

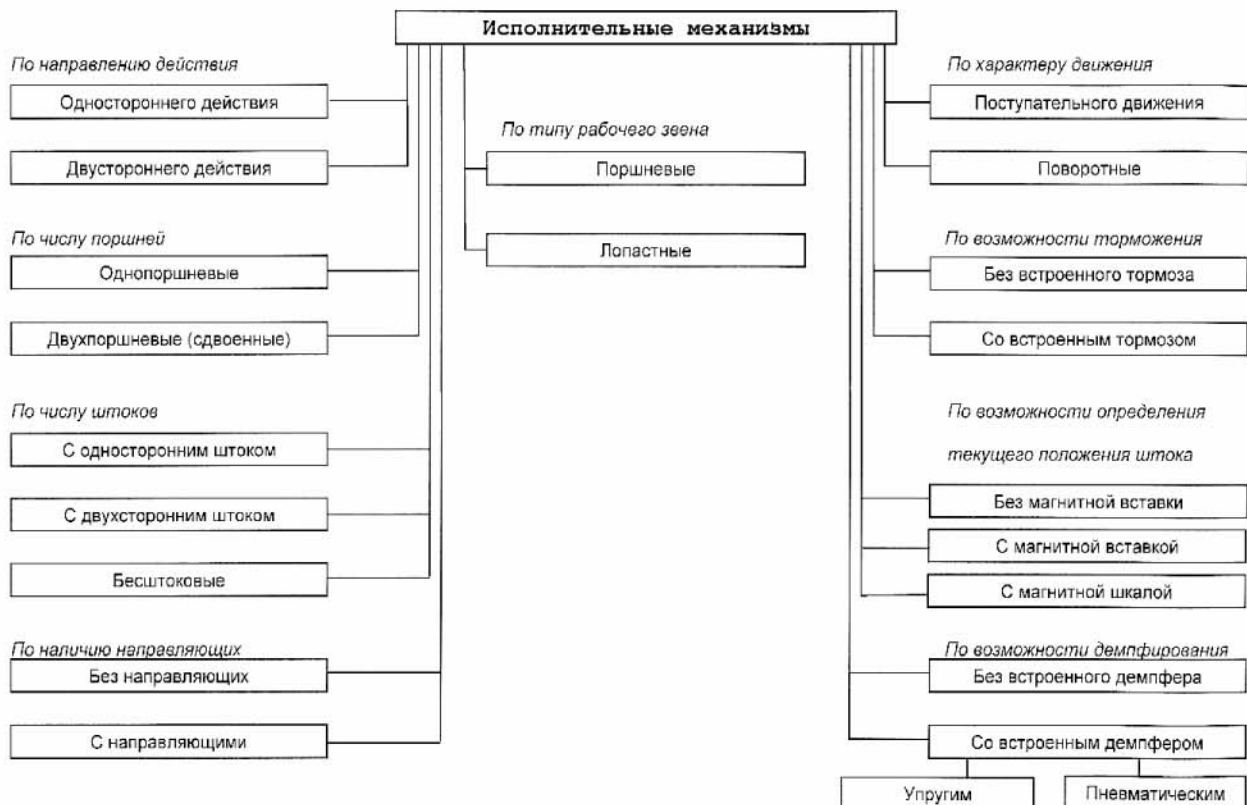
## Классификация

Конечным звеном пневматической системы управления является пневмодвигатель (исполнительный механизм), приводящий рабочую машину в действие. В современной пневмоавтоматике применяют как двигатели поступательного перемещения - пневмоцилиндры, так и вращательного - поворотные приводы. Компания SMC выпускает широкий ассортимент как пневмодвигателей общего назначения обоих типов, рассчитанных на различные условия применения, так и специализированных исполнительных механизмов на их базе. Пневмодвигатели общего применения выпускаются в широком

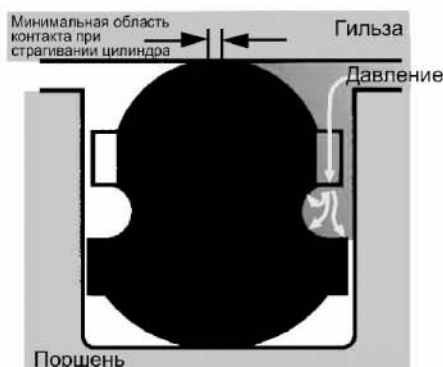
диапазоне рабочих характеристик и конструктивном исполнении, допускающим различные способы монтажа. Выпускаются модификации, обладающие дополнительными функциональными возможностями, например, цилиндры со встроенным тормозом, цилиндры с магнитными метками на штоке, и т.д. Для обеспечения надежной работы в агрессивных внешних условиях выпускаются цилиндры с корпусами из нержавеющей стали.

