

ЛЕКЦИЯ №9 ИСПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПОДСИСТЕМА

Цель занятия:

1. Пневматические двигатели
2. Пневматические цилиндры

Лектор: PhD, ст. преп. каф. «ТТиЛС»
Сулеев Б.Д.

Воздействие системы автоматического управления (САУ) непосредственно на какой-либо технологический объект осуществляется исполнительными механизмами, которые и составляют исполнительную подсистему САУ.

Энергия сжатого воздуха преобразуется в механическую энергию исполнительных механизмов при воздействии на их рабочие органы, которыми могут служить поршень, лопатка или мембрана. Очевидно, что при этом усилие, развиваемое исполнительным механизмом, пропорционально давлению в нем, а скорость движения выходного звена определяется расходом сжатого воздуха.

Исполнительные механизмы могут выполнять следующие виды движения:

- вращательное;
- поворотное (в ограниченном угловом диапазоне);
- линейное (возвратно-поступательное);

И соответственно, исполнительные механизмы подразделяются на три основных типа:

- пневмодвигатели вращательного действия - пневматические моторы;
- поворотные пневмодвигатели;
- линейные пневмодвигатели - пневматические цилиндры.

В отдельную группу можно выделить специальные пневматические исполнительные механизмы, такие как вакуумные захваты, цанговые зажимы и т.п.

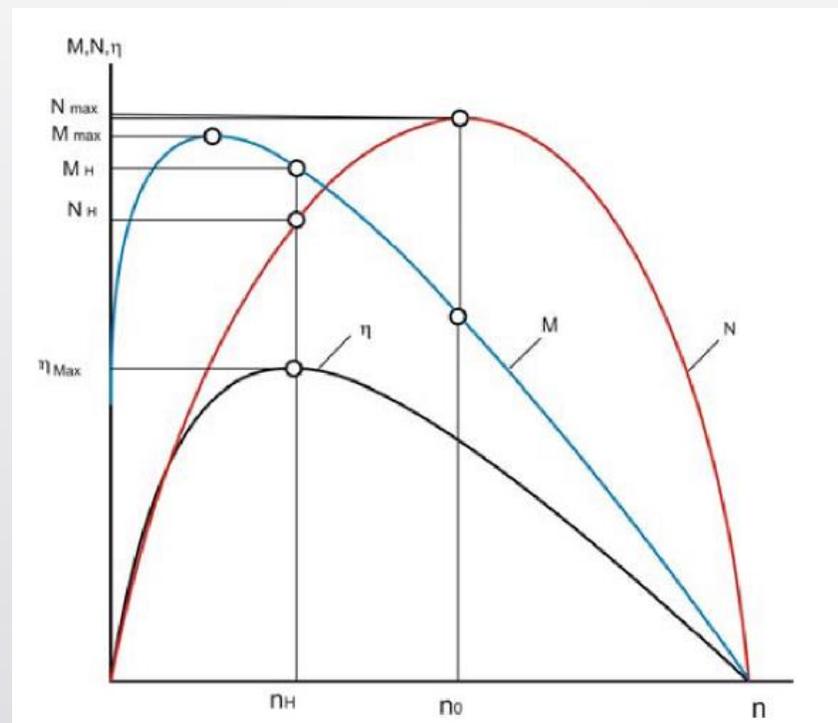
Как приводы различных машин и механизмов широко применяются во многих отраслях промышленности, что объясняется их конструктивными и эксплуатационными особенностями, делающими их в ряде случаев незаменимыми.

Наибольшее распространение получили пневматические двигатели сравнительно малой мощности (до 2 кВт), применяемые главным образом как приводы ручных механизированных инструментов.

В настоящее время серийно изготавливают в основном пневмодвигатели следующих типов: шестеренные, поршневые, ротационные и турбинные. Каждый из этих типов двигателей в соответствии с их характеристиками имеет определенную область применения.

Пневмодвигатели вращательного действия или пневмомоторы предназначены для преобразования потенциальной энергии сжатого воздуха в механическую работу и обеспечивают неограниченное вращательное движение выходного вала.

При эксплуатации пневмомоторов существенное значение имеет такой установившийся режим, при котором достигается максимальная производительность машины. Этому режиму соответствуют статические характеристики крутящего момента M , мощности N и общего КПД η , определяемые теоретически или экспериментально при постоянной частоте вращения n (рисунок 9.1).



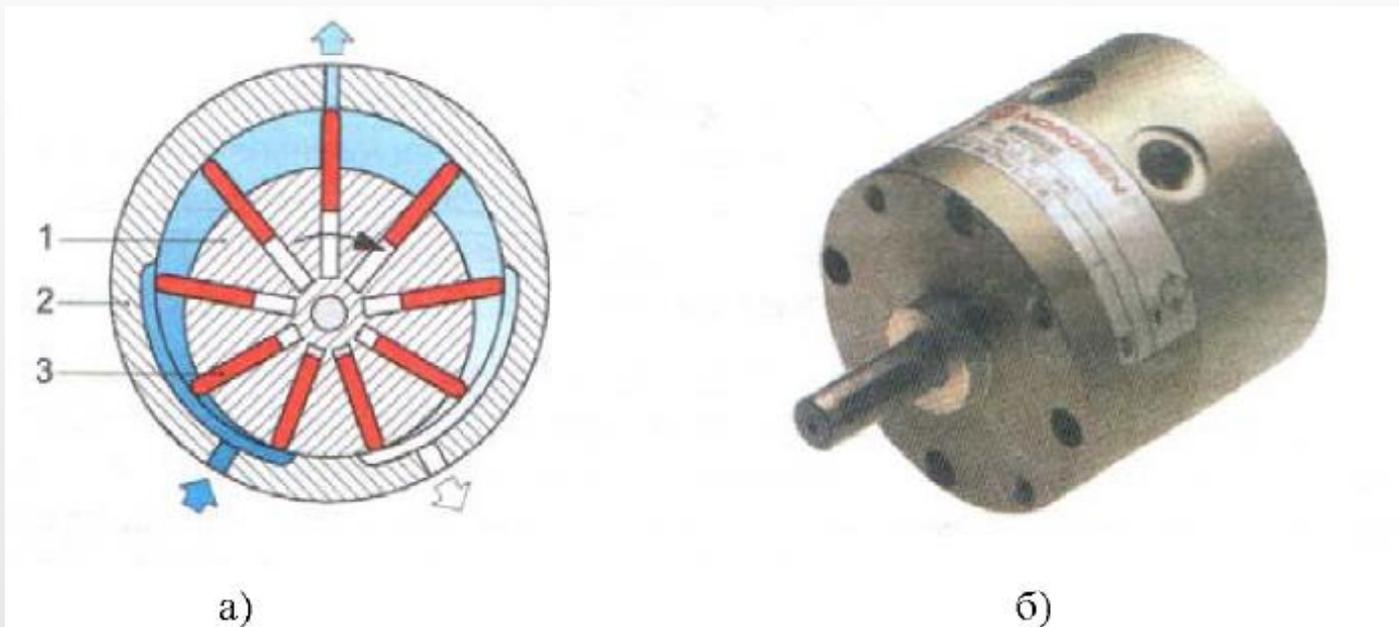
M - крутящий момент; N - мощность; η - общий КПД; n -частота вращения

