

Основные параметры пневматических устройств

К основным параметрам пневматических устройств относятся: условный *проход*, *диапазон давления*, *расходная характеристика*, *параметры управляющего воздействия*, *параметры выхода*, *утечки*, *время срабатывания*, *допускаемая частота включений*, *показатели надежности*, *размер*, *масса*.

Условный проход пневмоустройства

Условный проход пневмоустройства характеризует *внутреннее проходное сечение пневматического устройства*. В пневмоприводах наиболее широко применяют устройства с условными проходами 2,5—40 мм. Условный проход — параметр, удобный для выбора размера пневмоаппаратов различного функционального назначения из имеющихся размерных рядов. Для пневмоаппаратуры также основным размерным параметром является размер присоединительной резьбы. Условный проход и размер присоединительной резьбы — понятия неоднозначные: при одинаковой присоединительной резьбе аппараты могут иметь разные условные проходы.

Условный проход аппарата неоднозначно определяет его расходную характеристику, которая в зависимости от вида и величины местных внутренних сопротивлений может быть различной при одинаковых условных проходах.

Диапазон давлений пневмоустройства

Диапазон давлений пневмоустройства определяется минимальным и номинальным (максимальным) значениями. Под номинальным давлением пневмоустройства понимают наибольшее манометрическое давление, при котором оборудование должно работать в течение установленного срока службы с сохранением параметров в пределах установленных норм. Пневмоустройства высокого давления общепромышленного назначения рассчитаны в основном на номинальное давление 0,63 и 1 МПа. Минимальное давление зависит от конструктивного исполнения пневмоустройств. В пневмоустройствах могут применять эластичные уплотнения, для герметизации которых требуется определенный перепад давления или усилие прижатия к уплотняемой поверхности. Определенное минимальное давление требуется также для преодоления сил трения при перемещении распределительного элемента, преодоления усилия возвратных упругих элементов и т. п. Для пневматических устройств высокого давления минимальное давление составляет 0,05—0,35 МПа.

Расходная характеристика проточного пневматического устройства определяет количество (массу или объем) воздуха, проходящего через него в единицу времени в зависимости от величины и соотношения давлений на входе и выходе устройства. Расходная характеристика пневматических устройств является одним из основных параметров, определяющих быстродействие и величину потерь давления в пневмосистемах.

Определение размеров исполнительных устройств пневматических приводов.

Быстродействие пневмопривода определяется пропускной способностью подводящей и выхлопной магистралей. Поэтому параметры магистралей должны выбираться в соответствие с заданным временем срабатывания устройства. Однако на практике сечение трубопровода и устанавливаемой на нем аппаратуры, выбирается обычно равным проходному сечению присоединительных каналов к исполнительному устройству, независимо от требуемого быстродействия. В большинстве случаев результатом такого выбора является или излишняя величина пропускной способности системы, что ведет к увеличению ее габаритов, или недостаточная ее величина, в результате чего не обеспечивается скорость срабатывания системы.

Зажимные устройства характеризуются малой величиной рабочего хода и незначительной нагрузкой в период движения рабочего органа.

Площадь поперечного сечения пневмоцилиндра S определяется по заданному усилию $F_{\text{зж}}$ зажима изделия. С учетом коэффициента запаса полагаем, что это усилие создается при давлении в рабочей полости, равном $0,9p_m$, где p_m - давление в магистрали, $p_{\text{атм}}$ - атмосферное давление.

$$F_{\text{зж}} = S(0,9p_m - p_{\text{атм}}) \quad (1)$$

$$S = F_{\text{зж}} / (p_m(0,9 - p_{\text{атм}}/p_m)) \quad (2)$$

$$S = \pi D^2 / 4 \quad (3)$$

Из формулы (3) определяем диаметр D пневмоцилиндра.

Расчет транспортных устройств

Если шток исполнительного устройства расположен горизонтально, то в период движения рабочего органа на поршень действует сила.

$$F = F_1 + F_2 \quad (4)$$

где F_1 - сила трения, F_2 - масса перемещаемого груза.

При вертикальном расположении пневмоцилиндра суммарное усилие на поршне:

$$F = F_1 + F_2 + F_3 < (p_m - p_{\text{атм}})S, \quad (5)$$

где F_3 - вес поршня.

Для определения площади поперечного сечения S пневмоцилиндра зададим параметр нагрузки:

$$\eta = F / p_m S \quad (6)$$

η	0,5	0,6	0,63	0,65
p_m , бар	4	5	6	7

При горизонтальном расположении пневмоцилиндра:

$$F = F_1 + F_2 \quad (7)$$

$$\eta = (F_1 + F_2) / (p_m S) \quad (8)$$

На основании практических исследований:

$$F_1 = \alpha F = \alpha (F_1 + F_2), \quad (9)$$

$$\text{откуда } F = F_2 / (\alpha / (1 - \alpha)) \quad (10)$$

где $\alpha = 0,2 \div 0,3$ - коэффициент, учитывающий силу трения.

После подстановки выражения (9) в (8) и, решая относительно S , получим:

$$S = F_2 / (\eta p_m (1 - \alpha)) \quad (11)$$

Если пневмоцилиндр расположен вертикально и производится подъем груза, то выражение (11) примет вид:

$$S = (F_1 + F_2) / (\eta p_m (1 - \alpha)) \quad (12)$$

Из выражений (11) и (12) и используя выражение (3) определяем диаметр D требуемого пневмоцилиндра.