Для того, чтобы сориентироваться в разнообразии выпускаемых SMC исполнительных механизмов, ниже приведена их классификация.

## Классификация пневматических исполнительных механизмов



Одним из весьма ценных качеств пневмоцилиндров SMC является уникальная конструкция поршневого уплотнения, благодаря которой удалось свести к минимуму потери на трение. Специальная форма уплотнительного кольца (см. рисунок), обеспечивает надежную герметизацию при минимальной поверхности контакта уплотнения с поверхностью цилиндра.



При возвратно-поступательном движении поршня уплотнение изгибается, распределяя линию контакта так, что сила прижима не возрастает и поверхность контакта не увеличивается. Гибкость уплотнения создает благоприятные условия для смазки: в отличие от манжетных уплотнений, которые «сгребают» смазку к торцам цилиндра, уплотнение SMC равномерно распределяет ее по поверхности цилиндра подобно тому, как нож размазывает масло по хлебу. Следствием этого является низкий уровень трения, что позволяет:

- Обеспечить низкое давление страгивания, которое составляет менее 0.05 МПа,
- Обеспечить равномерное движение поршня на низких скоростях, когда для обычных пневмоцилиндров характерно движение «рывками»,
- Увеличить ресурс пневмоцилиндра, причем смазка, заложенная при изготовлении пневмоцилиндра, обеспечивает его работоспособность на протяжении всего срока службы.

# Исполнительные механизмы

## Общие требования техники безопасности

Сжатый воздух содержит в себе некоторое количество потенциальной энергии и, аналогично работе с электричеством, в этом случае необходимо соблюдать правила техники безопасности и применять меры предосторожности во избежание несчастных случаев.

Никогда не направляйте сжатый воздух на человека. Пневмопроводы, трубки и другое пневмооборудование никогда не должны блокироваться рукой. Перед подключением пневматических устройств к сети сжатого воздуха необходимо провести проверку на безопасность крепления резьбовых соединений, трубопроводов и электрических подводов. Работы по монтажу или демонтажу пневмотрубопроводов не должны производиться под давлением. Подача сжатого воздуха и электричества должны быть прекращены перед демонтажем, наладочными работами и техническим обслуживанием.

Значения давления, температуры и нагрузки не должны выходить за максимально допустимые пределы. Для этого следует учитывать данные

изготовителя, указанные в соответствующих каталогах, а также дополнительно предписываемые ограничения по применению.

При пуско-наладочных работах особое внимание уделяйте подвижным механическим элементам пневмосистемы: они должны перемещаться без заеданий и ударов во всем диапазоне перемещения.

Фтор-резиновые уплотнения применяются для компонентов, предназначенных для работы в условиях повышенных температур. Они разрыхляются при температурах свыше 400 °С. При разрыхлении уплотнений образуются крайне опасные пары веществ и кислот. После пожаров там, где предположительно применялись уплотнения "VITON", следует действовать чрезвычайно осторожно. Никогда не прикасайтесь незащищенными руками к этим деталям.

## Исполнительные механизмы

### Подготовка сжатого воздуха

Используйте чистый воздух. Если сжатый воздух содержит химикаты, синтетические масла с органическими включениями, соли или газы, вызывающие коррозию, это может привести к нарушениям в работе и повреждению оборудования.

Во избежание замерзания конденсированной влаги, находящейся в сжатом воздухе, следите за соответствием рабочей температуры значениям, указанным в каталоге.

Все исполнительные механизмы имеют заводскую смазку и могут быть использованы в дальнейшем без дополнительной смазки. Однако если в пневмосистеме необходимо применять смазку, то для ее обеспечения устанавливается маслораспылитель и используется турбинное масло (по ISO VG32, класс 1, без присадок). В дальнейшем приостановка подачи масла может привести к нарушениям в работе пневмоцилиндра, поскольку оригинальной смазки в необходимом количестве цилиндр уже не содержит. Поэтому распыление масла, будучи однажды примененным, должно бесперебойно продолжаться.

### Конструктивные меры безопасности

Чтобы свести к минимуму риск нанесения травм персоналу, рекомендуется применять защитные ограждения.

В целях безопасности обеспечьте надежную затяжку соединений и следите за их надежным креплением.

При необходимости применяйте наружные демпферы и схемы замедления. Когда исполнительное устройство движется с высокой скоростью, или инерционная нагрузка очень велика, собственный демпфер пневмоцилиндра может оказаться недостаточным для смягчения удара. Для снижения скорости исполнительного устройства до включения демпфера используйте схемы замедления, или устанавливайте наружные демпферы, ослабляющие удар. В последнем случае конструкция должна обладать достаточной жесткостью.

