

Системы управления электротермическим оборудованием. Современные решения. Часть 2



Обсуждаются современные тенденции в построении системы управления электротермическим оборудованием. Детально рассматривается комплексное решение на базе регистратора-контроллера «ИНТЕГРАФ-3410».

НПФ «КонтрАвт», г. Нижний Новгород

Первая часть статьи опубликована в № 1 журнала «ИСУП» за 2017 год. В ней рассмотрены современные требования к электротермическому оборудованию, которые должны выполняться при изготовлении особо ответственных изделий, в частности в аэрокосмических отраслях. За рубежом эти требования сформулированы в документах программы NADCAP (National Aerospace and Defence Contractors Accreditation Program – «Национальная программа аккредитации в аэрокосмических и оборонных отраслях») и стандарта AMS 2750 (Aerospace Material Specifications – «Технические условия на авиационно-космические материалы»). Главное внимание в первой части статьи уделено требованиям к системам измерения и автоматики. Выделены три группы проблем, которые возникают в случае использования систем автоматики, не соответствующих современным требованиям. Они

названы «Технические проблемы», «Человеческий фактор», «Информационная ограниченность» и детально рассмотрены. В продолжении статьи предлагается вариант комплексного решения указанных проблем на базе специализированного видеографического регистратора-контроллера «ИНТЕГРАФ-3410».

Типовые технологические процессы

Видеографический безбумажный регистратор-контроллер «ИНТЕГРАФ-3410» оптимизирован для управления термообработкой по двум широко распространенным температурно-временным алгоритмам:

► процесс термической выдержки материала (изделия) при определенной температуре заданное время. В частном случае управления временем можно не использовать, тогда контроллер «ИНТЕГРАФ» будет обеспечивать постоянный температурный режим (рис. 1);

► процесс разогрева, выдержки и охлаждения изделия вместе с термическим оборудованием (рис. 2).

Все нюансы управления, которые вызваны данными температурно-временными зависимостями и требованиями технологий, подробно описаны в статье «Специализированный контроллер для управления термической обработкой изделий с алгоритмом «разогрев – выдержка – охлаждение» (ИСУП. 2014. № 2).

Ключевые особенности и возможности

Здесь отметим лишь одно обстоятельство, которое учтено при создании видеографического регистратора-контроллера «ИНТЕГРАФ-3410». В ходе реализации указанных процессов не только автоматически поддерживается температурный режим, но и принимают участие операторы (термисты) на этапах загрузки/выгрузки изделий. Это взаимодействие автоматики и человека необходимо

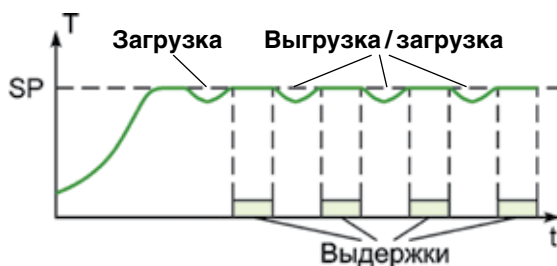


Рис. 1. Постоянный температурный режим

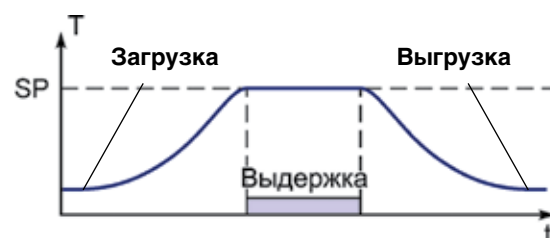


Рис. 2. Разогрев – выдержка – охлаждение

организовать так, чтобы максимально исключить влияние человеческого фактора. В данном случае все «руководство» процессом берет на себя контроллер «ИНТЕГРАФ-3410». В частности, он в автоматическом режиме управляет скоростями перехода с уставки на уставку, запускает таймеры при выполнении заданных критериев, отслеживает время выдержки, а по его окончании либо автоматически управляет охлаждением, либо подает сигналы готовности оператору, изменяет режим нагрева на этапах загрузки/выгрузки, контролирует дополнительные параметры и дискретные сигналы, поступающие от вспомогательного оборудования и смежных систем (например, закалочные ванны, системы управления вакуумом, системы контроля электрических параметров и т.п.). С точки зрения повышения технологической дисциплины и ответственности очень важно, что все технологические параметры, сигналы и действия оператора регистрируются и архивируются. При необходимости они могут быть проанализированы.

