

## **Специализированные промышленные контроллеры СПЕКОН СК для обеспечения безопасной и рациональной эксплуатации котлов, котельных, ЦТП**

*Крумер Роман Григорьевич  
зам. генерального директора ЗАО ТЕПЛОКОМ,*

Как известно, большой процент аварий в котельных происходит из-за отказов или сбоев в системах автоматики безопасности, ошибок обслуживающего персонала.

Отказы автоматики вызваны в основном тем, что используемые комплексы технических средств (КТС) для автоматизации котлов и котельных, разработанные в 70-80 годах, в настоящее время имеют большой износ, морально устарели. Малая наработка на отказ подобных КТС, их низкая помехоустойчивость, устаревшая элементная база, отсутствие защиты от несанкционированного доступа к управлению, регистрации нештатных ситуаций (НС), универсальности, а также многих других сервисных возможностей, характерных для современной техники, не позволяют в полной мере обеспечить безотказную работу котлов и котельных, создать современные автоматизированные системы управления, использовать безлюдную технологию при обслуживании котельных.

ЗАО «Теплоком», при создании специализированных промышленных контроллеров СПЕКОН СК2 и СК3 для управления, соответственно, котлами и котельными, ЦТП ставило своей задачей устранение указанных недостатков.

**СПЕКОН СК** - моноконтроллеры, имеющие собственную функциональную клавиатуру и табло, объектно-ориентированное программное обеспечение. Корпус контроллеров имеет степень защиты IP44.

Базовый вариант СПЕКОН СК обеспечивает подключение:

- 32 двухпозиционных беспотенциальных входных сигналов (типа «сухой контакт»);
- 16 унифицированных токовых сигналов (0-5, 0-20, 4-20мА) или 8 термопреобразователей сопротивления (ТСМ, ТСР, ТСН), или сочетание этих сигналов (например 4 термопреобразователя и 8 токовых сигналов);
- 2 частотных (числоимпульсных) сигнала;
- 24 двухпозиционных выходных сигнала, цепи которых осуществляют коммутацию нагрузки переменного тока до 1 А, частотой 50 Гц, напряжением до 250 В.

Для связи с внешними устройствами (принтер, компьютер, модем, контроллер, радиомодем, радиомаяк и т.п.) предусмотрены интерфейсы RS232, RS485, Centronics.

Входные и выходные цепи СПЕКОН СК имеют гальваническую развязку;

Приведенная погрешность по измерению -  $\pm 0,5\%$ .

**Контроллеры СПЕКОН СК:**

- включены в Государственный реестр средств измерений под №20962-01 (Сертификат RU.C.34.022.A №9722 от 20.03.2001г.);
- соответствуют ГОСТ Р 51350-99, ГОСТ Р 50839-2000 группа А, ГОСТ Р 51318.22-99 класс Б (Сертификат соответствия № РОСС RU.АЯ43.В05155 ОТ 04.07.2001г.);
- имеют Разрешение Госгортехнадзора России на изготовление и применение № РРС-56-000107 от 23.07.2001г.

**1 Исполнения СПЕКОН СК для управления объектами теплоэнергетического комплекса – котлами, теплогенераторами, котельными, ЦТП**

**1.1 Контроллеры СПЕКОН СК2 предназначены для автоматизированного управления котлами, теплогенераторами, обеспечивая при этом:**

**Штатный пуск**, в процессе которого выполняются, в том числе, следующие процедуры:

- запрос оператору на подтверждение выполнения необходимых ручных операций;
- выбор вида топлива;
- определение наличия необходимых условий для пуска;
- проверка герметичности газовых клапанов;

- предпусковая вентиляция;
- розжиг запальной и основной горелок;
- прогрев котла (перевод в регулируемый режим).

**Позиционное и/или пропорциональное регулирование:**

- температуры воды на выходе из котла (давления пара), в том числе с использованием погодного и программного регулирования;
- соотношения топливо/воздух;
- разрежения в топке;
- расхода воды через котел;
- уровня воды в барабане котла.

**Штатный останов котла** включая послеостановочную вентиляцию.

**Аварийную защиту и сигнализацию, предупредительную сигнализацию, аварийный останов.**

**Ввод с клавиатуры базы данных** - состава системы, пределов измерения, уставок - сигнализации, параметров регулирования.

