Выводы и перспективы дальнейших исследований

Проведенные исследования показали, что система автоматического регулирования средней толщины проката уменьшает ее дисперсию на 35-65 %.

Статистическое моделирование функционирования системы управления средней толщиной проката показало, что введение зоны нечувствительности уменьшает износ нажимного механизма и снижает расход электроэнергии, практически не снижая при этом эффективность управления, причем сравнение экспериментальных и теоретических результатов показало их соответствие.

В перспективе целесообразно исследовать поведение системы при влиянии на нее в качестве возмущения не только температуры подката, но и его толщины.

Библиографический список

1. Чекмарёв А.П., Бойко В.И., Щербина Г.С. Исследование стана 550 как объекта автоматизации и синтез системы автоматического регулирования толщины проката. – В кн.: АСУ технологическими процессами в прокатном производстве. – К.: Техніка, 1975. - С. 61–65.
2. Чернышев А.Н., Щербина Г.С., Беда Н.И. и др. Экспериментальное исследование влияния температурного режима на размеры фасонных профилей проката // Металлург. и горноруд. пром-сть. – 1977. - № 4. - С. 16-19.
3. Коротченко В.Н., Щербина Г.С., Кирсанов В.В. Стабилизация размеров проката и труб в условиях отсутствия полной информации // Теоретические проблемы прокатного производства. Тр. V Междунар. науч.–техн. конф. // Металлург. и горноруд. пр-ность:- 2000. - №8-9. - С. 343-345.
4. Основы управления технологическими процессами / Под ред. Н.С. Райбмана. Главная редакция физико-математической литературы. - М.: Наука, 1978. - 440 с.
5. Исследование точности труб ТПА-140 завода им. Ленина / В.Н. Данченко, А.Н. Чернышев, Е.Н. Панюшкин и др. - Днепропетровск, 1981. - 16 с. - рук. представлена Днепропетр. металлург, инстом, Деп. в ГРНТБ УкрНИИНТИ 13 июля 1981 г., № 2937.
6. Пугачев В.С. Теория вероятности и математическая статистика. - М.: Наука, 1979. - 497 с.

Поступила 23.11.2012

◆

УДК 621.311.4

Производство

Чуприна Е.В.
ПАО «КЖРК»
Ткаченко Г.И., Мохнатый А.В., Кучеренко М.А.
ООО «Криворожэлектромонтаж»
Хижняк В.Я. /к.т.н./
ГВУЗ «КНУ»

Система диспетчеризации электроснабжения подстанции

Дана информация о принципах и средствах построения системы телеизмерения и телесигнализации. Представлены технические характеристики системы. За счет использования примерно 65 % нестандартных подходов и средств система обеспечивает решение поставленных задач при ограниченном объеме финансирования. Система трехуровневая. Статья может быть полезна руководителям энергослужб предприятий. Ил. 3. Библиогр.: 5 назв.

Ключевые слова: *электроснабжение, телеизмерения, телесигнализация, микропроцессорный контроллер, погрешности измерений*

The information on the principles and means of building a system of telemetry and remote indication is given. Technical specifications of the system are provided. Through the use of approximately 65% of non-standard approaches and means the system provides the solution of tasks with limited funding. The system is three-tier. The article can be useful for energy service companies executives.

Keywords: *power supply, telemetry, remote signaling, microprocessor controller, measurement errors*

В настоящее время по предписаниям Днепроблэнерго существующие п/ст должны быть оснащены средствами, позволяющими автоматически передать диспетчеру предприятия информацию о состоянии аппарата (включен – отключен с указанием даты и причины) и выполнить по командам диспетчера требуемые переключения.

Ниже описан подход к построению системы диспетчеризации электроснабжения, установленной на одной из п/ст ПАО «КЖРК». П/ст содержит ОРУ -154/6 кВ и два ЗРУ. Общее количество аппаратов (силовые и измерительные трансформаторы, ячейки с масляными выключателями, отделители, заземлители, короткозамыкатели и пр.) – 92 единицы. Особенность – это наличие в составе аппаратов п/ст 15 единиц устройств релейной защиты МРЗС-05 разработки и производства ПО «Киевприбор» [1].

В качестве технических средств системы использованы стандартные микропроцессорные средства и нестандартные разработки ООО «Криворожэлектро-

© Чуприна Е.В., Ткаченко Г.И., Мохнатый А.В., Кучеренко М.А., Хижняк В.Я., 2013 г.

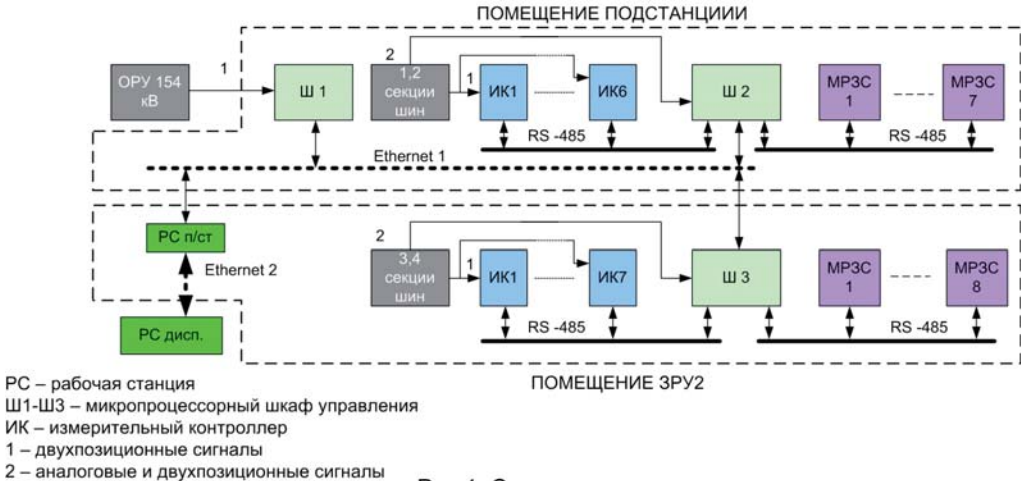

Рис. 1. Структура системы

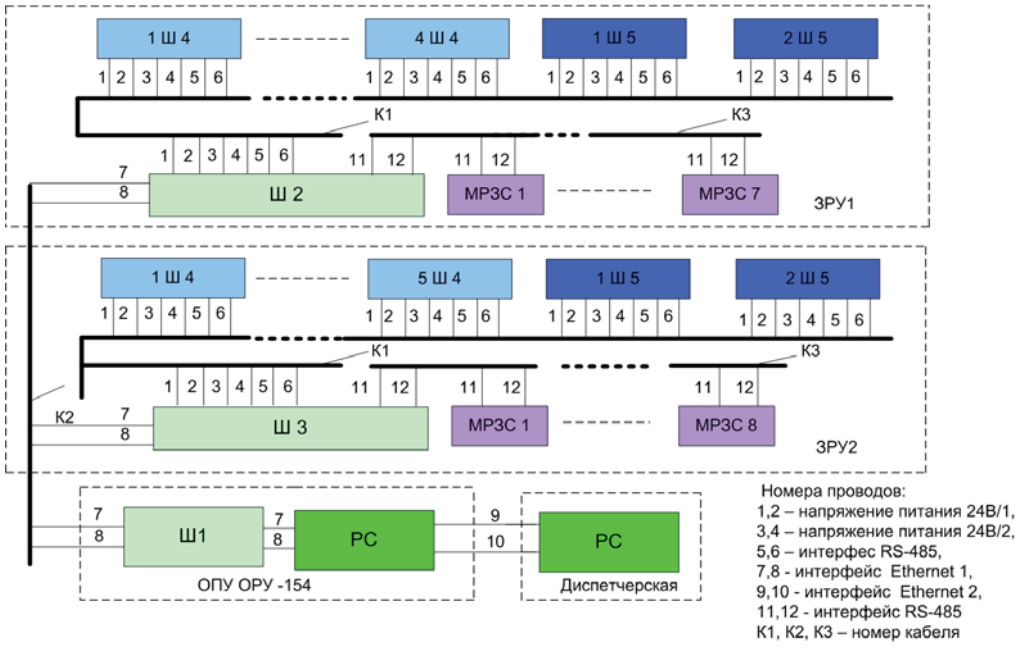

Рис. 2. Схема организации питания и интерфейсных связей технических средств системы

