

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Романчук Иван Сергеевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 20.06.2024 08:01:40  
Уникальный программный ключ:  
e68634da050325a9234284dd96b4f0f8b288e139

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Тобольский педагогический институт им. Д.И. Менделеева (филиал)  
Тюменского государственного университета

УТВЕРЖДАЮ  
Директор  
Шилов С.П.



ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
по дисциплине  
ОП.10 Элементы гидравлических и пневматических систем  
специалистов среднего звена  
15.02.10 Мехатроника и мобильная робототехника (по отраслям)  
Форма обучения – очная

Фонд оценочных средств учебной дисциплины «Элементы гидравлических и пневматических систем» для обучающихся по программе подготовки специалистов среднего звена 15.02.10 Мехатроника и мобильная робототехника (по отраслям). Форма обучения – очная. Тобольск, 2020.

Фонд оценочных средств учебной дисциплины «Элементы гидравлических и пневматических систем» разработан на основе ФГОС СПО по специальности 15.02.10 Мехатроника и мобильная робототехника (по отраслям), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 09 декабря 2016 года, № 1550, на основе примерной основной образовательной программы, регистрационный номер в реестре 170828 от 17 апреля 2017 года.

© Тобольский педагогический институт им. Д.И. Менделеева (филиал) Тюменского государственного университета, 2020

© Кутумова А.А., 2020

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФОНДОВ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ.....	4
2. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ.....	6
3. ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ.....	7

## 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФОНДОВ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 1.1. Область применения программы

Фонд оценочных средств дисциплины «Элементы гидравлических и пневматических систем» является частью программы подготовки специалистов среднего звена в соответствии с ФГОС СПО по специальности 15.02.10 Мехатроника и мобильная робототехника (по отраслям).

Фонд оценочных средств учебной дисциплины «Элементы гидравлических и пневматических систем» может быть использован в профессиональной подготовке студентов по квалификации – техник-мехатроник.

### 1.2. Место дисциплины в структуре программы подготовки специалистов среднего звена

Дисциплина «Элементы гидравлических и пневматических систем» входит в профессиональный учебный цикл.

### 1.3. Цели и задачи дисциплины – требования к результатам освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

ПК 1.1. Выполнять монтаж компонентов и модулей мехатронных систем в соответствии с технической документацией.

ПК 1.4. Выполнять работы по наладке компонентов и модулей мехатронных систем в соответствии с технической документацией.

ПК 2.3. Производить замену и ремонт компонентов и модулей мехатронных систем в соответствии с технической документацией.

ПК 5.1. Осуществлять настройку датчиков и исполнительных устройств мобильных робототехнических комплексов в соответствии с управляющей программой и техническим заданием.

ПК 5.2. Выполнять сборку и монтаж компонентов и модулей мобильных робототехнических комплексов в соответствии с технической документацией.

ПК 5.3. Осуществлять техническое обслуживание компонентов и модулей мобильных робототехнических комплексов в соответствии с технической документацией.

ПК 5.5. Производить замену и ремонт компонентов и модулей мобильных робототехнических комплексов в соответствии с технической документацией.

Код ПК, ОК	Умения	Знания
<b>ПК 1.1</b>	<p>У1 Готовить инструмент и оборудование к монтажу;</p> <p>У2 Осуществлять предмонтажную проверку элементной базы мехатронных систем;</p> <p>У3 Осуществлять монтажные работы гидравлических, пневматических, электрических систем и систем управления;</p> <p>У4 Контролировать качество проведения монтажных работ мехатронных систем</p>	<p>31 Порядок подготовки оборудования к монтажу мехатронных систем;</p> <p>32 Технологию монтажа оборудования мехатронных систем;</p> <p>33 Теоретические основы и принципы построения, структуру и режимы работы мехатронных систем;</p> <p>34 Правила эксплуатации компонентов мехатронных систем</p>

<b>ПК 1.4</b>		35 Технологии анализа функционирования датчиков физических величин, дискретных и аналоговых сигналов
<b>ПК 2.3</b>	У5 Производить разборку и сборку гидравлических, пневматических, электромеханических устройств мехатронных систем	36 Технологическую последовательность разборки, ремонта и сборки узлов и механизмов мехатронных систем
<b>ПК 5.1</b>		37 Выбор соответствующего аппаратного обеспечения (моторы, датчики), необходимого для соблюдения требований к функционированию дополнительной конструкции
<b>ПК 5.2</b>		38 Монтаж конструкции (прототипа), включая механические, электрические и информационные системы сбора данных, соответствующие требованиям, предъявляемым к роботу
<b>ПК 5.3</b>	У6 Использовать навыки по техническому обслуживанию компонентов мобильного робототехнического комплекса	
<b>ПК 5.5</b>	У7 Производить ремонт и замену составных частей мобильного робота	39 Функциональное назначение всех элементов мобильного робота

### ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

п/п	Темы дисциплины, МДК, разделы (этапы) практики, в ходе текущего контроля, вид промежуточной аттестации с указанием семестра	Код контролируемой компетенции (или её части), знаний, умений	Наименование оценочного средства (с указанием количество вариантов, заданий и т.п.)
1.	Раздел 1. Основные понятия гидравлики	ПК 1.1, ПК 1.4, 31-39, У1-У7	Расчетно-тестовое задание (20 вопросов, 2 варианта с ответами)
2.	Раздел 2. Гидравлический привод	ПК 1.1, ПК 1.4, ПК 2.3, ПК 5.1, ПК 5.2, ПК 5.3, ПК 5.5, 31-39, У1-У7	Тестовое задание (20 вопросов, 2 варианта с ответами). Практическое задание на расчет гидравлических систем (два варианта)
3.	Раздел 3. Основные сведения о пневмоприводе	ПК 1.1, ПК 1.4, ПК 2.3, ПК 5.1, ПК 5.2, ПК 5.3,	Практическое задание на расчет гидравлических и

		ПК 5.5, 31-39, У1-У7	пневматических систем (два варианта)
4.	Промежуточная аттестация в 7 семестре	ПК 1.1, ПК 1.4, ПК 2.3, ПК 5.1, ПК 5.2, ПК 5.3, ПК 5.5, 31-39, У1-У7	Дифференцированный зачет: вопросы по разделам (42 вопроса)

### 3. ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

<b>Раздел 1. Основные понятия гидравлики</b>	ПК 1.1, ПК 1.4, 31-39, У1-У7
--	---------------------------------

Расчетно-тестовое задание (два варианта с ответами, 20 заданий)

#### Тест

##### Вариант 1.

1. Что такое гидромеханика?
  - а) наука о движении жидкости
  - б) наука о равновесии жидкостей
  - в) наука о взаимодействии жидкостей
  - г) наука о равновесии и движении жидкостей

2. На какие разделы делится гидромеханика?

