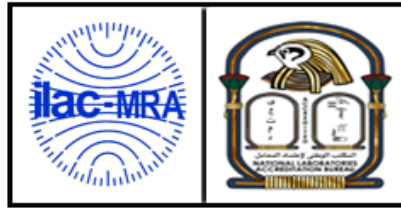


() -
-



NLAB

()

المدير التنفيذي	سلطة الإصدار
نشرة إرشادية فنية تخصصية / ن إ ف ت (٠١٥)	النشرة / الكود
المهتمين بالإعتماد	صادر إلى
١	رقم الإصدار
أغسطس ٢٠٠٦	تاريخ الإصدار
٢٠ صفحة	عدد الصفحات

التعاون الاوروبي لاعتماد المعامل (EAL)
مرجع النشرة EA-10/08 (EAL – G31 سابقا)
الإصدار الأول – أكتوبر ١٩٩٧

الغرض:

أصدرت EAL هذه الوثيقة لتحسين التوافق في معايرة الازدواج الحراري، حيث أنها تقدم دليل استرشادي لهيئات الاعتماد الوطنية لوضع الحد الأدنى لمتطلبات معايرة الازدواج الحراري كما أنها تقدم النصح لمعامل المعايرة لإنشاء طرق عملية و حسابات اللايقين.

التأليف:

قامت لجنة EAL الثانية (EAL committee 2) (نشاطات المعايرة والاختبار) بمراجعة هذه الوثيقة بناءً على المسودة التي أصدرتها " مجموعة خبراء EAL " (EAL Expert Group) (درجة الحرارة والرطوبة).

اللغة الرسمية:

يمكن أن يترجم النص – حسب الطلب – إلى لغات أخرى ، وتبقى النسخة الانجليزية هي النسخة الحاسمة.

حقوق الطبع:

تعود حقوق طبع هذا النص إلى EAL ، ولا يمكن أن ينسخ النص ليعاد بيعه.

نشرات إرشادية:

تمثل هذه الوثيقة إجماع لجنة رأي EAL والممارسة المفضلة لكيفية تطبيق التعبيرات ذات الصلة بمقاييس الاعتماد في سياق مادة موضوع هذه الوثيقة. ليست المناهج المأخوذ بها إجبارية وهي لإرشاد هياكل الاعتماد وعملائهم من المعامل، ومع ذلك فلقد أصدرت هذه الوثيقة كوسيلة للإرتقاء بمنهج متماسك لإعتماد المعامل بين الهيئات الأعضاء في EAL وخاصة تلك المشاركة في " إتفاقية EAL المتعددة الأطراف " .

معلومات إضافية:

للحصول على معلومات إضافية عن هذه النشرة، اتصل بعضوك الوطني في EAL:

عضو اعتماد وطني	عضو اختبار وطني	
BMwA	BMwA	النمسا
BELTEST	BKO/OBE	بلجيكا
DANAK	DANAK	الدنمارك
FINAS	FINAS	فنلندا
COFRAC	COFRAC	فرنسا
DAR	DKD	ألمانيا
ESYD	ESYD	اليونان
ISAC	ISAC	ايسلندا
NAB	NAB	أيرلندا
SINAL	SIT	ايطاليا
RvA	RvA	هولندا
NA	NA	النرويج
IPQ	IPQ	البرتغال
ENAC	ENAC	أسبانيا
SWEDAC	SWEDAC	السويد
SAS	SAS	سويسرا
UKAS	UKAS	المملكة المتحدة

المحتويات

الصفحة

الجزء

٦	٠- المجال
٦	١- مقدمة
٧	٢- مؤثرات مأخوذة في الاعتبار
٧	٣- كابلات التمديد و التعويض
٨	٤- الوصلة المرجعية (الباردة)
٩	٥- الفحص المبدئي
١٠	٦- معالجة الحرارة
١٠	٧- المصادر الحرارية
١١	٨- عمق الغمر
١٢	٩- إجراء القياس
١٢	١٠- قياسات كهربية
١٣	١١- إعادة المعايرة
١٤	١٢- تقرير النتائج
١٥	١٣- لايقين المعايرة
١٥	١٤- قائمة المراجع
١٦	ملحق أ

٠ - المجال

تمت كتابة هذه الوثيقة الإرشادية لتفي بالحاجة الماسة للمعامل التي تقوم بمعايرة الازدواجات الحرارية في الحصول على وثيقة استشارية حيث أنها صالحة في المقام الأول لأنواع

الازدواجات الحرارية التي وصفت طبقاً للجداول المرجعية لدرجة الحرارة - القوة الدافعة الكهربائية بالموصفة **EN 60584-1: 1996** وتغطي مدى الحرارة من 200°C إلى 1600°C وقد تمت المعايير بشروط مقياس درجة الحرارة الدولي لسنة 1990 (ITS-90). وعلى الرغم من إمكانية تطبيق معظم الموضوعات التي تمت تغطيتها على الازدواجات الحرارية الغير قياسية، إلا أنه يمكن أن تكون هناك اعتبارات أخرى مهمة - خارج نطاق هذه الارشادات - يجب أن تؤخذ في الاعتبار.

١- مقدمة:

١-١ يتكون الازدواج الحراري من موصلين غير متشابهين ويتم توصيلهما معاً عند وصلة القياس (أو " الوصلة الساخنة") ، أما الوصلات (المرجعية أو " الباردة") الأخرى فيتم توصيلها - إما مباشرة أو بأي وسيلة ما- بجهاز يقوم بقياس القوة الدافعة الكهربائية الحرارية التي تولدت في الدائرة.

