

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



Рабочая программа дисциплины

Б1.О.05

Процессы массопереноса в системах с участием твердой фазы

Учебный план: _____ ФГОСЗ++m180401. 2-1_26-12.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)		Контактн ая _____ Практ. занятия	Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, 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	

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:

Заведующий кафедрой физической и коллоидной химии

Липин В.А.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Демьянцева Е.Ю.

Методический отдел:

Фахретдинова А. Р.

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 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа	СР (часы)	Форма текущего контроля
		Пр. (часы)		
Раздел 1. Введение. Общие закономерности массообмена.	1			О
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 молярные 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				
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	О

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				
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	О
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 БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ

Использование балльно-рейтинговой системы не предусмотрено.

6. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, КРИТЕРИЕВ, СИСТЕМЫ И СРЕДСТВ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

6.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения
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

6.2 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, сушки 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	
--	--	--

6.3 Типовые контрольные задания и/или иные материалы, используемые для оценки результатов обучения

6.3.1 Типовые контрольные вопросы

№ 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 молярные доли, относительные концентрации).
9	Процессы адсорбции на твердых адсорбентах. Виды адсорбентов.
10	Основные диффузионные критерии подобия (критерии Нуссельта, Пекле, Прандтля, 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.

6.3.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

6.3.3 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 S_x и C'_x .

2. Жидкая смесь имеет состав: молярная доля x 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.

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения

6.4.1 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»

6.4.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная ☒ Письменная ☐ Компьютерное тестирование ☐ Иная ☐

6.4.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

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

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
7.1.1 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
7.1.2 Дополнительная учебная литература				
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
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	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

7.2 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/>

7.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8
MicrosoftOfficeProfessional 2013

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

Аудитория	Оснащение
Учебная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска