



Негосударственное частное образовательное учреждение
высшего образования
«Технический университет УГМК»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ
КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

ГИДРОМЕХАНИКА

Специальность	<u>21.05.04 Горное дело</u>
Специализация	<u>Подземная разработка рудных месторождений</u>
Уровень высшего образования	<u>Специалитет</u> <i>(бакалавриат, специалитет, магистратура)</i>
Квалификация выпускника	<u>горный инженер (специалист)</u>

Автор - разработчик: Зубов В.В., канд. техн. наук, доцент
Рассмотрено на заседании кафедры механики и автоматизации технологических процессов и производств
Одобрено Методическим советом университета 30 июня 2021 г., протокол № 4

г. Верхняя Пышма
2021

Задания и методические указания к выполнению контрольной работы составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины «Гидромеханика».

Контрольная работа является составной частью самостоятельной работы обучающихся дисциплине. Выполнение контрольных работ имеет целью закрепление обучающимися полученных на лекциях теоретических знаний и практического опыта, приобретенного на практических занятиях, путем самостоятельной работы.

Контрольные работы по дисциплине «Гидромеханика» выполняются студентами очной и заочной формы обучения после изучения материала по всему курсу.

Перечень контрольных задач в рамках учебных занятий

Банк вопросов и заданий для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий по гидродинамике

Основные понятия гидродинамики

1. Записать дифференциальные уравнения движения жидкости (уравнения Эйлера).
2. Чему равен гидравлический радиус в прямоугольном лотке шириной $b=1$ м и глубиной наполнения $h=0,5$ м?
3. По каким признакам движение подразделяется на установившееся и неустановившееся?
4. Какой трубопровод называется простым?
5. Чему равен смоченный периметр в безнапорной трубе диаметром $d=1$ м и глубиной наполнения $h=0,5$ м?
6. Что такое трубка тока и элементарная струйка? Каковы их свойства?
7. Дать определение понятия *гидравлический радиус*.
8. Какое движение жидкости называется установившимся?
9. Записать уравнение неразрывности потока.
10. Рассчитать гидравлический радиус потока жидкости в круглой трубе диаметром $d=100$ мм и в трубе квадратного сечения со стороной $a=200$ мм.
11. Какой трубопровод называется коротким?
12. Пояснить понятие *коэффициент расхода трубопровода*.
13. Рассчитать гидравлический радиус потока жидкости в круглой трубе диаметром $d=200$ мм и в трубе квадратного сечения со стороной $a=100$ мм.
14. Какое движение жидкости называется равномерным?
15. Пояснить, какие параметры составляют гидравлическую характеристику сечения потока. Дать определения.

Расход и средняя скорость

1. Чему равна скорость V_1 в напорном трубопроводе, если в сечении 1-1 внутренний диаметр трубы равен $d_1=10$ см, а в сечении 2-2 диаметр $d_2=5$ см и скорость $V_2=1$ м/с?
2. Как зависит средняя скорость от площади живого сечения? Что будет со средней скоростью, если площадь живого сечения увеличивается? уменьшается? остается постоянной?
3. По трубопроводу диаметром $d=150$ мм перекачивается мазут с плотностью $\rho=900$ кг/м³. Определить объемный расход Q и среднюю скорость V , если весовой расход составляет $G=500$ Н/час.
4. Определить диаметр трубы для пропуска воды с расходом $Q=2,4$ л/с при скорости $V=1,1$ м/с.
5. Определить диаметр трубы для пропуска воды с расходом $Q=2,0$ л/с при скорости $V=1,0$ м/с.
6. Определить сторону a квадратного сечения трубопровода пропускной способностью $Q=2,5$ л/с при скорости движения жидкости $V=1,0$ м/с.
7. Определить, при какой скорости воды в трубе диаметром $d=100$ мм будет обеспечен расход $Q=2,0$ л/с.

8. Определить пропускную способность (расход) для трубы диаметром $d=100$ мм при скорости движения потока воды $V=1,27$ м/с.

9. Рассчитать диаметр трубопровода для пропуска расхода $Q=2$ л/с при скорости $V=1,0$ м/с.

10. При движении воздуха в вентиляционной трубе квадратного сечения со стороной $a=400$ мм расход составляет $Q=2,4$ л/с. Определить скорость движения воздуха в трубе.

11. Рассчитать расход воды в трубе $d=100$ мм при скорости $V=1,27$ м/с.

12. Определить скорость движения воды в трубе диаметром $d_1=50$ мм, если при постоянном расходе скорость в трубе $d_2=100$ мм равна $V_2=1,0$ м/с.

13. Определить расход воды в трубе диаметром $d_1=250$ мм, имеющей плавное сужение до диаметра $d_2=125$ мм, если показание пьезометров: до сужения $h_1=50$ см, в сужении $h_2=30$ см.

14. Определить показание пьезометра, установленного в сечении трубы, если показание трубки Пито в центре этого сечения равно 150 мм. Скорость по оси потока принять равной $u=1,0$ м/с.

15. Рассчитать скоростной напор потока воды в трубе диаметром $d=100$ мм, если при таком же расходе скоростной напор в трубе диаметром $d=50$ мм равен 0,2 м.

16. Рассчитать диаметр трубопровода для пропуска расхода $Q=4$ л/с при скорости $V=1,6$ м/с.

17. Определить пропускную способность (расход) для трубы диаметром $d=100$ мм, при скорости движения потока воды $V=2,0$ м/с; какой режим движения в трубе при этой скорости?

Уравнение Бернулли

1. Построить диаграмму уравнения Бернулли для элементарной струйки реальной жидкости; пояснить энергетический смысл уравнения.

2. Что такое гидравлический уклон? Может ли он быть положительным? отрицательным?

3. Представить уравнение Бернулли для элементарной струйки реальной жидкости, начертить диаграмму уравнения. Дать пояснение *всех параметров*, входящих в уравнение.

4. Проанализировать и объяснить возможное положение напорной и пьезометрической линии потока вязкой жидкости. Может ли каждая из них быть горизонтальной, иметь уклон в сторону движения или против него? В каких случаях?

5. Каким прибором определяется полный напор в точке потока жидкости? Начертить схему прибора.

6. Рассчитать скорость по оси потока, если разность показаний трубки Пито, установленной в центре сечения, и пьезометра в этом же сечении равно 10 см. Нарисовать схему установки приборов.

7. В горизонтальной трубе с плавным сужением скорость в первом сечении равна $V=0,8$ м/с, пьезометрический напор $-p_1/\rho g=0,8$ м. Рассчитать пьезометрический напор во втором сечении, если диаметр трубы уменьшится в два раза.

8. Как преобразуется уравнение Бернулли при переходе от элементарной струйки идеальной жидкости к элементарной струйке вязкой жидкости? Как изменится диаграмма уравнения?

9. Определить разность показаний трубки Пито и пьезометра, если скорость в точке установки прибора равна $u=1,21$ м/с. Начертить схему установки приборов.

10. Записать уравнение Бернулли для потока реальной жидкости, начертить диаграмму уравнения, пояснить энергетический смысл членов уравнения.

11. Записать уравнение Бернулли для элементарной струйки вязкой жидкости. Дать пояснения слагаемых, входящих в уравнение, учитывая его геометрическую интерпретацию. Построить диаграмму уравнения.

12. Каков геометрический и энергетический смысл каждого члена уравнения Бернулли в отдельности и всего уравнения в целом?

13. Записать уравнение Бернулли для элементарной струйки вязкой жидкости, построить диаграмму уравнения. Пояснить параметры, входящие в уравнение, исходя из энергетической интерпретации уравнения.

14. Записать уравнение Бернулли для потока реальной жидкости, начертить диаграмму уравнения для трех сечений трубы переменного сечения.

15. Под каким давлением находится напорный поток вязкой жидкости, если пьезометрическая линия проходит ниже, выше или совпадает с продольной осью потока?

16. Как экспериментально определяется скоростной напор и рассчитывается скорость в точке потока? Нарисовать схему прибора.

17. Геометрический смысл уравнения Бернулли для идеальной жидкости. Диаграмма уравнения.

18. Дать понятие гидростатического напора в сечении потока. Как он определяется экспериментально?

19. Как преобразуется уравнение Бернулли при переходе от элементарной струйки реальной жидкости к целому потоку? Записать уравнения.

