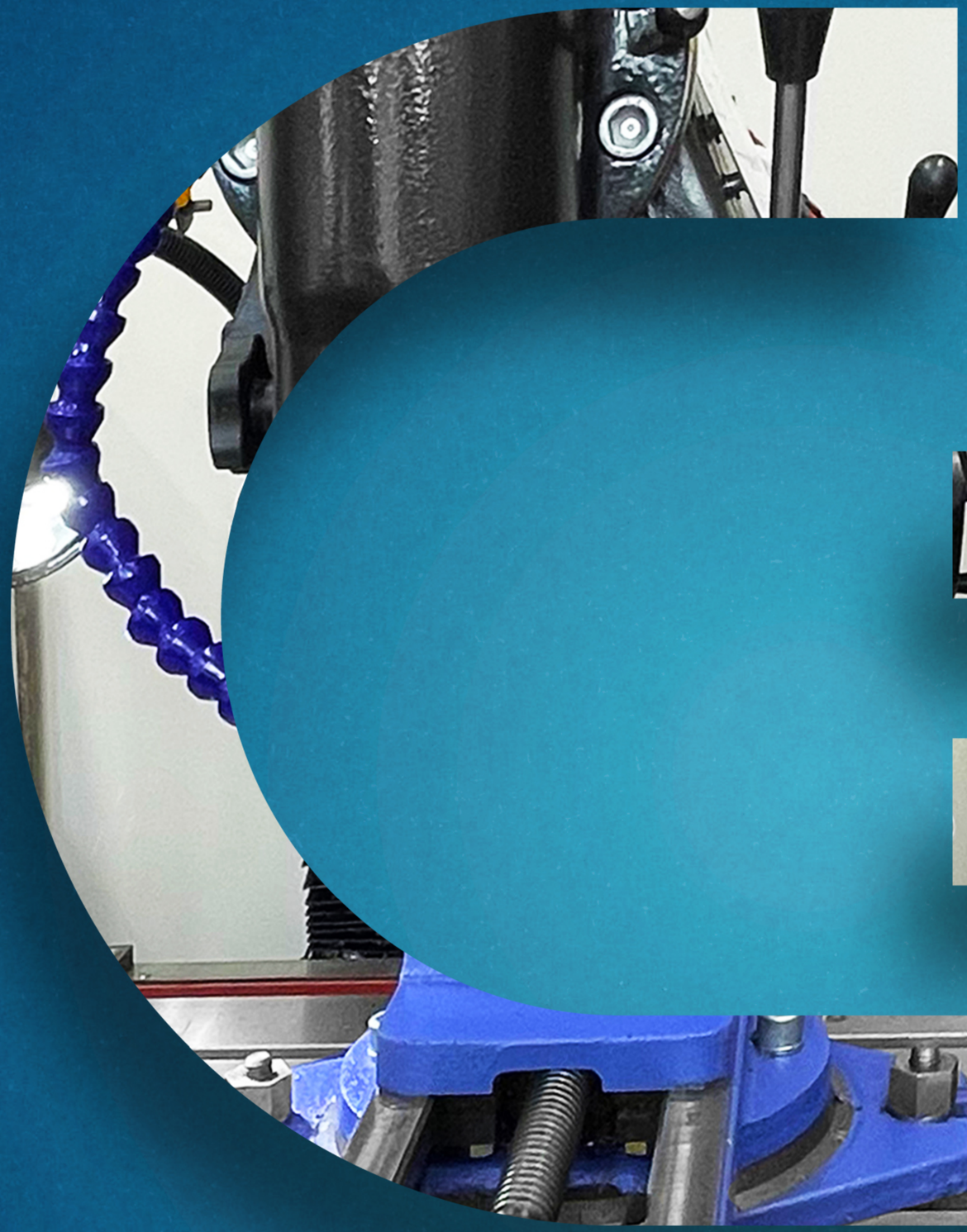
СЕНСОРИКА



В данном издании собраны статьи, опубликованные в разное время в специализированных журналах, с обзорами и опытом эксплуатации изделий НПФ “Сенсорика”.





СБОРНИК СТАТЕЙ

2010-2024 г.

апрель 2025

sensorika.ru
mail@sensorika.ru
+7 (343) 287-00-80

ООО НПФ “СЕНСОРИКА”
тел. +7 (343) 287-00-80
mail@sensorika.ru



Екатеринбург 2025

СОДЕРЖАНИЕ

00 О компании 05

01 Многозонные датчики температуры НПФ “Сенсорика”. 07
ИСУП №6 (114)_2024

02 Использование HART-датчиков с видеографическими регистраторами серии Ш932.9А. 10
ИСУП №5 (113)_2024

03 Новые вторичные приборы щитового исполнения. 13
ИСУП №4 (112)_2024

04 Встраиваемые измерительные преобразователи температуры серии ИП233. 16
ИСУП №5 (107)_2023

05 От регистраторов к программируемым контроллерам. Выпускаемые модели и опыт применения видеографических регистраторов. 18
ИСУП №5 (113)_2022

06 Высоконадежный сигнализатор уровня агрессивных радиоактивых сред. 22
ИСУП №6 (96) - 2021

07 Контроль качества запрессовки - основа безопасности. 24
Вагоны и вагонные хозяйства №2 (58), 2019 г.

08 Термодатчики НПФ “Сенсорика”. Мнение Андрея Алексеевича Алесенко, руководителя направления “Термометрия”. 26
ИСУП №5 (71)_2017

28 Интервью с директором НПФ “Сенсорика” Сергеем Васильевичем Якунцевым. ИСУП №3 (36)_2016 09

32 Датчики и приборы для атомной энергетики (представляем отечественного производителя). Техсовет №7 (147) июль 2016 г. 10

34 Автоматика должна быть экономной (Система контроля и управления процессом доочистки водопроводной воды). Техсовет №8 (148)_2016 11

37 Опыт практического использования функциональных возможностей видеографических регистарторов Ш932.9А в системах управления различных промышленных объектов. Автоматизация и IT в нефтегазовой области /октябрь-декабрь 2016 №4 (26) 12

43 Применение систем управления с использованием беспроводных технологий. ИСУП №6 (54)_2014 13

46 Интеграция видеографических регистраторов Ш932.9А в различных АСУ ТП. Автоматизация в промышленности/июнь 2013 14

50 Эффективный ПИД-регулятор. Промышленные АСУ и контроллеры. 2013 №5 15

56 Применение видеографичских регистраторов Ш932.9А для програмного регулирования технологических процессов. ИСУП №2(32)_2011 16

59 Многоканальный измерительный контроллер Ш932.7/02. Автоматизация в промышленности, январь 2012 г. 15

СЕНСОРИКА

О КОМПАНИИ

тел. +7 (343) 287-00-80
mail@sensorika.ru

Научно-производственная фирма (НПФ) "Сенсорика" образована в качестве самостоятельного юридического лица в 1991 году в процессе конверсии крупного оборонного предприятия (НПО автоматики государственной корпорации "Роскосмос").

За прошедшее время НПФ "Сенсорика" превратилась в одного из основных отечественных производителей контрольно-измерительных приборов и средств автоматики (КИПиА).

1991



Сборник статей НПФ "Сенсорика" представляет собой опубликованные материалы, охватывающие период с 2010 по 2024 годы. В данном издании собраны статьи, посвященные современным технологиям, тенденциям и достижениям в области приборостроения, а также опыту практического применения продукции предприятия.

Каждая статья была написана специалистами нашей компании и отражает актуальные тенденции, исследования и практические рекомендации, которые помогут читателям глубже понять развитие технологий и их применение в различных отраслях. Мы сохранили оригинальную верстку статей, что позволяет читателям легко ориентироваться в материалах и находить интересующую информацию.

Сборник будет полезен как профессионалам, так и студентам, интересующимся современными технологиями, а также всем, кто хочет быть в курсе последних новинок и трендов в области приборостроения.

Многозонные датчики температуры НПФ «Сенсорика»

В статье представлены многозонные термодатчики линейки МДТ, разработанные отечественной компанией НПФ «Сенсорика» для использования в промышленном производстве, в частности, на объектах нефтехимии, где они способны заменить оборудование ведущих мировых фирм. Рассмотрены их характеристики, функциональные возможности и различные варианты исполнения.

Многозонные датчики температуры российского производства

Изготовление высококачественных продуктов нефтепереработки требует точного и достоверного контроля параметров технологических процессов. В первую очередь это касается измерения температуры на критически важных установках, таких как реакторы и накопительные емкости. В таких случаях целесообразно использование многозонных датчиков температуры (МДТ).

МДТ представляют собой сборку из температурных сенсоров (первичных преобразователей – ПП), фланца для монтажа на контролируемом объекте и клеммной коробки. В состав МДТ могут входить дополнительные элементы: измерительные преобразователи (ИП), обычно устанавливаемые в клеммной коробке, защитные гильзы (термокарманы), камера для контроля утечек из герметизированного объема и другие компоненты.

До недавнего времени на отечественных НПЗ в основном применялись многозонные датчики температуры зарубежного производства. Однако после массового ухода иностранных поставщиков КИПиА с российского рынка встала задача импортозамещения для обеспечения поставок. В настоящее время ряд российских компаний уже освоили производство этих изделий.

Научно-производственная фирма (НПФ) «Сенсорика» тоже активно осваивает этот рынок. Компания имеет более чем тридцатилетний опыт в производстве датчиков температуры и вторичных преобразователей, что обеспечивает конкурентные преимущества. Прежде чем приступить к разработке, был проведен тщательный анализ МДТ как зарубежных, так и отечественных производителей, изучен опыт их применения на предприятиях нефтехимии.

Среди зарубежных производителей, заслуживающих внимания, можно выделить компании WIKA, Rueger, Rosemount, Endress+Hauser. Из отечественных стоит отметить ПК «Тесей» (г. Обнинск), НПО «Вакууммаш» (г. Ижевск) и ПГ «Метран» (г. Челябинск). На основе анализа лучших образцов МДТ этих производителей был сформирован номенклатурный перечень данных изделий производства НПФ «Сенсорика».

В качестве первичных преобразователей в многозонных датчиках температуры НПФ «Сенсорика» используются платиновые термометры сопротивления (ТС) – как проволочные, так и тонкопленочные, а также термоэлектрические преобразователи (ТП) хромель-алюмелевые (ТХА), хромель-копелевые (ТХК), нихросил-нисиловые (ТНН) и платинородий-платиновые (ТПП). Наиболее часто термометры сопротивления (ТС) используются при температурах до 300 °С, термопары ТХА или ТНН – при температурах до 800 °С и ТПП – при более высоких температурах. Существует максимальное температурное ограничение для сенсоров: ТП – до 500 °С, ТХК – до 600 °С, ТХА – до 1200 °С, ТНН – до 1300 °С, ТПП – до 1700 °С.

Поскольку кабели для многозонных датчиков температуры с физическим выходным параметром имеют большое количество соединительных проводов, что создает определенные трудности при монтаже, удобнее использовать МДТ со встроенным измерительным преобразователем. В МДТ производства НПФ «Сенсорика» используются одноканальные измерительные преобразователи серии ИП 233 или многоканальные модули ввода аналоговых сигналов Ш932.9ВА4 и Ш932.9ВА8. В зависимости от типа применения преобразователи МДТ могут обеспечивать выходные сигналы 4...20 мА, HART, RS-485 (Modbus RTU), а также по запросу – цифровые сигналы Profibus и Fieldbus. Токовые сигналы 4...20 мА обычно используются для небольшого количества точек

измерения (не более 3), в то время как с HART поддерживается до 15 точек с длиной линии связи до вторичных приборов не более нескольких десятков метров. Наиболее перспективным представляется использование сигналов RS-485, так как этот интерфейс поддерживает количество точек измерения до 100 и длину линии связи до 10 км. Широко распространенный протокол Modbus RTU позволяет легко интегрировать МДТ в различные информационные и управляющие системы. Конструктивно измерительный преобразователь располагается в клеммной коробке, что позволяет свести к минимуму количество соединительных проводов со вторичными приборами. Преобразователи с сигналами HART и RS-485 имеют возможность дистанционного изменения диапазона измерения в процессе эксплуатации.

Также необходимо учитывать метрологические требования.

Существуют два типа многозонных датчиков температуры:

- МДТ, представляющие собой конструктивную сборку из двух СИ. Поверка компонентов, входящих в состав МДТ, осуществляется независимо, при этом предусмотрена возможность демонтажа отдельных первичных преобразователей (ПП) и измерительных преобразователей (ИП) для поверки или замены. Это является преимуществом данного типа МДТ, однако эти устройства не подходят для эксплуатации в условиях, когда доступ к ним невозможен;
- МДТ, предназначенные для случаев, когда доступ к ним возможен только во время капитального ремонта объекта контроля. В этом случае МДТ представляют собой единую систему измерения без периодической поверки (поверка проводится один раз до ввода в эксплуатацию). Недостатком таких МДТ является меньшая точность по сравнению с МДТ первой группы, так как в процессе эксплуатации (сроком до 15 лет) невозможна подстройка. Кроме того, возникает проблема невозможности замены отдельных компонентов МДТ в случае их выхода из строя.

МДТ НПФ «Сенсорика» имеют следующие преимущества:

- возможность измерения температурного профиля реакторов, колонн и емкостей;
- широкий выбор конструктивных исполнений;
- возможность измерения до 60 точек температуры для термопар (ТП) и до 20 точек для термометров сопротивления (ТС);
- возможность длительного измерения температуры процесса до 800 °С для ТП и до 450 °С для ТС.

Многочисленные исследования показали, что для длительных сроков эксплуатации (в случаях, когда периодическая поверка отсутствует) и при температурах выше 500 °С целесообразнее использовать температурные сенсоры типа ТНН (нихросил-нисил) вместо ТХА (хромель-алюмель), несмотря на более высокую стоимость.

В зависимости от условий эксплуатации МДТ изготавливаются в общепромышленном и взрывозащищенном исполнениях, а также адаптируются для работы в условиях тропиков и при значительной запыленности.

Обеспечение взрывозащиты

Как правило, многозонные термодатчики эксплуатируются во взрывоопасных средах (зоны класса 1 или 2 по ГОСТ IEC 60079-10-1-2013), поэтому при выборе МДТ необходимо учитывать требования по взрывобезопасности. Взрывобезопасность МДТ НПФ «Сенсорика» обеспечивается благодаря использованию сертифицированных взрывозащищенных компонентов:

- термометры сопротивления ТП 9201 и термоэлектрические преобразователи ТХКс/ТХАс 2088 имеют сертификаты соответствия требованиям ТР ТС 012/2011 «О безопасности оборудования для работы во взрывоопасных средах» № ЕАЭС RU C RU.АЖ58.В.04707/23;
- многоканальные преобразователи Ш932.9ВА3 и Ш932.9ВА8 также сертифицированы по требованиям ТР ТС 012/2011 № ЕАЭС RU C-RU АЖ.58.В.00604/20;
- в качестве соединительных коробок, в которых установлены электронные преобразователи, используются взрывонепроницаемые корпуса серий ЩОРВ, ЩОРВ-Н, ЩОРВА, произведенные ООО «ЗАВОД ГОРЭЛТЕХ». На эти коробки получен сертификат соответствия требованиям Технического регламента Таможенного союза № ЕАЭС RU C-RU.НА67.В.00157/20.

Для подключения МДТ к вторичным приборам используются кабели, допущенные для эксплуатации во взрывоопасных зонах в соответствии с ГОСТ Р 58342-2019.

Конструктивные исполнения МДТ

Выпускаются следующие варианты конструктивного исполнения многозонных термодатчиков:

- **тип 01** – МДТ на основе гибких кабельных термопар или термометров, предназначенный для монтажа с фланцевым технологическим соединением в емкости, реакторе или резервуаре с прямым контактом с технологической средой или в термогильзе. Может быть оснащен диагностической камерой для выявления утечек и безопасной локализации вытекающих жидкостей или без нее;
- **тип 02** – тросовый МДТ (рис. 1) на основе гибких кабельных термо-



Рис. 1. Тросовый многозонный термодатчик МДТ-02



Рис. 2. Многозонный термодатчик МДТ-03 на основе гибких кабельных термопар или термометров сопротивления с защитными чехлами

пар или термометров сопротивления, предназначенный для силосов и накопительных резервуаров;

- **тип 03** – МДТ на основе гибких кабельных термопар или термометров сопротивления с отдельными защитными чехлами из нержавеющей цельнотянутой трубы для каждой точки контроля (рис. 2). Возможен вертикальный или горизонтальный монтаж. МДТ может быть с тавровой балкой или без нее, с диагностической камерой для обнаружения утечек или без нее;
- **тип 04** – компактные МДТ, представляющие собой сборку из нескольких термопар, герметично размещенных в общем монтажном резьбовом штуцере. Число зон измерения соответствует количеству термопар в сборке. При необходимости чувствительные элементы защищаются общим металлическим чехлом диаметром от 8 мм до 20 мм. Осуществляется резьбовое присоединение к процессу (с использованием подвижного или неподвижного штуцера либо накидной гайки).

Применение МДТ НПФ «Сенсорика» в нефтехимии

МДТ производства ООО НПФ «Сенсорика» предназначены для использования на объектах нефтехимии для контроля следующих технологических процессов:

- **установки гидрокрекинга**. Реакции гидрокрекинга происходят с использованием мощных и дорогостоящих катализаторов, требующих тщательного контроля процессов. Гибкие МДТ применяются для мониторинга температурного режима;
- **дистилляция сырой нефти**. Этот процесс разложения сырой нефти на составляющие является основополагающим для переработки. Для качественного выполнения дистилляции и создания температурного профиля тарелок ректификационных колонн и насадок используются гибкие МДТ;
- **процессы каталитического риформинга**. Этот процесс улучшает октановое число бензина и выделяет водород для гидрообработки. Оптимальный контроль за процессом восстановления катализатора осуществляется с помощью гибких или прямых МДТ;
- **установка флюид-каталитического крекинга (FCC)**. Одна из самых сложных установок в плане зависимости доходности производства от оптимально протекающего процесса. МДТ используются для измерения температуры опускной трубы, охлаждения катализатора и специальных защитных гильз и циклонов.

Поддержка НПФ «Сенсорика»

НПФ «Сенсорика» предлагает комплексную профессиональную поддержку, включая выбор варианта конструкции МДТ из уже разработанных решений или создание под конкретные условия применения, их изготовление, установку и ввод в эксплуатацию, а также гарантийное и послегарантийное техническое обслуживание.

Сегодня НПФ «Сенсорика» является динамично развивающимся предприятием с современной производственной базой и условиями для разработки и научно-технических исследований. Метрологическая лаборатория аккредитована для первичной и периодической поверки средств измерений. Все датчики проходят обязательную первичную поверку при выходе из производства. Продукция компании все шире используется при модернизации технологических процессов и установок в нефтеперерабатывающей и других отраслях промышленности.

Как научно-производственное предприятие, НПФ «Сенсорика» активно поддерживает связи с ведущими метрологическими и проектными институтами России и ближнего зарубежья, разрабатывает новые конструкции датчиков, методики их поверки и технологии производства.

А. А. Алесенко, руководитель направления «Датчики»,
И. О. Лыжин, инженер-конструктор

Использование HART-датчиков с видеографическими регистраторами серии Ш932.9А

СЕНСОРИКА™

В статье описан опыт применения видеографических регистраторов ООО НПФ «Сенсорика» совместно с HART-устройствами, что еще больше расширяет функциональные возможности регистраторов серии Ш932.9А.

Научно-производственная фирма (НПФ) «Сенсорика» скоро отметит 35-летие. Предприятие специализируется на выпуске контрольно-измерительных приборов и средств автоматизации (КИПиА) для наиболее ответственных сфер применения, таких как атомная, оборонная, газотранспортная промышленность, а также для взрывоопасных производств. Продукция компании применяется на большинстве отечественных и на ряде зарубежных АЭС, на газотранспортных магистралях и многих предприятиях ВПК.

Среди выпускаемой продукции значительную долю занимают видеографические регистраторы. Эти приборы предприятие производит почти 20 лет, в настоящее время выпускаются регистраторы третьего поколения. Накоплен значительный опыт их применения.

Многие рассматривают видеографические регистраторы как приборы для измерения и регистрации электрических сигналов от датчиков и приборов. Видеографические регистраторы серии Ш932.9А служат для измерения, регистрации, визуализации и преобразования сигналов тока, напряжения постоянного тока, сопротивления, термометров сопротивления, термопар, пирометров, цифровых сигналов (RS-232, RS-485, Ethernet), а также для сигнализации, регулирования, управления. Регистраторы (поэтому они и видеографические) имеют отличные функции отображения (цифровое, графическое, мнемосхемы и др.).

Сейчас многие российские предприятия выпускают видеографические регистраторы. В своей рекламе производители, как правило, делают акцент на большой глубине архива, энергонезависимой памяти и других подобных характеристиках, что, безусловно, должно присутствовать в регистраторах. Но НПФ «Сенсорика» ставит на первый план соответствие всем требованиям заказчика. Компания выпускает линейку регистраторов из 8 базовых моделей (не считая исполнений и модификаций), и заказчик всегда может подобрать модель, оптимально подходящую для его задач.

Кроме того, часть моделей представляет собой, по сути дела, конструкторы, из которых заказчик может самостоятельно сконструировать модель с оптимальными характеристиками. При изменении задачи заказчик меняет состав блоков ввода/вывода (конфигурация прибора отображается на дисплее), и после подтверждения изменения регистратор начинает работать уже в новой конфигурации. Также выпускаются модели, которые совместно с модулями ввода/вывода (тоже выпускаемыми НПФ «Сенсорика») позволяют строить распределенные системы управления. Такие системы успешно эксплуатируются на ряде предприятий, в том числе на весьма ответственных технологических линиях «Росатома».

Предприятие не останавливается на достигнутом и постоянно расширяет возможности выпускаемых регистраторов. В настоящее время достаточно широкое распространение получили различные HART-датчики (температуры, давления, расхода и т. п.). Поэтому появляется много вопросов, связанных с подключением и использованием HART-датчиков совместно с видеографическими регистраторами НПФ «Сенсорика».

HART-протокол – это цифровой сигнал с нулевой постоянной составляющей, который накладывается на выходной аналоговый сигнал тока в диапазоне от 4 до 20 мА, поэтому аналоговый сигнал при этом не искажается. Скорость цифрового обмена всегда постоянна – 1200 бит/с.

HART-датчики бывают пассивные и активные. Пассивный HART-датчик питается от токовой петли, при этом его собственное потребление должно быть меньше 4 мА. Соответственно информация от датчиков передается в виде потребляемого тока

или в виде HART-манипуляции. Активный HART-датчик – это прибор с отдельным питанием и отдельным выходом 4–20 мА (работающим в режиме «токовая петля»). Такие датчики могут потреблять больше 4 мА.

Датчики с HART-протоколом могут измерять более одного параметра (до четырех), но токовый выход передает только один измеряемый параметр. Остальные параметры доступны для чтения по цифровому HART-протоколу.

С HART-датчика можно одновременно получать аналоговую информацию в виде тока и цифровую информацию по HART-протоколу. Аналоговая информация снимается с токоприемного резистора, включенного последовательно с датчиком и источником питания, а цифровая информация снимается с помощью HART-модема. Его можно подключить двумя способами: параллельно датчику или параллельно токоприемному резистору. При этом у датчика обязательно должен быть адрес «0».

Если аналоговая информация не нужна, то датчики можно объединить в сеть – до 15 штук. При этом назначаются их адреса от «1» до «15». Ненулевой адрес запрещает работу аналогового выхода, выходной ток становится постоянным (чаще всего устанавливается ток 4 мА). Подключение при этом почти не усложняется: датчики подключаются параллельно друг другу, а питающая сеть, источник питания и токоприемный резистор подключаются последовательно. HART-модем подключается также либо параллельно датчикам, либо параллельно токоприемному резистору.

При этом необходимо всегда помнить: если датчики объединяются в сеть, то выход с датчиков может быть только цифровой. Если нужны одновременно цифровой и токовый сигналы, то на каждый датчик нужен один модем. Также необходимо учитывать, что скорость обмена по HART-протоколу очень маленькая (на практике – не более 2–3 раз в секунду). Если будет сеть датчиков из 15 штук, то с одного датчика можно получить информацию раз в 5 секунд. Это необходимо учитывать при проектировании системы.

Теперь о работе с искробезопасными датчиками. Рассмотрим вариант «один датчик – один модем». В этом случае датчик с HART-протоколом должен быть защищен барьером искробезопасности. Специально для этих целей специалистами НПФ «Сенсорика» разработана кросс-плата КДАП-8-Ex. На плате находятся 8 искробезопасных источников питания, к кросс-плате можно подключать не только датчики с протоколом HART, но и обычные пассивные датчики с токовым выходом (рис. 1).

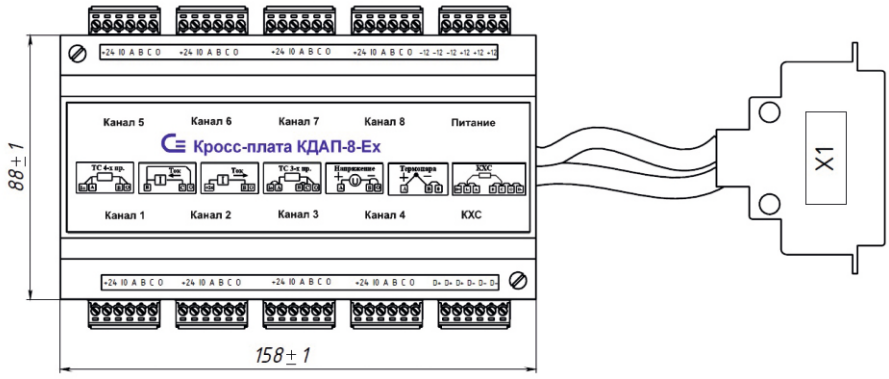


Рис. 1. Кросс-плата КДАП-8-Ex для подключения к регистратору Ш932.9А-29.016 токовых датчиков (4–20 мА), установленных во взрывоопасной зоне (питание датчиков от кросс-платы)

ООО НПФ «Сенсорика» выпускает обширную номенклатуру видеографических регистраторов как в общепромышленном, так и во взрывозащищенном (с искробезопасными входными цепями) исполнениях. Также предприятие выпускает HART-датчики (температуры, влажности) и барьеры искробезопасности, то есть все необходимое оборудование для построения HART-системы.

Для построения системы из датчиков с HART-протоколом, кроме самих датчиков, необходим HART-модем, который умеет преобразовывать протокол HART в протокол Modbus RTU (интерфейс RS-485). Регистратор Ш932.9А-29.016 умеет работать с внешними модулями по протоколу Modbus RTU. Таким образом, подключив модем к регистратору в качестве внешнего модуля, можно получать информацию от сети датчиков HART. Далее эту информацию можно подвергать обычной обработке: регистрировать, передавать дальше, работать с уставками и т. д. Похожая система была реализована на одном из предприятий нефтехимии Республики Башкортостан, где кроме датчиков с HART использовались простые пассивные датчики с токовым выходом.

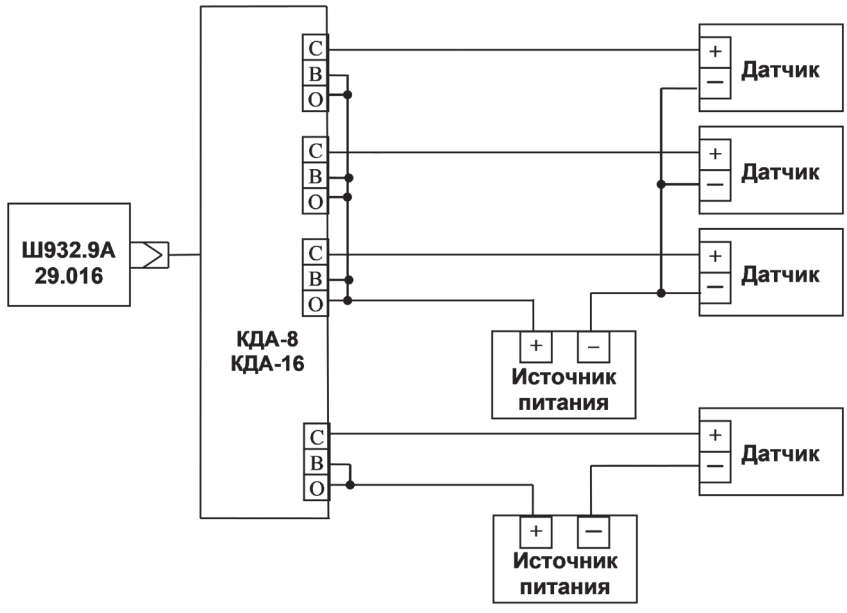


Рис. 2. Подключение не взрывозащищенных пассивных датчиков с токовым выходом с помощью кросс-плат КДА-8, КДА 16

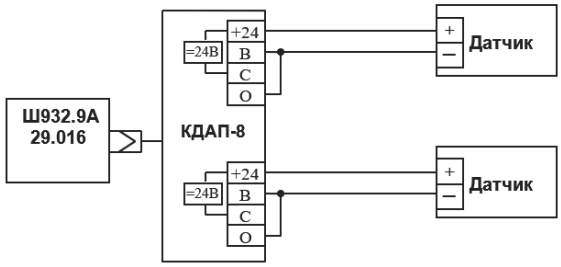


Рис. 3. Подключение не взрывозащищенных пассивных датчиков с токовым выходом с помощью кросс-плат КДА-8П

Еще одним примером применения регистраторов с датчиками с HART-протоколом можно назвать подключение кориолисовых расходомеров фирмы Endress+Hauser к регистраторам Ш932.9А-29.016. На этапе проектирования и установки расходомеров информация по мгновенному расходу от датчиков передавалась аналоговыми сигналами 4–20 мА до устройства связи с объектом (УСО) и далее – в АСУ верхнего уровня. Однако в процессе эксплуатации технологическому персоналу потребовалась передача служебных (дополнительных) параметров от расходомеров, таких как наличие пузырьков газа в измеренной среде, износ частей кориолисового расходомера и других, которые передаются как раз по HART-протоколу. Использование HART-модема с регистраторами Ш932.9А-29.016 позволило отобразить необходимые параметры на экране регистратора в непосредственной близости от расходомеров, настроить пороги срабатывания предупредительной сигнализации и передать значение параметров на верхний уровень АСУ ТП.

Подключение датчиков осуществляется с помощью кросс-плат, которые устанавливаются на DIN-рейку в непосредственной близости от регистратора. HART-модем также монтируется на DIN-рейку рядом с кросс-платой.

К регистраторам Ш932.9А-29.016 могут подключаться разные кросс-платы в зависимости от требований заказчика. Если нужно использовать не взрывозащищенные пассивные датчики с токовым выходом, для которых не нужна гальваническая развязка, то можно запитать их от одного источника питания. Если же гальваническая развязка нужна, то каждый канал необходимо запитать от отдельного источника питания (рис. 2).