- а) гидротехника и гидрогеология
- б) техническая механика и теоретическая механика
- в) гидравлика и гидрология
- г) механика жидких тел и механика газообразных тел

3. Что такое жидкость?

- а) физическое вещество, способное заполнять пустоты
- б) физическое вещество, способное изменять форму под действием сил
- в) физическое вещество, способное изменять свой объем
- г) физическое вещество, способное течь

4. Какая из этих жидкостей не является капельной?

- а) ртуть
- б) керосин
- в) нефть
- г) азот

5. Какая из этих жидкостей не является газообразной?

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

6. Реальной жидкостью называется жидкость

- а) не существующая в природе
- б) находящаяся при реальных условиях
- в) в которой присутствует внутреннее трение
- г) способная быстро испаряться

7. 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

8. На какие виды разделяют действующие на жидкость внешние силы?

- а) силы инерции и поверхностного натяжения
- б) внутренние и поверхностные
- в) массовые и поверхностные
- г) силы тяжести и давления

9. 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

10. Какие силы называются поверхностными?

- а) вызванные воздействием объемов, лежащих на поверхности жидкости
- б) вызванные воздействием соседних объемов жидкости и воздействием других тел
- в) вызванные воздействием давления боковых стенок сосуда

г) вызванные воздействием атмосферного давления

11. Что это означает «жидкость находится под давлением»?

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

12. Единицы измерения давления в системе измерения СИ:

- а) паскаль
- б) джоуль
- в) бар
- г) стокс

13. Если давление отсчитывают от абсолютного нуля, то его называют:

- а) давление вакуума
- б) атмосферным
- в) избыточным
- г) абсолютным

14. Если давление отсчитывают от относительного нуля, то его называют:

- а) абсолютным
- б) атмосферным
- в) избыточным
- г) давление вакуума

15. Если давление ниже относительного нуля, то его называют:

- а) абсолютным
- б) атмосферным
- в) избыточным
- г) давление вакуума

16. Какое давление обычно показывает манометр?

- а) абсолютное
- б) избыточное
- в) атмосферное
- г) давление вакуума

17. Чему равно атмосферное давление при нормальных условиях?

- а) 100 МПа
- б) 100 кПа
- в) 10 ГПа
- г) 1000 Па

18. Давление определяется

- а) отношением силы, действующей на жидкость к площади воздействия
- б) произведением силы, действующей на жидкость на площадь воздействия
- в) отношением площади воздействия к значению силы, действующей на жидкость
- г) отношением разности действующих усилий к площади воздействия

19. Массу жидкости заключенную в единице объема называют:

- а) весом



- б) удельным весом
- в) удельной плотностью
- г) плотностью

20. Вес жидкости в единице объема называют:

- а) плотностью
- б) удельным весом
- в) удельной плотностью
- г) весом

### **Вариант 2.**

1. Давление определяется

- а) отношением силы, действующей на жидкость к площади воздействия
- б) произведением силы, действующей на жидкость на площадь воздействия
- в) отношением площади воздействия к значению силы, действующей на жидкость
- г) отношением разности действующих усилий к площади воздействия

2. При увеличении температуры удельный вес жидкости

- а) уменьшается
- б) увеличивается
- г) сначала увеличивается, а затем уменьшается
- в) не изменяется

3. Вязкость жидкости при увеличении температуры

- а) увеличивается
- б) уменьшается
- в) остается неизменной
- г) сначала уменьшается, а затем остается постоянной

4. Уравнение, позволяющее найти гидростатическое давление в любой точке рассматриваемого объема называется

- а) основным уравнением гидростатики
- б) основным уравнением гидродинамики
- в) основным уравнением гидромеханики
- г) основным уравнением гидродинамической теории

5. Сжимаемость - это свойство жидкости

- а) изменять свою форму под действием давления
- б) изменять свой объем под действием давления
- в) сопротивляться воздействию давления, не изменяя свою форму
- г) изменять свой объем без воздействия давления

6. Сжимаемость жидкости характеризуется

- а) коэффициентом Генри
- б) коэффициентом температурного сжатия
- в) коэффициентом поджатия
- г) коэффициентом объемного сжатия

7. Коэффициент объемного сжатия определяется по формуле

$$\begin{array}{ll} \text{а) } \beta_V = -\frac{1}{dV} \frac{dV}{dP}; & \text{б) } \beta_V = -\frac{1}{V} \frac{dV}{dP}; \\ \text{в) } \beta_V = \frac{1}{V} \frac{dP}{dV}; & \text{г) } \beta_V = -\frac{1}{P} \frac{dP}{dV}. \end{array}$$

8. 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

9. Текучестью жидкости называется

- а) величина прямо пропорциональная динамическому коэффициенту вязкости
- б) величина обратная динамическому коэффициенту вязкости
- в) величина обратно пропорциональная кинематическому коэффициенту вязкости
- г) величина пропорциональная градусам Энглера

10. Вязкость жидкости не характеризуется

- а) кинематическим коэффициентом вязкости
- б) динамическим коэффициентом вязкости
- в) градусами Энглера
- г) статическим коэффициентом вязкости

