**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ**

**ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТУРИЗМА И СЕРВИСА»**

**ФГОУВПО «РГУТиС»**

Технический Факультет

Кафедра «Безопасность труда и инженерная экология»

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_д.э.н., профессор Новикова Н.Г.

«\_\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_200\_\_г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

**ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

Дисциплина Гидравлика

###### Специальность 100101 «Сервис»

Специальность 150400 «Технологические машины и оборудование»

Специальность 150408 «Бытовые машины и приборы»

Специальность 250403 «Технология деревообработки»

Специальность 280202 «Инженерная защита окружающей среды»

Москва 2008г.

Методические указания для самостоятельной работы студентов разработаны на основании Государственныого образовательного стандарта по специальности 100101 «Сервис», по специальности 150400 «Технологические машины и оборудование», по специальности 150408 «Бытовые машины и приборы», по специальности 250403 «Технология деревообработки», по специальности 280202 «Инженерная защита окружающей среды»

Методические указания для самостоятельной работы студентов рассмотрены и утверждены на заседании кафедры «Безопасность труда и инженерная экология»

Протокол № \_\_\_\_6\_\_\_ «\_\_7\_\_»\_\_\_\_\_марта\_\_\_\_2008г.

Зав. кафедрой д.т.н., профессор Пелевин Ф.В.

Методические указания для самостоятельной работы студентов одобрены Учебно-методическим советом ФГОУВПО «РГУТиС»

Протокол № \_\_\_\_\_\_\_\_ «\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_200\_г.

Методические указания для самостоятельной работы студентов разработал:

Преподаватель кафедры

«Безопасность труда и

инженерная экология» к.т.н., доцент Зайцева Е.К.

**Согласовано:**

Зам. проректора - начальник

Учебно-методического Управления к.э.н. доцент Дуборкина И.А.

Начальник

Методического отдела Рыженок Н.В.

**1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ**

Цель преподавания дисциплины «Гидравлика» – дать будущим специалистам необходимые теоретические и практические знания, позволяющие расчитывать характеристики, выбирать и эксплуатировать гидротехническое оборудование, используемое в системе сервиса.

Курс «Гидравлика» рассматривает вопросы, связанные с законами равновесия и движения жидких и газообразных тел и применением этих законов для решения технических задач.

В соответствии с указанной целью при изучении дисциплины ставятся следующие задачи:

* ознакомить с основными положениями по равновесию и движению жидких и газовых сред, потерями напора при их движении в зависимости от модели течения, воздействием гидростатического давления на поверхности, совместной работе гидромашин в сети;
* ознакомить с современными методами моделирования гидромеханических явлений;
* дать студентам сведения по теоретическим основам проектирования и эксплуатации инженерных систем предприятия и их оборудования, методике их расчета и выбора;
* ознакомить с устройством инженерных систем и их оборудовании.

В результате изучения дисциплины студент должен знать:

* основные законы механики жидких и газообразных сред;
* модели течения жидкости и газа;
* особенности напорного и безнапорного движения жидких и газообразных сред;
* особенности конструктивного устройства гидромашин и гидравлического привода, используемых в системе сервиса;
* основы их технической эксплуатации.

Студент должен иметь представление:

* о теории подобия и размерности в процессах движения жидкости и газа;
* об основах моделирования гидромеханических явлений;
* об экологических задачах в потоках жидкости и газа.

Студент должен иметь опыт:

* + - * расчета и выбора основного оборудования для систем сервиса;
      * использования математических моделей гидромеханических явлений и процессов для расчетов;
      * проведения гидромеханических экспериментов в лабораторных условиях.

При изучении курса «Гидравлика» студенты должны:

* соблюдать единство терминологии и обозначений в соответствии с действующими стандартами РФ и использовать международную систему единиц измерений;
* применять технические средства обучения и наглядные пособия;
* использовать нормативно-техническую документацию, разработки НИИ, материалы журналов и других периодических изданий по расчету, выбору и эксплуатации оборудования для систем сервиса.

Изучение курса «Гидравлика» базируется на знаниях математики, физики, теоретической механики.

**2. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

**ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Планируются в соответствии с учебным планом в изучении дисциплина «Гидравлика» в течение одного учебного года на втором – третьем курсе.

Программой предусмотрены теоретические занятия (лекции), практические занятия, лабораторные работы.

Теоретические занятия проводятся в составе рабочей группы (потока), а практические занятия, лабораторные работы – в составе полугруппы (группы).

