



**Решения задач размещены
на сайте zadachi24.ru**

ТЕХНИЧЕСКАЯ ГИДРОМЕХАНИКА И ГИДРОПРИВОД

Хабаровск 2003

Министерство образования Российской Федерации

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
"Хабаровский государственный технический университет"

ТЕХНИЧЕСКАЯ ГИДРОМЕХАНИКА И ГИДРОПРОВОД

*Методические указания и контрольные
задания для студентов-заочников
ускоренного обучения
механических специальностей*

Хабаровск
Издательство ХГТУ
2003

УДК 621.226

Техническая гидромеханика и гидропривод: Методические указания и контрольные задания для студентов-заочников ускоренного обучения механических специальностей/ Сост.
А. М. Пуляевский – Хабаровск: Изд-во Хабаровского государственного технического университета, 2003 г. – 31 с.

Методические указания и контрольные задания составлены на кафедре «Гидравлика, водоснабжение и водоотведение» и предназначены для выполнения контрольных работ по гидравлике, гидравлическим машинам и гидроприводу студентами-заочниками ускоренного обучения механических специальностей.

Печатается в соответствии с решениями кафедры «Гидравлика, водоснабжение и водоотведение» и методического совета института архитектуры и строительства (ИАС).

© Издательство Хабаровского
государственного
технического
университета, 2003

Введение

В первой части курса - техническая гидромеханика - изучаются законы равновесия, движения жидкости и способы применения этих законов к решению технических задач.

Во второй части изучаются устройство и принцип действия, теория и элементы расчета насосов, гидравлических приводов и передач, в которых жидкость служит носителем механической энергии.

При изучении материала по учебнику студент должен особое внимание обратить на углубленную проработку основных положений темы (раздела).

Курс целесообразно изучать последовательно по темам (разделам), руководствуясь программой и методическими указаниями. Сначала следует изучить теоретическую часть раздела, затем решить и проанализировать приведенные в учебнике и задачниках примеры и задачи с решениями. Учебный материал можно считать проработанным и усвоенным только при условии, если студент умеет правильно применить теорию для решения практических задач.

В списке литературы, помещенном ниже, указаны основные источники, по которым студент может изучать основные разделы курса, выполнить контрольную работу и подготовиться к экзамену или зачету. Кроме того, приводится дополнительная литература [6-8], главным образом, справочного характера, которая будет полезной при углубленном изучении отдельных вопросов по гидромашинам и гидроприводу, а также при курсовом и дипломном проектировании. Учебники [10, 11] могут использоваться на стадии предварительного ознакомления с предметом в качестве вспомогательных средств.

Студенты-заочники ускоренного обучения механических специальностей выполняют одну контрольную работу, включающую четыре теоретических вопроса и шесть задач.

Номера вопросов и задач выбираются по последней цифре шифра зачетной книжки студента (табл. 1), а числовые значения указанных в задаче величин - по предпоследней цифре шифра зачетной книжки студента (см. табл. 2). Например, если номер зачетной книжки студента 138264, следует ответить на вопросы 5, 16, 25 и 35 и решить задачи 5, 18, 15, 26, 29 и 35. Числовые данные для всех задач надо выбрать из табл. 2 для 6-го варианта.

При оформлении контрольной работы следует полностью привести текстовое условие задачи, начертить схему, составить краткое условие задачи с указанием числовых значений заданных величин и подробное, с краткими пояснениями, решение задачи. В конце должен быть помещен ответ или выводы. При нарушении этих требований контрольная работа рассматриваться и решенziроваться не будет.

ЧАСТЬ I. ТЕХНИЧЕСКАЯ ГИДРОМЕХАНИКА

1. Основные свойства жидкости

Определение жидкости. Силы, действующие на жидкость. Давление в жидкости. Сжимаемость. Температурное расширение. Закон Ньютона для жидкостного трения. Вязкость. Поверхностное натяжение. Давление упругих паров жидкости. Растворение газов в жидкости. Модель идеальной жидкости. Неньютоновские жидкости.

Литература: [1, с. 4-15]; [2, с. 4-13]; [3, с. 13-25]; [5, с. 5-7]; [8, с. 5-23]; [10, с. 6-9]; [11, с. 5-9].

2. Гидростатика

Свойства давления в неподвижной жидкости. Дифференциальные уравнения гидростатики (уравнения Л. Эйлера). Интегрирование уравнений Эйлера. Поверхности равного давления. Свободная поверхность. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля. Приборы для измерения давления. Давление жидкости на плоские и криволинейные стенки. Закон Архимеда. Плавание тел. Относительный покой жидкости.

Литература: [1, с. 15-34]; [2, с. 13-61]; [3, с. 26-68]; [4, с. 7-102]; [5, с. 8-29]; [10, с. 9-20]; [11, с. 10-18].

3. Кинематика и динамика жидкости

Виды движения жидкости. Основные понятия кинематики жидкости: линия тока, трубка тока, элементарная струйка, живое сечение, расход. Дифференциальные уравнения движения идеальной жидкости (уравнения Л. Эйлера). Уравнение Д. Бернули для установившегося движения идеальной жидкости. Геометрическая и энергетическая интерпретация уравнения Бернули. Уравнение Бернули для потока вязкой жидкости. Коэффициент Кориолиса. Общие сведения о гидравлических потерях. Виды гидравлических потерь. Трубка Пито. Водометр Вентури. Уравнение равномерного движения жидкости, касательные напряжения.

Литература: [1, с. 34-57]; [2, с. 61-91]; [3, с. 69-82; 85-86; 88-91; I - 99-117]; [8, с. 45-53]; [10, с. 20-31]; [11, с. 19-25].

4. Режимы движения жидкости и основы теории гидродинамического подобия

Ламинарный и турбулентный режимы движения жидкости. Число Рейнольдса. Основы теории гидродинамического подобия.

Литература: [1, с. 57-69]; [2, с. 91-95]; [3, с. 184-189]; [5, с. 103-111]; [8, с. 61-64]; [10, с. 31-32]; [11, с. 25-27].

5. Ламинарное движение жидкости

Основные закономерности при ламинарном режиме движения жидкости в круглой трубе: распределение скоростей по сечению, расход, средняя скорость, потери напора по длине. Начальный участок потока. Ламинарное движение в плоских и кольцевых зазорах. Особые случаи ламинарного течения (переменная вязкость, облитерация).

Литература: [1, с. 69-82]; [2, с. 95-102]; [3, с. 118-129]; [4, с. 187-205]; [6, с. 68-71]; [8, с. 53-55]; [10, с. 32]; [11, с. 27-29].

6. Турбулентное движение жидкости

Особенности турбулентного движения жидкости. Пульсация скоростей и давления. Актуальные, пульсационные и осредненные скорости и давления. Касательные напряжения в турбулентном потоке. Распределение осредненных скоростей по сечению (по Л. Прандтлю).

Структура турбулентного потока, ограниченного твердой стенкой. Турбулентное ядро и ламинарная пленка. Потери напора по длине, Формула и коэффициент Дарси. Зависимость коэффициента Дарси от числа Рейнольдса и относительной шероховатости. Опыты по гидравлическим сопротивлениям в трубах с искусственной песчаной и технической шероховатостью (опыты Никурадзе и Мурзина). Графики Никурадзе и Мурзина - Шевелева. Гидравлически гладкие и шероховатые трубы. Три зоны (области) турбулентного сопротивления. Формулы для коэффициента Дарси. Обобщенная формула А.Д. Альтшуля для коэффициента Дарси. Определение потерь напора в трубах некруглого сечения. Эквивалентный диаметр.

Литература: [1, с. 82-93]; [2, с. 102-111]; [3, с. 130-149]; [8, с. 55-60]; [10, с. 32-33]; [11, с. 29-30].

7. Местные гидравлические сопротивления

Виды местных сопротивлений. Формула Вейсбаха для местных потерь напора. Коэффициент местных сопротивлений и зависимость его от числа Рейнольдса и других параметров. Внезапное расширение потока (теорема Борда). Диффузоры. Сужение трубы. Колена. Эквивалентная длина. Кавитация в местных сопротивлениях.

Литература: [1, с. 93-105]; [2, с. 111-118]; [3, с. 150-164]; [4, с. 146-152]; [8, с. 83-99]; [10, с. 35-38]; [11, с. 30-33].

8. Истечение жидкости через отверстия и насадки

Классификация отверстий, сжатия струи, видов истечения. Истечение жидкости через малое круглое отверстие в тонкой стенке при постоянном напоре в атмосфере. Коэффициенты сопротивления, сжатия, скорости, расхода. Истечение через большое отверстие при постоянном уровне и через малое отверстие при переменном напоре. Опорожнение резервуара. Насадки, их классификация. Применение насадков в технике. Истечение жидкости через цилиндрический насадок. Вакуум в насадке, предельный напор.

