

Исполнительные механизмы автоматических систем

Исполнительный механизм обычно состоит из **серводвигателя** и **регулирующего органа**.

Серводвигатель воздействует на объект регулирования или непосредственно, или при помощи регулирующего органа.

Регулирующий орган может быть выполнен в виде вентиля, клапана, задвижки, крана, шиберы, заслонки и др., которые устанавливаются на трубопроводах и газоходах с протекающими по ним жидкостью, газом, паром и т.п. Иногда исполнительный механизм (серводвигатель и регулирующий орган) выполняется в одном блоке.

В зависимости от вида применяемой вспомогательной энергии исполнительные механизмы можно разделить на:

- гидравлические
- пневматические
- электрические.

Гидравлические и пневматические исполнительные механизмы характеризуются:

- простотой конструкции;
- большими выходными моментами или усилиями при малых габаритах;
- высоким К.П.Д.;
- большой надежностью.

По своей конструкции эти серводвигатели исполнительных механизмов можно разделить на:

- поршневые двигатели
- мембранные двигатели
- шестеренчатые двигатели.

Электрические исполнительные механизмы характеризуются:

- разнообразием типов электродвигателей
- простотой питания в промышленных условиях
- легкостью получения больших скоростей.

В качестве серводвигателей электрических исполнительных механизмов используются:

- двигатели постоянного тока
- двигатели переменного тока.

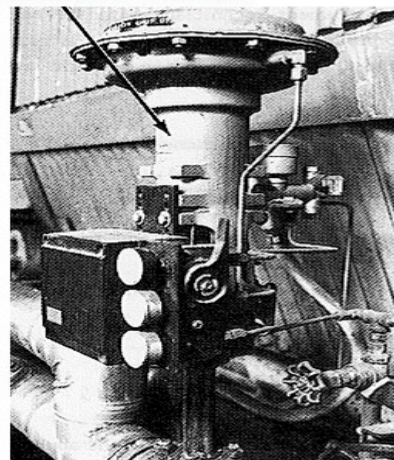
Выбор того или иного типа исполнительного механизма зависит от типа применяемого регулирующего устройства. В нефтяной промышленности большое применение находят **пневматические** исполнительные механизмы, отличающиеся надежностью действия и полной безопасностью в пожарном отношении.

Выбор исполнительного механизма обычно определяется следующими основными факторами:

- применяемым видом вспомогательной энергии
- величиной и характером требуемого перестановочного усилия или мощности
- допускаемой инерционностью
- желательными габаритами и весом
- зависимостью рабочих характеристик от внешних влияний
- надёжностью.

Пневматические исполнительные механизмы, вероятно, наиболее распространенный тип исполнительных механизмов, используемых в автоматических системах регулирования технологических процессов. Пневматические исполнительные механизмы используют давление сжатого воздуха, чтобы произвести механическое движение. Движение, которое произведено, может затем использоваться, чтобы выполнить функцию перемещения регулирующего органа в системе автоматического регулирования. Пневматический исполнительный механизм, показанный на рис. 1, |

ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЙ МЕХАНИЗМ



яя степень
нии.

Рис.1. Пневматический ИМ

Имеются много различных видов пневматических исполнительных механизмов, используемых в промышленности. Различаются три общих вида:

- мембранные исполнительные механизмы однонаправленного действия
- мембранные исполнительные механизмы двойного действия
- поршневые исполнительные механизмы.

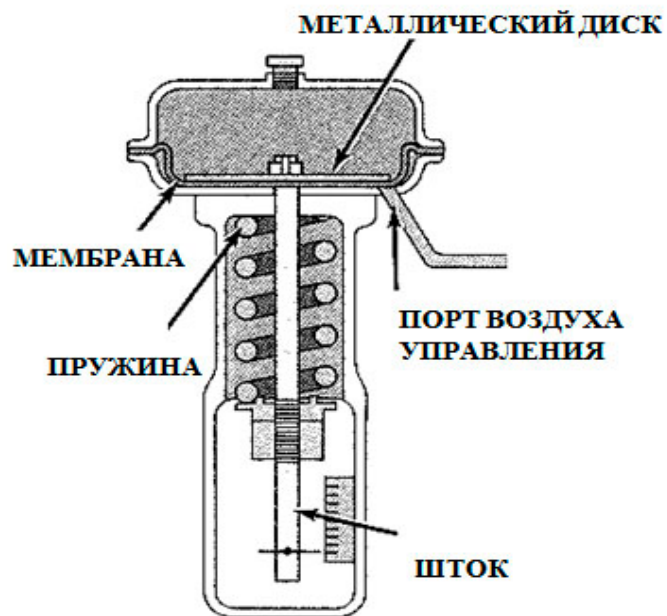
Мембранные исполнительные механизмы однонаправленного действия

Рис. 2 представляет упрощенную иллюстрацию мембранного исполнительного механизма однонаправленного действия. Детали, показанные в иллюстрации - мембрана, которая является гибким диском и часто сделана из прорезиненной ткани; металлический диск, который принимает на себя нагрузку и поддерживает мембрану; пружина, которая прикладывает предварительное усилие на мембрану и шток, связанный с мембраной и перемещающийся при прогибе мембраны.

