

Платиновые чувствительные элементы фирмы Heraeus Sensor Technology GmbH

Ядевич А.И. (Директор ОДО МСМ г. Минск)

1. Введение

Температура, как одна из важнейших физических величин является определяющим параметром в различных технологических процессах. В связи с этим, точное определение и контроль температуры имеет во многих областях техники большое значение.

Долговечность и надежность даже в критических условиях имеет все возрастающее значение для чувствительных элементов (ЧЭ) термометров сопротивления (ТС). Высокая чистота и химическая устойчивость, а также физические свойства платины определяют ее в качестве материала для ЧЭ. Платиновые ЧЭ оптимально соответствуют этим условиям уже многие годы.

Еще в 1906 году Рихардом Кюхом был опубликован патент на проволочное платиновое сопротивление для температурных измерений. Уже свыше 100 лет международный концерн Heraeus работает в области технологий измерения температуры, разрабатывая и изготавливая температурные сенсоры, характеристики которых постоянно улучшаются новейшими технологическими разработками.

С внедрением тонкопленочной технологии в 70-ых годах началось развитие специальных версий этих сенсоров для массовых рынков. Исследовательский потенциал и производственные мощности концерна Heraeus – около 100 предприятий в Германии. Накопленный опыт нескольких десятилетий и постоянное стремление к совершенствованию позволяет сегодня изготавливать сравнительно дешевые и в большом количестве платиновые элементарные ЧЭ и температурные сенсоры, заключенные в корпус, с применением современных производственных методов, таких как вакуумное напыление и фотолитография.

Управление качеством является одним из основных направлений в концепции развития предприятия. Постоянная гарантия качества сокращает время и деньги покупателя на входной контроль. Управление качеством означает для Heraeus Sensor Technology, что предприятие и его изделия подвергаются строгому контролю. Это гарантирует, что произведенные сенсоры превосходят требования стандарта DIN EN 60751. Система управления качеством HST сертифицирована по DIN ISO 9001.

С 1997 года фирма Heraeus Sensor-Nite GmbH, а с 2003 года фирма Heraeus Sensor Technology GmbH (HST), продолжают традиции концерна Heraeus. HST и ее дочерние предприятия производят и поставляют тонкопленочные и проволочные платиновые сенсоры для различных областей промышленности.

HST завоевала мировое лидерство в производстве высокоточных платиновых температурных сенсоров и занимает сегодня ведущее положение на их рынке.

Основные исторические даты в разработке платиновых термометров сопротивления:

- 1906** Изготовлен и запатентован первый платиновый термометр сопротивления в Германии (Richard Küch).
- 1952** Изготовлен платиновый ЧЭ в керамической изоляции.
- 1974** Изготовлен платиновый тонкопленочный ЧЭ.
- 1994** Изготовлен платиновый термометр сопротивления для 1.000 °С.
- 2002** Изготовлен платиновый тонкопленочный ЧЭ Pt 10.000 серии SMD.

2. Чувствительные элементы и температурные сенсоры фирмы HST

HST предлагает платиновые ЧЭ в проволочном и тонкопленочном исполнении. Различия между тонкопленочными и проволочными ЧЭ термометров сопротивления:

- У тонкопленочных ЧЭ сопротивлением является тонкий фотолитографически структурированный платиновый слой в виде меандра на керамической подложке.

- У проволочных ЧЭ сопротивлением является платиновый провод в керамический трубке.
- Стоимость используемого платинового провода у проволочных ЧЭ существенно выше, чем у тонкопленочных ЧЭ.
- Проволочные ЧЭ доступны преимущественно Pt 100 или менее.
- Проволочные ЧЭ могут нагружаться более высоким током, чем тонкопленочные.

Проволочные платиновые ЧЭ

Проволочные платиновые ЧЭ производятся на дочерних предприятиях HST. Предприятие поставляет проволочные платиновые ЧЭ следующих типов:

Датчики температуры в керамическом корпусе серии KN

Применяются в случаях, требующих высокой температурной стабильности в термометрах сопротивления для различных отраслей промышленности, в первую очередь химической, для предприятий вырабатывающих электроэнергию, а также для изготовления аналитического оборудования.

Температурный диапазон: от -196 до + 660 °С

Присоединительные провода: сплав палладий-золото.

Платиновые ЧЭ в керамическом корпусе серии K

Применяются при измерении чрезвычайно высоких температур в термометрах сопротивления для химической промышленности, предприятий вырабатывающих электроэнергию, а также для производств, требующих чрезвычайно высокую температурную стабильность и способность противостоять термоциклическим изменениям температуры. Являются стабильными при температурах выше 800 С .

Температурный диапазон: от -196 до + 850 °С.

Присоединительные провода: сплав платина-золото.

Температурный коэффициент у проволочных ЧЭ серий K и KN: $T_k = 3850 \text{ ppm/K}$, 3916 ppm/K . Номинальное сопротивление: 50, 100 Ом при 0 °С. Спираль из платинового провода у проволочных ЧЭ серий K и KN заключена в керамический корпус из окиси алюминия высокой чистоты. Две отдельных спирали могут быть размещены в одном керамическом корпусе.

Платиновые ЧЭ в керамическом корпусе серии KN

Температурный диапазон: от -196 до + 1000 °С.

Присоединительные провода: платина.

Платиновые ЧЭ в стеклянном корпусе серий GO,GA,GX

Температурный диапазон: от -196 до + 400 °С.

Поставляются по специальному запросу.

