

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 06.06.2022 15:42:38
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
« ____ » _____ 2019 г.

Рабочая программа дисциплины
МАШИНЫ И АППАРАТЫ ДЛЯ ПРОЦЕССОВ И ТЕПЛОМАССОБМЕНА

Направление подготовки
15.03.03 Прикладная механика

Направленность программы
Динамика и прочность машин и аппаратуры

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
очная

Факультет **инженерно-технологический**
Кафедра **химической энергетики**

Санкт-Петербург
2019

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Профессор		профессор А. Н. Веригин

Рабочая программа дисциплины «Машины и аппараты для процессов тепломассообмена»
обсуждена на заседании кафедры химической энергетики
протокол от « » 2019 №
Заведующий кафедрой

А.С.Мазур

Одобрено учебно-методической комиссией инженерно-технологического факультета
протокол от « » 2019 №
Председатель

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки Прикладная механика		профессор Н.А.Марцулевич
Директор библиотеки		Т.Н.Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И.Богданова
Начальник УМУ		С.Н.Денисенко

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы	5
3. Объем дисциплины	5
4. Содержание дисциплины	6
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий	6
4.2. Занятия лекционного типа	6
4.3. Занятия семинарского типа	8
4.3.1. Семинары, практические занятия	8
4.3.2. Лабораторные занятия	8
4.3.3. Курсовой проект	9
4.4. Самостоятельная работа	9
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	9
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	10
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	10
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии	11
10.2. Программное обеспечение	11
10.3. Информационные справочные системы	11
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	11
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	11
Приложения:	
1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации	12.

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

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

Коды компетенции	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-20	способность организовывать метрологическое обеспечение производства машин для механических испытаний материалов	Знать: области применения различных конструкционных материалов в зависимости от рабочих параметров процесса; современные методы расчета, обеспечивающие высокую техническую надежность элементов конструкции и использование технических средств по автоматизации конструкторской деятельности. Уметь: конструировать технологическое оборудование из различных конструкционных материалов с учетом требований действующей нормативной технической документации; находить расчетные параметры; Владеть: принципами выбора оборудования для осуществления технологических процессов;

Коды компетенции	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-32	способность оценивать потенциальные опасности, сопровождающие испытания и эксплуатацию разрабатываемых машин для механических испытаний материалов, и обосновывать меры по их предотвращению	<p>Знать: основные требования, предъявляемые к конструкциям оборудования; факторы, определяющие конструкцию его основных элементов и сборочных единиц;</p> <p>Уметь: проводить с использованием ЭВМ расчеты основных элементов и сборочных единиц разрабатываемого оборудования, применять автоматизированные методы конструирования</p> <p>Владеть: принципами выбора оборудования для осуществления технологических процессов.</p>

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к вариативной части дисциплин по выбору (Б1.В.ДВ.06.01) и изучается на 4 курсе в 7 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин надежность оборудования, Современные методы расчета машин, аппаратов и конструкций, строительная механика машин и конструкций, конструирование и расчет элементов оборудования.

Полученные в процессе изучения дисциплины «Машины и аппараты для процессов теплообмена» знания, умения и навыки могут быть использованы в научно-исследовательской работе магистранта 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)	3/108
Контактная работа с преподавателем:	76
занятия лекционного типа	36
занятия семинарского типа, в т.ч.	36
семинары, практические занятия	18
лабораторные работы	18
курсовое проектирование (КР или КП)	
КСР	4
другие виды контактной работы	
Самостоятельная работа	32
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	-
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	зачет

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	Введение, цели и задачи дисциплины. Общие требования к технологическим машинам и аппаратам. Области применения.	2				ПК-20
2	Аппараты для перегонки и ректификации.	6	3	4	10	ПК-20
3	Сушильные агрегаты	4	3	4		ПК-20
4	Оборудование для разделения жидких неоднородных систем	6	3		10	ПК-20

