

**кафедра «Теплотехника, гидравлика и энергообеспечение
предприятий»**

***Задания на расчетную работу по
дисциплине
«ГиПСТуТТМуО»***

***направление подготовки: «Эксплуатация транспортно-
технологических машин и комплексов»***

Москва 2021

Задача 1.1.

Центробежный консольный насос 1К8/18, характеристика которого приведена на рис. 1.1 работает на сеть трубопроводов. Высота подачи воды h . Характеристика сети выражается уравнением $H = h + k \cdot Q^2$ (где Q в м³/ч).

Определить: на сколько увеличиться подача воды в сеть при параллельном включении еще одного такого же насоса?

Параметр	Ед.изм.	Вариант				
		1	2	3	4	5
D_K	мм	115	115	128	128	128
h	м	12	13	14	15	16
k	—	0,02	0,018	0,002	0,02	0,01

Задача 1.2.

Центробежный консольный насос 1К50-32-125, характеристика которого приведена на рис. 1.2 работает на сеть трубопроводов. Высота подачи воды h . Характеристика сети выражается уравнением $H = h + k \cdot Q^2$ (где Q в м³/ч).

Определить: на сколько увеличиться напор в сети при последовательном включении еще одного такого же насоса?

Параметр	Ед.изм.	Вариант				
		1	2	3	4	5
D_K	мм	115	128	134	134	138
h	м	13	16	15	16	20
k	—	0,02	0,021	0,042	0,035	0,021

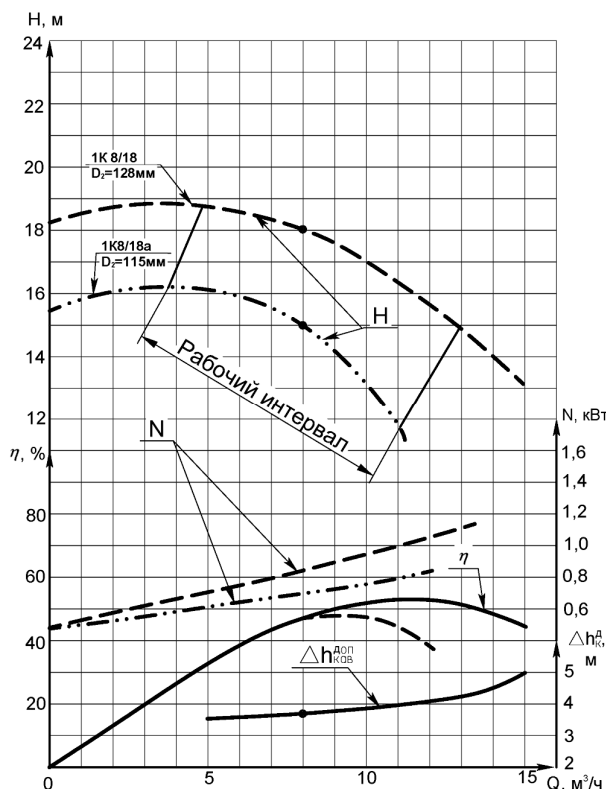


Рис. 1.1. Характеристика насоса 1К8/18 при частоте вращения 2900 об/мин

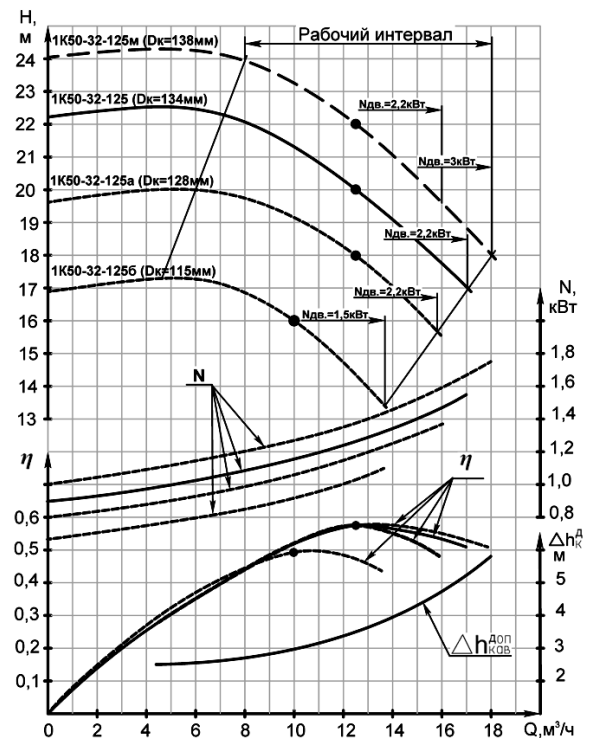


Рис. 1.2. Характеристика насоса 1К50-32-125 при частоте вращения 2900 об/мин

Задача 1.3.

Центробежный консольный насос 1К20/30, характеристика которого приведена на рис. 1.3 работает на сеть трубопроводов. Высота подачи воды h . Характеристика сети выражается уравнением $H = h + k \cdot Q^2$ (где Q в $\text{м}^3/\text{ч}$).

Определить: на сколько увеличиться подача воды в сеть при параллельном включении еще одного такого же насоса.

Параметр	Ед.изм.	Вариант				
		1	2	3	4	5
D_K	мм	135	135	150	162	188
h	м	16	17	22	24	28
k	—	0,016	0,017	0,015	0,019	0,015

Задача 1.4.

Центробежный консольный насос 1К65-50-160, характеристика которого приведена на рис. 1.4 работает на сеть трубопроводов. Высота подачи воды h . Характеристика сети выражается уравнением $H = h + k \cdot Q^2$ (где Q в $\text{м}^3/\text{ч}$).

Определить: на сколько увеличиться напор в сети при последовательном включении еще одного такого же насоса.

Параметр	Ед.изм.	Вариант				
		1	2	3	4	5
D_K	мм	150	150	162	172	172
h	м	20	22	24	26	28
k	—	0,015	0,012	0,015	0,019	0,015

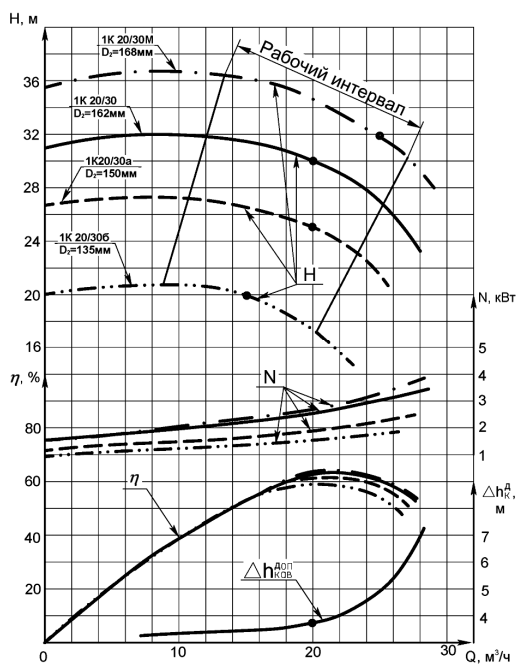


Рис. 1.3. Характеристика насоса 1К20/30 при частоте вращения 2900 об/мин

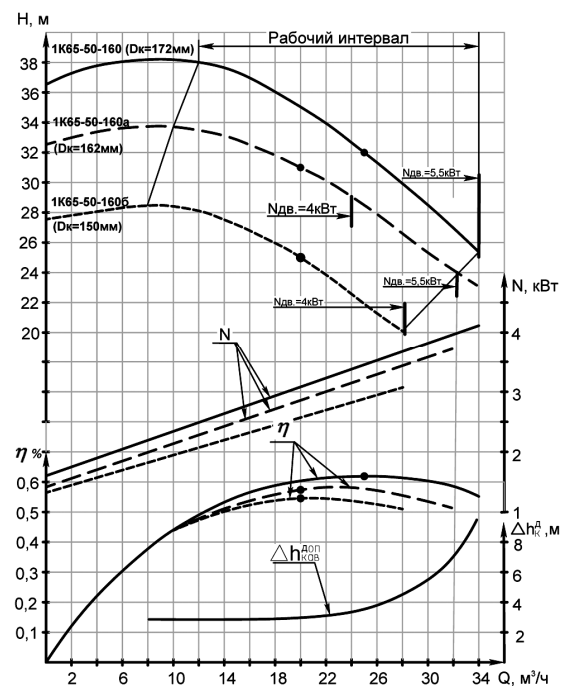


Рис. 1.4. Характеристика насоса 1К65-50-160 при частоте вращения 2900 об/мин

Задача 1.5.

Центробежный консольный насос К45/30, характеристика которого приведена на рис. 1.5 работает на сеть трубопроводов. Высота подачи воды h . Характеристика сети выражается уравнением $H = h + k \cdot Q^2$ (где Q в м³/ч).

Определить: на сколько увеличиться подача воды в сеть при параллельном включении еще одного такого же насоса.

Параметр	Ед.изм.	Вариант				
		1	2	3	4	5
D_K	мм	145	145	145	168	168
h	м	18	20	22	26	28
k	—	0,007	0,0025	0,0025	0,0044	0,0012

Задача 1.6.

Центробежный консольный насос 1К80-50-200, характеристика которого приведена на рис. 1.6 работает на сеть трубопроводов. Высота подачи воды h . Характеристика сети выражается уравнением $H = h + k \cdot Q^2$ (где Q в м³/ч).

Определить: на сколько увеличиться напор в сети при последовательном включении еще одного такого же насоса.