11. Кинематический коэффициент вязкости обозначается греческой буквой

- а)  $\nu$
- б)  $\mu$
- в)  $\eta$
- г)  $\tau$

12. Динамический коэффициент вязкости обозначается греческой буквой

- а)  $\nu$
- б)  $\mu$
- в)  $\eta$
- г)  $\tau$

13. В вискозиметре Энглера объем испытуемой жидкости, истекающего через капилляр равен

- а)  $300 \text{ см}^3$
- б)  $200 \text{ см}^3$
- в)  $200 \text{ м}^3$
- г)  $200 \text{ мм}^3$

14. Вязкость жидкости при увеличении температуры

- а) увеличивается
- б) уменьшается
- в) остается неизменной
- г) сначала уменьшается, а затем остается постоянной

15. Выделение воздуха из рабочей жидкости называется:

- а) парообразованием

- б) газообразованием
- в) пенообразованием
- г) газовой выделением

16. При окислении жидкостей не происходит

- а) выпадение смол
- б) увеличение вязкости
- в) изменения цвета жидкости
- г) выпадение шлаков

17. Интенсивность испарения жидкости не зависит от:

- а) от давления
- б) от ветра
- в) от температуры
- г) от объема жидкости

18. Закон Генри, характеризующий объем растворенного газа в жидкости записывается в виде:

$$\begin{array}{ll} \text{а) } \beta_V = -\frac{1}{dV} \frac{dV}{dP}; & \text{б) } \beta_V = -\frac{1}{V} \frac{dV}{dP}; \\ \text{в) } \beta_V = \frac{1}{V} \frac{dP}{dV}; & \text{г) } \beta_V = -\frac{1}{P} \frac{dP}{dV}. \end{array}$$

19. Реальной жидкостью называется жидкость

- а) не существующая в природе
- б) находящаяся при реальных условиях
- в) в которой присутствует внутреннее трение
- г) способная быстро испаряться

20. 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

### Ответы

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>Вариант 1</b>	г	б	в	а	г	б	в	а	б	в	а	б	г	б	в	а	б	в	а	б
<b>Вариант 2</b>	г	б	в	а	б	в	г	б	в	а	б	в	а	б	в	г	б	в	а	б

### Раздел 2. Гидравлический привод

ПК 1.1, ПК 1.4, ПК 2.3,  
ПК 5.1, ПК 5.2, ПК 5.3,  
ПК 5.5, 31-39, У1-У7

Тестовое задание (два варианта с ответами, 20 заданий);

Практическое задание на расчет гидравлических систем (два варианта).

### Тест

**Вариант 1.**

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

- а) открытым сечением
- б) живым сечением
- в) полным сечением
- г) площадь расхода

2. Часть периметра живого сечения, ограниченная твердыми стенками называется:

- а) мокрый периметр
- б) периметр контакта
- в) смоченный периметр
- г) гидравлический периметр

3. Объем жидкости, протекающий за единицу времени через живое сечение называется:

- а) расход потока
- б) объемный поток
- в) скорость потока
- г) скорость расхода

4. Отношение расхода жидкости к площади живого сечения называется:

- а) средний расход потока жидкости
- б) средняя скорость потока
- в) максимальная скорость потока
- г) минимальный расход потока

5. Отношение живого сечения к смоченному периметру называется:

- а) гидравлическая скорость потока
- б) гидродинамический расход потока
- в) расход потока
- г) гидравлический радиус потока

6. Если при движении жидкости в данной точке русла давление и скорость не изменяются, то такое движение называется:

- а) установившемся
- б) неуставившемся
- в) турбулентным установившимся
- г) ламинарным неуставившемся

7. Движение, при котором скорость и давление изменяются не только от координат пространства, но и от времени называется:

- а) ламинарным
- б) стационарным
- в) неуставившимся
- г) турбулентным

8. Расход потока обозначается латинской буквой

- а) Q
- б) V
- в) P

г) Н

9. Средняя скорость потока обозначается буквой

- а)  $\chi$
- б) V
- в)  $v$
- г)  $\omega$

10. Живое сечение обозначается буквой

- а) W
- б)  $\eta$
- в)  $\omega$
- г)  $\varphi$

11. 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

12. Трубчатая поверхность, образуемая линиями тока с бесконечно малым поперечным сечением называется:

- а) трубка тока
- б) трубка потока
- в) линия тока
- г) элементарная струйка

13. 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

14. Течение жидкости со свободной поверхностью называется

- а) установившееся
- б) напорное
- в) безнапорное
- г) свободное

15. Течение жидкости без свободной поверхности в трубопроводах с повышенным или пониженным давлением называется:

- а) безнапорное
- б) напорное
- в) неустановившееся
- г) несвободное (закрытое)

16. Уравнение неразрывности течений имеет вид:

- а)  $\omega_1 v_2 = \omega_2 v_1 = \text{const}$
- б)  $\omega_1 v_2 = \omega_2 v_2 = \text{const}$
- в)  $\omega_1 v_2 = v_1 v_2 = \text{const}$
- г)  $\omega_1 v_2 = \omega_2 / v_2 = \text{const}$

17. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости имеет вид:

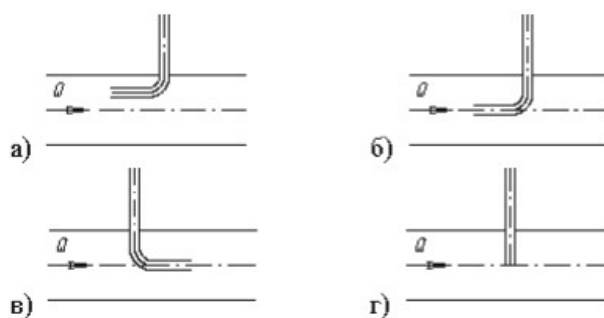
$$\text{a)}; z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g}$$

$$\text{б)} z_1 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} + \sum h;$$

$$\text{в)} z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} \downarrow$$

$$\text{г)} z_1 + \frac{v_1}{\rho g} + \alpha_1 \frac{P_1^2}{2g} = z_2 + \frac{v_2}{\rho g} + \alpha_2 \frac{P_2^2}{2g}.$$

18. На каком рисунке трубка Пито установлена правильно?



