

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого»

Кафедра «Гидропневмоавтоматика»

А. В. Михневич, Н. Н. Михневич

МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ И ГАЗА

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к контрольным работам по одноименному курсу
для студентов специальности 1-36 01 07
«Гидропневмосистемы мобильных
и технологических машин»
заочной формы обучения**

Гомель 2009

УДК 621.89(075.8)
ББК 22.253я73
М69

*Рекомендовано научно-методическим советом
заочного факультета ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 3 от 27.01.2009 г.)*

Рецензент: зав. каф. «Технология машиностроения» ГГТУ им. П. О. Сухого
канд. техн. наук, доц. *М. П. Кульгейко*

Михневич, А. В.

М69 Механика жидкости и газа : метод. указания к контрол. работам по одноим. курсу для студентов специальности 1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин» заоч. формы обучения / А. В. Михневич, Н. Н. Михневич. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2009. – 24 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <http://lib.gstu.local>. – Загл. с титул. экрана.

Включен набор типовых расчетных заданий с вариантами исходных данных по всем основным разделам курса «Механика жидкости и газа».

Для студентов специальности 1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин» заочной формы обучения.

УДК 621.89(075.8)
ББК 22.253я73

© Учреждение образования «Гомельский
государственный технический университет
имени П. О. Сухого», 2009

ВВЕДЕНИЕ

Контрольная работа по курсу “Механика жидкости и газа” выполняется студентами-заочниками специальности 36 01 07 в 8 семестре.

Целью контрольной работы является закрепление студентами теоретических знаний, полученных при изучении данной дисциплины.

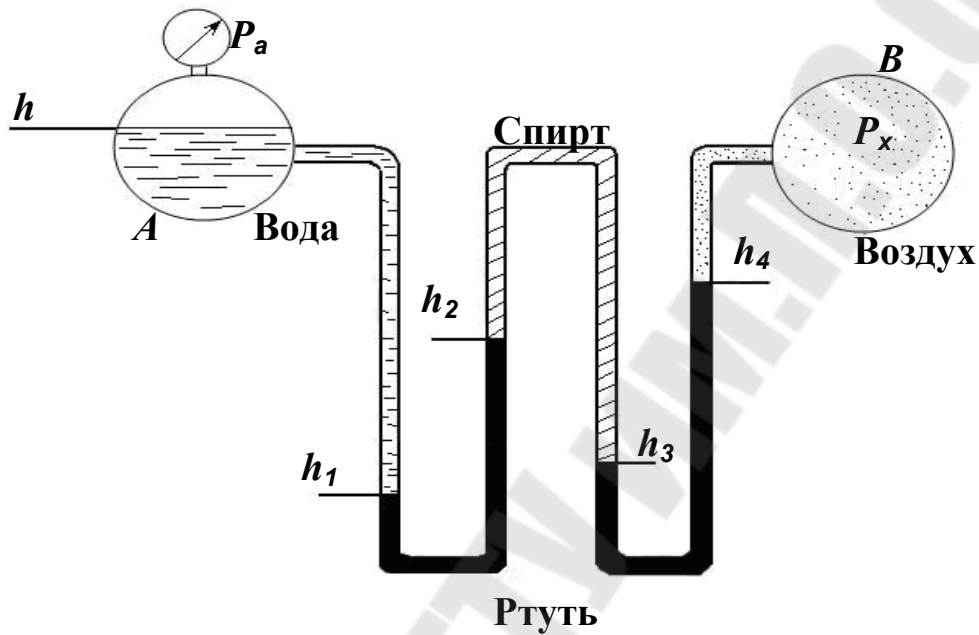
Контрольная работа выполняется по исходным данным, содержащимся в данных Методических указаниях. Индивидуальное задание содержит номер задания (1-22) и номер варианта исходных данных (1-12), представленных в соответствующих таблицах.

Все расчеты в данной контрольной работе производятся в системе СИ.

Контрольная работа предполагает выполнение 3---5 расчетных заданий по указанию преподавателя.

ЗАДАНИЕ 1.

Найти давление воздуха в резервуаре В, если избыточное давление на поверхности воды в резервуаре А равно $P_a = 40 \cdot 10^3 \text{ Н/м}^2$. Уровни жидкостей в резервуаре А и двухколенном дифференциальном манометре расположились на высотах h, h_1, h_2, h_3, h_4 . Пространство между уровнями ртути в манометре заполнено спиртом.



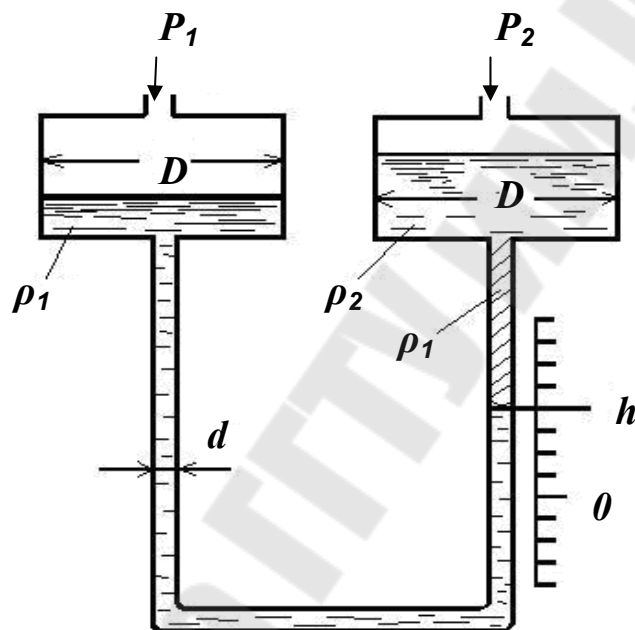
Плотность спирта $\rho_c = 0,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$, плотность ртути $\rho_p = 13 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$, $h = 1 \text{ м}$, $h_1 = 0,2 \text{ м}$

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$h_2, \text{ м}$	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7
$h_3, \text{ м}$	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2
$h_4, \text{ м}$	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9

ЗАДАНИЕ 2.

