

Livslängd hos termoelement typ K och N

Två av de vanligaste normerna för termoelement är IEC 60584 och ASTM E230. De beskriver olika temperaturintervall och olika tillhörande toleranser. Normerna deklarerar båda att de bara gäller obegagnade termoelement vilket indikerar att termoelementet är färskvara. Hur gör man för att bestämma livslängden hos metallmantlade termoelement som typ K och N för en viss mätmiljö eller temperaturnivå?

En anledning till att man använder oädla termoelement i metallmantlad form är dess fördelaktiga egenskaper vid rörliga mätningar. Exempelvis att följa med godset genom tunnelugnar för att bestämma temperaturfördelningen längs ugnen och även från yta till kärna i godset som ska värmebehandlas.

IEC 60584:2013 är den nu gällande internationella normen för termoelement och ASTM E230/E230M-12 är den gällande amerikanska normen från 2012 med stort internationellt genomslag. Se figur 1 för toleranser hos typerna K och N samt [Ref 1] för övriga termoelement i standarderna.

Oanvända termoelement definieras som typ K eller typ N om de uppfyller standardernas toleranser för aktuell typ. Många faktorer i användarens mätmiljö kan påverka termoelementets livslängd som därför är mycket svårt att förutsäga. ASTM spänner över större temperaturområde vilket kan vara svårare att uppnå än den något snävare intervallen enligt IEC.

Livslängden bestäms av kraven på mätnoggrannhet. Vi vill betona att toleranserna gäller obegagnade termoelement. Se figur 2. Diametern på manteltermoelement har betydelse för livslängden som i stort sett ökar med manteldiametern. Uppbyggnaden

Typ K & N	IEC 60584 Tolerans (°C)		
Toleransklass	1	2	3
Mätområde	-40 < T < 1000	-40 < T < 1200	-200 < T < 40
Störst av	±1,5 eller ±0,004+TI	±2,5 eller ±0,0075+TI	±2,5 eller ±0,0075+TI
Typ K & N	ASTM E230/E230M-12 Tolerans (°C)		
Toleransklass	Special	Standard	Standard (K)
Mätområde	0 < T < 1260	0 < T < 1260	-200 < T < 0
Störst av	±1,1 eller ±0,004+T	±2,2 eller ±0,0075+T	±2,2 eller ±0,02+T

Figur 1. Toleransklasser för termoelement K & N enligt internationella normen IEC och amerikanska ASTM. Notera skillnaden i mätområden mellan normerna och respektive toleransklasser. Mätområdena gäller oanvända trådtermoelement!

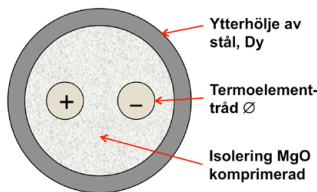
Diameter (mm)	Temp. (°C)
∅ 0,5	700
∅ 1,0	700
∅ 1,5	920
∅ 2,0	920
∅ 3,0	1070
∅ 4,5	1150
∅ 6,0	1150
∅ 8,0	1150

Figur 2. Av ASTM E 608/E 608M rekommenderade generella temperaturgränser för manteltermoelement typ K & N för olika diametrar. Ingen hänsyn har tagits till försvarande miljöer. Högre temperaturer medför kortare livslängd och/eller instabilare mätvärdet.

av ett manteltermoelement visas i figur 3. Isoleringen mellan mantel och trådar utgörs mycket ofta av magnesiumoxid MgO som är hårt komprimerad. Metallhöljen i mantelmaterial eller skyddsror garanterar inte att främmande material hindras diffundera in till trådarna i termoelementet när temperaturen närmar sig nivån 1000 grader. Om trådarna reagerar med externa ämnen från mätmiljön eller internt mellan metallhöljet, isolationen eller trådarna blir resultatet ofta en förändrad seebeckkoefficient, d v s annan känslighet, och termoelementet visar avvikande värden med tiden. Om reaktionsprodukten är ett icke ledande material kommer instrumenteringen att indikera avbrott då hela trådarean någons har "ätit upp" av reaktionen.

Mantelmaterial

Även oundvikliga föroreningar i smältorna till trådarna kan göra att termoelementets visning varierar med dess positionering i ugnen. Liknande beteende har hysteresfenomenet SRO hos termoelement K och N. Typ K kan visa upp till +5 °C fel kring 400 °C och typ N ca +1 °C fel kring 750 °C, det senare förutsatt Inconel-mantel som är vanligast. Se [Ref 2]. Mantelmaterial finns alltså i olika metallsorter som också har gränsvärden för operativ användning och för sin smältpunkt. Se figur 4.



Figur 3. Metallmantlat termoelement i tvärsnitt med ytterdiameter Dy. Mantels tjocklek är ca 0,1 Dy och trådarna ca 0,2 Dy.

Drifttiden till störande mätfel varierar alltså med mätmiljö och givarens egenskaper. Underlag för att bedöma tillräcklig drifttid innan man byter termoelement kan man få genom in-situ-kalibrering [Ref 3].

Olämplig användning kan också förorsaka kraftig felmätning. Magnesiumoxid, MgO, har många bra fysiska egenskaper men tappar isoleringsförmåga dramatiskt över 600 °C. Det kan leda till en del elektriska shuntningseffekter för de delar av termoelementet som passerar höga temperaturer i ex tunnelugnar med stora mätfel som följd. För fasta installationer kan sådana fel undvikas med termoelementtråd i högren keramik och med bottnade högrena yttre skyddsror. Ädelmetalltyperna R, S och B är exempel på sådana fast installerade temperaturgivare.

Fråga oss

Termoelementen K och N ska användas i oxiderande miljö. Följaktligen kan reducerande miljöer som vätgas m fl leda till mätfel. Vakuummiljö gör att förångning av olika ämnen sker vid betydligt lägre temperaturer än vid normalt tryck. Därmed kan termoelementtrådarnas sammansättning och känslighet påverkas redan vid låg temperatur. Dessutom försvaras värmeöverföringen till termoelementet i och med att konvektionen uteblir.

Sammanfattningsvis är det mycket svårt att förutsäga ett termoelements livslängd. Bästa sättet är att mäta upp temperaturdriften med in-situ-metoden, där den är relevant, och med ledning av aktuellt resultat och egna önskemål justera t ex dimensioner. Innan uppnådd största avvikelse ska termoelementen skrotas och ersättas med nya. För övrigt går det bra att rådfråga Pentronic.

Material	Temperaturgränser för mantelmaterial (°C)		
	Max arbetstemperatur Rek. kont.	Max i luft	Smältpunkt
AISI 304	900	1050	1404
AISI 316	925	900	1371
Inconel 600	1150	1095	1399

Figur 4. Max arbetstemperatur, rekommenderat kontinuerligt och i luft resp. smältpunkt hos olika mantelmaterial enligt ASTM: Manual of the use of thermocouples in temperature measurement, 4:e upplagan, 1993.

Referenser se www.pentronic.se
 [Ref 1]: > För nedladdning > Termoelement > IEC 60584:2013
 [Ref 2]: > Nyheter > Kundtidningen > Arkiv > PentronicNytt 2014-2 s. 4
 [Ref 3]: > Dito > PentronicNytt 2014-3 s. 4

Har du synpunkter eller frågor kontakta Hans Wenegård: hans.wenegard@pentronic.se