Параметр	Ед.изм.	Вариант				
		1	2	3	4	5
D_K	мм	180	196	210	210	219
h	м	25	35	40	45	40
k	—	0,002	0,004	0,003	0,0016	0,004

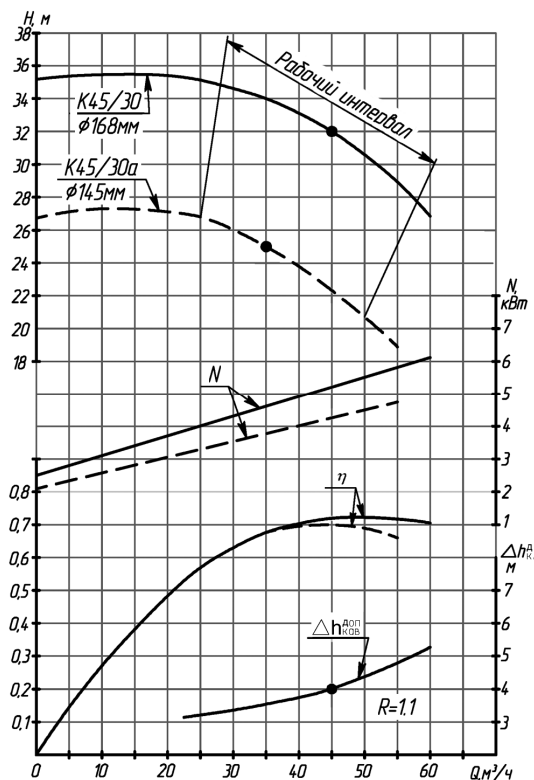


Рис. 1.5. Характеристика насоса К45/30 при частоте вращения 2900 об/мин

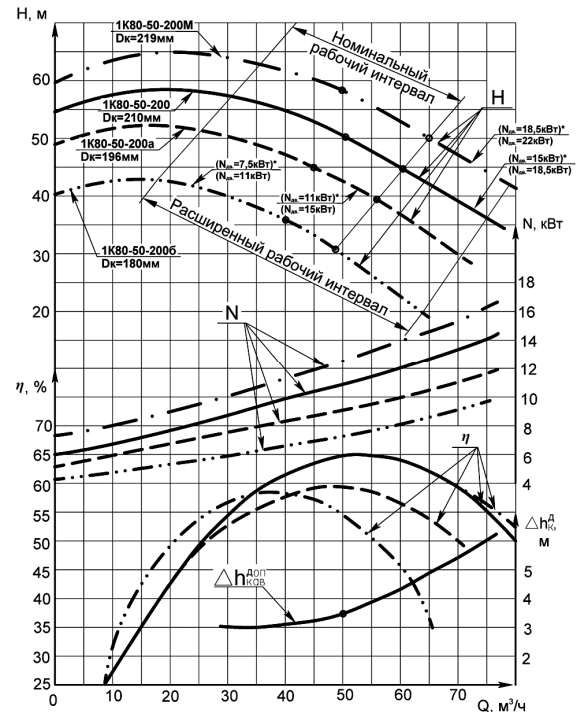


Рис. 1.6. Характеристика насоса 1К80-50-200 при частоте вращения 2900 об/мин

Задача 1.7.

Центробежный консольный насос 1К100-80-160, характеристика которого приведена на рис. 1.7 работает на сеть трубопроводов. Высота подачи воды h . Характеристика сети выражается уравнением $H = h + k \cdot Q^2$ (где Q в $\text{м}^3/\text{ч}$).

Определить: на сколько увеличиться подача воды в сеть при параллельном включении еще одного такого же насоса.

Параметр	Ед.изм.	Вариант				
		1	2	3	4	5
D_K	мм	155	155	172	172	180
h	м	10	15	15	20	25
k	—	0,0023	0,0016	0,0018	0,0012	0,001

Задача 1.8.

Центробежный консольный насос 1К100-65-200, характеристика которого приведена на рис. 1.8 работает на сеть трубопроводов. Высота подачи воды h . Характеристика сети выражается уравнением $H = h + k \cdot Q^2$ (где Q в $\text{м}^3/\text{ч}$).

Определить: на сколько увеличиться напор в сети при последовательном включении еще одного такого же насоса.

Параметр	Ед.изм.	Вариант				
		1	2	3	4	5
D_K	мм	191	199	210	210	219
h	м	30	35	40	45	40
k	—	0,0012	0,0013	0,001	0,0005	0,0015

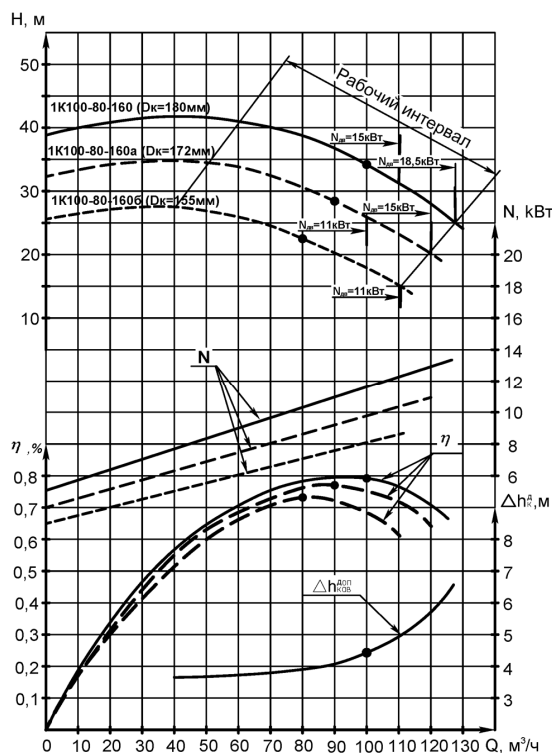


Рис. 1.7. Характеристика насоса 1К100-80-160 при частоте вращения 2900 об/мин

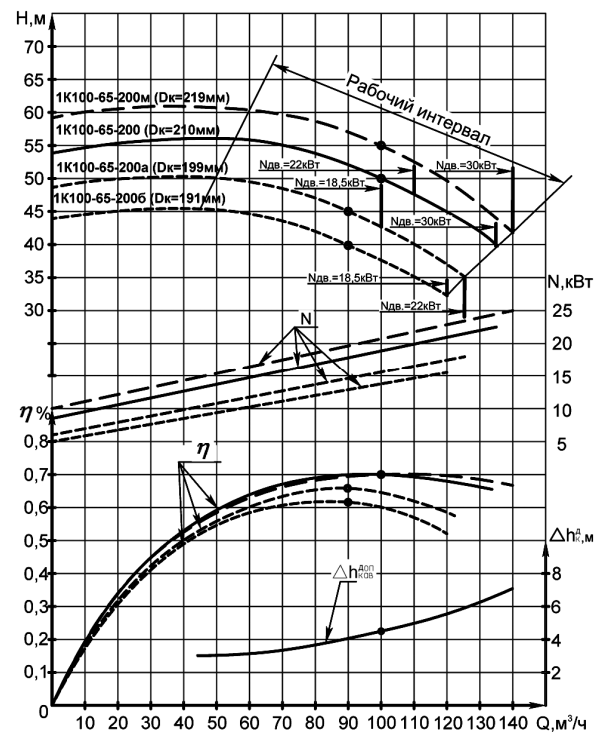


Рис. 1.8. Характеристика насоса 1К100-65-200 при частоте вращения 2900 об/мин

Задача 1.9.

Центробежный консольный насос 1К100-65-250, характеристика которого приведена на рис. 1.9 работает на сеть трубопроводов. Высота подачи воды h . Характеристика сети выражается уравнением $H = h + k \cdot Q^2$ (где Q в м³/ч).

Определить: на сколько увеличиться подача воды в сеть при параллельном включении еще одного такого же насоса.

Параметр	Ед.изм.	Вариант				
		1	2	3	4	5
D_K	мм	225	245	264	264	272
h	м	40	50	50	40	60
k	—	0,003	0,0016	0,003	0,004	0,003

Задача 1.10.

Центробежный консольный насос 1К150-125-315, характеристика которого приведена на рис. 1.10 работает на сеть трубопроводов. Высота подачи воды h . Характеристика сети выражается уравнением $H = h + k \cdot Q^2$ (где Q в м³/ч).

Определить: на сколько увеличиться напор в сети при последовательном включении еще одного такого же насоса.

Параметр	Ед.изм.	Вариант				
		1	2	3	4	5
D_K	мм	283	307	307	338	338
h	м	16	20	22	24	25
k	—	0,00023	0,00018	0,00012	0,00013	0,0001

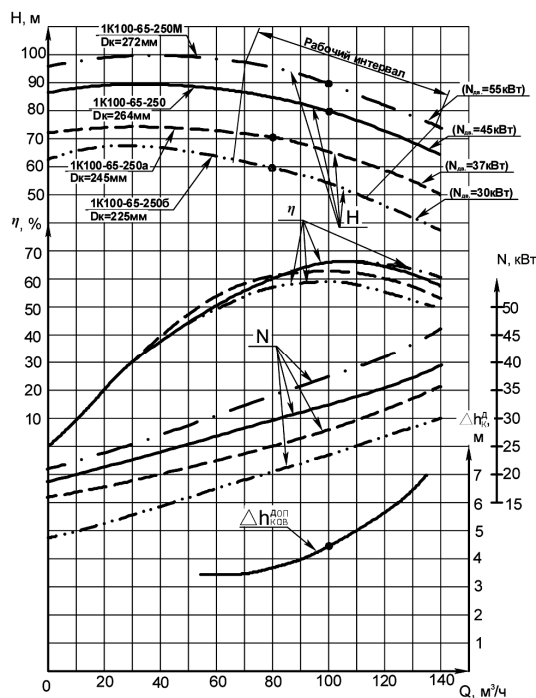


Рис. 1.9. Характеристика насоса 1К100-65-250 при частоте вращения 2900 об/мин

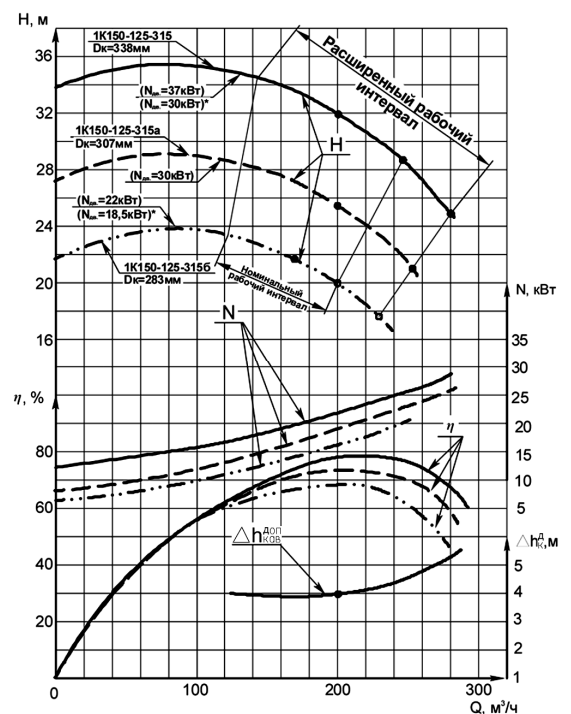


Рис. 1.10. Характеристика насоса 1К150-125-315 при частоте вращения 2900 об/мин

Задача 2.1.