Литература: [1, с. 106-118]; [2, с. 147-160]; [3, с. 165-183]; [4, с. 121-132; 302-314]; [5, с. 47-49]; [8, с. 100-108; 138-141]; [10, с. 38-41]; [11, с. 33-36].

9. Гидравлический расчет трубопроводов

Классификация трубопроводов. Основное расчетное уравнение простого короткого трубопровода. Самотечный, сифонный трубопроводы, всасывающая линия лопастного насоса. Напорная и пьезометрическая линии. Простой линейный трубопровод. Сложные трубопроводы. Последовательное и параллельное соединение трубопроводов.

Литература: [1, с. 118-136]; [2, с. 118-140]; [3, с. 190-200]; [4, с. 225-240; 264-283]; [5, с. 68-73]; [8, с. 115-135]; [10, с. 44-51]; [11, с. 37-42].

10. Неустановившееся движение жидкости

Уравнение неустановившегося движения несжимаемой жидкости в жёстких трубах с учетом инерционного напора. Гидравлический удар. Формула Н.Е. Жуковского для прямого удара. Диаграмма давления. Сопутствующие явления. Непрямой гидравлический удар. Способы ослабления гидравлического удара.

Литература: [1, с. 136-147]; [2, с. 141-147]; [3, с. 223-231]; [4, с. 335-353]; [6, с. 103-115]; [8, с. 136-138; 141-143]; [10, с. 51-52]; [11, с. 42-43].

11. Взаимодействие потока со стенками

Воздействие струи на твердые преграды. Силы воздействия потока на стенки. Использование теоремы об изменении количества движения (теоремы импульсов).

Литература: [1, с. 147-153]; [2, с. 167-170]; [3, с. 208-214]; [4, с. 376-385]; [5, с. 115-117]; [8, с. 109-114]; [10, с. 42-44]; [11, с. 36-37].

ЧАСТЬ II. ГИДРОПРИВОД

Раздел А. Лопастные насосы

1. Общие сведения о гидромашинах

Насосы и гидродвигатели. Классификация насосов. Принцип действия динамических и объемных насосов. Основные параметры насосов: подача, напор, мощность, КПД.

Литература: [1, с. 154-159]; [2, с. 212-219]; [3, с. 235-238]; [5, с. 88-92]; [8, с. 179-183]; [9, с. 94-107]; [10, с. 53]; [11, с. 36-37].

2. Основы теории лопастных насосов

Центробежные насосы. Принцип действия. Уравнение Эйлера. Теоретический напор насоса. Полезный напор. Потери энергии в насосе. Характеристики центробежных насосов. Схемы одноступенчатых центробежных насосов.

Основы теории подобия насосов. Коэффициент быстроходности. Типы лопастных насосов. Применение формул подобия для пересчета характеристик насоса. Регулирование подачи. Последовательное и параллельное соединение насосов.

Кавитация в лопастных насосах. Кавитационная характеристика. Кавитационный запас. Формула Руднева и ее применение.

Литература: [1, с. 159-225]; [2, с. 232-260]; [3, с. 317-356]; [4, с. 407-423]; [5, с. 90-92]; [8, с. 184-206]; [10, с. 63-88]; [11, с. 58-79].

3. Вихревые и струйные насосы

Схема вихревого насоса, принцип действия, характеристика, области применения. Схема струйного насоса, принцип действия, области применения.

Литература: [1, с. 225-240]; [2, с. 278-279]; [3, с. 404-407; 410-413]; [8, с. 247-253]; [10, с. 103-104]; [11, с. 80-83].

Раздел Б. Гидродинамические передачи

4. Общие понятия

Назначение и область применения гидродинамических передач. Принцип действия и классификация. Рабочая жидкость.

Литература: [1, с. 240-243]; [2, с. 346-351]; [3, с. 372-379]; [7, с. 288-299]; [8, с. 327-329]; [10, с. 195-203].

5. Гидродинамические муфты

Устройство и рабочий процесс. Основные параметры, уравнения и характеристики. Совместная работа гидромуфты с двигателем. Регулирование гидромуфты.

Литература: [1, с. 243-245; 248-262]; [2, с. 347-349; 351-358; 362-369]; [3, с. 379-380; 382-391]; [7, с. 363-366; 367-368]; [8, с. 329-331; 333-350].

6. Гидродинамические трансформаторы

Устройство, классификация, рабочий процесс, основные параметры и уравнения. Потери энергии в гидротрансформаторе. Внешние характеристики. Комплексные гидротрансформаторы.

Литература: [1, с. 245-252; 262-272]; [2, с. 349-362; 369-371]; [3, с. 380-382; 391-393; 394]; [7, с. 288-299]; [8, с. 331-335; 350-365]; [10, с. 195-206]; [11, с. 171-177].

Раздел В. Объемные гидромашины

7. Общие положения

Объемные машины, принцип действия, классификация. Рабочий и удельный объемы.

Литература: [с. 272-275]; [6, с. 126-137]; [8, с. 256-259]; [9, с. 95-107].

8. Поршневые и плунжерные насосы

Устройство и область применения поршневых и плунжерных насосов. Индикаторная диаграмма. Графики идеальной подачи и ее неравномерность. Диафрагменные насосы.

Литература: [1, с. 275-299]; [2, с. 220-232]; [3, с. 239-263]; [6, с. 137-138]; [8, с. 211-225]; [10, с. 53-63]; [11, с. 50-57].

9. Роторные гидромашины

Классификация роторных гидромашин, общие свойства и область применения. Устройство и особенности роторных машин различных типов: шестеренных, винтовых, пластинчатых (шиберных), роторно-поршневых (радиально - поршневых и аксиально - поршневых). Определение рабочих объемов. Подача и ее неравномерность. Регулирование подачи насосов. Крутящий момент на валу гидромотора. Высокомоментные гидромоторы.

Литература: [1, с. 299-350]; [2, с. 260-276]; [3, с. 264-276]; [6, с. 138-258]; [7, с. 59-146]; [8, с. 226-246]; [9, с. 108-185]; [10, с. 133-148]; [11, с. 115-125].

10. Гидроцилиндры

Силовые гидроцилиндры, их назначение и устройство.

Поворотные гидроцилиндры.

Литература: [1, с. 350-356]; [3, с. 258-263]; [6, с. 318-328]; [9, с. 210-217]; [10, с. 150-156]; [11, с. 126-130].

Раздел Д. Объемный гидропривод

11. Основные понятия

Принцип действия объемного гидропривода. Классификация объемных гидроприводов по характеру движения выходного звена и другим признакам. Основные элементы гидропривода.

Литература: [1, с. 379-385]; [2, с. 292-312]; [3, с. 277-297]; [9, с. 197-205]; [10, с. 109-113]; [11, с. 89-91].

12. Гидроаппаратура и другие элементы гидропривода

Распределительные устройства: назначение, принцип действия и основные типы (золотниковые, клапанные, крановые). Клапаны: принцип действия, устройство и характеристики.

Дроссельные устройства: назначение, принцип действия и характеристики. Фильтры. Гидроаккумуляторы.

Литература: [1, с. 356-379]; [2, с. 313-327]; [6, с. 329-512]; [8, с. 260-308]; [9, с. 218-304]; [10, с. 156-195]; [11, с. 131-148].

13. Схемы гидропривода и способы регулирования скорости

Дроссельное и объемное регулирование скорости. Гидропривод с дроссельным регулированием. Основные схемы. Характеристики. Преимущества и недостатки. Групповой гидропривод с дроссельным регулированием. Гидропривод с объемным регулированием. Основные схемы. Характеристики. Преимущества и недостатки.

Литература: [1, с. 382-402]; [2, с. 327-342]; [3, с. 297-316]; [8, с. 309-323]; [11, с. 149-152].

14. Следящий гидропривод

Назначение. Принцип действия, схемы и область применения следящего гидропривода.

Литература: [1, с. 402-409]; [2, с. 342-346]; [6, с. 455-512]; [8, с. 323-326]; [9, с. 306-359]; [10, с. 179-182]; [11, с. 152-154].