٢-١ تكون القوة الدافعة الكهربائية (emf) التي ولدها الازدواج الحراري دالة في فرق درجة الحرارة بين الوصلات الساخنة والباردة ولكن - لكي نكون أكثر تحديداً - فهي تولدت نتيجة الانحدارات في درجة الحرارة والموجودة على طولي الموصلين. إن القياسات والمعايير المؤثرة تكون ممكنة فقط إذا تم الإبقاء على الوصلات الساخنة والباردة في مناطق أيزوثيرمية وعلى عمق كاف للتغلب على فقدان (أو اكتساب) الحرارة ، وبهذه الطريقة يتم التأكد من أن كل وصلة قد وصلت في الحقيقة إلى درجة حرارة بيئتها المحيطة.

٣-١ تعتمد كمية القوى الدافعة الكهربائية على مواد الموصلات المستخدمة في الازدواج الحراري، وعلى ظروفهم الميتالورجية. ويؤثر ويغير أيضاً في القوة الدافعة الكهربائية والمعايرة المصاحبة لها و كل من: التغيرات المتتالية في تكوين المادة ونتاج التلوث أو اللي الميكانيكي أو الصدمة الحرارية. وعلى الرغم من ذلك، يكون أي تغيير من هذا النوع مؤثراً فقط إذا كان موضوعاً داخل منطقة ذات انحدار في درجة الحرارة - فعلى سبيل المثال - إذا كان موصل له طول مدرج موضوعاً في منطقة أيزوثيرمية لحمام المعايرة، فإنه ليس بالضرورة أن يتم اكتشافه عن طريق إعادة المعايرة.

٤-١ بمرور الزمن و الاستخدام على المدى الطويل يصبح التراجع في الازدواج الحراري ومعايرته حتمياً لذا يلزم عمل مخطط للمراجعة المنتظمة والاستبدال النهائي و الصيانة.

و على الرغم من ذلك ، فإنه يوصى بالاستبدال بدلاً من إعادة المعايرة بالنسبة
للازدواج الحرارية من المعادن الأرضية - عند درجات حرارة مرتفعة.

٢- مؤثرات مأخوذة في الاعتبار:

١-٢ عند القيام بالمعايرة، يجب أن يتم التأكد من أن التأثيرات الناتجة عن المؤثرات المذكورة
أدناه أقل ما يمكن، ويجب أن تؤخذ هذه المؤثرات في الاعتبار عند حساب لا يقين
القياس المذكور في شهادة المعايرة.

٢-٢ المؤثرات الضرورية هي:

- توصيل رديء أو تأثير حراري بطول الازدواج الحراري (قلة الغمر)
- إختلاف درجة الحرارة مع الزمن وتوزيع درجة الحرارة في حيز المصدر الحراري
- إختلاف درجة الحرارة في الوصلة الباردة (المرجعية)
- الكهروحرارية الطفيلية - علي سبيل المثال- عند استخدام كابل تمديد أو تعويض أو

. Selector switch

- التداخل الكهرومغناطيسي
 - الضغوط الميكانيكية أو التشوهات
 - عدم التجانس - الأكسدة
 - تأثيرات السبائك - مقاومة العزل
- وهذه المؤثرات سوف يتم تناولها في الأجزاء التالية

٣- كابلات التمديد والتعويض:

١-٣ إذا ما كان يجب زيادة طول الازدواج الحراري - لأسباب عملية - فيلزم أن يتم ذلك
باستخدام كابل تمديد أو تعويض صحيح. و يتكون كابل التمديد من موصلات مصنوعة
من نفس المواد التي تصنع منها موصلات الازدواج الحراري بينما يصنع كابل
التعويض من زوج مختلف من السبائك. صنعت تلك الكابلات لتوافق مواصفات القوة
الدافعة الكهربائية/ درجة الحرارة للازدواج الحراري نفسه ولكن في مدى محدد في
درجات الحرارة ، بحيث لا يتعدى: من 40°C - إلى 200°C +. (حددت سماحيات
التصنيع في IEC 584-3).

٢-٣ يفضل أن تظل هذه الكابلات متصلة على الدوام بالازدواج الحراري، و عوضاً عن ذلك،
تصنع الوصلات لأسلاك الازدواج الحراري عادة باستخدام قوابس ومقابس خاصة

(تصنع أيضاً من سبائك تعويضية) ، و من المهم أن نتأكد من أن هذه الوصلات الثانوية غير موضوعة في مناطق ذات انحدار حراري وأنها يجب أن تكون مدرعة أو معزولة عن الجفاف والاشعاع والتغيرات السريعة في درجة الحرارة المحيطة.

٣-٣ اللايقين في القياسات المصاحب لاستخدام أسلاك التمديد والتعويض لا يكون في العادة صغيراً كحالة سلك الازدواج الحراري الممتد. ويرجع ذلك إلى عدم التطابق الدقيق للمواد و الصعوبات العملية لقياس درجات حرارة الوصلات التي بين الموصلات. أما إذا تم ضم كابل التمديد أو التعويض إلى عملية المعايرة ، فإن لايقين القياس يمكن أن يصبح مشابهاً لنظيرة في حالة سلك الازدواج الحراري الممتد. وفي هذه الحالة، يكون كابل التمديد أو التعويض جزءاً من الازدواج الحراري ويجب ألا يستبدل بأية أسلاك أخرى حتى ولو كانت من نفس النوع أو الدفعة. ولتقدير تلك المشاركات اللايقينية، فمن الضروري استخدام طريقة معملية تتضمن تغيير الصورة الحرارية عن طريق التبريد أو التسخين على طول كل سلك أو لكليهما على أن يتم المحافظة على الوصلات الساخنة والباردة عند درجة حرارة ثابتة.

