

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Вишневский Дмитрий Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 17.10.2025 15:06:46
Уникальный программный ключ:
03474917c4d012283e5ad996a48a5e70bf8da057

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ДонГТУ»)

Факультет горно-металлургической промышленности и строительства
Кафедра металлургических технологий

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора по учебной
работе



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Физико-химические процессы в химических агрегатах
(наименование дисциплины)

18.03.01 Химическая технология
(код, наименование направления)

Химическая технология природных энергоносителей и углеродных
материалов
(профиль подготовки)

Квалификация бакалавр
(бакалавр/специалист/магистр)

Форма обучения очная, заочная
(очная, очно-заочная, заочная)

Алчевск, 2024

1 Цели и задачи дисциплины

Цели и задачи изучения дисциплины «Физико-химические процессы в химических агрегатах»: формирование базовой системы знаний в области коксохимического производства.

Дисциплина направлена на формирование профессиональной компетенции (ПК-2) выпускника.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Логико-структурный анализ дисциплины – курс входит в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» подготовки студентов по направлению 18.03.01 «Химическая технология», профиль «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов».

Дисциплина реализуется кафедрой металлургических технологий.

Входные знания студента базируются на изученных дисциплинах: «Математика», «Физика», «Общая, неорганическая, органическая, аналитическая, физическая и коллоидная химия», «Химия и технология органических веществ», «История химии и химической технологии».

Является основой для изучения следующих дисциплин: «Кинетика гетерогенных процессов», «Теоретические основы химической технологии природных энергоносителей и углеродных материалов», «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов», «Высокотемпературные процессы химической технологии».

Общая трудоемкость освоения дисциплины для очной формы обучения составляет 4 зачетные единицы, 144 ак.ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (36 ак.ч.), практические (36 ак.ч.) занятия и самостоятельная работа студента (72 ак.ч.).

Общая трудоемкость освоения дисциплины для заочной формы обучения составляет 4 зачетные единицы, 144 ак.ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (6 ак.ч.), практические занятия (6 ак.ч.), и самостоятельная работа студента (132 ак.ч.).

Дисциплина изучается на 3 курсе в 5 семестре. Форма промежуточной аттестации – экзамен.

3 Перечень результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Процесс изучения дисциплины «Физико-химические процессы в химических агрегатах» направлен на формирование компетенций, представленных в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, обязательные к освоению

Содержание компетенции	Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Готовность к решению профессиональных, производственных задач, контролю технологического процесса, выбору оборудования, разработке технологических нормативов на расход материалов, топлива и электроэнергии.	ПК-2	ПК-2.1. Знает: основное оборудование процессов, принципы его работы и правила технической эксплуатации, основные процессы и аппараты, устройство и принципы работы оборудования. ПК-2.2. Умеет: использовать на практике соответствующие аппараты при разработке технологических процессов, проводить работу по совершенствованию действующих и освоению новых технологических процессов, совершенствовать действующие методы проведения испытаний и исследований. ПК-2.3. Владеет: методами инженерных расчётов, связанных с выбором соответствующего оборудования, методами по ускорению освоения в производстве технологических процессов.

4 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 4 зачётные единицы, 144 ак.ч.

Самостоятельная работа студента (СРС) включает проработку материалов лекций, подготовку к практическим занятиям, текущему контролю, самостоятельное изучение материала и подготовку к экзамену.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине используются формы и распределение бюджета времени на СРС для очной формы обучения в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 – Распределение бюджета времени на СРС

Вид учебной работы	Всего ак.ч.	Ак.ч. по семестрам
	144	5
Аудиторная работа, в том числе:	90	90
Лекции (Л)	36	36
Практические занятия (ПЗ)	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	–	–
Курсовая работа/курсовой проект	–	–
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	72	72
Подготовка к лекциям	18	18
Подготовка к лабораторным работам	–	–
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	18	18
Реферат (индивидуальное задание)	–	–
Домашнее задание	–	–
Подготовка к контрольной работе	–	–
Аналитический информационный поиск	10	10
Работа в библиотеке	10	10
Подготовка к экзамену	16	10
Промежуточная аттестация – экзамен(Э)		
ак.ч.	144	144
з.е.	4	4

5 Содержание дисциплины

С целью освоения компетенций, приведенных в п.3 дисциплина разбита на 4 темы:

- тема 1 (Физико-химические процессы при подготовке угольной шихты к коксованию);
- тема 2 (Физико-химические процессы при подготовке коксового газа для отопления коксовых батарей);
- тема 3 (Физико-химические процессы при получении кокса);
- тема 4 (Физико-химические процессы при переработке химических продуктов коксования).

Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов для очной и заочной формы приведены в таблице 3 и 4 соответственно.

Таблица 3 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
1	Физико-химические процессы при подготовке угольной шихты к коксованию	Виды физико-химических процессов в химических агрегатах: Гидромеханические. Тепловые. Массообменные. Химические. Испарение влаги и выделение продуктов разложения. Выделение лёгкой смолы и пирогенетической влаги. Размягчение угля.	8	Физические и физико-химические процессы: нагревание, охлаждение, разделение смесей.	8	–	–
2	Физико-химические процессы при подготовке коксового газа для отопления коксовых батарей	Термическое разложение молекул угля. Выделение продуктов разложения. Процессы подготовки коксового газа для отопления коксовых печей. Очистка и подогрев газа. Пропускание газа через выходящий из коксовых печей раскаленный кокс с целью повышения эффективности способа.	8	Влияние на качество кокса условий подготовки угольной шихты: гранулометрического состава, насыпной плотности, влажности	8	–	–
3	Физико-химические процессы при получении кокса	Процессы термической деструкции высокомолекулярных соединений сырья. Полимеризация и поликонденсация промежуточных и исходных веществ. Спекание тяжёлых углеродистых остатков разложения угля, образование полукокса. Получение кокса. Пиролиз первичных продуктов разложения.	10	Изучение процессов сушки угля, нагрева, размягчения и плавления.	10	–	–

Продолжение таблицы 3							
4	Физико-химические процессы при переработке химических продуктов коксования	Дистилляция. Деструкция. Гидрирование. Каталитическая переработка. Каменноугольная смола. Фенолы и пиридиновые основания. Бензол. Аммиак.	10	Изучение процессов затвердевания расплава и образование полукокса, кокса. Физико-химические свойства кокса.	10	–	–
	Всего аудиторных часов за семестр		36		36		

Таблица 4 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (заочная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
1	Физико-химические процессы при получении кокса.	Процессы термической деструкции высокомолекулярных соединений сырья. Полимеризация и поликонденсация промежуточных и исходных веществ. Спекание тяжёлых углеродистых остатков разложения угля, образование полукокса. Получение кокса. Пиролиз первичных продуктов разложения.	4	Влияние на качество кокса условий подготовки угольной шихты: гранулометрического состава, насыпной плотности, влажности. Изучение процессов сушки угля, нагрева, размягчения и плавления.	4	—	—
2	Физико-химические процессы при переработке химических продуктов коксования.	Физико-химические свойства кокса. Процессы при переработке химических продуктов коксования. Дистилляция. Деструкция. Гидрирование. Каталитическая переработка. Каменноугольная смола. Фенолы и пиридиновые основания. Бензол. Аммиак.	2	Изучение процессов сушки угля, нагрева, размягчения и плавления. Затвердевание расплава и образование полукокса. ^о Получение кокса.	2	—	—
	Всего аудиторных часов за семестр		6		6	—	—

6 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

6.1 Критерии оценивания

В соответствии с Положением о кредитно-модульной системе организации образовательного процесса ФГБОУ ВО «ДонГТУ» (https://www.dstu.education/images/structure/license_certificate/polog_kred_modul.pdf) при оценивании сформированности компетенций по дисциплине используется 100-балльная шкала.

Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний

Код и наименование компетенции	Способ оценивания	Оценочное средство
ПК-2	Экзамен	Комплект контролирующих материалов для экзамена

Всего по текущей работе в семестре студент может набрать 100 баллов, в том числе:

- текущий контроль – всего 40 баллов,
- практические работы – всего 60 баллов.

Экзамен проставляется автоматически, если студент набрал в течение семестра не менее 60 баллов и отчитался за каждую контрольную точку. Минимальное количество баллов по каждому из видов текущей работы составляет 60% от максимального.

