NOU
National Ozone Unit
وحدة الأوزون - جهاز شئون البيئة

جمهورية مصر العربية - وزارة البيئة
Arab Republic of Egypt-Ministry of Environment

تقنيات ربط دائرة التبريد

UNDP

giz Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

تقنيات ربط دائرة التبريد

Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

الخدمات الاستشارية التي تقدمها
شركةHEAT GmbH

أهداف التعلم

- ✓ التعرف على الأساسيات النظرية للحام
- ✓ فهم أهمية الاتصالات باللحام عالية الجودة
- ✓ معرفة الفروق بين أنواع أسلاك اللحام ونطاق استخدامها
- ✓ الحصول على نظرة عامة حول أدوات اللحام الصحيحة لأغراض محددة
- ✓ اكتساب الخبرة العملية في عملية اللحام
- ✓ تمييز بين الاتصالات الملحومة "بشكل جيد" و"بشكل سيء":

جدول الأعمال B1-B5 تقنيات ربط دائرة التبريد	
تقنيات الربط الميكانيكية	B1
طرق الربط الحراري	B1
عمليات ربط أنابيب نقل غاز التبريد بشكل عام	B1
المعايير الدولية التي ينبغي النظر فيها	B1
أساسيات اللحام	B2
معدات ومكونات اللحام	B2
التلحيم مع قطع التوصيل	B2
التلحيم بدون قطع التوصيل	B2
متطلبات عملية اللحام	B3
لحام المفصل	B4
التلحيم، ما يجب فعله وما لا يجب فعله	B4
شهادة كفاءة باللحام	B5

تقنيات الربط الميكانيكية

التصنيف المنهجي

توصيل العناصر يجب أن يكون محل اعتبار عام:

a) غير قابل للانفصال (الفصل فقط عن طريق التدمير)
b) قابلة للفصل جزئيا أو كاملة (اتصال قابل للإعادة)

تبعًا لغرض الاتصال.

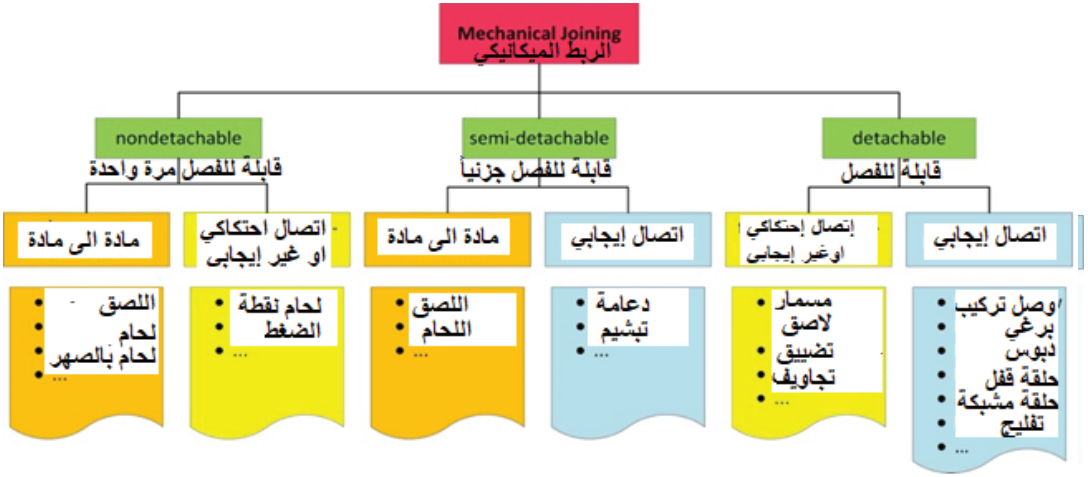
- هناك احتمالات مختلفة بشكل أساسي لربط عنصرين أو أكثر على الأقل، ما يسمى بالأنواع الثلاثة لطرق الربط ، والتي تعتمد على مبادئ فيزيائية مختلفة.
- يجب أن يمنع التوصيل فصل الأجسام تحت تأثير القوى أثناء التشغيل وأن يبقيها بشكل موثوق في مكانها.