5	Теплообменные аппараты. Выпарные аппараты.	10	3	4	4	ПК-32
6	Колонные аппараты с непрерывным и ступенчатым контактом фаз.	4	3	4	4	ПК-32
7	Смесители сыпучих материалов. Классификаторы, дозаторы.	4	3	2	4	ПК-32

4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<u>Аппараты с механическими перемешивающими устройствами для проведения физических и химических процессов.</u> Область применения. Конструкции перемешивающих устройств в зависимости от целей перемешивания и свойств среды. Технологический результат операции перемешивания суспензий, эмульсий, с целью интенсификации тепло-и массообмена, для ускорения химических реакций. Влияние внутренних вспомогательных устройств в аппарате на мощность, потребляемую на перемешивание. Методика подбора электродвигателя аппарата. Особенности гидродинамического расчета, расчет потребляемой мощности. Перемешивающие устройства специальных конструкций. Способы интенсификации теплообмена при	4	
2	<u>Аппараты для кристаллизации.</u> Краткие основы кристаллизации из растворов. Конструкции кристаллизаторов из растворов в производстве кристаллических веществ. Расчет гидродинамических и тепловых параметров аппаратов. Кристаллизаторы для расплавов. Физические основы процесса. Барабанные кристаллизаторы для получения чешуированных продуктов. Расчет производительности, тепловой расчет,	4	
3	<u>Сушильные агрегаты.</u> Классификация сушильных аппаратов. Барабанная сушилка, конструкция, область применения. Производительность и потребляемая мощность. Сушилки с кипящим слоем. Область применения. Гидродинамический и тепловой расчет. Сушилки пневматические (трубы-сушилки). Комплексный расчет сушилок.	6	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
4	<u>Оборудование для разделения жидких неоднородных систем.</u> Вакуум-фильтры периодического и непрерывного действия. Вакуум-воронки. Барабанные вакуум-фильтра с ножевым съемом осадка и со сходящим полотном. Карусельные вакуум-фильтры. Расчет производительности по фильтрату при постоянной движущей силе и постоянной скорости фильтрации. Разделение жидких неоднородных систем в центробежном поле. Расчет скорости и времени осаждения твердых частиц. Центрифуги периодического и непрерывного действия. Примеры конструкций. Область применения. Расчет	6	
5	<u>Теплообменные аппараты.</u> Классификация теплообменных аппаратов. Подогреватели с паровым пространством (рибойлеры). Методика расчета теплообменных аппаратов. Тепловые балансы теплообменных аппаратов. Гидравлический расчет теплообменного аппарата. Выбор вариантов теплообменных аппаратов. Выпарные аппараты с естественной и принудительной циркуляцией, с вынесенной зоной кипения, с выносной греющей камерой.	6	
6	<u>Колонные аппараты.</u> Расчет ректификационных колонн. Схема ректификационной колонны. Расчет ректификационной колонны. Материальный баланс. Уравнения рабочих линий. Определение скорости пара и диаметра колонны. Гидравлический расчет тарелок. Определение числа тарелок и высоты колонны. Гидравлическое сопротивление рабочей части колонны. Расчет опорной обечайки..	6	
7	<u>Смесители сыпучих материалов .</u> Теоретические предпосылки при описании закономерностей процесса смешивания. Закономерности распределения частиц по размерам. Барабанные смесители периодического и непрерывного действия (с шарами и без шаров). Расчет критической скорости вращения барабан. Расчет потребляемой мощности. Расчет геометрических размеров по заданной производительности и времени смешения	4	

4.3. Занятия семинарского типа.

