

Аннотация рабочей программы дисциплины (модуля)
Б1.О.22 «Гидрогазодинамика»

Целью изучения дисциплины «Гидрогазодинамика» является изучение теории и практического применения гидрогазодинамических процессов при обеспечении техносферной безопасности, связанной с системами защиты среды обитания.

Задачи дисциплины:

Изучение дисциплины «Гидрогазодинамика» способствует решению следующих задач профессиональной деятельности:

- показать роль гидрогазодинамики в решении техносферных задач;
- получить сведения об общих закономерностях гидрогазодинамических процессов и их аппаратурном оформлении;
- освоить методы расчета гидрогазодинамических процессов и аппаратов;
- научиться работать с необходимой справочной литературой.

Формируемые компетенции и индикаторы их достижения по дисциплине (модулю)

Коды компетенции	Содержание компетенций	Код и наименование индикатора достижения
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. знать: – методы критического анализа и оценки современных научных достижений; основные принципы критического анализа; – методики поиска, сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа. УК-1.2. уметь: – получать новые знания на основе анализа, синтеза и других методов; собирать данные по сложным научным проблемам, относящимся к профессиональной области; осуществлять поиск информации и решений на основе экспериментальных действий; – находить, критически анализировать и выбирать информацию, необходимую для выработки стратегии действий по разрешению проблемной ситуации; – рассматривать различные варианты решения проблемной ситуации на основе системного подхода, оценивать их преимущества и риски; – грамотно, логично, аргументировано формулировать собственные суждения и оценки; предлагать стратегию действий; – определять и оценивать практические последствия реализации действий по разрешению проблемной ситуации; – применять методики поиска, сбора и обработки информации; – осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников; – предвидеть проблемную ситуацию и моделировать умения и навыки выхода из нее; – применять системный подход для решения поставленных задач. – формулировать собственную гражданскую и мировоззренческую позицию с опорой на

		системный анализ философских взглядов и исторических закономерностей, процессов, явлений и событий. УК-1.3. владеть: – исследованием проблем профессиональной деятельности с применением анализа, синтеза и других методов интеллектуальной деятельности; – методами осуществления критического анализа и синтеза информации, полученной из разных источников; – применением методов сбора, хранения, обработки, передачи, анализа и синтеза информации с использованием компьютерных технологий для решения поставленных задач; – методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач; – способностью выхода из проблемной ситуации в профессиональной деятельности.
ОПК-1	Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека	ОПК-1.1. знать: – основные теоретические положения общенаучных и естественнонаучных дисциплин, принципиальных особенностей моделирования математических, физических и химических процессов, тенденции развития техники и информационных технологий при решении типовых задач в области техносферной безопасности; – базовые естественнонаучные и инженерные принципы в области техносферной безопасности; современные тенденции развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности, современные тенденции вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности ОПК-1.2. уметь: использовать и применять вычислительную технику и информационные технологии в области обеспечения техносферной безопасности; – определять параметры опасных и вредных воздействий технологических и производственных процессов; выявлять базовые законы и закономерности развития науки в области техносферной безопасности; – решать типовые задачи по обеспечению безопасности человека в среде обитания (производственной и окружающей) согласно современным тенденциям развития техники и технологий в области техносферной безопасности. ОПК-1.3. владеть: навыками структурирования знаний; правильного выбора средств, способов и методов принятия решений; владение техникой и технологиями в области обеспечения техносферной безопасности; – владение вычислительной техникой и информационными технологиями в своей профессиональной деятельности; – методологией моделирования возможных чрезвычайных ситуаций, возникновения

		опасностей и их предотвращения на промышленных объектах и окружающей среде с использованием измерительной и вычислительной техники, современных информационных технологий.
--	--	--

Содержание тем дисциплины

Модуль 1. Основные теоретические положения

Тема 1.1. Физико-механические свойства жидкости. Модель сплошной среды и ее гидродинамические параметры (5 часа)

Определение жидкости, её физическая модель. Отличительное свойство жидкости – текучесть. Жидкости несжимаемые (капельные) и сжимаемые (газообразные). Макроскопическая однородность и изотропность жидкости.

Модель сплошной материальной среды, ее математическое представление.

Объемная, поверхностная и массовая плотность распределения физических величин в сплошной среде. Скалярные и векторные поля плотности распределения массы, энергии, количества движения.