Рисунок 9.1 - Основные рабочие характеристики пневмомоторов:

Как видно на рисунке 9.1, мощность пневмомотора достигает максимального значения N_{max} при частоте вращения $n_0 \sim 0,5n_{xx}$ (где n_{xx} - частота вращения при холостом ходе).

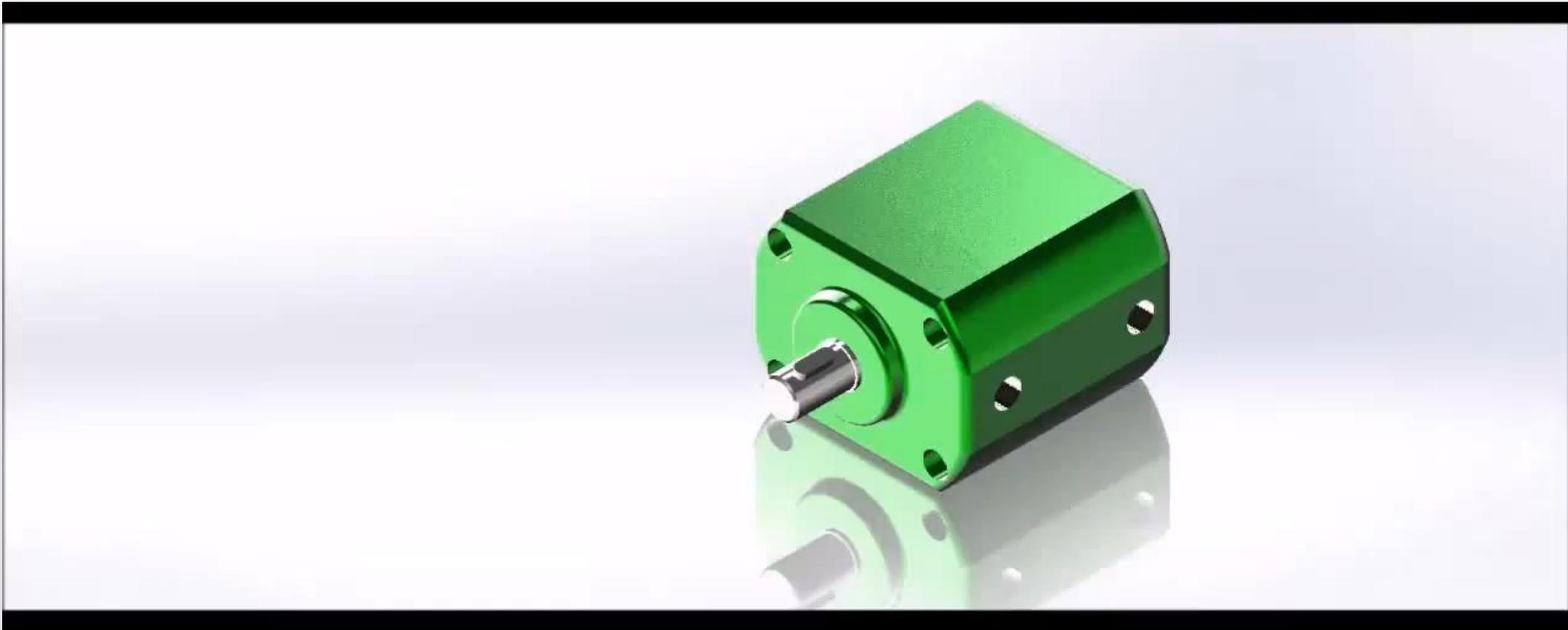
Крутящий момент имеет наибольшее значение M_{max} при частоте вращения близкой к нулю.

Принципиальная конструктивная схема шиберного (пластинчатого) пневмомотора (рисунок 9.2) практически не отличается от ранее рассмотренной конструктивной схемы пластинчатого компрессора.



