Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра металлургии черных металлов и химической технологии

УТВЕРЖДАЮ
Директор института металлургии и материаловедения
_____ А.А. Уманский
подпись
«____» _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Процессы массопереноса в системах с участием твердой фазы

18.04.01 «Химическая технология»
(направленность (профиль): «Химическая технология неорганических веществ»)

Квалификация выпускника
Магистр

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения: 2 года

Год начала подготовки 2026

Новокузнецк
2026

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: b74f1896a8e5f6d1b42349567b351e7a7b0d4c48
Владелец: Директор ИМиМ Уманский Александр Александрович
Действителен: с 8 июля 2025 г. по 1 октября 2026 г.
Дата и время: 26-04-2026 18:08:37 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– общетеоретическая подготовка магистрантов, способных понимать механизм происходящих в массообменных аппаратах процессов, управлять технологическими процессами, осуществлять проектирование аппаратов.

Задачами учебной дисциплины являются:

– получение знаний о физико-химических закономерностях и кинетике наиболее важных массообменных процессов в системах с участием твердой фазы;

– владение методами расчета массообменных процессов в системах с участием твердой фазы и аппаратов, применяемых для их проведения;

– ознакомление с устройством массообменных аппаратов и принципиальными техно-логическими схемами проведения процессов массопереноса в системах с участием твердой фазы.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам обязательной части **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 18.04.01 «Химическая технология».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Разработка и реализация проектов 2;

– Разработка и реализация проектов 1;

– Научно-исследовательская работа.

Учебная дисциплина дополняет знания и умения, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:

– Оборудование химических производств (специальные главы);

– Электротермические процессы в химической технологии;

– Электротермия неорганических материалов;

– Научные и технические проблемы химической технологии.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Общепрофессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК	Планируемые результаты обучения

Профессиональная методология	ОПК-2: Способен использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты	ОПК-2.1 Применяет современные методы теоретического и экспериментального исследования для решения задач профессиональной деятельности	– знать: методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения задач профессиональной деятельности. – уметь: применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения задач профессиональной деятельности.
		ОПК-2.3 Анализирует способы решения типовых профессиональных задач и интерпретирует профессиональный (физический) смысл полученного результата	– знать: способы решения типовых профессиональных задач. – уметь: анализировать способы решения типовых профессиональных задач и интерпретировать профессиональный (физический) смысл полученного математического результата.

4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы), промежуточную аттестацию обучающихся и иные формы взаимодействия обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации ООП на иных условиях, в том числе при проведении промежуточной аттестации обучающихся. Контактная работа может проводиться с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		***ИТОГО***	***3 семестр***
Форма промежуточной аттестации			*экзамен, зачет с оценкой по КР*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***180***	*180*
	зачетных единиц	***5***	*5*
Лекции, *академ. час.*		***8***	*8*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***24***	*24*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Курсовая работа, *академ. час.*		***36***	*36*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Консультации, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*		***85***	*85*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Контроль, *академ. час.*		***27***	*27*
в форме практической подготовки		***0***	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Фильтрация и капиллярная пропитка (Фильтрация и капиллярная пропитка. Газообразное и жидкое состояние вещества. Капиллярно-пористое строение твердого тела. Капиллярная пропитка. Суспензия. Теоретические основы фильтрации. Конструкции фильтров);

Раздел 2 Высокотемпературные массообменные процессы (Высокотемпературные массообменные процессы. Тепловое движение частиц твердого тела. Диффузия в твердых телах. Спекание. Рекристаллизация. Плавление. Гетерогенные равновесия. Возгонка. Основные типы превращения твердых веществ. Полиморфизм);

Раздел 3 Сушка (Общие положения. Периоды сушки. Скорость сушки. Лимитирующая стадия скорости сушки. Изменение объемных характеристик материала при сушке. Роль межфазной поверхности. Термодинамические основы сушки. I-d диаграмма. Миграция влаги и пара при осуществлении процесса сушки. Типы сушильных установок);

Раздел 4 Адсорбция (Кинетика процессов адсорбции. Обратимость процессов адсорбции. Конструкция адсорберов).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	**Темы лекций**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Фильтрация и капиллярная пропитка	2	

Раздел 2.	Высокотемпературные массообменные процессы	2	
Раздел 3.	Сушка	2	
Раздел 4.	Адсорбция	2	
Итого:		**8**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	**Темы практических занятий (семинаров)**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Расчет фильтров	6	
Раздел 2.	Расчет равновесий в гетерогенных системах	6	
Раздел 3.	Расчеты по диаграмме Рамзина	6	
Раздел 4.	Кинетика процессов адсорбции	6	
Итого:		**24**	**0**

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	**Темы лабораторных работ**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела / темы дисциплины	**Темы курсовых работ (проектов)**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1; Раздел 3; Раздел 4.	Расчет фильтров, барабанных сушилок, расчет сушилок с кипящим слоем, расчет адсорбционных аппаратов	36	
Итого:		**36**	**0**

9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы дисциплины	**Виды самостоятельной работы**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	1. Изучение лекционного материала;	20	

	2. Подготовка к практическому занятию.		
Раздел 2.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию.	20	
Раздел 3.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию.	20	
Раздел 4.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию.	25	
Курсовая работа	*Выполнение курсовой работы*	36	0
Контроль	*Подготовка к экзамену*	27	
Итого:		**148**	**0**

10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Контролируемые компетенции	Оценочные средства
Раздел 1.	ОПК-2	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Оценивание этапов выполнения курсовой работы; 4. Оценка участия в работе на лекционном занятии
Раздел 2.	ОПК-2	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Оценка участия в работе на лекционном занятии
Раздел 3.	ОПК-2	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Оценивание этапов выполнения курсовой работы; 4. Оценка участия в работе на лекционном занятии
Раздел 4.	ОПК-2	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Оценивание этапов выполнения курсовой работы;

		4. Оценка участия в работе на лекционном занятии
Курсовая работа.	ОПК-2	1. Вопросы к защите курсовой работы
Экзамен.	ОПК-2	1. Вопросы к экзамену

11 Входной контроль

11.1 Цель входного контроля − определить начальный уровень подготовленности обучающихся и выстроить индивидуальную траекторию обучения. В условиях личностно-ориентированной образовательной среды результаты входного оценивания обучающегося используются как начальные значения в индивидуальном профиле академической успешности обучающегося.

11.2 Описание оценочных средств

Форма проведения входного контроля – тестирование.

Длительность тестирования – 20 минут.

Тестирование проводится в течение первых двух недель изучения учебной дисциплины в СУО СибГИУ или на бумажном носителе.

Для проведения тестирования используются тестовые задания для входного контроля (для ответа на 1 вопрос, как правило, выделяется 1 минута).

Шкала оценивания результатов тестирования

За каждый правильный ответ выставляется 1 балл. Оценка выставляется в зависимости от процента правильных ответов:

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Процент результативности (правильных ответов)	Оценка
86 до 100	«отлично»
от 67до 85	«хорошо»
от 50 до 66	«удовлетворительно»
менее 50	«неудовлетворительно»

Основываясь на результатах тестирования, формируется индивидуальная траектория обучающегося (группы обучающихся), исходя из следующих соображений:

– 86 – 100 % – обучающийся готов к изучению учебной дисциплины без дополнительного повторения изученного ранее материала;

– 50 – 67 % – обучающийся в целом готов к изучению учебной дисциплины, требуется повторение отдельных вопросов(тем) изученного ранее материала, необходимого для успешного освоения учебной дисциплины;

– 49% и менее – обучающийся имеет слабую подготовку к изучению учебной дисциплины, необходимы корректирующие занятия и консультации.

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся приведены в приложении.

12 Текущий контроль

12.1 Текущий контроль знаний используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе самостоятельной) обучающихся. Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению учебной дисциплины и позволяет оценить степень освоения изученного материала.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы по индивидуальной инициативе педагогического работника, в том числе посредством использования СУО СибГИУ.

Формы проведения текущего контроля – вопросы для устного обсуждения (опроса); наблюдение за работой на практическом занятии; оценивание этапов выполнения курсовой работы; оценка участия в работе на лекционном занятии.

