

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 12.09.2021 19:24:34
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84

Приложение
к рабочей программе модуля
"Оборудование нефтегазопереработки"

Рабочая программа дисциплины

ГИДРО- АЭРОДИНАМИКА ПРОМЫШЛЕННЫХ АППАРАТОВ

Направление подготовки

15.03.02 Технологические машины и оборудование

Направленность программы бакалавриата

**Проектирование, эксплуатация и диагностика
технологических машин и оборудования**

Профессиональный модуль

Оборудование нефтегазопереработки

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Разработчик		доцент Ратасеп М.А.

Рабочая программа дисциплины «Гидро- аэродинамика промышленных аппаратов» обсуждена на заседании кафедры Машин и аппаратов химических производств
протокол от «__» _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой

А.Н. Веригин

Одобрено учебно-методической комиссией механического факультета
протокол от «__» _____ 20__ г. № _____

Председатель

А.Н.Луцко

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Технологические машины и оборудование»		доцент А.Н.Луцко
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. Практические занятия	7
4.4. Лабораторные работы	7
4.5. Самостоятельная работа студентов	7
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	7
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации	8
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	8
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	8
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	8
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии	9
10.2. Программное обеспечение	9
10.3. Информационные справочные системы	9
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	9
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	9
Приложения:	
1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации	10

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:

Коды компетенции	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-1	способностью к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки	<p>Знать: Основные уравнения описывающие движение жидкости и газа, особенности течения сред в типовых конструкциях промышленных аппаратов</p> <p>Владеть: основами теории подобия для описания гидродинамической ситуации в аппарате</p> <p>Уметь: Описывать работу аппаратов с помощью критериев гидродинамического подобия</p>
ПК-2	умением моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов	<p>Знать: Последовательность расчёта потоков в программе FreeCAD</p> <p>Владеть: основными командами FreeCAD</p> <p>Уметь: задавать граничные условия в расчётных моделях</p>
ПК-5	способностью принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования	<p>Знать: Принципы построения расчётных моделей во CFD системах</p> <p>Владеть: Инструментами анализа рассчитанных потоков</p> <p>Уметь: Оптимизировать модели аппаратов для численного расчёта МКЭ</p>

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы¹.

Дисциплина Б1.В.ДВ.02.03.12 «Гидро- аэродинамика промышленных аппаратов» относится к вариативной части учебного плана, профессиональному модулю Б1.В.ДВ.02.03 (модуль 03 "Оборудование нефтегазопереработки") и изучается на 3 и 4 курсах.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Основы гидромеханики. Насосы, компрессоры, вентиляторы», «Автоматизация инженерных расчетов», «Гидромеханика неоднородных сред».

Полученные в процессе изучения дисциплины «Гидро- аэродинамика промышленных аппаратов» 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
	Заочная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	3/ 108
Контактная работа с преподавателем:	16
занятия лекционного типа	4
занятия семинарского типа, в т.ч.	12
семинары, практические занятия	4
лабораторные работы	8
курсовое проектирование (КР или КП)	
КСР	
другие виды контактной работы	
Самостоятельная работа	88
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	2 Кр
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	Зачёт (4)

¹ Место дисциплины будет учитываться при заполнении таблицы 1 в Приложении 1 (Фонд оценочных средств)

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	Основные уравнения, описывающие поведение жидкости и газа	2				ПК-1
2	Взаимодействие потоков в типовых конструкциях промышленных аппаратов	2	4	8		ПК-1
3	Численное моделирование гидродинамической ситуации в промышленных аппаратах				88	ПК-2 ПК-5

4.2 Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, академ. часы	Инновационная форма
1	<u>Основные уравнения, описывающие поведение жидкости и газа</u> Уравнение неразрывности. Уравнение движения Эйлера. Уравнение движения Навье Стокса. Уравнение Бернулли. Гидродинамическое подобие.	2	
2	<u>Взаимодействие потоков в типовых конструкциях промышленных аппаратов</u> Пенный газопромыватель. Циклон. Сушилка КС. Фонтанирующая сушилка. Аппараты мешалкой.	2	

