

---

## **Реализация САР в ПТК «САРГОН»**

---

*Выпуск 11'2002*

*В.А. Менделевич, Е.К. Спирина*

*В статье изложен принципиально новый подход к построению интегрированных АСУТП и САР, мало известный промышленной автоматике. Авторами предложены способы реализации такого рода систем для промышленных объектов на базе серийного ПТК.*

Рассмотрены преимущества объектно-ориентированной реализации САР в составе ПТК «САРГОН».

САР является важнейшей частью АСУТП, т.к. из всех подсистем она в наибольшей степени влияет на эффективность ТП и постоянно находится в эксплуатации. Однако на большинстве энергетических установок России САР не включена в АСУТП, а реализуется на отдельных электронных устройствах или локальных контроллерах. На параметры САР устанавливаются датчики, не связанные с другими функциями контроля и управления, что приводит к неоправданному увеличению количества КИП и возможной несогласованности в работе между САР и другими подсистемами контроля и управления.

Современные принципы построения АСУТП предусматривают однократный ввод сигнала в систему с последующим использованием во всех подсистемах. При этом наиболее ответственные датчики дублируются или троируются, а получаемые от них данные совместно обрабатываются для выделения достоверного сигнала и диагностирования отказов.

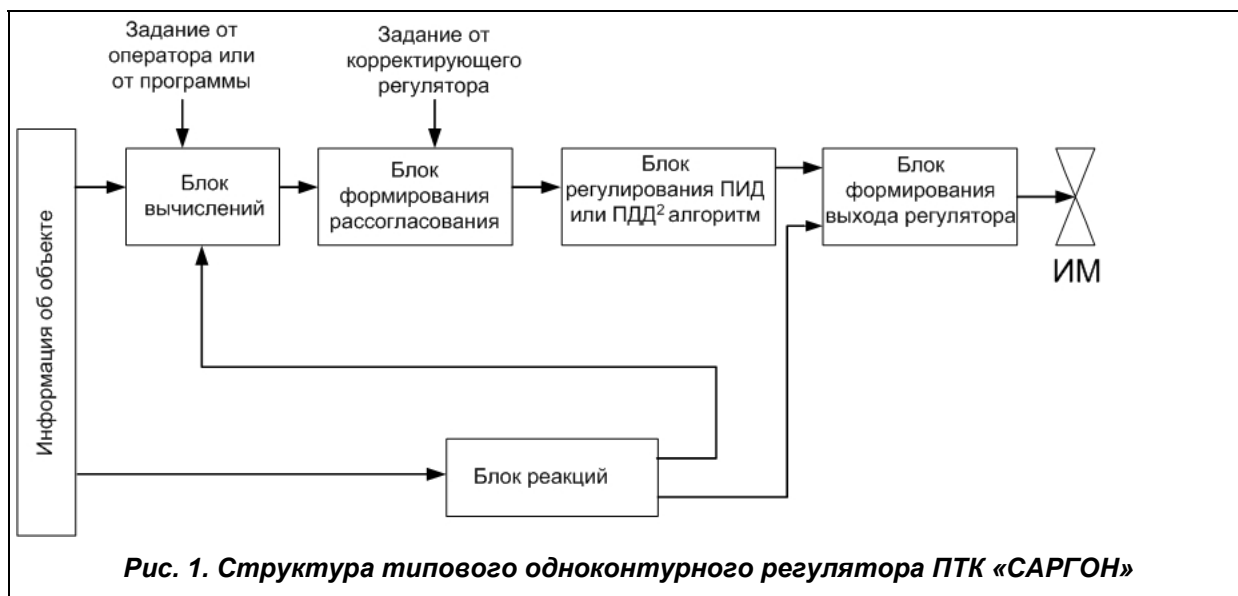
### **Базовый элемент САР в ПТК «САРГОН»**

В отличие от подсистем регулирования большинства других ПТК, базовым элементом САР ПТК «САРГОН» является не набор звеньев регулирования, а типовой одноконтурный регулятор с обратной связью. Он включает блоки формирования рассогласования, регулирования (реализация ПИД алгоритма), формирования выхода (рис. 8), вычислений и реакций.

**Блок формирования рассогласования** обрабатывает сигналы:

- регулируемого параметра;
- задания (обеспечивается возможность изменения задания как оператором, так и из технологической программы);
- обратной связи по положению ИМ или любому другому параметру;

- коррекции задания от корректирующего регулятора.



На выходе блок выдает сигнал рассогласования, который подается на вход блока ПИД алгоритма. Встроенная в блок балансировка обеспечивает безударное переключение при смене режима управления регулятором.

**Блок регулирования** реализует ПИД алгоритм формирования управляющего воздействия на ИМ регулятора по сигналу рассогласования. Для аналоговых регуляторов используется собственно ПИД, а для импульсных – ПДД<sup>2</sup> алгоритм (т.к. интегрирование в импульсном регуляторе производится ИМ).

**Блок формирования выхода регулятора** выдает управляющие воздействия на ИМ. При этом обеспечивается учет ограничений по положению ИМ, блокировка выхода при недопустимом рассогласовании и т.д.

**Блок вычислений** осуществляет предварительную обработку информации: расчет поправок, нормализацию и т.п.

**Блок реакций** описывает действия САР при существенном изменении технологических условий работы регулятора: сигнализацию, посылку команд, включение и отключение отдельных элементов схемы САР и т.д.

Таким образом, базовый регулятор ПТК «САРГОН» уже содержит набор свойств, необходимых для реализации большинства систем регулирования, включая возможность построения каскадных схем и программного управления заданием.

## **Реализация сложных САР на основе базового регулятора**

Объектная структура «САРГОН» обеспечивает простоту создания сложных САР на основе базового регулятора – требуется описать только реализацию элементов дополнительной сложности, т.к. базовые свойства просто наследуются.

Рассмотрим способы реализации сложных САР наиболее часто встречающихся типов:

- **регулирование** производится **по расчетному параметру** – регулируемый параметр может быть расчетным (например, расход пара с поправкой по температуре). Формула расчета записывается в блоке вычислений типового регулятора. Все остальное остается без изменения;
- требуется **дополнительная сигнализация и обработка событий** – условие возникновения события, действия системы и текст сообщения сигнализации описываются в блоке реакций типового регулятора;

- **учет динамических характеристик** объекта регулирования – для повышения качества регулирования в САР часто необходимо вводить звенья, учитывающие динамические характеристики объекта – предикторы, дифференциаторы, инерционные звенья и т.п. В ПТК «САРГОН» введение таких звеньев осуществляется дополнением в блок вычислений типового регулятора соответствующего библиотечного алгоритма – дифференциатора, упредителя и т.п.;
- **многоконтурная САР** – при регулировании параметров взаимосвязанных ТП или необходимости учета дополнительных факторов (экологических, экономических, диспетчеризации) возникает необходимость создания многоконтурных систем регулирования. В ПТК «САРГОН» многоконтурные САР создаются максимально простым способом, т.к. базовый регулятор имеет вход коррекции задания, позволяющий строить многоконтурные САР из нескольких базовых, объединяя их входы и выходы;
- **нечеткие регуляторы** – одно из популярных направлений развития систем регулирования, предусматривающее динамический выбор схемы или набора значений коэффициентов регулятора из заранее заготовленного множества по критерию, имеющему несколько предусмотренных значений. Например, могут быть предусмотрены разные схемы регулятора для “малых” и “больших” рассогласований. В ПТК «САРГОН» реализация нечеткого регулирования производится тривиально, т.к. возможность эффективного вычисления критериев (в частности, «нечетких») встроена во все объекты системы;
- **адаптивные регуляторы** – ПТК «САРГОН» предоставляет удобные средства описания алгоритмов адаптации, что обеспечивает эффективность создания адаптивных регуляторов.

### **Создание библиотеки САР для класса объектов**

При автоматизации однотипных объектов, например, паровых котлов, набор и алгоритмы САР мало изменяются. ПТК «САРГОН» позволяет создавать эффективные библиотеки для автоматизации классов объектов. Элементами такой библиотеки являются не звенья динамических преобразований, как в других ПТК, а типовые регуляторы, например: регуляторы температуры на впрыске, уровня в барабане котла, САР общего воздуха и т.д.

Разработчик системы регулирования конкретного объекта получает при этом типовое решение высокого уровня готовности. В большинстве случаев требуются только привязка входов/выходов типового элемента и режимная настройка САР. В тех случаях, когда типовое решение не обеспечивает требуемое качество регулирования, его корректировка оказывается значительно проще разработки новой схемы.

Например, САР общего воздуха котла построена на базе трех типовых одноконтурных регуляторов:

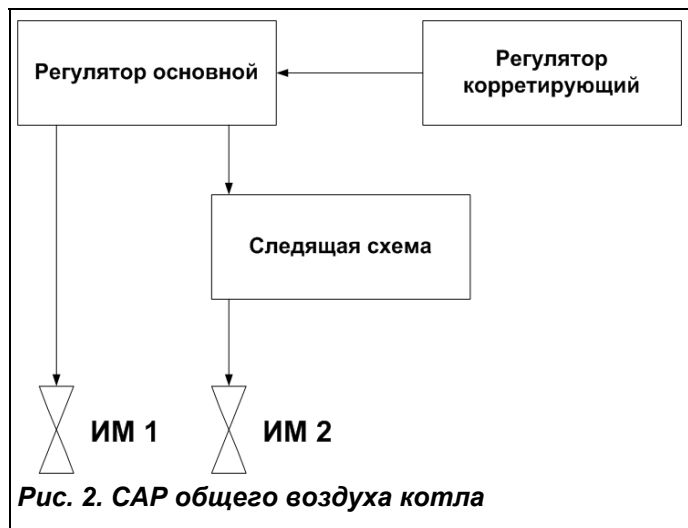
- основного регулятора давления воздуха котла;
- корректирующего регулятора по содержанию кислорода в уходящих газах;
- следящего регулятора, обеспечивающего синхронизацию перемещений направляющих аппаратов дутьевых вентиляторов с учетом задания по перекоосу.

Схема системы приведена на рис. 9

## Схема резервирования САР в ПТК «САРГОН»

ПТК «САРГОН» обеспечивает гибкую реализацию схем резервирования. Резервируются не контроллеры в целом, а функционирование конкретных подсистем. При этом каждая подсистема (в частности, САР) может быть резервирована своим способом. На рис. 3 изображена типовая схема резервирования САР в ПТК «САРГОН»

В основном и резервном контроллере САР работают со 100%-ым горячим резервом. Один и тот же контроллер может быть основным для одних САР и резервным для других. Основным для данной САР является тот контроллер, который указан в конфигурации. Выдача управляющих воздействий производится только с основного комплекта, выходы резервного блокируются на системном уровне. Для арбитража функционирования САР в основном и резервном комплекте используется набор дискретных входов/выходов.



При запуске системы основным становится регулятор в контроллере, указанном в конфигурации. При обнаружении его отказа или отключения управление передается регулятору резервного контроллера. При восстановлении основного контроллера управление возвращается регулятору, расположенному в нем.

## Варианты программно-технического воплощения САР в ПТК «САРГОН»

В состав ПТК «САРГОН» входят микропроцессорные контроллеры всего спектра информационной мощности: от одноконтурного регулятора ТКМ-21 и малоканальных удаленных модулей УСО до многофункционального контроллера МФК, способного обрабатывать сотни входных и выходных сигналов.

Основные типы контроллеров ПТК «САРГОН» имеют следующие особенности для реализации САР:

- ТКМ-21 (производства ГК «ТЕКОН», Москва) является специализированным контроллером-регулятором. В отличие от отечественных регуляторов предыдущего поколения он имеет развитый сетевой интерфейс. Резервирование контроллеров не предусмотрено, но локализация регулятора в одном контроллере обеспечивает высокую живучесть системы. Контроллер обеспечивает высокую точность регулирования, но не приспособлен для реализации сложных алгоритмов. По стоимости этот вариант – самый дорогой из рассмотренных. ЗАО «НВТ-Автоматика» активно использует ТКМ-21 для реализации регуляторов температуры на установках по производству стекловолокна (в печах). Высокая точность контроллера обеспечивает поддержание температуры  $\pm 0,5$  °С при диапазоне температур в 1200 °С. Взаимодействие контуров осуществляется путем изменения задания регуляторам из контроллера более высокого уровня (по сети). При этом стоимость контроллера в 3 раза меньше, чем у импортных образцов с аналогичными характеристиками;
- МФК (ГК «ТЕКОН») – многофункциональный РС-совместимый контроллер с высокой вычислительной и информационной мощностью. Наличие развитого языка технологического программирования и вычислительная мощность

