

## Новые разработки

# Термопреобразователи ОВЕН ДТС, ДТП

Максим КРЕЦ,  
инженер-консультант ОВЕН

Датчики являются неотъемлемой частью любой измерительной системы. Главные требования, которые выдвигают потребители к датчикам, – надёжность, невысокая стоимость и удобство применения. Именно эти качества и отличают датчики, выпускаемые компанией ОВЕН.

Типовая архитектура АСУТП включает в себя четыре уровня:

- датчики и исполнительные механизмы;
- контрольно-измерительные приборы (технологические контроллеры);
- PC-совместимые контроллеры;
- автоматизированные рабочие места операторов (АРМ).

Эти уровни показаны на схеме (рис. 1), которая может усложняться или упрощаться, но её фундамент останется постоянным – основой любой системы управления технологическими процессами всегда являются датчики.

Понимая значимость этого факта, компания ОВЕН уже несколько лет производит термопреобразователи, линейка которых расширяется с каждым годом. Инженеры компании увеличивают набор конструктивных решений и типов чувствительных элементов, разрабатывая датчики, предназначенные для измерения

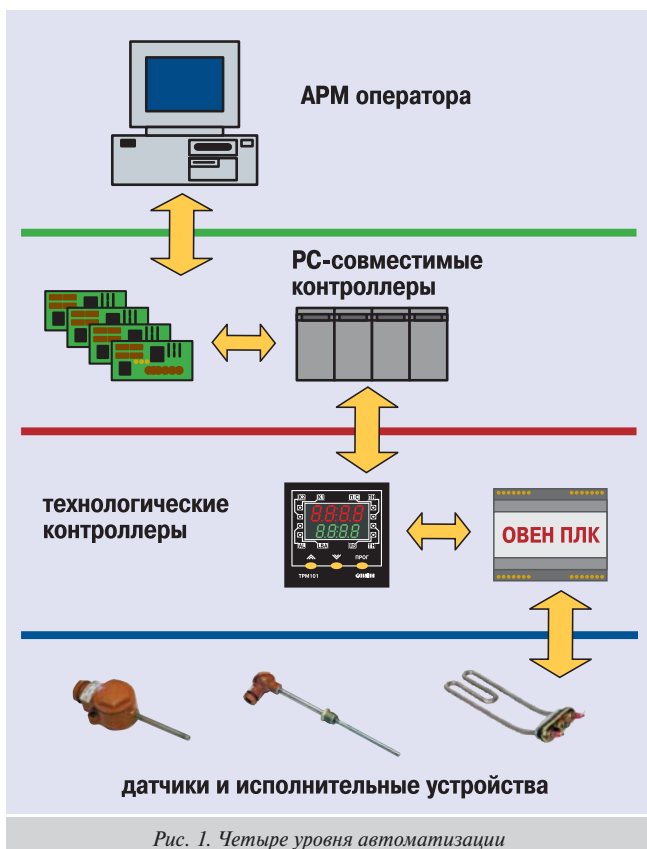


Рис. 1. Четыре уровня автоматизации



температуры рабочих сред (пар, газ, вода, сыпучие материалы, химические реагенты и т.п.) в различных отраслях промышленности.

Каждый тип датчиков имеет свои характеристики, такие как рабочий диапазон измеряемой температуры, класс допуска, показатель инерции, конструктивные особенности исполнения, условия применения, схемы соединений с вторичными приборами. Но наиболее широко востребованными являются термопреобразователи типа «термосопротивление» – ДТС и «термопара» – ДТП.

### Термопреобразователи сопротивления

Принцип действия термопреобразователя сопротивления (ДТС) основан на свойстве проводника менять электрическое сопротивление пропорционально изменению температуры окружающей среды. Конструктивно терморезисторы выполняются в виде катушки из тонкой медной или платиновой проволоки на каркасе из изоляционного материала, заключённой в защитную гильзу.

Для подключения терморезисторов используется трёхпроводная схема, которая позволяет компенсировать погрешность измерения, вносимую линией связи между датчиком и прибором. Схема подключения показана на рисунке 2. При этом необходимо соблюдать условие равенства сопротивлений всех трёх проводов.

