

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 16.11.2023 17:01:49
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной
и методической работе
_____ Б.В.Пекаревский
« 12 » января 2022 г.

Рабочая программа дисциплины
ГИДРОАЭРОДИНАМИКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

Специальность

15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов

Специализация № 20

**Проектирование технологических комплексов производства
энергонасыщенных материалов**

Квалификация

Инженер

Форма обучения

Очная

Факультет **инженерно-технологический**

Кафедра **мехатронных технологических комплексов**

Санкт-Петербург

2022

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Доцент		доцент Ишутин А.Г.

Рабочая программа дисциплины «Гидроаэродинамика технологических комплексов»
обсуждена на заседании кафедры мехатронных технологических комплексов
протокол от « 16 » ноября 2021 г. № 4
Заведующий кафедрой

А.Н.Веригин

Одобрено учебно-методической комиссией инженерно-технологического факультета
протокол от « 23 » декабря 2021 № 4
Председатель

А.П. Сусла

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Проектирование технологических машин и комплексов»		Н.А.Незамаев
Директор библиотеки		Т.Н.Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		М.З. Труханович
Начальник учебно-методического управления		С.Н.Денисенко

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	5
3. Объем дисциплины.....	5
4. Содержание дисциплины.....	6
4.2. Занятия лекционного типа.....	7
4.3. Занятия семинарского типа.....	8
4.3.2. Лабораторные работы.....	9
4.4. Самостоятельная работа обучающихся.....	9
4.5. Темы АР.....	9
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	10
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	10
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.....	10
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	10
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	11
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	11
10.1. Информационные технологии.....	11
10.2. Программное обеспечение.....	11
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	12
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.....	12
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.....	12
Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	13

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

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

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<p>ПК-2 Способен конструировать оборудование производств энергонасыщенных материалов и изделий.</p>	<p>ПК-2.3 Определение закономерностей динамики потоков. Определение расходных характеристик и законов сопротивления для потоков ньютоновской, бингамовской жидкостей</p>	<p>Знать: – основы конструирования оборудования технологических комплексов производства энергонасыщенных материалов; – технологические методы расчета машин и аппаратов химических производств.</p> <p>Уметь: – проводить технологические расчеты оборудования технологических комплексов; – организовывать оптимальное движение рабочих потоков в машинах и аппаратах.</p> <p>Владеть: – навыками выполнения технологических расчетов с использованием компьютерных средств.</p>

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к дисциплинам специализации части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.02.04) и изучается на 5 курсе в 9 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Математика», «Физика», «Теоретическая механика», «Конструирование и расчет элементов технологических комплексов», «Технологические комплексы производств энергонасыщенных материалов», «Введение в технологию энергонасыщенных материалов» и «Процессы и аппараты химической технологии». Полученные в процессе изучения дисциплины «Гидроаэродинамика технологических комплексов» знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении дисциплин «Технологические комплексы для переработки твердых дисперсных материалов» и «Мехатронные технологические комплексы», при прохождении производственной практики, а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	8/ 288
Контактная работа с преподавателем:	109
занятия лекционного типа	24
занятия семинарского типа, в т.ч.	58
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)*	34 (2)
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	24
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	27
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа	152
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	АР
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	экзамен (27)

* практическая подготовка только для дисциплин с ПК

4. Содержание дисциплины.

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академ. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, академ. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1.	Введение	2	-	-	-	ПК-2	ПК-2.3
2.	Движение жидкости и газа в типовых элементах конструкции промышленных аппаратов	6	-	-	40	ПК-2	ПК-2.3
3.	Распыливание жидкостей	4	6	6	-	ПК-2	ПК-2.3
4.	Закрученные потоки	2	6	-	38	ПК-2	ПК-2.3
5.	Аппараты с пленочным течением жидкости	4	6	6	38	ПК-2	ПК-2.3
6.	Барботажные и эрлифтные аппараты	4	10	8	-	ПК-2	ПК-2.3
7.	Струйные аппараты	2	6	4	36	ПК-2	ПК-2.3