позволяют воплощать алгоритмы регулирования любой сложности. Эффективный механизм резервирования позволяет использовать контроллер при реализации самых ответственных САР. Для малого числа контуров регулирования его применение экономически нецелесообразно, но при создании полнофункциональной АСУТП или САР крупной установки применение для регулирования контроллера МФК оптимально.

- i7000/8000 (ICP DAS, Тайвань) и Теконик (ГК «ТЕКОН») – многофункциональные PC-совместимые контроллеры небольшой вычислительной и информационной мощности с подключением удаленных УСО. Контроллеры программно совместимы с контроллерами МФК, поэтому также могут реализовать алгоритм любой сложности. Существенно более низкая стоимость процессорной части контроллеров обеспечивает эффективность их применения при небольшом количестве контуров регулирования. Контроллеры i8000 в исполнении с интерфейсом Ethernet резервируются аналогично контроллерам МФК.

При создании конкретной АСУТП разработчик может выбрать оптимальный по цене вариант реализации САР с учетом ограничений по надежности и качеству регулирования.

### ***САР как часть полнофункциональной АСУТП***

ПТК «САРГОН» предназначен для создания полнофункциональных АСУТП энергетических установок и энергоблоков, частью которых являются САР. Производительные сетевые интерфейсы обеспечивают простоту интеграции контроллеров в единую систему масштаба от небольшой технологической установки до станции или производства. Современная технология создания АСУТП требует разделения задач по контроллерам не по функциям, а по технологическим группам, поэтому, как правило (за исключением случаев использования ТКМ-21), САР реализуются в тех же контроллерах, что и другие подсистемы АСУТП.

ПТК «САРГОН» предоставляет потребителям 2 принципиальных удобства: систему избирательного резервирования, обеспечивающую возможность оптимального выбора схемы резервирования для каждого конкретного объекта, и технологию многоэтапной модернизации, позволяющую создавать полнофункциональную АСУТП за ряд коротких циклов разработка-внедрение. Одним из таких этапов может быть внедрение САР.

### ***Стоимостные характеристики САР в ПТК «САРГОН»***

Подсистема регулирования наиболее сильно из всех подсистем АСУТП влияет на технико-экономические показатели работы технологического оборудования, поэтому средства, затраченные на улучшение качества регулирования, быстро окупаются.

Однако на многих электростанциях не только эксплуатируются, но и продолжают вводиться новые САР на базе морально устаревших локальных регуляторов, разработанных 15-20 лет назад. При незначительно меньшей стоимости эти регуляторы имеют существенно худшие показатели качества:

- низкую надежность из-за устаревшей элементной базы;
- отсутствие современных сетевых интерфейсов, препятствующих интеграции регуляторов в полнофункциональную АСУТП;
- ограничения по логической сложности алгоритмов регулирования и построению каскадных схем;
- неудобный кнопочно-индикаторный интерфейс, затрудняющий эксплуатацию и программирование регулятора;
- отсутствие современных средств наладки и настройки регуляторов.

Реализация САР в ПТК «САРГОН» имеет лучшие экономические показатели, чем системы на базе большинства других современных ПТК (как импортных, так и отечественных). Это обеспечивается следующими факторами:

- оптимальными по соотношению цена/качества показателями собственно ПТК «САРГОН»;
- разнообразием технических средств ПТК, позволяющим оптимально подбирать состав оборудования под конкретную САР;
- гибкой схемой резервирования, позволяющей создавать системы с высокой надежностью при небольшой избыточности аппаратуры;
- простотой тиражирования типовых решений на аналогичные объекты.

### **Заключение**

Объектная структура САР, используемая в ПТК «САРГОН», обеспечивает существенные преимущества для разработчиков АСУТП и эксплуатационного персонала, т.к. позволяет сочетать простоту использования типовых решений и гибкость при реализации сложных систем.