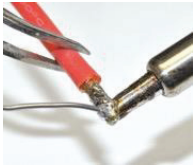
وبشكل عام يتم التمييز هنا بين:

1. تصال إيجابي يشمل استخدام عناصر تثبيت على الأقل اثنين
2. اتصال احتكاكي أو غير إيجابي (احتكاك ساكن)
3. اتصال مادي إلى مادي يعتمد على روابط ذرية/جزيئية

تقنيات الربط الميكانيكية

التصنيف المنهجي





هيت ©GmbH

طرق الربط الحراري

الربط الحراري هو ربط الأجزاء المعدنية (أو البلاستيكية أيضًا) بواسطة سبيكة معدنية (مادة لحام أو حشو) تحت تأثير الحرارة. تكون درجة حرارة انصهار مادة الحشو أقل من درجة حرارة المعادن الأخرى المراد ضمها.

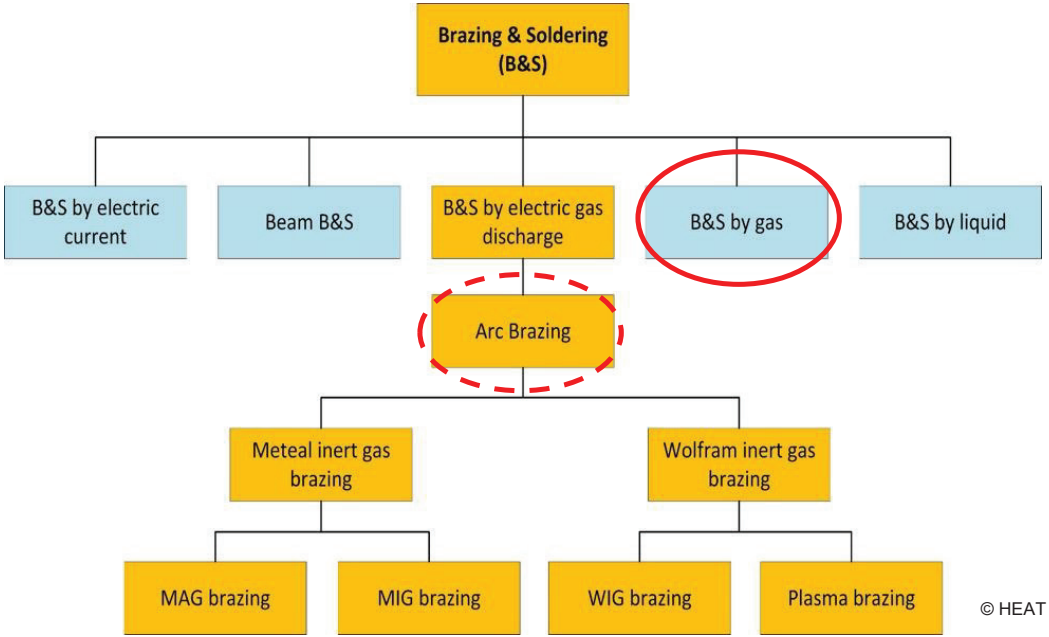
التصنيف حسب درجة حرارة اللحام (درجة حرارة العمل)

- حتى 450 درجة مئوية: > لحام ناعم
- من 450 درجة مئوية: > لحام النحاس
- فوق 900 درجة مئوية: > اللحام بدرجة حرارة عالية (في الفراغ أو تحت غاز خامل)

تصنيف عمليات اللحام حسب مصدر الطاقة

- اللحام الناعم من خلال: الأجسام الصلبة والسائلة والغازية والتيار الكهربائي.
- لحام النحاس من خلال: السائل والغاز وتفريغ الكهرباء بالغاز والتيار الكهربائي.
- لحام بدرجة حرارة عالية: الشعاع (مثل الليزر) والتيار الكهربائي.

طرق الربط الحراري



© HEAT GmbH

تمثل المناطق المحاطة باللون الأحمر تطبيقات شائعة الاستخدام في تكنولوجيا التبريد

طرق الربط الحراري
لحام القوس (ARC brazing) للأنابيب النحاسية

وفقًا للمواصفة EN 378-2:2016 وISO 5149-2:2014، يُسمح أيضًا باللحام.

