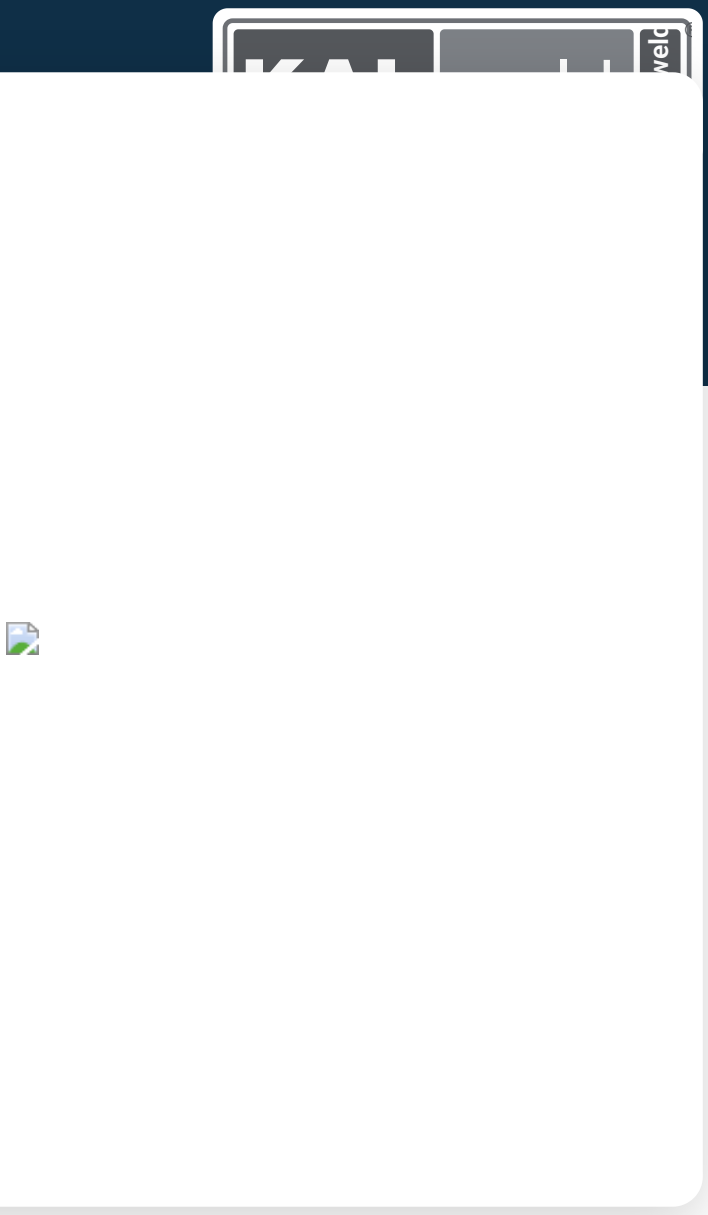
دليل تنفيذ اللحام الحراري

قوالب الغرافيت ومسحوق اللحام KALweld®: خطوة بخطوة، مع نصائح الجودة والسلامة



37 نوع وصلة في 7 مجموعات
الموصل، والشريط، وقضيب التأريض، وحديد التسليح، والصفيحة الفولاذية

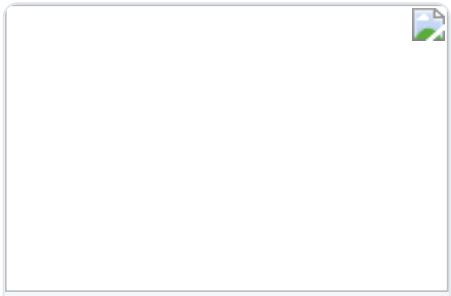
12 خطوة مصوّرة
من تسخين القالب إلى تنظيفه

مختبَر وفق IEEE 837 وUL 467
في جامعة الماء والكهرباء للتكنولوجيا (شهيد عباسبور): التجمد، والدورات الحرارية، وقصر الدارة