Тонкопленочные платиновые ЧЭ

Тонкопленочные платиновые ЧЭ представляют собой микроскопический вариант проволочного сопротивления. Проволокой определенной длины и диаметра здесь является тонкопленочный меандр, нанесенный на керамическую подложку. Изготовление тонкопленочных платиновых ЧЭ практически полностью автоматизировано и обеспечивается применением современных высокотехнологических операций. На первом этапе производства происходит напыление платины в высоком вакууме на поверхность подложки из керамики. Затем происходит фотолитографическое нанесение чрезвычайно тонкой структуры меандра. Последующими технологическими операциями создаются сенсорные элементы, из которых в последующем изготавливаются ЧЭ различного исполнения.

Различие между ЧЭ с номинальным сопротивлением Pt 100 и Pt 1000

Номинальное значение сопротивления для Pt 1000 в 10 раз выше, чем у Pt 100.

- Первое преимущество состоит в том, что для Pt 1000 можно использовать слабый электрический ток (в качестве источника энергии можно использовать, например, батарейку для управления устройством).

- Второе преимущество состоит в том, что нет необходимости заботиться об удельном сопротивлении кабеля или проводов, которыми Вы хотите подсоединить ТС.
- Третье преимущество состоит в том, что у Pt 1000 более высокий выходной сигнал, например для Pt 1000 между 0°C и 100°C это – 385,0 Ом вместо 38,5 Ом для Pt 100.

Тонкопленочные платиновые ЧЭ фирма HST производит в Германии. Предприятие поставляет тонкопленочные платиновые ЧЭ следующих серий:

C, L, M, M, H - ЧЭ без корпуса с присоединительными проводами.

MR - тонкопленочный ЧЭ, заключенный в керамическую капсулу.

SMD, SMD FC - ЧЭ с площадками для пайки.

TO 92 и SOT 223 - ЧЭ, залитый в пластмассовый корпус с неподвижной присоединительной ножкой.

Каждый тип сенсоров имеет свой температурный диапазон применения. Для различных диапазонов температур используются различные присоединительные провода.

Тонкопленочные ЧЭ, благодаря нормированной характеристической линии, взаимозаменяемы при положительном температурном коэффициенте и имеют высокую точностью и долговременную стабильностью в широком температурном диапазоне.

Температурный коэффициент T_k сенсоров и их характеристики соответствуют принятому международной электротехнической комиссией (IEC) стандарту IEC 60751.

Стандарт IEC 60751 нормирует характеристики платиновых сенсоров с номинальным сопротивлением (при 0 °C), равным 100 Ом, и параметром W_{100} , равным 1,3850.

Тонкопленочные платиновые ЧЭ, исходя из особых свойств платины, имеют следующие преимущества, по сравнению с термисторами (NTC), полупроводниковыми датчиками (КТУ) и термопарами:

Преимущества тонкопленочных платиновых ЧЭ

- сравнительно низкая стоимость;
- высокая долговременная стабильность;
- большая амплитуда сигнала и легкая его обработка;
- короткое время термической реакции;
- высокая точность;
- незначительное отклонение от номинальных значений (дрейф);
- практически линейная характеристика;
- нормированная характеристика (взаимозаменяемость ЧЭ);
- высокая стойкость к циклическому изменению температуры;
- отсутствие полярности;
- широкий температурный диапазон: от -196°C до 1.000°C.

Фирма HST классифицирует производимые тонкопленочные платиновые температурные сенсоры на следующие типы:

- **ЧЭ ТС с контактными проводами.**
- **Сенсорные компоненты.**
- **ЧЭ ТС специальной конструкции.**
- **Сенсорные модули.**

ЧЭ ТС с контактными проводами

C – для криогенных температур (-196°C до +500°C)

Номинальное сопротивление датчиков этого типа -100/1.000 Ом. Температурный коэффициент $T_k = 1,3850$.

У тонкопленочных ЧЭ этого типа объединяются идеальная линейная характеристика проволочных платиновых ЧЭ в керамическом корпусе с чрезвычайно высокой вибрационной устойчивостью проволочных ЧЭ в стеклянном корпусе и, поэтому, они являются превосходной альтернативой проволочным платиновым ЧЭ. Характеризуют-

ся долгосрочной стабильностью, превосходной устойчивостью к циклическому изменению температуры в широком температурном диапазоне. Отклонение от характеристик стандарта DIN EN 60751 в температурном диапазоне $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+500\text{ }^{\circ}\text{C}$ является минимальным и отсутствует явление гистерезиса.

L – для низких температур ($-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+400\text{ }^{\circ}\text{C}$)

Номинальное сопротивление датчиков этого типа $-100/500/1.000\text{ Ом}$. Температурный коэффициент $T_k = 1,3850$.

Тонкопленочные ЧЭ этого типа характеризуются долгосрочной стабильностью, высокой точностью в широком температурном диапазоне и компактностью. ЧЭ **L 220P** предназначен для измерения температуры поверхности. Датчик **L 410ax** изготовлен с аксиальным расположением выводов.

M, (MN, MH) - для средних температур ($-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+600\text{ }^{\circ}\text{C}$)

Номинальное сопротивление ЧЭ этой серии $-100/500/1.000\text{ Ом}$. Температурный коэффициент $T_k = 1,3850$ и $1,3750$. Датчики **M 410ax** и **MH 410ax** изготовлены с аксиальным расположением выводов. Кроме выводов круглого сечения для некоторых датчиков их выполняют в виде DBS (Direct Bonding Strip) и DBW (Direct Bonding Wire) - ленточные выводы с прямоугольным сечением. Новая технология позволяет изготавливать ЧЭ с выводами длиной до 210 мм. Ленточные выводы обеспечивают ЧЭ стабильность в процессе монтажа, которую не обеспечивают выводы из провода круглого сечения.