مثل المعادن الأخرى، يمكن أيضًا لحام النحاس (المعروف أيضًا باسم لحام ARC).
يختلف اللحام القوسي عن تقنيات اللحام التقليدية بالطرق التالية.

- بالنسبة لحام الأنابيب النحاسية، يُفضل أن يكون سمك الجدار الاسمي على الأقل 1.5 ملم أو أكثر
- مصدر الحرارة هو قوس كهربائي.
- عند استخدام اللحام بواسطة الغاز كوسيلة للحفاظ على نجاح العملية وحماية الربط من التلوث الجوي، لا يُطلب عادة استخدام مادة الفلوكس (مادة تستخدم لتنظيف وحماية المعادن أثناء اللحام)، وذلك لأن الغاز المستخدم يكون كافيًا لحماية الوصلة من التلوث الجوي.
- يتم ايداع المادة النحاسية من خلال عملية إنشاء قوس كهربائي قصير بين سلك مادة اللحام وسطح المعدن المراد لحامه.

طرق الربط الحراري
لحام القوس (ARC brazing) للأنابيب النحاسية

التجهيزات النحاسية للحام
(المصدر كونيكس/بينينغر)

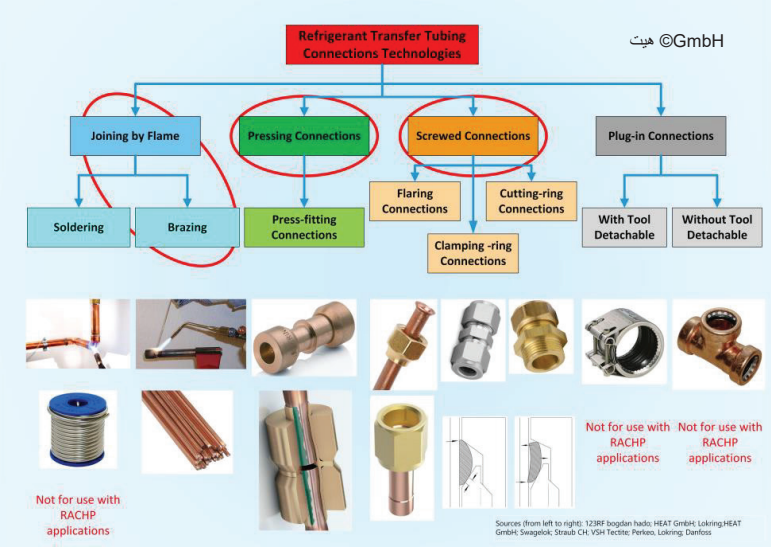
© Conex - Bänninger

نموذج لوصلة أنبوب نحاسي ملحومة

© HEAT GmbH

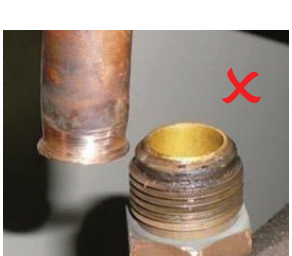
عمليات ربط أنبوب نقل غاز التبريد بشكل عام

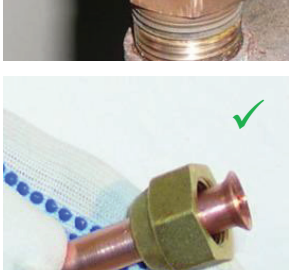
- إلى جانب عمليات ربط أنبوب نقل غاز التبريد الحراري، هناك تقنيات أخرى ذات صلة، بما في ذلك التفليج (Flaring) والضغط.
- اعتمادًا على نوع التطبيق، هناك طرق مختلفة لربط أنابيب النقل والمكونات، وفي حالات مختلفة، من الممكن أيضًا الجمع بين تقنيات الاتصال.