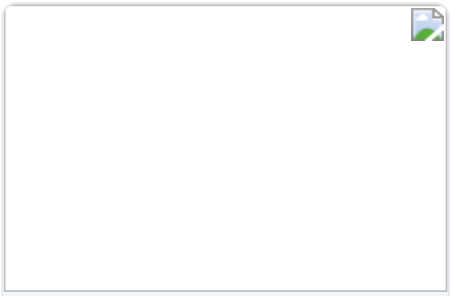
ما هو اللحام الحراري؟

اللحام الحراري (ويُسمّى أيضًا اللحام الأكسوثيرمي أو لحام الثرمايت) هو وصل دائم لموصلات أنظمة التأريض والربط والحماية من الصواعق. يُنتج التفاعل الطارد للحرارة لمسحوق اللحام (أكسيد النحاس والألومنيوم) داخل قالب الغرافيت نحاسًا منصهرًا يُذيب أسطح الموصلات، ويترك بعد أن يبرد وصلة متكاملة: بلا مسامير وصواميل، وبلا كهرباء، وبلا سطح تلامس يرتخي أو يتأكسد مع مرور الوقت.

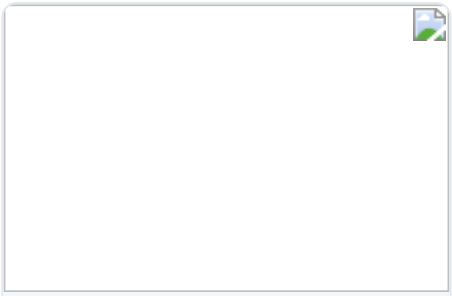
مكوّنات نظام KALweld®



قالب غرافيت من قطعتين، وغطاء من الفولاذ المقاوم للصدأ، ومقبض



مسحوق اللحام KALweld®: العلبة، والعبوات، والأقراص، والمسحوق



طقم اللحام الحراري الكامل: القالب، والمقبض، والمسحوق، والأقراص، والأدوات، ومعدات السلامة

قالب الغرافيت

مصنوع من غرافيت عالي الجودة شبه دائم؛ يُخرط كل قالب لنوع وصلة واحد ولمقاس موصل واحد، ويحدّد اتجاه المعدن المنصهر وسرعته وشكله النهائي. رمز القالب والمسحوق المناسب مدوّنان على غطاء القالب. ومع الاستخدام الصحيح والالتزام بهذا الدليل، يصلح كل قالب لإجراء **50 إلى 60 لحامًا** .

مسحوق اللحام KALweld®

الرمز	وزن المسحوق	العدد في العلبة
KWD 025	25 غ	20
KWD 032	32 غ	20
KWD 045	45 غ	20
KWD 065	65 غ	20
KWD 090	90 غ	10
KWD 115	115 غ	10
KWD 150	150 غ	10
KWD 200	200 غ	10
KWD 250	250 غ	10

توجد الأقراص في كيس منفصل داخل كل علبة، قرص واحد لكل لحام. ومسحوق الإشعال مضغوط في قاع كل عبوة.

المقابض

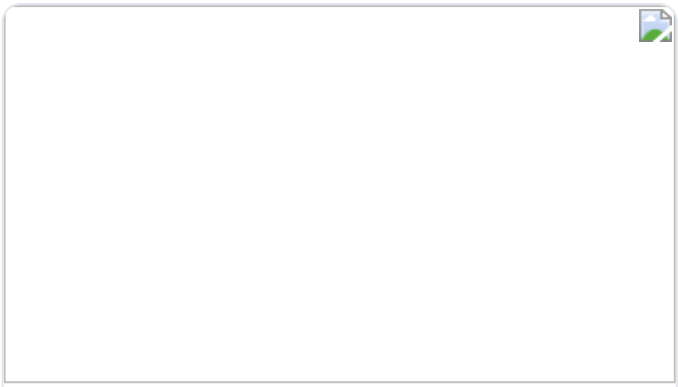
الرمز	الوصف
HC 01	مقبض عادي
HC 02	مقبض متوسط
HC 03	مقبض كبير
HC CH	مقبض بسلسلة للأنابيب وحديد التسليح
HC AC	حامل القالب

الأدوات ومعدات السلامة (صندوق الأدوات TK1)

GLV	قفازات	DMM	كمامة		
GLS	نظارات السلامة	FIG	قدّاحة شرر		
WRB	فرشاة سلكية	MCB	فرشاة القالب		
MSC	منظّف القالب (مكشطة)				

