

# НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПЕРЕДОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ

## ПОЗИСТОРНЫЕ НАГРЕВАТЕЛИ

**Позисторы – один из типов многочисленных терморезисторов, технология которых хорошо отработана. Поэтому, казалось бы, они не могут представлять интереса с точки зрения внедрения передовой технологии и получения большой прибыли. Но благодаря своим характеристикам позистор может найти весьма широкое и прибыльное применение, в частности в качестве нагревательного резистора, способного точно поддерживать заданную температуру без вспомогательных управляющих приборов. Рассмотрим возможности такого нагревательного устройства на примере вероятной беседы предпринимателя (П), стремящегося получить высокие прибыли в результате реализации нового изделия, и изобретателя (И), предлагающего это изделие.**

**П.** Под термином “позистор” обычно понимают терморезистор с положительным температурным коэффициентом сопротивления (ТКС)\*. Что это значит?

**И.** Сначала отмечу, что приведенное определение вводит читателя в заблуждение, ибо оно не подчеркивает преимуществ позистора перед всеми другими резисторами, большинство которых также имеет положительный ТКС. В действительности позистор – это резистор, сопротивление которого резко возрастает в узкой температурной области обратимого фазового превращения материала, из которого он изготовлен. При достижении температуры фазового превращения сопротивление позистора резко возрастает и ток падает до значения, недостаточного для его дальнейшего нагрева. В результате позистор охлаждается, сопротивление уменьшается, ток растет и температура вновь достигает значения, при котором происходит фазовое превращение материала. Такая же картина наблюдается и при снижении или повышении температуры в результате изменения температуры окружающей среды или технологического процесса. В первом случае сопротивление позистора уменьшается и ток растет, поддерживая заданную температуру, а во втором – ток и, следовательно, мощность (и выделяемое тепло) падает, иногда практически до нуля. Таким образом позистор точно поддерживает заданную температуру фазового превращения без применения каких-либо управляющих устройств.

**П.** Это, конечно, привлекательно для производителя, поскольку изготовление нагревателя не требует больших затрат. Но ведь имеются и термореле с подобными характеристиками и достаточно высокой точностью поддержания температуры. Не уступают ли им позисторы по этому параметру?

\*Мэклин Э.Д. Терморезисторы/ Пер. с англ. Под общей редакцией К.И.Мартюшева. –М.: Радио и связь, 1983, с.4.

И.Смыслов

**И.** Термореле дает “столбчатые” импульсы тока, поэтому температура классического металлического нагревательного элемента изменяется пилообразно. К тому же термореле удалено от нагреваемого объекта, скорость тепловых потоков невелика и поэтому температуры объекта и термореле смещены “по фазе”. В результате точность поддержания температуры объекта невелика, возможны и нарушения в его работе. К тому же, у позистора, в отличие от термореле нет подвижных деталей, ухудшающих надежность прибора. Нет и окисляющихся или сваривающихся контактов, сокращающих срок службы и приводящих в ряде случаев к короткому замыканию. Позистор имеет простую форму – как правило, форму таблетки с электродами, выполненными в виде металлических покрытий, т.е. ломаться в нем нечему.

**П.** С этим все ясно. Но ведь есть еще и автоматизированные системы управления. Они, конечно, дороже позистора, но при этом у них “верно, ангельский быть должен голосок”, т.е. точность поддержания заданной температуры должна быть достаточно высокой.

**И.** В АСУ тоже используется датчик температуры, чаще всего металлический терморезистор, который расположен на определенном расстоянии от нагревателя и нагреваемого объекта, т.е. не находится в непосредственном тепловом контакте с ними. Датчик температуры и другие элементы АСУ, в том числе исполнительное механическое устройство, – инерционные системы. Поэтому неизбежно запаздывание процессов, и даже при неизменной температуре окружающей среды температура нагреваемого объекта может изменяться. Она будет иметь синусоидальную характеристику. А при резких периодических изменениях температуры среды возможен “тепловой резонанс” системы и брак производимой продукции.

Позистор же – функциональный элемент, объединяющий и датчик температуры, и нагревательный, и управляющий элементы, и между этими “звеньями” запаздывания нет.