Двухжидкостный микроманометр состоит из U-образной трубки диаметром d , соединяющей чашки диаметром D . Прибор заполнен несмешивающимися жидкостями с плотностями $\rho_1 = 870 \text{ кг/м}^3$, $\rho_2 = 830 \text{ кг/м}^3$. Прибор измеряет разность давлений $\Delta P = P_1 - P_2$ по смещению мениска раздела жидкостей h от его начального положения, отвечающего $\Delta P = 0$.

1. Определить ΔP при заданном значении h .
2. Указать, во сколько раз уменьшатся показания прибора при данном ΔP , если в приборе будут отсутствовать чашки.

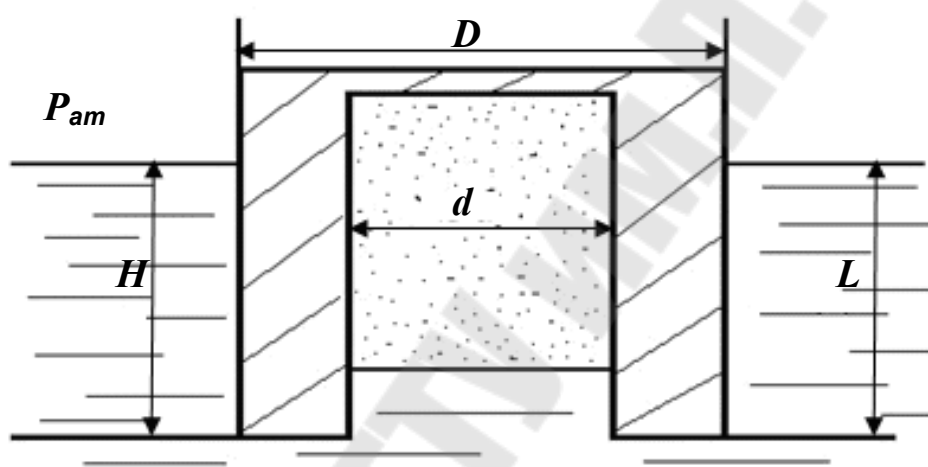


Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
D , мм	60	60	80	80	100	100	120	120	140	140	160	160
d , мм	5	6	5	6	5	6	5	6	5	6	5	6
h , см	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75

ЗАДАНИЕ 3.

Определить вес толстостенного колокола размерами D, d и L , если он плавает в воде при погружении H . Перед погружением давление воздуха было равно атмосферному: $98,1 \cdot 10^3 \text{ Н/м}^2$

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$D, \text{ мм}$	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6
$d, \text{ мм}$	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3
$L, \text{ м}$	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2
$H, \text{ м}$	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8

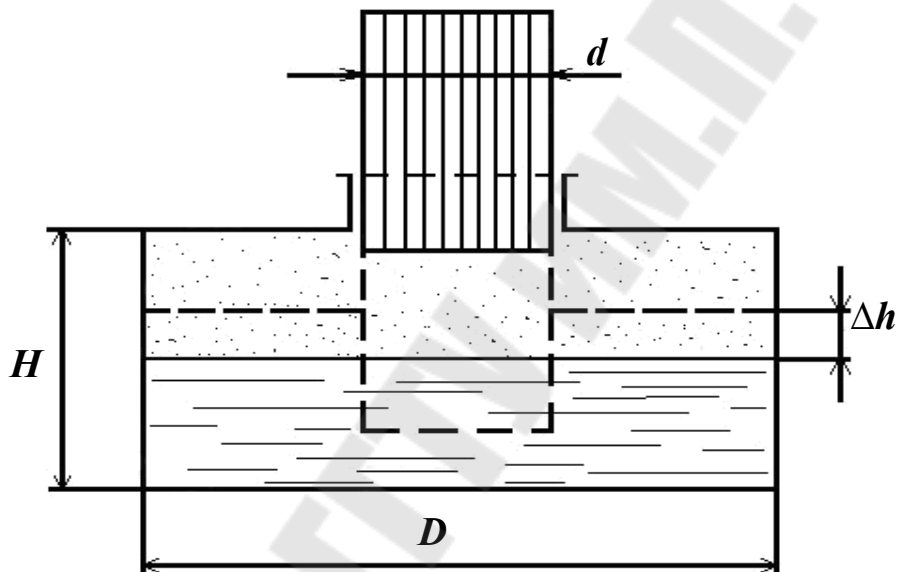


Процесс сжатия воздуха при погружении считать изотермическим:
 $PV = P_0V_0$.

ЗАДАНИЕ 4.

Цилиндрический сосуд диаметром $D=1$ м и высотой $H=2,4$ м заполнен водой до середины высоты, а давление воздуха в нем равно атмосферному: $98,1 \cdot 10^3$ Н/м². Как изменится положение уровня воды в сосуде и давление воздуха в нем после опускания в сосуд плунжера, диаметр которого d , а масса m ? Процесс сжатия воздуха, замкнутого в сосуде считать изотермическим: $PV=P_0V_0$.

Трением плунжера в герметической направляющей втулке пренебречь.



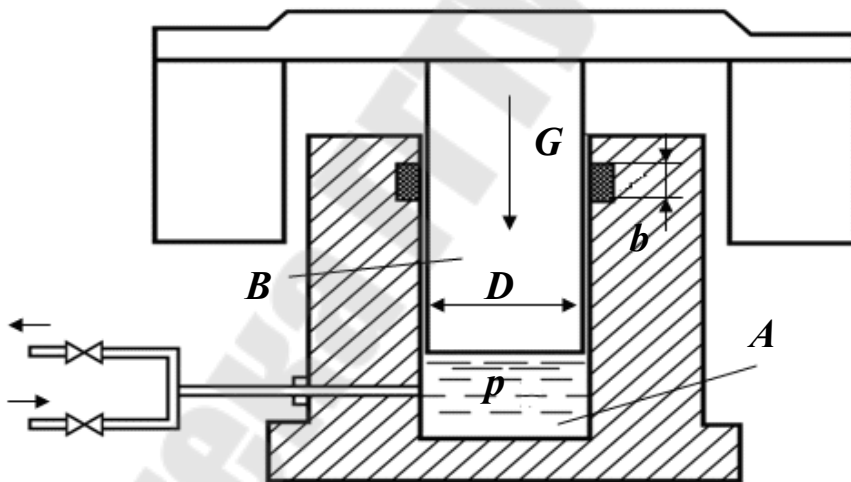
Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
d , мм	30	30	35	35	40	40	45	45	50	50	55	55
m , кг	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800

ЗАДАНИЕ 5.