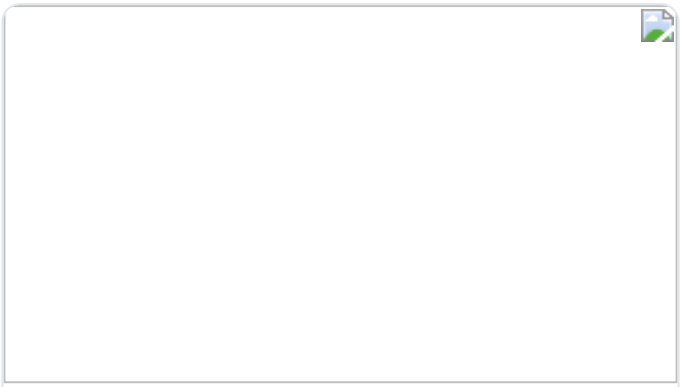
إضافة إلى شعلة غاز صغيرة للتجفيف والتسخين.

خطوات تنفيذ اللحام الحراري (1 إلى 6)



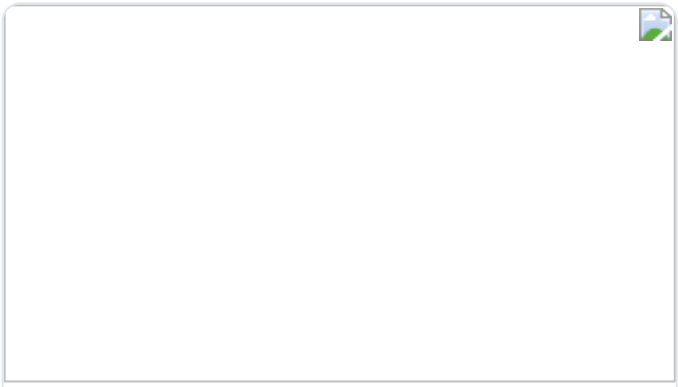
1 تسخين القالب

قبل اللحام الأول، سخّنوا القالب البارد بلهب هادئ من الشعلة حتى تفرقع قطرة الماء عليه. يمتص الغرافيت رطوبة الهواء، والرطوبة هي السبب الرئيسي للمسامية في اللحام.



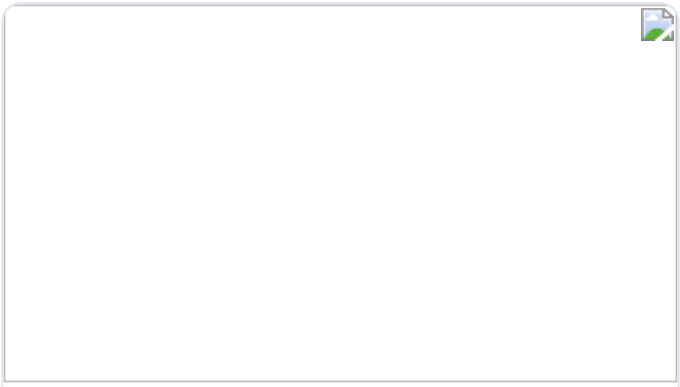
2 تنظيف الموصلات

نظّفوا أطراف الموصلات بالفرشاة السلكية حتى يظهر المعدن لامعًا؛ يجب ألا يبقى زيت أو طين أو طلاء أو أكسيد. ولمّعوا الأسطح الفولاذية وحديد التسليح بالجلخ أو المبرد.



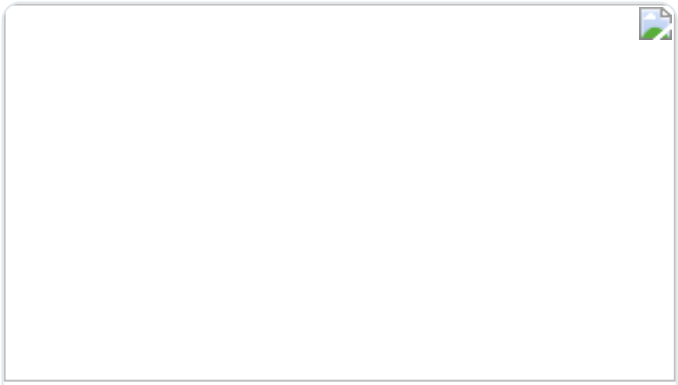
3 تجفيف الموصلات وتسخينها

جفّفوا الموصلات بلهب الشعلة. فالموصل المبلل أو الرطب يعطي لحامًا مساميًا وقد يتسبب في تطاير المعدن المنصهر.



