	ПК-3.1
2.7 Обжиг углеродистых изделий			1	6	Поиск дополнительной информации по заданной теме Подготовка докладов	Защита реферата, доклада, презентации	ПК-3.1
2.8 Графитизация				8	Поиск дополнительной информации по заданной теме Подготовка докладов	Защита реферата, доклада, презентации	ПК-3.1
2.9 Пропитка и уплотнение углеграфитовых изделий				8	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Защита реферата, доклада на лекции или конспект по предлагаемой литературе	ПК-3.1
2.10 Технология некоторых специальных видов изделий (Электродов, осветительных углей, Щеток для электрических машин, пористых изделий)				8	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Защита реферата, доклада или конспект по предлагаемой литературе	ПК-3.1
2.11 Подготовка к промежуточной аттестации				14	Подготовка к зачету	Тест	ПК-3.1
Итого по разделу	1,5		3	79			
Итого за семестр	4		6	93,4		зачёт	
Итого по дисциплине	4		6	93,4		зачет	

5 Образовательные технологии

Образовательные и информационные технологии

В процессе преподавания дисциплины «Технология и использование углеродных материалов» применяются традиционная и модульно-компетентностная технологии.

Лекции проходят как в форме лекции-информации, так и в форме лекции-визуализации. Лекции проводятся с использованием интерактивного метода – «обучение на основе опыта» для создания аналогий между изучаемыми явлениями и знаковыми студентам жизненными ситуациями и более глубокого усваивания изучаемых вопросов.

Лекционный материал закрепляется в ходе практических работ, на которых выполняются групповые или индивидуальные задания по пройденной теме. Практические работы проводятся с элементами исследования и внедрением инновационной технологии коллективного взаимообучения. (Для формирования системного творческого технического мышления и способности генерировать нестандартные технические идеи при решении творческих производственных задач). Контекстный метод обучения при проведении практических занятий позволяет усвоить материал путем выявления связей между конкретным знанием и его применением. Для решения задач исследовательского характера на практических занятиях проводится учебная дискуссия, как метод интерактивного обучения, позволяющая обмениваться взглядами студентам по конкретной проблеме. Высокая степень самостоятельности выполнения студентами заданий способствует развитию логического мышления и более глубокому освоению теоретических положений, изученных на лекциях. По результатам, полученным при решении задач, происходит дискуссия и формулируется вывод об оптимальном режиме проведения технологического процесса. На практических занятиях применяются также следующие виды интерактивного обучения: контекстное обучение, междисциплинарное обучение, эвристическая беседа, позволяющие находить ответ на проблему, используя знания, полученные и на других дисциплинах.

Самостоятельная работа студентов стимулирует студентов к самостоятельной проработке тем в процессе подготовки рефератов, подготовке к практическим работам и аттестации.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Неведров, А. В. Химия природных энергоносителей : учебное пособие / А. В. Неведров, Е. В. Васильева, А. В. Папин. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2019. — 165 с. — ISBN 978-5-00137-054-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/122219> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Волощук, Т. Г. Технология и использование углеродных материалов : учебное пособие [для вузов] / Т. Г. Волощук, В. Н. Петухов ; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2020. - 1 CD-ROM. - ISBN 978-5-9967-2020-0. - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/2938> - Макрообъект. - Текст :

электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

б) Дополнительная литература:

1. Современные аналитические методы исследования твердых горючих ископаемых : учебное пособие / С. А. Эпштейн, В. И. Минаев, И. М. Никитина [и др.]. — Москва : Горная книга, 2016. — 108 с. — ISBN 978-5-98672-451-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/101755> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Аллотропные состояния углерода: нанотрубки и графен: практикум : учебное пособие / составители Д. А. Павлов, С. М. Планкина. — Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2020. — 26 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/191650> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Химия горючих ископаемых : учебник / О. И. Серебряков, Т. С. Смирнова, В. С. Мерчева [и др.]. — 2-е изд., доп. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 404 с. — (Высшее образование: Магистратура). - ISBN 978-5-16-015577-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1041945> – Режим доступа: по подписке.

4. Евменова, Г. Л. Направление комплексного использования минерального сырья : учебное пособие / Г. Л. Евменова. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2017. — 115 с. — ISBN 978-5-906969-05-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/105391> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Кузнецов, Б. Н. Глубокая переработка бурых углей с получением жидких топлив и углеродных материалов: Монография / Кузнецов Б.Н., Грицко Г.И. - Новосибирск : СО РАН, 2012. - 212 с. ISBN 978-5-7692-1258-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/482287> – Режим доступа: по подписке.