٤- الوصلة المرجعية (الباردة):

١-٤ جداول درجة الحرارة - القوة الدافعة الكهربائية الخاصة بالازدواج الحراري تكون بها نقطة التجمد 0°C كدرجة حرارة مرجعية وهذه الدرجة الثابتة التقليدية هي المفضلة للحصول على قياسات دقيقة يعتمد عليها. ويتم تحضيرها بسهولة باستخدام ثلج مجروش أو مكشوط ممزوج بماء. وتعتبر المياه المنزوعة الأيونات هي الأفضل ولكن في بعض الدول يمكن أن تكون مياه الصنبور جيدة بما فيه الكفاية.

٢-٤ عند الوصلة المرجعية يكون كل موصل في الازدواج الحراري ملحوماً بقوة أو بضعف أو ملفوفاً مع سلك نحاسي. يمكن أن تسبب طبقة رقيقة أكسيدية تتكون على موصل الازدواج الحراري من المعادن الأرضية أو على السلك النحاسي، في قطع كهربائي متقطع أو دائم عند هذه الوصلة. يجب أن ينظف السلك برفق باستخدام ورق رقيق كاشط أثناء التحضير للتوصيل. يلزم أن تكون كل وصلة أسلاك معزولة كما أن الأسلاك توضع في غلاف مناسب خفيف مغلق قبل إدخالها في حمامات الثلج/ الماء. كما يجب أن تؤخذ الأسلاك النحاسية من نفس مصدر التصنيع.

تستخدم أجهزة الوصلات الباردة الاتوماتيكية خاصة عندما تطلب أعداد كبيرة من الازدواجات الحرارية و/أو قياسات طويلة الأمد، كما يجب أن يكون استخدامهم مصحوباً بمراجعات دقيقة للتأكد من مناسبة عمق الغمر وعدم زيادة التحميل الحراري الكلي على

سعة الجهاز. ويمكن أن يتحقق ذلك بمراقبة أداء ازدواج حراري واحد أو اثنين مستخدمين في الجهاز - كليهما مع وجود التحميل الكامل للازدواج الحراري وعدمه- ويمكن أن تعقد مقارنات بين أدائهما في حمام ثلج.

٣-٤ تنطبق نفس الملاحظات على صناديق الوصلة المرجعية التي يمكن أن تكون في صورة صندوق معزول يحتوي على وصلات مرجعية، وهناك ترمومتر يراقب درجة حرارته إما عند درجة حرارة الجو المحيط أو درجة حرارة يوفرها سخان متحكم به ثرموستاتيكيًا. ويلزم أن يراجع دورياً تأثير صندوق الترمومتر و وحدة التحكم.

٤-٤ يستخدم تعويض الوصلة الباردة على نطاق واسع في وحدات التحكم الإلكترونية لدرجات الحرارة وفي المبينات. إن وحدات التعويض الإلكترونية متاحة لتغذية كهربية من المصدر أو من بطارية، ولكن هذه الوحدات غير مناسبة للنظم التي تستخدم أعداداً كبيرة من الازدواجات الحرارية وعادة تطلب وحدة منفصلة لكل وصلة.

٥-٤ إذا استخدمت درجة حرارة مرجعية غير الـ 0°C لازدواج حراري له معايرة أرجعت لـ 0°C ، فإنه يجب إضافة القوة الدافعة الكهربية المقابلة لدرجة الحرارة المرجعية المختارة إلى القوة الدافعة الكهربية المقاسة الخارجة من الازدواج الحراري.

٥- الفحص المبدئي:

٥-١ تتوفر الازدواجات الحرارية في صور عدة من العزل والحماية بالإضافة إلى شكل " السلك المكشوف" ولذلك يعتمد الفحص المبدئي على تركيبهم واستخدامهم. يجب أن تسجل العلامات الظاهرة لأي عيوب ميكانيكية ، تلوث الخ، كما يتم إخبار العميل إذا أحس المعمل أن الصلاحية أو اللايقين في القياسات يمكن أن يتلف المعايرة. يجب أن يتم التحقيق في أي وجود للرطوبة خاصة حول وصلات سلك التمديد / التعويض لأنها يمكن أن تقلل مقاومة التسرب و/أو تؤدي إلى توليد قوى دافعه كهربية بفعل الكتروليتي. إن قياس مقاومة العزل هي طريقة ملائمة للتعرف على أية رطوبة داخل الازدواج الحراري.

٦- معالجة الحرارة:

٦-١ يجب أن يكون كل ازدواج حراري تجب معايرته متجانساً. الازدواجات الحرارية الغير متجانسة المستخدمة في ظروف تختلف عن تلك التي سبق معايرتها بها - خاصة

في ظروف انحدار حراري مختلفة - سوف تعطى نتائج خاطئة يمكن أن تؤدي إلى
حيود ثابت يصل إلى بضع درجات سيلزيوس.

٢-٦ التلدين / المعالجة الحرارية للازدواج الحراري يجب أن ينظر إليها كنوع من " الضبط"
و في حالة إعادة المعايير يجب ألا تقام مثل هذه المعالجة الحرارية إلا بالموافقة
الرسمية من العميل.

