

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 12.09.2021 20:41:03
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84

**Рабочая программа дисциплины
ДИНАМИКА СОРБЦИИ**

**Направление подготовки
18.03.01 Химическая технология**

**Направленность программы бакалавриата
Химическая технология органических веществ**

**Профессиональный модуль
Технология средств химической защиты в чрезвычайных**

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	03
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы	03
3. Объем дисциплины	06
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий	06
4.2. Занятия лекционного типа	07
4.3. Занятия семинарского типа	09
4.3.1. Семинары, практические занятия	09
4.3.2. Лабораторные занятия	09
4.4. Самостоятельная работа	09
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	10
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации	10
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	10
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	11
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	12
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии	12
10.2. Программное обеспечение	12
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	12
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	13
Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации ..	14

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения образовательной программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

<i>Коды компетенции</i>	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-1	способность и готовность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - законы естественнонаучных дисциплин -виды внутреннего массопереноса, их особенности -теоретические основы формирования и движения фронта сорбции вдоль слоя адсорбента
ПК-1	способность и готовность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - характеристики сорбентов при работе в слое. -кинетические характеристики поглотителей -основные характеристики работы слоя в динамических условиях; факторы, влияющие на высоту работающего слоя, коэффициента защитного действия слоя и т.д. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - проводить исследования с целью тестирования защитных характеристик сорбционных материалов; -проводить сравнение сорбционно-кинетических характеристик сорбентов с целью определения применимости поглотителя в конкретных производственных целях -определять время защитного действия слоя сорбента, по виду выходной кривой и коэффициенту симметричности судить о применимости сорбента в конкретном процессе. -определять степень использования сорбционной емкости слоя. -рассчитывать скорость движения фронта сорбции и коэффициент защитного действия слоя <p>Владеть:</p>

Коды компетенции	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
		<ul style="list-style-type: none"> - сорбционными методами исследования характеристик поглотителей в динамических условиях процесса. -методиками определения кинетических характеристик поглотителей -методикой определения коэффициента защитного действия слоя, потери времени защитного действия слоя и высоты работающего слоя с использованием зависимости Шилова
ПК-19	<p>готовность использовать знания основных физических теорий для решения возникающих физических задач, самостоятельного приобретения физических знаний, для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе выходящих за пределы компетентности конкретного направления</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - теоретические закономерности динамики сорбции; -теоретические основы кинетики сорбции, условия проведения и особенности аппаратурного оформления процессов десорбции -строить кривые использования сорбционной емкости слоя и распределения концентраций адсорбтива по слою сорбента -основные уравнения динамики сорбции -решения системы основных уравнений динамики сорбции для случая: <ul style="list-style-type: none"> - равновесной изотермической сорбции, - неравновесной изотермической сорбции, - равновесной неизотермической сорбции. -влияние вида ИА на форму сорбционного фронта и характер его перемещения по слою сорбента -уравнения Викке и Вильсона -условия возникновения одиночной и комбинированной тепловой волны -особенности работы, уравнения материального баланса для псевдооживленных и движущихся слоев сорбента

Коды компетенции	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
		<p>-области применения «кипящих» и движущихся слоев поглотителей в промышленных процессах</p> <p>-формулы расчета расхода адсорбента и скорости движения адсорбента в колонне, определения длины зоны массообмена.</p> <p>-особенности адсорбции многокомпонентной смеси на слоях сорбента в условиях проточного реактора.</p> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять полученные знания для решения задач профессионального плана - рассчитывать эффективный диффузионный коэффициент сорбирующих материалов - подбирать условия проведения процессов сорбции и десорбции на конкретных поглотителях <p>-рассчитывать скорость движения фронта сорбции по уравнению Вильсона</p> <p>-выбирать температурный режим десорбционной части установки с движущимся слоем сорбента.</p> <p>-рассчитывать коэффициент селективности</p> <p>-рассчитывать скорость движения фронта сорбции каждого компонента смеси.</p>

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к профессиональному модулю по выбору Б1.В.ДВ.01.04 «Технология средств химической защиты в чрезвычайных ситуациях», является обязательной (Б1.В.ДВ.01.04.03) и изучается на 3 курсе в 6 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Физика», «Математика», «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Физическая химия», «Коллоидная химия», «Теоретические основы физической адсорбции и адсорбционных процессов».