в) Методические указания:

1. Свечникова, Н. Ю. Химическая технология топлива : учебно-методическое пособие / Н. Ю. Свечникова, С. В. Юдина, Т. Г. Волощук ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2018. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/2153> - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

2. Петухов, В. Н. Методы испытания спекающей и коксующей способности каменных углей и шихты : учебное пособие / В. Н. Петухов, Т. Г. Волощук ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2014. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/21325> - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Браузер Yandex	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	https://host.megaprolib.net/MP0109/Web

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

- Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа аудитория
- Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации
- Учебные аудитории для проведения практических групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточных аттестаций
- Доска, мультимедийный проектор, экран
- Помещения для самостоятельной работы обучающихся
- Персональные компьютеры с пакетом MS Office с выходом в интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
- Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования
- Стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Перечень тем докладов с презентациями

1. Технология получения композиционных материалов.
2. Материалы на основе алмаза. Технология получения Применение.
3. Углеродные наноматериалы. Технология получения Применение
4. Аллотропные модификации углерода. Физические и химические свойства углерода. Диаграмма агрегатного состояния углерода
5. Технический углерод – сажа, свойства и применение. Технологические схемы получения печной и термической сажи.
6. Стеклоуглерод Применение. Технология получения
7. Углеродные волокна, виды, свойства и применение, получение углеродных волокон
8. Алмаз как одна из модификаций углерода и его свойства. Способы получения синтетических алмазов, технологические параметры.
9. Пористые углеродные адсорбенты, их свойства и применение. Технологические схемы активирования углей для получения адсорбентов.
10. Пенографит Применение. Технология получения
11. Пироуглерод. Применение. Технология получения
12. Углеродная керамика. Применение. Технология получения
13. Карбин Применение. Технология получения
14. Фуллерены Применение. Технология получения
15. Изготовление углеродных материалов с различной пористостью. Импрегнирование материалов.
16. Получение графита высокой чистоты
17. Переработка древесных отходов в углеродные материалы
18. История производства углеграфитовых материалов.
19. Электроды. Разновидности. Области применения.
20. Углеродные материалы натурального происхождения для производства углеграфитовых материалов. Добыча. Обогащение. Подготовка к производству изделий.

Варианты задания для практических работ

Пример:

Задача:

Рассчитать оптимальное соотношение сыпучих компонентов различного гранулометрического состава в шихте для изготовления углеграфитовых материалов используя симплексно-центроидное планирование экспериментов. Гранулометрический состав компонентов: $d_1 = -0.5\text{мм}$; $d_2 = -1\text{мм}$; $d_3 = -1.5\text{мм}$;

Вопросы для обсуждения:

1. По какому принципу подбирается рецептура для производства углеродных материалов?
2. Какие факторы являются определяющими для изделий с заданными свойствами?
3. Что влияет на плотность изделия? Каким образом можно её изменить?

Перечень вопросов для подготовки к зачету.

1. Структура углеродистых материалов, определяющая их свойства (алмаз, графит, ископаемые угли, сажа)

