



РГРР
задание

30 лет
АКАДЕМИЯ
ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ
МЧС РОССИИ

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 Ж (рис. 1).

Показание пружинного манометра — p_m .

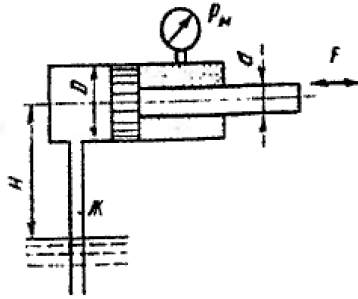


Рис. 1

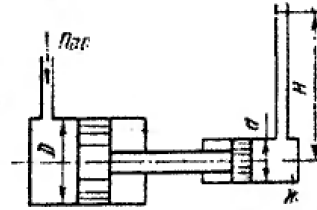


Рис. 2

2. Паровой прямодействующий насос подает жидкость Ж на высоту H (рис. 2). Каково рабочее давление пара, если диаметр парового цилиндра D , а насосного цилиндра d ? Потерями 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 Ж, усилие, приложенное к рукоятке, R (рис. 3).

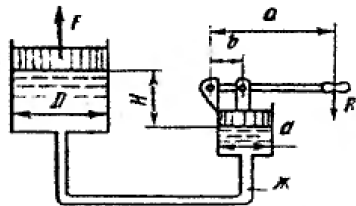


Рис. 3

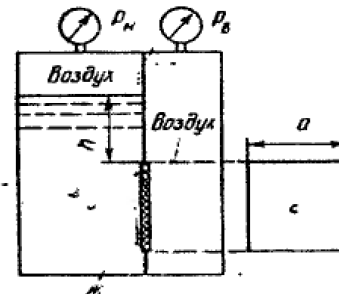


Рис. 4

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

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

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

где $\Delta p = p_m - p_v$.

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.

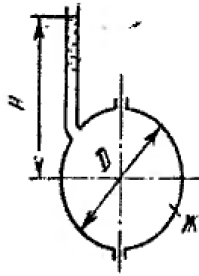


Рис. 5

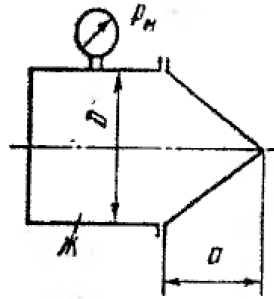


Рис. 6

6. Определить силу давления на коническую крышку горизонтального цилиндрического сосуда 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). 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.

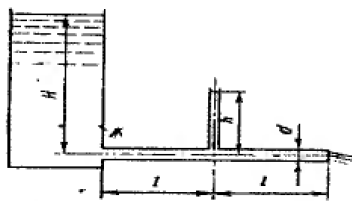


Рис. 7

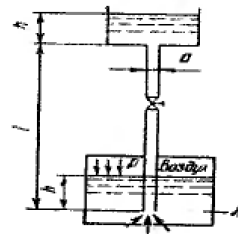


Рис. 8

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

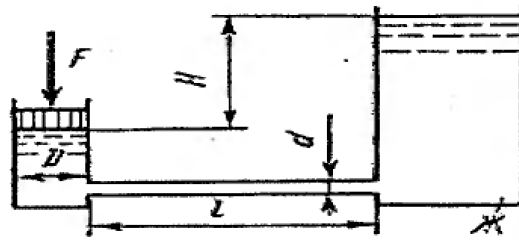


Рис. 9

10. Определить диаметр трубопровода, по которому подастся 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 $d = 30$ 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 Пуазейля).

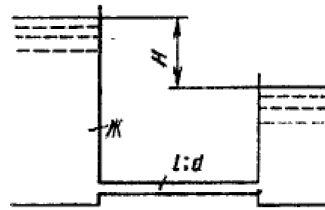


Рис. 10

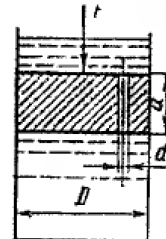


Рис. 11

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.

