

# Устранение ошибок датчиков при калибровке контуров

Калибровка контура - нечто большее, чем просто ток от 4 мА до 20 мА

Указания по применению

За счет оптимизации системы измерения калибровки контура в более точном соответствии с уникальными характеристиками элемента измерения температуры обеспечивается значительное повышение производительности. Все температурные датчики и их чувствительные элементы являются уникальными и отличаются большим разнообразием материалов, конструкции и назначения, равно как и воздействием самых различных окружающих условий. Подобная уникальность сохраняется на протяжении всего срока службы датчика в форме дрейфа из-за механических потрясений и вибрации или же загрязнения материалов под действием той среды, которую они измеряют. Данные различия и изменения можно учитывать только благодаря периодической поверке, тем самым повышая общую эффективность измерений.

Температура играет большую роль во многих промышленных и коммерческих процессах. Среди примеров - стерилизация в фармацевтике, термическая обработка металлов для обеспечения оптимальной прочности в авиакосмической промышленности, контроль температуры при холодильном хранении на складах, а также исследования атмосферы и океанов. Во всех областях применения измерений температуры огромное влияние на результаты оказывает сам датчик; к сожалению, измерения зачастую производятся без оптимизации системы для достижения максимальной эффективности передатчика температуры.

Большинство измерений температурных показателей процессов выполняется с применением чувствительного элемента, подключенного к передатчику. На Рисунке 1 представлена схема одной из распространенных конфигураций.

Во многих случаях применения

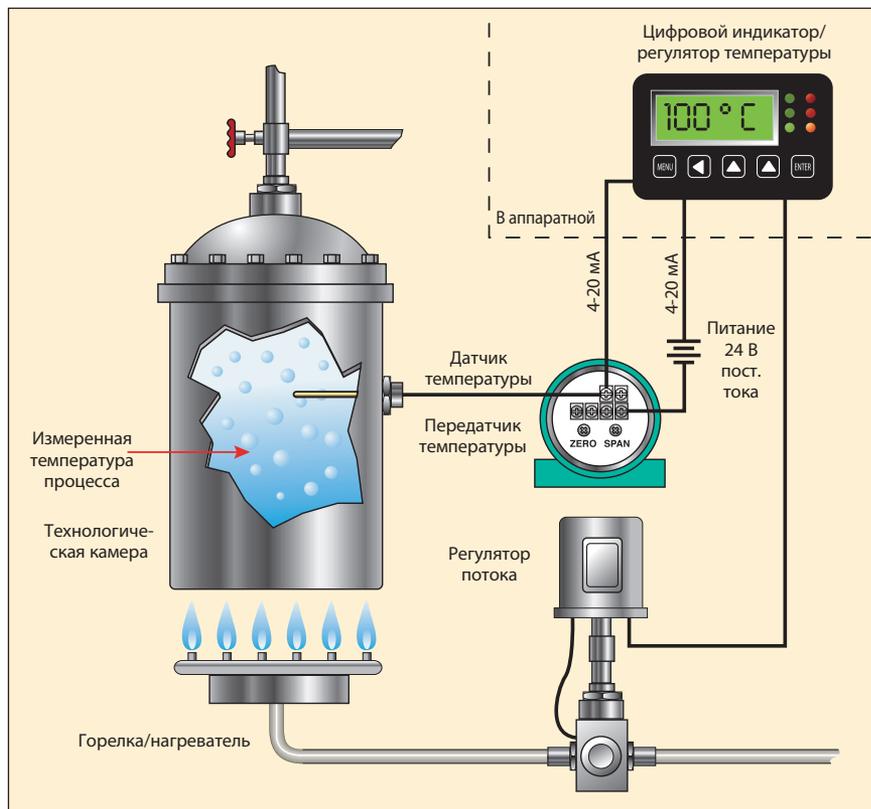


Рис. 1. Схема типовой системы измерения температуры процесса.