20. В горизонтальной трубе с плавным сужением скорость в первом сечении равна $V = 0,5$ м/с, пьезометрический напор – $p_1/\rho g = 0,8$ м. Рассчитать пьезометрический напор во втором сечении, если диаметр трубы уменьшится в два раза.

Режимы движения

1. Дать определение ламинарного режима.

2. Определить режим движения жидкости в трубе диаметром $d=50$ мм при расходе $Q=1,2$ л/с, если коэффициент кинематической вязкости жидкости равен $\nu=0,3 \times 10^{-4}$ м²/с.

3. Какую размерность имеет число Рейнольдса? Чему равно критическое число Рейнольдса? Как найти критическую скорость?

4. Определить режим движения воды и нефти в трубе диаметром $d=10$ см при расходе $Q=250$ см³/с. Кинематический коэффициент вязкости воды $\nu_{\text{в}}=0,01$ см²/с; нефти - $\nu_{\text{н}} = 0,5$ см²/с.

5. Определить критическую скорость движения воды по трубам диаметрами $d=10$ см и 0,1 см. Кинематический коэффициент вязкости воды $\nu_{\text{в}}=0,01$ см²/с.

6. Определить режим движения воды и нефти в трубе диаметром $d = 10$ см при скорости движения $V=25$ см/с. Кинематический коэффициент вязкости воды $\nu_{\text{в}}=0,01$ см²/с; нефти - $\nu_{\text{н}}=0,5$ см²/с.

7. Определить диаметр трубопровода при течении воды с критической скоростью при расходе $Q=1,8$ л/с; кинематический коэффициент вязкости воды равен $\nu=0,0115 \cdot 10^{-4}$ м²/с.

8. Определить, при какой скорости возможен ламинарный режим для потока жидкости в трубе диаметром $d=150$ мм, если коэффициент кинематической вязкости жидкости равен $\nu=0,3 \times 10^{-4}$ м²/с.

9. Определить, при каком значении коэффициента кинематической вязкости ν возможен ламинарный режим в трубе $d=50$ мм при скорости движения $V=1,2$ м/с.

10. Определить, при какой скорости возможен ламинарный режим для потока жидкости в трубе диаметром $d=50$ мм, если коэффициент кинематической вязкости жидкости равен $\nu = 0,3 \times 10^{-4}$ м²/с.

11. Охарактеризовать турбулентный режим движения.

12. Определить, при какой скорости возможен ламинарный режим для потока жидкости в трубе диаметром $d=50$ мм, если коэффициент кинематической вязкости жидкости равен $\nu=0,3 \times 10^{-4}$ м²/с.

13. При какой скорости потока воды произойдет переход от ламинарного режима к турбулентному в стеклянной трубе диаметром $d=30$ мм, если кинематический коэффициент вязкости равен $\nu=10^{-6}$ м²/с.

14. Рассчитать критическую скорость для потока бензина в трубе диаметром $d=50$ мм, если кинематический коэффициент вязкости бензина равен $\nu=0,7 \times 10^{-6}$ м²/с.

15. Рассчитать критическую скорость для потока нефти в трубе диаметром $d = 150$ мм, если коэффициент кинематической вязкости нефти равен $\nu = 1,4 \times 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$.

Потери напора

1. Что такое *местные* потери напора и потери напора *по длине* потока? Какова природа и физическая сущность этих явлений?

2. Определить режим движения жидкости в трубе $d = 100$ мм, с шероховатостью $\Delta = 0,05$ мм при скорости движения $V = 0,21$ м/с. Коэффициент кинематической вязкости жидкости $\nu = 0,7 \times 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$. Для турбулентного режима проверить область сопротивления.

3. Рассчитать коэффициент сопротивления вентиля $\zeta_{\text{вент}}$, если потери напора в нем составляют $h_{\text{вент}} = 0,25$ м при скорости $V = 0,5$ м/с.

4. Определить давление в конце водопроводной трубы длиной $L = 100$ м, диаметром $d = 100$ мм ($\Delta = 1,0$ мм), если показание манометра в начале трубы $p = 0,96$ ат, расход составляет $Q = 4,2$ л/с ($\nu = 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$).