Экзамен по дисциплине «Физико-химические процессы в химических агрегатах» проводится по результатам работы в семестре. Экзамен проводится в устной форме. Билет включает три вопроса из приводимого ниже перечня. Экзаменационные билеты составляются таким образом, чтобы каждый вопрос относился к различному модулю. Ответ на каждый вопрос оценивается из 33,3 баллов. Студент на экзамене может набрать до 100 баллов.

Шкала оценивания знаний при проведении промежуточной аттестации приведена в таблице 6

Таблица 6 – Шкала оценивания знаний

Сумма баллов за все виды учебной деятельности	Оценка по национальной шкале зачёт/экзамен
0-59	Не зачтено/неудовлетворительно
60-73	Зачтено/удовлетворительно
74-89	Зачтено/хорошо
90-100	Зачтено/отлично

6.2 Домашнее задание

Домашнее задание не предусмотрено

6.3 Темы для рефератов (презентаций) – индивидуальное задание

Рефераты не предусмотрены.

6.4 Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Тема 1 Физико-химические процессы при подготовке угольной шихты к коксованию

- 1) Испарение влаги и выделение продуктов разложения.
- 2) Выделение лёгкой смолы и пирогенетической влаги.
- 3) При какой температуре происходит переход угля в пластичное состояние?
- 4) Какие первичные продукты выделяются при размягчении угля?
- 5) Как влияют на качество кокса условия подготовки угольной шихты: гранулометрический состав, насыпная плотность, влажность?
- 6) Испарение влаги и выделение продуктов разложения.
- 7) Выделение лёгкой смолы и пирогенетической влаги.
- 8) Спекание тяжёлых углеродистых остатков разложения угля.
- 9) Превращение полукокса в кокс.
- 10) При какой температуре полукокс превращается в кокс?

Тема 2 Физико-химические процессы при подготовке коксового газа для отопления коксовых батарей

- 1) Какие существуют способы подготовки коксового газа для отопления коксовых печей?
- 2) Для чего очищают и подогревают коксовый газ?
- 3) Для чего коксовый газ пропускают через выходящий из коксовых печей раскалённый кокс?
- 3) Вычислите ΔH^0 , ΔG^0 в стандартных условиях для реакции $\text{CO} + \text{H}_2\text{O}_{(г)} \leftrightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2$. Укажите, экзо- или эндотермической является реакция, в каком направлении она будет идти самопроизвольно.
- 4) Напишите термохимическое уравнение реакции

$\text{CH}_4 + \text{CO}_2 = 2\text{CO} + 2\text{H}_2$. Рассчитайте изменение энергии Гиббса. Укажите направление самопроизвольного протекания реакции.

Тема 3 Физико-химические процессы при получении кокса

- 1) Какие термофизические процессы происходят при коксовании?
- 2) Основные понятия фазовых равновесий (фаза, компонент, число независимых компонентов).
- 3) В системе существует два компонента и две фазы. Вычислите число степеней свободы, используя математическое выражение правила фаз Гиббса ($n=2$). 46. Укажите пропущенное слово «Относительное понижение давления пара растворителя над раствором численно равно растворённого вещества» а) мольной доле; б) объемной доле; в) равной доле; г) массовой доле; д) общей доле
- 4) Дайте определение термину «каталитическая реакция». Примеры каталитических реакций.
- 5) Вставьте пропущенное слово: Термодинамическое равновесие – это состояние системы, которое характеризуется значением всех параметров в любой части системы. а) большим б) одинаковым в) малым г) равным нулю д) отрицательным.
- 6) Чем обменивается с окружающей средой открытая термодинамическая система? а) работой б) объемом в) теплотой г) энергией д) массой.

Тема 4 Физико-химические процессы при переработке химических продуктов коксования

- 1) Какие полезные химические продукты образуются в результате очистки коксового газа?
- 2) Получение сырого кокса, бензина, дизельного топлива процессом разделения коксовых химикатов, т.е. смеси жидкостей и газов. (Дать название процессу).
- 3) Как называется процесс разложения органических соединений при высоких температурах без доступа воздуха?
- 4) Какова характеристика метода получения бензола, толуола гидрогенизацией твёрдого топлива?
- 5) Каталитическая переработка.