4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1.	Введение. Основные понятия и определения. Классификация промышленной аппаратуры по способам организации и видам рабочих потоков. Проблемы моделирования гидродинамики технологических комплексов.	2	ЛВ ¹
2.	Движение жидкости и газа в типовых элементах конструкции промышленных аппаратов. Основные свойства жидкой и газообразной сред. Деформационное движение элементарного объема среды. Потенциалы скоростей пространственных потоков. Основные уравнения динамики жидкости и устойчивость ее движения. Поток в подводящих участках аппаратов. Виды сопротивлений и неравномерностей потока. Механизм растекания потока по решетке. Методы расчета отводящих участков аппаратов. Явления отрыва. Структура турбулентного пограничного слоя.	6	Л
3.	Распыливание жидкостей. Формирование двухфазного газожидкостного потока. Гидравлическое распыливание. Пневматическое распыливание. Механическое распыливание. Специальные способы распыливания жидкостей.	4	Л
4.	Закрученные потоки. Гидродинамика и структура закрученного потока.	2	Л
5.	Аппараты с пленочным течением жидкости. Гидродинамика пленочного течения жидкости.	4	Л
6.	Барботажные и эрлифтные аппараты. Барботажные аппараты: типы, устройство и назначение. Эрлифтные аппараты: описание и принцип действия. Гидроаэродинамика и	4	Л

¹ **Примеры образовательных технологий, способов и методов обучения** (с сокращениями): традиционная лекция (Л), лекция-визуализация (ЛВ), проблемная лекция (ПЛ), лекция – пресс-конференция (ЛПК), занятие – конференция (ЗК), тренинг (Т), дебаты (Д), мозговой штурм (МШ), мастер-класс (МК), «круглый стол» (КрСт), активизация творческой деятельности (АТД), регламентированная дискуссия (РД), дискуссия типа форум (Ф), деловая и ролевая учебная игра (ДИ, РИ), метод малых групп (МГ), занятия с использованием тренажеров, имитаторов (Тр), компьютерная симуляция (КтСм), использование компьютерных обучающих программ (КОП), интерактивных атласов (ИА), посещение врачебных конференции, консилиумов (ВК), участие в научно-практических конференциях (НПК), съездах, симпозиумах (Сим), учебно-исследовательская работа студента (УИРС), проведение предметных олимпиад (О), подготовка письменных аналитических работ (АР), подготовка и защита рефератов (Р), проектная технология (ПТ), экскурсии (Э), дистанционные образовательные технологии (ДОТ).

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	расчеты барботажных и эрлифтных аппаратов.		
7.	Струйные аппараты. Основные закономерности движения потоков и работы струйных аппаратов. Характеристики струйных аппаратов.	2	Л

4.3. Занятия семинарского типа.

4.3.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку*	
3.	Распыливание жидкостей. Методика расчета пневматической форсунки. Расчет промышленного пневматического распылителя.	6	2	РД
4.	Закрученные потоки. Аэродинамический расчет циклона. Технологический расчет циклонной камеры.	6	-	КОП
5.	Аппараты с пленочным течением жидкости. Методика расчета насадочной колонны. Расчет абсорбера с насадочными телами. Методика расчета абсорбера с ситчатыми тарелками. Расчет абсорбера с ситчатыми тарелками.	6	-	РД
6.	Барботажные и эрлифтные аппараты. Гидродинамический расчет барботажного флоратора. Выбор геометрических размеров барботажной колонны. Гидродинамический расчет эрлифта для скважины. Расчет и выбор геометрических размеров динамоэрлифта.	10	-	РД
7.	Струйные аппараты. Методика расчета питающего эжектора. Расчет конструктивных параметров эжектора.	6	-	КОП

*Графа «в том числе на практическую подготовку» заполняется только для дисциплин с ПК.