а) конструктивная схема, б) внешний вид; 1 - ротор; 2 - статор;
3 – пластина

Рисунок 9.2 - Пластинчатый пневмомотор

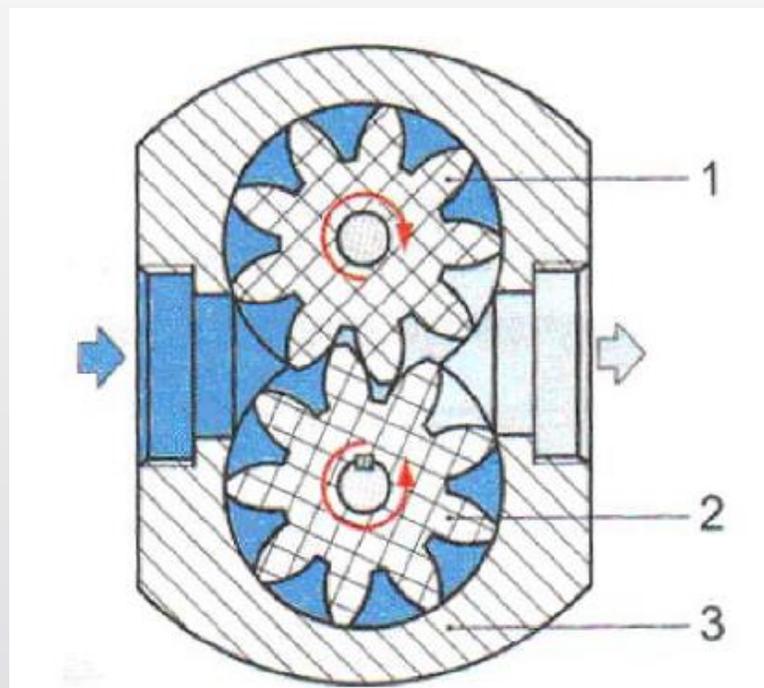


От числа пластин шиберного пневмомотора зависят его коэффициент полезного действия (КПД), условия пуска и быстрота разгона (приемистость), а также равномерность вращения.

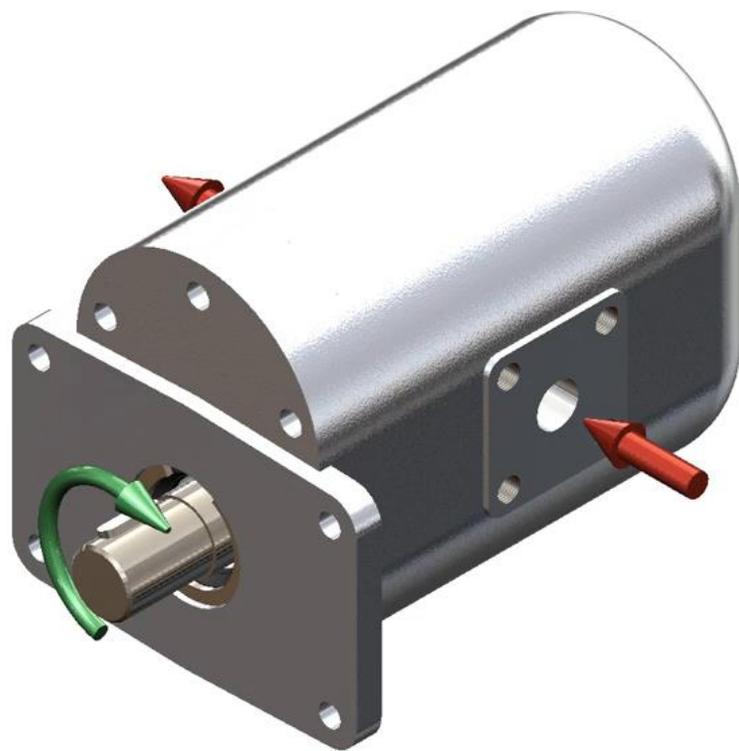
Стандартные конструкции имеют 3-5 пластин, в специальных случаях их число увеличивается до 10. Выпускаются как реверсивные, так и нереверсивные пластинчатые пневмомоторы.

К недостаткам шиберных пневмомоторов относят необходимость обильной смазки и невысокую герметичность рабочих камер, что приводит к возникновению утечек, к снижению КПД. Диапазон мощностей пластинчатых пневмомоторов составляет 0,05 - 20кВт, диапазон частот вращения - 30 - 20000 об/мин.

В корпусе 3 шестеренного пневмомотора расположены две находящиеся в зацеплении шестерни 1 и 2 (зубчатые колеса), причем одна из них закреплена на выходном валу или выполнена заодно с ним, а другая свободно вращается на опорах, установленных в корпусе (рисунок 9.3).



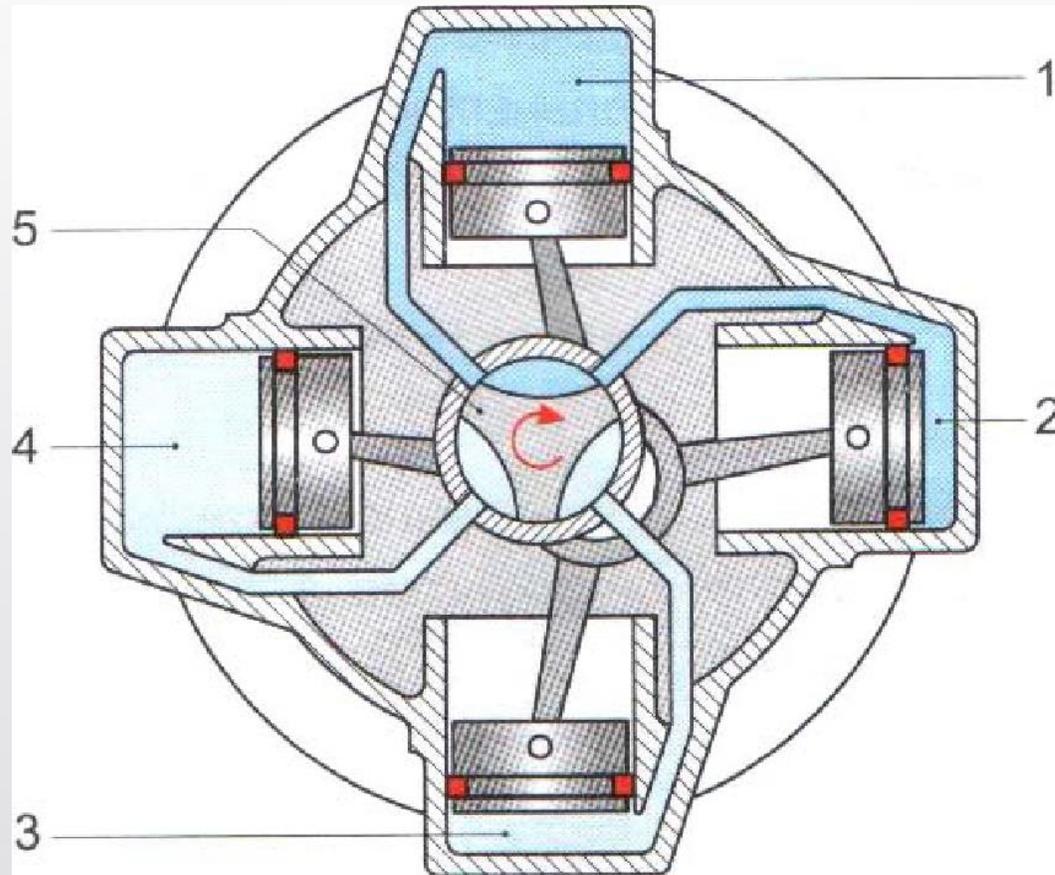
1,2 — шестерни (зубчатые колеса); 3 — корпус
Рисунок 9.3 — Шестеренный пневмомотор.



