

## 1. ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ ПРИВОД

**Назначение и общая характеристика.** Пневматический привод (ПП) применяется при автоматизации производственных процессов в машиностроении, станкостроении и др. Пневмоустройства (ПУ) - для приводов зажимных и транспортирующих механизмов, дистанционного управления и регулирования, в контрольно-измерительных приборах, работающих в агрессивных средах, в условиях пожаро- и взрывоопасности и т. д.

Применение ПП вытекает из его достоинств и недостатков, обусловленных свойствами воздуха, который, как и газы, обладает высокой сжимаемостью, малой плотностью при атмосферном давлении (около  $1,25 \text{ кг/м}^3$ ), меньшей вязкостью и большей текучестью. Вязкость растет при повышении температуры и давления.

Отсутствие смазочных свойств и наличие водяного пара, который при термодинамических процессах в рабочих камерах пневмомашин конденсируется на их рабочих поверхностях, препятствуя использованию воздуха без предварительной очистки. В ПП необходимо кондиционирование воздуха - придания ему свойств, обеспечивающих работоспособность и продляющих срок службы.

Достоинства ПП в сравнении с гидро-(ГП) и электроприводом (ЭП).

1. *Простота конструкции и технического обслуживания.* Детали пневмомашин и пневмоаппаратов не требуют такой высокой точности изготовления и герметизации соединений, как в ГП, т.к. возможные утечки воздуха несущественно снижают эффективность работы и КПД. Затраты на монтаж и обслуживание ПП меньше из-за отсутствия возвратных пневмолиний и возможностью применения гибких пластмассовых или резиновых (резинотканевых) труб. В этом отношении ПП не уступает ЭП.

2. *Пожаро- и взрывобезопасность.* Благодаря этому достоинству ПП не имеет конкурентов для механизации работ в условиях, опасных по воспламенению и взрыву газа и пыли, т.е. там, где недопустимо искрообразование. Приме-

нение ГП в этих условиях возможно только при наличии централизованного источника питания с передачей гидроэнергии на относительно большое расстояние, что в большинстве случаев экономически нецелесообразно.

3. *Надежность работы в широком диапазоне температур, в условиях пыльной и влажной окружающей среды.* В таких условиях ГП требует значительно больших затрат на эксплуатацию, т.к. при температурных перепадах в ГП значительно изменяется вязкость рабочей жидкости, что затрудняет запуск при пониженных температурах и приводит к значительному снижению эффективности работы и необходимости дополнительного охлаждения при повышенных. В ЭП при повышении температуры снижается эффективность охлаждения, что в совокупности с пыльной, влажной и нередко агрессивной окружающей средой приводит к частым отказам. По этой причине ПП является единственным надежным источником энергии для механизации работ в литейном и сварочном производстве, в кузнечно-прессовых цехах, в некоторых производствах по добыче и переработке сырья и др. Благодаря высокой надежности ПП часто используется в тормозных системах мобильных и стационарных машин.

4. *Значительно больший срок службы, чем ГП и ЭП.* Для ПУ циклического действия ресурс составляет 5...20 млн. циклов в зависимости от назначения и конструкции, а для устройств нециклического действия около 10...20 тыс. часов. Это в 2...4 раза больше, чем у ГП, и в 10...20 раз больше, чем у ЭП.

5. *Высокие скорости движения выходных звеньев исполнительных механизмов.* Поступательное движение штока пневмоцилиндра возможно со скоростью до 15 м/с и более, а частота вращения выходного вала пневмомоторов (пневмотурбин) достигает 100 000 об/мин. Это достоинство в полной мере реализуется в приводах циклического действия, особенно для высокопроизводительного оборудования, например в манипуляторах, прессах, машинах точечной сварки, в тормозных и фиксирующих устройствах. Большая скорость вращательного движения используется в приводах сепараторов, центрифуг, шлифовальных машин и др. Реализация больших скоростей в ГП и ЭП ограничива-

ется их большей инерционностью и отсутствием демпфирующего эффекта, которым обладает воздух.

6. *Передача пневмоэнергии на относительно большие расстояния.* ПП уступает ЭП, но превосходит ГП, благодаря меньшим потерям напора в протяженных магистральных линиях. Электрическая энергия может передаваться по линиям электропередач на многие сотни и тысячи километров без ощутимых потерь, а расстояние передачи пневмоэнергии экономически целесообразно до нескольких десятков километров. Максимальная протяженность гидросистем составляет около 250...300 м в механизированных комплексах шахт для добычи угля, причем в них используется обычно менее вязкая водно-масляная эмульсия.

7. *Отсутствие необходимости в защитных устройствах от перегрузки давлением у потребителей.* Требуемый предел давления воздуха устанавливается общим предохранительным клапаном, находящимся на источниках пневмоэнергии. Пневмодвигатели могут быть полностью заторможены без опасности повреждения и находиться в этом состоянии длительное время.

8. *Безопасность для обслуживающего персонала* при соблюдении общих правил, исключающих механический травматизм. В ГП и ЭП возможно поражение электрическим током или жидкостью, находящейся под значительным давлением, при нарушении изоляции или разгерметизации трубопроводов.

9. *Улучшение проветривания рабочего пространства* за счет отработанного воздуха. Это свойство особенно полезно в горных выработках и помещениях химических и металлообрабатывающих производств.

10. *Нечувствительность к радиационному и электромагнитному излучению.* В таких условиях ЭП и ГП практически непригодны, поэтому ПП используется в системах управления космической, в атомных реакторах и т.п.

