

Степаненко Павел Дмитриевич  
Ломакин Илья Игоревич  
Группа – АУП – 13а, ФКИТА, ДонНТУ  
Казакова Елена Ивановна, проф.  
кафедры высшей математики им. В. В. Пака, ДонНТУ

## **ВЕКТОР ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ**

В наше время сложно представить производство, которое было бы не автоматизировано. На сегодняшний день львиную долю работы за человека выполняют машины. Но любое производство должно работать эффективно. Таким образом, цель нашей работы нахождение наиболее эффективной системы автоматизации производств.

В первую очередь мы должны отметить что, не смотря на то что, автоматизация – современная и активно развивающаяся наука, первые автоматические системы появились уже давно. Начиная от ветряных и водяных мельниц и заканчивая роботом Леонардо да Винчи. Не смотря на несомненное влияние подобных изобретений, широкое распространение автоматы получили в 18в во времена промышленной революции. Автоматы того времени были основаны исключительно на принципе механики.

Возникновение новой самостоятельной области науки и техники — электроники, привело к появлению принципиально новых электронных автоматических устройств и целых комплексов от электронного реле до управляющих вычислительных машин. По мере развития автоматов расширялись их возможности и области применения.

В зависимости от сферы применения и вида используемой энергии существуют автоматы, включающие механические, гидравлические, электрические (электронные), пневматические, комбинированные, например пневмоэлектрические устройства, а также автоматы, действие которых основано на использовании энергии взрыва.

Пневматика  
Достоинства

Простота конструкции и технического обслуживания. Изготовление деталей пневмомашин и пневмоаппаратов не требует такой высокой точности изготовления и герметизации соединений, как в гидроприводе, т.к. возможные утечки воздуха не столь существенно снижают эффективность работы и КПД системы. Внешние утечки воздуха экологически безвредны и относительно легко устраняются.

Затраты на монтаж и обслуживание пневмопривода несколько меньше из-за отсутствия возвратных пневмолиний и применения в ряде случаев более гибких и дешевых пластмассовых или резиновых (резинотканевых) труб. В этом отношении пневмопривод не уступает электроприводу. Кроме того, пневмопривод не требует специальных материалов для изготовления деталей, таких как медь, алюминий и т.п., хотя в ряде случаев они используются исключительно для снижения веса или трения в подвижных элементах.

Пожаро- и взрывобезопасность. Благодаря этому достоинству пневмопривод не имеет конкурентов для механизации работ в условиях, опасных по воспламенению и взрыву газа и пыли, например в шахтах с обильным выделением метана, в некоторых химических производствах, на мукомольных предприятиях, т.е. там, где недопустимо искрообразование. Применение гидропривода в этих условиях возможно только при наличии централизованного источника питания с передачей гидроэнергии на относительно большое расстояние, что в большинстве случаев экономически нецелесообразно.

Надежность работы в широком диапазоне температур, в условиях пыльной и влажной окружающей среды. В таких условиях гидро- и электропривод требуют значительно больших затрат на эксплуатацию, т.к. при температурных перепадах нарушается герметичность гидросистем из-за изменения зазоров и изолирующих свойств электротехнических материалов, что в совокупности с пыльной, влажной и нередко агрессивной окружающей средой приводит к частым отказам. По этой причине пневмопривод 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 пневмопривод часто используется в тормозных системах мобильных и стационарных машин.

Значительно больший срок службы, чем гидро- и электропривода. Срок службы оценивают двумя показателями надежности: гамма-процентной наработкой на отказ и гамма-процентным ресурсом. Для пневмотических устройств циклического действия ресурс составляет от 5 до 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 гидропривода, и в 10-20 раз больше, чем у электропривода.

Высокое быстродействие. Здесь имеется в виду не скорость передачи сигнала (управляющего воздействия), а реализуемые скорости рабочих движений, обеспечиваемых высокими скоростями движения воздуха. Поступательное движение штока пневмоцилиндра возможно до 15 м/с и более, а частота вращения выходного вала

некоторых пневмомоторов (пневмотурбин) до 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, причем увеличение количества одновременно срабатывающих пневмоцилиндров (например в многоместных приспособлениях для зажима деталей) практически не снижает время срабатывания. Большая скорость вращательного движения используется в приводах сепараторов, центрифуг, шлифовальных машин, бормашин и др. Реализация больших скоростей в гидроприводе и электроприводе ограничивается их большей инерционностью и отсутствием демпфирующего эффекта, которым обладает воздух.

