

УДК: 681.51/.54:627.834

## **РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ ШАХТНОЙ ВОДООТЛИВНОЙ УСТАНОВКИ И ЗАЩИТЫ ЕЕ ОТ КАВИТАЦИИ И УТЕЧКИ**

**Гавриленко А.Б., магистрант; Никулин Э.К., доцент, к.т.н.**

*(Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина)*

Шахтные водоотливные установки - одни из важнейших стационарных установок шахт, которые могут работать в течении 18-20 часов в сутки. При этом мощность приводных электродвигателей может достигать 800 кВт. Даже при прекращении добычи, и остановке шахты водоотлив всё равно продолжает работать, чтобы не допустить затопление горных выработок рудничными водами. По назначению водоотливные установки классифицируются на главные и участковые [1]. Главные водоотливные установки в зависимости от величины водопритока могут потреблять до 20% общешахтной электроэнергии. Поэтому экономия электроэнергии на водоотливе является весьма актуальной задачей. Вместе с тем, несмотря на полную автоматизацию водоотлива, не решенными остаются вопросы исключения непроизводительных затрат электроэнергии, вызванные неконтролируемыми технологическими ситуациями в работе насосных станций. К таким ситуациям относятся кавитационные режимы насосов и нарушение герметичности трубопроводной сети. В связи с этим актуальным является расширение функциональных возможностей существующих систем управления водоотливом путем разработки новых дополнительных функциональных блоков, обеспечивающих своевременное обнаружение и устранение несанкционированных режимов.

На первом этапе решения этой задачи предполагается разработка блока автоматического определения места и величины утечек из магистральных водоотливных трубопроводов и устранение этих неисправностей путем переключения работающих насосов с поврежденного на резервный трубопровод, а также создание блока определения технического состояния подводящего трубопровода и опережающей защиты насоса от кавитации, путем определения предкавитационного режима и перевода насоса на уменьшение подачи в зоне его промышленного использования путем дросселирования напорного трубопровода. Исследования показали, что в настоящее время задача в такой постановке не решается ни одной из существующих автоматических систем управления и является новым шагом на пути повышения уровня автоматизации шахтных водоотливных установок.

Разработанное устройство имеет два выходных канала. Первый канал предназначен для определения величины и места утечки из магистрального трубопровода, а второй канал для определения интенсивности кавитации в подводящем трубопроводе. В основу первого канала положен принцип дифференциального контроля расхода жидкости в рабочем трубопроводе, подключенном к работающему насосу, а также манометрический способ

определения места повреждения трубопровода, предварительно отключенного от насоса. В основу второго канала положен принцип уменьшения подачи насоса, путем дросселирования напорного трубопровода управляемой заслонкой.

Структурная схема модуля защиты от утечки и кавитации приведена на рис.1.

Модуль защиты от утечки и кавитации МЗУК представляет собой конструктивный узел, состоящий из отдельных блоков, установленных в блоке управления насосом, входящим в состав аппаратуры управления ВАВ-1. В состав модуля входят: блок первичных преобразователей БПП, предназначенный для преобразования неэлектрических величин в электрические; блок нормирующих преобразователей БНП для установления необходимых уровней и видов сигналов, передаваемых в другие функциональные блоки; блок логики БЛ, формирующий команды управления и индикации по обособленному алгоритму; блок согласования выходных команд БС преобразует команды полученные в БЛ, к виду удобному для управления объектами и сигнализации о их предельных значениях; блок индикации БИ,