12.2 Описание оценочных средств

Шкалы оценивания (методики оценки)

12.2.1 Рекомендации по оцениванию устных ответов обучающихся

С целью контроля и подготовки обучающихся к изучению новой темы в начале занятия лекционного типа (лекции) педагогическим работником проводится индивидуальный или фронтальный устный опрос по выполненным заданиям предыдущего раздела (темы).

Критерии оценки:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

– своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается умение грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);

– использование дополнительного материала (обязательное условие);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени).

Оценка «отлично» ставится, если обучающийся:

– полно и аргументировано отвечает по содержанию задания;

– обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе самостоятельно составленные;

– излагает материал последовательно и правильно.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1 – 2 ошибки, которые сам же исправляет.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но:

– излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;

– не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;

– излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному освоению последующего материала.

12.2.2 Рекомендации по оцениванию этапов выполнения курсовой работы

Курсовая работа – конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве, а также уровень сформированности аналитических, исследовательских умений,

умений практического и творческого мышления.

Оценивание этапов выполнения курсовой работы проводится в рамках текущей аттестации (три раза в семестр) в соответствии с графиком выполнения курсовой работы по учебной дисциплине. Результаты аттестации обучающихся по выполнению ими курсовой работы оцениваются руководителями в процентах от общего объема выполненной работы. Сроки выполнения курсовой работы устанавливаются кафедрой в графике выполнения курсовой работы. График выполнения курсовой работы выдается старостам групп в начале каждого семестра.

Критерии оценки % выполнения курсовой работы

Этап работы	% выполнения	Форма отчетности
Техническое обоснование проекта	30	отчёт
Расчётная часть	60	отчёт
Формирование отчёта	100	отчёт

Критерии оценки курсовой работы

Критерии оценки выполнения курсовой работы	Оценка
Задание выполнено полностью: цель достигнута; основные понятия выделены; имеются в наличии схемы, графическое выделение особо значимой информации; все выводы и рекомендации обоснованы, работа тщательно вычитана, отсутствуют грамматические и стилистические ошибки, работа выполнена в полном объёме; процент выполнения задания соответствует плановому.	отлично
Задание выполнено: цель выполнения достигнута; наличие правильных эталонных ответов; однако работа выполнена не в полном объёме, имеются единичные опечатки, орфографические, пунктуационные, грамматические, стилистические ошибки; график выполнения задания нарушен на 10 – 20 %.	хорошо
Задание выполнено частично: цель выполнения достигнута не полностью; многочисленные ошибки снижают качество выполненной работы; работа представлена с отклонением от запланированного срока на 50 %.	удовлетворительно
Задание не выполнено, цель работы не достигнута.	неудовлетворительно

12.2.3 Рекомендации по оцениванию участия обучающихся в работе на лекционных занятиях

Формирование у обучающихся добросовестного и ответственного отношения к собственному профессиональному образованию проявляется в обязательном его присутствии на лекционном занятии.

На лекционных занятиях происходит формирование информационной компетентности обучающихся, в том числе способности фиксировать информацию с помощью конспектирования учебного материала. Преподаватель на лекционных занятиях акцентирует внимание обучающихся на том, как необходимо оформлять конспект лекций в тетради. По окончании лекционных занятий преподаватель осуществляет проверку тетрадей обучающихся и оценивает их.

Критерии оценки участия обучающихся в работе на лекционных занятиях

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов за одно лекционное занятие
Наличие у обучающихся добросовестного и ответственного отношения к собственному профессиональному образованию, выраженное в посещении лекций	0,5
Умение конспектировать учебный материал в тетради, в том числе: - материал изложен последовательно, четко и аккуратно - в конспекте имеются изученные темы, основные термины, схемы	0,5
Всего	1

Если по результатам оценки участия обучающийся в лекционных занятиях в среднем за семестр обучающийся набрал не менее 0,5 баллов, то ему выставляется оценка «зачтено», менее 0,5 баллов – «не зачтено».

12.2.4 Рекомендации по оцениванию в процессе наблюдения за работой на практическом занятии

Наблюдение за работой на практическом занятии – важнейший компонент контроля деятельности обучающихся и качества их обучения.