При зарядке гидравлического аккумулятора насос подает воду в цилиндр А, поднимая плунжер В вместе с грузом вверх. При разрядке аккумулятора плунжер, скользя вниз, выдавливает своим весом воду из цилиндра в гидравлические pressesы.

Определить:

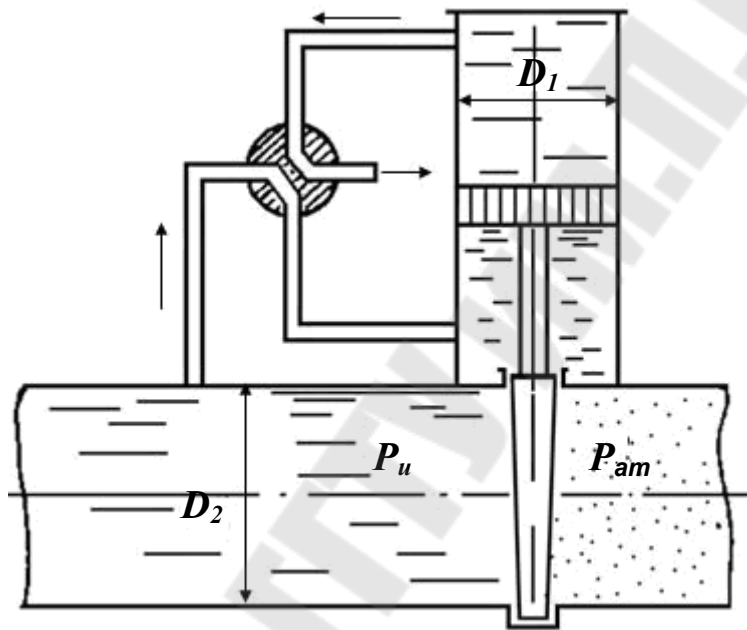
1. Давление воды при зарядке (развиваемое насосом) и при разрядке (получаемое прессами) аккумулятора, если вес плунжера вместе с грузом G , а диаметр плунжера D .
2. Работу, затраченную на зарядку аккумулятора и работу, совершаемую аккумулятором при разрядке, если полная высота подъема плунжера $H=2$ м.
3. Коэффициент полезного действия аккумулятора. Плунжер уплотнен манжетой, высота которой $b = 60$ мм, а коэффициент трения о плунжер $f=0,1$. Давление p воды в цилиндре аккумулятора считать одинаковым во всех точках. Силу трения T манжеты о плунжер подсчитать как произведение прижимающей силы на коэффициент трения: $T=\pi D b f$.



Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
G , кН	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1200	1400	1600
D , м	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,9

ЗАДАНИЕ 6.

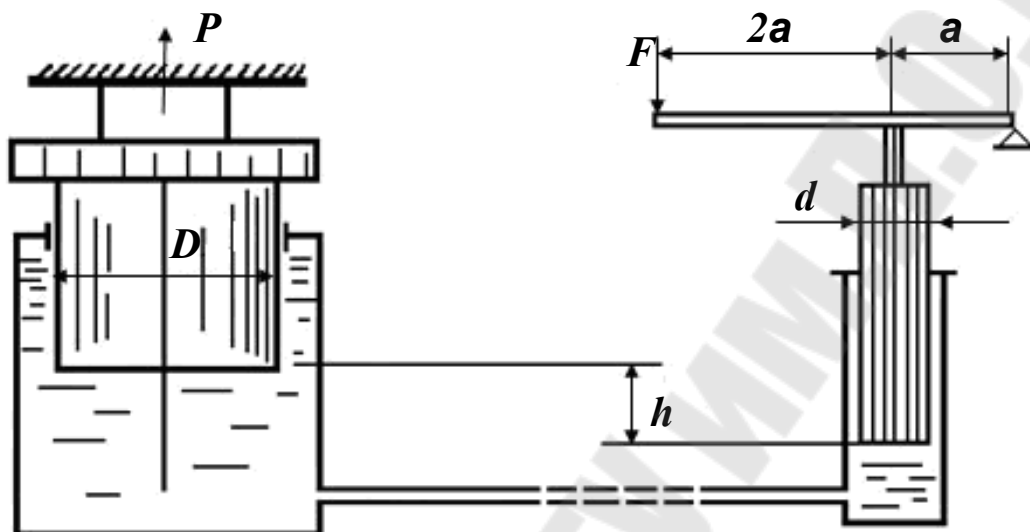
Определить диаметр D_1 гидравлического цилиндра, необходимый для подъема задвижки, установленной на трубопроводе, в котором избыточное давление жидкости P_u . Диаметр трубопровода D_2 . Вес подвижных частей устройства G . Коэффициент трения при движении подвижных частей $f=0,3$. Силу трения в цилиндре считать равной 5% от веса подвижных частей. Давление за задвижкой равно атмосферному.



Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P_u , МПа	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8
G , кН	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9
D_2 , м	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5

