

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА»
(НГТУ)

Образовательно-научный институт ядерной энергетики и технической
физики им. академика Ф.М. Митенкова

Выпускающая кафедра «Ядерные реакторы и энергетические установки»



УТВЕРЖДАЮ:

Директор института
Хробостов А.Е.
«01» июня 2020 г.

Фонд оценочных средств по дисциплине
«Механика жидкости и газа»
ОП ВО

Специальность: 14.05.01 Ядерные реакторы и материалы
Направленность (специализация): Ядерные реакторы

Квалификация выпускника: инженер-физик

Очная форма обучения

г. Нижний Новгород
2020 г.

В документе представлены материалы, составляющие фонд оценочных средств текущей и промежуточной аттестации студентов, обучающихся по специальности 14.05.01 очной формы обучения по дисциплине «Механика жидкости и газа».

Таблица 1. Паспорт оценочных средств (текущая аттестация)

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Формируемые компетенции	Лекционные занятия		Практические занятия		Самостоятельная работа	
			Процедура оценивания	Наименование оценочных средств	Процедура оценивания	Наименование оценочных средств	Процедура оценивания	Наименование оценочных средств
1	Введение	ОПК-1	Письменный опрос, выполнение тестов	Комплект вопросов для письменного опроса, комплект тестовых заданий по темам раздела	Выполнение коллективных расчетных заданий	Задания для коллективных расчетов		
2	Физические параметры изучаемых сред	ОПК-1 ПКС-3	Письменный опрос, выполнение тестов	Комплект вопросов для письменного опроса, комплект тестовых заданий по темам раздела	Выполнение коллективных и индивидуальных расчетных заданий	Задания для коллективных и самостоятельных расчетов	Проверка конспектов, выполнение тестов	Комплект тестовых заданий по теме самостоятельной работы
3	Гидростатика	ОПК-1 ПКС-3	Письменный опрос, выполнение тестов	Комплект вопросов для письменного опроса, комплект тестовых заданий по темам раздела	Выполнение коллективных и индивидуальных расчетных заданий	Задания для коллективных и самостоятельных расчетов	Проверка конспектов и расчетных заданий, выполнение тестов	Комплект тестовых заданий по теме самостоятельной работы
4	Кинематика жидкости	ОПК-1 ПКС-3	Письменный опрос, выполнение тестов	Комплект вопросов для письменного опроса, комплект тестовых заданий по темам раздела	Выполнение коллективных и индивидуальных расчетных заданий	Задания для коллективных и самостоятельных расчетов	Проверка конспектов и расчетных заданий, выполнение тестов	Комплект тестовых заданий по теме самостоятельной работы
5	Гидродинамика	ОПК-1 ПКС-3	Письменный опрос, выполнение тестов	Комплект вопросов для письменного опроса, комплект тестовых заданий по темам раздела	Выполнение коллективных и индивидуальных расчетных заданий	Задания для коллективных и самостоятельных расчетов	Проверка конспектов и расчетных заданий, выполнение тестов	Комплект тестовых заданий по теме самостоятельной работы
6	Теория подобия	ОПК-1	Письменный опрос,	Комплект	Выполнение	Задания для	Проверка	Комплект тестовых

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Формируемые компетенции	Лекционные занятия		Практические занятия		Самостоятельная работа	
			Процедура оценивания	Наименование оценочных средств	Процедура оценивания	Наименование оценочных средств	Процедура оценивания	Наименование оценочных средств
		ПКС-3	выполнение тестов	вопросов для письменного опроса, комплект тестовых заданий по темам раздела	коллективных и индивидуальных расчетных заданий	коллективных и самостоятельных расчетов	конспектов и расчетных заданий, выполнение тестов	заданий по теме самостоятельной работы
7	Режимы движения однофазных потоков	ОПК-1 ПКС-3	Письменный опрос, выполнение тестов	Комплект вопросов для письменного опроса, комплект тестовых заданий по темам раздела	Выполнение коллективных и индивидуальных расчетных заданий	Задания для коллективных и самостоятельных расчетов	Проверка конспектов и расчетных заданий, выполнение тестов	Комплект тестовых заданий по теме самостоятельной работы
8	Гидравлические потери	ОПК-1 ПКС-3	Письменный опрос, выполнение тестов	Комплект вопросов для письменного опроса, комплект тестовых заданий по темам раздела	Выполнение коллективных и индивидуальных расчетных заданий	Задания для коллективных и самостоятельных расчетов	Проверка конспектов и расчетных заданий, выполнение тестов	Комплект тестовых заданий по теме самостоятельной работы

