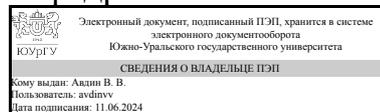


УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



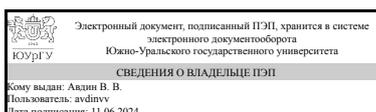
В. В. Авдин

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П0.13.02 Технология углеродных материалов
для направления 18.03.01 Химическая технология
уровень Бакалавриат
профиль подготовки Химическая технология
форма обучения очная
кафедра-разработчик Экология и химическая технология

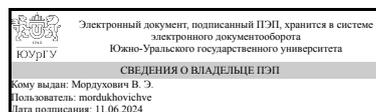
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утверждённым приказом Минобрнауки от 07.08.2020 № 922

Зав.кафедрой разработчика,
д.хим.н., проф.



В. В. Авдин

Разработчик программы,
старший преподаватель



В. Э. Мордухович

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цель – формирование у студентов комплекса знаний по теоретическим основам производства, технологии углеродных материалов и композитов на основе углерода, современному состоянию технологий, перспективах развития, взаимосвязи с другими отраслями промышленности, связанными с сырьевой базой и потребителями товарной продукции. 1.2. Задачи - Добиться освоения студентами знаний а) комплекса теоретических знаний технологических процессов производства углеродных материалов и композитов на основе углерода; б) технологического оборудования на всех этапах производства углеродных материалов; в) по оценке качества исходного сырья и товарной продукции, определяющих направление их использования в народном хозяйстве; - Дать студентам информацию о перспективах развития технологии производства углеродных материалов и композитов на основе углерода, путях повышения качества товарной продукции, научных исследованиях в области технологии углеродных материалов, расширении направлений использования углеродной продукции; - Добиться развития у студентов навыков творческого мышления.

Краткое содержание дисциплины

Аллотропные модификации углерода. Физические и химические свойства углерода. Виды углеграфитовых материалов, их физико-химические свойства и применение. Основное и вспомогательное сырье для производства углеродных материалов и его свойства. Технологическая схема производства углеграфитовых материалов. Предварительное дробление твердых углеродных наполнителей. Прокалка нефтяных, пековых коксов и антрацита. Физико-химические процессы происходящие при прокалке. Ретортные и вращающиеся прокаточные печи. Их конструкция и технологические параметры процесса прокаливания. Каменноугольный пек, технология его подготовки. Технология дробления и размола твердых сырьевых компонентов. Классификация (разделение на фракции по крупности частиц) твердых сырьевых материалов, оборудование для классификации. Смешивание наполнителей и связующего. Выбор вида сырья и связующего, гранулометрический состав сортовых фракций и шихты. Технологические параметры смешивания, оценка качества смешивания. Конструкции смесильных машин. Расчет рецептуры изготовления углеграфитовых заготовок. Прессование углеграфитовых заготовок. Способы прессования, сравнительная характеристика различных способов формования углеграфитовых материалов. Низкотемпературная термообработка углеграфитовых изделий – обжиг. Физико-химические процессы, происходящие при обжиге. . Конструкции печей для обжига углеграфитовых заготовок (туннельные печи, печи с выкатным подом, многокамерные печи Ридгаммера открытого и закрытого типа). Схемы загрузки камер печи, график обжига и охлаждения. Пропитка обожженных заготовок. Виды и свойства пропитывающих пеков и смол. Технологические параметры пропитки. Оборудование для пропитки. Графитация обожженных заготовок. Гомогенная и гетерогенная графитация. Линейные изменения заготовок при графитации. Технологические параметры процесса графитации. Печи графитации Ачесона и Кастнера, их конструкция и технология графитации Технический углерод –сажа, свойства и применение. Технологические схемы получения печной и термической сажи. Алмаз как одна из модификаций углерода и его свойства. Способы получения

синтетических алмазов, технологические параметры. Пористые углеродные адсорбенты, их свойства и применение. Технологические схемы активирования углей для получения адсорбентов. Углеродные волокна, виды, свойства и применение. Сырье для получения углеродных волокон, основные стадии процесса: окисление, карбонизация и графитация. Технологические параметры процесса получения углеродных волокон на основе ПАН-волокна, гидратцеллюлозного волокна и пека. Технология получения композиционных материалов на основе углеродных волокон. Свойства композитов. . Применение углерод-углеродных композитов.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Готов изучать научнотехническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования и разработки.	Знает: современные актуальные источники научно-технической, химической, химико-технологической, нормативно-технической экономической информации, отраслевую справочную и специальную литературу Умеет: находить области применения и планировать этапы внедрения результатов исследования; применять методы анализа научно-технической информации; применять нормативную документацию в соответствующей области знаний Имеет практический опыт: сбора, обработки, анализа и обобщения передового отечественного и международного опыта в области исследований углеродных материалов
ПК-7 Способен проверять техническое состояние, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования, готовить оборудование к ремонту и принимать оборудование из ремонта; осваивать вновь вводимое оборудование.	Знает: направления модернизации и реконструкции производства углеродных материалов; виды и конструкции оборудования для коксования, их технические характеристики Умеет: идентифицировать типовые неисправности в работе оборудования; выбирать оборудование для проведения процессов производства углеродных материалов; выбирать необходимое оборудование по производительности и технологическим параметрам Имеет практический опыт: расчета оборудования на заданную производительность процесса