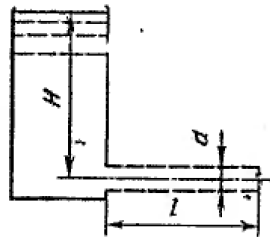


Рис. 12

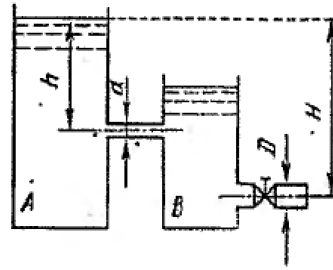


Рис. 13

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 $\xi_s = 0,15$ мм.

Указание. Для ряда значений d и заданного Q определяется ряд значений требуемого 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 насадки 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.

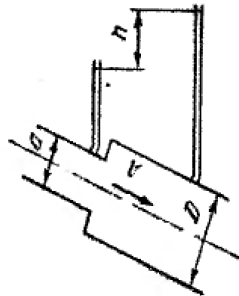


Рис. 14

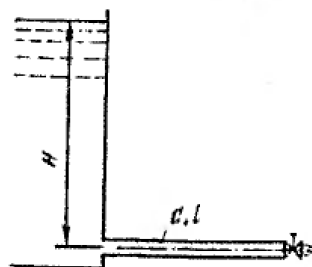


Рис. 15



19. Горизонтальная труба служит для отвода жидкости Ж в количестве Q 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 повышенное давление 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 $\zeta_k = 0,2$. Коэффициент сопротивления входа в трубу $\zeta_{\text{вх}} = 1,8$. Эквивалентная шероховатость стенок трубы $R_s = 0,15$ мм.

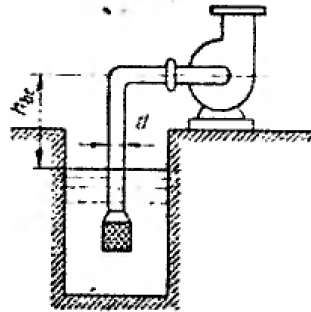


Рис. 16

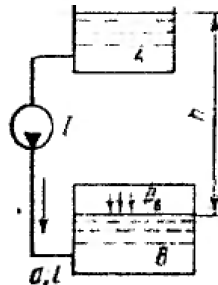


Рис. 17

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_v 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 $R_s = 0,15$ 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 $\ell_{\text{св}} = 8$ 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 кольца 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 характеристик $Q - H$, 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 мерный 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, по 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 $\eta_{об} = 0,9$; 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. $\eta_{об} = 0,9$ 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. $\eta_{об} = 0,86$, чтобы количество подаваемой жидкости удвоилось?

31. Силовой гидравлический цилиндр (рис. 18) нагружен силой F и делает n двойных ходов в минуту. Длина хода поршня S , диаметр поршня D , диаметр штока d . Определить давление масла, пот репную подачу и среднюю скорость поршня. Механический коэффициент полезного действия гидроцилиндра $\eta_{мех} = 0,95$, объемный коэффициент полезного действия $\eta_{об} = 0,98$.

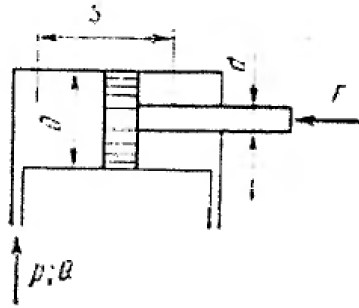


Рис. 18

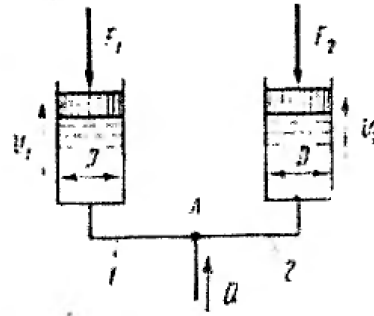


Рис. 19

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 с 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 $\eta_{\text{мех}} = 0,96$, объемный коэффициент полезного действия гидроцилиндра $\eta_{\text{об}} = 0,97$. 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 $\eta_{\text{мех}} = 0,95$, объемный коэффициент полезного действия $\eta_{\text{об}} = 0,98$. Общая длина трубопроводов системы (с учетом эквивалентной длины местных сопротивлений) ℓ , диаметр трубопроводов d (рис.20). Рабочая жидкость в системе — трансформаторное масло ($\gamma = 8900 \text{ Н/м}^3$; $\nu = 9,0 \text{ см}^2/\text{с}$).