Таблица 2. Паспорт оценочных средств (промежуточная аттестация)

Наименование дисциплины	Формируемые компетенции	Знаниевая компонента		Деятельностная компонента	
		Процедура оценивания	Наименование оценочных средств	Процедура оценивания	Наименование оценочных средств
Механика жидкости и газа	ОПК-1 ПКС-3	Устное собеседование по вопросам	Вопросы к экзамену	Решение практических задач	Задачи к экзамену

Комплект оценочных средств

Комплект оценочных средств является неотъемлемой частью ФОС и хранится на кафедре «Атомные и тепловые станции».

Примерный перечень вопросов для оценки знаниевой компоненты

1. Гидростатика. Классификация сил, действующих в неподвижной жидкости. Закон Паскаля.
2. Основное уравнение гидростатики. Условие равновесия в жидкости.
3. Равновесие несжимаемой жидкости в поле силы тяжести и инерции.
4. Кинематика. Скорость. Ускорение.
5. Линии и трубки тока. Свойства линий тока.
6. Поток вектора скорости. Уравнение неразрывности.
7. Общий характер движения жидкой частицы.
8. Вихревое движение. Вихревые линии и трубки. Образование вихрей. Теорема Гельмгольца.
9. Циркуляция скорости. Теорема Стокса.
10. Безвихревое движение.
11. Гидродинамика. Свойства напряжений поверхностных сил. Гидродинамическое давление.
12. Уравнение движения жидкости в напряжениях.
13. Гипотеза Ньютона. Уравнение Навье-Стокса.
14. Уравнение Бернулли для струйки вязкой несжимаемой жидкости.
15. Уравнение Бернулли для потока вязкой несжимаемой жидкости.
16. Подобие гидромеханических процессов. Виды подобия
17. Условия подобия. Критерии подобия
18. Определяющие критерии
19. Ламинарное и турбулентное стабилизированные движения жидкости в трубах
20. Гидравлические потери. Общая структура формул для расчета потерь напора. Потери на трение по длине. Формула Дарси. График Никурадзе. График реальных труб.
21. Местные потери. Местные сопротивления. Формула Вейсбаха. Классификация местных сопротивлений.
22. Принцип суперпозиции потерь. Расчет простых трубопроводных систем. Прямой и обратный методы
23. Пограничный слой. Определение. Классификация.
24. Толщина пограничного слоя. Толщина вытеснения. Толщина потери импульса.

Примерные практические задания для оценки деятельной компоненты

1. Каково показание x ртутного барометра, помещенного в водолазном колоколе, если поверхность воды в колоколе на h м ниже уровня моря, а показание барометра на поверхности моря p мм рт. ст.?

2. На какой высоте H установится вода в трубке, первоначально заполненной водой, а потом опрокинутой и погруженной открытым концом под уровень воды, если атмосферное давление составляет P кПа и температура воды $T^{\circ}C$?

3. Покоящийся на неподвижном поршне и открытый сверху и снизу сосуд массой m состоит из двух цилиндрических частей, внутренние диаметры которых D и d . Определить, какой минимальный объем W воды должен содержаться в верхней части сосуда, чтобы сосуд всплыл над

4. Определить работу, затрачиваемую на перемещение поршня площадью f на расстояние l в трубопроводе, состоящем из резервуара площадями F_1 и F_2 , заполненные при начальном положении поршня до одной и той же высоты жидкостью плотности ρ . Трением поршня о стенки трубопровода пренебречь.

5. Неподвижный сосуд, составленный из двух цилиндров, заполнен жидкостью, удерживаемой поршнями, на которые действуют силы P_1 и P_2 . Определить положения x и y поршней относительно торцевой стенки сосуда, при которых система находится в равновесии. Площади поршней равны F_1 и F_2 , а объем жидкости между ними равен W . Трением поршней о стенки сосуда пренебречь.

