Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»
(СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
СВЕДЕНИЯ О СЕРТИФИКАТЕ ЭП
Сертификат: 24ffcf72c62eeacf5b7c42863ce15766
Владелец: Луканин Павел Владимирович
Действителен: с 30.05.2022 по 23.08.2023

Рабочая программа дисциплины

Б1.О.05 Процессы массопереноса в системах с участием твердой фазы

Учебный план: ФГОС3++m180401. 2-12_23-12.plx

Кафедра: 2 Физической и коллоидной химии

Направление подготовки: (специальность) 18.04.01 Химическая технология

Профиль подготовки: (специализация) Химическая технология высокомолекулярных соединений

Уровень образования: магистратура

Форма обучения: очная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа Практ. занятия	Сам. работа	Контроль, час.	Трудоёмкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
1	УП	34	38	36	3	Экзамен
	РПД	34	38	36	3	
Итого	УП	34	38	36	3	
	РПД	34	38	36	3	

Санкт-Петербург
2023

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология, утверждённым приказом Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 910

Составитель (и):

Кандидат химических наук, доцент — Смирнова А.И.

От кафедры составителя: — Липин В.А.
Заведующий кафедрой физической и коллоидной химии

От выпускающей кафедры: — Липин В.А.
Заведующий кафедрой

Методический отдел: — Смирнова В.Г.

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Сформировать компетенции обучающегося в области технологии процессов массопереноса в системах с участием твердой фазы, при получении и переработке полимерных материалов

1.2 Задачи дисциплины:

Рассмотреть современные тенденции в области создания технологий получения и переработки твердых материалов, в том числе из ВМС;

Подготовить обучающихся к производственно-технологической деятельности

Показать особенности новейших технологий, используемых в процессах массопереноса с участием твердой фазы

Подготовить обучающихся к самообучению и непрерывному профессиональному самосовершенствованию

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Дисциплина базируется на компетенциях, сформированных на предыдущих уровнях образования

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ОПК-2: Способен использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты
Знать: основные принципы массопереноса, действующие силы процесса, факторы, влияющие на процесс массопереноса в системах с участием твердой фазы
Уметь: использовать знания фундаментальных наук при проведении исследований массопереноса в системах с участием твердой фазы
Владеть: навыками разработки планов исследований процессов массопереноса, влияния внешних и внутренних факторов на процесс массопереноса

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий	Форма текущего контроля
			Пр. (часы)			
Раздел 1. Введение. Общие закономерности массообмена.	1					3
Тема 1. Классификация материалов твердой фазы. Структура материалов твердой фазы. Непористые, капиллярнопористые и коллоидные капиллярнопористые материалы из полимеров (полиамиды, цеолиты, целлулоид и др.). Основные зависимости и уравнения, описывающие процесс массопередачи. Расчет равновесного состава фаз.			4	6		
Тема 2. Общие закономерности переноса вещества во внешней сфере. Физические модели и механизмы переноса массы в пористых твердых телах и обтекающем их потоке; внутреннее и внешнее сопротивления массопереносу («внутренняя и внешняя диффузия»). Массопроводность и массоотдача. Методы определения коэффициента массопроводности. Способы выражения состава масс (объемные концентрации, весовые или мольные доли, относительные концентрации). Определение направления перехода и движущей силы процесса перехода распределяемого вещества. Определение плотности рабочих потоков.			6	6		
Раздел 2. Физико-химические основы адсорбции в производстве различных твердых материалов						3
Тема 3. Процессы адсорбции на твердых адсорбентах. Краткие сведения о промышленном проведении процессов адсорбции газов и растворенных веществ, ионного обмена. Виды адсорбентов. Равновесие при адсорбции. Скорость адсорбции. Основные уравнения массопередачи в процессах адсорбции. Расчет количества поглощенного вещества и адсорбента.			6	6		