19. Уравнение Бернулли для реальной жидкости имеет вид:

$$\text{a)}; z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g}$$

$$\text{б)} z_1 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} + \sum h;$$

$$\text{в)} z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} \downarrow$$

$$\text{г)} z_1 + \frac{v_1}{\rho g} + \alpha_1 \frac{P_1^2}{2g} = z_2 + \frac{v_2}{\rho g} + \alpha_2 \frac{P_2^2}{2g}.$$

20. Трубопровод, по которому жидкость циркулирует в том же объеме, называется:

- а) круговой
- б) циркуляционный
- в) замкнутый
- г) самовсасывающий

### Вариант 2.

1. Уравнение, позволяющее найти гидростатическое давление в любой точке рассматриваемого объема называется

- а) основным уравнением гидростатики
- б) основным уравнением гидродинамики
- в) основным уравнением гидромеханики

г) основным уравнением гидродинамической теории

2. 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

3. Для измерения скорости потока используется

- а) трубка Пито
- б) пьезометр
- в) вискозиметр
- г) трубка Вентури

4. На участке трубопровода между двумя его сечениями, для которых записано уравнение Бернулли можно установить следующие гидроэлементы:

- а) фильтр, отвод, гидромотор, диффузор
- б) кран, конфузор, дроссель, насос
- в) фильтр, кран, диффузор, колено
- г) гидроцилиндр, дроссель, клапан, сопло

5. 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

6. Потерянная высота характеризует

- а) степень изменения давления
- б) степень сопротивления трубопровода
- в) направление течения жидкости в трубопроводе
- г) степень изменения скорости жидкости

7. Линейные потери вызваны

- а) силой трения между слоями жидкости
- б) местными сопротивлениями
- в) длиной трубопровода
- г) вязкостью жидкости

8. Местные потери энергии вызваны

- а) наличием линейных сопротивлений
- б) наличием местных сопротивлений
- в) массой движущейся жидкости
- г) инерцией движущейся жидкости

9. Правило устойчивой работы насоса гласит:

- а) при установившемся течении жидкости в трубопроводе насос развивает напор, равный потребному

- б) при установившемся течении жидкости развиваемый насосом напор должен быть больше потребного
- в) при установившемся течении жидкости в трубопроводе расход жидкости остается постоянным
- г) при установившемся течении жидкости в трубопроводе давление жидкости остается постоянным

10. Коэффициент Кориолиса в уравнении Бернулли характеризует

- а) режим течения жидкости
- б) степень гидравлического сопротивления трубопровода
- в) изменение скоростного напора
- г) степень уменьшения уровня полной энергии

11. 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

12. Критическое значение числа Рейнольдса равно

- а) 2300
- б) 3200
- в) 4000
- г) 4600

13. При  $Re < 2300$  режим движения жидкости

- а) кавитационный
- б) турбулентный
- в) переходный
- г) ламинарный

14. 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

15. Какое давление обычно показывает манометр?

- а) абсолютное
- б) избыточное
- в) атмосферное
- г) давление вакуума

16. Что является гидроприводом?

- а) разность между абсолютным давлением и атмосферным давлением
- б) машины для создания напорного потока жидкой среды.
- в) совокупность устройств гидромашин и гидроаппаратов, предназначенных для передачи механической энергии и преобразования движения при помощи жидкости.



г) движение жидкости, при котором скорость и давление жидкости изменяются во времени

17. Компрессор это -

- а) это устройство, предназначенное для сжатия воздуха из атмосферы (механизм для сжатия воздуха);
- б) устройство, преобразующее энергию потока сжатого воздуха (или газа) в энергию поступательного движения поршня;
- в) устройство, предназначенное для открытия, закрытия или регулирования потока при наступлении определённых условий;
- г) гидравлическая машина, преобразующая механическую энергию приводного двигателя или мускульную энергию (в ручных насосах) в энергию потока жидкости.

18. Выберите основные типы и виды компрессоров:

- а) обратный, запорный, регулирующий, предохранительный, редуцирующий
- б) поршневые, лопастные центробежные, осевые, струйные
- в) абсолютные, избыточные
- г) относительные, простые

19. Гидравлическими машинами называют:

- а) машины, вырабатывающие энергию и сообщаемые ее жидкости
- б) машины, которые сообщают проходящей через них жидкости механическую энергию, либо получают от жидкости часть энергии и передают ее рабочим органам
- в) машины, способные работать только при их полном погружении в жидкость с сообщением им механической энергии привода
- г) машины, соединяющиеся между собой системой трубопроводов, по которым движется рабочая жидкость, отдающая энергию

20. Мощность, которая отводится от насоса в виде потока жидкости под давлением, называется:

- а) подведенная мощность
- б) полезная мощность
- в) гидравлическая мощность
- г) механическая мощность

### Ответы

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>Вариант 1</b>	б	г	б	в	а	г	б	а	г	б	в	а	б	в	б	в	а	б	в	а
<b>Вариант 2</b>	в	а	г	б	в	а	б	в	а	г	б	в	в	а	г	б	в	а	б	в

### Практическое задание Вариант 1

**Тема: Гидравлические машины**

Наименование работы: Расчёт и подбор насосной установки.

Цель работы:

- закрепить знания по техническим показателям насосов;
- выполнить расчёт насосной установки.

Оснащение рабочего места: тетрадь для практических работ, калькулятор.

**Задание:**

Определить полный напор и мощность насоса, имеющего следующую характеристику: подача насоса 1,7 л/с; геометрический напор 18 м; давление 57 кПа, КПД 63%.

Всасывающая труба насоса диаметром 70 мм и длиной 18 м.

