

СНИЖЕНИЕ ИМПУЛЬСНОСТИ ПОДАЧИ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО РАСТВОРОНАСОСА

А.Г. ОНИЩЕНКО, А.В. ВАСИЛЬЕВ, В.Б. НАДОБКО
(Полтавский технический университет)

Поршневые насосы при перекачивании раствора по трубопроводам создают неравномерный режим движения, который несколько корректируется путём использования воздушных колпаков. Чем выше равномерность подачи раствора по трубопроводам, тем меньше вероятность пробкообразования раствора, меньше сопротивление движению раствора по трубопроводам, меньше величина износа трубопроводов от знакопеременных нагрузок и истирания, более качественная получается поверхность после соплования раствором.

Повышение этажности строительства ограничивает использование воздушных колпаков из-за уноса содержащегося в них воздуха и необходимости его периодической подкачки. В настоящее время одной из перспективных конструкций среди поршневых насосов является дифференциальная схема растворонасоса с проточным поршнем, впервые предложенная в Полт.ТУ.

Дифференциальная схема растворонасоса существенно уменьшает пульсацию подачи, обеспечивая коэффициент неравномерности подачи $K_H=1,57$, по сравнению с растворонасосом одинарного действия, у которого $K_H=3,14$, и позволяет обходиться без воздушных колпаков.

На рисунке 1 представлена одна из схем дифференциального растворонасоса, который работает следующим образом.

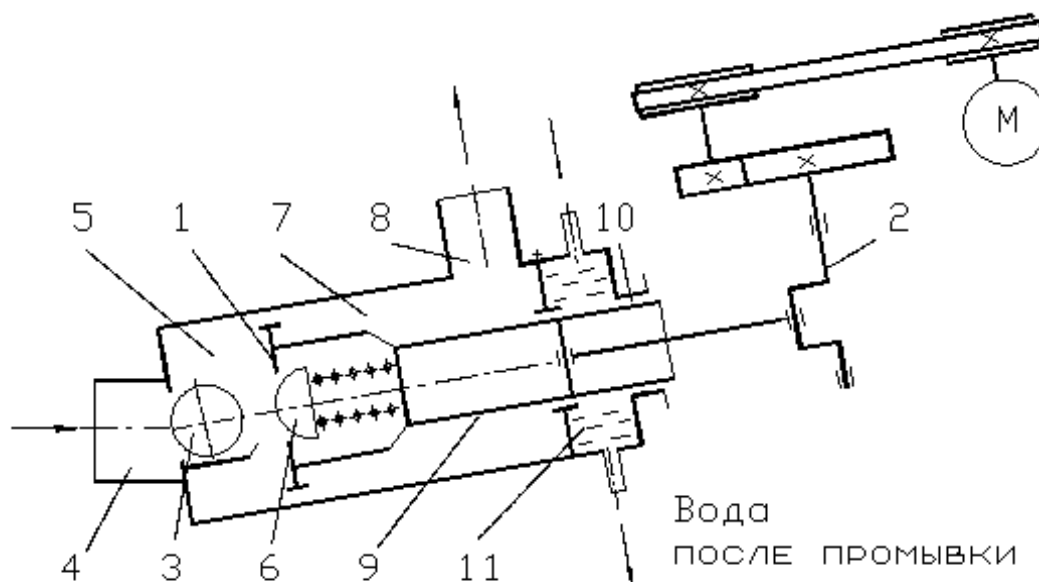


Рисунок 1 – Схема дифференциального растворонасоса

При движении дифференциального поршня 1 вперёд (в направлении коленчатого вала) всасывающий клапан 2 открывается, и раствор через всасывающий патрубок 3 поступает в рабочую камеру. В это время нагнетательный клапан 4 закрыт, поэтому раствор из компенсационной камеры 5 выталкивается в нагнетательный патрубок 6. При движении поршня назад всасывающий клапан закрывается, раствор из рабочей камеры 7 через

Figure 1.2 consists of two schematic diagrams, (a) and (b), illustrating the control system for a two-position actuator. Both diagrams show a vertical axis labeled Q and a horizontal axis labeled t . The vertical axis has two horizontal lines representing the 'Откр.' (Open) and 'Закр.' (Closed) positions. The horizontal axis has two vertical lines representing the transition times t_1 and t_2 . In diagram (a), the control signal is a square wave that switches between the 'Откр.' and 'Закр.' positions at t_1 and t_2 . The actuator response is shown as a curve that starts at the 'Откр.' position, rises to a peak, and then falls back to the 'Откр.' position at t_2 . In diagram (b), the control signal is a square wave that switches between the 'Откр.' and 'Закр.' positions at t_1 and t_2 . The actuator response is shown as a curve that starts at the 'Откр.' position, rises to a peak, and then falls back to the 'Откр.' position at t_2 . The actuator response is shown as a curve that starts at the 'Откр.' position, rises to a peak, and then falls back to the 'Откр.' position at t_2 .