عمليات ربط أنبوب نقل غاز التبريد بشكل عام

تفليج





© HEAT GmbH

انظر أيضًا الفصل A7.6.2

- غالبًا ما تؤدي المفاصل المفلجة إلى التسرب. حيثما أمكن، يجب تجنب الوصلات المفلجة، ويجب أن تكون الوصلات متينة قدر الإمكان، على سبيل المثال عن طريق اللحام أو لحام القوس أو الضغط.
- يمكن استخدام الوصلات المفلجة في دوائر التبريد مع الأنابيب المرنة فقط وبقطر خارجي يصل إلى 20 مم فقط.
- استخدم مفتاح عزم الدوران للربط وتطبيق عزم الدوران الصحيح
- بالنسبة لغازات التبريد القابلة للاشتعال، إذا كانت الوصلات المفلجة ضرورية، فمن المستحسن استخدام الوصلات المفلجة المصنعة صناعيًا مع محول اللحام.

عمليات ربط أنبوب نقل غاز التبريد بشكل عام

الربط الحراري بواسطة غاز الوقود واللهب

- ينصب تركيزنا الرئيسي على التوصيل الحراري في تقنيات إنتاج وتركيب وخدمة RACHP على التوصيل الحراري عن طريق الغاز واللهب

يجب اختيار غازات الوقود وفقا لمتطلبات التدفئة.

تشمل الأمثلة النموذجية ما يلي:

a) الغاز الطبيعي / الهواء
b) الغاز الطبيعي / الأكسجين
c) البروبان / الهواء
d) البروبان / الأكسجين
e) الأسيتيلين / الهواء
f) الأسيتيلين / الأكسجين

المعايير الدولية التي ينبغي النظر فيها

المعيار الأوروبي (ISO 5149-3) EN378:2017-3الجزء 2 يغطي جوانب السلامة والبيئة لتصميم وإنشاء وتركيب أنظمة التبريد.

- يجب ألا تتضرر المفاصل بسبب تجميد الماء من الخارج. الوصلات الملحومة الناعمة ليست مناسبة لأنابيب التبريد.
- يجب أن تتوافق أنابيب النحاس المستخدمة للحام بشكل عام مع المواصفة EN 12735-1.
- يمكن تطبيق اللحام على الأنابيب التي يصل قطرها إلى 54 مم، ويجب لحام الأنابيب الأكبر حجمًا (لحام القوس ARC).
- للحصول على توصيل دائم وموثوق للأنابيب النحاسية، يجب استخدام الأجهزة وفقًا للمواصفة) EN 1254-1حتى قطر 108 ملم).
- DIN 8905-1:1983-10؛ أنابيب لأنظمة التبريد مع ضواغط محكمة وشبه محكمة. قطر الخارج يصل إلى 54 ملم؛ شروط التسليم الفنية
- EN 14276-1:2011-05؛ معدات الضغط لأنظمة التبريد ومضخات الحرارة - الجزء 1: الأوعية

المعايير الدولية التي ينبغي النظر فيها

- EN 1254-1:1998-03هو معيار أوروبي يتعلق بالتجهيزات الصحية المصنوعة من النحاس وسبائك النحاس المستخدمة في الأنظمة الصحية وأنظمة توزيع المياه. يغطي هذا المعيار أنواعًا محددة من التجهيزات التي تحتوي على أطراف مصممة للحام باللحام القصديري أو اللحام باللحام النحاسي على أنابيب نحاسية.
- EN 1254-4:1998-03هو معيار أوروبي يتعلق بالتجهيزات الصحية المصنوعة من النحاس وسبائك النحاس المستخدمة في أنظمة الصرف الصحي وأنظمة توزيع المياه. يغطي هذا المعيار التجهيزات التي تحتوي على أطراف مصممة للتوصيل بأنابيب نحاسية أو تجهيزات أخرى بطرق مختلفة.
- EN 1254-5:1998هو معيار أوروبي يتعلق بالتجهيزات الصحية المصنوعة من النحاس وسبائك النحاس المستخدمة في أنظمة الصرف الصحي وأنظمة توزيع المياه. يغطي هذا المعيار التجهيزات التي تحتوي على أطراف مصممة للحام باللحام النحاسي أو اللحام باللحام النحاسي القصير على أنابيب نحاسية.
- ISO 17672:2017-1هو معيار دولي يحدد نطاقات التكوين لسلسلة من مواد الحشو المستخدمة في اللحام. تم تقسيم مواد الحشو إلى سبع فئات مرتبطة بتكوينها، ولكنها ليست بالضرورة مرتبطة بالعنصر الرئيسي المتواجد.

