

АВТОМАТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ РАЗВИТИЯ КАВИТАЦИИ В НАСОСЕ ШАХТНОЙ ВОДООТЛИВНОЙ УСТАНОВКЕ

Ермолинский А.А., студент; Никулин Э.К. доц., к.т.н., Оголобченко А.С., доц., к.т.н.
(ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк)

В принципе, лопастные насосы к которым относятся и центробежные насосы шахтных водоотливных установок являются весьма долговечными машинами. Однако в производственных условиях насос шахтной водоотливной установки изнашивается значительно быстрее и практически ежегодно приходится производить его капитальный ремонт. Такой износ обычно вызывается абразивным воздействием твердых примесей, содержащихся в перекачиваемой шахтной воде и кавитацией, или совместным их действием. Кавитационный износ насосов можно уменьшить различными способами [1]. С точки зрения управления это возможно осуществить путем снижения до минимума времени работы насоса в опасных кавитационных режимах. Поэтому автоматический контроль развития кавитации в насосе шахтной водоотливной установке для последующей защиты насоса от работы в аномальном режиме является актуальной задачей. Однако, данный контроль и защита не осуществляется ни одной из известных систем автоматизации шахтных водоотливных установок (аппаратура ВАВ, ВАВ.1М, ААВ).

В настоящее время нет достаточно надежных методов обнаружения кавитации, позволяющих точно фиксировать момент ее возникновения. О появлении кавитации судят по её вторичным признакам. Для автоматического контроля развития кавитации могут использоваться энергетический и виброакустический методы. Виброакустический метод предусматривает измерение интенсивности звуковых колебаний или уровня кавитационного шума, зависящего от степени развития кавитации. Основными регистрирующими приборами при виброакустическом методе являются гидрофоны обычного мембранного типа или с пьезокерамическими элементами, преобразующими звуковые колебания в электрические сигналы. Однако применение таких приборов в шахтных условиях практически невозможно, требуется специальное взрывозащищенное исполнение с искробезопасными электрическими цепями. При энергетическом методе контроля кавитационного режима контролируется изменения гидравлических параметров насоса. Так, кавитационные зоны, возникающие на направляющих поверхностях насоса, изменяют их эффективную форму и, следовательно, изменяют путь потока. В сочетании с нестационарностью кавитационной зоны и вызванными ее появлением вторичными течениями жидкости это приводит к колебаниям и изменению подачи насоса. Исследованиями зарегистрирована пульсация подачи насоса с низкой частотой (0,5÷1,0 Гц) и снижение ее величины от значения рабочей подачи. В свою очередь нестационарность явлений при кавитации вызывает пульсации вакуума в подводящем трубопроводе насоса и увеличение его значения. Указанные параметры могут быть измерены в подземных условиях шахты.

В соответствии с вышесказанным, предлагается устройство автоматического контроля развития кавитации в насосе шахтной водоотливной установке типа УКЗК, структурная схема которого приведена на рисунке 1. На рисунке обозначено: БВД – блок ввода данных, БМ – блок микроконтроллера, БВК – блок вывода команд управления, БИ – блок индикации, БП – блок питания, АПД – адаптер передачи данных, ПРС – промышленная рабочая станция.

Информация в устройство поступает от датчика уровня воды в водосборнике водоотливной установке с дискретным выходным сигналом и датчиков – расходомера и мановакуумметра с аналоговыми выходными сигналами. Сигналы поступают в блок БВД, где осуществляется, во-первых, преобразование токовых сигналов от аналоговых датчиков в сигнал напряжения (например, с помощью прецизионных резисторов); во-вторых, осуществляется гальваническая развязки линии связи устройства с контактным датчиком

уровня (например, с помощью транзисторных оптопар); в-третьих, осуществляется защита микросхем устройства от возможных перенапряжений в соединительных линиях датчиков (например, с помощью с помощью стабилитронов и резисторов). Такая конструкция блока БВД является необходимым условием обеспечения искробезопасности линий связи устройства, что важно для использования устройства в подземных условиях шахт.

