

Истечение жидкости через дроссели и клапаны (задачи 7, 8)

При истечении жидкости происходит преобразование потенциальной энергии жидкости в кинетическую. Скорость истечения подсчитывается из уравнения

$$V = \varphi \sqrt{2gH}, \quad (13)$$

где H - расчетный напор, в общем случае подсчитывается по формуле

$$H = Z_2 - Z_1 + \frac{P_2 - P_1}{\rho g}, \quad (14)$$

φ - коэффициент скорости, определяемый как

$$\varphi = \frac{1}{\sqrt{\alpha + \xi}}, \quad (15)$$

где α - коэффициент Кориолиса. ξ - коэффициент местного сопротивления.

Расход жидкости через отверстия и насадки равен

$$Q = S_0 V = \varepsilon S_0 \varphi \sqrt{2gH} = \mu S_0 \sqrt{2gH}, \quad (16)$$

где $\varepsilon = \frac{S_e}{S_0}$ - коэффициент сжатия струи, подсчитываемый как отношение площади сечения струи S_e к площади отверстия S_0 ;

$\mu = \varepsilon \varphi$ - коэффициент расхода.

Вместо расчетного напора H можно использовать расчетный перепад давления $\Delta p = \rho gh$, тогда (16) преобразуется в

$$Q = \mu S_0 \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho}}. \quad (17)$$

Отверстием в тонкой стенке называется отверстие, диаметр которого больше толщины стенки. В приближенных расчетах для отверстия в тонкой стенке принимают: $\varepsilon = 0,64$; $\mu = 0,97$; $\mu = 0,62$.

Внешний цилиндрический насадок представляет собой короткую трубу, приставленную к отверстию снаружи. В приближенных расчетах для внешнего цилиндрического насадка принимают $\mu = \varphi = 0,82$, $\varepsilon = 1$.

Сопло, или коноидальный насадок, обеспечивает плавное, безотрывное сужение потока внутри насадки и параллельно-струйное течение на выходе. Для сопла в расчетах принимают: $\mu = \varphi = 0,92$.

Выражения (16), (17) следует применять в задачах на истечение жидкости через отверстие, насадок или дроссель (жиклер), в которых задан коэффициент расхода μ . При этом следует помнить, что расчетный напор в общем случае складывается из разностей геометрических и пьезометрических высот (14). Коэффициент расхода μ можно определить как произведение коэффициентов сжатия струи ε и скорости φ .

Пример. Определить расход воды из резервуара, в котором поддерживается постоянный напор $H = 4,2$ м. Из бака вода выливается через цилиндрический насадок диаметром $d = 50$ мм, расположенный в

боковой стенке на высоте 0,8 м от дна, и через цилиндрическое отверстие в дне бака диаметром $d = 100$ мм.

Решение. Суммарный расход воды

$$Q = Q_1 + Q_2.$$

Площади насадка и отверстия

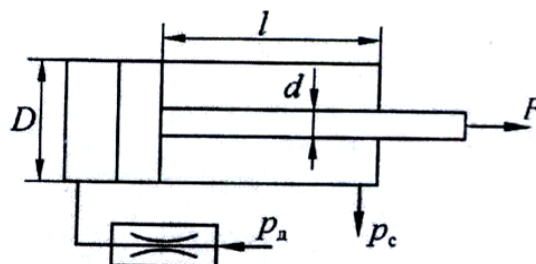
$$S_1 = \frac{\pi d_1^2}{4}; \quad S_2 = \frac{\pi d_2^2}{4}.$$

Учитывая, что цилиндрический насадок работает под напором $H = 4,2 - 0,8 = 3,4$ м, запишем:

$$Q = Q_1 + Q_2 = \mu_1 S_1 \sqrt{2gH_1} + \mu_2 S_2 \sqrt{2gH_2} = 0,82 * 3,14 * 0,025^2 * \sqrt{2 * 9,81 * 3,4} + 0,62 * 3,14 * 0,05^2 * \sqrt{2 * 9,81 * 4,2} = 0,0573 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Задача 7

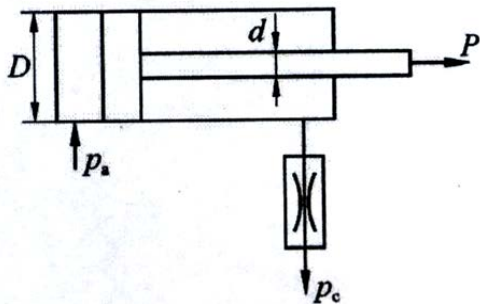
Определить силу P , которую преодолевает шток гидроцилиндра диаметром d при движении его со скоростью V . Давление на входе в дроссель p_d ; давление на сливе $p_c = 0,2$ МПа. Диаметр поршня гидроцилиндра D ; диаметр отверстия дросселя $d_d = 1,5$ мм: коэффициент расхода дросселя $\mu = 0,62$; плотность рабочей жидкости $\rho = 900$ кг/м³. Силой трения в уплотнениях гидроцилиндра пренебречь.



Исходные данные	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V , м/с	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,1
p_d МПа	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
D , мм	110	100	90	80	70	63	56	50	45	40
d , мм	56	50	45	40	36	32	28	25	22	20

Задача 8

Определить диаметр отверстия дросселя, установленного на сливе из гидроцилиндра, если шток движется под действием внешней нагрузки P со скоростью V . Диаметры: цилиндра D , штока d , коэффициент расхода дросселя $\mu = 0,62$, плотность жидкости $\rho = 860 \text{ кг/м}^3$, давление на сливе p_c .



Исходные данные	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
P , кН	10	20	25	30	35	40	45	50	55	60
V , м/с	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,1
D , мм	40	45	50	56	63	70	80	90	100	110
d , мм	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56
p_c , МПа	0,1	0,12	0,15	0,18	0,2	0,22	0,25	0,28	0,3	0,35