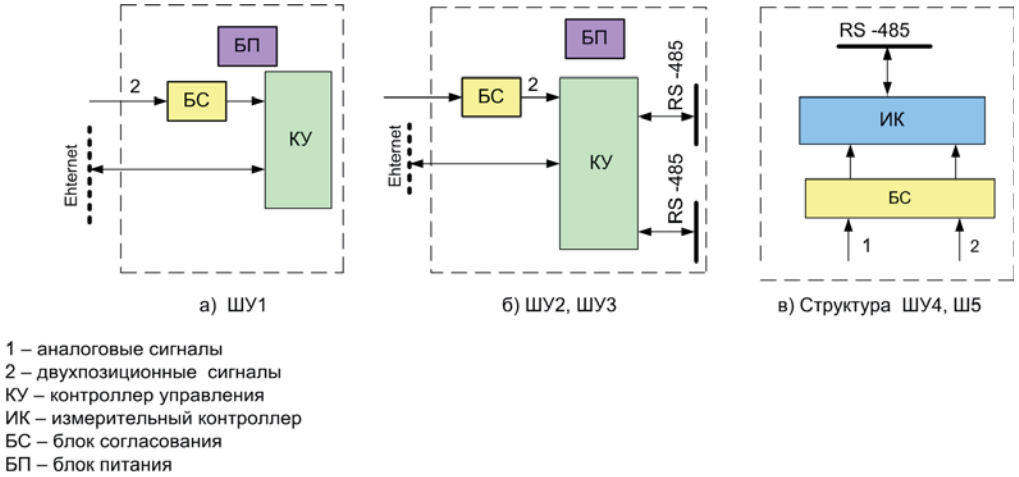

Рис. 3. Структура технических средств системы

монтаж». Основная причина отказа от применения специализированных средств телемеханики, предлагаемых, например, в [2, 3] – это трудности при расширении в будущем функций системы, не относящихся к телемеханике, и ограниченный объем финансирования.

Система обеспечивает выполнение следующих функций.

1. Сбор информации о состоянии электрических аппаратов.

2. Технологический учет электроэнергии.

3. Выдача данных о токах и напряжениях за промежуток времени в 1 с до момента отключения аппарата, в т.ч. аварийного.

4. Привязку данных п.1-п.3 к дате и времени.

5. Архивирование и визуализацию данных п.4.

На рис. 1 представлена структурная схема системы, где назначение отдельных составляющих следующее:

- Ш1 – шкаф для приема сигналов блок-контактов и конечных выключателей КСА -2, информирующих систему о состоянии оборудования (включен – отключен, авария с расшифровкой причины) ОРУ -154;

- Ш2, Ш3 – шкафы, назначение которых аналогично шкафу Ш1, но с той разницей, что информацию о токах и напряжении они получают по RS-485 от измерительных контроллеров и от модулей МРЗС-05;

- ИК – измерительный контроллер для измерения мгновенных значений тока и напряжения, расчета действующих значений тока и напряжения за каждый период питающей сети; передачи этих данных в контроллер управления по его запросу. Кроме указанного, ИК имеет возможность запоминать и передавать в контроллеры шкафов Ш2 и Ш3 данные о величинах токов по двум фазам за промежуток времени в 1 с, предшествующих отключению масляного выключателя, в т.ч. аварийному. Один ИК принимает и обрабатывает сигналы от двух ячеек. В каждом из шкафов Ш1-Ш3 размещен контроллер управления, который обеспечивает прием данных о токе и напряжении, прием двухпозиционных сигналов о состоянии аппаратов, а также обработку входных сигналов, их архивирование, привязку ко времени и дате, передачу в рабочую станцию;

- РС – рабочие станции отображают на дисплеях цветную мнемосхему с аппаратами п/ст и указанием их состояния (включен – отключен и причина отключения с расшифровкой); по запросу выдают гистограммы расходов электроэнергии и данные журнала событий с привязкой к дате и времени.