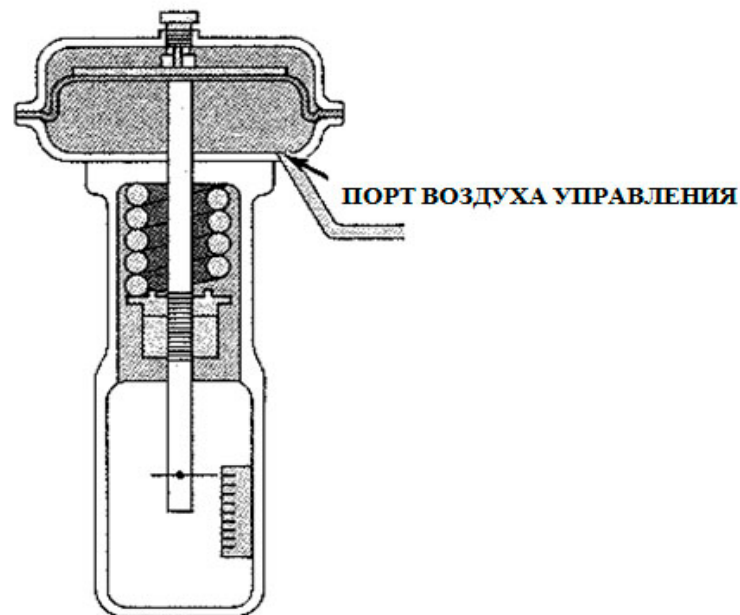
Шток соединен с устройством, механическое движение которого будет обеспечивать исполнительный механизм - это устройство обычно называется органом управления. Давление воздуха вводится в исполнительный механизм через порт в камере под мембранной. Исполнительный механизм на рисунке показан в 2 состояниях - состоянии без приложения давления воздуха и после его подачи.

Мембранный исполнительный механизм однонаправленного действия классифицирован, так потому, что воздушное давление вводится в исполнительный механизм только через один порт и давление воздействует только на одну сторону мембраны. Когда сжатый воздух подается через порт, мембрана прогибается вверх, сжимая пружину и поднимая шток.

Движение штока пропорционально величине давления воздуха, приложенного к исполнительному механизму через порт. Связь движения штока с величиной приложенного давления воздуха означает, что управление прилагаемым давлением позволяет исполнительному механизму устанавливать регулируемый орган в любой заданной точке его зоны перемещения.



Давление воздуха подано на ИМ



Давление воздуха не подано на ИМ

Рис. 2. Мембранный ИМ однонаправленного действия

Клапан был присоединен к исполнительному механизму (рис. 3), чтобы проиллюстрировать важное свойство некоторых однонаправленного действия мембранных исполнительных механизмов: способность перекрывать поток, то есть останавливать процесс, если произойдет потеря давления воздуха управления.

Когда шток исполнительного механизма перемещается вниз, это может или открывать клапан или закрывать клапан, что зависит от конструкции клапана.

На рис. 3, если давление воздуха управления потеряно, усилие сжатой пружины перемещает шток исполнительного механизма вниз, закрывая клапан и прерывая поток.

Эта конструкция исполнительного механизма часто называется: "Воздух открывает - Пружина закрывает" или "Нормально закрытый". Конструкция называется так, потому что давление воздуха перемещает шток, чтобы открыть клапан, а усилие сжатой пружины перемещает шток в направлении закрытия клапана.

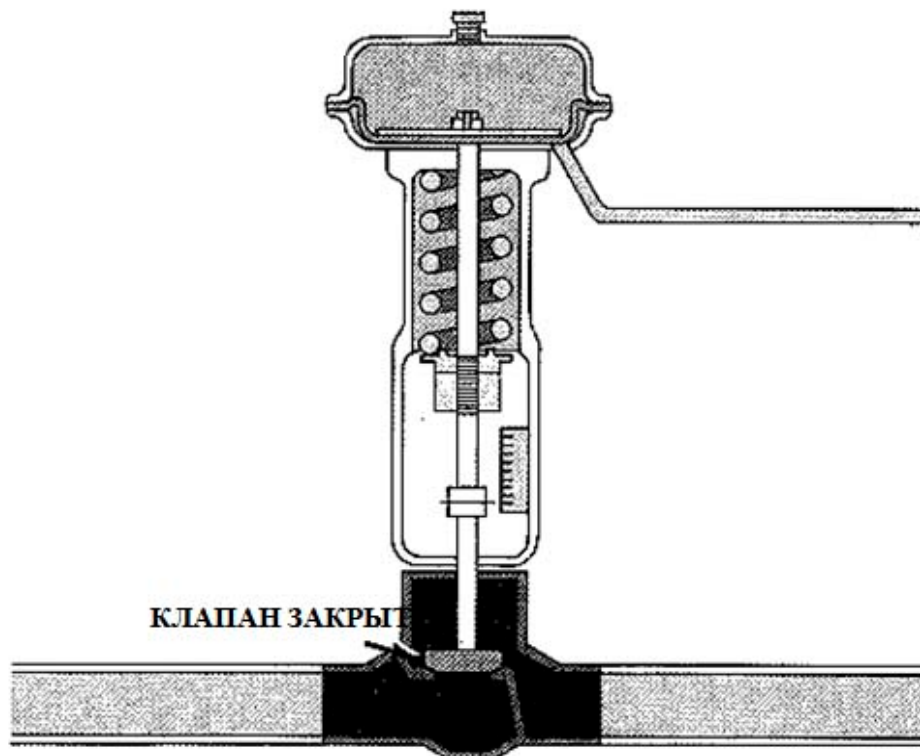


Рис. 3. Мембранный ИМ с клапаном «Воздух открывает – пружина закрывает»

Одно из применений, для которого тип исполнительного механизма, показанный на рис. 3 мог бы использоваться - это управление движением клапана на топливной линии.

