

Струйные приводы «КИТЭМА» – экологически чистые системы управления шаровыми кранами газораспределительных станций и магистральных газопроводов

В.В. Саяпин, д.т.н., профессор МАИ, **Е.А. Урываева**, генеральный директор ООО «КИТЭМА»

Для управления шаровыми кранами, установленными на газораспределительных станциях и магистральных газопроводах, применяются пневматические и пневмогидравлические приводы с поршневыми и мембранными двигателями, а также приводы со струйным двигателем. В последнее время одной из важнейших проблем этих приводных устройств стала проблема экологическая – загрязнение окружающей среды (атмосферы) отработанным в приводах природным газом.

Пневмогидравлические приводы, работающие на природном газе, наносят серьезный ущерб окружающей среде: в первую очередь это отработанный газ, выбрасываемый в атмосферу, и демпферная жидкость, которая склонна к утечкам и требует периодической замены и утилизации. Наиболее радикальным решением этой проблемы является перевод приводов на работу на сжатом воздухе. Но для пневмогидравлических поршневых приводов это означает полное изменение конструкции, увеличение размеров и массы.

Недостатки пневмогидравлических приводов:

1. Усложнение и удорожание эксплуатации из-за необходимости постоянного контроля наличия и качества специального масла, используемого в качестве демпферной жидкости, в связи с изменением его свойств, особенно при низких температурах окружающей среды;

2. Удары поворотного механизма об упоры и разрушение силовых узлов и деталей привода из-за потери масла вследствие негерметичности гидросистемы;

3. Возможность произвольного поворота выходного вала привода под действием потока газа при остановке затвора в промежуточном положении и отключении системы управления (в случае частичной потери и отсутствии жидкости в гидроцилиндрах), что приводит к возникновению аварийной ситуации;

4. Возможность попадания в пневмо- и гидроцилиндры влаги, при замерзании которой нарушается герметичность уплотнений и работоспособность привода в целом.

Разработан новый тип пневматического привода – струйный привод, в котором в качестве двигателя применена реактивная турбина специальной конструкции. Струйные приводы серии «КИТЭМА» успешно эксплуатируются на объектах ОАО «Газпром». Привод обладает рядом преимуществ по сравнению с пневмогидравлическими приводами:

1. Отсутствие второго рабочего агента – специальной демпферной жидкости, что освобождает от затрат на ее закупку, транспортировку, хранение и утилизацию после использования, сокращает затраты на обслуживание привода;

2. В конструкции привода нет подвижных трущихся уплотнений, что значительно повышает их надежность и долговечность;

3. Исключение произвольного поворота выходного вала под действием потока газа;

4. Плавный, без толчков, ход во всем диапазоне нагрузок и давлений рабочего газа;

5. Ускоренный реверс выходного вала привода из любого конечного или промежуточного положения;

6. Возможность создания повышенного импульсного момента, обеспечивающего страгивание пробки шарового крана при ее «прикипании» или примораживании;

7. Имеется возможность изменения момента на валу привода в зависимости от реальных условий эксплуатации без ухудшения эксплуатационных и надежности характеристик;

8. Высокая чувствительность узла управления струйного привода (УУСП), что значительно повышает точность регулировки;

9. Постоянство времени перестановки шарового крана во всем диапазоне давлений импульсного газа;

10. Небольшие, по сравнению с пневмогидравлическими, массо-габаритные размеры струйных приводов.





Струйные приводы могут работать и на природном газе с давлением 16,0 МПа, и от воздушной сети низкого давления 0,6-1,0 МПа. Это обстоятельство позволяет достаточно просто обеспечить питание привода сжатым воздухом с относительно низким давлением.

Пневматическая схема питания сжатым воздухом, применимая для одного или нескольких струйных приводов, приведена на **рис. 1**. Данная схема содержит компрессор 1 с системой управления 2, батарею баллонов (ресивер) 3, трубопровод 4, регулятор давления сжатого воздуха 5, струйные приводы 6, 7, содержащие в себе электропневмоклапаны (ЭПК) 8, 9, струйный двигатель 10, который через механическую передачу 11 соединен со шпинделем шарового крана 12, 14. Трубопровод может быть снабжен обратным клапаном 15.

Пневматическая схема питания сжатым воздухом работает следующим образом.

При падении давления в ресивере 3 ниже заданного система управления компрессора 2 включает компрессор 1, который работает до тех пор, пока давление сжатого воздуха достигнет заданного значения, после этого система 2 отключает компрессор.

При необходимости повернуть затвор шарового крана подается электрический сигнал к электропневматическому клапану (ЭПК), например, 8 в приводе 6. Сжатый воздух с давлением P_2 подается в двигатель 10 привода 6, который через механическую передачу 11 привода 6 поворачивает затвор шарового крана 12. При необходимости поворота затвора у нескольких шаровых кранов одновременно, электрические сигналы подаются к соответствующим ЭПК струйных приводов.

Запас сжатого воздуха в ресивере должен быть достаточным для одновременного поворота затворов n шаровых кранов. Число n определяется из условий работы данной станции. Очевидно, что чем больше начальное давление P сжатого воздуха в ресивере, тем меньше требуемый объем ресивера. Минимальное давление в ресивере не должно быть меньше рабочего давления P_2 в двигателе привода.

