

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 20.10.2023 13:42:06
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
«17» июня 2021 г.

Рабочая программа дисциплины
ПУЛЬСАЦИОННАЯ И ВИБРАЦИОННАЯ АППАРАТУРА ХИМИЧЕСКИХ
ПРОИЗВОДСТВ

Направление подготовки

15.04.02 Технологические машины и оборудование

Направленность программы бакалавриата

**Интенсификация процессов и энергосберегающее
технологическое оборудование**

Квалификация

Магистр

Форма обучения

Очная

Факультет **механический**

Кафедра **оптимизации химической и биотехнологической аппаратуры**

Санкт-Петербург

2021

ФТД.В.03

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Разработчики		д.т.н., проф. Р.Ш.Абиев

Рабочая программа дисциплины «Пульсационная и вибрационная аппаратура химических производств» обсуждена на заседании кафедры оптимизации химической и биотехнологической аппаратуры
протокол от «09» июня 2021 №13

Заведующий кафедрой

Р.Ш.Абиев

Одобрено учебно-методической комиссией механического факультета
протокол от «11» июня 2021 № 9

Председатель

А.Н.Луцко

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Технологические машины и оборудование»		Р.Ш.Абиев
Директор библиотеки		Т.Н.Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И.Богданова
Начальник учебно-методического управления		С.Н.Денисенко

Содержание

1	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	05
2	Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы	05
3	Объем дисциплины	05
4	Содержание дисциплины	06
4.1	Разделы дисциплины и виды занятий	06
4.2	Занятия лекционного типа	06
4.3	Занятия семинарского типа	07
4.3.1	Практические занятия	07
4.4	Самостоятельная работа	08
4.4.1	Тематика контрольных работ	08
5	Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	09
6	Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации	09
7	Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	09
8	Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	11
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	Информационные справочные системы	11
11	Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	12
12	Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	12
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 магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
ПК-2 Формирование новых направлений научных исследований и опытно-конструкторских разработок	ПК-2.1 Способен проводить анализ новых направлений исследований в соответствующей области знаний	Знать: основные принципы интенсификации процессов диспергирования, тепло- и массообмена при помощи пульсаций и вибраций Уметь: организовывать и проводить научные исследования, связанные с разработкой пульсационной и вибрационной аппаратуры химических производств Владеть: методами расчета и проектирования пульсационной и вибрационной аппаратуры химических производств

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения факультативной дисциплины «Пульсационная и вибрационная аппаратура химических производств» являются изучение магистрантами принципов одного из перспективных видов энерго- и ресурсосберегающего оборудования интенсификации процессов - пульсационной и вибрационной аппаратуры химических производств.

2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры

Учебная дисциплина ФТД.В.03 «Пульсационная и вибрационная аппаратура химических производств» относится к факультативным дисциплинам и изучается на 2 курсе, в 3 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин: «Физика», «Химия», «Техническая термодинамика и теплотехника», «Гидромеханика неоднородных систем», «Процессы и аппараты химической технологии», «Явления тепло- массопереноса в химической технологии», «Машины и аппараты для процессов тепло- и массопереноса» и др.

Полученные в процессе изучения дисциплины «Пульсационная и вибрационная аппаратура химических производств» знания, умения и навыки могут быть использованы при подготовке, выполнении и защите выпускной квалификационной работы, при решении научно-исследовательских, проектно-конструкторских, производственно-технологических задач в будущей профессиональной деятельности.

3 Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/академических часов)	2/72
Контактная работа с преподавателем:	36
занятия лекционного типа	18
занятия семинарского типа, в т.ч.	18
семинары, практические занятия, в т.ч. на пр. подг.	18 (9)
лабораторные работы	-
курсовое проектирование (КР или КП)	
КСР	
другие виды контактной работы	
Самостоятельная работа	36
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	Кр
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, академ. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, академ. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1	Основы теории колебаний. Модели колебаний в многофазных средах.	4	2		8	ПК-2
2	Пульсационные аппараты. Классификация. Пульсационные аппараты периодического действия. Методы расчета. Примеры применения.	6	8		12	ПК-2
3	Пульсационные аппараты непрерывного действия. Методы расчета. Примеры применения.	4	4		8	ПК-2
4	Вибрационные аппараты. Методы расчета. Примеры применения.	4	4		8	ПК-2

4.2 Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, академ. часы	Инновационная форма
1	Основы теории колебаний. Модели колебаний в многофазных средах. Свободные колебания материальной точки. Вынужденные колебания. Резонанс в системе с одной степенью свободы. Системы с бесконечным числом степеней свободы. Стоячие волны. Резонансные частоты. Продольные колебания в газожидкостной среде. Скорость звука.	4	Слайд-презентация
2	Пульсационные аппараты. Классификация. Пульсационные аппараты периодического действия. Методы расчета. Примеры применения. Пульсационные аппараты периодического действия. Аппараты с центральной трубой. Расчет нелинейных колебаний в системе жидкость – газонаполненные упругие элементы. Мощность, затрачиваемая на перемешивание при пульсациях. Пример перемешивания и растворения тяжелой	6	Слайд-презентация