6. Замкнутый резервуар с нефтью разделен на две части плоской перегородкой, имеющей квадратное отверстие со стороной a м. Давление над нефтью в левой части резервуара определяется показаниями манометра M кПа, а в правой - показаниями вакуумметра V кПа. Найти значение и плечо x результирующей силы P давления на крышку, закрывающую отверстие в перегородке.

7. Закрытый резервуар с жидкостью имеет выпускную трубу диаметром D , перекрытую дисковым затвором. Избыточное давление в резервуаре p кПа, высота от центра затвора до верхнего уровня жидкости H м. Найти силу давления P на клапан затвора и момент M этой силы относительно оси поворота затвора.

8. Найти зависимость показаний h водяного манометра (радиусы ветвей R_1 и R_2), присоединенного к замкнутому сосуду, который наполнен газом, находящимся под вакуумом p_v , от следующих параметров: а) поступательного ускорения a , направленного по вертикали вверх и вниз; б) угловой скорости ω сосуда.

9. Цилиндрический сосуд, заполненный водой, приведен во вращение с постоянной угловой скоростью ω рад/с. Найти наименьшее давление в воде, заполняющей сосуд, по показанию h м ртутного манометра, вращающегося вместе с сосудом.

10. Цилиндрический сосуд, заполненный водой, приведен во вращение с постоянной угловой скоростью ω рад/с. При какой угловой скорости равновесие жидкости в сосуде нарушится, если разрыв жидкости происходит при вакууме p кПа?

11. Использование шкалы с постоянным нулем при измерении давлений чашечным ртутным манометром или вакуумметром вносит погрешность в результат измерения. Для нахождения истинного значения давления в показание h прибора необходимо вносить поправку на смещение Δh уровня ртути в чашке. Определить относительную погрешность измерения давления этим манометром, вызываемую смещением уровня ртути в чашке прибора при диаметрах чашки D и трубки d .

12. Давление на поверхности воды в резервуаре измеряется ртутным U-образным манометром. Как изменится показание h манометра, если его переместить вниз на a мм при неизменном давлении на поверхности воды и практически неизменном ее уровне?

13. Тонкостенный сосуд A высотой H мм и диаметром d мм с отверстием внизу плавает в воде, содержащейся в цилиндре диаметром D мм. Определить массу m сосуда A , если давление на поверхности воды в цилиндре атмосферное, а разность уровней воды в сосуде и цилиндре h .

14. Тонкостенный сосуд A высотой H мм и диаметром d мм с отверстием внизу плавает в воде, содержащейся в цилиндре диаметром D мм. Найти силу P , которая должна действовать на поршень, чтобы сосуд A погрузился на дно цилиндра, если первоначальное заполнение сосуда водой h_2 мм.

15. Определить, какое избыточное давление воздуха установится в плавающем толстостенном колоколе внутренним диаметром d м и внешним D м, высотой a м и массой m кг при атмосферном давлении. Процесс сжатия воздуха в колоколе считать изотермическим.

16. Аппарат, плавающий на поверхности воды, имеет люк, закрытый изнутри плоской крышкой диаметром d м. Определить силу давления P на крышку, если внутри аппарата вакуум p кПа. Найти расстояние Δl линии действия этой силы до оси люка.

17. Отверстие в перегородке замкнутого сосуда закрыто круглой крышкой диаметром D м. Левая секция заполнена ртутью до центра крышки. Над ртутью находится газ под абсолютным давлением p_1 кПа. В правой секции находится газ под абсолютным давлением p_2 кПа. Определить давление P на крышку при $p_2 = 0$.

18. Отверстие в перегородке замкнутого сосуда закрыто круглой крышкой диаметром D м. Левая секция заполнена ртутью до центра крышки. Над ртутью находится газ под абсолютным давлением p_1 кПа. В правой секции находится газ под абсолютным давлением p_2 кПа. При каком давлении p_2 сила P давления на крышку будет равна нулю? Найти в этом случае момент M пары сил, действующей на крышку.

19. Найти, как распределяется расход Q л/с между двумя параллельными трубками, одна из которых имеет длину l_1 м и диаметр d_1 м, а другая (с задвижкой, коэффициент сопротивления которой ζ) имеет длину l_2 м и диаметр d_2 м. Какова будет потеря напора в разветвленном участке? Значения коэффициентов сопротивления трения труб λ_1 и λ_2 . Потери напора в тройниках не учитывать.