По трубопроводу диаметром d насос подает воду на высоту h (рис. 2). Мощность, потребляемая насосом, N , полный коэффициент сопротивления трубопровода $\left(\lambda \frac{\ell}{d} + \Sigma \xi\right) = 25$, подача насоса Q . Определить полный КПД насоса.

Параметр	Ед.изм.	Вариант				
		1	2	3	4	5
d	мм	180	190	200	210	220
h	м	40	43	45	47	50
N	кВт	10	11	12	12	13
Q	м ³ /ч	70	73	75	77	80

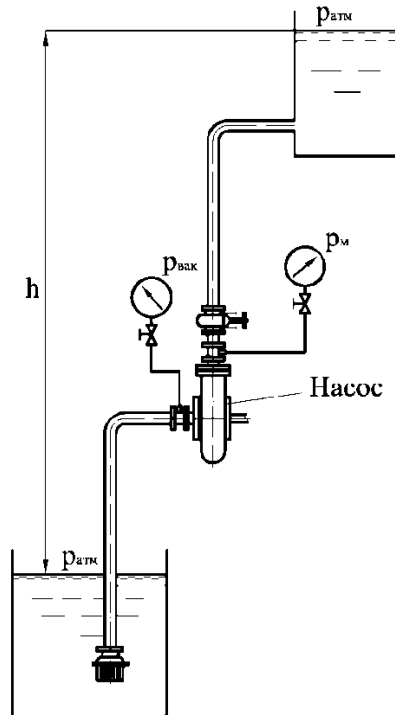


Рис. 2. К задаче 2.1.

Задача 2.2.

В паровой котел, работающий при избыточном давлении $p_d = 3$ атм, из колодца центробежным насосом подается вода в количестве Q (рис. 3). Геометрическая высота всасывания равна h_s , высота нагнетания h_d . Определить напор, создаваемый насосом, если диаметры всасывающего и нагнетательного трубопроводов равны d_1 , d_2 и длины l_1 , l_2 соответственно. Коэффициенты местных сопротивлений сетки на всасывающей трубе $\xi_c = 4$ и двух вентилей на нагнетательной трубе $\xi_{вн} = 5$, коэффициент гидравлического трения по длине трубы $\lambda = 0,03$. Прочими потерями напора пренебречь.

Параметр	Ед.изм.	Вариант				
		1	2	3	4	5
Q	м ³ /ч	18	19	20	21	22
h_s	м	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2
h_d	м	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4
d_1	мм	80				
d_2	мм	50				
l_1	м	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4
l_2	м	13	14	15	16	17

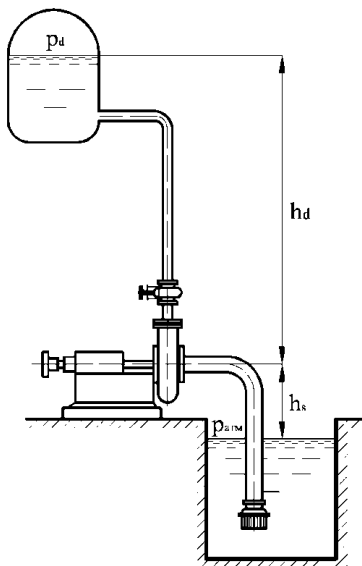


Рис. 3. К задаче 2.2.

Задача 2.3.

Определить частоту вращения вала и мощность трехпоршневого насоса одностороннего действия развивающего давление p и подачу Q , если диаметр поршня d , его ход 200 мм, объемный КПД насоса $\eta_v = 0,9$, полный КПД $\eta = 0,80$.

Параметр	Ед.изм.	Вариант				
		1	2	3	4	5
p	МПа	18,1	18,2	18,3	18,4	18,5
d	мм	100	120	150	180	200
Q	л/с	11,5	11,7	12,1	12,7	13,2

Задача 2.4.

Для откачки грунтовых вод из колодца используют центробежный насос, производительность которого Q (рис. 4). При работе насоса уровень воды в колодце устанавливается на высоте h_1 ниже оси насоса.

Определить диаметр d_1 всасывающей трубы и потребляемую насосом мощность при полностью открытой задвижке на нагнетательной трубе.

Длина всасывающей и нагнетательной труб равны l_1 и l_2 , соответственно. Диаметр нагнетательной трубы d_2 ; выходное сечение этой трубы расположено на высоте h_2 выше оси насоса; коэффициент гидравлического трения по длине трубопроводов $\lambda = 0,03$, коэффициенты местных сопротивлений: всасывающей коробки с обратным клапаном $\xi_{\kappa} = 5$, плавного поворота трубопровода $\xi_{\circ} = 0,4$. КПД насоса принять равным $\eta = 0,75$. Вакуумметрическая высота всасывания при входе воды в насос не должна превышать 7 м.

Параметр	Ед.изм.	Вариант				
		1	2	3	4	5
Q	м ³ /ч	35	37	40	43	45
h_1	м	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
h_2	м	0,53	0,54	0,55	0,56	0,57
d_2	мм	150				
l_1	м	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0
l_2	м	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0

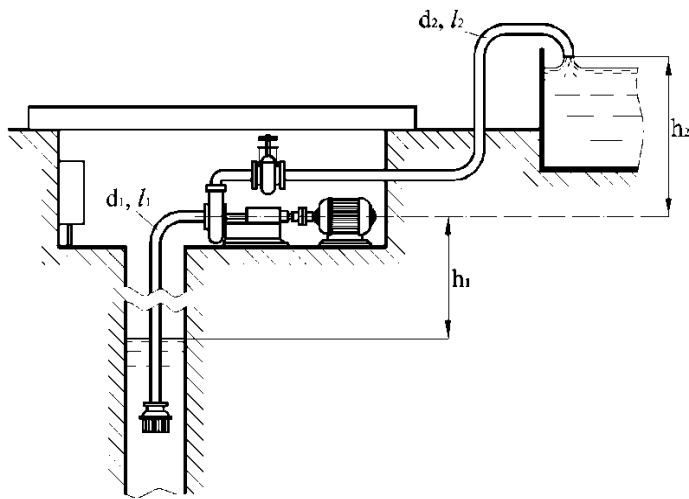


Рис. 4. К задаче 2.4.

Задача 2.5.

Определить подачу погружного насоса (рис. 5), откачивающего воду из шахты по трубопроводу диаметром d и длиной l , и поднимающего ее на высоту h . Если мощность, потребляемая насосом, N при кпд $\eta = 80\%$; коэффициент гидравлического трения по длине трубопровода $\lambda = 0,03$; суммарный коэффициент местных сопротивлений $\xi = 12$.

Параметр	Ед.изм.	Вариант				
		1	2	3	4	5
d	мм	100	150	175	200	225
l	м	130	140	150	160	170
h	м	80	90	100	110	120
N	кВт	33	34	35	36	37

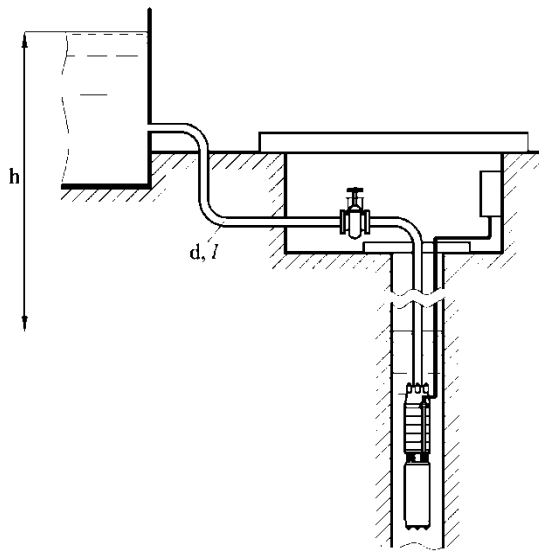


Рис. 5. К задаче 2.5.

Задача 2.6.

Центробежный насос используется для поднятия воды из колодца (рис. 6). Чему будет равна геометрическая высота всасывания насоса h_s , если вакуумметрическая высота $\frac{p_{\text{вак}}}{\gamma}$.

Диаметр всасывающей трубы d , а ее длина l . Производительность насоса Q . Коэффициенты местных сопротивлений принять равными: для сетки с обратным клапаном $\xi_{\text{клат}} = 6,0$, для поворота $\xi_{\text{зак}} = 0,20$; коэффициент гидравлического трения по длине $\lambda = 0,03$.

Параметр	Ед.изм.	Вариант				
		1	2	3	4	5
d	мм	100	150	175	200	250
l	м	13	14	15	16	17
$\frac{p_{\text{вак}}}{\gamma}$	м вод.ст.	4,5	4,6	4,7	4,8	4,9
Q	л/с	18	19	20	21	22

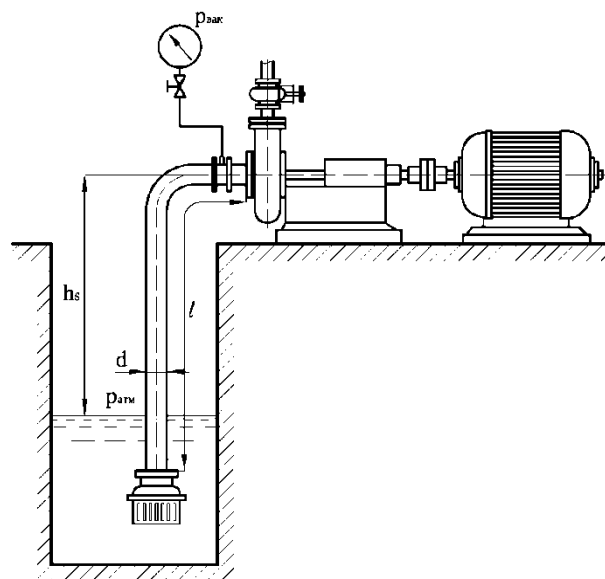


Рис. 6. К задаче 2.6.