**Представление на табло информации** - значения параметров, состояние исполнительных механизмов (ИМ), ход техпроцесса, наличие нештатных ситуаций, первопричина аварии.

**Ведение архивов** - параметров, нештатных ситуаций, предыстории аварии, событий;

**Пошаговый пуск котла и управление ИМ с клавиатуры** - пооперационный пуск котла (предварительная вентиляция – проверка газоплотности клапанов - розжиг запальника - ...) и дистанционное управление ИМ при пуско-наладочных работах или проверке оборудования.

**Тестовый режим** - проверка функционирования защит и блокировок с остановом и без останова котла.

**Защиту от несанкционированного доступа к управлению техпроцессом и ошибок оператора.**

**Связь с внешними устройствами** - компьютером, принтером, контроллерами, модемом, радиомаяком.

На рисунке 1 приведена структурная схема автоматизации парового одnogорелочного котла на базе контроллера СПЕКОН СК2-04.

В 2002 году серийно выпускаются следующие исполнения контроллеров СПЕКОН СК2 для управления котлами:

**СК2-00** - паровыми и водогрейными, работающими на газе;

**СК2-01** - водогрейными, работающими на газе и жидком топливе;

**СК2-02** - водогрейными, работающими на газе;

**СК2-03** - водогрейными, работающими на жидком топливе;

**СК2-04** - водогрейными и паровыми, работающими на газе и жидком топливе;

**СК2-05** - водогрейными и паровыми, работающими на газе и жидком топливе, при этом измерение уровня в барабане парового котла может осуществляться электроконтактным уровнемером;

**СК2-07** - водогрейными и паровыми, работающими на газе и жидком топливе, с импортными горелками, например, типа «Oilon», «Weishaupt», «Lamborginy»;

**СК2-09** - водогрейными и паровыми, работающими на газе и жидком топливе, регулирование давления воздуха и разрежения может осуществляться с использованием частотных приводов дутьевого вентилятора и дымососа.