не редкость, когда проверку элементов системы измерения производят отдельно, при этом, однако, совершенно упускаются из виду возможности достичь существенных улучшений, если система рассматривалась бы в целом. Одной из причин, почему элементы проверяют или калибруют отдельно, является то, что этот способ часто считается более эффективным. Проверка измерительного компонента выполняется просто и быстро при помощи имитатора электронной терморезисторной пары (ТП) или резистивного датчика температуры (RTD). Данный принцип не обеспечивает проверку эффективности

соответствующего температурного датчика и подразумевает, что все датчики идентичны и в точности отвечают тому или иному стандарту. На практике же двух идентичных датчиков не найти; они отличаются от идеального стандарта и со временем их характеристики меняются в процессе использования. Если понять, как именно датчики отличаются от идеала, можно оптимизировать систему измерений так, чтобы добиться максимальной эффективности. Компания Rosemount Inc. использует пример, приведенный в Таблице 1, в качестве информации о возможном улучшении эффективности

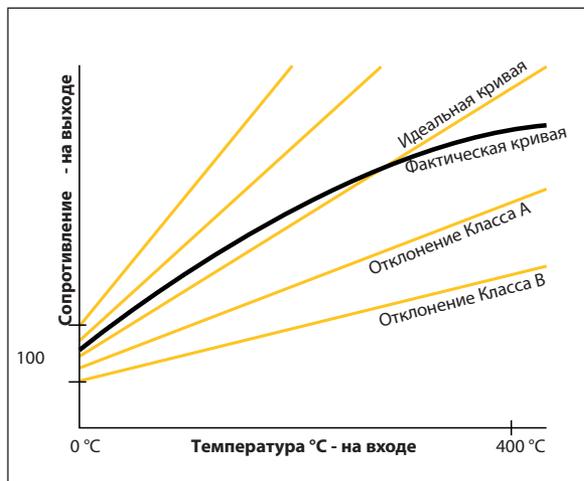


Рис. 2.

| Сравнение точности системы при измерении 150 °С с помощью РДТ Pt100 (IEC751) со шкалой передатчика 0 - 200 °С |           |                                |           |
|---|-----------|--------------------------------|-----------|
| Стандартный РДТ   | Точность  | Характеризуемый РДТ            | Точность  |
| Rosemount модель 644Н   | ± 0,15 °С | Rosemount модель 644Н          | ± 0,15 °С |
| Стандартный РДТ   | ± 1,05 °С | Сравниваемый (калибруемый) РДТ | ± 0,18 °С |
| Всего по системе  | ± 1,06 °С | Всего по системе               | ± 0,23 °С |

Общая точность системы рассчитана по статистическому методу RSS.

Таблица 1

своих интеллектуальных передатчиков температуры модели 644Н. Для достижения такого улучшения эффективности в Rosemount 644Н подается информация (коэффициенты Callendar Van Dusen), которая позволяет ему провести корректировку на уникальные рабочие характеристики элемента измерения температуры, в данном случае датчика Pt100 по нормам IEC751.

Для проверки эффективности температурных датчиков и других связанных с ними датчиков лучшим выбором станут сухоблочные калибраторы и микро-ванны. Однако, они не способны провести калибровку выходного сигнала передатчика или индикатора и сами по себе не обеспечивают оптимизации всего измерительного контура. Источник тепла в комбинации с интеллектуальным электронным калибратором процесса, способным калибровать передатчик и индикатор, требуется в случае, если необходимо реализовать и поддерживать указанное выше улучшение эффективности.

За счет сочетания функций автоматизации и регистрации регистрирующего калибратора Fluke 754 и семейством интеллектуальных и стабильных полевых сухоблочных

калибраторов и микро-ванн Fluke Calibration у вас появляется возможность проводить испытания всего контура. Такое сочетание приборов позволяет с легкостью выполнять проверку характеристик температурного датчика и измерительной электронной аппаратуры. С помощью полученной информации можно отрегулировать весь контур так, чтобы оптимизировать эффективность измерений системы. Ниже приведен ряд примеров того, как оптимизировать эффективность измерительной системы с применением этих приборов.

Fluke 754 подключается к сухоблочному калибратору или микро-ванне производства Fluke Calibration посредством интерфейсного кабеля последовательной передачи данных RS-232. При этом требуется прошивка версии 2.3 или выше в случае модели 754. Версия требуемой прошивки на короткое время выводится на дисплей модели 754 во время включения. Если требуемая прошивка отсутствует, следует обратиться к авторизованному дистрибьютору Fluke за информацией об обновлении. Кабель последовательной связи можно приобрести либо у своего авторизованного дистрибьютора Fluke, либо напрямую у представителя Fluke Calibration. Источник тепла подключается к каналу нагнетания модели 754, и на него поступает код источника ТП/РДТ 754. В связи с длительностью данных испытаний рекомендуется использовать для 754 полностью заряженный аккумулятор или выпрямитель. Схема подключения перечисленной аппаратуры представлена на Рисунке 4.