Полученные в процессе изучения дисциплины знания, умения и навыки могут быть использованы в научно-исследовательской работе бакалавра и при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	7/ 252
Контактная работа с преподавателем:	144
занятия лекционного типа	36
занятия семинарского типа, в т.ч.	72
семинары, практические занятия	
лабораторные работы	72
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	36
другие виды контактной работы	
Самостоятельная работа	72
Форма текущего контроля	-
Форма промежуточной аттестации (экзамен)	36

4. Содержание дисциплины.

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1	Кинетика адсорбции и десорбции.	4		20	12	ОПК-1 ПК-1 ПК-19
2	Динамика адсорбции. Основные понятия.	6				ОПК-1 ПК-19
3	Характеристики работы слоя сорбента	8		52		ПК-1
4	Основные уравнения динамики сорбции	2				ПК-19
5	Математические модели сорбционных процессов	8				ПК-19
6	Сорбционные процессы. Динамика сорбции в псевдооживленных (кипящих) и движущихся слоях	4			24	ПК-19
7	Многокомпонентная адсорбция в условиях динамического потока	4				ПК-19

4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Кинетика адсорбции и десорбции. Кинетические кривые. Степень отработки емкости зерна сорбента. Эффективный диффузионный коэффициент. Виды внутреннего массопереноса. Кинетическая кривая десорбции. Удерживающая способность поглотителя. Температура быстрой десорбции. Пороговая температура десорбции. Виды десорбции.	4	
2	Динамика адсорбции. Основные понятия. Предмет изучения динамики адсорбции. Механизм формирования фронта адсорбции. Работающий слой. Кривая распределения концентраций. Две стадии отработки сорбционного слоя. Режим параллельного переноса. Скорость движения фронта адсорбции.	6	
3	Характеристики работы слоя сорбента Время защитного действия слоя. Выходная кривая. Коэффициент симметричности выходной кривой. Динамическая адсорбционная способность слоя. Степень использования сорбционной емкости слоя. Зависимость Н.Шилова. Коэффициент защитного действия. Потеря времени защитного действия. Условия осуществления режима параллельного переноса. Факторы, влияющие на высоту работающего слоя.	8	
4	Основные уравнения динамики сорбции Система основных уравнений динамики сорбции. Уравнение материального баланса. Уравнения массообмена. Уравнения теплопередачи. Уравнение теплового баланса.	2	
5	Математические модели сорбционных процессов Классификация динамических процессов адсорбции. Динамика равновесной изотермической адсорбции. Допущения. Система уравнений и ее решение. Уравнение Викке. Обрывной фронт сорбции. Уравнение Вильсона. Анализ решения системы уравнений для выпуклой, линейной, вогнутой ИА. Явления сжатия и размывания фронта адсорбции. Влияние продольного массопереноса на вид фронта адсорбции. Теория Зельдовича-Тодеса. Центр тяжести сорбционной волны. Динамика неравновесной изотермической сорбции. Допущения. Система уравнений и ее решение	8	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	<p>для выпуклой ИА. Соотношение Зельдовича. Рабочая линия процесса. Движущая сила процесса адсорбции. Высота зоны массопередачи. Число единиц массопереноса. Анализ решения системы уравнений для линейной и вогнутой ИА. Решение Еникеевой системы уравнений для выпуклой ИА с учетом фактора продольной диффузии. Анализ решения системы уравнений для выпуклой, линейной, вогнутой ИА. Динамика неизотермической адсорбции. Равновесная адиабатическая адсорбция. Допущения. Система основных уравнений модели и ее решение. Скорость движения тепловой волны. Решение системы уравнений для выпуклой ИА. Два режима движения тепловой волны. Температура плато. Условия реализации режима тепловой волны.</p>		
6	<p>Динамика сорбции в псевдооживленных (кипящих) и движущихся слоях Особенности работы кипящего слоя. Коэффициент перемешивания. Идеальная модель кипящего слоя. Допущения. Начальные и граничные условия решения системы уравнений модели. Зависимость Н.Шилова в применении к модели кипящего слоя. Сравнение действия неподвижного слоя адсорбента и кипящего слоя периодического действия. Особенности, достоинства и недостатки непрерывных процессов. Схема работы адсорбционной установки с движущимся слоем. Особенности зоны массообмена. Выбор расхода адсорбента. Выбор температурного режима десорбционной части установки. Применение процессов с движущимся слоем в промышленности. Работа установки для разделения природного газа. Расчет скорости движения адсорбента в колонне. Высота хроматографической части колонны.</p>	4	
7	<p>Многокомпонентная адсорбция в условиях динамического потока Конкурентный характер сорбции. Динамика адсорбции бинарной смеси. Схема распределения концентраций компонентов в элементарном слое. Коэффициент вытеснения. Скорость движения фронта адсорбции первого и второго компонентов смеси. Коэффициент селективности. Динамика адсорбции многокомпонентной смеси.</p>	4	

4.3. Занятия семинарского типа.