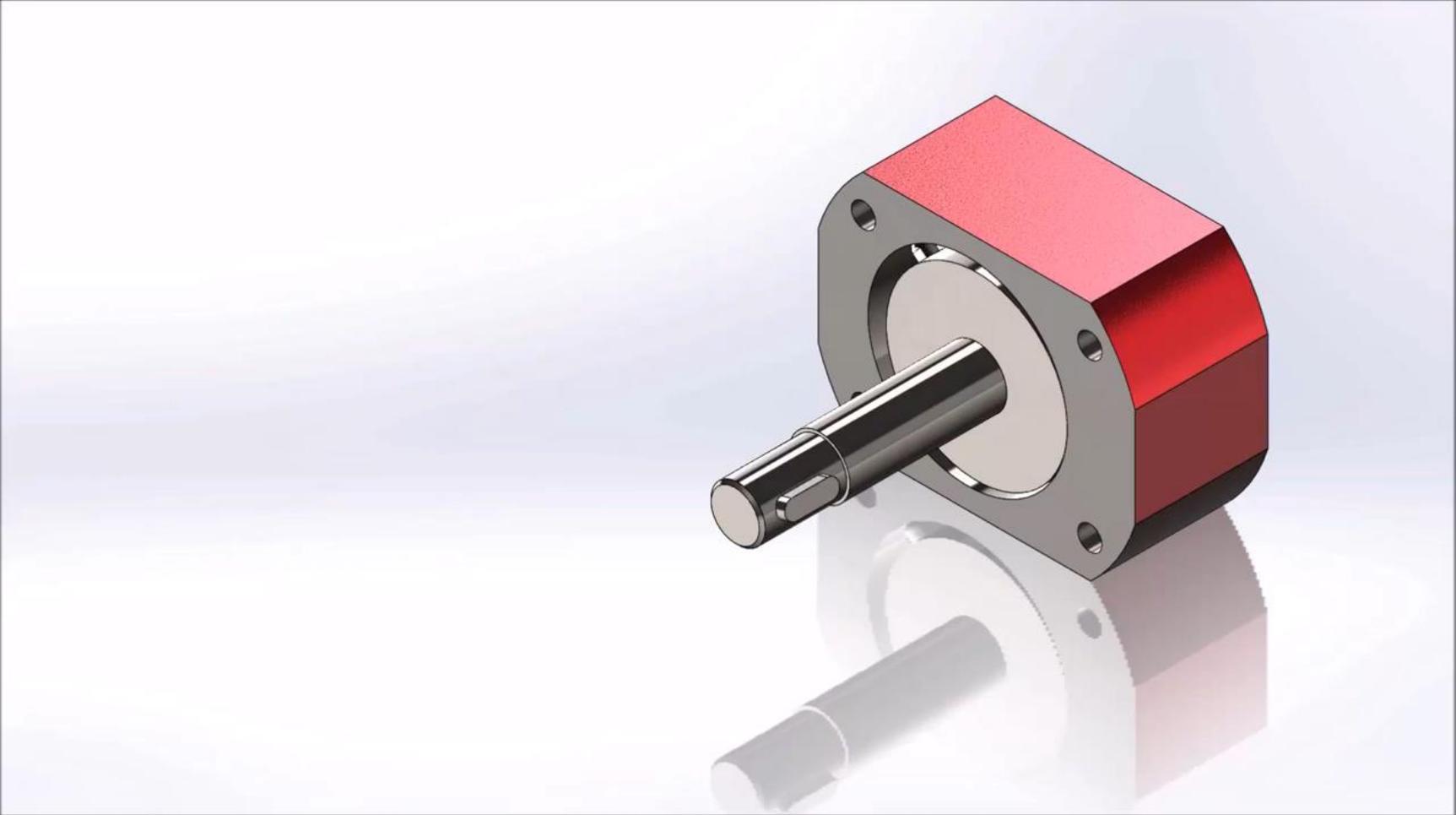
Шестерни могут иметь прямые, косые или шевронные зубья. Область применения шестеренных пневмомоторов достаточно широка: угольная промышленность (приводы конвейеров, лебедок), химическая промышленность (приводы насосов), металлургия (приводы конверторов, карусельных печей и другого оборудования), тяжелая промышленность (пусковые двигатели для дизелей) и т.д.

Радиально-поршневые пневмомоторы довольно сложны по конструктивному исполнению, тихоходны (20 - 700 об/мин), имеют большие габариты и массу по сравнению с другими типами двигателей. При этом они обеспечивают значительную величину крутящего момента. Обычно они имеют от 4 до 6 поршней, а диапазон мощностей составляет 1 - 2кВт.

В поршневых пневмомоторах поршню за счет энергии давления сжатого воздуха сообщается поступательное движение, которое затем преобразуется механическим путем во вращательное движение выходного вала (рисунок 9.4). Сжатый воздух одновременно подается в две рабочие камеры пневмомотора, например 1 и 2, через крановый распределитель 5, установленный на выходном валу.