٣-٦ يجب أن يلدن الازدواج الحراري الذي سيعاير أولاً عند أقصى عمر وعند أعلى درجة
حرارة للاستخدام المراد. الازدواجات الحرارية من طراز K عرضة لتغيرات في
المعايرة أثناء تدوير درجة الحرارة حتى 500°C أو أكثر يجب أن تعاير في درجات
حرارة متزايدة ونقطة المعايرة الأولى تعاد في النهاية كمراجعة . وتنطبق نفس
الاعتبارات بشكل أقل على الازدواجات الحرارية من المعادن الأرضية الأخرى.

٧- المصادر الحرارية:

١-٧ تتم معايرة الازدواجات الحرارية عن طريق القياس إما عند سلسلة من نقاط درجات
حرارة ثابتة مثال، درجات الانصهار/ التجمد ، أو بالمقارنة بترمومترات مرجعية/
قياسية في حمامات أو أفران مستقرة حرارياً مناسبة للمعايرة أو بكل من التقنيتين،
مثال المقارنات ونقاط درجات الحرارة الثابتة. يجب أن تكون النقطة / النقاط الثابتة
والترمومتر(ات) القياسية مسندة للمقاييس الوطنية. وبوجه عام، فإن معايير النقاط
الثابتة مطلوبة فقط لمعايرة الازدواجات الحرارية بلاتينيوم روديومية عند أعلى
مستوى دقة.

٢-٧ الحمام أو الفرن المستقر حرارياً مناسب للمعايرة فهو يحتوي على درجة حرارة حيز
جانبي أظهرت باستخدام ترمومترين قياسيين أو أكثر عند نقطة المنتصف عادة وكلتا
النهائيتين لمدى درجة حرارة التشغيل داخل حيز التشغيل في نطاق الحدود المطلوبة.
وعلى الرغم من أن المقطع الجانبي في الأفران يمكن أن يعتمد بشدة على أبعاد
الازدواج الحراري، إلا أن إدخال هذا المقطع الجانبي في شهادة المعايرة يمكن أن
يسوي مشكلات الغمر.

٣-٧ يمكن أن يقل الانحدار في درجة الحرارة داخل حمامات أو الأفران المستقرة حرارياً أو
تكون أقل ما يمكن عن طريق إدخال بلوك تجانس معدني مثقوب به فتحات لإدخال
الأجهزة القياسية والتي تحت الاختبار. ولا يكون مثل هذا البلوك ضرورياً دائماً، فعلى

سبيل المثال، يمكن أن يتحقق الاستقرار أسرع كثيراً في الأفران ذات المناطق المتعددة المضبوطة بدون البلوك.

٤-٧ في حالة الحمامات المملوءة بالسوائل، يجب أن يكون الازدواج الحراري محملاً بفواصل يبلغ حوالي 1 cm ويجب ألا يلمس القاع أو الجوانب التي من الممكن أن تكون عند درجة حرارة مختلفة قليلاً عن السائل.

٥-٧ يمكن حماية الازدواج الحراري القياسية والاختبارية من التلوث في الفرن بإدخالها في أنابيب Close - fitting رفيعه الجدران من الالومينا المعاد تبلورها ذات النهايات المغلقة. وبالرغم من ذلك، قد تحتاج فترة أطول للغمر لتعويض الازدواج الحراري الضعيف.

٨- عمق الغمر:

١-٨ يجب أن يعاير الازدواج الحراري في نفس الغمر الذي يتطلبه استخدامه العادي كلما كان ذلك ممكناً. وبالرغم من ذلك، فإنه يجب غمر الازدواج الحراري لعمق كافٍ للتغلب على فقدان أو اكتساب الحرارة عند درجات الحرارة المرتفعة والمنخفضة على الترتيب. وتحت مثل هذه التأثيرات عن طريق اسلاك ذات أقطار كبيرة وعوازل ذات حوائط سميكة وأغلفة. وكلما كان ممكناً يجب أن يغمر الازدواج الحراري تدريجياً في محتوى معايرة مضبوط حتى لا يظهر الغمر الإضافي أي تغير في القوى الدافعة الكهربائية المقاسة مشيراً إلى الوصول إلى عمق غمر مناسب. في بعض الظروف، يمكن أن تزال الأغلفة و التخطيطات ويعوض عنها بعازل أخف وأكثر ملاءمة.

٢-٨ تنطبق هذه الاعتبارات على كل من المعايير بالمقارنة وفي النقاط الثابتة. يمكن الحصول على قوة دافعة كهربية مستقرة ولكن ذلك لا يعني بالضرورة أنه قد تم الوصول إلى درجة الحرارة الصحيحة. يمكن تثبيت الغمر المناسب فقط إذا كان التغيير في القوة الدافعة الكهربائية صغيراً أثناء سحب الازدواج الحراري سنتمتراً واحداً أو اثنين بالمقارنة بلايين القياسات في المعايرة.

٩- إجراء القياس:

١-٩ عند عمل قياسات النقطة الثابتة فإنه من الحكمة قياس نقطة انصهار أو تجمد لكل تحقيق لدرجة حرارة بازدواج حراري مرجعي قياسي والذي يجب أن يتم تخصيصه لهذا الغرض. ويمكن أن يظهر منحنى خاطئ أو كاذب باستخدام وحدات تحكم في درجات

الحرارة ثلاثية والتي يمكن أن تحفظ الفرن قريب بدقة كبيرة ولكن ليس عند درجة حرارة النقطة الثابتة. ولذلك فإنه من المهم مشاهدة منحنى الانصهار/التجمد وفرط التبريد الذي يسبق ارتفاع درجة الحرارة إلى الاستقرار على درجة التجمد.