2. Схема производства углеграфитовых материалов (Основные этапы производства, их значимость)
3. Диаграмма агрегатного состояния углерода. Свойства углеродистых материалов, определяющие технологию углеграфитовых материалов.
4. Классификация углеграфитовых материалов по области их применения. Электродные изделия.
5. Классификация углеграфитовых материалов по области их применения. Огнеупорные изделия. Химически стойкие изделия. Электроугольные изделия.
6. Классификация углеграфитовых материалов по области их применения. Антифрикционные изделия. Детали для атомных котлов. Электродные массы.
7. Общие свойства углеграфитовых материалов. От чего они зависят. Физические свойства.
8. Общие свойства углеграфитовых материалов. От чего они зависят. Механические и химические свойства.
9. Классификация сырьевых материалов. Антрацит и графит, как сырье для производства углеграфитовых материалов.
10. Классификация сырьевых материалов. Коксы, как сырье для производства углеграфитовых материалов.
11. Физико-химические процессы происходящие при прокаливании углеродистых материалов.
12. Технология прокаливания. Электрические печи. Их достоинства и недостатки.
13. Технология прокаливания. Вращающиеся печи. Их достоинства и недостатки.
14. Технология прокаливания. Ретортные печи. Их достоинства и недостатки.
15. Процессы происходящие при измельчении. Степень измельчения. Машины для измельчения. Схемы измельчения.
16. Физические основы измельчения. Теории Реттингера, Кика, Ребиндера.
17. Разделение измельченного материала на фракции. Классификация. Сита. Грохота.
18. Составление производственных рецептур. Выбор сыпучих материалов, его гранулометрического состава. Выбор связующего.
19. Смешивание. Технология приготовления массы на двухлопастной смесительной машине.
20. Смешивание. Приготовление массы на шнековых смесителях. Бегунение. Вальцевание.
21. Физико-химические процессы, протекающие при прессовании углеграфитовых масс.
22. Прессование в пресс-форму. Технология горячего и холодного прессования в пресс-форму.
23. Прессование выдавливанием. Технология выдавливания.
24. Отличительные особенности прессования в пресс-форму и выдавливанием.
25. Технология формования тромбованием. Транспортировка и хранение спрессованных изделий.
26. Обжиг. Процессы, протекающие при обжиге.
27. Влияние скорости обжига и природы углеродистых материалов на свойства готовых изделий. Режим обжига изделий.
28. Прочность спекания при обжиге. Деформация в процессе обжига. Режим обжига изделий.
29. Технология обжига изделий в многокамерных печах. Условия обжига
30. Термическое рафинирование графитов. Мундштуки для выдавливания.
31. Технология обжига мелких изделий в туннельных печах. Условия обжига.
32. Теоретические основы графитации. Изменение свойств углеграфитовых веществ в процессе графитации.
33. Технология графитации. Условия графитации.
34. Связующие материалы. Их свойства. Вспомогательные материалы при производстве углеграфитовых изделий.

Вариант тестового задания (предложены варианты ответов)

1. «Зелёные» изделия» это ...
2. Какие операции при производстве углярафитовых материалов являются обязательными?
3. При каких условиях можно расплавить углерод?
4. Анизотропия свойств графита наблюдается...
5. В направлении перпендикулярном графитовым шестигранникам графит проявляет
6. Сажа это....
7. При каких условиях применяют подшипники из углярафитовых материалов?
8. Термическое рафинирование натуральных графитов проводят ...
9. Какой (-ие) кокс (-ы) применяют для производства углярафитовых материалов?
10. Какие электроды выдерживают большую нагрузку по току?
11. Какие свойства углярафитовых материалов позволяют использовать их для строительства горна доменных печей?
12. При каком способе прессования применяется увеличенное количество связующего?
13. Что влияет на трение при работе машин постоянного тока и некоторых машин переменного тока?
14. В атомной промышленности графит используется в качестве ...
15. Для производства углярафитовых материалов используются твердые материалы
16. При производстве углярафитовых материалов прокаливанию подвергаются
17. Основная цель прокаливания ...
18. Материал в барабанных прокалочных печах ...
19. Окончательное дробление при производстве углярафитовых материалов и используется...
20. Для предварительного дробления используются...
21. Гранулометрический состав шихты для производства углярафитовых изделий подбирают исходя из..
22. В составе шихты для производства углярафитовых изделий должны присутствовать
23. Смешивание вминанием осуществляют...
24. Если связующее вводится в расплавленном состоянии в смесительную машину, то...
25. При прессовании в пресс-форму ...
26. Какие свойства углеродных материалов являются важными при их использовании для атомной энергетики?
27. В какие типы реакций вступает графит
28. Оптимальная температура смешивания при приготовлении массы
29. Целью вальцевания при обработке массы является
30. Какие схемы дробления предусматривают использование сит
31. Холодное прессование может производиться
32. При прессовании выдавливанием температура пресса должна быть ...
33. Целью обжига является...
34. Камера, стоящая на огне в обжиговой печи это...
35. Если операция обжига является последней технологической операцией, то при обжиге
36. В туннельных печах обжигают...
37. К вспомогательным материалам при графитации относится...
38. Нагрев в графитировочных печах идет ...
39. Окончание процесса графитации определяют по
40. Мелкие изделия обжигают помещая их ...