При проведении занятий используются печатные (учебники, пособия, справочники и методические разработки), демонстрационные (плакаты, лабораторное оборудование, приборы) и мультимедийные (слайд-фильмы, презентационные материалы на электронных носителях) средства обучения.

**3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ТЕМ**

***Тема 1: Основные физические свойства жидкостей и газов***

В данной теме дается определение жидкости и газа, их сходство и отличие. Условия применимости понятия сплошной среды. Идеальная и реальная жидкость. Отличительное свойство реальных жидкостей. Основные свойства реальных жидкостей: плотность, удельный вес, сжимаемость, температурное расширение, вязкость, испаряемость. Их физический смысл и размерности в системе СИ.

Связь между плотностью и удельным весом. Физический смысл коэффициентов объемного сжатия и температурного расширения. Связь между коэффициентом объемного расширения и модулем упругости. Причины возникновения сил вязкости. Сила внутреннего трения жидкости (гипотеза Ньютона). Ньютоновские и неньютоновские жидкости. Коэффициенты динамической и кинематической вязкости, связь между ними. Их физический смысл.. Парообразование и кипение. Их зависимость от давления и температуры. Давление насыщенных паров. Растворимость газа в жидкости, закон Генри.

Дополнительные требования, которые предъявляют к жидкостям, применяемым в гидроприводах. Индекс вязкости; смазывающая способность, физическая, механическая и химическая стабильность при хранении и эксплуатации, совместимость с конструкционными материалами.

При изучении материала этой темы необходимо усвоить, что свойства жидкостей и их отличие от твердых тел и газов обусловлены молекулярным строением. Знать, каким образом особенности молекулярного строения влияют на физические свойства. Изучить отличия идеальной жидкости от реальной.

Контрольные вопросы

1. В чем состоит отличие жидкостей от твердых тел и газов? При каких условиях применима гипотеза сплошности?
2. Какую жидкость называют идеальной?
3. В чем смысл гипотезы вязкого трения Ньютона?
4. Какова связь между динамическим и кинематическим коэффициентами вязкости жидкости?
5. Каков физический смысл коэффициента динамической вязкости?
6. В чем отличие ньютоновской жидкости от неньютоновской?
7. Что называют плотностью жидкости?
8. Что называют удельным весом жидкости?
9. Что называют температурным расширением жидкости?
10. Что называют сжимаемостью жидкости?
11. Как зависит сжимаемость жидкости от давления?
12. Что называют вязкостью жидкости?
13. Как зависит испаряемость жидкости от давления и температуры?

***Тема 2: Определение давления в покоящейся жидкости. Приборы для измерения давления. Равновесие жидкости***

Абсолютный и относительный покой жидкости. Силы, действующие на жидкость. Гидростатическое давление. Свойства гидростатического давления. Уравнение равновесия жидкости в поле земного тяготения. Геометрическая высота, пьезометрическая высота. Пьезометрический напор.

Свободная поверхность. Поверхность уровня. Виды поверхности уровня в зависимости от сил, действующих на жидкость. Направление изменения давления в объеме покоящейся жидкости.

Виды давления. Соотношения абсолютного, избыточного, вакуумметрического и атмосферного давлений. Приборы для измерения давления. Пьезометр открытый в атмосферу. Уровень жидкости в пьезометрах, опущенных на разную глубину. Пьезометр закрытый в атмосферу.

При изучении материала этой темы необходимо усвоить, что для любой точки покоящейся жидкости гидростатический напор есть величина постоянная. Знать отличие гидростатического напора от пьезометрического. Изучить возможность измерения барометрического давления с помощью двух пьезометров (открытого в атмосферу и закрытого в атмосферу)..

Контрольные вопросы

* 1. Каковы свойства гидростатического давления?
  2. Назовите виды гидростатического давления. В каких единицах системы СИ оно измеряется?
  3. Каковы соотношения между абсолютным давлением, вакуумметрическим и избыточным?
  4. Укажите уравнение равновесия жидкости в поле земного тяготения.
  5. Что такое поверхность равного давления (поверхность уровня)?
  6. Какова форма поверхности равного давления при абсолютном покое жидкости, в случае движения сосуда по горизонтальной поверхности с ускорением, при вращении сосуда вокруг вертикальной оси?
  7. Какими приборами измеряют давление жидкости?
  8. Какие виды пьезометров существуют? Для чего они предназначены?
  9. Чем отличается гидростатический напор от пьезометрического?

***Тема 3: Основное уравнение гидростатики. Законы Паскаля, Архимеда, сообщающихся сосудов***

Основное уравнение гидростатики.