٢-٩ في حالة المعايير المقارنة، ينصح باستخدام ترمومترين عيارين لعمل فحص مقابل لبعضهما البعض ولنظام المعايرة. ويجب اتباع متتاليه القياس التالية لتقليل تأثيرات الانسياق في المصادر الحرارية:

$$S_1, X_1, X_2 \dots X_n, S_2, S_2, X_n \dots X_2, X_1, S_1$$

حيث أن S_2, S_1 : الترمومتران العياريان المرجعيان.

X_1, X_2, \dots, X_n : الازدواجات الحرارية المراد معايرتها.

ويمكن أن تتكرر هذه المتتالية لتعطي أربعة قياسات لكل جهاز ويتم حساب القيم الوسطى وتطبق أية تصحيحات (على سبيل المثال، نتيجة معايرة مقياس الفولت). وتعتبر درجة الحرارة هي القيمة الوسطى المحسوبة من نتائج S_2, S_1 .

١٠ - قياسات كهربية:

١-١٠ يتم عادة عمل القياسات الكهربائية باستخدام مقاييس فولت رقمية أو مبيانات درجة حرارة قراءة مباشرة. ويندر الآن استخدام مقاييس جهد يدوية ولكن يمكن أن يكونوا مفيدتين في أغراض تبادل المعايير و الفحص نظراً لثباتهم على المدى البعيد. يجب أن تكون كل أنظمة القياسات الكهربائية معايرة و مسندة في كل مدى القوة الدافعه الكهربائية / درجة الحرارة المطلوبة.

٢-١٠ يجب أن تختبر المفاتيح اليدوية الناقلة والمؤشرات على المفاتيح الاختيارية والمفاتيح العاكسة ومقاييس الجهد اليدوية برفق كإجراء يومي من خلال حوالي عشرين حركة لإزالة الطبقة الأكسيدية الرقيقة ومقاومة الاحتكاك الممكنة.

٣-١٠ عندما تطلب أقرب و أفضل دقة ، فإن القياسات يجب أن تقام لكل من القطبين الأمامي والعكسي باستخدام مفتاح عاكس. تزيل القيمة المتوسطة للقياسات (أو تقلل) تأثير القوى الدافعه الكهربائية الحرارية الشاردة في نظام القياس. يمكن أن تظهر القوى الدافعه الكهربائية الشاردة عند أي نقطة في دائرة القياس حيث يكون هناك تغيير في درجة الحرارة وعند نقطة اتصال المعادن الغير متشابهه مثال : الأسلاك النحاسية الحمراء والنهايات النحاسية الصفراء ويجب توفير التغليف المناسب و ضبط درجة الحرارة المحيطة. يمكن أن تتصرف مقاييس الفولت الرقمية بطريقة مختلفة في

الأشكال الموجبة والسالبة، لذلك يجب معايرة كلا القطبين إذا كانت ستطبق الانعكاسات. يمكن أن تتم مراجعة (وتصحيح) دائرة القياس من أية قوى دافعه كهربية مترسبة عن طريق قياس الدائرة عندما تكون مغلقة بالقصر عند نهايات وصلة الازدواج الحراري.

١١- إعادة المعايرة:

١-١١ ليست هناك فترات زمنية محددة رسمياً لإعادة معايرة الازدواج الحرارية نظراً لتعدد واختلاف أنواعها و مدى درجات حرارتها و تركيبها و تطبيقاتها و كثافة استخدامها. و من المتوقع أن يقوم مدير جودة المقر بتخطيط برنامج للفحص و إعادة المعايرة ليقي بمتطلباته و خبراته.

٢-١١ عندما تتركب الازدواج الحرارية للمدى الطويل ، فإن فحص المعايرة يقام بأفضل صورة في موقع التركيب عن طريق إدخال ترمومتر عياري جنباً إلى جنب الازدواج الحراري العامل إذا ما طلب ذلك. و عوضاً عن ذلك، يمكن أن يحل ازدواج حراري محل الازدواج الحراري العياري مؤقتاً وتقارن القوى الدافعه الكهربية لهما . و عملياً يفضل أن يكون هناك برنامج استبدال دوري.

٣-١١ يمكن أن يقيم التغير في القوى الدافعه الكهربية للازدواج الحراري نتيجة الاستخدام ، أو حتى كنتيجة فورية للمعايرة عن طريق غمر الازدواج الحراري في حمام أو فرن مستقر حرارياً ومحتفظاً به عند درجة حرارة ملائمة وقياس الخرج عند سلسلة من أعماق الغمر تمثل العمق الحقيقي العامل . إذا كان الازدواج الحراري حقيقة قد غمر أكثر من اللازم بمعنى أن العمق قد تخطى أي عمق تشغيل سابق، فإن القوى الدافعه الكهربية المقاسة يجب أن تقرب بدقه من القيمة المبينه في شهادة المعايرة (الأولى) عند درجة الحرارة المناظرة وتؤكد صلاحية نظامي المعايرة (ربما يكونان مختلفين).

٤-١١ إن أفضل حل عادة بالنسبة للازدواج الحرارية من المعادن الأرضية هو استبدالها بازدواج حراري معايير بدلاً من إعادة المعايرة. وبصورة أخرى، ينصح بمعايرة بالموقع أو بفحوص و يمكن أن تحسن أحياناً المعالجة الحرارية المتأنيه عدم التجانس.

١٢- تقرير النتائج:

١-١٢ يجب أن تنظم شهادة المعايرة التي تتضمن نتائج القياسات آخذة في الاعتبار سهولة استيعاب المستخدم لتجنب إمكانية سوء الاستخدام أو الفهم.