4.3 Практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	<u>Взаимодействие потоков в типовых конструкциях промышленных аппаратов</u> Работа сушилки КС. Перемешивание в аппарате с шарнирно закреплённой мешалкой. Перемешивание жидких сред планетарном смесителе.	4	Работа на лабораторной установке

4.4 Лабораторные работы.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
2	<u>Взаимодействие потоков в типовых конструкциях промышленных аппаратов</u> Моделирование потоков в циклоне. Моделирование потоков в аппарате с перемешивающим устройством.	8	Работа на ПК

4.5 Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
3	<u>Численное моделирование гидродинамической ситуации в промышленных аппаратах</u>	88	
3.1	Моделирование потоков в циклоне.	44	Контрольная работа №1
3.2	Моделирование потоков в аппарате с мешалкой.	44	Контрольная работа №2

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

Ратасеп М.А. Гидроаэродинамика промышленных аппаратов. Методическое пособие. Рукопись в электронном виде

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («зачёт») 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.

Контрольные работы, выполняемые студентами позволяют в процессе интерактивного взаимодействия с программным комплексом лучше представить и глубже понять природу движения жидкости, а также проявить свои творческие способности.

Приём контрольных работ в форме обучающего зачета является интерактивным методом систематизации изученного материала, способствует устранению возможных пробелов и углубления понимания дисциплины по окончании ее изучения. На зачете каждый обучающийся получает возможность проявить и показать себя по самостоятельному применению определенных знаний, умений и навыков.

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

а) Основная литература

Касаткин, А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии : учебник / А. Г. Касаткин. - 12-е изд., стер., дораб. - М. : Альянс, 2005. – 750 с.

б) Дополнительная литература

SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике/ А.А. Алямовский и др. — СПб: БХВ-Петербург, 2006 – 800 с.

Попов, Д. Н. Гидромеханика : учебник для вузов / Д. Н. Попов, С. С. Панайотти, М. В. Рябинин; под ред. Д. Н. Попова - 2-е изд., стер. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э.Баумана, 2002. - 383 с.

в) Вспомогательная литература

Гиргидов, А. Д. Техническая механика жидкости и газа : учебник для вузов / А. Д. Гиргидов. - СПб. : Изд-во СПбГТУ, 2001. - 394 с.

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

Сушилка КС

https://youtu.be/HbIpeuFkU_8

<https://youtu.be/JpifR6efJ4U>

Аппараты с механическим перемешивающим устройством

<https://youtu.be/W9F3Sat-GuI>

https://youtu.be/YcFA_dEvLq4

Циклон

https://youtu.be/oZoweO_UX6s

<https://youtu.be/LSoQDmz9tyM>

Уравнение Бернулли

<https://youtu.be/tnJHxxCfcsI>

Уравнение Навье-Стокса

<https://youtu.be/R1mC-ScfWmc>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Все виды занятий по дисциплине «Гидроаэродинамика промышленных аппаратов» 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 УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 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.

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 широкое использование информационных технологий:

- чтение лекций с использованием слайд-презентаций, демонстрацией онлайн материалов из интернета, использование интерактивных методических пособий;
- взаимодействие с обучающимися посредством электронной почты.

10.2. Программное обеспечение.

FreeCAD

10.3. Информационные справочные системы.

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

Поисковая система Google (Googlepatents, google-переводчик)

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

Для ведения лекционных занятий используется аудитория, оборудованная мультимедийными средствами.

Для проведения практических занятий используется компьютерный класс с рабочими станциями с частотой ЦП 1,2 ГГц и выше, объемом ОП 2 Гбайт и выше, установленной системой Windows 7 и более поздними ОС.

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 «Гидро- аэродинамика промышленных аппаратов»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Компетенции		
Индекс	Формулировка²	Этап формирования³
ПК-1	способностью к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки умением моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов	промежуточный
ПК-2	способностью к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки	промежуточный
ПК-5	умением моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов	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 основные уравнения описывающие движение жидкости и газа, особенности течения сред в типовых конструкциях промышленных аппаратов.	Правильные ответы на контрольные вопросы	ПК-1
	Владет основами теории	Правильные ответы	ПК-1

² **жирным шрифтом** выделена та часть компетенции, которая формируется в ходе изучения данной дисциплины (если компетенция осваивается полностью, то фрагменты)

³ 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.)