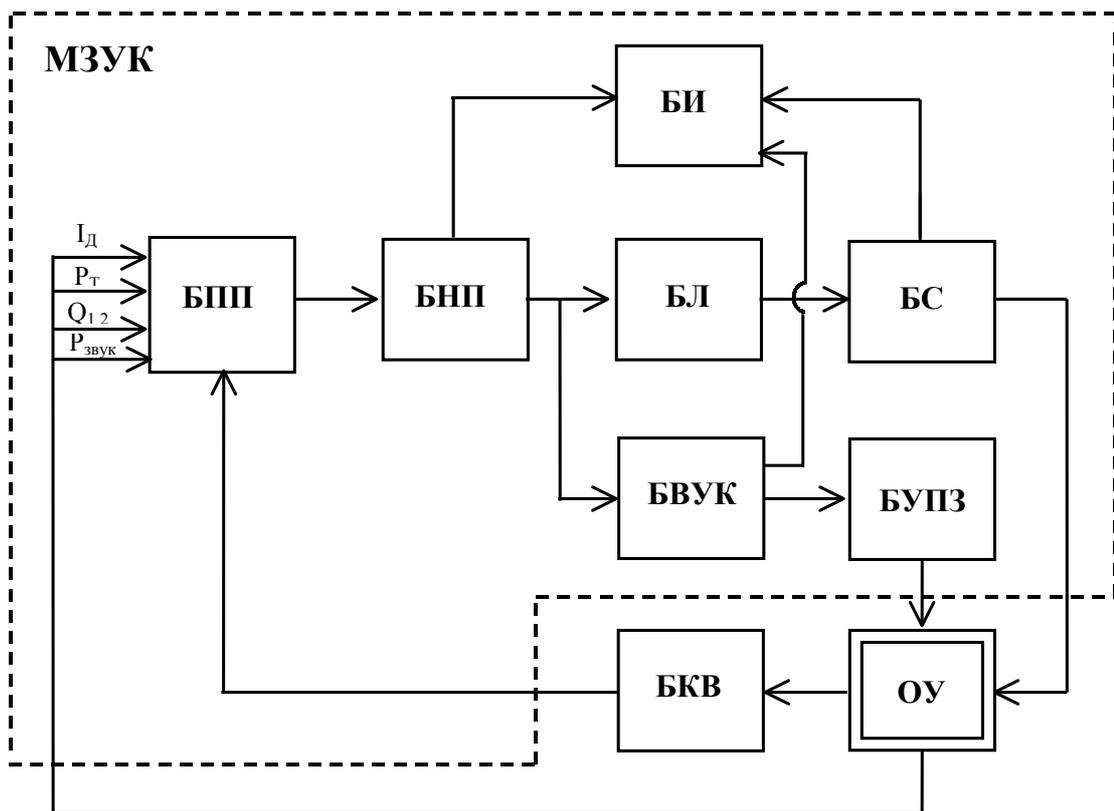


Рисунок 1 – Структурная схема разрабатываемого модуля

предназначенный для представления полученных команд в виде индикации информационных сигналов о состоянии объектов и их параметров в режиме «Совет оператору» для принятия оператором возможных управляющих воздействий на объекты средствами базовой аппаратуры ВАВ 1; блок выделения уровней кавитации БВУК служит для определения интенсивности

кавитации; блок управления приводом заслонки БУПЗ служит для управления приводом заслонки, которая дросселирует нагнетательный трубопровод.

Блок конечных выключателей БКВ обеспечивает дискретной информацией блок первичных преобразователей БПП модуля защиты о положении рабочих органов коммутационных задвижек насосной установки и не входит в состав МЗУК как конструктивный узел.

Алгоритм работы системы автоматической диагностики водоотливной установки приведен рис.2.