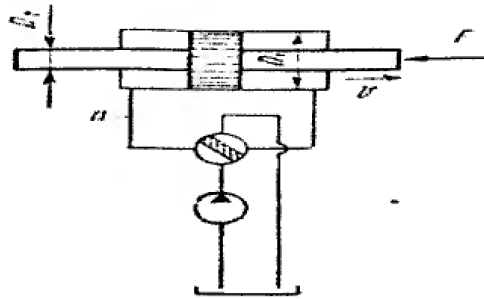


Рис. 20

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). 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 $N_{\text{п}}$, 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 $F_{\text{пр}}$, 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.

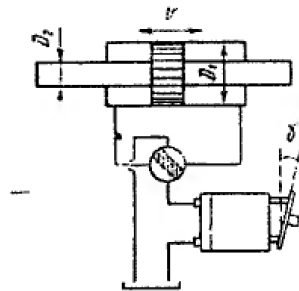


Рис. 21

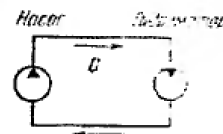


Рис. 22

39. Определить силу предварительного натяжения пружины $F_{\text{пр}}$ 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 .

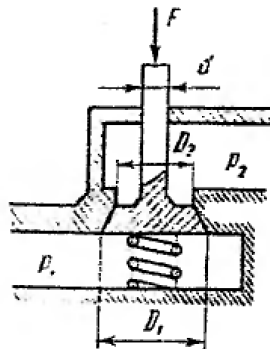


Рис. 23

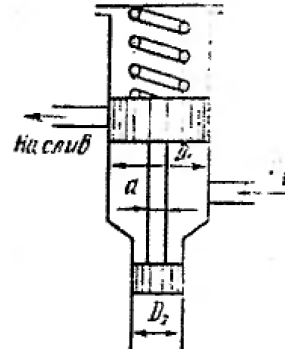


Рис. 24

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

Характеристика гидромuffты

$i = n_2/n_1$	0	0,2	0,4	0,6	0,8	0,9	1,0
$\lambda_1, \text{мин}^2/\text{м}$	$60 \cdot 10^{-4}$	$56,5 \cdot 10^{-4}$	$51 \cdot 10^{-4}$	$43 \cdot 10^{-4}$	$32 \cdot 10^{-4}$	$24 \cdot 10^{-4}$	0

41. Пользуясь характеристикой, приведенной в задаче 40, определить активный диаметр и построить внешнюю (моментную) характеристику гидромuffты, предназначенной для работы с асинхронным электродвигателем, развивающим максимальный крутящий момент $M_{Д, \text{макс}}$ при частоте вращения n_D . Рабочая жидкость – минеральное масло.

Указание. Активный диаметр может быть определен по уравнению моментов совмещением режимов гидромuffты при $i = 0$ и электродвигателя при $M_{Д, \text{макс}}$.

42. Пневматический силовой цилиндр нагружен полезной силой F_n . Длина хода поршня S , избыточное давление в сети p 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	Наименование величины и единицы измерения	Последняя цифра номера по списку (прилагается список)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	Ж	Вода	Керосин	Бензин	Масло трансформаторное	Нефть	Масло турбинное	Глицерин	Спирт	Керосин	Бензин
	$\rho_m, \text{ат}^*$	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, Н	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 $R_m, \text{ат}$: (вак.) — вакуум; (изб.) — давление избыточное; (абс.) — давление абсолютное.



Продолжение табл. 2

№ задачи	Наименование величины и единицы измерения	Предпоследняя цифра шифра Последняя цифра номера по списку (прилагается список)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
4	Ж	Вода	Бизин	Керосин	Вода	Масло трансформаторное	Глицерин	Нефть	Керосин	Масло турбинное	Бензин
	ρ_m , 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_v , 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
	h, мм	500	3000	1300	600	500	400	500	300	600	300
5	Ж	Бензин	Масло турбинное	Керосин	Вода	Глицерин	Масло трансформаторное	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 трансформаторное	Вода	Масло турбинное	Глицерин	Вода	Керосин	Бензин
	ρ_m , 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