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Химические реакторы, Экономика и управление производством, Расчет печей и сушил	Не предусмотрены

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Химические реакторы	<p>Знает: теорию реакторов, основы стехиометрических, термодинамических и кинетических расчетов при проектировании реакторов, конструкции коксовых печей, оборудование и машины коксовых печей, температурный и гидравлический режим коксования, основные параметры технологического процесса для переработки сырья в продукцию; основные виды сырья</p> <p>Умеет: выполнять типовые химические расчеты, использовать справочную химическую литературу, анализировать технологические параметры с выбором оптимальных для получения качественной продукции; анализировать основные элементы производственного процесса во времени и пространстве и принципы организации производственных процессов на химических предприятиях; Имеет практический опыт: выполнения расчетов параметров реактора и процессов, протекающих в нем на основе математической модели, применения средств и методов технического контроля; использования методов оценки и анализа уровня организации производства, расчета материального и теплового режима коксовых печей</p>
Расчет печей и сушил	<p>Знает: назначение и классификацию печей для нагрева и сушки материалов и изделий, особенности их конструкции, технические характеристики</p> <p>Умеет: анализировать информацию по конструкциям печей, сушил и их характеристикам, с целью выбора рациональной конструкции в конкретный технологический процесс</p> <p>Имеет практический опыт: расчета производительности, теплового и материального баланса, технологических параметров нагрева и сушки</p>
Экономика и управление производством	<p>Знает: современные актуальные источники научно-технической, химической, химикотехнологической, нормативнотехнической экономической информации</p> <p>Умеет: Имеет практический опыт: использования научнотехнической, химической, химикотехнологической, нормативно-технической экономической информации, отраслевой справочной и специальной литературы</p>

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 82,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		8	
Общая трудоёмкость дисциплины	144	144	
<i>Аудиторные занятия:</i>	72	72	
Лекции (Л)	24	24	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	24	24	
Лабораторные работы (ЛР)	24	24	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	61,5	61,5	
подготовка к экзамену	61,5	61,5	
Консультации и промежуточная аттестация	10,5	10,5	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен	

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Виды и свойства сырьевых материалов, их подготовка для прессования углеродных изделий	36	4	8	24
2	Прессование углеродных изделий	4	4	0	0
3	Обжиг углеродных материалов	12	4	8	0
4	Графитация углеродных материалов	12	4	8	0
5	Пропитка углеродных материалов пеками и металлами	4	4	0	0
6	Свойства и применение углеродных материалов	4	4	0	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Классификация углеродных материалов по назначению	2
2	1	Основные виды и свойства сырья для производства углеродных материалов-наполнители и связующее. Физико-химические процессы, происходящие при прокаливании коксов	2
3	2	Способы прессования углеродных материалов	2
4	2	Конструкции и принцип действия оборудования для прессования	2
5	3	Назначение процесса обжига, физико-химические процессы происходящие при обжиге	2
6	3	Конструктивные особенности печей обжига различного типа. Технологические параметры процесса обжига углеродных материалов	2
7	4	Назначение графитации, физико-химические процессы, происходящие при графитации	2
8	4	Технология графитации в печах Ачесона и Кастнера	2

9	5	Физико-химические основы процесса пропитки углеродных материалов пеками и металлами	2
10	5	Конструкции оборудования и технологические режимы пропитки углеродных материалов	2
11	6	Основные физико механические и химические свойства углеродных материалов и методы их определения	2
12	6	Применение углеродных материалов в различных отраслях промышленности	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1, 2	1	Решение задач по расчету и составлению рецептуры углеродных материалов	4
2, 3	1	Решение задач по расчету удельного расхода сырья для изготовления углеродных материалов	4
5, 6	3	Решение задач по расчету производительности многокамерных печей обжига открытого и закрытого типа	4
7, 8	3	Решение задач по расчету материального и теплового балансов многокамерной печи обжига открытого типа	4
9, 10	4	Решение задач по расчету материального и теплового балансов печи графитации	4
11, 12	4	Решение задач по расчету производительности, сечения, длины и числа электродов печи графитации	4