Линия связи для Ethernet 1 выполнена кабелем с медными жилами. С целью повышения помехоустойчивости для Ethernet 2 использована оптика. Причина – физическую линию связи для Ethernet 2 необходимо было проложить в тоннеле рядом с силовыми 6 кВ кабелями на расстояние примерно 500 м.

Таким образом, система диспетчеризации представляет собой трехуровневую систему, где

- первый уровень это трансформаторы тока и напряжения с измерительными контроллерами;

- второй уровень шкафы Ш1-Ш3;

- третий уровень рабочие станции.

На рис. 2 изображена организация подачи питания и реализации интерфейсных линий связи технических средств системы. Как видно на рис. 2, линии связи между средствами первого и второго уровней организованы одним кабелем (К1). Напряжением 24В/1 запитаны ИК, напряжением 24В/2 запитаны внешние цепи – блок-контакты, обмотки промежуточных согласующих реле и делители напряжения, с целью упрощения не изображенные на рис. 2.

Система реализована на технических средствах, основной состав оборудования которых представлен на рис. 3, где приведена расшифровка условных обозначений составляющих шкафов. В качестве контроллера КУ использован контроллер I-8431 фирмы ICP DAS, контроллер ИК – разработка ООО «Криворожэлектромонтаж». Блоки питания и блоки согласования, по существу представляющие собой 4-канальные датчики тока и датчики напряжения, в шкафах Ш4 и Ш5 поставки ООО «Промсат» [4].

Использование ИК в системе обусловлено следующими причинами:

1. Наличием в его составе 4-х канального быстродействующего АЦП.

2. Возможностью организации децентрализованного съема и обработки входных сигналов.

3. Соотношением «цена/качество», удовлетворяющим заданным условиям финансирования и заданным техническим требованиям.

Т.е. по существу ИК является удаленной станцией ввода–вывода.

Для получения действующего значения тока или напряжения за один период сети ИК должен обращаться к источнику сигнала через заданный промежуток времени, условно названный $\Delta\tau$. От длительности $\Delta\tau$, по существу представляющей методическую погрешность, зависит погрешность измерения и расчетов. В системе величина $\Delta\tau$ принята, равной 0,25 мс. Более подробная информация с анализом составляющих аппаратных и методических погрешностей измерения тока и напряжения дана в [5].

Получение заданной величины $\Delta\tau$ в ИК организовано сигналами прерывания от внутреннего таймера.

По приходу каждого сигнала прерывания $\Delta\tau$ контроллер выполняет следующие операции:

1. Прием входных сигналов, например, фаз А и В четырех трансформаторов тока двух разных выключателей.

2. Сложение каждой измеренной величины тока (напряжения) с данными предыдущих измерений, находящейся в соответствующих регистрах Рит (Рин).

Определение действующего значения тока или напряжения за 20 мс в контроллере также организовано сигналами прерывания от внутреннего таймера.

В конце каждого временного интервала в 20 мс контроллер выполняет следующие операции:

1. По содержимому регистров Рит (Рин) рассчитывает текущее действующее значение токов (напряжений) и запоминает их в регистры Рдт (Рдн).

2. Выдает данные о фазных токах (напряжениях) из Рдт (Рдн), если есть запрос от контроллера управления.

3. Обнуляет содержимое регистров Рит (Рдн) после обмена данными с контроллером управления шкафов Ш2 и Ш3.

Расчет действующего значения выполняется по рекомендациям [5], где показано, что методическая погрешность при вычислении действующих значений тока по измеренным мгновенным значениям со-

ставляет сотые доли процента.

От МРЗС – 05 в КУ по последовательному каналу поступают следующие данные: состояние ячейки (включена-отключена, время и дата переключения, действующие значения токов, в т.ч. «фотография» токов перед отключением).

Технические данные системы

1. Напряжение питания технических средств – 220 В , 50 Гц.
2. Суммарная потребляемая мощность, Вт, не более, – 900.
3. Допустимые колебания напряжения по п.1 – от 165 до 250 В.
4. Входные сигналы:

4.1. Двухпозиционный сигнал – «сухой» контакт.

4.2. Аналоговый сигнал с трансформатора напряжения, не более, – 170 В.