Во многих случаях применения лучшим вариантом измерительных приборов для измерения температуры является передатчик, принимающий выходной сигнал от температурного датчика и передающий сигнал в 4-20 мА обратно на ПЛК, DCS или индикатор. Данный пример описывает лишь



Рис. 3. Повышение точности системы достигнуто с помощью калиброванного датчика Pt100.

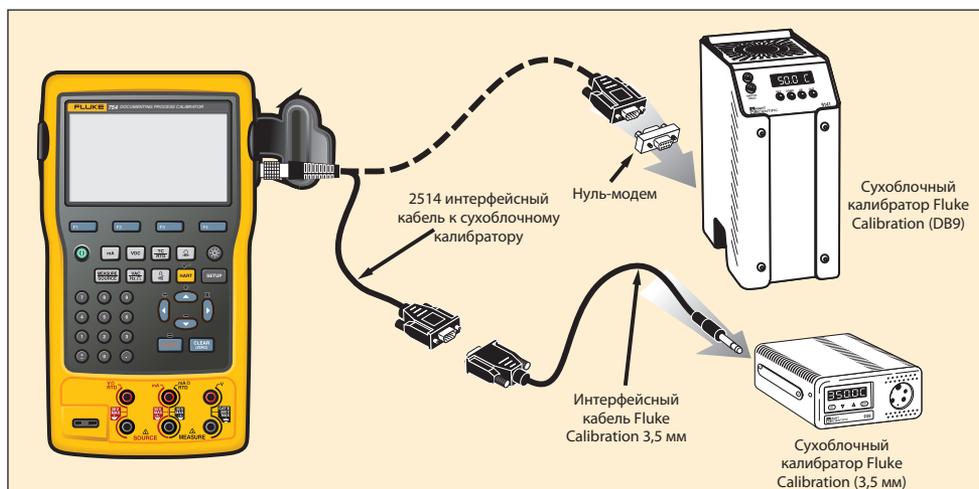


Рис. 4. Соединение Fluke 754 с сухоблочным калибратором Fluke Calibration.

один способ проверки рабочих характеристик в целях оптимизации измерения и повышения эффективности.

Для проведения данного испытания датчик РДТ извлекается из технологической цепочки и помещается в сухоблочный калибратор. Соединения mA от передатчика подключаются непосредственно к регистрирующему калибратору процесса 754 (см. Рис. 5). В большинстве случаев данное решение обеспечивает достаточную эффективность. Однако, если ваша система включает в себя датчик уникальной формы, вам может потребоваться использовать микро-ванну. Если нужна повышенная точность источника тепла, можно использовать эталонный термометр в сочетании с функцией ввода значений пользователем, имеющейся в модели 754. См. дополнительную информацию об функции ввода значений пользователем прибора 754 в Указаниях по применению 1263925 .

После того как все подключения выполнены вы готовы к тому, чтобы получить конфигурацию передатчика (если у вас передатчик с устройствами связи HART), задать параметры испытания и сконфигурировать калибратор на измерение mA и управление сухоблочным калибратором в качестве параметра возбуждения.

Нажатие клавиши HART на модели 754 позволяет калибратору получить конфигурацию передатчика от передатчика, обладающего возможностью подключения HART. Ниже представлен пример получаемой информации о конфигурации.

| HART mA                          |           | LOOP          |
|----------------------------------|-----------|---------------|
| Measure                          | 7.798 mA  |               |
| Source                           | Off       |               |
| 644 Temp TT100                   |           |               |
| PV                               | 23.7 °C   |               |
| PVAO                             | 7.7975 mA |               |
| PV LRV                           | 0.0 °C    |               |
| PV URV                           | 100.0 °C  |               |
| Select operation for this device |           |               |
| Abort                            | Service   | Setup Process |

Повторное нажатие клавиши HART на модели 754 выводит на экран следующее окно с несколькими опциями конфигурации калибратора в соответствии с верными параметрами для данного испытания. В данном примере используется передатчик, сконфигурированный на вывод сигнала 4-20 mA; таким образом, верной

конфигурацией модели 754 является измерение mA и температуры источника через сухоблочный калибратор.

| HART mA                             |          | LOOP |
|-------------------------------------|----------|------|
| Measure                             | 7.798 mA |      |
| Source                              | Off      |      |
| Select calibrator mode of operation |          |      |
| Don't change calibrator mode        |          |      |
| MEAS mA, SOURCE PT100, a=385/4W     |          |      |
| MEAS PV, SOURCE PT100, a=385/4W     |          |      |
| MEAS mA, SOURCE Drywell             |          |      |
| MEAS PV, SOURCE Drywell             |          |      |
| Abort                               |          |      |