Предусмотрите возможное падение давления в пневмосистеме, например, в результате аварийного отключения электроэнергии. Во

избежание травм персонала и повреждений оборудования, предусмотрите в конструкции меры, обеспечивающие сохранение безопасности при падении давления. Такие меры особенно необходимы в системах с подвешенными грузами и в подъемных механизмах.

Проектируя схему, предусмотрите защиту исполнительного устройства от резких рывков. Если пневмоцилиндр управляется с помощью трехпозиционного пневмораспределителя с открытым центром, или возобновляет работу после того, как давление в пневмосистеме было сброшено, возможен резкий рывок исполнительного устройства с места и затем его движение с чрезмерно высокой скоростью. Это обусловлено тем, что в одну полость цилиндра подано высокое давление, в то время как в другой полости давление отсутствует, и нет никакого противодействия движению поршня, которое обычно бывает при вытеснении воздуха из полости пневмоцилиндра. Поэтому, во избежание травм персонала и повреждений оборудования, в пневмосистеме следует предусмотреть меры против резких рывков исполнительных устройств.

Обеспечьте безопасность при аварийной остановке системы. Разработайте такие меры безопасности, которые исключат травмирование персонала и повреждение оборудования в ситуации, когда работа пневмосистемы аварийно остановлена автоматикой или персоналом.

Обеспечьте безопасность запуска оборудования после аварийной или нештатной остановки.

Во избежание травм персонала и повреждений оборудования, предусмотрите меры безопасности в ситуации, когда оборудование вновь запускается в работу после того, как произошла аварийная или нештатная остановка. Например, если пневмоцилиндр предварительно должен быть приведен в исходное положение, предусмотрите ручное управление.

### Особенности выбора

Проверяйте технические данные. Продукция, указанная в данном каталоге, предназначена для использования в промышленных пневмосистемах. Если продукция используется в нештатных условиях, т.е. когда давление, температура и другие параметры выходят за допустимые пределы, возможны повреждения оборудования или нарушения в его работе.

## Исполнительные механизмы

### Остановки в промежуточных положениях.

Когда поршень пневмоцилиндра, управляемого трехпозиционным пневмораспределителем с закрытым центром, остановлен в промежуточной позиции, его точное удержание в этом положении затруднено из-за сжимаемости воздуха.

Используйте максимальную длину хода поршня.

Используйте рекомендуемую процедуру выбора пневмоцилиндров.

Обеспечьте условия работы пневмоцилиндра, исключающие повреждения из-за удара в конце хода поршня.

Если пневмоцилиндр имеет большой ход поршня, предусмотрите промежуточную опору, которая предохранит шток и корпус цилиндра от деформаций, а также защитит шток от повреждений, связанных с вибрациями и внешними нагрузками.

Все виды нагрузок на шток поршня должны быть приложены только в осевом направлении.

Неизбежные боковые нагрузки, приложенные к концу штока, не должны превышать значения, указанные для каждого типа пневмоцилиндров.

Не используйте пневмоцилиндр как амортизатор. Использование пневмоцилиндра в роли амортизатора может привести к повреждениям изделия.

### Использование демпфирования в конечном положении

#### Для цилиндров с регулируемым воздушным демпфированием:

Если в пневмоцилиндре есть воздушный демпфер, он может работать только при условии, что шток доходит до своего крайнего положения. Если при работе пневмоцилиндра шток не доходит до крайнего положения, возможности воздушного демпфирования не используются. Поэтому, если длина хода поршня определяется какими-либо внешними ограничителями, воздушный демпфер, возможно, не выполняет своих функций.

Убедитесь в том, что в конце хода поршня демпфирование действительно имеет место.

Если пневмоцилиндр должен работать при полностью открытом клапане воздушного демпфера, выберите такую модель цилиндра, которая снабжена резиновым демпфером. Если пневмоцилиндр работает без надлежащего демпфирования, его элементы могут быть повреждены.

Первоначально степень демпфирования установлена на заводе-изготовителе. Однако перед запуском цилиндра демпфирующая характеристика может быть изменена путем поворота расположенного на крышке привода регулировочного винта по часовой стрелке (таким образом увеличивается эффект демпфирования).

Не эксплуатируйте привод с завинченным до упора регулировочным винтом. Эксплуатация привода в таком режиме может повредить уплотнения цилиндра.

Демпфирующее устройство снабжено стопором, не позволяющим полностью выкручивать регулировочный винт. Не пытайтесь выкручивать регулировочный винт воздушного демпфера больше, чем позволяет стопор. Если чрезмерно вывернуть регулировочный винт воздушного демпфирования, то возможно повреждение резьбы, поскольку в работе остается только ее часть, кроме этого сжатый воздух может выбросить регулировочный винт из отверстия крышки.

### Монтаж

Убедитесь в том, что шток пневмоцилиндра соединен с нагрузкой так, что их оси и направления движения согласованы. Если они недостаточно согласованы, возможно появление механических напряжений в штоке и корпусе пневмоцилиндра, что вызывает преждевременный износ поверхностей скольжения и уплотнений, вплоть до выхода их из строя.

