

УДК 681.521.35:537.523:537.84

А.С.Гришин (6 курс, каф. ТТС), В.С.Нагорный, д.т.н., проф.

НЕПОСРЕДСТВЕННОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СИГНАЛА В ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ В ЭЛЕКТРОПНЕВМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИМ ОБОРУДОВАНИЕМ

В настоящее время электропневматические системы управления имеют широкое применение в различных областях человеческой деятельности [1-5]. В частности известны многочисленные примеры использования таких систем при управлении технологическими процессами в машиностроении, в химической газовой и нефтеперерабатывающей промышленности. Их используют в авиации, ракетной и космической технике, в ядерной энергетике. Элементы пневмоавтоматики применяют в медицинской аппаратуре, например, в системах управления аппаратами искусственного дыхания и кровообращения. Такое распространение электропневматических систем управления объясняется рядом неоспоримых преимуществ этих систем перед другими, например, чисто электрическими или пневматическими.

Устройства пневмоавтоматики уступают электронным устройствам в быстродействии и габаритных размерах, но значительно надежнее при работе в тяжелых производственных условиях и имеют более простую конструкцию. Они нормально функционируют при высоких и низких температурах, пожаро- и взрывобезопасны, не боятся инерционных перегрузок и вибраций, не подвержены влиянию радиации и других неблагоприятных факторов [2].

Таким образом, в электропневматических системах управления сочетаются удобство обработки и передачи на значительное расстояние информации, представленной в электрической форме, компактность, высокое быстродействие, бесшумность электронных средств и надежность работы элементов пневмоавтоматики при крайне неблагоприятных внешних условиях.

Электропневматические системы управления имеют, как правило, иерархическую структуру, на нижнем уровне которой располагается пневматическая часть системы управления непосредственно связанная с объектом управления, а на верхнем – управляющие электронно-вычислительные устройства.

Очевидно, что при взаимодействии различных уровней электропневматической системы управления неизбежно встает вопрос о преобразовании электрического сигнала в пневматический и наоборот. Осуществляется это посредством преобразователей рода энергии сигнала (ПРЭС).

Большие системы управления зачастую содержат значительное количество ПРЭС, оказывающих существенное влияние на качество их работы. Однако опыт автоматизации и роботизации процессов в различных областях техники показывает, что именно традиционные ПРЭС являются самым ненадежным звеном электропневматических систем управления. Они обладают малым быстродействием, нестабильностью срабатывания, нелинейностью статических характеристик, сложны в конструктивном и технологическом отношении и имеют значительные габариты и стоимость [1].

Такое положение вещей обусловлено тем, что существующие электропневматические (ЭПП) преобразователи по сути дела являются электромехано-пневматическими, т.е. преобразователями с промежуточным преобразованием рода энергии сигналов. Наличие в таких преобразователях подвижных механических элементов, перемещающихся с трением

относительно друг друга, вызывает их износ, перекосы и защемления в результате деформаций под действием перегрузок или температурных колебаний, появление зоны нечувствительности и гистерезиса в статических характеристиках (из-за сухого трения, зазоров в соединениях и вызванных массой движущихся деталей дополнительных инерционности и колебательности). Все это ухудшает статические и динамические характеристики ПРЭС, уменьшает их надежность, сокращает срок службы.

Исследования показали [1], что для построения надежных и быстродействующих ПРЭС общепромышленного назначения, работающих как в статических, так и в динамических режимах в электропневматических цепях, наиболее пригоден метод непосредственного преобразования рода энергии сигналов, основанный на использовании эффектов электрогазодинамики (ЭГД-эффектов).

Метод ЭГД-управления устройствами автоматики основан на взаимодействии объемных электрогазодинамических (пандеромоторных) сил, возникающих в сильных электрических полях в газах, с соизмеримыми с ними газодинамическими силами. При этом получаемые ЭГД-эффекты используются для непосредственного преобразования электрических сигналов в пневматические без применения подвижных механических и электромеханических элементов.

С помощью ЭГД воздействий можно обеспечить неустойчивость как пристеночного пограничного слоя в напорных трубопроводах, так и свободного пограничного слоя полуограниченных и свободных затопленных и незатопленных струй. Что приводит к турбулизации ламинарного потока газа вследствие чего, увеличивается сопротивление движению газа в напорном трубопроводе, а в случае свободной ламинарной струи, истекающей из сопла, вызывает хаотические трехмерные флуктуации поля скорости, приводящие к расширению струи и уменьшению ее кинетической энергии. Это явление используется для построения дроссельных (турбулизация потока на участке напорного трубопровода) и струйных (турбулизация струи на участке безнапорного трубопровода свободной или полуограниченной струи) ЭГД-преобразователей. Входным сигналом преобразователей служит изменение напряженности электростатического поля (изменение напряжения на электродах при фиксированном расстоянии между ними), выходным сигналом – изменение давления при постоянном расходе или изменение расхода газа при постоянном давлении питания. Дроссельные и струйные ЭПП применяются в цепях управления электропневматических систем автоматики. Как уже отмечалось, особенностью данных преобразователей является полное отсутствие подвижных механических элементов, что увеличивает их надежность, быстродействие, улучшает статические и динамические характеристики, а также упрощает конструкцию по сравнению с существующими преобразователями.

Преобразователи на основе ЭГД-явлений естественным образом дополняют систему струйных элементов, устраняя затруднения при стыковке их с электрическими управляющими устройствами. На базе таких ЭФ ПРЭС могут быть построены надежные быстродействующие электропневматические распределительные устройства, непосредственно управляемые сигналами с выходов управляющей вычислительной машины, а также следящие электропневматические системы управления механическим оборудованием. Работа выполнена в соответствии с грантом Минпромнауки России №НШ-2064.2003.8.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Нагорный В. С. Электрофлюидные преобразователи. – Л.: Судостроение, 1987. – 252 с.
2. Нагорный В. С., Денисов А. А. Устройства автоматики гидро- и пневмосистем: Учеб. Пособие техн. Вузов – М.: Высш. шк., 1991. – 367 с.

3. Бронштейн В. Я., Касимов А. М. Струйные датчики для активного контроля технологических процессов в робототехнических комплексах и гибких производственных системах. // Пневматика и гидравлика. – 1990. - №15. – С.208 – 212.
4. Тофель А. А., Филатов М. А. Опыт применения вихревого газораспределителя в управлении струйным двигателем системы газодинамического управления летательного аппарата. // Пневматика и гидравлика. – 1990. - №15. – С.196 – 204.
5. Клюкин В. М., Мухамедов Д. Л., Новицкий А. П. и др. Управление запорнорегулирующей арматурой от УВМ// Химическая промышленность. Автоматизация химических производств. – 1979. – Вып. 3. – С. 57 – 59.