4.3.2. Лабораторные работы

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Примечания
		всего	в том числе на практическую подготовку*	
3.	Распыливание жидкостей. Исследование гидродинамических характеристик и распределения плотности орошения в факеле распылителей жидкости.	6	-	
5.	Аппараты с пленочным течением жидкости. Исследование гидравлических характеристик блочной насадки с сетчатыми контактными устройствами.	6	-	
6.	Струйные аппараты. Исследование характеристик струйных аппаратов.	4	-	
7.	Эрлифтные аппараты. Изучение работы эрлифтного аппарата для транспортировки гранулированных материалов.	8	7	

4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
2.	Движение жидкости и газа в типовых элементах конструкции промышленных аппаратов. Газодинамические функции.	40	АР №1
4.	Закрученные потоки. Методы формирования и параметры закрученных потоков.	38	Устный опрос
5.	Аппараты с пленочным течением жидкости. Способы организации пленочного течения жидкости.	38	Устный опрос
6.	Струйные аппараты. Принципиальная схема струйного аппарата. Классификация.	36	АР №2

4.5. Темы АР

АР №1 – Параметры и анализ газодинамических функций.

АР №2 – Классификация и схема струйных аппаратов.

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: <https://media.technolog.edu.ru>

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена.

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

При сдаче экзамена, студент получает три вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 45 мин.

Пример варианта вопросов на экзамене:

Вариант № 1

1. Классификация промышленной аппаратуры по способам организации и видам рабочих потоков?
2. Опишите пневматическое распыливание жидкости.
3. Напишите основные закономерности движения потоков и опишите работу струйных аппаратов.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «удовлетворительно»².

7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.

а) печатные издания:

1. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа: учебник для вузов / Москва: Дрофа, 2003. - 840 с. - ISBN 5-7107-6327-6.
2. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии: учебник для вузов / А.Г. Касаткин. - Москва: Альянс, 2014. - 752 с. - ISBN 978-5-903034-62-8.
3. Оборудование химических производств. Атлас конструкций: учебное пособие для вузов / А. И. Леонтьева, Н. П. Утробин, К. В. Брянкин, В. С. Орехов. - Москва: КолосС, 2008. - 176 с. - ISBN 978-5-9532-0654-9.
4. Чефанов В.М. Основы технической механики жидкости и газа : учебное пособие / В. М. Чефанов. - Санкт-Петербург: Лань, 2020. - 452 с. - ISBN 978-5-8114-3975-1.

б) электронные учебные издания³:

1. Тур А.В. Гидро- аэродинамика промышленных аппаратов : Учебное пособие / А. В. Тур ; СПбГТИ(ТУ). Каф. машин и аппаратов хим. пр-в. - Электрон. текстовые дан. - СПб.: [б. и.], 2014. - 193 с.

² Для промежуточной аттестации в форме зачёта – «зачёт».

³ В т.ч. и методические пособия

8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.

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

ЭБС «Лань». Принадлежность-сторонняя. Адрес сайта – <http://e.lanbook.com>
Наименование организации – ООО «Издательство «Лань». Договор № 04(40)12 от 29.10.2012г.

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс». Принадлежность – сторонняя. Контракт № 04(49)12 от 31.12.2012г. по оказанию информационных услуг с использованием экземпляров Специальных Выпусков Систем Консультант Плюс.

ЭБС «Научно-электронная библиотека eLibrary.ru». Принадлежность – сторонняя. Адрес сайта – <http://elibrary.ru> Наименование организации – ООО РУНЭБ. Договор № SU-18-02/2013-2 от 18.02.2013г. на оказание услуг по предоставлению доступа к изданиям в электронном виде.

<http://guide.aonb.ru/library.html> Путеводитель по ресурсам Интернет.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Все виды занятий по дисциплине «Гидро-аэродинамика технологических комплексов» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

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

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

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

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

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

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

- плановость в организации учебной работы;
- серьезное отношение к изучению материала;
- постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходиться, имея знания по уже изученному материалу.

