



BLOG

SONDAS TERMOPAR COM REVESTIMENTO INCONEL

Inconel é um conjunto de ligas metálicas de níquel e cromo com propriedades de grande resistência às altas temperaturas, oxidação e corrosão.

Os termopares continuam a ser dos sistemas mais versáteis utilizados nos processos de medição de temperaturas. O alcance operacional característico destas soluções é muito abrangente e extensivo a várias indústrias. O revestimento aplicado nestes equipamentos tem uma forte influência na sua durabilidade, estabilidade mecânica e robustez. Entre os variados materiais existentes, olhamos hoje para um conjunto de ligas metálicas com características diferenciadoras, nomeadamente os pontos de fusão e a resistência química: as ligas de revestimento Inconel.

Inconel é um conjunto de ligas metálicas de níquel e cromo com propriedades de grande resistência às altas temperaturas, oxidação e corrosão. Apesar de ser um metal, não possui propriedades magnéticas e detém excelentes propriedades mecânicas. O aquecimento do Inconel forma uma camada espessa e estável de óxido, que fortalece a superfície do material. Este conjunto de ligas foi desenvolvido para operar em temperaturas que vão desde o nível criogénico (< -150°C) até temperaturas contínuas na faixa dos 1100°C, tipicamente aplicado ao Inconel 600.

A aplicação dos termopares com revestimento em Inconel, em ambientes com temperaturas inferiores a 600°C tem apresentado uma tendência para a redução do seu grau de ductilidade (grau de deformação) bem como a sua resistência física. Os ambientes sulfurosos são tipicamente prejudiciais para as capacidades resistivas destas ligas.

As propriedades mecânicas desta liga metálica oferecem grande resistência quando submetidas a diferentes pressões. A pressão a que o termopar está

exposto é um dos fatores que interfere na sua durabilidade. Em trabalhos de frio, a pressão exercida reduz exponencialmente a tempo de vida útil do termopar.

A correta produção das sondas com bainha de Inconel tem um elevado grau de dependência do conhecimento do ambiente em que o equipamento vai ser instalado. Recolher o máximo de informação sobre as variáveis dispostas nesse ambiente é um passo fundamental para a produção do tipo de sonda adequada. Esta verificação preliminar possibilita a prevenção de certas falhas no processo de medição de temperaturas.

O diâmetro das sondas com revestimento de Inconel é um dos aspetos onde o critério para a sua escolha vai impactar algumas das variáveis diretamente relacionadas com a operacionalidade dos termopares: duração, temperaturas de exposição e desvios de temperaturas. No XXI Congresso Mundial da IMEKO, foi apresentado um [estudo](#) que demonstra a interferência dos diâmetros dos termopares com Inconel 600 nos desvios de temperatura ao longo do tempo de exposição a altas temperaturas.

COMPOSIÇÃO QUÍMICA

As ligas metálicas de Inconel apresentam composições químicas distintas em cada tipo, com percentagens desiguais entre cada elemento, mas mantendo constantemente o níquel como elemento principal e o crómio como elemento secundário.

Elementos químicos (%)															
Inconel	Ni	Cr	Fe	Mo	Nb & Ta	Co	Mn	Cu	Al	Ti	Si	C	S	P	B
600	≥ 72	14 a 17	6 a 10	-	-	-	≤ 1	≤ 0,5	-	-	≤ 0,5	≤ 0,15	≤ 0,015	-	-
617	44,2 a 61	20 a 24	≤ 3	8 a 10	-	10 a 15	≤ 0,5	≤ 0,5	0,8 a 1,5	≤ 0,6	≤ 0,5	0,05 a 0,15	≤ 0,015	≤ 0,015	≤ 0,006
625	≥ 58	20 a 23	≤ 5	8 a 10	3,15 a 4,15	≤ 1	≤ 0,5	-	≤ 0,4	≤ 0,4	≤ 0,5	≤ 0,1	≤ 0,015	≤ 0,015	-
718	50 a 55	17 a 21	-	2,8 a 3,3	4,75 a 5,5	≤ 1	≤ 0,35	≤ 0,3	0,2 a 0,8	0,65 a 1,15	≤ 0,35	≤ 0,08	≤ 0,015	≤ 0,015	≤ 0,006

Tabela 1 - Composição química de diferentes tipos de Inconel

ISOLAMENTO MINERAL

A utilização de termopares com bainhas de Inconel são maioritariamente direcionados para aplicações onde ocorrem procedimentos/fenómenos sujeitos a faixas de temperaturas elevadas. A distinção destes termopares em comparação com os convencionais reside também no seu isolamento mineral. O isolamento mineral não se incendeia o que o torna ideal para aplicações a altas temperaturas.