При использовании пневмоцилиндров с внешними направляющими соединяйте нагрузку с кареткой так, чтобы в пределах хода каретки не было никаких препятствий.

Оберегайте скользящие поверхности деталей пневмоцилиндра от царапин и выбоин.

Внутренняя поверхность корпуса пневмоцилиндра выполнена с высокой точностью. Даже незначительная деформация корпуса может привести к нарушениям в работе пневмоцилиндра. Кроме этого, любые царапины и выбоины на поверхности штока поршня могут повредить уплотнения, что приведет к появлению утечек воздуха.

Прежде чем затягивать резьбовое соединение на конце штока, приведите шток в полностью утопленное положение. Удерживайте выступающую часть штока ключом.

Производя затяжку, следите за тем, чтобы вращающий момент не был приложен к защищенному от вращения штоку.

### Обслуживание

В случае неправильного технического обслуживания возможны отказы в работе оборудования или его повреждение.

При техническом обслуживании оборудования, прежде всего, проверьте, чтобы в результате отключения питания не произошло падения транспортируемых объектов или узлов оборудования, находящихся в поднятом или неустойчивом положении. Только после этого можно отключить электрическое и пневматическое питание, обязательно убедившись в том, что давление в системе полностью сброшено.

При включении системы по окончании технического обслуживания убедитесь в том, что при правильном положении исполнительных механизмов оборудование функционирует нормально.

# Монтаж, наладка и эксплуатация пневмосистем

## Пневматические исполнительные механизмы

### Выбор цилиндра

При выборе цилиндров используются расчетный, табличный или графический методы.

Расчетный метод начинают с определения усилия, развиваемого на штоке. Это усилие зависит от диаметра поршня, рабочего давления и сил трения. При определении теоретического усилия рассматривают осевое усилие на неподвижном штоке, а силами трения пренебрегают. Теоретическое усилие на штоке  $F$  равно произведению площади  $S$  поршня и рабочего давления  $p$ :

$$F = S p$$

Для цилиндра двустороннего действия усилие на штоке определяется по формулам

при прямом ходе штока (выдвигании)

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

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 на штоке определяется только при прямом ходе

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

где  $F_s$  – усилие пружины в конце хода.

Используя расчетный метод, можно решить обратную задачу и при заданной нагрузке на штоке из приведенных формул определить диаметр цилиндра. Например, для двустороннего цилиндра диаметр равен

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. площ. поршня (мм²)	Давление (МПа)									
				0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	
6	3	OUT	28.3	5.66	8.49	11.3	14.2	17.0	19.8	—	—	—	
		IN	21.2	4.24	6.36	8.48	10.6	12.7	14.8	—	—	—	
10	4	OUT	78.5	15.7	23.6	31.4	39.3	47.1	55.0	—	—	—	
		IN	66.0	13.2	19.8	26.4	33.0	39.6	46.2	—	—	—	
16	5	OUT	201	40.2	60.3	80.4	101	121	141	—	—	—	
		IN	181	36.2	54.3	72.4	90.5	109	127	—	—	—	
20	8	OUT	314	62.8	94.2	126	157	188	220	251	283	314	
		IN	264	52.8	79.2	106	132	158	185	211	238	264	
25	10	OUT	491	98.2	147	196	246	295	344	393	442	491	
		IN	412	82.4	124	165	206	247	288	330	371	412	
32	12	OUT	804	161	241	322	402	482	563	643	724	804	
		IN	691	138	207	276	346	415	484	553	622	691	
40	14	OUT	1260	252	378	504	630	756	882	1010	1130	1260	
		IN	1100	220	330	440	550	660	770	880	990	1100	
	16	OUT	1260	252	378	504	630	756	882	1010	1130	1260	
		IN	1060	212	318	424	530	636	742	848	954	1060	
50	20	OUT	1960	392	588	784	980	1180	1370	1570	1760	1960	
		IN	1650	330	495	660	825	990	1160	1320	1490	1650	
63	20	OUT	3120	624	936	1250	1560	1870	2180	2500	2810	3120	
		IN	2800	560	840	1120	1400	1680	1960	2240	2520	2800	
80	25	OUT	5030	1010	1510	2010	2520	3020	3520	4020	4530	5030	
		IN	4540	908	1360	1820	2270	2720	3180	3630	4090	4540	
100	30	OUT	7850	1570	2360	3140	3930	4710	5500	6280	7070	7850	
		IN	7150	1430	2150	2860	3580	4290	5010	5720	6440	7150	
125	36	OUT	12300	2460	3690	4920	6150	7380	8610	9840	11100	12300	
		IN	11300	2260	3390	4520	5650	6780	7910	9040	10200	11300	
140	36	OUT	15400	3080	4620	6160	7700	9240	10800	12300	13900	15400	
		IN	14400	2880	4320	5760	7200	8640	10100	11500	13000	14400	
160	40	OUT	20100	4020	6030	8040	10100	12100	14100	16100	18100	20100	
		IN	18800	3760	5640	7520	9400	11300	13200	15000	16900	18800	
180	45	OUT	25400	5080	7620	10200	12700	15200	17800	20300	22900	25400	
		IN	23900	4780	7170	9560	12000	14300	16700	19100	21500	23900	
200	50	OUT	31400	6280	9420	12600	15700	18800	22000	25100	28300	31400	
		IN	29500	5900	8850	11800	14800	17700	20700	23600	26600	29500	
250	60	OUT	49100	9820	14700	19600	24600	29500	34400	39300	44200	49100	
		IN	46300	9260	13900	18500	23200	27800	32400	37000	41700	46300	
300	70	OUT	70700	14100	21200	28300	35400	42400	49500	56600	63600	70700	
		IN	66800	13400	20000	26700	33400	40100	46800	53400	60100	66800	





## Исполнительные механизмы

### Теоретическое усилие цилиндров одностороннего действия (Н)

Ø поршня (мм)	Ø штока (мм)	Направление действия	Полезн. площ. поршня (мм²)	Давление (МПа)									
				0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	
2.5	1	OUT	4.90	—	0.34	0.83	1.32	1.81	2.30	—	—	—	
		IN	—	—	—	—	0.64	—	—	—	—		
4	2	OUT	12.6	—	0.74	2.00	3.26	4.52	5.78	—	—	—	
		IN	—	—	—	—	1.47	—	—	—	—		
6	3	OUT	28.3	1.94	4.77	7.60	10.4	13.3	16.1	—	—	—	
		IN	—	—	—	—	1.77	—	—	—	—		
10	4	OUT	78.5	8.84	16.7	24.5	32.4	40.2	48.1	—	—	—	
		IN	—	—	—	—	3.53	—	—	—	—		
16	5	OUT	201	26.0	46.1	66.2	86.3	106.4	126.5	—	—	—	
		IN	—	—	—	—	6.86	—	—	—	—		
20	8	OUT	314	23.8	55.2	87	118	149	181	212	244	275	
		IN	—	—	—	—	7.8	—	—	—	—		
25	10	OUT	491	51.2	100	149	199	248	297	346	395	444	
		IN	—	—	—	—	14	—	—	—	—		
32	12	OUT	804	94	174	255	335	415	496	576	657	737	
		IN	—	—	—	—	15	—	—	—	—		
40	14	OUT	1260	176	302	428	554	680	806	934	1054	1184	
		IN	—	—	—	—	24	—	—	—	—		

### Определение расхода

Типоразмер управляющей и регулирующей аппаратуры и трубопроводов зависит от потребляемого приводом расхода. Для определения потребляемого каждым цилиндром в системе расхода воздуха приведена номограмма, построенная без учета тепловых потерь. Для учета влияния тепловых потерь рекомендуется умножить полученное значение расхода на коэффициент 1.4.

#### Пример

Цилиндр с диаметром поршня 63 мм перемещается со средней скоростью поршня 500 мм/с.

Требуется определить эффективное потребление воздуха. Рабочее давление составляет 0.6 МПа.

#### Решение

1. Определяем точку пересечения 1 для значений рабочего давления 0,6 МПа и средней скорости 500 мм/с

2. Из точки пересечения 1 проводится вертикальная линия до пересечения с линией диаметра цилиндра 63. Получается точка пересечения 2.

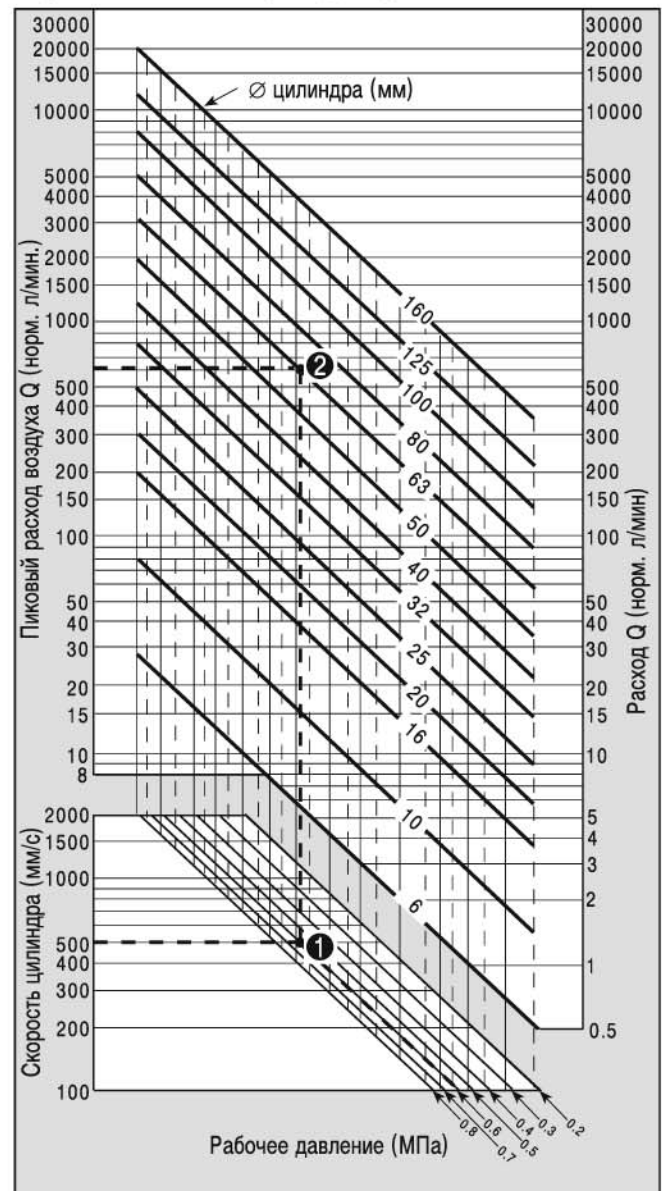
3. Из точки пересечения 2 смещаемся вправо или влево до шкалы расхода воздуха. Там считываем приближенное показание

$$Q = 620 \text{ нл/мин}$$

4. Полученный теоретический расход  $Q = 620$  нл/мин умножаем на коэффициент 1.4:

$$Q = 620 \times 1,4 = 870 \text{ нл/мин}$$

### Теоретический пиковый расход воздуха



# Монтаж, наладка и эксплуатация пневмосистем

## Определение потребления воздуха в пневмоцилиндрах и трубопроводах

Определение потребления сжатого воздуха в приводе при его циклической работе необходимо для установления производительности компрессора и затрат энергии. С этой целью используются номограммы, построенные без учета тепловых потерь. Для учета влияния тепловых потерь рекомендуется умножить полученное значение расхода на коэффициент 1.4. Полученное значение потребления необходимо умножить на количество циклов в течение одной минуты.

### Пример

Диаметр поршня: 50 мм.

Ход штока : 600 мм.

Рабочее давление: 0.5 МПа.

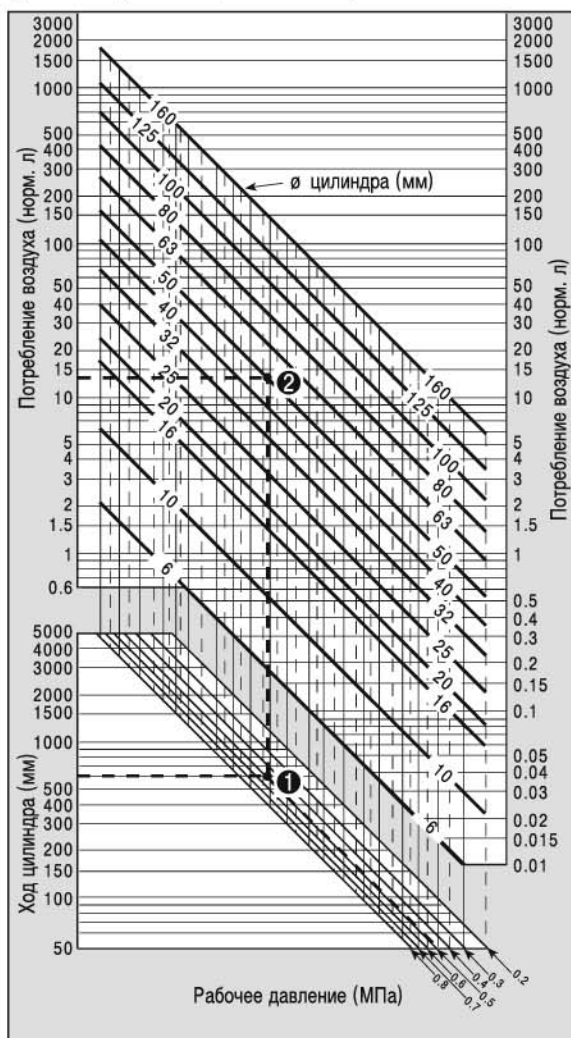
Частота циклов: 5 за минуту.

Диаметр подводящего трубопровода: 6 мм.

Длина трубопровода между цилиндром и клапаном: 2 м.

### Потребление воздуха в цилиндре за один цикл

(цикл = ВЫДВИГАНИЕ/ВТЯГИВАНИЕ).