Таблица 1

Номера контрольных вопросов и задач

Последняя цифра шифра	Номера вопросов	Номера задач
0	9, 20, 29, 39	1, 7, 10, 22, 28, 31
1	8, 19, 28, 38	2, 8, 11, 23, 29, 32
2	7, 18, 27, 37	3, 9, 12, 24, 30, 33
3	6, 17, 26, 36	4, 14, 13, 25, 28, 34
4	5, 16, 25, 35	5, 18, 15, 26, 29, 35
5	4, 15, 34, 24	6, 7, 16, 27, 30, 36
6	3, 14, 23, 33	1, 8, 17, 22, 30, 40
7	2, 13, 22, 32	2, 9, 19, 23, 28, 41
8	1, 12, 21, 31	4, 14, 20, 24, 29, 40
9	10, 11, 20, 30	6, 18, 21, 25, 30, 41

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В чем состоит отличие жидкости от твердых тел?
2. Что показывает коэффициент объемного сжатия жидкости? Какова его связь с модулем упругости?
3. Что называется вязкостью жидкости? В чем сущность закона вязкого трения Ньютона?
4. Какова связь между динамическим и кинематическим коэффициентами вязкости? Каковы их размерности в единицах СИ и в единицах других систем измерения?
5. Что называется идеальной жидкостью? С какой целью введено понятие «идеальная жидкость»?
6. Каковы свойства гидростатического давления?
7. Записать дифференциальные уравнения гидростатики в векторной форме и в проекциях и объяснить физический смысл входящих в них величин.
8. Что называется поверхностью равного давления, каковы ее форма и уравнение в покоящейся жидкости, в случае ускоренного движения сосуда по горизонтальной плоскости и при вращении сосуда вокруг вертикальной оси?
9. Как формулируется закон Паскаля и какова его связь с основным уравнением гидростатики?
10. Привести примеры гидравлических машин, действие которых основано на законе Паскаля.
11. Сформулировать закон Архимеда и основные понятия теории плавания тел. Как решается вопрос об устойчивости плавающего тела?
12. Дать классификацию видов движения жидкости.
13. Дать определения основных понятий гидродинамики (линия тока, траектория движения, трубка тока, элементарная струйка, живое сечение, смоченный периметр, гидравлический радиус, средняя скорость).
14. Указать физический смысл величин, входящих в дифференциальные уравнения Эйлера гидродинамики.
15. Каков геометрический и физический смысл пьезометрического и гидравлического уклонов? Могут ли они быть отрицательными?
16. Когда линия полной энергии и пьезометрическая линии параллельны? Когда в направлении движения эти линии сближаются и когда удаляются друг от друга?

17. От каких характеристик потока зависит режим движения жидкости?
18. В чем состоит отличие турбулентного режима течения от ламинарного?
19. В чем состоит физический смысл критериев гидродинамического подобия?
20. В чем заключаются условия гидродинамического подобия потоков и гидравлических машин?
21. Как выражаются касательные напряжения при равномерном движении жидкости? Для каких форм сечения эти напряжения изменяются по живому сечению линейно?
22. Чем характерен начальный участок потока, как определяется его длина и потери напора в нем?
23. Особенности течения жидкости в плоских и цилиндрических зазорах.
24. От каких факторов зависят гидравлические сопротивления при ламинарном и турбулентном режимах движения? Как это связано со структурой потока?
25. Зоны гидравлических сопротивлений. Графики Никурадзе и Мурина-Шевелева, их особенности.
26. Расчетные формулы для коэффициента гидравлического трения.
27. Как определяются потери напора по длине в каналах некругового сечения?
28. Какие сопротивления называются местными? Как определяются местные потери напора. От чего зависит коэффициент местного сопротивления?
29. Виды сжатия струи, вытекающей из отверстия.
30. Определение расхода при истечении из отверстия и насадка. Значения коэффициентов расхода, скорости и сжатия.
31. В чем особенность большого отверстия?
32. Классификация трубопроводов.
33. Основные расчетные соотношения при последовательном и параллельном соединении труб.
34. Что представляет собой прямой и непрямой гидравлический удар? Определение ударного повышения давления.
35. Меры по уменьшению или предотвращению гидравлического удара.
36. Какие явления сопутствуют гидравлическому удару?
37. Дать классификацию гидравлических струй.
38. Сформулировать теорему об изменении количества движения и записать на ее основе расчетное уравнение.
39. Как определяется реактивная сила и давление струи на плоскую и ковшеобразную стенки?

Задачи

1. Определить величину и направление силы F , приложенной к штоку поршня для удержания его на месте. Справа от поршня находится воздух, слева от поршня и в резервуаре, куда опущен открытый конец трубы, — жидкость \mathcal{J} (рис. 1).

Показание пружинного манометра — p_m .

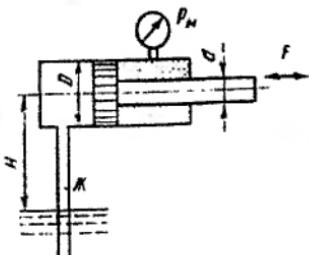


Рис. 1

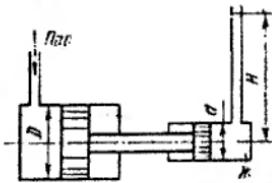


Рис. 2

2. Паровой прямодействующий насос подает жидкость \mathcal{J} на высоту H (рис. 2). Каково рабочее давление пара, если диаметр парового цилиндра D , а насосного цилиндра d ? Потериами на трение пренебречь.

3. Определить силу прессования F , развиваемую гидравлическим прессом, у которого диаметр большего плунжера D , диаметр меньшего плунжера d . Большой плунжер расположен выше меньшего на величину H , рабочая жидкость \mathcal{J} , усилие, приложенное к рукоятке, R (рис. 3).

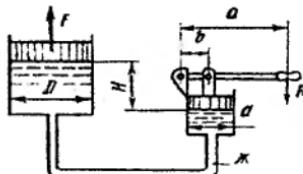


Рис. 3

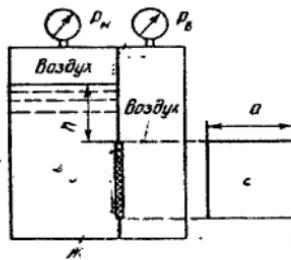


Рис. 4

4. Замкнутый резервуар разделен на две части плоской перегородкой, имеющей квадратное отверстие со стороной a , закрытое крышкой (рис. 4). Давление над жидкостью \mathcal{J} в левой части резервуара определяется показаниями манометра p_m , давление воздуха в правой части — мановакуумметра p_e . Определить величину и точку приложения результирующей силы давления на крышку.

Указание. Эксцентрикситет ℓ центра давления для результирующей силы может быть определен по выражению

$$\ell = \frac{I_0}{\left(h_{UT} + \frac{\Delta p}{\gamma} \right) \cdot S},$$

где $\Delta p = p_m - p_e$.

5. Шар диаметром D наполнен жидкостью Ж . Уровень жидкости в пьезометре, присоединенном к шару, установился на высоте H от оси шара. Определить силу давления на боковую половину внутренней поверхности шара (рис. 5). Показать на чертеже вертикальную и горизонтальную составляющие, а также полную силу давления.

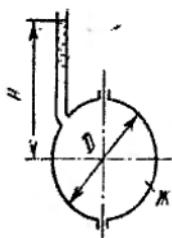


Рис. 5

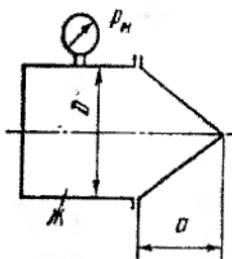


Рис. 6

6. Определить силу давления на коническую крышку горизонтального цилиндрического судна диаметром D , заполненного жидкостью Ж (рис. 6). Показание манометра в точке его присоединения — p_m . Показать на чертеже вертикальную и горизонтальную составляющие, а также полную силу давления.

7. При истечении жидкости из резервуара в атмосферу по горизонтальной трубе диаметром d и длиной 2ℓ уровень в пьезометре, установленном посередине длины трубы, равен h (рис. 7).

- 7). Определить расход Q и коэффициент гидравлического трения трубы λ , если статический напор в баке постоянен и равен H . Построить пьезометрическую и напорную линии. Сопротивлением входа в трубу пренебречь.

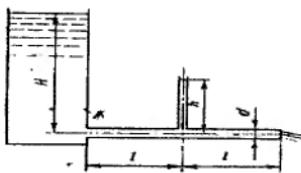


Рис. 7

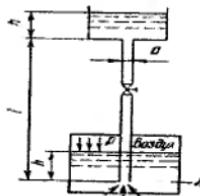


Рис. 8

8. Жидкость Ж подается в открытый верхний бак по вертикальной трубе длиной ℓ и диаметром d за счет давления воздуха в нижнем замкнутом резервуаре (рис. 8). Определить давление p воздуха, при котором расход будет равен Q . Принять коэффициенты сопротивления: вентиля $\zeta_v = 8,0$; входа в трубу $\zeta_{in} = 0,5$; выхода в бак $\zeta_{out} = 1,0$. Эквивалентная шероховатость стенок трубы $R_s = 0,2 \text{ мм}$.