**П.** Да, но нам нужно поддерживать температуру не позистора, а нагреваемого объекта. Здесь запаздывание неизбежно.

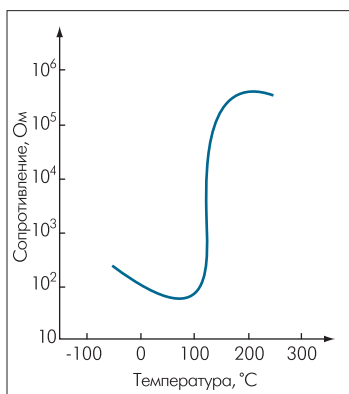
**И.** Конечно, но оно значительно меньше, чем при использовании термореле, ибо позистор во многих случаях может плотно прилегать к металлической детали, которую он должен нагревать. К тому же, эта деталь может служить одним из его питающих проводников. Уменьшение времени запаздывания – задача изобретателя и разработчика позисторного нагревателя. Следовательно, при правильно конструктивно-технологическом решении позистор более точно, чем АСУ, поддерживает заданную температуру. А соотношение цен позисторного нагревателя и АСУ близко к бесконечности. Это первое наиболее известное достоинство нагревательного позистора.

**П.** А второе?

**И.** Оно менее заметно, хотя основано на том же свойстве самоподдержания температуры. При знакомстве с принципами работы



позисторного нагревателя, как правило, потребитель задает вопрос: "На какое номинальное напряжение рассчитан этот нагреватель?" Специалисты привыкли к тому, что каждое устройство рассчитано на какое-то номинальное напряжение. Поэтому они не могут сразу "врубиться" в мысль, что напряжение питания позисторного нагревателя, как и самого позистора, может быть любой формы (постоянным, переменным, правда, на частоту не выше 1 кГц, импульсным) и любого значения – от напряжения, при котором ток достаточен для нагрева объекта до заданной температуры, до пробивного (для рассматриваемых нагревателей – от 6 до 36 В). И это второе достоинство такого нагревателя.



**Рис. 1. Температурная зависимость сопротивления позистора**

**П.** Почему же в Ваших ТУ приводятся значения 12/24 В?  
**И.** Эти позисторные нагреватели созданы в НИИ "Автоэлектроника" для автомобилей, и ТУ предназначены для автовладельцев. Поэтому указаны номинальные значения напряжения электрооборудования автомобиля, хотя это, конечно, затрудняет понимание второго достоинства позисторного нагревателя и сужает круг разработчиков подобных нагревателей для других систем.

**П.** Есть ли еще какие-либо достоинства позистора и каковы они?  
**И.** Чтобы ответить на этот вопрос, рассмотрим сначала приводимую в литературе температурную зависимость сопротивления позистора. Теоретически она имеет S-образную форму (рис. 1), но при эксплуатации благодаря самоподдержанию температуры кри-

вая температурной зависимости сопротивления не достигает вершины. Из такой S-образной характеристики следует, что поскольку при включении и нагревании позистора протекающим током сопротивление его вначале уменьшается, он быстро нагревается, тогда как сопротивление любого классического резистора с положительным ТКС с ростом температуры увеличивается постепенно (и он нагревается медленнее). Таким образом, позистор нагревается быстрее металлического терморезистора. Это и есть третье достоинство позисторного нагревательного элемента.

**П.** Понятно. Преимущества этой технологии перед традиционными в том, что нагрев происходит быстрее, заданная температура поддерживается точнее и без применения дополнительных управляющих устройств, большая часть теплового потока достигает нагреваемого объекта. Следовательно, не нужно тратить на приобретение АСУ, снижаются энергозатраты (лучше о них и не вспоминать!). А что делается в этом направлении за рубежом?

**И.** Могу сказать, что в ФРГ на долю позисторных нагревателей приходится почти 50% заявок на нагревательные устройства для автомобильных двигателей.

**П.** Как же Вам удалось запатентовать такой нагреватель, принципиально не отличающийся от зарубежных?

**И.** Ну, во-первых, подавляющее число изобретений отличаются не принципом, а существенными отличительными признаками. Созданные в ФРГ нагреватели предназначены для встраивания во вновь разрабатываемые двигатели. Однако такое вмешательство в конструкцию двигателя приводит к снижению его мощности из-за роста аэродинамического сопротивления всасывающего тракта автомобиля. При этом разработчики позисторных нагревателей предлагают автомобильным фирмам или их поставщикам приобретать лицензии на них. Нам пришлось пойти другим путем, поскольку у автозаводов нет денег на приобретение лицензии. Платить могут

лишь частные владельцы автомобилей. Но им нужны нагреватели, которые они могли бы сами установить на двигатель, не изменяя его конструкцию.