## Автоматизация одnogорелочного парового котла контроллером "СПЕКОН СК2-04"

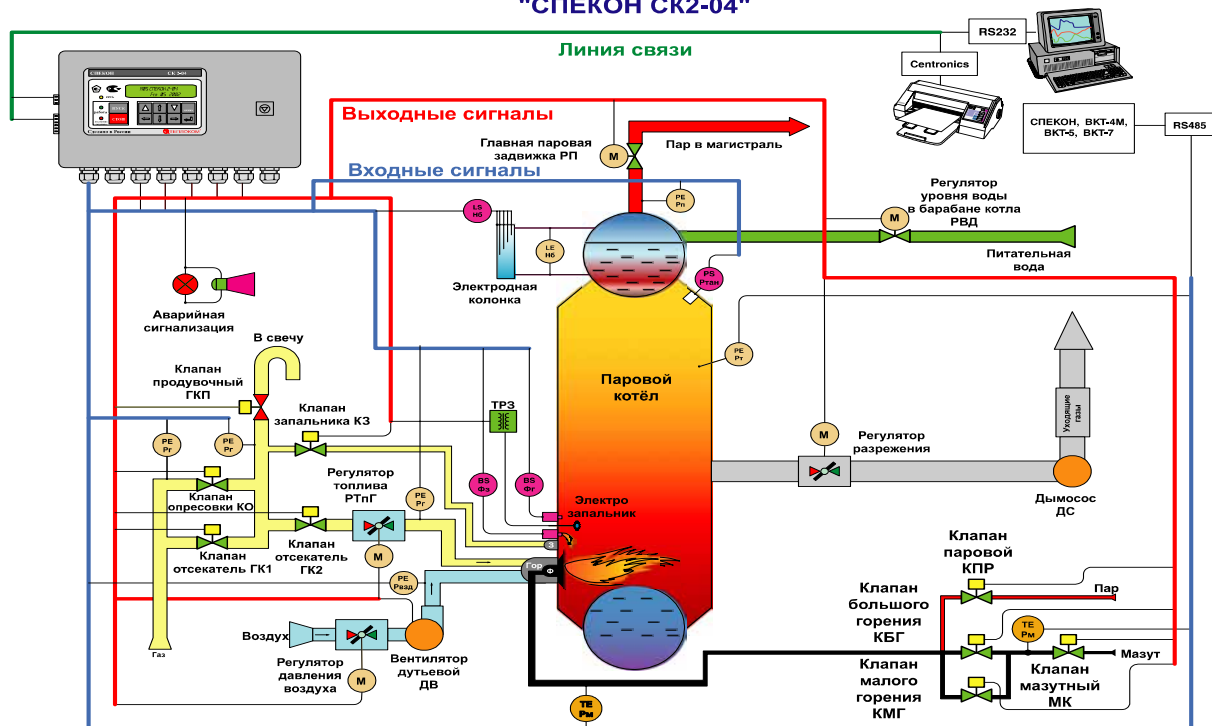


Рисунок 1

### 1.2 Для автоматизации теплогенераторов предназначены:

**СК2-11** - для управления теплогенераторными устройствами, использующих для сжигания попутный нефтяной газ с инжекционными горелками (инжекция топлива воздухом);

**СК2-12** - для управления теплогенераторными устройствами с функцией поддержания температуры на выходе теплогенератора в зависимости от температуры помещения.

Контроллеры осуществляют регулирование температуры теплоносителя (СК2-11) или воздуха в помещении (СК2-12) в зависимости от температуры наружного воздуха с обеспечением необходимых защит и блокировок.

Эти же контроллеры могут использоваться для управления горелками при сушке зерна, древесины и т.п.

### 1.3 Контроллеры СПЕКОН СК3 предназначены для автоматизированного управления котельными, ЦТП, обеспечивая при этом:

#### При управлении котельной:

- формирование команд на пуск и останов котлов;
- автоматическое регулирование температуры прямой сетевой воды в соответствии с графиком регулирования отопительной нагрузки в зависимости от температуры наружного воздуха, обеспечивая при этом, пять режимов теплоснабжения: дневной, ночной, (выходного дня), экономичный, усиленный, аварийный;
- автоматическое регулирование температуры воды перед котлами;
- автоматическое регулирование уровня воды в баках-аккумуляторах ГВС;
- управление насосами: сетевой воды, ГВС, холодной воды, рециркуляции сетевой воды, жидкого топлива, АВР насосов;
- управление электрифицированной общекотельной арматурой;
- аварийную защиту и сигнализацию, том числе формирование сигналов от датчиков загазованности, пожарной и охранной сигнализации;
- ввод с клавиатуры базы данных;
- представление на табло информации;
- ведение архивов;
- управление ИМ с клавиатуры;

- тестовый режим;
- защиту от несанкционированного доступа к управлению техпроцессом и ошибок оператора;

- связь с внешними устройствами.

#### **При управлении ЦТП:**

- автоматическое регулирование температуры прямой сетевой воды в соответствии с графиком регулирования отопительной нагрузки в зависимости от температуры наружного воздуха, обеспечивая при этом, пять режимов теплоснабжения: дневной, ночной, (выходного дня), экономичный, усиленный, аварийный;

- автоматическое регулирование уровня воды в баках-аккумуляторах ГВС;

- управление насосами: сетевой воды, ГВС, холодной воды, рециркуляции сетевой воды, АВР насосов;

- управление электрифицированной общекотельной арматурой;

- аварийную защиту и сигнализацию, том числе формирование сигналов от датчиков загазованности, пожарной и охранной сигнализации;

- ввод с клавиатуры базы данных;

- представление на табло информации;

- ведение архивов;

- управление ИМ с клавиатуры;

- тестовый режим;

- защиту от несанкционированного доступа к управлению техпроцессом и ошибок оператора;

- связь с внешними устройствами.

В 2002г. выпущены следующие исполнения СПЕКОН СК3, обеспечивающие управление:

**СК3-01** – котельной с водогрейными котлами, работающими на газе и жидком топливе, которые автоматизированы на базе контроллеров СПЕКОН СК2;

**СК3-13** – котельной с водогрейными котлами, работающими на газе, которые автоматизированы на базе контроллеров других производителей.

Заканчивается разработка исполнения для автоматизированного управления ЦТП – СПЕКОН СК3-20

## **2 Опыт эксплуатации контроллеров**

Серийный выпуск контроллеров начался после получения Разрешения Госгортехнадзора - с августа 2001г. Контроллеры приобрели десятки предприятий, в том числе: «Теплоэнергетик» (Курск), «Уралмонтажавтоматика» (Тюмень), «Газтехсервис» (Омск), «Проммонтаж» (Кирово-Чепецк), «Пролетарский Авангард», «Ролф», «Пальмира», «НЭК» (СПб), «Бийский котельный завод» (Бийск), «Уралкотломаш-ЕК» (Екатеринбург), «Липецктеплосеть» (Липецк) и другие.

В 2001-2002 г.г. введены в эксплуатацию контроллеры в Курске («Теплоэнергетик») на паровом котле и котельной, Ханты-Мансийске («Уралмонтажавтоматика») на водогрейных котлах, Тюмени (ЗАО «Алетей») на водогрейных котлах и теплогенераторах, Омске («Газтехсервис») на водогрейном котле, Липецке («Липецктеплосеть») на водогрейных котлах, СПб («Пальмира») на водогрейном котле.

ЗАО «Теплоэнергетик» (г. Курск, тел. (0712) 50-47-41) смонтировало и ввело в эксплуатацию СПЕКОН СК2-04 для управления паровым котлом ДЕ-4/14 в котельной ЗАО «Ликеро-водочный завод КУРСКИЙ» (г. Курск, тел. (07122) 2-50-44, факс (0712) 56-86-07) в декабре 2001г. По отзыву завода (письмо исх. №869/2 от 28.08.02г.) :

«... . С момента установки (декабрь 2001г.) до августа 2002г. (момент составления отзыва) (контроллер) эксплуатировался постоянно в связи с заменой резервного котла. За время эксплуатации показал себя как надежное средство управления, обеспечивающее безаварийную, безотказную работу котлоагрегата.

Обслуживающий персонал в короткие сроки освоил контроллер и остался удовлетворен простотой эксплуатации ...».

На рисунках 2 - 9 приведены примеры использования контроллеров.



Рисунок 2.  
СПЕКОН СКЗ-13 обеспечивает автоматизированное управление квартальной котельной в г. Курске.



Рисунок 3,4. Котел «ФАКЕЛ» с горелкой Lamborghini.  
Заказчик «Альянс-Электро». г. С-Пб Полостровский пр. д.60



Рисунок 5,6. Котельная «Ликероводочный завод» г. Курск. Котел ДЕ-4 на газе.



Рисунок 7,8. «СИБЗАВОД» г. Омск. Котел КВГ-30. Котел ПТВМ-30 (6-горелочный).



Рисунок 9.  
Котловые контроллеры  
СПЕКОН СК 2-04  
обеспечивающие  
автоматизацию котлов ПТВМ  
и КВГМ "Сибзавод". г.Омск

### 3 Комплексы технических средств для систем автоматического управления на базе контроллеров СПЕКОН СК

На базе СПЕКОН СК предлагаются комплексы технических средств (КТС) - **КТС СКА** для управления различными технологическими объектами, в том числе многогорелочными котлами, котельными и ЦТП.

КТС СКА позволяет создавать децентрализованные распределенные системы управления, обладающие большой живучестью, малым временем реакции на нештатные (аварийные) ситуации (НС), при этом контроллеры могут размещаться в непосредственной близости от объекта управления, что существенно сокращает количество кабельной продукции. Кроме того, значительно снижается вероятность неисправности типа «пропуска аварии».

Использование СПЕКОН СК, совместно с другими приборами, выпускаемых ЗАО ТЕПЛОКОМ - вычислителями количества тепла типа **ВКТ**, газа типа **ВКГ**, электромагнитными преобразователями расхода типа **ПРЭМ**, позволяет создавать интегрированные системы, управляющие технологическими объектами с учетом технико-экономических параметров.

Например, для автоматизации котельной с водогрейными котлами предлагается КТС, в состав которого, кроме периферийных устройств (датчиков, ИМ, насосов и т.д.), входят контроллеры СК2 и СК3. Контроллеры СК2 могут устанавливаться непосредственно на котле, обеспечивая управление котлом «по месту». СК3 может устанавливаться в операторской и служить рабочим пультом оператора, кроме того, обеспечивает связь с компьютером верхнего уровня и являясь «шлюзом» для ВКТ и ВКГ.

Подобная система автоматизации котельной позволяет вывести из нее постоянный обслуживающий персонал.

Другой пример КТС СКА – АСУ многогорелочным теплоэнергетическим котлом, где горелками управляют контроллеры СК1, а СК2 является "мастером".

Состав КТС СКА определяется проектом автоматизации с учетом пожеланий заказчика. Схема управления многогорелочными котлами приведена на рисунке 10.

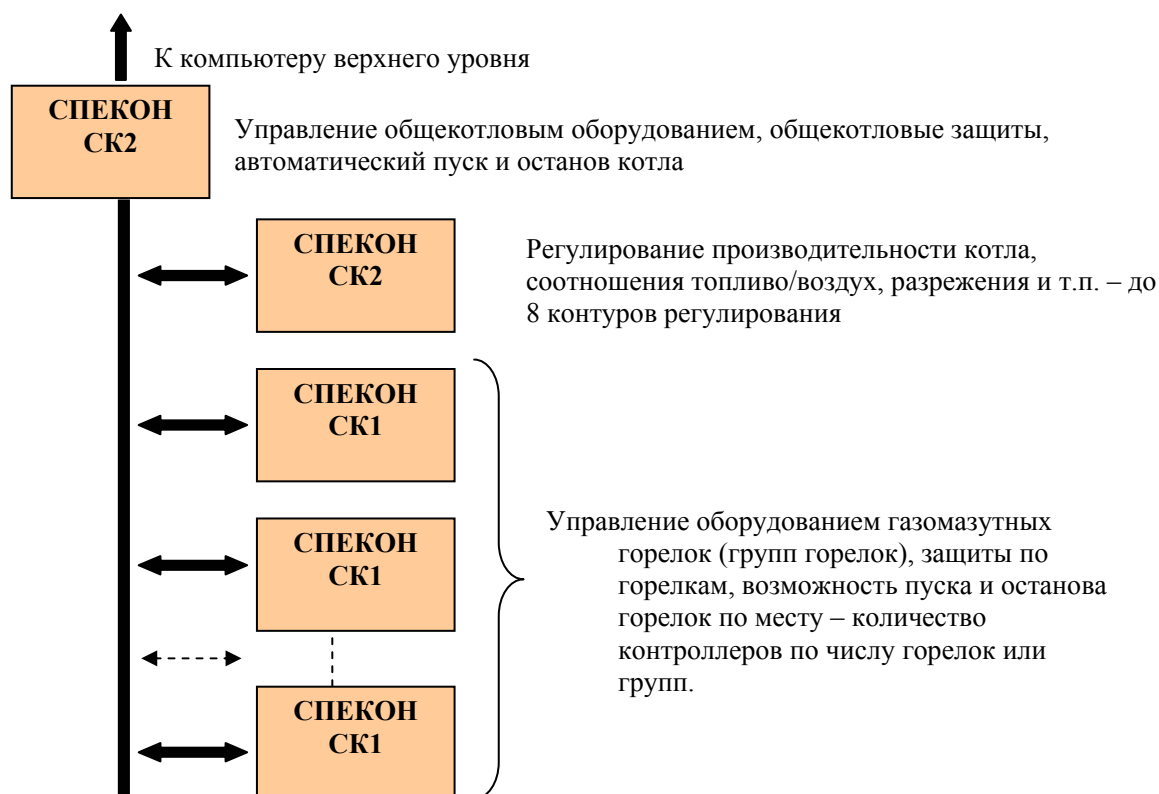


Рисунок 10. Структурная схема системы автоматизированного управления многогорелочными котлами

Схема автоматизированного управления ЦТП на базе приборов ЗАО «ТЕПЛОКОМ» приведена на рисунке 11.