Если давление воздуха управления потеряно, исполнительный механизм закрывает клапан и таким образом останавливает поток топлива, предотвращая аварию и возможное повреждение оборудования.

В других случаях более желательно для мембранного исполнительного механизма одностороннего действия, чтобы устанавливался максимальный расход технологического потока, если давление воздуха управления потеряно. Рис. 4 иллюстрирует эту конструкцию, часто называемую "Воздух закрывает - Пружина открывает" или "Нормально открытый". В этом примере, воздушное давление воздуха перемещает шток, чтобы закрыть клапан, а усилие сжатой пружины перемещает шток, чтобы полностью открыть клапан.

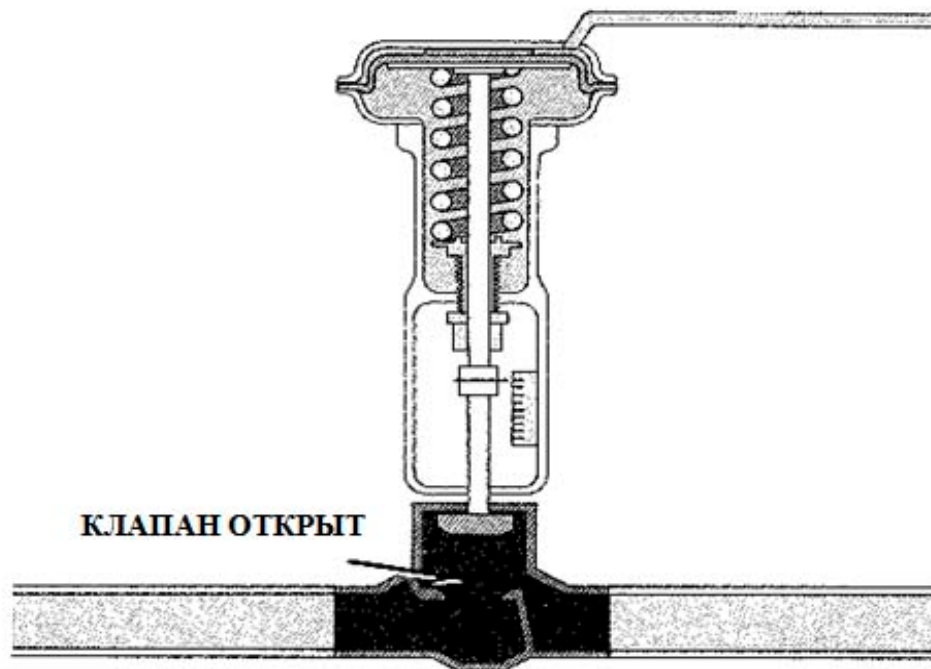


Рис. 4. Мембранный ИМ с клапаном «Воздух закрывает – пружина открывает»

Один из возможных примеров использования этой конструкции исполнительного механизма - это регулирование расхода питательной воды в котел, когда очень опасно прекращение потока воды в котел. Если воздух управления потерян, исполнительный механизм открывает клапан полностью, чтобы поступление воды в котел продолжалось.

Мембранные исполнительные механизмы двойного действия часто используются там, где ограничено пространство для размещения клапана. Давление воздуха обеспечивает усилия для движения в обоих направлениях и не имеется никакой потребности в применении громоздкой пружины, используемой в мембранных исполнительных механизмах однонаправленного действия. Стандартный мембранный исполнительный механизм двойного действия иллюстрируется на рис. 5.

