

ОБОСНОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ПОДСИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НАСОСНЫХ УСТАНОВОК ГЛАВНОГО ВОДООТЛИВА ШАХТЫ

Мед А.П., студент; Оголубченко А.С., к.т.н., доц.

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

Насосные установки главного водоотлива шахт являются крупными электропотребителями (потребление составляет порядка 20% общего расхода электроэнергии по шахте) и относятся к электроприемникам 1 категории по бесперебойности электроснабжения. Кроме того, насосные установки имеют свободный циклический график работы во времени и, при соблюдении требований правил безопасности в угольных шахтах, могут отключаться или переводиться на пониженное электропотребление в период максимальной нагрузки на систему электроснабжения шахты при наличии свободной емкости водосборника для аккумуляции воды на период остановки [1]. Поэтому в процессе эксплуатации насосных установок главного водоотлива важным является автоматический контроль параметров электроснабжения установок для принятия действий, соответствующих текущей технологической ситуации. К таким параметрам относятся: расход электроэнергии насосной установкой (для технического учёта), состояние коммутационной аппаратуры электродвигателя (включено – выключено) и состояние токовых защит электродвигателя (сработала защита или нет). Информация об указанных параметрах должна передаваться в диспетчерскую шахты в виде световой индикации на пульте диспетчера и в центральную ЭВМ для анализа и выработки управляющих или «советующих» команд.

В существующих системах контроля и управления насосными установками главного водоотлива, как правило, на базе аппаратуры автоматизации водоотливной установки типа ВАВ.1М, такие функции не предусмотрены. Оператор насосной станции и диспетчер шахты имеют возможность наблюдать только о состоянии насосов (включено – выключено) по индикации соответственно на блоке БУН.1М и СТВ.1М аппаратуры ВАВ.1М. Поэтому предлагается дополнить существующую систему автоматизации специальной подсистемой контроля параметров электроснабжения насосных установок главного водоотлива шахты (СКПЭ). На рисунке 1 приведена структурная схема технических средств системы контроля и управления насосными установками главного водоотлива шахты, где наряду с уже упомянутой аппаратурой ВАВ.1М обозначено: ЦДП – центральный диспетчерский пункт шахты; НС – насосная станция водоотлива, которая содержит m комплектов аппаратуры ВАВ.1М (один комплект на 3 насосных установки); БУН.1М – блок управления насосами; СТВ.1М – сигнальное табло водоотлива; УКМ – устройство контроля активной мощности, потребляемой приводным электродвигателем насоса; КИ – многоканальный концентратор информации; ЭВМ – промышленный компьютер диспетчера шахты.

При реализации предложенной подсистемы важным является вопрос подключения устройства УКМ к измерительным трансформаторам высоковольтной ячейки, которая коммутирует силовые цепи приводного электродвигателя насоса. Как известно, для стандартного подключения контрольно-измерительных устройств контроля активной мощности (по схеме Арона), необходимо иметь выводы двух вторичных токов (0 – 5А) и двух линейных напряжений (0 – 100В). На действующих шахтах в качестве

коммутационной аппаратуры (КРУ) приводного электродвигателя насоса в основном применяют высоковольтные ячейки типа КРУВ-6В-УХЛ5 или КРУВ-6Д-УХЛ5 с электромагнитными или вакуумными выключателями. В ячейку встроены трансформатор напряжения TV (типа НОЛ.11-605) мощностью $S_n = 400 \text{ ВА}$, подключённый к двум фазам высоковольтной сети (U_{AC}), соответственно имеется вывод только одного вторичного линейного напряжения $U_{AC} = 100\text{В}$. При включённой ячейке КРУВ-6, нагрузка TV составляет 7 – 10% S_n , то есть режим близок к режиму холостого хода, и из этого следует, что относительная погрешность TV будет находиться пределах 0,5 – 1%. В ячейках КРУВ-6 также встроены два трансформатора тока ТТ1 и ТТ2 (типа ТЛКИ-6), соответственно имеются выходы двух вторичных токов ($I_{2A} = I_{2C} = 0 - 5\text{А}$). Нагрузкой трансформаторов токов являются электромагнитные реле максимальной токовой защиты, которые обладают индуктивным сопротивлением, а также имеющие последовательно включённый контакт переключателя для выбора уставки токовой защиты. Данная схема включения нагрузки приводит к значительному снижению стабильности и класса точности ТТ, примерно составляет 2 – 3%, что не приемлемо для технологических контрольно-измерительных устройств контроля активной мощности, а следовательно расхода электроэнергии.