Закон Паскаля. Гидравлический пресс. Коэффициент полезного действия пресса. Усилие, действующее на поршень гидравлического пресса с учетом коэффициента полезного действия.

Закон Архимеда.

Равновесие жидкости в сообщающихся сосудах. Однородная жидкость. Поверхность раздела однородных жидкостей. Высоты двух разнородных жидкостей над поверхностью раздела при одинаковых давлениях на свободной поверхностью при одинаковом давлении на свободной поверхности. Высоты двух однородных жидкостей над поверхностью раздела при одинаковых давлениях на свободной поверхностью при одинаковом давлении на свободной поверхности. Высоты двух разнородных жидкостей над поверхностью раздела при разных давлениях на свободной поверхностью при одинаковом давлении на свободной поверхности. Высоты двух однородных жидкостей над поверхностью раздела при разных давлениях на свободной поверхностью при одинаковом давлении на свободной поверхности.

Диаграмма распределения давления (эпюра давления). Эпюра избыточного давления на плоскую вертикальную поверхность. Эпюра абсолютного давления на плоскую вертикальную поверхность.

При изучении материала этой темы необходимо усвоить, что манометрическое (избыточное) давление в двух точках пропорционально глубине погружения точек под уровень. Изучить правило построения эпюры давления. Знать отличие эпюры избыточного давления на плоскую вертикальную поверхность от эпюры избыточного давления на плоскую наклонную поверхность.

Контрольные вопросы

1. Запишите основное уравнение гидростатики.
2. Как формулируется закон Паскаля и какова его связь с основным уравнением гидростатики?.
3. Приведите пример гидравлической установки, действие которой основано на законе Паскаля.
4. Как формулируется закон Архимеда.
5. Как устанавливается поверхность равного даления в сообщающихся сосудах сразнородными жидкостями?
6. Как строится эпюра давления жидкости на плоскую стенку?
7. Какой вид имеет эпюра избыточного гидростатического давления для случая наклонной стенки?

***Тема 4: Действие жидкости на ограждающие ее поверхности***

Давление жидкости на плоскую горизонтальную поверхность. Величина силы гидростатического давления на плоскую горизонтальную поверхность. Точка приложения силы гидростатического давления на плоскую горизонтальную поверхность. Гидростатический парадокс.

Величина силы гидростатического давления на произвольно ориентированную плоскую поверхность. Точка приложения силы гидростатического давления на произвольно ориентированную плоскую поверхность. Центр тяжести смоченной поверхности. Центр давления. Эксцентриситет. Линия уреза.

Величина суммарной (результирующей) силы гидростатического давления на плоскую вертикальную поверхность при действии нескольких разнородных жидкостей. Точка приложения суммарной силы гидростатического давления на плоскую вертикальную поверхность при действии нескольких разнородных жидкостей.

Величина силы гидростатического давления на криволинейную поверхность. Величина горизонтальной составляющей силы гидростатического давления на криволинейную поверхность. Линия действия горизонтальной составляющей силы гидростатического давления на криволинейную поверхность. Величина вертикальной составляющей силы гидростатического давления на криволинейную поверхность. Тело давления. Пьезометрическая плоскость. Теорема Гюльдена. Линия действия вертикальной составляющей силы гидростатического давления на криволинейную поверхность. Точка приложения силы гидростатического давления на криволинейную поверхность.

При изучении материала этой темы необходимо усвоить, что величина силы гидростатического давления на дно сосуда зависит от плотности жидкости, высоты заполнения сосуда и площади дна сосуда, но не зависит от формы и объема сосуда. Знать, как определяется сила гидростатического давления, действующая на поверхность со стороны газа. Изучить определение вертикальной составляющей силы гидростатического давления, воспринимаемого криволинейной поверхностью, отдельные части которой нависают друг над другом.

Контрольные вопросы

1. В чем суть гидростатического парадокса?
2. Чему равна величина силы гидростатического давления жидкости на плоские горизонтальные поверхности?
3. Чему равна величина силы гидростатического давления жидкости на плоские вертикальные поверхности?
4. Чему равна величина силы гидростатического давления жидкости на плоские наклонные поверхности?
5. Как определить точку приложения силы гидростатического давления на плоскую наклонную стенку?
6. Чему равна величина силы гидростатического давления жидкости на криволинейную поверхность?
7. Как определить точку приложения суммарной силы гидростатического давления на криволинейную поверхность?
8. Что такое центр давления?
9. Что такое эксцентриситет?
10. Почему центр давления всегда находится ниже центра тяжести смоченной поверхности плоской вертикальной стенки?