Так как вес F_2 движущихся частей пневмоцилиндра неизвестен, его приближенно задают в зависимости от веса груза F_2 на основании конструктивных соображений.

Выбор цилиндра

При выборе цилиндров чаще всего используются расчётный или табличный методы. Расчётный метод начинают с определения усилия, развиваемого на штоке. Это усилие зависит от диаметра поршня, рабочего давления или сил трения. При определении теоретического усилия рассматривают осевое усилие на неподвижном штоке, а силам трения пренебрегают. Теоретическое усилие на штоке F равно произведению площади S поршня и рабочего давления p :

$$F = Sp$$

Для цилиндра двустороннего действия усилие на штоке определяется по формулам

при прямом ходе штока (выдвигании)

$$F_D = h(\pi/4)D^2p,$$

а при обратном ходе (втягивании)

$$F_R = h(\pi/4)(D^2 - d^2)p,$$

где h – коэффициент нагрузки ($h=0.7$ при постоянной нагрузке, при знакопеременной динамической нагрузке, $h=1$ при работе с горизонтально перемещаемой нагрузкой с трением), D – диаметр поршня, d – диаметр штока, p – рабочее давление.

Для цилиндра одностороннего действия (с пружинным возвратом) усилие штока на штоке только при прямом ходе

$$F_D = h(\pi/4)D^2p - F_s,$$

где F_s – усилие пружины в конце хода.

Используя расчётный метод, можно решить обратную задачу и при заданной нагрузке на штоке из приведённых формул определить диаметр цилиндра.

Часто при определении размеров цилиндров используется табличный метод. Ниже приведены таблицы для определения теоретической силы для цилиндров двустороннего и одностороннего действия.

Теоретическое усилие цилиндров двустороннего действия (Н)

Ø поршня (мм)	Ø штока (мм)	Направление действия	Полезн. площадь поршня (мм ²)	Давление (МПа)								
				0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
6	3	толкание	28.3	5.66	8.49	11.3	14.2	17.0	19.8	–	–	–
		втягивание	21.2	4.24	6.36	8.48	10.6	12.7	14.8	–	–	–
10	4	толкание	78.5	15.7	23.6	31.4	39.3	47.1	55.0	–	–	–
		втягивание	66.0	13.2	19.8	26.4	33.0	39.6	46.2	–	–	–
16	5	толкание	201	40.2	60.3	80.4	101	121	141	–	–	–
		втягивание	181	36.2	54.3	72.4	90.5	109	127	–	–	–
20	8	толкание	314	62.8	94.2	126	157	188	220	251	283	314
		втягивание	264	52.8	79.2	160	132	158	185	211	238	264
25	10	толкание	491	98.2	147	196	246	295	344	393	442	491
		втягивание	412	82.4	124	165	206	247	288	330	371	412
32	12	толкание	804	161	241	322	402	482	563	643	724	804
		втягивание	691	138	207	276	346	415	484	553	622	691
40	14	толкание	1260	252	378	504	630	756	882	1010	1130	1260
		втягивание	1100	220	330	440	550	660	770	880	990	1100
	16	толкание	1260	252	378	504	630	756	882	1010	1130	1260
		втягивание	1060	212	318	424	530	636	742	848	954	1060
50	20	толкание	1960	392	588	784	980	1180	1370	1570	1760	1960
		втягивание	1650	330	495	660	825	990	1160	1320	1490	1650
63	20	толкание	3120	624	936	1250	1560	1870	2180	2500	2810	3120
		втягивание	2800	560	840	1120	1400	1680	1960	2240	2520	2800
80	25	толкание	5030	1010	1510	2010	2520	3020	3520	4020	4530	5030
		втягивание	4540	908	1360	1820	2270	2720	3180	3630	4090	4540
100	30	толкание	7850	1570	2360	3140	3930	4710	5500	6280	7070	7850
		втягивание	7150	1430	2150	2860	3580	4290	5010	5720	6440	7150
125	36	толкание	12300	2460	3690	4920	6150	7380	8610	9840	11100	12300
		втягивание	11300	2260	3390	4520	5650	6780	7910	9040	10200	11300
140	36	толкание	15400	3080	4620	6160	7700	9240	10800	12300	13900	15400
		втягивание	14400	2880	4320	5760	7200	8640	10100	11500	1300	14400
160	40	толкание	20100	4020	6030	8040	10100	12100	14100	16100	18100	20100
		втягивание	18800	3760	5640	7520	9400	11300	13200	15000	16900	18800
180	45	толкание	25400	5080	7620	10200	12700	15200	17800	20300	22900	25400
		втягивание	23900	4780	7170	9560	12000	14300	16700	19100	21500	23900
200	50	толкание	31400	6280	9420	13600	15700	18800	22000	25100	28300	31400
		втягивание	29500	5900	8850	11800	14800	17700	20700	23600	26600	29500
250	60	толкание	49100	9820	14700	19600	24600	29500	34400	39300	44200	49100
		втягивание	46300	9260	13900	18500	23200	27800	32400	37000	41700	46300
300	70	толкание	70700	14100	21200	28300	35400	42400	49500	56600	63600	70700
		втягивание	66800	13400	20000	26700	33400	40100	46800	53400	60100	66800