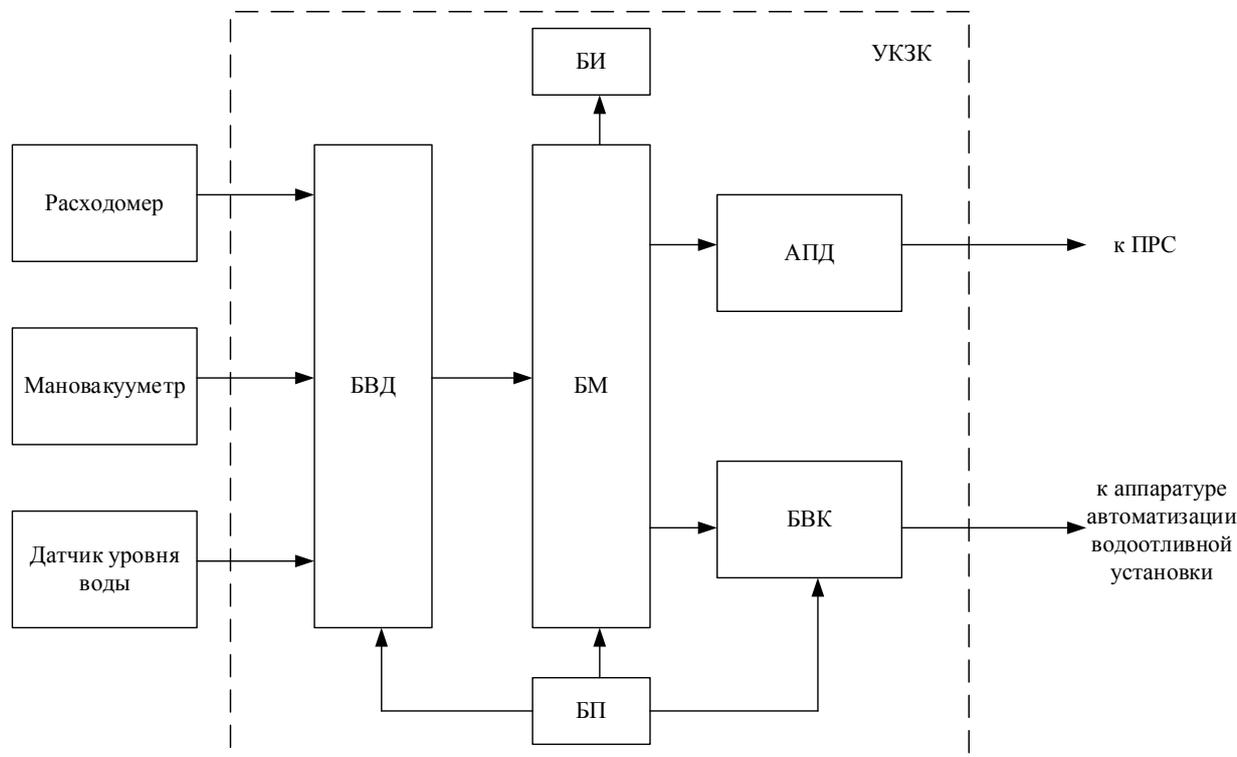


Рисунок 1 - Структурная схема устройства УКЗК

Блок БМ обеспечивает обработку информации и выработку сигнала о наличии кавитации в насосе в блок индикации БИ и в рабочую станцию ПРС верхнего уровня управления водоотливным комплексом шахты и команду в аппаратуру автоматизации водоотливной установки на отключения насоса.

Адаптер АПД обеспечивает связь устройства УКЗК с удаленной рабочей станцией ПРС промышленной сети для передачи данных (например, применение коммуникационного адаптер интерфейса RS 485).

Блок БВК формирует сигнал в аппаратуру автоматизации водоотливной установки для останова насоса при возникновении кавитации (например, применение реле или тиристорной оптопары).

Далее приведен алгоритм работы устройства УКЗК на примере применения устройства совместно с аппаратурой автоматизации водоотливной установки типа ВАВ.1М.

Гидравлическая схема автоматизированной водоотливной установки водоотливного комплекса шахты приведена на рисунке 2. На рисунке обозначено: 1 – насос, 2 – электродвигатель насоса, 3 – нагнетательный трубопровод, 4 – задвижка с электроприводом, Р – расходомер, МВ – мановакуумметр, БУН.1М – блок управления насосами аппаратуры ВАВ.1М, СТВ.1М - табло сигнальное водоотлива аппаратуры ВАВ.1М, СБВВ – субблок ввода вывода блока БУН.1М, ДКУ – датчик кавитационного уровня, который устанавливается на уровне, после которого возможно возникновение кавитации в насосе (уровень определяется экспериментально для конкретной водоотливной установки, как правило, на уровне всасывающего устройства подводящего трубопровода насоса).