ЗАДАНИЕ 7

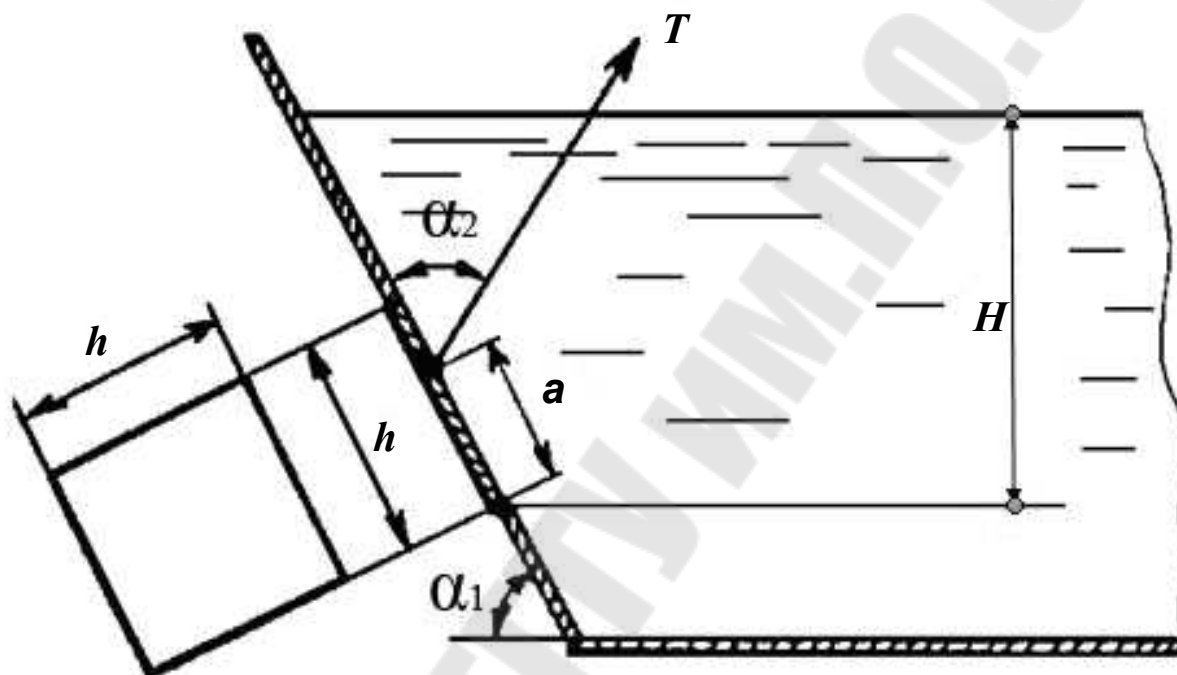
Вычислить силу опрессовки детали P при заданном усилии F на конце рычага. Известны: масса малого поршня $m=0,3$ кг, масса большого – $M = 8$ кг; $a= 0,2$ м; $D=5 \cdot d$; $h=0,5$ м. Плотность рабочей жидкости $\rho=900$ кг/м³.



Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$P, Н$	200	250	300	400	500	600	700	800	700	600	500	400
$d, мм$	20	22	25	32	36	40	30	40	25	22	20	40

ЗАДАНИЕ 8.

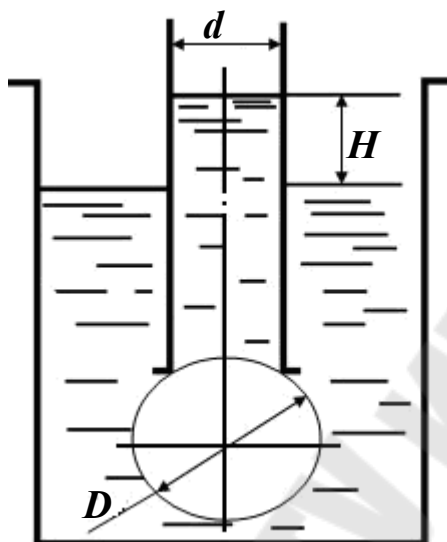
Определить необходимое натяжение каната T и силу реакции R_0 на оси поворота O щита, закрывающего квадратное отверстие в плоской стенке. В резервуаре находится вода. $\alpha_1 = 50^\circ$, $\alpha_2 = 60^\circ$.



Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
H , м	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
h , м	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7
a , м	1,4	1,6	2	2,4	3	2,5	3	3,5	5	4	5	6

ЗАДАНИЕ 9.

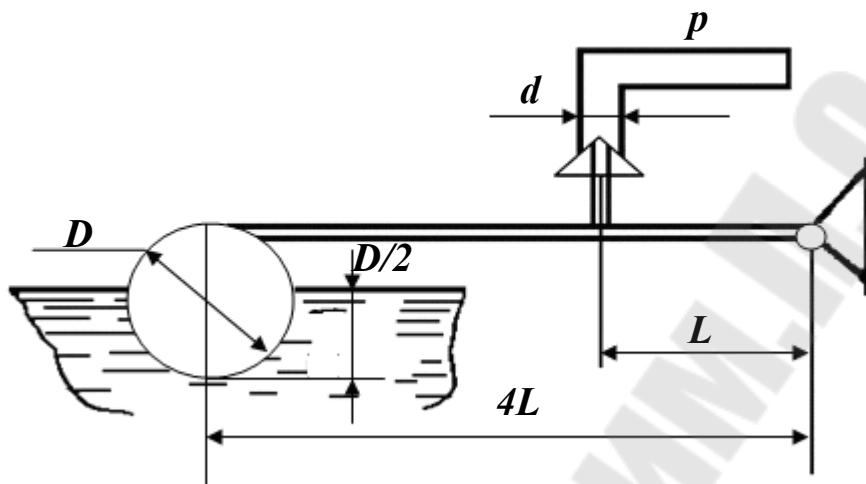
Погруженный в воду полый шаровой клапан диаметром D и массой m закрывает выходное отверстие внутренней трубы диаметром $d = 2/3 \cdot D$. При какой разности уровней H клапан начнет пропускать воду из внутренней трубы в резервуар?



Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
D , см	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
m , кг	0,06	0,1	0,15	0,25	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0	2,7	3,6

ЗАДАНИЕ 10.

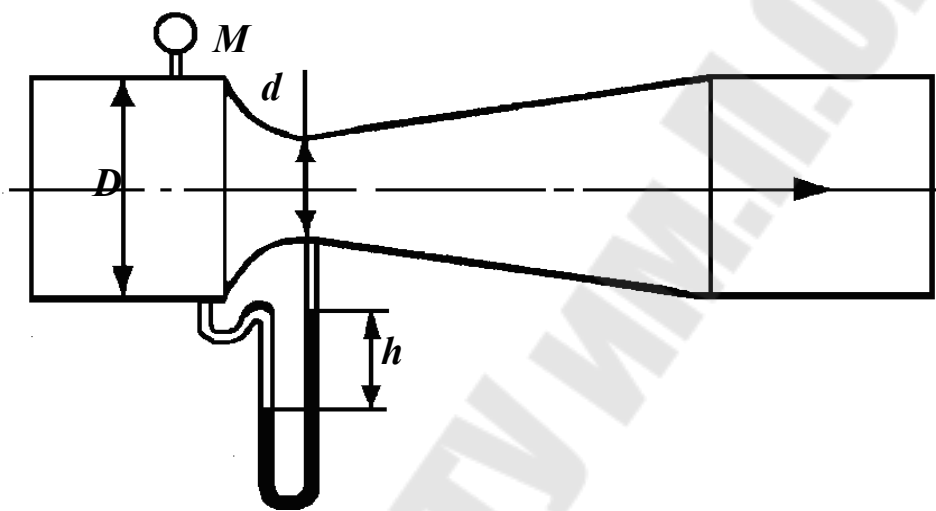
Наполнение бака контролируется поплавковым устройством. Определить диаметр шара-поплавка, при котором будет обеспечено закрытие подводящей трубы с избыточным давлением воды p . Шар изготовлен из листовой латуни толщиной $\delta=0,5$ мм; плотность латуни 8400 кг/м^3 . Масса рычага $m_p = 60$ г; масса запорной иглы $m_{\text{и}}=30$ г.



Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
p , кПа	500	300	200	600	800	250	350	450	550	150	100	500
d , мм	5	6	8	4	3	5	4	6	3	10	5	8
H , м	0,3	0,35	0,4	0,5	0,6	0,7	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2

ЗАДАНИЕ 11.

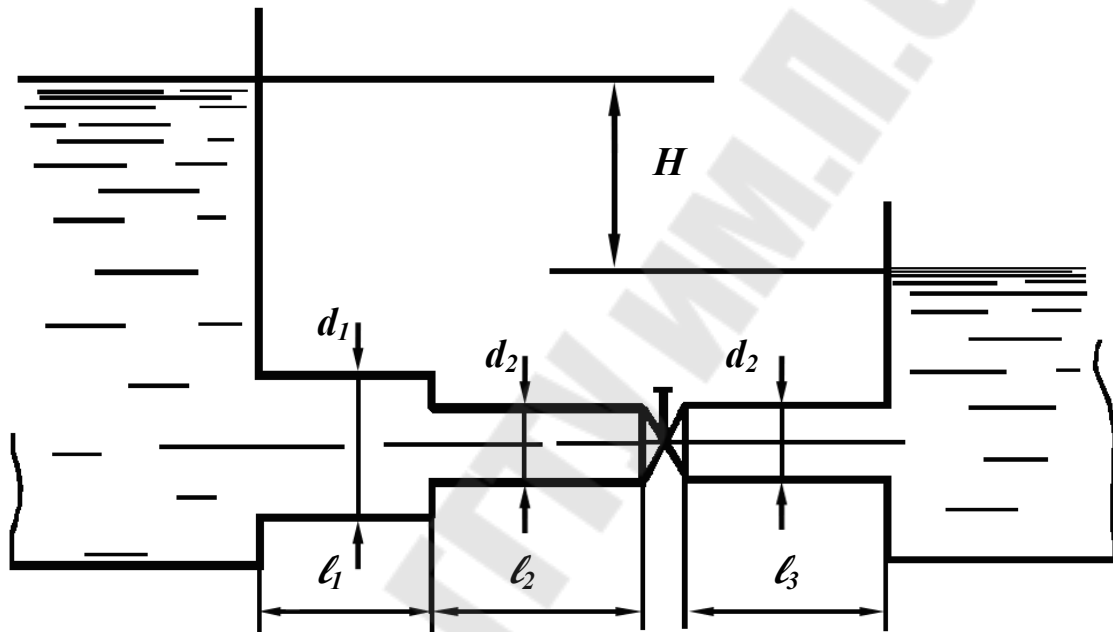
Определить объемный и массовый расход воздуха в трубе Вентури с диаметрами D и d , если показания манометра перед расходомером M (избыточное); температура воздуха $t = 20^\circ\text{C}$; показания дифференциального водяного манометра, измеряющего перепад давлений в сечениях потока перед расходомером и в его горловине равно h . Коэффициент расхода трубы Вентури $\mu = 0,9$. Атмосферное давление - $0,1$ МПа. $R = 287$ Дж/кг град.



Вариант	1	2	5	4	5	6	7	8	9	10	11	12
D , см	4	5	6	7	8	9	4	5	6	7	8	9
d , см	2	2,5	3	3,5	4	4,5	2	2,0	3	3,5	4	4,5
h , см	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
M , МПа	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7

ЗАДАНИЕ 12.

Вода перетекает из левого бака в правый по трубопроводу переменного сечения, на котором установлен вентиль, коэффициент сопротивления которого $\zeta = 4$. Диаметры участков трубопровода d_1 и d_2 . Длины $l_1 = 80$ см, $l_2 = 100$ см, $l_3 = 200$ см. Определить расход воды в трубопроводе при располагаемом напоре H . Коэффициенты сопротивления трения по длине принять одинаковыми для всех участков и равными $\lambda = 0,04$. Построить пьезометрическую и напорную линии.



Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$H, \text{ м}$	4	5	6	7	8	9	4	5	6	7	8	9
$d_1, \text{ см}$	10	10	10	12	12	12	14	14	14	16	16	16
$d_2, \text{ см}$	6	7	8	7	8	9	8	9	10	9	10	12

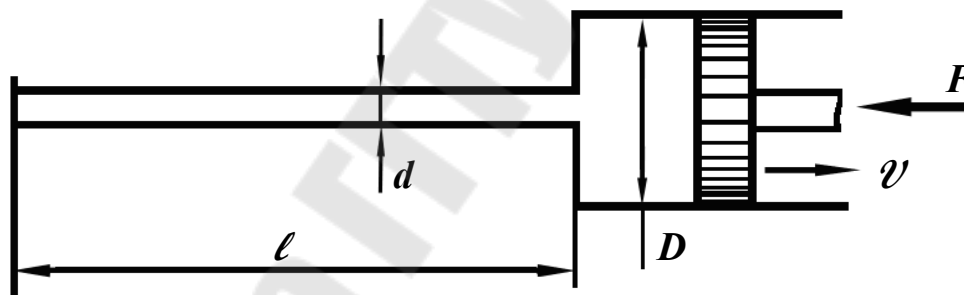
ЗАДАНИЕ 13.