Нажатие многофункциональной клавиши AS FOUND на приборе 754 дает доступ к параметрам, необходимым для конфигурации автоматического испытания. Ниже приведена типичная формулировка, позволяющая выполнить испытание измерительной системы с температурами источника от 50°C до 150°C при помощи сухоблочного калибратора в порядке возрастания.

| HART mA          |            | LOOP              |
|------------------|------------|-------------------|
| MEASURE          |            |                   |
| 0% Value         | 4.000 mA   |                   |
| 100% Value       | 20.000 mA  |                   |
| Tolerance        | 0.25 %     |                   |
| Delay            | 1.0 s      |                   |
| SOURCE Hart 9143 |            |                   |
| 0% Value         | 50.0 °C    |                   |
| 100% Value       | 150.0 °C   |                   |
| Test Strategy    | 5          |                   |
| Abort            | User Value | Custom Units Done |

После того как параметры испытания сформулированы, прибор Fluke 754 возьмет на себя проведение испытания и выполнит его с регистрацией температуры источника измеренного выходного сигнала передатчика в mA. По окончании испытания результаты будут выведены на экран, что позволит ответственному за проведение испытания оценить результаты и при необходимости принять исправительные меры. Ниже дается пример полученных результатов.

Одним из способов оптимизации данной системы в целях сведения к минимуму погрешности будет скорректировать верхнее (URV) или нижнее (LRV) предельное значение передатчика в соответствии со значениями, измеренными прибором 754. При помощи передатчика с возможностью связи HART это несложно выполнить посредством прибора 754, просто вводя новые значения на экране настройки HART SETUP, как показано ниже.



Рис. 5. Использование Fluke 754 и сухоблочного калибратора Fluke Calibration при калибровке передатчика 4-20 mA и датчика температуры.

| HART mA        |            | LOOP           |
|----------------|------------|----------------|
| SOURCE MEASURE |            |                |
| 50.0 °C        | 4.005 mA   | 0.03           |
| 75.0 °C        | 7.938 mA   | -0.39          |
| 100.0 °C       | 12.125 mA  | 0.78           |
| 124.9 °C       | 16.035 mA  | 0.32           |
| 149.9 °C       | 20.225 mA  | 1.51           |
| Abort          | Prev. Page | Next Page Done |

| HART mA                      |       | LOOP |
|------------------------------|-------|------|
| HART SETUP Measure 20.462 mA |       |      |
| Enter Values                 |       |      |
| PV Unit                      |       | °C   |
| Lower Range Value            | 50.0  |      |
| Upper Range Value            | 151.5 |      |
| Abort                        | Send  |      |

В случае аналогового передатчика потребуется производить механическую корректировку нуля и диапазона, при получении приблизительных значений температуры. Модель 754 имеет удобную кнопку входа в меню, которая позволяет просто задавать верное значение на сухоблочном калибраторе одним нажатием клавиши.

### Калибровка и регулировка измерительных систем с применением характеризующих датчиков и калибровочных констант

Другим способом уменьшения погрешности и оптимизации систем измерения температуры является тщательная характеристика температурного датчика, расчет поправочных коэффициентов и загрузка их в измерительную аппаратуру. Именно этот метод применен в примере с Rosemount 644N на предыдущей странице.

Данный метод позволяет с большим успехом снижать погрешность в системе измерения, возникающую из-за датчика. Однако, для него требуются передатчики, имеющие алгоритм корректировки или линеаризации, в который можно включить датчик. Например, в датчиках РДТ Platinum обычно используется уравнение Callendar-Van Dusen (CVD) для линеаризации выходного сигнала датчика. Охарактеризованный датчик предоставит уникальные коэффициенты CVD, которые можно вводить в передатчик, тем самым обеспечивая более близкое соответствие его алгоритма преобразования уникальным характеристикам данного датчика.

Калибратор Fluke 754, подключенный к сухоблочному калибратору, может помочь в сборе необходимой информации для характеристики датчика, однако для того, чтобы использовать эти данные для генерации новых констант CVD, потребуются дополнительные программы и ресурсы. Например, может потребоваться такое программное обеспечение, как TableWare компании Fluke Calibration. Среди других программ, которые могут использоваться, можно назвать Mathcad, Mathematica, Maple или Excel. Однако, данные программы требуют глубокого знания уравнений, используемых для линеаризации датчика, а также умения выполнять подбор кривой для собранных данных.