Примерные тестовые вопросы для текущей аттестации по курсу «Механика жидкости и газа»

1. Какая из этих жидкостей не является газообразной?

- а) жидкий азот;
- б) ртуть;
- в) водород;
- г) кислород;

2. Идеальной жидкостью называется:

- а) жидкость, в которой отсутствует внутреннее трение;
- б) жидкость, подходящая для применения;
- в) жидкость, способная сжиматься;
- г) жидкость, существующая только в определенных условиях.

3. Какие силы называются массовыми? а)

- сила тяжести и сила инерции;
- б) сила молекулярная и сила тяжести;
- в) сила инерции и сила гравитационная;
- г) сила давления и сила поверхностная.

4. Жидкость находится под давлением. Что это означает?

- а) жидкость находится в состоянии покоя;
- б) жидкость течет;
- в) на жидкость действует сила;
- г) жидкость изменяет форму.

5. Если давление отсчитывают от абсолютного нуля, то его называют:
- а) давление вакуума;
 - б) атмосферным;
 - в) избыточным;
 - г) абсолютным.
6. Если давление ниже относительного нуля, то его называют:
- а) абсолютным;
 - б) атмосферным;
 - в) избыточным;
 - г) давление вакуума.
7. Массу жидкости заключенную в единице объема называют:
- а) весом;
 - б) удельным весом;
 - в) удельной плотностью;
 - г) плотностью.
8. При увеличении температуры удельный вес жидкости
- а) уменьшается;
 - б) увеличивается;
 - г) сначала увеличивается, а затем уменьшается;
 - в) не изменяется.
9. Сжимаемость жидкости характеризуется:
- а) коэффициентом Генри;
 - б) коэффициентом температурного сжатия;
 - в) коэффициентом поджатия;
 - г) коэффициентом объемного сжатия.
10. Вязкость жидкости это:
- а) способность сопротивляться скольжению или сдвигу слоев жидкости;
 - б) способность преодолевать внутреннее трение жидкости;
 - в) способность преодолевать силу трения жидкости между твердыми стенками;
 - г) способность перетекать по поверхности за минимальное время.
11. Раздел гидравлики, в котором рассматриваются законы равновесия жидкости называется:
- а) гидростатика;
 - б) гидродинамика;
 - в) гидромеханика;
 - г) гидравлическая теория равновесия.
12. Какие частицы жидкости испытывают наибольшее напряжение сжатия от действия гидростатического давления?
- а) находящиеся на дне резервуара;
 - б) находящиеся на свободной поверхности;
 - в) находящиеся у боковых стенок резервуара;
 - г) находящиеся в центре тяжести рассматриваемого объема жидкости.
13. Первое свойство гидростатического давления гласит
- а) в любой точке жидкости гидростатическое давление перпендикулярно площадке касательной к выделенному объему и действует от рассматриваемого объема;
 - б) в любой точке жидкости гидростатическое давление перпендикулярно площадке касательной к выделенному объему и действует внутрь рассматриваемого объема;

- в) в каждой точке жидкости гидростатическое давление действует параллельно площадке касательной к выделенному объему и направлено произвольно;
- г) гидростатическое давление неизменно во всех направлениях и всегда перпендикулярно в точке его приложения к выделенному объему.

14. Третье свойство гидростатического давления гласит:

- а) гидростатическое давление в любой точке не зависит от ее координат в пространстве;
- б) гидростатическое давление в точке зависит от ее координат в пространстве;
- в) гидростатическое давление зависит от плотности жидкости;
- г) гидростатическое давление всегда превышает давление, действующее на свободную поверхность жидкости.

15. Основное уравнение гидростатики позволяет:

- а) определять давление, действующее на свободную поверхность;
- б) определять давление на дне резервуара;
- в) определять давление в любой точке рассматриваемого объема;
- г) определять давление, действующее на погруженное в жидкость тело.

16. Чему равно гидростатическое давление при глубине погружения точки, равной нулю:

- а) давлению над свободной поверхностью;
- б) произведению объема жидкости на ее плотность;
- в) разности давлений на дне резервуара и на его поверхности;
- г) произведению плотности жидкости на ее удельный вес.