По горизонтальному трубопроводу длиной L перекачивается нефть (плотность $\rho = 800 \text{ кг/м}^3$, вязкость $\nu = 0,2 \text{ Ст}$). Массовый расход M . Падение давления в трубопроводе не должно превышать $\Delta P = 2 \text{ МПа}$. Шероховатость трубопровода $\Delta = 0,1 \text{ мм}$. Определить диаметр трубы.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$L, \text{ км}$	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	35
$M, \text{ т/час}$	300	280	260	240	220	200	180	160	140	120	100	100

ЗАДАНИЕ 14.

Какое давление необходимо создать в начале маслопровода (резиновый шланг, $\ell = 300d$), чтобы обеспечить перемещение поршня в гидроцилиндре со скоростью v ? Диаметр цилиндра $D = 40 \text{ мм}$; внешнее усилие $F = 2 \text{ кН}$; коэффициент вязкости масла 20 сСт .

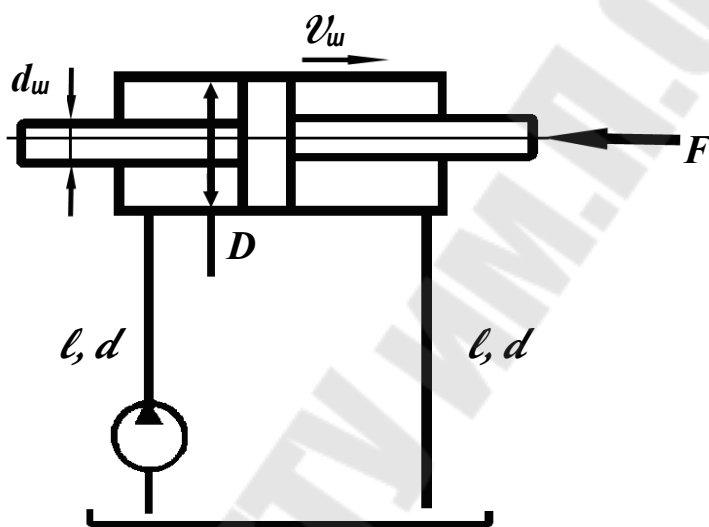


Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$v, \text{ мм/с}$	10	20	8	14	18	4	12	16	6	24	30	26
$d, \text{ мм}$	3	4	4	5	5	3	4	5	5	4	5	3

ЗАДАНИЕ 15.

Определить подачу насоса и давление в его выходном сечении при заданной силовой нагрузке гидроцилиндра τ и скорости штока $v_{ш}=0,15\text{ м/с}$. Какую мощность насос передает маслу, если коэффициент сопротивления всасывающего патрубка $\zeta_{вс}=1,2$.

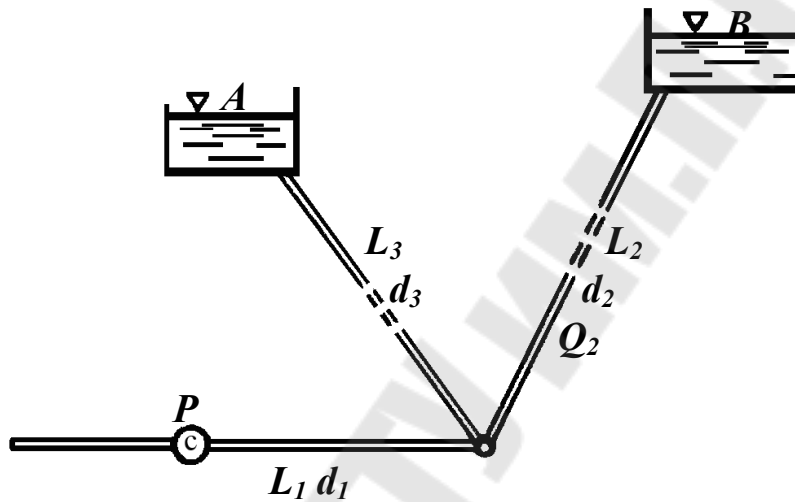
Коэффициент вязкости масла 10 сСт. Диаметр соединительных трубок $d=1,4\text{ см}$; их длина $\ell=10\text{ м}$; диаметр штока $d_{ш}=0,3 D$; D – диаметр поршня.



Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
F , кН	15	6	10	4	5	8	10	12	17	20	24	28
D , мм	60	50	40	32	25	36	45	55	70	80	100	120

ЗАДАНИЕ 16.

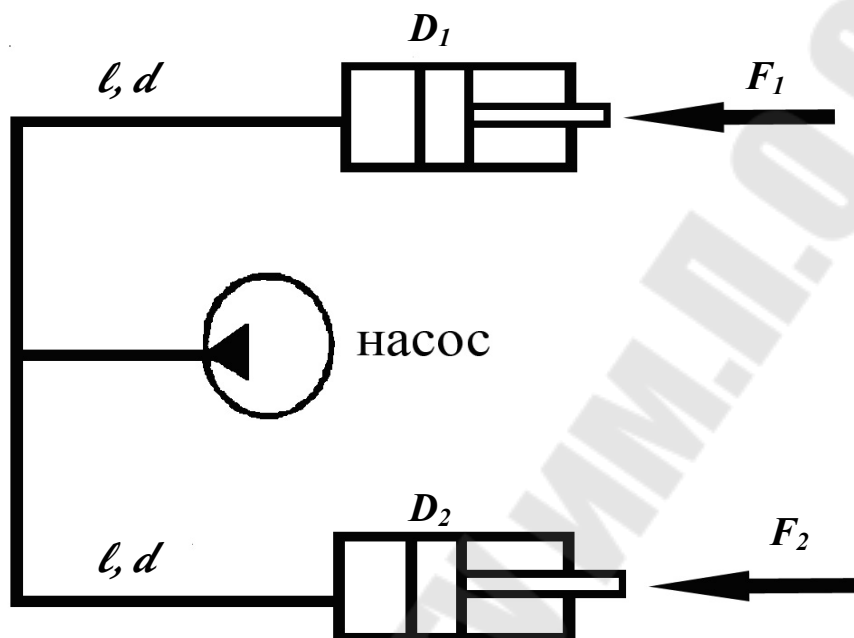
Вода поступает из напорной магистрали по трубам заданных размеров: L_1, L_2, L_3 ; $d_1=20$ см; $d_2=10$ см; $d_3=8$ см; (абсолютные шероховатости труб 0,1 мм) – в два резервуара, уровни в которых расположены на отметках $A = 10$ м и $B = 5$ м выше уровня коллектора C . Определить, при каком давлении P в коллекторе в верхний резервуар будет поступать расход $Q_2 = 10$ л/с. Температура воды t °С.



Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$L_1, \text{м}$	100	150	200	100	150	200	100	150	200	100	150	200
$L_2, \text{м}$	200	250	300	250	300	350	300	350	400	300	400	350
$L_3, \text{м}$	150	200	250	300	350	400	500	200	250	300	350	400
t °С	15	20	25	30	35	10	35	30	25	20	15	10

ЗАДАНИЕ 17.

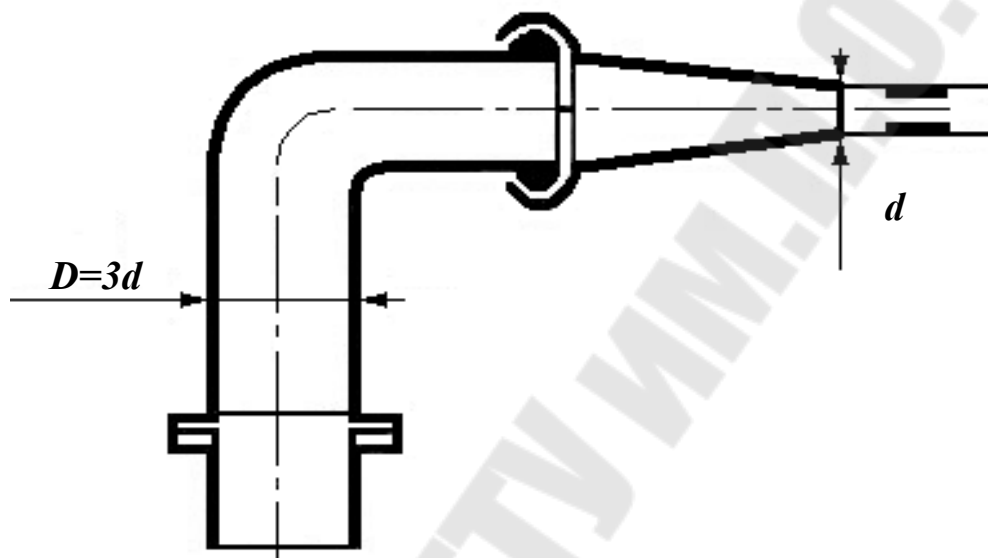
Один насос ($Q = 2$ л/с) питает два гидродвигателя с различной силовой нагрузкой. Поршни двигателей имеют разные диаметры. Найти скорости движения поршней, если система залита маслом с вязкостью $\nu = 10$ сСт. $\ell = 12$ м; $d = 14$ мм; $F_1 = 4$ кН; $D_1 = 50$ мм.



Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
F_2 , кН	1,5	2	10	4	2	15	8	3	1	20	5	7
D_2 , мм	40	60	40	75	45	70	45	70	36	60	40	60

ЗАДАНИЕ 18.

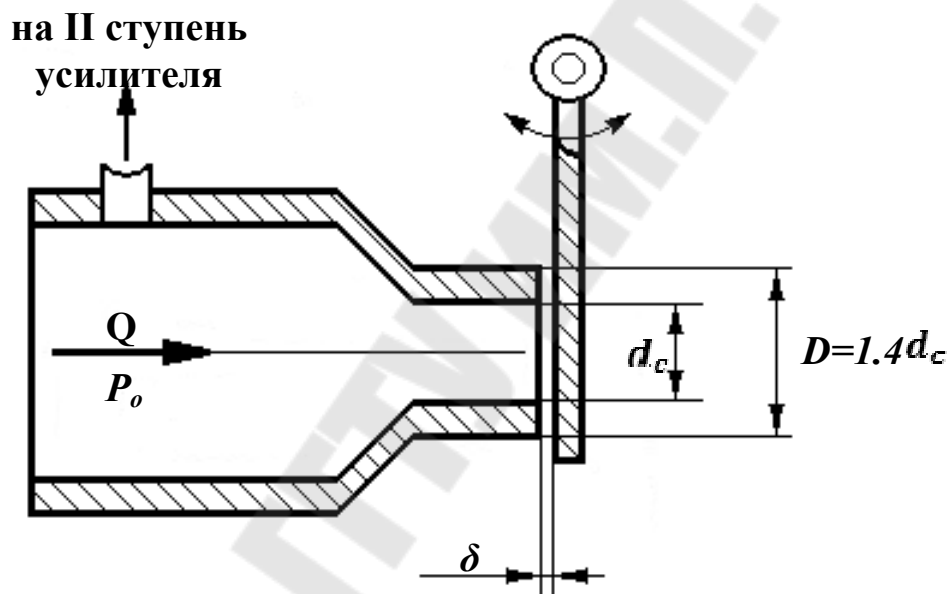
Определить силу реактивного давления струи воды, вытекающей из гидромонитора со скоростью V . Какая сила давления при этом действует на колено.



Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
d , мм	20	16	18	22	24	17	19	21	23	25	28	30
V , м/с	50	60	70	35	45	55	80	65	30	40	50	60

ЗАДАНИЕ 19.