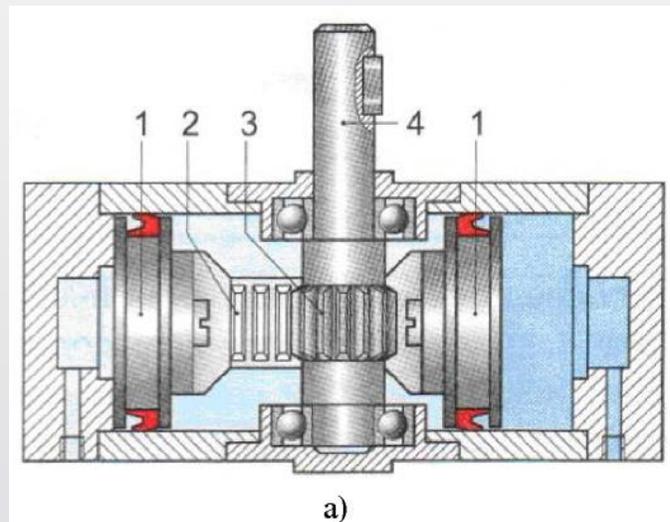
1,2,3,4 - рабочие камеры пневмомотора; 5 - крановый распределитель
Рисунок 9.4 - Радиально-поршневой пневмомотор



При этом соответствующие поршни, перемещаясь к нижней "мертвой точке", передают усилие на коленчатый вал через свои шатуны. После поворота вала, а вместе с ним и распределения на некоторый угол, сжатый воздух подается в рабочие камеры 2 и 3, а отработавший воздух из камер 4 и 1 сбрасывается в атмосферу также через крановый распределитель.

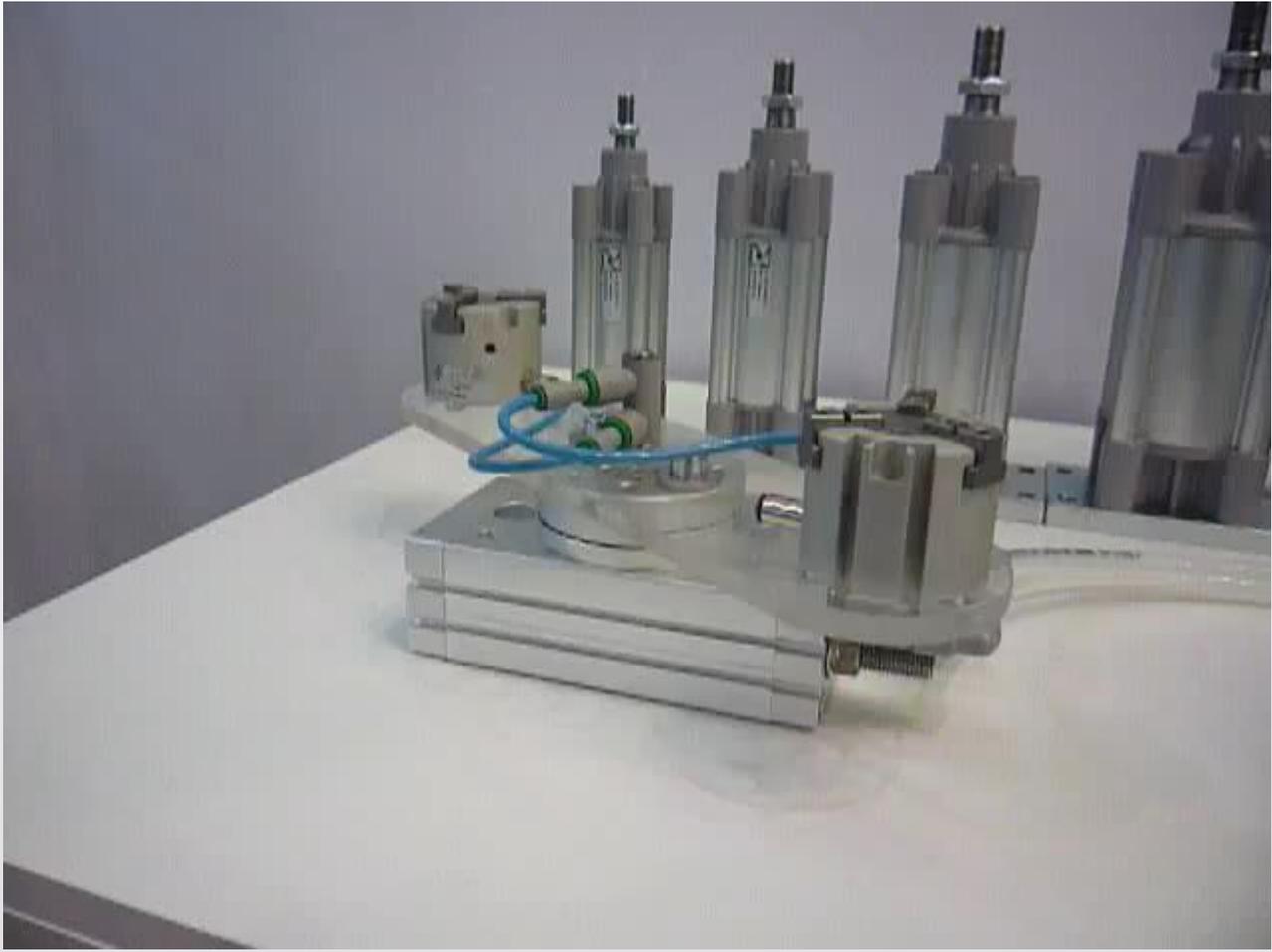
В турбинных пневмомоторах кинетическая энергия потока сжатого воздуха преобразуется в механическую энергию вращения выходного вала. Турбинные пневмомоторы позволяют получать высокие частоты вращения (80000 - 400000 об/мин) выходного вала и небольшие крутящие моменты. Турбинные моторы применяют для высокоскоростного шлифования, а также в зубоврачебной технике в качестве элемента привода бормашины. В технике существует широкий круг задач, в которых требуется не линейное перемещение выходного звена исполнительного механизма, а поворот его на заданный угол. Угол поворота, как правило, ограничен, и значение его находится в диапазоне от 0 до 360 градусов.

Для решения указанных задач применяют поворотные пневматические двигатели, чаще всего поршневые или шиберные. Поршневой поворотный пневмодвигатель с реечной передачей (рисунок 9.5) выполняют на базе передачи "шестерня - рейка". Шестерня 3 устанавливается на выходном валу 4, входит в зацепление со штоком-рейкой 2, который жестко связан с поршнем 1 двух разнонаправленных цилиндров одностороннего действия. Вал связан с технологическим объектом, который необходимо повернуть на некоторый угол (например с захватным устройством промышленного робота).