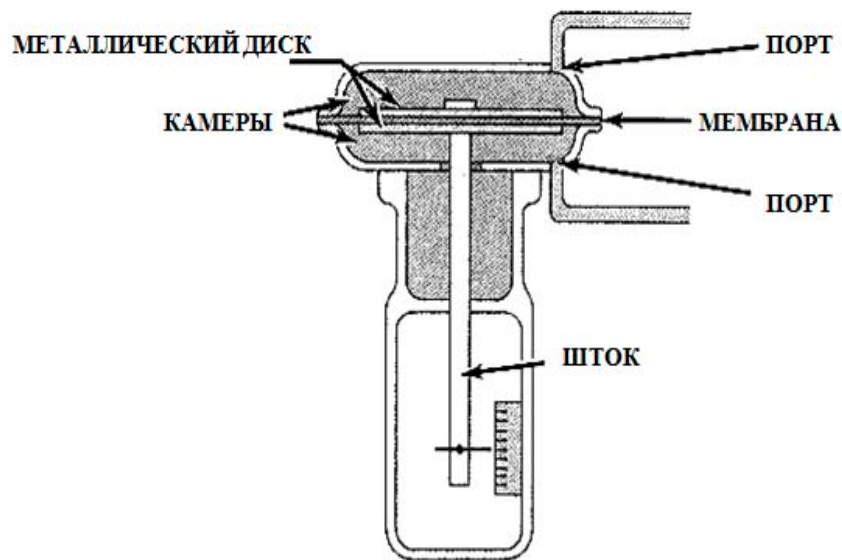


Рис. 5. Мембранный ИМ двойного действия

Головка исполнительного механизма разделена на **две секции** или камеры, **мембраной** и двумя **металлическими дисками**. Имеются **два порта** - один для каждой камеры. Давление воздуха, прилагаемое к **нижнему** порту, перемещает **мембрану и шток вверх**; давление воздуха, прилагаемое к **верхнему** порту, перемещает **мембрану и шток вниз**. Так как давление воздуха обеспечивает силу для движения в двух направлениях, это исполнительный механизм двойного действия.

В большинстве практических решений точное позиционирование исполнительного механизма достигается, когда одно из подводимых давлений **поддерживается постоянным** (обычно на среднем значении), а другое давление изменяется. Разность между двумя прилагаемыми давлениями определяет точную позицию мембраны, штока и органа управления.

Поршневые исполнительные механизмы

Большинство мембранных исполнительных механизмов одностороннего и двойного действия разработаны так, что общее перемещение штока маленькое. Величина перемещения штока обычно ограничивается расстоянием, на которое прогибается мембрана (в общем случае, от 3/4 до 3 дюймов). Когда пневматической системе управления надо обеспечить большое перемещение, например, когда установлены заслонки или жалюзи, часто используются поршневые исполнительные механизмы.

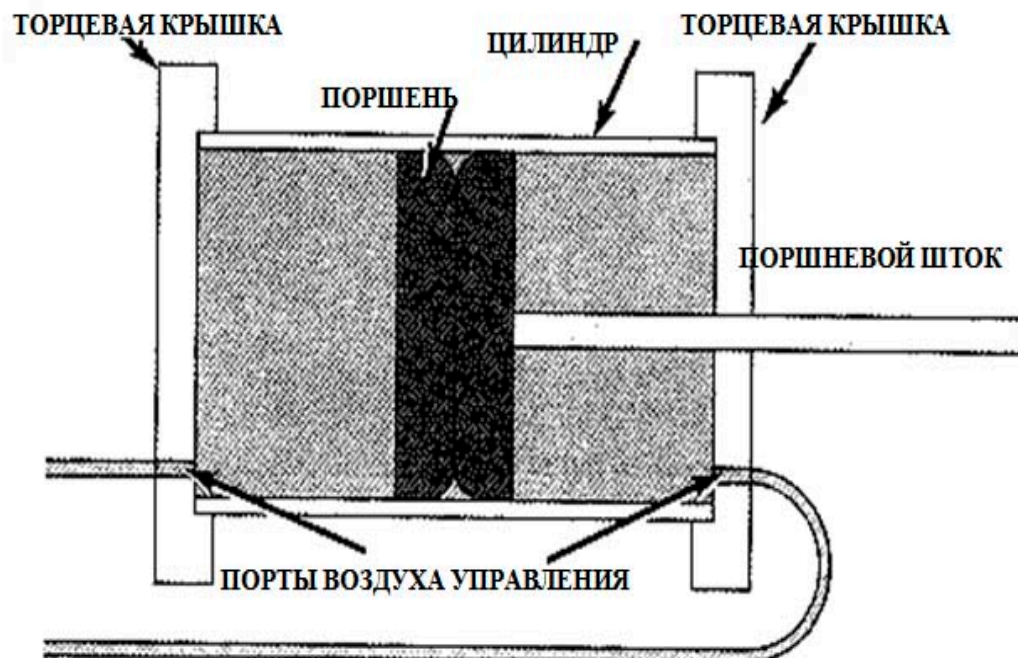


Рис. 8. Поршневой исполнительный механизм

Главные части исполнительного механизма: **цилиндр**; две **торцевые крышки**, которые герметично закрывают цилиндр; **два порта**, через которые сжатый воздух поступает в цилиндр или выходит из него; **поршень**, который перемещается в цилиндре, и **шток поршня**, который соединяет поршень с органом управления, приводимым в действие исполнительным механизмом.

Поршень перемещается под действием давления воздуха управления, подаваемого через один порт, в то время как другой порт соединяется с атмосферой. Когда давление воздуха прикладывается через **порт слева**, в то время как порт справа - соединен с атмосферой, поршень перемещается **направо**. Точно так же при вентиляционном порте слева и приложении давления воздуха через **порт справа** поршень движется **налево**.

Гидравлические исполнительные механизмы обычно используются в случаях, требующих приложения больших усилий для перемещения устройств. По сравнению с пневматическими исполнительными механизмами гидравлические исполнительные механизмы при тех же самых размерах обычно более мощные. Механическое движение производится **силой жидкости под давлением**. Гидравлический исполнительный механизм, изображенный в рис. 7, используется, чтобы поднимать и опускать траки на тракторе.

ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЙ МЕХАНИЗМ

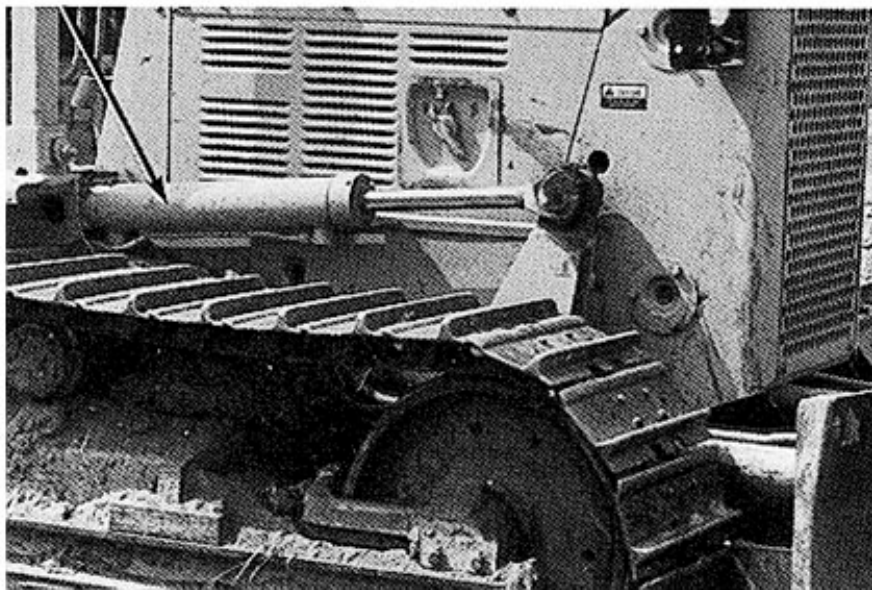


Рис. 7. Гидравлический ИМ

Гидравлические исполнительные механизмы используют силу жидкости под давлением, чтобы произвести механическое движение. В большинстве случаев гидравлические исполнительные механизмы более мощные, чем другие типы исполнительных механизмов сравнимого размера.

Различаются три общих вида гидравлических исполнительных механизмов:

- однонаправленного действия с возвратом по нагрузке
- однонаправленного действия с пружинным возвратом
- двойного действия.

Гидравлические исполнительные механизмы однонаправленного действия с возвратом по нагрузке – это самый простой вид гидравлического исполнительного механизма однонаправленного действия (рис. 8).

В этом типе исполнительного механизма на **поршень**, находящийся внутри **цилиндра**, действует жидкость под давлением. Жидкость входит в цилиндр через **порт** в нижней части. Через **отверстие** наверху цилиндра сбрасывается повышенное давление воздуха, которое создается при изменении положения поршня в цилиндре. На рисунке слева - отсутствует подача жидкостного потока через порт, поэтому поршень находится в самой низкой позиции в цилиндре.

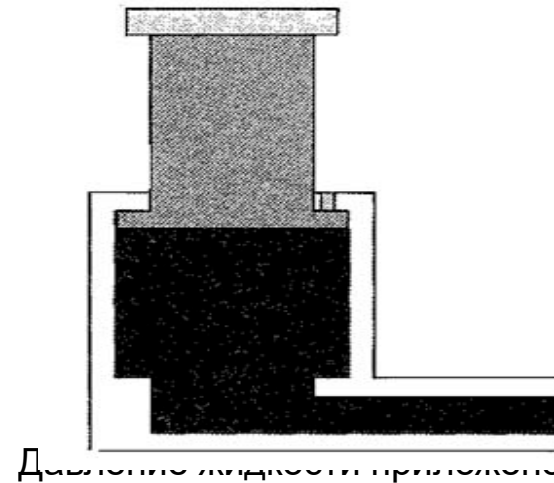
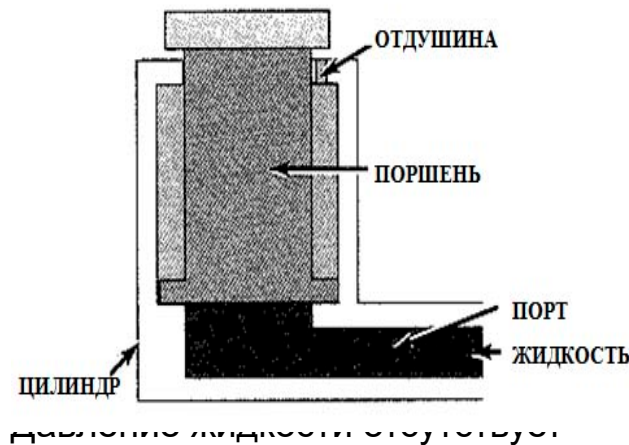


Рис. 8. Гидравлический ИМ однонаправленного действия с возвратом по нагрузке – давление жидкости отсутствует

Когда поток жидкости **подаётся через порт** в цилиндр, жидкость заполняет его и поднимает поршень **вверх**. Когда поток **прекращается**, поршень остается в **новой позиции**. Так как жидкости практически не сжимаемы, объем жидкости, заполнившей цилиндр заметно не изменяется. Действующая вниз сила нагрузки незначительно сжимает жидкость, и поршень с нагрузкой (любое практическое приложение) больше не перемещается, если нет просачивания жидкости в цилиндре.