4.3.1. Семинары, практические занятия.

Учебным планом не предусмотрены

4.3.2. Лабораторные занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
1	Изучение кинетики влагопоглощения на сорбентах различной природы - подготовка установки (приготовление растворов с различным относительным давлением паров воды) - регенерация адсорбентов - получение данных кинетической кривой для адсорбентов различной природы - расчет кинетических характеристик поглотителей и сравнение их применимости в целях осушки газовых сред	20	
3	Изучение динамики влагопоглощения на силикагелях и цеолитах - проверка рабочего состояния установки - регенерация цеолита и силикагеля - определение выходной кривой осушки для различных условий работы поглотителя – относительной влажности воздушного потока 35, 60 и 80 % для цеолита - определение выходной кривой осушки для различных условий работы поглотителя – относительной влажности воздушного потока 35, 60 и 80 % для силикагеля	20	
3	Изучение динамики физической адсорбции – выбор условий проведения эксперимента, подготовка сорбентов – получение данных выходной кривой для высот слоя сорбента 2, 4, 6, 8, 10 см, – расчет динамических характеристик сорбента.	32	

4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Регенерация адсорбентов. Условия. Виды аппаратного оформления процессов регенерации и закономерности их протекания. Расчет десорбционной кривой по изотерме адсорбции. Построение изотермы адсорбции по десорбционной кривой.	24	Письменный опрос №1
6	Рекуперационные процессы. Закономерности.	48	Письменный

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
	Аппаратурное оформление. Основные параметры процесса рекуперации. PSA-процессы. Закономерности. Требования к сорбенту. Примеры.		опрос №2

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <http://media.technolog.edu.ru>

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («удовлетворительно») освоения предусмотренных элементов компетенций.

Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена.

К сдаче экзамена допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

Экзамен предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются вопросами (заданиями) двух видов: теоретический вопрос (для проверки знаний) и практический вопрос (для проверки умений и навыков).

При сдаче экзамена, студент получает два вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 60 мин.

Пример варианта вопросов на экзамене:

Вариант № 1
1 Стадии процесса адсорбции. Лимитирующая стадия процесса сорбции. Диффузионные области протекания процесса сорбции. Понятие «транспортная пористость». Условия протекания процесса поглощения во внутридиффузионной области.
2 Условия осуществления режима параллельного переноса. Практические рекомендации. Факторы, влияющие на высоту работающего слоя.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная:

1 Сорбционная осушка газовых и жидких сред / В. В. Самонин, М. Л. Подвязников, Е. А. Спиридонова, В. Ю. Никонова. - СПб. : Наука, 2011. - 138 с.

2 Фенелонов, В.Б. Адсорбционно-капиллярные явления и пористая структура катализаторов и адсорбентов: сборник задач и вопросов с ответами и решениями/

В.Б.Фенелонов, М.С.Мельгунов; Новосиб. гос. ун-т. - Новосибирск: изд-во Новосиб. ун-та, 2010. - 188 с.

3 Григорьева, Л.В. Определение защитных характеристик слоя активного угля : Практикум / Л. В. Григорьева, В. В. Далидович ; СПбГТИ(ТУ). Каф. хим. технологии материалов и изделий сорбц. техники. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2016. - 15 с. (ЭБ)

4 Григорьева Л.В. Методика расчета установки рекуперации паров органических растворителей [Текст]: методические указания/ Григорьева Л.В., Далидович В.В. – СПб.: СПбГТИ (ТУ), 2010. - 25 с. (ЭБ)

б) дополнительная:

1 Мальцева, Н.В. Исследование влагопоглотительной способности катализаторов : Методические указания / Н. В. Мальцева, Т. А. Вишневская, Ю. В. Александрова ; СПбГТИ(ТУ). Каф. общ. хим. технологии и катализа. - СПб. : [б. и.], 2011. - 49 с.