4.3.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<u>Аппараты с механическими перемешивающими устройствами</u> Расчет мощности привода.	6	Групповая дискуссия
5	<u>Теплообменные аппараты.</u> Комплексный технологический расчет.	6	Групповая дискуссия
6	<u>Колонные аппараты.</u> Комплексный технологический расчет.	6	Групповая дискуссия

4.3.2. Лабораторные занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
1	<u>Аппараты с механическими перемешивающими устройствами.</u> Изучение работы смесителя с шарнирно-закрепленным валом для приготовления общих партий продуктов.	4	
1	<u>Аппараты с механическими перемешивающими устройствами</u> Исследование структуры потоков в нитраторе.	4	
1	<u>Аппараты с механическими перемешивающими устройствами.</u> Исследование работы модельного нитратора, совмещенного с сепаратором	4	
7	<u>Смесители сыпучих материалов</u> Исследование работы барабанных смесителей сыпучих материалов.	6	

4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Основы оптимизации при конструировании и расчете оборудования.	6	Устный опрос №1
3	Критерии надежной эксплуатации сосудов и аппаратов. Типы разъемных соединений и область их применения.	6	Устный опрос №1
4	Медленновращающиеся и тяжело нагруженные элементы конструкции барабанного	6	Устный опрос №1

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
5	Уплотнения контактного типа: сальниковые, торцовые и манжетные.	6	Устный опрос №1
7	Рекомендации по размещению опор по длине горизонтальных аппаратов.	8	Устный опрос №1

5. 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 зачета.

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

Зачет предусматривают проверку освоения предусмотренных элементов компетенций во время проведения лабораторных и практических занятий.

Зачет предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются теоретическими вопросами.

При сдаче зачета, студент получает три вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин.

Пример варианта вопросов на зачете:

Вариант № 1

1. Интенсивность и эффективность действия перемешивающих устройств.
2. Расчет кожухотрубчатого теплообменника.
3. Гидравлическое сопротивление колонного аппарата.

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

а) основная литература:

Веригин, А.Н. Механическая обработка дисперсных материалов: учебное пособие /А.Н.Веригин, Н.А.Незамаев; СПбГТИ(ТУ) – СПб, 2015. – 128с.(ЭБ)

Веригин, А.Н. Смешивание дисперсных материалов: учебное пособие /А.Н.Веригин, Н.А.Незамаев; СПбГТИ(ТУ) – СПб, 2015.- 130с. (ЭБ)

Веригин, А.Н. Сушка дисперсных материалов: учебное пособие /А.Н.Веригин, Н.А.Незамаев; СПбГТИ(ТУ) – СПб, 2015. – 101с.(ЭБ)

б) дополнительная литература:

Незамаев, Н.А. : Конструирование и расчет элементов оборудования для нефтегазопереработки. Методические указания / Н.А. Незамаев, В.В. Зобнин, М.В., Коробчук – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2014 г. - 58 с. (ЭБ)

в) вспомогательная литература:

Паникаров, И.И. Расчеты машин и аппаратов химических производств и нефтегазопереработки (примеры и задачи) : учеб. пособие для вузов / И. И. Паникаров, С. И. Паникаров, С. В. Рачковский. - М. : Альфа-М, 2008. - 717 с.

7. 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/>.

8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Все виды занятий по дисциплине «Машины и аппараты для процессов тепломассообмена» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТО СПбГТИ 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;

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

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

СТП СПбГТИ 016-2014. 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.

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 приходить, имея багаж знаний и вопросов 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. Информационные справочные системы.

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

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

Для ведения лекционных и практических занятий используется аудитория, оборудованная средствами оргтехники.

Для проведения лабораторных занятий используется класс, оборудованный лабораторными стендами.

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. СПбГТИ(ТУ) 016-2014. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по
дисциплине «Машины и аппараты для процессов теплообмена»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Компетенции		
Индекс	Формулировка	Этап формирования
ПК-20	способность организовывать метрологическое обеспечение производства машин для механических испытаний материалов	промежуточный
ПК-32	способность оценивать потенциальные опасности, сопровождающие испытания и эксплуатацию разрабатываемых машин для механических испытаний материалов, и обосновывать меры по их предотвращению	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	Умеет определять оптимальных размеры корпуса аппарата из условия минимальных затрат материала на его изготовление	Правильные ответы на вопросы №1-3 к зачету	ПК-20
	Владеет навыками использования при решении поставленных задач ЭВМ.	Правильные ответы на вопросы № 26 к зачету	ПК-20
Освоение раздела №2	Умеет выбирать основные конструкторские материалы, расчетные и пробные нагрузки, допускаемые напряжения Знает расчет цилиндрической обечайки. Расчет укрепления отверстий.	Правильные ответы на вопросы № 4-14 к зачету	ПК-20