9. Поршень диаметром D движется равномерно вниз в цилиндре, подавая жидкость Ж в открытый резервуар с постоянным уровнем (рис. 9). Диаметр трубопровода d , его длина ℓ . Когда поршень находится ниже уровня жидкости в резервуаре на $H = 5 \text{ м}$, потребная для его перемещения сила равна F . Определить скорость поршня и расход жидкости в трубопроводе. Построить напорную и пьезометрическую линии для трубопровода. Коэффициент гидравлического трения трубы принять $\lambda = 0,03$. Коэффициент сопротивления входа в трубу $\zeta_{\text{вх}} = 0,5$. Коэффициент сопротивления выхода в резервуар $\zeta_{\text{вых}} = 1,0$.

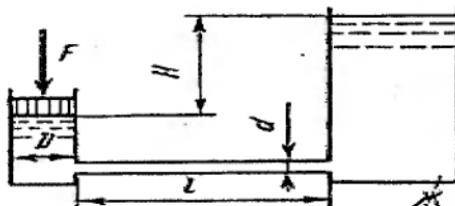


Рис. 9

10. Определить диаметр трубопровода, по которому подается жидкость Ж с расходом Q , из условия получения в нем максимально возможной скорости при сохранении ламинарного режима. Температура жидкости $t = 20^\circ \text{C}$.

11. При ламинарном режиме движения жидкости по горизонтальному трубопроводу диаметром $d = 30 \text{ см}$ расход равнялся Q , а падение пьезометрической высоты на участке длиной ℓ составило. Определить кинематический и динамический коэффициенты вязкости перекачиваемой жидкости.

12. По трубопроводу диаметром d и длиной ℓ движется жидкость Ж (рис. 10). Чему равен напор H , при котором происходит смена ламинарного режима турбулентным? Местные потери напора не учитывать. Температура жидкости $t = 20^\circ \text{C}$.

Указание. Воспользоваться формулой для потерь на трение при ламинарном режиме (формула Пузейля).

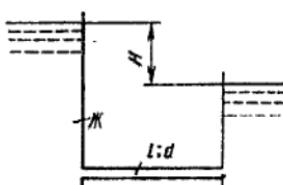


Рис. 10

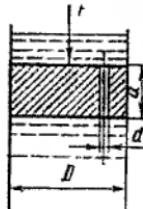


Рис. 11

13. На поршень диаметром D действует сила F (рис. 11). Определить скорость движения поршня, если в цилиндре находится вода, диаметр отверстия в поршне d , толщина поршня a . Силой трения поршня о цилиндр пренебречь, давление жидкости на верхнюю плоскость поршня не учитывать.

14. Определить длину трубы ℓ , при которой расход жидкости из бака будет в два раза меньше, чем через отверстие того же диаметра d . Напор над отверстием равен H . Коэффициент гидравлического трения в трубе принять $\lambda = 0,025$ (рис. 12).

15. Определить длину трубы ℓ , при которой опорожнение цилиндрического бака диаметром D на глубину H будет происходить в два раза медленнее, чем через отверстие того же диаметра d . Коэффициент гидравлического трения в трубе принят $\lambda = 0,025$ (рис. 12).
 Указание. В формуле для определения времени опорожнения бака коэффициент расхода μ выпускного устройства определяется его конструкцией. Для трубы

$$\mu = \frac{1}{\sqrt{1 + \zeta + \lambda \frac{\ell}{d}}},$$

где ζ — суммарный коэффициент местных сопротивлений.

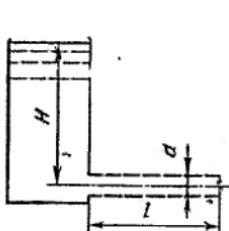


Рис. 12

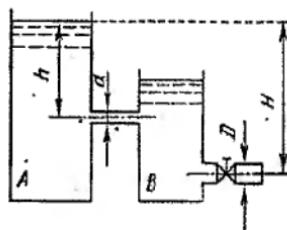


Рис. 13

16. Определить диаметр d горизонтального стального трубопровода длиной $\ell = 20$ м, необходимый для пропуска по нему воды в количестве Q , если располагаемый напор равен H . Эквивалентная шероховатость стенок трубы $f_{\text{Э}} = 0,15$ мм.

Указание. Для ряда значений d и заданного Q определяется ряд значений потребного напора H_p . Затем строится график $H_p = f(d)$ и по заданному H определяется d .

17. Из бака А, в котором поддерживается постоянный уровень, вода протекает по цилиндрическому насадку диаметром d в бак В, из которого сливается в атмосферу по короткой трубе диаметром D , снабженной краном (рис. 13). Определить наибольшее значение коэффициента сопротивления крана ζ_k , при котором истечение из насадка будет осуществляться в атмосферу. Потери на трение в трубе не учитывать.

18. При внезапном расширении трубопровода скорость жидкости в трубе большего диаметра равна v . Отношение диаметров труб $D:d = 2$ (рис. 14). Определить h — разность показаний пьезометров.

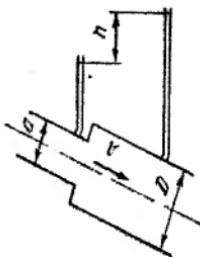


Рис. 14

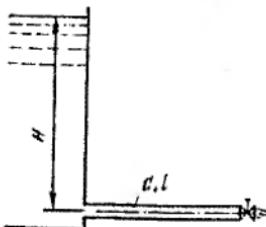


Рис. 15

19. Горизонтальная труба служит для отвода жидкости \dot{V} из большого открытого бака (рис. 15). Свободный конец трубы снабжен краном. Определить ударное повышение давления в трубе перед краном, если диаметр трубы d ; длина ℓ ; толщина стенки δ , материал стенки — сталь. Кран закрывается за время $t_{\text{зак}}$ по закону, обеспечивающему линейное уменьшение скорости — жидкости в трубе перед краном в функции времени.

20. Вода в количестве Q перекачивается по чугунной трубе диаметром d , длиной ℓ с толщиной стенки δ . Свободный конец трубы снабжен затвором. Определить время закрытия затвора при условии, чтобы повышение давления в трубе вследствие гидравлического удара не превышало $\Delta p = 10$ ат. Как повысится давление при мгновенном закрытии затвора?

21. Определить время закрытия задвижки, установленной на свободном конце стального водопровода диаметром d , длиной ℓ с толщиной стенки 2, при условии, чтобы максимальное повышение давления в водопроводе было в три, раза меньше, чем при мгновенном закрытии задвижки. Через сколько времени после мгновенного закрытия задвижки повышенно давления распространится до сечения, находящегося на расстоянии $0,7 \ell$ от задвижки?

22. Центробежный насос производительностью Q работает при частоте вращения n (рис. 16). Определить допустимую высоту всасывания, если диаметр всасывающей трубы d , а ее длина ℓ . Коэффициент кавитации в формуле Рудиева принять равным C . Температура воды $t = 20^\circ \text{C}$. Коэффициент сопротивления колена $\zeta_s = 0,2$. Коэффициент сопротивления входа в трубу $\zeta_{\text{вх}} = 1,8$. Эквивалентная шероховатость стенок трубы $R_e = 0,15 \text{ мм}$.

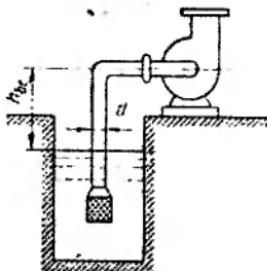


Рис. 16

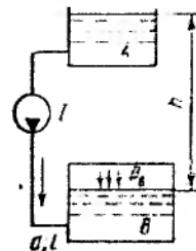


Рис. 17

23. Центробежный насос подает воду в количестве Q из колодца в открытый напорный бак по трубе диаметром d на геодезическую высоту H_r . Определить коэффициент быстроходности и коэффициент полезного действия насоса, если мощность на валу насоса N_e , частота вращения n , а суммарный коэффициент сопротивления системы (сети) $\zeta_c = 12$.