**П.** Но почему речь идет только об автомобильных двигателях?

**И.** А какие двигатели самые распространенные и какие из них большей частью находятся в частном владении?

**П.** Пора рассказать о Ваших нагревателях.

**И.** Сначала общие данные. Сегодня на рынке представлены сотни марок позисторов, в том числе и российских. В предлагаемых изделиях обычно используют позисторы в виде таблеток диаметром 15 мм и толщиной 2 мм с номинальным сопротивлением ~1 Ом. Температура фазового превращения, значение которой зависит от легирования материала позистора, может быть достигнута за несколько секунд (например, 150°C – за 2 с). Наиболее удобны прижимные нагреватели, такие как, например, нагреватель карбюратора в виде тепловода с двухзубой вилкой на одном конце и позистором, прикрепленным электротеплопроводным клеем на другом (рис.2). Такой нагреватель может устанавливаться с минимальными трудозатратами (достаточно гайкой крепления карбюратора зажать вилку тепловода) на автомобилях марок ГАЗ, ВАЗ, УАЗ, ИЖ, «Москвич» независимо от сроков их эксплуатации.



**Рис.2. Позисторный нагреватель для карбюраторов**

Пусковой ток нагревателя составляет 10 А, средний рабочий ток – 3,5 А. Значение пускового тока при включении достигается за 2 с. Разогрев двигателя при температуре -20°C и указанном рабочем токе занимает 7 мин, после чего он запускается с первой попытки (ведь прогреваются и аккумуляторы, отдающие большой пусковой ток для стартера). Таким образом, экономится топливо и увеличивается срок службы двигателя. В зависимости от объема двигателя и зимних температур на карбюратор можно устанавливать до четырех нагревателей.

По телевидению был показан сюжет о том, как дизельный автомобиль, шедший из Болгарии в Ярославль, не смог своевременно прибыть в пункт назначения. Причина этого в том, что парафин, растворенный в дизельном топливе, на холоде замерз и образовал пробки в топливной системе двигателя. Такая ситуация не могла бы возникнуть, будь автомобиль оснащен системой позисторных нагревателей. Причем для дизельного двигателя, бак и теплопроводы которого не нагреваются при его работе, нагреватели нужнее, чем для карбюраторного.

**П.** И это все?

**И.** Позисторные нагреватели пригодны не только для автомобильных двигателей. Их можно применять для подогрева замерзающих водопроводных труб, питая от понижающих трансформаторов. На трубы достаточно поставить тепловые переходники с полукруглыми цилиндрическими поверхностями, соприкасающимися с трубой и тепловодом нагревателя. Разработан нагреватель воздухопроводов троллейбусов, на стенках которых зимой могут образовываться ледяные пробки вследствие осаждения водяного пара. Есть и нагреватели газовых редукторов высокого давления (для предотвращения замерзания конденсата, выделяющегося из газа при понижении температуры или давления) и сжиженного газа (для предотвращения осаждения и замерзания воды).

На основе позисторного нагревателя создан и ручной сварочный инструмент (сварник) для скрепления термопластовых пленок. При этом им можно выполнять не только прямые швы небольшой длины,

подобный шву, получаемому с помощью настольного сварочного аппарата, но и не прямые швы (даже на сферической поверхности) любой длины, например сваривать чехлы парников и т.п. А позисторный вулканизатор-сварник (вулкосварник) пригоден не только для ремонта камер и изготовления мелких технических деталей, но и для сварки термопластовых деталей. В нем использован тепловод в виде широкой пластины, прижимаемой струбциной с двух сторон к заплате из сырой резины на камере. Таким вулкосварником можно сваривать толстые термопластовые детали.

Умельцы могут использовать позисторные нагреватели так, как изобретатель и предположить не мог.

**П.** Сколько же стоят эти изделия?

**И.** Они не дешевы, поскольку пока не налажено их массовое производство и изготавливаются они практически по заказу в единичных экземплярах. Нагреватель, выполненный по предварительному заказу, стоит 20 у.е., сварник – 200 у.е. Цена вулканизаторов, производство которых освоено, ниже – 200 руб. Но разработчик больше заинтересован в продаже лицензий. Цена зависит от условий производства, поскольку требуется корректировка имеющейся конструкторско-технологической документации в соответствии с оборудованием покупателя.

**П.** А результаты маркетинговых исследований?

**И.** При принятии решения о выпуске дешевого товара исследования рынка не рентабельны – любой автовладелец купит нагреватель, который при массовом производстве будет сопоставим по цене с паяльником.

**П.** Что ж, решение принято. Думаю, что оно сулит мне определенные выгоды.

Тел.: 259-8991