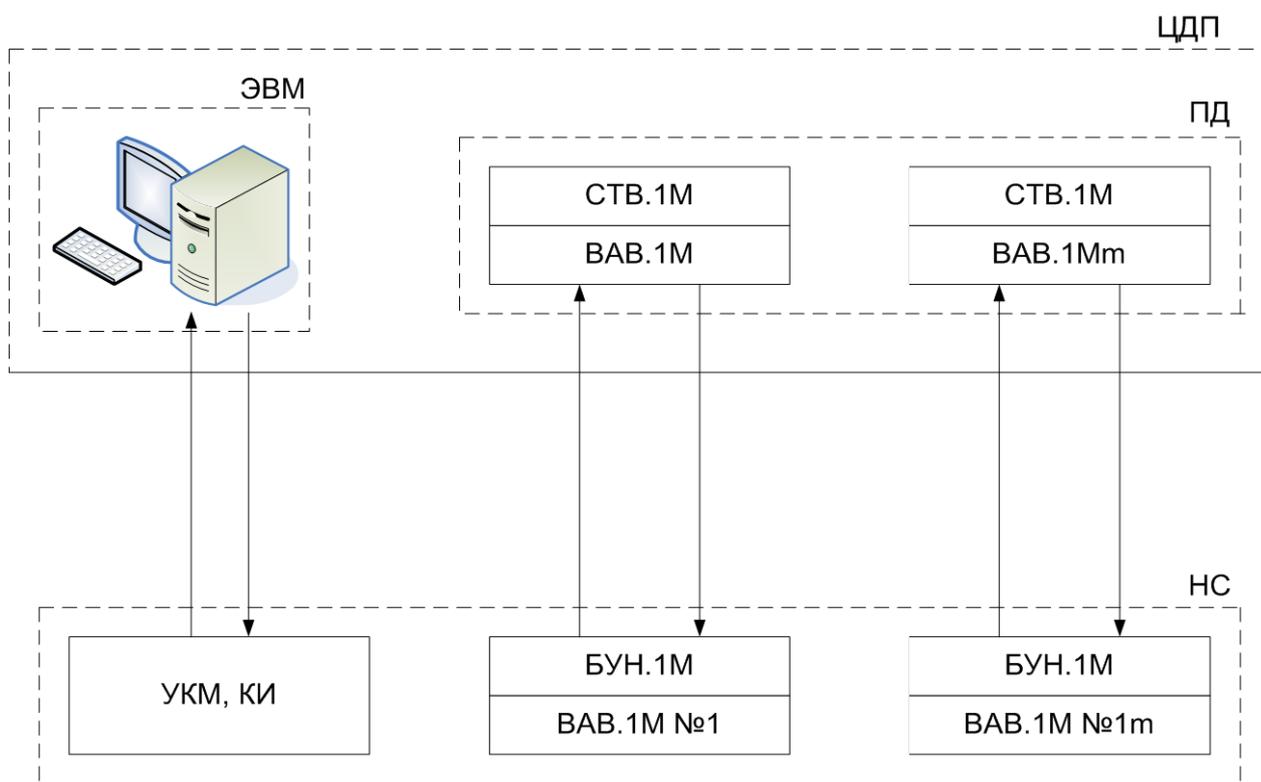


Рисунок 1 – Комплекс технических средств системы контроля и управления насосными установками главного водоотлива шахты

Предлагается следующее техническое решение. Вводная высоковольтная ячейка КРУВ-6В-ВВ электроподстанции насосной станции главного водоотлива оснащается трехфазным измерительным трансформатором напряжения (ИТН), от которого к каждой высоковольтной ячейки отходящих присоединений КРУВ-6В-ОП подается трёхфазное напряжение $U_{тр} = 100\text{В}$ (см. рисунок 2). Для повышения класса точности измерения силы тока (0,5 – 1,0%) в высоковольтной ячейке отходящих присоединений КРУВ-6В-ОП дополнительно, без существенного изменения конструкции ячейки, вмонтируются два малогабаритных тороидных трансформатора тока ТТН, предназна-

ченых для электронных счётчиков электроэнергии, например, производителей OWL, Allegro, или Honeywell. Таким образом, количество первичных датчиков становится достаточным для подключения к высоковольтной ячейке устройства контроля активной мощности УКМ (по схеме Арона).