24. Вода перекачивается насосом I из открытого бака и расположенный ниже резервуар B, где поддерживается постоянное давление p_s по трубопроводу общей длиной ℓ и диаметром d . Разность уровней воды в баках h (рис. 17). Определить напор, создаваемый насосом для подачи в бак B расхода воды Q . Принять суммарный коэффициент местных сопротивлений $\zeta = 6,5$. Эквивалентная шероховатость стенок трубопровода $R_e = 0,15 \text{ мм}$.

25. Определить производительность и напор насоса (рабочую точку) при подаче воды в открытый резервуар из колодца на геодезическую высоту H_r по трубопроводу диаметром d , длиной ℓ с коэффициентом гидравлического трения $\lambda = 0,03$ и эквивалентной длиной местных сопротивлений $\ell_{\text{мест}} = 8 \text{ м}$.

Как изменяется подача и напор насоса, если частота вращения рабочего колеса уменьшится на 10%?

Данные, необходимые для построения характеристики $Q - H$ центробежного насоса:

Q	0	$0,2 Q_0$	$0,4 Q_0$	$0,6 Q_0$	$0,8 Q_0$	$1,0 Q_0$
H	$1,0 H_0$	$1,05 H_0$	$1,0 H_0$	$0,88 H_0$	$0,65 H_0$	$0,35 H_0$

26. Два одинаковых насоса работают параллельно и подают воду в открытый резервуар из колодца на геодезическую высоту H_g по трубопроводу диаметром d , длиной ℓ , с коэффициентом гидравлического трения $\lambda = 0,03$ и суммарным коэффициентом местных сопротивлений $\zeta_c = 30$. Определить рабочую точку (подачу и напор) при совместной работе насосов на сеть. Как изменятся суммарная подача и напор, если частота вращения рабочего колеса одного из насосов увеличится на 10%? (Данные, необходимые для построения характеристики $Q - H$, те же, что и в задаче 25.)
27. Два одинаковых насоса работают последовательно и подают воду в открытый резервуар из колодца на геодезическую высоту H_g . Определить рабочую точку (напор и подачу) при совместной работе насосов на сеть, если коэффициент сопротивления сети (системы) $\zeta_c = 1200$, а диаметр трубопровода d . Как изменяются суммарный напор и подача, если частота вращения рабочего колеса одного из насосов увеличится на 12%? (Данные, необходимые для построения характеристики $Q - H$, те же, что и в задаче 25.)
28. Определить объемный средний коэффициент полезного действия, максимальную теоретическую подачу и степень неравномерности подачи поршневого насоса двойного действия с диаметром цилиндра D , ходом поршня S и диаметром штока d при n двойных ходах в минуту, заполняющего мертвый бак емкостью W в течение t_c .
29. Поршневой насос двойного действия подает воду в количестве Q из колодца в открытый резервуар на геодезическую высоту, но трубопроводу длиной ℓ , диаметром d ; коэффициент гидравлического трения, $\lambda = 0,03$ и суммарный коэффициент местных сопротивлений $\zeta = 20$. Определить размеры цилиндра и мощность электродвигателя, если отношение длины хода поршня к его диаметру $S: D = 1,0$; число двойных ходов в минуту n , отношение диаметра штока к диаметру поршня $d: D = 0,15$; объемный коэффициент полезного действия $\eta_{ob} = 0,9$; полный коэффициент полезного действия $\eta = 0,7$.
30. Поршневой насос простого действия с диаметром цилиндра D , ходом поршня S , числом двойных ходов в минуту n и объемным к. п. д. $\eta_{ob} = 0,9$ подает рабочую жидкость в систему гидропривода. При какой частоте вращения должен работать включенный параллельно шестеренный насос с начальным диаметром шестерен d_n , шириной шестерен b , числом зубьев $z = 30$ и объемным к. п. д. $\eta_{ob} = 0,86$, чтобы количество подаваемой жидкости удвоилось?
31. Силовой гидравлический цилиндр (рис. 18) нагружен силон F и делает n двойных ходов в минуту. Длина хода поршня S , диаметр поршня D , диаметр штока d . Определить давление масла, пот рапную подачу и среднюю скорость поршня. Механический коэффициент полезного действия гидроцилиндра $\eta_{mech} = 0,95$, объемный коэффициент полезного действия $\eta_{ob} = 0,98$.

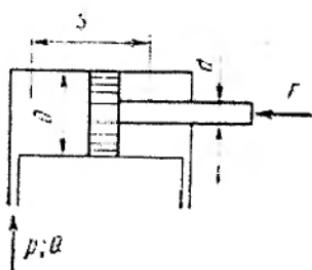


Рис. 18

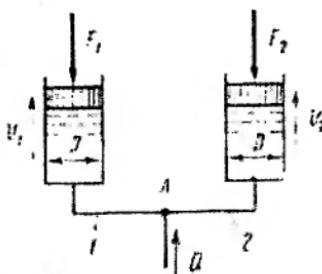


Рис. 19

32. Перемещение поршней гидроцилиндров с диаметром $D = 25$ см осуществляется подачей рабочей жидкости, ($\nu = 1,5 \text{ см}^2/\text{с}$, $\gamma = 14000 \text{ Н/м}^3$) по трубам 1 и 2 одинаковой эквивалентной длины $\ell = 20$ и диаметром $d = 5$ см (рис. 19). Определить силу F_2 при которой скорость перемещения второго поршня была бы в два раза больше скорости первого поршня. Расход в магистрали Q, первый поршень нагружен силой F_1 .

Указание. На перемещение поршней затрачивается одинаковый суммарный напор (считая от точки А).

33. Перемещение поршней гидроцилиндров с диаметром $D = 20$ см, нагруженных силами F_1 и F_2 осуществляется подачей минерального масла по трубам 1 и 2 одинаковыми диаметрами $d = 4$ см (рис. 19). Суммарный коэффициент сопротивления первого трубопровода $\zeta_1 = 18$. Каким должен быть суммарный коэффициент сопротивления второго трубопровода, чтобы при расходе Q в магистрали скорости поршней были одинаковыми?

Указание. На перемещение поршней затрачивается одинаковыми суммарный напор, считая от точки А.

34. Определить полезную мощность насоса объемного гидропривода, если внешняя нагрузка на поршень силового гидроцилиндра F , скорость рабочего хода v диаметр поршня D_1 , диаметр штока D_2 (рис. 20). Механический коэффициент полезного действия гидроцилиндра $\eta_{mech} = 0,96$, объемный коэффициент полезного действия гидроцилиндра $\eta_{vol} = 0,97$. Общая длина трубопровода системы ℓ ; диаметр трубопроводов d ; суммарный коэффициент местных сопротивлений $\zeta_c = 20$. Рабочая жидкость в системе — спиртоглицериновая смесь ($\gamma = 12\,100 \text{ Н/м}^3$; $\nu = 1,2 \text{ см}^2/\text{с}$).

Указание. Напор насоса затрачивается на перемещение поршня, нагруженного силой F , и на преодоление гидравлических потерь в трубопроводах системы.

35. Определить рабочий напор и подачу насоса объемного гидропривода, если усилие на штоке силового гидроцилиндра F , ход поршня S , число двойных ходов в минуту n , диаметр поршня D_1 , диаметр штока D_2 , механический коэффициент полезного действия гидроцилиндра $\eta_{mech} = 0,95$, объемный коэффициент полезного действия $\eta_{vol} = 0,98$. Общая длина трубопроводов системы (с учетом эквивалентной длины местных сопротивлений) ℓ , диаметр трубопроводов d (рис. 20). Рабочая жидкость в системе — трансформаторное масло ($\gamma = 8900 \text{ Н/м}^3$; $\nu = 9,0 \text{ см}^2/\text{с}$).

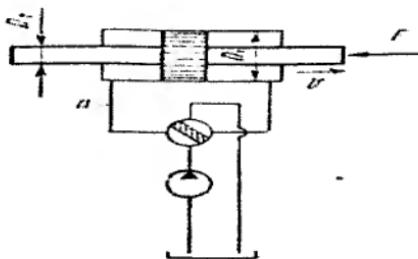


Рис. 20

Указание. Напор насоса затрачивается на перемещение поршня, нагруженного силой F , и на преодоление гидравлических потерь в трубопроводах системы.

36. Построить график изменения скорости перемещения поршня силового гидроцилиндра в зависимости от угла γ наклона шайбы регулируемого аксиально-поршневого насоса (рис. 21).

21). Пределы изменения угла $\gamma = 0 \div 30^\circ$. Параметры гидроцилиндра: диаметр поршня D_1 , диаметр штока $D_2 = 0,6D_1$. Параметры насоса: $z = 7$; $n = 800$ об/мин; диаметр цилиндров d , диаметр окружности центров цилиндров $D = 2,7d$. Объемные потери не учитывать.