Mesmo sujeito a temperaturas superiores a 1000°C, o isolamento mineral mantém todas as suas propriedades de isolamento elétrico, característica esta que o distingue no capítulo da resiliência a interferências eletromagnéticas.

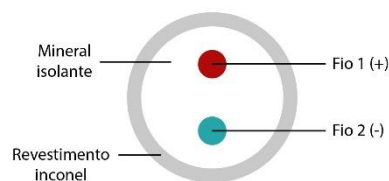


Figura 1 - Vista superior de um termopar

A flexibilidade das sondas também está dependente dos materiais usados no isolamento entre o termopar e a bainha que o reveste. As características da atmosfera em que a instalação do termopar vai ocorrer tem um papel influenciador na escolha do material isolante. As suas diferentes composições e temperaturas operacionais afetam a resistência e durabilidade da solução e devem oferecer uma estabilidade física e química necessária para atuar em ambientes extremos.

Os elementos usados no isolamento mineral apresentam uma suscetibilidade às condições da temperatura e humidade relativa que condicionam a sua aplicação e perfeito isolamento do termopar. Estes materiais exibem grande rapidez de absorção da humidade pelo que exigem um controlo ambiental rigoroso no processo de produção das sondas com bainha de Inconel. A humidade é um dos principais causadores da deterioração do isolamento mineral podendo inutilizar o termopar pela redução da resistência do isolamento. A precisão dos termopares fica assim diretamente condicionada com o processo de preenchimento mineral das sondas.

De forma mais frequente, encontramos materiais isolantes com os seguintes atributos:

Designação	Fórmula química
Óxido de magnésio	MgO
Óxido de alumínio	Al ₂ O ₃
Óxido de háfnio	HfO ₂

Tabela 2 - Fórmula química dos isolamentos minerais mais comuns

SONDAS INCONEL E TRANSMISSORES PARA TERMOPARES

A **Tekon Electronics** como organização focada na produção de transmissores de temperatura, tem como complemento do seu modelo de negócio, um departamento com capacidade acrescida para o desenvolvimento de sondas de nível e temperatura com a garantia de um serviço singular complementar às necessidades do cliente.

A produção de sondas de temperatura com bainha de Inconel é um processo exigente e que deve decorrer em ambientes controlados. Na **Tekon Electronics**, as instalações estão devidamente preparadas para oferecer as

condições ideais de armazenamento e de produção para os termopares com bainha de Inconel. Os equipamentos de estufa são devidamente monitorizados em tempo real para oferecer um nível de qualidade minucioso, onde a temperatura e a humidade são variáveis extremamente influenciadoras na produção deste tipo de sondas, como previamente foi referenciado. O processo de soldadura com Inconel é realizado por equipamentos dedicados que valorizam e certificam a qualidade necessária para este procedimento.

A contínua utilização de termopares nos procedimentos de medição de temperaturas é acompanhada, na **Tekon Electronics**, pelo desenvolvimento de transmissores capacitados para suportar a ligação com estes sensores (termopares). Os modos de comunicação dos transmissores de temperatura têm vindo a ter desenvolvidos em vertentes com fios e sem fios a fim de deixar em aberto a sua aplicação em ambientes diversos. O sinal de saída dos transmissores de cabeça caracteriza-se pelo seu formato em mA, num intervalo de 4 a 20, através dos protocolos de comunicação **Modbus RTU**, para os modelos com fios, e via protocolo **Tinymesh™** para os modelos sem fios.

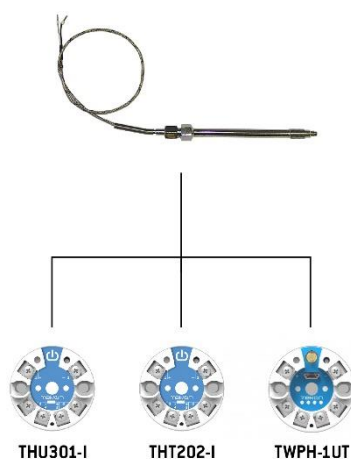


Figura 2 - Transmissores de cabeça da Tekon Electronics com ligação a termopares

Para saber mais sobre a produção de sondas termopar com Inconel e transmissores com ligações a termopares, siga os links colocados no separador "Mais Informação".