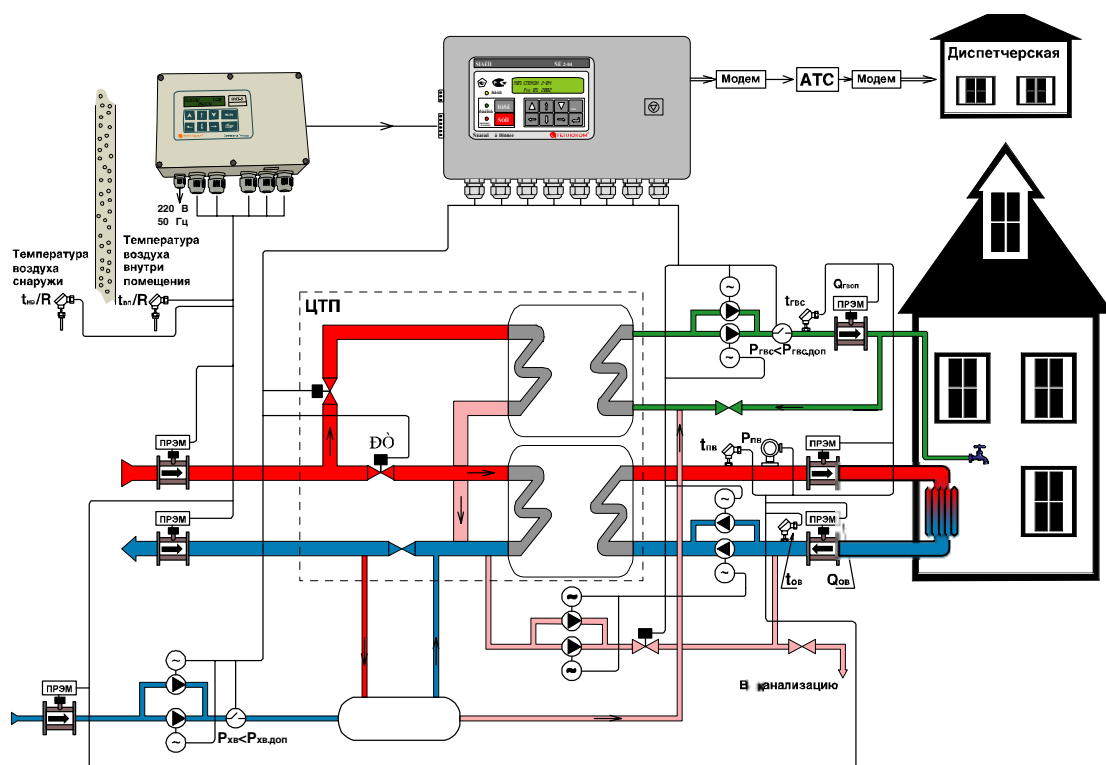


Рисунок 11. Пример автоматизации ЦТП на базе приборов ЗАО «ТЕПЛОКОМ».

#### 4 Сравнение различных подходов к выбору контроллеров для АСУ

При выборе контроллеров для системы автоматизации некоторые предприятия предлагают свободно конфигурируемые и программируемые контроллеры (ПК), представляющие из себя набор различных модулей, блоков, конструктивов, позволяющих собрать контроллер для решения конкретной задачи. К этим контроллерам прилагается необходимый программный продукт, позволяющий создать объектно-ориентированное ПО.

При создании больших централизованных систем автоматического управления (САУ) или контроллеров для управления уникальными объектами, техническая и экономическая целесообразность использования ПК не вызывает сомнения.

Для типовых решений – котлы, котельные, ЦТП, насосные станции и т.д., где целесообразно использовать децентрализованные распределенные САУ, использование контроллеров СПЕКОН СК представляется технически и экономически выгодным. Разница между использованием ПК и СК заключается в основном следующем: масштабирование системы в случае ПК осуществляется добавлением модулей ввода/вывода, для СК – добавлением контроллеров различных исполнений;

ПО для ПК разрабатывает и отлаживает некая фирма, которая, как правило не является изготовителем контроллеров, а для СК ПО разрабатывает непосредственно изготовитель.

Универсальность ПК, совместимость с различными протоколами обмена и многое другое, что является достоинством при проектировании САУ на их базе, для потребителя, по-видимому, не столь актуальны.

Для потребителя важны: надежность, цена, удобство эксплуатации, гарантийное и после гарантийное обслуживание, возможность модернизации и дальнейшего развития системы.

Масштабирование системы за счет добавления новых модулей, как представляется, снижает надежность всего контроллера, так как появляются дополнительные модули и разъемы. Кроме того, в ПК дополнительные модули работают под управлением, как правило, того же процессора или он заменяется на более мощный.

В СК дополнительное исполнение определяется наличием на платах печатного монтажа необходимых электронных элементов и собственным алгоритмом. Каждый контроллер СПЕКОН СК при выпуске проходит весь комплекс приемо-сдаточных испытаний на предприятии-изготовителе, то качество и надежность должны быть выше, чем у ПК, собираемого проектировщиком.

Параметры надежности в каталогах на ПК, как правило, не приводятся, но в рекламных материалах некоторых фирм приводится среднее время наработки на отказ отдельных модулей, из которых составляются ПК. Если определить время наработки на отказ всего ПК, исходя из параметра каждого модуля, то оно получается существенно ниже, чем любого из модулей, поскольку выход из строя одного из модулей не позволяет ПК выполнять свои функции в требуемом объеме.

Например, ПК состоит из модулей процессора, питания, входных аналоговых сигналов, входных двухпозиционных сигналов, выходных реле (выходных сигналов), которые имеют наработку на отказ 300000 ч – модуль процессора, 200000 ч – остальные модули. Вероятность безотказной работы за 1000 ч этих модулей будет, соответственно, 0,997 и 0,995. Вероятность безотказной работы всего такого контроллера - 0,977, что соответствует наработке на отказ всего контроллера - 43500 ч.

Поскольку модули должны подключаться на некую коммутационную плату, шину и т.п., то эти коммутационные элементы еще понизят параметры надежности.

Технология изготовления контроллеров СПЕКОН, как и других приборов нашей фирмы, включающая поверхностный монтаж электронных элементов, технологические процессы термоударов, термонаработки и т.п., обеспечивает высокую надежность аппаратной части.

Приборы, выпускаемые ЗАО «ТЕПЛОКОМ», с которыми контроллер унифицирован по элементной базе и схемотехническим решениям, имеют, по результатам эксплуатации наработку на отказ 150 000 – 200 000 ч.

Для СПЕКОН СК в документации указано время наработки на отказ - 75000ч.

Срок службы 10 лет.

Гарантийный срок 2 года исчисляется от даты ввода в эксплуатацию, но не позднее 6 месяцев с даты изготовления, т.е. 2 года работы и дополнительно 0,5 года на складе.

## **5 Экономические показатели использования контроллеров**

Использование контроллеров СПЕКОН СК приносит существенный экономический эффект.

Стоимость одного контроллера с объектно-ориентированным программным обеспечением составляет, в зависимости от исполнения, от 26000 до 37000 руб.

Если собрать аналогичный контроллер, т.е. с теми же функциональными возможностями, количеством входов/выходов, наличием гальванической развязки, клавиатурой, табло и т.п., то стоимость только аппаратной части составит, в зависимости от фирмы-изготовителя, от \$1500 до \$8000. Разработка алгоритма, ПО, отладка, сертификация, получения разрешения и т.п., даже при разовом характере этих затрат, внесет весомый вклад в общую стоимость контроллера.

Иногда в качестве относительного критерия при сравнении контроллеров используют стоимость одного входа/выхода (цена контроллера деленная на количество входов, выходов).

Базовый вариант СПЕКОН СК имеет 16 аналоговых входов, 2 частотных, 32 двухпозиционных, 24 выхода, т.е. всего 74 входа/выхода (без учета имеющихся интерфейсных выходов – RS232, RS485, Centronics). Таким образом, стоимость 1 вх/вых СПЕКОН СК составляет  $\approx$  \$13,5 включая и специализированное программное обеспечение, в то время как, судя по предложениям ряда фирм, использующих ПК на базе импортных модулей, цена 1 вх/вых – \$25-\$70 - и это только аппаратной части.

Если сравнивать между собой отечественные изделия, например, предназначенные для автоматизации котлов, по стоимости, отнесенной к функциональным возможностям и потребительским качествам (цена/качество), то преимущества контроллера СПЕКОН СК очевидны. Окупаемость контроллеров при использовании для управления котлами и котельными складывается из различных факторов: экономия топлива за счет оптимизации

управления, экономия зарплаты при необслуживаемых котельных, уменьшение количества контрольно-измерительной аппаратуры, т.к. контроллер является средством измерения, и т.д.

Например, окупаемость трех контроллеров СПЕКОН (1 – СК3 и 2 - СК4), за счет вывода обслуживающего персонала из котельной с двумя одnogорелочными котлами, составит, в зависимости от зарплаты операторов, 4 – 8 месяцев.

## 6 Приборы ЗАО «ТЕПЛОКОМ» как средства нижнего уровня АСУ.

Автоматизируя локальные контура управления, техпроцессы, контроллеры СПЕКОН СК позволяют в дальнейшем организовывать автоматизированную систему управления предприятием. При этом процедура автоматизации осуществляется поэтапно, в зависимости от наличия средств у заказчика. В результате чего Заказчик получает децентрализованную систему управления своим производством, выполненную на однотипном оборудовании от одного производителя.