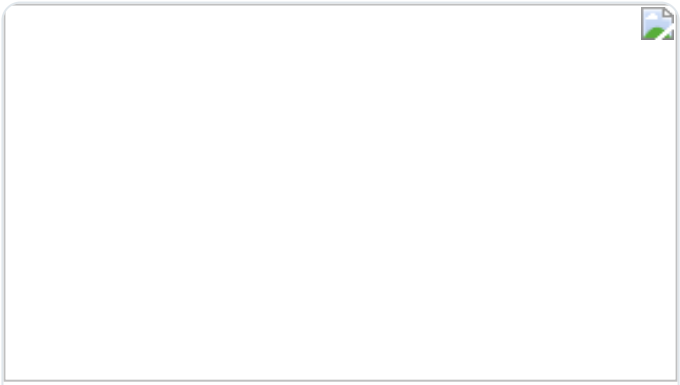
4 تركيب المقبض على القالب

ركّبوا المقبض المناسب للقالب (HC 01 أو HC 02 أو HC 03) على نصفي القالب واضبطوه.



5 وضع الموصل الأول في القالب

ضعوا الموصل الأول في مجراه دون ضغط، وتمامًا في وسط تجويف اللحام.

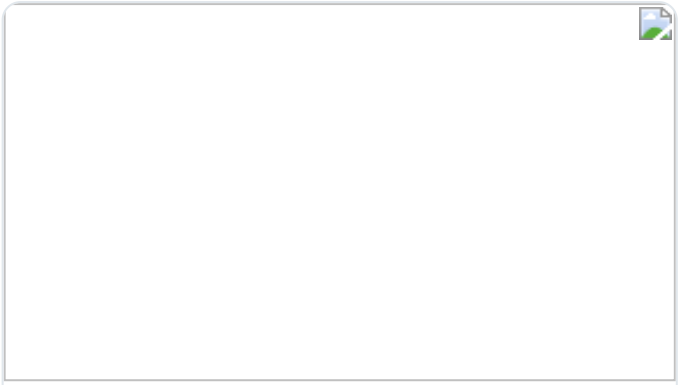


6 وضع الموصل الثاني وإقفال القالب

ضعوا الموصل الثاني بشكل متقاطع في المجرى الآخر واضغطوا المقبض حتى ينقفل نصفا القالب على بعضهما بالكامل.

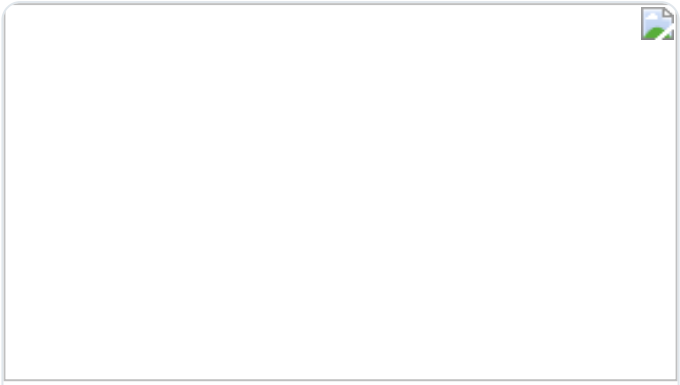
تُظهر الصور لحامًا رباعيًا متقاطعًا لموصلين نحاسيين عاريين (CC4)؛ والطريقة نفسها للوصلات الأخرى، ولا يختلف سوى القالب وشكل الموصلات. وقبل البدء، اعثروا على رمز القالب ومقاس المسحوق في جدول صفحة اللحام نفسه على www.kalot.ir.

خطوات تنفيذ اللحام الحراري (7 إلى 12)



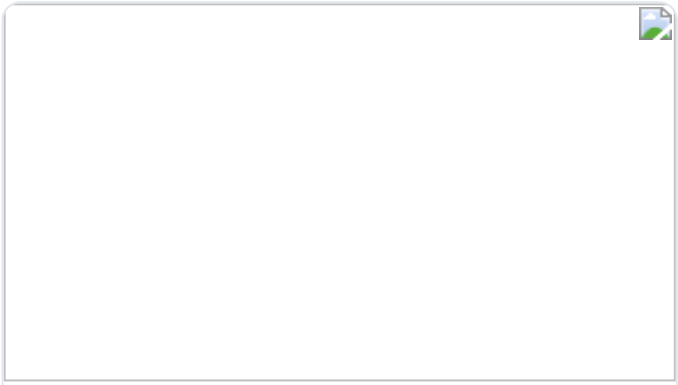
7 وضع القرص الفولاذي

افتحوا الغطاء وضعوا قرصًا واحدًا، وجهه المقعّر إلى الأعلى، في قاع حجرة التفاعل فوق فتحة المجرى.