Труба имеет одно колено ( $\xi_k = 0,4$ ), на ней установлена задвижка, открытая на  $\frac{1}{2}$  ( $\xi_z = 2,06$ ), а на входе установлена приёмная сетка ( $\xi_c = 6$ ). Вода перекачивается на расстояние 950 м.

Подобрать насос и электродвигатель для привода насоса.

Контрольные вопросы

1. Классификация насосов.
2. Основные технические показатели насосов.
3. Подача насоса.
4. Потери мощности в насосе.

Учебная литература

1. Брюханов И.Н. Основы гидравлики и теплотехники
2. Процкий А.Е. Основы гидравлики и теплотехники

## Вариант 2

**Тема: Турбулентность и её основные статические характеристики**

Наименование работы: Гидравлический расчёт трубопроводов.

Цель работы:

- закрепить знания по видам гидравлических сопротивлений; основные положения гидравлического расчёта трубопроводов;
- выполнить гидравлический расчёт трубопровода.

**Задание:**

Определить необходимый диаметр трубопровода длиной 65 м, при расходе 23 л/с и напоре 0,6 м. Трубопровод предназначен для подачи воды из резервуара А в резервуар В. Движение жидкости происходит за счёт разности уровней жидкости в резервуарах. На трубопроводе два резких поворота трубы на  $90^\circ$ .

Контрольные вопросы

1. Из чего складывается полная потеря напора?
2. От чего зависит значение коэффициента гидравлического трения?
3. От чего зависит значение коэффициента местных сопротивлений?

Учебная литература

1. Брюханов И.Н. Основы гидравлики и теплотехники
2. Процкий А.Е. Основы гидравлики и теплотехники

<b>Раздел 3. Основные сведения о пневмоприводе</b>	ПК 1.1, ПК 1.4, ПК 2.3, ПК 5.1, ПК 5.2, ПК 5.3, ПК 5.5, 31-39, У1-У7
--	--

Практическое задание на расчет гидравлических и пневматических систем (два варианта).

### Практическое задание Вариант 1.

#### Тема работы: Поршневой компрессор одноцилиндровый двойного действия

Задание:

Выполнить гидравлический расчёт трубопроводов:

- расчёт полной потери напора и давления во всасывающем трубопроводе;
- расчёт полной потери напора и давления в нагнетательном трубопроводе.

Выполнить технологический расчет компрессора:

- мощность, потребляемая компрессором;
- полный напор компрессора;
- коэффициент быстроходности;
- частота вращения коленчатого вала;
- температуру газа в конце сжатия.

Исходные данные:

$Q = 70 \text{ м}^3/\text{час}$  - производительность;

$H_0 = 0, 30 \text{ м}$  - вертикальное расстояние между точками присоединения приборов для измерения давления на нагнетательном и всасывающем трубопроводах (требуемый напор);

$P_H = 0, 28 \text{ МПа}$  - давление в нагнетательном трубопроводе;

$P_{вс} = 0, 10 \text{ МПа}$  - давление во всасывающем трубопроводе;

$t_1 = \text{"минус"} 5 \text{ }^\circ\text{С}$  - начальная температура газа (на всасывании);

$L_{вс} = 4 \text{ м}$ ,  $D_{вс} = 100 \text{ мм}$  - длина и диаметр всасывающего трубопровода;

$L_H = 80 \text{ м}$ ,  $D_H = 50 \text{ мм}$  - длина и диаметр нагнетательного трубопровода;

Местные сопротивления на всасывающем трубопроводе:

- 1) Приемный (всасывающий) клапан с сеткой;
- 2) Два отвода на  $90^\circ$  ( $R > 2d$ );
- 3) Две полностью открытые задвижки;
- 4) Диафрагма (расходомерная шайба)  $m = 0, 8$

Местные сопротивления на нагнетательном трубопроводе:

- 1) Два колена на  $90^\circ$  ;
- 2) Запорный клапан;
- 3) Обратный клапан;
- 4) Диафрагма (расходомерная шайба)  $m = 0, 7$

$\rho = 1, 78 \text{ кг/м}^3$  - плотность рабочего газа;

$\mu = 13, 7 \cdot 10^{-6} \text{ Па} \cdot \text{с}$  - динамическая вязкость рабочего газа;

$M_r = 17 \text{ кг/кмоль}$  - молекулярная масса газа;

$\eta = 0, 90$  - общий КПД компрессорной установки;

$\eta_v = 0, 95$  - коэффициент подачи компрессора;

$D = 350 \text{ мм}$  - наружный диаметр поршня;

$S = 400 \text{ мм}$  - ход поршня;

$d = 80 \text{ мм}$  - диаметр штока;

Данные для механического расчёта поршня:

$D_1 = 340$  мм - диаметр проточки под маслосъёмное кольцо;

$D_2 = 320$  мм - внутренний диаметр поршня;

$d_1 = 5,5$  мм - диаметр отверстий для сброса масла;

$\delta = 11$  мм - толщина торцевой стенки (днища) поршня;

$a = 10,5$  мм,  $b = 22$  мм - ширина и высота ребра жёсткости поршня;

$[\sigma_{и}] = 40$  МПа,  $[\sigma_{сж}] = 30$  МПа - допускаемые напряжения изгиба и сжатия для поршня из алюминиевого сплава;

Данные для механического расчёта поршневого кольца:

$r_H = 188$  мм - наружный радиус кольца;

$r_{CP} = 182$  мм - средний радиус кольца;

$A = 3,5$  мм - зазор в стыке кольца, находящегося в свободном состоянии (по среднему диаметру);

$E = 1,1 \cdot 10^5$  МПа - модуль продольной упругости для материала кольца;

$[\sigma_{и}]_{над} = 400$  МПа,  $[\sigma_{и}]_p = 300$  МПа - допускаемые напряжения изгиба при надевании кольца на поршень и при рабочем состоянии для поршневого кольца из серого чугуна;