Задача 2.7.

Чему равно давление объемного насоса, мощностью, N , при частоте вращения n , если его рабочий объем V , кпд – 0,8, объемный кпд – 0,85.

Параметр	Ед.изм.	Вариант				
		1	2	3	4	5
N	кВт	3,2	3,4	3,5	3,7	4,0
n	мин ⁻¹	1400	1450	1500	1550	1600
V	см ³	13	14	15	16	17

Задача 2.8.

В процессе испытаний центробежного насоса на испытательном стенде замерены следующие величины: $p_{\text{вак}}$, $p_{\text{ман}}$. Диаметры всасывающего и нагнетательного патрубков d_1 и d_2 , соответственно. Центр манометра расположен на z_m выше оси нагнетательного патрубка. Вертикальное расстояние между осями патрубков составляет z .

Определить кпд насоса, если мерный бак объемом W_0 заполняется при работе насоса в течение t , а мощность, потребляемая электродвигателем при его кпд $\eta_{\text{дв}} = 0,96$ составляет $N_{\text{дв}} = 5$ кВт.

Параметр	Ед.изм.	Вариант				
		1	2	3	4	5
$p_{\text{вак}}$	кПа	30	32	35	37	40
$p_{\text{ман}}$	МПа	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75
d_1	мм	30	40	50	60	70
d_2	мм	20	30	40	50	60
z	м	0,2				
z_M	м	0,5				
W_0	м ³	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8
t	мин	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0

Задача 2.9.

Подъем (наклон) кузова грузового автомобиля осуществляется при помощи гидравлического цилиндра диаметром d с полным ходом плунжера S и полезным усилием на плунжер P (рис. 7).

Определить, рабочее давление масла, создаваемое шестеренным насосом с диаметром шестерен d_n , шириной шестерен $b = 60$ мм и числом зубьев $z = 28$, делающим n , при объемном коэффициенте полезного действия η_o . Сколько времени потребуется для полного подъема кузова, если потери на трение составляют 15% от полного усилия на плунжер.

Параметр	Ед.изм.	Вариант				
		1	2	3	4	5
d	мм	100	125	140	150	160
S	м	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95
P	т	3,0	3,2	3,4	3,5	3,6
n	об/мин	460	460	460	480	480
η_o		0,82	0,83	0,84	0,85	0,86
d_n	мм	53	67	75	80	85

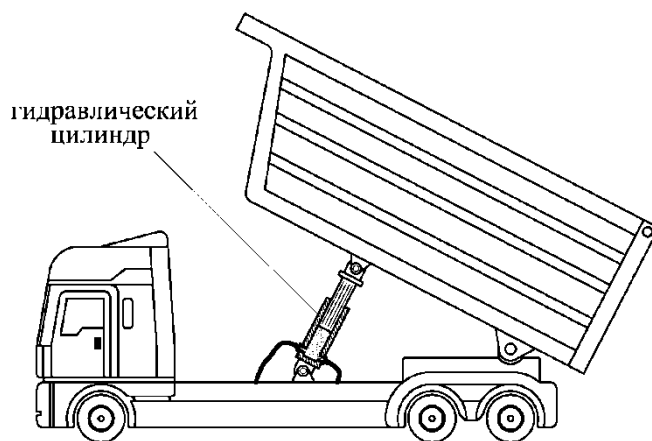


Рис. 7. К задаче 2.9.

Задача 2.10.

Поршневой насос двойного действия с частотой вращения вала n , диаметром цилиндра D , и диаметром штока d , перекачивает воду температурой 40° при атмосферном давлении равном 98,1 кПа. Ход поршня и длина шатуна, соответственно составляют: S и L . Всасывающая труба насоса длиной l_s и диаметром d_s имеет три колена ($\xi = 0,5$), задвижку ($\xi = 1,0$) и приемный клапан ($\xi = 2,5$); коэффициент гидравлического трения $\lambda = 0,025$. Потери напора на всасывающем клапане насоса $h_k = 0,4$ м вод. ст.

Определить изменение предельно допускаемой высоты всасывания насоса, если во всасывающий трубопровод установить воздушный колпак, разделяющий всасывающий трубопровод на две части: l_{s1} и l_{s2} .

Параметр	Ед.изм.	Вариант				
		1	2	3	4	5
n	об/мин	60	65	70	75	80
D	мм	63	70	80	90	100
d	мм	12	14	16	18	20
S	мм	80	85	90	95	100
L	мм	250	255	265	275	300
l_s	м	5,0	5,4	5,6	5,8	6,0
d_s	мм	50	55	60	70	75
l_{s1}	м	4,0	4,5	4,8	5,2	5,50
l_{s2}	м	1,0	0,9	0,8	0,6	0,5

Задача 3.1 В гидроцилиндре (рис. 3.1) уплотнение плунжера диаметром $D = \underline{\hspace{1cm}}$ мм манжетное. В напорной гидролинии падение давления $\Delta p_{\text{нап}} = \underline{\hspace{1cm}}$ кПа. Суммарная утечка масла в гидрораспределителе и предохранительном клапане ΔQ составляет $\underline{\hspace{1cm}}$ см³/с.

Определить усилие, развиваемое плунжером при скорости его перемещения $v = \underline{\hspace{1cm}}$ м/мин и потребляемой насосом мощности $N_{\text{п}} = \underline{\hspace{1cm}}$ кВт. Принять общий и механический КПД гидроцилиндра $\eta_{\text{общ}} = \eta_{\text{м}} = 0,96$ и общий к. п. д. насоса $\eta_{\text{н}} = 0,86$.

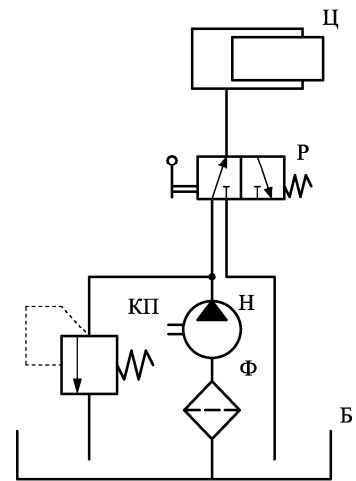


Рис. 3.1 К задаче 3.1

Вариант	1	2	3	4	5
D , мм	100	110	125	140	160
ΔQ , см ³ /с	3	3,5	4	4,5	5
v , м/мин	1	1,1	1,2	1,3	1,4
$N_{\text{пот}}$, кВт	3	4	5	6	7
$\Delta p_{\text{нап}}$, кПа	100	125	150	175	200

Задача 3.2

В объемном гидроприводе (рис. 3.2) гидроцилиндр диаметром $D = \underline{\hspace{1cm}}$ мм имеет односторонний шток диаметром $d = \underline{\hspace{1cm}}$ мм. Уплотнение поршня и штока в гидроцилиндре — манжетное. Насос развивает давление $p_n = \underline{\hspace{1cm}}$ МПа и подачу $Q_n = \underline{\hspace{1cm}}$ л/с. Падение давления в сливной гидролинии $\Delta p_{сл} = \underline{\hspace{1cm}}$ МПа, в напорной $\Delta p_{нап} = \underline{\hspace{1cm}}$ МПа.

С учетом утечки масла в гидрораспределителе и в гидроклапане в размере $\Delta Q = \underline{\hspace{1cm}}$ см³/с определить усилие F и скорость v , развиваемые штоком гидроцилиндра при его движении вправо. Принять $\eta_m = 0,95$.

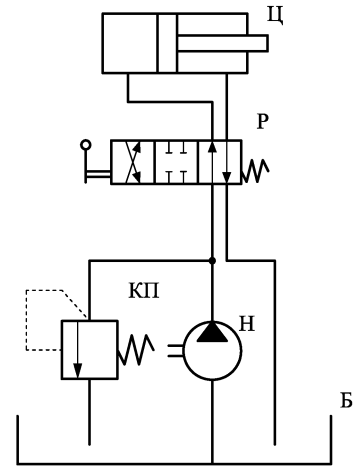


Рис. 3.2 К задаче 3.2

Вариант	1	2	3	4	5
D , м	0,16	0,18	0,2	0,224	0,25
d , м	0,08	0,09	0,1	0,112	0,125
Q_n , л/с	0,15	0,2	0,25	0,32	0,4
ΔQ , см ³ /с	1	2	3	4	5
p_n , МПа	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1
$\Delta p_{нап}$, МПа	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
$\Delta p_{сл}$, МПа	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5

Задача 3.3

В объемном гидроприводе (рис. 3.3) гидроцилиндр диаметром $D = \underline{\hspace{1cm}}$ мм имеет односторонний шток диаметром $d = \underline{\hspace{1cm}}$ мм. Уплотнение поршня и штока в гидроцилиндре — манжетное. Насос развивает давление $p_n = \underline{\hspace{1cm}}$ МПа и подачу $Q_n = \underline{\hspace{1cm}}$ л/с. Падение давления в сливной гидролинии $\Delta p_{сл} = \underline{\hspace{1cm}}$ МПа, в напорной $\Delta p_{нап} = \underline{\hspace{1cm}}$ МПа.

С учетом утечки масла в гидрораспределителе и в гидроклапане в размере $\Delta Q = \underline{\hspace{1cm}}$ см³/с определить усилие F и скорость v , развиваемые штоком гидроцилиндра при его движении влево. Принять $\eta_m = 0,95$.

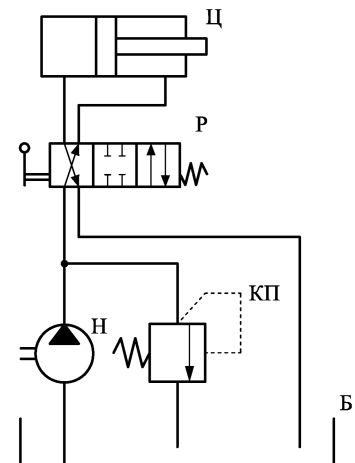


Рис. 3.3 К задаче 3.3

Вариант	1	2	3	4	5
D , м	0,16	0,18	0,2	0,224	0,25
d , м	0,08	0,09	0,1	0,112	0,125
Q_n , л/с	0,15	0,2	0,25	0,32	0,4
ΔQ , см ³ /с	1	2	3	4	5
p_n , МПа	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1
$\Delta p_{нап}$, МПа	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
$\Delta p_{сл}$, МПа	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5

Задача 3.4

В гидроцилиндре диаметром $D = \underline{\hspace{1cm}}$ мм (рис. 3.4) поршень и шток уплотняют кольцами квадратного сечения из маслостойкой резины. Насос развивает постоянную подачу $Q_n = \underline{\hspace{1cm}}$ л/мин.