а) конструктивная схема, б) внешний вид; 1 - поршень; 2 - шток-рейка;
3 - шестерня; 4 - выходной вал

Рисунок 9.5 - Поворотные пневмодвигатели

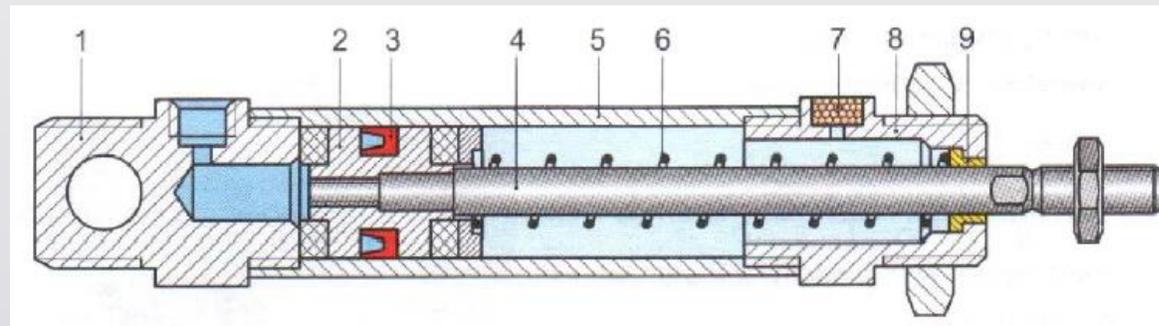


Поршневые пневмодвигатели можно выполнить таким образом, чтобы в конце рабочего хода происходило демпфирование, а поршни были снабжены магнитными вставками с целью обеспечения возможности бесконтактного опроса их положения. В некоторых конструкциях предусматривается также регулирование угла поворота. Максимальный крутящий момент, развиваемый поршневыми поворотными пневмодвигателями, составляет 150 Нм (при диаметре поршней 100 мм).

По функциональным возможностям пневмоцилиндры подразделяют на два базовых типа:

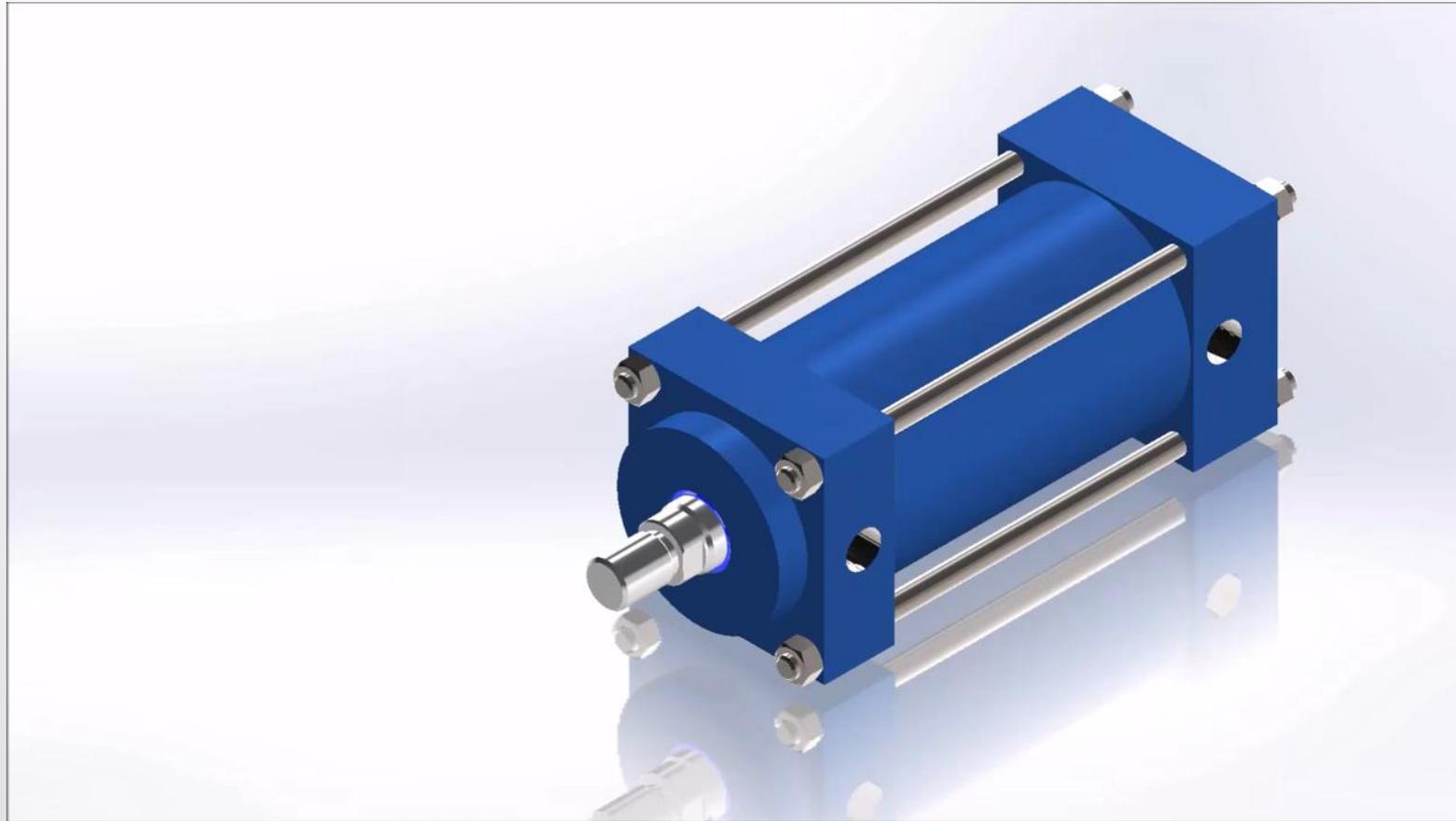
- пневмоцилиндры одностороннего действия: подача сжатого воздуха в них осуществляется для выполнения рабочего хода в одном направлении;
- пневмоцилиндры двустороннего действия: полезная работа совершается ими как при прямом, так и при обратном ходе поршня.