***Тема 5: виды движения жидкости. Основные гидродинамические понятия. Уравнение сохранения расхода***

Предмет гидродинамики, основные задачи гидродинамики.

Установившееся, неустановившееся, равномерное, неравномерное, напорное, безнапорное, сплошное, прерывистое движение жидкости.

Траектория, линия тока, трубка тока, элементарная струйка. Свойства элементарной струйки.

Живое сечение потока.

Объемный расход жидкости. Уравнение сохранения (постоянства) расхода. Массовый расход жидкости. Связь между объемным и массовым расходом. Средняя скорость потока жидкости.

Смоченный периметр.Гидравлический радиус. Эквивалентный диаметр. Соотношение между гидравлическим радиусом и эквивалентным диаметром.

При изучении материала этой темы необходимо усвоить, что средняя скорость потока – это фиктивная скорость, заменяющая в инженерных расчетах распределение скоростей по сечению канала в случае движения реальной жидкости. Знать зависимость эквивалентного диаметра от формы поперечного сечения канала. Изучить примеры различных видов движения жидкости.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение и приведите примеры основных видов движения жидкости: установившегося и неустановившегося, напорного и безнапорного, равномерного и неравномерного.
2. Что такое линия тока, трубка тока, элементарная струйка?
3. При каких условиях сохраняется постоянство расхода вдоль потока?
4. Что такое местная и средняя скорость?
5. Что такое живое сечение и смоченный периметр?
6. Напишите уравнение сохранения расхода.
7. Как определить соотношение диаметров и скоростей в трубопроводах?

***Тема 6: Уравнение Бернулли для идеальной и реальной жидкостей***

Удельная энергия. Закон сохранения удельной энергии вдоль потока жидкости. Уравнение Бернулли для потока идеальной жидкости. Геометрическая интерпретация уравнения Бернулли. Скоростной напор. Энергетическая интерпретация уравнения Бернулли. Удельная потенциальная энергия положения. Удельная потенциальная энергия давления. Удельная потенциальная энергия. Удельная кинетическая энергия.

Уравнение Бернулли для элементарной струйки реальной жидкости. Потерянный напор между вышерасположенным и нижерасположенным по потоку сечениям.

Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости. Коэффициент Кориолиса. Физический смысл коэффициента Кориолиса.

Напорная линия. Гидравлический уклон. Пьезометрическая линия. Пьезометрический уклон.

При изучении материала этой темы необходимо усвоить, что гидравлический уклон всегда положителен.. Знать составляющие удельной потенциальной энергии. Изучить правила выбора сечений и плоскости сравнения при записи уравнения Бернулли.

Контрольные вопросы

* 1. Запишите уравнение Бернулли для идеальной жидкости.
  2. Какую жидкость называют идеальной?
  3. Запишите уравнение Бернулли для реальной жидкости.
  4. Приведите основные отличия в записи уравнения Бернулли для идеальной жидкости и реальной жидкости.
  5. Что такое полный, пьезометрический и скоростной напоры?
  6. Объясните физический смысл коэффициента Кориолиса.
  7. Какие значения принимает коэффициент Кориолиса?
  8. Объясните смысл понятий: пьезометрический и гидравлический уклон.
  9. .Может ли быть отрицательным пьезометрический уклон, гидравлический уклон?
  10. Когда линии полного и пьезометрического напоров параллельны друг другу?
  11. Каковы причины возникновения потерь напора при движении реальной жидкости?

***Тема 7: Режимы движения жидкости. Понятие о гидравлически гладких и гидравлически шероховатых трубах***

Теория подобия. Критерий гидродинамического подобия. Его физический смысл и размерность.

Ламинарный режим движения жидкости. Эпюра скоростей в поперечном сечении потока при ламинарном режиме движения жидкости.

Турбулентный режим движения жидкости. Эпюра скоростей в поперечном сечении потока при турбулентном режиме движения жидкости.

Критическое число Рейнольдса.

Гидродинамический пограничный слой. Абсолютная шероховатость поверхности канала. Относительная шероховатость поверхности канала. Гидравлически гладкие трубы. Гидравлически шероховатые трубы.

При изучении материала этой темы необходимо усвоить, что при определении числа Рейнольдса в качестве определяющих параметров берутся средняя по сечению потока скорость и эквивалентный диаметр канала. Знать, числовое значение критического числа Рейнольдса. Изучить условия перехода ламинарного режима движения жидкости в турбулентный.