Силы и напряжения в сплошной среде. Классификация сил, их определение. Плотность распределения объемных сил. Векторное поле плотности распределения сил тяжести. Поверхностные силы. Нормальные и касательные напряжения. Гидродинамическое давление, градиент давления.

Формула Остроградского, выражающая связь между поверхностным интегралом от нормального напряжения, объемным интегралом от градиента давления.

Свойство упругости. Объемный модуль упругости и его значение для капельных и газообразных сред. Скорость распространения упругих деформаций в сплошной среде.

Свойство вязкости. Закон Ньютона о внутреннем трении при плоскопараллельном течении жидкости. Аналогия с законом Гука.

Коэффициенты вязкости и их размерность. Зависимость вязкости от температуры и давления. Неньютоновские жидкости.

Тема 1.2. Гидростатика. Дифференциальные уравнения гидростатики Эйлера

Определение и задачи гидростатики. Гидростатическое давление. Система дифференциальных уравнений гидростатики Эйлера и их интегрирование при равновесии однородной несжимаемой жидкости в поле действия объемных и поверхностных сил, сил инерции и при отсутствии действия объемных сил.

Манометрическое давление и статический вакуум.

Гидростатический парадокс. Закон Паскаля. Приборы для измерения давления. Статическое давление жидкости на твердые поверхности и в замкнутых объемных. Закон Архимеда. Потенциальная энергия и гидростатический напор покоящейся жидкости.

Тема 1.3. Элементы кинематики сплошной среды

Определение, задачи и методы кинематики. Силы, обуславливающие движение жидкости и газа. Задание кинематических характеристик движения по Лагранжу и Эйлеру.

Условие непрерывности движения сплошной среды. Приложение закона сохранения массы к механике сплошной среды. Дифференциальное уравнение неразрывности движения сплошной среды и его физический смысл.

Струйная модель движения – основа гидравлики. Векторное поле скоростей, заданное по Эйлеру, и его упорядочение. Стационарное, нестационарное (неустановившееся) движение. Линии тока и траектории.

Внешние и внутренние течения. Трубка тока и струйка тока. Объемный расход.

Интегральное уравнение неразрывности движения вдоль струйки тока.

Модель одномерного течения. Средняя скорость. Уравнение баланса расхода.

Понятие об ускорении при движении сплошной среды. Ускорение как полная (субстанциональная) производная от вектора скорости по времени при движении сплошной среды, заданного полем скоростей по Эйлеру. Локальная и конвективная составляющие ускорения и их физический смысл.

Тема 1.4. Основы динамики жидкости

Дифференциальные уравнения движения идеальной сплошной среды.

Понятие об идеальной сплошной среде. Граничное условие для потока на твердой стенке. Закон сохранения количества движения и его приложение к движению идеальной сплошной среды. Дифференциальные уравнения движения, их физический смысл.

Уравнения Бернулли. Преобразование дифференциальных уравнений Эйлера для стационарного движения несжимаемой жидкости в поле объемных сил, имеющих потенциал. Интегрирование уравнения вдоль линии тока.

Интеграл Бернулли как первый интеграл движения, его физический смысл.

Распространение интеграла Бернулли на струйку тока идеальной сплошной среды при движении в поле сил тяжести.

Потенциальный и скоростной напор в сечении струйки тока, диаграмма уравнения Бернулли. Уравнение Бернулли в единицах объемной плотности механической энергии.

Гидравлические уравнения. Гидравлическое уравнение Бернулли для одномерного потока вязкой жидкости. Значения потенциального и скоростного напора в поперечном сечении потока. Коэффициент кинетической энергии.

Баланс напоров для двух сечений потока. Потеря напора. Общий вид гидравлического уравнения Бернулли и примеры его применения.

Гидравлическое уравнение количества движения. Приращение количества движения вдоль струйки тока и вдоль потока жидкости. Коэффициент количества движения. Выражение импульса внешних сил. Общий вид гидравлического уравнения количества движения и примеры его применения.

Конечно-разностные формы уравнений Навье-Стокса и Рейнольдса. Общая схема применения численных методов на ЭВМ.

Элементы теории гидродинамического подобия. Критерии подобия Ньютона, Эйлера, Рейнольдса, Фруда.

Моделирование гидравлических явлений.