Пневмоцилиндры одностороннего действия применяют в выталкивателях и отсекателях, в зажимных, маркировочных и других подобных устройствах. Рабочий ход в них осуществляется под действием сжатого воздуха, а в исходную позицию выходное звено возвращается встроенной пружиной либо от внешней нагрузки (рисунок 9.6).



1 - задняя крышка; 2 - поршень; 3 - герметичное уплотнение; 4 - шток;
5 - гильза пневмоцилиндра (цилиндрический корпус); 6 - возвратная пружина; 7 - фильтроэлемент; 8 - передняя крышка; 9 - направляющая втулка
Рисунок 9.6 - Пневмоцилиндр одностороннего действия

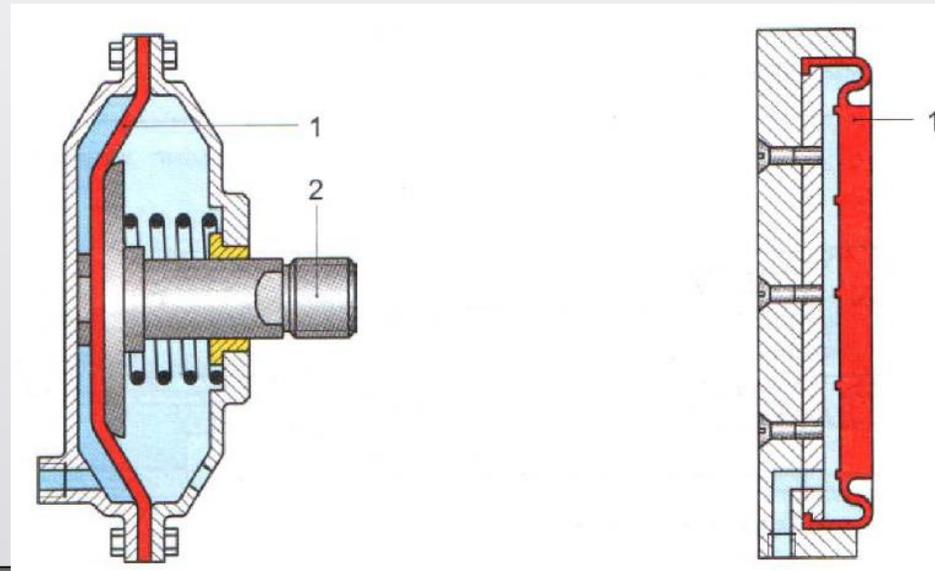
В рассматриваемой конструкции гильза пневмоцилиндра 5 (цилиндрический корпус) с обеих сторон закрыта крышками 1 и 8, причем в задней крышке 1 выполнено отверстие для подвода сжатого воздуха, а передняя крышка 8 имеет декомпрессионное отверстие с вмонтированным фильтроэлементом 7. Поршень 2 делит внутреннее пространство гильзы на две полости: штоковую, в которой находится жестко связанный с ним шток 4, и поршневую полость. Полости разграничены герметичным уплотнением 3 (например манжетой), расположенным в кольцевой проточке на наружной цилиндрической поверхности поршня. Передняя (проходная) крышка 8 снабжена направляющей втулкой 9, которая является опорой скольжения штока, передающего усилие от поршня на внешний объект. Возвратная пружина 6 смонтирована внутри цилиндра и охватывает шток.



Недостатки данной конструкции:

- рабочее усилие снижено вследствие противодействия пружины (примерно на 10%);
- малое усилие при обратном ходе (например, 10% рабочего);
- ограниченное перемещение штока (максимум 100 мм);
- увеличенные продольные габариты (прибавляется длина сжатой пружины).

Несмотря на простое устройство пневмоцилиндров одностороннего действия, существует большое количество их конструктивных исполнений, например мембранные пневмоцилиндры (рисунок 9.7).



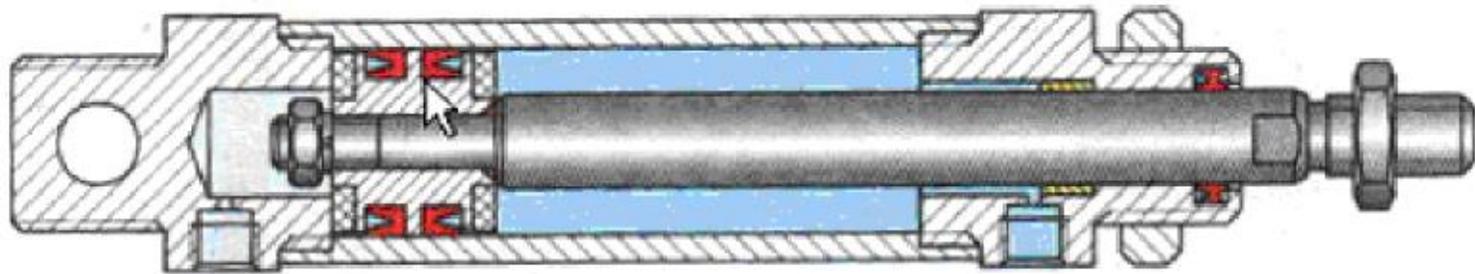
1 - упругая мембрана; 2 – шток

Рисунок 9.7 - Мембранный пневмоцилиндр одностороннего действия

Конструктивные отличия заключаются в том, что подвижный поршень заменен жесткозащемленной упругой мембраной 1, изготовленной из резины, прорезиненной ткани или пластика. Благодаря большой площади мембраны такие пневмоцилиндры развивают усилие до 25000 Н, но при этом ход штока 2 ограничен. В связи с особенностями конструкции мембранные пневмоцилиндры характеризуются существенно меньшими продольными габаритами и простотой монтажа; они недороги и в них отсутствуют подвижные уплотнения.

Пневмоцилиндры двустороннего действия применяют в тех случаях, когда требуется передавать рабочее усилие при линейных перемещениях в обоих направлениях, например при транспортировании, сортировании, установке, механической обработке, подъеме и опускании и других технологических операциях.