2 Добкина, Е.И. Пористая структура катализаторов и адсорбентов: учеб. пособие/ Е.И.Добкина, Л.А.Нефедова, С.А.Лаврищева;СПбГТИ(ТУ). - СПб: [б.и.], 2010. - 24 с.

в) вспомогательная литература:

1 Кинле, Х. Активные угли и их промышленное применение/Х.Кинле, Э.Бадер. – Л.: Химия, 1984. – 215 с.

2 Неймарк, И.Е. Синтетические минеральные адсорбенты и носители катализаторов/И.Е.Неймарк – Киев: Наук. думка, 1982. – 216 с.

3 Серпионова, Е.Н. Промышленная адсорбция газов и паров/Е.Н.Серпионова. – М.: Высш. шк., 1969. – 414 с.

4 Лукин, В.Д. Адсорбционные процессы в химической промышленности/В.Д.Лукин. – Л.: Химия, 1973. – 63 с.

5 Измерение изотерм сорбции паров органических веществ на различных адсорбентах в динамических условиях: метод. указания/ Сост.: Г.И.Бойкова, М.Я.Пулереvич, ЛТИ им. Ленсовета. – Л., 1983. – 24 с.

6 Исследование адсорбции паров воды. Кинетика влагопоглощения: метод. указания/Сост.: В.В.Самонин, В.В.Далидович, СПбГТИ(ТУ). – СПб:[б.и.], 1996. – 23 с.

8 Изучение процесса динамики адсорбции: метод. указания/Сост.: Б.Р.Кейер и др., ЛТИ им. Ленсовета. – Л., 1980. – 25 с.

9 Кравчик, А.Е. Углеродные и борнитридные материалы. Получение. Структура. Свойства. Области применения. / А. Е. Кравчик. - СПб. : [Менделеев], 2016. - 195 с.

10 Григорьева, Л.В. Динамика влагопоглощения : Методические указания / Л. В. Григорьева, В. В. Самонин, В. В. Далидович ; СПбГТИ(ТУ). Каф. хим. технологии материалов и изделий сорбц. техники. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2006. - 19 с. (ЭБ)

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

учебный план, РПД и учебно-методические материалы:<http://media.technolog.edu.ru>

электронно-библиотечные системы:

«Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;

«Лань » <https://e.lanbook.com/books/>.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Все виды занятий по дисциплине проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТО СПбГТИ(ТУ) 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ. Порядок проведения зачетов и экзаменов.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в «Рабочей программе». По каждому из разделов, для самостоятельного изучения, приведенных в Рабочей программе дисциплины следует сначала прочитать рекомендованную литературу и при необходимости составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме и для освоения последующих разделов курса. Для расширения знаний по дисциплине рекомендуется также использовать Интернет-ресурсы.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

10.1. Информационные технологии.

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

чтение лекций с использованием слайд-презентаций;

взаимодействие с обучающимися посредством электронной почты.

10.2. Программное обеспечение.

«Apache_OpenOffice»

11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для ведения лекционных занятий используется аудитория, оборудованная средствами оргтехники, на 20-30 посадочных мест (проектор BenQMX518, Ноутбук HPCompaqPresario – 2 шт, проектор VivitekD508 DLP, проекционный экран – 2 шт., пульт для управления презентацией доски).

Для проведения лабораторных занятий используется практикум.

Помещения оснащены мебелью.

Используемое в лаборатории оборудование и материалы:

Установки «Динамика»,

Анализатор циклогексана «ЛАЦ»,

Анализатор газов «Магистр»,

Весы лабораторные ВМ 213,

Весы ВМК 1501,
Весы ВМК 651,
Весы аналитические ВЛР-200,
Шкаф сушильный LOIPLF - 60/355 - GG1,
Печь муфельная LF – 5/11 – G1,
Оригинальная установка для определения времени защитного действия слоя материала по различным компонентам.

12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014г.

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по
дисциплине «Динамика сорбции»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Компетенции		
Индекс	Формулировка	Этап формирования
ОПК-1	способность и готовность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	промежуточный
ПК-1	способность и готовность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции	промежуточный
ПК-19	готовность использовать знания основных физических теорий для решения возникающих физических задач, самостоятельного приобретения физических знаний, для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе выходящих за пределы компетентности конкретного направления	промежуточный

2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания.