17. Закон Паскаля гласит:

- а) давление, приложенное к внешней поверхности жидкости, передается всем точкам этой жидкости по всем направлениям одинаково;
- б) давление, приложенное к внешней поверхности жидкости, передается всем точкам этой жидкости по всем направлениям согласно основному уравнению гидростатики;
- в) давление, приложенное к внешней поверхности жидкости, увеличивается по мере удаления от свободной поверхности;
- г) давление, приложенное к внешней поверхности жидкости равно сумме давлений, приложенных с других сторон рассматриваемого объема жидкости.

18. Способность плавающего тела, выведенного из состояния равновесия, вновь возвращаться в это состояние называется:

- а) устойчивостью;
- б) остойчивостью;
- в) плавучестью;
- г) непотопляемостью.

19. Относительным покоем жидкости называется

- а) равновесие жидкости при постоянном значении действующих на нее сил тяжести и инерции;
- б) равновесие жидкости при переменном значении действующих на нее сил тяжести и инерции;
- в) равновесие жидкости при неизменной силе тяжести и изменяющейся силе инерции;
- г) равновесие жидкости только при неизменной силе тяжести.

20. Во вращающемся цилиндрическом сосуде свободная поверхность имеет форму:

- а) параболы;
- б) гиперболы;
- в) конуса;
- г) свободная поверхность горизонтальна.

21. Площадь поперечного сечения потока, перпендикулярная направлению движения называется:

- а) открытым сечением;
 - б) живым сечением;
 - в) полным сечением;
 - г) площадь расхода.
22. Объем жидкости, протекающий за единицу времени через живое сечение называется:
- а) расход потока;
 - б) объемный поток;
 - в) скорость потока;
 - г) скорость расхода.
23. Отношение живого сечения к смоченному периметру называется:
- а) гидравлическая скорость потока;
 - б) гидродинамический расход потока;
 - в) расход потока;
 - г) гидравлический радиус потока.
24. Движение, при котором скорость и давление изменяются не только от координат пространства, но и от времени называется:
- а) ламинарным;
 - б) стационарным;
 - в) неустановившимся;
 - г) турбулентным.
25. При неустановившемся движении, кривая, в каждой точке которой вектора скорости в данный момент времени направлены по касательной называется:
- а) траектория тока;
 - б) трубка тока;
 - в) струйка тока;
 - г) линия тока.
26. Элементарная струйка - это:
- а) трубка потока, окруженная линиями тока;
 - б) часть потока, заключенная внутри трубки тока;
 - в) объем потока, движущийся вдоль линии тока;
 - г) неразрывный поток с произвольной траекторией.
27. Течение жидкости без свободной поверхности в трубопроводах с повышенным или пониженным давлением называется:
- а) безнапорное;
 - б) напорное;
 - в) неустановившееся;
 - г) несвободное (закрытое).
28. Член уравнения Бернулли, обозначаемый $v^2/2g$ выражением называется: а)
- а) скоростной высотой;
 - б) геометрической высотой;
 - в) пьезометрической высотой;
 - г) потерянной высотой.
29. Уравнение Бернулли для двух различных сечений потока дает взаимосвязь между:
- а) давлением, расходом и скоростью;
 - б) скоростью, давлением и коэффициентом Кориолиса;
 - в) давлением, скоростью и геометрической высотой;
 - г) геометрической высотой, скоростью, расходом.
30. Показание уровня жидкости в трубке Пито отражает:
- а) разность между уровнем полной и пьезометрической энергией;