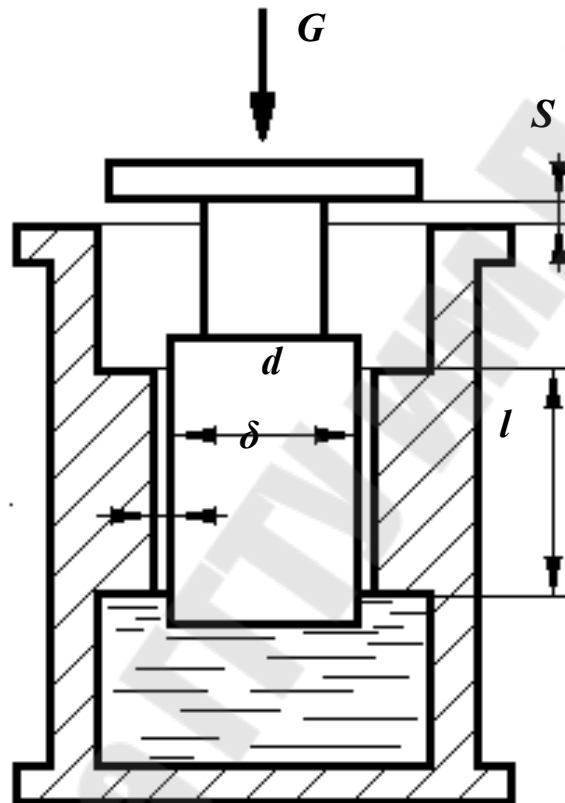
В системах гидроавтоматики широко используется усилитель типа "сопло-заслонка", с помощью которого при очень малых изменениях зазора δ можно получить значительные изменения давления P_o перед соплом. Построить характеристику усилителя $P_o(\delta)$ в диапазоне $0,05 \leq \delta/d_c \leq 0,02$, при неизменном расходе, полагая, что рабочая жидкость ($\nu = 10$ сСт) безотрывно вытекает через зазор между торцом сопла и заслонкой. Выяснить, как при этом изменяется сила давления на заслонку.



Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$d_c, \text{ мм}$	2	1,8	1,6	1,4	1,2	1	2,2	2,4	2,6	2,8	3	3,2
$Q, \text{ см}^3/\text{с}$	80	60	50	30	25	20	100	120	140	170	200	250

ЗАДАНИЕ 20.

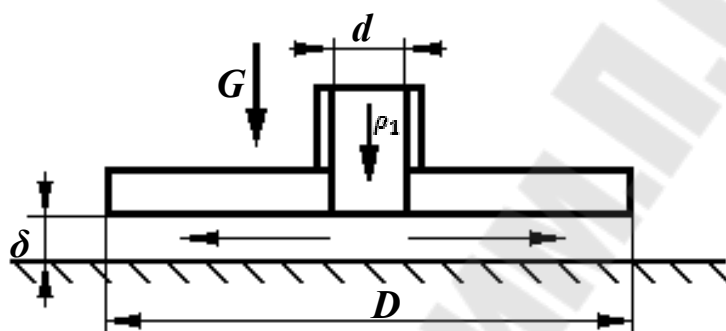
Плунжер прессы, опускаясь под действием постоянной силы G выдавливает масло через зазор, равный $\delta = 0,1$ мм, из цилиндра в атмосферу. Считая, что плунжер и цилиндр расположены соосно, определить время посадки плунжера при ее начальном расстоянии от седла S . Длина щели $l = 7$ см; диаметр плунжера $d = 2$ см; динамическая вязкость масла $\mu = 0,6$ пз.



Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$G, Н$	40	50	60	70	80	90	100	30	110	120	140	180
$S, см$	10	12	14	18	20	16	15	20	22	26	28	30

ЗАДАНИЕ 21.

В торцовый зазор между поверхностью диска диаметром $D = 10$ см и плоскостью по центральной трубе диаметром $d = 1$ см подается масло под избыточным давлением $p_1 = 300$ кПа, Динамическая вязкость масла μ . Определить величину торцового зазора δ , если расход масла через зазор Q (скоростными напорами и потерями хода в зазор пренебречь). Определить также осевую нагрузку G , воспринимаемую диском.

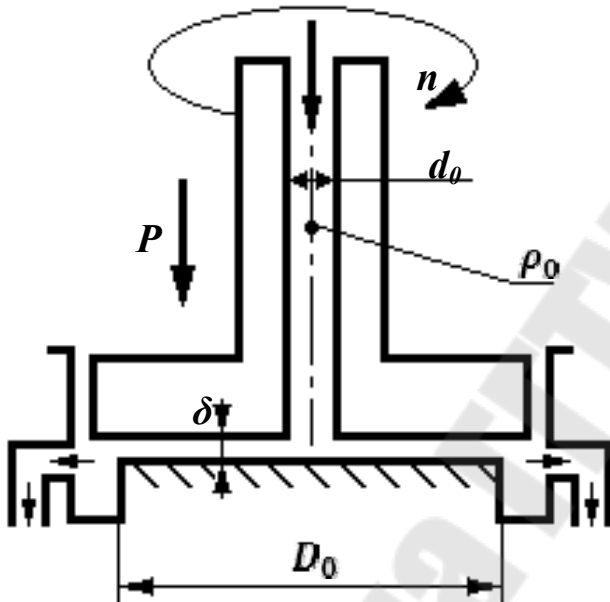


Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Q , см ³ /с	1	1,5	2	2,5	3	4	5	6	7	8	10	15
μ , Пз	2	1,5	1	0,8	1	0,7	0,6	2	2,5	0,9	1,2	2,8

ЗАДАНИЕ 22.

Гидравлическая пята, частота вращения которой равна $n = 600$ об/мин, должна воспринимать осевую нагрузку, равную P . Определить:

1. Избыточное давление ρ_0 , которое необходимо создать в центральном подводящем канале диаметром $d_0 = 12$ мм, если наружный диаметр пяты $D_0 = 45$ мм.
2. Чему равен расход жидкости через торцовый зазор пяты, если величина зазора $\delta = 0,2$ мм, динамическая вязкость масла равна μ и его плотность $\rho = 920$ кг/м³



Указание. При определении давлений, создаваемых полем центробежных сил, принять угловую скорость вращения жидкости равной половине угловой скорости вращения диска пяты.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$P, Н$	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	900
$\mu, нз$	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,2	0,7	0,8	0,9	1	1,2	1,4

Михневич Анатолий Васильевич
Михневич Наталья Николаевна

МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ И ГАЗА

Методические указания
к контрольным работам по одноименному курсу
для студентов специальности 1-36 01 07
«Гидропневмосистемы мобильных
и технологических машин»
заочной формы обучения

Подписано в печать 30.11.09.

Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».

Ризография. Усл. печ. л. 1,63. Уч.-изд. л. 1,2.

Изд. № 187.

E-mail: ic@gstu.gomel.by

<http://www.gstu.gomel.by>

Отпечатано на цифровом дуплекаторе
с макета оригинала авторского для внутреннего использования.

Учреждение образования «Гомельский государственный
технический университет имени П. О. Сухого».

246746, г. Гомель, пр. Октября, 48.