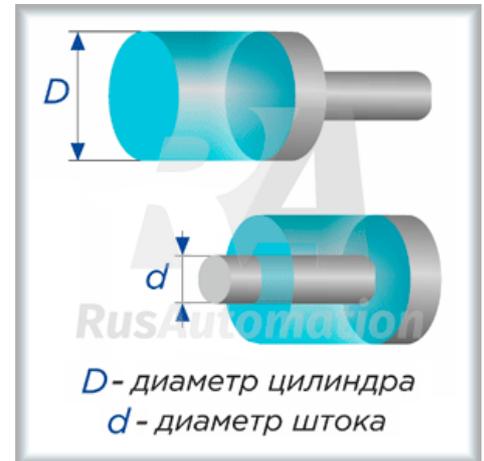


## Методы подбора пневмоцилиндров. Расчет усилия пневмоцилиндра

Расчет [пневмоцилиндров](#) относят к инженерно-конструкторским задачам, которые решают для создания оптимальных условий работы привода. На эффективность и экономичность узла влияет несколько составляющих:

- Способность создавать необходимое и достаточное для выполнения операции усилие.
- Использование воздуха (сжатой газовой среды) в пределах технологической потребности и разумного запаса.
- Способность сохранять усилие на всем протяжении хода поршня и не создавать избыточной нагрузки на привод.
- Возможность сохранить работоспособность узла за счет уменьшения износа и перегрузок.



Привычка создавать запас мощности приводит к выбору избыточных параметров, это становится причиной завышенного потребления газа, перерасхода энергии на обеспечение давления в системе. Усилие пневмоцилиндра, давление и потребление (расход) воздуха при определенном ходе поршня – основные расчетные критерии.

### Способы определения усилия

Подбор [пневмоцилиндра](#) для определенного привода можно строить на двух основных методах:

- Расчетный предполагает нахождение (вычисление) значений рабочих параметров для узла, исходя из данных о потребном усилии, давлении и расходе рабочего газа.
- Табличный позволяет найти соотношение усилия, площади и хода поршня и давления (расхода) из ранее рассчитанных вариантов для применения типового готового решения.

В первом случае решается конструкторская задача, во втором – прикладная инженерная, производственная.

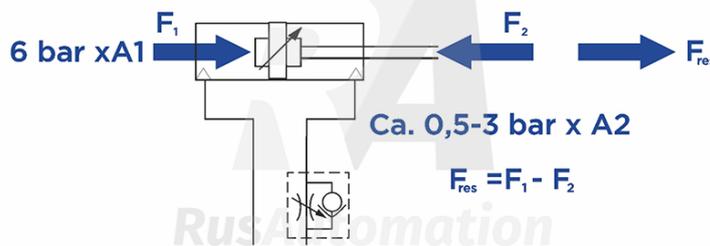
В основе расчетного метода лежит определение развиваемого узлом усилия, приложенного к штоку. Исходными данными служат диаметр поршня пневмоцилиндра, рабочее давление и сила сопротивления, трения. Осевое усилие на неподвижном штоке без поправки на силы трения и сопротивления присоединенного привода принято называть теоретическим ( $F$ ) и рассчитывать, исходя из площади поршня ( $S$ ) и давления среды ( $p$ ):  $F = Sp$ .



Практически потребное усилие на штоке пневмоцилиндра, в зависимости от диаметра поршня, отражает величину силы, при приложении которой поршень будет свободно перемещаться в цилиндре, преодолевая сопротивление трения, приводного механизма, остаточного давления (для двухстороннего пневмоцилиндра). В данном случае решают прикладную задачу вычисления силы, достаточной для работы привода, поэтому исходят из диапазона запаса усилия, на 25-50% превышающего теоретическое.

По результатам расчета можно получить значения площади и давления, достаточные для компенсации сопротивления и снижения давления по мере увеличения объема камеры при движении поршня. Падение на практике может достигать 20% от первоначального, что приведет к снижению усилия от 10% (примерно).

**Важно: расчет практического усилия должен учитывать сопротивление привода, к которому присоединен пневмоцилиндр. Без этого узел не будет работать или не сможет развить эффективное рабочее усилие.**



## Расчетный метод

Расчетный метод можно применить для решения обратной задачи – вычисления диаметра цилиндра на основе заданной нагрузки. Это позволяет определить диапазон значений для отбора конкретного узла по основным критериям и техническим характеристикам.

### Расчет пневмоцилиндра двустороннего действия:

прямой ход штока на выдвижение –  $FD = h (\pi/4) D^2 p$ , где коэффициент  $h$  позволяет учесть горизонтальную нагрузку и трение с постоянным значением 1 или динамическим знакопеременным – 0,7. Соответственно общепринятым обозначениям  $D$  – это диаметр поршня,  $p$  – давление,  $d$  – диаметр штока.