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	1	Определение температуры размягчения и выхода летучих каменноугольного пека	4
2	1	Определение выхода кокса	6
3	1	Определение истираемости, грансостава кокса, составление шихты и определение выхода летучих веществ	6
4	1	Определение степени изотропности электродного кокса	4
5	1	Определение действительной плотности электродного кокса	4

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
подготовка к экзамену	Основная литература п.1 главы 1-14; п.2 разделы 1-3; п.3 главы 1-6 Дополнительная литература п.1 главы 1-7; п.2 главы 1-12 ЭУМД п.1 главы 4-6; п.2, раздел 2, подраздел 2.2.3	8	61,5

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	8	Текущий контроль	Лабораторная работа	1	5	5 баллов - работа защищена вовремя, приведены правильные расчеты, выводы логичны и обоснованы, оформление работы соответствует требованиям, во время защиты студент четко и верно ответил на все дополнительные вопросы; 4 балла - работа представлена для защиты вовремя, есть незначительные ошибки в расчетах, выводы недостаточно обоснованы, оформление работы соответствует требованиям, во время защиты студент верно ответил на большинство дополнительных вопросов; 3 балла - работа представлена для защиты вовремя, имеются более 50% верных расчетов, выводы некорректные, оформление работы соответствует требованиям, студент не ответил на большинство дополнительных вопросов; 2 балла - работа представлена для защиты вовремя, имеются серьезные ошибки в расчетах, выводы отсутствуют, работа оформлена с отклонениями от требований, студент не ответил на большинство дополнительных вопросов; 1 балл - работа представлена для защиты несвоевременно, имеются грубые ошибки в расчетах, выводы некорректные или отсутствуют, работа оформлена с отклонениями от требований, во время защиты студент не ответил на дополнительные вопросы; 0 баллов - студент не предоставил отчет о лабораторной работе. Несвоевременное предоставление отчета о лабораторной работе к защите ведет к снижению оценки на 1 балл.	экзамен
2	8	Промежуточная аттестация	Экзамен	-	5	5 баллов: обучающийся показал глубокие исчерпывающие знания в сути вопроса, ответ логически выстроен, последовательный, содержательный, полный, правильный и конкретный; 4 балла: твердые знания материала, правильное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, ответ недостаточно полный,	экзамен

						<p>имеются замечания преподавателя. Обучающийся свободно устраняет замечания преподавателя по отдельным частям и пунктам ответа; 3 балла: твердые знания и понимание основного материала; ответ не содержит грубых ошибок, но есть более 2-х неточностей и замечаний, при устранении неточностей и несущественных ошибок требуются наводящие вопросы преподавателя; 2 балла: грубые ошибки при ответе на вопрос, но более половины ответа содержат правильные сведения. Обучающийся демонстрирует неуверенные и неточные ответы на наводящие вопросы преподавателя; 1 балл: грубые ошибки в ответе, обучающийся демонстрирует непонимание сущности излагаемых положений; 0 баллов: нет ответа на вопрос.</p>	
3	8	Текущий контроль	Контрольная работа №1	1	5	<p>5 баллов - работа выполнена без ошибок с подробным, пошаговым описанием расчета; 4 балла - работа выполнена с незначительными неточностями, расчет подробно описан; 3 балла - работа выполнена правильно более, чем на 50%, процедура расчета описана не полностью; 2 балла - работа выполнена правильно более, чем на 50%, процедура расчета не описана; 1 балл - работа выполнена правильно менее, чем на 50%, процедура расчета не описана; 0 баллов - работа не выполнена.</p>	экзамен
4	8	Текущий контроль	Контрольная работа №2	1	5	<p>5 баллов - работа выполнена без ошибок с подробным, пошаговым описанием расчета; 4 балла - работа выполнена с незначительными неточностями, расчет подробно описан; 3 балла - работа выполнена правильно более, чем на 50%, процедура расчета описана не полностью; 2 балла - работа выполнена правильно более, чем на 50%, процедура расчета не описана; 1 балл - работа выполнена правильно менее, чем на 50%, процедура расчета не описана; 0 баллов - работа не выполнена.</p>	экзамен
5	8	Текущий контроль	Контрольная работа №3	1	5	<p>5 баллов - работа выполнена без ошибок с подробным, пошаговым описанием расчета; 4 балла - работа выполнена с незначительными неточностями, расчет подробно описан; 3 балла - работа выполнена правильно более, чем на 50%, процедура расчета описана не полностью; 2 балла - работа выполнена правильно более, чем на 50%, процедура расчета не описана; 1 балл - работа выполнена правильно менее, чем на 50%, процедура</p>	экзамен