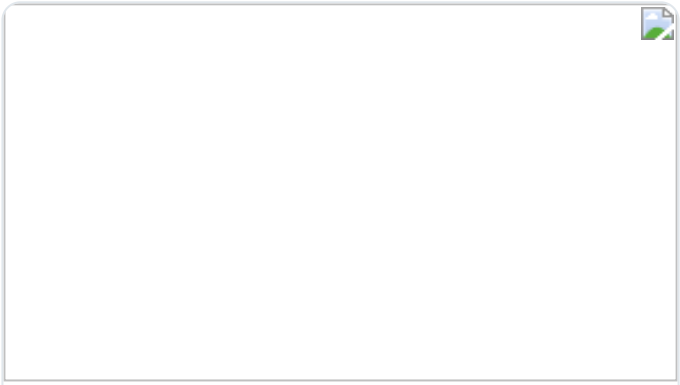
8 صبّ مسحوق اللحام

اسكبوا المسحوق المدوّن على غطاء القالب برفق في الحجرة دون تحريك القرص.



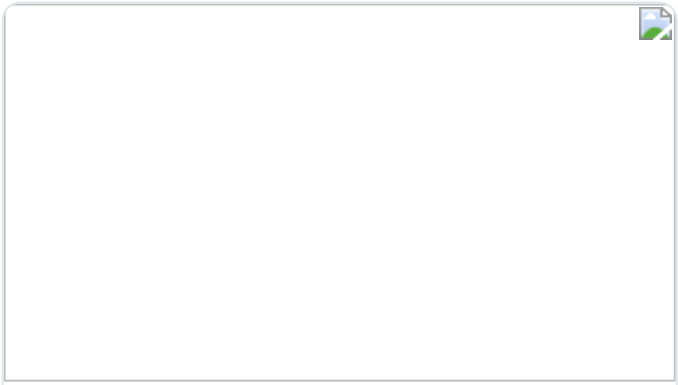
9 سكب مسحوق الإشعال وإغلاق الغطاء

اطرقوا قاع العبوة بضع طرقات لتحرير مسحوق الإشعال، ثم انثروه فوق المسحوق وحافة القالب، وأغلقوا الغطاء.



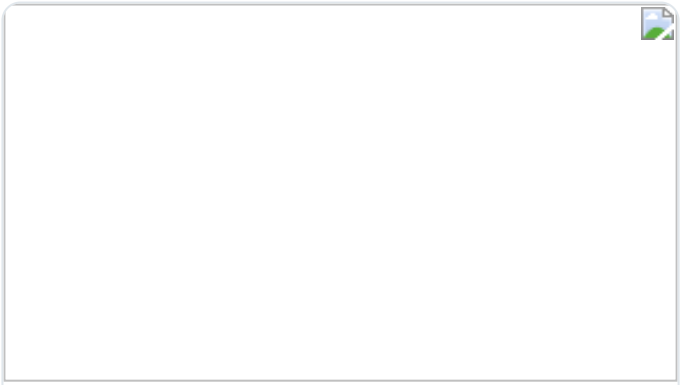
10 الإشعال بقدّاحة الشرر

أطلقوا الشرارة بالقدّاحة من جانب الغطاء وابتعدوا فورًا. لا تشعلوا مسحوق الإشعال أبدًا بعود ثقاب أو ولّاعة غاز أو لهب.



11 فتح القالب بعد دقيقة واحدة

انتظروا دقيقة واحدة على الأقل حتى يتصلب المعدن المنصهر؛ ثم افتحوا القالب بحذر وأخرجوا اللحام وافحصوه.



12 تنظيف القالب

أزيلوا الخبث من الحجرة والمجرى بفرشاة شعر ومكشطة. لا تنظّفوا القالب أبدًا بفرشاة سلكية.