Тема 4. Массопередача при адсорбции. Массопередача при адсорбции. Десорбция. Зависимость массопроводных свойств адсорбентов от типа адсорбента и природы сорбата. Расчет динамики изотермической и адиабатической адсорбции в неподвижном слое. Расчет паропроницаемости при адсорбции. Расчет коэффициентов массоотдачи и массопередачи. Расчет времени защитного действия и высоты слоя. Расчет степени отработки адсорбента.		6	6		
Раздел 3. Теоретические основы процессов сушки					3
Тема 5. Методы сушки. Конвективная, контактная, специальные методы сушки. Основные варианты проведения конвективной сушки, их анализ, сравнительные характеристики и рациональные области применения. Сопоставление конвективной и контактной сушки и преимущественные области их применения. Равновесие при сушке. Материальный и тепловой балансы контактной (кондуктивной) сушке. Массопроводность в процессах термической сушки. Расчет направления и движущей силы процесса сушки, необходимого расхода сухого воздуха, теплоты и греющего пара теоретической сушилки.		6	6	ГД	
Тема 6. Сушка твердых материалов. Формы связи влаги с материалами и методы удаления влаги из них. Равновесие между паром и жидкостью во влажном материале. Изотермы сушки; влажное и гигроскопическое состояние материала. Направление и движущая сила массопередачи при сушке и увлажнении. Тепло-массообмен при сушке. Процессы массопередачи при экстрагировании. Расчет коэффициента массопереноса, числа теоретических ступеней экстракции. Расчет расхода экстрагента, составов экстракта.		6	8		
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		34	38		
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)		2,5	33,5		
Всего контактная работа и СР по дисциплине		36,5	71,5		

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ОПК-2	1. Имеет представление о современных методах совершенствования комплексного использования сырья в процессах массопереноса. 2. Использует знания о способах замены дефицитных материалов в технологических процессах создания материалов с участием твердой фазы. 3. Демонстрирует навыки использования методов математического моделирования в процессах массопереноса с участием твердой фазы.	Вопросы устного собеседования Практико-ориентированное задание

5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	Обучающийся показывает всестороннее и глубокое знание закономерностей диффузионных явлений в гетерогенных системах в процессах абсорбции, адсорбции, сушки и экстракции; свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях при ответе; усвоил основную и знаком с дополнительной литературой; может объяснить взаимосвязь основных закономерностей и их значение для последующей профессиональной деятельности в области изучения процессов массопереноса; проявляет творческие способности и широкую эрудицию в использовании учебного материала. Задание выполнено верно	
4 (хорошо)	Обучающийся показывает достаточный уровень знаний основных закономерностей диффузионных явлений в гетерогенных системах в процессах абсорбции, адсорбции, сушки и экстракции; ориентируется в основных понятиях и определениях; усвоил основную литературу; допускает незначительные погрешности при ответах на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы преподавателя. Задание выполнено с незначительными замечаниями	
3 (удовлетворительно)	Обучающийся показывает знания учебного материала в минимальном объеме в отношении основных закономерностей диффузионных явлений в гетерогенных системах в процессах абсорбции, адсорбции, сушкии и экстракции; может сформулировать физические законы, понятия и определения, но при этом, допуская большое количество непринципиальных ошибок; знаком с основной литературой; допускает существенные ошибки в ответе на экзамене, но может устранить их под руководством преподавателя. Задание	

	выполнено полностью, но с многочисленными существенными ошибками.	
2 (неудовлетворительно)	Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины; не может сформулировать основные закономерности диффузионных явлений в гетерогенных системах в процессах абсорбции, адсорбции, сушки и экстракции; плохо ориентируется в основных понятиях и определениях; плохо знаком с основной литературой; допускает при ответе на экзамене существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя. Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользование подсказкой другого человека. Задание выполнено неверно	