С учетом утечки масла в гидроаппаратуре в количестве $\Delta Q = \underline{\hspace{1cm}}$ см³/мин определить минимальное значение диаметра d штока гидроцилиндра, при котором поршень перемещается влево со скоростью не менее $v = \underline{\hspace{1cm}}$ м/мин.

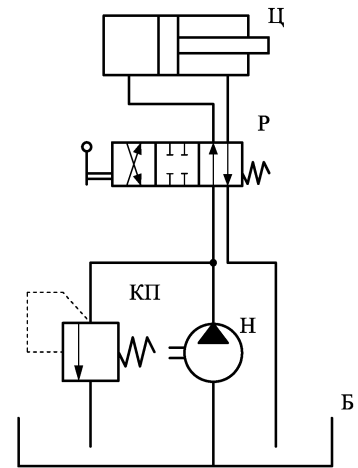


Рис. 3.4 К задаче 3.4

Вариант	1	2	3	4	5
D , м	0,16	0,18	0,2	0,224	0,25
ΔQ , см ³ /мин	130	140	150	160	170
v , м/мин	4	3,8	4,3	3,2	2,7
Q_n , л/мин	32	40	50	63	80

Задача 3.5

В объемном гидроприводе (рис. 3.5) используется гидроцилиндр диаметром $D = \underline{\hspace{1cm}}$ мм с односторонним штоком диаметром $d = \underline{\hspace{1cm}}$ мм. Определить, на какое максимальное давление срабатывания необходимо настроить предохранительный клапан, чтобы шток гидроцилиндра развивал тянущее усилие величиной не более $F = \underline{\hspace{1cm}}$ кН при условии, что общий КПД гидроцилиндра $\eta = 0,95$, падение (потеря) давления в напорной гидролинии $\Delta p_n = \underline{\hspace{1cm}}$ МПа и сливной гидролинии $\Delta p_{сл} = \underline{\hspace{1cm}}$ кПа.

Гидравлическим сопротивлением в трубопроводе, соединяющем насос и клапан, пренебречь.

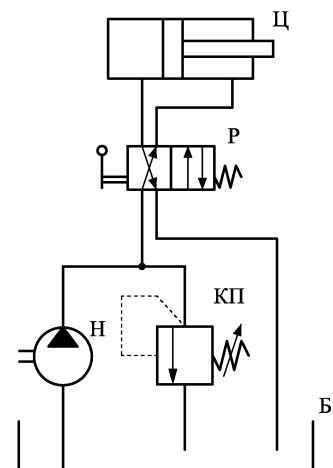


Рис. 3.5 К задаче 3.5

Вариант	1	2	3	4	5
D , мм	100	110	125	140	160
d , мм	40	45	50	56	63
F , кН	65	85	105	125	145
$\Delta p_{нап}$, МПа	0,1	0,12	0,14	0,16	0,18
$\Delta p_{сл}$, кПа	50	60	70	80	90

Задача 3.6

В объемном гидроприводе (рис. 3.6) используется гидроцилиндр диаметром $D = \underline{\hspace{1cm}}$ мм с односторонним штоком диаметром $d = \underline{\hspace{1cm}}$ мм. Определить, на какое максимальное давление срабатывания необходимо настроить предохранительный клапан, чтобы шток гидроцилиндра развивал толкающее усилие величиной не более $F = \underline{\hspace{1cm}}$ кН при условии, что общий КПД гидроцилиндра $\eta = 0,95$, падение (потеря) давления в напорной гидролинии $\Delta p_n = \underline{\hspace{1cm}}$ МПа и сливной гидролинии $\Delta p_{сл} = \underline{\hspace{1cm}}$ кПа.

Гидравлическим сопротивлением в трубопроводе, соединяющим насос и клапан, пренебречь.

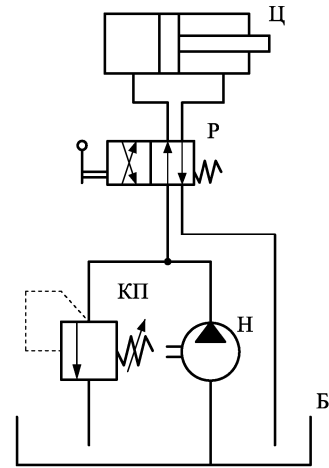


Рис. 3.6 К задаче 3.6

Вариант	1	2	3	4	5
D , мм	100	110	125	140	160
d , мм	40	45	50	56	63
F , кН	65	85	105	125	145
$\Delta p_{нап}$, МПа	0,1	0,12	0,14	0,16	0,18
$\Delta p_{сл}$, кПа	50	60	70	80	90

Задача 3.7

В объемном гидроприводе гидроцилиндр диаметром $D = \underline{\hspace{1cm}}$ мм (рис. 3.7) развивает толкающее усилие $F = \underline{\hspace{1cm}}$ кН при скорости движения поршня $v = \underline{\hspace{1cm}}$ м/мин. Диаметр штока гидроцилиндра $d = \underline{\hspace{1cm}}$ мм. Падение давления в напорной гидролинии $\Delta p_n = \underline{\hspace{1cm}}$ МПа. Утечка масла в гидроаппаратуре $\Delta Q = \underline{\hspace{1cm}}$ см³/мин.

Определить мощность, потребляемую насосом.

Принять общий КПД гидроцилиндра $\eta = 0,95$ и общий КПД насоса $\eta_n = 0,814$.

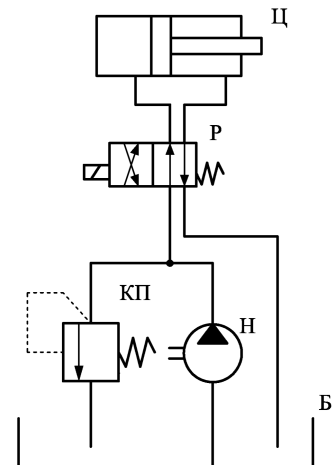


Рис. 3.7 К задаче 3.7

Вариант	1	2	3	4	5
D , мм	160	180	200	220	250
d , мм	60	70	80	90	100
ΔQ , см ³ /мин	130	135	140	145	150
v , м/мин	1	0,95	0,9	0,85	0,8
F , кН	164	174	184	194	204
Δp , МПа	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3

Задача 3.8

В объемном гидроприводе гидроцилиндр диаметром $D = \underline{\hspace{1cm}}$ мм (рис. 3.8) развивает тянущее усилие $F = \underline{\hspace{1cm}}$ кН при скорости движения поршня $v = \underline{\hspace{1cm}}$ м/мин. Диаметр штока гидроцилиндра $d = \underline{\hspace{1cm}}$ мм. Падение давления в напорной гидролинии $\Delta p_n = \underline{\hspace{1cm}}$ МПа. Утечка масла в гидроаппаратуре $\Delta Q = \underline{\hspace{1cm}}$ см³/мин.

Определить мощность, потребляемую насосом.

Принять общий КПД гидроцилиндра $\eta = 0,95$ и общий КПД насоса $\eta_n = 0,814$.

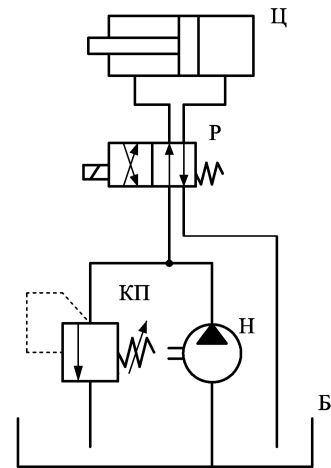


Рис. 3.8 К задаче 3.8

Вариант	1	2	3	4	5
D , мм	160	180	200	220	250
d , мм	60	70	80	90	100
ΔQ , см ³ /мин	130	135	140	145	150
v , м/мин	1	0,95	0,9	0,85	0,8
F , кН	164	174	184	194	204
Δp , МПа	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3

Задача 3.9

В объемном гидроприводе (рис. 3.9) насос развивает постоянную подачу $Q_n = \underline{\hspace{1cm}}$ л/мин. Поршень в гидроцилиндре диаметром $D = \underline{\hspace{1cm}}$ мм уплотняют кольцами круглого сечения из маслостойкой резины.

Определить величину утечки масла в гидроаппаратуре, если поршень гидроцилиндра перемещается влево со скоростью $v = \underline{\hspace{1cm}}$ м/мин.

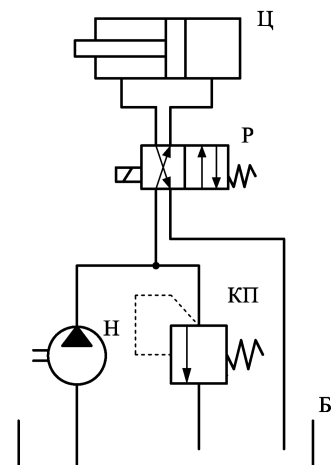


Рис. 3.9 К задаче 3.9

Вариант	1	2	3	4	5
D , мм	200	200	200	200	200
Q_n , л/мин	16	20	25	32	40
v , м/мин	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9

Задача 3.10

В объемном гидроприводе (рис. 3.10) насос при вращении своего приводного вала с частотой $n =$ ___ об/мин развивает подачу $Q_n =$ ___ л/с. Уплотнение поршня диаметром $D =$ ___ мм в гидроцилиндре манжетное. Утечка масла в гидросистеме не превышает $\Delta Q =$ ___ см³/с. С учетом утечки масла в гидросистеме определить, с какой частотой необходимо вращать приводной вал насоса для сообщения поршню гидроцилиндра скорости ___ см/с.