						расчета не описана; 0 баллов - работа не выполнена.	
6	8	Текущий контроль	Контрольная работа №4	1	5	5 баллов - работа выполнена без ошибок с подробным, пошаговым описанием расчета; 4 балла - работа выполнена с незначительными неточностями, расчет подробно описан; 3 балла - работа выполнена правильно более, чем на 50%, процедура расчета описана не полностью; 2 балла - работа выполнена правильно более, чем на 50%, процедура расчета не описана; 1 балл - работа выполнена правильно менее, чем на 50%, процедура расчета не описана; 0 баллов - работа не выполнена.	экзамен
7	8	Текущий контроль	Контрольная работа №5	1	5	5 баллов - работа выполнена без ошибок с подробным, пошаговым описанием расчета; 4 балла - работа выполнена с незначительными неточностями, расчет подробно описан; 3 балла - работа выполнена правильно более, чем на 50%, процедура расчета описана не полностью; 2 балла - работа выполнена правильно более, чем на 50%, процедура расчета не описана; 1 балл - работа выполнена правильно менее, чем на 50%, процедура расчета не описана; 0 баллов - работа не выполнена.	экзамен

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	<p>Прохождение промежуточной аттестации не обязательно. Возможно выставление оценки по результатам текущего контроля. При желании обучающийся может повысить свой рейтинг на экзамене. Промежуточная аттестация (экзамен) проводится в устной форме. В билете три вопроса. Продолжительность проведения соответствует четырем академическим часам. Для подготовки предлагаются вопросы к экзамену. Время на подготовку к ответу 1 час.</p>	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ						
		1	2	3	4	5	6	7
ПК-1	Знает: современные актуальные источники научно-технической, химической, химико-технологической, нормативно-технической экономической информации, отраслевую справочную и специальную литературу	+	+	+	+	+	+	+
ПК-1	Умеет: находить области применения и планировать этапы внедрения результатов исследования; применять методы анализа научно-технической информации; применять нормативную документацию в	+						

	соответствующей области знаний								
ПК-1	Имеет практический опыт: сбора, обработки, анализа и обобщения передового отечественного и международного опыта в области исследований углеродных материалов	+							
ПК-7	Знает: направления модернизации и реконструкции производства углеродных материалов; виды и конструкции оборудования для коксования, их технические характеристики	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-7	Умеет: идентифицировать типовые неисправности в работе оборудования; выбирать оборудование для проведения процессов производства углеродных материалов; выбирать необходимое оборудование по производительности и технологическим параметрам	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-7	Имеет практический опыт: расчета оборудования на заданную производительность процесса	+	+	+	+	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) *основная литература:*

Не предусмотрена

б) *дополнительная литература:*

Не предусмотрена

в) *отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:*

1. Химия твердого топлива науч. журн. Рос. акад. наук, Отд-ние общ. и техн. химии, Ин-т орган. химии им. Н. Д. Зелинского журнал. - М.: Наука, 1967-

2. Кокс и химия науч.-техн. и произв. журн. Учредители: предприятия и орг. коксохим. пром-сти. журнал. - М.: Metallургия, 1959-

3. Цветные металлы науч.-техн. и произв. журн. Ком. Рос. Федерации по металлургии, Ком. Рос. Федерации по драгоценным металлам и драгоценным камням журнал. - М., 1931-

г) *методические указания для студентов по освоению дисциплины:*

1. Получение углеродных материалов
2. Оборудование и технология углеродных материалов
3. Химическая технология углеродных материалов

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Получение углеродных материалов
2. Оборудование и технология углеродных материалов
3. Химическая технология углеродных материалов

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной	Библиографическое описание
---	----------------	------------------------------------	----------------------------

		форме	
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Солодова, Н.Л. Химическая технология переработки нефти и газа: учебное пособие. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н.Л. Солодова, Д.А. Халикова. — Электрон. дан. — Казань : КНИТУ, 2012. — 120 с. https://e.lanbook.com/book/73481
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Кауфман А.А. Отечественные и зарубежные коксовые печи : конструкции и оборудование: учеб. пособие. (Электронный ресурс): учеб. пособие/Кауфман А.А., Филоненко Ю.Я. Уральский федеральный университет им. Б.Н. Ельцина. - Екатеринбург. - Издательство Уральского университета, - 2014 г. - 88 с. https://e.lanbook.com/book/98966
3	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Михайлин, Ю.А. Специальные полимерные композиционные материалы. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : НОТ, 2009. — 660 с. http://e.lanbook.com/book/4304

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(бессрочно)
2. Microsoft-Office(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Зачет	425 (1)	Аудитория, полностью подготовленная к проведению контрольных мероприятий
Практические занятия и семинары	425 (1)	Экран настенный, проектор, пакет презентаций Microsoft Power Point
Лабораторные занятия	223(тк) (Т.к.)	Специализированная лаборатория с комплексом оборудования для определения свойств углеродного сырья и материалов
Экзамен	425 (1)	Аудитория, полностью подготовленная к проведению контрольных мероприятий
Лекции	425 (1)	Экран настенный, проектор, пакет презентаций Microsoft Power Point