Платиновые ЧЭ **M 622** изготавливаются с номинальным сопротивлением $-1.000/2.000/10.000\text{ Ом}$. Характеризуются долгосрочной стабильностью, высокой точностью в широком температурном диапазоне и компактностью.

H, (HA, HD, HL) – для высоких температур ($-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+1000\text{ }^{\circ}\text{C}$)

Номинальное сопротивление ЧЭ этой серии $-100/200/1.000\text{ Ом}$. Температурный коэффициент $T_k = 1,3850$ и $1,3770$. Платиновые ЧЭ серии - H характеризуются высокой точностью и долгосрочной стабильностью в очень широком температурном диапазоне.

Сенсорные компоненты

SMD, SMD FC, SOT 223, TO 92. Температурный диапазон применения этих ЧЭ от $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+150\text{ }^{\circ}\text{C}$. Номинальное сопротивление ЧЭ этого типа $-100/500/1000/10.000\text{ Ом}$. Температурный коэффициент $T_k = 1,3850$.

Платиновые тонкопленочные ЧЭ серии **SMD**, а также в стандартном пластмассовом корпусе **TO 92** и **SOT 223** характеризуются нормированным сигналом согласно стандарту DIN EN 60751, взаимозаменяемы и обладают высокой долгосрочной стабильностью и точностью. Температурные сенсоры в корпусах для поверхностного монтажа разработаны для автоматической установки в печатные платы. Температурные сенсоры в корпусе **TO 92** предназначены для общего применения.

Датчики температуры специальной конструкции

Фирма HST постоянно и очень тесно сотрудничает со своими потребителями. Обширные ноу-хау от области конструкторских разработок до массового производства структурированных, платиновых тонкопленочных слоев используются при создании продукта в соответствии с требованиями потребителя.

Тонкопленочный платиновый температурный сенсор на элементе проводящей платы серии PCB разработан специально для тепловых измерений. В основе разработки – обеспечение повышенных требований в этой области таких, как точность, долгосрочная стабильность, минимальная цена, а также возможность автоматизированного монтажа. Измерительным элементом этих сенсоров является ЧЭ серии SMD, расположенный на проводящей плате. Сенсор связан с контактными площадками проводящей шиной в форме меандра, что позволяет уменьшить отвод тепла и повысить точность измерения.

Тонкопленочный платиновый сенсор серии **PCB 540** разработан специально для температурных измерений в резервуарах, цистернах, бассейнах и др. Измерительным

элементом является ЧЭ серии SMD, размещенный на проводящей плате. Две площадки для пайки позволяют автоматизировать процесс монтажа двух проводов. Пригоден для различных применений в температурном диапазоне от -30°C до 135°C .

Платиновые ЧЭ серии **MR 518 G** имеют малые размеры каплевидной формы. Характеризуются коротким временем термической реакции, высокой точностью в широком температурном диапазоне, долгосрочной стабильностью и компактностью. Применяются в автомобильной промышленности, производстве бытовой техники, кондиционеров, нагревательной техники, производстве тепловой энергии, а также при производстве медицинских и исследовательских приборов и оборудования.

Для различных условий применения фирма HST заключает тонкопленочные платиновые ЧЭ в керамический, пластмассовый корпус или металлическую гильзу, располагает их на проводящей плате или монтирует в специальном корпусе. В тесном сотрудничестве с потребителем, или по его конкретному заданию, проектируются и изготавливаются новые датчики, которые измеряют температуру в строго определенных, индивидуальных для данного потребителя условиях. При этом создаются готовые модули, которые могут монтироваться непосредственно у потребителя с минимальными технологическими затратами. Время и производственные затраты на подготовку производства, связанные с заключением ЧЭ в корпус, в этом случае значительно снижаются или исключаются.

Сенсорные модули

Сенсорные модули являются мульти-функциональной базой на основе платиновой тонкопленочной технологии. Они состоят, например, из комбинации сенсор / нагреватель и специфических для каждого конкретного применения структурированных электродов. На электроды могут наноситься чувствительные слои в зависимости от нужд потребителя. Например, нанесением металлических оксидов на электрод можно изготовить мульти-сенсорную платформу для газового датчика, с помощью которого можно измерять концентрацию кислорода, окиси углерода, окиси азота или метана вплоть до ppm- уровня. Наряду с типичными применениями мульти-сенсорных платформ при изготовлении приборов и оборудования для измерения газовой среды и влажности, возможно их применение для аналитических измерений в жидких средах, например, для медицинской техники и в биотехнологии.

Новейшие разработки

Последние достижения в области совершенствования технологий осаждения из газовой фазы, ионного травления, успешные работы по оптимизации технологических процессов фотолитографии и изготовлению материала подложки с абсолютно плоской поверхностью позволили сегодня фирме HST получать тонкопленочные структуры до $2\text{-}3\ \mu\text{m}$ и изготавливать высокотехнологические датчики высочайшего качества. Для сравнения: человеческий волос имеет диаметр $50\text{-}100\ \mu\text{m}$! На Рис. 1 представлено эволюционное развитие тонкопленочного платинового меандра.