- EN 1045:1997-08هو معيار أوروبي يتعلق بمواد الفلوكس المستخدمة في عمليات اللحام. - التصنيف وشروط التسليم الفنية
- EN 12735-1:2020هو معيار أوروبي يتعلق بالأنابيب النحاسية السلسة ذات الشكل الدائري المستخدمة في أنظمة التكييف والتبريد.
- ASTM B280هو معيار أمريكي يحدد المواصفات القياسية لأنابيب النحاس السلسة المستخدمة في خدمة أنظمة التكييف والتبريد
- DIN 2607:2002-5هو معيار ألماني يتعلق بثني الأنابيب المصنوعة من النحاس والمستخدمة لعمليات اللحام

أساسيات اللحام

متطلبات خاصة لاستخدام النحاس

- إن الخصائص المتميزة والمتنوعة للمواد النحاسية جعلتها مثالية للاستخدام في تكنولوجيا التبريد وتكييف الهواء، وقد بقيت على أحدث طراز في هذه المجالات لعقود من الزمن وهي راسخة في المعايير والتشريعات ذات الصلة.
- تجدر الإشارة إلى أنه يتم استخدام الأنابيب والتجهيزات المتوافقة مع هذه المعايير والتشريعات الخاصة بتقنيات RACHP فقط حتى تتمكن من اتباع متطلبات السلامة والصحة المهنية ولتأكيد مطالبات الضمان الفني والقانوني إذا لزم الأمر.
- النحاس مادة تتحمل درجات الحرارة المنخفضة للغاية وتظهر قوة ومرونة متزايدة مع انخفاض درجة الحرارة. وهذا ما يميز المواد النحاسية بشكل أساسي وحاسم عن جميع المواد التقنية الأخرى.
- وبالتالي يمكن استخدام مادة النحاس لدرجات حرارة تتراوح من -269 درجة مئوية إلى +250 درجة مئوية.
- يعتبر النحاس مناسبًا لجميع غازات التبريد شائعة الاستخدام تقريبًا (بما في ذلك معظم غازات التبريد الطبيعية لدينا). وهي على وجه الخصوص جميع سوائل التبريد الآمنة، وثاني أكسيد الكربون، وغازات التبريد الهيدروكربونية القابلة للاشتعال، ومخاليطها.

أساسيات اللحام
متطلبات خاصة لاستخدام النحاس

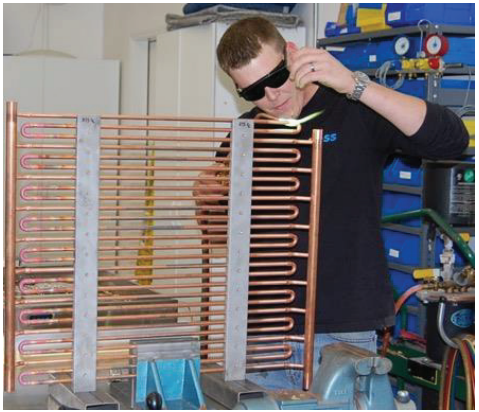
- أمونيا R717: الاستخدام ممكن من الناحية الفنية، ولكنه غير مصرح به حاليًا. لقد تم بالفعل إثبات استخدام المواد النحاسية مع وسيط تبريد الأمونيا القياسي المخفض بالماء لأنظمة التبريد الصغيرة، وبالتالي فهو أحدث ما توصلت إليه العلوم والتكنولوجيا.
ولم يحدث بعد أي تغيير مماثل في التشريعات ذات الصلة.

- R744 ثاني أكسيد الكربون: يمكن استخدامه فقط في حالة الجفاف التام. بالنسبة لهذه التطبيقات، يتوفر على سبيل المثال نظام الأنابيب الجديدK (من صنع / WIELAND Benninger). الأنابيب والتجهيزات مصنوعة من سبيكة النحاس عالية القوة Wieland K65 والتي تم استخدامها بالفعل بنجاح في الهندسة الكهربائية وصناعة السيارات.
يتيح K65 التركيب الآمن والاقتصادي لأنظمة التبريد مع ضغوط تشغيل تصل إلى 120 بار

- ثاني أكسيد الكبريت R764: يمكن استخدامه فقط في حالة الجفاف التام.

أساسيات اللحام

لماذا يعتبر اللحام عالي الجودة أمرًا مهمًا



© Dennis Huehren

الغاية:

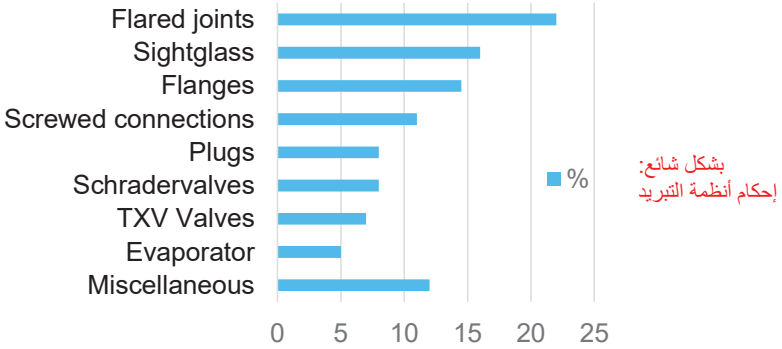
- تحقيق دوائر التبريد محكمة
- أي تجنب

التوصيلات القابلة للفصل (على سبيل المثال، الملولبة).

الأهمية في تقنيات التكييف والتبريد:

- الاتصالات المشتركة الدائمة تقلل من مخاطر التسرب

وتزيد من موثوقية النظام



بشكل شائع:
إحكام أنظمة التبريد

أساسيات اللحام

تعريفات

المعدن الأساسي (أي المعدن (المعادن) الذي تحاول وصله) لا يذوب فعليًا أبدًا، كما هو الحال في اللحام التقليدي، ولكن يجب أن يصل المعدن الأساسي إلى درجة الحرارة المناسبة للسماح بالترابط الجزيئي مع معدن الحشو.

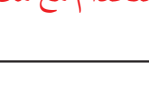
- درجات حرارة العمل تصل إلى 450 درجة مئوية → لحام قصدير.
- درجات حرارة العمل فوق 450 درجة مئوية → لحام نحاس.
- يتمتع معدن الحشو بدرجة حرارة انصهار أعلى من 450 درجة مئوية (840 درجة فهرنهايت) ولكن أقل من نقطة انصهار المعادن المرتبطة.
- اللحام بالنحاس هو عملية تسمح بربط معادن متشابهة أو غير متشابهة باستخدام معدن ثالث (معدن الحشو) باعتباره "غراء" وتطبيق الحرارة.

مقارنة بين عمليات اللحام، اللحام النحاسي، واللحام عالي الحرارة:

	لحام القصدير	لحام النحاس	لحام بدرجة حرارة عالية
درجة حرارة	<450 درجة مئوية	> 450 درجة مئوية	> 900 درجة مئوية
درجات حرارة العمل العامة	220 درجة مئوية إلى 250 درجة مئوية	630 درجة مئوية إلى 890 درجة مئوية	800 درجة مئوية إلى 1200 درجة مئوية
تطبيق	• تمديدات مواسير مياه الشرب حتى القطر الخارجي 28 مم • ماء ساخن حتى 110 درجة مئوية • الإلكترونيات، الإلكترونيات	• منشآت الغاز وغاز البترول المسال والنفط • الأنابيب ذات درجات حرارة التشغيل أعلى من 110 درجة مئوية (مثل أنظمة تسخين المياه بالطاقة الشمسية أو الماء الساخن) • أنابيب التدفئة الأرضية • انابيب شرب الماء • قطاع RACHP	• نظرًا للتعقيد الفني العالي، فإن اللحام بدرجة الحرارة العالية مناسب بشكل خاص **للإنتاج الصناعي.**
حسنات او الايجابيات	• تقليل خطر التآكل عند درجات حرارة أقل من 450 درجة مئوية، ولذلك يفضل استخدامه في مياه الشرب	• قوة قص أعلى وتسمح بدرجات حرارة تشغيل أعلى • قوة عالية ومتانة وجودة (قطاع RACHP)	• غالبًا ما تصل المفاصل إلى قوة المواد الأساسية، ولهذا السبب غالبًا ما يتم لحام المكونات المجهدة بالاهتزاز عند درجات حرارة عالية.
سيئات او السلبيات	• جهد أعلى لتنظيف الأنابيب • اتصال أضعف	• تفقد الأنابيب النحاسية الصلبة وشبه الصلبة قوتها أثناء عملية اللحام لأنها تصلب بسبب درجات حرارة العمل المرتفعة	• يجب أن تكون مواد الحشو ذات درجة نقاء عالية.