Данные для механического расчёта шатуна:

$h = 65$  мм - высота среднего сечения шатуна;

$l = 700$  мм - длина шатуна;

$d_2 = 58$  мм - внутренний диаметр головки шатуна;

$[\sigma_{сж}] = 100$  МПа,  $[n] = 4$  - допускаемое напряжение сжатия и допускаемый коэффициент запаса устойчивости для шатуна из конструкционной стали;

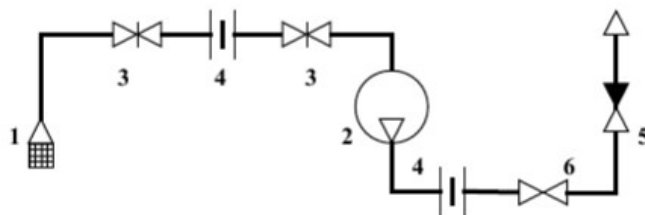
Данные для механического расчёта нижней головки шатуна:

$b = 80$  мм,  $h = 40$  мм - ширина и высота среднего сечения головки шатуна;

$l = 175$  мм - расстояние между осями шатунных болтов;

$[\sigma_{и}] = 60 - 100$  МПа - допускаемое напряжения изгиба для нижней головки шатуна из конструкционной стали.

### Схема установки компрессора



1 - Приёмный (всасывающий) клапан с сеткой; 2 - Компрессор; 3 - Задвижка;  
4 - Диафрагма (расходомерная шайба); 5 - Обратный клапан; 6 - Запорный клапан.

Состав отчета практического задания:

1. Классификация компрессоров.

2. Схема установки компрессоров.

3. Гидравлический расчёт трубопроводов:

3.1 Расчёт полной потери напора и давления во всасывающем трубопроводе;

- 3.2 Расчёт полной потери напора и давления в нагнетательном трубопроводе.
4. Технологический расчет компрессора:
- 4.1 Мощность, потребляемая компрессором;
  - 4.2 Полный напор компрессора;
  - 4.3 Коэффициент быстроходности;
  - 4.4 Частота вращения коленчатого вала;
  - 4.5 Температуру газа в конце сжатия.

### Вариант 2.

#### Тема работы: Вентилятор с рабочим колесом одностороннего всасывания

Задание:

Выполнить гидравлический расчёт трубопроводов:

- расчёт полной потери напора и давления во всасывающем трубопроводе;
- расчёт полной потери напора и давления в нагнетательном трубопроводе.

Выполнить технологический расчет вентилятора:

- мощность, потребляемая вентилятором;
- полный напор вентилятора;
- коэффициент быстроходности.

Конструктивный расчёт рабочего колеса вентилятора:

- диаметры рабочего колеса;
- число лопаток рабочего колеса;
- ширина рабочего колеса (на входе и выходе).

Исходные данные

$Q = 1130$  м<sup>3</sup>/час - производительность;

$R_n = 40$  мм вод. ст. - давление в нагнетательном трубопроводе;

$R_{вс} = 25$  мм вод. ст. - давление во всасывающем трубопроводе;

$L_{вс} = 3$  м,  $D_{вс} = 300$  мм - длина и диаметр всасывающего трубопровода;

$L_n = 28$  м,  $D_n = 200$  мм - длина и диаметр нагнетательного трубопровода.

Местные сопротивления на всасывающем трубопроводе:

- 1) Приёмный (всасывающий) клапан с сеткой;
- 2) Одно колено на  $90^\circ$ ;
- 3) Два отвода на  $90^\circ$  ( $R > 2d$ );
- 4) Одна на  $\frac{3}{4}$  открытая задвижка;
- 5) Диафрагма (расходомерная шайба)  $m = 0,9$ .

Местные сопротивления на нагнетательном трубопроводе:

- 1) Два отвода на  $90^\circ$  ( $R > 2d$ );
- 2) Одна полностью открытая задвижка;
- 3) Диафрагма (расходомерная шайба)  $m = 0,5$ .

$\rho = 1,43$  кг/м<sup>3</sup> - плотность подаваемого газа;

$\rho_v = 1,29$  кг/м<sup>3</sup> - плотность воздуха;

$\mu = 9,35 \cdot 10^{-6}$  Па·с - динамическая вязкость подаваемого газа;

$M_r = 28$  кг/кмоль - молекулярная масса газа;

$z = 3$  м - расстояние по высоте мест нагнетания и всасывания вентилятора;

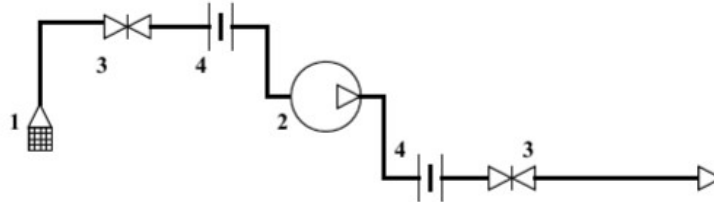
$v = 10$  м/с - скорость подаваемого газа на выходе из нагнетательного трубопровода

вентилятора;

$n = 1383$  об/мин - частота вращения рабочего колеса;

$\eta = 0,38$  - общий КПД вентиляторной установки.

### Схема установки вентилятора



1 – Приёмный (всасывающий) клапан с сеткой; 2 – Вентилятор; 3 – Задвижка;  
4 – Диафрагма (расходомерная шайба).

Состав отчета практического задания:

1. Классификация вентиляторов.
2. Схема установки вентилятора.
3. Гидравлический расчёт трубопроводов:
  - 3.1 Расчёт полной потери напора и давления во всасывающем трубопроводе;
  - 3.2 Расчёт полной потери напора и давления в нагнетательном трубопроводе.
4. Технологический расчёт вентилятора:
  - 4.1 Мощность, потребляемая вентилятором;
  - 4.2 Давление (напор) создаваемое вентилятором;
  - 4.3 Коэффициент быстроходности.
5. Конструктивный расчёт рабочего колеса вентилятора:
  - 5.1 Диаметры рабочего колеса;
  - 5.2 Число лопаток рабочего колеса;
  - 5.3 Ширина рабочего колеса (на входе и выходе).