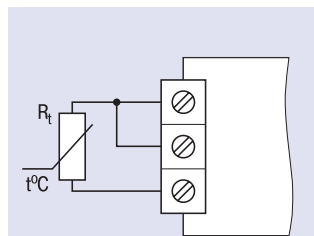


Рис. 2. Подключение термопреобразователей сопротивления

### Термоэлектрический преобразователь

Принцип действия термоэлектрического преобразователя (термопары) основан на возникновении термоэлектродвижущей силы (термоЭДС) в месте соединения двух проводников с разными термоэлектрическими свойствами. Значение термоЭДС зависит от разности температур двух спаев термопары. В качестве материала термоэлектродов применяются специализированные сплавы, наиболее распространёнными являются хромель-алюмель (ТХА) и хромель-копель (ТХК).

Термопара хромель-алюмель (ТХА) обладает практически прямолинейной термоэлектрической характеристикой. Хромель – сплав никеля (80%) с хромом (~9,8%) и железом (~10%), обладающий благоприятным сочетанием термоэлектрических свойств и жаростойкости. Алюмель – сплав на основе никеля (~94%) с 2,5% марганца, 2% алюминия и 1% кремния. Алюмель светлее и слабо притягивается магнитом; этим он отличается от более тёмного в отожжённом состоянии, совершенно немагнитного хромеля. Положительным термоэлектродом является хромель, а отрицательным служит алюминий.

Таблица 1. Типы термопар и измеряемые температуры

Тип термопары	Материал термоэлектродов	Обозначение градуировки	Диапазон измерений, °С	Допустимый предел измерений, °С
ТХК	Хромель-копель	ХК(L)	-200...600	800
ТХА	Хромель-алюмель	ХА(K)	-200...1000	1300
ТПП	Pt-Rh(10%)-Pt	ПП(5)	0...1300	1600
ТВР	W-Re(5%)-W-Re(20%)	ВР(A)-1	0...2200	2500

Термопара хромель-копель (ТХК) обладает большей термоЭДС, чем ТХА, но уступает по жаростойкости и линейности характеристики. Отрицательный электрод – копель, серебристо-белый сплав на медной основе (56% Cu), содержащий около 43% Ni.

Для измерения высоких температур наиболее часто применяется термопара с термоэлектродами из чистой платины и сплава платины с 10% родия. В таблице 1 приводится соответствие типа термопары и диапазона измеряемой температуры.

Конструктивно термоэлектрический преобразователь представляет собой две проволоки из разнородных материалов, нагреваемые концы которых скручиваются, а затем свариваются. Для защиты от механических повреждений и воздействия среды электроды защищены специальной арматурой. Длина погружаемой части различна для каждого типа термопары.

Схема подключение термопар показана на рис. 3. Рабочий конец термопары погружается в среду, температуру которой требуется измерить. Свободные концы подсоединяются ко входу измерителей-регуляторов. Подключение термопар к измерительному прибору выполняется специальными удлинительными (компенсационными) проводами. В качестве последних используются два провода из различных материалов, которые подбираются так, чтобы они имели такие же термоэлектрические свойства, как и рабочая термопара. Соединяя компенсационные провода с термопарой и прибором, необходимо соблюдать полярность. Для термопар хромель-алюмель и хромель-копель, которые предлагает компания ОВЕН, всегда есть возможность приобрести компенсационные провода.

Поскольку термоЭДС зависит от разности температур двух спаев термопары, то для получения корректных показаний датчика необходимо знать температуру «холодного спая», чтобы скомпенсировать эту разницу в дальнейших вычислениях. Схема автоматической компенсации имеется во всех приборах ОВЕН. Датчиком температуры «холодного спая» служит специальная микросхема, установленная рядом с присоединительным клеммником (рис. 3).

**ВНИМАНИЕ!** Во избежание влияния помех на измерительную часть прибора линию связи прибора с датчиком рекомендуется экранировать. При нарушении условий эксплуатации возможны погрешности измерения.