Недостатки пневмоприводов.

1. *Высокая стоимость пневмоэнергии.* Если ГП и ЭП имеют КПД, соответственно, около 70% и 90%, то КПД ПП обычно 5...15% и очень редко достигает до 30%. Во многих случаях КПД может быть 1% и менее. Поэтому ПП не

применяется в машинах с длительным режимом работы и большой мощности, кроме условий, исключающих применение электроэнергии.

2. *Относительно большой вес и габариты пневмомашин* из-за низкого рабочего давления. Если удельный вес гидромашин, приходящийся на единицу мощности, в 5...10 раз меньше веса электромашин, то пневмомашин имеют примерно такой же вес и габариты, как последние.

3. *Трудно стабилизировать скорости движения* выходного звена при переменной внешней нагрузке и его фиксации в промежуточном положении. Вместе с тем мягкие механические характеристики ПП в некоторых случаях являются и его достоинством.

4. *Высокий уровень шума* - до 95...130 дБ (поршневые компрессоры, пневмодвигатели, пневмомолоты, др. механизмы ударно-циклического действия). ГП (приводы с шестеренными машинами) создают шум на уровне 85...104 дБ; уровень шума электромашин значительно ниже.

5. *Малая скорость передачи сигнала* (управляющего импульса) - в зависимости от давления воздуха примерно 150...360 м/с (скорость звука). Это приводит к запаздыванию выполнения операций. В ГП и ЭП, соответственно, около 1000 и 300 000 м/с.

**Структура ПП.** Все элементы ПП в соответствии с выполняемыми функциями подразделяются на две части - *управляющую* и *силовую* (рис. 1.1).

Управляющая часть реализует процессы приема, обработки, хранения и передачи информационных потоков, т.е. информационные процессы, формирующие управляющие сигналы, а в силовой - осуществляются выработка, преобразование и передача энергии сжатого воздуха.

Управляющая часть ПП подразделяется на две подсистемы – информационную и логико-вычислительную.

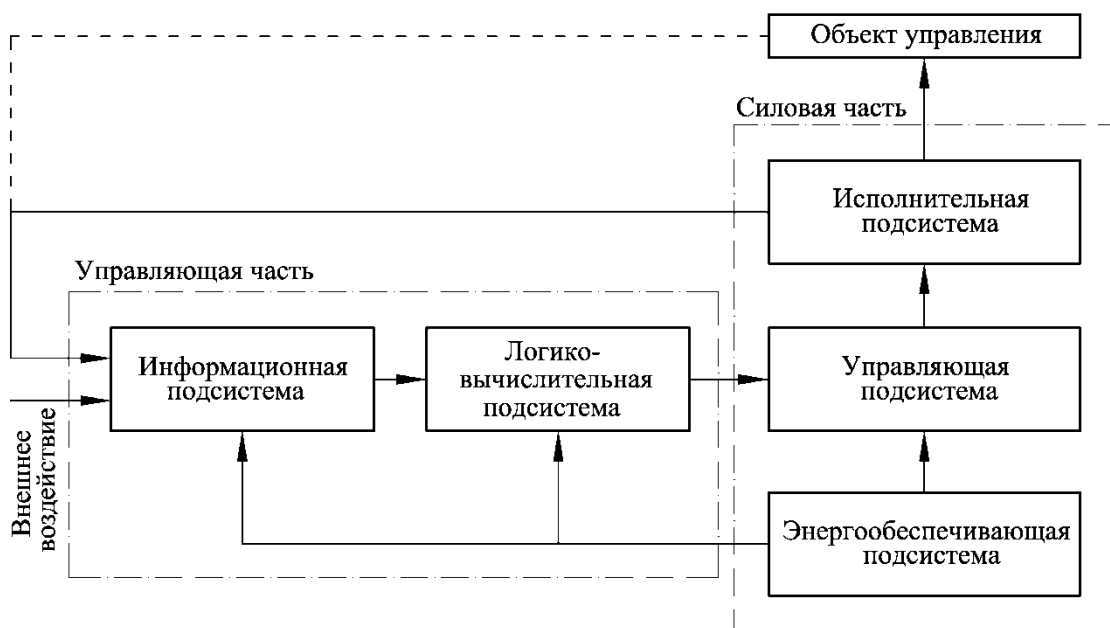
*Информационная подсистема* включает в себя устройства ввода внешних управляющих сигналов и контрольно-измерительную аппаратуру, дающую сведения о ходе работы системы.

*Логико-вычислительная подсистема* осуществляет обработку сигналов управления, и вывод их на устройства управления энергией сжатого воздуха в силовой части ПП.

Сформированные в управляющей части сигналы подаются на вход устройств управления пневмоэнергией, входящих в состав силовой части. Таким образом, выполнение силовой частью ПП полезной работы осуществляется по сигналам, поступающим от управляющей части.

Силовая часть состоит из трех подсистем – энергообеспечивающей, направляющей и регулирующей, исполнительной (рис. 1.2).

*Энергообеспечивающая подсистема* – это совокупность элементов, используемых для производства и подготовки сжатого воздуха (компрессор, фильтры, устройства охлаждения и осушки воздуха, ресивер, контрольно-измерительные приборы и предохранительные устройства).



**Рис. 1.1. Структурная схема пневмопривода**

*Направляющая и регулирующая подсистема* – устройства, используемые для управления энергией сжатого воздуха (пневмораспределители, устройства регулирования давления и расхода, запорные устройства).