Возможность передачи пневмоэнергии на относительно большие расстояния по магистральным трубопроводам и снабжение сжатым воздухом многих потребителей. В этом отношении пневмопривод уступает электроприводе, но значительно превосходит гидропривод, 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, что реализуется в пневмосистемах крупных горных и промышленных предприятий с централизованным питанием от компрессорной станции.

Известен опыт создания городской компрессорной станции в 1888 г. одним из промышленников в Париже. Она снабжала заводы и фабрики по магистралям протяженностью 48 км при давлении 0,6 МПа и имела мощность до 18500 кВт. С появлением надежных электропередач ее эксплуатация стала невыгодной.

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.

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.

Безопасность для обслуживающего персонала при соблюдении общих правил, исключающих механический травматизм. В гидро- и электроприводах возможно поражение электрическим током или жидкостью при нарушении изоляции или разгерметизации трубопроводов.

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

Нечувствительность к радиационному и электромагнитному излучению. В таких условиях электрогидравлические системы практически непригодны. Это достоинство широко используется в системах управления космической, военной техникой, в атомных реакторах и т.п.

Несмотря на вышеописанные достоинства, применяемость пневмопривода ограничивается в основном экономическими соображениями из-за больших потерь энергии в компрессорах и пневмодвигателях, а также других недостатков, описанных ниже.

Высокая стоимость пневмоэнергии. Если гидро- и электропривод имеют КПД, соответственно, около 70 % и 90 %, то КПД пневмопривода обычно 5-15 % и очень редко до 30 %. Во многих случаях КПД может быть 1 % и менее. По этой причине пневмопривод не применяется в машинах с длительным режимом работы и большой мощности, кроме условий, исключающих применение электроэнергии (например, горнодобывающие машины в шахтах, опасных по газу).

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 пневмомшины имеют примерно такой же вес и габариты, как последние.

Трудность обеспечения стабильной скорости движения выходного звена при переменной внешней нагрузке и его фиксации в промежуточном положении. Вместе с тем мягкие механические характеристики пневмопривода в некоторых случаях являются и его достоинством.

Высокий уровень шума, достигающий 95-130 дБ при отсутствии средств для его снижения. Наиболее шумными являются поршневые компрессоры и пневмодвигатели, особенно пневмомолоты и другие механизмы ударно-циклического действия. Наиболее шумные гидроприводы (к ним относятся приводы с шестеренными машинами) создают шум на уровне 85-104 дБ, а обычно уровень шума значительно ниже, примерно как у электромашин, что позволяет работать без специальных средств шумопонижения.

Малая скорость передачи сигнала (управляющего импульса), что приводит к запаздыванию выполнения операций.

Скорость прохождения сигнала равна скорости звука и, в зависимости от давления воздуха, составляет примерно от 150 до 360 м/с. В гидроприводе и электроприводе, соответственно, около 1000 и 300 000 м/с

Изучив достоинства и недостатки одной системы, мы можем сделать вывод, что невозможно применять только одну систему автоматизации во всех случаях, так как это не целесообразно и следовательно на следует более подробно изучить другие способы автоматизации

### Гидравлические

К основным преимуществам гидропривода относятся:

возможность универсального преобразования механической характеристики приводного двигателя в соответствии с требованиями нагрузки;

простота управления и автоматизации;

простота предохранения приводного двигателя и исполнительных органов машин от перегрузок; например, если усилие на штоке гидроцилиндра становится слишком большим (такое возможно, в частности, когда шток, соединённый с рабочим органом, встречает препятствие на своём пути), то давление в гидросистеме достигает больших значений — тогда срабатывает предохранительный клапан в гидросистеме, и после этого жидкость идёт на слив в бак, и давление уменьшается;

надёжность эксплуатации;