Этот инновационный прорыв обеспечил для датчиков SMD 603 миниатюризацию, для датчиков **M 622** и **SMD 805** - более высокое номинальное сопротивление в $10\ \text{k}\Omega$. Высокое сопротивление обеспечивают превосходный выходной сигнал. Достигнутые технологические возможности открывают великолепные перспективы на будущее. Так уже в ближайшее время предполагается разработать и изготовить **SMD 603** в $10\ \text{k}\Omega$.

С помощью новых технологических процессов были изготовлены тонкопленочные ЧЭ с проволочными выводами очень малых размеров, например - **M 213**, **M 310**. Чувствительный элемент **M 213** имеет размеры в плане $1,2 \times 1,7\ \text{мм}$. Во время термической реакции в движущейся воде ($v = 0,4\ \text{м/с}$): $t_{0,5} = 0,04\ \text{с}$, $t_{0,9} = 0,12\ \text{с}$ и в потоке воздуха ($v = 2,0\ \text{м/с}$): $t_{0,5} = 2,2\ \text{с}$, $t_{0,9} = 7,0\ \text{с}$. Малые габаритные размеры тонкопленочных ЧЭ способствуют увеличению их быстродействия.

Среди новинок последних лет следует указать на ЧЭ для высокотемпературных измерений: это **HD 421**, который измеряет температуру до 850°C , а платиновый датчик

температуры серии **НА 421** - до 1000 °С. Чувствительный элемент **HD 421**, изготовленный по тонкопленочной платиновой технологии, является альтернативой термопарам с их малым, восприимчивым к помехам исходным сигналом, имеющим отчетливые явления старения при температурах более 800 °С.

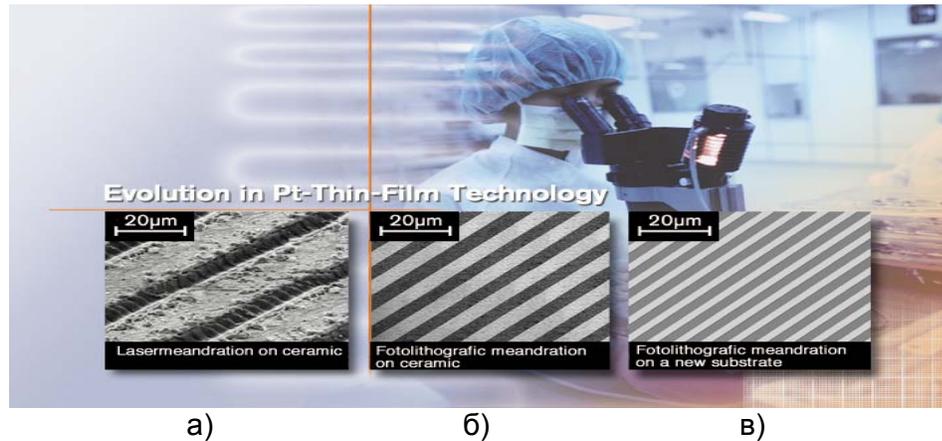


Рис 1. Эволюционное развитие тонкоплёночного платинового меандра:

- (а) - формирование меандра с помощью лазера,
- (б) - методом фотолитографии на керамике,
- (в) - на новейших подложках.

3.Общая информация

Ниже описаны некоторые параметры, которые влияют на тонкопленочные ЧЭ в процессе их эксплуатации.

Измерительный ток и сонагрев

Прохождение тока нагревает тонкопленочные платиновые ЧЭ. Температурная ошибка измерений в этом случае составляет $\Delta t = P \cdot S$, где P , потерянная мощность = $I^2 R$ и S - коэффициент самонагрева в К/мW.

Коэффициент самонагрева указывается в характеристике каждого типа ЧЭ. Коэффициент самонагрева зависит от термического контакта между ЧЭ и окружающей средой. Если теплопередача в окружающую среду является эффективной, может применяться более высокий ток измерения.

Для тонкопленочных платиновых ЧЭ не устанавливается нижняя граница тока измерения. Ток измерения зависит в значительной мере от условий применения термометра. Рекомендуемый ток измерения:

| | |
|------------------|---------------------|
| 100 Ом | мах. 1 мА |
| 500 Ом | мах. 0,7 мА |
| 1.000 Ом | мах. 0,3 мА |
| 2.000 Ом | мах. 0,25 мА |
| 10.000 Ом | мах. 0,1 мА |

Ошибка самонагрева возникает в том случае, когда пользователь нагружает тонкопленочный ЧЭ большим током, чем рекомендованный. Чувствительный элемент с высоким сопротивлением, например Pt 1000, по сравнению с Pt 100 (под тем же током), имеет большую ошибку самонагрева. Чувствительный элемент меньшего размера, например, **М 222** по сравнению с **М 1020** (с одинаковым текущим и номинальным сопротивлением), имеет большую ошибку самонагрева

Время термической реакции

Время термической реакции, это время, которое необходимо платиновому тонкопленочному ЧЭ, чтобы среагировать изменением сопротивления на ступенчатое изменение температуры. В DIN EN 60751 рекомендовано время для 50 % и 90 % этого изменения. $t_{0,5}$ и $t_{0,9}$ указывается в характеристиках к ЧЭ для потока воды и воздуха 0,4 и 2,0 м/с. Пересчет на другие среды и скорости проводится с помощью справочника VDI /VDE 3522.

Термоэлектрический эффект

Платиновые тонкопленочные ЧЭ практически не вырабатывают термоэлектродвижущей силы. Незначительная разность потенциалов может возникать вследствие разности температур вдоль самого ЧЭ. Вследствие ее незначительной величины и в связи с высокой теплопроводностью керамической (Al_2O_3) подложки, она может не учитываться.

Типичная погрешность, которая может возникать в некоторых случаях, составляет для ЧЭ серии М с номинальным сопротивлением 1.000 Ом менее $0,005$ °С. При использовании переменного тока эта погрешность еще меньше.

Колебания и удары

Платиновые тонкопленочные ЧЭ имеют высокую ударную и вибрационную прочность. Ограничивающим фактором является обычно способ монтажа. Испытания тонкопленочных ЧЭ при правильном монтаже показали:

- Вибрационная прочность - 40 г ускорение при 10 до 2000 Hz.
- Ударная прочность - 100 г ускорение с 8 ms полусинусная волна.

Механические нагрузки

Платиновые тонкопленочные ЧЭ чувствительны к механическим нагрузкам, которые при экстремальных условиях могут привести к разрушению или растрескиванию стеклянного покрытия или керамической подложки. Неправильное обращение или непригодные способы монтажа могут привести к изменению измеряемого сигнала. Необходимо строго соблюдать указания по применению.

Присоединительные провода в процессе изготовления подвергаются испытаниям на растяжение и отрыв согласно MIL 833 и IEC 40046. В случае никелевой проволоки с платиновым покрытием изделия являются пригодными, если аксиальная нагрузка не более 8 N (кроме случаев герметизации стеклом или керамикой).

Стабильность измерений

Платиновые тонкопленочные ЧЭ фирмы HST характеризуются высокой степенью стабильности измеряемого сигнала. Погрешность может стать значительной, если тонкопленочный ЧЭ подвергся термическому удару в граничной области его допустимого температурного диапазона.

Тонкопленочные ЧЭ серии М подвергались термоударам между -30 °С и $+120$ °С и показали изменение сопротивления менее 0,01 %.

Классы допуска

Стандартный выбор: (F 0.1, F 0.15, F 0.3).

F 0.3 = зависит от температурного диапазона применения ЧЭ.

F 0.15 = от -50 °С до 300 °С

F 0.1 = от 0 °С до 150 °С

Выбор группы:

Абсолютные 0,2 Кельвина между 0 °С и 100 °С / 18 групп

Абсолютные 0,1 Кельвина между 0 °С и 100 °С / 45 групп

Специальный выбор при 0 °С:

например, 1/10 В при 0 °С только для маленьких объемов (дорогой).

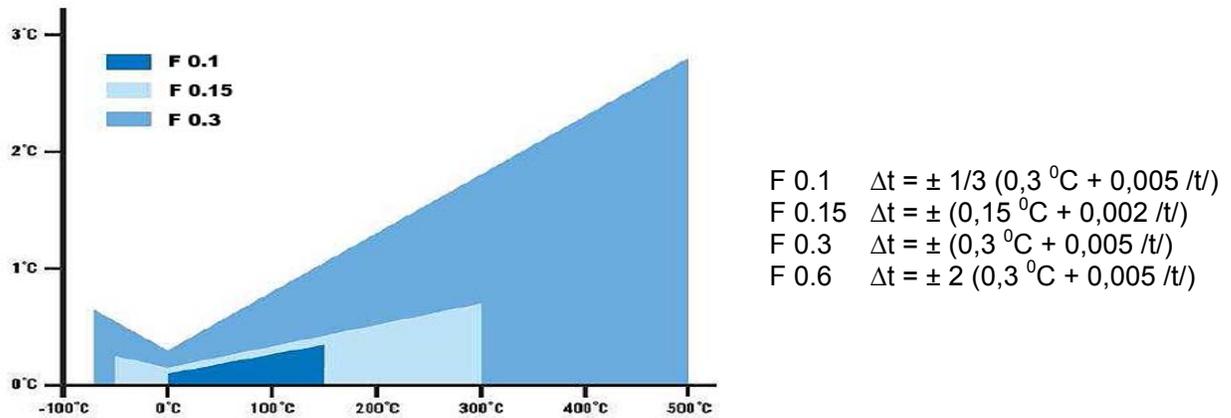


Рис 2. Классы допуска платиновых тонкопленочных ЧЭ, установленные DIN EN 60751.

Долговременная стабильность.

Эффект старения температурных сенсоров вследствие долговременной эксплуатации или температурных ударов может негативно влиять на точность воспроизводимого сигнала. Вследствие химической стабильности и гомогенной структуры применяемого материала, платиновые сенсоры являются чрезвычайно стабильными температурными датчиками. В зависимости от температурных условий изменение R_t после 5 лет эксплуатации при $200 \text{ } ^\circ\text{C}$ обычно составляет менее 0,04 %.

Подключение

Платиновые ЧЭ, как правило, нагружаются постоянным током. Для экономии электроэнергии (аккумулятор или батарея) может использоваться также и переменный ток. Выходной сигнал напряжения является функцией сопротивления R_t . Вследствие простой квадратичной функции характеристической линии платиновых ЧЭ, а также возможности простого линейного приближения, линейаризация измеряемого сигнала не представляет проблем.

Подсоединение

Стандартное 2-х проводное подсоединение иногда может привести к потере точности. 3- или 4-х проводное подсоединение рекомендуется в случаях:

- при длинном кабеле, температурно-зависимое сопротивление которого имеет существенное значение;
- для тонкопленочных платиновых ЧЭ с высоким классом допуска;
- если предполагаются значительные электромагнитные помехи.

Техника монтажа платиновых тонкопленочных ЧЭ

Тонкопленочные платиновые ЧЭ являются высокоточными элементами и поэтому необходимо обеспечить бережное обращение во время монтажа. Металлические пассатижи, пинцеты или другие грубые приспособления не должны применяться. Для обращения с тонкопленочными ЧЭ можно рекомендовать пластмассовые пинцеты.

Токоподводящие провода около корпуса ЧЭ не должны изгибаться. Необходимо также избегать многократного изгиба присоединительных проводов.

Фирма HST не дает конкретных указаний по выбору способа монтажа и используемых материалов. В каждой стране, даже на каждом предприятии есть свои "технологические обычаи" выбора способа монтажа, фирмы производители материалов и т.д., с помощью которых можно обеспечить высококачественное и надежное соединение выводов ЧЭ.

Лучшие результаты по надежности при монтаже тонкопленочных ЧЭ в ТС достигаются при использовании контактной, лазерной или ультразвуковой сварки. Выбирая

методику подключения, следует обратить внимание на материал контактных проводов ЧЭ и материал, к которому он должен быть подключен. Для Ni- или NiPt контактных проводов рекомендуется сварка. Для проводов из AgPd (AuPd) рекомендуется пайка мягким припоем.

4. Области применения платиновых тонкопленочные ЧЭ

Платиновые тонкопленочные ЧЭ фирмы HST применяются в различных отраслях промышленности для обеспечения качества, точности и долговечности.

Автомобильная промышленность



Фирма HST поставляет основным предприятиям автомобильной отрасли на мировом рынке платиновые температурные сенсоры, разработанные по запросу потребителей и изготовленные с использованием тонкопленочных технологий. Непрерывно растущее применение электроники является сегодня основой для более высокой надежности и безопасности, повышения экологической совместимости и непрерывно растущих удобств и комфорта.

Большинство новых разработок в области автомобилестроения базируется на применении высокоточной, специализированной сенсорики. Основным применением для тонкопленочных платиновых ЧЭ в автомобиле является контроль критических температур или регулирование протекающих процессов.

Управление катализатором. Чтобы производить контроль и управление выхлопными газами, преимущественно у дизельных транспортных средств, необходимо измерение температуры в различных узлах автомобиля. Для этих целей фирма HST разработала специальные датчики, которые измеряют температуру до +1000 °С.

Состояние моторного масла. В зависимости от нагрузки в двигателе внутреннего сгорания одно и тоже моторное масло может выполнять свои служебные свойства от 5 000 км до 40 000 км. Элементарные измеряемые величины для оценки состояния моторного масла - это температура и ее временное изменение. Несколько миллионов сенсоров фирмы HST работают для этих целей уже с давних пор точно, быстро и надежно.

Защита конструктивных элементов. Вследствие своей надежности и точности платиновые тонкопленочные датчики температуры фирмы HST используются в различных применениях для защиты узлов и, соответственно, конструктивных элементов автомобиля. Спектр применения сенсоров простирается от измерения температуры в сильно нагруженных узлах автомобиля как, например, турбокомпрессоре, контроле за температурой масла в автоматических коробках передач, так и для решения задач безопасной эксплуатации автомобиля.

Бытовая техника



Преимущества платиновых сенсоров, по сравнению с обычными регуляторами и термисторами, состоит в том, что они позволяют получить в широком температурном диапазоне точные и стабильные данные. К этому еще следует добавить простую обработку стандартного и линейного выходного сигнала, простое обращение и возможность замены элементарных ЧЭ.

Преимущества платиновых сенсоров, по сравнению с обычными регуляторами и термисторами, состоит в том, что они позволяют получить в широком температурном диапазоне точные и стабильные данные. Уже много лет фирма HST поставляет тонкопленочные платиновые ЧЭ в количестве многих миллионов штук для их применения при производстве бытовой техники.

В высокотемпературной области температурные сенсоры служат для контроля пиролитической очистки в печах, что является важнейшей областью применения для термоустойчивых платиновых термометров. Здесь используются температуры до 650°C . Специальные корпуса служат соответствующей механической защитой для ЧЭ. Термометры могут также применяться для измерения температуры в нагревательных приборах, где температура может достигать 750°C .

В низкотемпературной области – до 250°C , все большее применение платиновые температурные сенсоры находят для электронного слежения и регулирования температуры в печах для выпечки.

Приборы управления технологическими процессами



Температура является одним из важнейших параметров для управления ходом технологического процесса. Качество конечного продукта находится в непосредственной зависимости от точного температурного управления ходом процесса. Поэтому все больше производителей приборов управления технологическими процессами используют преимущества тонкопленочных платиновых ЧЭ фирмы HST.

Расширение границы применения тонкопленочных платиновых ЧЭ с 650°C до 850°C является вехой в технике измерения температуры. Исследования показали, что разработанные на фирме HST чувствительные элементы даже при долгосрочной эксплуатации выполняют все требования к ЧЭ, управляющим ходом технологических процессов. Многослойные защитные слои надежно защищают измерительный элемент от различных нагрузок в термометре сопротивления с минеральной изоляцией.

Приборы для научных исследований и высокотехнологических производств в области естествознания



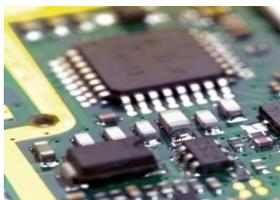
Потребители в биотехнологии, фармацевтике и медицинской технике используют платиновые тонкопленочные сенсоры HST для различных задач измерения температуры. Одна из существенных причин применения этих сенсоров - это биологическая совместимость платины, т.е. нет никаких химических или биологических взаимодействий между сенсором и исследуемым материалом. Поэтому, риск заряжения, благодаря этому сенсору, исключен.

Следующей причиной является тот факт, что при помощи одного чувствительного элемента можно измерять температуру в большой температурной области, которая распространяется от применений в криогенной технике (жидкий азот, -196°C) до температур при процедурах стерилизации. Платиновые температурные сенсоры отличаются в этом контексте применения оптимизированными долговременными свойствами и обеспечивают после многократного термоциклического воздействия воспроизводимые и точные значения температуры.

Типичными примерами применения платиновых тонкопленочных ЧЭ в медицинской технике являются системы диализа, инкубаторы, центрифуги, газовые хроматографы, оборудование для наркоза, а также приборы диагностики и анализа.

HST поставляет своим потребителям мульти-сенсорные платформы, как компоненты со структурированными тонкопленочными платиновыми слоями. В зависимости от последующего нанесения на мульти-сенсорную платформу различных чувствительных слоев, потребитель может изготовить различные датчики для определения влажности и анализа различных газов. На основе нагревателя, температурного сенсора и, при необходимости IDK- структуры, можно создать сенсорные модули для различных применений.

Электроника



Платиновые тонкопленочные ЧЭ фирмы HST вследствие своей стабильности, точности, стандартным нормированным характеристикам и простотой обработки выходного сигнала, являются первыми в списке при выборе ЧЭ для измерения температуры, в высококачественных электронных блоках для промышленного или лабораторного применения.

В других случаях они применяются как эталонные датчики или используются для компенсации дрейфа, вызванного термическими эффектами.

Положительные характеристики платиновых ЧЭ используются также в сочетании с усилителями измеренных сигналов. Дополнительные затраты на индивидуальное сравнение параметров исключаются из-за стандартных характеристик и минимального разброса данных. Долговременные свойства платиновых сенсоров исключают ошибку измерения температуры вследствие дрейфа, или ненадежностью действующих температурных рекомендаций.

Температурный сенсор **SMD 0805** с номинальным сопротивлением 10.000 Ом применяется в электронных схемах с незначительным энергопотреблением, как, например, головной транзистер в процессорной технике, мобильные измерительные системы на батарейках или устройства оперативной регистрации данных и др.

Фирма HST поставляет своим потребителям тонкопленочные платиновые ЧЭ в различном конструктивном исполнении. Серия SMD размерного ряда 1206, 0805 и 0603 поставляется в специальных катушках по 4000 шт., которые позволяют полностью автоматизировать их монтаж. Эти датчики применяются в первую очередь в высокоинтегрированных блоках. Для стандартных применений датчики поставляются в обычном транзисторном корпусе типа **TO 92**.

Техника для отопления / вентиляции / кондиционирования



Определение величины расходов за отопление во времена растущих цен на энергоносители является не очень простой задачей. Измерительные приборы поставляют базовую информацию для точного определения температуры теплоносителя. Уже много лет HST поставляет своим потребителям тонкопленочные платиновые сенсоры для этого применения.

При измерении количества тепла необходим точный учет тепловой разницы. Для этого, пара термометров может отличаться друг от друга только на 0,1 °K. Государственные поверочные учреждения подтверждают эту точность и надежность датчикам HST уже в течение многих лет.

Фирма HST поставляет в год миллионы температурных сенсоров ведущим европейским производителям теплосчетчиков. Датчики для измерения количества тепла конструируются согласно нормам EN 1434, CEN и рекомендациям AGAW. Параметры подтверждается РТВ сертификатом. Они характеризуются высокой точностью и стабильностью.

Сенсоры серии РСВ

Сенсоры серии РСВ состоят из элементарных датчиков серии SMD, которые впаиваются на проводящую плату, имеющую присоединительные площадки (Рис. 4). Этот тип датчиков наилучшим образом приспособлен для измерения температуры в жидкостях.

Обычно термометры для тепловых измерений применяются для точного учета количества тепла, транспортируемого по сечению трубопровода. На этом основании датчик в Германии должен сертифицироваться специальной физико-технической службой и допускаться для платежных расчетов. Общая гамма датчиков, разработанных на фирме HST, соответствует DIN EN 1434 и после поверки в определенном порядке допускается для определения количества тепла. Допуск до платежных расчетов ограни-

чен периодом действия на пять лет. После повторных испытаний и освидетельствования возможен второй срок действия датчиков. Продолжительность периода действия указывает на высокие требования к термометрам относительно их долгосрочной стабильности.

Основное требование к термометрам при измерении количества тепла определяется требуемой точностью измерения температуры. Измеренное значение температуры может отклоняться от температуры среды лишь на 0,1 К. Эта потенциальная точность измерения искажается частично ошибкой системы вследствие отвода тепла. Тепло отводится через кабель и корпус и искажает измеряемое значение. Благодаря специальной конструкции сенсора отвод тепла значительно тормозится: между платиновым ЧЭ, который смонтирован на специальной подложке, и подводящим кабелем нанесен теплоизолирующий тонкий слой медного меандра. Благодаря этой новой разработке впервые была достигнута минимальная глубина погружения в 15 мм. Этот калориметрический сенсор, который поставляется на рынок, может использоваться в защитном корпусе до температуры 150 °С (Рис.3).

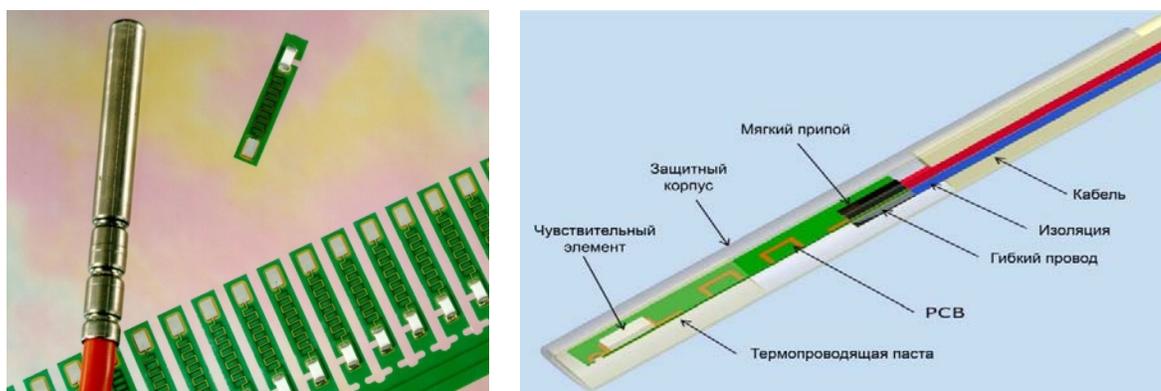


Рис. 3 Строение термометра для калориметрических измерений.

Основное применение: калориметрия, измерение температуры жидкостей.

Температурный диапазон: 0°С (-40°С) до 150°С.

Стандартный выбор: Класс допуска F 0.3.

Выбор группы:

Абсолютная величина 0,2 К между 0°С и 100°С / 18 групп.

Абсолютная величина 0,1 К между 0°С и 100°С / 45 групп.



Рис. 4 Группы в классе допуска F 0.3.

Для сенсоров РСВ применяются 2 варианта сортировки класса допуска.

Первый: Класс допуска F 0.3.

Второй: измерительные сопротивления измеряются по классу допуска F 0.3 и дополнительно сортируются по группам. При этом каждая группа упаковывается в отдельный пластиковый бокс и измерительные сопротивления одной группы имеют абсолютную ширину допуска 0,2 К, или 0,1 К.

Выборка измерительных сопротивлений по группам несколько удорожает сенсор, чем только класса допуска F 0.3. Тем не менее, групповой отбор не является излишним, так как в этом случае значительно повышается выход подобранных пар.

На этом секторе рынка наблюдается тенденция к росту применения высокоомных платиновых температурных сенсоров.

Проведенные испытания сенсоров РСВ, указывают на их высокую стабильность. Например, на рис. 5 представлено изменение R_0 , после испытаний при температурах 0 °С / 150 °С (термоциклирование) за 1000 циклов (PCB 0805).

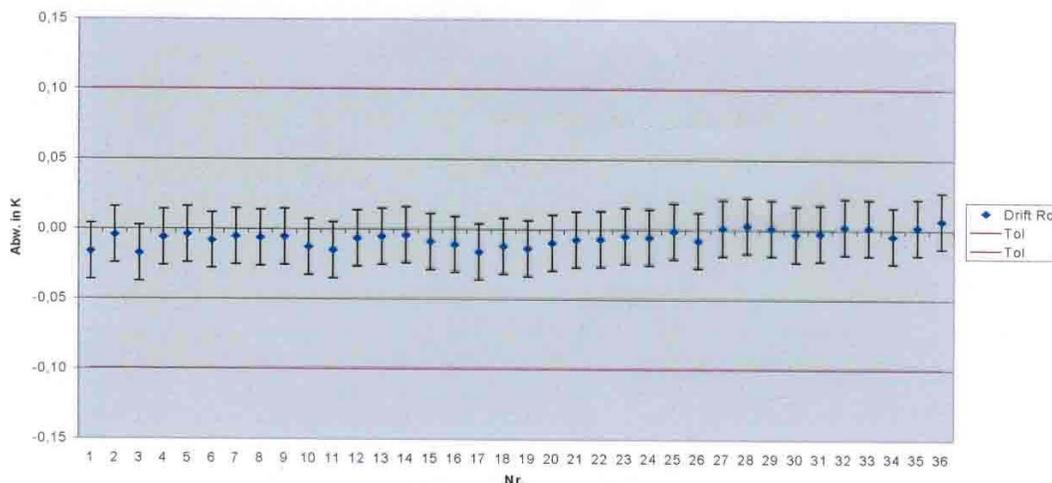


Рис. 5 Изменение R_0 после испытаний при температурах 0 °С / 150 °С (термоциклирование) за 1000 циклов (PCB 0805)

Температурный сенсор серии РСВ имеет следующие преимущества:

- Возможен монтаж ТС в автоматическом режиме.
- Быстрое соединение между площадкой для пайки на монтажной плате и кабелем.
- Не требуется изоляция в месте соединения (кабель к РСВ).
- Не требуется изоляция SMD FC на монтажной плате.
- Ширина монтажной платы подбирается по внутреннему диаметру защитной гильзы.
- Малое время термической реакции (SMD FC малого размера на конце монтажной платы в термопроводящей пасте).
- Минимальная длина погружаемой части ТС, при которой обеспечивается стабильность показаний (до 15 мм).
- Обеспечивается температурный разрыв (уменьшается теплоотдача к кабелю).

Более подробную информацию о тонкопленочных платиновых ЧЭ фирмы Heraeus Sensor Technology GmbH Вы можете найти на сайтах:

<http://mcm-sensor.ru/>

<http://www.heraeus-sensor-technology.ru/>