Записки Ленинградского горного института им.Г.В.Плеханова.
Т. 126. Л., 1991

УДК 622.366

ВОПРОСЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ И ЭКСПЛУАТАЦИИ РЕГУЛИРУЕМЫХ НАСОСОВ

А.Б.НЕЗАМЕТДИНОВ, А.Н.ФРАКМАН

Среди насосов объемного вытеснения диафрагменные насосы выделяются тем, что у них отсутствуют трущиеся металлические пары и торцевые допуски на зазоры, а конструкции просты и неприхотливы, особенно при перекачивании загрязненных жидкостей и гидросмесей [7]. Диафрагменные насосы подразделяют на низконапорные и высоконапорные. Низконапорные насосы обычно представлены в различных отраслях промышленности (рычажные или рычажно-поршневые насосы). Высоконапорные диафрагменные насосы бывают электроимпульсными [2] или взрывогидравлическими. В качестве электроимпульсных высоконапорных насосов предложены конструкции, работающие на электрогидравлическом эффекте [2,3]. Основным недостатком этих конструкций являются малые производительность и эффективность, обусловленные тем, что электродный разряд воздействует на один мембранный разделитель или на жидкость без разделителя.

Совершенствование конструкций диафрагменных насосов с целью увеличения их производительности и мощности осуществлялось по нескольким направлениям: за счет повышения эффективности использования одного электрического разряда при электрогидравлическом эффекте на диафрагму [4]; за счет изменения вида энергии и источника взрыва, например, горючая смесь, источник зажигания [5,6]; за счет изменения формы диафрагмы и рабочей камеры [1].

Эффективность использования одного электрического разряда можно повысить за счет увеличения числа диафрагм и нагнетательных камер вокруг разряда или увеличения площади одной диафрагмы [4]. Предложена конструкция электрогидравлического насоса, в которой каркас выполнен в виде правильного многогранника, межэлектродный промежуток находится внутри этого многогранника, а диафрагмы закреплены между ребрами. Эффективность работы насоса увеличивается, так как от одного электрического разряда внутри многогранника волна давления воздействует сразу, например в кубе, на шесть диафрагм. Количество камер нагнетания соответствует количеству диафрагм.

Более эффективное использование электродного разряда в воде по сравнению с описанным в работе [2] получено в другой конструкции [4] диафрагменного насоса. Схема насоса представлена на рис.1. Насос содержит кор-

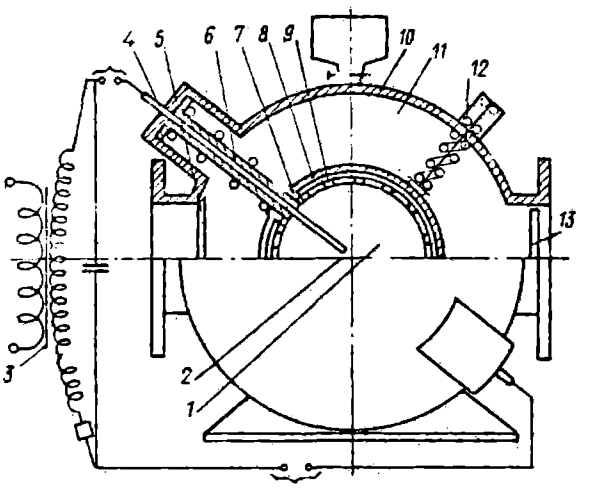


Рис.1. Схема регулирования насоса

пус IO, в котором при внешней рабочей камере II и внутренней приводной камере I расположено электрогидравлическое устройство, образованное жестким, закрепленным в корпусе IO, каркасом 9 и эластичным разделителем 8 и имеющее электроды 4 электроразрядника с межэлектродным промежутком 2 в центре сферы приводной камеры I. Электроды 4 подключены к высоковольтному источнику 3. Жесткий каркас 9 выполнен в виде перфорированной среды, закрепленной в корпусе IO на полых штангах 6. Внутри штанг 6 пропущены закрепленные на каркасе 9 электроды 4. Эластичный разделитель 8 выполнен в виде охватывающей каркас 9 сферы, армированной направляющими уплотнительными втулками 7, установленными на штангах 6. Насос снабжен также радиальными пружинами I2 установленными между корпусом IO и эластичным сферическим разделителем 8, равномерно размещенным по поверхности сферы. В рабочей камере II установлены всасывающий клапан 5 и нагнетательный клапан I3.