Чтобы переместить поршень вниз цилиндра, направление жидкостного потока меняется. Поскольку жидкость вытекает из цилиндра через порт, под действием собственного веса поршень возвращается в первоначальное положение.

Этот ИМ является механизмом однонаправленного действия, потому что жидкость вводится в цилиндр только через один порт и, следовательно, действует только на одну сторону поршня. ИМ «с **возвратом по нагрузке**», потому что вес нагрузки (в этом случае поршень) - единственная сила, которая действует, чтобы **возвратить поршень в исходную позицию**. Управляя количеством жидкости, которая вводится через порт, можно установить поршень в любой точке цилиндра.

Гидравлические исполнительные механизмы однонаправленного действия с пружинным возвратом

Гидравлический ИМ однонаправленного действия с пружинным возвратом (рис. 9) работает по такому же принципу, как и гидравлический ИМ однонаправленного действия с возвратом по нагрузке. Составные элементы те же самые, с одним важным исключением: в верхней части цилиндра установлена пружина. Как прежде, поршень выталкивается вверх в цилиндре, когда жидкость подается через порт. Поскольку поршень перемещается вверх, это сжимает пружину.

Когда жидкостный поток реверсируется, усилие сжатой пружины более эффективно, чем вес поршня, возвращает поршень в первоначальное положение.

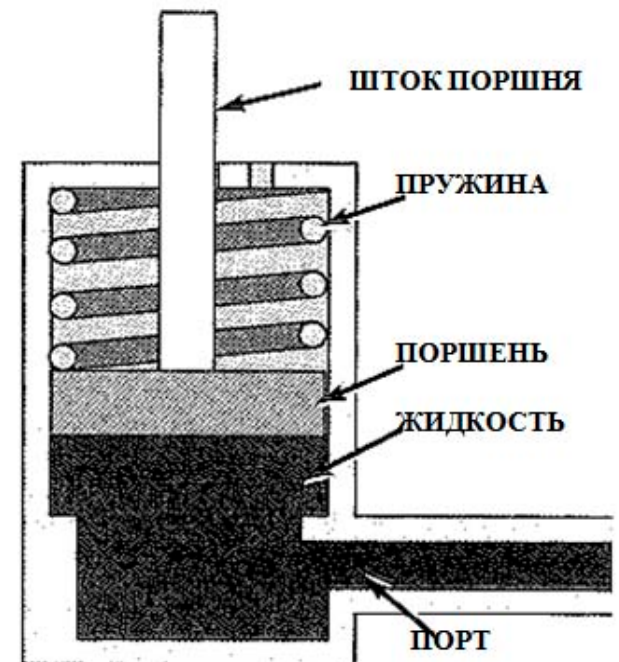


Рис. 9. Гидравлический ИМ однонаправленного действия с пружинным возвратом

Гидравлические исполнительные механизмы двойного действия

Гидравлический исполнительный механизм двойного действия изображен на рис.10. Он обеспечивает приложение усилий **в двух направлениях**.

В отличие от гидравлических исполнительных механизмов одностороннего действия цилиндр гидравлических исполнительных механизмов двойного действия **полностью заполнен** жидкостью. Жидкость может подаваться через любой из двух портов.

Когда жидкость поступает в цилиндр через один порт, равному объему жидкости позволяют вытечь из другого порта. В результате, поршень перемещается в цилиндре вверх или вниз.

Реверсирование потока жидкости заставляет поршень двигаться в противоположном направлении.

Когда подача жидкости прекращается, жидкость под давлением остается с обеих сторон поршня и поршень, фактически, блокирован в определенном месте, удерживаемый жидкостью.

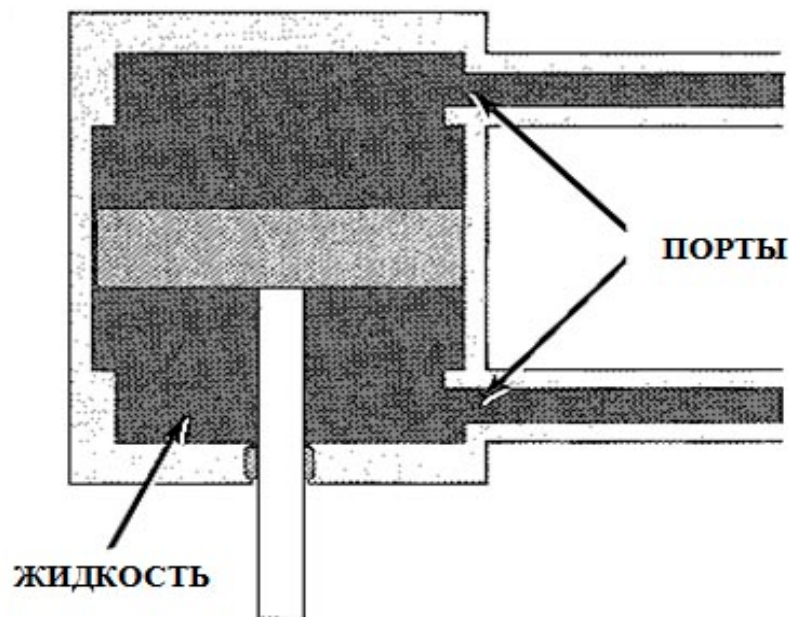


Рис. 10. Гидравлический исполнительный механизм двойного действия

Электрические исполнительные механизмы, которые работают, используя электрическую энергию, применяются в случаях, когда требуются небольшие усилия для перемещения регулирующего органа или когда, наоборот, нужно приложение большой силы.

