

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.В.ДВ.02.02 Оборудование для неорганического синтеза

Учебный план: _____ ФГОС3++z150302.22-1_22-15.plx

Кафедра: Материаловедения и технологии машиностроения

Направление подготовки:
(специальность) 15.03.02 Технологические машины и оборудование

Профиль подготовки: Оборудование химических производств
(специализация)

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: заочная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
	Лекции	Практ. занятия				
5	УП	6	8	126	4	Зачет
	РПД	6	8	126	4	
Итого	УП	6	8	126	4	
	РПД	6	8	126	4	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование, утверждённым приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 09.08.2021 г. № 728

Составитель (и):

Кандидат химических наук, доцент

Евдокимов А.Н.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой материаловедения и
технологии машиностроения

Евдокимов А.Н.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Евдокимов А.Н.

Методический отдел:

Смирнова В.Г.

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Сформировать компетенции обучающегося в области классификации и применении основного и вспомогательного оборудования, а также способности выполнять работы по расчету, конструированию и основам эксплуатации аппаратов и устройств для производства неорганических веществ, разрабатывать проектную и техническую документацию в соответствии с нормативными документами.

1.2 Задачи дисциплины:

Изучение основ теории и конструкции оборудования для производства неорганических веществ

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

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

Химические реакторы

Технологические процессы и аппараты в химической отрасли

Материаловедение

Инженерная графика

Химия

Учебная практика, ознакомительная практика

Машины и аппараты химических производств

Учебная практика, научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)

Общая химическая технология

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ПК-2: Способен принимать участие в работах по составлению научных отчетов и во внедрении результатов исследований и разработок; участвовать в работе над инновационными проектами

Знать: особенности расчета и проектирования оборудования для неорганического синтеза

Уметь: рассчитывать и проектировать оборудование для неорганического синтеза

Владеть: методиками расчета и проектирования оборудования для неорганического синтеза

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий
		Лек. (часы)	Пр. (часы)		
Раздел 1. Основные положения выбора и расчета оборудования химических производств	5				
Тема 1. Классификация оборудования по назначению и принципу действия, области применения, по роли в технологическом процессе и условиям работы		0,5		8	
Тема 2. Технологические и конструктивные требования. Порядок расчета оборудования (технологический, тепловой, гидравлический, энергетический и механический расчеты).			1	8	
Тема 3. Приемка и испытание аппаратов		0,5		9	
Раздел 2. Конструкционные материалы для изготовления химического оборудования					
Тема 4. Углеродистые стали. Чугуны. Качественные углеродистые, низко- и высоколегированные стали в производстве оборудования для технологии неорганических веществ. Коррозионная устойчивость материалов			1	9	
Тема 5. Цветные металлы и сплавы в производстве оборудования для производства неорганических веществ		1		9	
Тема 6. Органические полимерные материалы. Материалы на основе графита, резины и каучуков в химическом машиностроении. Огнеупорные и теплоизоляционные материалы		1		9	
Раздел 3. Основы конструирования и расчета химической					

Тема 7. Требования, предъявляемые к конструированию химической аппаратуры. Стандартизация и унификация в химическом машиностроении		1	9	
Тема 8. Тонкостенные сосуды и аппараты. Расчетные и рабочие температура и давление. Расчет сосудов и аппаратов. Методы расчета на прочность колонных аппаратов, работающих под действием внутреннего и наружного избыточного давления. Толстостенные сосуды и аппараты. Расчет толстостенных сосудов и аппаратов. Уплотнения и затворы сосудов	0,5		9	
Тема 9. Днища и крышки, расчет толщины крышки. Конструкция фланцев. Опоры аппаратов. Расчет теплоизоляции.		1	8	
Раздел 4. Подбор и расчет стандартного оборудования				
Тема 10. Теплообменное оборудование. Теплообменники и нагревательные устройства аппаратов, классификация и области применения	0,5		9	
Тема 11. Реакторы с перемешивающими устройствами. Подбор и расчет перемешивающих устройств		1	9	
Тема 12. Оборудование для измельчения, фракционного разделения и гранулирования. Подбор оборудования при проектировании с учетом механико-химических свойств сырья и производительности	1		9	
Тема 13. Оборудование для разделения жидкофазных систем (фильтры, центрифуги и т.д.). Оборудование для хранения газов и жидкостей. Хранилища твердых материалов	0,5		8	
Раздел 5. Спецоборудование производств неорганических веществ				

Тема 14. Аппараты для проведения каталитических процессов в газовой фазе. Конструкции колонн, работающих под высоким давлением. Специальное оборудование для массообменных процессов. Насадочные колонны, конструкции оросителей и устройств для перераспределения потоков. Типы массообменных элементов (колпачковые, ситчатые и т.д.). Конструкции абсорбционных колонн в производствах серной и азотной кислот		2	8	
Тема 15. Печи в производстве неорганических веществ. Печи для сжигания (колчедана, серы, фосфора и т.д.). Печи для высокотемпературного обжига	0,5	1	5	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	6	8	126	
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)	0,25			
Всего контактная работа и СР по дисциплине		14,25	126	

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
ПК-2	Имеет представление о этапах проектирования оборудования для неорганического синтеза. Объясняет методы расчета оборудования для неорганического синтеза. Демонстрирует знания в области производства оборудования для неорганического синтеза.	Вопросы устного собеседования Практико-ориентированные задания

5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
Зачтено	Обучающийся показывает всестороннее и глубокое знание основных законов трибологии, свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях; усвоил основную и знаком с дополнительной литературой; может объяснить взаимосвязь законов трения и износа и их значение для последующей профессиональной деятельности; проявляет творческие способности в использовании учебного материала.	
Не зачтено	Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины; не может сформулировать основные законы	

	<p>процессов трения и износа; плохо ориентиру-ется в основных понятиях и определениях; плохо знаком с основной литературой; допускает при ответе на зачете существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя.</p>	
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

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
Курс 5	
1	Классификация химического оборудования для производства неорганических веществ
2	Требования к технологическому оборудованию производств неорганических веществ
3	Металлические конструкционные материалы
4	Неметаллические конструкционные материалы
5	Огнеупорные, теплоизоляционные и прокладочные материалы
6	Способы защиты аппаратов от коррозии
7	Основные типы расчетов химического оборудования
8	Реакторы. Основные структурные элементы реактора.
9	Классификация реакторов.
10	Реакторы полного перемешивания. Устройство, принцип действия. Материальный баланс
11	Реакторы полного вытеснения. Устройство, принцип действия. Материальный баланс
12	Каскады реакторов Устройство, принцип действия. Материальный баланс
13	Смесители. Основные показатели процесса перемешивания
14	Смесители. Гидродинамика процесса перемешивания
15	Выбор смесителей и мешалок, их типы и области применения
16	Колонные и башенные аппараты. Области применения, классификация
17	Тарельчатые колонны. Гидродинамические режимы работы тарелок. Устройство, типы, схемы, назначение
18	Тарельчатые колонны с колпачковыми тарелками. Устройство, типы, схемы, назначение
19	Тарельчатые колонны с ситчатыми тарелками. Устройство, типы, схемы, назначение
20	Тарельчатые колонны со струйно-направленными (чешуйчатыми) тарелками. Устройство, типы, схемы, назначение
21	Насадочные колонны. Режимы работы. Устройство, типы, схемы, назначение
22	Насадки. Способы расположения насадки в аппарате. Виды насадок. Требования к насадкам.
23	Устройства для орошения. Струйчатые и разбрызгивающие устройства. Устройство, типы, схемы, назначение
24	Контактные аппараты с неподвижным слоем катализатора. Режим работы. Устройство. Основные типы. Назначение
25	Контактные аппараты с псевдооживленным слоем катализатора. Режим работы. Устройство. Основные типы. Назначение, достоинства, недостатки
26	Печи. Области применения в технологии неорганических веществ. Классификация по тепловому эффекту процесса, по способу подвода тепла в печь. Основные типы, назначение, достоинства и недостатки
27	Печи. Классификация по виду источника тепла, по конструктивным особенностям. Основные типы. Назначение, достоинства и недостатки
28	Шахтные печи. Устройство, принцип действия. Основные типы. Назначение, достоинства и недостатки.
29	Распылительные печи. Устройство, принцип действия. Назначение, достоинства и недостатки.
30	Печь с кипящим слоем. Устройство, принцип действия. Достоинства и недостатки.
31	Барабанные вращающиеся печи. Устройство, принцип действия. Назначение, достоинства и недостатки.

5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. В однослойном каталитическом реакторе, работающем при режиме идеального вытеснения, осуществляется обратимая экзотермическая реакция окисления SO₂ до SO₃ в фильтрующем слое ванадиевого катализатора. Определить: а) реакционный объем реактора, т.е. объем катализатора, который следует загрузить в реактор, чтобы обеспечить степень превращения SO₂ в SO₃, равную 0.5; б) диаметр реактора и высоту слоя катализатора. Исходные данные: температура в слое катализатора равна 570 °С, состав исходного газа: SO₂ – 11% (об); O₂ – 10% (об); N₂ – 79% (об). Расход газа 15500 м³/ч. Скорость газа в аппарате 1.4 м/с.

2. Определить производительность 1 м³ катализатора синтеза аммиака при следующих условиях: концентрация аммиака в конечном газе (на выходе из реактора) $S_{кон} = 26.5\%$ (об), в начальном газе (на входе в реактор) $S_{нач} = 2.7\%$ (об), объемная скорость газа $V_{об} = 45000 \text{ м}^3 / (\text{ч} \cdot \text{м}^3)$ катализатора.

(на входе в реактор) $S_{нач} = 2.7\%$ (об), объемная скорость газа $V_{об} = 45000 \text{ м}^3 / (\text{ч} \cdot \text{м}^3)$ катализатора.

3. Газ, выходящий из реактора окисления аммиака, быстро охлаждают для конденсации из него основной части водяных паров. Газ содержит 9% (мол.) оксида азота, 1% (мол.) диоксида азота и 8% (мол.) кислорода. До поступления в абсорбционные колонны, где получается азотная кислота, газ окисляется до отношения NO₂ : NO, равного 5:1. Требуется рассчитать объем реактора вытеснения, необходимый для достижения указанной цели, в предположении, что охлаждение является достаточно эффективным для поддержания постоянной температуры реакционной смеси на уровне 20° С. Расход газа в реактор составляет 10000 м³/ч, давление газа – 105 Па.

4. Определить объем катализатора в колонне синтеза и время контакта газа с катализатором по следующим исходным данным: производительность реактора – 96 т NH₃ в сутки; давление $P = 800 \cdot 1.01 \cdot 10^5 \text{ Па}$; температура $T = 500 \text{ }^\circ\text{C}$; объемная скорость – 60000 м³/(ч·м³) катализатора. Степень превращения $x = 20\%$. Свободный объем катализатора составляет 30% от общего его объема. На 1 т NH₃ расходуется 3000 м³ азото-водородной смеси.

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

Время на подготовку ответа по билету 45 минут.

В течение семестра выполняется контрольная работа.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
6.1.1 Основная учебная литература				
Козадерова О. А., Нифталиев С. И.	Технология минеральных удобрений	Воронеж: ВГУИТ	2014	http://ibooks.ru/reading.php?short=1&productid=344508
Нифталиев, С. И., Перегудов, Ю. С.	Технология подготовки сырья для неорганических производств	Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий	2014	http://www.iprbooks.hop.ru/47463.html
6.1.2 Дополнительная учебная литература				
Н.П. Мидуков, В.С. Куров, А.О. Никифоров	Сборник кейсов по дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии» [Текст] :учебно-практическое пособие	М-во образования и науки РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД	2018	http://nizrp.narod.ru/metod/kafpriapxt/2018_10_03_01.pdf

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
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска