

# Четвертьоборотные пневмоприводы одно- и двухстороннего действия. Выбор, особенности конструкции, сравнение.

подавляющее число производственных предприятий при организации того или иного технологического процесса сталкивается с задачами по управлению, перекрытию и перераспределению потоков различных жидких и газообразных сред (вода, воздух, пар, масла, нефтепродукты, молоко, квас, моющие растворы и т. д.).

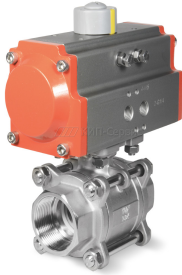


Рисунок 1 – Шаровый кран с пневмоприводом VALMA

Одними из самых известных устройств воздействия на поток среды являются шаровые краны и дисковые затворы. Они получили широкое распространение благодаря простоте и надёжности конструкции, а так же их невысокой стоимости. Объединяет эти типы арматуры способ управления – для открытия и закрытия требуется поворот запорного органа на 90°. Поворот, как правило, осуществляется одним из трёх способов: вручную, с помощью пневмопривода или с помощью электропривода.

В данной статье сконцентрируемся на особенностях использования пневмоприводов, оставив электроприводы и ручной способ управления за рамками повествования.

Как уже упоминалось, открытие и закрытие кранов (затворов) требует поворота запорного органа на 90°, т. е. на ¼ полного оборота, поэтому пневмоприводы обеспечивающие такое вращательное движение называют четвертьоборотными. Они делятся на две большие группы: одно- и двухстороннего действия.

Пневмоприводы двухстороннего действия используют энергию сжатого воздуха как для открытия затвора, так и для его закрытия. В отличие от них, пневмоприводы одностороннего действия требуют сжатого воздуха только для открытия затвора, закрытие же осуществляется под действием возвратных пружин.

*Примечание. Как правило, пневмоприводы одностороннего действия могут быть смонтированы в двух положениях. В одном из них пружины будут закрывать присоединённую арматуру, а в другом открывать её. Далее мы будем считать что используется монтажное положение, в котором пружины работают на закрытие.*

## Конструкция пневмопривода

На рисунке 2 показана конструкция пневмопривода VALMA одностороннего действия PNA-SA. Ступица 1, передающая крутящий момент на присоединённую арматуру закреплена на валу-шестерне 2. В собранном пневмоприводе данный вал-шестерня находится в постоянном зацеплении с двумя зубчатыми рейками 3, закреплёнными на поршнях 4. Поскольку эти элементы являются основными деталями конструкции, отвечающими за передачу крутящего момента, они легли в основу её названия – пневмоприводы с механизмом шестерня-рейка.

Рассмотрим работу пневмопривода одностороннего действия.

Рисунок 2 показывает исходное положение пневмопривода – поршни расположены максимально близко друг к другу, давление в обоих камерах пневмопривода одинаково и равно атмосферному.

Для открытия пневмопривода (рисунок 3) необходимо подать сжатый воздух в камеру А (между поршнями). Это приводит к раздвижению поршней и повороту вала-шестерни против часовой стрелки. При этом происходит сжатие возвратных пружин (номер 5 на рисунке 2), а воздух из камеры В свободно сбрасывается в атмосферу.

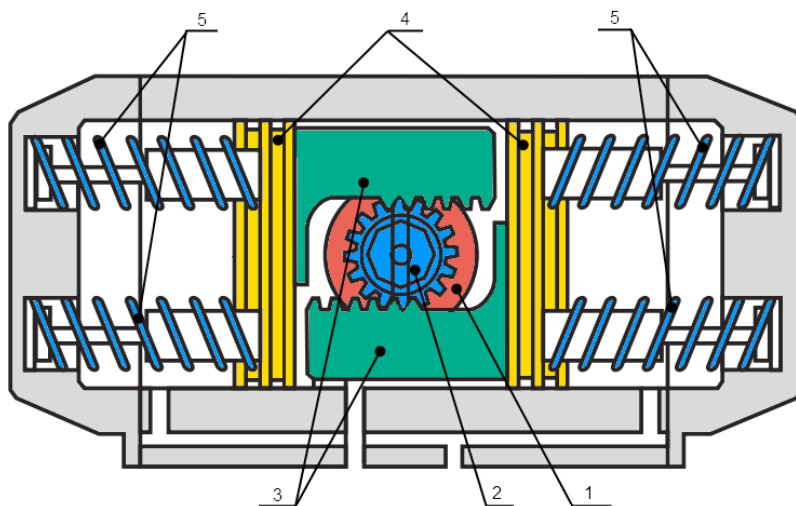


Рисунок 2 – Конструкция пневмопривода с механизмом шестерня-рейка

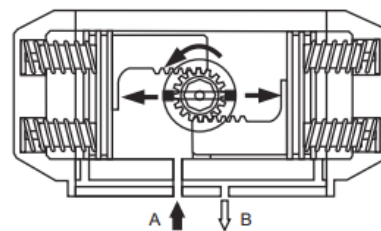


Рисунок 3 – Открытие

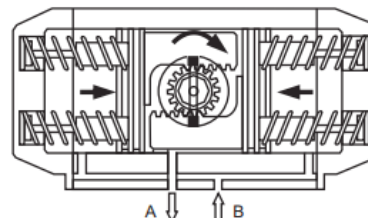


Рисунок 4 – Закрытие

Для закрытия пневмопривода (рисунок 4) необходимо сбросить воздух из камеры А в атмосферу. При этом пружины разжимаются и возвращают поршни в исходное состояние, вызывая поворот вала-шестерни по часовой стрелке.

Конструкция пневмоприводов двустороннего действия аналогична. Однако, в ней отсутствуют возвратные пружины, а движение поршней в обоих направлениях обеспечивается подачей сжатого воздуха (для открытия – в камеру А, для закрытия – в камеру В).

### Крутящий момент пневмопривода двустороннего действия

Как известно, крутящий момент является одной из основных характеристик пневмопривода, поскольку именно его величина определяет будет-ли достаточно усилия, развиваемого приводом, для проворота присоединённой арматуры или нет. Крутящий момент пневмопривода может быть рассчитан по формуле

$$M = 2(r \cdot F) = d \cdot F$$

где М – крутящий момент,

г – радиус вала-шестерни,

F – сумма сил, действующих на каждый из поршней,

d – диаметр вала-шестерни.

Для пневмоприводов двустороннего действия сила F определяется только разностью давлений в камерах А и В

$$F = S(P_A - P_B) = \frac{\pi D^2}{4}(P_A - P_B)$$

где S – площадь рабочей поверхности поршня,

$P_A, P_B$  – давления воздуха в камерах А и В соответственно,

D – диаметр поршня.

При работе пневмопривода совместно с запорной арматурой, одна из камер (А или В) всегда оказывается связанной с атмосферой, а в другую подаётся сжатый воздух из одного и того же источника. В этих условиях получаем

$$F = F_{откр.} = F_{закр.} = \frac{\pi D^2}{4} \cdot P$$

где  $F_{откр.}$  – сила, действующая на поршни при открытии присоединённой арматуры,  
 $F_{закр.}$  – сила, действующая на поршни при закрытии присоединённой арматуры,  
 $P$  – давление сжатого воздуха.

Таким образом, крутящий момент пневмопривода двухстороннего действия не зависит от направления движения (открытие или закрытие) и рассчитывается по формуле

$$M = \frac{\pi D^2 d}{4} \cdot P$$

Очевидно, фактический крутящий момент пневмопривода будет несколько меньше расчётного значения, т. к. мы не учитывали трение в деталях конструкции привода. Однако, это не влияет на полученный нами важный вывод.

Крутящий момент пневмопривода двухстороннего действия определяется его конструкцией, он пропорционален давлению управляющей среды и не зависит от угла поворота ступицы и направления движения (открытие или закрытие).

На практике давление управляющей среды обычно является постоянным (перед подачей воздуха в привод он проходит через регулятор давления), следовательно, **крутящий момент привода является постоянным.**

### Крутящий момент пневмопривода одностороннего действия

На поршни пневмоприводов одностороннего действия помимо сжатого воздуха оказывают воздействие возвратные пружины. Сила воздействия пружин на поршень зависит от их степени сжатия и описывается законом Гука

$$F_{пр.} = n \cdot (F_0 + k \cdot x)$$

где  $F_{пр.}$  – сила воздействия пружин на поршень,  
 $n$  – количество пружин,  
 $F_0$  – сила воздействия одной пружины на поршень в исходном состоянии,  
 $k$  – коэффициент жёсткости пружины,  
 $x$  – величина сжатия пружин.

Величина сжатия пружин зависит от угла поворота ступицы привода и связана с ним следующим соотношением

$$x = \frac{\pi d}{360^\circ} \cdot \alpha$$

где  $d$  – диаметр вала-шестерни,  
 $\alpha$  – угол поворота ступицы.

При работе пневмопривода на открытие присоединённой арматуры сила давления сжатого воздуха и сила воздействия пружин направлены в разные стороны, а итоговое значение крутящего момента описывается следующим соотношением

$$M_{откр.} = d \cdot (F_{сж.возд.} - F_{пр.}) = d \cdot \left[ \frac{\pi D^2}{4} \cdot P - n \cdot \left( F_0 + k \cdot \frac{\pi d}{360^\circ} \cdot \alpha \right) \right]$$

где  $F_{сж.возд.}$  – сила воздействия сжатого воздуха на поршень,  
 $F_{пр.}$  – сила воздействия пружин на поршень.

Раскрыв скобки получим

$$M_{откр.} = \frac{\pi D^2 d}{4} \cdot P - \frac{nk \pi d^2}{360^\circ} \cdot \alpha - ndF_0$$

В данной формуле, первое слагаемое характеризует влияние давления сжатого воздуха на момент развиваемый пневмоприводом при движении на открытие, второе – изменение момента в зависимости от угла поворота ступицы, третье – уменьшение момента за счёт предварительного сжатия пружин в исходном состоянии пневмопривода. Коэффициенты при давлении  $P$  и угле поворота  $\alpha$  не зависят от условий эксплуатации и определяются конструкцией пневмопривода.

При работе пневмопривода на закрытие присоединённой арматуры, воздух из камеры  $A$  сбрасывается в атмосферу, а закрытие осуществляется исключительно под действием силы возвратных пружин, поэтому момент закрытия рассчитывается следующим образом:

$$M_{\text{закр.}} = \frac{nk \pi d^2}{360^\circ} \cdot \alpha + ndF_0$$

Как и в случае с пневмоприводами двустороннего действия, мы пренебрегли силами трения, не оказывающими влияния на общую зависимость крутящего момента от тех или иных факторов.

Крутящий момент пневмопривода одностороннего действия определяется его конструкцией и различен при работе привода на открытие и закрытие присоединённой арматуры. При открытии, крутящий момент зависит от давления управляющей среды и угла поворота ступицы привода. При закрытии, крутящий момент зависит только от угла поворота ступицы.

На практике давление управляющей среды обычно является постоянным (перед подачей воздуха в привод он проходит через регулятор давления). В этом случае, **крутящий момент привода одностороннего действия различен при движении на открытие и закрытие присоединённой арматуры и зависит от угла поворота ступицы.**

### Сравнение крутящего момента приводов одно- и двухстороннего действия

Итак, мы знаем зависимости крутящего момента пневмоприводов одно- и двухстороннего действия, от давления управляющей среды и угла поворота ступицы привода.

Привод	одностороннего действия	двухстороннего действия
Открытие	$M_{\text{откр.}} = \frac{\pi D^2 d}{4} \cdot P - \frac{nk \pi d^2}{360^\circ} \cdot \alpha - ndF_0$	$M_{\text{откр.}} = M_{\text{закр.}} = \frac{\pi D^2 d}{4} \cdot P$
Закрытие	$M_{\text{закр.}} = \frac{nk \pi d^2}{360^\circ} \cdot \alpha + ndF_0$	

На практике, как упоминалось выше, перед пневмоприводом устанавливается редуктор, обеспечивающий стабильное давление управляющей среды. В таком случае, зависимость крутящего момента от угла поворота ступицы привода можно наглядно представить в виде графиков, показанных на рисунке 5.

Зелёной прямой обозначена зависимость крутящего момента от угла поворота ступицы пневмопривода двустороннего действия, синей – одностороннего действия. Красная линия показывает типовую зависимость крутящего момента шарового крана, необходимого для поворота шара.

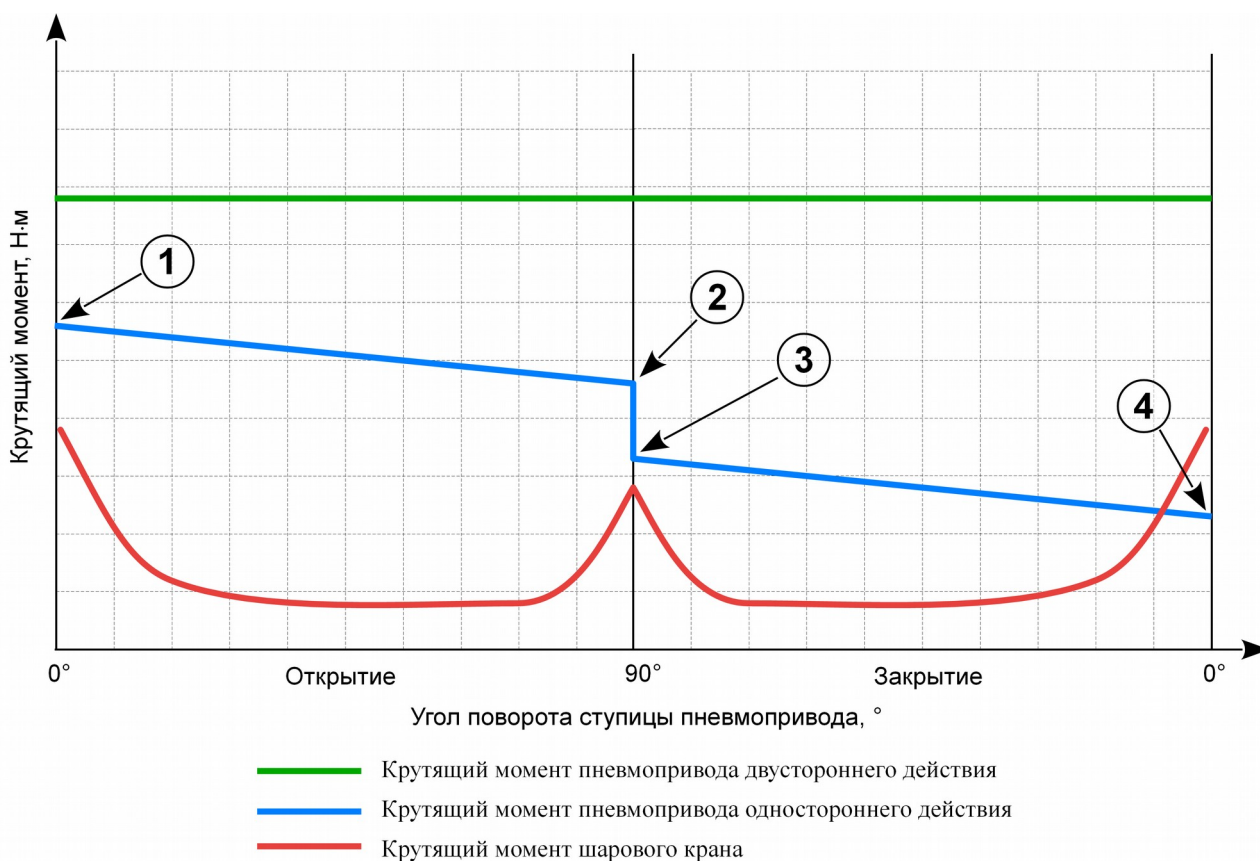


Рисунок 5 – Графики зависимости крутящего момента от угла поворота

На этом графике хорошо видны различия между крутящим моментом пневмоприводов одно- и двустороннего действия. Притом, обе линии вычерчены в масштабе для пневмоприводов одного и того же диаметра, а именно для приводов VALMA PNA-SA-105 (одностороннего действия) и PNA-DA-105 (двустороннего действия). Таким образом, хорошо видно что пневмопривод двустороннего действия по отношению к приводу одностороннего действия имеет существенно **большой** крутящий момент во всём диапазоне угла поворота ступицы.

Если посмотреть на крутящий момент шарового крана и сопоставить его с моментами обоих типов пневмоприводов, то становится ясно что пневмопривод двустороннего действия имеет большой запас и без проблем обеспечит как открытие, так и закрытие крана, привод одностороннего действия того же диаметра будет не способен полностью закрыть кран (шар остановится в положении около 8°).

### Паспортные данные крутящего момента пневмоприводов

Артикул	Давление управляющей среды					
	3	4	5	6	7	8
PNA-DA-032	4,2	6	7,5	9	10	11,5
PNA-DA-040	6,56	9,83	11,72	14,06	15,63	17,97
PNA-DA-052	12,48	16,64	20,8	24,96	29,12	33,28
PNA-DA-063	21,96	29,28	36,6	43,92	51,24	58,56
PNA-DA-083	44,5	59,4	74,2	89,1	103,9	118,8
PNA-DA-092	68,2	91,1	113,7	136,4	159,2	181,9
PNA-DA-105	101,82	136,76	169,7	203,64	237,58	271,52
PNA-DA-125	174,9	233,2	291,5	349,8	408,1	466,4
PNA-DA-140	263,22	350,96	438,7	526,44	614,18	701,92
PNA-DA-160	401,1	534,8	668,5	802,2	935,9	1069,6
PNA-DA-190	646,44	861,9	1077,4	1292,9	1508,4	1723,8
PNA-DA-210	888,4	1184,5	1480,6	1776,7	2072,8	2369

Рисунок 6 – Паспортные данные крутящего момента пневмоприводов VALMA двустороннего действия серии PNA-DA, Н·м

В паспортах пневмоприводов значения крутящего момента обычно приводятся в табличном виде, а не в виде графиков. Для пневмоприводов двухстороннего действия таблица предельно проста – для каждого конкретного привода, приводится значение крутящего момента при различном давлении управляющей среды. Так на рисунке 6 показана таблица с паспортными значениями для пневмоприводов VALMA двухстороннего действия серии PNA-DA.

Крутящий момент пневмоприводов одностороннего действия в паспорте так же представлен в виде табличных данных.

Давление управляющего воздуха, бар		Открытие, Н-м												Закрытие, Н-м	
Артикул	Колич. пружин	3		4		5		6		7		0°		90°	
		0°	90°	0°	90°	0°	90°	0°	90°	0°	90°	0°	90°	0°	90°
PNA-SA-032	2	-	-	-	-	4,76	0,92	6,26	2,42	7,26	3,42	2,74	6,58		
PNA-SA-040	2	-	-	-	-	7,59	1,18	9,93	3,52	11,5	5,09	4,13	10,54		
PNA-SA-052	10	-	-	8,74	4,24	12,9	8,4	17,06	12,56	-	-	7,9	12,4		
PNA-SA-063	10	-	-	15,3	7,7	22,6	15	29,9	22,3	37,2	29,6	14	21,6		
PNA-SA-083	10	-	-	31,6	17,2	46,8	32,4	62	47,6	77,1	62,7	29	43,4		
PNA-SA-092	10	-	-	47,1	26,1	69,7	48,7	92,4	71,4	115,2	94,2	44	65		
PNA-SA-105	10	-	-	70,4	37,2	103,3	70,1	137,3	104	171,2	138	66,4	99,6		
PNA-SA-125	10	-	-	114,4	59,4	172,7	117,7	231	176	-	-	118,8	173,8		
PNA-SA-140	10	-	-	174	87	261,7	174,7	349,4	262,4	437,8	350,1	177	264		
PNA-SA-160	10	-	-	261,8	126,7	395,5	260,4	529,2	394,1	-	-	273	408,1		
PNA-SA-190	10	-	-	427,1	209,9	642,6	425,4	858,1	640,9	1073,6	856,4	434,8	652		
PNA-SA-210	10	-	-	586,9	289	883	585,1	1179,1	881,2	1475,2	1177,3	597,6	895,5		

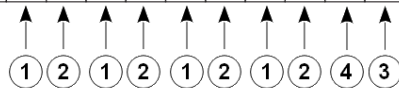


Рисунок 7 – Паспортные данные крутящего момента пневмоприводов VALMA одностороннего действия серии PNA-SA, Н-м

На графике выше (рисунок 5), отмечены четыре точки, значение момента в которых указывается в паспорте на пневмопривод. Точки ① и ② относятся к движению привода на открытие, величина момента в этих точках зависит от давления управляющей среды; точки ③ и ④ относятся к движению на закрытие, момент в этих точках определяется только конструкцией пневмопривода (не зависит от давления управляющей среды). Таблица с паспортными значениями крутящего момента пневмоприводов VALMA одностороннего действия серии PNA-SA приведена на рисунке 7. Опорные точки ①, ②, ③, ④ подписаны под каждым столбцом автором данной статьи и в реальном паспорте привода отсутствуют.

### Подбор пневмопривода по моменту

При использовании арматуры и пневмопривода одного производителя, как правило, имеются чёткие рекомендации по их совместимости и подбор привода, по сути, не осуществляется – устанавливается привод, рекомендованный производителем. Однако, в процессе модернизации и/или ремонта часто возникает потребность в установке пневмопривода на уже имеющуюся арматуру, т. е. возникает задача правильного подбора пневмопривода. При этом проверяется три основных условия:

- 1 стыковочные поверхности привода и арматуры выполнены по одному стандарту и совместимы друг с другом;
- 2 присоединительные размеры вала (штока) арматуры и ступицы пневмопривода соответствуют друг другу;
- 3 пневмопривод обеспечивает достаточный крутящий момент для проворота арматуры во всём диапазоне рабочих углов.

Разумеется, проверяются и другие параметры (рабочая температура, устойчивость к воздействию окружающей среды, габаритные размеры и т. д.), однако, три вышеприведённых условия являются основными.

Первое и второе условие проверяется элементарно по чертежам и описанию арматуры и привода. При этом стоит обратить внимание на то, что многие производители приводов предлагают специальные адаптеры для обеспечения совместимости продукции с тем или иным размером/стандартом.

Третье условие проверяется несколько сложнее. Первым делом необходимо определить крутящий момент, требуемый для проворота рабочего органа на тот или иной угол. В идеале, данные по моменту и его зависимости от рабочего давления приводятся в паспорте на арматуру. Однако, в реальных условиях эти данные часто отсутствуют (не были указаны производителем, нечитаема маркировка затвора, условия эксплуатации отличаются от номинальных и т. д.). В этом случае обычно используют данные по крутящему моменту аналогичной арматуры, закладывая в расчёт следующие коэффициенты запаса

- + 25% в общем случае;
- + 40% если рабочей средой является грязная или вязкая жидкость;
- + 80% если рабочая среда является сыпучей.



Для правильной совместной работы пневмопривода и присоединённой арматуры, необходимо чтобы крутящий момент требуемый для проворота рабочего органа был меньше момента привода на всём диапазоне углов поворота.

При подборе пневмоприводов двухстороннего действия сопоставляют значение требуемого крутящего момента, полученного с учётом коэффициента запаса, с паспортным значением момента привода при соответствующих условиях эксплуатации давлению управляющей среды.

При подборе пневмоприводов одностороннего действия обычно ориентируются на минимальное значение момента (точку ④ на рисунке 5). Величина крутящего момента пневмопривода в этой точке должна быть больше момента проворота присоединённой арматуры.

#### Пример подбора пневмопривода по моменту

Исходные данные: требуемый момент 50 Н·м, давление управляющей среды 6 бар.

Подбор пневмопривода двухстороннего действия.

Открываем паспорт пневмопривода и смотрим таблицу крутящего момента (рисунок 8). Давление управляющей среды в нашем случае 6 бар, поэтому просматриваем значения момента в соответствующем столбце и выбираем первое, превышающее величину 50 Н·м. В первом столбце видим подходящую модель пневмопривода (PNA-DA-083).

После этого проверяем геометрическую совместимость крепёжного фланца и ступицы выбранного привода с соответствующими элементами присоединяемой арматуры.

Артикул	Давление управляющей среды					
	3	4	5	6	7	8
PNA-DA-032	4,2	6	7,5	9	10	11,5
PNA-DA-040	6,56	9,83	11,72	14,06	15,63	17,97
PNA-DA-052	12,48	16,64	20,8	24,96	29,12	33,28
PNA-DA-063	21,96	29,28	36,6	43,92	51,24	58,56
PNA-DA-083	44,5	59,4	74,2	89,1	103,9	118,8
PNA-DA-092	68,2	91,1	113,7	136,4	159,2	181,9
PNA-DA-105	101,82	136,76	169,7	203,64	237,58	271,52
PNA-DA-125	174,9	233,2	291,5	349,8	408,1	466,4
PNA-DA-140	263,22	350,96	438,7	526,44	614,18	701,92
PNA-DA-160	401,1	534,8	668,5	802,2	935,9	1069,6
PNA-DA-190	646,44	861,9	1077,4	1292,9	1508,4	1723,8
PNA-DA-210	888,4	1184,5	1480,6	1776,7	2072,8	2369

Рисунок 8 – Подбор пневмопривода по моменту

Подбор пневмопривода одностороннего действия.

Осуществляется аналогично пневмоприводам двухстороннего действия, но требует проверки нескольких значений момента. Сначала выбираем модель привода (PNA-SA-105) – рисунок 9, затем убеждаемся в том что момент привода больше требуемого на всём диапазоне угла поворота ступицы как при движении на открытие, так и при движении на закрытие (рисунок 10).

После этого проверяем геометрическую совместимость крепёжного фланца и ступицы выбранного привода с соответствующими элементами присоединяемой арматуры.

Давление управляющего воздуха, бар		Открытие, Н·м										Закрытие, Н·м	
Артикул	Колич. пружин	3		4		5		6		7		90°	
		0°	90°	0°	90°	0°	90°	0°	90°	0°	90°	0°	90°
PNA-SA-032	2	-	-	-	-	4,76	0,92	6,26	2,42	7,26	3,42	2,74	6,58
PNA-SA-040	2	-	-	-	-	7,59	1,18	9,93	3,52	11,5	5,09	4,13	10,54
PNA-SA-052	10	-	-	8,74	4,24	12,9	8,4	17,06	12,56	-	-	7,9	12,4
PNA-SA-063	10	-	-	15,3	7,7	22,6	15	29,9	22,3	37,2	29,6	14	21,6
PNA-SA-083	10	-	-	31,6	17,2	46,8	32,4	62	47,6	77,1	62,7	29	43,4
PNA-SA-092	10	-	-	47,1	26,1	69,7	48,7	92,4	71,4	115,2	94,2	44	65
PNA-SA-105	10	-	-	70,4	37,2	103,3	70,1	137,3	104	171,2	138	66,4	99,6
PNA-SA-125	10	-	-	114,4	59,4	172,7	117,7	231	176	-	-	118,8	173,8
PNA-SA-140	10	-	-	174	87	261,7	174,7	349,4	262,4	437,8	350,1	177	264
PNA-SA-160	10	-	-	261,8	126,7	395,5	260,4	529,2	394,1	-	-	273	408,1
PNA-SA-190	10	-	-	427,1	209,9	642,6	425,4	858,1	640,9	1073,6	856,4	434,8	652
PNA-SA-210	10	-	-	586,9	289	883	585,1	1179,1	881,2	1475,2	1177,3	597,6	895,5

Рисунок 9 – Подбор пневмопривода по моменту

Давление управляющего воздуха, бар		Открытие, Н·м										Закрытие, Н·м	
Артикул	Колич. пружин	3		4		5		6		7		90°	
		0°	90°	0°	90°	0°	90°	0°	90°	0°	90°	0°	90°
PNA-SA-032	2	-	-	-	-	4,76	0,92	6,26	2,42	7,26	3,42	2,74	6,58
PNA-SA-040	2	-	-	-	-	7,59	1,18	9,93	3,52	11,5	5,09	4,13	10,54
PNA-SA-052	10	-	-	8,74	4,24	12,9	8,4	17,06	12,56	-	-	7,9	12,4
PNA-SA-063	10	-	-	15,3	7,7	22,6	15	29,9	22,3	37,2	29,6	14	21,6
PNA-SA-083	10	-	-	31,6	17,2	46,8	32,4	62	47,6	77,1	62,7	29	43,4
PNA-SA-092	10	-	-	47,1	26,1	69,7	48,7	92,4	71,4	115,2	94,2	44	65
PNA-SA-105	10	-	-	70,4	37,2	103,3	70,1	137,3	104	171,2	138	66,4	99,6
PNA-SA-125	10	-	-	114,4	59,4	172,7	117,7	231	176	-	-	118,8	173,8
PNA-SA-140	10	-	-	174	87	261,7	174,7	349,4	262,4	437,8	350,1	177	264
PNA-SA-160	10	-	-	261,8	126,7	395,5	260,4	529,2	394,1	-	-	273	408,1
PNA-SA-190	10	-	-	427,1	209,9	642,6	425,4	858,1	640,9	1073,6	856,4	434,8	652
PNA-SA-210	10	-	-	586,9	289	883	585,1	1179,1	881,2	1475,2	1177,3	597,6	895,5

Рисунок 10 – Проверка момента привода при разном угле поворота ступицы

В случае геометрической несовместимости привода и присоединяемой арматуры могут использоваться специальные адаптеры/либо привод большего размера.

### Сравнение пневмоприводов одно- и двухстороннего действия

Главным преимуществом пневмоприводов одностороннего действия является то, что они способны обеспечить возврат арматуры в исходное состояние без использования сжатого воздуха, например, обрыв линии пневмопитания, пониженное давление воздуха в магистрали и т. д.

Пневмоприводы двухстороннего действия, при отсутствии сжатого воздуха не воздействуют на присоединённую арматуру, оставляя её в последнем рабочем положении. Такое поведение обеспечивает непрерывность протекания технологического процесса, но является недопустимым в некоторых применениях.

Преимуществом пневмоприводов двухстороннего действия являются меньшие массогабаритные характеристики и, как следствие, меньшая стоимость при равном значении крутящего момента. Сравнение приводов из прошлого примера приведено на рисунке 11.



Модель	PNA-DA-083	PNA-SA-105
Крутящий момент (P <sub>упр</sub> = 6 бар)	89.1 Н·м	от 66.4 до 137.3 Н·м
Габариты	213 x 134 x 113 мм	287 x 158 x 128 мм
Объём	3.2·10 <sup>-3</sup> м <sup>3</sup>	5.8·10 <sup>-3</sup> м <sup>3</sup>
Вес	3.5 кг	7.6 кг
Цена	\$100	\$205

Рисунок 11 – Сравнение пневмоприводов одно- и двустороннего действия

Пневмопривод одностороннего действия, по отношению к пневмоприводу двустороннего действия получился на 80% больше, более чем в 2 раза тяжелее и в 2 раза дороже.



## Выводы

В данной статье мы рассмотрели особенности конструкции пневмоприводов одно- и двустороннего действия, выявили зависимость крутящего момента от угла поворота ступицы привода, провели соответствие между табличным и графическим способом представления момента и определили плюсы и минусы обеих конструкций, которые кратко могут быть сформулированы следующим образом

Пневмопривод двустороннего действия	<ul style="list-style-type: none"><li>+ высокий крутящий момент</li><li>+ малый вес</li><li>+ компактный размер</li><li>+ низкая стоимость</li><li>+ обеспечивает непрерывность процесса</li><li>– не может обеспечить возврат арматуры в исходное состояние при авариях на линиях пневмопитания</li></ul>
Пневмопривод одностороннего действия (с возвратными пружинами)	<ul style="list-style-type: none"><li>+ обеспечивает возврат арматуры в исходное состояние даже при отсутствии сжатого воздуха</li><li>– крутящий момент меньше чем у приводов двустороннего действия</li><li>– вес и габариты больше чем у приводов двустороннего действия</li><li>– высокая стоимость</li><li>– возможны прерывания технологического процесса при снижении управляющего давления или обрыве пневмолинии</li></ul>

Способность пневмоприводов одностороннего действия к возврату в исходное состояние даже при отсутствии сжатого воздуха является их главной особенностью и делает данные пневмоприводы незаменимыми при использовании в составе систем противоаварийной защиты.

Малый вес и габариты пневмоприводов двустороннего действия совместно с высоким крутящим моментом и низкой стоимостью привели к их широкому распространению. Такие пневмоприводы используются для управления многими технологическими процессами, однако, они, как правило, не могут быть установлены в составе систем противоаварийной защиты.

Инженер ООО «КИП-Сервис»  
Быков А.Ю.