Одно из преимуществ использования электрических исполнительных механизмов - легкость установки. Все промышленные предприятия обеспечены электроэнергией, а выполнение монтажных работ по установке электрических исполнительных механизмов обычно не составляет проблем. На рис. 11 показан электрический исполнительный механизм, используемый для перемещения клапана.

ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЙ МЕХАНИЗМ

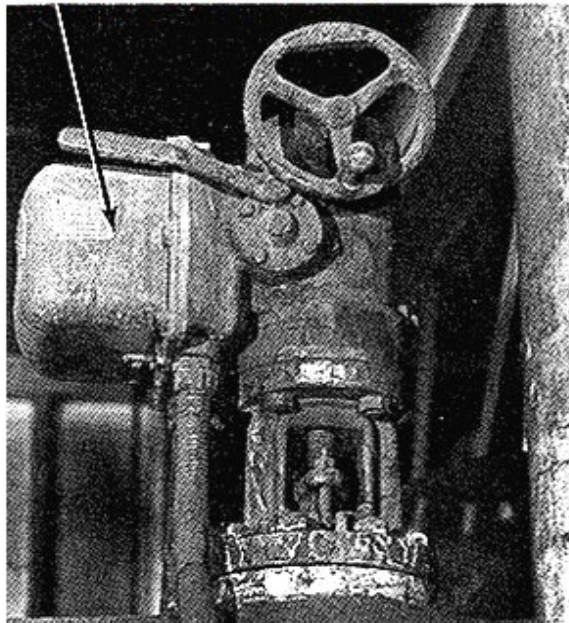


Рис. 11. Электрический ИМ

Электрические исполнительные механизмы используют электрическую энергию, чтобы произвести механическое движение.

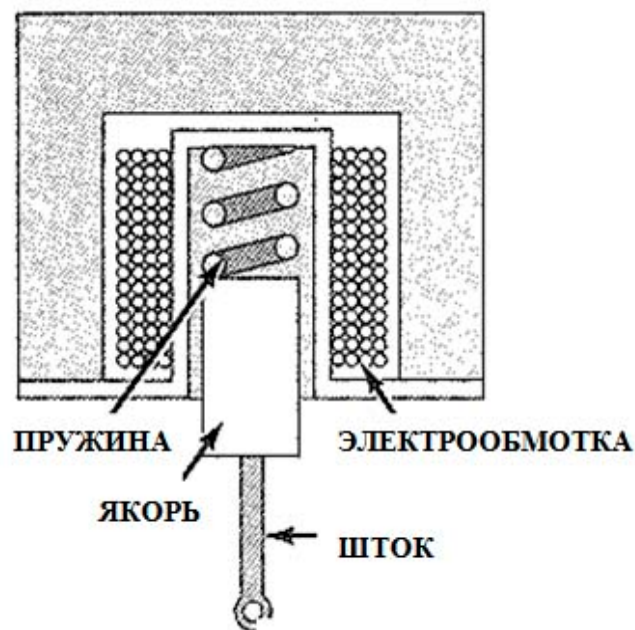
Выделяют **два общих вида** электрических исполнительных механизмов:

- соленоидные исполнительные механизмы
- электрические моторные исполнительные механизмы.

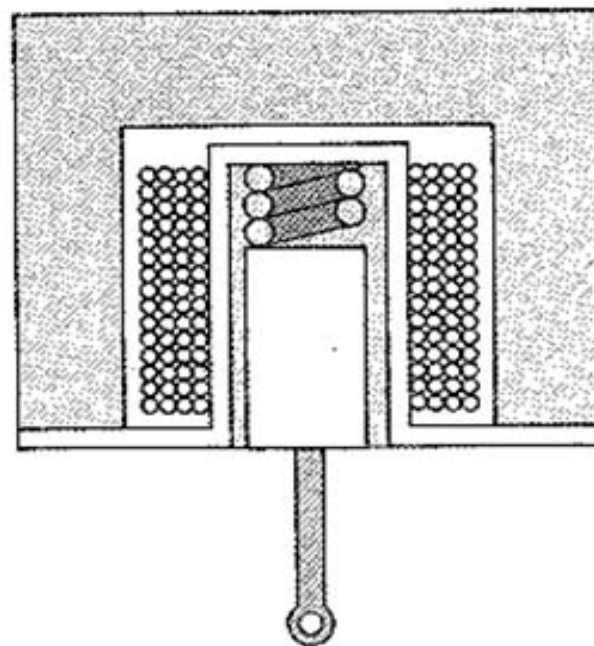
Соленоидные исполнительные механизмы

Соленоидные исполнительные механизмы используют принцип электромагнитного притяжения для производства механического движения. Рисунок 12 дает упрощенную иллюстрацию основных частей этого исполнительного механизма: **якорь**, подобный цилиндру из железа или стали; **шток**, который соединяет якорь с управляемым устройством; **пружина**, которая давит на якорь, и **электрообмотка**, которая представляет из себя катушку из провода с выводами.