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	суспензии (частицы ниобия). Пример растворения едкого натра. Пример экстрагирования из твердых частиц.		
3	<i>Пульсационные аппараты непрерывного действия. Методы расчета. Примеры применения.</i> Пульсационный трубчатый реактор с диафрагмами (Oscillated baffled reactor, OBR). Пульсационные аппараты колонного типа. Пульсационный аппарат проточного типа. Методы расчета. Примеры применения.	4	Слайд-презентация
4	<i>Вибрационные аппараты. Методы расчета. Примеры применения.</i> Виды вибрационных аппаратов. Аппараты с качающимся корпусом. Аппараты с вибрирующими перфорированными тарелками и лепестками. Расчет скорости циркуляции через отверстия тарелки.	4	Слайд-презентация

4.3 Занятия семинарского типа

4.3.1 Практические занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку*	
1	Расчет скорости звука в газожидкостной смеси. Определение собственных частот колебаний капель и пузырей.	2	2	групповая дискуссия
2	Расчет частот резонансных пульсаций в пульсационном аппарате с центральной трубой.	8	3	групповая дискуссия
3	Расчет пульсационного аппарата проточного типа	4	3	групповая дискуссия
4	Расчет характеристик вибрационного аппарата.	4	1	групповая дискуссия

4.4 Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Нелинейные колебания. Жесткие и мягкие характеристики. Суб- и супергармоники.	8	Устный опрос
2	Ультразвуковые методы обработки многофазных систем. Роторно-пульсационные аппараты.	12	Устный опрос
3	Пульсационное псевдооживление.	8	Устный опрос
4	Вибрационные транспортирующие машины. Принцип действия и основы расчета.	8	Устный опрос

4.4.1 Тематика контрольных работ

Контрольные вопросы для проведения текущего контроля

1. Методы интенсификации процессов: Пульсации. Вибрации. Ультразвук.
2. Дать определение энерго- и ресурсосбережения: 1) в узком смысле; 2) в широком смысле.
3. Определение интенсификации процессов по Рамшоу (Ramshaw) – 1995 г.
4. Определение интенсификации процессов по Станкевичу и Мулейну – 2000 г.
5. Интенсификация процессов в виде диаграммы (по Станкевичу и Мулейну) – 2000 г.
6. Свободные колебания материальной точки. Вынужденные колебания. Резонанс в системе с одной степенью свободы.
7. Системы с бесконечным числом степеней свободы. Стоячие волны. Резонансные частоты.
8. Продольные колебания в газожидкостной среде. Скорость звука.
9. Пульсационные аппараты периодического действия. Аппараты с центральной трубой.
10. Расчет нелинейных колебаний в системе жидкость – газонаполненные упругие элементы.
11. Мощность, затрачиваемая на перемешивание при пульсациях.
12. Пример перемешивания и растворения тяжелой суспензии (частицы ниобия).
13. Пример растворения едкого натра в пульсационном аппарате.
14. Пример экстрагирования из твердых частиц в пульсационном аппарате.
15. Пульсационный трубчатый реактор с диафрагмами (Oscillated baffled reactor, OBR).
16. Пульсационные аппараты колонного типа.
17. Пульсационный аппарат проточного типа. Методы расчета. Примеры применения.
18. Виды вибрационных аппаратов. Аппараты с качающимся корпусом.
19. Аппараты с вибрирующими перфорированными тарелками и лепестками. Расчет скорости циркуляции через отверстия тарелки.

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 Медиа: <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 зачета.

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

Зачет предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций, и состоят из двух теоретических вопросов (для проверки знаний) из перечня вопросов к экзамену.

Время подготовки студента к устному ответу – до 45 мин.

Пример содержательной части экзаменационного билета:

1. Продольные колебания в газожидкостной среде. Скорость звука.
2. Пульсационный аппарат проточного типа. Методы расчета. Примеры применения.

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

а) печатные издания:

1. Абиев, Р.Ш. Теоретические основы энерго- и ресурсосбережения в химической технологии/ Р.Ш. Абиев. СПб.: Изд-во «ВВМ», 2006. – 188 с.
2. Абиев, Р. Ш. Машины и аппараты для процессов тепло- и массопереноса : учебное пособие / Р. Ш. Абиев, В. А. Некрасов, В. Н. Соколов ; СПбГТИ(ТУ). Каф. оптимизации хим. и биотехнол. аппаратуры. - СПб. : [б. и.], 2015 - Ч. 1 : Теплообменные аппараты. Примеры и задачи. - 2015. - 96 с.
3. Соколов, В.Н., Химические реакторы и печи : учебное пособие / В. Н. Соколов, М. Д. Бушков, Р. Ш. Абиев, В. А. Некрасов; СПбГТИ(ТУ). Каф. оптимизации хим. и биотехнол. аппаратуры. - 2-е изд., перераб. и доп. - СПб. : [б. и.], 2014. - 94 с.
4. Поникаров, И. И. Конструирование и расчет элементов химического оборудования [Текст]: учебник для вузов по спец. 240801 «Машины и аппараты химических производств» и 130603 «Оборудование нефтегазопереработки»/ И. И. Поникаров, С. И. Поникаров. – М.: Альфа-М. – 2010. – 379 с.