نقاط أساسية للحام سليم

افعلوا

- ✓ استخدموا القالب والمسحوق المطابقين لنوع الوصلة ومقاس الموصلات.
- ✓ سخّنوا القالب البارد قبل اللحام الأول؛ وفي اللحامات المتتالية لا يحتاج القالب الساخن إلى إعادة التسخين.
- ✓ نظّف الموصلات حتى يظهر المعدن اللامع، وجفّفها تمامًا.
- ✓ اقطعوا طرف الموصل قطعًا مستقيمًا بقاطعة الكابلات حتى لا تنفكّ الأسلاك.
- ✓ أقفلوا نصفي القالب بالكامل وثبّتوا الموصل بملزمة.
- ✓ انتظروا دقيقة واحدة على الأقل قبل فتح القالب.
- ✓ نظّفوا القالب بعد كل لحام بفرشاة شعر ومكشطة.

لا تفعلوا

- ✗ لا تنظّفوا القالب بفرشاة سلكية، ولا تطرقوه، ولا توقعوه.
- ✗ لا تستبدلوا به مسحوق قالب آخر أو مقاس آخر.
- ✗ لا تلحموا على موصل أو قالب مبلل أو مزيّت أو ملطّخ بالطين.
- ✗ لا تشعلوا مسحوق الإشعال بلهب أو عود ثقاب؛ استخدموا قدّاحة الشرر فقط.
- ✗ لا تفتحوا القالب قبل مرور دقيقة واحدة.
- ✗ لا تستخدموا الطين أو مواد غير مناسبة لسدّ التسرب.

التحضير الخاص بكل وصلة

الوصلة	ملاحظة
موصل إلى قضيب التأريض / شريط إلى قضيب التأريض	اقطعوا اللولبة من رأس قضيب التأريض قبل اللحام وسوّوا الطرف المفلطح؛ صُنعت القوالب CE1 وCE2 وCE3 وTE لقضبان التأريض المطلية بالنحاس.
موصل إلى حديد التسليح	لمّعوا الصدأ وقشرة الدرفلة حتى يظهر المعدن، وأحكموا حول حديد التسليح المضلّع بالعازل الحراري الموجود في العلبة حتى لا يتسرب المعدن المنصهر.
موصل إلى صفيحة فولاذية	نظّفوا موضع اللحام بالجلخ أو المبرد حتى يظهر المعدن لامعًا؛ وأزيلوا الطلاء والصدأ والجلفنة، وبعد اللحام اطلوا السطح المحيط بطلاء مانع للصدأ أو رذاذ الزنك.
شريط إلى شريط / موصل إلى شريط	اقطعوا أطراف الأشرطة بزاوية قائمة وسوّوها حتى تستقر في القالب دون فجوة.

سلامة عامل اللحام وصحته

- **معدات الحماية الشخصية:** قفازات مقاومة للحرارة، ونظارات السلامة، وكمامة، وملابس بأكمام طويلة، وأحذية السلامة؛ ولا تنقلوا القالب الساخن إلا بالمقبض.
- **الدخان والتهوية:** ابتعدوا بعد الإشعال، وقفوا وظهوركم إلى الريح، ولا تستنشقوا الدخان؛ ووفّروا التهوية في الأماكن المغلقة.
- **الرطوبة:** تلامس المعدن المنصهر مع الماء يولّد بخارًا مفاجئًا وتطايرًا للمعدن المنصهر؛ فليبقَ القالب والموصل جافّين دائمًا.
- **الحريق:** أبعدوا المواد القابلة للاشتعال، واحتفظوا بطفاية حريق أو رمل جاف في متناول اليد، ولا تدخّنوا أثناء العمل بالمسحوق.
- **ضوء التفاعل:** لا تنظروا إليه مباشرة.
- **التخزين:** احفظوا المسحوق في عبوته السليمة في مكان جاف بعيدًا عن الصدمات والحرارة، ولا تنقلوا إلى موقع العمل إلا كمية الاستهلاك اليومي.