Контрольные вопросы

* + 1. От каких характеристик потока зависит режим движения жидкости?
    2. В чем состоит отличие турбулентного движения от ламинарного движения?
    3. Поясните физический смысл и практическое значение критерия Рейнольдса?
    4. Как распределяются скорости по сечению потока при ламинарном движении жидкости? Каково соотношение между максимальной и средней скоростями?
    5. Как распределяются скорости по сечению потока при турбулентном движении жидкости? Каково соотношение между максимальной и средней скоростями?
    6. При каком режиме имеет место большая неравномерность скоростей?
    7. Что такое абсолютная шероховатость?
    8. Дайте понятие относительной шероховатости.
    9. Объясните понятие гидравлически гладкие трубы.
    10. Объясните понятие гидравлически шероховатые трубы.

***Тема 8: Гидравлические сопротивления. Потери напора***

Источник гидравлических сопротивлений. Виды гидравлических сопротивлений. Факторы, влияющие на гидравлические сопротивления.

Виды потерь напора. Принцип суперпозиции при определении потерь напора. Общая структура формулы, выражающей потери напора.

Местные потери напора. Коэффициент местного сопротивления.

Потери напора на трение по длине канала. Коэффициент гидравлического трения, его физический смысл.

Определение коэффициента гидравлического трения в случае ламинарного режима движения жидкости, его зависимость от геометрического фактора.

Определение коэффициента гидравлического трения в случае турбулентного режима движения жидкости, его зависимость от относительной шероховатости поверхности канала и числа Рейнольдса.

При изучении материала этой темы необходимо усвоить общую структуру формулы для определения потерь напора. Знать диапазоны изменения числа Рейнольдса, в которых применимы разные виды формул для коэффициента гидравлического трения. Изучить особенности определения коэффициента гидравлического трения в области гидравлически гладких труб, в области гидравлически шероховатых труб и в области автомодельности.

##### Контрольные вопросы

* 1. Что является причиной возникновения гидравлических сопротивлений?
  2. Какие существуют виды потерь напора?
  3. Какие факторы влияют на гидравлические сопротивления?
  4. Какой формулой выражаются потери напора на местных сопротивлениях?
  5. Какой формулой выражаются потери напора по длине потока?
  6. Объясните физический смысл коэффициента гидравлического сопротивления.
  7. Объясните физический смысл коэффициента гидравлического трения.
  8. Чему равен коэффициент гидравлического трения при ламинарном режиме движения жидкости?

***Тема 9: Местные гидравлические сопротивления (частные случаи)***

Условия возникновения местных гидравлических сопротивлений. Местные потери напора.

Внезапное расширение канала. Характер течения при внезапном расширении канала. Формула Борда для определения потерь напора при внезапном расширении канала. Истечение под уровень в резервуар большого размера.

Диффузоры. Характер движения жидкости в диффузоре. Полная потеря напора в диффузоре. Потери на трение и вихреобразование. Степень расширения диффузора. Оптимальный угол конусности диффузора. Коэффициент смягчения.

Внезапное сужение канала. Характер течения при внезапном сужении канала. Формула Идельчика для определения коэффициента гидравлического сопротивления при внезапном сужении канала.

Конфузоры. Характер движения жидкости в конфузоре. Потеря напора в конфузоре.

Потери напора в колене и отводе.

При изучении материала этой темы необходимо усвоить, что является причиной возникновения местных потерь в канале. Изучить предельные случаи потерь напора при внезапном расширении и внезапном сужении канала. Знать особенности движения жидкости в диффузорах и конфузорах.

Контрольные вопросы

* 1. Какие сопротивления называют местными?
  2. Как определить потери напора при внезапном расширении трубопровода?
  3. В каком сечении берется средняя скорость, входящая в формулу потерь при внезапном расширении трубопровода?
  4. Как определить потери напора при внезапном сужении трубопровода?
  5. В каком сечении берется средняя скорость, входящая в формулу потерь при внезапном сужении трубопровода?
  6. В чем отличие колена от отвода?
  7. В чем состоит принцип суперпозиции при определении потерь?

***Тема 10: Истечение жидкости через отверстия, насадки***

Выражение для скорости истечения через отверстия, насадки. Коэффициент скорости истечения, его физический смысл, связь с коэффициентом гидравлического сопротивления и коэффициентом Кориолиса.

Расход жидкости при истечении через отверстия, насадки. Коэффициент сжатия струи. Коэффициент расхода, его физический смысл, связь с коэффициентами скорости истечения и сжатия струи.