Модуль 2. Гидравлическое сопротивление и диссипация энергии потока вязкой жидкости

Тема 2.1. Основные понятия и определения

Работа, энергия и мощность потока вязкой жидкости. Затраты энергии на работу сил трения и диссипацию (рассеяние). Гидравлическое сопротивление инерционное, вязкое и инерционно – вязкое, сопротивление по длине потока.

Структуры потоков жидкости. Ламинарное и турбулентное течения. Число Рейнольдса и его критические значения. Напорное и безнапорное течения.

Течения: равномерное, неравномерное, резкоизменяющееся. Гидравлическое уравнение равномерного движения. Кавитационное течение.

Тема 2.2. Потери давления (напора) по длине потока и местные гидравлические потери

Потери напора. Потери напора по длине. Расчетная формула Вейсбаха-Дарси. Гидравлические коэффициенты потерь напора, коэффициент гидравлического трения и общий вид их функциональных зависимостей.

Основные виды местных сопротивлений. Местные потери напора.

Расчетная формула Вейсбаха. Коэффициент местных потерь. Местные потери напора при больших числах Рейнольдса. Резкое расширение и резкое сужение потока. Течения в диффузорах, конфузорах, коленах. Местные потери напора при малых числах Рейнольдса.

Тема 2.3. Законы гидравлического сопротивления при ламинарном движении

Ламинарное движение в круглой трубе. Распределение касательных напряжений и скоростей в поперечном сечении потока. Формула Пуазейля для расхода. Средняя скорость. Закон гидравлического сопротивления для потока в круглой трубе. Законы гидравлического сопротивления для потоков с некруглым поперечным сечением.

Тема 2.4. Законы гидравлического сопротивления при турбулентном движении

Особенности турбулентного движения жидкости. Пульсация скоростей.

Модель осредненного турбулентного течения. Турбулентные напряжения.

Турбулентное течение в круглой трубе. Турбулентное ядро и пристеночная область

течения. Роль шероховатости стенки. Зернистая и технологическая шероховатости. График Никурадзе. Закон сопротивления гладкой стенки.

Формула Блазиуса. Доквадратичный закон сопротивления «шероховатой» стенки. Формула Колбрука. Квадратичный закон сопротивления «шероховатой» стенки. Формула Прандтля – Никурадзе. График Колбрука.

Модуль 3. Гидравлические напорные системы

Тема 3.1. Основные понятия и определения

Определение гидравлической напорной системы. Применение на практике различных гидравлических напорных систем. Составные элементы гидравлических напорных систем. Основная гидравлическая характеристика напорной системы.

Тема 3.2. Методика гидравлического расчета напорных систем

Общая методика гидравлического расчета напорных систем. Задачи гидравлического расчета. Расчет при установившемся (стационарном) движении жидкости. Применение гидравлических уравнений и расчетных формул.

Точность гидравлического расчета.

Трубопроводы. Классификация трубопроводов. Трубопроводы с последовательным и параллельным соединением линий. Основные задачи гидравлического расчета трубопроводов.

Гидравлический расчет трубопроводов при установившемся движении жидкости. Коэффициент потерь напора в трубопроводах. Гидравлическая характеристика. Системы трубопровод-резервуар. Всасывающая линия насоса.

Сифон. Напорная линия насоса. Разветвленный трубопровод.

Тема 3.3. Гидравлический удар

Неустановившееся напорное движение в трубопроводах. Гидравлический удар. Неустановившееся напорное движение при работе гидроцилиндра. Учет сил инерции. Гидравлическое уравнение баланса энергии при неустановившемся движении. Инерционный напор. Явление гидравлического удара. Уравнение Жуковского для давления жидкости при гидравлическом ударе. Скорость распространения упругих деформаций. Неполный гидравлический удар. Защита систем от гидравлического удара.

Тема 3.4. Истечение жидкости через отверстия и насадки

Отверстия в резервуарах и насадки. Явление истечения жидкости через отверстие в стенке резервуара. Сжатие струи. Расчетные зависимости для определения скорости и расхода при постоянном напоре. Коэффициенты истечения. Особенности истечения через насадки. Истечение при переменном напоре.

Проходные отверстия в элементах дроселирующих и клапанных аппаратов.

Элементы дроселирующих аппаратов. Назначение и классификация.

Дроссели с постоянным и регулируемым проходным отверстием. Расчетная формула истечения.

