

проверки соответствия действительных значений ПКЭ (кроме  $\Delta t_n$ ,  $U_{изм}$ ,  $K_{перл}$ ) в ТОП нормам ГОСТ 13109-97 стандарт устанавливает минимальный интервал времени измерений, равный 24 ч. Рекомендуемая общая продолжительность измерений – 7 суток. Контроль КЭ проводят энергоснабжающие организации. Периодичность контроля: для отклонений напряжения – не реже двух раз в год, а при наличии автоматического встречного регулирования в центре питания – не реже одного раза в год. Остальные ПКЭ – не реже одного раза в два года. Потребители, ухудшающие ПКЭ, должны проводить контроль в точках собственных сетей, ближайших к ТОП, а периодичность контроля согласовывать с энергоснабжающей национальной организацией.

Одним из способов снижения уровней электромагнитных помех в цеховых электрических сетях напряжением до 1 кВ, не требующим значительных затрат, является включение цеховых трансформаторов на параллельную работу, что позволяет выравнивать суммарные графики нагрузки, повышать загрузку трансформаторов при уменьшении их числа по сравнению со схемой раздельной работы, уменьшать число переключений регулируемых конденсаторных установок 0,4 кВ, обеспечивать более высокую чувствительность и надежность срабатывания релейных защит, а также снижать колебания, несимметрию, несинусоидальность и провалы напряжения в цеховых электрических сетях [9, 10, 11].

В настоящее время известно несколько схем параллельной работы цеховых трансформаторов (ЦТ), позволяющих улучшить показатели качества электрической энергии в цеховой электрической сети [7], в том числе снизить провалы напряжения [9]. Условно эти схемы можно разделить на две группы: схемы параллельной работы ЦТ, питающихся от одного источника, и схемы параллельной работы ЦТ, питающихся от разных источников.

#### Выводы

В соответствии с законами РК в перечень хозяйственных товаров, подлежащих обязательной сертификации, необходимо ввести электрическую энергию и утвердить Постановлением Правительства РК. Необходимо разработать государственный стандарт, гармонизированный с межгосударственным и международными стандартами, устанавливающий показатели и нормы качества энергии в электрических сетях систем электроснабжения общего назначения переменного трехфазного и однофазного тока частотой 50 Гц в точках, к которым присоединяются электрические сети, находящиеся в собственности различных потребителей.

Разработать методику измерения качества электроэнергии в системах электроснабжения. Создать орган по подтверждению соответствия качества электрической энергии как товара, продаваемого энергоснабжающей организацией потребителю.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Закон РК «О техническом регулировании». Астана: КазИнСт, 2004.
2. Закон РК «О защите прав потребителей». Астана: КазИнСт, 2000.
3. Постановление Правительства РК от 20 апреля 2005, № 367 «Об утверждении перечня продукции и услуг, подлежащих обязательной сертификации».
4. ГОСТ 13109-97 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения».
5. Постановление Правительства РФ от 13 августа 1997 г. № 1013 «Об утверждении перечня товаров, подлежащих обязательной сертификации, и перечня работ и услуг, подлежащих обязательной сертификации».
6. Жежеленко И.В. Высшие гармоники в системах электроснабжения промпредприятий. М.: Энергоатомиздат, 2000. 331 с.
7. Гамазин С.И., Садыкбеков Т.А., Переходные процессы в системах электроснабжения с электродвигательной нагрузкой. Алма-Ата: Гылым, 1991. 302 с.
8. Гамазин С.И., Анчарова Г.В., Былкин М.В., Цырук С.А. Область допустимых несимметричных нормальных режимов в системах электроснабжения // Промышленная энергетика. 2000. № 5. С. 21-27.
9. Гамазин С.И., Цырук С.А., Наумов О.А. Исследование провалов напряжения в электрических сетях до 1000 В, вызванных короткими замыканиями в сетях высокого напряжения // Промышленная энергетика. 1995. № 11. С. 12-20.
10. Гамазин С.И., Цырук С.А., Зинчук Д.Е. Импульсные напряжения в низковольтных распределительных сетях, вызванные молниеразрядами // Промышленная энергетика. 2000. № 2. С. 26-31.
11. Гамазин С.И., Цырук С.А., Зинчук Д.Е. Импульсные напряжения в низковольтных распределительных сетях, вызванные коммутационными процессами // Промышленная энергетика. 2000. № 3. С. 28-33.

**УДН 622.416-681.516.**

**ГЕРЦЕН Д.В.,  
АВДЕЕВ Л.А.**

#### Исследование показателей надежности автоматизированной системы контроля рудничной атмосферы для угольных шахт

В настоящее время на шахтах УД АО «Арселор-Миттал Темиртау» эксплуатируются две автоматизированные системы аэрогазового контроля:

1) Централизованная система контроля «Безопасность» предназначена для централизованного контроля текущих значений и анализа динамики изменения

параметров, характеризующих безопасность проведения работ в подземных выработках угольных шахт. Система предназначена также для многофакторного анализа на ПЭВМ первичной информации, распознавания и предупреждения опасных ситуаций, а также дисплейного представления информации диспетчеру в

режиме активного человеко-машинного диалога.

Система включает в себя следующие составные части:

- устройство приемно-командное УПК;
- распределитель групповой РГ;
- преобразователь телеизмерения ПТИ;
- устройство связи УС «АПИ – IBM»;
- преобразователь депрессии и скорости воздуха

ПДС;

- два ПЭВМ типа IBM;
- датчики метана ДМТ-4.

Данной системой оснащены следующие шахты: «Тентекская», «Абайская», «Саранская», им. В.И. Ленина, им. Т. Кузембаева, им. И.А. Костенко.

2) Система АГК с применением промышленных логических контроллеров (ПЛК) фирмы «Davis Derby» (Великобритания), датчиков концентрации окиси углерода, газа метана и скорости воздуха в выработке фирмы «Woelke Industrieelektronik GmbH» (Германия), а также датчик скорости воздуха в вентиляционном ставе фирмы «Ингортех» (Россия).

Название системы и ее условное обозначение – автоматизированная система контроля рудничной атмосферы (АСК РА).

Система АСК РА является трехуровневой системой. Информация от датчиков контроля рудничной атмосферы собирается подземными контроллерами, анализируется ими и передается на поверхность для представления оператору и диспетчеру.

В состав системы АСК РА входят:

- поверхностный компьютерный комплекс;
- барьеры искробезопасности, предназначенные для гальванического разделения искроопасных цепей поверхностного оборудования общего назначения от искробезопасных цепей подземного оборудования;
- обмен информацией между подземными контроллерами и поверхностным компьютерным комплексом осуществляется по кабельной линии связи, представляющей собой 2 пары витого кабеля;
- подземные контроллеры, расположенные в выработках шахты;
- датчики контроля состава и параметров рудничной атмосферы;
- устройства звуковой и/или световой сигнализации;
- источники питания с искробезопасным выходным напряжением.

На рисунке 1 показана структурная схема АСК РА.

Данной системой в 2009 году были оснащены две шахты УД АО «АрселорМиттал Темиртау»: «Шахтинская» и «Казахстанская».

Уровень надежности автоматизированных систем управления (АСУ) зависит от надежности и других свойств ее технического обеспечения (комплекса технических средств), программного обеспечения и персонала, участвующего в функционировании АСУ.

Аппаратура АСУ, как и другое общепромышленное оборудование, по надежности характеризуется следующими нормативными показателями:

- безотказность;
- долговечность;
- ремонтпригодность.

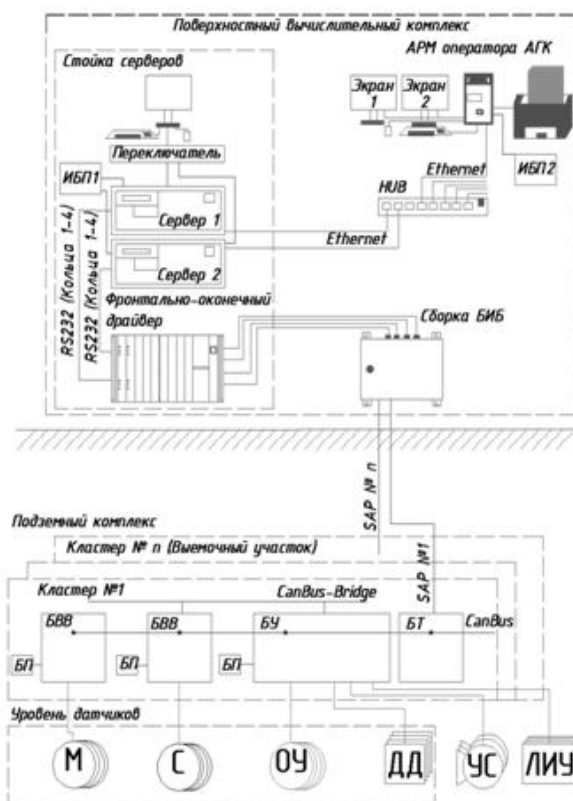


Рисунок 1 – Структурная схема технических средств АСК РА

Надежность АСУ определяется следующими единичными показателями:

- средняя наработка системы на отказ –  $\bar{T}_0$
- интенсивность отказов системы –  $\lambda$ .

Нарработка на отказ задается в часах календарного времени или числом срабатывания (циклов), среднее время восстановления задается в минутах или в часах, средний срок службы – в годах.

$$T_0 = \frac{\sum_{i=1}^K (N_i \cdot t_i) - \sum_{i=1}^K (n_i \cdot T_{ei})}{\sum_{i=1}^K n_i}$$

где  $N_i$  – число компонентов одного вида системы, установленных на шахте;

$K$  – число шахт, в условиях которых эксплуатируется система;

$t_i$  – время работы  $i$ -го компонента, часов;

$T_{ei}$  – среднее время восстановления работоспособности  $i$ -го компонента, часов;

$n_i$  – число отказавших компонентов.