Сжатие полное, неполное, совершенное, несовершенное. Влияние вида сжатия на коэффициент сжатия струи.

Малые и большие отверстия, отверстия в толстой и тонкой стенке: характер движения жидкости, коэффициенты скорости истечения, сжатия струи, гидравлического сопротивления и расхода.

Цилиндрический внешний насадок, цилиндрический внутренний насадок, конический сходящийся насадок, конический расходящийся насадок, коноидальный насадок: характер движения жидкости, коэффициенты скорости истечения, сжатия струи, гидравлического сопротивления и расхода.

При изучении материала этой темы необходимо усвоить, что является основой для вывода формул для расхода и скорости при истечении жидкости через отверстия и насадки. Знать, как изменяются расход и скорость при истечении жидкости через цилиндрический насадок по сравнению с истечением ее из круглого отверстия того же диаметра и под тем же напором. Изучить характер движения жидкости в зависимости от вида отверстия и насадка.

Контрольные вопросы

1. Что такое коэффициент скорости истечения?
2. Что такое коэффициент расхода?
3. Каков физический смысл коэффициента сжатия струи?
4. В каком случае сжатие струи называется неполным, несовершенным?
5. Как неполнота и несовершенство сжатия влияют на коэффициент расхода?
6. Как связаны между собой коэффициенты сопротивления, сжатия, скорости истечения и расхода?
7. Назовите виды насадков.
8. Назовите виды отверстий.
9. Какое влияние оказывает вязкость жидкости на истечение из отверстий и насадков?

***Тема 11: Типы трубопроводов***

Простые и сложные трубопроводы.

Гидравлически длинные и гидравлически короткие трубопроводы.

Трубопроводы разветвленные и кольцевые: схемы, преимущества и недостатки.

Трубопроводы с насосной подачей разомкнутые и замкнутые: схемы, преимущества и недостатки, особенности расчета.

Трубопроводы с непрерывной раздачей жидкости.

При изучении материала этой темы необходимо усвоить, что. Знать области применения трубопроводов различного типа. Изучить особенности определения потерь напора в гидравлически длинных и гидравлически коротких трубопроводах.

Контрольные вопросы

* 1. Какие трубопроводы называют простыми и сложными?
  2. Назовите особенности расчета гидравлически коротких трубопроводов.
  3. Назовите особенности расчета гидравлически длинных трубопроводов.
  4. Какие трубопроводы относят к гидравлически длинным?
  5. Какие трубопроводы относят к гидравлически коротким?
  6. Назовите преимущества и недостатки тупиковых и кольцевых трубопроводов.
  7. Приведите схему трубопровода с насосной подачей жидкости.
  8. В чем особенность расчета трубопровода с непрерывной раздачей жидкости?

***Тема 12: Аналитический расчет простого трубопровода***

Задача первого типа: известные параметры, определяемый параметр. Потребный напор. Уравнение для определения потребного напора для гидравлически короткого трубопровода. Уравнение для определения потребного напора в случае гидравлически длинного трубопровода постоянного сечения. Уравнение для определения потребного напора в случае гидравлически длинного трубопровода переменного сечения. Замыкающие уравнения. Расходная характеристика. Потери напора на трение, выраженные через расходную характеристику. Уравнение для определения потребного напора в случае гидравлически длинного трубопровода постоянного сечения с использованием расходной характеристики. Уравнение для определения потребного напора в случае гидравлически длинного трубопровода переменного сечения с использованием расходной характеристики.

Задача второго типа: известные параметры, определяемый параметр. Метод последовательных приближений при начальном задании режима движения жидкости. Замыкающие уравнения.

Задача третьего типа: известные параметры, определяемый параметр. Метод последовательных приближений при начальном задании режима движения жидкости. Замыкающие уравнения.

При изучении материала этой темы необходимо усвоить, что метод расчета определяется типом трубопровода и типом задачи. Знать, что вид уравнения для определения потребного напора зависит от для заданного типа трубопровода и типа задачи. Изучить метод последовательных приближений.

##### Контрольные вопросы

* 1. Какие параметры трубопровода необходимо определить в задаче каждого типа?
  2. Изложите методику решения задач первого типа.
  3. Изложите методику решения задач второго типа.
  4. Изложите методику решения задач третьего типа.
  5. Что называется расходной характеристикой трубопровода?
  6. При решении задач какого типа используют метод последовательного приближения?

***Тема 13: Графоаналитический расчёт простого трубопровода***

Эквивалентная длина трубопровода. Расчетная длина трубопровода. Выражение для потерь напора в случае использования расчетной длины трубопровода.