37. В объемном гидроприводе насос соединен с гидромотором, двумя трубами с эквивалентной длиной ℓ и диаметром d (рис. 22). Определить мощность, теряемую в трубопроводе, и перепад давления на гидромоторе, если полезная мощность насоса N_n , а расход жидкости Q . Рабочая жидкость — трансформаторное масло.

38. Определить силу F , которую нужно приложить к хвостовику клапана распределительного устройства объемного гидропривода для отрыва его от седла, если усилие затяжки пружины F_{pr} , давление в полости подвода жидкости к клапану p_1 , в полости отвода жидкости p_2 (рис. 23). Силы трения покоя и вес клапана не учитывать.

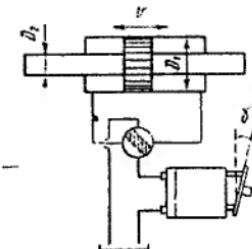


Рис. 21

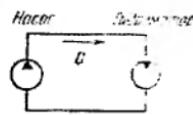


Рис. 22

39. Определить силу предварительного натяжения пружины F_{pr} дифференциального предохранительного (переливного) клапана объемного гидропривода, при которой клапан сработает и откроет доступ маслу из системы, как только давление в системе достигнет величины p_c (рис. 24). Диаметры поршней D_1 и D_2 ; диаметр их общего штока d .

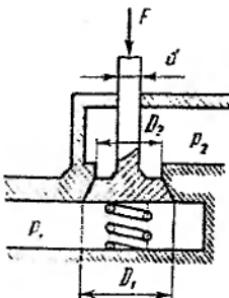


Рис.23

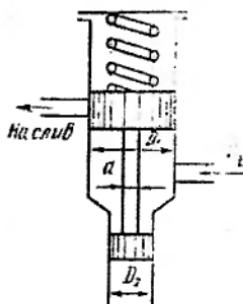


Рис. 24

40. Пользуясь характеристикой гидромуфты, определить расчетный и максимальный моменты, передаваемые ею, а также передаточное отношение, коэффициент полезного действия и скольжение при этих режимах, если активный диаметр гидромуфты D , частота вращения ведущего вала n_1 , рабочая жидкость — трансформаторное масло. Как изменяются передаваемые крутящий момент и мощность, если частоту вращения ведущего вала увеличить в полтора раза?

Характеристика гидромуфты

$i = n_2/n_1$	0	0,2	0,4	0,6	0,8	0,9	1,0
$\lambda, \text{мин}^2/\text{м}$	$60 \cdot 10^{-4}$	$56,5 \cdot 10^{-4}$	$51 \cdot 10^{-4}$	$43 \cdot 10^{-4}$	$32 \cdot 10^{-4}$	$24 \cdot 10^{-4}$	0

41. Пользуясь характеристикой, приведенной в задаче 40, определить активный диаметр и построить внешнюю (моментную) характеристику гидромуфты, предназначенный для работы с асинхронным электродвигателем, развивающим максимальный крутящий момент $M_{D, \max}$ при частоте вращения n_D . Рабочая жидкость — минеральное масло.

Указание. Активный диаметр может быть определен по уравнению моментов совмещением режимов гидромуфты при $i = 0$ и электродвигателя при $M_{D, \max}$.

42. Пневматический силовой цилиндр нагружен полезной силой F_p . Длина хода поршня S , избыточное давление в сети ρ масса подвижных частей m . Определить диаметр пневмоцилиндра, общее усилие на поршень, скорость перемещения поршня, время его перемещения за один двойной ход, число двойных ходов в минуту, объемный расход воздуха и мощность, развиваемую поршнем пневмоцилиндра.

Числовые значения величин

Таблица 2

№ задачи	Наимено-вание величины и единицы измерения	Предпоследняя цифра шифра									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	Ж	Вода	Керосин	Бензин	Масло трансформаторное	Нефть	Масло турбинное	Глицерин	Спирт	Керосин	Бензин
	$\rho_m \cdot 10^4$, ат ²	0,2 (вак.)	0,8 (изб.)	0,7 (абс.)	0,8 (абс.)	0,5 (вак.)	1,0 (абс.)	0,2 (вак.)	0,2 (изб.)	1,0 (абс.)	0,5 (изб.)
	H, м	5	6	7	8	6	5	5	8	7	6
	D, мм	100	200	300	120	140	160	180	200	180	160
	d, мм	50	100	140	60	70	80	90	100	90	80
2	Ж	Нефть	Бензин	Керосин	Вода	Масло трансформаторное	Глицерин	Вода	Керосин	Масло турбинное	Бензин
	H, м	10	20	30	40	30	20	10	50	45	30
	D, мм	300	200	100	300	140	160	180	200	180	160
	d, мм	150	100	50	150	70	90	80	90	100	90
3	Ж	Масло трансформаторное	Вода	Глицерин	Вода	Масло турбинное	Масло трансформаторное	Вода	Масло турбинное	Вода	Глицерин
	R, H	50	100	150	200	250	200	150	100	50	100
	H, м	2	1	1,5	2	3	1,5	2	3	1	1,5
	D, мм	500	600	700	600	500	400	350	400	300	200
	d, мм	120	150	180	150	120	100	90	100	75	50
	a, мм	700	700	1000	700	800	500	600	650	500	400
	b, мм	70	80	100	80	70	60	55	60	45	45

" Здесь и далее в табл. 2 показание пружинного манометра Рм, ат: (вак.) — вакуум; (изб.) — давление избыточное; (абс.) — давление абсолютное.

Продолжение табл. 2

№ задачи	Наименование величины и единицы измерения	Предпоследняя цифра шифра									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
4	Ж	Вода	Бензин	Керосин	Вода	Масло транс - форматорное	Глицерин	Нефть	Керосин	Масло турбин - ное	Бензин
	ρ_{μ} , ат	0,8 (изб.)	0,9 (абс.)	0,7 (абс.)	0,8 (изб.)	0,5 (изб.)	0,9 (абс.)	1,0 (абс.)	0,3 (изб.)	1,0 (абс.)	0,5 (изб.)
	ρ_{π} , ат	0,1 (вак.)	0,1 (изб.)	0,2 (абс.)	0,2 (изб.)	0,3 (вак.)	0,3 (изб.)	0,1 (вак.)	0,1 (изб.)	0,2 (вак.)	0,2 (изб.)
	a, мм	200	300	400	100	200	300	200	100	400	200
5	Ж	Бензин	Масло турбинное	Керосин	Вода	Глицерин	Масло транс - форматорное	Вода	Керосин	Бензин	Нефть
	H, м	3	4	5	6	5	4	6	5	7	8
	D, мм	500	600	700	600	500	400	500	600	700	400
6	Ж	Нефть	Керосин	Бензин	Масло транс - форматорное	Вода	Масло турбинное	Глицерин	Вода	Керосин	Бензин
	ρ_{μ} , ат	5 (изб.)	4 (абс.)	3 (абс.)	8 (изб.)	4 (изб.)	2 (абс.)	6 (изб.)	4 (изб.)	7 (абс.)	6 (абс.)
	D, мм	1000	1500	2000	2500	2000	1500	1000	1500	2000	2500
	a, мм	700	900	1200	1500	1200	900	700	1000	1300	1500
7	H, м	10	10	7	8	7	9	10	9	8	7
	h, м	4,5	4,5	3	3,5	3	4	4,5	4	3,5	3
	ℓ , м	46	4,5	3	6	4	4	5,2	6,7	4,65	2
	d, мм	300	30	30	50	40	30	35	50	40	20

№ задачи	Наимено- вание ве- личин и единицы измерения	Предпоследняя цифра шифра									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
8	Ж	Вода	Масло трансформаторное	Бензин	Керосин	Глицерин	Вода	Масло трансформаторное	Вода	Бензин	Глицерин
	$Q, \text{л}/\text{с}$	4	8	0,7	13	2,5	10	6	7,5	8	6
	$\ell, \text{м}$	6	8	10	6	8	10	12	8	6	15
	$d, \text{мм}$	50	70	20	30	40	80	60	70	70	60
9	Ж	Вода	Керосин	Бензин	Масло трансформаторное	Вода	Масло турбинное	Глицерин	Нефть	Бензин	Керосин
	$F, \text{Н}$	12400	27700	16700	12400	22000	5500	3100	1370	16700	8550
	$D, \text{мм}$	180	270	210	180	240	120	90	60	210	150
	$d, \text{мм}$	60	90	70	60	80	40	30	20	70	50
	$\ell, \text{м}$	18	27	21	18	24	12	9	0	21	15
10	Ж	Керосин	Бензин	Вода	Глицерин	Масло индустриальное	Вода	Масло трансформаторное	Бензин	Вода	Керосин
	$Q, \text{л}/\text{с}$	12	3,5	0,05	4,5	650	0,05	120	3,5	0,05	12
11	$Q, \text{м}^3/\text{с}$	0,259	0,285	0,306	0,330	0,352	0,376	0,400	0,424	0,447	0,470
	$\ell, \text{см}$	225	276	318	355	386	155	195	230	261	290
	$h_t, \text{см}$	30	40	50	60	70	30	40	50	60	70
12	Ж	Керосин	Масло веретенное	Вода	Масло веретенное	Керосин	Бензин	Вода	Керосин	Вода	Масло трансформаторное
	$d, \text{мм}$	50	100	10	100	45	40	8	50	12	60
	$\ell, \text{м}$	12	3	700	4	15	10	700	10	700	2