Чтобы облегчить заказчикам жизнь, на основе кросс-платы КДА-8 была разработана кросс-плата КДА-8П. На нее были установлены 8 гальванически развязанных источников питания для запитывания 8 пассивных датчиков (рис. 3).

До этого речь шла о подключении не взрывозащищенных пассивных датчиков. Для того чтобы подключить взрывозащищенные датчики, нужно использовать кросс-плату КДАП-8-Ex, а регистратор должен быть искробезопасным.

Если в качестве датчиков используются датчики с HART-протоколом, которые находятся во взрывоопасной зоне, то HART-модем необходимо подключать через барьер искробезопасности. Пример подобного подключения приведен на рис. 4.

Таким образом, регистратор Ш932.9А-29.016 позволяет реализовать возможность подключения HART-сетей (их может быть несколько отдельных), сохраняя при этом всю свою функциональность в качестве видеографического регистратора.

Функциональность приборов все время развивается в зависимости от возникающих задач. Если у заказчика появляется необходимость доработать приборы в части расширения выполняемых функций, специалисты НПФ «Сенсорика» достаточно быстро проводят и внедряют новые решения, а большой опыт работы с разными заказчиками позволяет еще сильнее ускорить этот процесс.

С. В. Якунцев, технический директор,
Е. В. Пеннер, начальник КБ

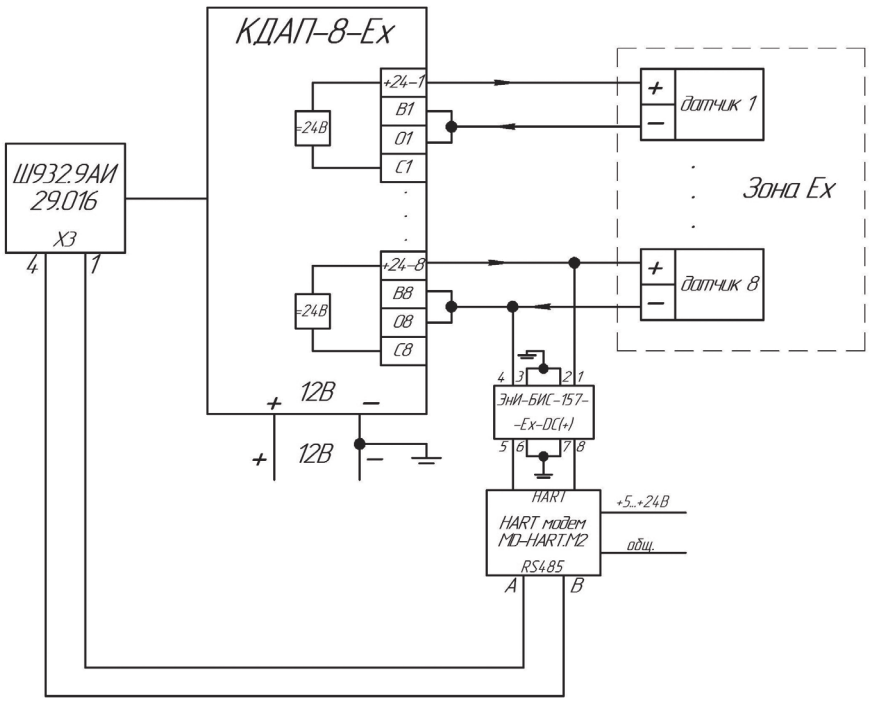


Рис. 4. Пример подключения взрывобезопасного датчика с HART-протоколом

Новые вторичные приборы щитового исполнения

СЕНСОРИКА™

В статье представлены новые вторичные измерительные приборы щитового исполнения серии Ш932, разработанные и серийно изготовляемые НПФ «Сенсорика». Приборы способны заменить изделия зарубежных марок и устаревшее отечественное оборудование.

Научно-производственная фирма (НПФ) «Сенсорика» уже 32 года занимается выпуском оборудования КИПиА. В статье рассматриваются новые вторичные измерительные приборы щитового исполнения серии Ш932, запущенные в производство в 2022–2023 годах. Приборы призваны заменить изделия зарубежных производителей, а также устаревшее отечественное оборудование.

Щитовые вторичные (то есть работающие непосредственно с датчиками или иными источниками сигналов) приборы используются во многих сферах хозяйства: в энергетике, в том числе атомной, в промышленности (металлургии, нефтегазовой и других отраслях), в жилищно-коммунальном хозяйстве, на объектах транспорта, в сельском хозяйстве и т. д.

Вторичные приборы – важный элемент промышленного оборудования, который обеспечивает необходимое качество технологических процессов и безопасность эксплуатации. За последние годы ООО НПФ «Сенсорика» значительно расширило линейку выпускаемых вторичных приборов Ш932 (рис. 1). Кроме давно выпускаемых Ш932.1, Ш932.2, освоены новые типы приборов: Ш932.1Е, Ш932.1У, Ш932.1К2.

Вторичные приборы серии Ш932 предназначены для преобразования датчиковых сигналов различного типа в аналоговый и цифровой сигналы, для индикации измеренных параметров, сигнализации при отклонении измеряемой величины от заданных значений, а также для питания датчиков стабилизированным напряжением постоянного тока. Могут использоваться для регулирования различных технологических процессов.

При разработке новых приборов особое внимание было уделено возможностям замены старых изделий с сохранением монтажа и схем подключения.

Новые вторичные измерительные приборы, входящие в линейку Ш932, являются современными микропроцессорными устройствами и имеют универсальный измерительный вход для работы со следующими типами датчиков/сигналов:

- термопреобразователями сопротивления (ТС) 50 М, 100 М, Cu 50, Cu 100, 50 П, 100 П, Pt 50, Pt 100, 53 М гр. 23, 46 П гр. 21, 100 Н;
- термопарами (ТП) DIN (L), ХК (Т)/DIN, ХА (К), ХК (L), МК (Т), ЖК (Y), НН (N), ВР (А-1), ВР (А-2, А-3), ПР (В), ПП (S, R), ПП (R);
- сигналами постоянного тока (I) 0...5 мА, –5...5 мА, 0...20 мА, –20...20 мА, 4...20 мА;
- сигналами напряжения постоянного тока (U) 0...75 мА, 0...100 мВ, –75...75 мВ, 0...200 мВ, –200...200 мВ, 0...1 В, –1...1 В, –10...10 мВ, –20...20 мВ, –100...100 мВ, –400...400 мВ, –800...800 мВ, 0...10 В, –10...10 В, 2...10 В;
- сигналами активного сопротивления (R) 0...1000 Ом, 0...2000 Ом, 0...4000 Ом.

Другие преимущества:

- высокая точность (класс точности 0,1);
- возможность перепрограммирования (с передней панели или дистанционно по цифровым интерфейсам) типа датчика/сигнала и диапазона измерения;
- наглядная интерфейсная панель: кроме светодиодной цифровой индикации есть аналоговая светодиодная индикация в виде линейной или круговой шкалы; цвет индикации можно выбрать;
- сменные шкалы с обозначением физических величин и диапазона



а *б*

Рис. 1. Примеры вторичных измерительных приборов серии Ш932: *а* – Ш932.1; *б* – Ш932.2И

измерения; предусмотрена подсветка шкалы;

- различные варианты питания: ~6 В, ~12 В, =24 В, а также 80...270 В постоянного или переменного тока;
- различные варианты выходного аналогового сигнала (с возможностью перепрограммирования) – 0...5, 0...20, 4...20 мА;
- сигнализация по заранее установленным значениям (до 4 уставок);
- до четырех релейных выходов;
- цифровой интерфейс RS-485, протокол Modbus RTU;
- встроенный источник питания датчика (для работы с датчиком по «токовой петле»).

Приборы серии Ш932 относятся:

- по устойчивости к механическим воздействиям при эксплуатации – к группе исполнения М6 по ГОСТ 17516.1-90;
- по устойчивости к электромагнитным помехам в соответствии с ГОСТ 32137-2013 – к группам исполнения III или IV (для приборов в атомном исполнении), критерий качества функционирования А;
- к I категории сейсмостойкости по НП-031-01 и к группе исполнения 3 по РД 258 18-87;
- в соответствии с ГОСТ 15150-69 – к климатическому исполнению УХЛ5.1 (для температуры окружающего воздуха от –10 до +55 °С).

Вторичные измерительные приборы серии Ш932 выпускаются в стальных штампованных корпусах, отличаются высокой механической прочностью и надежностью, срок их службы достигает 30 лет. Со стороны лицевой панели имеют степень защиты от пыли и влаги IP54, остальной корпус – IP40. Кроме того, в соответствии с требованиями ГОСТ 25 804.3-83 приборы выдерживают воздействие 9-балльного землетрясения по шкале MSK-64.

Вторичные измерительные приборы серии Ш932 сертифицированы в качестве средства измерения (СИ) и включены в государственные реестры СИ России, Казахстана и Беларуси. Имеют декларацию о соответствии требованиям ТР ТС 004/2011 «О безопасности низковольтного оборудования» и ТР ТС 020/2011 «Электромагнитная совместимость технических средств».

В течение 2023 года в серийное производство были запущены модели Ш932.1Е, Ш932.91У и Ш932.1К2. Остановимся на них более подробно.

Универсальные приборы Ш932.1Е

Предназначены для измерения и регулирования технологических процессов в различных отраслях промышленности, в том числе атомной. Имеют стальной штампованный корпус с размерами евростандарта: 96 × 48 × × 143 мм (рис. 2).

Выпускаются в нескольких модификациях с одинаковыми техническими характеристиками и разным интерфейсом. **Ш932.1Е1** имеет четырехразрядный цифровой индикатор (8 мм), дискретно-аналоговую линейную шкалу и вертикальную ориентацию лицевой панели. **Ш932.1Е2** имеет четырехразрядный цифровой индикатор (20 мм), дискретно-аналоговую линейную шкалу и горизонтальную ориентацию лицевой панели. **Ш932.1Е3** снабжен пятиразрядным цифровым индикатором (10 мм) и дискретно-аналоговой линейной шкалой, ориентация лицевой панели горизонтальная.

Исполнения: общепромышленное, атомное (повышенной надежности).

Одноканальные узкопрофильные приборы Ш932.1У

Предназначены для измерения силы и напряжения постоянного тока (модификация АВ) и температуры (модификация Т), а также для сигнализации об отключении измеряемой величины от заданных значений. Могут использоваться в системах контроля и регулирования технологических процессов.

Выпускаются в двух модификациях (АВ и Т) и в нескольких конструктивных исполнениях (каждая модификация), которые различаются органами индикации и габаритными размерами (рис. 4):

- **Ш932.1У1** имеет цифровой индикатор и дискретно-аналоговую линейную шкалу, горизонтальную или вертикальную ориентацию лицевой панели; габариты по корпусу – 130 × × 30 × 97 мм;
- **Ш932.1У2** снабжен цифровым индикатором и дискретно-аналоговой



Рис. 2. Универсальные вторичные измерительные приборы Ш932.1Е

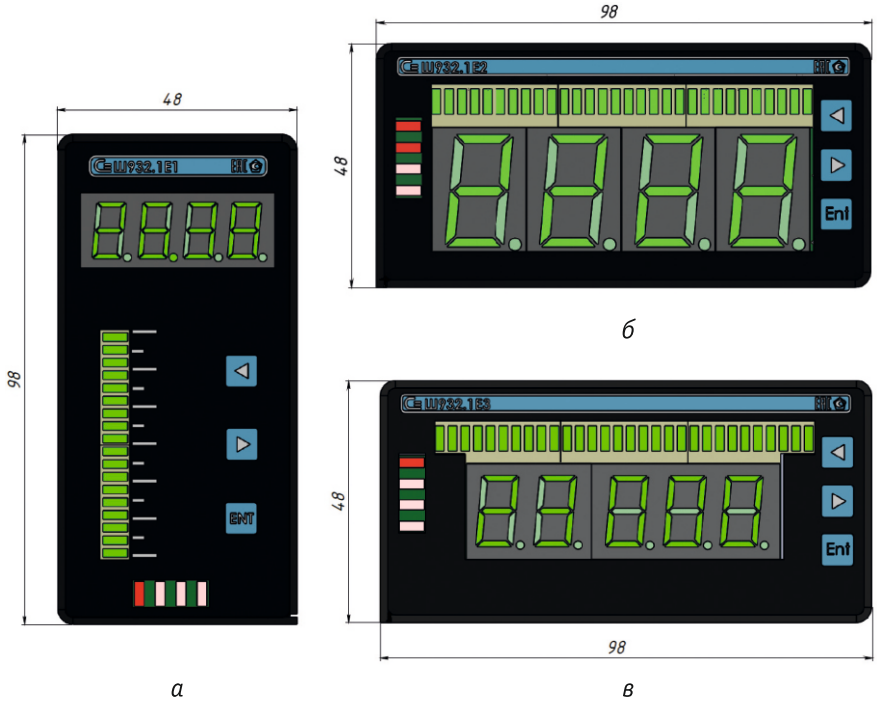
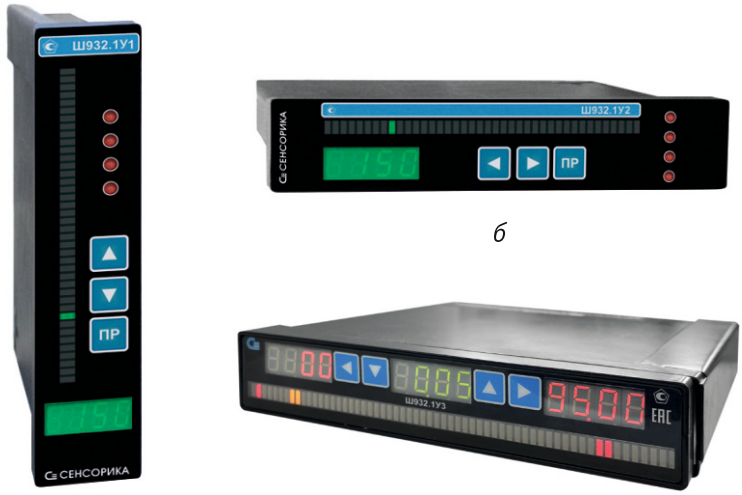


Рис. 3. Варианты лицевой панели: *а* – Ш932.1Е1, *б* – Ш932.1Е2; *в* – Ш932.1Е3



а *б* *в*

Рис. 4. Узкопрофильные вторичные приборы Ш932.1У разных конструктивных исполнений: *а* – Ш932.1У1; *б* – Ш932.1У2; *в* – Ш932.1У3

линейной шкалой. Горизонтальная ориентация лицевой панели, габариты по корпусу – 150 × 28 × 173 мм;

- **Ш932.1У3** имеет один основной и два дополнительных цифровых индикатора (значения уставок), дискретно-аналоговую линейную шкалу. Горизонтальная ориентация лицевой панели, габариты по корпусу – 156 × × 28 × 173 мм.

Исполнения: общепромышленное, атомное (повышенной надежности).

Одноканальные круглошкальные приборы Ш932.1К2

Предназначены для измерения, сигнализации и автоматического регулирования (рис. 5). Могут использоваться в системах контроля и автоматического регулирования технологических процессов в различных областях промышленности, а также в системах защиты технологического оборудования АЭС.

Выпускаются в двух модификациях: для измерения силы и напряжения постоянного тока (амперовольтметр – АВ) и для работы с датчиками температуры (измеритель температуры – Т).



Рис. 5. Одноканальный круглошкальный прибор Ш932.1К2

Индикация реализована в виде цифрового четырехразрядного светодиодного индикатора и круговой дискретно-аналоговой шкалы шириной 5 или 10 мм.

Сменные шкалы (с подсветкой) могут поставляться со значениями диапазона измерения и наименованием измеряемой величины.

Габариты:

- лицевая панель – 100 × 100 мм;
- корпус – 78 × 90 мм;
- вырез в щите – 92 × 92 мм.

Исполнения: общепромышленное, атомное (повышенной надежности).

Основные параметры щитовых вторичных приборов приведены в табл. 1.

Таблица 1. Основные характеристики новых щитовых вторичных измерительных приборов Ш932

Характеристика	Реализация в приборах				
	Ш932.1	Ш932.2	Ш932.1Е	Ш932.1У	Ш932.1К2
Количество универсальных измерительных входов	1	2	1		
Подключаемые датчики/сигналы	ТС, ТП, U, I			ТС, ТП	ТС, ТП, U, I
Пределы основной приведенной погрешности, %	0,1				
Межповерочный интервал, лет	2				
Количество уставок на канал	4			2	4
Количество реле сигнализации	4			2	4
Максимально коммутируемый ток реле сигнализатора	~2,0 А (250 В), =2,0 А (30 В)				
Аналоговый выходной сигнал, мА	0…5, 0…20, 4…20				
Встроенный источник питания датчика 24/36 В	-	-	+	-	-
Интерфейсы передачи данных	RS-232 RS-485		RS-485		
Искробезопасная входная цепь	+	+	-	-	-
Напряжение питания	~220 В 50 Гц			~6 В ~12 В =24 В ~220 В	=24 В

Заключение

В декабре 2021 года научно-производственная фирма «Сенсорика» отметила 30-летие. За прошедшее время компания превратилась в одного из основных отечественных производителей КИПиА, изготавливает широкий ассортимент датчиков, измерительных приборов и систем автоматики и контроля. Каждый год коллектив компании выпускает новые разработки, стремясь удовлетворить все запросы заказчиков.

На сайте предприятия представлена подробная информация о датчиках, контрольно-измерительных приборах и системах, производимых НПФ «Сенсорика».

С. В. Якунцев, технический директор,
Е. В. Пеннер, начальник КБ,
НПФ «Сенсорика», г. Екатеринбург,

Встраиваемые измерительные преобразователи температуры серии ИП233

СЕНСОРИКА™

В статье представлены новые измерительные преобразователи температуры серии ИП233, которые НПФ «Сенсорика» разработала иначала производить в 2022 году для применения в собственных датчиках температуры. Вызванная необходимостью работа завершилась удачным выпуском новых компонентов российского производства.

Научно-производственная фирма «Сенсорика» из г. Екатеринбурга – известный российский производитель КИПиА. Существует как самостоятельное предприятие с 1991 года и специализируется на выпуске оборудования для наиболее ответственных отраслей применения: атомной и оборонной промышленности, взрывоопасных производств и т. п. Сегодня компания активно участвует в программе импортозамещения.

В силу своей специализации коллектив НПФ «Сенсорика» всегда очень ответственно относился к вопросам импортонезависимости. При использовании компонентов от зарубежных производителей (полностью без них пока не обойтись) в первую очередь оценивались надежность и стабильность поставок. Решение об их применении принималось после всесторонних испытаний с участием представителей «Росатома» и МО РФ.

Разработка измерительных преобразователей (ИП) общепромышленного назначения для датчиков температуры была выполнена компанией в силу необходимости. Следует отметить, что НПФ «Сенсорика» уже с 2012 года выпускает измерительные преобразователи серии ИП232, но они предназначены для датчиков, устанавливаемых в кораблях ВМФ, и имеют ряд специфических особенностей. Поэтому в собственные общепромышленные датчики температуры (ТД) в компании устанавливали ИП других российских и зарубежных производителей. Эти изделия устраивали специалистов НПФ «Сенсорика» своими характеристиками, стоимостью и сроками поставки. Все изменилось в 2022 году. Зарубежные преобразователи стали недоступны, или резко увеличилась цена и сроки поставок, а у российских производителей ИП начались проблемы с импортными комплектующими. После срыва нескольких контрактов по поставкам датчиков температуры с измерительными преобразователями сторонних производителей в компании было принято решение разработать собственный прибор. Перед разработкой специалисты НПФ «Сенсорика» провели анализ измерительных преобразователей других российских производителей и поняли, что могут сделать не хуже, а по ряду параметров – значительно лучше.

Измерительные преобразователи серии ИП233 разработаны в четырех модификациях и могут заменить как средние по точности и стоимости ИП, так и приборы с высокими точностными характеристиками.

Выпускаются следующие основные модификации:

- **ИП233-М2** (рис. 1*а*) – исполнение с фиксированным типом НСХ термопреобразователя и диапазоном



а *б* *в* *г*

Рис. 1. Модификации измерительных преобразователей серии ИП233: *а* – ИП233-М2; *б* – ИП233-М4; *в* – ИП233-RS; *г* – ИП233-RS-L

измерения (выбирается при заказе), с двухпроводной схемой подключения к термопреобразователю и выходным сигналом постоянного тока 4...20 мА («токовая петля»). Преобразователь имеет габариты 45 × 15 мм, устанавливается в наиболее распространенные клеммные головки термодатчиков, имеет весьма умеренную стоимость и предназначен для массового применения. При этом, хотя разработчики не обеспечили для заказчика возможности перепрограммировать номинальную статическую характеристику (НСХ) и диапазон измерения, на самом деле преобразователи ИП233-М2 являются перепрограммируемыми. То есть перепрограммировать их может компания-изготовитель, обеспечив поставку ИП233-М2 с нужными характеристиками в течение 2–3 дней (фактически со склада);

- **ИП233-М4** (*1б*) – исполнение, в котором предусмотрена возможность для потребителя переконфигурировать тип НСХ и диапазон измерений. Это преобразователь с четырехпроводной схемой подключения к термопреобразователю и выходным сигналом постоянного тока 4...20 мА («токовая петля»). ИП имеет габариты 55 × 15 мм;
- **ИП233-RS** (*1в*) – измерительный преобразователь с возможностью переконфигурирования (потребителем) типа НСХ датчика, четырехпроводной схемой подключения к термопреобразователю и цифровым сигналом по интерфейсу RS-485 (Modbus RTU), без аналогового выходного сигнала. Габариты 70 × 25 мм;
- **ИП233-RS-L** (*1г*) – исполнение с возможностью переконфигурирования (потребителем) типа НСХ, с четырехпроводной схемой подключения к термопреобразователю и цифровым сигналом по интерфейсу RS-485, без аналогового выходного сигнала. Прибор оснащен цифровым индикатором измеренной температуры.



Рис. 2. Модификация ИП233-RS, вмонтированная в головку

В комплект поставки измерительных преобразователей ИП233-М4, ИП233-RS и ИП233-RS-L входит программа «Конфигуратор» для ПК. Модификации ИП233-RS и ИП233-RS-L могут поставляться уже вмонтированными в головку (рис. 2).

Преобразователи серии ИП233 предназначены для работы с термодатчиками с НСХ: 50П, Pt50, 100П, Pt100, 50М, 100М, ТХА(K), ТХА (K), ТПП (S), ТНН (N). Все модификации имеют возможность учета (паспортизации) НСХ датчика, что позволяет добиться суммарной погрешности измерения на точку менее 0,2 °С (для ТСП).

Преобразователи ИП233 предназначены для эксплуатации в температурном диапазоне от –50 до +70 °С (при заказе возможна реализация расширенного рабочего диапазона температур – от –60 °С). Степень защиты оболочки составляет IP65, при поставке в головках ~~8.~~ до IP6

Кроме того, преобразователи ИП233 могут устанавливаться в выпускаемые фирмой «Сенсорика» первичные преобразователи ТП-9201 и ТХАс (ХК)-2088. Таким образом получается законченное устройство ТПУ-9201 (рис. 3). Производится несколько исполнений ТПУ-9201: общепромышленное, атомное (с классами 2, 3, 4 и приемкой ВО «Безопасность» или ЗАЭС), взрывозащищенное Ex «искробезопасная электрическая цепь» и Exd «взрывонепроницаемая оболочка», что подтверждено сертификатом соответствия ТР ТС 012/2011.

Специалисты НПФ «Сенсорика» прилагают огромные усилия для расширения номенклатуры выпускаемой продукции, при создании которой должны учитываться не только текущие потребности заказчиков, но и те, которые могут возникнуть в перспективе. Свое новое оборудование компания демонстрирует на отраслевых выставках. Только в 2023 году новинки фирмы были представлены на выставке «Нефть. Газ. Технологии», которая прошла в мае в г. Уфе, на XIII международной промышленной выставка «Иннопром» в г. Екатеринбурге и на международном форуме «Армия» в подмосковной Кубинке.



Рис. 3. Термопреобразователи универсальные ТПУ-9201 в разных исполнениях

НПФ «Сенсорика», г. Екатеринбург,
тел.: +7 (343) 272-9280,
e-mail: mail@sensorika.ru,
сайт: www.sensorika.ru

От регистраторов к программируемым контроллерам. Выпускаемые модели и опыт применения видеографических регистраторов НПФ «Сенсорика»

В статье приведены основные характеристики видеографических регистраторов серии Ш932.9А, а также примеры построения различных систем автоматизации на их базе. Показаны преимущества данного решения.

Слово «регистратор» первоначально означало должностное лицо, составляющее список, или реестр (registrum – *лат.*), событий, имен и других данных. Когда появились приборы-регистраторы, их задача тоже состояла в фиксации (записывании) данных, но никак не в измерении или анализе. В свое время в промышленности были широко распространены различные регистраторы, сохранявшие значения, которые на них передавали измерительные приборы, и служившие только для этой цели. Позже были разработаны устройства, совмещающие функции измерения и регистрации, – логгеры. А в 1990-х годах стали появляться приборы, которые вначале называли безбумажными регистраторами (по основной функции), а затем – видеографическими регистраторами (по типу индикатора). Их особенностью является конструктивное объединение в одном корпусе достаточно мощного процессора с энергонезависимой памятью, графической панели отображения и встроенных блоков (модулей) ввода/вывода. Это дало основание некоторым производителям называть подобные устройства программируемыми контроллерами, хотя между этими двумя типами оборудования и есть разница. Ниже мы ее покажем, как и то, что в некоторых проектах автоматизации регистраторы предпочтительней контроллеров.

Видеографические регистраторы (будем придерживаться традиционного названия) оказались очень удобны на практике при построении локальных систем автоматизации. В отличие от традиционных АСУ ТП с их отдельными модулями ввода/вывода и свободно программируемыми контроллерами (ПЛК), адаптация видеографического регистратора под конкретную задачу не требует специальных знаний и выполняется совсем недолго – максимум за 10–15 минут, в то время как для создания классической АСУ ТП на базе ПЛК требуется многочасовая работа квалифицированного программиста. Преимущество использования видеографических регистраторов для построения АСУ ТП оценили специалисты КИП в различных отраслях промышленности.

Среди отечественных производителей видеографических регистраторов особое место занимает научно-производственная фирма (НПФ) «Сенсорика» (г. Екатеринбург). За 15 лет выпуска таких приборов на предприятии накоплен огромный опыт по их разработке и эксплуатации. Регистраторы выпускаются с классами точности 0,1 или 0,25 (в соответствии с заказом). У всех регистраторов серии Ш932 имеются универсальные измерительные входы с индивидуальной гальванической развязкой, которые конфигурируются индивидуально. Кроме того, регистраторы могут иметь входы для приема частотных, импульсных и цифровых сигналов. Информация отображается в виде графиков, гистограмм, таблиц. Пользователь имеет возможность самостоятельно разрабатывать и использовать мнемосхемы. Приборы обеспечивают регистрацию (архивирование) результатов измерения, формируя архивы во внутренней энергонезависимой памяти. В большинстве моделей также имеется транспортный USB-накопитель, который используется для оперативного переноса информации в ПК, и это помимо передачи информации по интерфейсам RS-232 / RS-485, Ethernet и др. Кроме физических каналов, результаты которых получаются путем измерения, в приборах есть математические каналы. Также регистраторы оснащены встроенными релейными и аналоговыми выходными каналами, которые



а *б* *в*

Рис. 1. Конструктивное исполнение видеографического регистратора Ш932.9А-29.010 …Дискограф»: *а* – 29.010/3 (в габаритах КП1); *б* – 29.010/2 (в габаритах КСМ, КСП); *в* – 29.010/1 (в габаритах ДИСК 250)

можно использовать для сигнализации и управления (регулирования).

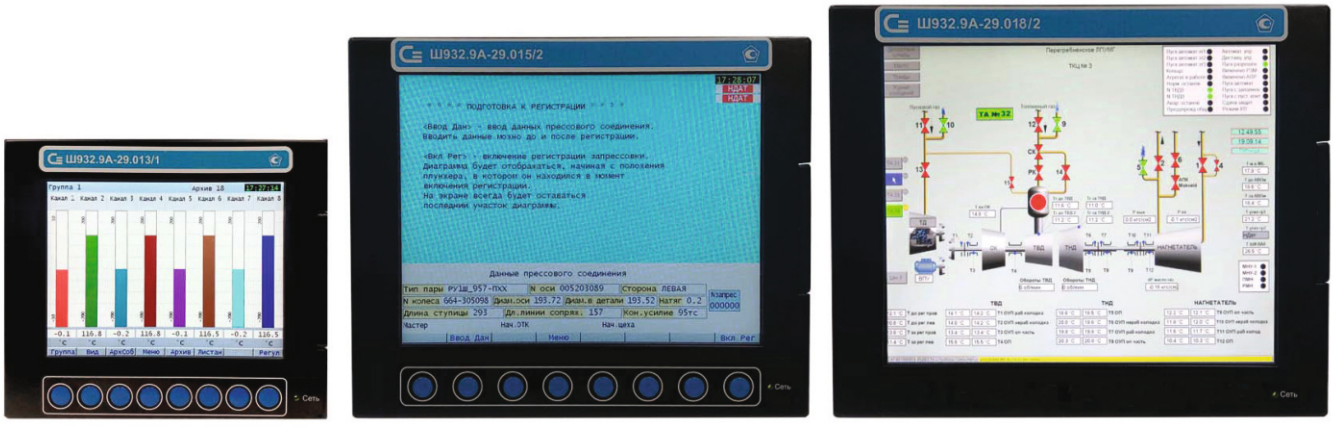
Видеографические регистраторы НПФ «Сенсорика» серии Ш932.9А (рис. 1, 2) обеспечивают ПИД-регулирование, в том числе каскадное и программное (30 программ по 100 шагов каждая). В комплект поставки входит прикладное ПО: программа-конфигуратор, OPC-сервер, менеджер архива и др.

С точки зрения области применения эти регистраторы производятся в следующих исполнениях:

- общепромышленном;
- взрывобезопасном (с искробезопасными входами);
- для применения в атомной промышленности (с приемкой специализированными предприятиями Росатома);
- для систем ПАЗ (с дополнительной наработкой на заводе-изготовителе).