Интенсивность отказов компонента является обратной величиной. Отсюда

$$\lambda = \frac{1}{T_0}$$

Расчет показателей надежности функционирования компонентов автоматизированной системы контроля рудничной атмосферы (АСК РА) производится за период опытной эксплуатации – от даты проведения предварительных шахтных испытаний до момента окончания опытной эксплуатации. В течение 2009 г. были оснащены 40 технологических объектов шахт

«Шахтинская» (20 объектов), «Казахстанская» (20).

Оценка надежности функционирования автоматизированной системы управления «Безопасность» произведена как среднее значение надежности всех систем за период с даты ввода их в эксплуатацию на каждой шахте по 20.06.03 год.

Результаты исследования показателей надежности АСУ «Безопасность» и АСК РА приведены в таблице 1.

Анализ полученных результатов показывает:

1) надежность линий связи АСК РА намного выше чем у АСУ «Безопасность», это связано с тем, что линии связи АСУ «Безопасность» изношены, при восстановлении линии связи соединялись счалками, а не в клеммных коробках, как линий связи АСК РА;

2) показатели надежности технических средств поверхностного вычислительного комплекса АСУ

«Безопасность» и АСК РА близки, это связано с обновлением технических средств (ЭВМ) и централизованным техническим обслуживанием АСУ «Безопасность»;

3) эксплуатационные показатели программного обеспечения ПВК АСУ «Безопасность» превосходят показатели надежности программного обеспечения ПВК АСК РА, это связано с постоянной доработкой и усовершенствованием, а также с регулярным техническим обслуживанием. Доработкой и усовершенствованием программного обеспечения ПВК АСК РА занимается фирма изготовитель – «Davis Derby» (Англия), поэтому из-за значительного удаления фирмы изготовителя от места эксплуатации нет возможности оперативно исправлять ошибки и своевременно обновлять программное обеспечение.

Таблица 1 – Показатели надежности систем АГК

Компоненты системы АГК	Показатели надежности			
	АСУ «Безопасность»	АСК РА	АСУ «Безопасность»	АСК РА
	Наработка на отказ, ч		Интенсивность отказов, 1/ч·10 <sup>-6</sup>	
Программное обеспечение ПВК	$T_{O,ПО}=603$	$T_{O,ПО}=0,667$	$\lambda_{ПО}=1658$	$\lambda_{ПО}=1499250$
Технические средства ПВК	$T_{O,ПВК}=6295$	$T_{O,ПВК}=6506$	$\lambda_{ПВК}=158,8$	$\lambda_{ПВК}=153,7$
Датчик скорости воздуха в выработке	$T_{O,ПДС}=7952$	$T_{O,ВМА}=43362$	$\lambda_{ПДС}=125,7$	$\lambda_{ВМА}=23$
Линии связи, км	$T_{O,УД}=194246$	$T_{O,УД}=10415397$	$\lambda_{УД}=5,148$	$\lambda_{УД}=0,096$

**УДК: 681.323.697.34**

**БРЕЙДО И.В.,  
ТОМЦЛОВА И.И.**

### Автоматизированная информационная система поддержки принятия решений для управления теплоснабжением мегаполиса

В инфраструктуре жизнеобеспечения современных мегаполисов Казахстана и стран СНГ теплоснабжающие системы реализуют стадию конечного использования энергетических ресурсов в средне- и низкотемпературных тепловых процессах отопления, вентиляции, горячего водоснабжения, кондиционирования воздуха, разнообразного технологического теплоснабжения и должны обеспечивать достойное качество жизни людей в достаточно суровых климатических условиях.

Динамичный рост экономики и интеграция в мировую экономику мотивируют энергетические компании разрабатывать перспективные схемы энергоснабжения мегаполисов исходя из требований надежности и энергоресурсосбережения, которые в законодательном порядке определяют энергетическую политику всех стран СНГ, обладающих значительными запасами энергетических ресурсов.

Для решения всех проблем энергосбережения и повышения надежности энергоснабжающих комплексов мегаполисов неизбежны реконструкции энергетических предприятий, внедрение новых технологий производства энергии, замена технологического оборудования, обновление инженерных коммуникаций. Внедрение новых и реконструкция действующих технологий производства энергии должны быть сопряже-

но с одновременным оснащением их автоматизированными информационными системами поддержки принятия решения (СППР) для управления технологическим и организационным процессами эксплуатации и проектирования систем теплоснабжения мегаполисов (СТМ).

Специфической характеристикой архитектуры системы управления технологическими и организационными процессами эксплуатации и проектирования в системах централизованного теплоснабжения мегаполисов с совместной выработкой тепловой и электрической энергии является масштабная распределенность их технологических объектов, которая предопределяет многоуровневый объектный подход к построению систем управления. Каждому уровню управления соответствует один или несколько технологических объектов управления. Такой подход позволяет строить системы управления методом постепенного наращивания и интеграции отдельных частных систем.

Система управления технологическими и организационными процессами в системе теплоснабжения мегаполиса может быть представлена следующими уровнями.

Первый уровень управления отождествляется с управляющим центром и представлен следующим рядом функционально-ориентированных систем обра-