Характеристика трубопровода. Вид характеристики трубопровода при ламинарном режиме движения жидкости. Вид характеристики трубопровода при турбулентном режиме движения жидкости.

Сопротивление трубопровода. Выражение суммарных потерь напора в трубопроводе через сопротивление трубопровода и расход. Графический метод нахождения требуемого расхода в задаче второго типа.

Построение характеристики трубопровода, состоящего из ряда труб различного диаметра, соединённых последовательно.

Построение характеристики трубопровода, состоящего из ряда труб различного диаметра, соединённых параллельно.

При изучении материала этой темы необходимо усвоить, что вид характеристики трубопровода определяется режимом движения жидкости. Знать зависимости, связывающие суммарные напор и расход трубопровода с напорами и расходами составляющих его линий в случае последовательного и параллельного соединения линий. Изучить правила получения суммарных характеристик тубопроводов, состоящих из параллельных и последовательных линий.

Контрольные вопросы

* 1. Какова особенность расчета трубопровода с последовательным соединением линий?
  2. Какова особенность расчета трубопровода с параллельным соединением линий?
  3. Какова особенность расчета трубопровода с параллельно-последовательным соединением линий?
  4. Что называют характеристикой трубопровода?
  5. Какой вид имеет характеристика трубопровода при ламинарном движении жидкости?
  6. Какой вид имеет характеристика трубопровода при турбулентном движении жидкости?

***Тема 14: Гидравлический расчет разветвленного трубопровода***

Разветвленный тубопровод. Давления в конечных сечениях труб разветвленного трубопровода.

Суммарный расход и потребный напор в узле.

Суммарная характеристика разветвленного трубопровода.

Расходы в отдельных линиях, составляющих разветвленный трубопровод.

При изучении материала этой темы необходимо усвоить, что для каждого простого трубопровода строится его характеристика. Знать выражение для потребного напора. Изучить правило построения суммарной характеристики трубопровода.

Контрольные вопросы

* 1. Какой трубопровод называется разветвленным?
  2. Какой вид имеет кривая потребного напора простого трубопровода при ламинарном движении жидкости?
  3. Какой вид имеет кривая потребного напора простого трубопровода при турбулентном движении жидкости?
  4. Как определяется статический напор простого трубопровода?
  5. Может ли величина статического напора простого трубопровода принимать отрицательные значения?
  6. По какому правилу производится сложение кривых потребных напоров отдельных трубопроводов?

***Тема 15: Виды насосов. Выбор насоса, обеспечивающего заданный режим работы сети***

Гидравлические машины. Классификация насосов по характеру силового воздействия.

Классификация объемных насосов. Классификация динамических насосов.

Основные элементы центробежного насоса.

Подача насоса. Напор насоса. Потребляемая и полезная мощность. Коэффициент полезного действия. Потери, возникающие в насосе при перекачивании жидкости.

Всасывающая линия. Нагнетательная линия. Геометрическая высота подъема жидкости. Требуемый напор. Коэффициент быстроходности насоса.

При изучении материала этой темы необходимо усвоить, что выбор насоса, обеспечивающего заданный режим работы сети. определяется коэффициентом быстроходности и характеристиками насоса. Знать, какими основными параметрами характеризуется работа насоса.

Контрольные вопросы

1. Какие существуют виды насосов?
2. Какие насосы относят к объемным?
3. Какие насосы относят к динамическим?
4. Что называют подачей насоса?
5. Каков физический смысл напора насоса?
6. Чем отличаются полезная и потребляемая мощности насоса?
7. Что называют коэффициентом быстроходности насоса?

***Тема 16: Характеристики насоса. Работа насоса на сеть. Регулирование***

Характеристики насоса: зависимость мощности, напора и коэффициента полезного действия от подачи.

Запас напора, необходимый для исключения кавитации.

Рабочая точка при работе насоса на сеть.

Подобие насосов. Парабола подобных режимов.

Способы регулирования центробежных насосов.

При изучении материала этой темы необходимо усвоить, что такое рабочая точка. Знать физическую сущность явления кавитации и меры, необходимые для избежания этого явления. Изучить формулы для определения допустимой высоты всасывания и кавитационного запаса (формула Руднева).