Принципиальное отличие пневмоцилиндров двустороннего действия от рассмотренных выше пневмоцилиндров одностороннего действия заключается в том, что в них как прямой, так и обратный ходы поршня осуществляются под действием сжатого воздуха при попеременной его подаче в одну из полостей, в то время как другая соединена с атмосферой (рисунок 9.8).



а)

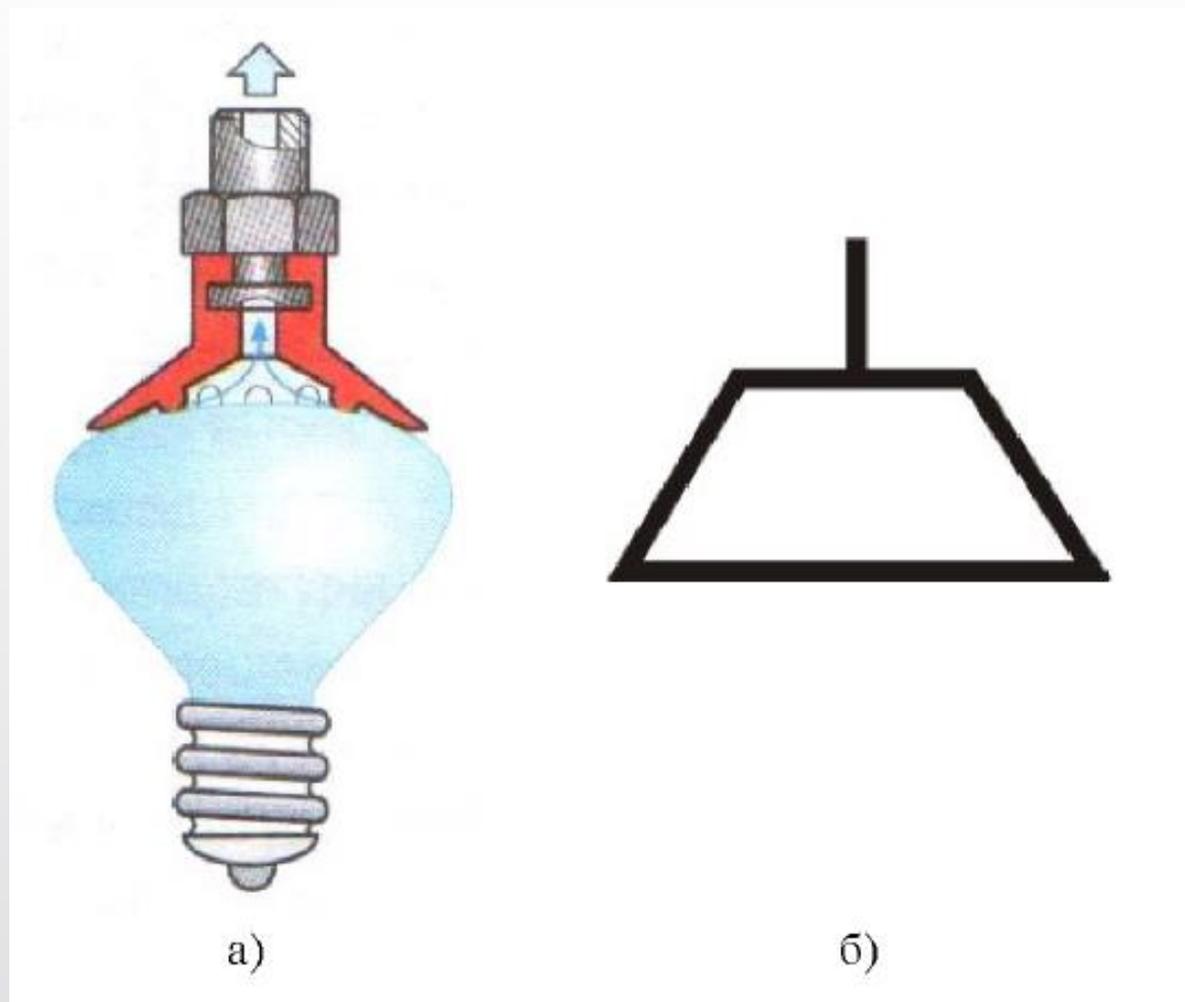


б)

а - конструктивная схема; б - обозначение на пневмосхемах
Рисунок 9.8 - Пневмоцилиндр двустороннего действия

Очевидно, что перемещение штока в любом направлении является рабочим и может осуществляться под нагрузкой. При обратном ходе поршня штоковая полость находится под избыточным давлением, что связано с необходимостью установки дополнительных уплотнений на поршне и в передней крышке для предотвращения утечек сжатого воздуха по штоку. Существует целый ряд пневматических исполнительных устройств, которые нельзя однозначно отнести ни к одному из ранее описанных типов, в связи с чем такие устройства называют специальными. К таким устройствам можно отнести: вакуумные захваты, цанговые зажимы, пневматические захваты и т. д.

В вакуумных захватах объект удерживается вследствие разрежения, создаваемого в полости между эластичным захватом (присоской) и поверхностью самого объекта (рисунок 9.9), а при этом для получения вакуума в захвате важно, чтобы последняя была достаточно гладкой и плотной.



а - конструктивная схема; б - обозначение на пневмосхемах
Рисунок 9.9 - Вакуумный захват

В заводских сетях для создания вакуума используют вакуум-насосы. В этих условиях присоска вакуумного захвата должна управляться аппаратурой, способной работать с давлениями ниже атмосферного.



РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Шахматов Е. В. Пневмопривод и средства автоматике: учеб. пособие / Н.Д. Быстров, А.А. Пголкин, В.Н. Плюхни, С.А. Петренко, Е.В.Шахматов - Самара: Изд-во Самар, гос. аэрокосм, ун-та, 2006. - 112 с. : ил.
2. Беляев Н.М., Уваров Е.И., Степанчук Ю.М. Пневмогидравли-ческие системы. Расчет и проектирование: Учеб. пособие для технических вузов. - М.: Высшая школа, 1988. - 271с.