**Датчики температуры во взрывозащищённом исполнении**

Взрывобезопасность производственных процессов обеспечивается целым рядом предупреждающих мер, в том числе и применением взрывозащищённого оборудования. Контроль температуры взрывоопасных смесей газов, паров, а также легковоспламеняющихся и взрывчатых веществ является важным фактором обеспечения взрывопредупреждения. Незаменяемыми при этом становятся датчики во взрывозащищённом исполнении.

В выпускаемой компанией ОВЕН линейке продукции широко представлены датчики подобного типа. Все они имеют разрешение № РРС 01 00016 Федеральной службы по экологической, технической и атомной безопасности на применение во взрыво-

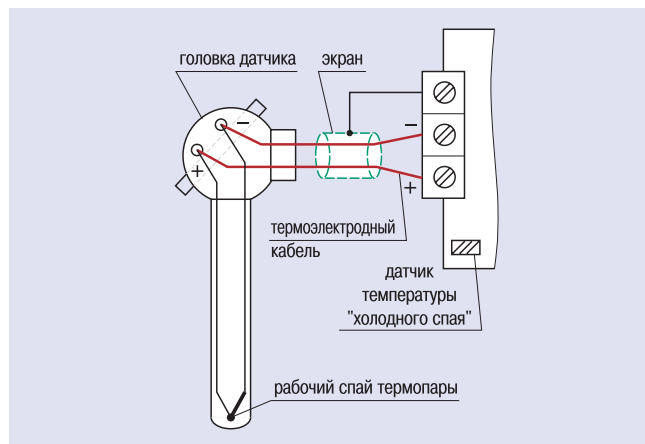


Рис. 3. Схема подключения термопар

опасных средах. Датчики имеют сертификаты соответствия с маркировкой взрывозащиты 0ЕхiaIIC1...Т6 X. Буквенно-цифровое обозначение указывает, что эти термопреобразователи:

- выдерживают в течение 1 мин напряжение переменного тока 500 В, приложенное относительно корпуса датчика;
- относятся к категории особовзрывобезопасного оборудования;
- имеют искробезопасные цепи уровня «ia» (наивысший уровень);
- могут быть использованы в наиболее взрывоопасных негорючих средах (например, водород, ацетилен).

Датчики во взрывозащищённом исполнении изготавливаются только на заказ со сроком поставки 1 месяц. Их можно устанавливать во взрывоопасной зоне с применением барьера искрозащиты, например барьера ОВЕН ИСКРА. Температурный класс маркировки взрывозащиты в зависимости от температуры окружающей и контролируемой среды указан в таблице 2.

**Защитные гильзы**

С проблемой установки датчиков сталкиваются практически все монтажники. Для облегчения крепления датчиков на объект эксплуатации компания ОВЕН выпустила специальные гильзы (рис. 4). Помимо защитной функции эти гильзы позволяют производить монтаж и замену датчиков температуры без нарушения герметичности системы. При необходимости сменны датчика в системе отопления достаточно вывернуть его, не сливая воду из системы, то есть не требуется отключать батареи и лишать жильцов дома тепла.

Компания ОВЕН предлагает большой набор типоразмеров гильз, благодаря чему заказчик всегда имеет возможность выбрать гильзы, наиболее подходящие для своего производства. Цена на гильзы существенно варьируется в зависимости от диаметра и длины.

**Области применения**

С помощью датчиков температуры решаются разнообразные задачи, они могут использоваться в разных условиях и диапазонах температур. Но существуют типовые наборы датчиков, применяемых совместно с приборами ОВЕН. Несколько вариантов применения приведены в таблице 3.