6.5 Вопросы для подготовки к экзамену

- 1) Какие физико-химические процессы происходят при подготовке угольной шихты к коксованию?
- 2) Как характеризуются основные тепловые процессы в химической технологии: нагревание и охлаждение жидкостей и газов, конденсация паров?
- 3) Способы выражения состава фаз. Как определяются равновесные условия и направление переноса вещества из фазы в фазу?
- 4) Классификация и характеристика массообменных процессов. Что такое массопередача и массоотдача?
- 5) Какова роль поверхностных явлений при образовании твердых тел и дисперсных структур?

- 6) Каковы физико-химические основы адсорбционных процессов?
- 7) Каковы термодинамические основы процесса сжатия газов?
- 8) Как классифицируют компрессоры по характеру изменения давления, по величине развиваемого напора (давления), по производительности, по принципу действия?
- 9) При какой температуре происходит спекание тяжёлых углеродистых остатков разложения угля, образование полукокса?
- 10) Каковы физико-химические свойства кокса?
- 11) Приведите основное уравнение теплопередачи. Каковы принципы составления тепловых балансов?
- 12) Каковы общие сведения о процессе абсорбции? Каково ее промышленное применение?
- 13) Как характеризуется фазовое равновесие в системе газ-жидкость?
- 14) Гидромеханические, тепловые, массообменные и химические процессы. Каковы общие сведения о них?
- 15) Что означает отстаивание (осаждение) как способ разделения неоднородных систем?
- 16) Каковы общие сведения о процессе перемешивания в жидких средах? Какие существуют способы перемешивания?
- 17) Общая характеристика тепловых процессов. Что такое коэффициент теплопередачи?
- 18) Что означает перенос теплоты теплопроводностью?
- 19) Как происходит передача теплоты конвекцией и излучением?
- 20) Схемы движения теплоносителей. Интенсификация переноса теплоты. Как характеризуется движущая сила тепловых процессов?
- 21) Каковы общие сведения процесса подвода теплоты?
- 22) Как происходит нагревание водяным паром?
- 23) Как происходит нагревание парами высокотемпературных теплоносителей?
- 24) Нагревание горячими жидкостями. Что такое перегретая вода?
- 25) Как происходит нагревание высокотемпературными жидкими теплоносителями?
- 26) Типы электропечей. Как происходит нагревание топочными газами?
- 27) Какова общая характеристика процесса отвода теплоты?
- 28) В чем состоит сущность и принципы ректификации?
- 29) Каковы принципы расчета материального и теплового баланса сушки?
- 30) Конвективные сушилки. Какова их область применения?

6.6 Примерная тематика курсовых работ

Курсовые работы не предусмотрены.

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Рекомендованная литература

Основная литература

1) Баранов, Д. А. Процессы и аппараты химической технологии : учебное пособие / Д. А. Баранов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 408 с. — ISBN 978-5-8114-4984-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/130186> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

ЭБС Лань

2) Процессы и аппараты химической технологии: Учебное пособие. Часть

первая. Гидромеханические процессы и аппараты / Благовещенск: Амурский

гос. ун-т, 2019. — 96 с.

https://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/11318.pdf

3) Зуев, А. Ю. Химическая термодинамика : учебник / А. Ю. Зуев, Д. С. Цветков ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Уральский федеральный университет. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2020. — 183 с. — Библиогр.: с. 182. — 150 экз. — ISBN 978-5-7996-3029-4. — Текст : непосредственный. ISBN 978-5-7996-3029-4

https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/93300/1/978-5-7996-3029-4_2020.pdf

Дополнительная литература

1) Верховлюк А.М. Физическая химия — основа металлургических процессов : учебное пособие / Верховлюк А.М., Верховлюк Г.А.. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. — 216 с. — ISBN 978-5-9729-0568-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART

<https://www.iprbookshop.ru/115194.html>

2) Процессы и аппараты химической технологии. Гидромеханические процессы : учеб. пособие для студентов учреждений высшего образования по направлению «Химическая промышленность» / И. В. Войтов [и др.] ; под ред. И. В. Войтова. — Минск : БГТУ, 2018. — 352 с.

processy_i_apparaty_himicheskoy_tehnologii_2018.pdf

Учебно-методическое обеспечение

7.2 Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Научная библиотека ДонГТУ: официальный сайт.— Алчевск. — URL: library.dstu.education.— Текст: электронный.