Контрольные вопросы

1. Что такое высота всасывания насоса?
2. Что называют запасом напора, необходимым для исключения кавитации (в центробежных насосах)?
3. В каком случае используется технико-экономическое сравнение вариантов при выборе насоса? В чем оно заключается?
4. Укажите методы регулирования подачи центробежных насосов и расскажите об их физической сущности.
5. Как найти подачу и напор (рабочую точку) при работе центробежного насоса на сеть?
6. Как найти подачу и напор (рабочую точку) при работе на сеть двух центробежных насосов, соединенных последовательно?
7. Как найти подачу и напор (рабочую точку) при работе на сеть двух центробежных насосов, соединенных параллельно?
8. В чем заключаются соотношения подобия для лопастных машин.

***Тема 17: Объёмный гидропривод: типы и назначение. Гидроаппаратура. Пневмопривод***

Гидромоторы. Принцип действия объемного гидропривода. Классификация объемных гидроприводов по характеру движения выходного звена. Основные элементы гидропривода.

Распределительные устройства. Назначение, принцип действия и основные типы. Клапаны. Принцип действия, устройство и характеристики. россельные устройства. Назначение, принцип действия и характеристики. Фильтры. Гидроаккумуляторы.

Пневмопривод. Принцип действия. Основные элементы.Преимущества и недостатки.

При изучении материала этой темы необходимо усвоить основные элементы и принцип действия гидропривода и пневмопривода. Знать принцип действия. Изучить достоинства и недостатки.

Контрольные вопросы

1. Из каких основных частей состоит объемный гидропривод?
2. Что такое открытая и закрытая схема объемного гидропривода?
3. Укажите достоинства и недостатки объемного гидропривода.
4. Укажите назначение гидродвигателя.
5. Перечислите элементы механизма управления.
6. Какие устройства, обеспечивающие работу гидропривода, относят к вспомогательным?
7. Какие гидролинии различают в гидроприводе?
8. Приведите классификацию пневмопривода, его достоинства и недостатки.
9. Перечислите основные элементы пневмопривода.

## ЛИТЕРАТУРА

а) основная литература:

1. Зайцева Е.К., Пелевин Ф.В. Основы гидравлики. Часть 1. Физические свойства жидкостей и газов. Гидростатика: Учебное пособие. М.:ФГОУВПО «РГУТиС», 2007. - 151с.
2. Зайцева Е.К., Пелевин Ф.В. Основы гидравлики. Часть 2. Гидродинамика. Работа насоса на сеть: Учебное пособие. М.:ФГОУВПО «РГУТиС», 2007. - 182с.
3. Зайцева Е.К., Пелевин Ф.В. Методические указания по выполнению контрольных работ для студентов заочной формы обучения. М.:ФГОУВПО «РГУТиС», 2008. - 82с.
4. Зайцева Е.К., Пелевин Ф.В. Методические указания по выполнению контрольных работ для студентов дневной формы обучения. М.:ФГОУВПО «РГУТиС», 2008. - 87с.
5. Калицун В.И., Кедров В.С. Гидравлика, водоснабжение и канализация. М.:Стройиздат, - 2004. - 359с.
6. Савинова К.И., Потапов А.Н. Процессы и аппараты пищевых производств. Гидравлика. Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2003.-207с.
7. Солоденков С.В. Рабочие жидкости гидроприводов: Учебное пособие, Волгоград: ГОУВПО «МГУС» (филиал), 2006. – 28с.

б) дополнительная литература:

1. Башта Т.М. и др. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы. М.: Машиностроение, 1982.-423с.
2. Бутаев Д.А. и др. Сборник задач по машиностроительной гидравлике/Под ред. И.И.куколевского и Л.Г.Подвидза: Учебное пособие. - М.: Машиностроение, 1981. - 484с.
3. Задачник по гидравлике, гидромашинам и гидроприводам. Под ред. Б.Б.Некрасова: Учебное пособие.-М.: Высшая школа, 1989.-245с.
4. Осипов П.Е. Гидравлика, гидравлические машины и гидропривод.-М.: Лесн. пром-ть, 1981.-424с.
5. Штеренлихт Д.В. Гидравлика: Учебник для вузов. - М.:Энергоатомиздат, 1984.-640с.

в) Интернет-ресурсы:

1. www.google.ru/books.google.com/books?
2. www.listlib.narod.ru/ssulki
3. tex2
4. tex4
5. www.tfcentury.hl.ru
6. www.revolution

# **СОДЕРЖАНИЕ**

Стр.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1. | Цели и задачи дисциплины | 3 |
| 2. | Организационно-методические указания по изучению дисциплины | 4 |
| 3. | Методические рекомендации по изучению тем | 4 |
|  | Литература | 17 |