Для различных типоразмеров струйных приводов, при установке их на шаровых кранах разных диаметров, величина давления P_2 лежит в интервале от 0,6 до 1,2 МПа. При начальном давлении в ресивере $P_{1max} = 20$ МПа и минимальном давлении $P_{1min} = P_{2max} = 1,2$ МПа оставшаяся масса газа составляет: $P_{2max}/P_{1max} = 1,2/20,0 = 0,06$ т.е. 6%. Нужно отметить, что при использовании в такой же системе обычных поршневых пневмогидравлических приводов с рабочим давлением 6,0÷8,0 МПа масса неиспользованного газа в ресивере составила бы $8/20 = 0,4$ т.е. 40%.

В настоящее время отечественными и зарубежными производителями предлагаются малогабаритные компрессоры высокого давления с автоматической системой включения и выключения. Они обеспечивают необходимое давление с производительностью от 100 до 500 л/мин электрическим или бензиновым (на выбор) приводным двигателем массой от 40 до 300 кг, габаритами от 560x420x400 до 1330x890x850 мм. Компрессор подсоединяется к баллонам сжатого воздуха емкостью от 20 до 500 л на давление не до 40,0 МПа.

Например: на поворот (перестановку) затвора шарового крана DN 300 струйный привод расходует $Q = 600$ л

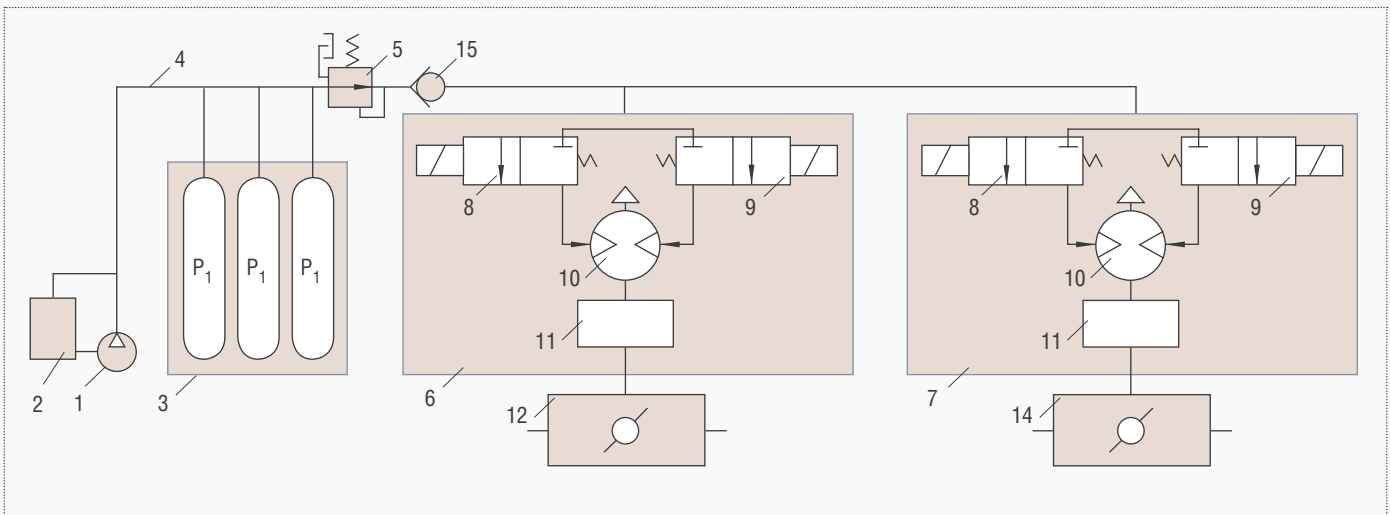


Рис. 1



сжатого воздуха. При давлении в ресивере $P_{1max} = 200$ бар с учетом неиспользуемого (остаточного) воздуха объем ресивера для этого случая составляет:

$$V_1 = Q(1+0,06)/P_{1max} = 600(1+0,06)/200 = 3,18 \text{ л} \quad (1)$$

Очевидно, что для совершения одновременно n перестановок запорного органа шарового крана потребуется объем ресивера $V_m = V_1 * n$.

Возьмем компрессор с минимальной производительностью $G_1 = 100$ л/мин.

Для восполнения сжатого воздуха, израсходованного на одну перестановку затвора шарового крана, потребуется время, равное, исходя из условий работы станции: $t_1 = Q_n/G_1 = (600 \text{ л})/(100 \text{ л/мин}) = 6 \text{ мин}$.

Отсюда нетрудно определить оптимальные параметры компрессора и ресивера. Конструкция струйного привода содержит регулятор давления рабочего газа, и поэтому установка регулятора давления 5 и обратного клапана 15 в схеме рис. 1 не обязательна, однако она желательна, так как при этом весь трубопровод от ресивера до приводов будет находиться под относительно невысоким давлением, что повышает безопасность и облегчает эксплуатацию системы. Конструкция самого привода в этом случае может быть упрощена изъятием из него регулятора давления газа.

Из вышесказанного представляется целесообразным использовать струйные приводы с питанием от ресивера со сменными баллонами на шаровых кранах магистральных газопроводов, а также на шаровых кранах и задвижках нефтепроводов. Так, один 40-литровый баллон с начальным давлением в 200 бар, с учетом остаточного воздуха и с учетом потерь, может обеспечить до 8 перестановок затвора шарового крана DN 400.

В настоящее время в разработке находятся струйные приводы для шаровых кранов DN 700 и DN 1000, способные работать на сжатом воздухе давлением 0,6-0,4 атм.