**Промежуточная аттестация в 7 семестре -  
дифференцированный зачет**

ПК 1.1, ПК 1.4, ПК 2.3,  
ПК 5.1, ПК 5.2, ПК 5.3,  
ПК 5.5, 31-39, У1-У7

### Вопросы к дифференцированному зачету

Раздел 1. Основные понятия гидравлики

1. Представление жидкости в гидравлике. Её особенности. Гипотеза сплошности жидкостей.
2. Основные физические свойства жидкостей. Зависимость свойств от внешних факторов.
3. Сжимаемость жидкости. Полезные и вредные «последствия» сжимаемости.
4. Вязкость жидкости. Закон жидкостного трения Ньютона.
5. Ньютоновские и неньютоновские жидкости.
6. Определение вязкости. Типы вискозиметров.
7. Функции жидкости в гидросистемах технологического оборудования. Эксплуатационные свойства жидкостей.
8. Силы, действующие в покоящейся жидкости.
9. Свойства гидростатического давления.

10. Основное уравнение гидростатики.
11. Закон Паскаля и уравнение неразрывности.
12. Покой жидкости под действием силы тяжести.
13. Два режима течения жидкости, критерий Рейнольдса. Основные понятия траектория, линия тока, трубка тока, элементарная струйка.
14. Уравнение неразрывности для элементарной струйки жидкости, потока жидкости в гидравлической форме.
15. Уравнение Бернулли для идеальной и реальной жидкости.
16. Сопротивление потоку жидкости.
17. Ламинарное течение жидкости. Закон Пуазейля.
18. Гидравлическое сопротивление трубопроводов.
19. Истечение жидкостей через отверстия, насадки и водосливы.

#### Раздел 2. Гидравлический привод

1. Структурная схема гидропривода.
2. Классификация и принцип работы гидроприводов.
3. Преимущества и недостатки гидропривода.
4. Характеристика рабочих жидкостей. Выбор и эксплуатация рабочих жидкостей.
5. Классификация гидравлических насосов и гидродвигателей.
6. Поршневые и радиально-поршневые насосы и гидромоторы.
7. Пластинчатые насосы и шестеренные машины.
8. Основные принципы подбора насосов.
9. Гидравлические клапаны.
10. Гидролинии и соединения для них, уплотнители.
11. Вспомогательные устройства.
12. Распределительные и регулирующие устройства.
13. Составление гидравлических схем.
14. Поршневые компрессоры. Многоступенчатое сжатие. Ротационные компрессоры.
15. Центробежные компрессорные машины. Вакуум-насосы.
16. Сравнительная характеристика компрессоров.

#### Раздел 3. Основные сведения о пневмоприводе

1. Понятие пневмопривода.
2. Назначение пневмопривода и его принцип работы.
3. Определение коэффициента суммарного сопротивления и расхода воздуха в пневматическом приводе.
4. Регулирующая аппаратура пневмопривода.
5. Определение коэффициента суммарного сопротивления и расхода воздуха в пневматическом приводе.
6. Аналоговые пневматические системы управления.
7. Пневматическая дискретная системы управления.

#### Структурная схема гидропривода

2. Классификация и принцип работы гидроприводов
3. Преимущества и недостатки гидропривода
6. Гидравлические линии
7. Соединения
8. Расчет гидролиний
9. Гидравлические машины шестеренного типа
10. Пластинчатые насосы и гидромоторы
11. Радиально-поршневые насосы и гидромоторы
12. Аксиально-поршневые насосы и гидромоторы
13. Механизмы с гибкими разделителями
14. Классификация гидроцилиндров

15. Гидроцилиндры прямолинейного действия
16. Расчет гидроцилиндров
17. Поворотные гидроцилиндры
18. Золотниковые гидрораспределители
19. Крановые гидрораспределители
20. Клапанные гидрораспределители
21. Напорные гидроклапаны
22. Редукционный клапан
23. Обратные гидроклапаны
24. Ограничители расхода
25. Делители (сумматоры) потока
26. Дроссели и регуляторы расхода
27. Гидробаки и теплообменники
28. Фильтры
29. Уплотнительные устройства
30. Гидравлические аккумуляторы
31. Гидрозамки
32. Гидравлические реле давления и времени
33. Средства измерения
34. Классификация гидроусилителей
35. Гидроусилитель золотникового типа
36. Гидроусилитель с соплом и заслонкой
37. Гидроусилитель со струйной трубкой
38. Двухкаскадные усилители
39. Способы разгрузки насосов от давления
40. Дроссельное регулирование
41. Объемное регулирование
42. Комбинированное регулирование
43. Сравнение способов регулирования
44. Гидросистемы с регулируемым насосом и дросселем
45. Гидросистемы с двухступенчатым усилением
46. Гидросистемы непрерывного (колебательного) движения
47. Электрогидравлические системы с регулируемым насосом
48. Гидросистемы с двумя спаренными насосами
49. Питание одним насосом двух и несколько гидродвигателей
50. Общие сведения о применении газов в технике
51. Особенности пневматического привода, достоинства и недостатки
52. Течение воздуха
53. Подготовка сжатого воздуха
54. Исполнительные пневматические устройства
55. Монтаж объемных гидроприводов
56. Эксплуатация объемных гидроприводов в условиях низких температур
57. Основные неполадки в гидросистемах и способы их устранения

#### **Практические задания для дифференцированного зачета**

1. При гидравлическом испытании корпуса пенного огнетушителя манометр на гидравлическом прессе показал давление 2 МПа. Определите абсолютное давление в корпусе огнетушителя, если показания барометра 740 мм ртутного столба.
2. Определите колебания воды в баке водонапорной башни при изменении температуры от 10°C до 35°C. В водонапорном баке диаметром 3 м находится 20 м<sup>3</sup> воды.