Элементы клапанных аппаратов. Назначение и классификация.

Пропускная способность. Статический расчет клапанов. Реактивная сила струи при истечении жидкости, её расчет.

Модуль 4. Некоторые сведения из прикладной газовой динамики

Тема 4.1. Одномерные потоки газа

Параметры состояния газа. Простейшие термодинамические процессы.

Массовый расход газового потока. Установившееся изотермическое давление газа в трубопроводах, скорость звука и критическое отношение давлений, весовой расход газа.

Истечение газа из резервуара при адиабатном (изоэнтропном) процессе, критическая скорость истечения, подкритическая и надкритические области истечения, число Маха.

Истечение газа из резервуара в трубопровод при политропном процессе с учетом гидравлического сопротивления трубопровода.

Тема 4.2. Уравнение Бернулли – Сен-Венана и его приложения

Уравнение неразрывности. Уравнения Эйлера. Интеграл Бернулли.

Уравнение Бернулли – Сен-Венана. Скорость звука в движущемся газе.

Температура торможения. Истечение газа из котла под большим давлением.

Формула Сен-Венана – Ванцеля. Максимальная скорость истечения.

Модуль 5. Основы массопередачи (26 часов)

Тема 5.1. Общие сведения о массообменных процессах

Модифицированные уравнения массопередачи. Подобие процессов переноса массы. Связь коэффициентов массопередачи и массоотдачи.

Массопередача с твердой фазой.

Тема 5.2. Абсорбция

Равновесие при абсорбции. Материальный, тепловой баланс. Схемы абсорбционных процессов. Десорбция.

Тема 5.3. Перегонка жидкостей

Общие сведения. Идеальные и неидеальные смеси. Простая перегонка.

Ректификация. Непрерывно и периодически действующие ректификационные установки.

Тема 5.4. Экстракция

Равновесие при экстракции. Материальный баланс экстракции.

Принципиальные схемы процесса экстракции. Конструкции экстракторов.

Тема 5.5. Адсорбция (3 часа)

Равновесие в процессах адсорбции. Промышленные адсорбенты.

Конструкции адсорбционных аппаратов.

Тема 5.6. Сушка

Равновесие в процессах сушки. Конструкции сушилок.

Тема 5.7. Кристаллизация и растворение

Общие сведения. Равновесие при кристаллизации. Кинетика процесса кристаллизации. Кинетика процесса кристаллизации. Факторы, влияющие на процесс кристаллизации. Материальный и тепловой балансы кристаллизации.

Кристаллизаторы.

Тема 5.8. Процессы мембранного разделения смесей

Сущность процесса мембранного разделения смесей. Мембраны. Кинетика процессов мембранного разделения смесей. Влияние различных факторов на мембранное разделение. Мембранные аппараты.

Модуль 6. Основы теплообмена

Тема 6.1. Основные положения теплообмена

Виды теплообмена. Температурное поле, градиент температуры.

Стационарные и нестационарные процессы теплообмена. Основные характеристики теплопередачи.

Теплопроводность. Постулат Фурье. Коэффициент теплопроводности.

Дифференциальное уравнение теплопроводности Фурье. Решение дифференциального уравнения теплопроводности для одномерного стационарного теплового потока.

Тема 6.2. Конвективный теплообмен

Механизм конвективного теплообмена. Связь тепловых и гидродинамических явлений при конвективном теплообмене. Коэффициент конвективного теплообмена; факторы, его определяющие. Принципы теоретического описания конвекции.

Понятие о теории подобия и моделировании. Критерии гидромеханического и теплового подобия. Общий вид критериальных уравнений конвективного теплообмена. Критериальные уравнения для наиболее общих случаев естественной и вынужденной конвекции.

Процесс кипения жидкости, его механизм, температурные характеристики.

Процесс кипения и структура парожидкостного потока в парогенерирующей трубе. Коэффициент теплоотдачи при кипении. Пузырьковое и пленочное кипение. Кризисы теплообмена 1-го и 2-го рода.

Тема 6.3. Лучистый теплообмен

Общие данные об электромагнитном излучении. Излучательная, отражательная, поглощающая, пропускательная способности тел.

Законы Планка, Стефана-Больцмана, Вина, Кирхгофа, Ламберта, Кеплера. Приведенный коэффициент излучения. Излучение газов. Лучистый теплообмен в газовом пространстве пламенных печей.