Если говорить о функциональных возможностях серии Ш932.9А, то можно выделить следующие основные модели:

- одноканальные Ш932.9А-29.010 «Дискограф» с монохромным дисплеем 3,2 дюйма, цифровой и аналоговой (барграфической) индикацией. Выпускаются в трех конструктивных исполнениях: в габаритах механических регистраторов ДИСК 250, КСП/КСМ, КП1. Дополнительно имеют режим измерения температуры расплавов металла;
- малоканальные Ш932.9А-29.015 имеют от 1 до 6 измерительных каналов, цветной дисплей размером 6,5 или 10,4 дюйма;
- многоканальные регистраторы Ш932.9А-29.013, Ш932.9А-29.016 имеют модульную структуру, позволяющую менять конфигурацию прибора в процессе эксплуатации (от двух до четырех сменных блоков ввода/вывода, соответственно 32 или 48 измерительных каналов), цветные дисплеи размером 6,5 или 10,4 дюйма, возможность подключения внешних модулей, приборов и датчиков по RS-485;
- регистраторы Ш932.9А-29.018 с сенсорными дисплеями 10,4 или 15 дюймов имеют 24 измерительных канала, отличаются повышенным быстродействием за счет параллельной обработки информации по измерительным каналам [1];
- регистраторы Ш932.9А-29.019 с обычным или сенсорным дисплеем размером 10,4 дюйма имеют до



а *б* *в*

Рис. 2. Внешний вид видеографических регистраторов с цветными дисплеями: а – Ш932.9А-29.013/1 (дисплей 6,5 дюйма); б – Ш932.9А-29.015/2 (дисплей 10,4 дюйма); в – Ш932.9А-29.018/2 (дисплей 15 дюймов)

16 измерительных каналов. Обладают уменьшенной монтажной глубиной, что облегчает их монтаж в шкафах (щитах) с малой глубиной;

- распределенная система на базе регистратора Ш932.9А-29.016/1 и модулей ввода/вывода серии Ш932, установленных на DIN-рейку, обеспечивает до 64 каналов измерения.

Указанные конструктивные и функциональные возможности позволяют автоматизировать с помощью регистраторов серии Ш932.9А самые разные технологические процессы, в чем к настоящему времени накоплен большой опыт [2, 3]. На базе данных регистраторов компания выпускает широкую линейку шкафов управления и контроля. Перечислим некоторые из решений.

Универсальные измерительные комплексы КИ-У предназначены для измерения и контроля параметров технологического процесса (уровня, разности уровня, температуры, давления и др.), а также сигнализации, противоаварийной защиты, регистрации и хранения данных измерения. Состоят из первичных измерительных преобразователей и шкафа управления, контроля и сигнализации (УКС) на базе видеографического регистратора Ш932.9А-29.016. Комплексы КИ-У сертифицированы в качестве СИ.

Система управления городской водоподготовки спроектирована для контроля и управления процессом доочистки воды городского водопровода. Обеспечивает управление оборудованием насосной станции и станции повторного использования воды, в том числе автоматическое поддержание заданного давления воды (с учетом интенсивности водопотребления в течение суток) и дозирования реагентов для очистки воды. Реализована на базе видеографического регистратора Ш932.9А-29.016 [4].

Шкаф управления кольцевой печью ШУ-КП с видеографическим регистратором серии Ш932.9А обеспечивает управление работой кольцевой многозонной печи, которая используется для нагрева трубных заготовок. В каждой зоне печи система осуществляет контроль расхода и давления газа, воздуха, температуры, а также общих параметров печи. Управление выполняется в виде многоконтурного ПИД-регулирования, технологические параметры регистрируются и отображаются на дисплее прибора в виде окон мнемосхем. В комплект поставки входит АРМ оператора-технолога [5].

Комплект аппаратуры для контроля качества запрессовки железнодорожных колесных пар реализован на базе видеографического регистратора Ш932.9А-29.015/2 со специализированным ПО. Регистратор поставляется смонтированным в шкаф (настенного или напольного исполнения) в комплекте с датчиками давления и линейных перемещений, которые монтируются непосредственно на прессе. Диаграмма запрессовки в реальном масштабе времени отображается на дисплее и сохраняется в памяти прибора. Поставляемое в комплекте с прибором ПО позволяет провести анализ качества запрессовки, рассчитать величину усилия запрессовки и длину сопряжения, а также сохранить и распечатать диаграмму запрессовки в соответствии с нормативными документами РЖД [6].

Шкаф контроля параметров электродвигателя ШК-ЭНС разработан для контроля температуры и виброперемещения элементов конструк-

Таблица 1. Сравнительные характеристики видеографических регистраторов серии Ш932.9А

Характеристики	Реализация в приборах									
	29.015/1	29.015/2	29.018/1	29/018/2	29.019/1	29.019/2	29.013/1	29.016/С1	29.016	29.016/1
Размер дисплея, дюймов	6,5	10,4	10,4	15	10,4	10,4	6,5	10,4	10,4	10,4
Количество слотов для сменных блоков ввода/вывода	-	-	6/4	6/4	-	-	3	2	4	-
Количество универсальных аналоговых входов (макс.)	6	6	24/16	24/16	16	16	32	16	48	64
Количество дискретных/ импульсных входов (макс.)	6	6	24/16	24/16	8	8	32	16	64	64
Количество частотных входов (макс.)	-	-	-	-	-	-	8	4	16	-
Количество релейных выходов 0,1 А 250 В (макс.)	16	16	96/64	96/64	16	16	32	32	64	64
Количество релейных выходов 2 А 250 В (макс.)	4	4	16	16	16	16	4	4	12	-
Количество аналоговых выходов (макс.)	4	4	24/16	24/16	4	4	8	8	12	-
Операционная система	DOS	DOS	LINUX	LINUX	DOS	DOS	DOS	DOS	DOS	DOS
Количество математических каналов	32	32	64	64	64	48	64	64	64	64
Расположение клемм для внешних подключений: • на задней стенке прибора • на кросс-платах (DIN-рейка)	 + –	 + –	 + –	 + –	 + –	 + –	 – +	 – +	 – +	 – +
Габаритные размеры, не более: • лицевой панели, мм • монтажного окна, мм • глубина монтажа, мм	 183 × 160 138 × 138 273	 268 × 222 138 × 138 273	 265 × 210 138 × 164/138 150	 355 × 280 138 × 164/138 150	 255 × 205 138 × 138 146	 255 × 215 138 × 138 146	 138 × 160 138 × 140 273	 268 × 222 138 × 140 273	 268 × 222 162 × 138 273	 268 × 222 162 × 138 131

ции электродвигателя, температуры охлаждающего воздуха, уровня масла, виброскорости, частоты вращения вала. Выполнен на базе видеографического регистратора Ш932.9А-29.016 в виде шкафа напольного исполнения с габаритными размерами 600 × 800 × × 400 мм и степенью защиты IP54. В шкафу установлены системы вентиляции, охлаждения и обогрева, рабочий температурный диапазон составляет –30...+50 °С. Шкафы ШК-ЭНС используются на водонасосных станциях каналов имени Москвы, Иртыш – Караганда, Волга – Дон и др.

Система управления объектами ЛПУ предназначена для контроля и управления всем комплексом оборудования ЛПУ магистрального газопровода, в том числе его вспомогательными системами (водоснабжение, канализация и т. п.). Представляет собой распределительную многоуровневую систему, средний уровень которой построен на базе видеографических регистраторов серии Ш932.9А. Верхний уровень системы реализован на ПК с программой верхнего уровня, созданной с помощью MasterSCADA [7].

Взрывобезопасные системы контроля и управления. Практически все модели видеографических регистраторов серии Ш932.9А имеют взрывобезопасное исполнение (маркировка Exia и Exib). На приборы получен сертификат соответствия ТР ТС 012/2011 «О безопасности оборудования для работы во взрывоопасных средах». Это позволило разработать ряд систем для газоперерабатывающих и нефтехимических предприятий [8], в том числе:

- системы контроля, противоаварийной защиты и сигнализации воздушных и азотных компрессоров, которые эксплуатируются на ОАО «Невинномысский Азот» и других химических предприятиях;
- управление установками подготовки и переработки газового конденсата на предприятиях ООО «Газпром переработка»;
- системы управления узлами дозировки присадки МТБЭ при изготовлении бензина на нефтеперерабатывающем заводе (НПЗ);
- системы автоматизации НПЗ.

На Стрежевском НПЗ на базе видеографических регистраторов серии Ш932.9А построены системы автоматизации для выполнения следующих задач: управления узлами дозировки присадок в бензин; сбора и регистрации информации от массомеров узлов учета; контроля температуры подшипников насосных агрегатов; регистрации уровня загазованности; управления работой вентиляторов АВО ВОЦ.

Из сказанного можно сделать два основных вывода:

- широкая номенклатура выпускаемых НПФ «Сенсорика» видеографических регистраторов позволяет заказчикам выбирать оптимальную модель для своих задач;
- с применением видеографических регистраторов серии Ш932.9А создаются и успешно эксплуатируются АСУ ТП в различных отраслях промышленности.

В заключение добавим, что регистраторы НПФ «Сенсорика» серии Ш932.9А сертифицированы в качестве средств измерения (СИ) и внесены в госреестры СИ России, Казахстана и Беларуси. Имеют сертификаты соответствия ТР ТС 012/2011 «О безопасности оборудования для работы во взрывоопасных средах», ТР ТС 004/2011 «О безопасности низковольтного оборудования», ТР ТС 20/2011 «Электромагнитная совместимость технических средств», свидетельство об аттестации ПО.

Литература

1. *Кутрубас В.А.* Новые видеографические регистраторы НПФ «Сенсорика» // Оборудование. Разработки. Технологии. 2017. № 4.
2. *Пеннер Е. В., Тынкачев А. Р., Якунцев С. В.* Опыт применения видеографических регистраторов серии Ш932.9А // ИСУП. 2021. № 2.
3. *Кутуков К. И.* Опыт практического использования видеографических регистраторов Ш932.9А в системах управления различных промышленных объектов // Автоматизация и IT в энергетике. 2015. № 11.
4. Автоматика должна быть экономной. Система контроля и управления процессом доочистки водопроводной воды // ТехСовет. 2016. № 8.
5. *Верендеев А.С, Кутуков К. И.* Применение видеографических регистраторов Ш932.9А для программного регулирования технологических процессов // ИСУП. 2011. № 2.
6. *Кутуков К. И.* Контроль качества запрессовки – основа безопасности // Вагоны и вагонное хозяйство. 2019. № 2.
7. *Кутуков К. И., Сычева В. Е.* Интеграция видеографических регистраторов Ш932.9А в различные АСУ ТП // Автоматизация в промышленности. 2013. № 6.
8. *Бухнер А. В., Прошин П. В.* Применение видеографических регистраторов Ш932.9А-29.016 для управления локальными объектами // Автоматизация и IT в энергетике. 2013. № 4.

С. В. Якунцев, генеральный директор,
А. В. Бухнер, начальник отдела маркетинга,
ООО НПФ «Сенсорика», г. Екатеринбург,

Высоконадежный сигнализатор уровня агрессивных радиоактивных сред

В статье приведены принцип действия, устройство и основные технические характеристики новой усовершенствованной модификации сигнализатора уровня РСУ.

ООО НПФ «Сенсорика», г. Екатеринбург

НПФ «Сенсорика» (г. Екатеринбург) уже на протяжении ряда лет производит регулятор-сигнализатор РСУ-1 (рис. 1). По принципу действия сигнализатор относится к кондуктивному типу, он основан на преобразовании изменения электрического сопротивления контролируемой жидкости между электродом датчика и стенкой резервуара в релейный электрический сигнал.

Комплект сигнализатора состоит из датчика ДУЭ (или аналогичного) и вторичного прибора (регулятор-сигнализатор РСУ-1).

Датчик конструктивно выполнен в нескольких вариантах, различающихся материалами изготовления, габаритами, присоединительными размерами. Его основной частью является электрод, предназначенный для контроля за наличием жидкости на заданном уровне. Через разъем датчик подключается с помощью линии связи к сигнализатору РСУ-1. Монтажная длина датчика составляет от 130 до 10000 мм, материал – нержавеющая сталь 12Х18Н10Т или титан ВТ1-0.

Регулятор-сигнализатор представляет собой прибор щитового исполнения, на передней панели которого (рис. 1, 2) расположены индикаторы световой сигнализации уровня, неисправности прибора и обрыва линии связи между сигнализатором и датчиком (в случае отсутствия контроля состояния линии связи вместо этого светодиода имеется светодиод, индуцирующий наличие питания на приборе). На задней панели размещены разъемы для подключения датчика, напряжения питания и выдачи электрических (релейных) сигналов об уровне, неисправности или обрыве линии связи между сигнализатором и датчиком.



Рис. 1. РСУ-1: стандартное исполнение

Установка сигнализатора РСУ-1 на щит осуществляется с помощью прижима, входящего в комплект поставки прибора. Вход прибора (по линии связи с датчиком) защищен встроенным блоком искрозащиты, что обеспечивает уровень взрывозащиты [Exia]IIC. Основная функция РСУ-1 – формировать релейные и световые сигналы в зависимости от нахождения датчика в одной из трех зон: зоне срабатывания, зоне отпускания и промежуточной зоне. Дополнительными задачами являются контроль линии связи с датчиком на обрыв и контроль работоспособности прибора. Наиболее сложная из этих задач – контроль работоспособности прибора, для этого у регулятора-сигнализатора два независимых гальваноразвязанных программно-аппаратных узла, выполняющих разные задачи. Один узел (ведомый) занимается работой с датчиком, он находится за барьером искробезопасности. Его назначение – получать информацию от датчика о проводимости жидкости. Второй узел (ведущий) получает эту информацию, сравнива-

ет ее с границами, выдает релейные и световые сигналы.

Реле «Авария» и светодиод «Авария» доступны для управления обоим узлам. Узлы контролируют друг друга, и если прибор работает правильно, то оба узла переводят реле и светодиод «Авария» в неактивное состояние. В случае одновременного выхода из строя обоих узлов реле и светодиод перейдут в активное состояние «по умолчанию». Единственная неисправность, которая не диагностируется, это выход из строя источника питания. Это сделано потому, что невозможно отличить вышедший из строя прибор с неисправным блоком питания от штатно отключенного прибора. В реальных условиях все выводы реле «Авария» от многих РСУ подключают параллельно к устройству индикации, поэтому штатно отключенные РСУ выдавали бы ложный сигнал аварии.

Узел, работающий с датчиком, функционирует следующим образом. Кондуктометрические датчики должны быть запитаны знакопеременным напряжением (при запитывании постоянным напряжением будет происходить электролиз, электрод датчика начнет растворяться, что приведет к порче датчика и загрязнению контролируемой среды), это знакопеременное напряжение вырабатывается генератором. Затем это напряжение подается на делитель напряжения, верхнее плечо которого – резистор, а нижнее – датчик. В зависимости от сопротивления датчика происходит деление исходного сигнала. Поделенный сигнал выпрямляется, фильтруется и оцифровывается. Полученные данные передаются ведущему узлу.

Еще одной задачей регулятора-сигнализатора является контроль целостности линии связи, то есть отсутствия обрыва. Обрыв линии связи физически неразличим с состоянием «датчик находится в зоне отпускания», или, говоря проще, состоянием «датчик находится в воздухе». Для того чтобы различать эти состояния, в датчик устанавливается кабельная вставка, представляющая собой шунт. Теперь «датчик в воздухе» имеет конечное сопротивление, а «датчик в жидкости» имеет меньшее сопротивление.



Рис. 2. РСУ-1: универсальное исполнение

Изначально регулятор-сигнализатор мог быть выпущен в одном конкретном исполнении, рассчитанном на одну из пяти зон гарантированной сигнализации, а также с функцией контроля обрыва линии связи или без нее. Иными словами, можно было выпустить десять разных исполнений прибора, а наличие двух видов релейных выходов увеличивало количество исполнений до двадцати.

Это очень неудобно как для производителя, так и для потребителей. Поэтому прибор был доработан до универсального исполнения РСУ-1У (рис. 2). С помощью единственной кнопки и шести дополнительных светодиодов прибор настраивается на нужную зону гарантированной сигнализации, а также на работу с контролем обрыва линии связи или без контроля обрыва линии связи. Такое решение позволило снизить число исполнений до двух (с разными реле). Кроме того, одни и те же регуляторы-сигнализаторы РСУ-1У можно использовать для разных жидкостей, что значительно облегчает пусконаладочные работы на АЭС, при которых используются разные жидкости. Благодаря простоте принципа контроля, применяемым высоконадежным электронным компонентам, длительному технологическому прогону и высокой культуре производства сигнализатор демонстрирует высокую надежность в жестких условиях эксплуатации. Датчик сигнализатора может работать с агрессивными и взрывоопасными средами, в условиях высоких температур и сильной радиации.

Другим достоинством регулятора-сигнализатора является возможность разнесения датчика и вторичного прибора на значительное расстояние, что особенно актуально на АЭС, где датчики и вторичные приборы размещены в разных помещениях. Все это обусловило широкое применение сигнализатора РСУ-1 на многих отечественных и зарубежных АЭС. В настоящее время РСУ-1 успешно эксплуатируется на Ленинградской АЭС-2, Ростовской, Кольской, Балаковской, Калининской и Смоленской АЭС.

А. В. Бухнер, начальника отдела сбыта,
Е. В. Пеннер, инженер-конструктор,
С. В. Якунцев, директор,

Контроль качества запрессовки - основа безопасности

К.И. Кутуков,
заместитель начальника КБ НПФ «Сенсорика»

При оформлении новых и капитальном ремонте старых колесных пар обязателен контроль качества холодной прессовой посадки колес на ось, осуществляемый путем регистрации и последующего анализа диаграммы «усилие-путь».

Раньше для регистрации таких диаграмм использовались электромеханические приборы — бумажные самописцы. Традиционно диаграмму запрессовки получали с помощью самопишущего прибора РП160, специально доработанного для построения диаграмм «усилие-путь». Перемещение плунжера гидравлического пресса через тросик передается приводному шкиву и ленте самопишущего прибора. В то же время к аналоговому входу самопишущего прибора подключается датчик давления рабочего цилиндра. Таким образом, при построении диаграммы движение ленты обеспечивается за счет перемещения тросика, а движение стрелки (пера) — за счет измерения усилия (давления).

Данный способ измерения не проходил никакого согласования с Росстандартом, и свидетельство об утверждении типа средств измерений на РП160 давно утратило свою силу. Кроме того, эти приборы устарели как морально, так и физически.

Научно-производственная фирма «Сенсорика» (г. Екатеринбург) выпускает комплект приборов для контроля параметров запрессовки железнодорожных колесных пар, построенных на базе видеографического регистратора серии Ш932.9А и специализированного программного обеспечения (ПО). Регистраторы Ш932.9А (см. таблицу) включены в Госреестр средств измерений России, Казахстана, Белоруссии и Украины. Комплекс удовлетворяет всем требованиям к электронной регистрации диаграмм «усилие-путь», заданным следующими документами:

- ☑ ГОСТ 4835–2013 «Колесные пары железнодорожных вагонов. Технические условия»;
- ☑ ГОСТ 11018–2011 «Колесные пары тягового подвижного состава железных дорог колеи 1520 мм»;
- ☑ РД ВНИИЖТ 27.05.01–2017 «Руководящий документ по ремонту и техническому обслуживанию колесных пар с буксовыми узлами грузовых вагонов магистральных железных дорог колеи 1520 (1524) мм». Утвержден Советом по транспорту государств-участников Содружества в октябре 2015 г.;
- ☑ Инструкция по осмотру, освидетельствованию, ремонту и формированию колесных пар локомотивов и моторвагонного подвижного состава железных дорог колеи 1520 мм. Утверждена ОАО «РЖД» в декабре 2016 г.



Рис. 1. Шкаф с установленным прибором Ш932.9А и клавиатурой

Основные технические характеристики видеографического регистратора серии Ш932.9А

Наименование параметра	Величина параметра	Примечание
Длина диаграммы (длина оси пути)	184,8 мм	
Масштаб по оси пути	От 1:2 до 1:1	Задается пользователем
Участок пути, отображаемый на диаграмме	От 396,6 мм (при масштабе 1:2) до 184,8 мм (масштаб 1:1)	
Климатическое исполнение	Гр. В4 по ГОСТ Р 52931–2008	От +5 до +50 °С при влажности до 80 %
Степень защиты	IP54 по ГОСТ 14256–96	

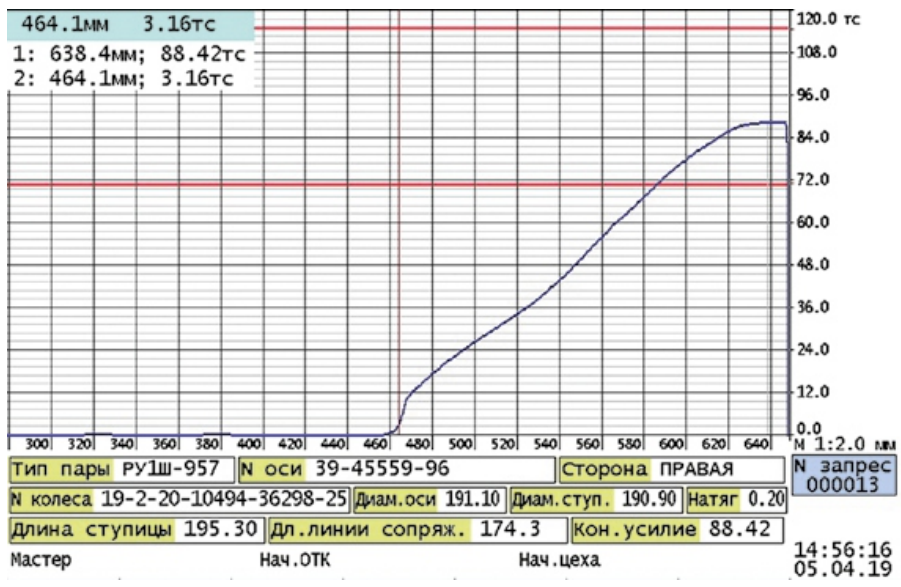


Рис. 2. Отображение на дисплее прибора, получающееся после окончания запрессовки

Регистратор поставляется смонтированным в шкаф напольного или настенного исполнения с установленной компьютерной клавиатурой (рис. 1), подключается к датчикам давления и линейных перемещений, которые монтируются непосредственно на пресс.

Регистратор комплекса обеспечивает:

- отображение на встроенном дисплее диаграммы запрессовки, движущейся в реальном времени;
- ввод данных колесной пары с помощью кнопок на панели управления или с помощью подключаемой к прибору компьютерной клавиатуры. Эти данные отображаются под диаграммой запрессовки, как показано на рис. 2;
- копирование отображаемой на дисплее диаграммы и данных колесной пары на USB-флеш для длительного хранения и распечатки на компьютере.

Отображение дисплея прибора копируется на USB-флеш в виде файла стандартного формата BMP, представляющего собой точную копию изображения на дисплее. Для его сохранения и распечатки на компьютере не требуется никакого специального программного обеспечения. Распечатку можно выполнять на любом черно-белом или цветном принтере на обычную бумагу формата А4 с помощью любой компьютерной программы печати изображений, позволяющей распечатывать изображения в масштабе 1:1. Такими программами являются, например, простые и удобные бесплатные программы Paint или IrfanView.

Регистратор имеет внутреннюю память для хранения последних 99 диаграмм. Это позволяет анализировать и копировать диаграммы на USB-флеш как после каждой запрессовки, так и, например, в конце смены.

В отличие от ранее применявшихся для регистрации электромеханических устройств, видеографический регистратор имеет следующие преимущества:

- не требуется периодического обслуживания (чистка, смазка, регулировка);
- исключена потеря диаграммы из-за неисправностей печатающего устройства;
- обеспечивается гораздо более высокая, чем, например, в РП160, точность диаграммы;
- электронный визир позволяет быстро и точно определять значения усилия и пути в любых точках диаграммы;
- кроме диаграммы «усилие-путь», прибор всегда регистрирует данные для получения графиков «усилие-время» и «путь-время», что бывает полезно для проверки и наладки пресса.

Размеры изображения диаграммы, распечатанной на бумаге формата А4 на черно-белом принтере, равны размеру изображения на дисплее прибора с точностью до разрешающей способности принтера (см. рис. 2). Для обычных офисных принтеров это не более 0,1.



Рис. 3. Пресс ПА-6738 (а) на участке формирования колесных пар (б)

Дополнительное ПО позволяет считывать диаграммы запрессовки по протоколу RS-485 из памяти контроллера в выбранную папку на компьютере верхнего уровня (например, ПЭВМ РМ мастера участка) и затем вводить данные колесных пар на компьютере (в графы снизу диаграммы) после окончания сменного задания по запрессовке, т.е. непосредственно перед запрессовкой каждой пары данные можно не вводить. Начальная диаграмма для ввода данных определяется по номеру запрессовки (графа «№ запрессовки»). После ввода данных можно приступать к распечатке всех диаграмм.

Комплект может поставляться как с датчиками, так и без них (в этом случае заказчик приобретает датчики самостоятельно). Специалисты НПФ «Сенсорика» также осуществляют шеф-монтаж и пусконаладку поставляемого оборудования (рис 3).

Применение приборного комплекта НПФ «Сенсорика» позволяет обеспечить достоверный контроль параметров запрессовки, а также хранение информации о запрессовке на современном технологическом уровне.

ООО НПФ «Сенсорика»

Научно-производственная фирма (НПФ) «Сенсорика» была образована в 1991 году. В настоящее время является одним из отечественных производителей средств автоматизации. В соответствии с поручением военно-промышленной комиссии (ВПК) в 2013–2014 годах на предприятии были освоены образцы термодатчиков, ранее производимых зарубежными предприятиями. Главными приоритетами предприятия является высокое качество выпускаемой продукции и оперативная компетентная реакция на запросы потребителей.

Мнение **Андрея Алексеевича Алесенко**, руководителя направления «Термометрия» НПФ «Сенсорика»

Наверное, главный вопрос, который волнует большинство заказчиков: каковы долговременная воспроизводимость и стабильность параметров, срок службы изделий, гарантийный и межповерочный интервал? Есть ли перспективы к их увеличению?

Для датчиков температуры, как и для любых датчиков, долговременная воспроизводимость и стабильность параметров является основными характеристиками качества. Общеизвестно, что как для термопреобразователей сопротивления (ТС), так и для термоэлектрических преобразователей (ТП) определяющим фактором является наработка датчика при повышенной температуре. Поэтому наши усилия в основном сконцентрированы в этом направлении. Свои исследования мы проводим в тесной кооперации с научными учреждениями (Уральский институт метрологии, Институт физики металла УНЦ и др.) и с производителями материалов для чувствительных элементов датчиков (Каменск-Уральский завод ОЦМ, Верхнепышминский завод ОММ и др.).

Что касается межповерочного интервала, то это вопрос не столько технологический, сколько организационный, здесь основная проблема – доказать. По нашему мнению, существует определенная несправедливость, когда в Госреестр включают без особых проблем средства измерения зарубежных производителей с межповерочным интервалом (МПИ) 8 и даже 12 лет, а отечественным производителям, чтобы доказать 6 лет, надо пройти семь кругов ада. Тем не менее сейчас платиновые ТС у нас имеют МПИ 4 года с перспективой увеличения до 6 лет. Для некоторых специфических термодатчиков (например, тех, которые запрессовывают в обмотку электроизделий) нам удалось сделать МПИ равным сроку эксплуатации всего изделия, то есть 12 лет.

На выпуске каких термопреобразователей и с какими чувствительными элементами специализируется ваше предприятие?

В основном мы ориентируемся на производство оборудования, в том числе и термодатчиков для таких отраслей, как атомная промышленность, военная техника, морские суда и платформы. Каждая из этих отраслей помимо очень высоких требований к надежности предъявляет и ряд специфических требований. В этих отраслях ошибки не признают, и то, что нам удалось в них закрепиться, мы считаем своим большим достижением. Так, только за последний год мы поставили термодатчики (напрямую или в составе оборудования) на такие атомные станции, как Нововоронежская, Ростовская, Белорусская, Танвань (Китай), Бушер (Иран) и др. При поставке термодатчиков для оборонных предприятий нам пришлось решать задачи, связанные с устойчивостью к ударным и вибрационным воздействиям, которые по факту оказались выше приведенных в ТЗ.

Кратко остановимся на технических характеристиках. Какие у ваших изделий диапазон измеряемых температур (°С); устройчивость к внешним вибрационным воздействиям, ускорению, ударным нагрузкам; предел допускаемого отклонения от номинальной статической характеристики преобразования (°С); температура и влажность окружающей среды; показатель тепловой инерции?

Что касается таких параметров, как диапазон измеряемых температур, предел допускаемого отклонения от НСХ, показатель тепловой инерции, то наша производственная программа довольно обширна, и в ней можно найти датчики с любыми требованиями и параметрами. При этом мы готовы рассмотреть любые специфические требования. Мы работаем не только с традиционными ТС и ТП, но и активно экспериментируем с пьезорезонансными термодатчиками на основе кварцевых резонаторов и поверхностных акустических волн (ПАВ). Эти датчики имеют хорошие перспективы, так как обладают очень большой чувствительностью и малой инерционностью.

Сейчас в промышленности наблюдается явный тренд в сторону комплексности решений (когда всё – от одного производителя). Можно ли этот тренд спроецировать на производителей термопреобразователей (ассортимент, защитные гильзы, различная арматура, ПО)?

НПФ «Сенсорика является многопрофильным предприятием. Кроме датчиков температуры мы производим датчики уровня, влажности, вторичные приборы, контроллеры, безбумажные регистраторы, ПО, а также законченные системы. Это накладывает определенный отпечаток и на производимые нами датчики температуры. Так, мы активно продвигаем датчики с цифровыми интерфейсами (серия ПТ-9212). Эти приборы отличаются от традиционных важными преимуществами:

- можно паспортизировать НСХ конкретного ЧЭ, тем самым полностью исключается систематическая погрешность (остается только долговременная нестабильность);

‣ наличие цифровых интерфейсов (RS-485, CAN) значительно упрощает кабельную сеть, так как к одной линии связи можно подсоединить до 256 датчиков;

‣ можно изменять диапазон измерения непосредственно в процессе эксплуатации;

‣ осуществляется непрерывный контроль исправности датчика, диапазон измерения с выдачей служебной информации;

‣ упрощается вторичное оборудование (не требуется АЦП и др.).

Датчики серии ПТ-9212 выпускаются в общепромышленном исполнении, для атомной промышленности, для морских судов (требования Морского регистра) с приемкой «5».

Сегодня у большинства компаний весьма неплохие показатели качества продукции, но вот цена разнится значительно. Есть ли у вас, чем на этом фронте потеснить конкурентов?

Наверное, правильнее говорить о себестоимости. Так вот, себестоимость производства (с учетом всех требований) у отечественных производителей примерно одинакова. Продажная цена – это совсем другое, она зависит от конкретных условий (например, в тендере могут участвовать датчики с разной рентабельностью, при этом некоторые даже с отрицательной).

Представляемое решение

Перепрограммируемые преобразователи температуры серии ПТ-9212 предназначены для измерения и непрерывного преобразования температуры различных рабочих сред (твердых, жидких, газообразных и сыпучих) в аналоговые и цифровые выходные сигналы, в том числе по радиоканалам. Могут применяться в различных отраслях промышленности и энергетики (включая атомную). Используются для измерения температур твердых, жидких, газообразных и сыпучих сред в диапазонах от –50 до +1700 °С с погрешностью от 0,15 до 0,5 %.

В термопреобразователях реализована возможность изменять (перепрограммировать) диапазон измерительных температур непосредственно в процессе эксплуатации по цифровым интерфейсам.

ПТ-9212 выпускаются в следующих исполнениях:

‣ общепромышленном коррозионно-стойком;

‣ повышенной надежности для объектов атомной энергетики (классы безопасности 2, 3, 4);

‣ для морских судов и платформ (типовое одобрение Морского регистра).

В зависимости от модификации термопреобразователи имеют:

‣ разные выходные сигналы и интерфейсы:

- 4–20 мА и RS-232 (только для программирования);
- 4–20 мА HART;
- 4–20 мА;
- RS-485 (Modbus RTU);
- CAN;
- радиоканалы (ZigBee) с аккумуляторным питанием.

‣ конструктивные варианты исполнения:

- термозонд и электронный блок в едином конструктиве (моноблок);
- термозонд и электронный блок в отдельных конструктивах, соединенных кабелем (для исключения перегрева электронного блока при измерении высокотемпературных сред).

‣ конструктивы исполнения корпуса электронного блока:

- из нержавеющей стали;
- из алюминиевого сплава;
- с различными или кабельными вводами;
- разные типы разъемов и кабельных вводов.

‣ разные конструктивные исполнения термозондов. В качестве термозондов применяются термометры сопротивления серий ТП-9201, ТМ-9201 или термопары серий ТХК-2088, ТХА-2088, в качестве электронного блока – измерительные преобразователи серии ИП232.



▲ Термопреобразователь серии ПТ-9212

ПТ-9212 являются вибро- и сейсмоустойчивыми и предназначены для работы при температуре окружающей среды от –10 до +70 °С или от –50 до +70 °С. Для перенастройки диапазонов измерения и калибровки в комплект поставки ПТ-9212 входит программа «Конфигуратор».

При разработке данных изделий особое внимание уделялось точности измерения, расширенному межповерочному интервалу, надежности в условиях эксплуатации, а для варианта с радиоканалом – сроку службы до смены аккумулятора и качеству связи.

ООО НПФ «Сенсорика», г. Екатеринбург
тел.: +7 (343) 365-8220,
e-mail: mail@sensorika.ru,
www.sensorika.ru

В конце 2016 года научно-производственной фирме (НПФ)«Сенсорика» исполнится 25 лет. За это время предприятие превратилось в одного из ведущих отечественных производителей контрольно-измерительных приборов. Об основных этапах развития предприятия и его достижениях мы беседуем с директором НПФ «Сенсорика» Сергеем Васильевичем Якунцевым

ЦИТАТА: Основная проблема, на мой взгляд, – укоренившееся представление о том, что качественная электроника может быть американской, японской, немецкой, французской, в крайнем случае южнокорейской, но никак не российской. И убедить в обратном очень сложно, а ведь мы используем ту же элементную базу и то же оборудование, что и наши зарубежные конкуренты. А что касается отечественной инженерной школы, то она по меньшей мере не хуже зарубежной.

ИСУП: В этом году предприятию «Сенсорика» исполнится 25 лет. Наши поздравления с юбилеем! В чем вы видите основные достижения своей компании?

С. В. Якунцев: Нашим основным достижением я считаю то, что нам удалось сформировать команду высококвалифицированных специалистов и сохранить ее во время всех кризисов. Ядро нашего коллектива составили сотрудники нескольких подразделений крупного оборонного предприятия, основного разработчика систем управления для космической отрасли. Это настоящие профессионалы своего дела с многолетним опытом разработки. Затем к ним присоединились выпускники местных вузов. Кстати, именно эти специалисты, которым сейчас по 35–40 лет, в данный момент составляют основу нашего коллектива.

ИСУП: Наряду с НПФ «Сенсорика» работают и другие российские известные производители КИПиА. В чем специфика и принципиальные отличия вашего предприятия от других компаний?



С. В. Якунцев, директор ООО НПФ «Сенсорика»

С. В. Якунцев: Спецификой нашего предприятия является ориентация на наиболее ответственные отрасли: атомную промышленность, оборонную технику, нефтехимию, на предприятия «Газпрома», из-за чего к тщательности отработки и надежности нашей продукции предъявляются особые требования. При этом необходимо учитывать специфику каждой отрасли (нормативную базу, условия эксплуатации и прочее).

ИСУП: Расскажите более подробно о вашей работе в этих отраслях.

С. В. Якунцев: Очень перспективно развивается наша работа с предприятиями



▲ Пс-1, ТУЭ-1Ц являются современной альтернативой П-1, ТУЭ-48

атомной промышленности. НПФ «Сенсорика» имеет необходимые разрешительные документы (лицензии на разработку и изготовление оборудования для атомной энергетики, разрешение на поставку оборудования 2-го класса безопасности на АЭС «Бушер» в Иране и т. п.), все новые изделия проходят испытания (на ионизирующие воздействия, сейсмостойкость, электромагнитную совместимость, пожарную безопасность и др.) в аккредитованных «Росэнергоатомом» испытательных центрах. В исполнении для атомной энергетики с классами безопасности 2, 3, 4 мы выпускаем датчики температуры, уровня, вторичные приборы, блоки питания, видеографические (безбумажные) регистраторы, контроллеры. За последнее время нашим предприятием было изготовлено оборудование для Белоярской АЭС, Белорусской АЭС, АЭС «Бушер» (Иран), Балтийской АЭС, Ленинградской АЭС, Курской АЭС, Тяньваньской АЭС (Китай) и других атомных электростанций.

Ядро нашего коллектива составили сотрудники нескольких подразделений крупного оборонного предприятия, основного разработчика систем управления для космической отрасли.

С предприятиями оборонного комплекса у нас особые отношения. Ведь мы сами вышли из такого предприятия и никогда не теряли с ним связи.

Мы производим оборудования для многих крупных нефтехимических предприятий России и ближнего зарубежья (можно вспомнить ОАО «Нафтан», Павлодарский НПЗ и другие). Здесь мы делаем упор на взрывозащищенное оборудование, а также на датчики температуры и уровня с фторопластовым покрытием для химически активных сред.

Предприятия «Газпрома» – наши старые традиционные заказчики. Для них мы поставляем датчики, а также приборы и системы мониторинга технологических параметров и аварийной защиты.

С предприятиями оборонного комплекса у нас особые отношения. Ведь мы сами вышли из такого предприятия и никогда не теряли с ним связи.

Нами было успешно выполнено поручение военно-промышленной комиссии при президенте РФ по организации выпуска датчиков и приборной продукции (П-1, ТУЭ-48 и др.), которые представляют собой аналоги устройств, производимых компаниями Украины. Кроме того, мы выпускаем высокотехнологичные перепрограммируемые датчики и сигнализаторы температуры и уровня. Нами разработаны универсальные автоматизированные стенды, которые позволяют проводить контроль сложных электронных устройств за единицы минут. Также по заказам предприятий военно-промышленной комиссии мы осуществляем контрактное производство по документации заказчика. При этом в отличие от других компаний мы обеспечиваем полную технологическую подготовку с использованием автоматизированных средств контроля.

ИСУП: Перечислите основную номенклатуру выпускаемой продукции. Какие новинки появились у вас за последнее время?

С. В. Якунцев: Номенклатура продукции НПФ «Сенсорика» довольна обширна.

Во-первых, это датчики температуры – мы выпускаем более 100 различных исполнений термопреобразователей сопротивления и термопар. За последнее время мы освоили выпуск кабельных термопар, перепрограммируемых термодатчиков, термодатчиков для измерения разности температур.

Во-вторых, это датчики уровня. Мы выпускаем датчики и сигнализаторы уровня поплавкового и емкостного типа. Сейчас заканчиваем отработку вибрационных сигнализаторов уровня сыпучих сред.

Видеографические (безбумажные) регистраторы мы выпускаем уже более 10 лет. За это время было выпущено в общей сложности более 10 тысяч приборов. Наши регистраторы заслуженно пользуются высокой репутацией, они неоднократно отмечались дипломами и наградами (например, «Лучший продукт 2011 года Уральского федерального округа», «Лучшее инновацион-

ное изделие предприятий Екатеринбурга 2013 года»).

В настоящее время мы переходим к выпуску регистраторов третьего поколения (Ш932.9А-29.018 и других). Сохранив все достоинства приборов предыдущего поколения, новые регистраторы получат сенсорные дисплеи, повышенное быстродействие, встроенный веб-сервер и многое другое.

Еще один вид оборудования – барьеры искрозащиты. Мы значительно расширили номенклатуру выпускаемых барьеров серии БИЗ-9712. Они обеспечивают взрывозащищенность (искробезопасность) различных устройств (датчиков, сигнализаторов, исполнительных механизмов), установленных во взрывоопасных зонах. Барьеры позволяют подключать к ним общепромышленное оборудование (не имеющее специальной защиты).

В состав серии входит 7 активных и 6 пассивных (не требующих питания) типов барьеров. Барьеры (как и другое взрывозащищенное оборудование) имеют сертификаты соответствия ТР ТС 012/2011 «О безопасности оборудования для работы во взрывоопасных средах».

Модули ввода/вывода серии Ш932.ВХ предназначены для построения распределенных систем, а также для увеличения каналов ввода/вывода приборов, имеющих интерфейс RS-485 с протоколом Modbus RTU. Модули выполнены в виде компактных интеллектуальных устройств. Настройка, поверка и калибровка модулей осуществляется с помощью программы «Калибратор». В комплект поставки также входит OPC-сервер.

Конструктивно модули выполнены в унифицированных пластмассовых корпусах для монтажа на DIN-рейку.

Из других изделий можно отметить многоканальные измерительные преобразователи Ш932.7, измерители-регистраторы Ш932.9, вторичные приборы Ш932, блоки питания БП-05.

ИСУП: В чем, на ваш взгляд, конкурентоспособность вашей продукции?

С. В. Якунцев: Если говорить о приборах, я бы выделил высокую точность (класс точности 0,1), универсальные выходы, гальваническую межканальную развязку, возможность работы в широком диапазоне питающих напряжений, широкие функциональные возможности, бесплатный пакет прикладных программ (конфигуратор, архив-менеджер, OPC-сервер), которые регулярно обновляются. Особо хочется отметить, что благодаря уникальным схемотехническим решениям наши многоканальные приборы во взрывозащищенном исполнении имеют те же габариты, то же количество каналов и практически ту же цену, что и общепромышленные (удорожание менее чем на 10–15 %). Что касается датчиков, то здесь мы идем навстречу любым запросам заказчиков. Мы готовы изготовить по чертежам или ТЗ заказчика любое количество датчиков. И конечно надежность (это относится ко всем нашим изделиям). Система менеджмента качества (СМК) предприятия сертифицирована на соответствие требованиям ГОСТ Р ИСО 9001:2011 (ISO 9001) и ГОСТ РВ 15.002. По многим изделиям мы увеличили гарантийный срок до 4 лет, а по некоторым – до 10 лет.



▲ Новый видеографический регистратор с сенсорным экраном Ш932.9А (29.018)

Нами разработаны универсальные автоматизированные стенды, которые позволяют проводить контроль сложных электронных устройств за единицы минут.



▲ Барьеры искрозащиты серии БИЗ-9712

ИСУП: Ощущает ли ваше предприятие кризисные явления нашей экономики?

В каждом конкретном случае мы совместно с заказчиком стараемся найти приемлемое решение. В настоящее время многие договора нами заключены на условиях предпоставки с отсрочкой платежа. С предприятиями, попавшими в тяжелое положение, мы идем на рассрочку платежа. И наши заказчики это ценят.

С. В. Якунцев: Те люди, которые заявляют, что не замечают кризиса, по меньшей мере лукавят. Нашими заказчиками являются многие крупнейшие российские предприятия, и, естественно, их состояние прямо отражается на нас. Очень тяжелое положение у отечественных металлургов, есть проблемы у машиностроителей. В каждом конкретном случае мы совместно с заказчиком стараемся найти приемлемое решение. В настоящее время многие договора нами заключены на условиях предпоставки с отсрочкой платежа. С предприятиями, попавшими в тяжелое положение, мы идем на рассрочку платежа. И наши заказчики это ценят. Конечно, нет худа без добра, есть и некоторые положительные моменты. Во-первых, еще больше увеличилась разница в ценах с импортной продукцией. Во-вторых, наконец-то стали ощущаться первые шаги импортозамещения (точнее, импортной безопасности). Я имею в виду возрождение отечественной электронной промышленности. Мы очень рассчитываем на появление отечественных процессоров серии «Байкал».

ИСУП: Какие, на ваш взгляд, основные проблемы сегодня у отечественных производителей КИПиА?

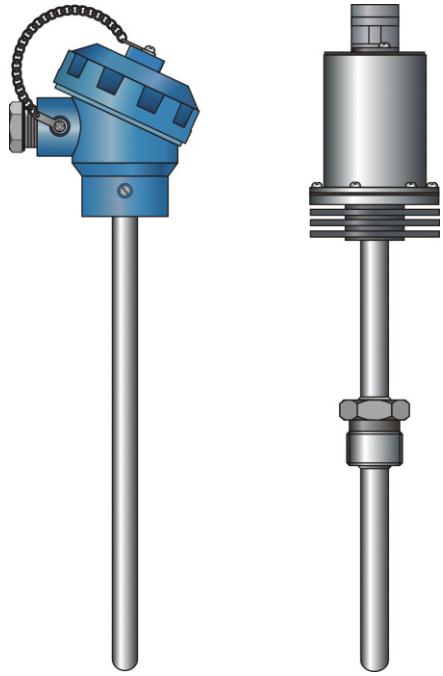
С. В. Якунцев: Основная проблема, на мой взгляд, – укоренившееся представление о том, что качественная электроника может быть американской, японской, немецкой, французской, в крайнем случае южнокорейской, но никак не российской. И убедить в обратном очень сложно, а ведь мы используем ту же элементную базу и то же оборудование, что и наши зарубежные конкуренты. А что касается отечественной инженерной школы, то она по меньшей мере не хуже зарубежной. Ведь до сих пор не слышно о японских, немецких или французских космических системах. Технологический уровень этих стран, в том числе и по созданию приборов и систем управления, видимо, еще не дотягивает до необходимого.

ИСУП: Что бы вы хотели пожелать читателям журнала «ИСУП»?

С. В. Якунцев: От себя и всего коллектива НПФ «Сенсорика» я хотел бы пожелать читателям вашего журнала здоровья, счастья, успехов в работе. Особенно я бы хотел пожелать быть целеустремленными, настойчивыми и упорными в достижении поставленных целей. И тогда даже в наше непростое время у вас все получится.

Датчики и приборы для атомной энергетики. Представляем отечественного производителя

Изготовление оборудования для атомной промышленности накладывает особые требования к тщательности отработки и надежности выпускаемой продукции. При этом необходимо так же учитывать специфику отрасли (отраслевые нормативные документы, условия применения, допускаемая элементная база и т.п.). Всем этим условиям отвечает продукция НПФ «Сенсорика».



Варианты исполнений ТП-9212

НПФ «Сенсорика» имеет многолетний опыт работы с предприятиями атомной промышленности (в т.ч. атомной энергетики). Нашими постоянными заказчиками являются крупнейшие предприятия атомной отрасли. НПФ «Сенсорика» имеет все необходимые разрешительные документы для данной деятельности: лицензии на разработку и изготовление оборудования для атомной промышленности; разрешение на поставку оборудования 2-ого класса безопасности на А...С «Бушер»; лицензия на выполнение работ, связанных с государственной тайной и др.

При разработке оборудования для атомной промышленности учитываются требования РД ...О 1.1.2.01.0713-2013 «Положение об оценке соответствия в форме приемки и испытаний продукции для атомной промышленности», при отработке изделия проходят испытания в аккредитованных Росатомом испытательных центрах (на ионизирующие воздействия, на сейсмостойкость, электромагнитную совместимость, виброустойчивость, пожарную безопасность и др.). В исполнении «для А...С» предприятие выпускает следующую продукцию с классами безопасности 2, 3, 4 по НП-001-97: датчики температуры; датчики и сигнализаторы уровня; блоки (модули) питания датчиков; вторичные приборы; видеографические (безбумажные) регистраторы; многоканальные контроллеры.

Датчики температуры (термометры сопротивлений ТП/ТМ-9201, термопары ТХКс/ТХАс-2088, перепрограммируемые термодатчики ТП-9212) имеют различные конструктивные исполнения (более 100) в зависимости от контролируемой среды, способа установки на объект и др.

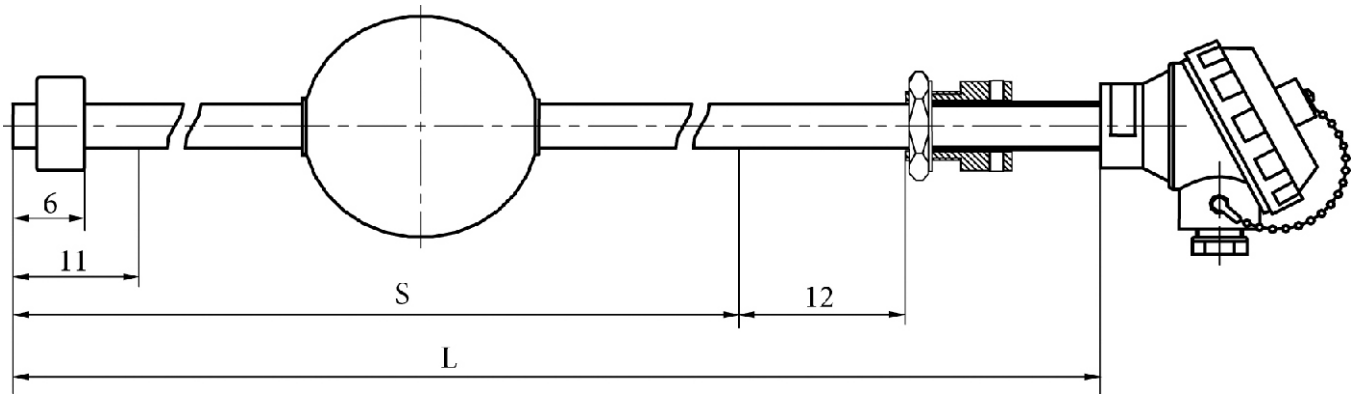
Датчики ТП-9212 выпускаются в конструктивных исполнениях с клеммной головкой с разъемами типа 2РМТ18 или FQ14. Датчики температуры ТП/ТМ-9201 применяются в составе оборудования многих отечественных и зарубежных А...С: Ростовской, Ленинградской, Балтийской, Белорусской, Тяньвань (Китай), Бушер (Иран).

Выпускаются датчики для измерения температуры газообразных и жидких сред, подшипников и масла в них, обмоток электрических машин, поверхностей трубопроводов и др.

В течение последних лет была проведена большая работа по увеличению межповерочного интервала: для ТП-9201 до 4 лет, для исполнения ТП-9212-26 (предназначен для контроля температуры обмоток электродвигателей) изготовитель гарантирует метрологические характеристики на все время эксплуатации.

Освоен выпуск кабельных термопар и термометров сопротивления, перепрограммируемых (интеллектуальных) термодатчиков ТП-9212. Интеллектуальные датчики отличаются от традиционных, следующими особенностями:

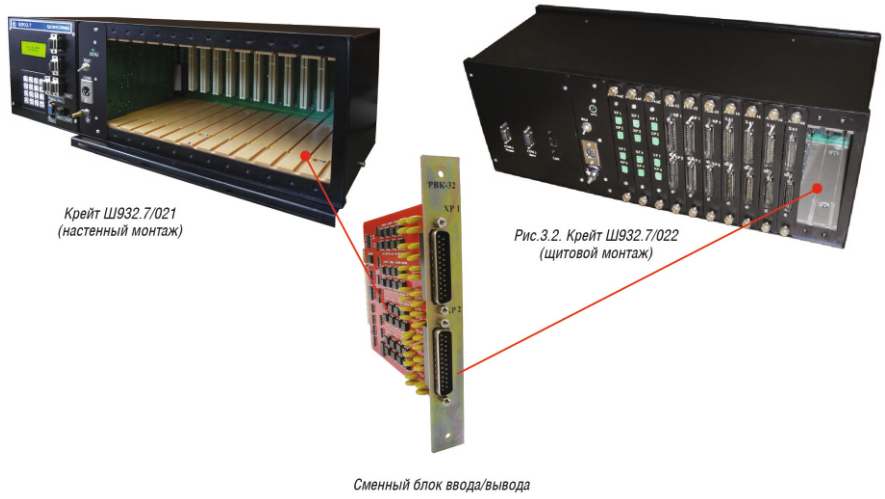
- имеют встроенные электронные преобразователи; аналоговые (4-20 мА, 0-10 В) или (и) цифровые (RS-485, CAN) выходные сигналы, что позволяет подключать их непосредственно к контроллеру;
- при их изготовлении встроенный электронный преобразователь настраивается на характеристику конкретного чувствительного элемента, что значительно улучшает метрологические характеристики датчика в целом;
- непосредственно в процессе эксплуатации датчики могут перестраиваться на нужный диапазон измерения, что так же повышает точность измерения.



Конструкция датчиков/сигнализаторов уровня серии УП-100



Видеографический регистратр Ш932.9А (29.016/С1)



Многоканальный контроллер Ш932.7/02

Датчики и сигнализаторы уровня поплавковые серии УП-100 предназначены для непрерывного измерения уровня жидкости или для сигнализации о достижении контрольных значений уровня. Принцип действия датчиков/сигнализаторов основан на применении герконов, изменяющих свое состояние под воздействием магнитного поля. Простой и надежный принцип действия, реализованный в поплавковых датчиках и сигнализаторах НПФ «Сенсорика», подходит практически для всех жидкостей. Датчики не восприимчивы к изменениям физико-технических состояний среды, диэлектрических свойств, проводимости, образованию пены, пара или пузырей, изменению давления, температуры. Датчики имеют аналоговые (0-20 кОм, 4-20 мА) или цифровые (RS-485) выходные сигналы.

Блоки питания БП05 предназначены для преобразования сетевого напряжения 220 В 50 Гц в стабилизированное напряжение 24 или 36 В. Имеют 2, 4 или 8 канала с гальванической развязкой. Выпускаются в металлических корпусах для утопленного щитового монтажа (БП05-Щ) или в пластмассовых модулях для монтажа на DIN-рейку (БП-04-М).

Многофункциональные вторичные приборы Ш932.1, Ш932.2 могут использоваться в качестве измерительных, индикаторных приборов, сигнализаторов, позиционных регуляторов, нормирующих преобразователей. Выполнены в штампованных стальных корпусах в трех конструктивах: с габаритами передней панели 160х80 мм; узкопрофильные с габаритами 30х170 мм; в габаритах евростандарта 48х96 мм или 96х48 мм. Универсальные входы приборов обеспечивают подключение всех датчиков (сигналов), имеющихся в меню прибора. Выходные сигналы прибора так же могут перенастраиваться.

Видеографические регистраторы серии Ш932.9А выпускаются в нескольких модификациях, имеющих до 48 универсальных аналоговых, до 64 дискретных, до 16 частотных входов; до 64 релейных и до 12 аналоговых выходов; интерфейсы RS-232, RS-485, Ethernet, USB; цветные дисплеи размером 6 или 10 дюймов; энергонезависимую память. Приборы имеют встроенные математические каналы (до 48) и ПИД-регуляторы (до 12). Готовится к выпуску регистратор с сенсорным дисплеем (размеры 10 или 15 дюймов), повышенным быстродействием (время измерения всех каналов менее 0,1 сек), встроенным Web-сервером и Wi-Fi для беспроводного подключения к сети. Регистраторы Ш932.9А широко используются на предприятиях Росатома: У...ХК, ПО «Маяк», БА...С и др.

Многоканальные контроллеры Ш932.7 могут использоваться в качестве УСО, контроллеров ПАЗ, универсальных контроллеров. В отличии от традиционного ПЛК не требуют программирование, т.к. поставляются с готовыми программами. Имеют крейтовую конструкцию для настенного или утопленного щитового монтажа. Имеют до 192 универсальных аналоговых и до 192 дискретных входов, до 384 релейных, и до 96 аналоговых выходов. Высокая надежность данных приборов подтверждена, в частности, многолетней эксплуатацией на БА...С, где на них реализована система температурного контроля контура натриевого теплообменника (более 10 тыс. точек контроля).

Тех Досье

Научно-производственная форма (НПФ) «Сенсорика» была образована в 1991 г. Основными направлениями деятельности являются:

- разработка и производство различных датчиков, контрольно-измерительных приборов и средств автоматизации (КИПиА);
- разработка систем управления технологическими процессами (АСУ ТП);
- разработка и изготовление узлов, блоков и систем радиоэлектронного оборудования.

Спецификой НПФ «Сенсорика» является ориентация на наиболее ответственные сферы применения. Продукция предприятия выпускается в следующих исполнениях: общепромышленном, взрывозащищенном, для атомной энергетики, под требования Морского регистра.

Система менеджмента качества предприятия сертифицированы на соответствие ГОСТ Р ИСО 9001 и ГОСТ РВ 15.002.

Номенклатура выпускаемой продукции: датчики температуры и уровня, вторичные приборы, безбумажные регистраторы, ПИД-регуляторы, нормализаторы сигналов, блоки питания, барьеры искрозащиты, промышленные контроллеры, модули ввода/вывода, панели и шкафы управления.

Автоматика должна быть экономной

система контроля и управления процессом доочистки водопроводной воды

Появление приборов нового типа (видеографических регистраторов) позволяет значительно сократить затраты на создание систем автоматики. Система управления водоподготовки целого города (г. Костомукша, республика Карелия) реализована на базе всего одного прибора – видеографического регистратора Ш932.9А.

В 2015 г. нашим предприятием (НПФ «Сенсорика») была создана и введена в эксплуатацию система контроля и управления процессом доочистки водопроводной воды в г. Костомукша (Карелия).

Система предназначена для контроля и управления оборудованием насосной станции второго под...ема и станции повторного использования воды. Основной целью создания системы является автоматическое поддержание заданного давления воды, передаваемой потребителям, с учетом изменения интенсивности воды в течении суток. Поддержание давления должно осуществляться насосами и соответствующими задвижками с учетом равной наработки оборудования и в зависимости от времени суток т.к. потребление воды городом сильно увеличивается днем и уменьшается ночью.

Другой задачей системы является четкое дозирование реагентов (известковое молоко, аквааурат, гипохлорит) для обеспечения очистки воды. Обязательное условие правильной работы системы – это отображение всех технологических параметров на мнемосхемах, интуитивно понятных оператору.

Обеспечение персонала информацией о текущих и архивных расходах воды делает систему незаменимой для расчетов с потребителем. Контроль уровня в резервуарах позволяет не допускать перелива воды и обеспечить резерв чистой воды в чрезвычайных ситуациях. Так же должно осуществляться архивирование всех технологических параметров и действий оператора с периодом не менее 2 сек с глубиной архива 1 месяц.

Для построения традиционной системы автоматики необходимы (кроме датчиков) программируемый контроллер (ПЛК), панель отображения (или панельный компьютер), модули вводы/вывода, разработка специализированного программного обеспечения (ПО). Отработка такой системы (включая разработку ПО) требует слаженной работы 2÷3 специалистов (системотехника, программиста, приборист) и занимает не менее 3-х недель. Общая стоимость такого оборудования и работ приближается к миллиону рублей. Специалисты НПФ «Сенсорики» пошли другим путем. Вся система была реализована на одном видеографическом регистраторе Ш932.9А-29.016. Регистраторы серии Ш932.9А выпускаются НПФ «Сенсорика» уже более 10 лет и непрерывно совершенствуются. Регистраторы имеют цветной графический дисплей размером 6,5 или 10,4 дюйма, до 48 универсальных аналоговых, до 64 дискретных и до 16 частотных входов; до 64 релейных и 12 аналоговых выходов; энергонезависимую память; цифровые интерфейсы (RS-232, RS-485, Ethernet, USB). Регистратор имеет встроенное ПО (48 математических каналов и 12 ПИД-регуляторов). Регистратор имеет стандартные математические каналы (счетчик, скорость, счет времени, концентрация), а так же возможность самостоятельно задавать математические выражения (до 30 символов). В отличие от ПЛК, для управления регистратором не требуются знания языков программирования. Все обращения с прибором осуществляется через меню на дисплее прибора в диалоговом режиме.

Прикладное ПО (входит в комплект поставки) позволяет пользователям, кроме дистанционного конфигурирования при-

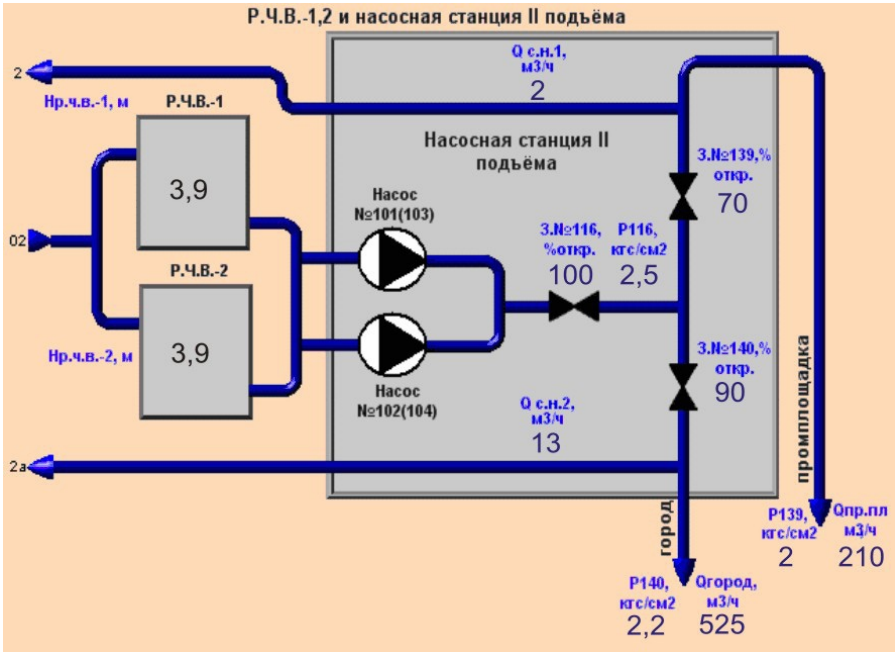


Рис.1. Мнемосхема забора, сброса и передачи воды потребителю на дисплее прибора

Досье

Научно-производственная форма (НПФ) «Сенсорика» была образована в 1991 г. Основными направлениями деятельности являются:

- разработка и производство различных датчиков, контрольно-измерительных приборов и средств автоматизации (КИПиА);
- разработка систем управления технологическими процессами (АСУ ТП);
- разработка и изготовление узлов, блоков и систем радиоэлектронного оборудования.

Спецификой НПФ «Сенсорика» является ориентация на наиболее ответственные сферы применения. Продукция предприятия выпускается в следующих исполнениях: общепромышленном, взрывозащищенном, для атомной энергетики, под требования Морского регистра.

Система менеджмента качества предприятия сертифицированы на соответствие ГОСТ Р ИСО 9001 и ГОСТ РВ 15.002.

Номенклатура выпускаемой продукции: датчики температуры и уровня, вторичные приборы, безбумажные регистраторы, ПИД-регуляторы, нормализаторы сигналов, блоки питания, барьеры искрозащиты, промышленные контроллеры, модули ввода/вывода, панели и шкафы управления.

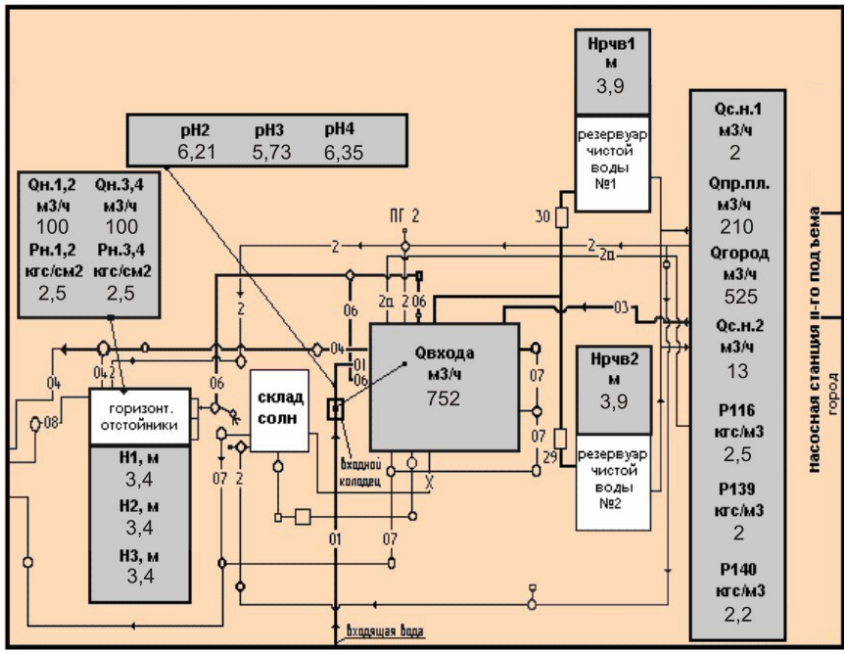


Рис.2. Мнемосхема управления насосной станции II-го подъема на дисплее прибора



Рис.4. Шкаф управления водоподготовки

бора, самостоятельно разрабатывать и использовать в регистраторах мнемосхемы. На мнемосхеме можно сформировать условное динамическое изображение технического процесса, связывая цвета, размеры, текст на экране с состоянием входов, выходов и математических каналов. Об...екты на экране могут быть размещены на фоне схемы (фотографии) системы автоматики.

Эти свойства регистратора Ш932.9А позволили создать недорогую и надежную систему в минимальные сроки. Разработанная на базе одного прибора Ш932.9А система обеспечивает выполнение следующих функций:

- управление насосами и задвижками (6 каналов ПИД-регулирования) по суточной диаграмме;
- управление насосами-дозаторами для поддержания заданного уровня pH (3 канала ПИД-регулирования);
- управление насосами станции повторного использования воды по данным датчиков уровня;
- контроль и отображение уровня чистой воды в 3-х отстойниках плюс контроль pH и контроль входящей воды;
- контроль давления воды в 8-и трубопроводах;
- архивирование всех измеряемых параметров и их хранение в энергонезависимой памяти;
- архивирование часового, суточного, месячного расхода воды, выданной потребителям;
- архивирование действий оператора;
- сигнализация и блокировка важнейших параметров;
- вычисление расходов чистой воды (по 3-х трубопроводам);
- вычисление расхода входящей воды.

Вся работа по созданию системы заняла около 2 недель и была выполнена силами одного специалиста. Стоимость оборудования системы и пусконаладочных работ (включая командировочные расходы) составили порядка 400 тыс. руб.

Эксплуатация данной системы в течение года показала ее высокую надежность (не было отмечено ни одного сбоя).

В настоящее время уже несколько предприятий обратились к нам за подобными системами.

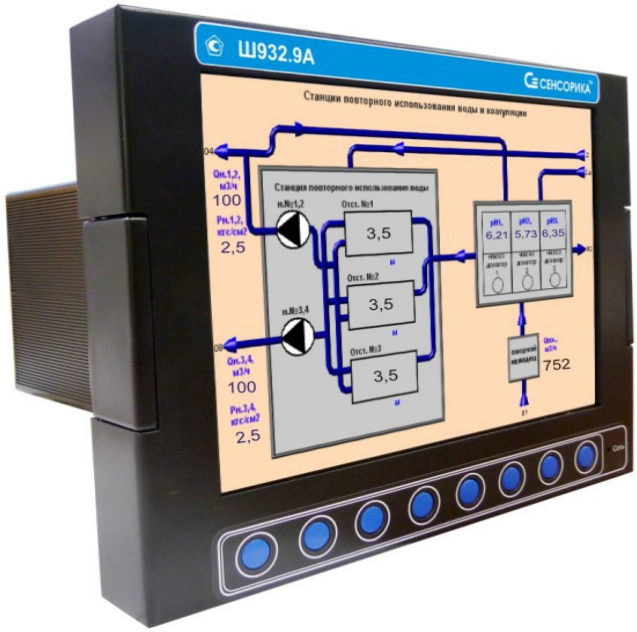


Рис.3. Внешний вид видеографического регистратора Ш932.9А-29.016

СЕНСОРИКА™

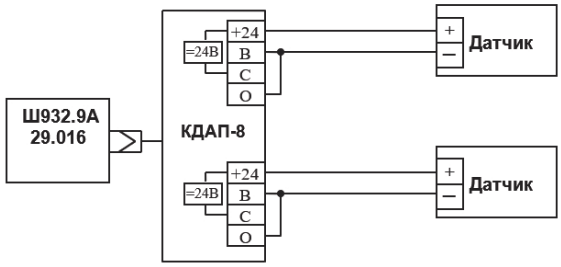


Рис. 3. Подключение не взрывозащищенных пассивных датчиков с токовым выходом с помощью кросс-плат КДА-8П

Еще одним примером применения регистраторов с датчиками с HART-протоколом можно назвать подключение кориолисовых расходомеров фирмы Endress+Hauser к регистраторам Ш932.9А-29.016. На этапе проектирования и установки расходомеров информация по мгновенному расходу от датчиков передавалась аналоговыми сигналами 4–20 мА до устройства связи с объектом (УСО) и далее – в АСУ верхнего уровня. Однако в процессе эксплуатации технологическому персоналу потребовалась передача служебных (дополнительных) параметров от расходомеров, таких как наличие пузырьков газа в измеренной среде, износ частей кориолисового расходомера и других, которые передаются как раз по HART-протоколу. Использование HART-модема с регистраторами Ш932.9А-29.016 позволило отобразить необходимые параметры на экране регистратора в непосредственной близости от расходомеров, настроить пороги срабатывания предупредительной сигнализации и передать значение параметров на верхний уровень АСУ ТП.

Подключение датчиков осуществляется с помощью кросс-плат, которые устанавливаются на DIN-рейку в непосредственной близости от регистратора. HART-модем также монтируется на DIN-рейку рядом с кросс-платой.

К регистраторам Ш932.9А-29.016 могут подключаться разные кросс-платы в зависимости от требований заказчика. Если нужно использовать не взрывозащищенные пассивные датчики с токовым выходом, для которых не нужна гальваническая развязка, то можно запитать их от одного источника питания. Если же гальваническая развязка нужна, то каждый канал необходимо запитать от отдельного источника питания (рис. 2).

Чтобы облегчить заказчикам жизнь, на основе кросс-платы КДА-8 была разработана кросс-плата КДА-8П. На нее были установлены 8 гальванически развязанных источников питания для запитывания 8 пассивных датчиков (рис. 3).

До этого речь шла о подключении не взрывозащищенных пассивных датчиков. Для того чтобы подключить взрывозащищенные датчики, нужно использовать кросс-плату КДАП-8-Ex, а регистратор должен быть искробезопасным.

Если в качестве датчиков используются датчики с HART-протоколом, которые находятся во взрывоопасной зоне, то HART-модем необходимо подключать через барьер искробезопасности. Пример подобного подключения приведен на рис. 4.

Таким образом, регистратор Ш932.9А-29.016 позволяет реализовать возможность подключения HART-сетей (их может быть несколько отдельных), сохраняя при этом всю свою функциональность в качестве видеографического регистратора.

Функциональность приборов все время развивается в зависимости от возникающих задач. Если у заказчика появляется необходимость доработать приборы в части расширения выполняемых функций, специалисты НПФ «Сенсорика» достаточно быстро проводят и внедряют новые решения, а большой опыт работы с разными заказчиками позволяет еще сильнее ускорить этот процесс.

С. В. Якунцев, технический директор,
Е. В. Пеннер, начальник КБ,

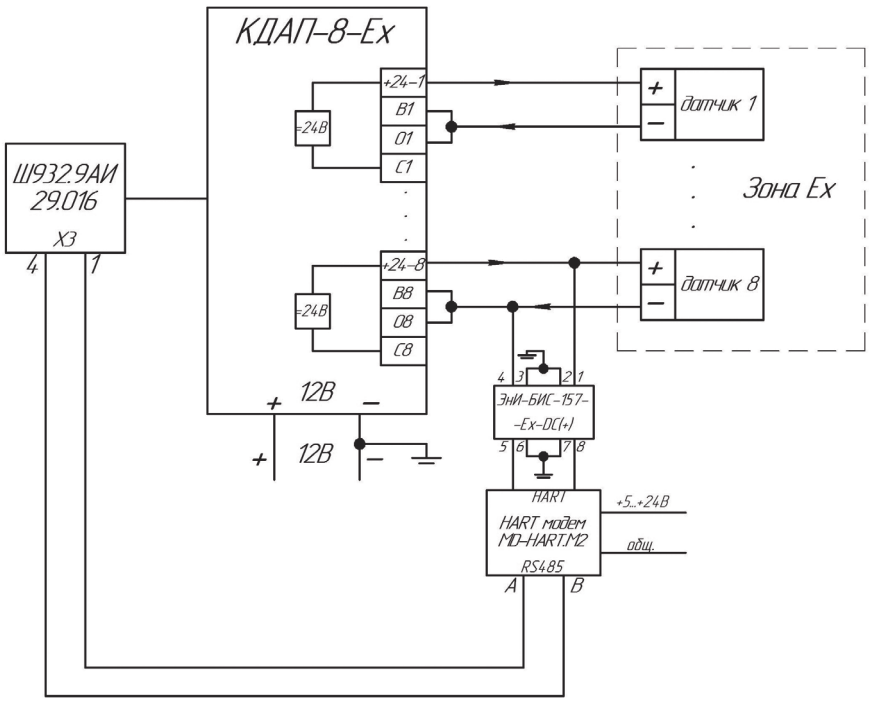


Рис. 4. Пример подключения взрывобезопасного датчика с HART-протоколом

Опыт практического использования широких функциональных возможностей видеографических регистраторов Ш932.9А в системах управления различных промышленных объектов

СЕНСОРИКА™

Видеографические регистраторы второго поколения Ш932.9А являются универсальными многофункциональными устройствами и в большинстве современных применений кроме функций устаревших бумажных самописцев выполняют множество функций других приборов. В статье обобщаются практические примеры применений регистраторов Ш932.9А, использующих их разнообразные широкие функциональные возможности.

Ключевые слова: *регистраторы Ш932.9А, УСО, функции учета, программы регулирования, функции программных задатчиков, функции регуляторов, ПО, SCADA, КИП, СКУ, СПИВ, ПИД-регулирование, РЧВ, водоочистительная станция (ВОС), канализационно-насосная станция (КНС), канализационно-очистная станция (КОС).*

ВВЕДЕНИЕ

Электронные приборы, способные в промышленных условиях заменить электромеханические приборы, регистрирующие данные в виде графика на диаграммной бумаге (бумажные самописцы), появились сравнительно недавно. Первоначально их называли Paperless Recorders (безбумажные самописцы), и они предназначались в основном для замены электромеханических бумажных самописцев.

На отечественных предприятиях подобные импортные приборы начали внедряться примерно с 2002-2003 года. Выпуск одного из первых отечественных безбумажных самописцев собственной разработки начала в 2004 г. НПФ Сенсорика.

К настоящему времени безбумажные самописцы прошли большой путь становления и развития, наиболее продвинутые модели превратились в универсальные многофункциональные устройства. Область применения таких приборов вышла далеко за рамки замены бумажных самописцев.

Например, выпускаемые НПФ Сенсорика видеографические регистраторы нового поколения Ш932.9А кроме функции самописца успешно выполняют функции целого ряда других традиционных приборов – приборов индикации, сигнализации, защиты, управления, регулирования, учета.

Такие универсальные многофункциональные приборы, выросшие из безбумажных самописцев, пока не получили общепринятого краткого и емкого названия, отражающего их многофункциональность. Термин “безбумажный самописец” практически вышел из употребления, и сейчас чаще всего встречаются названия Display Recorder, Screen Recorder, Videographic Recorder, многоканальный регистратор, электронный регистратор, видеографический регистратор. Приборы с такими названиями выпускает целый ряд зарубежных и отечественных фирм, но функциональная насыщенность приборов разных фирм и даже моделей одной фирмы существенно различаются.

Старшие модели нового поколения видеографических регистраторов Ш932.9А являются одними из самых функционально насыщенных и благодаря этому во многих применениях вместо нескольких специализированных приборов удобно и целесообразно использовать один регистратор Ш932.9А. В настоящее время большинство потребителей регистраторов Ш932.9А использует их не только и даже не столько для замены самопишущих приборов, а именно как универсальные многофункциональные устройства. Пример одного из таких применений описан в [1].

За последние годы семейство нового поколения видеографических регистраторов Ш932.9А расширилось несколькими моделями, их программное обеспечение регулярно совершенствуется и наращивается в соответствии с реальными потребностями, сфера применения заметно расширилась. Настоящая статья преследует цель кратко сформулировать широкие функциональные возможности приборов Ш932.А, обобщить практических опыт использования этих возможностей в реальных системах и проиллюстрировать сказанное на паре характерных примеров.

ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ВИДЕОГРАФИЧЕСКИХ РЕГИСТРАТОРОВ Ш932.9А

Для выполнения функций безбумажного самописца видеографический регистратор должен содержать в себе практически те же узлы, что и универсальный промышленный контроллер – УСО для приема и преобразования сигналов с датчиков, достаточно мощный процессор для обработки информации и построения изображения в виде графиков, достаточно большой объем памяти для хранения регистрируемых данных. Также желательно наличие выходных УСО для релейной сигнализации и трансляции информации с датчиков в аналоговом виде и наличие интерфейса для выдачи информации на верхний уровень в цифровом виде. В отличие от большинства контроллеров среднего уровня безбумажный самописец обязательно должен иметь качественный графический цветной дисплей и кнопки управления.

Таким образом, аппаратный состав безбумажного самописца позволяет решать практически все задачи, обычно возлагаемые на контроллеры или другие приборы (регуляторы, сигнализаторы, показывающие приборы, приборы учета и т.п.). Поэтому расширение функциональных возможностей регистраторов Ш9329А достигается программным обеспечением и не вызывает аппаратной избыточности и заметного удорожания прибора. С другой стороны, сегодня почти в каждом применении регистратора Ш932.9А заказчик использует в нем хотя бы одну или несколько функций, не связанных напрямую с задачами самопишущего прибора. Поэтому реализованная в видеографических регистраторах Ш932.9А возможность выполнения прибором целого ряда других функций технически и экономически целесообразна и востребована заказчиками.

Ниже кратко перечислены основные функции, реализованные в приборах Ш9329А.

Функции показывающего устройства

Кроме отображения графиков изменения параметров в виде одной или двух движущихся лент бумажного самописца, в регистраторах Ш932.9А реализованы формы отображения в виде цифровых табло с индикацией срабатывания уставок по каждому параметру, в виде вертикальных барграфов, в виде текстовых строк тревожных сообщений, в виде текстовых страниц архивов событий и архивов учета и в виде мнемосхем объекта. На мнемосхемах могут отображаться цифровые значения параметров с изменяющимся в зависимости от срабатывания уставок цветом фона, вертикальные барграфы, сигнальные лампы с зависящим от релейных сигналов цветом, заполняющиеся емкости, закрывающиеся и открывающиеся клапаны (задвижки). Оператор имеет возможность оперативно нажатием одной кнопки выбирать нужную в данный момент форму отображения и группу отображаемых параметров. В форме отображения в виде лент графиков реализована полезная, отсутствующая в ряде других регистраторов, возможность, менять масштаб отображения по оси времени не только при просмотре архива, но и при отображении графиков, движущихся в реальном времени. Во многих применениях требуется регистрировать данные с периодом 0,5-2 сек, что соответствует скорости движения ленты 40-10 мм/мин. Но при такой скорости ленты на дисплее (да и в окне бумажного самописца) виден только последний участок работы продолжительностью всего в несколько минут. Сжав масштаб отображения по оси времени, оператор может видеть участок движущегося графика продолжительностью в 4, 16 или 64 раза больше, т.е. при одной и той же скорости регистрации можно менять скорость движения отображаемой ленты графика.

Функции вычислительного и логического устройства

В программном обеспечении прибора предусмотрены так называемые математические каналы, осуществляющие обработку ин-

формации по задаваемым пользователем формулам или логическим выражениям, включая оператор условного выбора. Также имеются матканалы вычисления скорости изменения аналогового параметра или частоты импульсного сигнала, матканал счетчик- интегратор, позволяющий вычислять интегральный расход по показаниям аналоговых или импульсных датчиков мгновенного расхода, матканал "счет времени", подсчитывающий суммарное время включенного состояния релейного сигнала. Этот матканал можно использовать, например, для определения суммарной наработки агрегата.

Функции устройств сигнализации, защиты и блокировки

В регистраторах Ш932.9А на любой получаемый от датчиков или вычисляемый прибором параметр можно назначить до четырех уставок и задать номер релейного выхода, который будет срабатывать при выходе параметра за уставку. Можно задать один и тот же номер релейного выхода для нескольких уставок, тогда он будет срабатывать по "ИЛИ", т.е. при превышении любой уставки. Кроме простейшего срабатывания выходов по задаваемым уставкам можно с помощью математических каналов задавать и более сложную логику срабатывания релейных выходов. Например, можно реализовать логическую схему пульта сигнализации, включающего сирену по превышению любой из заданных уставок и соответствующую каждой уставке сигнальную лампу и запоминающего факт превышения до нажатия оператором кнопки квитирования на этом пульте.

Функции регуляторов

Кроме простейшего позиционного регулирования по задаваемым уставкам и гистерезису в регистраторах Ш932.9А имеются функции ПИД и ПДД регулирования с формированием релейных выходных сигналов типа ШИМ, "больше"/"меньше" и аналоговых 4-20 мА. Предусмотрена функция автонастройки регуляторов. В качестве регулируемого параметра можно задавать как показания аналоговых входных каналов, так и математические каналы, что позволяет вычислять регулируемый параметр как функцию показаний нескольких датчиков, вводить различные корректирующие сигналы, реализовать каскадное включение регуляторов и т.п. В качестве уставки можно задавать как оперативно задаваемую константу, так и значение физического или математического канала, что позволяет получать уставку от внешнего задатчика или от программы регулирования.

Функции программных задатчиков

Предусмотрена возможность задания "программ регулирования", т.е. задание последовательности шагов, на каждом из которых задается постоянное или линейно изменяющееся значение уставки и нужное состояние релейных выходов. Переход с шага на шаг осуществляется либо по времени либо по достижению параметром заданного значения, либо по выполнению более сложного условия, заданного логическим выражением. При задании перехода по условию также задается и предельное время ожидания выполнения условия.

С помощью "программ регулирования" можно реализовать, например, управление печами термообработки в виде последовательности циклов нагревания, охлаждения и выдержки, а также программное управление процессами, не связанными с регулированием например, управлять процессом поочередной загрузки емкости различными компонентами смешиванием компонентов, выгрузки готовой смеси, выполнять циклограммы запуска и останова агрегатов и т.п.

Функции учета

В приборе можно создавать так называемые каналы учета, формирующие часовые, сменные суточные и месячные архивы учета по показаниям каналов интегрального расхода (типа "счетчик") или внешних счетчиков. Кроме значения расхода за учетный период, определяемого как разность показаний счетчика на моменты начала и конца учетного интервала, каналы учета для каждого учетного интервала также подсчитывают суммарное время работы и суммарное время отказа или выключенного состояния на данном учетном интервале, среднее значение расхода и восстановленное (вычисленное по среднему значение расхода за время отказа канала учета. Архивы учета просматриваются на дисплее прибора в виде текстовых страниц, кроме этого расходы за учетные периоды могут отображаться в цифровом виде или в виде барограмм

На рис. 1 показан фрагмент текстовой страницы дисплея, отображающей один часовой архив учета, на рис. 2 – отображение в виде барограмм часовых расходов за последние восемь часов. В некоторых отраслях промышленности принято вести учет по московскому времени, для этой цели в приборе предусмотрено задание смещения часового пояса учета, что позволяет вести регистрацию всех параметров по местному времени, а архивы учета формировать по сдвинутому (московскому) времени.

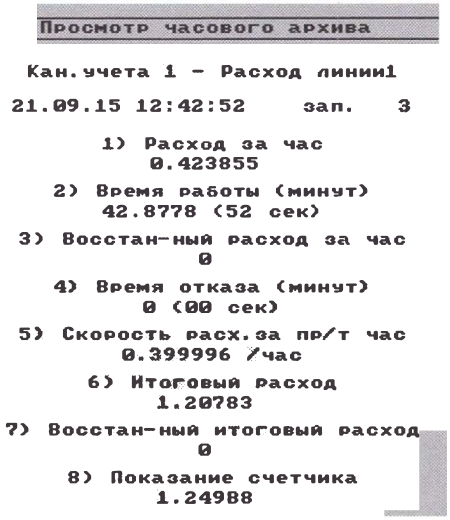


Рис. 1. Отображение на дисплее прибора детальных архивов учета

ПРЕИМУЩЕСТВА ПРИМЕНЕНИЯ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ РЕГИСТРАТОРОВ Ш932.9А

После рассмотрения основных реализуемых приборами Ш932.9А функций могут возникнуть вопросы:

- почему универсальное многофункциональное устройство реализуется именно на регистраторе, а не на каком либо другом устройстве;
  зачем нужно наращивать ПО регистратора функциями, традиционно возлагавшимися на другие устройства (контроллеры, регуляторы и т.д.).

Ответ на первый вопрос очевиден – сегодня только видеографический регистратор имеет полный, необходимый для этой цели, набор аппаратных средств, интегрированный с помощью встроенного ПО в единое целое: блоки ввода-вывода, мощный процессор с большой памятью, цветной графический дисплей, кнопочную или сенсорную панель управления, интерфейсы для связи с верхним уровнем АСУ и с подчиненными устройствами нижнего уровня. Здесь следует отметить, что видеографические регистраторы Ш932.9А являются проектно-компонуемыми, т.е. пользователь имеет большую свободу в выборе номенклатуры и количества каналов ввода-вывода. Регистраторы Ш932.9А являются средствами измерений, внесенными в Госреестр средств измерений, выпускаются в трех исполнениях – общепромышленном, взрывобезопасном с видом взрывозащиты "Искробезопасная электрическая цепь" и в исполнении для объектов атомной энергетики.

В ответ на второй вопрос. Речь идет не о революции в структуре проектируемых систем промышленной автоматизации, а о том, что существует целый ряд случаев, когда со всех точек зрения выгоднее обойтись одним прибором вместо нескольких более специализированных устройств. Особо следует остановиться на сравнении с промышленными контроллерами. Конечно, универсальным решением для всех случаев является использование программируемого контроллера совместно с операторской панелью и программным пакетом SCADA. Но естественно, что такое решение сложнее в разработке, отладке и модернизации. Например, система на регистраторе Ш932.9А, описанная в [1], легко создана службой КИП эксплуатирующего предприятия, причем "программирование" регистратора, включая создание мнемосхем, выполнено квалифицированным слесарем КИП. А в варианте контроллера с панелью оператора кроме всего прочего требуется разработка программного обеспечения для этих двух устройств. Несмотря на наличие современных языков программирования и относительную простоту разработки проекта на SCADA, это требует соответствующей подготовки и опыта специалиста.

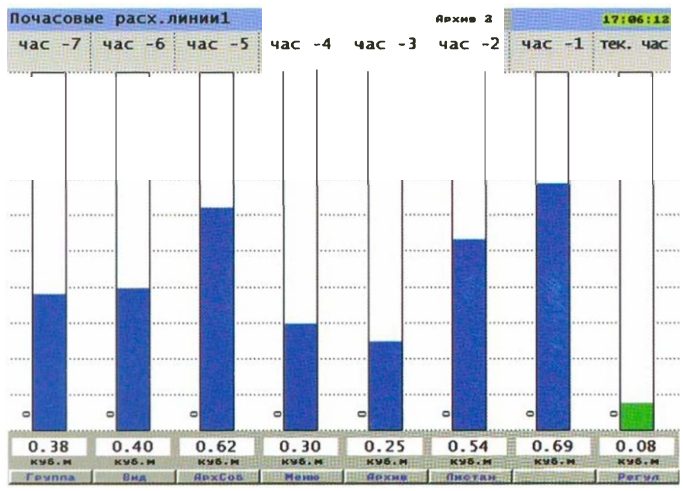


Рис. 2. Отображение на дисплее прибора интегральных расходов за ряд последовательных часовых интервалов

Видеографический регистратор не требует и не допускает никакой разработки ПО. Он просто конфигурируется под конкретную задачу с помощью встроенного меню, наподобие того как конфигурируются продвинутые сотовые телефоны, телевизоры и т.п. Этого достаточно для реализации наиболее типовых задач, предусмотренных в его меню. Зато для освоения такого "программирования" от специалиста не требуется никакой специальной подготовки, опыта и больших затрат времени – достаточно просто изучить руководство по эксплуатации прибора. Кроме существенного сокращения затрат на разработку системы, это дает весомый выигрыш и впоследствии – службы КИП предприятия легко могут самостоятельно модернизировать и улучшать систему, конфигурируя в регистраторе дополнительные функции или модернизируя конфигурацию сделанных ранее.

РЕАЛЬНЫЕ ПРИМЕРЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОСТИ РЕГИСТРАТОРОВ Ш932.9А

Пример 1. Система контроля и управления процессом доочистки водопроводной воды

Система разработана инжиниринговым центром НПФ Сенсорика и введена в эксплуатацию на предприятии Горводоканал Костомукшского городского округа в первом полугодии 2015 г.

Система контроля и управления процессом доочистки водопроводной воды (СКУ) предназначена для управления и контроля оборудования насосной станции второго подъёма и станции повторного использования воды (СПИВ).

Система обеспечивает:

- управление насосами и соответствующими задвижками станции второго подъёма в автоматическом режиме, с поддержкой необходимого давления с помощью аналогового и широтно-импульсного ПИД-регулирования;
- контроль уровня воды в резервуарах чистой воды (РЧВ) с помощью датчиков давления;
- контроль расхода воды, необходимой для водоснабжения города, промплощадки, собственных нужд с записью значений часового, суточного, месячного расхода в архив;
- контроль уровня pH посредством приёма сигналов с трёх датчиков pH;
- управление насосами дозаторов посредством аналогового ПИД регулирования с целью поддержки заданного уровня pH;
- контроль объёма входящей воды;
- контроль уровня воды в трёх отстойниках СПИВ;
- управление насосами СПИВ по заданным значениям уровней;
- контроль расхода воды СПИВ;
- выдачу релейных сигналов в соответствии с уставками на значения уровней воды в РЧВ и отстойниках.

СКУ информирует операторов о состоянии агрегатов станции второго подъёма и СПИВ посредством индикации необходимых параметров на экране цветного графического дисплея.

СКУ архивирует показания датчиков, по значениям которых осуществляется управление объектами станции и хранит в течение не менее 20 дней.

Из приведенного перечня функций системы видно, что они выходят далеко за рамки основных функций как бумажных, так и безбумажных регистраторов и при традиционном подходе к проектированию системы требуют использования как минимум программируемого контроллера совместно с компьютером или панелью оператора и программным пакетом SCADA.

Однако данная система была успешно реализована на одном единственном приборе – видеографическом регистраторе Ш932.9А. Его расширенных функциональных возможностей более чем достаточно для реализации функций этой и подобных систем.

Чтобы не перегружать статью более детальным описанием реализации данной системы остановимся более подробно только на реализации отображения состояния объекта в виде мнемосхем. Для данного объекта потребовалось всего три мнемосхемы (Ш932.9А поддерживает до 12 мнемосхем) Все три мнемосхемы показаны на рис. 3, 4 и 5 соответственно.

Из рисунков видно, что реализуемые в Ш932.9А сложность и насыщенность отображаемых мнемосхем вполне достаточна для данной, так и для более сложных систем. Также видно назначение расположенных под дисплеем кнопок управления, что дает представление об удобстве работы оператора. Нажатием одной кнопки "Группа" оператор легко перебирает все созданные мнемосхемы нажатием кнопки "Вид" – выбирает нужный вид отображения (мнемосхемы, графики на одной или двух лентах, барограммы, цифровое табло, табло состояния релейных входов и выходов).

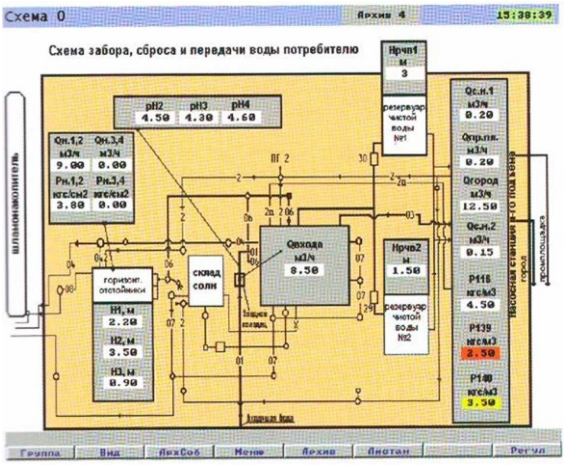


Рис. 3. Отображение на дисплее прибора общей мнемосхемы объекта

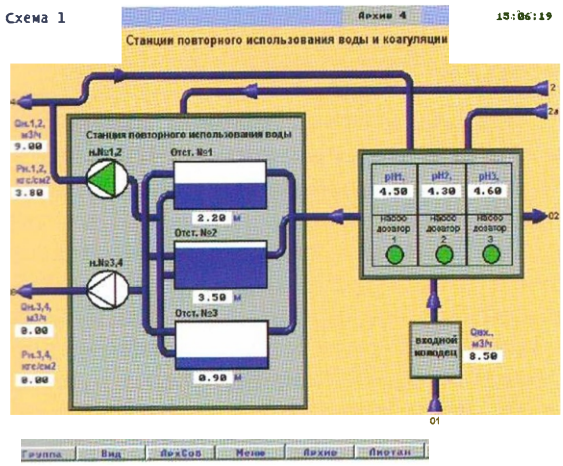


Рис. 4. Отображение на дисплее прибора мнемосхемы первой части объекта

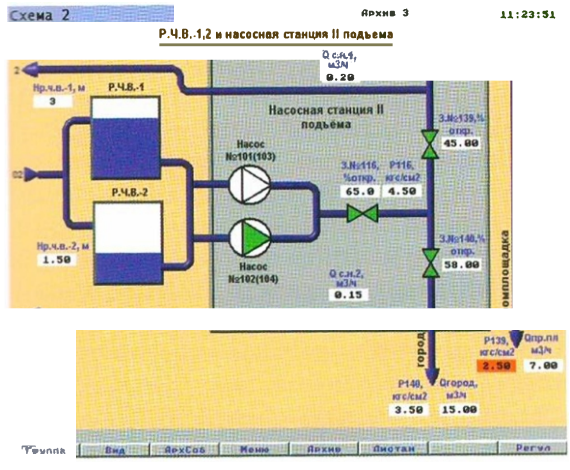


Рис. 5. Отображение на дисплее прибора мнемосхемы второй части объекта

Данный пример иллюстрирует, что система на единственном приборе – видеографическом регистраторе Ш932.9А – ничем не уступает традиционной системе на двух устройствах контроллер – панель оператора. Опыт ее создания и первые полгода эксплуатации подтвердили ряд преимуществ использования многофункционального видеографического регистратора. Система выполняет все требуемые функции, с помощью цветного графического дисплея предоставляет обслуживающему персоналу максимально удобную и оперативную информацию, архивирует все данные для последующего анализа. Кроме всех прочих функций в данной системе видеографический регистратор выполняет и роль технологической панели управления, позволяя при ремонтно-диагностических работах не только видеть состояние объекта, но и вручную включать и выключать механизмы объекта. Трудоемкость разработки и пуско-наладки оказалась невелика. После завершения пуско-наладочных работ, занявших всего два-три дня и выполненных совместно с разработчиком системы, специалисты эксплуатирующего персонала легко освоили не только работу с регистратором Ш932.9А, но и его "программирование" до уровня, позволяющего в будущем не только грамотно эксплуатировать систему, но и модернизировать и улучшать ее функции.

Пример 2. Система автоматического управления вспомогательными объектами Нижнетуринского ЛПУ МГ

Система разработана инжиниринговым центром НПФ Сенсорика и эксплуатируется на Ново-Лялинской газокомпрессорной станции, обеспечивая управление и контроль всем комплексом оборудования водоснабжения, канализации и водоочистки станции.

Данный пример иллюстрирует создание на базе видеографических регистраторов Ш932.А распределенной иерархической многоуровневой системы. Для сокращения изложения в нем опущены все подробности, не относящиеся к вопросу интеграции локальных систем на видеографических регистраторах в единую иерархическую систему.

Система обеспечивает:

- управление хозяйственными и пожарными насосами водоочистительной станции (ВОС) в ручном и автоматическом режимах;

Применение систем управления с использованием беспроводных технологий

Существует целый ряд промышленных объектов, на которых чрезвычайно сложно и дорого внедрять автоматизированную систему с применением кабельных линий связи. В этом случае незаменимыми становятся беспроводные технологии. В качестве примера рассматривается система управления вспомогательными объектами на Лялинской компрессорной станции, внедренная компанией НПФ «Сенсорика».

ООО НПФ «Сенсорика», г. Екатеринбург

В настоящее время большинство предприятий активно внедряют автоматизированные системы. Сегодня наиболее распространены системы автоматизации, построенные на основе кабельной связи. Будучи более простым по организации, такой способ является дорогим и сложным при монтаже кабельных линий и оборудования на уже существующих объектах. При автоматизации удаленных объектов на организацию кабельных линий связи приходится основная доля затрат (до 90 %), что ставит под сомнение целесообразность применения автоматизации процессов. Некоторые компании решают эту задачу, организуя локальные подсистемы, то есть разворачивая отдельные системы автоматизации непосредственно на каждом из удаленных объектов. Но в таких случаях необходимо иметь сменный (обслуживающий) персонал, что требует дополнительных затрат и не всегда возможно. Бывают и удаленные объекты, автоматизация которых описанными способами принципиально невозможна.

Четкое понимание того, что нужно сделать, – уже половина успеха, а потому компания «Сенсорика» предлагает системы сбора информации и управления с передачей данных по беспроводной линии связи.

Считается, что беспроводные способы передачи информации более, чем кабельные, уязвимы с точки зрения надежности. Тем не менее они тоже обладают достаточным арсеналом средств для создания надежной и безопасной передачи информации. Кроме того, хотелось бы отметить, что научно-производственная фирма «Сенсорика» возникла в 1991 году на базе крупного оборонного предприятия – Научно-производственного объединения автоматики (НПОА). Богатый опыт работы на оборонную промышленность породил в компании традиции самого внимательного отношения к надежности и безопасности всех своих решений. Сегодня предприятие разрабатывает и производит гражданскую продукцию: измерительное оборудование, приборы, контроллеры, ПО, шкафы автоматики, а также автоматизированные системы управления для различных отраслей промышленности, в том числе – системы мониторинга и управления с передачей информации по беспроводной линии связи.

Примером последних являются три однородные системы, построенные на объектах магистральных газопроводов в Западной Сибири: система управления водозабором на Узюм-Юганской КС, комплексная система управления вспомогательными объектами на Лялинской КС и система управления канализационно-очистной станцией Краснотурьинского ЛПУ.

Остановимся подробнее на системе управления вспомогательными объектами Лялинской компрессорной станции. Мы выбрали это внедрение потому, что считаем его наиболее показательным.

Система, построенная компанией «Сенсорика», представляет собой комплексное решение по управлению оборудованием вспомогательных объектов: водозабора, хозяйственно-питьевых насосов (ХПН), канализационно-насосной станции (КНС), канализационно-очистной станции (КОС). От всех этих объек-

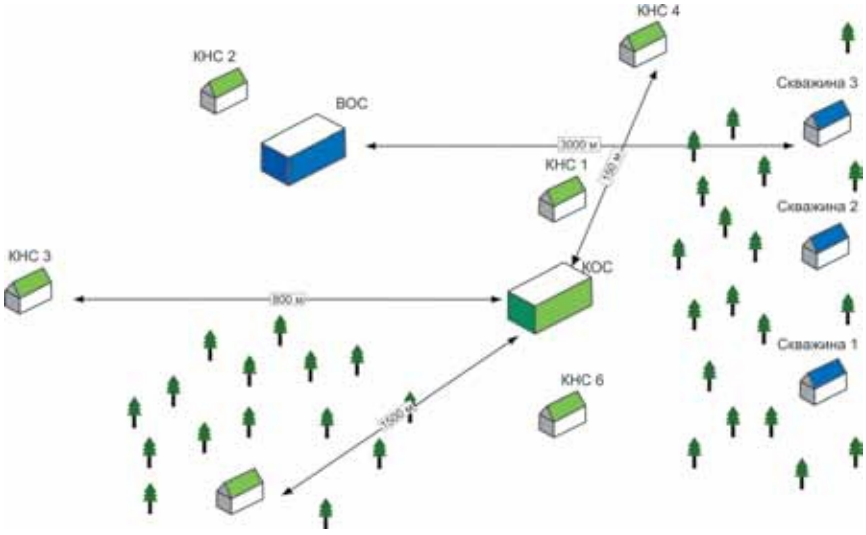


Рис. 1. Расстояние между объектами, управление которыми осуществляется по беспроводной связи на Лялинской КС

тов требуется круглосуточное функционирование и автоматическое восстановление работоспособности при пропадании питания.

Система служит для контроля и управления как сосредоточенными, так и территориально распределенными объектами. В ней обеспечено централизованное получение технологической информации со вспомогательных объектов: ХПН, КНС, КОС, очистных сооружений водоснабжения (ВОС), пожарных емкостей.

Основные функции и возможности системы автоматизации:

- непрерывный централизованный мониторинг состояния оборудования и техпроцессов вспомогательных объектов;
- визуальное представление на мнемосхемах протекания всех техпроцессов;
- архивирование всех собираемых параметров на нижнем и верхнем уровнях;
- контроль целостности линий связи с датчиками;
- ручное и автоматическое и/или дистанционное управление объектами;
- выходная мощность 10 мВт, частотный диапазон 433 МГц, не требующий разрешения Государственной комиссии по радиочастотам на эксплуатацию;
- дальность передачи – до 6 км (с ретрансляторами – до 40 км);
- программно-управляемый канал связи с возможностью настройки параметров «направление», «скорость», «протокол», «режим обмена»;
- возможность подключения и ретрансляции на верхний уровень сигналов от других систем сбора данных (учета газа, противопожарной сигнализации и др.);
- дистанционное конфигурирование и диагностика оборудования на удаленном объекте;
- интеграция с системой верхнего уровня АСУ ТП (типа SCADA) через набор драйверов и стандартный OPC-сервер.

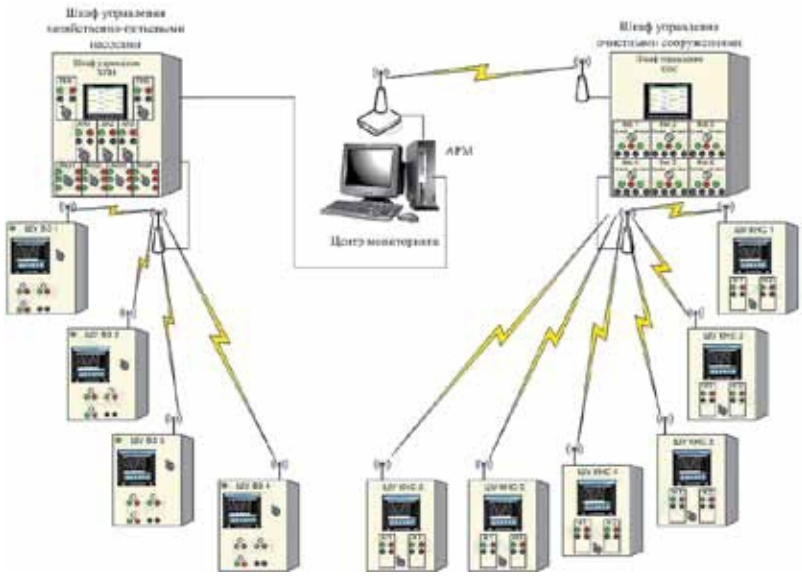


Рис. 2. Схема построения автоматизированной системы управления вспомогательными объектами

Схематичное расположение объектов управления на Лялинской КС и расстояние между ними указаны на рис.

Как можно видеть, максимальное расстояние между артезианской скважиной и водоочистной станцией составило 3 км.

Исходя из расположения объектов, автоматизация объектов была выполнена следующим образом (рис. 2).

На нижнем уровне были установлены шкафы канализационной насосной станции (КНС) и шкафы водозабора (ВЗ), работающие автономно под управлением прибора Ш9329А (29.013/1) – регистратора-видеоконтроллера разработки и производства НПФ «Сенсорика». Шкафы принимают информацию с датчиков и выдают управляющие сигналы на объект, а также по радиомодему транслируют информацию на верхний уровень – в шкаф управления очистными насосами (КОС) и шкаф управления хозяйственно-питьевыми насосами (ХПН) соответственно.

Шкафы КОС и ХПН, кроме сбора информации со шкафов нижнего уровня, проводят опрос собственных датчиков, формируют сигналы управления оборудованием, подключенным непосредственно к ним, а также выдают сигналы на радиомодем для управления оборудованием объектов КНС и водозабора. В данных шкафах установлены видеоконтроллеры Ш9329А (29.016) с размером экрана 10,4".

Приборы Ш9329А (29.013/1) и Ш9329А (29.016) являются ядром шкафа управления. Они выгодно отличаются от своих зарубежных собратьев относительно низкой стоимостью, а от отечественных – самым большим количеством контролируемых параметров (рис. 3). Также дан-

ные приборы отличаются от прочих мощной математической базой.

Далее вся информация, собранная системами КОС и ХПН, передается на центральный АРМ оператора, где отображается в виде приведенной мнемосхемы.

Следует отметить, что в процессе пусконаладочных работ специалисты компании «Сенсорика» столкнулись с достаточно сложной радиообстановкой на Лялинской КС, иными словами – с помехами, которые способны привести к ложному срабатыванию управляющих сигналов.



Рис. 3. Внешний вид регистратора-видеоконтроллера Ш9329 А (29.016)

Помехи возникают от другой радиопередающей аппаратуры.

Для того чтобы справиться с этой проблемой, специалисты «Сенсорики» применили как аналоговые, так и цифровые способы кодирования сигналов (такие как помехоустойчивое кодирование). С их помощью удалось обеспечить гарантированную передачу данных по радиоканалу.

В заключение хочется отметить, что стоимость всей системы оказалась значительно ниже замены проводных линий связи системы управления удаленными объектами.

А.В. Бухнер, начальник отдела маркетинга,
А.Р. Тынкачев, начальник
инжинирингого центра,
ООО НПФ «Сенсорика», г. Екатеринбург,
тел.: (343) 365-8220,
e-mail: mail@sensorika.ru,
www.sensorika.ru

Интеграция видеографических регистраторов Ш932.9А в различные АСУТП

Рассматриваются возможности сопряжения видеографических регистраторов Ш932.9А со всеми основными компонентами АСУТП. Данная тема актуальна, так как вопросы сопряжения между собой множества устройств разных производителей всегда встают при интеграции приборов и датчиков в единую АСУТП.

Ключевые слова: видеографический регистратор, периодичность опроса устройств, ведущие/ведомые устройства, интеграция, витая пара, Ethernet, радиоканал.

Видеографические регистраторы Ш932.9А являются многофункциональными универсальными устройствами и применяются как в малых автономных системах в качестве единственного контроллера системы, так и в крупных АСУТП в качестве контроллеров нижнего уровня. НПФ «Сенсорика» выпускает целый ряд моделей видеографических регистраторов, отличающихся своими функциональными возможностями, что позволяет пользователю выбрать модель, соответствующую требованиям конкретной системы.

Заложенные в приборы Ш932.9А средства сопряжения с окружающими устройствами позволяют встраивать их в самые различные системы. Конфигурации систем, в которых сегодня работают приборы Ш932.9А, слишком разнообразны, чтобы показать все или большинство из них. Поэтому в таблице представлены возможности и средства сопряжения, реализованные в приборах Ш932.9А, а далее кратко показаны наиболее характерные примеры систем.

Использование портов RS-485 для связи по витой паре

Практически все приборы НПФ «Сенсорика» (Ш932.9, Ш932.7, ПИД-регуляторы ТР10Х, модули ввода/вывода) имеют порт RS-485, обеспечивающий связь с устройством верхнего уровня по протоколу Modbus в режиме подчиненного устройства (Slave). С его помощью приборы можно соединять одной шиной RS-485 с устройством верхнего уровня, имеющим порт RS-485 и работающим по протоколу Modbus в режиме ведущего устройства (Master). Если ведущее устройство имеет несколько портов Master, то для связи с большим числом ведомых устройств может быть организовано несколько шин RS-485.

Максимальное число устройств, которое можно подключить к одной шине RS-485, ограничивается двумя факторами: типом приемных устройств портов ведомых устройств и требуемой периодичностью опроса устройств.

Однако в большинстве случаев максимальное число устройств на одной шине ограничивается не электрическими параметрами, а требованиями по периоду опроса устройств. Как правило, ведомые устройства не могут мгновенно отвечать на запрос ведущего, обычно задержка составляет десятки и даже сотни миллисекунд. Поэтому, если к одной шине подключено, например, 100 устройств, отвечающих на запрос с задержкой 100 мс то, период опроса составит ⩾10 с плюс время на передачу данных. Вследствие этого в системах, где период опроса не должен превышать нескольких секунд, на одну шину обычно подключают ⩽5...15 устройств, а при большем числе устройств используют несколько шин и портов ведущего, как показано на рис. 1.

Приборы Ш932.9А 29.016 и приборы 29.016/1, кроме порта RS-485 Slave, имеют один порт RS-485 Master, к которому можно подключать ведомые устройства, реализуя шину уровня 2 на рис. 1. Полученные от ведомых устройств данные воспринимаются, обрабатываются и выдаются на верхний уровень ведущим устройством Ш932.9А точно так же, как данные от своих встроенных блоков ввода, а релейные команды формируются и выдаются в модули ввода/вывода как в свои встроенные блоки вывода. В некоторых случаях использование внешних модулей (НПФ «Сенсорика» или других производителей с интерфейсом RS-485) предпочтительнее, так как позволяет установить модуль вблизи от датчиков или исполнительных устройств и передавать все данные и команды между прибором и модулями по одной

Таблица. Сравнение основных характеристик аккумуляторов

Сопряжение с устройством	Интерфейс	Протокол	Обеспечивают приборы
Прибор верхнего уровня (компьютер, контроллер или прибор Ш932.9А -29.016, 29-016/1)	RS-485	Modbus RTU Slave	Все
	Ethernet		29.016 29.016/1
	Радиоканал через внешние радиомодемы		Все
Приборы нижнего уровня (приборы Ш932.9А, регуляторы, контроллеры), внешние модули ввода/вывода, датчики с интерфейсом RS-485	RS-485	Modbus RTU Master	29.016 29.016/1
	Радиоканал через внешние радиомодемы		29.016 29.016/1
Аналоговые датчики и приборы с аналоговым выходом	Термопары, термометры сопротивления 0...5, 0...20, 4...20 мА; ±100мВ, ±1В	–	Все, кроме 29.016/1
Дискретные датчики	Напряжение 10...30 В или сухой контакт		Все, кроме 29.016/1 29.010
Выдача данных на исполнительные устройства с аналоговым входом 4...20 мА	4...20 мА		29.016, 29.013/1 29.016/С1
Выдача релейных команд	Включено/выключено		Все, кроме 29.016/1
Управление исполнительными устройствами с релейным входом	ШИМ, МЭО		29.016 29.013/1 29.016/С1

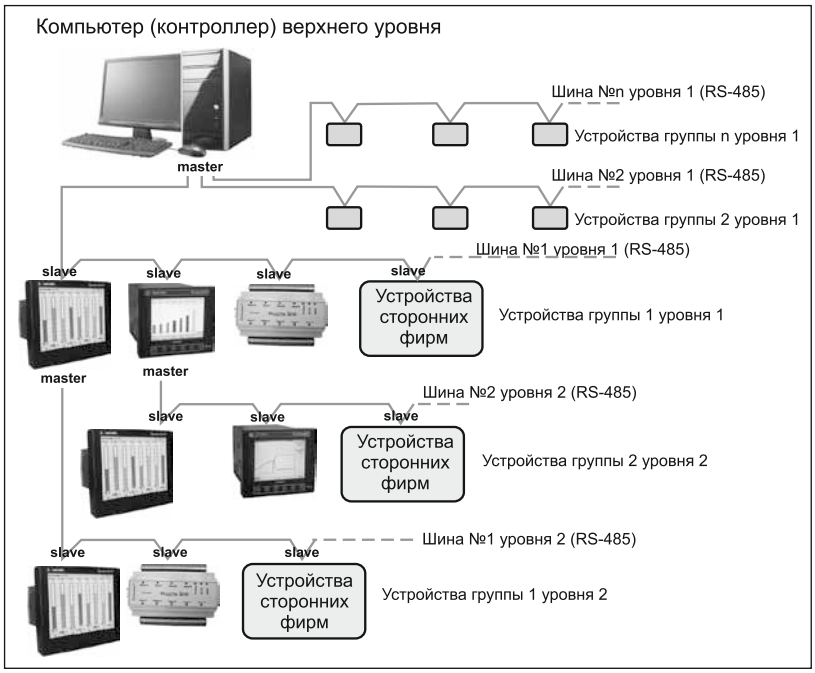


Рис. 1. Схема коммуникаций по интерфейсам RS-485

витой паре RS-485НПФ «Сенсорика» выпускает следующие модули ввода/вывода: ввода аналоговых сигналов (ВА8, ВА8/1, ВА4), ввода дискретных сигналов (ВД16), релейных выходов (РВ16). Шина уровня 2 на рис. 1 представляет типичные случаи применения порта Master: прием данных от других приборов НПФ «Сенсорика», расширение собственных каналов ввода/вывода внешними модулями и прием данных от устройств сторонних производителей. В приборе Ш932.9А 29.016 устройства на этой шине расширяют номенклатуру и число встроенных блоков ввода/вывода. Прибор Ш932.9А 29.016/1 вообще не имеет встроенных блоков ввода/вывода.

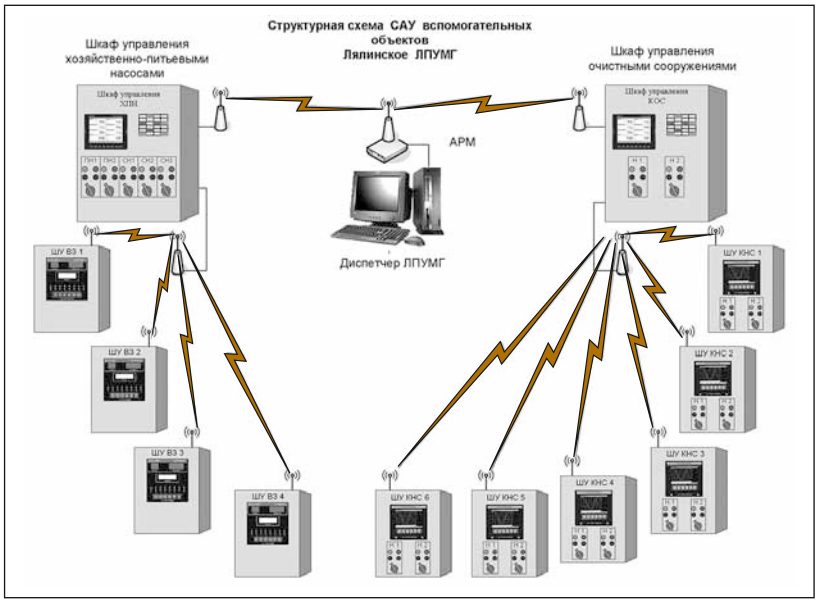


Рис. 2. Структурная схема САУ вспомогательных объектов на Лялинском ЛПУМГ

Следует отметить, что при необходимости сокращения числа устройств на шине уровня 1 в ряде случаев часть этих устройств можно подключить на шину уровня 2, сократив тем самым период опроса данных на шине уровня 1. Но нужно учитывать, что буферизация данных и команд в устройстве, находящемся между шинами 1 и 2, вносит дополнительное запаздывания в передачу данных и команд. То есть запаздывание уменьшается за счет сокращения периода опроса и увеличивается за счет буферизации, поэтому суммарный результат будет зависеть от соотношения периодов опроса по шинам первого и второго уровней.

Использование портов RS-485 для связи по радиоканалу

В ряде применений проложить кабель RS-485 проблематично, например, из-за большого расстояния между местом установки устройств, трудности защиты кабеля от повреждений и т. п. В таких случаях обычно используются радиомодемы с интерфейсом RS-485 или устройства ZigBee. При использовании модемов типа «Спектр» и аналогичных не требуется никаких специальных версий ПО устройств. Все задачи по преобразованию сигналов RS-485 в радиосигнал и обратно выполняют сами модемы, а ведущее и ведомые устройства вообще не знают по какой физической среде — витой паре или эфиру — идет связь. Единственное отличие: радиомодемы вносят дополнительную задержку в тракт обмена данными, поэтому в настройках протокола Modbus нужно соответственно увеличить тайм-аут (предельное время, в течение которого ведущий ждет ответа ведомого).

Один из реально используемых примеров организации связи по радиоканалу с модемами «Спектр» показан на рис. 2. Данная система внедрена в Лялинском ЛПУ, она обеспечивает управление объектами водоснабжения и канализации ЛПУ.

Система построена по иерархической трехуровневой структуре. Отображение информации и возможность ручного управления системой обеспечиваются на всех уровнях системы. На каждой водозаборной скважине установлен шкаф управления скважиной, эти шкафы по радиоканалу связаны со шкафом управления хозяйственно-питьевыми насосами (ХПН), размещенном на станции водоочистки. На каждой канализационно-насосной станции (КНС) расположен шкаф управления, который по радиоканалу связан со шкафом управ-

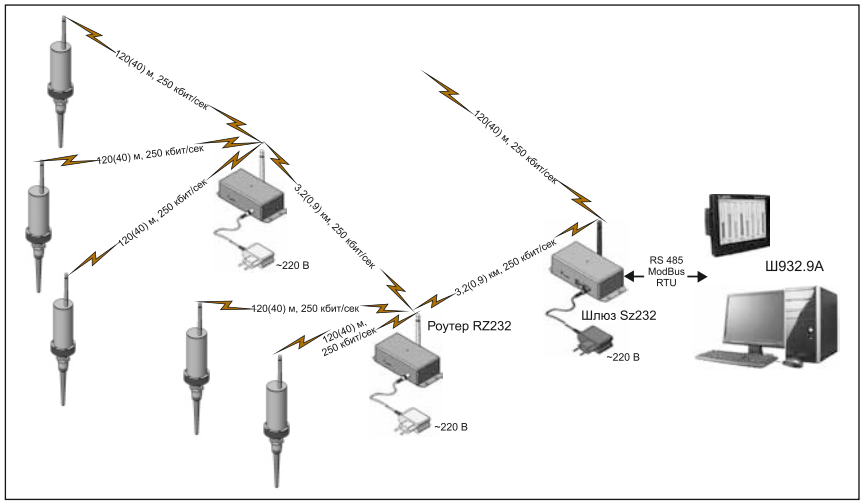


Рис. 3. Пример системы сбора данных по радиоканалу ZigBee

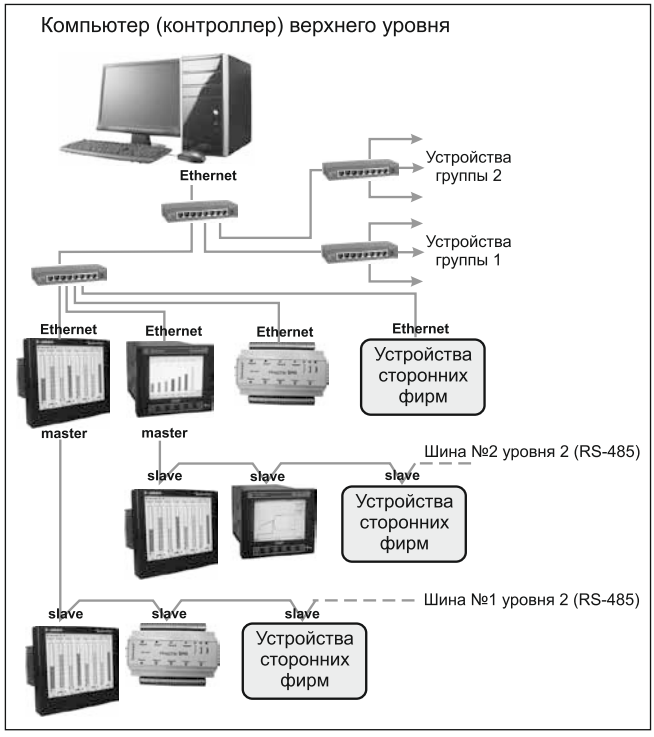
– роутеры, осуществляющие прием данных от 1...8 датчиков по радиоканалу ZigBee и передающих эти данные на шлюз ZigBee на расстояние до 3,2 км. Роутеры питаются от сети 220В 50Гц;

– шлюзы, осуществляющие прием данных от роутеров по радиоканалу ZigBee и передающие эти данные в компьютер или регистратор Ш932.9А по интерфейсу RS-485. Дальность связи роутер-шлюз составляет <3,2 км. Шлюзы питаются от сети 220 В, 50 Гц. Суммарное число датчиков, передающих данные на шлюз непосредственно или через роутеры, может достигать 50 ед.

ления канализационными очистными сооружениями (КОС). Шкафы управления ХПН и КОС по радиоканалу связаны с верхним уровнем — АРМ диспетчера Лялинского ЛПУМГ. Шкафы управления ХПН и КОС реализованы на базе приборов Ш932.9А-013.

На рис. 3 показан пример построения системы сбора данных с датчиков по радиоканалу ZigBee. Для построения таких систем НПФ «Сенсорика» начала поставку следующего оборудования:

— датчики температуры и уровня со встроенным преобразователем ИП-23 32.(могут также монтироваться рядом с датчиком). Датчики имеют автономное питание, которое обеспечивает работу без подзарядки до 4 лет. Дальность линии до 120 м;



Связь с верхним уровнем по Ethernet, шины второго уровня – RS-485

Использование порта Ethernet

В приборах Ш932.9А 29.016, 29.016/С1, 2 9013/1 имеется опция — порт Ethernet. Он реализован с помощью встроенного в прибор преобразователя RS-232–Ethernet. Как и в случае обмена по радиоканалу, программа прибора не знает о физической среде передачи. Но в отличие от обмена по радиоканалу через среду Ethernet прибор может работать только как ведомое устройство. Встроенный преобразователь преобразует посылки Modbus в пакеты Ethernet. В компьютере, работающем как ведущее устройство протокола Modbus, ставится специальный драйвер, реализующий виртуальный COM порт на шине Ethernet. Остальное ПО компьютера, как и ПО прибора работает по протоколу Modbus и не знает в каком виде передаются данные по кабелю (в обычном Modbus и в Ethernet). Поскольку в сети Ethernet физическое соединение устройств возможно только типа "точка — точка", то в данном случае, как и в обычном Ethernet, необходимо использовать специальные устройства HUB (концентраторы, коммутаторы и т. п.). Пример соединения приборов Ш932.9А по сети Ethernet показан на рис. 4.

Использование портов RS-232

Каждый из портов Slave и Master (RS-485 и RS-232) выведен на внешний разъем. В зависимости от поставленной задачи можно подключать либо RS-485, либо RS-23 Подключение по RS-232 может быть удобным, когда нужно соединить только два устройства по схеме "точка-точка". Например, для конфигурирования прибора, диагностики неисправностей, проверки правильности настройки параметров обмена по портам и т. п. В случае затруднений с обеспечением обмена по RS-485 рекомендуется опробовать обмен ведущего только с одним ведомым устройством, подключенным по RS-232. Если обмен по RS-232 идет нормально, то круг поиска причин нарушения обмена в системе сузится до электрики интерфейса RS-485, поскольку функционирование

программ устройств и правильность всех настроек обмена подтверждена нормальным обменом по RS-232.

Использование аналоговых входов

Аналоговые входы универсальные, обеспечивают подключение указанных в таблице типов датчиков. Тип подключаемого датчика пользователь указывает при конфигурировании прибора индивидуально для каждого входа. Источники питания датчиков в состав многоканальных приборов не входят, выбираются и заказываются пользователем самостоятельно. Все приборы могут иметь исполнение с искробезопасными аналоговыми входами ExiaIIC. В приборах Ш932.9А 29.015/1 обычного (не искробезопасного) исполнения как опция предусмотрены три или шесть источников питания 24 В, 30 мА.

Использование дискретных входов

Сигналы на дискретные входы должны подаваться в виде напряжения. Уровень 10...30 В воспринимается как наличие сигнала, уровень <5 В — как отсутствие. Для приема сигнала с датчиков типа "сухой контакт" имеется встроенный источник напряжения 11,5 В. В ряде моделей приборов имеются также дискретные входы, обеспечивающие прием частотных сигналов до 20 кГц.

Использование релейных выходов

Число и тип релейных выходов указывается пользователем при заказе прибора. В приборах могут быть следующие типы релейных выходов:

— универсальные, обеспечивающие коммутацию как постоянного, так и переменного тока напряжением до 250 В при токе до 0,1А. Такие выходы выполнены на бесконтактных оптореле с выходным элементом MOSFET;

– слаботочные симисторные, обеспечивающие коммутацию только переменного тока напряжением до 250 В при токе до 0,05 А. Такие выходы выполнены на бесконтактных оптореле с выходным элементом типа симистор;

– мощные симисторные, обеспечивающие коммутацию только переменного тока напряжением 24...250 В при токе до 2 А. Такие выходы выполнены на бесконтактных оптореле с выходным элементом типа симистор.

В приборах с ПИД-регуляторами любой из указанных типов выходов позволяет плавно менять мощность в нагрузке, формируя сигнал ШИМ, а также управлять исполнительными механизмами типа МЭО командами "добавить" и "убавить".

Использование аналоговых выходов

Аналоговые выходы предназначены для управления исполнительными органами регулируемых объектов токовым сигналом 4...20 мА. Источники питания токовых петель аналоговых входов встроены в прибор.

Заключение

Краткий обзор имеющихся в регистраторах Ш932.9А средств сопряжения с окружающими компонентами АСУТП показывает их достаточность для встраивания в АСУТП самых различных конфигураций. Этот вывод подтвержден реальным опытом создания множества систем с приборами Ш932.9А.

Константин Иванович Кутуков *– зам. главного конструктора,*
Елена Евгеньевна Сычева *– сотрудник отдела маркетинга ООО НПФ «Сенсорика».*

Эффективный ПИД-регулятор

В.А. Кутрубас
ведущий инженер-программист
Е.Е. Сычева
инженер

СЕНСОРИКА™

В данной статье описаны проблемы практической реализации пропорционально-интегрально-дифференциальных (ПИД) регуляторов. Показано влияние насыщения исполнительного устройства на качество регулирования. Произведено сравнение методов борьбы с данным явлением. Приведено сравнение эффективности распространенных методов автоматической настройки ПИД регуляторов. Произведено экспериментальное сравнение качества регулирования регулятора Сенсорика и широко распространенного ("стандартного") на российском рынке регулятора.

Ключевые слова: *алгоритм ПИД регулятора; эффективный ПИД регулятор; насыщение исполнительного устройства; коэффициенты настройки; самонастройка.*

Принцип ПИД регулирования довольно прост и был изобретен уже более 100 лет назад, но его практические реализации, обеспечивающие высокие показатели качества, до сих пор постоянно совершенствуются производителями.

НПФ "Сенсорика" на основе многолетнего опыта разработала алгоритмическое обеспечение, призванное удовлетворять различные запросы потребителей. Разработанные решения были положены в основу приборов: ТР101, ТР102, ТР103 и ТР106.

Алгоритм ПИД регулятора

Методы подавления насыщения контура регулирования

При проектировании контура с ПИД регулятором зачастую камнем преткновения является нелинейность исполнительного устройства (ИУ) типа "насыщение" (рис. 1). Например, нагреватель в печи на практике не может выдать более 100 % мощности, и не может реализовать отрицательный сигнал, рассчитанный регулятором. При выходе на режим ИУ, "застрявшее" в крайнем положении, вызывает избыточное накопление сигнала ошибки интегратором ПИД регулятора, что приводит к существенному и иногда недопустимому

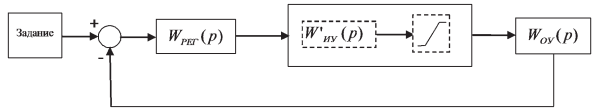


Рис. 1.Контур ПИД регулятора с нелинейностью типа "насыщение":
$W_{РЕГ}(p)$ – передаточная функция ПИД регулятора;
$W'_{ИУ}(p)$– передаточная функция, описывающая "основную" динамику ИУ;
– блок нелинейности типа "насыщение";
$W_{ОУ}(p)$– передаточная функция объекта управления.
Передаточная функция ПИД регулятора:

$$W_{РЕГ}(p) = K_{РЕГ} \cdot (1 + \frac{1}{T_И \cdot p} + T_Д \cdot p),$$

где: $K_{РЕГ}$ – пропорциональный коэффициент;
$T_И$, $T_Д$ – постоянные времени интегрирования и дифференцирования;
p – переменная преобразования Лапласа.

перерегулированию при выводе объекта управления (ОУ) на заданный режим (рис. 3).

Перегулирование тем больше, чем больше разница между расчетным сигналом регулятора и фактическим выходом ИУ. В большинстве регуляторов данная проблема или не решается, или решается только частично. Например, интегральной составляющей не позволяют выходить за заданные границы. Технологам, применяющим регуляторы с эффектом интегрального насыщения (ЭИН), приходится пускаться на всяческие ухищрения, в частности:

- "ослаблять" настройки для уменьшения перерегулирования, что приводит к увеличению времени выхода ОУ на режим и/или к увеличению времени отработки возмущений;
- применять свой набор коэффициентов для каждой уставки;
- выводить объект на уставку в ручном режиме.

НПФ "Сенсорика" разработала собственный, на взгляд авторов, один из наиболее совершенных на рынке метод борьбы с ЭИН. В нем алгоритм ПИД регулятора учитывает фактический выходной сигнал ИУ, получаемый прямо (например, нагреватель управляемый широтно-импульсной модуляцией, ШИМ) или косвенно по модели объекта управления (в случае использования интегрирующих ИУ без обратной связи по положению), (рис. 2).

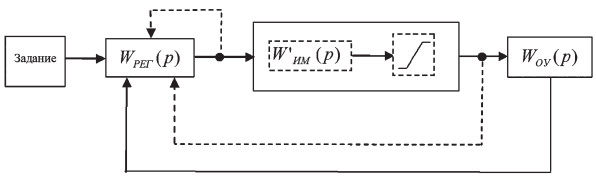


Рис. 2. Контур с ПИД регулятором Сенсорика

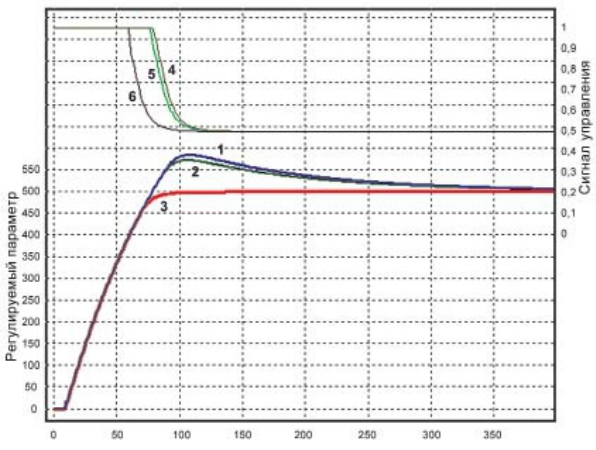


Рис. 3. Выход на уставку ПИД регуляторов с разным алгоритмом подавления насыщения, где: кривые 1 и 4 –регулятора без системы подавления с ЭИН; кривые 2 и 5 –регулятора с подавлением ЭИН путем ограничения выхода интегратора; кривые 3 и 6 –регулятора Сенсорика с эффективной системой подавления ЭИН. Кривые регулируемого параметра – 1…3, кривые сигнала управления – 4…6 (результаты получены на математической модели)

Обратные связи, изображенные на рисунке пунктирными линиями, реализованы программно внутри регулятора. Таким образом, как и в большинстве промышленных регуляторов, измеряется только регулируемая величина. При этом в отличие от многих других алгоритмов, в том числе описанных в работе [1…4], не требуется задавать какие-либо дополнительные коэффициенты, усложняющие работу наладчика контура. На рисунке 3 приведены результаты математического моделирования.

Из графиков рисунка 3 видно, что качественная система подавления ЭИН (кривые 3, 6) позволяет:

- автоматически выводить ОУ на уставку без перерегулирования;
- для настройки использовать те же коэффициенты, что и для настройки идеального регулятора без ограничений на ИУ;
- приблизить время выхода на режим к минимальному.

Критерии оптимизации контура регулирования

В подавляющем большинстве регуляторов, включая продукцию многих ведущих зарубежных производителей, используется один и тот же набор коэффициентов при выходе на уставку и при отработке возмущающих воздействий на объект. Коэффициенты, позволяющие выходить на уставку без перерегулирования (говорят, что регулятор оптимизирован по заданию), не позволяют достаточно быстро отрабатывать внешние возмущения. В свою очередь коэффициенты, позволяющие эффективно отрабатывать внешние возмущения (говорят, что регулятор оптимизирован по нагрузке) приводят к большому перерегулированию при выходе на уставку.

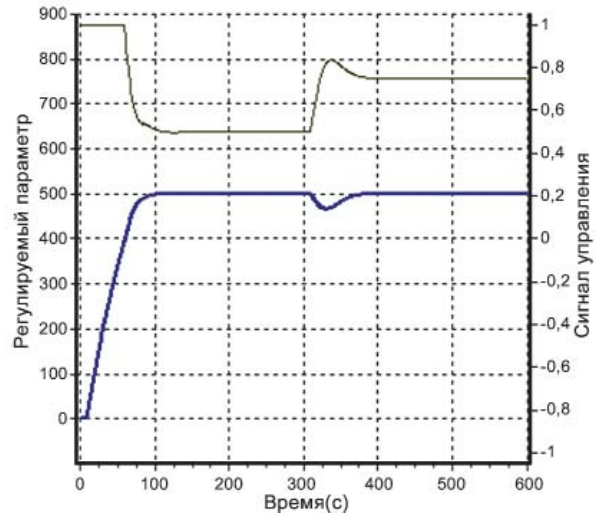


Рис. 4. Регулятор Сенсорика с автоматически переключаемыми наборами коэффициентов, быстрый выход на режим без перерегулирования сочетается с быстрой отработкой возмущений по нагрузке (результаты получены на математической модели)

Контур регулирования с одним набором коэффициентов, каким бы эффективным метод его получения не был, не может считаться оптимальным. Получая такой регулятор, технолог неизбежно сталкивается с трудностями. Например, требуется, чтобы регулятор отлично работал в режиме, и при этом быстро на него вышел. В этом случае персоналу предприятия ничего не остается, кроме как вручную при каждом запуске управлять ИУ и лишь при достижении уставки, перевести его в автоматический режим. Регуляторы НПФ “Сенсорика” решают данную задачу не путем выбора компромиссных “средних” настроек, а путем автоматического безударного переключения между двумя наборами коэффициентов. При старте или смене уставки прибор использует коэффициенты “по заданию” и практически по достижении уставки переключается на набор коэффициентов “по нагрузке” (рис 4).Оба набора могут быть получены в ходе процедуры автоматической настройки. Данную схему на сегодняшний день авторы считают оптимальной, однако при желании пользователь всегда может переключиться на режим работы с одним набором коэффициентов.

Автоматическая настройка ПИД регулятора

Автоматическая настройка (АН) избавляет технолога от сложной задачи выбора коэффициентов, качественное решение которой требует серьезных знаний из области САУ.

Практически все регуляторы ведущих производителей имеют АН, но во многих из них ее эффективность невысока вследствие:

- больших погрешностей методов идентификации объектов (например, метода анализа колебаний при релейном регулировании);

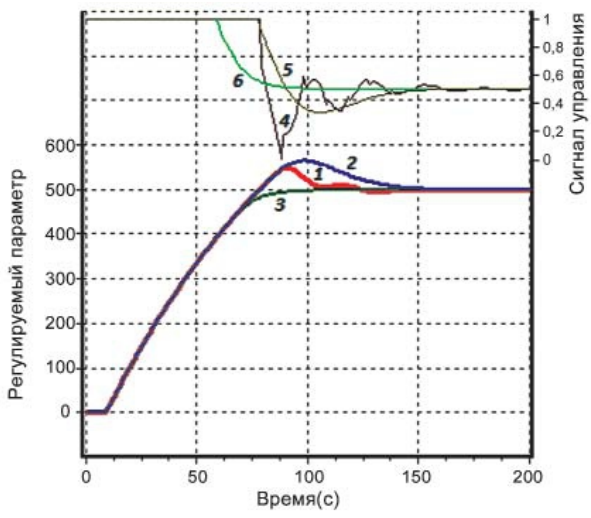


Рис. 5. Выход на уставку ПИД регуляторов с настройками, полученными разными методами, где: кривые 1 и 4 – по методу Зиглера-Никольса; кривые 2 и 5 – по методу Коэна-Куна а, кривые 3 и 6 – по методу используемому НПФ Сенсорика, критерий “по заданию”. Кривые регулируемого параметра – 1…3, кривые сигнала управления – 4…6 (результаты получены на математической модели)

- использования при расчетах коэффициентов методов имеющих высокие погрешности, например, методы Зиглера-Никольса [5, 6],Коэна-Куна [7, 8] и др. (рис. 5);
- отсутствие у пользователя возможностей устанавливать критерии оптимизации контура и влиять на “агрессивность” настроек ;
- отсутствия приемлемых методов борьбы с нелинейностями ИУ.

В основе процедуры АН регуляторов НПФ “Сенсорика” лежат эффективные аналитические методы современной теории автоматического управления. По итогам АН, синтезируется три набора коэффициентов. Два из них обеспечивают высокую скорость выхода на уставку без перерегулирования (критерий “по заданию”) и отличаются запасом устойчивости (выше скорость –меньше устойчивость). Третий обеспечивает высокую скорость отработки возмущений без перерегулирования (критерий “по нагрузке”) при солидном запасе устойчивости.

Экспериментальное сравнение качества регулирования регулятора Сенсорика и стандартного регулятора

Экспериментальное сравнение проводилось на объекте управления, описываемом передаточной функцией:

$$W_{\text{ОУ}}(p) = \frac{K}{T \cdot p + 1} \cdot e^{-\tau p}, \quad \text{где } K = 800,\ T = 100,\ \tau = 10.$$

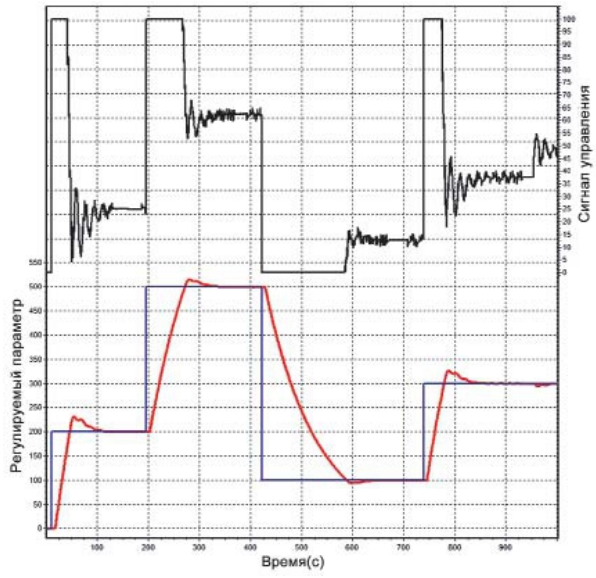


Рис. 6.Переходные процессы в контуре со стандартным регулятором:

- *высокое перерегулирование 17 %;*
- *резкая динамика ИУ;*
- *при выходе на уставку потребовалось 8…12 реверсов, как следствие – высокий износ ИУ.*

Итог: низкие показатели качества, высокий износ ИУ, в лучшем случае требуется серьезная коррекция коэффициентов

В ходе эксперимента сравнивались прибор ТР103 производства НПФ “Сенсорика” и экземпляр одной из наиболее распространенных на российском рынке моделей. Эту модель с полным правом в рамках данной статьи можно назвать “стандартной”.

В качестве модели объекта был использован регистратор Ш9329А016 с графическим дисплеем, имитация производилась математическими средствами регистратора. Сигнал управления регулятора в виде тока подавался на вход регистратора, регулируемый параметр, рассчитанный регистратором, так же в виде сигнала тока передавался на вход регулятора. Перед анализом переходных характеристик каждый из регуляторов автоматически настраивался на объект управления (этап АН показан только для регулятора Сенсорика (рис. 6)).

Информационный обмен с приборами осуществлялся по стандартному в промышленности протоколу ModBus.

Итоги результатов сравнения представлены в таблице 1.

Сравнение переходных процессов при выходах на уставки (рис. 6, 7)

Сравнение устойчивости контуров регулирования при изменении параметров ОУ (рис. 8, 9)

Регуляторы автоматически настраиваются на один объект с $K = 800, T = 100, \tau = 5$. Затем время транспортного запаздывания необходимо увеличить в 2 раза ($\tau = 10$) и проанализировать переходные процессы. Тем самым, имитируется уход одного из параметров объекта в процессе эксплуатации.

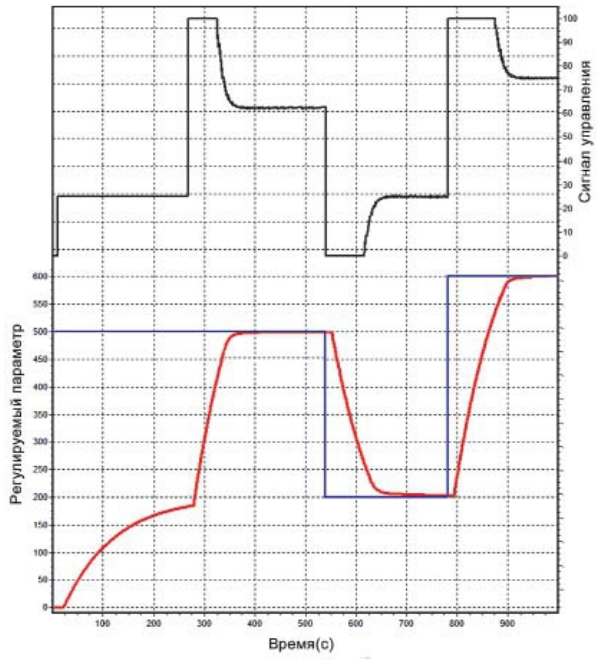


Рис. 7. Переходные процессы в контуре с регулятором Сенсорика:

- *перерегулирование отсутствует;*
- *время выхода на уставку в 1,5раза меньше, чем у стандартного регулятора, и близко к минимальному;*
- *плавная динамика ИУ, реверсы отсутствуют.*

Итог: высокие показатели качества, характер переходных процессов не зависит от уставки, минимальный расход ресурса ИУ, вмешательство оператора не требуется

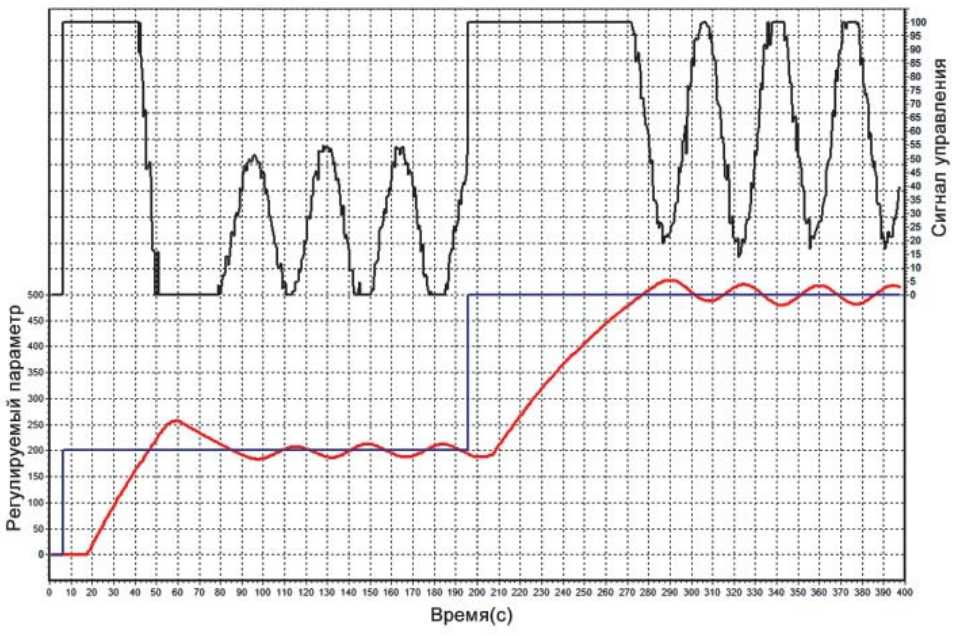


Рис. 8. Переходные процессы в контуре со стандартным регулятором:

- *перегулирование 27 %;*
- *установившийся режим не может быть достигнут, размах автоколебаний 15 %.*

Итог: контур перешел в аварийное состояние, близкие показатели качества могли быть обеспечены двухпозиционным регулятором, если изменение параметров объекта есть неотъемлемая часть техпроцесса (например, различное количество сырья в печи), такой регулятор использовать невозможно

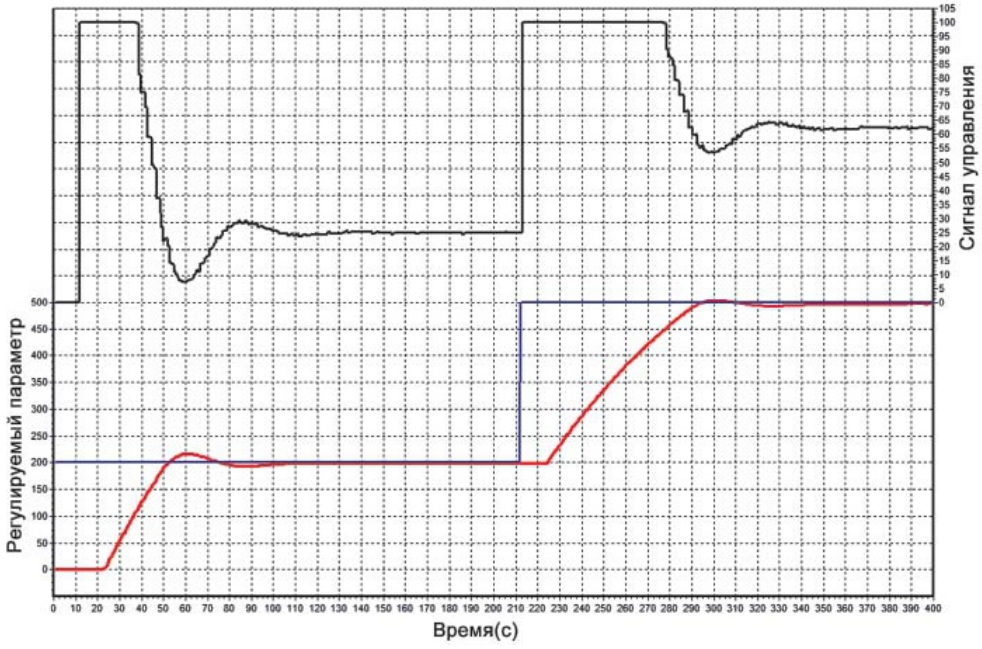
Выводы

В таблице 1 представлены сравнительные характеристики стандартного ПИД регулятора и ПИД регулятора НПФ “Сенсорика”.

Приборная реализация

Описанные алгоритмы реализованы в ПИД регуляторах серии ТР100. Серия включает в себя следующие приборы:

- ТР101 – универсальный одноканальный регулятор;
- ТР102 – двухканальный регулятор;



- ТР103П, ТР106П – многоканальные программируемые регуляторы с графическим дисплеем.

Основные характеристики данных приборов приведены в таблице 2.

Регуляторы серии ТР100 сертифицированы в качестве средства измерения (СИ), свидетельство № 40336, Госреестр № 44808-10.

НПФ "Сенсорика" бесплатно предоставляет регуляторы ТР100 в опытную эксплуатацию сроком на 3 месяца.

Рис. 9. Переходные процессы в контуре с регулятором Сенсорика:

- *перегулирование 6 %,*
- *два небольших реверса ИУ (5 и 20 %).*

Итог: изменение характеристик ОУ привело к небольшому перерегулированию допустимому для большинства промышленных объектов; регулятор точно поддерживает заданный уровень параметра; контур полностью исправен; регулятор может быть использован с ОУ, параметры которых существенно изменяются в процессе эксплуатации.

Таблица 1

Итоговая таблица сравнения регулятора Сенсорика и стандартного регулятора

Характеристика	Регулятор		Резюме
	Сенсорика	Стандартный	
Время выхода на режим	***меньше*** (рис. 7),близко к минимально возможному	***больше*** (рис. 6) засчет перерегулирования (перелета через уставку)	Малое время выхода обеспечивает раннее начало технологического процесса, отсутствие перерегулирования – возможностьработы на объектах, где выход регулируемого параметра за уставку недопустим или ухудшает качество продукции
Перерегулирование	***отсутствует*** или ***малое*** (на объектах со сложной динамикой) (рис. 7)	***высокое –до 20 %*** от уставки (рис. 6)	
Динамика сигнала управления и как следствие исполнительных механизмов	***плавная, реверсы (***смена направления изменения***) отсутствуют*** или их количество ***мало*** (на объектах со сложной динамикой) (рис. 7)	***колебательная***, т. е. с большим количеством реверсов (рис. 6)	Малое количество реверсов существенно снижает износ элементов механических исполнительных механизмов
Устойчивость контура регулирования к изменению параметров	***высокая***; на примере системы (рис. 8).После изменения транспортного запаздывания в 2 раза появилось небольшое перерегулирование, потребовалось 2реверса исполнительного механизма, контур вошел в установившийся режим с ошибкой 0	***низкая***; на примере системы (рис. 9).По сле изменения транспортного запаздывания в 2раза перерегулирование увеличилось в 2,5 раза,контур не вошел в установившийся режим (вошел в автоколебательный режим с размахом в 15 %)	Высокая устойчивость позволяет использовать регулятор в контурах, где параметры объекта изменяются вследствие разного количества загружаемого сырья, изменения питающего напряжения, напора и т. д.

Таблица 2

Основные технические характеристики регуляторов серии ТР 100

Характеристики	ТР101	ТР102	ТР103П	ТР106П
1	2	3	4	5
Законы регулирования	ON/OFF,П, ПИ, ПДД, ПИД			
Количество каналов регулирования	1	2	2	4
Количество универсальных входов	1	2	3	6

Таблица 2 (продолжение)

1	2	3	4	5
Входные сигналы / подключаемые датчики	ТСП, ТСМ, ТСН, ТВР, ТПР, ТПП, ТХК, ТХА, ТЖК, ТНН, 0…100 мА, 0…1 В, 0…5 мА, 0…20мА, 4…20 мА			
Количество аналоговых выходов (max)	2	2	2	4
Количество релейных выходов (max)	2	2	4	8
Количество дискретных входов управления (max)	1	1	3	4
Основная погрешность измерения, %	0,25	0,25	0,1	0,1
Автонастройка ПИД регулятора	+	+	+	+
Количество источников питания датчиков	1	1	3	4
Интерфейсы: RS-232/RS-485 Ethernet USB	 + – –	 + – –	 + + +	 + + +
Встроенный архив	–	–	+	+
Программный регулятор	–	–	+	+
Математические каналы	–	+	+	+
Цветной графический дисплей 6,0'	–	–	+	+
Межповерочный интервал, г	2	2	2	2
Габаритные размеры, мм	96´96´110		165´144´250	
Гарантийный срок, г	2	2	2	2

Список литературы

1. Денисенко В.В. ПИД регуляторы: принципы построения и модификации // *Современные технологии автоматизации*. 2006. № 4. С. 66–74.
2. Денисенко В.В. ПИД регуляторы: принципы построения и модификации // *Современные технологии автоматизации*. 2007. № 1. С. 78–88.
3. Денисенко В.В. ПИД_регуляторы: вопросы реализации модификации //*Современные технологии автоматизации*. 2006, № 4. С. 86–97.
4. Денисенко В.В. ПИД_регуляторы: вопросы реализации модификации //*Современные технологии автоматизации*. 2008. № 1. С. 86–99.
5. Chien K.L., Hrones J.A., Reswick J.B. On automatic control of generalized passive systems // *Trans. ASME* . 1952. Vol. 74, pp. 175–185.
6. Ziegler J.G., Nichols N.B. Optimum settings for automatic controllers //*Trans. ASME*. 1942. Vol. 64, pp. 759–768.
7. Изерман Р. *Цифровые системы управления*. М.: Мир, 1984. 541 с.
8. Astrom K.J. *PID Controllers: Theory, Design and Tuning* Ed.: K.J. Astrom, T.Hagglund. NC: ISA, 1995. 408 p.

Кутрубас Владимир Александрович, ведущий инженер-программист

Сычева Елена Евгеньевна, инженер

ООО НПФ “Сенсорика”

Применение видеографических регистраторов Ш932.9А для программного регулирования технологических процессов

В статье описаны средства для программного регулирования технологических процессов, реализованные в моделях видеорегистраторов Ш932.9А-016 и Ш932.9А-013/1.

ООО НПФ «Сенсорика», г. Екатеринбург

Видеографические регистраторы Ш932.9А являются многофункциональными устройствами. Кроме задач, решавшихся ранее с помощью электромеханических самопишущих приборов, они реализуют практически все наиболее типичные задачи АСУ ТП, выполняемые универсальными контроллерами. В отличие от контроллеров, видеорегистраторы Ш932.9А имеют встроенный цветной графический дисплей, позволяющий отображать параметры техпроцесса в виде графиков, цифровых значений и столбчатых барограмм, а встроенное ПО видеорегистраторов позволяет легко конфигурировать прибор для выполнения нужных функций без разработки и отладки пользователем своего ПО. Настоящая статья посвящена описанию реализации одной из часто используемых функций АСУ ТП – функции программного регулирования.