Однако коэффициент неравномерности подачи $K_H=1,57$ для дифференциальной схемы растворонасоса является теоретическим, не учитывающим потерь подачи. При разработке и эксплуатации растворонасоса предпочтительно указанные потери свести к минимуму.

Проанализируем предполагаемые потери, рассматривая работу дифференциальной насосной колонки, изображённой на рисунке 1.

Увеличение объёма компенсационной камеры вынуждает находящийся в

нагнетательном трубопроводе раствор перетекать обратно в компенсационную камеру. Это происходит до тех пор, пока раствор в рабочей камере не будет сжат до давления, превышающего давление в компенсационной камере. При этом нагнетательный клапан открывается, затратив на это время t_2 , и происходит перекачивание раствора в компенсационную камеру и нагнетательный патрубок.

После прихода поршня в заднее крайнее положение 2 процесс перекачивания прерывается. Поршень, остановившись, начинает перемещаться вперёд. Происходит изменение давлений в обратном порядке – в компенсационной камере давление возрастает, а в рабочей падает. Из компенсационной камеры находящийся там раствор начинает вытесняться в сторону более низкого давления – в рабочую камеру, увлекая за собой запорный элемент нагнетательного клапана. Перемещаясь, запорный элемент закрывает нагнетательный клапан, затратив на это время t_3 . В рабочей камере образуется разрежение. Чем выше должно быть значение разрежения всасывания $p_{B_{\min}}$, тем больше будет значение времени t_4 до момента открытия всасывающего клапана.

Необходимо подчеркнуть следующие особенности работы клапанов:

- скорость потока раствора, закрывающего всасывающий клапан, вдвое выше, чем для нагнетательного клапана, поскольку при одинаковом характере изменения скорости площадь сечения поршня в два раза больше, чем разность площадей поршня и штока, что, соответственно, вызывает более быстрое закрытие всасывающего клапана;

- процесс закрытия нагнетательного клапана происходит на подвижное гнездо, направление движения которого способствует уменьшению времени закрытия клапана;

- всасывающий клапан расположен в струе перекачиваемого раствора, а нагнетательный находится в "тени" штока, имеющего значительный диаметр (70 мм) по сравнению с диаметром поршня (100 мм), что вызывает "подмывание" нагнетательного клапана и увеличивает время его закрытия.

Из анализа рисунка 2 можно установить причины, ухудшающие равномерность подачи:

- утечки, связанные со временем закрытия клапанов. Уменьшение времени закрытия клапана путём уменьшения длины отката не всегда может дать желаемый результат, поскольку при длине отката ниже оптимальной увеличивается гидравлическое сопротивление клапана, ухудшающее работу насоса, при этом для всасывающего клапана ухудшается наполняемость рабочей камеры, которая в ещё большей степени снижает равномерность подачи;

- ненаполнение рабочей камеры. Повышенное значение $p_{B_{\min}}$ ухудшает наполняемость рабочей камеры, увеличивая время открытия всасывающего клапана, а частично заполненная рабочая камера вызывает "провалы" давления нагнетания из-за увеличения времени открытия нагнетательного клапана.

Проведённый анализ потерь при работе дифференциального растворонасоса позволил разработать конструкцию клапанных узлов растворонасоса, способную обеспечить одинаковый минимальный уровень потерь как при прямом, так и при обратном ходе дифференциального поршня.

Это позволило, соответственно, обеспечить перекачивание раствора равными порциями и снизить уровень пульсации. Использование дифференциального растворонасоса совместно с резиноканевым нагнетательным трубопроводом позволяет осуществлять почти равномерную подачу раствора.

Из анализа диаграмм изменения давления в разных точках нагнетательного трубопровода видно, что при использовании в качестве нагнетательного трубопровода резиноканевых рукавов происходит снижение величины пульсаций перекачиваемого раствора, и на расстоянии 10 метров от насоса пульсация практически не ощущается.