Критерии оценки в процессе наблюдения за работой на практическом занятии:

– самостоятельность выполнения задания и работы с методическими указаниями (учитывается работа в течение занятия, быстрота и способность нахождения в методических указаниях нужной информации);

– правильность выполнения работы (учитывается последовательность выполняемых действий, умение работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения работы с учетом индивидуальных особенностей обучающихся);

– активность обучающегося при выполнении практической работы (учитывается индивидуальная работа и работа в группе).

Критерии оценки по результатам наблюдения за работой на практическом занятии

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Самостоятельно выполняет задания; умеет работать с методическими указаниями.	2,5
Указанные в методических указаниях действия выполняет в правильной последовательности; умеет работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники.	1,25
Рационально использует время, отведенное на задание; проявляет активность при выполнении практической работы.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины приведены в приложении.

13 Промежуточная аттестация

13.1 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по учебной дисциплине предназначены для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения учебной дисциплины в установленной учебным планом форме и позволяют определить качество усвоения изученного материала.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по учебной дисциплине является: курсовая работа; экзамен.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся включают: вопросы к защите курсовой работы; вопросы к экзамену.

13.2 Оценивание обучающегося на защите курсовой работы

Оценка	Требования к знаниям
отлично	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если выполнены все требования к выполнению и защите курсовой работы: соблюдены требования к внешнему оформлению, последовательно изложен материал; при защите обучающийся

Оценка	Требования к знаниям
	демонстрирует умения применять теоретические знания основной и дополнительной литературы, может показать и объяснить применение технологических решений, использованных в курсовой работе; даны правильные ответы на вопросы, заданные в процессе защиты курсовой работы.
хорошо	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если основные требования к выполнению и защите курсовой работы выполнены, но при этом допущены недочеты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в решениях, имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите курсовой работы даны неполные ответы.
удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если имеются существенные отступления от требований к выполнению и защите курсовой работы. В частности: задача решена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании и оформлении; при ответе на дополнительные вопросы на защите курсовой работы обучающийся показывает знания только основного материала, испытывает затруднения при объяснении выбранных решений.
неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если задача решена лишь частично; допущены грубые ошибки в содержании и при оформлении или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты курсовой работы обучающийся обнаруживает существенное непонимание проблемы.

Если допущены существенные недостатки в оформлении курсовой работы, опущен или не написан какой-либо раздел, имеются отступления от задания на курсовую работу, то такая курсовая работа возвращается обучающемуся на доработку.

13.3 Оценивание обучающегося на экзамене

Оценка	Требования к знаниям
отлично	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал различной литературы, правильно обосновывает принятое нестандартное решение, обладает приемами выполнения практических задач по формированию компетенций.
хорошо	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, обладает необходимыми умениями и приемами их выполнения.
удовлетворитель	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся,

Оценка	Требования к знаниям
но	если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, испытывает сложности при выполнении практических работ и затрудняется связать теорию вопроса с практикой.
неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, неуверенно отвечает, допускает серьезные ошибки, не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной учебной дисциплине.

Задания и вопросы для промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении.

14 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) литература:

1 Процессы и аппараты химической технологии : учебное пособие для вузов / под ред. А. А. Захаровой. – Москва : Академия, 2006. – 522 с.;

2 Павлов, К. Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии : учебное пособие для вузов / К. Ф. Павлов, П. Г. Романков, А. А. Носков ; под ред. П. Г. Романкова. – Ленинград : Химия, 1987. – 576 с.;

3 Власова, Г. В. Основные процессы и аппараты химической технологии : учебник / Г. В. Власова, Д. А. Чудиевич, Н. А. Пивоварова. - Москва : Инфра-Инженерия, 2022. - 188 с. - ISBN 978-5-9729-0863-9. – URL: https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972908639.html (дата обращения: 22.04.2026);