Продолжение табл. 2

№ задачи	Наименование величины и единицы измерения	Предпоследняя цифра шифра									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
13	F, Н	$4 \cdot 10^4$	$9 \cdot 10^4$	$7 \cdot 10^4$	$11 \cdot 10^4$	$3 \cdot 10^4$	$7 \cdot 10^4$	$20 \cdot 10^4$	$2 \cdot 10^4$	$1 \cdot 10^4$	$2 \cdot 10^4$
	D, мм	200	300	250	300	200	150	350	200	200	250
	d, мм;	10	15	12	14	16	10	15	12	14	16
	a, мм	45	60	55	50	70	15	20	20	25	30
14	H, м	6	5	4	5	6	5	4	8	7	6
	d, мм	30	50	70	90	70	50	40	60	80	70
15	H, м	6	7	8	4	5	6	5	4	5	6
	d, мм	70	30	50	70	90	70	50	40	60	80
16	$Q, л/с$	2,5	3,1	3,8	4,4	5,0	5,6	6,2	7,0	7,5	8,1
	H, м	3,4	5,2	7,5	10	13,5	17	21	25	30	35
17	d, мм	15	20	25	30	35	30	25	20	15	20
	D, мм	19	25	31	38	44	37	31	25	18,5	25
	h, см	35	40	45	50	55	52	42	38	36	40
	H, см	98	110	125	140	154	145	128	105	100	112
18	$v, м/с$	2	2,5	3,0	1,5	2,3	2,8	1,6	3,5	3,2	3,0
19	Ж	Бензин	Вода	Масло трансформаторное	Бензин	Глицерин	Керосин	Нефть	Масло трансформаторное	Масло трансформаторное	Вода
	$Q, л/с$	0,2	10	0,5	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,5	15
	d, мм	16	55	22	16	16	18	16	10	20	70
	$\ell, м$	20	1000	50	25	20	25	25	10	50	1500
	$\delta, мм$	2	3	2	2	2	3	2	2	2	3
	$t_{зак}, С$	0,5	2,0	0,7	0,8	0,6	0,7	0,6	0,2	0,6	2,0

Продолжение табл. 2

№ задачи	Наимено- вание ве- личины и единицы измерения	Предпоследняя цифра шифра									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
20	$Q, \text{ м}^3/\text{мин}$	0,352	1,41	3,18	5,56	8,85	12,7	8,85	5,66	3,18	1,41
	$d, \text{ мм}$	50	100	150	200	250	300	250	200	150	100
	$\ell, \text{ м}$	1200	1400	1600	2000	1500	1100	1300	1500	1700	1200
	$\delta, \text{ мм}$	7	8,5	9,5	10,5	11,5	12,5	11,5	10,5	9,5	8,5
21	$d, \text{ мм}$	100	150	200	250	300	250	200	150	100	50
	$\ell, \text{ м}$	1900	1700	1850	1750	1450	1900	1600	1800	1500	2000
	$\delta, \text{ мм}$	7	8	8	10	12	11	10	9	8	6
22	$Q, \text{ л}/\text{с}$	1,5	25	35	62	30	22	14	100	53	32
	$d, \text{ мм}$	100	125	150	200	150	125	100	250	200	150
	$\ell, \text{ м}$	2,5	2,8	3,5	5	3,6	3	2,5	5,8	4,8	3,2
	$n, \text{ об}/\text{мин}$	2860	2850	2740	1470	2500	2890	1475	1450	1500	2000
	c	1000	1100	1200	800	1000	900	1200	800	900	1000
23	$Q, \text{ л}/\text{с}$	15	25	36	63	36	25	15	25	36	15
	$H, \text{ м}$	10	8	9	20	15	12	10	5	8	16
	$d, \text{ мм}$	100	125	150	200	150	125	100	125	150	100
	$N_e, \text{ кВт}$	2,3	3,2	5,0	17,3	7,7	4,4	2,3	2,3	4,6	3,4
	$n, \text{ об}/\text{мин}$	3000	2500	2000	1500	3000	3000	2000	2800	3000	2700
24	$P_e, \text{ ат}$	1,7 (абс.)	0,75 (изб.)	1,8 (абс.)	1,8 (абс.)	0,8 (изб.)	0,2 (вак.)	0,2 (изб.)	0,25 (вак.)	0,3 (вак.)	0,9 (абс.)
	$\ell, \text{ мм}$	90	112	225	180	135	Из	90	225	180	135
	$d, \text{ мм}$	100	125	250	200	150	125	100	250	200	150
	$h, \text{ м}$	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	1,0	5,0	0,5	0	2,0
	$Q, \text{ л}/\text{с}$	15	25	98	63	36	24	14	100	62	35

№ задачи	Наименование величины и единицы измерения	Предпоследняя цифра шифра									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
25	H_r , м	30	45	6	30	30	60	60	6	15	15
	d , мм	200	100	250	100	50	80	100	200	70	300
	ℓ , м	6	25	40	15	60	7	36	8	12	280
	Q_0 , м ³ /с	0,7	0,1	0,3	од	0,01	0,1	0,1	0,3	0,03	0,3
	H_0 , м	100	150	20	100	100	200	200	20	50	50
26	H_r , м	24	30	45	40	60	30	25	40	50	60
	d , мм	310	185	180	180	200	170	130	170	190	250
	ℓ , м	320	190	185	190	210	175	125	175	200	260
	Q_0 , м ³ /с	0,05	0,06	0,07	0,065	0,10	0,05	0,025	0,06	0,08	0,15
	H_0 , м	80	100	150	130	200	100	80	140	160	200
27	H_r , м	60	24	30	45	40	60	30	25	40	50
	d , мм	260	320	195	190	190	210	180	135	180	200
	Q_0 , м ³ /с	0,15	0,05	0,06	0,07	0,065	0,10	0,05	0,025	0,06	0,08
	H_0 , м	200	80	100	150	130	200	100	80	140	160
	D , мм	200	300	250	100	200	300	150	250	300	280
28	S , мм	150	250	200	60	250	300	100	250	350	250
	d , мм	50	75	62,5	25	50	75	40	62,5	75	70
	n , об/мин	50	60	70	60	80	60	50	75	60	90
	W , м ³	0,52	1,45	1,13	0,077	0,86	3,5	0,2	1,16	3,7	3,0
	t , с	80	50	60	100	50	100	80	70	90	80

№ п/п	Наименование величины и единицы измерения	Предпоследняя цифра шифра									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
29	Q, л/с	30	50	65	150	200	150	100	60	120	200
	H, м	10	15	20	15	10	25	20	30	35	25
	ℓ, м	20	25	30	35	40	35	30	25	20	40
	d, мм	100	150	200	250	300	250	200	150	250	300
	n, об/мин	100	90	80	70	60	90	80	70	60	100
30	D, мм	80	90	100	110	120	70	90	100	110	80
	S, мм	200	260	160	220	180	240	280	300	320	340
	n, ход/мин	60	75	50	65	55	70	80	85	90	95
	d _H , мм	64	72	80	88	96	56	72	80	88	64
	b, мм	50	65	40	55	45	60	70	75	80	85
31	F, Н	90000	80000	70000	60000	50000	60000	70000	80000	90000	100000
	S, см	100	115	120	100	ПО	105	120	130	105	112
	n, об/мин	12	10	20	11	10	20	25	20	10	15
	D, мм	145	150	130	120	110	120	130	140	145	155
	d, мм	50	50	45	40	40	45	45	50	50	52
32	F ₁ , Н	5500	8250	11000	13750	16500	4130	6900	9600	12400	15100
	Q, л/с	6	9	12	15	18	4,5	7,5	10,5	13,5	16,5
33	F ₁ , Н	7000	9500	12000	10500	12400	20700	20500	20700	28700	30700
	F ₂ , Н	3230	1350	5250	2140	2000	8000	5400	3000	8000	7000
	Q, л/с	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30