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
	подобия для описания гидродинамической ситуации в аппарате.	на контрольные вопросы	
	Умеет описывать работу аппаратов с помощью критериев гидродинамического подобия.	Правильные ответы на контрольные вопросы	ПК-1
Освоение раздела №2	Знает конструкции и принципы работы типовых промышленных аппаратов	Правильные ответы на контрольные вопросы	ПК-1
Освоение раздела №3	Знает принципы построения расчётных моделей и последовательность расчёта потоков в программе	Выполнение контрольных работ	ПК-2, ПК-5
	Владеет основными инструментами анализа рассчитанных потоков	Выполнение контрольных работ	ПК-2, ПК-5
	Умеет задавать граничные условия в расчётных моделях и оптимизировать модели аппаратов для численного расчёта МКЭ	Выполнение контрольных работ	ПК-2, ПК-5

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):
по дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачёта.

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации.
Типовые индивидуальные задания оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-1, ПК-2 и ПК-5:

Для получения зачёта по дисциплине обучающийся должен ответить на контрольные вопросы, сдать и защитить две контрольные работы, являющиеся индивидуальными заданиями для самостоятельной работы по третьему разделу дисциплины.

а) Контрольные вопросы к первому разделу

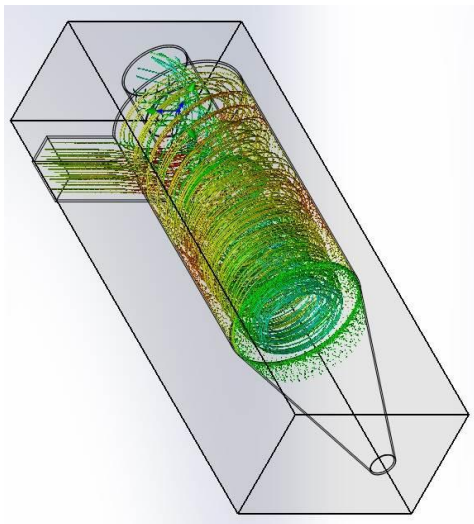
1. Вывести уравнение неразрывности
2. Вывести уравнение статики Эйлера
3. Вывести уравнение движения Эйлера
4. Вывести уравнение Навье-Стокса
5. Показать преобразование уравнения Навье-Стокса к безразмерному виду и объяснить значения получающихся критериев гидродинамического подобия.

б) Контрольные вопросы ко второму разделу

1. Начертить эскиз пенного аппарата и объяснить принцип работы
2. Начертить эскиз циклона и объяснить принцип работы
3. Начертить эскиз сушилки КС и объяснить принцип работы
4. Начертить эскиз аппарата с мешалкой и показать направление потоков при использовании винтовых и турбинных мешалок

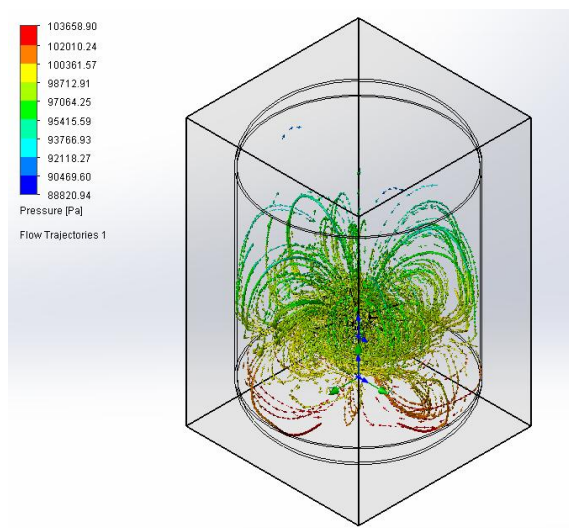
в) Контрольная работа №1.

Построить модель циклона, смоделировать движение потока газа и показать траектории движения частиц.



г) Контрольная работа №2.

Построить модель аппарата с перемешивающим устройством, смоделировать движение перемешиваемой среды и найти значение мощности на перемешивание.



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 СПП

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