4 Полях, О. А. Процессы и аппараты химической технологии : конспект лекций : для обучающихся по направлению подготовки "Химическая технология". В 2 частях. Ч. 1 / О. А. Полях, И. В. Строкина ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Сибирский государственный индустриальный университет. – Новокузнецк : Издательский центр СибГИУ, 2023. – 158 с. : ил. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrEduMethodSectionsEditionsFilesDownload.asp?lngSection=32&lngEdition=10420&lngFile=10187&strParent=LibrEduMethodSectionsEditionsFiles (дата обращения: 22.04.2026);

5 Полях, О. А. Процессы и аппараты химической технологии : конспект лекций : для обучающихся по направлению подготовки "Химическая технология". В 2 частях. Ч. 2 / О. А. Полях, И. В. Строкина ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации,

Сибирский государственный индустриальный университет. – Новокузнецк : Издательский центр СибГИУ, 2023. – 139 с. : ил. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrEduMethodSectionsEditionsFilesDownload.asp?lngSection=32&lngEdition=10421&lngFile=10188&strParent=LibrEduMethodSectionsEditionsFiles (дата обращения: 22.04.2026).

б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 –]. – URL: http://libr.sibsiu.ru. – URL: https://libr.sibsiu.ru;

2 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 –]. – URL: http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp;

3 Консультант студента : электронно-библиотечная система / ООО «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА». – Москва, [200 –]. – URL: http://www.studentlibrary.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

4 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Единая профессиональная база знаний для технических вузов - Издательство Лань" ЭБС»] / ООО «Издательство ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 –]. – URL: http://e.lanbook.com. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

5 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Москва, [200 –]. – URL: https://urait.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

6 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 –]. – URL: https://biblioclub.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: http://www.biblioclub.ru;

7 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 –]. – URL: http://elibrary.ru. – Режим доступа: по подписке;

8 Электронные периодические издания ИВИС : универсальная база данных / ООО «ИВИС». – Москва, [200 –]. – URL: http://eivis.ru. – Режим доступа: по подписке.

в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– 7-Zip;
– Adobe Acrobat Reader;
– Astra Linux Special Edition;
– Kaspersky Endpoint Security;
– Microsoft Office;
– Microsoft Windows;

– OnlyOffice;
– Р7-Офис.

г) базы данных и информационно-справочные системы:

1 ГАРАНТ : справочно-правовая система / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

15 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием, компьютерной техникой, и техническими средствами обучения, в том числе:

- учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа, оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий), оснащенную оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для выполнения курсовых работ;
- учебную аудиторию (помещения) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

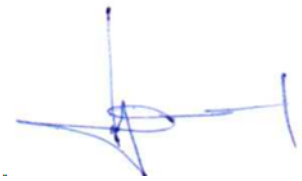
Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 18.04.01 «Химическая технология».

Составитель(и):

доцент Полях Ольга Анатольевна (кафедра металлургии черных металлов и химической технологии).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Согласована:

Начальник КХП ПАО ЕВРАЗ филиал ЗСМК  Р.С. Ларин

Приложение

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся

Выберите один правильный ответ.

1 Что изучает гидростатика?
– Законы равновесия жидкости в состоянии покоя.
– Законы движения жидкостей и газов.
– Законы равновесия жидкостей и газов в различных условиях.
2 Что изучает гидродинамика?
– Законы движения жидкостей и газов.
– Законы равновесия жидкости в состоянии покоя.
– Законы движения газов в различных условиях.
3 Что такое гипотетическая идеальная жидкость?
– Жидкость, абсолютно несжимаемая под действием давления, не изменяющая плотности при изменении температуры и не обладающая вязкостью.
– Жидкость, сжимаемая под действием давления, изменяющая плотность при изменении температуры и обладающая вязкостью.
– Жидкость, абсолютно несжимаемая под действием давления, изменяющая плотность при изменении температуры и не обладающая вязкостью.
– Жидкость, абсолютно несжимаемая под действием давления, не изменяющая плотности при изменении температуры и обладающая вязкостью.
– Жидкость, сжимаемая под действием давления, не изменяющая плотности при изменении температуры и не обладающая вязкостью.
4 Что такое реальная жидкость?
– Жидкость, сжимаемая под действием давления, изменяющая плотность при изменении температуры и обладающая вязкостью.
– Жидкость, абсолютно несжимаемая под действием давления, не изменяющая плотности при изменении температуры и не обладающая вязкостью.
– Жидкость, несжимаемая под действием давления, изменяющая плотность при изменении температуры и не обладающая вязкостью.
– Жидкость, абсолютно несжимаемая под действием давления, не изменяющая плотности при изменении температуры и обладающая вязкостью.
5 Что такое капельная жидкость?
– Жидкость, практически несжимаемая и обладающая очень малым коэффициентом расширения.
– Жидкость, объем которой сильно изменяется при изменении температуры или давления.
– Сжимаемая жидкость, обладающая очень малым коэффициентом расширения.