- б) изменение пьезометрической энергии;
 - в) скоростную энергию;
 - г) уровень полной энергии.
31. Значение коэффициента Кориолиса для турбулентного режима движения жидкости равно:
- а) 1,5;
 - б) 2;
 - в) 3;
 - г) 1.
32. Уровень жидкости в трубке Пито поднялся на высоту $H = 15$ см. Чему равна скорость жидкости в трубопроводе?
- а) 2,94 м/с;
 - б) 17,2 м/с;
 - в) 1,72 м/с;
 - г) 8,64 м/с.
33. Что является источником потерь энергии движущейся жидкости?
- а) плотность;
 - б) вязкость;
 - в) расход жидкости;
 - г) изменение направления движения.
34. Влияет ли режим движения жидкости на гидравлическое сопротивление?
- а) влияет;
 - б) не влияет;
 - в) влияет только при определенных условиях;
 - г) при наличии местных гидравлических сопротивлений.
35. Турбулентный режим движения жидкости это:
- а) режим, при котором частицы жидкости сохраняют определенный строй (движутся послойно);
 - б) режим, при котором частицы жидкости перемещаются в трубопроводе бессистемно;
 - в) режим, при котором частицы жидкости двигаются как послойно так и бессистемно;
 - г) режим, при котором частицы жидкости двигаются послойно только в центре трубопровода.
36. При каком режиме движения жидкости в трубопроводе наблюдается пульсация скоростей и давлений?
- а) при ламинарном;
 - б) при скоростном;
 - в) при турбулентном;
 - г) при отсутствии движения жидкости.
37. При турбулентном движении жидкости в трубопроводе наблюдаются следующие явления:
- а) пульсация скоростей и давлений;
 - б) отсутствие пульсации скоростей и давлений;
 - в) пульсация скоростей и отсутствие пульсации давлений;
 - г) пульсация давлений и отсутствие пульсации скоростей.
38. Где скорость движения жидкости максимальна при ламинарном режиме?
- а) у стенок трубопровода;
 - б) в центре трубопровода;
 - в) может быть максимальна в любом месте;
 - г) в начале трубопровода.
39. От каких параметров зависит значение числа Рейнольдса?
- а) от диаметра трубопровода, кинематической вязкости жидкости и скорости движения жидкости;
 - б) от расхода жидкости, от температуры жидкости, от длины трубопровода;

в) от динамической вязкости, от плотности и от скорости движения жидкости;
г) от скорости движения жидкости, от шероховатости стенок трубопровода, от вязкости жидкости.

40. Для определения потерь напора служит:

- а) число Рейнольдса;
- б) формула Вейсбаха-Дарси;
- в) номограмма Колбрука-Уайта;
- г) график Никурадзе.

41. Что такое длинный трубопровод?

- а) трубопровод, длина которого превышает значение 100й?;
- б) трубопровод, в котором линейные потери напора не превышают 5... 10% местных потерь напора;
- в) трубопровод, в котором местные потери напора меньше 5... 10% потерь напора по длине;
- г) трубопровод постоянного сечения с местными сопротивлениями.

42. Какие трубопроводы называются простыми?

- а) последовательно соединенные трубопроводы одного или различных сечений без ответвлений;
- б) параллельно соединенные трубопроводы одного сечения;
- в) трубопроводы, не содержащие местных сопротивлений;
- г) последовательно соединенные трубопроводы содержащие не более одного ответвления.

43. Что такое характеристика трубопровода?

- а) зависимость давления на конце трубопровода от расхода жидкости;
- б) зависимость суммарной потери напора от давления;
- в) зависимость суммарной потери напора от расхода;
- г) зависимость сопротивления трубопровода от его длины.

44. Если для простого трубопровода записать уравнение Бернулли, то пьезометрическая высота, стоящая в левой части уравнения называется:

- а) потребным напором;
- б) располагаемым напором;
- в) полным напором;
- г) начальным напором.

45. Потребный напор это:

- а) напор, полученный в конечном сечении трубопровода;
- б) напор, который нужно сообщить системе для достижения необходимого давления и расхода в конечном сечении;
- в) напор, затрачиваемый на преодоление местных сопротивлений трубопровода;
- г) напор, сообщаемый системе.

Примерные задания для курсовой работы

Задание: построить гидравлическую характеристику трубопроводной системы («сложный» трубопровод) и гидравлические характеристики составных участков схемы.

В качестве исходных данных заданы: расход жидкости на входном участке «сложного» трубопровода, геометрические размеры всех элементов гидравлической трассы, шероховатость используемых труб, а также теплофизические свойства перекачиваемой среды.