3. Определите абсолютное и избыточное давление на дно водонапорного бака диаметром 3 м, в котором находится  $15 \text{ м}^3$  воды. Атмосферное давление 750 мм ртутного столба.
4. Определите, при каком расходе воды по пожарному рукаву диаметром 66 мм режим движения можно считать ламинарным. Коэффициент кинематической вязкости  $1,0 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ .
5. На пожарном центробежном насосе вакуумметр показывает разряжение 600 мм ртутного столба. Определите абсолютное давление, если показания барометра 0,098 МПа.
6. В технологическом аппарате находится газовая смесь, состоящая из 92% воздуха и 8% метилового спирта ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) по массе. Определите объёмные доли компонентов смеси.
7. Определите коэффициент полезного действия обратимого цикла теплового двигателя, если подвод теплоты осуществляется при температуре 200 оС, а отвод при температуре 30 оС.
8. Определите температуру на наружной поверхности печи, установленной в здании. Стенки печи выполнены из шамотного кирпича толщиной 0,24м, температура на их внутренних поверхностях 890оС, и удельный тепловой поток, проходящий через стенки 3427 Вт/м<sup>2</sup>. Коэффициент теплопроводности шамотного кирпича 1,12 Вт/(м·°С).
9. Установлено, что в результате пожара баллон с кислородом ёмкостью 2 литра может получить 100 кДж тепла. Определите, до какой температуры нагреется газ и каким при этом будет его давление, если известно, что начальная температура кислорода 17оС, начальное давление 15МПа. Удельную теплоёмкость кислорода принимаем постоянной 0,6кДж/кг·К.
10. Объёмный состав горючего газа следующий: CO-10%, H<sub>2</sub>-45%, CH<sub>4</sub>-35%, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>-4%, CO<sub>2</sub>-3%, N<sub>2</sub>-3%. Определите среднюю молярную массу, плотность, удельный объём при нормальных условиях, удельную газовую постоянную и массовую долю метана CH<sub>4</sub>.
11. Противопожарная закрытая отступка имеет толщину 13см. Определите удельный тепловой поток от поверхности печи к горючей поверхности в конвективном теплообмене при условии: температура поверхности печи 90оС, а температура горючей поверхности 30оС, коэффициент теплообмена 0,2Вт/ м<sup>2</sup>·°С.
12. В карбюраторном двигателе внутреннего сгорания рабочее тело имеет температуру 18оС, удельный объём 0,83 м<sup>3</sup>/кг. Адиабатно происходит процесс сжатия ( $\kappa=1,4$ ). Объём уменьшается в 9 раз. Определите температуру рабочего тела после сжатия.
13. Для тушения пожара в помещении объёмом 216 м<sup>3</sup> можно использовать газообразный азот (N<sub>ч</sub>) и двуокись углерода (CO<sub>2</sub>). Определите, какого из этих веществ потребуется меньше и на сколько для создания 35% концентрации его по объёму при давлении 0,1 МПа и температуре 27оС. Потерями вещества при заполнении помещения пренебречь.
14. Определите абсолютное давление во всасывающей линии компрессора, если измерение давления произведено манометром. Показания прибора 200кПа. Атмосферное давление 105 Па.
15. Определите суммарный тепловой поток, воспринимаемый в конвективном теплообмене, от дымовых газов поверхностями перекрытия и пола, размеры которых 4x10м. Температура дымовых газов 150оС, температура поверхностей 50оС, коэффициент теплообмена 10 Вт/м<sup>2</sup>·с.
16. Изотермическому сжатию подвергается 8 кг углекислого газа при давлении при давлении 245 кПа и температуре 293 К, в результате чего объём газа уменьшается в 1,5 раза. Определите начальные и конечные параметры, затраченную работу и количество отведенной теплоты.

17. При обследовании предприятия химической промышленности в одном из помещений объемом  $V = 120\text{ м}^3$  обнаружен метан. Анализ показал плотность  $0,71\text{ кг/ м}^3$ . Определите массу метана в помещении.

18. В баллоне кислородного изолирующего противогаса вместимостью 1 литр находится  $0,23\text{ кг}$  сжатого кислорода при температуре  $17\text{ }^\circ\text{C}$ . Определите абсолютную температуру газа, его удельный объём и плотность.

19. Водовод пожарного водопровода диаметром  $300\text{ мм}$  и длиной  $50\text{ м}$  подготовлен к гидравлическим испытаниям. Определите объём воды, которую нужно дополнительно подать в водовод, чтобы избыточное давление в нём поднялось до  $5\text{ МПа}$ . Водовод заполнен водой при атмосферном давлении.

20. При гидравлических испытаниях резервуаров допустимая утечка воды за 1 сутки не больше  $3\text{ л/м}^2$  смоченной поверхности. Резервуар имеет размеры  $12 \times 6\text{ м}$ , уровень воды понизился с  $3,5\text{ м}$  до  $3,48\text{ м}$  за 1 сутки. Определите массу убывшей воды и возможность принятия в эксплуатацию резервуара.

21. Масло заключено в цилиндр с внутренним диаметром  $20\text{ мм}$  и длиной  $5\text{ м}$ . Определите изменение объёма масла при увеличении давления в цилиндре на  $20\text{ МПа}$ . Модули объёмного сжатия масла  $1,33 \cdot 10^9\text{ Па}$ .

22. Определите режим движения жидкости в трубопроводе диаметром  $40\text{ мм}$  при скорости движения  $0,13\text{ м/с}$ . Кинематическая вязкость  $0,3 \cdot 10^{-4}\text{ м}^2/\text{с}$ .

23. Трубопровод длиной  $1200\text{ м}$  закрывается в течении  $2\text{ с}$ . Скорость движения жидкости  $3\text{ м/с}$ . Скорость распространения ударной волны  $1000\text{ м/с}$ . Определите увеличение давления.