5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 1	
1	Классификация материалов твердой фазы. Структура материалов твердой фазы.
2	Непористые, капиллярнопористые и коллоидные капиллярнопористые материалы из полимеров (полиамиды, цеолиты, целлулоид и др.).
3	Общие закономерности переноса вещества. Равновесие при массопередаче. Линия равновесия и рабочая линия.
4	Движущая сила процесса массопередачи. Направление самопроизвольных процессов массообмена.
5	Физические модели и механизмы переноса массы в пористых твердых телах и обтекающем их потоке;
6	Внутреннее и внешнее сопротивления массопереносу («внутренняя и внешняя диффузия»).
7	Массопроводность и массоотдача. Методы определения коэффициента массопроводности.
8	Способы выражения состава масс (объемные концентрации, весовые или мольные доли, относительные концентрации).
9	Процессы адсорбции на твердых адсорбентах. Виды адсорбентов.
10	Основные диффузионные критерии подобия (критерии Нуссельта. Пекле, Прандля, Рейнольдса, Био).
11	Краткие сведения о промышленном проведении процессов адсорбции газов и растворенных веществ., Ионный обмен.
12	Равновесие при адсорбции. Виды изотерм адсорбции. Изотерма Ленгмюра, теория БЭТ. Скорость адсорбции.
13	Массопередача при адсорбции. Десорбция.
14	Зависимость массопроводных свойств адсорбентов от типа адсорбента и природы сорбата.
15	Расчет динамики изотермической и адиабатической адсорбции в неподвижном слое..
16	Расчет паропроницаемости при адсорбции
17	Методы сушки. Конвективная, контактная, специальные методы сушки.
18	Основные варианты проведения конвективной сушки, их анализ, сравнительные характеристики и рациональные области применения
19	Сопоставление конвективной и контактной сушки и преимущественные области их применения. Состояние и характеристика сушильных агентов при сушке.
20	Равновесие при сушке. Скорость и периоды и кривая сушки твердого материала
21	Материальный и тепловой балансы контактной (кондуктивной) сушке.
22	Сушка твердых материалов. Формы связи влаги с материалами и методы удаления влаги из них.
23	Равновесие между паром и жидкостью во влажном материале.
24	Изотермы сушки; влажное и гигроскопическое состояние материала.
25	Направление и движущая сила массопередачи при сушке и увлажнении. Тепло-массообмен при сушке.

5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Имеется смесь равных объемов толуола (А) с бензолом (В). Считая, что объем смеси равен сумме объемов компонентов, определить плотность смеси ρ, относительную массовую долю толуола и его молярную и массовую объемные концентрации Сх и С'х.

2. Жидкая смесь имеет состав: молярная доля х толуола 41,2% и бензола 58,8%. Определить относительную долю массовую толуола, его массовую объемную концентрацию и плотность смеси ρ.

3. При температуре 25 град. Цельсия приведены в соприкосновение воздух атмосферного давления, содержащий 14 % (объемная доля) ацетилена, и вода, содержащая растворенный ацетилен, в количестве: 1) 0,29·10-3 кг на 1 кг воды; Общее давление - 765 мм рт.ст. Определить движущую силу этого процесса.

5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная	+	Письменная		Компьютерное тестирование		Иная	

5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Возможность пользоваться справочными таблицами, калькулятором;
Время на подготовку ответа по билету 45 минут.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
6.1.1 Основная учебная литература				
Айнштейн В.Г. под ред.	Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс : учебное пособие : в 2 кн. — 6-е изд.	Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний	2017	http://ibooks.ru/reading.php?short=1&productid=359645
6.1.2 Дополнительная учебная литература				
М.М. Ишанходжаева	Физическая химия [Текст]. Ч.I. Диффузия в системах с твердой фазой: учебно-методическое пособие	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2012	http://nizrp.narod.ru/fizchem.htm
М.М. Ишанходжаева	Физическая химия. Процессы массообмена в системах с твердой фазой [Текст]. Ч. III: учебно-методическое пособие	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2014	http://nizrp.narod.ru/metod/kaffizikollchem/2.pdf
М.М. Ишанходжаева, Ю.В. Фролова	Физическая химия [Текст]. Ч.II.: практическое руководство к квантово-химическому расчету молекул моделей природных полимеров и их растворителей	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2011	http://nizrp.narod.ru/fizicgchem-2.htm

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: http://www.iprbookshop.ru/
Электронная библиотека ВШТЭ СПБ ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: http://nizrp.narod.ru
Электронно-библиотечная система «Айбукс» [Электронный ресурс]. URL: https://www.ibooks.ru/

6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8

MicrosoftOfficeProfessional 2013

6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория	Оснащение
Учебная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска