

НПФ «Сенсорика»: обеспечение российской промышленности современными ПИД-регуляторами



Российское предприятие НПФ «Сенсорика» производит промышленные ПИД-регуляторы, функционирующие по оригинальному алгоритму, разработанному специалистами компании. Представлены новые модели TR103П и TR106П, а также давно эксплуатирующиеся модели TR101 и TR102. Показано, что данное оборудование, как и другая продукция «Сенсорики», позволяет поддерживать технологическую независимость российской промышленности.

НПФ «Сенсорика», г. Екатеринбург

Научно-производственная фирма (НПФ) «Сенсорика» была создана в 1991 году в результате конверсии «НПО автоматики» — одного из ведущих предприятий ракетно-космической отрасли России. Само название компании указывает на сферу ее деятельности: разработка и производство измерительного оборудования. НПФ «Сенсорика» входит в число лидеров среди российских разработчиков и изготовителей контрольно-измерительных приборов и средств автоматики (КИПиА), поставляет свою продукцию на большинство отечественных атомных электростанций, что может служить показателем ее высокой надежности. Наряду с оборудованием компания разрабатывает многофункциональные комплекты аппаратуры, удобные и эффективные в эксплуатации, предназначенные для использования в самых разных отраслях промышленности и народного хозяйства: помимо атомной промышленности и энергетике это машиностроение и металлургия, газовая и нефтехимическая отрасли, горная промышленность, железнодорожный транспорт, сельское и городское хозяйство.

Продуктовая линейка предприятия включает:

▶ датчики температуры (термоэлектрические преобразователи, термопре-

образователи сопротивления и установочные элементы);

▶ датчики и преобразователи влажности типа ПТВ;

▶ датчики/сигнализаторы уровня (электрические, поплавковые, вибрационные);

▶ датчики и комплексы тахометрические;

▶ ПИД-регуляторы;

▶ видеографические регистраторы и измерители-регистраторы;

▶ контроллеры, многоканальные измерительные преобразователи, модули ввода/вывода;

▶ модульные преобразователи, щитовые приборы и приборы для специальной техники;

▶ блоки питания.

Для настоящей статьи мы выбрали один из указанных пунктов — ПИД-регуляторы компании «Сенсорика».

Пропорционально-интегрально-дифференцирующее (ПИД) регулирование является одной из самых востребованных функций в современных автоматизированных системах, потому что позволяет управлять переходными процессами с высокой точностью. Это достигается посредством мониторинга текущих значений (пропорциональная регулирование) с одновременным учетом двух других составляющих — интегральной (в ее основе — реакция

на предысторию регулируемого процесса) и дифференциальной, учитывающей оптимизацию переходного процесса.

Патент на изобретение ПИД-регулятора был выдан более века назад — в 1910 году, но методика настройки регуляторов этого типа была разработана только через 32 года. А бурное развитие этих контрольно-измерительных приборов началось в 1980-х годах, после появления микропроцессоров. Около 90–95 % регуляторов, находящихся в эксплуатации сегодня, используют ПИД-алгоритмы. Кроме высоких точностных характеристик потребителей привлекают простота построения и использования ПИД-регуляторов, понятная логика функционирования, приспособленность для простого и эффективного решения большинства практических задач и важнейший фактор — низкая стоимость.

Одним из главных достижений НПФ «Сенсорика» на рынке ПИД-регуляторов стала разработка собственного алгоритмического обеспечения работы приборов, настроенного на максимальное удовлетворение самых разных запросов потребителей. Особенность алгоритма состояла в использовании одного из наиболее совершенных методов борьбы с эффектом интегрального насыщения (ЭИН), до-

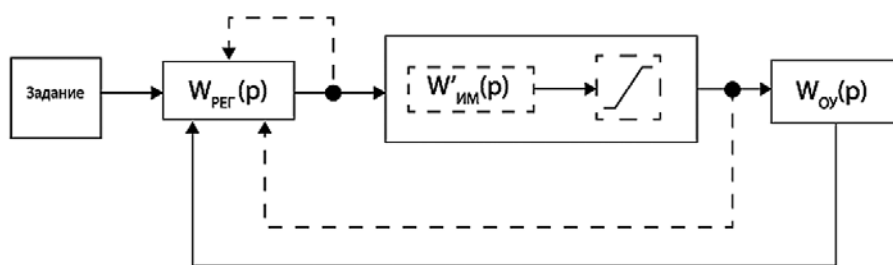


Рис. 1. Контур с ПИД-регулятором, реализующий алгоритм специалистов НПФ «Сенсорика»

ставляющим много хлопот конструкторам и технологам.

Разработанный специалистами «Сенсорика» алгоритм ПИД-регулятора (рис. 1) учитывает реальный (фактический) выходной сигнал исполнительного устройства, который получается прямо (например, управляемый широтно-импульсной модуляцией нагреватель, ШИМ) или косвенно по модели объекта управления (в случае использования интегрирующих исполнительных устройств без обратной связи по положению). Обратные связи, показанные на рисунке пунктиром, реализованы программно внутри ПИД-регулятора. В результате непосредственно измеряется только регулируемая величина (как это и происходит в большинстве промышленных регуляторов). Кроме того, в этом случае, в отличие от большинства алгоритмов других типов, задавать какие-либо дополнительные коэффициенты, усложняющие работу наладчика контура, не нужно.

Разработанный специалистами НПФ «Сенсорика» алгоритм был применен в первых регуляторах серии ТР: ТР101, ТР102, ТР103 и ТР106. Программируемые ПИД-регуляторы

обеспечивают мониторинг требуемого регулируемого параметра по заданной временной диаграмме. Кроме того, эти устройства обеспечивают каскадное регулирование сумм, разности и отношения. Оптимальные значения коэффициентов ПИД-регулирования приборы определяют в автоматическом режиме. При этом регуляторы с ЖК-дисплеем дают возможность выполнять настройку этих коэффициентов и в ручном режиме. Характерной особенностью регуляторов ТР103П и ТР106П является способность определять при автоматической настройке три разных набора коэффициентов ПИД-регулирования: «медленно», «быстро» и «удержание». Это связано с тем, что характер переходных процессов при каждом из трех сформированных автоматической настройкой наборов коэффициентов разный. При выборе критерия «медленно» обработка задаваемых уставок выполняется плавно и без перерегулирования, но возмущения по нагрузке часто обрабатываются неприемлемо медленно. При критерии «быстро» уставки обрабатываются настолько быстро, насколько это возможно без заметного (больше

1–1,5%) перерегулирования, но возмущения по нагрузке обрабатываются тоже медленно. Критерий «удержание» обеспечивает быструю и без перерегулирования обработку возмущения по нагрузке, но обработка уставок (возмущения по заданию) происходит с заметным перерегулированием. На рис. 2 показаны реальные выходы на уставку и обработка возмущений в плюс и минус при различных критериях.

НПФ «Сенсорика» рекомендует, а программное обеспечение регулятора позволяет задавать автосмену критерия регулирования. В этом случае выход на уставку будет происходить по критериям регулирования «медленно» или «быстро» (по выбору потребителя), а на участках, где уставка не меняется, — с набором «удержание» (независимо от того, какой критерий был задан в пункте «Выбор критерия»). Это является наиболее критичным при программном регулировании, так как набор коэффициентов для правильного выхода на уставку и для четкого удержания уставки различный. Это хорошо видно на рис. 2.

Две передовые модификации промышленных ПИД-регуляторов серии ТР — ТР103П и ТР106П — представлены на рис. 3. Отличия между ними указаны в таблице.

Конструкция регуляторов предусматривает наличие конфигурируемых входов для регулирования (включая каскадное) суммы, разности и отношения двух величин, а также возможность подключения термодпар, термометров сопротивления, датчиков напряжения и силы постоянного тока, активного сопротивления. Для работы в составе автоматизированных систем приборы оборудованы интерфейсами RS-232 и RS-485 (Modbus RTU). Выпускаются исполнения для утепленного щитового монтажа.

Процесс ПИД-регулирования может выполняться в ручном режиме или с автоматической настройкой. Дистанционное регулирование осуществляется с помощью дискретных входов или с использованием стандарта физического уровня RS-485 для асинхронного интерфейса. При программном регулировании могут использоваться 30 программ по 100 шагов каждая.

ПИД-регуляторы серии ТР оборудованы цветными ЖК-дисплеями. Регулируемые параметры и сам процесс регулирования отображаются на

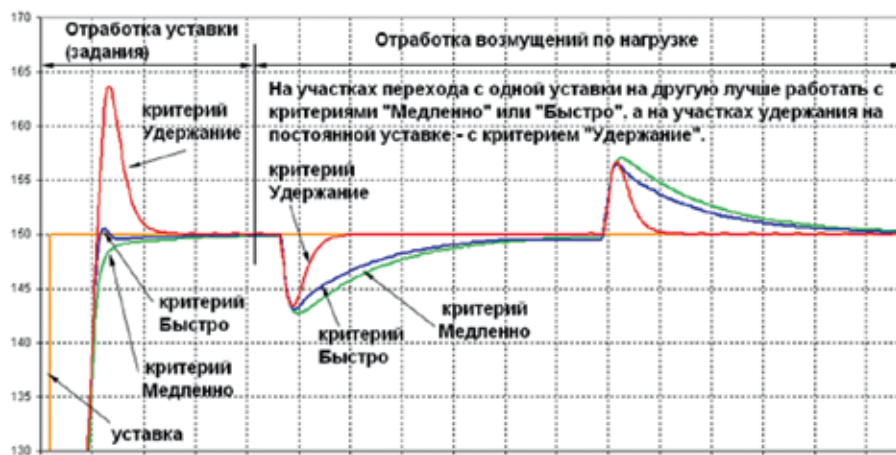


Рис. 2. Работа ПИД-регулятора с разными наборами коэффициентов регулирования



Рис. 3. Новые модификации ПИД-регуляторов серии TP разработки и производства НПФ «Сенсорика»: TP103П и TP106П

дисплее в аналоговой (в виде графиков) и (или) цифровой форме и регистрируются в энергонезависимой памяти, что позволяет просмотреть архивную информацию о регулируемом процессе непосредственно на экране прибора.

В качестве источника питания регуляторы используют промышленную сеть переменного тока с напряжением от 175 до 245 В и частотой (50 ± 3) Гц, потребляемая мощность устройств составляет не более 10 ВА. В соответствии с ГОСТ 32137-2013 «Совместимость технических средств электромагнитная» исполнения приборов относятся к группе III-A (легкая электромагнитная обстановка).

Таблица 1. Характеристики ПИД-регуляторов TP103П и TP106П

| Наименование характеристики | Значение | |
|---|-----------|-----------|
| | TP103П | TP106П |
| Количество универсальных измерительных входов | 3 | 6 |
| Количество независимых каналов регулирования | 2 | 4 |
| Количество дискретных входов управления | 4 | 4 |
| Количество релейных выходов для управления/сигнализации | 4/8 | 8/16 |
| Количество аналоговых выходов управления (0...5, 0...20, 4...20 мА) | 2 | 4 |
| Количество встроенных источников питания датчиков 24/36 В, 30 мА | 3 | 4 |
| Размер ЖК-дисплея, дюймов | 6,5; 10,4 | 6,5; 10,4 |
| Габариты лицевой панели, мм | 183 × 160 | 268 × 222 |
| Размер требуемого выреза в щите, мм | 138 × 138 | |

Основная погрешность измерения ПИД-регуляторов серии TP составляет не более $\pm 0,1\%$, погрешность формирования аналогового сигнала – не более 0,2% при межповерочном интервале 2 года. Средний срок службы – не менее 10 лет, гарантийный срок эксплуатации – 2 года.

Приборы могут эксплуатироваться при температуре окружающей среды $+5...+50$ °С и относительной влажности до 80%, а также при атмосферном давлении 84...106,7 кПа (630...800 мм рт. ст.). Допустимый уровень напряженности внешнего магнитного поля не должен превышать 400 А/м, амплитуда вибрации с частотой 10...50 Гц может составлять 0,15 мм.

Продолжают пользоваться спросом и промышленные ПИД-регуляторы TP101 (с одним универсальным измерительным входом) и TP102 (с двумя). Они предназначены для регулирования разности, суммы, отношения двух величин, влажности воздуха психрометрическим методом (с помощью «сухого» и «влажного» термометров), для каскадного регулирования. Пластмассовый корпус приборов выпускается в двух исполнениях: для щитового утолщенного монтажа и установки на DIN-рейку.

Регуляторы оборудованы цифровыми индикаторами текущей и заданной величины, а также дискретно-аналоговой линейной шкалой (рис. 4). Выходы управления и сигнализации предусматривают наличие двух аналоговых выходов 4...20 мА, двух релейных выходов 0,1 А, 250 В и двух



Рис. 4. Внешний вид ПИД-регулятора TP101

релейных выходов 2 А, 250 В (при подключении внешнего модуля РВ-2). Регуляторы оснащены интерфейсами RS-232 и RS-485 (Modbus RTU). Автоматическая настройка ПИД-регуляторов выполняется по эффективному алгоритму, регулирование – с помощью «нагревателя» и «холодильника». Конфигурировать прибор можно с передней панели или дистанционно – с персонального компьютера оператора: программа «Конфигуратор» входит в комплект поставки. Предусмотрена защита от несанкционированного доступа – пароль. Имеется встроенный источник питания датчиков 24/36 В, 30 мА. Потребляемая регулятором мощность не превышает 5 ВА.

Сегодня продукция НПФ «Сенсорика» служит для обеспечения технологической независимости российской промышленности. Это оборудование полностью соответствует требованиям, установленным техническими регламентами Таможенного союза ТР ТС 004/2011 «О безопасности низковольтного оборудования» и ТР ТС 012/2011 «О безопасности оборудования для работы во взрывоопасных средах». Оборудование, которое предназначено для морских судов и платформ, сертифицировано в соответствии с требованиями Российского морского регистра судоходства.

НПФ «Сенсорика», г. Екатеринбург,
тел.: +7 (343) 378-7395,
e-mail: mail@sensorika.ru,
сайт: www.sensorika.ru