2. Научно-техническая библиотека БГТУ им. Шухова : официальный сайт. — Белгород. — URL: <http://ntb.bstu.ru/jirbis2/>. — Текст: электронный.
3. Консультант студента: электронно-библиотечная система. — Москва. — URL: <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>. — Текст: электронный.
4. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система. — URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red. — Текст: электронный.
5. IPR BOOKS: электронно-библиотечная система. — Красногорск. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/>. — Текст: электронный.
6. ЭБС Издательства "Университетская библиотека онлайн" <http://e.lanbook.com/>
7. ЭБС Издательства "ЛАНЬ": [сайт]. — <https://e.lanbook.com/>
8. Цифровая библиотека IPR SMART: [сайт]. — <https://www.iprbookshop.ru/>
9. Национальная электронная библиотека: [сайт]. — <https://rusneb.ru/>
10. Российская Государственная Библиотека: [сайт]. — <https://diss.rsl.ru/>
11. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка»: [сайт]. — <https://cyberleninka.ru/>
12. Научная электронная библиотека eLIBRARY: [сайт]. — <https://elibrary.ru/defaultx.asp?/>
13. Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» — <https://biblio.asu.edu.ru>
14. ЭБС «Университетская Библиотека Онлайн» <https://biblioclub.ru>
15. Информационно-библиотечный комплекс «Политех» <https://library.spbstu.ru>

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов деятельности в процессе обучения, соответствует требованиям ФГОС ВО.

Материально-техническое обеспечение представлено в таблице 7.

Таблица 7 – Материально-техническое обеспечение

Наименование оборудованных учебных кабинетов	Адрес (местоположение) учебных кабинетов
Вытяжной шкаф; Прибор КФК; Спектрофотометр; Термостат; Муфельная печь; Аппарат для встряхивания жидкости; Универсальный иономер ЭВ-74; Калориметр ОХ-12; Весы аналитические WA21; Весы технические, разновесы; Весы электронные торговые СААЗ; Фотоколориметр КФ -77; Вакуумный насос; Магнитная мешалка; Холодильник «Ярна»; Плитка электрическая; Доска аудиторная; Таблица элементов Д.И.Менделеева; Наглядные пособия; Набор химических реактивов. Численность посадочных мест- 15 человек	306 главный корпус Лаборатория физической химии и аналитического контроля
Интерактивная доска, компьютеры, планшеты, раздаточный материал для лабораторных работ, вытяжной шкаф, лабораторный стол преподавателя, лабораторные столы для студентов, учебный стенд, оборудование для лабораторных работ. Численность посадочных мест- 22 человека	406 главный корпус Лаборатория общей химии

Лист согласования РПД

Разработал
старший преподаватель кафедры
металлургических технологий
(должность)


(подпись)

Е.С. Божанова
(Ф.И.О.)

(должность)

(подпись)

(Ф.И.О.)

И.о. заведующего кафедрой
металлургических технологий

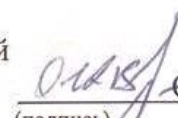

(подпись)

Н.Г. Митичкина
(Ф.И.О.)

Протокол №1 заседания кафедры
металлургических технологий

от 30.08.2024г.

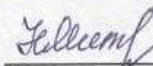
И.о. декана факультета горно-металлургической
промышленности и строительства


(подпись)

О.В. Князьков
(Ф.И.О.)

Согласовано

Председатель методической
комиссии по направлению подготовки
18.03.01 «Химическая технология»
Профиль «Химическая технология природных
энергоносителей и углеродных материалов


(подпись)

Н.Г. Митичкина
(Ф.И.О.)

Начальник учебно-методического центра


(подпись)

О.А. Коваленко
(Ф.И.О.)

Лист изменений и дополнений

Номер изменения, дата внесения изменения, номер страницы для внесения изменений	
ДО ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:	ПОСЛЕ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:
Основание:	
Подпись лица, ответственного за внесение изменений	