٢-١٢ يجب أن تفي الشهادة بمتطلبات نشرة EAL-R₁(8):EAL

يجب أن يتضمن المحتوى التقني على ما يلي:

أ- إشارة واضحة للنقاط التي تعرضت للقياس بالازدواج الحراري و أي كابلات

تمديد أو تعويض خاصة عندما تكون تلك نقاط منفصلة وأية أجهزة أخرى

(مثال : المبيئات الرقمية) تمثل جزءاً من نظام القياس الكلي

ب- مدى الحرارة الذي غطته المعايرة

ج- الإفصاح عن أية معالجة حرارية تمت قبل المعايرة

د- عمق غمر الحساس و يمكن أن يكون مع ذلك متضمناً المقطع الجانبي لدرجة

حرارة المصدر/المصادر الحرارية التي استخدمت في المعايرة.

هـ- طريقة القياسات المستخدمة (مثلاً: النقاط الثابتة، المقارنة بمستشعرات

قياسية، زيادة أو تقليل درجات حرارة المعايرة)

و- أية ظروف بيئية ذات صلة

ز- أي قياس أو تخصص آخر له صلة بالإجراء المستخدم (مثلاً الجداول المرجعية

(ITS-90

ح- تقييم اللايقين في القياسات مرفقاً مع النتائج.

١٣- اللايقين في المعايرة:

١-١٣ يجب أن يحسب اللايقين في القياسات بالاتفاق مع نشرة EAL-R2:EAL

" مصطلح لايقين القياس في المعايرة" (٩) وهناك مثال لمعايرة توضح المصادر

المحتملة للايقين معطاة في الملحق.

١٤- قائمة المراجع:

- 1 American Society For Testing And Materials : *Manual on the use of thermocouples in temperature measurement*. ASTM Special Technical Publication 470A.Philadelphia
- 2 Quinn, T. J. : *Temperature*. Academic Press : London, 1983
- 3 Nicholas, J V ; White, D R : *Traceable Temperatures*. John Wiley & Sons Ltd : Chichester, England, 1994.

- 4 BIPM : *Techniques for Approximating the International Temperature Scale of 1990*. 1990.
- 5 Burns, G. W. ; et al : *Temperature-Electromotive Forces Reference Functions and Tables for the Letter-designated Thermocouple Types Based on the ITS-90*, NIST Monograph 175, US Dept of Commerce, 1993
- 6 IEC 584-1 : 1995 (EN 60584-1 : 1996). *Thermocouples, Part 1, Reference tables*
- 7 IEC 584-3 : 1989. *Thermocouples, Part 3, Extension and Compensating Cables —Tolerances and Identification System*.
- 8 EAL-R1 : 1995. *Requirements Concerning Certificates Issued by Accredited Calibration Laboratories*.
- 9 EAL-R2 : 1997. *Expression of the Uncertainty of Measurement in Calibration*.

ملحق أ:

مثال لميزانية المايقين:

أ ١ معايرة ازدواج حراري من طراز N عند 1000°C .

أ ١-١ يتم معايرة الازدواج الحراري من طراز N بمقارنته بازدواجين حراريين مرجعيين من طراز R في فرن افقي عند درجة حرارة 1000°C ، وتقاس القوى الدافعة الكهربائية المتولدة من الازدواجات الحرارية بمقياس ميكروفولت رقمي من خلال مفتاح ناقل منتقي/عاكس.

وتكون الوصلات المرجعية لكل الازدواجات الحرارية عند 0°C ، ويتم توصيل الازدواج الحراري الاختباري بالنقطة المرجعية باستخدام كابلات تعويضية.

أ ١-٢ درجة حرارة الوصلة الساخنه للازدواج الحراري الاختباري هي:

$$t_x = t_s \left(V_{is} + \delta V_{is1} + \delta V_{is2} + \delta V_R - \frac{\delta t_{0s}}{C_{s0}} \right) + \delta t_D + \delta t_F \quad (\text{A1.1})$$

$$\cong t_s (V_{is}) + C_s \cdot \delta V_{is1} + C_s \cdot \delta V_{is2} + C_s \cdot \delta V_R - \frac{C_s}{C_{s0}} \delta t_{0s} + \delta t_D + \delta t_F$$

الجهد عبر أسلاك الازدواج الحراري الاختباري حيث تكون الوصلة الباردة عند 0°C أثناء المعايرة هو:

$$V_x(t) \cong V_x(t_x) + \frac{\Delta t}{C_x} - \frac{\delta t_{0x}}{C_{x0}} \quad (\text{A1.2})$$

$$= V_{ix} + \delta V_{ix1} + \delta V_{ix2} + \delta V_R + \delta V_{LX} + \frac{\Delta t}{C_x} - \frac{\Delta t_{0x}}{C_{x0}}$$

حيث:

$t_s(V)$: درجة حرارة الترمومتر المرجعي بدلالة الجهد حيث تكون الوصلة الباردة عند 0°C ، والدالة معطاة في شهادة المعايرة.