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<p>Способен осуществлять контроль технологических процессов, качества сырья и выпускаемой продукции топливно-энергетического комплекса (ПК-3)</p>		
<p>ПК-3.1</p>	<p>Осуществляет контроль технологических процессов, качества сырья и выпускаемой продукции топливно-энергетического комплекса</p>	<p><i>Вопросы к зачету</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Структура углеродистых материалов, определяющая их свойства (алмаз, графит, ископаемые угли, сажа) 2. Схема производства углеграфитовых материалов (Основные этапы производства, их значимость) 3. Диаграмма агрегатного состояния углерода. Свойства углеродистых материалов, определяющие технологию углеграфитовых материалов. 4. Классификация углеграфитовых материалов по области их применения. Электродные изделия. 5. Классификация углеграфитовых материалов по области их применения. Огнеупорные изделия. Химически стойкие изделия. Электроугольные изделия. 6. Классификация углеграфитовых материалов по области их применения. Антифрикционные изделия. Детали для атомных котлов. Электродные массы. 7. Общие свойства углеграфитовых материалов. От чего они зависят. Физические свойства. 8. Общие свойства углеграфитовых материалов. От чего они зависят.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>Механические и химические свойства.</p> <p>9. Классификация сырьевых материалов. Антрацит и графит, как сырье для производства углеграфитовых материалов.</p> <p>10. Классификация сырьевых материалов. Коксы, как сырье для производства углеграфитовых материалов.</p> <p>11. Физико-химические процессы происходящие при прокаливании углеродистых материалов.</p> <p>12. Технология прокаливания. Электрические печи. Их достоинства и недостатки.</p> <p>13. Технология прокаливания. Вращающиеся печи. Их достоинства и недостатки.</p> <p>14. Технология прокаливания. Ретортные печи. Их достоинства и недостатки.</p> <p>15. Процессы происходящие при измельчении. Степень измельчения. Машины для измельчения. Схемы измельчения.</p> <p>16. Физические основы измельчения. Теории Реттингера, Кика, Ребиндера.</p> <p>17. Разделение измельченного материала на фракции. Классификация. Сита. Грохота.</p> <p>18. Составление производственных рецептур. Выбор сыпучих материалов, его гранулометрического состава. Выбор связующего.</p> <p>19. Смешивание. Технология приготовления массы на двухлопастной смесительной машине.</p> <p>20. Смешивание. Приготовление массы на шнековых смесителях. Бегунение. Вальцевание.</p> <p>21. Физико-химические процессы, протекающие при прессовании углеграфитовых масс.</p> <p>22. Прессование в пресс-форму. Технология горячего и холодного прессования в пресс-форму.</p> <p>23. Прессование выдавливанием. Технология выдавливания.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>24. Отличительные особенности прессования в пресс-форму и выдавливанием.</p> <p>25. Технология формования тромбованием. Транспортировка и хранение спрессованных изделий.</p> <p>26. Обжиг. Процессы, протекающие при обжиге.</p> <p>27. Влияние скорости обжига и природы углеродистых материалов на свойства готовых изделий. Режим обжига изделий.</p> <p>28. Прочность спекания при обжиге. Деформация в процессе обжига. Режим обжига изделий.</p> <p>29. Технология обжига изделий в многокамерных печах. Условия обжига</p> <p>30. Термическое рафинирование графитов. Мундштуки для выдавливания.</p> <p>31. Технология обжига мелких изделий в туннельных печах. Условия обжига.</p> <p>32. Теоретические основы графитации. Изменение свойств углеграфитовых веществ в процессе графитации.</p> <p>33. Технология графитации. Условия графитации.</p> <p>34. Связующие материалы. Их свойства. Вспомогательные материалы при производстве углеграфитовых изделий.</p> <p><i>Задание</i></p> <p>Составить рецептуру и технологическую схему производства электрических щеток для машин постоянного тока.</p> <p><i>Задача</i></p> <p>При сжигании угля, имеющего следующий состав, масс. %: C^p – 74,1; H^p- 5,1; N^p- 1,35; O^p- 9,5; S^p- 0,95; W^p- 5,0; A^p-4,0, образуются продукты горения, анализ которого показал следующий состав об. %: CO₂- 8,25; O₂-11,65; N₂-80,10.</p> <p>Определить вес продуктов горения, включая водяные пары, образующихся при</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		сжигании 1 кг угля, и избыток воздуха, используемого для сжигания.

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

Промежуточная аттестация по дисциплине «Технология углеродных материалов» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний. Зачет проводится в форме теста.

Показатели и критерии оценивания зачета:

– на оценку «зачтено» – обучающийся демонстрирует высокий и средний уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала. Правильные ответы должны составлять более 50% от предложенных вопросов

– на оценку «не зачтено» – обучающийся демонстрирует знания не более 50% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки.