

5681, 5683, 5684, 5685

Standard Platinum Resistance Thermometer

Fluke 5681, Fluke 5683, Fluke 5684, Fluke 5685

Руководство пользователя

Rev. 611901 (Russian)

December 2018

© 2018 Fluke Corporation. All rights reserved. Specifications are subject to change without notice.
All product names are trademarks of their respective companies.

ОГРАНИЧЕННАЯ ГАРАНТИЯ И ОГРАНИЧЕНИЕ ОТВЕТСТВЕННОСТИ

Для каждого продукта Fluke гарантируется отсутствие дефектов материалов и изготовления при нормальном использовании и обслуживании. Срок гарантии один год, начиная с даты поставки. На запчасти, ремонт оборудования и услуги предоставляется гарантия 90 дней. Эта гарантия действует только для первоначального покупателя или конечного пользователя, являющегося клиентом авторизованного реселлера Fluke, и не распространяется на предохранители, одноразовые батареи и на любые продукты, которые, по мнению Fluke, неправильно или небрежно использовались, были изменены, загрязнены или повреждены вследствие несчастного случая или ненормальных условий работы или обработки. Fluke гарантирует, что программное обеспечение будет работать в соответствии с его функциональными характеристиками в течение 90 дней, и что оно правильно записано на исправных носителях. Fluke не гарантирует, что программное обеспечение будет работать безошибочно и без остановки.

Авторизованные реселлеры Fluke расширят действие этой гарантии на новые и неиспользованные продукты только для конечных пользователей, но они не уполномочены расширять условия гарантии или вводить новые гарантийные обязательства от имени Fluke. Гарантийная поддержка предоставляется, только если продукт приобретен на авторизованной торговой точке Fluke, или покупатель заплатил соответствующую международную цену. Fluke оставляет за собой право выставить покупателю счет за расходы на ввоз запасных/сменных частей, когда продукт, приобретенный в одной стране, передается в ремонт в другой стране.

Гарантийные обязательства Fluke ограничены по усмотрению Fluke выплатой покупной цены, бесплатным ремонтом или заменой неисправного продукта, который возвращается в авторизованный сервисный центр Fluke в течение гарантийного периода.

Для получения гарантийного сервисного обслуживания обратитесь в ближайший авторизованный сервисный центр Fluke за информацией о праве на возврат, затем отправьте продукт в этот сервисный центр с описанием проблемы, оплатив почтовые расходы и страховку (ФОб пункт назначения). Fluke не несет ответственности за повреждения при перевозке. После осуществления гарантийного ремонта продукт будет возвращен покупателю с оплаченной перевозкой (ФОб пункт назначения). Если Fluke определяет, что неисправность вызвана небрежностью, неправильным использованием, загрязнением, изменением, несчастным случаем или ненормальными условиями работы и обработки, включая электрическое перенапряжение из-за несоблюдения указанных допустимых значений, или обычным износом механических компонентов, Fluke определит стоимость ремонта и начнет работу после получения разрешения. После ремонта продукт будет возвращен покупателю с оплаченной перевозкой, и покупателю будет выставлен счет за ремонт и транспортные расходы при возврате (ФОб пункт отгрузки).

ЭТА ГАРАНТИЯ ЯВЛЯЕТСЯ ЕДИНСТВЕННОЙ И ИСКЛЮЧИТЕЛЬНОЙ И ЗАМЕНЯЕТ ВСЕ ОСТАЛЬНЫЕ ГАРАНТИИ, ПРЯМЫЕ И СВЯЗАННЫЕ, ВКЛЮЧАЯ, ПОМИМО ПРОЧЕГО, СВЯЗАННЫЕ ГАРАНТИИ ГОДНОСТИ ДЛЯ ПРОДАЖИ ИЛИ ГОДНОСТИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕННОЙ ЦЕЛИ. FLUKE НЕ НЕСЕТ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ЗА СПЕЦИАЛЬНЫЕ, СЛУЧАЙНЫЕ ИЛИ КОСВЕННЫЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ ИЛИ УЩЕРБ, ВКЛЮЧАЯ ПОТЕРЮ ДАННЫХ, ЯВЛЯЮЩИЕСЯ РЕЗУЛЬТАТОМ КАКИХ-ЛИБО ДЕЙСТВИЙ ИЛИ МЕТОДОВ.

Поскольку некоторые страны не допускают ограничения срока связанной гарантии или исключения и ограничения случайных или косвенных повреждений, ограничения этой гарантии могут относиться не ко всем покупателям. Если какое-либо положение этой гарантии признано судом или другим директивным органом надлежащей юрисдикции недействительным или не имеющим законной силы, такое признание не повлияет на действительность или законную силу других положений.

Fluke Corporation
P.O. Box 9090
Everett, WA 98206-9090
США

Fluke Europe B.V.
P.O. Box 1186
5602 BD Eindhoven
Нидерланды

ООО «Флюк СИАЙЭС»
125167, г. Москва,
Ленинградский проспект дом 37,
корпус 9, подъезд 4, 1 этаж

Содержание

| | Название | Страница |
|-------|---|----------|
| 1 | Перед началом работы | 1 |
| 1.1 | Используемые символы | 1 |
| 1.1 | Информация по технике безопасности | 2 |
| 1.3 | Проверка точности датчика..... | 3 |
| 1.4 | Связаться с Fluke Calibration..... | 4 |
| 2 | Введение | 5 |
| 2.1 | Общая информация..... | 5 |
| 2.2 | Применение | 6 |
| 2.3 | Калибровка | 6 |
| 2.3.1 | Параметры калибровки | 6 |
| 2.4 | Повторная калибровка | 6 |
| 2.5 | Процедура возврата | 6 |
| 3 | Технические характеристики | 9 |
| 3.1 | Технические характеристики | 9 |
| 3.2 | Конструкция..... | 10 |
| 3.3 | Электрическая цепь..... | 10 |
| 3.4 | Гарантия | 10 |
| 4 | Установка | 11 |
| 4.1 | Проблемы, связанные с окружающей средой | 11 |
| 4.2 | Монтаж..... | 11 |
| 4.3 | Идентификация проводов | 11 |
| 5 | Правила ухода и обращения | 16 |
| 5.1 | Уход за СПТС | 16 |
| 5.2 | Правила обращения с СПТС | 16 |
| 5.3 | Загрязнение СПТС ионами металлов | 17 |
| 5.4 | Расстекловывание кварцевого стекла (плавленый кварц) | 17 |
| 6 | Эксплуатация | 19 |
| 6.1 | Общая информация..... | 19 |
| 6.2 | Сравнение калибровки с другими приборами | 19 |
| 6.3 | Измерение силы тока | 19 |
| 6.4 | Требования к погружению | 20 |
| 6.5 | Термоэдс | 20 |
| 6.6 | Скорость охлаждения при высоких температурах | 20 |
| 7 | Принадлежности | 21 |

| | | |
|-----|---|----|
| 7.1 | Футляр..... | 21 |
| 7.2 | Концевая заделка СПТС | 21 |
| 8 | Поиск и устранение неисправностей | 22 |
| 8.1 | Поиск и устранение неисправностей..... | 22 |

1 Перед началом работы

1.1 Используемые символы

Таблица 1 содержит международные электрические символы. Некоторые или все эти символы могут быть использованы на приборе или в данном руководстве.

Таблица 1. Международные электрические символы

| Символ | Описание |
|---|---|
|  | Переменный ток |
|  | Переменный ток – Постоянный ток |
|  | Батарея |
|  | CE Соответствует Директиве Европейского Союза |
|  | Постоянный ток |
|  | С двойной изоляцией |
|  | Поражение электрическим током |
|  | Предохранитель |
|  | Заземление |
|  | Горячая поверхность |
|  | Прочтите руководство пользователя |
|  | Выкл. |
|  | Вкл. |

1.1 Информация по технике безопасности

Используйте этот прибор исключительно так, как описано в данном руководстве. При несоблюдении этого требования защита, обеспечиваемая прибором, может быть нарушена. Ознакомьтесь с рекомендациями по мерам безопасности в разделе «Предупреждения и предосторожности».

Под терминами «предупреждение» и «предостережение» понимается следующее.

- «Предупреждение» определяет состояния и действия, которые могут представлять опасность для пользователя.
- «Предостережение» определяет состояния и действия, которые могут повредить используемый инструмент.

Предупреждения

⚠ Предупреждение

Во избежание возможного поражения электрическим током или травмы необходимо соблюдать следующие правила:

- НЕ используйте данный прибор для измерения температуры опасных компонентов под напряжением.
- НЕ используйте данный прибор в иных, кроме калибровочной работы, целях.
- НЕ используйте данный прибор в средах, не указанных в руководстве пользователя.
- Использование данного прибора при высоких температурах в течение длительного времени может привести к нагреванию ручки.
- Придерживайтесь всех правил техники безопасности, перечисленных в данном руководстве пользователя.
- Калибровочное оборудование должен использовать только обученный персонал.

Предостережения

⚠ Предостережение

Во избежание возможных повреждений прибора соблюдайте следующие правила.

- НЕ снимайте этикетку с ручки. На этикетке указано, что прибор является хрупким.
- Перед извлечением СПТС из упаковочной коробки или футляра ознакомьтесь с разделом 5 «Правила ухода и обращения». Неправильное обращение может привести к повреждению СПТС и аннулированию гарантии.
- НЕ подвергайте СПТС механическим ударам.
- Сохраните транспортировочный контейнер на случай необходимости транспортировки СПТС. Неправильная упаковка СПТС для транспортировки может причинить непоправимый ущерб.

1.3 Проверка точности датчика

Перед использованием датчика убедитесь, что его режим работы не претерпел значительных изменений с момента последней калибровки (например, это может произойти из-за механических ударов при транспортировке). Чтобы проверить датчик, выполните процедуру с помощью датчика в тройной точке воды (0,01 °C) или в хорошо подготовленной ледяной ванне в соответствии со следующими инструкциями:

1. Подключите датчик к откалиброванному устройству вывода показаний и убедитесь, что коэффициенты датчика были правильно введены в устройство вывода показаний.
2. Подготовьте камеру тройной точки воды (TPW) или ледяную ванну надлежащим образом. (Если вы не имеете четкого представления о том, как выполнить эту процедуру, обратитесь в отдел обслуживания клиентов Fluke Calibration.) Предпочтительно использовать камеру тройной точки воды. Если процедура будет выполнена с помощью ледяной ванны, необходимо использовать дистиллированную воду и измельченный лед в сосуде Дьюара или изотермической емкости. Отношение количества льда к воде должно быть таким, чтобы после приготовления смесь затвердела.
3. Настройте устройство вывода таким образом, чтобы показания отображались в Омах, а не в градусах. Поместите датчик в TPW или ледяную ванну и дайте ему стабилизироваться. (Помните, что для TPW температура составляет 0,01 °C, а для ледяной ванны - 0 °C.)
4. Если используется камера TPW, сравните сопротивление на устройстве вывода показаний с сопротивлением TPW, которое указано в сертификате датчика. Если используется ледяная ванна, сравните сопротивление на устройстве вывода показаний с сопротивлением, указанным в сертификате для 0 °C. (Возможно, вам потребуется использовать таблицу зависимости сопротивления от температуры датчика и интерполировать данные, чтобы получить калиброванное значение сопротивления датчика при 0 °C.)
5. С учетом характеристик неопределенности датчика определите, находятся ли его параметры в пределах допуска данных, указанных в самом последнем сертификате калибровки. Если параметры находятся в пределах допуска, датчик можно вводить в эксплуатацию. В противном случае повторно проверьте коэффициенты датчика на устройстве вывода показаний. Если они верны, обратитесь в отдел обслуживания клиентов Fluke Calibration.

Компания Fluke Calibration рекомендует периодически сравнивать параметры со стандартами, например, камерой тройной точки воды (или хорошо подготовленной ледяной ванной, если стандарт МТШ-90 с фиксированной точкой недоступен). Интервал проверки датчика зависит от условий его хранения и использования, а также от фактической частоты его использования. Кроме того, датчик следует всегда проверять, если вы предполагаете, что он был подвергнут механическому удару или что его точность была нарушена.

1.4 Связаться с Fluke Calibration

Чтобы связаться с компанией Fluke Calibration, позвоните по одному из указанных ниже телефонов:

- Служба технической поддержки в США: 1-877-355-3225
- Служба технической поддержки в России/СНГ: +7 495 664 75 12
- Канада: 1-800-36-FLUKE (1-800-363-5853)
- Европа: +31-40-2675-200
- Япония: +81-3-6714-3114
- Сингапур: +65-6799-5566
- Россия: +7 495 664 75 12
- Китай: +86-400-810-3435
- Бразилия: +55-11-3759-7600
- В других странах мира: +1-425-446-6110

Ознакомиться с данными о приборе и загрузить последние обновления можно на веб-сайте компании Fluke Calibration по адресу www.flukecal.com.

Чтобы зарегистрировать ваш прибор, посетите сайт <http://flukecal.com/register-product>.

2 Введение

2.1 Общая информация

Стандартный платиновый термометр сопротивления (СПТС) Fluke Calibration предназначен для использования в качестве основного стандартного интерполирующего прибора, который позволяет преобразовывать температуру в сопротивление. Fluke Calibration предлагает четыре модели датчиков СПТС (5681, 5683, 5684 и 5685). СПТС модели 5681 с оболочкой из плавленного кварца охватывает международную температурную шкалу 1990 г. (МТШ-90) от тройной точки аргона (-189 °С) до точки кристаллизации алюминия (660,323 °С). СПТС модели 5683 с оболочкой из плавленного кварца охватывает диапазон МТШ-90 от тройной точки аргона (-189 °С) до 450 °С. Ограниченный диапазон температур модели 5683 обеспечивает непревзойденную долгосрочную стабильность, как правило менее 0,5 мК после 100 часов выдержки при 450 °С. Модели 5684 и 5685 работают при высоких температурах до 1070 °С и могут быть откалиброваны в точке кристаллизации серебра (961,78 °С).

Специалисты Fluke Calibration, обладающие многолетним опытом в области производства СПТС, создают СПТС всех четырех моделей вручную. Каждый СПТС тщательно закаляют при соответствующих температурах и внимательно проверяют на стабильность. Для снижения вероятности ошибок, вызванных тепловым излучением при недостаточном погружении капилляра в жидкость, используются диски для предотвращения конвекции. Чувствительные элементы для моделей 5681, 5683 и 5685 изготавливают с использованием платинового провода высокой чистоты, намотанного без натяжения на поперечную раму из плавленного кварца. Для модели 5684 чувствительный элемент формируют из платинового провода высокой чистоты, вдвое намотанного вокруг опоры из плавленного кварца. Оболочки из плавленного кварца герметизируют специальной газовой смесью из аргона/кислорода и оснащают ручкой клеммной коробки и безнатяжным соединением к четырехпроводному кабелю. К концам проводов прикреплены позолоченные плоские наконечники с отверстием для крепежного болта.

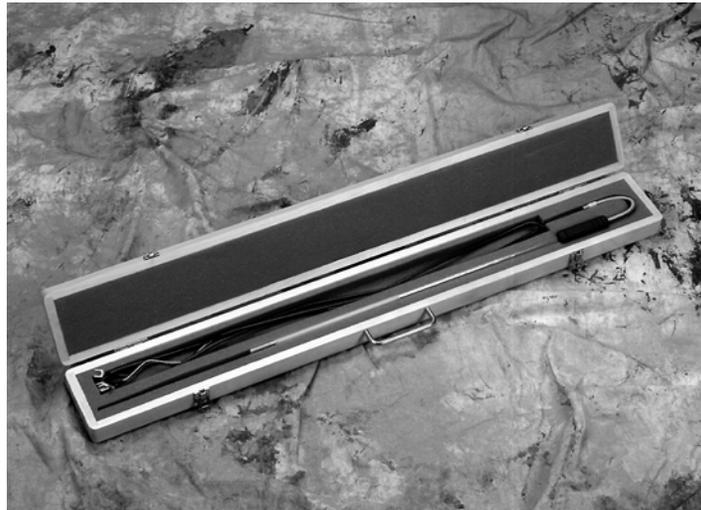


Рисунок 1. Стандартный платиновый термометр сопротивления модели 5681

5681inca.tif

2.2 Применение

Термометры Fluke Calibration серии 5680 классифицируются как основные стандарты. Основной стандарт определяется с точки зрения перехода МТШ-90 от стандартной лаборатории к клиентской лаборатории. Основные стандарты калибруют в лаборатории стандартов с помощью известных присущих значений. СПТС соответствуют требованиям классу точности уровня I Национальной программы добровольной аккредитации лабораторий (NVLAP).

2.3 Калибровка

Чтобы использовать какой-либо прибор в качестве эталона, его необходимо откалибровать. СПТС может быть приобретен в калиброванном или некалиброванном состоянии. Национальная программа добровольной аккредитации лабораторий (NVLAP) Fluke Calibration позволяет выполнять сравнительные калибровки фиксированной точки в соответствии со стандартами NIST. Для модели 5681 доступна экономичная калибровка с помощью метода сравнения или одной из нескольких калибровок фиксированной точки, соответствующих поддиапазонам МТШ-90. Калибровка фиксированной точки рекомендована для моделей 5683, 5684 и 5685.

2.3.1 Параметры калибровки

Чтобы термометры могли точно измерять температуру, необходимо выполнять калибровку термометров. Калибровку можно выполнить в одной из признанных лабораторий основных стандартов, которые специализируются на калибровке температуры. Fluke Calibration может обеспечить сравнительную калибровку или калибровку фиксированной точки, как показано в Таблице 2.

2.4 Повторная калибровка

Повторную калибровку СПТС следует планировать согласно требованиям к обеспечению качества, принятым в компании пользователя. Как правило, калибровку СПТС выполняют один раз в год. Рекомендуется выполнять калибровку в полном диапазоне СПТС (от -189 до 661 °С для 5681, от -189 до 480 °С для 5683, от 0 до 962 °С для 5684 и 5685) за исключением случаев, когда СПТС используется только в ограниченном диапазоне. Для получения информации о повторной калибровке СПТС обратитесь в отдел обслуживания клиентов Fluke Calibration и узнайте номер разрешения на возврат материалов (RMA) и текущую стоимость (см. раздел 1 «Подготовка к работе»).

2.5 Процедура возврата

Примечание

Для получения номера RMA перед отправкой обратитесь в отдел обслуживания клиентов Fluke Calibration или зайдите на нашу страницу поддержки на нашем сайте.

Таблица 2. Калибровка фиксированной точки и сравнительная калибровка

| Калибровка СПТС с фиксированной точкой МТШ-90 | | | |
|---|------------------|---------------------|---|
| Все калибровки в этом разделе включают следующее: (1) калибровка на двух уровнях тока и экстраполяция до нулевой мощности, (2) коэффициенты функции отклонения МТШ-90 и таблицы интерполяции для калибровки по номинальной силе тока, а также калибровка по нулевой мощности, (3) анализ на соответствие критериям МТШ-90 для стандартного интерполирующего прибора МТШ-90. | | | |
| № заказа | Температура | Поддиапазоны МТШ-90 | Используемые фиксированные точки |
| 1910-4 | от -200 до 0 °С | 4 | сравн. при NBPLN ₂ , ТРHg, ТРW |
| 1910-4-11 | от -200 до 30°С | 4, 11 | сравн. при NBPLN ₂ , ТРHg, ТРW, МРGa |
| 1910-4-10 | от -200 до 157°С | 4, 10 | сравн. при NBPLN ₂ , ТРHg, ТРW, FPIн |
| 1910-4-9 | от -200 до 232°С | 4, 9 | сравн. при NBPLN ₂ , ТРHg, ТРW, FPIн, FPSн |
| 1910-4-8 | от -200 до 420°С | 4, 8 | сравн. при NBPLN ₂ , ТРHg, ТРW, FPSн, FPZн |
| 1910-4-7 | от -200 до 660°С | 4, 7 | сравн. при NBPLN ₂ , ТРHg, ТРW, FPSн, FPZн, FPAI |
| 1910-5-10 | от -40 до 157 °С | 5, 10 | ТРHg, ТРW, МРGa, FPIн |
| 1910-5-9 | от -40 до 232°С | 5, 9 | ТРHg, ТРW, МРGa, FPIн, FPSн |
| 1910-5-8 | от -40 до 420°С | 5, 8 | ТРHg, ТРW, МРGa, FPSн, FPZн |
| 1910-5-7 | от -40 до 660°С | 5, 7 | ТРHg, ТРW, МРGa, FPSн, FPZн, FPAI |
| 1910-11 | от 0 до 30 °С | 11 | ТРW, МРGa |
| 1910-10 | от 0 до 157°С | 10 | ТРW, FPIн |
| 1910-9 | от 0 до 232°С | 9 | ТРW, FPIн, FPSн |
| 1910-8 | от 0 до 420°С | 8 | ТРW, FPSн, FPZн |
| 1910-7 | от 0 до 660°С | 7 | ТРW, FPSн, FPZн, FPAI |
| 1910-6 | от 0 до 962°С | 6 | ТРW, FPSн, FPZн, FPAI, FPAg |

| Калибровка СПТС методом сравнения | | |
|--|-------------------|--|
| Все калибровки в этом разделе включают следующее: (1) коэффициенты функции отклонения МТШ-90 для калибровки по номинальной силе тока, (2) таблица интерполяции с шагом 1 градус с точки зрения зависимости сопротивления от температуры T ₉₀ для калибровки по номинальной силе тока, (3) анализ на соответствие критериям МТШ-90 для стандартного интерполирующего прибора МТШ-90. | | |
| № заказа | Температура | Используемые точки сравнения |
| 1920-4-9 | от -200 до 232°С | -197,0 °С, -38,8 °С, 0,01 °С, 156,6 °С, 231,9 °С |
| 1920-4-8 | от -200 до 420°С | -197,0 °С, -38,8 °С, 0,01 °С, 231,9°С, 419,5°С |
| 1920-4-7 | от -200 до 660°С | -197,0 °С, -38,8 °С, 0,01 °С, 231,9 °С, 419,5 °С, 660,3 °С |
| 1920-D-9 | от -100 до 232 °С | -100°С, -38,8 °С, 0,01 °С, 156,6 °С, 231,9 °С |
| 1920-D-8 | от -100 до 420°С | -100°С, -38,8 °С, 0,01 °С, 231,9°С, 419,5°С |
| 1920-D-7 | от -100 до 660°С | -100°С, -38,8 °С, 0,01 °С, 231,9 °С, 419,5 °С, 660,3 °С |
| 1920-5-9 | от -40 до 232°С | -38,8 °С, 0,01 °С, 156,6 °С, 231,9 °С |
| 1920-5-8 | от -40 до 420°С | -38,8 °С, 0,01 °С, 231,9°С, 419,5°С |
| 1920-10 | от 0 до 157°С | 0,01 °С, 156,6 °С |
| 1920-9 | от 0 до 232°С | 0,01 °С, 156,6 °С, 231,9 °С |
| 1920-8 | от 0 до 420°С | 0,01 °С, 231,9°С, 419,5°С |
| 1920-7 | от 0 до 660°С | 0,01°С, 231,9°С, 419,5°С, 660,3°С |

При транспортировке СПТС необходимо соблюдать предельную осторожность. Поместите термометр в заводской защитный футляр. Убедитесь, что защелки футляра надежно зафиксированы. Поместите защитный футляр в оригинальный деревянный транспортировочный ящик производителя или в деревянный транспортировочный ящик с аналогичными размерами (44 ½ x 11 ¾ x 11 ¾ дюйма). Прикрепите мягкий изоляционный материал на все стороны ящика, чтобы смягчить механические удары СПТС. Крышка ящика должна быть закреплена с помощью винтов. Мы рекомендуем прикрепить на ящик маркировку «Очень хрупкое изделие». Если термометр возвращен для ремонта или по гарантии, необходимо предоставить письмо со следующей информацией:

- Описание работы со сбоями и обстоятельств, при которых произошла неисправность.
- Полные инструкции по транспортировке для возврата термометра заказчику.

3 Технические характеристики

3.1 Технические характеристики

| | 5681 | 5683 | 5684 | 5685 |
|--|--|---|--|------------------------------------|
| Диапазон измеряемых температур | от -200 до 661 °С | от -200 до 480 °С | от 0 до 1070 °С [†] | от 0 до 1070 °С [†] |
| Номинальное значение RTPW | 25,5 Ω | | 0,25 Ω | 2,5 Ω |
| Заданная сила тока | 1 мА | | 14,14 мА | 5 мА |
| Коэффициент сопротивления | W(302,9146 К) ≥ 1,11807 и W(234,3156 К) ≤ 0,844235 | | W(302,9146 К) ≥ 1,11807 и W(1234,93 К) ≤ 4,2844 | |
| Чувствительность | 0,1 Ω/°С | | 0,001 Ω/°С | 0,01 Ω/°С |
| Скорость дрейфа | < 0,002 °С/100 часов при 661 °С (обычно < 0,001 °С) | < 0,001 °С/100 часов при 480 °С (обычно 0,0005 °С) | < 0,003 °С/100 часов при 1070 °С (обычно < 0,001 °С) | |
| Опора датчика | Переключатель из кварцевого стекла | | Кварцевая стеклянная полоса с пазами | Переключатель из кварцевого стекла |
| Диаметр платинового провода датчика | 0,003 дюйма (0,07 мм) | | 0,016 дюйма (0,4 мм) | 0,008 дюйма (0,2 мм) |
| Защитная оболочка | Кварцевое стекло Диаметр: 0,28 дюйма (7 мм) Длина: 20,5 дюйма (520 мм) | | Кварцевое стекло Диаметр: 0,28 дюйма (7 мм) Длина: 26,8 дюйма (680 мм) | |
| [†] Официальная максимальная температура СПТС в качестве задающего интерполирующего прибора МТШ-90 составляет 961,78 °С, однако эти типы СПТС были признаны стабильными при температуре минимум 1070 °С. Температура отжига во время проверки стабильности составляла 1085 °С. Нижний предел температуры этих типов СПТС может составлять -200 °С. СПТС 25 Ом рекомендуется использовать при температуре ниже 0 °С. | | | | |

3.2 Конструкция

Конструкция моделей СПТС 5681, 5683, 5684 и 5685 показана на Рисунок 2. Описание конструкции представлено ниже.

Модель 5681 охватывает диапазон от -189 до 661 °С. Элемент датчика 25,5 Ом изготовлен с использованием платинового провода высокой чистоты, намотанного без натяжения на поперечную раму из плавленного кварца. Модель 5681 имеет чувствительность 0,1 Ом/°С.

Модель 5683 охватывает диапазон от -189 до 480°С. Элемент датчика 25,5 Ом изготовлен с использованием платинового провода высокой чистоты, намотанного без натяжения на поперечную раму из плавленного кварца. Модель 5683 имеет чувствительность 0,1 Ом/°С. Модель 5683 отличается от модели 5681 заполняющим газом и процедурой производства. Скорость дрейфа модели 5683 можно уменьшить до значения, которое приблизительно в два раза меньше значения модели 5681.

Модель 5684 охватывает диапазон от 0 до 1070 °С. Высокотемпературный платиновый термометр сопротивления (НТРРТ) 0,25 Ом оснащен платиновым проводом высокой чистоты с опорой в форме полосы, изготовленной из плавленного кварца высокой чистоты. Модель 5684 имеет стандартную чувствительность 0,001 Ом/°С.

Модель 5685 охватывает диапазон от 0 до 1070 °С. Высокотемпературный платиновый термометр сопротивления (НТРРТ) 2,5 Ом состоит из платинового провода высокой чистоты, вдвое обмотанного вокруг поперечной рамы из плавленного кварца. Модель 5685 имеет чувствительность 0,01 Ом/°С.

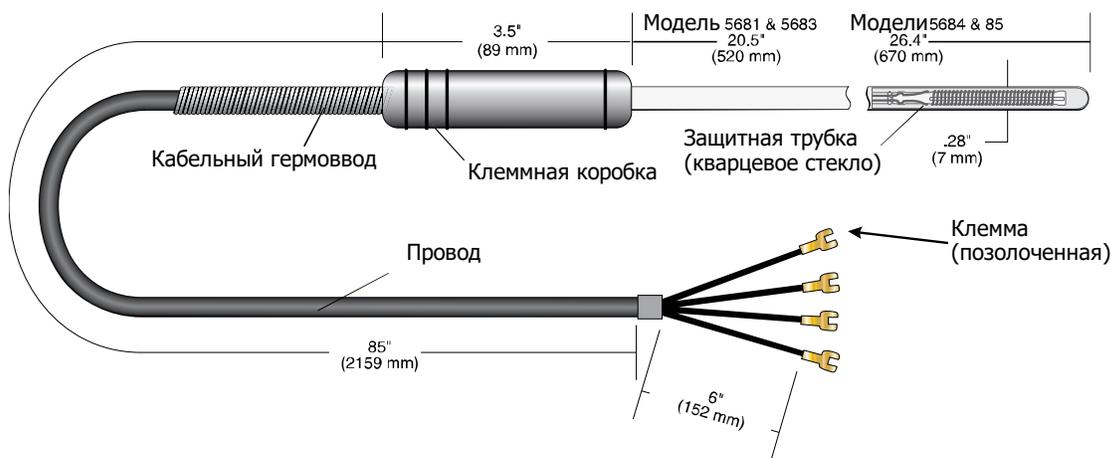


Рисунок 2. Стандартные размеры

5681.emf

3.3 Электрическая цепь

Все четыре модели СПТС поставляются с ручкой клеммной коробки. Кабель длиной 8 футов состоит из четырех проводов с тефлоновым покрытием, заключенных в оплетку из силиконового каучука с пружинным компенсатором натяжения из нержавеющей стали. К концам проводов прикреплены позолоченные плоские наконечники с отверстием для крепежного болта.

3.4 Гарантия

Гарантия на прибор находится в начале данного руководства.

4 Установка

4.1 Проблемы, связанные с окружающей средой

Оборудование основных стандартов следует использовать в калибровочной лаборатории или на другом объекте, специально предназначенном для этой цели. Требования к окружающей среде:

- стабильная температура и влажность;
- чистая область без сквозняков;
- низкий уровень шума: низкий уровень радиочастотных, магнитных и электрических помех;
- низкий уровень вибрации.

4.2 Монтаж

Чаще всего температурные стандарты, основные и дополнительные, используются для калибровки другого чувствительного к температуре оборудования. На следующих рисунках показаны три типовых варианта применения.

- Рисунок 3. Установка жидкостной ванны
- Рисунок 4. Камера тройной точки воды в ледяной ванне, которая установлена в сосуд Дьюара
- Рисунок 5. Метрологическая печь Fluke Calibration 9114 с СПТС в камере с фиксированной точкой

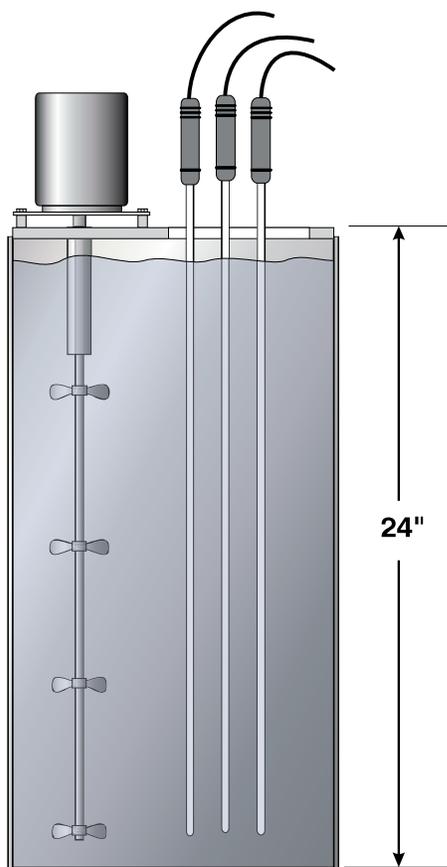
СПТС необходимо устанавливать осторожно, чтобы избежать повреждения оболочки или датчика. Если используемая жидкостная ванна не оснащена крышкой для вставки СПТС, следует использовать клещи, чтобы не допустить погружения ручки и кабеля. Если в ванне используются металлические блоки сравнения, оболочка термометра и полость в блоке сравнения должны плотно прилегать друг к другу. Тем не менее при определении отклонений полости блока необходимо обеспечить место для теплового расширения оболочки термометра.

В случаях, когда жидкость в ванне несовместима с СПТС (соль), СПТС можно установить в тонкостенную металлическую оболочку для защиты. Зазор между защитной оболочкой и СПТС не должен превышать 0,003 дюйма (0,08 мм).

При высоких температурах СПТС подвергается загрязнению ионами металлов. Если металлический блок выравнивания установлен в печи с температурой выше 600 °С, рекомендуется использовать защитное экранирование (например, тонкостенная платиновая трубка или керамика высокой чистоты).

4.3 Идентификация проводов

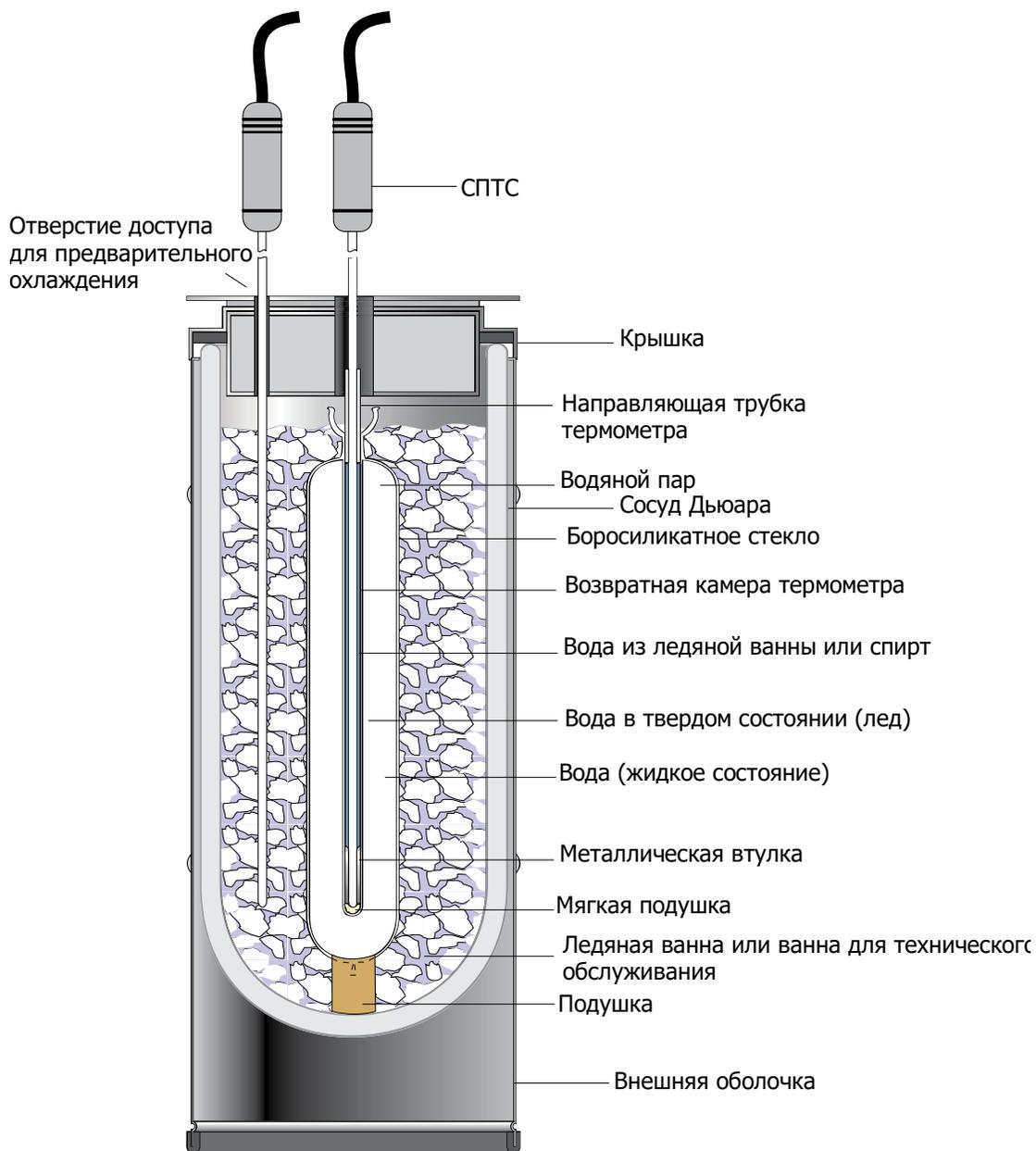
Все СПТС Fluke Calibration серии 5680 оснащены четырехпроводным кабелем. Все три СПТС имеют одинаковую схему цепи (см. Рисунок 6). Четыре провода используются для устранения сопротивления провода. Для получения наилучших результатов необходимо использовать устройство вывода показаний для четырехзажимных резисторов.



**7007 Бак с СПТС с
длинным капилляром**

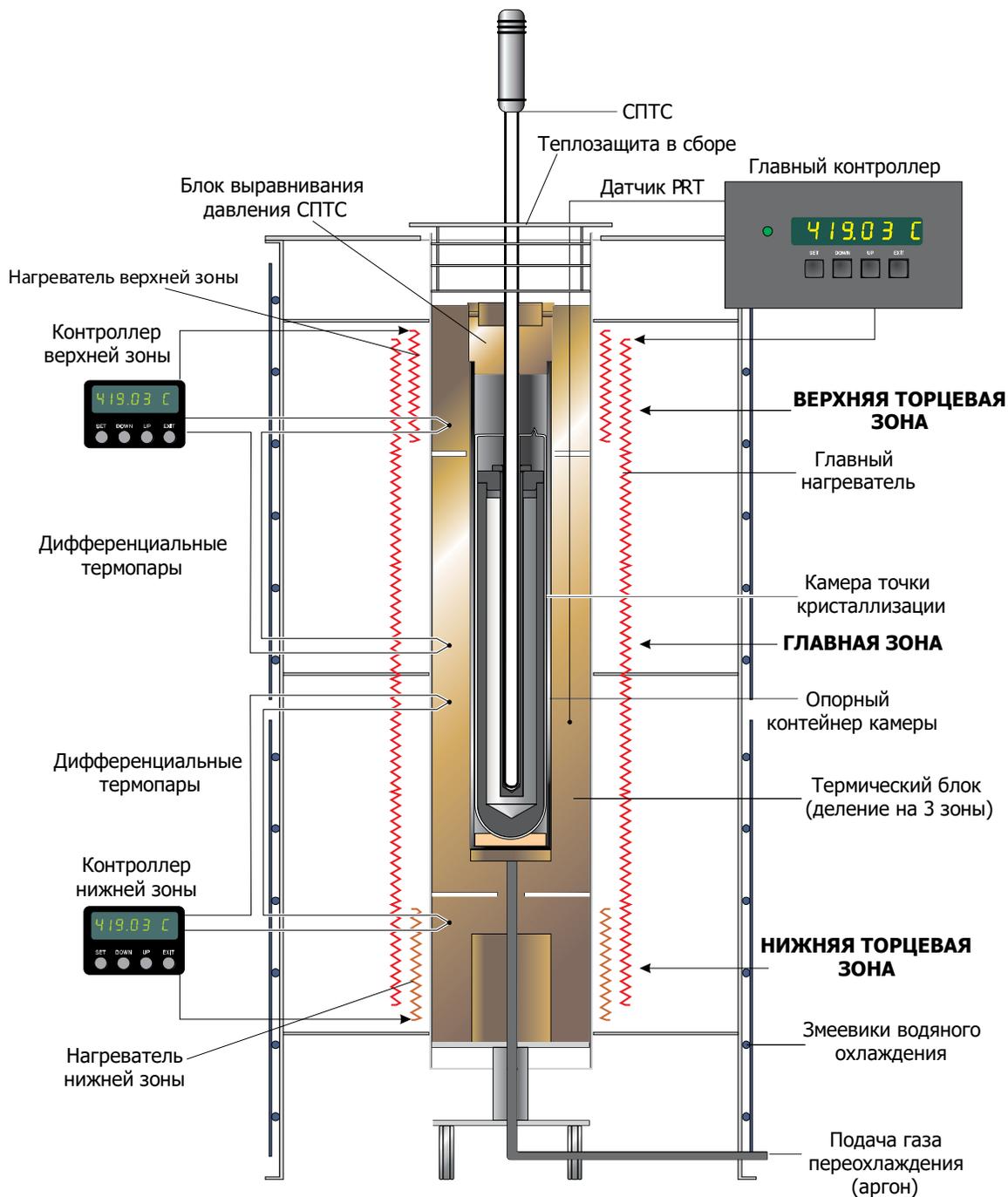
Рисунок 3. Установка жидкостной ванны

7007.emf



h2odewnu.emf

Рисунок 4. Камера тройной точки воды в ледяной ванне, которая установлена в сосуд Дьюара



9114blck.emf

Рисунок 5. Метрологическая печь Fluke Calibration 9114 с СПТС в камере с фиксированной точкой

Цвета проводов: красный, черный, белый и синий. Пары проводов, прикрепленные к каждому концу датчика, идентифицируются термоусадочной трубкой. Красный и черный провода имеют красную термоусадочную трубку. Синие и белые провода имеют черную термоусадочную трубку. (Подробнее см. на Рисунок 6).

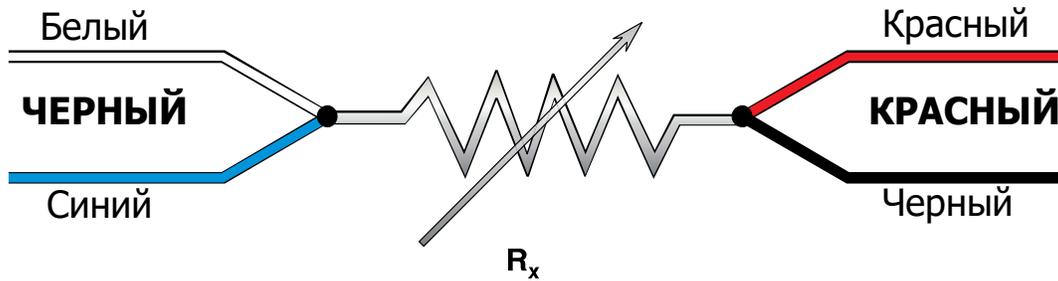


Рисунок 6. Схема цепи СПТС

wiring.emf

5 Правила ухода и обращения

⚠ Осторожно

Представленную ниже информацию необходимо прочитать перед извлечением СПТС из футляра.

5.1 Уход за СПТС

Стандартные платиновые термометры сопротивления серии 5680 (СПТС) являются очень хрупкими приборами. Для поддержания точности калибровки необходимо соблюдать особую осторожность при обращении с СПТС. Вибрация или удары могут привести к увеличению сопротивления. Легкое постукивание по наконечнику СПТС при его извлечении из прибора может привести к изменению R_{tp} до 1 мк. При высоких температурах может произойти загрязнение СПТС, если они вставлены в металлические блоки. Если загрязнение датчика приводит к изменению чистоты платинового провода, может измениться точность датчика. Оболочка из плавленного кварца очень хрупкая и подвержена загрязнению. Если СПТС загрязнен, он может загрязнять другое стандартное оборудование. (На загрязнение меди указывает красное пятно на оболочке.) Любое загрязнение может привести к растрескиванию оболочки при высоких температурах. Не следует прикасаться к оболочке из плавленного кварца голыми руками. При работе с СПТС необходимо использовать хлопковые перчатки или другие подходящие средства. **Перед работами при высокой температуре необходимо протирать оболочку 200-градусным этиловым спиртом или другим подходящим растворителем.** Правильное обращение с СПТС продлит срок службы прибора. Если СПТС не используется, его следует хранить в защитном футляре, который входит в комплект поставки Fluke Calibration.

5.2 Правила обращения с СПТС

1. Термометр **НЕОБХОДИМО** всегда поддерживать в максимально чистом состоянии. Всегда удаляйте с оболочки жидкость сразу после извлечения термометра из ванны. Перед воздействием высоких температур обязательно протрите оболочку СПТС этиловым спиртом или другим растворителем, чтобы удалить возможные загрязнения.
2. **ПОГРУЖАЙТЕ** термометр в жидкость, соответствующую диапазону температур. Если используется сухой блок, диаметр полости должен быть достаточным для того, чтобы СПТС можно было свободно устанавливать и извлекать без лишних движений. Для получения наилучших результатов погружайте термометр как можно глубже, чтобы избежать «эффекта выступающего капилляра» (температурная ошибка, вызванная проведением тепла мимо датчика). Не погружайте в жидкость ручки.
3. Перед выполнением измерений **ДОЖДИТЕСЬ** стабилизации термометра. Это обеспечит наилучшую точность.
4. **ИСПОЛЬЗУЙТЕ** для термометра правильный управляющий ток, чтобы предотвратить ошибки температуры и сопротивления.
5. Если термометр подвергся механическому или термическому удару, **ВЫПОЛНИТЕ ОТЖИГ** термометр при температуре, немного превышающей максимальную температуру, при которой будет использоваться термометр. Перед калибровкой также необходимо выполнить отжиг СПТС. Если термометр подвергается отжигу в печи при температуре выше 660 °C, печь не должна содержать никаких металлов.

6. **ИСПОЛЬЗУЙТЕ** защитный футляр из комплекта или другие средства защиты, когда термометр не используется.
7. **НЕ** подвергайте термометр физическим ударам или вибрации.
8. **НЕ** подвергайте термометр воздействию температуры, превышающей верхний предел заданной рабочей температуры.
9. **НЕ** подвергайте ручки и кабели термометра воздействию экстремальных температур.
10. **НЕ** погружайте ручку или кабель в жидкости.

5.3 Загрязнение СПТС ионами металлов

С момента принятия МТШ-90 ведется сбор данных по загрязнению СПТС. МТШ-90 расширила диапазон СПТС, используемых в качестве устройств интерполяции, в связи с чем появились новые проблемы. Загрязнение ионами металлов является одной из новых проблем, которая начинает проявляться при температуре приблизительно 700 °С.

При повышенной температуре структура решетки большинства металлов становится достаточно свободной. Это позволяет некоторым ионам металла оторваться с поверхности, аналогично пару, который поднимается над горячей водой. Поскольку с повышением температуры молекулярная активность возрастает, степень потери ионов увеличивается и возрастает риск загрязнения. Перенос ионов для различных металлов происходит при различных температурах. Медь, никель, железо и марганец — это металлы, которые могут вызывать загрязнение. Кроме того, при таких высоких температурах решетка кварца также становится достаточно свободной. Благодаря этому кварц становится прозрачным для ионов таких металлов, что позволяет этим ионам проходить в провод датчика СПТС, изготовленный из чистой платины. Новый образовавшийся сплав имеет кривую альфа (α), которая отличается от чистой платины, что приводит к нарушению калибровки.

«Загрязненный» СПТС может распространять загрязнение в другие основные стандарты, подобно вирусу. Поэтому очень важно избегать загрязнения, чтобы обеспечить длительный срок службы самого СПТС и уменьшить распространение на другие стандарты.

Загрязнение можно предотвратить путем изоляции чувствительных материалов. Некоторые эксперты используют фольгу из чистой платины, которая поглощает ионы до того, как они достигнут датчика СПТС. Кроме того, иногда для защиты датчика СПТС применяется карбид кремния, поскольку он дешевле. Специалисты продолжают сбор данных о влиянии таких загрязнений и о том, как их предотвратить.

5.4 Расстекловывание кварцевого стекла (плавленый кварц)

Расстекловывание — это естественный процесс для кварцевых материалов. Кварц используется в стеклообразном состоянии (плавленый кварц). Наиболее стабильным состоянием кварца является кристаллическое состояние. Таким образом, расстекловывание означает процесс возврата кварца в наиболее стабильное состояние. Если кварц остается абсолютно чистым и не содержит загрязнений, то расстекловывание будет возникать только при высоких температурах. Зачастую процесс может проходить и при более низких температурах, если стекло загрязнено щелочными металлами (Na, K, Mg и Ca). Причиной начала этого процесса могут стать щелочи, присутствующие в обычной водопроводной воде. Эксперты расходятся во мнениях по поводу того, можно ли остановить этот процесс. Некоторые утверждают, что после начала этот процесс не останавливается. Другие считают, что процесс остановится после удаления щелочи.

Исключение расстекловывания нецелесообразно, поскольку это требует значительных усилий и является потенциально опасным для прибора и/или пользователя.

Процесс расстекловывания начинается с помутнения или снижения прозрачности кварца. Его поверхность становится неровной и крошится. В конечном итоге расстекловывание будет ослаблять стекло/кварц, пока материал не сломается или его невозможно будет использовать.

Профилактические меры — это лучшая защита от загрязнений и расстекловывания. Знакомство с причинами и признаками загрязнения поможет пользователю принять меры, необходимые для контроля загрязнения СПТС. Поддерживайте чистоту СПТС, при температурах выше 600 °C СПТС не должен контактировать с металлами.

6 Эксплуатация

6.1 Общая информация

Для получения наилучших результатов ознакомьтесь с принципами работы калибровочной ванны или печи и считывающего прибора. Обязательно следуйте указаниям производителя относительно считывающего прибора и калибровочной ванны или печи.

6.2 Сравнение калибровки с другими приборами

Однородность и стабильность ванны, а также требуемый уровень точности определяют количество необходимых измерений температуры. Тем не менее для правильного выполнения процедур необходимо всегда измерять тройную точку воды (R_{tp}) после каждого измерения температуры. Это обеспечивает наиболее точное измерение соотношения:

$$W_t = \frac{R_t}{R_{tp}}$$

6.3 Измерение силы тока

Каждый СПТС имеет определенный управляющий ток в зависимости от конкретного датчика. Рекомендуемые значения тока указаны в технических характеристиках каждого термометра и в следующей таблице:

| Модель | Сопротивление | Управляющий ток |
|-----------|---------------|-----------------|
| 5681/5683 | 25 Ω | 1 мА |
| 5684 | 0,25 Ω | 10 мА |
| 5685 | 2,5 Ω | 3 мА |

Ошибки, вызванные самонагревом элемента, должны быть сведены к минимуму. Предоставление достаточного времени для стабилизации СПТС и теплообмена с окружающей средой обеспечивает наиболее точные результаты.

Сертификаты испытаний или калибровки Fluke Calibration, поставляемые с СПТС, содержат экстраполированные данные. Например, на модели 5681 измерения выполняют при 1 мА и 1,4 мА. Затем эти измерения экстраполируют до нулевого тока. Это можно сделать путем построения графика зависимости i^2 от R и экстраполяции до нулевой мощности или с помощью следующего уравнения:

$$R_0 = R_1 - \frac{i_1^2(R_2 - R_1)}{i_2^2 - i_1^2}$$

Где:

R_0 = сопротивление при нулевом токе

R_1 = сопротивление, измеренное при токе i_1

R_2 = сопротивление, измеренное при токе i_2

6.4 Требования к погружению

Эффект выступающего капилляра может привести к ошибкам измерения любого термометра, погруженного в жидкость менее чем на шесть дюймов. Данная ошибка вызвана тем, что чувствительный элемент отдает или получает тепло через капилляр термометра. Кроме того, потери тепла возникают из-за потерь на излучение от чувствительного элемента к корпусу. Пескоструйная обработка кварцевой оболочки позволяет снижать потери на излучение трубопровода. Диск для предотвращения конвекции обеспечивают несколько экранов защиты от излучения вдоль проводов. Диски для предотвращения конвекции и кварцевая изоляция на проводах приводят к появлению некоторого шунтового сопротивления при очень высоких температурах. Однако влияние шунтового сопротивления шунта является незначительным. При использовании печи или камеры точки кристаллизации рекомендуется полностью погружать капилляр.

Глубина погружения для основных стандартов зависит от нескольких факторов, к которым относятся требования к точности и тип жидкости. В связи с этим мы рекомендуем, чтобы глубина погружения составляла не менее 8 дюймов.

Точную необходимую глубину погружения можно определить путем проверки градиента во время измерений примерно каждые 1/2 дюйма (1,27 см) до тех пор, пока не появится значительная разница в показаниях. Дождитесь стабилизации термометра при каждой новой глубине. Составьте схему результатов для отображения эффекта выступающего капилляра.

6.5 Термоэдс

На термоэдс влияют два фактора: химическое постоянство и физическое постоянство. Изменения в химической структуре из-за загрязнения и различия в кристаллической структуре могут приводить к возникновению термоэдс. Влияние этих факторов можно свести к минимуму с помощью отжига провода по всей длине перед производством СПТС.

Кроме того, источником термоэдс может стать подключение к удлинительным проводам и устройствам вывода показаний. Термоэдс вызвано разницей в температурах между двумя соединениями. Если температура двух соединений одинакова, эффекты термоэдс будут незначительными или будут отсутствовать. Тем не менее при существенной разнице температур между соединениями, эффекты термоэдс будут значительными. В связи с этим необходимо закрывать или изолировать все открытые переключки или клеммы гальванометров, чтобы уменьшить влияние источника ошибок. Влияние термоэдс можно устранить с помощью переключки переменного тока или переключки постоянного тока с обратным током.

6.6 Скорость охлаждения при высоких температурах

Равновесная концентрация точечных дефектов в проводе из чистой платины экспоненциально увеличивается по мере увеличения температуры. Если высокая скорость охлаждения (например, при извлечении СПТС из области высокой температуры и охлаждении до комнатной температуры менее чем за минуту) возникает при температуре выше 500 °C, то некоторые точечные дефекты в платиновом проводе становятся захваченными в кристаллической структуре, что приводит к незначительному увеличению сопротивления. Такое небольшое увеличение сопротивления можно устранить путем отжига СПТС. Во избежание этой проблемы медленно охладите СПТС со скоростью приблизительно 150 °C/час при температуре выше 500 °C, прежде чем помещать прибор в помещение с комнатной температурой.

При температуре 500 °C или менее СПТС можно безопасно извлечь из прибора и охладить до комнатной температуры без контроля скорости охлаждения.

7 Принадлежности

7.1 Футляр

СПТС поставляется в защитном футляре. Когда СПТС не используется, его следует хранить в этом футляре. При возврате СПТС следует отправлять в этом футляре (см. раздел 2.5, «Процедура возврата»).

7.2 Концевая заделка СПТС

СПТС серии 5680 поставляются с позолоченными наконечниками.

8 Поиск и устранение неисправностей

8.1 Поиск и устранение неисправностей

Если датчик работает неправильно, то с помощью данного раздела можно разобраться в причине и устранить неполадку. В данном разделе приведено несколько возможных проблем и способов их решения. В случае возникновения проблемы, внимательно ознакомьтесь с данным разделом и попытайтесь разобраться в проблеме и устранить ее. При возникновении неисправности датчика, или если проблему не удастся решить каким-либо иным способом, обратитесь за помощью в отдел обслуживания клиентов Fluke Calibration. Подготовьте информацию о номере модели и серийном номере вашего щупа.

| Проблема | Устранение ошибки |
|--|---|
| Изменение данных | <p>Незначительные механические удары могут привести к ошибкам температуры 2 мК.</p> <p>Если наблюдаются такие ошибки, сначала выполните измерение и запишите R_{TP}. Затем выполните отжиг СПТС при 661 °C (только 5681), 480 °C (5683) или 975 °C (5684 и 5685) в течение ночи (12 часов). Измерьте R_{TP} еще раз. Отжиг должен обеспечить снижение R_{TP}. Повторите отжиг и измерение R_{TP} несколько раз. Если значение R_{TP} стабильно, выполните повторную калибровку СПТС. Если R_{TP} не стабилизируется, обратитесь в отдел обслуживания клиентов Fluke Calibration.</p> <p>Серьезные механические удары могут привести к необратимому повреждению СПТС. Если отжиг СПТС не позволяет устранить изменение показателей, обратитесь в отдел обслуживания клиентов Fluke Calibration.</p> <p>После длительного использования в диапазоне от 200 до 450 °C может произойти окисление платинового датчика. В этом случае R_{TP} увеличится. Чтобы уменьшить влияние окисления, выполните отжиг СПТС при соответствующей температуре, как описано выше. Измерьте R_{TP} еще раз. Повторите отжиг и измерение R_{TP} несколько раз. Процесс отжига должен вернуть R_{TP} в пределы допусков калибровки. Если R_{TP} находится в пределах допуска калибровки, СПТС можно использовать. Если R_{TP} выходит за пределы допуска калибровки, но при этом значение является стабильным, выполните повторную калибровку СПТС.</p> |
| Нестабильные данные | <p>Возможно, отсутствует подключение. Если в тройной точке воды (TPW) данные нестабильны, сначала проверьте соединение. Если это действие не позволяет устранить проблему, обратитесь в отдел обслуживания клиентов Fluke Calibration. Возможно повреждение СПТС, требуется ремонт.</p> <p>Электрические помехи в системе. Если при высокой температуре данные нестабильны, это может быть вызвано электрическими помехами в системе. Понижьте температуру и изучите данные. Если данные стабильны, электрические помехи мешают измерениям при высокой температуре. Проверьте заземление устройства вывода показаний и источника тепла. Неисправное заземление одного из устройств может повлиять на измерения при высокой температуре. Электрические помехи можно снизить с помощью заземляющего провода (пятый провод) СПТС. Убедитесь, что заземляющий провод подключен к соответствующему заземлению устройства вывода показаний.</p> |
| Показания температуры не соответствуют ожидаемым значениям (например, источник тепла установлен на 300 °C, а измеренное значение СПТС составляет 275 °C) | <p>Измерьте сопротивление СПТС при TPW.</p> <ul style="list-style-type: none"> Если сопротивление СПТС меньше номинального сопротивления, в цепи датчика могло произойти короткое замыкание. Обратитесь в отдел обслуживания клиентов Fluke Calibration. Если сопротивление СПТС составляет всего несколько Ом, могло произойти короткое замыкание в четырех проводах. Обратитесь в отдел обслуживания клиентов Fluke Calibration. В случае разрыва цепи СПТС сопротивление будет «За пределами» или в диапазоне килоом или мегаом. Обратитесь в отдел обслуживания клиентов Fluke Calibration. |