Например, вариант системы автоматического управления производством, распределением и потреблением тепла, где в качестве средств нижнего уровня используются контроллеры СПЕКОН СК - управление котлами, котельными, ЦТП, корректора газа ВКГ - учет потребления газа на котельных, вычислители количества тепла ВКТ, преобразователи расхода ПРЭМ - учет и регулирование у потребителя, выпускаемые ЗАО «ТЕПЛОКОМ». Использование приборов от одного производителя имеет ряд преимуществ в части обучения персонала, сервисного обслуживания и т.п.

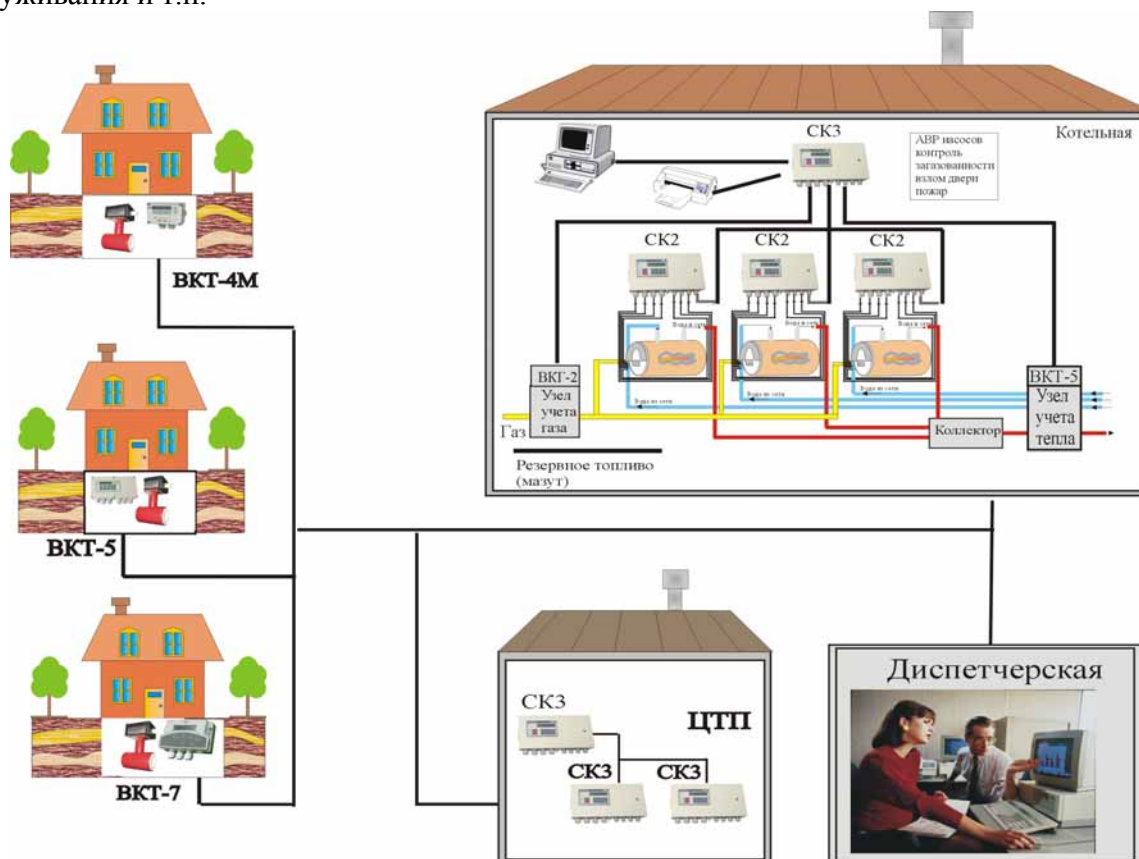


Рисунок 4. Система автоматического управления производством, распределением и потреблением тепла.

**Автоматизация различных объектов может быть выполнена «под ключ», т.е. проектирование, поставка оборудования, монтаж, пуско-наладочные работы, сдача надзирающим органам и заказчику.**

194044, г. Санкт-Петербург, Выборгская наб., д. 45

телефон: (812) 327-12-93, тел/факс (812) 103-72-13

E-mail: [real@teplocom.spb.ru](mailto:real@teplocom.spb.ru); [krumer@teplocom.spb.ru](mailto:krumer@teplocom.spb.ru); <http://www.teplocom.spb.ru>