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
	Умеет обеспечивать моделирование технических объектов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования.	Правильные ответы на вопросы № 27 к зачету	ПК-20
Освоение раздела № 3	Знает факторы, определяющие конструкцию и основных элементов разъемных соединений.	Правильные ответы на вопросы №15 к зачету	ПК-32
	Владеет навыками использования при решении поставленных задач ЭВМ.	Правильные ответы на вопросы № 28 к зачету	ПК-32
Освоение раздела №4	Умеет рассчитывать элементы оборудования, подверженные механическим колебаниям. Механические колебания элементов оборудования. Критические частоты вращения валов.	Правильные ответы на вопросы № 16-18 к зачету	ПК-32
	Знает приемы оптимального расчета и проектирования конкретных машин и аппаратов	Правильные ответы на вопросы № 29 к зачету	ПК-20
Освоение раздела № 5	Знает область применения уплотнений в зависимости от условий эксплуатации (избыточное давление, температура и свойства обрабатываемой среды).	Правильные ответы на вопросы №20-22 к зачету	ПК-20
	Знает приемы оптимального расчета и проектирования конкретных машин и аппаратов	Правильные ответы на вопросы № 30 к зачету	ПК32
Освоение раздела № 6	Знает особенности устройств толстостенных аппаратов, область их применения и расчет.	Правильные ответы на вопросы №23-25 к зачету	ПК-32

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
	Владеет навыками использования при решении поставленных задач ЭВМ.	Правильные ответы на вопросы № 31 к зачету	ПК-32
Освоение раздела № 7	Знает конструкции опор вертикальных аппаратов – опорные обечайки, опорные лапы и стойки. Конструкции опор горизонтальных аппаратов.	Правильные ответы на вопросы № 19 к зачету	ПК-32
	Знает современные методы расчета, обеспечивающие высокую надежность элементов конструкции.	Правильные ответы на вопросы № 32 к зачету	ПК-32

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):
по дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачета, шкала оценивания – «зачтено», «не зачтено» .

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации.

а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-20:

1. Аппараты с механическими перемешивающими устройствами.
Цель и назначение процесса перемешивания.
2. Интенсивность и эффективность действия перемешивающих устройств.
3. Мощность, потребляемая мешалками на перемешивание.
4. Переход от мощности на перемешивание к мощности электродвигателя.
5. Основные типы мешалок. Область применения.
6. Барабанные кристаллизаторы Комплексный расчет.
7. Гранулятор с кипящим слоем.
8. Сушилки. Классификация.
9. Сушилки с кипящим слоем (КС).
10. Комплексный расчет сушилок (КС).
11. Фильтры. Вакуум-фильтры. Фильтры под давлением.
12. Барабанные смесители для сыпучих материалов.
13. Барабанные вакуум-фильтры: с ножевым съемом осадка.
14. Расчет мощности, потребляемой барабанными смесителями.
15. Теплообменные аппараты. Классификация. Область применения.
16. Расчет кожухотрубчатого теплообменника.

б) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-32:

17. Колонные аппараты. Конструкция область применения.
18. Расчет опор колонного аппарата.
19. Гидравлическое сопротивление колонного аппарата.
26. Конструкции опор горизонтальных аппаратов;
27. Конические и сферические днища определение расчетной толщины;
28. Эллиптические днища и крышки определение расчетной толщины;
29. Плоские днища определение расчетной толщины;
30. Цилиндрическая оболочка, определение расчетной толщины;
31. Оболочка коническая, определение расчетной толщины;
32. Сферическая оболочка, определение расчетной толщины;

К зачету допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче зачета, студент получает три вопроса из перечня, приведенного выше.

Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 30 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 СПб

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