V_{is}, V_{ix} : مؤشرات مقياس الجهد

$\delta V_{is1}, \delta V_{ix1}$: تصحيحات الجهد نتيجة معايرة مقياس الجهد

$\delta V_{is2}, \delta V_{ix2}$: تصحيحات الجهد نتيجة قدرة التحليل لمقياس الجهد

δV_R : تصحيحات الجهد نتيجة تأثيرات التماس للناقل العاكس

$\delta t_{0s}, \delta t_{0x}$: تصحيحات درجة الحرارة نتيجة درجات الحرارة المرجعية

C_s, C_x : معامل حساسية الازدواج الحراري للجهد عند درجة حرارة القياس: 1000°C

C_{s0}, C_{x0} : معامل حساسية الازدواج الحراري للجهد عند درجة الحرارة المرجعية: 0°C

δt_D : انسياق الترمومترات المرجعية منذ آخر معايرة

δt_F : تصحيح درجة الحرارة نتيجة عدم انتظام الفرن.

t : درجة الحرارة التي يعاير عندها الازدواج الحراري (نقطة المعايرة)

$\Delta t = t - t_x$: انحراف درجة حرارة نقطة المعايرة عن درجة حرارة الفرن

δV_{LX} : تصحيح الجهد نتيجة أسلاك التوصيل التعويضية.

أ ٣-١ إن النتيجة المقررة هي القوة الدافعة الكهربائية الخارجة للزدواج الحراري الاختباري عند درجة حرارة وصلته الساخنة. وينقسم تقييم لايقين القياس إلى جزئين لأن عملية القياس تتكون من خطوتين (تحديد درجة حرارة الفرن وتحديد القوة الدافعة الكهربائية للزدواج الحراري الاختباري).

أ ٤-١ مقاييس مرجعية: يتم امداد الازدواجات الحرارية من طراز R بشهادات معايرة تربط درجة الحرارة عند وصلاتها الساخنة ووصلاتها الباردة عند 0°C بالجهد عبر أسلاكها. أما لايقين القياس الممتد عند 1000°C هو $U = 0.3^{\circ}\text{C}$ (معامل التقارب $k=2$). وقد تم تقدير إنسياق قيم المقاييس المرجعية بصفر في حدود 0.3°C من معايير سابقة.

أ ٥-١ معاملات حساسية الجهد: أخذت معاملات حساسية الجهد للزدواجات الحرارية المرجعية والاختبارية من جداول مرجعية

0°C	1000°C	
$C_{SO} = 0.189^{\circ}\text{C} / \mu\text{V}$	$C_S = 0.077^{\circ}\text{C} / \mu\text{V}$	ازدواج حراري مرجعي
$C_{SO} = 0.039^{\circ}\text{C} / \mu\text{V}$	$C_X = 0.026^{\circ}\text{C} / \mu\text{V}$	ازدواج حراري مجهول

أ ٦-١ قدرة تحليل ومعايرة مقياس الفولت: استخدام مقياس ميكروفولت ذو $4 \frac{1}{2}$ أرقام في مداه 10 mV ، ونتج عند $0.5 \mu\text{V}$ حدود لقدرة التحليل عند كل إشارة. لقد تمت معايرة مقياس الجهد واقبمت تصحيحات مختصة للجهود المقاسة لكل النتائج. وتعطي شهادة المعايرة لايقين قياس ممتد وثابت بقيمة $U = 0.2 \mu\text{V}$ للجهود أقل من 50 mV (معامل التغطية $K=2$)

أ ٧-١ جهود طفيلية: الجهود Offset الطفيلية المترسبة نتيجة تماسات الناقل قدرت بقيمة صفر في حدود $\pm 2 \mu\text{V}$

أ ٨-١ درجات حرارة مرجعية: درجة حرارة النقطة المرجعية لكل ازدواج حراري تعرف بأنها 0°C في حدود $\pm 0.1 \mu\text{V}$

أ ٩-١ نسب انحدار درجة الحرارة: تم قياس نسب انحدار درجة الحرارة داخل الفرن ويكون الانحراف من عدم انتظام درجة الحرارة في منطقة القياس في حدود $\pm 1^{\circ}\text{C}$ عند 1000°C

أ ١٠-١ أسلاك التوصيل التعويضية: تم اختيار أسلاك التوصيل التعويضية في مدى: 0°C إلى 40°C ، وقدرت قيمة اختلافات الجهد بين أسلاك التوصيل وأسلاك الازدواج الحراري بأقل من $5\ \mu\text{V}$.

أ ١١-١ الملاحظات: تمت قراءة مؤشرات مقياس الجهد في الإجراء العملي التالي، والذي يعطي أربع قراءات لكل ازدواج حراري ويقلل تأثيرات انسياب درجة الحرارة في المصدر الحراري وتأثيرات الجهود الحرارية الطفيلية في دائرة القياس:
الدورة الاولى:

المقياس الاول، ازدواج حراري اختباري، المقياس الثاني، المقياس الثاني، ازدواج حراري اختباري ، المقياس الاول.

عكس الأقطاب:

الدورة الثانية:

المقياس الاول، ازدواج حراري اختباري، المقياس الثاني، المقياس الثاني، ازدواج حراري اختباري ، المقياس الاول.

ويتطلب الاجراء ألا يزيد الفرق بين المقياسين المرجعيين عن 0.3°C ، وإذا كان الفرق ليس ضمن هذه الحدود فإنه يجب إعادة الملاحظات و/أو التحقيق في أسباب مثل هذا الفرق الكبير.