Рис. 4. Установка датчика температуры с использованием защитной гильзы

**Таблица 2. Температурный класс взрывозащиты**

Температурный класс	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Температура окружающей и контролируемой среды, °С, не более	425	275	195	130	95	80

**Таблица 3. Примеры применения датчиков**

Задача	Прибор ОВЕН	Контролируемый объект	Тип датчика
Регулирование температуры в контурах горячего водоснабжения и отопления	ТРМ32	горячее водоснабжение	дТС035-50М.В3.120
		контур отопления	дТС035-50М.В3.120
		обратная вода	дТС035-50М.В3.120
		наружный воздух	дТС125-50М.В2.60
Регулирование температуры в варочном шкафу	МПП51	сухой датчик	дТС035-50М.В3.120
		влажный датчик	дТС035-50М.В3.120
		продукт	дТС174-50М.В3.120 (игла)
Регулирование температуры в системах отопления с приточной вентиляцией	ТРМ133	наружный воздух	дТС125-50М.В2.60
		обратная вода	дТС035-50М.В3.120
		приточный воздух	дТС035-50М.В3.120
Регулирование температуры в рабочих зонах экструдера	ТРМ101	расплавленный полипропилен	дТП124-00.32/2
Регулирование температуры в электропечи	ТРМ10	внутренняя камера печи	дТП011-05/1,5

**Таблица 4. Преобразователи сопротивления (ТС) типа дТС и преобразователи термоэлектрические (ТП) типа дТПЛ(ХК), дТПК(ХА)**

Тип термопреобразователя	НСХ	Класс допуска	Диапазон измерений, °С	Допустимые отклонения
дТС	50П	A	- 50...250 (500)	± (0,15 °С + 0,002Т)
	100П	B	- 50...250 (500)	± (0,30 °С + 0,005Т)
	Pt100	C	- 50...250 (500)	± (0,60 °С + 0,008Т)
	50М	B	- 50...150 (180)	± (0,25 °С + 0,0035Т)
	100М	C	- 50...150 (180)	± (0,50 °С + 0,0065Т)
дТПК	К(ХА)	2	- 40...375	± 1,5 °С
			375...1300	± 0,0075Т
дТПЛ	L(ХК)	2	- 40...300	± 2,5 °С
			375...800	± (0,7 °С + 0,0075Т)

**Основные критерии правильного выбора датчика температуры**

Чем руководствоваться при выборе датчика? Как правило, ограничить применение той или иной модели могут только конструктивные особенности объекта и температурный диапазон использования датчика. Для правильного выбора примите во внимание следующие критерии:

- соответствие измеряемых температур рабочим диапазонам измерений датчиков. Учтите, что термомпары по сравнению с термопреобразователями сопротивления рассчитаны на гораздо более высокие температуры. Например, при необходимости измерить температуру воды применяют термосопротивления с медным чувствительным элементом, работающим в диапазоне от - 50 до 180°С; а при измерениях более высоких температур применяются термомпары ТХК и ТХА (табл. 1);
- необходимость взрывозащищённого исполнения для работы на взрывопожароопасных участках. Например, при измерениях в сильнозапылённых помещениях, а также в загазованных местах, где имеется вероятность взрыва<sup>1</sup>, применяются датчики с маркировкой Ex;

- выбор длины погружаемой части датчика. Рекомендуется погружать датчик в измеряемую среду приблизительно на две трети длины;
- правильный выбор длины соединительного кабеля;
- соответствие габаритно-присоединительных характеристик требованиям посадочного места. Выпускаются датчики с различными конструктивными особенностями – диаметром и шагом резьбы, диаметром погружной части и т.д. Поэтому при выборе необходимо иметь чертежи посадочного места;
- соответствие прочности корпуса датчика условиям эксплуатации;
- класс допуска (точность измерения). При выборе датчика требуемой точности пользуйтесь данными, приведёнными в табл. 4. Допускаемая погрешность преобразования зависит от диапазона рабочих температур.

Датчики температуры ОВЕН внесены в государственный реестр средств измерений РФ под индивидуальными номерами и имеют сертификаты, удостоверяющие тип средств измерения. Специалисты группы технической поддержки компании ОВЕН всегда помогут выбрать оптимальные датчики для вашего производства. ■

<sup>1</sup> датчики ОВЕН не сертифицированы для применения в рудниках и шахтах