Аппаратура взрывобезопасная ВАВ-1М обеспечивает автоматическое управление насосами по уровню воды в водосборнике, гидравлическую защиту по расходу воды, защиту от перегрева подшипников и заклинивание задвижек, а также отображение сигналов диспетчеру на табло СТВ.1М об уровне воды, работе насосов, неисправности установки, времени начала и окончания максимумов энергопотребления, подачу звуковой сигнализации [2].

Выход устройства УКЗК подключается к входу субблока СбВВ вместо датчика нижнего уровня аппаратуры ВАВ.1М. Таким образом обеспечивается отключения насоса при развитии местной кавитации в насосе, тем самым осуществляется максимальная откачка воды с водосборника, что важно для шахтного водоотлива.

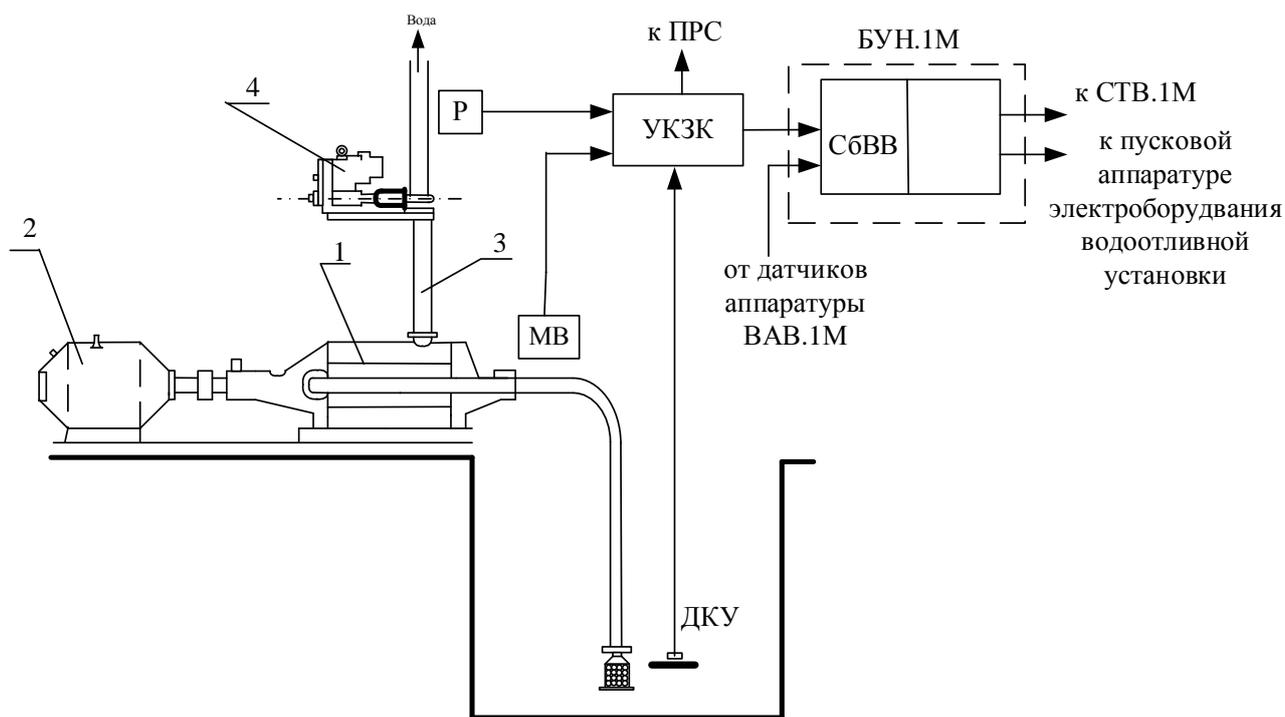


Рисунок 2 - Гидравлическая схема автоматизированной водоотливной установки водоотливного комплекса шахты

При откачке воды с водосборника насосом, её уровень понижается. При достижении водой уровня установки датчика ДКУ устройство УКЗК периодически осуществляется сравнение текущих значений подачи насоса и величины вакуума в подводящем трубопроводе насоса с заданными их значениями (уставками). При снижении текущей подачи и увеличении величины вакуума по сравнению с значениями их уставок устройство УКЗК формирует информационный сигнал о кавитации в насосе и команду управления в аппаратуру ВАВ.1М на отключение насоса. Значения уставок определяются экспериментально для конкретной водоотливной установки.

Перечень ссылок

1. Карелин В.Я. Кавитационные явления в центробежных и осевых насосах - М.: Недра, 1975 – 353 с.
2. Шевчук С.П. Повышение эффективности водоотливных установок - К.: Техника, 1991. – 53с.