1. Определяется точка пересечения 1 уровней рабочего давления 0.5 МПа и средней скорости 600 мм/с.
2. Из точки пересечения 1 проводится вертикальная линия до точки пересечения с наклонной линией, соответствующей диаметру поршня 50 мм. Это точка пересечения 2.
3. Из точки пересечения 2 проводим горизонтальную линию до пересечения со шкалой потребления воздуха. Получаем приближенное значение 13.5 нл.
4. Полученное значение необходимо умножить на коэффициент 1.4 и количество циклов в минуту.

Получаем расход воздуха:

$$Q_1 = 13.5 \times 1.44 \times 5 = 94.5 \text{ нл/мин.}$$

5. Определяется точка пересечения 1 для значений рабочего давления 0.5 МПа и длины трубопровода 2 м.

6. Из точки 1 проводим вертикальную линию до пересечения с наклонной прямой, соответствующей диаметру трубопровода 6 мм. Получаем точку 2.

7. Из точки пересечения 2 проводим горизонтальную линию до пересечения со шкалой потребления воздуха. Получаемое значение потребления воздуха примерно соответствует величине  $Q = 0.56 \text{ нл.}$

8. Полученное значение необходимо умножить на коэффициент 1.4 и количество циклов в минуту.

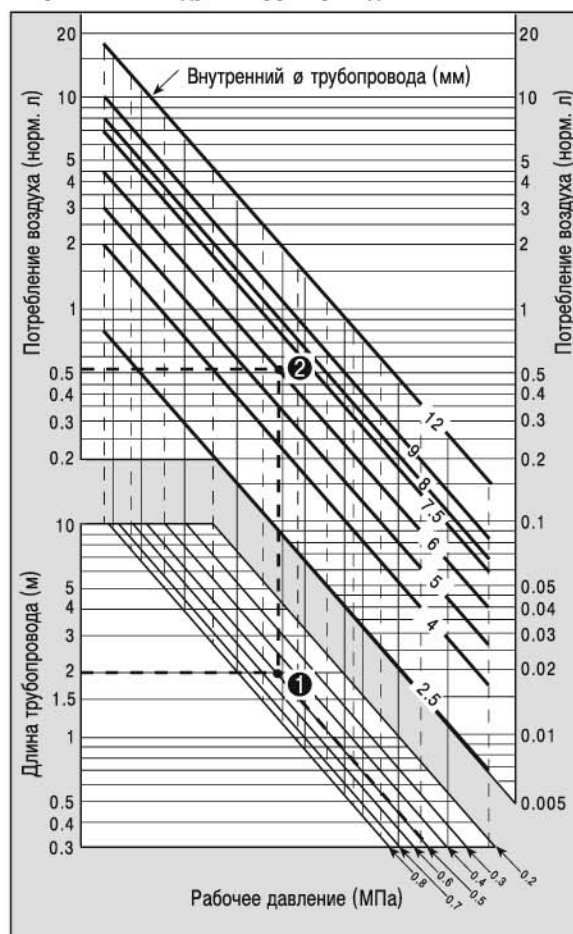
Получаем расход воздуха:

$$Q_2 = 0.56 \times 1.4 \times 5 = 3.92 \text{ нл/мин.}$$

Полный расход воздуха в цилиндре и трубопроводах:

$$Q = Q_1 + Q_2 = 94.5 \text{ нл/мин.} + 4 \text{ нл/мин.} = 98,5 \text{ нл/мин.}$$

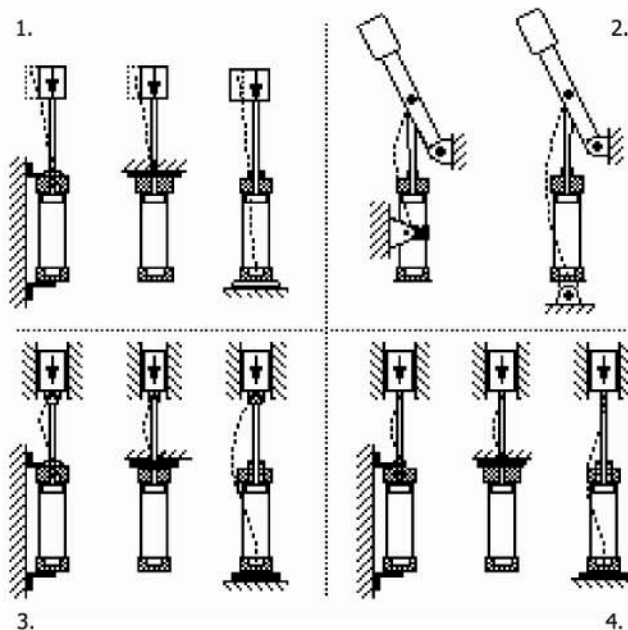
### Потребление воздуха в трубопроводах



## Продольная устойчивость

При достаточно большом ходе штока пневмоцилиндра, создающего рабочее усилие, цилиндр вместе с выдвинутым штоком становится подобен нагруженной балке или стержню, поперечное сечение которой (которого) много меньше, чем длина. Такая балка становится весьма чувствительной как к поперечному, так и к продольному нагружению. Поперечное нагружение создает обычный изгибающий момент,