№ зале- ни	Наимено- вание ве- личины и единицы измерения	Предпоследняя цифра шифра									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
34	F, Н	50000	60000	70000	80000	90000	1000000	90000	80000	70000	60000
	D, см/м	4	9,5	12,5	8,6	3,5	5,6	3,4	11	8	5,3
	D ₁ , мм	110	120	130	138	145	155	145	138	130	120
	D ₂ , мм	36	40	44	46	48	52	48	46	43	40
	ℓ, м	10	15	12	10	8	14	12	10	8	12
35	d, мм	15	20	25	22	11	20	15	25	20	15
	F, Н	60000	70000	80000	90000	100000	90000	80000	70000	60000	50000
	S, мм	150	120	220	100	112	105	130	150	145	120
	n, об/мин	10,6	20	10	10	15	10	20	25	20	10
	D ₁ , мм	120	130	138	145	155	145	138	130	120	11
36	D ₂ , мм	40	43	46	48	52	48	46	44	40	36
	ℓ, м	25	20	22	25	18	16	20	24	30	20
	d, мм	15	20	25	15	20	14	22	25	20	15
	D ₁ , мм	95	135	175	225	275	112	210	255	325	235
	d, мм	20	25	30	35	40	22	34	38	45	36
37	N ₁ , кВт	5	6	7,5	10	12	14	5	10	8	10
	Q, л/с	0,5	0,62	0,75	0,98	1,24	1,4	0,5	1,0	0,76	1,06
	ℓ, м	36	40	44	50	56	60	36	50	44	52
	d, мм	18	20	22	25	28	30	18	25	22	26

№ задачи	Наимено- вание ве- личины и единицы измерения	Предпоследняя цифра шифра									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
38	F_{np} , Н	300	350	400	250	420	320	300	350	400	450
	ρ_1 , Н/см	60	70	80	50	85	65	60	70	80	85
	ρ_2 , Н/см	40	50	60	30	55	35	30	40	60	65
	D_1 , мм	50	55	45	40	50	56	48	50	55	45
	D_2 , мм	40	45	35	30	40	45	38	42	45	35
	d , мм	10	12	11	10	12	11	12	10	12	11
39	ρ_c , Н/см	25,5	31,5	40	52	71	52	40	31,5	25,5	100
	D_1 , мм	100	90	80	70	60	70	80	90	100	50
	D_2 , мм	50	45	40	35	30	35	40	45	50	25
	d , мм	25	20	20	18	10	16	15	20	25	12
40	D , см	440	420	500	450	440	430	420	460	480	500
	n_1 , об/мин	1500	2000	1500	1200	2200	1800	1400	1000	1300	1600
41	M_d макс Н, м	300	350	250	400	300	350	250	400	270	280
	n_d об/мин	2200	1100	1100	2200	1100	2200	2200	2200	1100	2200
42	P_n , Н	14500	15000	14000	14800	16000	17000	17500	15200	18000	15800
	S , мм	200	220	240	250	300	180	300	280	240	200
	$\rho_{шб}$, Н/см ²	40	45	50	45	55	40	60	58	45	50
	m , кг	$80 \cdot 10^4$	$85 \cdot 10^4$	$75 \cdot 10^4$	$78 \cdot 10^4$	$90 \cdot 10^4$	$70 \cdot 10^4$	$74 \cdot 10^4$	$85 \cdot 10^4$	$70 \cdot 10^4$	$82 \cdot 10^4$

ПРИЛОЖЕНИЕ

1. Удельный вес γ и плотность ρ жидкостей при $t=20^{\circ}\text{C}$

Наименование	$\gamma, \text{Н} / \text{м}^3$	$\rho, \text{кг} / \text{м}^3$
Бензин авиационный	7250-7350	739-751
Вода пресная	9.790	998,2
Глицерин безводный	12260	1250
Керосин	7770-8450	792-840
Масло касторовое	9 250	970
Масло минеральное	8600-8750	877-892
Нефть	8340-9320	850-950
Ртуть	132900	13547
Спирт этиловый безводный	7740	789,3
Масло трансформаторное	8870-8960	904-915
Масло турбинное	9200-9300	940-952

2. Кинематический коэффициент вязкостей ν при $t = 20^{\circ}$

Жидкость	$\nu \text{ см}^2/\text{с}$	Жидкость	$\nu \text{ см}^2/\text{с}$
Бензин авиационный	0,0073	Глицерин	8,7
Керосин Т - 1	0,025	Воздух	0,149
Вода	0,010	Масло трансформатор	0,3
Ртуть	0,0016	Масло индустриальное (веретенное)	0,5

3. Давление насыщение паров, ат (абс.)

Вещество	Температура, $^{\circ}\text{C}$				
	20	40	60	80	100
Бензин Б - 70	0,163	0,332	0,558	1,038	-
Керосин Т - 1	0,035	0,058	0,075	0,012	0,20
Вода	0,033	0,08	0,20	0,48	1,0
Спирт	0,08	0,20	0,49	-	-
Ртуть	0,000025	-	-	-	-

4. Модуль упругости жидкостей при $t=50^{\circ}\text{C}$, $\text{Н}/\text{см}^2$

Жидкость	Модуль упругости	Жидкость	Модуль упругости
Вода	210 000	Турбулентное масло	175 000
Нефть	130 000	Спирт	100 000
Керосин	140 000	Глицерин	415 000
Ртуть	2 510 000		

Библиографический список

Основная литература

1. Башта Т.М., Руднев С.С. , Некрасов Б.Б. и др. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы. - М.: Машиностроение, 1982. - 424 с.
2. Осипов П.Е. Гидравлика, гидравлические машины и гидропривод. - М.: Лесная промышленность, 1981. - 424 с.
3. Юфин А.П. Гидравлика, гидравлические машины и гидропривод. - М.: Высшая школа, 1965. - 427 с.
4. Сборник задач по машиностроительной гидравлике/ Под ред. И.И. Куколевского и Л.Г. Подвидза. - 4-е изд.-М.: Машиностроение, 1981. - 464 с.
5. Задачник по гидравлике, гидромашинаам и гидроприводу/ Под ред. Б.Б. Некрасова. - М.: Высшая школа, 1989. -192 с.

Дополнительная литература

6. Башта Т.М. Машиностроительная гидравлика: Справочное пособие. - М.: Машиностроение, 1971. - 671 с.
7. Вощинин А.И., Савин И.О. Гидравлические и пневматические устройства на строительных и дорожных машинах. - М.: Машиностроение, 1965. - 452 с.
8. Справочное пособие по гидравлике, гидромашинаам и гидроприводам/ Под ред. Б.Б. Некрасова. - 2-е изд.; Минск: Высшая школа, 1985. - 384 с.
9. Башта Т.М. Гидравлические приводы летательных аппаратов. - М.: Машиностроение, 1967. - 495 с.
10. Савин И.Ф., Сафонов П.В. Основы гидравлики и гидропривод.- М.: Высшая школа, 1978.-224 с.
11. Долгачев Ф.М., Лейко В.С. Основы гидравлики и гидропривод. - М.: Стройиздат, 1981. - 184 с.

Оглавление

1. Введение.....	3
2. Часть I. Техническая гидромеханика	4
3. Часть II. Гидропривод.....	6
Раздел А. Лопастные насосы.....	6
Раздел Б. Гидродинамические передачи.....	7
Раздел В. Объемные гидромашины.....	7
Раздел Д. Объемный гидропривод.....	8
4. Контрольные вопросы.....	9
5. Задачи.....	11
6. Приложения.....	29
7. Библиографический список.....	30

ТЕХНИЧЕСКАЯ ГИДРОМЕХАНИКА И ГИДРОПРИВОД

КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ СТУДЕНТОВ-ЗАОЧНИКОВ УСКОРЕННОГО ОБУЧЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

Пуляевский Анатолий Михайлович

*Главный редактор Л. А. Суевалова
Редактор О. А. Матюшина*

Подписано в печать 18. 07. 03. Формат 60x84 1/16.
Бумага писчая. Гарнитура «Таймс». Печать офсетная.
Усл. печ. л. 1,86. Тираж 200 экз. Заказ 194.

Издательство Хабаровского государственного технического университета.
680035, Хабаровск, ул. Тихоокеанская, 136.

Отдел оперативной полиграфии издательства
Хабаровского государственного технического университета.
680035, Хабаровск, ул. Тихоокеанская, 136.