– Сжимаемая жидкость, обладающая значительным коэффициентом расширения.
– Жидкость, объем которой не изменяется при изменении температуры или давления.
6 Что такое упругая жидкость?
– Жидкость, объем которой сильно изменяется при изменении температуры или давления.
– Жидкость, практически несжимаемая и обладающая очень малым коэффициентом расширения.
– Сжимаемая жидкость, обладающая очень малым коэффициентом расширения.
– Сжимаемая жидкость, обладающая значительным коэффициентом расширения.
– Жидкость, объем которой не изменяется при изменении температуры или давления.
7 Для каких целей применяется отстаивание?
– Для предварительного грубого разделения неоднородных систем.
– Для тонкого разделения суспензий.
– Для разделения суспензий и эмульсий.
8 Для каких целей применяется фильтрование?
– Для тонкого разделения суспензий.
– Для предварительного грубого разделения неоднородных систем.
– Для разделения суспензий и эмульсий.
9 Для каких целей применяется центрифугирование?
– Для разделения суспензий и эмульсий.
– Для тонкого разделения суспензий.
– Для предварительного грубого разделения неоднородных систем.
10 Как зависит объем взвешенной частицы от ее характерного линейного размера в процессе осаждения?
– $V = C_1 \cdot l^3$.
– $V = C_1 \cdot l^2$.
– $V = C_1 \cdot l$.
– $V = C_1 \cdot l^{0,5}$.
11 Как записывается закон Ньютона-Петрова?
– $S = \mu \cdot \frac{\partial \omega}{\partial n}$.
– $C = \mu \cdot \frac{\partial \omega}{\partial n}$.
– $S = \mu \cdot \frac{\partial V}{\partial n}$.
– $S = C_1 \cdot \frac{\partial \omega}{\partial n}$.
12 Как записывается уравнение подобия, описывающее процесс осаждения частицы?

– $\mathrm{Re}=a\cdot(\psi\cdot Ar)^n$.

– $Ar=a\cdot(\psi\cdot \mathrm{Re})^n$.

– $\mathrm{Re}=a\cdot(C\cdot Ar)^n$.

– $\mathrm{Re}=C\cdot(\psi\cdot Ar)^n$.

13 Что означает коэффициент ψ в уравнении подобия, описывающем процесс осаждения частицы $\mathrm{Re}=a\cdot(\psi\cdot Ar)^n$?

– Коэффициент формы частицы.

– Коэффициент, зависящий от размера частицы.

– Константа.

– Коэффициент, зависящий от материала частицы.

14 Какие значения критерия Рейнольдса характерны для ламинарного режима движения частицы в жидкости в процессе осаждения?

– $\mathrm{Re} \le 0{,}2$.

– $0{,}2 \le \mathrm{Re} \le 500$.

– $\mathrm{Re} \ge 500$.

– $\mathrm{Re} \le 1{,}75$.

15 Какие значения критерия Рейнольдса характерны для турбулентного режима движения частицы в жидкости в процессе осаждения?

– $\mathrm{Re} \ge 500$.

– $0{,}2 \le \mathrm{Re} \le 500$.

– $\mathrm{Re} \le 0{,}2$.

– $\mathrm{Re} \le 1{,}75$.

16 Какие составляющие входят в КПД насоса? (несколько ответов)

- Коэффициент подачи.
- Гидравлический КПД.
- Механический КПД.
- Гидромеханический КПД.
- Гидродинамический КПД.

17 Что называется объемным КПД насоса? (один ответ)

- Отношение действительной производительности насоса к теоретической.
- Отношение действительного напора насоса к теоретическому.
- Потери мощности на механическое трение.
- Отношение теоретической производительности насоса к действительной.