Данный метод характеристики датчика аналогичен описанной выше процедуре, однако, вместо измерения выходного сигнала передатчика, непосредственно к модели 754 подключается выходной сигнал датчика. Ниже представлен пример данных, собираемых прибором 754 на температурном датчике.

| SOURCE   | MEASURE | ERROR % |
|----------|---------|---------|
| -25.0 °C | 91.1 Ω  | 3.14    |
| 0.0 °C   | 101.1 Ω | 6.71    |
| 25.0 °C  | 110.8 Ω | 9.43    |
| 50.0 °C  | 120.5 Ω | 12.43   |
| 75.0 °C  | 130.2 Ω | 14.86   |

Подобные данные можно вводить в программное обеспечение Fluke Calibration с помощью экранов, показанных на Рисунке 6, с последующим расчетом уникальных констант CVD для данного датчика.

Затем эти коэффициенты можно вводить в соответствующий измерительный прибор, что обеспечивает совпадение его линеаризации с характеристиками датчика.

### Заключение

С помощью сухоблочного калибратора в сочетании с калибратором процесса можно выполнять проверку измерительных систем и их корректировку для оптимизации эффективности измерений. Путем проверки всей системы измерения, можно комбинировать уникальные характеристики чувствительного элемента с данными измерительной электронной аппаратуры в целях сведения к минимуму погрешностей измерения. Это позволяет достичь значения уменьшения

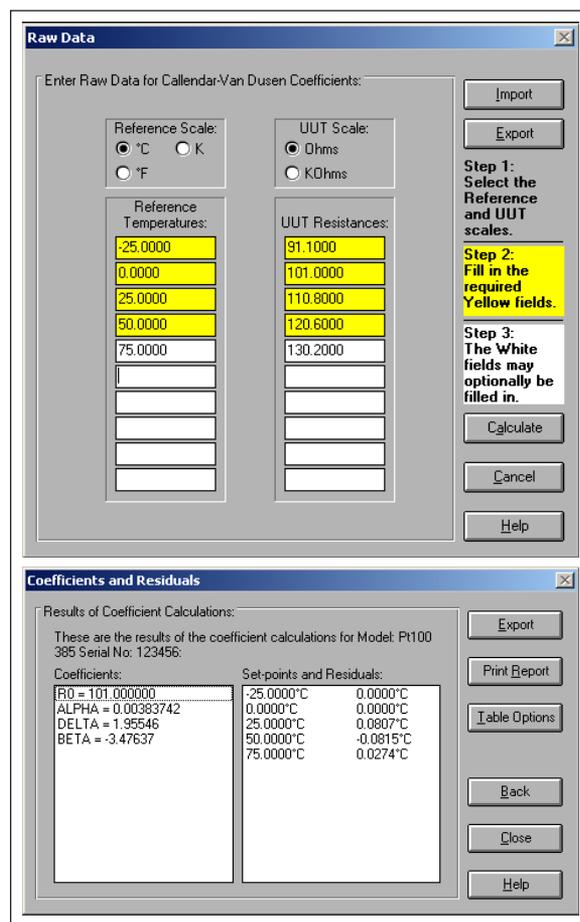


Рис. 6. Программное обеспечение TableWare от компании Fluke Calibration рассчитывает уникальные константы CVD, которые соответствуют характеристикам датчика.

ошибок измерения. Регистрирующий калибратор процесса Fluke 754 в сочетании с сухоблочным калибратором производства Fluke Calibration делает данный процесс быстрее и проще.

**Fluke Calibration. Precision, performance, confidence.™**

|            |    |             |          |      |          |
|------------|----|-------------|----------|------|----------|
| Electrical | RF | Temperature | Pressure | Flow | Software |
|------------|----|-------------|----------|------|----------|

**Fluke Calibration**  
PO Box 9090,  
Everett, WA 98206 U.S.A.

**Fluke Europe B.V.**  
PO Box 1186, 5602 BD  
Eindhoven, The Netherlands

**Для получения дополнительной информации звонить:**  
США (877) 355-3225 или Факс (425) 446-5116  
Европа/Ближний Восток/Африка +31 (0) 40 2675 200 или Факс +31 (0) 40 2675 222  
Канада (800)-36-FLUKE или Факс (905) 890-6866  
Другие страны +1 (425) 446-5500 или Факс +1 (425) 446-5116  
Веб-сайт: <http://www.flukecal.com>

©2004-2011 Fluke Corporation. Технические характеристики могут быть изменены без уведомления. Напечатано в США 11/2011 2148146C A-EN-N

Pub-ID 10725-rus

Запрещается вносить изменения в данный документ без письменного согласия компании Fluke Corporation.