4.3. Длительно допустимый аналоговый сигнал с трансформатора тока (ТТ) на входах блоков согласования с каналами АЦП контроллера, не более, - 5 А.

4.4. Максимальная измеряемая величина тока с ТТ - 20 А.

4.5. Максимально допустимая величина тока через ТТ длительностью до 3 с., не более, 35 А.

5. Частота съема сигналов с трансформаторов тока и напряжения, кГц, не менее, - 4.
6. Погрешность измерения тока и напряжения, вносимая средствами системы, не более, - 3 %.
7. Скорость обмена данными по каналу связи «КУ–РС», не менее, - 10 Мбит/с. Скорость обмена данными по каналу связи «КУ-МРЗС-05» - 9600 бит/с.
8. Глубина архивирования данных в шкафах управления, не более одного месяца, в рабочей станции, не менее, 3 лет.
9. Температура окружающего технические средства системы воздуха, кроме средств рабочих станций – от минус 25 до плюс 55.
10. Габариты шкафов управления, мм, не более, 600 х 450 х 300.
11. Информация, выдаваемая на дисплеи рабочих станций – цветная мнемосхема с состоянием оборудования (включено – отключено, причина отключения и пр.), журнал событий с информацией о технологическом учете расхода электроэнергии.

Испытания реакции системы на короткое замыкание и перегрузку ячеек выполнялись имитацией токов во вторичных обмотках трансформаторов тока с использованием нагрузочного устройства. Графики токов и напряжений выводились на дисплей рабочей станции, на мнемосхеме отражалась реакция системы на изменение состояния ячейки.

Особенности и сложности, обнаруженные при наладке технических средств и отладке программного обеспечения системы, следующие:

1. Проектом вход блоков БС (рис. 3) предусматривает измерение токов от 1 А до токов к.з. уровнем не более 20 А. Стандартный номинальный уровень токов вторичной обмотки ТТ 5 А. Однако, некоторые ячейки практически круглосуточно потребляют ток в пределах 0,2-0,35 А, что дает погрешность измерений на этих пределах до 12 %. Принятое решение – обмотку ТТ нагрузить на два последовательно установленных канала БС, один из которых измеряет токи уровнем – от 0 до 5 А, второй от 1 до 20 А (имеют разные коэффициенты усиления).

2. Проектом в рабочих станциях не предусмотрен источник бесперебойного питания. В связи с чем, на п/ст отмечены случаи отключения системного блока при кратковременном исчезновении напряжения. Поэтому была использована базовая опция компьютера для реализации автоматического перезапуска системного блока после исчезновения и последующего появления напряжения питания

3. Установлен факт регистрации системой поступления недостоверного сигнала «Земля» при имитации событий: включение – отключение ячейки, к.з. или перегрузка. Как оказалось, причина этого явления – наличие в линиях связи токов утечки. Предложенное решение – анализ величин измеренных токов и состояния блок- контактов масляного выключателя программным способом.

В заключение отметим, что по результатам испытаний и эксплуатации установлено:

1. Достоверное определение факта переключения аппаратов с привязкой к дате, времени и причин переключений.
2. Величина относительной приведенной погрешности измерения токов и напряжений, вносимая средствами системы, не более 1 %.
3. За пять месяцев эксплуатации сбоев и отказов не обнаружено.
4. Профилактические осмотры технических средств системы выполняются раз в месяц и сводятся к внешнему осмотру технических средств, проверке источников питания, линий связи, просмотре журнала событий в рабочих станциях на предмет обнаружения перезапуска и пр.

Библиографический список

1. РСГИ.466452.007-10 РЭ
2. Сайт ООО «Одесский завод «Нептун», http://www.oaoneptun.com.ua
3. Комплекс ТМ «Гранит – микро», www.granit-micro.ru
4. Сайт ООО «ПРОМСАТ», http://www.promsat.com
5. Вайнер А.И., Ткаченко Г.И., Баленко Ю.В. и др. Стенд для послеремонтных испытаний асинхронных двигателей методом динамического нагружения // Металлург. и горноруд. пром-сть. – 2011. - № 4. - С. 111-115.

Поступила 10.10.2012

◆