б) электронные учебные издания¹:

5. Кузнецова, И. В. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях : учебное пособие / И. В. Кузнецова, И. И. Гильмутдинов. — Казань : КНИТУ, 2017. — 125 с. — ISBN 978-5-7882-2125-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/101903> (дата обращения: 30.01.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

¹ В т.ч. и методические пособия

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 «Пульсационная и вибрационная аппаратура химических производств» 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.

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

СТО СПбГТИ 016-2015. КС УКВД. 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 приходиться, 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);
Mathcad14

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, на 15 посадочных мест.

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

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебный 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 г.

Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по
дисциплине «Пульсационная и вибрационная аппаратура химических производств»
1 Перечень компетенций и этапов их формирования

Компетенции		
Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ПК-2	Формирование новых направлений научных исследований и опытно-конструкторских разработок	промежуточный

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-2.1 Способность проводить анализ новых направлений исследований в соответствующей области знаний	(ЗН-1) Знает: основные принципы интенсификации процессов диспергирования, тепло- и массообмена при помощи пульсаций и вибраций	Ответы на вопросы №№ 1-5	Имеет общее представление о теоретических основах энерго- и ресурсосбережения в химических технологиях при помощи пульсаций и вибраций	Имеет знания о теоретических основах энерго- и ресурсосбережения при помощи пульсаций и вибраций, достаточные для решения конкретных задач.	Имеет представление о теоретических основах энерго- и ресурсосбережения при помощи пульсаций и вибраций, способен самостоятельно предложить алгоритмы решения задач
	(У-1) Умеет: организовывать и проводить научные исследования, связанные с разработкой пульсационной и вибрационной аппаратуры химических производств.	Ответы на вопросы №№ 6-21	Имеет общее представление о задачах энерго- и ресурсосбережения при помощи пульсаций и вибраций, не способен самостоятельно выбрать необходимые методы и оборудование	Умеет выбирать методы решения задач энерго- и ресурсосбережения при помощи пульсаций и вибраций, с некоторыми подсказками преподавателя	Умеет самостоятельно выбирать методы решения задач энерго- и ресурсосбережения при помощи пульсаций и вибраций
	(Н-1) Владеет: методами расчета и проектирования пульсационной и вибрационной аппаратуры химических производств	Решение контрольных задач	Способен решать задачи энерго- и ресурсосбережения только по готовым алгоритмам и методикам.	Способен выполнять расчеты энерго- и ресурсосбережения в технологическом оборудовании	Способен самостоятельно находить оптимальные решения задач энерго- и ресурсосбережения

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

3 Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации.

а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенциям:

1. Методы интенсификации процессов: Пульсации. Вибрации. Ультразвук.
2. Дать определение энерго- и ресурсосбережения: 1) в узком смысле; 2) в широком смысле.
3. Определение интенсификации процессов по Рамшоу (Ramshaw) – 1995 г.
4. Определение интенсификации процессов по Станкевичу и Мулейну – 2000 г.
5. Интенсификация процессов в виде диаграммы (по Станкевичу и Мулейну) – 2000 г.
6. Свободные колебания материальной точки. Вынужденные колебания. Резонанс в системе с одной степенью свободы.
7. Системы с бесконечным числом степеней свободы. Стоячие волны. Резонансные частоты.
8. Продольные колебания в газожидкостной среде. Скорость звука.
9. Пульсационные аппараты периодического действия. Аппараты с центральной трубой.
10. Расчет нелинейных колебаний в системе жидкость – газонаполненные упругие элементы.
11. Мощность, затрачиваемая на перемешивание при пульсациях.
12. Пример перемешивания и растворения тяжелой суспензии (частицы ниобия).
13. Пример растворения едкого натра в пульсационном аппарате.
14. Пример экстрагирования из твердых частиц в пульсационном аппарате.
15. Пульсационный трубчатый реактор с диафрагмами (Oscillated baffled reactor, OBR).
16. Пульсационные аппараты колонного типа.
17. Пульсационный аппарат проточного типа. Методы расчета. Примеры применения.
18. Виды вибрационных аппаратов. Аппараты с качающимся корпусом.
19. Аппараты с вибрирующими перфорированными тарелками и лепестками. Расчет скорости циркуляции через отверстия тарелки.
20. Пульсационное псевдооживление. Принцип действия аппаратов с пульсационным псевдооживлением.
21. Принцип действия вибрационных транспортирующих машин.

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