При подаче от электроисточника 3 высокого напряжения на электроды 4 (рис.I) возникает пробой межэлектродного промежутка 2 и электрогидравлический разряд в приводной жидкости, заполняющей приводную камеру I. При электрогидравлическом разряде происходит мгновенное испарение жидкости в межэлектродном промежутке 2 и образование парогазовой полости с высоким внутренним давлением. Расширение этой полости приводит к движению (расширению) эластичного разделителя 8 и вытеснению перекачиваемой среды из рабочей камеры II через нагнетательный клапан I3 к потребителю. По мере расширения парогазовой полости давление паров в ней падает, температура уменьшается, при достижении определенного давления и температуры происходит конденсация паров и в приводной камере I возникает разрежение. Под действием собственной упругости и усилия пружин I2 эластичный разделитель 8 возвращается в исходное положение (садится на каркас 9). В рабочей камере II при этом происходит процесс всасывания перекачиваемой среды из зумпфа через всасывающий клапан 5. Далее снова подается высоковольтный импульс на электроды 4 и процесс повторяется.

При расширении эластичного разделителя 8 втулки 7 скользят по штангам. Свободная установка разделителя 8 на каркасе 9 позволяет разделя-

тело равномерно расширяться во все стороны в соответствии со сферическим фронтом ударной волны, возникающим при пробое межэлектродного промежутка 2 и расширении парогазовой полости. Тем самым исключаются местные перенапряжения эластичного разделителя, повышается его долговечность и надежность, увеличивается допустимый ход, а следовательно, и производительность насоса.

При образовании парогазовой полости величина давления внутри нее достигает 30 МПа. Расширение парогазовой полости и захлопывание ее происходит за малый промежуток времени. Объем парогазовой полости небольшой, что затрудняет получение насосов с большой производительностью. Если взрывать горючие смеси, то получаем и большие давления, и значительные объемы газов, которые могут значительно повысить производительность насоса. Конструктивно это было осуществлено в диафрагменных взрывонасосах [1,5,6]. В качестве горючих смесей могут быть применены различные газы, например, природный газ, пропан, бутан и другие в смеси с воздухом или кислородом во взрывоопасных пропорциях, а также смесь бензиновых паров с воздухом и так далее.

Диафрагменный насос [5] (рис.2) работает на горючей смеси из природного газа с воздухом. Основными особенностями его являются трубчатая диафрагма, кольцевая взрывная камера и отдельно расположенная насосная камера, а также демпфирующая подпружиненная крышка.

Воспламенение горючей смеси зависит от источников зажигания, которые реализованы в конструкциях по-разному: в виде свечи зажигания [5], в виде солнечного луча, сфокусированного на галлиевом воспламенителе [6], в виде пары электродов, подключенных к трансформатору через прерыватель [4].

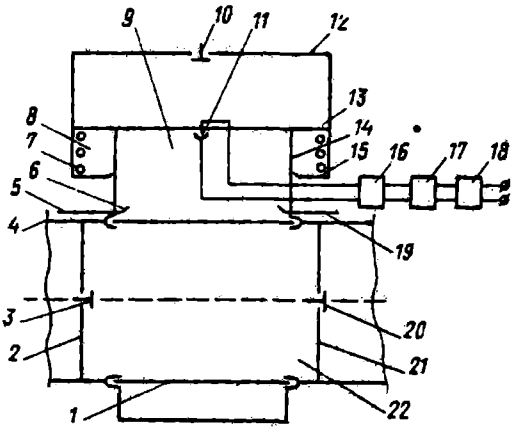


Рис.2. Схема диафрагменного взрывонасоса
1 - трубчатая диафрагма; 2 и 21 - перегородки в трубопроводе; 3 - всасывающий клапан; 4 - корпус; 5 - подача окислителя; 6 - форсунка; 7 - пружины; 8 - полость; 9 - взрывная камера; 10 - клапан сброса отработанных газов; 11 - свеча зажигания; 12 - крышка; 13 - фланец; 14 - патрубок; 15 - бурт; 16 - прерыватель; 17 - накопитель; 18 - умножитель напряжения; 19 - подача топлива, газа; 20 - нагнетательный клапан; 22 - насосная камера