Перекачиваемая среда: H_2O ($t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$); 4

Шероховатость труб: $A = 2 \cdot 10^{-5}\text{ м}$;

Расход через систему: $Q_{\max} = 25$ л/с;

Геометрические

параметры схемы: $\Theta_i = 30^\circ$;

$\Theta_2 = 15^\circ$;

$R_i = 0,15$ м;

$(l_i = 0,10$ м;

$d_2 = 0,20$ м;

$L_i = 6,08$ м;

$L_2 = 5,06$ м;

$L_3 = 8,10$ м;

$L_4 = 3,04$ м;

$L_5 = 7,09$ м;

$L_6 = 2,03$ м;

$L_7 = 4,05$ м

Схема сложного трубопровода представлена на рисунке 1.

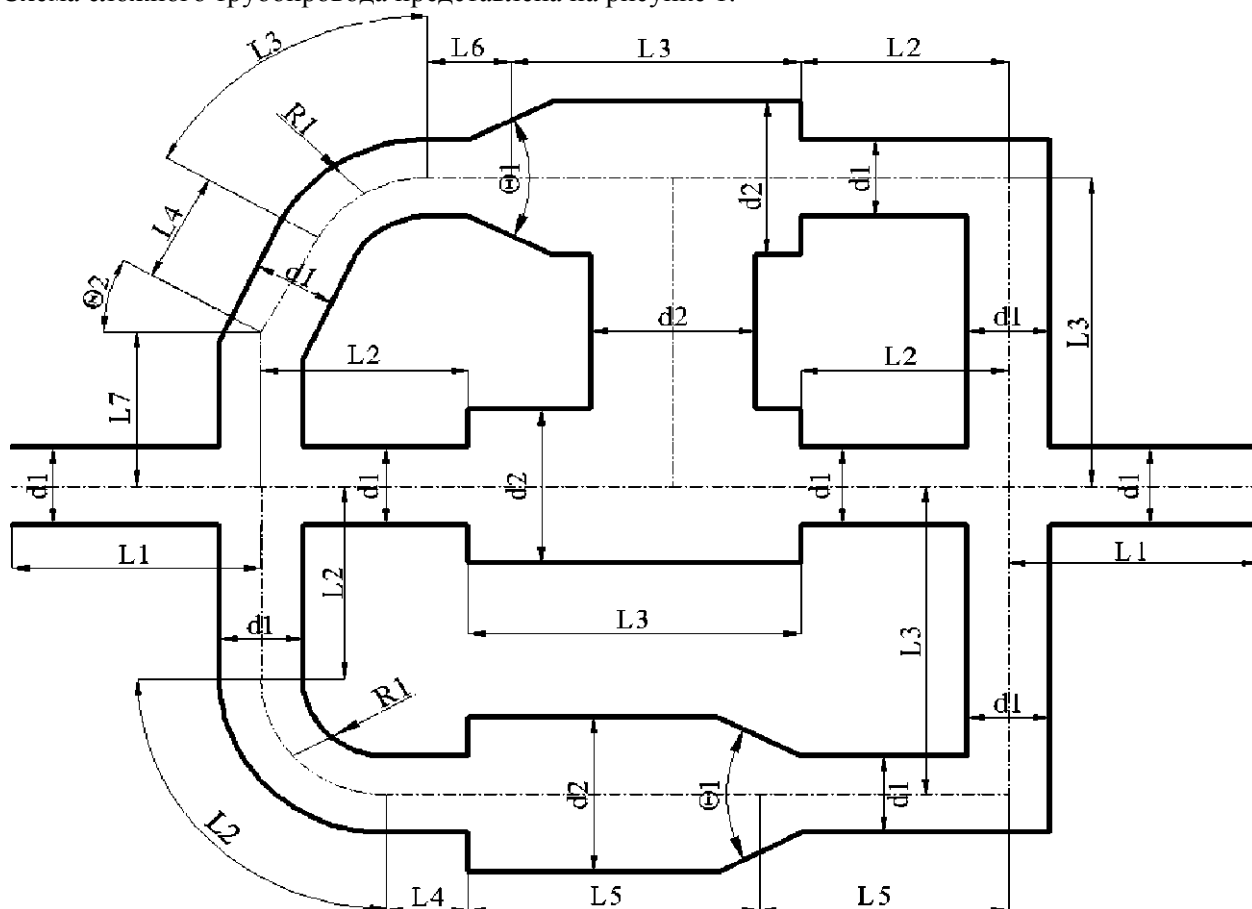


Рисунок 1 - схема сложного трубопровода