Под программным регулированием техпроцесса в данном случае понимается изменение регулируемого параметра по заданной временной диаграмме, состоящей, например, из последовательности участков нагрева с заданной скоростью, выдержки при постоянной температуре и охлаждения.

Для выполнения программного регулирования, в приборах Ш932.9А конфигурируется специальный математический канал «Диаграмма». При его работе в каждом цикле измерений прибора формируется выходное значение, равное требуемому значению регулируемого параметра в данный момент времени. Оно может быть использовано в качестве уставки для внутреннего регулятора прибора (позиционного или ПИД), или передано на внешний регулятор в виде аналогового сигнала 4–20 мА или по интерфейсу RS-485. Для каждого контура программного регулирования используется свой измерительный канал, дающий фактическое значение регулируемого параметра, свой канал «Диаграмма», требуемое значение и свой канал регулятора, устраняющий рассогласование между фактическим и требуемым значением.

В приборе можно также сконфигурировать несколько контуров программного регулирования, работающих параллельно и независимо друг от друга. Их максимальное количество зависит от наличия свободных физических и математических каналов, своих каналов регулирования, аналоговых выходов для управления внешними регуляторами и в пределе может достигать 20.

Математический канал «Диаграмма» на каждом контуре программного регулирования запускается подачей сигнала на заданный релейный вход прибора. Конкретный вид формируемой временной диаграммы для каждого контура определяется выбранной программой регулирования. Номер нужной программы задается комбинацией сигналов на релейных входах, назначенных для задания номера программы в данном канале «Диаграмма».

В приборе можно сконфигурировать до 30-ти различных программ регулирования, содержащих до 50-ти участков (шагов). Одна и та же программа может использоваться для нескольких или всех контуров.

Для каждого шага задаются следующие параметры:

Наименование	Назначение
Уставка	Задает требуемое значение регулируемого параметра на данном шаге
Скорость выхода на уставку	Задает требуемую скорость изменения параметра до достижения уставки
Время шага	Задает длительность данного шага
Условие окончания шага	Задает окончание шага, когда регулируемый параметр станет либо больше, либо меньше заданного значения
Логика окончания шага	а) только по истечению заданного времени шага; б) только по наступлению условия окончания шага; в) по любому из условий (а или б); г) только когда выполнились оба условия (а и б)
Аварийное отклонение от уставки	Задает предельно допустимое отклонение регулируемого параметра от заданной уставки, при его превышении формируется сигнал «авария»

Кроме обычных шагов, существует еще шаг типа «Конец», завершающий выполнение программы, и шаг типа «Переход», в котором указывается номер следующего подлежащего выполнению шага. С помощью «Перехода» можно организовать циклическое повторение последовательности шагов программы.

Также задается реакция прибора на пропадание питания. В зависимости от задания, после восстановления подачи напряжения выполнение программ может либо автоматически продолжиться, либо прекратиться с выдачей сигнала «Авария».

В качестве примера практической реализации программного регулирования можно рассмотреть следующую систему. На участке термообработки имеется восемь независимых печей. В каждой из печей возможна термообработка любого из восьми типов изделий. Все типы изделий требуют своей временной диаграммы режима термообработки. Выбор нужной программы и ее запуск осуществляются с помощью тумблеров на простейшем пульте управления каждой печью.

На этом же пульте размещены сигнальные ламы «Работа» и «Авария». Оператор пользуется видеорегистратором только для визуального контроля техпроцесса, работа программ прибора и его настройки защищены паролем от любого вмешательства оператора. Функциональная схема такой системы программного регулирования температуры печей показана на рис. 1.

После загрузки изделий в печь, оператор запускает программу регулирования и записывает в технологический паспорт данной партии изделий дату и время начала термообработки. После окончания термообработки ОТК анализирует зарегистрированный прибором график изменения температуры в данной печи на соответствующем интервале времени и записывает в факт соблюдения или нарушения режима. При необходимости может быть вложен и распечатанный график хода температуры.

Кроме автоматизации процесса поддержания и регулирования температуры в печи, такая организация обеспечивает четкое, понятное и надежное подтверждение факта и правильности проведения термообработки каждой конкретной партии изделий. Здесь человек проверяет и документирует факт, что данная партия изделий действительно находилась в данной печи в данный промежуток времени, а прибор – что в это время поддерживался нужный температурный режим. Контролировать, когда и какие детали находились в печи, прибор не может, потому этот контроль возложен на человека.

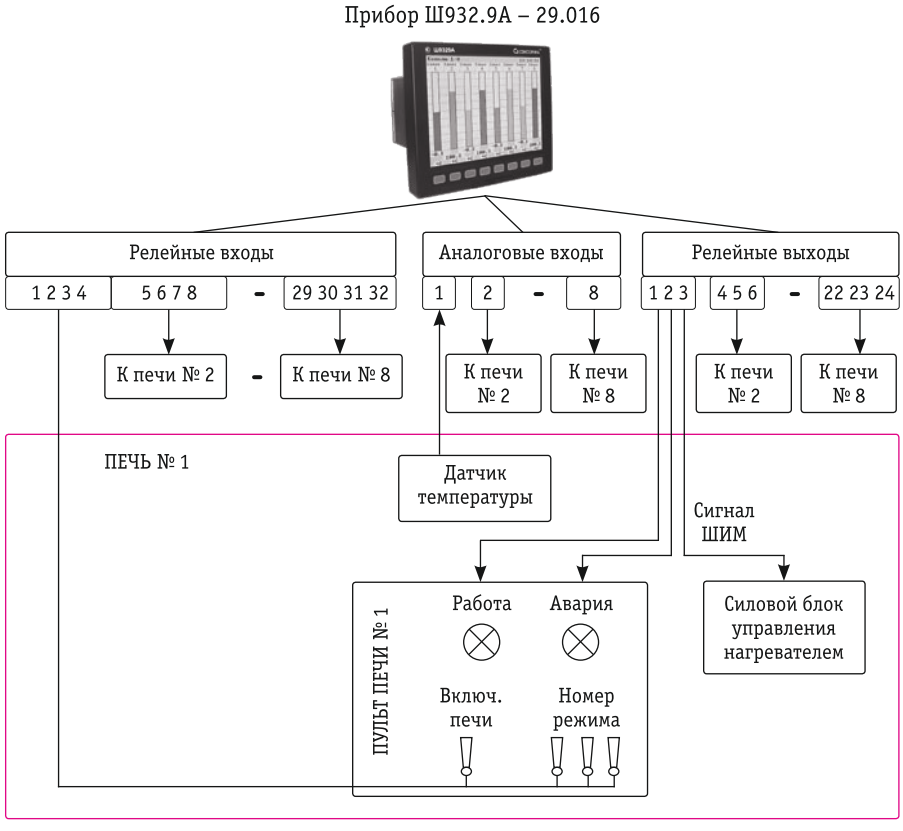


Рис.1. Функциональная схема системы программного регулирования температуры печей

Считанный архив измерений точно и достоверно подтверждает, что на данном интервале времени в печи поддерживался требуемый режим, останова процесса из-за выхода параметров за заданные допуски не было. Точный график изменения температуры можно распечатать и приложить к паспорту партии изделий. Файл архива, переносимый из прибора в компьютер на флэшкарте, имеет бинарный формат, поэтому изменить в нем значения множества записей температуры, даты и времени с помощью стандартного компьютерного программного обеспечения практически нереально.

Номер партии изделий и время ее загрузки в печь предлагается записывать либо в файл прибора, либо в бумажный технологический паспорт. Однако следует подчеркнуть, что занесение идентификационных данных с клавиатуры прибора нисколько не повышает достоверность контроля, но создает дополнительные сложности для оператора. Вводить текстовое наименование деталей в прибор – дольше и труднее, чем писать их ручкой на бумаге. В особо ответственных случаях контролер может присутствовать при выгрузке изделий из печи, проверять, что технологический паспорт выписан именно на эти изделия, и подтверждать это своей подписью. Подтверждать же введенные в файл данные подписями одного, а тем более двух человек, достаточно сложно, введение парольной защиты на ввод и изменение данных замедлит и затруднит процесс.

Пример отображения на дисплее результата выполнения программ показан на рис. 2. Такой же график можно получить и распечатать, обработав полученный с прибора архив. Для примера взята про-

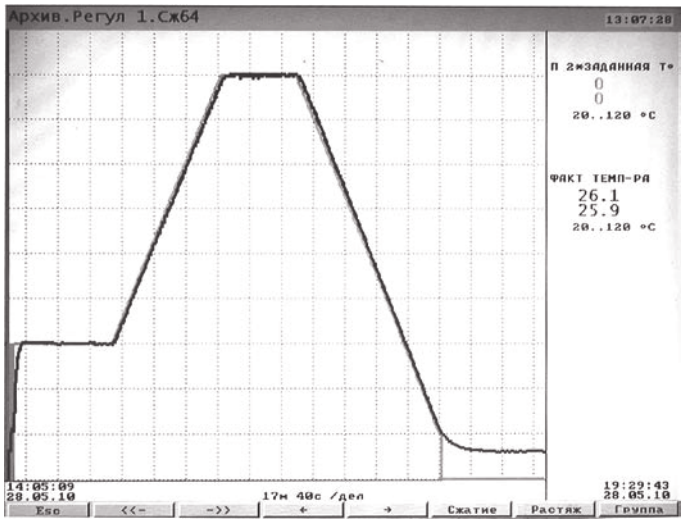


Рис. 2. Отображение на дисплее графика – результат выполнения программ регулирования

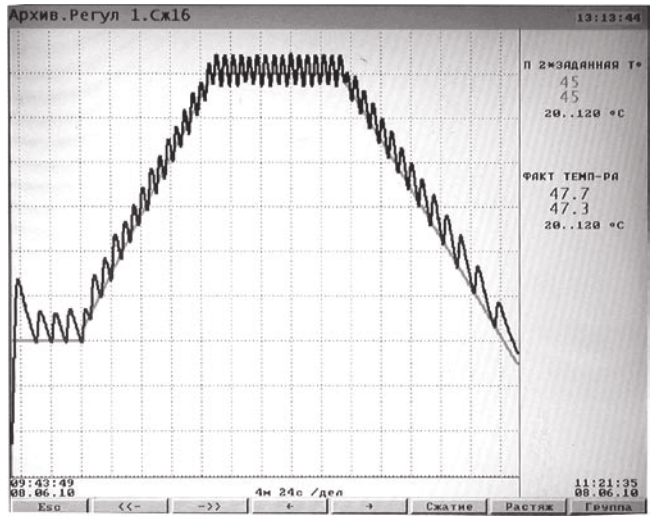


Рис. 3. Пример программного регулирования с использованием позиционного регулятора

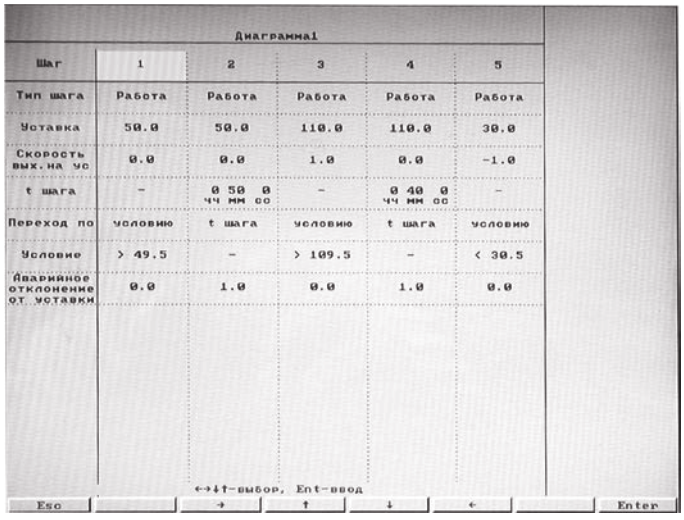


Рис. 4. Задание программы регулирования на дисплее пользователя

стейшая программа регулирования, состоящая из следующих шагов:

- нагрев без ограничения скорости до 50°C;
- выдержка при 50°C в течение 50 мин.;
- нагрев до 100°C со скоростью 1°C в мин.;
- выдержка при 100°C в течение 40 мин.;
- охлаждение до 30°C со скоростью 1°C в мин.

На графике отображены два параметра – требуемая температура, задаваемая программой регулирования, и фактическая температура в печи. Графики получены на реальном объекте, регулирование выполнялось встроенным ПИД регулятором прибора. Видно, что ПИД регулятор настроен правильно и обеспечивает практически идеальное совпадение графиков заданной и фактической температур. На первом шаге задан нагрев без ограничения скорости, поэтому заданная температура установилась мгновенно, а фактически нагрев шел со скоростью, определяемой мощностью нагревателя печи. После окончания этапа охлаждения до 30°C, программа регулирования завершила работу и обнулила заданное значение температуры, а фактическая температура печи стала приближаться к температуре помещения.

На рис. 3 показаны графики программного регулирования того же объекта по той же программе регулирования, но вместо ПИД регулятора использован простейший позиционный регулятор, который отличается тем, что не требует никакой настройки и обеспечивает на данном конкретном объекте вполне удовлетворительное качество работы. На рис.4 показано как на дисплее прибора выглядит задание программы, выполнявшейся в данном примере.

Заключение

Как было показано выше, регистрация- это лишь одна из большого числа функций, выполняемых данными приборами. Благодаря их универсальности, современный видеографический регистратор способен заменить сразу несколько отдельных приборов, тем самым упростив наладку системы. Следует отметить простоту организации локальных диспетчерских постов, так как цифровые регистраторы дают максимум легко воспринимаемой информации и обеспечивают оптимальный диалог с оператором без использования SCADA систем.

Разумеется, нельзя считать, что универсальные видеографические регистраторы должны вытеснить все остальные специализированные приборы, но, несомненно, в целом ряде конкретных случаев применение универсального прибора экономически и технически целесообразно.

А.С. Верендеев, специалист отдела продаж,
К.И. Кутуков, Зам. главного конструктора НПФ,
e-mail: verendeev@sensorika.ru

Многоканальный измерительный контроллер Ш932.7/02

Представлены архитектурные особенности и функциональные возможности многоканального измерительного контроллера Ш932.7/02 производства НПФ "Сенсорика".

Ключевые слова: многоканальный измерительный контроллер, виртуальные каналы, кросс-плата.

При автоматизации ТП часто возникает задача контроля большого (>100) параметров, первичной обработки данной информации и передачи ее по цифровым каналам на верхний уровень АСУТП. При автоматизации объектов с большим числом контролируемых параметров могут использоваться локальные системы, построенные на ПЛК или измерительных контроллерах, и распределенные системы на выносных модулях, максимально приближенных к объекту контроля. Рассмотрим достоинства и недостатки перечисленных способов построения АСУ. Локальные АСУ требуют меньших затрат на внедрение и эксплуатацию, так как размещаются, как правило, в диспетчерских пунктах с нормальными условиями эксплуатации, в то время как выносные модули распределенных систем часто оказываются в жестких условиях эксплуатации и требуют проведения специальных работ по их защите от внешних воздействий. Однако в ряде случаев значительное сокращение числа связей в распределенных системах является веским аргументом в пользу распределенных систем. Если сравнивать локальные системы, построенные на ПЛК и на измерительных контроллерах, то при построении системы на измерительных контроллерах не требуется разработки каких-либо программ, изучения языка технолога и т.д. Для внедрения системы на измерительном контроллере достаточно подключить к нему требуемый набор датчиков, сигнализирующих устройств и цифровой канал связи. Выполнить конфигурирование контроллера, и система готова к работе. Все программы измерения, обработки и передачи информации на верхний уровень прошиты в памяти контроллера. Именно к классу многоканальных измерительных контроллеров относится прибор Ш932.7, разработанный НПФ "Сенсорика" в 1998 г. прибор Ш932.7 получил широкое распространение в различных отраслях промышленности. Около тысячи приборов работает в настоящее время на различных предприятиях, в том числе на объектах атомной энергетики. Однако за прошедшие годы устарела применяемая в данных приборах элементная база, схемотехнические решения и т.д. Начиная с января 2010 г. НПФ "Сенсорика" начала выпуск новой модификации многоканального измерительного контроллера Ш932.7/02. С начала 2011 г. выпуск старой модификации прекращен. Основной целью модернизации Ш932.7 являлась задача превращения многоканального преобразователя, выполняющего функции сбора информации, в полномасштабный измерительный контроллер. Для этого в модификации Ш932.7/02 добавлены функции регулирования, архивирования, математические каналы, добавлены дискретные и частотные входы, значительно расширена номенклатура цифровых интерфейсов. Одновременно решалась задача повышения надежности. Были заменены герконовые реле входного коммутатора на электронные ключи. Изменена структура аналоговых трактов преобразования. Аналоговые сигналы разбиты на группы по 8 (16) каналов, объединенных на свой АЦП. Значительно уменьшен цикл опроса каналов (с 5 с до 1,5 с). Повышена помехозащищенность измерительных трактов за счет многоуровневой системы цифровой фильтрации.

Функции, выполняемые контроллером

- *Преобразование сигналов от различных типов датчиков в физические величины.* Аналоговые входы контроллера универсальные и могут быть сконфигурированы под различные типы датчиков, при этом встроенная библиотека программ автоматически осуществляет преобразование измеренных сигналов в их физические значения (например, температуру, давление, уровень и т.д.).

- *Отображение преобразованной информации.*Физические значения измеренных величин отображаются на четырехстрочном ЖК-дисплее или на дисплее ПК с помощью ПО "Конфигуратор" и "Архив менеджер".

- *Регистрация измеренных величин и событий, формирование архивов.* Контроллер формирует в энергонезависимой памяти архив параметров, в который записываются изменения аналоговых и дискретных сигналов по всем входам контроллера с периодом 1 с, 2 с, 5 с, 20 с, 1 мин, 5 мин). Глубина архива обеспечивает запись в течение 20 сут. при минимальном периоде регистрации.

- *Двух- и трехпозиционное и пропорциональное регулирование.* Функцию регулирования контроллер осуществляет с помощью выходных аналоговых или релейных каналов, подключенных к соответствующим виртуальным математическим каналам, которые и определяют закон регулирования.

- *Сигнализация с выдачей звуковых, световых и релейных сигналов.* Контроллер обеспечивает сигнализацию при всех неисправностях как самого контроллера, так и неисправностях датчиков и выходе контролируемых параметров за пределы допусков. Встроенная звуковая головка выдает прерывистый сигнал с программируемыми периодами звука и паузы. На ЖК-мониторе при срабатывании сигнализации высвечиваются соответствующие значки и поясняющие надписи. Одновременно при срабатывании

сигнализации могут выдаваться релейные команды на внешние исполнительные устройства.

- *Выдача информации на верхний уровень.* Связь с верхним уровнем осуществляется через порты RS-232/485, Ethernet. Контроллер легко адаптируется в различные системы верхнего уровня с помощью поставляемых OPC-серверов, а также с помощью прилагаемых программ "Конфигуратор" и "Архив менеджер".

- *Запись информации на транспортное запоминающее устройство.* Контроллер обеспечивает перенос всей архивной и служебной информации с помощью USB-Flash в ПК для просмотра и дальнейшей обработки.

- *Математическая обработка входных сигналов* осуществляется по программируемым формулам, используя функции, операторы и константы, "зашитые" в контроллере.

Устройство и работа контроллера

Контроллер выполнен в виде крейта на 12 посадочных мест для модулей ввода/вывода и базовой части, выполненной на основе процессорной платы VSX6154. С октября 2011 г. в контроллере Ш932.7 (исполнения 021, 022, 023) устанавливается процессорная плата VDX-6353D взамен ранее устанавливаемой VSX-6154-V2. Процессорные платы полностью взаимозаменяемы. В новой плате установлен более мощный процессор (800 МГц) с аппаратной поддержкой операций с плавающей точкой, в два раза увеличена память (256 Мб). Платы VDX-6353D позволяют работать с новыми версиями ПО (с версии 1.0.2.1).



Рис. 1

На лицевой панели базовой части контроллера размещен цифровой LCD дисплей 4*20 и клавиатура на 16 клавиш. Все блоки контроллера работают под управлением процессора. Управление осуществляется по внутреннему интерфейсу, разведенному через плату соединений на 12 портов подключения сменных блоков. Процессор обеспечивает работу двух внешних портов RS-232/RS485 и порта Ethernet для связи контроллера с верхним уровнем АСУТП или ПК, а также порта USB-2.0 для записи информации на Flash диск, порта VGA для отображения информации на стандартном мониторе и порта RS/2 для связи со стандартной клавиатурой. Входные дискретные сигналы, поступающие на входы блоков РВХ, преобразуются в цифровую форму и поступают на обработку в процессор. В зависимости от заданной конфигурации принимаемая информация может быть использована в логике работы других устройств контроллера. Кроме того, информация, поступающая с импульсных входов при задействовании математических каналов, может быть преобразована в скорость вращения, расход и т.п.

Входные аналоговые сигналы поступают на универсальные входы блоков АЦП, которые преобразуются в соответствующие физические величины. Контроллер может быть укомплектован блоками АЦП, обеспечивающими искробезопасные входные аналоговые цепи уровня "ia" имеющие маркировку [Exia]IIC и предназначенные для работы с датчиками и источниками сигналов, эксплуатирующихся во взрывоопасных зонах (исполнение контроллера Ш932.7И). Контроллер Ш932.7И имеет сертификат соответствия требованиям взрывозащищенного оборудования № РОСС RU.ME92.B01678. Контроллер Ш932.7 обеспечивает измерение со всех типов термопарных и терморезистивных датчиков, в том числе импортных градуировок, пирометров и датчиков с устаревшими градуировками 21 и 23, а также измерение сигналов с датчиков, имеющих унифицированные выходные сигналы в виде тока и напряжения. На 12 посадочных мест переменной части контроллера можно установить сменные блоки. Кроме того, прибор может быть укомплектован кросс-платами с реле повторителями, при этом коммутируемый ток релейных выходов увеличивается до 10 А. Сменные блоки могут устанавливаться в крейт в любых сочетаниях, при этом контроллер автоматически определяет свою "набивку" модулями и отображает на экране ПК.

Основные технические характеристики контроллеров Ш932.7 представлены в таблице.

Расширение числа каналов ввода/вывода в приборе Ш932.7 осуществляется за счет подключения к нему по интерфейсу RS-485 выносных модулей типа ВА8, РВ16, ВД16 и т.п. Адресное пространство позволяет подключить до 128 выносных модулей, что обеспечивает более тысячи каналов ввода/вывода. Такая система расширения позволяет строить как локальные, так и распределенные АСУТП.

Таблица. Основные технические характеристики контроллеров Ш932.7

Число каналов ввода/вывода и их номенклатура	зависят от набивки переменной части. Максимальное число каналов ввода/вывода при полной набивке примерно 200 каналов и при использовании выносных модулей достигает 1000 каналов ввода/вывода
Все измерительные каналы	гальванически развязаны между собой и от выходных цепей
Класс точности	0,1
Максимальное время опроса всех каналов	1,5 с
Внутренний архив	3,5 Гб
Питание	160…265 В 50 Гц или 120…370 В постоянного напряжения
Условия эксплуатации: • температура окружающей среды, °С • относительная влажность воздуха, % • атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.)	 5…50 30…80 84…106,7 (630…800)

Конструктивные исполнения

Контроллер имеет три конструктивных исполнения:

1) шкафное для установки в шкаф и для настенного монтажа (рис. 1), габаритные размеры корпуса - 510×188×178 мм. Разъемы для внешних подключений расположены на передней панели;

2) щитовое исполнение (рис. 2) для утопленного щитового монтажа, габаритные размеры корпуса - ≤ 515×235×188 мм. Разъемы для внешних связей расположены на задней панели (рис. 3);

3) щитовое исполнение в габаритах Ш932.7/01, габаритные размеры корпуса ≤440×266×388 мм. Разъемы для внешних связей расположены на задней панели.

Контроллер имеет крейтовую конструкцию. Крейт состоит из 12 слотов (посадочных мест), в которые вставляются сменные блоки ввода/вывода по направляющим и крепятся с помощью двух невыпадающих винтов. На корпусе контроллера (на верхней панели) слоты пронумерованы.

Посадочные места представляют собой разъемы с подведенным питанием и внутренней шиной контроллера. Для объединения блоков в контроллере служит плата соединений, на которой установлены 64-контактные разъемы типа SL-120 (PCI-120D).

Блоки ввода/вывода могут устанавливаться в любой последовательности и любом сочетании. Блоки ввода/вывода взаимозаменяемы, так как имеют одинаковый типоразмер. Каждый блок ввода/вывода состоит из панели и печатной платы. Платы устанавливаются в корпусе контроллера, а панели блоков образуют переднюю (шкафное исполнение) или заднюю (щитовое исполнение) панель контроллера. На передних панелях блоков расположены разъемы для подключения кросс-плат.



Рис. 2

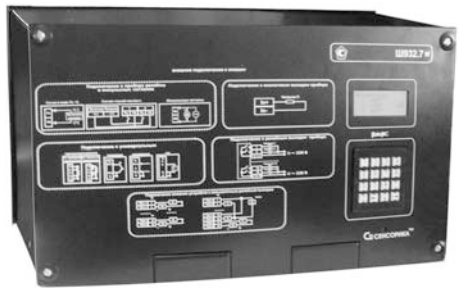


Рис. 3



Рис. 3

Математические каналы

В контроллере предусмотрено четыре группы виртуальных (математических) каналов: аналоговые входные, релейные входные, аналоговые выходные, релейные выходные. В каждой группе может быть сформировано до 256 виртуальных каналов.

Входные виртуальные аналоговые и релейные каналы могут быть образованы из входных физических каналов либо в виде формул, аргументами которых являются выходы других входных виртуальных каналов.

Только осуществляя свои лучшие мечты, человечество продвигается вперед.

К.А. Тимирязев

Выходные виртуальные каналы могут быть образованы путем соединения их выхода с конкретными одним или несколькими выходными физическими каналами. Выходы выходных виртуальных каналов могут также использоваться как аргументы в формулах других виртуальных каналов.

Входы выходных виртуальных каналов могут быть соединены с внешними управляющими сигналами контроллера либо с формулой, аргументами которой могут быть выходы других виртуальных каналов.

Кросс-плата КР-16Р

Для увеличения нагрузочной способности слаботочных релейных выходов регистраторов серии Ш932.9А и контроллеров Ш932.7 разработана кросс-плата КР-16Р (рис. 4).

Кросс-плата реле 16 предназначена для увеличения нагрузочной способности 16-ти слаботочных релейных выходов приборов Ш932.9, Ш932.7/2 и обеспечивает выход в виде переключающего контакта реле, коммутирующего как постоянный, так и переменный ток.

Кросс-плату удобно использовать для подключения устройств сигнализации, блокировки, для включения- выключения агрегатов и т.п. Для регулирования сигналом ШИМ и в случаях, когда требуемое количество включений – выключений нагрузки за срок службы изделия превышает 100 000, данную кросс-плату применять не следует, в таких случаях нужно использовать релейные выходы приборов, выполненные на оптоэлектроных ключах или оптосимисторах.

Кросс-плата реле 16 подключается к прибору вместо кросс-платы КР-16 (КР-32) и может использоваться с любым прибором, который имеет слаботочные универсальные релейные выходы или слаботочные выходы постоянного тока, выведенные на 25-контактный разъем для подключения кросс-платы КР-16 (КР-32). К таким приборам относятся, например, Ш932.9А 29.016, Ш932.9А 29.013/1, Ш932.7/2, Ш932.9М 29.002, Ш932.9Д 29.003, Ш932.9/1 29.001, Ш932.9А 29,012, а также выпускавшиеся ранее Ш932.9А 29.013 и 29.015. Со слаботочными релейными выходами переменного тока данная кросс-плата работать не может.

На кросс-плате установлены 16 электромагнитных реле и источник постоянного напряжения 24 В для питания их обмоток. Источник запитывается от сети 220 В 50Гц. Напряжение 24 В на обмотку каждого реле подается через слаботочный релейный выход прибора, при этом выход нагружается током порядка 15 мА. Обмотки реле зашунтированы диодами.

Каждое реле имеет одну переключающую группу контактов, все три ее вывода выведены на отдельную трехконтактную клеммную колодку. Контакты реле обеспечивают ресурс 100 тыс. срабатываний при коммутации активной нагрузки до 10 А 240 В переменного тока и до 10 А 28 В постоянного тока. При коммутации индуктивной нагрузки на переменном токе при Cos φ = 0,4 допустимый коммутируемый ток снижается до 7А. При коммутации активной нагрузки на постоянном токе увеличение коммутируемого напряжения до 60 В требует снижения коммутируемого тока до 1 А, увеличение напряжения до 200 В требует снижения коммутируемого тока до 0,15 А.

При напряжении 5В минимальная нагрузка на контакты составляет 0,1 А.

Конструктивное кросс-плата реле 16 выполнена аналогично всем другим кросс-платам приборов НПФ Сенсорика. Корпус пластмассовый с защелками для установки на DIN рейку, клеммные колодки с пружинными зажимами для проводов сечением 0,2...2,5 мм^2. Габариты – 270×90×60 мм.

Области применения

Благодаря широкому спектру функциональных возможностей контроллер Ш932.7 мод.02 может использоваться для решения различных технологических задач. Традиционное использование данного контроллера как локальной системы сбора и контроля информации может быть реализовано, как автономная система, так и как расширитель числа каналов ввода/вывода существующих на предприятии систем. Особенно ощутимый экономически эффект дают варианты расширения числа каналов ввода/вывода АСУТП, реализованных на импортных ПТК. При этом благодаря набору дружественных интерфейсов, такое внедрение в существующую систему осуществляется достаточно просто.

Другим достаточно перспективным направлением использования контроллера Ш932.7 мод.02 является возможность построения на его основе распределенных АСУТП до 1000 каналов ввода/вывода. При всех вариантах использования контроллера Ш932.7 мод.02 одновременно с функциями сбора и контроля информации могут решиться также задачи расчета и учета расходов различных видов энергоносителей (воды, пара, газа, тепловой и электрической энергий). Кроме того, контроллер Ш932.7 мод.02 может осуществлять функции регулирования. Возможности регистрации и архивирования, заложенные в контроллер, позволяют использовать его в качестве "черного ящика" для анализа произошедших аварийных ситуаций и в системе ПАЗ.

Бухнер Анатолий Викторович *– начальник отдела сбыта,*
Сычева Елена Евгеньевна *– менеджер по рекламе НПФ "Сенсорика".*