В насосе (рис.2) горючая смесь подается порциями к форсункам 6 и впрыскивается во взрывную камеру 9. Свеча зажигания воспламеняет смесь и во взрывной камере возникает взрыв, сопровождающийся повышением давления продуктов сгорания. При этом крышка поднимается, сжимая пружину, что приводит к увеличению объема взрывной камеры и сглаживанию ударной волны. Это обеспечивает благоприятные условия деформации трубчатой диафрагмы. Сжатие диафрагмы уменьшает

объем насосной камеры и перекачиваемая жидкость через нагнетательный клапан выталкивается к потребителю. После полного сгорания горючей смеси продукты сгорания стравливаются из взрывной камеры через клапан в крышке, давление в камере падает, крышка пружиной возвращается в исходное положение, диафрагма принимает исходную форму, а в насосную камеру через всасывающий клапан поступает новая порция перекачиваемой среды. Частота работы диафрагменного насоса 0,5–2,0 Гц.

Периодические изменения расхода гидросмеси, поступающей в зумпфы насосов, ее физико-механических свойств (гранулометрический состав, концентрация твердого в смеси и т.д.) либо длины транспортной магистрали вызывает изменение режимов работы гидротранспортных систем. При этом происходит изменение положения рабочей точки на характеристике трубопровода. Для поддержания рациональных режимов работы системы насос–трубопровод необходимо соответствующее регулирование параметров работы насосов.

Регулирование параметров работы насосов объемного вытеснения, которые приводятся в действие энергией взрыва (диафрагменные взрывонасосы), можно производить за счет изменения частоты взрывов во взрывной камере насоса, количества горючей смеси в этой камере при сохранении постоянства ее состава либо изменением состава горючей смеси, а также заменой вида горючей смеси, например, вместо смеси природного газа с воздухом использовать смесь водорода с кислородом.

Регулирование параметров работы электрогидравлических насосов можно производить за счет изменения частоты подачи импульса на электроды либо мощности этого импульса, а в случае использования диафрагменного электрогидравлического насоса еще и изменением состава жидкости в рабочей камере или заменой вида этой жидкости. С учетом того, что замена вида жидкости (горючей смеси) требует остановки на некоторое время или достаточно сложного вспомогательного оборудования, наиболее удобными в процессе эксплуатации насосов являются способы регулирования параметров их работы путем изменения частоты подачи электрического импульса на электроды в рабочей камере.

Кроме того, параметры работы диафрагменных взрывонасосов удобно регулировать путем изменения количества горючей смеси в рабочей камере, а электрогидравлических насосов – изменением мощности электрического импульса, подаваемого на электроды. Регулирование параметров работы диафрагменных насосов объемного вытеснения, оборудованных электрическим приводом, можно осуществлять как за счет изменения хода поршня (толкателя), так и за счет изменения частоты рабочего цикла насоса. Если устройства, осуществляющие изменение хода поршня, являются достаточно сложными, то частота рабочего цикла может быть изменена путем изменения частоты вращения приводного электродвигателя этих насосов при помощи тиристорных систем управления, серийно выпускаемых в настоящее время отечественной промышленностью.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. А.с. 1543119 СССР. Диафрагменный взрывонасос / А.Б.Незаметдинов. Бюл. изобр. 1990, 6.

2. А.с. 107557 СССР. Гидравлический насос / Л.А.Юткин, В.С.Берсенев. Бюл. изобр. 1937, № 7.

3. А.с. 669082 СССР. Электрогидравлический насос / В.Ф.Бродов, В.С.Осипов, В.Г.Иванов и др. Бюл. изобр. 1979, № 23.

4. А.с. 1411522 СССР. Диафрагменный электрогидравлический насос / А.Б.Незаметдинов. Бюл. изобр. 1988, № 27.

5. А.с. 1439281 СССР. Диафрагменный взрывонасос / А.Б.Незаметдинов. Бюл. изобр. 1988, 43.

6. А.с. 1504363 СССР. Диафрагменный взрывонасос / А.Б.Незаметдинов. Бюл. изобр. 1989, 32.

7. Спасский К.Н., Шаумян В.В. Новые насосы для малых подач и высоких напоров. М.: Машиностроение, 1973.