18 Что называется гидравлическим КПД насоса? (один ответ)

- Отношение действительного напора насоса к теоретическому.
- Отношение действительной производительности насоса к теоретической.
- Потери мощности на механическое трение.
- Отношение теоретической производительности насоса к действительной.

19 Что называется кавитацией? (один ответ)

- Явление, наступающее в рабочем колесе, когда давление у входа в него становится ниже упругости насыщенных паров перекачиваемой жидкости при ее рабочей температуре и сопровождается переходом в пар.

- Явление, наступающее в цилиндре поршня, когда давление у входа в него становится ниже упругости насыщенных паров перекачиваемой жидкости при ее рабочей температуре и сопровождается переходом в пар.

- Явление, наступающее в рабочем колесе, когда давление у входа в него становится ниже упругости насыщенных паров перекачиваемой жидкости при ее рабочей температуре и сопровождается переходом в капельную жидкость.

- Явление, наступающее в цилиндре поршня, когда давление у входа в него становится выше упругости насыщенных паров перекачиваемой жидкости при ее рабочей температуре и сопровождается переходом в пар.

20 Как записывается уравнение центробежных машин Эйлера? (один ответ)

$$H_m = \frac{u_2 \cdot c_2 \cdot \cos\alpha_2 - u_1 \cdot c_1 \cdot \cos\alpha_1}{g}.$$

$$H_m = \frac{u_2 \cdot c_2 \cdot \cos\alpha_2 - u_1 \cdot c_1 \cdot \cos\alpha_1}{2 \cdot g}.$$

$$H_m = \frac{u_2 \cdot c_2 \cdot \sin\alpha_2 - u_1 \cdot c_1 \cdot \sin\alpha_1}{g}.$$

$$H_m = \frac{u_2 \cdot c \cdot \cos\alpha_2 - u_1 \cdot c_1 \cdot \cos\alpha_1}{g}.$$

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины

Перечень вопросов для устного опроса:

1 Для каких целей применяется отстаивание?

2 Для каких целей применяется фильтрование?

3 Для каких целей применяется центрифугирование?

4 Как зависит объем взвешенной частицы от ее характерного линейного размера в процессе осаждения?

5 Как записывается закон Ньютона-Петрова?

6 Как записывается уравнение подобия, описывающее процесс осаждения частицы?

7 Что означает коэффициент ψ в уравнении подобия, описывающем процесс осаждения частицы $\mathrm{Re} = a \cdot (\psi \cdot Ar)^n$?

8 Какие значения критерия Рейнольдса характерны для ламинарного режима движения частицы в жидкости в процессе осаждения?

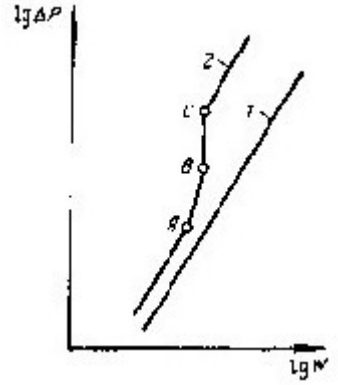
9 Какие значения критерия Рейнольдса характерны для турбулентного режима движения частицы в жидкости в процессе осаждения?
10 Каковы значения коэффициентов *a* и *n* в уравнении подобия, описывающем процесс осаждения частицы $\mathrm{Re} = a \cdot (\psi \cdot Ar)^n$, в случае переходного режима течения?
11 Каковы значения коэффициентов *a* и *n* в уравнении подобия, описывающем процесс осаждения частицы $\mathrm{Re} = a \cdot (\psi \cdot Ar)^n$, в случае турбулентного режима течения?
12 Как записывается уравнение Стокса для частицы сферической формы и ламинарном движении?
14 Как записывается уравнение подобия, описывающее движение потока фильтруемой жидкости?
15 Какие значения критерия Рейнольдса характерны для турбулентного режима движения потока фильтруемой жидкости?
16 Назовите виды массообменных процессов?
17 Как выражается движущая сила массообменных процессов?
18 Как записывается уравнение линии равновесия массообменных процессов?
19 Как записывается уравнение рабочей линии массообменных процессов?
20 Что называется коэффициентом распределения массообменных процессов?
21 Что называется рабочей линией массообменных процессов?
22 Что называется равновесной линией массообменных процессов?
23 Как записывается уравнение материального баланса процесса массопередачи по всему количеству вещества?
24 Как записывается уравнение материального баланса процесса массопередачи по распределенному компоненту?
25 В каком случае распределенный компонент будет переходить из фазы Φ_x в фазу Φ_y?
26 В каком случае распределенный компонент будет переходить из фазы Φ_y в фазу Φ_x?
27 Что называется турбулентной диффузией?
28 Что называется молекулярной диффузией?
29 Как записывается уравнение первого закона Фика?
30 Как называется коэффициент D в уравнении первого закона Фика $M = -D \cdot F \cdot \tau \cdot \frac{dc}{dn}$?