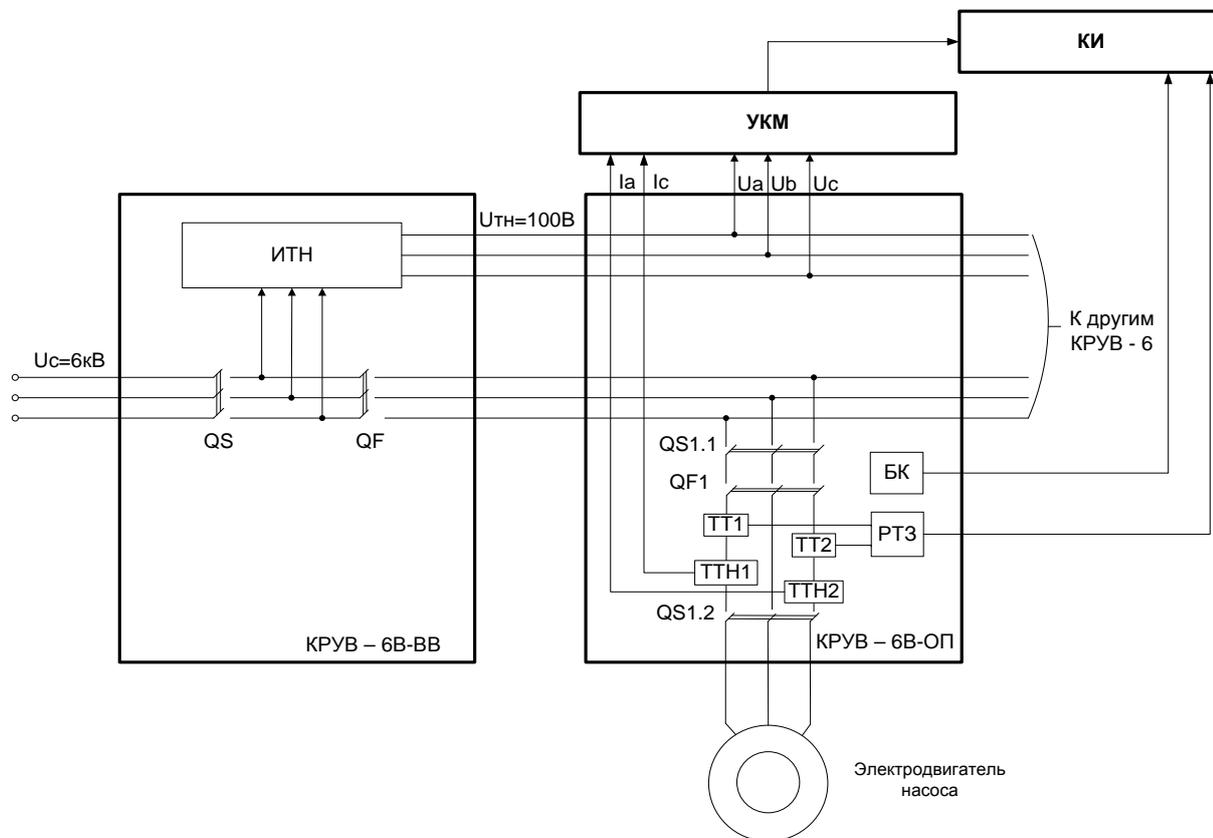


Рисунок 2 – Структурная схема подсистемы контроля параметров электроснабжения насосных установок главного водоотлива шахты

Многоканальный концентратор информации КИ предназначен для сбора информации: от устройства УКМ – о величине активной мощности, потребляемой приводным электродвигателем насоса; от блок контактов БК – о включенном или отключенном состоянии ячейки и от контактов реле токовой защиты РТЗ – о срабатывание защиты от токов короткого замыкания, перегрузки и т.д.(по выбору). Один концентратор используется для каждой ячейки отходящих присоединений. Структурная схема концентратора приведена на рисунке 3. На рисунке 3 обозначено: ДА - датчик аналогового сигнала; ДД₁, ДД₂ – дискретные датчики; МК – микроконтроллер; БИ – блок индикации и клавиатура; БП – блок питания; АК – аккумулятор; П – блок памяти; АП – адаптер передачи информации; БС – блок сопряжения.

Основным элементом устройства является микроконтроллер, который обеспечивает предварительную обработку и управление данными. Так как окончательная обработка данных осуществляется в компьютере, то это обстоятельство позволяет снизить требования к микроконтроллеру концентратора, задача которого в этом случае сводится к непрерывной оцифровке входных сигналов и трансляции получаемых кодов в блок памяти П и далее по требованию в компьютер. В настоящее время существует большое разнообразие микроконтроллеров. Например, могут быть использованы недорогие современные микроконтроллеры на ARM-ядре Cortex-M3 со следующими актуальными особенностями: оптимизированное потребление, большой объем внутренней памяти, высокая производительность, встроенный 12-разрядный АЦП, разви-

тые коммуникационные возможности [2]. Регистрация данных выполняется регулярно с периодом, равным двум секундам. Значение этого периода обеспечивается часами реального времени, встроенными в микроконтроллер.

Блок сопряжения БС выполняет следующие функции: гальваническая развязки внутренних цепей устройства с внешними цепями контактных датчиков, защиту измерительного канала аналогового сигнала от перенапряжений, нормализацию входных сигналов и низкочастотную фильтрацию. Гальваническая развязка осуществляется применением оптопар. Нормализатор входных сигналов выполняется в виде пассивного делителя с источником смещения в половину диапазона преобразования встроенного однополярного АЦП [2].