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела № 1	Знает: Кинетические характеристики поглотителей Умеет: Проводить сравнение сорбционно-кинетических характеристик сорбентов с целью определения применимости поглотителя в конкретных производственных целях Владеет: Методиками определения кинетических характеристик поглотителей	Правильные ответы на вопросы № 5 к экзамену	ПК-1

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
	Знает: Теоретические основы кинетики сорбции, условия проведения и особенности аппаратурного оформления процессов десорбции Умеет: рассчитывать эффективный диффузионный коэффициент сорбирующих материалов подбирать условия проведения процессов сорбции и десорбции на конкретных поглотителях	Правильные ответы на вопросы № 9-11 к экзамену	ПК-19
	Знает: виды внутреннего массопереноса, их особенности	Правильные ответы на вопросы № 1 к экзамену	ОПК-1
Освоение раздела №2	Знает: Теоретические основы формирования и движения фронта сорбции вдоль слоя адсорбента	Правильные ответы на вопросы № 2-4 к экзамену	ОПК-1
	Умеет: Строить кривые использования сорбционной емкости слоя и распределения концентраций адсорбтива по слою сорбента	Правильные ответы на вопрос № 12 к экзамену	ПК-19
Освоение раздела № 3	Знает: Основные характеристики работы слоя в динамических условиях; факторы, влияющие на высоту работающего слоя, коэффициента защитного действия слоя и т.д. Умеет: Определять время защитного действия слоя сорбента, по виду выходной кривой и коэффициенту симметричности судить о применимости сорбента в конкретном процессе. Определять степень использования сорбционной емкости слоя. Рассчитывать скорость движения фронта сорбции и коэффициент защитного действия слоя Владеет:	Правильные ответы на вопросы № 6-8 к экзамену	ПК-1

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
	Методикой определения коэффициента защитного действия слоя, потери времени защитного действия слоя и высоты работающего слоя с использованием зависимости Шилова		
Освоение раздела №4	Знает: Основные уравнения динамики сорбции	Правильные ответы на вопросы № 13-15 к экзамену	ПК-19
Освоение раздела № 5	Знает: Решения системы основных уравнений динамики сорбции для случая: - равновесной изотермической сорбции, - неравновесной изотермической сорбции, - равновесной неизотермической сорбции. Влияние вида ИА на форму сорбционного фронта и характер его перемещения по слою сорбента Уравнения Викке и Вильсона Условия возникновения одиночной и комбинированной тепловой волны Умеет: Рассчитывать скорость движения фронта сорбции по уравнению Вильсона	Правильные ответы на вопросы № 16-21 к экзамену	ПК-19
Освоение раздела № 6	Знает: Особенности работы, уравнения материального баланса для псевдооживленных и движущихся слоев сорбента Области применения «кипящих» и движущихся слоев поглотителей в промышленных процессах Формулы расчета расхода адсорбента и скорости движения адсорбента в колонне, определения длины зоны массообмена.	Правильные ответы на вопросы № 23-26 к экзамену	ПК-19

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
	Умеет: выбирать температурный режима десорбционной части установки с движущимся слоем сорбента.		
Освоение раздела № 7	Знает: Особенности адсорбции многокомпонентной смеси на слоях сорбента в условиях проточного реактора. Умеет: Рассчитывать коэффициент селективности Рассчитывать скорость движения фронта сорбции каждого компонента смеси	Правильные ответы на вопросы № 22 к экзамену	ПК-19

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):
промежуточная аттестация проводится в форме экзамена, результат оценивания – «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично».

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации.
а) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ОПК-1:

- 1 Виды внутреннего массопереноса.
- 2 Предмет изучения динамики сорбции. Кривые распределения концентрации сорбтива по длине слоя. Трехзонная модель сорбционного слоя.
- 3 Фронт сорбции. Механизм формирования фронта сорбции.
- 4 Два режима движения фронта сорбции.

в) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-1:

5. Особенности методики проведения кинетических исследований. Степень использования сорбционной емкости зерна сорбента. Понятие «эффективный диффузионный коэффициент». Методика расчета. Выбор сорбента в зависимости от величины эффективного диффузионного коэффициента и вида кинетической кривой.
- 6 Понятие «время защитного действия слоя», «проскок». Степень недоиспользования сорбционной емкости работающего слоя. Динамическая адсорбционная способность слоя. Выходная кривая. Методика определения выходной кривой. Коэффициент симметричности выходной кривой. Связь с коэффициентом использования сорбционной емкости слоя. Методика расчета основных динамических характеристик сорбента: динамической величины сорбции, степени использования сорбционной емкости слоя, времени защитного действия слоя. Алгоритм выбора поглотителя на основе вида выходной кривой и динамических характеристик слоя.
- 7 Зависимость Шилова. Коэффициент защитного действия слоя. Связь его со скоростью движения фронта сорбции. Потеря времени защитного действия слоя. Определение высоты работающего слоя. Уравнение Майклса-Трейбла. Методика обработки экспериментальных данных с целью построения зависимости времени защитного

действия слоя от его высоты, расчет скорости движения фронта сорбции для конкретного поглотителя по известным методикам (зависимость Шилова, уравнения скорости движения фронта сорбции), высоты работающего слоя и потери времени защитного действия слоя.