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 ЭИОС.

10.2. Программное обеспечение.

Microsoft Office (Microsoft Excel);

Mathcad.

10.3. Базы данных и информационные справочные системы.

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс».

11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.

Лекционные кабинеты 190013, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 24-26/49, лит. Е.	Специализированная мебель (20 посадочных мест), доска, проектор, экран, учебно-наглядные пособия
Компьютерный класс: 190013, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 24-26/49, лит. Е. помещение 19-Н, (второй этаж) аудитории 4, 13	Компьютерный класс: Оборудование компьютерного класса: Доступ по локальной сети к единой информационной системе, сайту библиотеки СПбГТИ(ТУ) с системой электронного поиска, электронными библиотеками, доступ к сайту «Роспатента», "Росстата", "Ростехнадзора", Internet. Программное обеспечение: ОС WINDOWS, OPEN OFFICE, Авторское программное обеспечение для расчета зон действия поражающих факторов, рисков, Mathcad, ТОКСИ, FireCat, СОУТ, Охрана труда (1С Предприятие), Производственная безопасность (1С Предприятие). Обучающиеся ЛОВЗ обеспечиваются ресурсами ЭБС (электронно-библиотечная система).
Помещения для практических и лабораторных занятий: 190013, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 24- 26/49, лит. Е. помещение 19-Н, (второй этаж) аудитории 4, 13	Специализированная мебель (20 посадочных мест), лабораторное оборудование.
Помещения для самостоятельной работы: 190013, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 24- 26/49, лит. Е. помещение 19-Н, (второй этаж) аудитории 4, 13	Учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Доска, проектор, экран, учебно-наглядные пособия

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 28.08.2014.

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по
дисциплине «Гидроаэродинамика технологических комплексов»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Индекс компетенции	Содержание ⁴	Этап формирования ⁵
ПК-2	Способен конструировать оборудование производств энергонасыщенных материалов и изделий.	промежуточный

⁴ **Жирным шрифтом** выделяется та часть компетенции, которая формируется в ходе изучения данной дисциплины (если компетенция осваивается полностью, то фрагменты не выделяются).

⁵ Этап формирования компетенции выбирается по п. 2 РПД и учебному плану (начальный – если нет предшествующих дисциплин, итоговый – если нет последующих дисциплин (или компетенция не формируется в ходе практики или ГИА), промежуточный - все другие)

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

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ПК-2.3 Определение закономерностей динамики потоков. Определение расходных характеристик и законов сопротивления для потоков ньютоновской, бингамовской жидкостей	Правильно определяет параметры и законы движения жидкости в машинах и аппаратах в производстве энергонасыщенных материалов.	Правильные ответы на вопросы № 1-9 к экзамену.	Перечисляет требования и законы, предъявляемые к движению жидкости.	Знает, как организовать и рассчитать поток жидкости в оборудовании.	Умеет рассчитать параметры движения жидкости. Может применить эти знания для решения инженерных задач.
	Разбирается как оптимально организовать движение рабочих потоков жидкости и рассчитать распыливающие устройства и вихревое оборудование в производстве энергонасыщенных материалов.	Правильные ответы на вопросы № 10-24 к экзамену.	Перечисляет основные методы организации рабочих потоков жидкости в распыливающих устройствах и вихревом оборудовании.	Знает методы организации рабочих потоков жидкости и методики расчета распыливающих устройств и вихревого оборудования.	Умеет рассчитывать распыливающие устройства и вихревые машины и аппараты разными методами.
	Разбирается как оптимально организовать движение рабочих потоков жидкости и рассчитать струйное, пленочное и барботажного слоя оборудование в производстве энергонасыщенных материалов.	Правильные ответы на вопросы № 25-35 к экзамену.	Перечисляет основные методы организации рабочих потоков жидкости в струйном, пленочном и барботажном слое оборудовании.	Знает методы организации рабочих потоков жидкости и методики расчета струйного, пленочного и барботажного слоя оборудования.	Умеет рассчитывать струйные, пленочные и барботажного слоя машины и аппараты разными методами.

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации

Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-2:

1. Классификация процессов по технологическому признаку.
2. Классификация промышленной аппаратуры по способам организации и видам рабочих потоков. Деформационное движение элементарного объема среды.
3. Потенциалы скоростей пространственных потоков. Законы гидродинамического подобия.
4. Основные уравнения гидродинамики. Газодинамические функции.
5. Поток в подводящих участках аппаратов (прямой трубопровод, входные участки, расширяющиеся участки).
6. Поток в подводящих участках аппаратов (криволинейные каналы, свободные затопленные струи).
7. Струя за плоской решеткой. Механизм растекания потока по решетке и за системой решеток. Виды сопротивлений и неравномерностей потока.
8. Отводящие участки аппаратов (симметричный выход потока с внезапным сужением, симметричный выход потока с плавным сужением, боковой выход).
9. Пограничный слой. Явления отрыва. Структура турбулентного пограничного слоя.
10. Способы распыливания жидкостей. Разрушение струй и пленок при распыливании. Устойчивость и разрушение капель.
11. Гидравлическое распыливание. Классификация и конструктивные схемы гидравлических форсунок.
12. Гидравлическое распыливание. Течение жидкости (идеальной и вязкой) в центробежных форсунках.
13. Центробежные форсунки. Классификация и конструктивные схемы.
14. Пневматическое распыливание. Классификация и конструктивные схемы пневматических форсунок.
15. Пневматическое распыливание. Течение жидкости в пневматических форсунках.
16. Механическое распыливание. Классификация и конструктивные схемы механических распылителей.
17. Механическое распыливание. Теоретические основы течения жидкости.
18. Специальные способы распыливания жидкостей (ультразвуковое, акустическое, пульсационное, электростатическое).
19. Закрученные потоки. Методы формирования и параметры.
20. Закрученные потоки. Степень закрутки потока.
21. Закрученные потоки. Подobie закрученных потоков.
22. Практическое использование закрученных потоков (пылеочистка, камеры сгорания).
23. Практическое использование закрученных потоков (тепло-массообмен, вихревой холодильник).
24. Практическое использование закрученных потоков (очистка труб, измельчители).
25. Струйные аппараты. Принцип действия. Взаимодействие струи рабочей и инжектируемой среды. Примеры применения.
26. Струйные аппараты. Классификация. Коэффициент инжекции. Уравнение достижимых коэффициентов инжекции.

27. Струйные аппараты. Основные закономерности движения потоков. Характеристики струйных аппаратов. Примеры применения.
28. Барботажные аппараты. Расчет гидродинамики. Примеры применения.
29. Эрлифтные аппараты. Гидравлическое сопротивление. Примеры применения.
30. Способы организации пленочного течения жидкости. Пленочные аппараты (трубчатый, с плоскопараллельной насадкой).
31. Насадочные пленочные аппараты. Типы насадки.
32. Типы распределительных устройств для подачи орошающей жидкости. Струйные оросители (распределительные плиты, распределительные желоба, дырчатые трубы, брызгалки, ороситель типа сегнера колеса).
33. Типы распределительных устройств для подачи орошающей жидкости. Разбрызгивающие оросители (тарельчатый ороситель, многоконусный ороситель).
34. Гидродинамика пленочного течения жидкости. Движение жидкости в пленке. Гидравлическое сопротивление сухой и орошаемой насадки.
35. Гидродинамика пленочного течения жидкости. Совместное движение жидкости и газа через насадку.

При сдаче экзамена, студент получает три вопроса из перечня, приведенного выше. Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 45 мин.

4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СТП СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ Порядок проведения зачетов и экзаменов.

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

Шкала оценивания на экзамене балльная («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»).