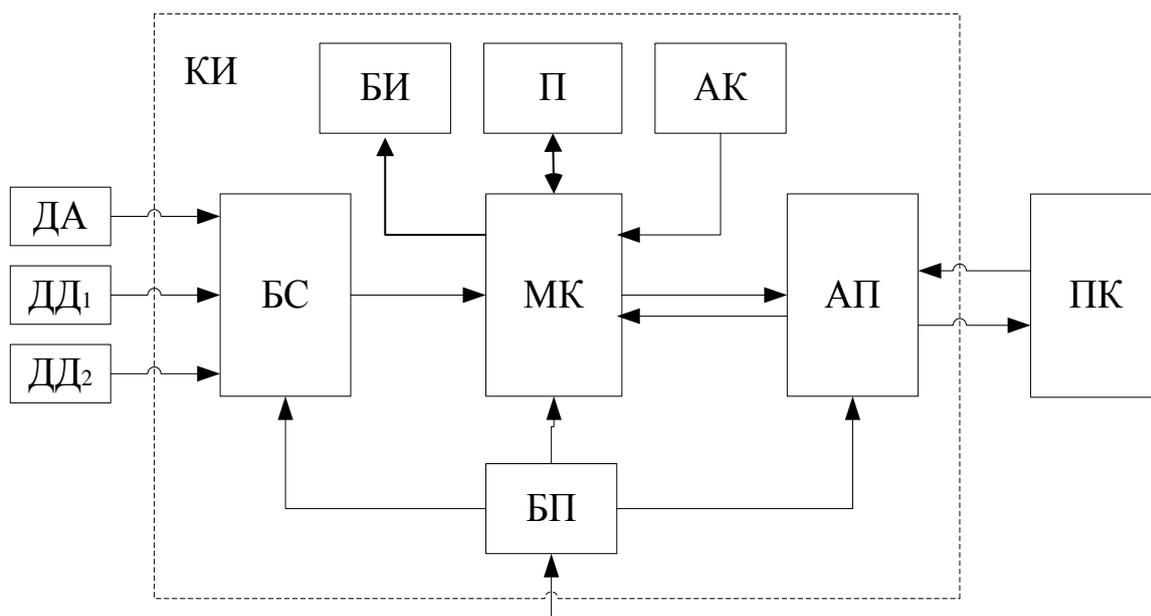


Рисунок 3 - Структурная схема концентратора информации КИ

Низкочастотная фильтрация входного аналогового сигнала осуществляется в два этапа: с помощью двухполюсного аналогового фильтра, а затем - посредством цифрового фильтра, реализуемого программно в микроконтроллере. Использование цифрового фильтра позволит снизить метрологические требования к пассивным компонентам аналогового фильтра. Точность выбранных номиналов резисторов не обязана превышать $\pm 1\%$, а конденсаторов $\pm 5\%$. Актуальные требования к используемым в ФНЧ операционным усилителям: рабочая полоса частот $0 \dots 1$ МГц; скорость нарастания больше 500 мВ/мкс; малый входной ток; способность работать от однополярного напряжения; потребление меньше 100 мкА/канал. Как вариант может быть применен двухканальный усилитель AD8542.

Работа концентратора КИ должна осуществляться непрерывно и в течение долгого времени. При этом присутствие пользователя необязательно, поэтому структура устройства не включает развитые средства взаимодействия с оператором (полноценные дисплей и клавиатура), которые ограничивают температурную область применения, усложняют, удорожают изделие, приводят в ряде случаев к существенному возрастанию тока потребления. Схема содержит только простые служебные органы взаимодействия (отдельные светодиоды и кнопки в блоке БИ). Что касается полноценного отображения получаемой измерительной информации, то это выполняется в

компьютере. Для этого в схеме предусмотрен адаптер передачи информации с использованием интерфейса RS 485.

Аккумулятор предназначен для обеспечения непрерывной работы концентратора при исчезновении питающего напряжения от блока питания БП.

В заключении следует отметить следующее. Выходные цепи встроенных в КРУ трансформаторов тока и напряжения являются искроопасными, и поэтому на шахтах опасных по газу или пыли необходимо осуществляться постоянное наблюдение за целостностью линий связи, их состоянием и обеспечивать непрерывный контроль содержания метана в рудничной атмосфере.

Перечень ссылок

1. Данильчук Г.И., Шевчук С.П., Василенко П.К. Автоматизация электропотребления водоотливных установок - К.: Техника, 1981. - 102с.
2. Шатохин Александр, Макарычев Петр. Регистратор напряжений 3-фазных сетей переменного тока. //Информационно-технический журнал для разработчиков электроники «Новости электроники», 2010, №6.