широкий диапазон бесступенчатого регулирования скорости выходного звена; например, диапазон регулирования частоты вращения гидромотора может составлять от 2500 об/мин до 30-40 об/мин, а в некоторых случаях, у гидромоторов специального исполнения, доходит до 1-4 об/мин, что для электромоторов трудно реализуемо;

большая передаваемая мощность на единицу массы привода; в частности, масса гидравлических машин примерно в 10-15 раз меньше массы электрических машин такой же мощности;

самосмазываемость трущихся поверхностей при применении минеральных и синтетических масел в качестве рабочих жидкостей; нужно отметить, что при техническом обслуживании, например, мобильных строительно-дорожных машин на смазку уходит до 50% всего времени обслуживания машины, поэтому самосмазываемость гидропривода является серьёзным преимуществом;

возможность получения больших сил и мощностей при малых размерах и весе передаточного механизма;

простота осуществления различных видов движения поступательного, вращательного, поворотного;

возможность частых и быстрых переключений при возвратно-поступательных и вращательных прямых и реверсивных движениях;

возможность равномерного распределения усилий при одновременной передаче на несколько приводов;

упрощённость компоновки основных узлов гидропривода внутри машин и агрегатов, в сравнении с другими видами приводов.

К недостаткам гидропривода относятся:

утечки рабочей жидкости через уплотнения и зазоры, особенно при высоких значениях давления в гидросистеме, что требует высокой точности изготовления деталей гидрооборудования;

нагрев рабочей жидкости при работе, что приводит к уменьшению вязкости рабочей жидкости и увеличению утечек, поэтому в ряде случаев необходимо применение специальных охлаждающих устройств и средств тепловой защиты;

более низкий КПД чем у сопоставимых механических передач;

необходимость обеспечения в процессе эксплуатации чистоты рабочей жидкости, поскольку наличие большого количества абразивных частиц в рабочей жидкости приводит к быстрому износу деталей гидрооборудования, увеличению зазоров и утечек через них, и, как следствие, к снижению объёмного КПД;

необходимость защиты гидросистемы от проникновения в неё воздуха, наличие которого приводит к нестабильной работе гидропривода, большим гидравлическим потерям и нагреву рабочей жидкости;

пожароопасность в случае применения горючих рабочих жидкостей, что налагает ограничения, например, на применение гидропривода в горячих цехах;

зависимость вязкости рабочей жидкости, а значит и рабочих параметров гидропривода, от температуры окружающей среды;

в сравнении с пневмо- и электроприводом — невозможность эффективной передачи гидравлической энергии на большие расстояния вследствие больших потерь напора в гидролиниях на единицу длины.

### Электронные

Говоря об электронных системах автоматизации мы будем рассматривать приборы на основе микропроцессоров.

## Недостатки

Большой разброс выходных параметров в одной партии товара.

При выходе такого прибора из строя необходима наладка всей схемы.

Недопустимость применения электрических импульсов в некоторых производствах, что обуславливает невозможность применения микропроцессоров и сужает сферу применения.

Ограниченная длина канала связи (возможно исправить применяя усилители).

Чувствительность к нестабильности в цепи питания.

Необходимость стабилизирующих устройств.

Необходимость высокой квалификации рабочих.

Необходимость экранирования.

Но у микропроцессоров есть также ряд неоспоримых достоинств:

Малые габариты;

Высокая скорость передачи сигнала;

Широкий спектр применения;

Малая чувствительность к перепадам температурного режима;

Многофункциональность;

Безопасность применения.

Таким образом, можно сделать вывод, что использование какой либо конкретной системы автоматизации неизбежно будет иметь недостатки. Возможность устранения недостатков, по нашему мнению, лежит в комбинации различных систем автоматизации.

Литература, использованная в работе:

Борисов В., Партин А. Основы цифровой техники. Радио. - №1-5. - 1985.

Наземцев А.С. Гидравлические и пневматические системы. Ч. 1. Пневматические приводы и средства автоматизации. 2004.

Шандров Б.В., Чудаков А.Д. Технические средства автоматизации. 2007

Елизаров И.А. Технические средства автоматизации. Программно-технические комплексы и контроллеры: Учебное пособие. 2004

Р. И. Солнцева. Автоматизация проектирования САУ. 1991

Костикова, Г. А. Микропроцессоры и их применение для автоматизации машин. 1988