الازدواج الحراري	المرجع الاول	الاختبار	المرجع الثاني
الجهد المشار إليه، المصحح	$+ 10500\ \mu\text{V}$	$+ 36245\ \mu\text{V}$	$+ 10503\ \mu\text{V}$
	$+ 10503\ \mu\text{V}$	$+ 36248\ \mu\text{V}$	$+ 10503\ \mu\text{V}$
	$- 10503\ \mu\text{V}$	$- 36248\ \mu\text{V}$	$- 10505\ \mu\text{V}$
	$- 10504\ \mu\text{V}$	$- 36251\ \mu\text{V}$	$- 10505\ \mu\text{V}$
القيمة المتوسطة للجهد	$10502.5\ \mu\text{V}$	$36248\ \mu\text{V}$	$10504\ \mu\text{V}$
درجة حرارة الوصلة الساخنه	1000.4°C		1000.6°C
درجة حرارة الفرن		1000.5°C	

أ ١٢-١ وتستننتج ملاحظة واحدة للقيمة المتوسطة للجهد لكل ازدواج حراري من الأربعة قراءات على كل ازدواج حراري وتتحول الجهود المتوسطة للازدواجات الحرارية

المرجعية إلى ملاحظات درجة حرارة عن طريق علاقات الجهد- درجات الحرارة المعطاة في شهادات المعايرة وتكون قيم درجات الحرارة هذه مترابطة "correlated". ويتم اتحادهم في ملاحظة واحدة لدرجة حرارة الفرن عند موقع الازدواج الحراري الاختباري باخذ المتوسط. وتستخلص ملاحظة واحدة لجهد الازدواج الحراري الاختباري بطريقة مماثلة ولكي يتم تقدير اللايقين القياس المصاحب لهذه الملاحظات، أخذت مسبقاً سلسلة من عشرة قياسات عند نفس درجة حرارة العملية التي تعطي تقديرات مجعته للانحراف المعياري لدرجة حرارة الفرن وجهد الازدواج الحراري المراد معايرته.

ويكون لايقين القياسات المعياري الناتج هو:

تقدير مجع لانحراف المعياري: $S_p(t_s) = 0.10^\circ\text{C}$

$$u(t_s) = \frac{s_p(t_s)}{\sqrt{1}} = 0.10^\circ\text{C} \text{ لايقين قياسي:}$$

تقدير مجع لانحراف المعياري: $S_p(V_{ix}) = 1.6\mu\text{V}$

$$u(V_{ix}) = \frac{S_p(V_{ix})}{\sqrt{1}} = 1.6\mu\text{V} \text{ لايقين قياسي:}$$

أ ١٣-١ ميزانية لايقين (درجة حرارة الفرن)

قيمة X_i	تقدير x_i	لايقين معياري $u(x_i)$	توزيع الاحتمالية	معامل الحساسية C_i	اسهام اللايقين $u_i(y)$
t_s	1000.5°C	0.10°C	طبيعي	1.0	0.10°C
δV_{is}	$0\mu\text{V}$	$1.00\mu\text{V}$	طبيعي	$0.077^\circ\text{C}/\mu\text{V}$	0.077°C
δV_{is3}	$0\mu\text{V}$	$0.29\mu\text{V}$	مستطيل	$0.077^\circ\text{C}/\mu\text{V}$	0.022°C
δV_R	$0\mu\text{V}$	$1.15\mu\text{V}$	مستطيل	0.077°C	0.089°C
δt_{os}	0°C	0.058°C	مستطيل	-0.407	-0.024°C
δt_s	0°C	0.15°C	طبيعي	1.0	0.15°C
δt_D	0°C	0.173°C	مستطيل	1.0	0.173°C
δt_F	0°C	0.577°C	مستطيل	1.0	0.577°C

0.641 °C				1000.5 °C	δ_{ix}
----------	--	--	--	-----------	---------------

أ ١-١٤ ميزانية لايقين (القوة الدافعة الكهربائية للازدواج الحراري المراد معايرته)

قيمة X_i	تقدير x_i	لايقين معياري $u(x_i)$	توزيع الاحتمالية	معامل الحساسية C_i	اسهام اللايقين $u_i(y)$
V_{ix}	36248 μV	1.60 μV	طبيعي	1.0	1.60 μV
δV_{ix1}	0 μV	1.00 μV	طبيعي	1.0	1.00 μV
δV_{ix2}	0 μV	0.29 μV	مستطيل	1.0	0.29 μV
δV_R	0 μV	1.15 μV	مستطيل	1.0	1.15 μV
δV_{Lx}	0 μV	2.9 μV	مستطيل	1.0	2.9 μV
Δt_x	0.5 °C	0.641 °C	طبيعي	38.5 $\mu V / ^\circ C$	24.5 μV
δt_{ox}	0 °C	0.058 °C	مستطيل	25.6 $\mu V / ^\circ C$	-1.48 μV
V_x	36229 μV				25.0 μV

أ ١٥-١٠ اللايقين الممتد

اللايقين الممتد المصاحب لقياسات درجة حرارة الفرن هو

$$u = k \times u(t_x) = 2 \times 0.641^\circ C \cong 1.3^\circ C$$

اللايقين الممتد المصاحب لقيمة القوة الدافعة الكهربائية للازدواج الحراري الذي

سيعاير:

$$u = k \times u(V_x) = 2 \times 25.0 \mu V \cong 50 \mu V$$

أ ١٦-١ النتائج المقررة:

يظهر الازدواج الحراري من طراز N قوة دافعه كهربية بقيمة 36

$230 \mu V \pm 50 \mu V$ عند درجة حرارة $1000.0^\circ C$ وتكون وصلته الباردة عند

درجة حرارة $0^\circ C$

ويصاغ لايقين القياس الممتد المقرر كلايقين قياس معياري مضروب في معامل

التغطية $k=2$ ، والذي يناظر احتمالية تغطية حوالي 95% لتوزيع طبيعي.