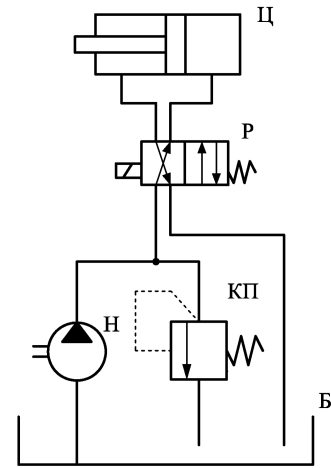


Рис. 3.10 К задаче 3.10

Вариант	1	2	3	4	5
D , мм	100	125	140	160	180
n , об/мин	1500	1400	1300	1200	1100
Q_n , л/с	0,4	0,5	0,63	0,8	1
ΔQ , см ³ /с	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3
$v_{ц}$, см/с	7	7,2	7,4	7,6	7,8

Задача 4.1

В объемном гидроприводе (рис. 4.1) используется гидромотор с рабочим объемом $V_0 =$ ___ см³.

Определить, какие давления p и подачу Q_n должен развивать насос, чтобы выходной вал гидромотора при вращении с угловой скоростью $\omega =$ ___ рад/с мог преодолеть внешний момент $M =$ ___ Н·м. Если утечки масла в гидроаппаратуре ___ см³/мин и падения (потери) давления масла в гидрелиниях — напорной $\Delta p_n =$ ___ МПа и сливной $\Delta p_{сл} =$ ___ МПа. Гидромеханический КПД гидромотора $\eta_{гм} = 0,9$ и объемный $\eta_{об} = 0,98$.

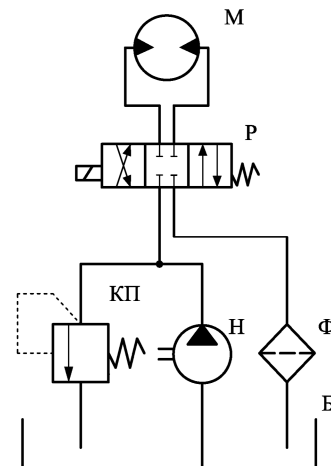


Рис. 4.1 К задаче 4.1

Вариант	1	2	3	4	5
V_0 , см ³	100	125	160	200	250
ω , рад/с	100	110	120	130	140
M , Н·м	90	95	100	105	110
$\Delta Q_{ут}$, см ³ /мин	100	120	140	160	180
Δp_n , МПа	0,1	0,12	0,14	0,16	0,18
$\Delta p_{сл}$, МПа	0,5	0,51	0,52	0,53	0,54

Задача 4.2

В объемном гидроприводе (рис. 4.2) используется гидромотор с рабочим объемом $V_0 = \text{---}$ см³.

Определить, какие давления p и подачу Q_n должен развивать насос, чтобы выходной вал гидромотора при вращении с угловой скоростью $\omega = \text{---}$ рад/с мог преодолеть внешний момент $M = \text{---}$ Н·м. Потерями давления в гидролиниях и утечкой масла в гидроаппаратуре пренебречь.

Гидромеханический КПД гидромотора $\eta_{гм} = 0,9$ и объемный $\eta_{об} = 0,98$.

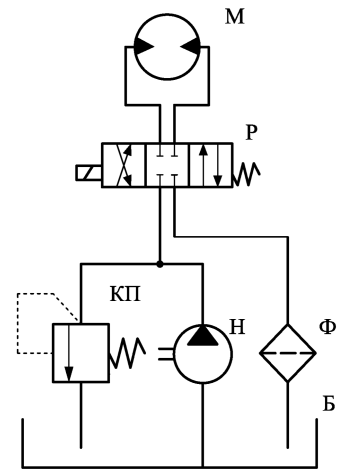


Рис. 4.2 К задаче 4.2

Вариант	1	2	3	4	5
$V_0, \text{см}^3$	100	125	160	200	250
$\omega, \text{рад/с}$	100	80	60	40	20
$M, \text{Н·м}$	90	95	100	105	110

Задача 4.3

Рабочий объем гидромотора (рис. 4.3) изменяется от $V_{o1м} = \text{---}$ до $V_{o2м} = \text{---}$ см³; Рабочий объем насоса равен $V_{он} = \text{---}$ см³.

При вращении вала насоса с постоянной частотой $n = \text{---}$ об/мин определить пределы регулирования частоты вращения выходного вала гидромотора. Утечкой масла в гидроаппаратуре составляют --- л/мин. Объемный КПД гидромотора $\eta_{об} = 0,98$ и насоса $\eta_{об} = 0,96$.

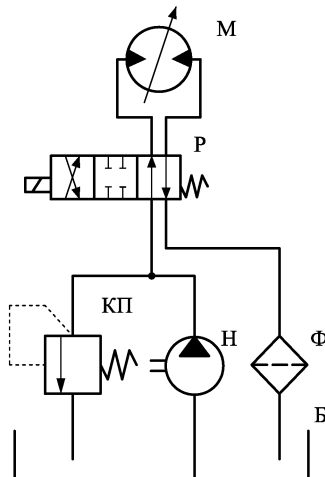


Рис. 4.3 К задаче 4.3

Вариант	1	2	3	4	5
$V_{o1м}, \text{см}^3$	100	125	160	200	250
$V_{o2м}, \text{см}^3$	500	630	800	1000	1250
$n, \text{об/мин}$	3000	2100	1450	750	600
$V_{он}, \text{см}^3$	20	25	32	40	50
$\Delta Q_{ут}, \text{л/мин}$	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25

Задача 4.4

В объемном гидроприводе (рис. 4.4) применяется гидромотор с рабочим объемом $V_0 = \underline{\hspace{1cm}}$ см³. При падении давления масла в гидролиниях - напорной $\Delta p_n = \underline{\hspace{1cm}}$ МПа и сливной $\Delta p_{сл} = \underline{\hspace{1cm}}$ МПа и утечке масла в гидроаппаратуре $Q_{ут} = \underline{\hspace{1cm}}$ л/мин выходной вал гидромотора развивает полезный крутящий момент $M = \underline{\hspace{1cm}}$ Н·м, частоту вращения $n = 608$ об/мин.

Определить мощность N , потребляемую объемным гидроприводом.

Гидромеханический КПД гидромотора $\eta_{гм} = 0,9$, объемный КПД $\eta_{об} = 0,98$, общий КПД насоса $\eta_n = 0,8$.

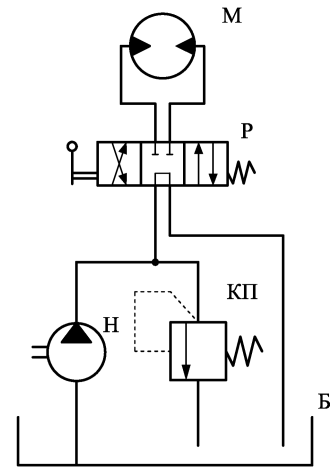


Рис. 4.4 К задаче 4.4

Вариант	1	2	3	4	5
V_0 , см ³	50	56	63	71	80
M , Н·м	45	47	49	51	53
n , об/мин	608	628	648	668	688
$\Delta Q_{ут}$, л/мин	0,1	0,12	0,14	0,16	0,18
Δp_n , МПа	0,1	0,11	0,12	0,13	0,14
$\Delta p_{сл}$, МПа	0,4	0,41	0,42	0,43	0,44

Задача 4.5

Определить величину преодолеваемого гидромотором (рис. 4.5) внешнего момента M и угловую скорость с которой будет вращаться вал гидромотора, если давление развиваемое насосом $p_n = \underline{\hspace{1cm}}$ МПа, его подача $Q_n = \underline{\hspace{1cm}}$ л/мин, утечки масла в гидроаппаратуре $\underline{\hspace{1cm}}$ см³/мин, падения давления масла в гидролиниях — напорной $\Delta p_n = \underline{\hspace{1cm}}$ МПа и сливной $\Delta p_{сл} = \underline{\hspace{1cm}}$ МПа. Рабочий объем гидромотора $V_0 = \underline{\hspace{1cm}}$ см³. Гидромеханический КПД гидромотора $\eta_{гм} = 0,9$ и объемный $\eta_{об} = 0,98$.

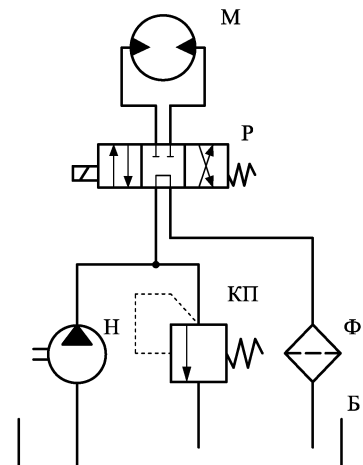


Рис. 4.5 К задаче 4.5

Вариант	1	2	3	4	5
p_n , МПа	6,88	6,48	6,08	5,68	5,28
Q_n , л/мин	97,6	80	63	50	40
V_0 , см ³	100	90	80	71	63
$\Delta Q_{ут}$, см ³ /мин	100	90	80	70	60
Δp_n , МПа	0,1	0,11	0,12	0,13	0,14
$\Delta p_{сл}$, МПа	0,5	0,48	0,46	0,44	0,42

Задача 4.6

Рабочий объем насоса (рис. 4.6) изменяется от $V_{o1н} = \underline{\hspace{1cm}}$ до $V_{o2н} = \underline{\hspace{1cm}}$ см³. Рабочий объем гидромотора равен $V_{огм} = \underline{\hspace{1cm}}$ см³.

При вращении вала насоса с постоянной частотой $n = \underline{\hspace{1cm}}$ об/мин определить пределы регулирования частоты вращения выходного вала гидромотора. Утечкой масла в гидроаппаратуре составляют $\underline{\hspace{1cm}}$ л/мин. Объемный КПД гидромотора $\eta_{об} = 0,98$ и насоса $\eta_{об} = 0,96$.

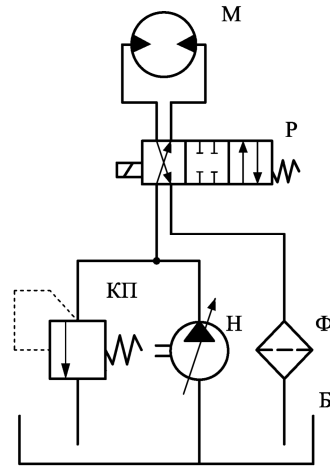


Рис. 4.6 К задаче 4.6

Вариант	1	2	3	4	5
$V_{o1н}, \text{ см}^3$	20	22,4	25	28	32
$V_{o2н}, \text{ см}^3$	100	112	125	140	160
$n, \text{ об/мин}$	290	340	390	440	490
$V_{огм}, \text{ см}^3$	100	125	160	200	250
$\Delta Q_{ут}, \text{ л/мин}$	0,06	0,07	0,08	0,09	0,1

Задача 4.7

В объемном гидроприводе (рис. 4.7) используется гидромотор с рабочим объемом $V_o = \underline{\hspace{1cm}}$ см³. Насос развивает давление $p_n = \underline{\hspace{1cm}}$ МПа и постоянную подачу $Q_n = \underline{\hspace{1cm}}$ л/мин.

Определить развиваемые выходным валом гидромотора полезный крутящий момент M и частоту вращения в момент максимальной утечки масла через гидроаппаратуру $Q_{ут} = \underline{\hspace{1cm}}$ л/мин и падения давления масла в гидролиниях — напорной $p_n = \underline{\hspace{1cm}}$ МПа и сливной $p_{сл} = \underline{\hspace{1cm}}$ МПа. Гидромеханический КПД гидромотора $\eta_{гм} = 0,9$ и объемный КПД $\eta_{об} = 0,98$.

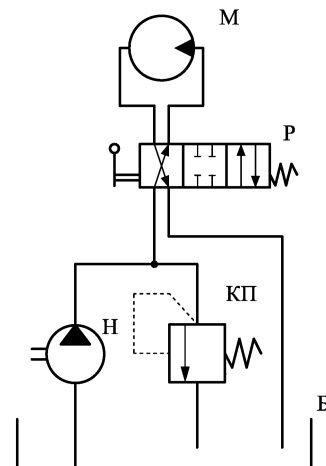


Рис. 4.7 К задаче 4.7

Вариант	1	2	3	4	5
$V_o, \text{ см}^3$	40	45	50	56	63
$p_n, \text{ МПа}$	10,1	12,1	14,1	16,1	18,1
$Q_n, \text{ л/мин}$	36	40	44	48	60
$\Delta Q_{ут}, \text{ л/мин}$	1	1,5	2	2,5	3
$\Delta p_{нап}, \text{ МПа}$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
$\Delta p_{сл}, \text{ МПа}$	0,5	0,52	0,54	0,56	0,58

Задача 4.8

В объемном гидроприводе (рис. 4.8) гидромотор с рабочим объемом $V_o = \text{---}$ см³ развивает полезный крутящий момент $M = \text{---}$ Н·м с частотой вращения $n = \text{---}$ об/мин. Определить давление развиваемое насосом и его подачу если утечки масла через гидроаппаратуру $Q_{ут} = \text{---}$ л/мин и падение давления масла в гидролиниях — напорной $p_n = \text{---}$ МПа и сливной $p_{сл} = \text{---}$ МПа. Гидромеханический КПД гидромотора $\eta_{гм} = 0,9$ и объемный КПД насоса и гидромотора $\eta_{об} = 0,98$.

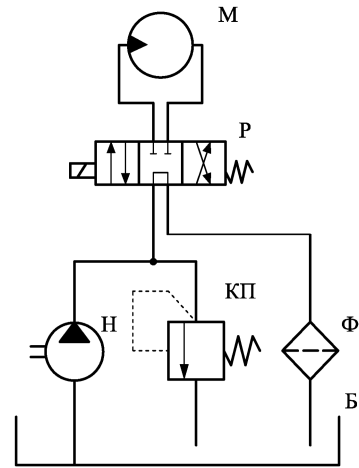


Рис. 4.8 К задаче 4.8

Вариант	1	2	3	4	5
$V_o, \text{см}^3$	40	36	32	28	25
$M, \text{Н} \cdot \text{м}$	54,5	50	45,5	41	36,5
$n, \text{об/мин}$	857	827	797	767	737
$\Delta Q_{ут}, \text{л/мин}$	1	0,9	0,8	0,7	0,6
$\Delta p_{нап}, \text{МПа}$	0,1	0,09	0,08	0,07	0,06
$\Delta p_{сл}, \text{МПа}$	0,5	0,45	0,4	0,35	0,3

Задача 4.9

В объемном гидроприводе (рис. 4.9) применяется гидромотор с рабочим объемом $V_o = \text{---}$ см³. При падении давления масла в гидролиниях - напорной $\Delta p_n = \text{---}$ МПа и сливной $\Delta p_{сл} = \text{---}$ МПа и утечке масла в гидроаппаратуре $Q_{ут} = \text{---}$ л/мин объемный гидропривод потребляет мощность $N = \text{---}$ кВт. Определить полезный крутящий момент M , если частота вращения гидромотора $n = 600$ об/мин.

Гидромеханический КПД гидромотора $\eta_{гм} = 0,9$, объемный КПД $\eta_{об} = 0,98$, общий КПД насоса $\eta_n = 0,8$.

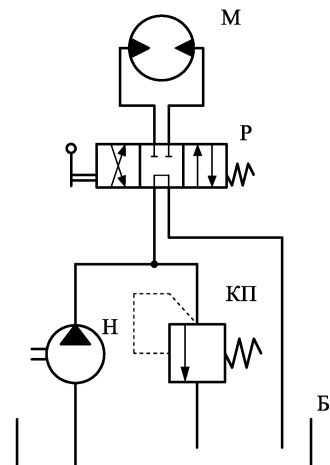


Рис. 4.9 К задаче 4.9

Вариант	1	2	3	4	5
$V_o, \text{см}^3$	50	56	63	71	80
$N, \text{кВт}$	4,4	4,8	5,2	5,6	6
$\Delta Q_{ут}, \text{л/мин}$	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
$\Delta p_n, \text{МПа}$	0,1	0,11	0,12	0,13	0,14
$\Delta p_{сл}, \text{МПа}$	0,5	0,19	0,48	0,47	0,46

Задача 4.10.

Рабочий объем гидромотора (рис. 4.10) можно изменять от $V_{o1} = \underline{\hspace{1cm}}$ см³ до $V_{o2} = \underline{\hspace{1cm}}$ см³. Насос развивает постоянную подачу $Q_H = \underline{\hspace{1cm}}$ л/мин. Объемный КПД гидромотора $\eta_{об} = 0,98$, утечка масла в гидроаппаратуре $\Delta Q_{ут} = \underline{\hspace{1cm}}$ см³/мин.

Определить пределы угловых скоростей выходного вала гидромотора.

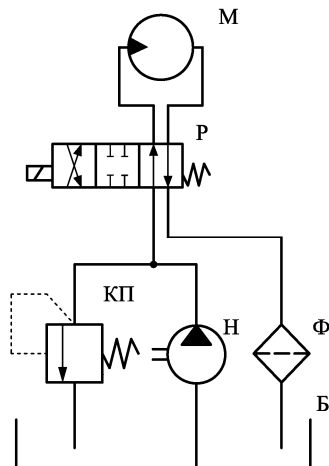


Рис. 4.10 К задаче 4.10

Вариант	1	2	3	4	5
$V_{o1}, \text{см}^3$	20	22,4	25	28	32
$V_{o2}, \text{см}^3$	100	112	125	140	160
$Q_H, \text{л/мин}$	40	50	63	80	100
$\Delta Q_{ут}, \text{см}^3/\text{мин}$	200	300	400	500	600

Задача № 5.1.

Чему будет равен расход масла ($\rho = 900 \text{ кг/м}^3$, $\nu = 20 \text{ мм}^2/\text{с}$) через предохранительный клапан, если диаметр клапана $d = 25 \text{ мм}$, угол при вершине конуса $\beta = 45^\circ$, предварительное поджатие пружины $x_0 = \underline{\hspace{1cm}}$ мм, жесткость пружины $c = \underline{\hspace{1cm}}$ Н/мм, коэффициент расхода клапана $\mu = 0,60$, перепад давления $\Delta p = p_1 - p_2 = \underline{\hspace{1cm}}$ МПа.

Как необходимо изменить диаметр клапана, чтобы при том же его относительном открытии

$\left(\frac{h}{d} = \frac{h_1}{d_1} \right)$ он пропускает расход масла

($\nu_1 = 0,11 \text{ см}^2/\text{с}$) $Q_1 = \underline{\hspace{1cm}}$ л/с?

Считать, что для обоих клапанов соблюдается условие подобия $Re = Re_1 = \text{const}$.

Силами трения и динамического давления пренебречь.

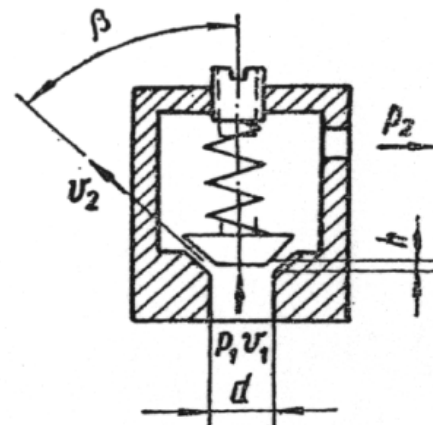


Рис. 5.1 к задаче 5.1

Вариант	1	2	3	4	5
$x_0, \text{мм}$	9	8,5	8	7,5	7
$c, \text{Н/мм}$	350	345	340	335	330
$\Delta p, \text{МПа}$	6,7	6,5	6,3	6,1	5,9
$Q_1, \text{л/с}$	0,7	1	1,4	1,6	1,9

Задача 5.2

Посредством пневмоцилиндра одностороннего действия происходит перемещение груза массой $m = \underline{\hspace{1cm}}$ кг, а полезная нагрузка при выполнении данной операции $F_{\text{пол}} = \underline{\hspace{1cm}}$ Н. Давление питания пневмосети $p_{\text{изб}} = \underline{\hspace{1cm}}$ бар, коэффициент трения скольжения груза по направляющим $\mu = \underline{\hspace{1cm}}$, угол $\alpha = \underline{\hspace{1cm}}^\circ$.

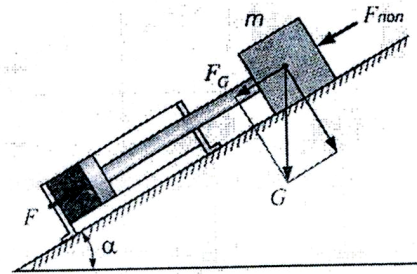


Рис.5.2 К задаче 5.2

Требуется подобрать подходящий диаметр поршня цилиндра, если коэффициент, учитывающий наличие сил трения в цилиндре $K_1 = 0,8$, а коэффициент запаса по усилию $K_2 = 0,6$.

Вариант	1	2	3	4	5
m , кг	105	110	115	120	125
$F_{\text{пол}}$, Н	215	220	225	230	235
$p_{\text{изб}}$, бар	6	5,8	5,6	5,4	5,2
μ	0,3	0,33	0,36	0,4	0,43
α	30	35	40	45	45

Задача № 5.3

В лабораторных условиях на воде исследуется пропускная способность модели диафрагмы, предназначенной для измерения расхода масла, ($\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$, $\nu = 1 \text{ мм}^2/\text{с}$). Диаметр трубы на модели D , диаметр отверстия диафрагмы d , масштаб моделирования ($D/D_1 = \dots$).

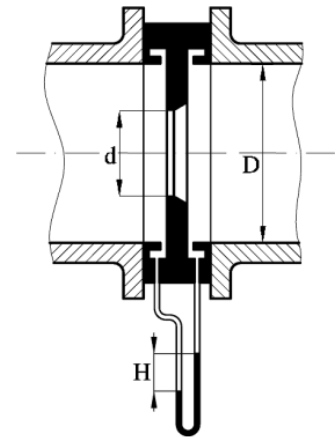


Рис. 5.3 К задаче 5.3

Соблюдая условие подобия ($Re = Re_1$), определить каким должен быть расход воды в модели Q , если расход масла в натуре ($\rho = 890 \text{ кг/м}^3$, $\nu_1 = 10 \text{ мм}^2/\text{с}$) $Q_1 = \underline{\hspace{1cm}}$ л/с? Какими будут потери давления на диафрагме в натуре, если показания ртутного дифманометра на модели $H = \underline{\hspace{1cm}}$ мм? Плотность ртути $\rho = 13600 \text{ кг/м}^3$.

Варианты	1	2	3	4	5
Масштаб моделирования D/D_1	1:6	1:5	1:4	1:6	1:5
Q_1 , л/с	45	60	45	55	50
H , мм	280	300	280	290	285

Задача 5.4.

Пневмоцилиндр с диаметром поршня $D = \underline{\hspace{1cm}}$ мм должен совершать рабочий ход длиной $L = \underline{\hspace{1cm}}$ мм за время $t = \underline{\hspace{1cm}}$ с. Подобрать пневматический распределитель для управления цилиндром при условии, что манометрическое давление $p_m = \underline{\hspace{1cm}}$ бар, а абсолютное давление $p_2 = \underline{\hspace{1cm}}$ бар

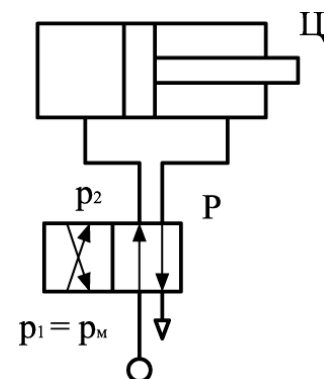


Рис. 5.4. К задаче 5.4

Вариант	1	2	3	4	5
D , мм	30	25	35	40	50
L , мм	180	180	180	180	180
t , с	0,35	0,35	0,4	0,45	0,5
p_M , бар	6	6	5	5	5
p_2 , бар	6,5	7	6	5,5	5,5

Задача № 5.5.

В лабораторных условиях на воде ($\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$, $\nu = 1 \text{ мм}^2/\text{с}$) исследуется пропускная способность расходомера с сужающим устройством, для измерения расхода масла. Диаметр большого сечения на модели D_1 , диаметр малого сечения d_1 , масштаб моделирования ($D_1/D_2 = \dots$).

Каким должен быть расход воды в модели Q_1 для соблюдается условие подобия ($Re_1 = Re_2$), если расход масла ($\rho_2 = 890 \text{ кг/м}^3$, $\nu_2 = 10 \text{ мм}^2/\text{с}$) $Q_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ л/с? Какими будут потери давления на сужающем устройстве в натуре, если показания манометров на модели $MH1$ $\underline{\hspace{2cm}}$ кПа, $MH2$ $\underline{\hspace{2cm}}$ кПа?

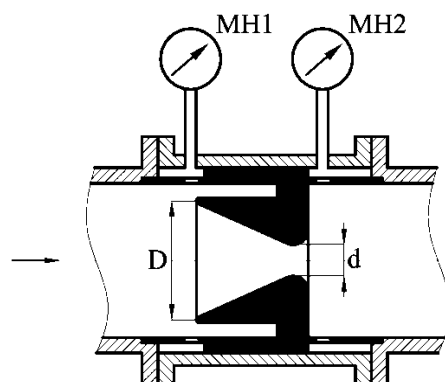


Рис. 5.5. К задаче 5.5

Варианты	1	2	3	4	5
Масштаб моделирования D/D_1	1:6	1:5	1:4	1:6	1:5
Q_1 , л/с	45	60	45	55	50
$MH1$, кПа	70,72	67,19	65,05	66,1	71,45
$MH2$, кПа	36,11	30,11	30,44	30,25	36,25

Задача 5.6.

Посредством пневмоцилиндра двустороннего действия задняя бабка токарного станка перемещается. Масса бабки вместе с инструментом составляет $m = \underline{\hspace{2cm}}$ кг, а полезная нагрузка (усилия резания) при выполнении рабочей операции $F_{\text{пол}} = \underline{\hspace{2cm}}$ Н. Давление питания пневмосети $p_{\text{изб}} = \underline{\hspace{2cm}}$ бар, коэффициент трения скольжения бабки по направляющим $\mu = \underline{\hspace{2cm}}$. Требуется подобрать подходящий диаметр поршня цилиндра.

Коэффициент, учитывающий наличие сил трения в цилиндре $K_1 = 0,8$, а коэффициент запаса по усилию $K_2 = 0,6$.

Вариант	1	2	3	4	5
m , кг	120	121	122	123	124
$F_{\text{пол}}$, Н	210	220	230	240	250
$p_{\text{изб}}$, бар	6	5,7	5,5	5,3	5
μ	0,3	0,35	0,4	0,3	0,35

Задача № 5.7.

Проводятся испытания на воде модели задвижки в трубе квадратного сечения ($a_1 \times a_1 = 90 \times 90$ мм). При открытии задвижки на величину h_1 , показания манометров p_1 ___ кПа и p_2 ___ кПа и расход $Q_1 =$ ___ л/с, а сила действия потока на задвижку $R_1 =$ ___ Н.

Чему будут равны перепад давления и сила действия потока на задвижку в натуре при расходе $Q_2 =$ ___ м³/с при том же относительном открытии, если размер поперечного сечения трубы в натуре $a_2 = 1,0$ м. Считать, что испытания выполнены в зоне турбулентной автомодельности.

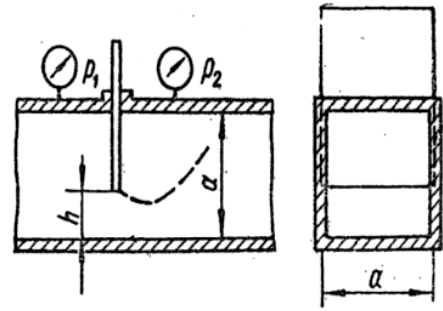


Рис. 5.6 К задаче 5.7

Варианты	1	2	3	4	5
Q_1 , л/с	5	6	7	8	9
R_1 , кН	45	46	47	48	49
p_1 , кПа	8,2	8,4	8,6	8,8	9,0
p_2 , кПа	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6
Q_2 , л/с	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8

Задача 5.8.

Пневмоцилиндр с диаметрами поршня $D =$ ___ мм и штока $d =$ ___ мм должен совершать рабочий ход длиной $L =$ ___ мм за время $t =$ ___ с. Подобрать пневматический распределитель для управления цилиндром при условии, что манометрическое давление $p_m =$ ___ бар, а абсолютное давление $p_2 =$ ___ бар.

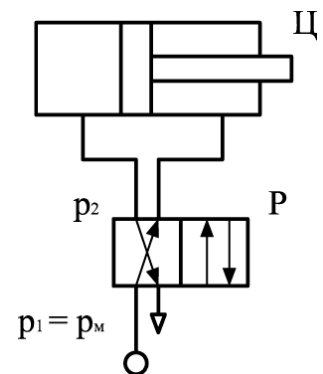


Рис. 5.7. К задаче 5.8

Вариант	1	2	3	4	5
D , мм	30	35	40	50	63
d , мм	10	12	12	16	22
L , мм	160	160	160	160	160
t , с	0,35	0,35	0,4	0,45	0,5
p_m , бар	6	6	5	5	5
p_2 , бар	6,5	7	6	5,5	5,5

Задача № 5.9.

Вода протекает по трубе диаметром $d_1 = \underline{\hspace{1cm}}$ мм со скоростью $v_1 = 50$ см/с. Определить скорость движения воздуха в трубе диаметром $d_2 = \underline{\hspace{1cm}}$ мм из условия, что оба потока подобны. Температура воды $t \underline{\hspace{1cm}}$ °С, воздуха – 50 °С ($\nu = 0,178$ см²/с).

Варианты	1	2	3	4	5
d_1 , мм	40	50	25	30	40
d_2 , мм	160	200	100	120	160
t , °С	30	25	14	10	20

t , °С	$\nu_{\text{воды}}$, см ² /с
10	0,013
14	0,012
20	0,01
25	0,009
30	0,008

Задача № 5.10

Найти отношение кинематической вязкости жидкостей в натуре и модели при одновременном соблюдении вязкостного ($Re_1 = Re_2$) и гравитационного ($Fr_1 = Fr_2$) подобия потоков, если геометрический масштаб моделирования $K_L = \underline{\hspace{1cm}}$.

Вариант	1	2	3	4	5
K_L	60	70	80	90	100