5. Определить разность показаний пьезометров, установленных на горизонтальной трубе $d = 50$ мм на расстоянии $L = 5$ м при расходе $Q = 3,14$ л/с; коэффициент Дарси принять равным $\lambda = 0,04$.

6. Определить давление в начале трубопровода диаметром $d = 150$ мм и длиной $L = 10$ км, при подаче жидкости с плотностью $\rho = 880 \text{ кг}/\text{м}^3$ и вязкостью $\nu = 1,09 \text{ Ст}$ при весовом расходе $G = 12000$ Н/сутки. Конечная точка трубопровода лежит выше начальной на 100 м, а давление в конце трубопровода $p_2 = 1,5$ ати.

7. Рассчитать потери напора по длине в трубе диаметром $d = 100$ мм длиной $L = 10$ м при расходе $Q = 8,2$ л/с и коэффициенте гидравлического трения $\lambda = 0,04$.

8. Как изменится расход воды в новой стальной трубе диаметром $d = 100$ мм и длиной $L = 100$ м. Определить потери напора в пробковом кране $h_{\text{кр}}$, если коэффициент сопротивления крана $\zeta_{\text{кр}} = 27,0$; скорость движения воды $V = 2,1$ м/с.

9. Определить потери напора при подаче воды по трубопроводу $d = 200$ мм и длиной $L = 1500$ м при скорости потока $V = 13,1$ см/с и температуре 10°C ($\nu = 0,0131 \text{ см}^2/\text{с}$). Трубы стальные, новые ($\Delta = 0,05$ мм).

10. Определить потери напора по длине в трубе длиной $L = 20$ м диаметром $d = 50$ мм с абсолютной шероховатостью $\Delta = 0,5$ мм при расходе $Q = 2,5$ л/с, если кинематический коэффициент вязкости воды $\nu = 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$.

11. Определить расходы воды в квадратной и круглой трубе при площади живого сечения $\omega = 0,002 \text{ м}^2$, $\Delta = 0,2$ мм, если потери напора в этих трубах одинаковы и равны $0,2$ м, а длина каждой трубы $L = 100$ м.

12. Сравнить потери напора по длине в стальной трубе круглого и квадратного сечения при равных длине, площади живого сечения и скоростях движения воды и эквивалентной шероховатости: $L = 100$ м, $\omega = 0,03 \text{ м}^2$, $V = 10$ м/с, $\Delta = 0,2$ мм.

13. В каком смысле следует понимать определение *потери энергии*, учитывая, что уравнение Бернулли – закон сохранения энергии при движении жидкости? Может ли потерянная энергия снова перейти в механическую энергию движущегося потока?

14. Как изменятся потери напора по длине при постоянном расходе, если диаметр трубопровода увеличить в 2 раза? Показать расчетом.

15. Как изменятся потери напора по длине, если расход жидкости увеличится в 2 раза, показать расчетом.

16. Показание первого пьезометра, установленного по ходу движения масла в трубе диаметром $d = 50$ мм, равно $h_1 = 1,5$ м. Определить показание второго пьезометра h_2 на расстоянии $L = 20$ м, если расход составляет $Q = 2,0$ л/с. Кинематический коэффициент вязкости масла принять $\nu = 0,3 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$.

17. Как изменятся потери напора по длине, если расход жидкости уменьшится в 2 раза, показать расчетом.