Каждый технологический процесс характеризуется набором большого числа параметров. Для сокращения количества ошибок при задании параметров технологических процессов, для разделения зон ответственности между операторами (термистами) и технологами, а также для упрощения процедуры выбора техпроцесса во время работы в регистраторе-контроллере «ИНТЕГРАФ-3410» применяется библиотека технологических процессов (рецептов). Предусмотрено разграничение прав для ввода, изменения параметров рецептов (права технолога) и для выбора рецепта в ходе работы (права оператора).

В процессе производства особо ответственных изделий всегда остро встает вопрос о паспортизации деталей. Паспорт детали — это отчет с технологическими параметрами, при которых производилась ее термообработка. Отличительная особенность регистратора «ИНТЕГРАФ-3410» с точки зрения паспортизации заключается в том, что он позволяет вводить и регистрировать комплекс идентификаторов: оборудование (печь), технологический процесс и, наконец, идентификатор обрабатываемого изделия. Иденти-

фикаторы автоматически привязаны к регистрируемым данным, поэтому паспорта, формируемые с помощью регистратора «ИНТЕГРАФ-3410», обеспечивают полную достоверность данных и их привязку к конкретной детали.

Комплексное решение

Регистратор «ИНТЕГРАФ-3410» представляет собой интегрированное решение, которое полностью «закрывает» все основные вопросы измерения, управления, сигнализации, регистрации в задачах высококачественной термообработки ответственных изделий в соответствии с международными требованиями.

Структурная схема применения видеографического регистратора-контроллера «ИНТЕГРАФ-3410» приведена на рис. 3. В структуре контроллера можно выделить:

- ▶ блок регулирования (блок Р);
- ▶ блок дополнительных контрольных точек (блок КТ);
- ▶ блок независимого контроля температуры и защиты оборудования от перегрева (блок НК);
- ▶ панель управления и отображения;
- ▶ блок питания.