3 Выполнение практических работ

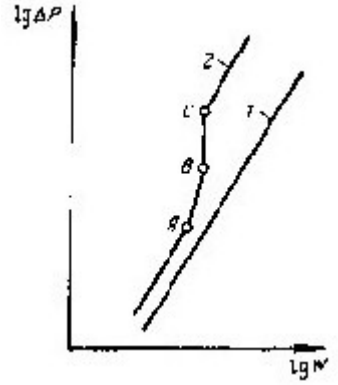
Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

4 Вопросы к экзамену для промежуточной аттестации

1 Как записывается уравнение рабочей линии массообменных процессов?
2 Что называется коэффициентом распределения массообменных процессов?
3 Что называется рабочей линией массообменных процессов?
4 Как находится число единиц переноса?
5 Что характеризует число единиц переноса?
6 Как находится число единиц переноса в фазах?
7 Как определяется высота единиц переноса?
8 Как находится высота единиц переноса в фазах?
9 Как определяется высота аппарата при непрерывном контакте фаз?
10 Как определяется высота аппарата при ступенчатом контакте фаз?
11 Назовите основные группы абсорберов.
12 К какой группе абсорберов относятся абсорберы с плоскопараллельной насадкой?
13 К какой группе абсорберов относятся трубочные абсорберы?
14 Какому режиму работы насадочного абсорбера соответствует отрезок АВ на рисунке?



15 Какому режиму работы насадочного абсорбера соответствует отрезок ВС на рисунке?



5 Выполнение курсовой работы

В рамках учебной дисциплины предусмотрена самостоятельная работа обучающихся, результатом выполнения которой является оформленная в соответствии с требованиями пояснительная записка курсовой работы по заданной теме.

Примерный перечень тем курсовых работ представлен в рабочей программе дисциплины. Задание и методические указания к выполнению курсовой работы размещены в СУО СибГИУ.

Перед выдачей темы курсовой работы обучающийся знакомится с графиком его выполнения и критериями оценки. Выполненная пояснительная записка курсовой работы загружается обучающимся в СУО СибГИУ.

6 Вопросы к защите курсовой работы

1 Как записывается уравнение теплопередачи при постоянных температурах для цилиндрической стенки?

2 Как определяется средний температурный напор?

3 В каких случаях осуществляется капельная конденсация?

4 В каких случаях осуществляется пленочная конденсация?

5 Как определяется критерий конденсации?

6 Какие источники тепла относятся к прямым источникам?

7 Какие источники тепла относятся к косвенным источникам?

8 Как выражается движущая сила массообменных процессов?

9 Как записывается уравнение линии равновесия массообменных процессов?

10 Как записывается уравнение рабочей линии массообменных процессов?

11 Что называется коэффициентом распределения массообменных процессов?

12 Что называется рабочей линией массообменных процессов?

13 Как находится число единиц переноса?

14 Что характеризует число единиц переноса?

15 Как находится число единиц переноса в фазах?

16 Как определяется высота единиц переноса?

17 Как находится высота единиц переноса в фазах?

18 Как определяется высота аппарата при непрерывном контакте фаз?

19 Как определяется высота аппарата при ступенчатом контакте фаз?

20 Назовите основные группы абсорберов.