8 Условия осуществления режима параллельного переноса. Практические рекомендации. Факторы, влияющие на высоту работающего слоя.

в) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-19:

9 Кинетика сорбции. Предмет изучения. Кинетическая кривая. Связь между видом кинетической кривой и пористой структурой сорбента. Влияние условий проведения процесса сорбции на кинетические характеристики.

10 Стадии процесса адсорбции. Лимитирующая стадия процесса сорбции. Диффузионные области протекания процесса сорбции. Понятие «транспортная пористость». Условия протекания процесса поглощения во внутридиффузионной области.

11 Процесс десорбции. Стадии процесса десорбции. Температура пороговой и быстрой десорбции. Виды аппаратного оформления процессов десорбции. Выбор температурных условий регенерации сорбентов различного типа.

12 Каким образом отличаются и взаимосвязаны кривые использования адсорбционной емкости слоя и распределения концентрации сорбтива по длине слоя сорбента? Алгоритм их расчета.

13 Основные уравнения динамики сорбции. Уравнение материального баланса. Уравнения массообмена.

14 Основные уравнения динамики сорбции. Уравнение теплового баланса. Уравнения передачи тепла.

15 Классификация процессов динамики сорбции. По стационарности слоя. По способу осуществления десорбции. По целевому назначению. По типу адсорбции.

16 Динамика равновесной изотермической сорбции. Система уравнений динамики сорбции и ее решение. Обрывной и необрывной фронт сорбции. Уравнения Викке и Вильсона. Влияние вида ИА на форму фронта сорбции. Применение уравнения Вильсона для расчета скорости движения фронта сорбции.

17 Динамика равновесной изотермической сорбции. Решение системы уравнений с учетом коэффициента продольного переноса. Теория Зельдовича-Тодеса. Влияние вида ИА на форму фронта сорбции.

18 Динамика неравновесной изотермической сорбции. Решение системы уравнений для выпуклой ИА. Соотношение Зельдовича. Рабочая линия и движущая сила процесса сорбции. Длина зоны массопередачи.

19 Динамика неравновесной изотермической сорбции. Уравнение Еникеевой. Прямая Зельдовича. Рабочая линия процесса. Влияние вида ИА на форму фронта сорбции.

20 Динамика неизотермической сорбции. Равновесная адиабатическая сорбция. Система уравнений и ее решение. Скорости движения изотермической сорбционной и тепловой волны. Температура плато тепловой волны.

21 Динамика неизотермической сорбции. Условия реализации режима одиночной и комбинированной тепловой волны. Трехзонная модель.

22 Динамика многокомпонентной адсорбции. Трехзонная схема процесса для сорбции бинарной смеси. Коэффициент селективности, его расчет. Скорость движения фронта сорбции лучше и хуже сорбируемых компонентов, формула расчета.

23 Динамика адсорбции в кипящем слое. Уравнение материального баланса. Решение системы основных уравнений динамики сорбции. Особенности отработки сорбционной емкости слоем сорбента. Потеря времени защитного действия слоя и ее объяснение. Особенности работы слоя в условиях малых, средних и высоких концентраций сорбтива.

24 Адсорбция в движущемся слое. Достоинства процесса. Схема установки. Выбор температурного режима десорбционной части установки.

25 Адсорбция в движущемся слое. Расход адсорбента в колонне. Скорость перемещения фронта сорбции. Скорость движения поглотителя. Коэффициент скорости насыщения. Особенности расчета зоны массообмена.

26 Области применения процессов сорбции в движущихся слоях. Установка для разделения смеси природного газа.

К экзамену допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче экзамена студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше.

Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 60 мин.

4.Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями «Положения о формах, периодичности и порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся» (Приказ ректора от-12.12.2014 № 463) и СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ. Порядок проведения зачетов и экзаменов.