Продолжение табл. 2

№ задачи	Наименование величины и единицы измерения	Предпоследняя цифра шифра Последняя цифра номера по списку (прилагается список)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
8	Ж	Вода	Масло трансформаторное	Бензин	Керосин	Глицерин	Вода	Масло трансформаторное	Вода	Бензин	Глицерин
	$Q, л/с$	4	8	0,7	13	2,5	10	6	7,5	8	6
	$l, м$	6	8	10	6	8	10	12	8	6	15
	$d, мм$	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, Н	12400	27700	16700	12400	22000	5500	3100	1370	16700	8550
	D, мм	180	270	210	180	240	120	90	60	210	150
	$d, мм$	60	90	70	60	80	40	30	20	70	50
	$l, м$	18	27	21	18	24	12	9	0	21	15
10	Ж	Керосин	Бензин	Вода	Глицерин	Масло индустриальное	Вода	Масло трансформаторное	Бензин	Вода	Керосин
	$Q, л/с$	12	3,5	0,05	4,5	650	0,05	120	3,5	0,05	12
11	$Q, м^3/с$	0,259	0,285	0,306	0,330	0,352	0,376	0,400	0,424	0,447	0,470
	$l, см$	225	276	318	355	386	155	195	230	261	290
	$h_t, см$	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
	$d, мм$	50	100	10	100	45	40	8	50	12	60
	$l, м$	12	3	700	4	15	10	700	10	700	2



Продолжение табл. 2

№ задачи	Наименование величины и единицы измерения	Предпоследняя цифра шифра Последняя цифра номера по списку (прилагается список)									
		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
	$t_{зак}, ^\circ C$	0,5	2,0	0,7	0,8	0,6	0,7	0,6	0,2	0,6	2,0



Продолжение табл. 2

№ задачи	Наименование величины и единицы измерения	Предпоследняя цифра шифра Последняя цифра номера по списку (прилагается список)									
		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	$Q, \text{ л/с}$	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
	$n, \text{ об/мин}$	2860	2850	2740	1470	2500	2890	1475	1450	1500	2000
	c	1000	1100	1200	800	1000	900	1200	800	900	1000
23	$Q, \text{ л/с}$	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
	$n, \text{ об/мин}$	3000	2500	2000	1500	3000	3000	2000	2800	3000	2700
24	$\rho_e, \text{ ат}$	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
	$Q, \text{ л/с}$	15	25	98	63	36	24	14	100	62	35



Продолжение табл. 2

№ задачи	Наименование величины и единицы измерения	Предпоследняя цифра шифра Последняя цифра номера по списку (прилагается список)									
		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
28	D , мм	200	300	250	100	200	300	150	250	300	280
	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



Продолжение табл. 2

№ задачи	Наименование величины и единицы измерения	Предпоследняя цифра шифра Последняя цифра номера по списку (прилагается список)									
		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 _r , 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	100 ²	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	40	45	45	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



Продолжение табл. 2

№ задачи	Наименование величины и единицы измерения	Предпоследняя цифра шифра									
		Последняя цифра номера по списку (прилагается список)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
34	F, Н	50000	60000	70000	80000	90000	100000	90000	80000	70000	60000
	ν , 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
	d , мм	15	20	25	22	11	20	15	25	20	15
	35	F, Н	60000	70000	80000	90000	100000	90000	80000	70000	60000
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
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
36	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



Окончание табл. 2

№ задачи	Наименование величины и единицы измерения	Предпоследняя цифра шифра Последняя цифра номера по списку (прилагается список)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
38	$F_{пр}, Н$	300	350	400	250	420	320	300	350	400	450
	$\rho_1, Н/см$	60	70	80	50	85	65	60	70	80	85
	$\rho_2, Н/см$	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	$\rho_c, Н/см$	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	$M_{д макс}$	300	350	250	400	300	350	250	400	270	280
	$N, м$ $n_{д}, об/мин$	2200	1100	1100	2200	1100	2200	2200	2200	1100	2200
42	$P_{пр}, Н$	14500	15000	14000	14800	16000	17000	17500	15200	18000	15800
	$S, мм$	200	220	240	250	300	180	300	280	240	200
	$\rho_{изб}, Н/см^2$	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	$\gamma, \text{H}/\text{м}^3$	$\rho, \text{кг}/\text{м}^3$
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 насыщения 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 $t=50^\circ\text{C}$, $\text{H}/\text{см}^2$

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		