18. Какие гидравлические сопротивления называются местными? Привести расчетную формулу определения потерь напора в местных сопротивлениях.
19. Какие внешние факторы вызывают потери напора по длине? Записать расчетные зависимости для определения этих потерь.
20. Определить потери напора в пробковом кране $h_{кр}$, если коэффициент сопротивления крана $\zeta_{кр}=17,0$, а скорость движения воды $V=1,2$ м/с.
21. Определить режим движения воды в трубе диаметром $d=100$ мм при скорости $V=1,2$ м/с, если кинематический коэффициент вязкости $\nu=10^{-6}$ м²/с, шероховатость внутренней поверхности трубы $\Delta=0,5$ мм. При турбулентном режиме установить область сопротивления.
22. Как изменятся потери напора по длине при постоянном расходе, если диаметр трубопровода уменьшится в 2 раза? Показать расчетом.
23. От чего зависит величина коэффициента гидравлического трения в квадратичной области сопротивления турбулентного режима?
24. Рассчитать коэффициент гидравлического трения λ для водопроводной трубы $d=100$ мм, длиной $L=40$ м, если потери напора по длине $h_f=1,5$ м при расходе $Q=9,5$ л/с.
25. Назвать области сопротивления турбулентного режима, пояснить, как их определить при расчете. Какой должна быть скорость протекания воды через пробковый кран с коэффициентом сопротивления $\zeta_{кр}=6$, чтобы потери напора в кране составили $h_{кр}=30$ см.
26. Определить разность показаний пьезометров, установленных на горизонтальной стальной трубе $d=50$ мм на расстоянии $L=25$ м при расходе $Q=1,7$ л/с ($\Delta_s=0,5$ мм), кинематический коэффициент вязкости воды равен $\nu=0,0115 \cdot 10^{-4}$ м²/с.
27. Определить давление в конце водопроводной трубы длиной $L=150$ м, диаметром $d=100$ мм ($\Delta=1,0$ мм), если показание манометра в начале трубы $p=0,87$ ат, расход составляет $Q=6,3$ л/с ($\nu=10^{-6}$ м²/с).
28. Определить потери напора по длине в трубе длиной $L=200$ м диаметром $d=50$ мм с абсолютной шероховатостью $\Delta=0,01$ мм при расходе $Q=2,5$ л/с, если коэффициент кинематической вязкости воды $\nu=10^{-6}$ м²/с.
29. Определить при какой скорости движения воды в водопроводной трубе диаметром $d=50$ мм и длиной $L=40$ м потери напора по длине составят $h_f=30$ см. Коэффициент гидравлического трения $\lambda=0,03$.
30. Определить давление в конце водопроводной трубы длиной $L=150$ м, диаметром $d=100$ мм ($\Delta=1,0$ мм), если показание манометра в начале трубы $p=0,87$ ат, расход составляет $Q=6,3$ л/с ($\nu=10^{-6}$ м²/с).
31. Определить потери напора при подаче воды по трубопроводу диаметром $d=50$ мм и длиной $l=150$ м при скорости потока $V=1,3$ м/с и температуре 10⁰С ($\nu=0,0131$ см²/с). Трубы стальные, новые ($\Delta=0,05$ мм).
32. Определить давление в начале водопроводной стальной трубы длиной $L=200$ м, диаметром $d=100$ мм с абсолютной шероховатостью $\Delta=0,5$ мм, если показание манометра в конце участка $p=0,9$ ат, пропускная способность трубы равна $Q=5,3$ л/с, кинематической коэффициент вязкости жидкости $\nu=10^{-6}$ м²/с.
33. Каким должен быть коэффициент сопротивления вентиля, чтобы при пропускной способности трубопровода $Q=2,5$ л/с потери напора в вентиле составили $h_{вент}=32$ см. Диаметр трубопровода равен $d=50$ мм.
34. Дать определение понятия «гидравлически гладкие стенки».
35. Определение потерь напора по длине с помощью «обобщенных» параметров.
36. Разность показаний пьезометров, установленных на расстоянии $L=5$ м в горизонтальной водопроводной трубе диаметром $d=50$ мм, равна 30 см. Определить коэффициент гидравлического трения (λ), если расход воды составляет $Q=2,5$ л/с.

37. Определить разность показаний пьезометров, установленных до и после пробкового крана, если скорость движения воды в трубопроводе равна $V=0,8$ м/с, а коэффициент сопротивления пробкового крана равен $\zeta_{кр}=7,0$.

38. Рассчитать при каком значении коэффициента сопротивления пробкового крана $\zeta_{кр}$ будет обеспечен расход $Q=1$ л/с в трубе диаметром $d=50$ мм, если величина потерь напора в кране составляет $h_{кр}=25$ см.

39. Определить потери напора по длине в трубе длиной $L=20$ м диаметром $d=50$ мм с абсолютной шероховатостью $\Delta=0,5$ мм при расходе $Q=2,5$ л/с, если коэффициент кинематической вязкости воды $\nu=10^{-6}$ м²/с