На рисунке изображены оба состояния – при отсутствии и при подаче электрического тока на катушку.



Электрический ток на катушку не подан



Электрический ток на катушку подан

Рис. 12. Соленоидный ИМ

Рис. 12 показывает состояние, когда электрический ток подан на катушку соленоидного исполнительного механизма. При прохождении тока через обмотку, катушка становится электромагнитом. Якорь притягивается электромагнитом и перемещается внутрь катушки. В результате движется шток, вызывая изменение положения связанного с ним устройства. Когда электроток отключается, якорь возвращается в первоначальную позицию пружиной.

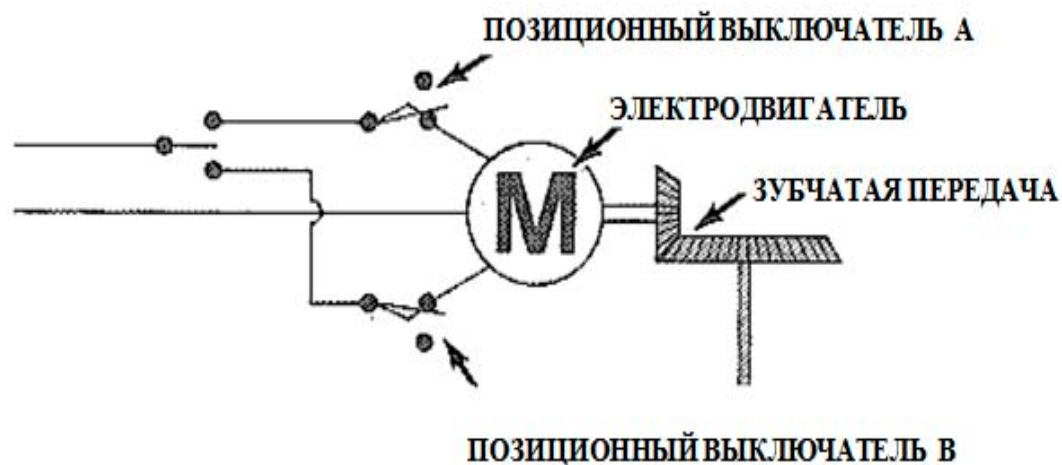
Главное преимущество соленоидных исполнительных механизмов - это их быстрая реакция: движение якоря почти мгновенно после подачи или отключения тока. Недостатком соленоидных исполнительных механизмов является то, что они не могут быть установлены между экстремальными значениями: они или полностью раздвинуты или полностью сжаты (шток втянут). Также, конструкция соленоидного исполнительного механизма запрещает его использование в узлах, которые требуют больших усилий. Чтобы генерировать большую силу притяжения, соленоидный исполнительный механизм должен быть чрезвычайно больших размеров.

Электрические моторные исполнительные механизмы

Электрические моторные ИМ обычно используются, когда требуется приложение большого усилия, чтобы произвести механическое перемещение, и необходимо позиционирование между крайними положениями. Рис. 13 показывает общее расположение и состав элементов, используемых в электрических моторных исполнительных механизмах. На иллюстрации электрический двигатель управляет зубчатой передачей, которая используется для перемещения регулирующего органа.

Два позиционных выключателя (обозначенные А и В) размещены в точках, в которых регулирующий орган полностью открыт и полностью закрыт. Когда регулирующий орган достигает позиции полного открытия, позиционный выключатель А замыкается, отключая электродвигатель. Точно так же позиционный выключатель В замыкается, когда регулирующий орган достигает позиции полного закрытия, также отключая электродвигатель.

Рис. 13. Электрический моторный ИМ с позиционными выключателями



Регулирующий орган может быть **открыт в любой точке** между экстремальными значениями, которые установлены позиционными выключателями. Когда позиционные выключатели правильно установлены, они допускают перемещение **только внутри некоторого желательного диапазона**.

Если позиционные выключатели позволяют слишком большие перемещения, регулирующий орган может быть поврежден чрезмерной силой или электродвигатель мог бы перегреться и выйти из строя.

Если же не обеспечивается достаточное перемещение, регулирующий орган не будет правильно функционировать, например, не сможет открываться или закрываться полностью.

Специалисты КИП (прибористы) часто ответственны за настройку позиционных выключателей на электрических моторных исполнительных механизмах. В то время как имеется много их различных типов и конфигураций, широко применяемых в промышленности, **два общих положения должны быть соблюдены при установке любых позиционных выключателей, определяющих правильную работу регулирующих органов:**

- Каждый позиционный выключатель, отключающий электродвигатель, следует устанавливать в точно указанной отметке диапазона перемещения исполнительного механизма
- Рекомендации изготовителя должны быть неукоснительно соблюдены при настройке позиционных выключателей