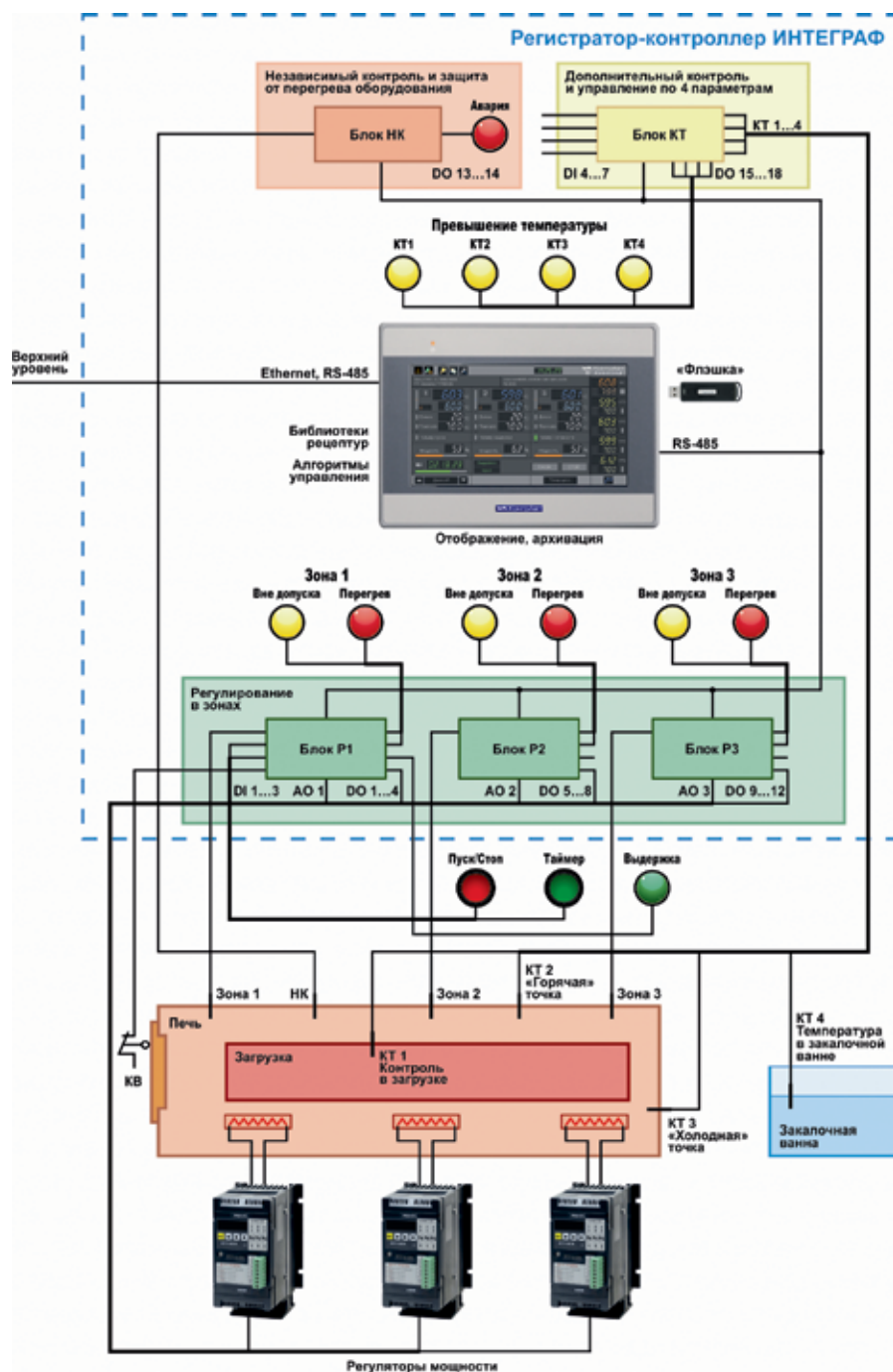


Рис. 3. Структурная схема применения регистратора-контроллера «ИНТЕГРАФ-3410»

Блоки КТ и НК не являются обязательными и входят только в состав отдельных модификаций контроллера «ИНТЕГРАФ-3410». Число блоков регулирования зависит от числа зон регулирования электротермического оборудования и может составлять от 1 до 3.

Блоки регулирования

Комплекс функций, связанных с обеспечением температурно-временного режима термообработки, выполняет блок регулирования, который в зависимости от числа зон в оборудовании может иметь 1, 2 или 3 канала. Блок регулирования обеспечивает:

- ▶ прецизионное измерение температуры в каждой зоне (возможное число зон — 1, 2, 3) с погрешностью 0,1 %;

- ▶ высокоточное ПИД-регулирование в каждой зоне. Можно выбрать способ управления мощностью: ШИМ-управление силовыми коммутаторами с помощью импульсных ключей или непрерывное управление регуляторами мощности токовым сигналом 4...20 мА. В последнем случае существует возможность корректно управлять низкоомной нагрузкой, подключенной через трансформатор (графитовые и молибденовые нагреватели), применяя фазоимпульсную модуляцию (ФИМ);

- ▶ реализацию температурно-временного алгоритма «разогрев — выдержка — охлаждение». Время является таким же важным технологическим параметром, как и температура, поэтому управление временем полностью автоматизировано. В зависимости от вида процесса (рис. 1 и 2) блок регулирования управляет скоростями нагрева и охлаждения, обеспечивает запуск таймеров в соответствии с заданными критериями, после времени выдержки выполняет контролируемое охлаждение или подает сигнал персоналу, сообщая, что пора выгружать изделия;

- ▶ формирование сигналов с выходами на реле, привязанных к исполнению временного алгоритма. Эти сигналы могут использоваться для подачи дополнительной световой или звуковой сигнализации, управлять дополнительными исполнительными механизмами и устройствами (вентильеры, вакуумные насосы, системы управления подачей изде-

лий и пр.) или передаваться в смежные системы;

- ▶ сигнализация по 4 уровням температуры в каждой зоне с выходами на реле («выход за технологический допуск», «аварийный перегрев»), а также два вида сигнализации, задаваемых пользователем). Наличие сигнализации позволяет своевременно обнаружить как нарушения технологических режимов, способные привести к браку, так и возникновение аварийных ситуаций, создающих угрозу разрушения оборудования от перегрева.

Блок дополнительных контрольных точек

Высокий класс электротермического оборудования требует, чтобы выполнялся контроль параметров в дополнительных точках (требование по составу оборудования). В контроллере «ИНТЕГРАФ» это требование соблюдается благодаря блоку контрольных точек, входящему в состав его отдельных модификаций.

Блок контрольных точек (КТ) предназначен для измерения и сигнализации/управления по 4 дополнительным технологическим параметрам. Такими параметрами могут быть, например, температуры в контрольных точках печи (самых горячих/холодных), температура в загрузке, во вспомогательном оборудовании (например, в закалочных ваннах), уровень вакуума, а также ток нагревателей, давление, расход, частота вращения двигателей и прочие величины (в случае применения соответствующих нормирующих измерительных преобразователей НПСИ с унифицированными сигналами). Кроме 4 аналоговых сигналов блок КТ также регистрирует 4 дискретных сигнала (могут использоваться для контроля состояния оборудования, действий персонала) и формирует выходные сигналы в соответствии с заданными функциями. Блок КТ входит в состав только отдельных модификаций регистратора-контроллера «ИНТЕГРАФ».

Блок независимого контроля и защиты оборудования от перегрева

Следующее требование, связанное с обеспечением защиты электротермического оборудования, выполняется блоком независимого контроля.

Блок НК обеспечивает в оборудовании полностью независимый канал измерения температуры от отдельного датчика и при достижении пороговых аварийных уровней выдает сигналы, которые могут использоваться для сигнализации или полного отключения нагрева оборудования для его защиты от разрушения при перегреве. Входит в состав только отдельных модификаций контроллера.

Обработка информации

Важнейшими задачами, которые решает регистратор-контроллер «ИНТЕГРАФ-3410», являются сбор и обработка данных. Регистратор-контроллер реализует следующий комплекс функций:

- ▶ все информационные аналоговые и дискретные сигналы регистрируются и архивируются (свыше 70 аналоговых и дискретных сигналов);

- ▶ для оперативного контроля информационные сигналы отображаются на полноцветной сенсорной 7- или 10-дюймовой панели с применением различных средств отображения: цифровых дисплеев, графиков, бар-графов. Все данные сгруппированы в удобные, логически связанные функциональные группы;

- ▶ параметры технологических процессов записываются в библиотеку в виде рецептов и активируются простым и удобным способом. Применение библиотеки рецептов технологических процессов обеспечивает распределение ответственности между технологами и операторами, исключает ошибки при задании параметров, упрощает смену технологического процесса, исключает непредусмотренное изменение его параметров, сводит к минимуму влияние человеческого фактора;

- ▶ разграничение ответственности. Достигается за счет разделения прав доступа;

- ▶ запись в журнал событий. Является важнейшим фактором укрепления технологической дисциплины, способствует повышению ответственности персонала, помогает проводить анализ различных нарушений режимов термообработки;

- ▶ просмотр архивных данных;

- ▶ связь с верхним уровнем для передачи данных и диспетчерского управления по интерфейсам RS-485 (Modbus RTU) и Ethernet (Modbus



Рис. 4. Шкаф управления электротермическим оборудованием на базе «ИНТЕГРАФ-3410»



Рис. 5. Размещение контроллера «ИНТЕГРАФ-3410» на передней панели шкафа

ТСР). Предусмотрена возможность удаленно управлять контроллером с персонального компьютера с помощью системы удаленного доступа к рабочему столу VNC – Virtual Network Computing (сервер). Вся визуализация и управление с пане-

ли «ИНТЕГРАФ-3410» полностью дублируется на компьютере, обеспечивается доступ к архивным данным по протоколу FTP.

Для технической реализации решения необходимо только добавить измерительные датчики, силовые коммутационные элементы (регуляторы мощности) и конструктивную оболочку (шкаф). На рис. 4 и 5 представлены фотографии шкафа управления электротермическим оборудованием, разработанного на базе регистратора-контроллера «ИНТЕГРАФ-3410». На

передней панели установлены измерители-регуляторы «МЕТАКОН», которые входят в состав контроллера «ИНТЕГРАФ-3410» и выполняют функции регуляторов и таймеров. Измеренные температуры дублируются на ярких цифровых дисплеях. Основные экранные кнопки панели управления также дублированы надежными кнопками в промышленном исполнении, установленными на двери шкафа. Следует обратить внимание на предельно малую глубину панели. Она настолько мала, что даже в очень неглубоком шкафу напротив панели удается разместить на DIN-рельсах другие приборы.

Итак, видеографический регистратор-контроллер «ИНТЕГРАФ-3410» обеспечивает необходимый состав аппаратуры и выполняет полный комплекс функций, требующихся для управления одно-, двух- и трехзонным электротермическим оборудованием по алгоритму «разогрев – выдержка – охлаждение» в совокупности со вспомогательным оборудованием, а также для визуального графического отображения, регистрации и архивирования данных.

А. Г. Костерин, генеральный директор,
Д. В. Громов, технический директор,
НПФ «КонтрАвт», г. Нижний Новгород,
тел.: +7 (831) 260-1308,
e-mail: sales@contravt.ru,
сайт: www.contravt.ru

ЭЛЕКТРОНИКА
КОМПОНЕНТЫ ОБОРУДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ

ChipEXPO-2017

СЕНТЯБРЬ 27-29

15-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА
РОССИЯ • МОСКВА • ЭКСПОЦЕНТР



МИНПРОМТОРГ
РОССИИ



РОСТЕХ



РОСАТОМ

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:

Департамент радиоэлектронной промышленности
Министерства промышленности и торговли Российской Федерации

Государственная Дума Федерального собрания Российской Федерации

Департамент науки, промышленной политики и
предпринимательства города Москвы

Московская торгово-промышленная палата
ГК «Ростех»
ГК «Росатом»

www.chipexpo.ru