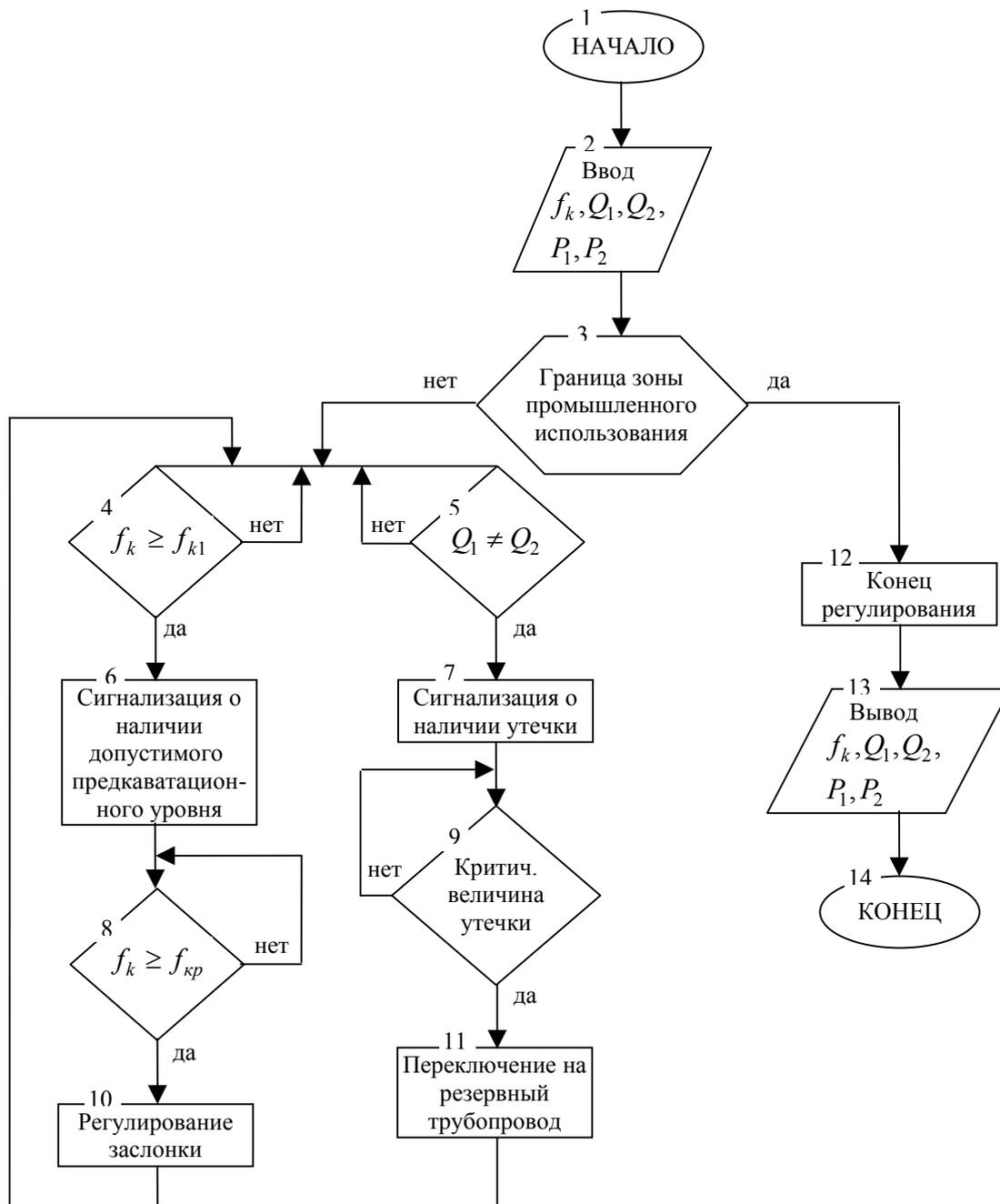


Рисунок 2 – Алгоритм работы устройства

Работа алгоритма заключается в следующем. Блок 2 выполняет функцию инициализации входных команд, которые используются в работе разработанного устройства. Здесь:  $f_k$  – спектр частот, используемый для

контроля интенсивности кавитации;  $Q_1$  и  $Q_2$  - соответственно сигналы расходомеров, расположенных в начале и конце трубопровода;  $P_1$  и  $P_2$  - сигналы с манометров используемых для определения величины давления, а также для ориентировочного определения места повреждения трубопровода. Условие соответствия рабочей точки насосной установки границе зоны промышленного использования задействована в блоке 3. Если условие не выполняется, информация поступает в два канала: один - для определения величины кавитации; второй - для определения величины утечки. Работа канала определения утечки основана на регистрации разности между расходами в начале и конце трубопровода, которая осуществляется в блоке 5. Если разница существует, то происходит индикация о наличии утечки. При достижении утечкой максимального значения - происходит автоматическое переключение на резервный трубопровод, а по показания манометра определяют ориентировочное место нахождения утечки в магистральном трубопроводе.

Ветвь алгоритма определения интенсивности кавитации начинается с выделения допустимой величины  $f_{k1}$  спектра кавитационного шума, соответствующей предкавитационному уровню (блок 4). Выполнение данного условия отображается в блоке 6 – индикация в камеру главного водоотлива о наличии предкавитационного уровня. При достижении критического значения  $f_{кр}$  - начинается процесс регулирования рабочего режима насосной установки, путем дросселирования нагнетательного трубопровода, поворотом заслонки на установленный угол. Этот процесс будет происходить до тех пор, пока насос не выйдет из кавитационной зоны, либо до границы зоны промышленного использования. В этом случае регулирование прекращается и устройство лишь выполняет функцию диагностирования насосной установки.

В качестве средств измерения расхода применяются ультразвуковые доплеровские расходомеры типа УДР, имеющие унифицированный выходной электрический сигнал 0...5 мА и класс точности  $\pm 1\%$ . Конструкция ультразвуковых расходомеров УДР позволяет использовать их как во взрывобезопасном исполнении, так и в нормальном исполнении (на поверхности шахты). Измерение давления манометрами и интенсивности кавитации акустическим преобразователем осуществляется с погрешность не превышающей  $\pm 1\%$ , что достаточно для своевременного обнаружения и предотвращения аварийных режимов работы насосного агрегата.

Таким образом, разработанное устройство позволит снизить удельный расход электроэнергии, путем своевременного обнаружения места утечки, а также увеличить ресурс насосов и трубопроводов, улучшить эксплуатационные характеристики работы насосов на водопроводную сеть, за счет продления межремонтных сроков службы насосных агрегатов, а также повышение долговечности рабочих колес.

#### Литература

1. Гейер В.Г., Тимошенко Г.М. Шахтные вентиляторные и водоотливные установки. – М.: Недра, 1987-270с.