**Расчет усилия пневмоцилиндра одностороннего действия** учитывает преодоление сопротивления возвратной пружины в точке максимального сжатия и привода для прямого хода штока (под нагрузкой):

$FD = h (\pi/4) D^2 p - FS$ , где  $FS$  отражает эффект сопротивления пружины в конце рабочего хода.



**Табличный метод**

Табличный метод подбора пневмоцилиндра позволяет обойтись без вычислений, то есть решить практическую задачу, зная диапазон параметров и характеристики узла. В приведенной ниже таблице даны значения для подбора пневмоцилиндра по теоретической силе.

Ø поршня, мм	Ø штока, мм	Направление действия	Полезная S поршня, мм <sup>2</sup>	Давление, МПа								
				0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
6	3	толкание	28,3	5,66	8,49	11,3	14,2	17	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	–	–	–
		втягивание	66	13,2	19,8	26,4	33	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	12 300	2460	3690	4920	6150	7380	8610	9840	11 100	12 300
		втягивание	11 300	2260	3390	4520	5650	6780	7910	9040	10 200	11 300
140	36	толкание	15 400	3080	4620	6160	7700	9240	10 800	12 300	13 900	15 400
		втягивание	14 400	2880	4320	5760	7200	8640	10 100	11 500	13 000	14 400
160	40	толкание	20 100	4020	6030	8040	10 100	12 100	14 100	16 100	18 100	20 100
		втягивание	18 800	3760	5640	7520	9400	11 300	13 200	15 000	16 900	18 800
180	45	толкание	25 400	5080	7620	10 200	12 700	15 200	17 800	20 300	22 900	25 400
		втягивание	23 900	4780	7170	9560	12 000	14 300	16 700	19 100	21 500	23 900
200	50	толкание	31 400	6280	9420	13 600	15 700	18 800	22 000	25 100	28 300	31 400
		втягивание	29 500	5900	8850	11 800	14 800	17 700	20 700	23 600	26 600	29 500
250	60	толкание	49 100	9820	14 700	19 600	24 600	29 500	34 400	39 300	44 200	49 100
		втягивание	46 300	9260	13 900	18 500	23 200	27 800	324 00	37 000	41 700	46 300
300	70	толкание	70 700	14 100	21 200	28 300	35 400	42 100	49 500	56 600	63 600	70 700
		втягивание	66 800	13 400	20 000	26 700	33 400	40 100	46 800	53 400	60 100	66 800



## Расход воздуха пневмоцилиндра

Расчет давления пневмоцилиндра позволяет перейти к поиску оптимального значения расхода воздуха. В приведенной ниже таблице данные приведены для:

- рабочего хода штока с усилием;
- обратного хода штока;
- полного цикла (такта) срабатывания пневмоцилиндра двухстороннего действия.

Исходным значением избыточного давления принята величина 6 бар, полученная из показателей эффективной площади поршня и абсолютного давления с последующим делением на миллион. Под абсолютным значением следует понимать сумму давления показателей давления на приборе (манометре) и показателя атмосферного давления, которое в практических условиях можно принять за 1 бар.

Расчет потребления воздуха пневмоцилиндром с использованием таблицы означает вычисление максимального объема рабочей полости цилиндра с умножением на абсолютное давление.

При переходе к практической части выбора необходимо учесть, что полости, трубки, фитинги и прочие конструктивные элементы увеличивают общий объем, значит, давление может снизиться, что приведет к замедлению хода поршня и увеличению времени на рабочий цикл. Для компенсации потерь можно увеличить показатель расхода воздуха на 5-10%.

Диаметр, мм	Шток, мм	Расход толкающего воздуха при 6 бар, лит/мм	Расход втягивающего воздуха при 6 бар, лит/мм	Расход за цикл, лит/мм
10	4	0,00054	0,00046	0,00100
12	6	0,00079	0,00065	0,00144
16	6	0,00141	0,00121	0,00262
20	8	0,00220	0,00185	0,00405
25	10	0,00344	0,00289	0,00633
32	12	0,00563	0,00484	0,01047
40	16	0,00880	0,00739	0,01619
50	20	0,01374	0,01155	0,02529
63	20	0,02182	0,01962	0,04144
80	25	0,03519	0,03175	0,06694
100	25	0,05498	0,05154	0,10652
125	32	0,08590	0,08027	0,16617
160	40	0,14074	0,13195	0,27269
200	40	0,21991	0,21112	0,43103
250	50	0,34361	0,32987	0,67348