искривляющий балку. Продольные нагружения, в конечном итоге, тоже приводят к изгибу в результате так называемой потери устойчивости сжатого стержня. Устойчивость определяется не только длиной хода штока и его диаметром, но и способом крепления корпуса цилиндра и характером нагружения (см. рисунок).



- 1 - Цилиндр жестко зафиксирован с одной стороны и свободен с другой.
- 2 - Шарниры с обеих сторон.
- 3 - Цилиндр жестко зафиксирован с одной стороны и закреплен на шарнире с другой.
- 4 - Цилиндр жестко зафиксирован с обеих сторон.

Схемы, показанные на рисунке, разделены на 4 группы, расположенные в порядке возрастания их устойчивости к продольному изгибу.

Таким образом, проблема потери продольной устойчивости возникает при определенном сочетании диаметра цилиндра, длины хода, величины продольной сжимающей нагрузки и условий закрепления. Наряду с

расчетными методиками, приводимыми в литературе и специализированных каталогах, для оценки устойчивости можно использовать простое эмпирическое правило:

Пневмоцилиндр устойчив к продольному изгибу, если отношение длины его рабочего хода к диаметру не превышает 5 (для диаметров до 50 мм) или 3 (для диаметров свыше 50 мм).

# Монтаж, наладка и эксплуатация пневмосистем

## Использование датчиков положения

### Проектирование и разработка.

#### Соблюдайте технические условия.

Используйте изделия только по прямому назначению и в соответствии со спецификациями. Превышение значений токов, напряжений, температур и нарушение условий эксплуатации может привести к сбоям в работе или поломке оборудования.

#### Оставляйте достаточно пространства для ремонта и обслуживания.

Если несколько цилиндров, оснащенных датчиками конечного положения, расположены близко друг от друга, возможны сбои в работе датчиков, вызванные интерференцией магнитных полей. Обычно необходимо расстояние как минимум 40 мм между цилиндрами.

#### Длина импульса на выходе датчика, установленного в середине хода цилиндра

Если датчик установлен не в конечном положении цилиндра, то импульс, указывающий на прохождение поршня мимо датчика, может иметь очень небольшую длительность. При скорости движения поршня 1500 мм/сек длина импульса на выходе датчика не превысит 7 мсек. Если этого недостаточно – используйте датчики со схемой задержки на выключение (D-F5NT, F7NT, G5NT и M5IT). Эти модели датчиков обеспечивают минимальную длительность импульса срабатывания 200 мсек.

#### Используйте возможно более короткие провода.

#### Герконовые датчики:

Используйте защитное устройство для продления срока службы контактов датчиков.

Длина проводов от датчика до нагрузки не должна превышать:

для датчиков без встроенной защиты 5 м,

для датчиков со встроенной защитой 30 м.

#### Электронные датчики:

Так как в датчиках не используются механические контакты, длина проводов может достигать 100 м.

### Внутреннее сопротивление датчиков.

#### Герконовые датчики:

Датчики со светодиодными индикаторами имеют значительное внутреннее сопротивление, указанное в соответствующей документации.

При последовательном соединении датчиков величина суммарного падения напряжения на датчиках может приводить к недостаточному напряжению на нагрузке

Для решения проблем, вызванных внутренним сопротивлением светодиодного индикатора, используйте датчики без индикаторов.

#### Электронные датчики :

Обычно у двухпроводных датчиков внутреннее сопротивление больше, чем у датчиков с герконами. Все вышеизложенное касается и этих датчиков. Кроме того, не применяйте реле с питанием 12В.

### Токи утечки.

#### Электронные датчики:

Двухпроводные электронные датчики имеют заметный ток утечки в выключенном состоянии из-за потребления внутренней электронной схемы. Обратите внимание на величину этих токов при выборе нагрузки.

В случаях, когда наличие (и необходимость) тока утечки является неприемлемым, используйте трехпроводные электронные датчики.

### Индуктивная нагрузка.

#### Герконовые датчики:

В случаях использования индуктивной нагрузки (например реле) следует использовать датчики со встроенной защитой контактов или дополнительно устанавливать устройства защиты контактов датчиков.

#### Электронные датчики:

Несмотря на встроенный диод Зенера, при постоянных выбросах напряжения датчик может быть поврежден.

Рекомендуется использовать датчики со встроенным устройством поглощения всплесков напряжения.