فحص اللحام وتحديد الأعطال

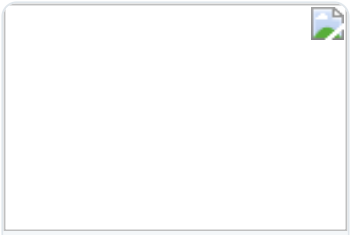
لحام سليم

يملأ تجويف القالب بالكامل، ويغطي الموصلات تمامًا، ويُزال خبثه بسهولة، ويكتسب بعد التنظيف لونًا ذهبيًا إلى نحاسي. أما التجويف العميق، أو الموصل غير المنصهر تحت الخبث، أو اللحام الناقص، فيعني وجوب إعادة اللحام.

العيب	السبب الشائع	الحل
التجاويف والمسامية	رطوبة في القالب أو الموصل؛ زيت وشحم؛ طبقة الجلفنة	تسخين القالب؛ تجفيف الموصل وتنظيفه؛ إزالة الزنك
خبث زائد	عدم استقرار القرص؛ تلف موضع القرص؛ انسكاب المسحوق الخام	وضع القرص بشكل صحيح؛ استبدال القالب التالف
تسرب المعدن المنصهر	قالب مستهلك؛ موصل أصغر من القالب؛ عدم الإقفال الكامل	ضبط المقبض؛ قالب بالمقاس المطابق؛ عازل حراري لحديد التسليح
عدم التحام الموصلات	الرطوبة والأكسيد؛ وضع غير صحيح؛ مسحوق غير مناسب	تنظيف كامل؛ الموصلات في وسط التجويف؛ المسحوق المدوّن على غطاء القالب
نتوء لحام كبير	مسحوق غير مناسب؛ رطوبة في القالب أو الموصل	المسحوق الصحيح؛ تجفيف القالب والموصل
تآكل مبكر للقالب	فرشاة سلكية؛ صدمات؛ لحامات متتالية وسخونة زائدة؛ الفتح المبكر	فرشاة شعر؛ الحفظ في العلبة؛ الانتظار دقيقة واحدة

مختبَر وفق IEEE 837 وUL 467

اختُبرت لحامات KALweld® الرباعية والثلاثية على موصل نحاسي بمقطع 120 مم² وفق المعيارين IEEE 837 وUL 467 (التقريران 95/4221 و95/4220، بتاريخ 1395/12/24). وكانت نتيجة جميع الاختبارات «مقبول»:



لحام رباعي لموصل نحاسي

الاختبار	شروط الاختبار	النتيجة: الرباعي (التقرير 95/4221)	النتيجة: الثلاثي (التقرير 95/4220)
دورة التجمد والذوبان	10 دورات: أكثر من 2 ساعة تحت -10 درجات في الماء وأكثر من 2 ساعة فوق +20 درجة	بلا تشققات أو كسور؛ المقاومة من 176 إلى 179 µΩ/m: مقبول	بلا تشققات أو كسور؛ المقاومة من 179 إلى 184 µΩ/m: مقبول
الدورة الحرارية (تغيّر المقاومة)	25 دورة بتيار يزيد على 1100 أمبير؛ الموصل المرجعي حتى 350 درجة	أكبر تغيّر في مقاومة اللحامات 2.8%: مقبول	أكبر تغيّر في مقاومة اللحامات 3.0%: مقبول
درجة حرارة اللحام في الدورة الحرارية	مقياس حرارة على كل لحام وعلى الموصل المرجعي (350 درجة)	286 إلى 306 درجة؛ أبرد من الموصل: مقبول	287 إلى 309 درجة؛ أبرد من الموصل: مقبول
قصر الدائرة (حتى نقطة الانصهار)	دائرة من موصل نحاسي بمقطع 120 مليمترًا مربعًا، بتيار 20 كيلو أمبير	تحمّل تيارًا بشدة 12 كيلوأمبير لمدة 8 ثوانٍ دون أي عيب؛ ثم انصهرت الموصلات النحاسية عند 20 كيلوأمبير وبقيت اللحامات سليمة: مقبول	عند 20 كيلوأمبير انصهرت الموصلات النحاسية وبقيت اللحامات سليمة: مقبول

اختيار القالب والاستفسار

جدول رموز القوالب والمساحيق والمقابض لجميع أنواع اللحام الـ37 موجود على www.kalot.ir (المنتجات ، اللحام الحراري). وإذا لم تكن وصلتكم في الجداول، فأرسلوا إلى خبرائنا نوع الوصلة ومقاسات الموصلات ومادة السطح: 8852 2268 21 98+