أساسيات
عامل تدفق اللحام(Flux Agent)

- التدفق هو مركب كيميائي يمكن أن يمنع أكسدة المعادن. الأكسدة هي تفاعل المعدن مع الأكسجين الموجود في الهواء عند درجات حرارة عالية. تمنع الأكسدة مادة الحشو من الارتباط بالمعادن وبالتالي تؤدي إلى اتصال سيء.
- يجب أن تكون التدفقات المستخدمة في ربط الأنابيب النحاسية لأنظمة التبريد نشطة على مدى درجة حرارة (600 درجة مئوية إلى 750 درجة مئوية) وتعتمد عادةً على الفلوريدات القلوية. يجب إزالة بقايا التدفق بعد اللحام لأنها قد تسبب التآكل.
- ملحوظة: يجب أن ترتبط معادن حشو اللحام بشكل إلزامي بتدفق محدد من قبل الشركة المصنعة للاستخدام مع مادة الحشو المحددة تلك على الأنابيب والتجهيزات المقابلة.

	قم دائمًا بارتداء معدات الحماية الشخصية المناسبة (PPE) وفقًا لما أوصت به الشركة المصنعة! بشكل عام أحكام MSDS!

أساسيات

عامل تدفق اللحام - المواد المتشابهة والمختلفة المراد لحامها

© PERKEO GmbH

- **وصلات النحاس/النحاس أو النحاس/الصب الأحمر Copper/brass or copper/red-cast connections:** التدفق مطلوب دائمًا.
- **توصيلات النحاس/النحاس Copper/copper connections :** التدفق غير مطلوب في حالة استخدام حشو النحاس والفوسفور. سيكون مكون الفوسفور بمثابة تدفق في هذه الحالة. يكون هذا ممكنًا مع السبائك CP203 وCP105. إذا تم استخدام ذلك، فمن المستحسن تغطية الوصلة بطبقة واقية (على سبيل المثال، عبوتان من الطبقة السفلية القائمة على راتنجات الإيبوكسي). لا ينبغي استخدام طلاء غبار الزنك!
- **التدفق الموصى به أثناء اللحام Recommended flux during brazing:** النوع FH21 وفقًا للمعيار EN1045 (معجون لحام عالمي؛ درجة حرارة العمل من 750 درجة مئوية إلى 1100 درجة مئوية، غير قابل للتآكل)
- يمكن تطبيق معجون التدفق المجهز مسبقًا على الأسطح الداخلية للمفصل؛ تنطبق هذه الطريقة بشكل خاص على مفاصل المعادن الأم المختلفة.
- بعض مواد حشو النحاس مطلية بالتدفق.

أساسيات لحام النحاس

سلوك التدفق (Flux)

التدفق المطبق حديثًا (درجة حرارة الغرفة)

تبخر الماء (حوالي 100 درجة مئوية)

يجف المعجون ويتمدد بسبب تبخر الماء المختلط كيميائيًا (حوالي 350 درجة مئوية)

مثال BrazeTech - لصق النحاس

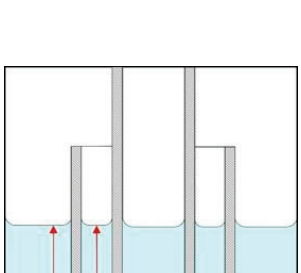
يذوب التدفق بشكل واضح، والمصهر شفاف (حوالي 550 درجة مئوية)

© Umicore

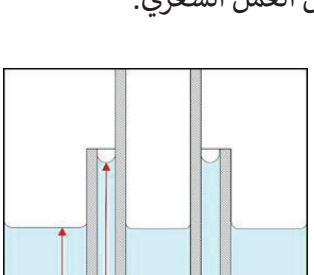
أساسيات اللحام

عمل شعري

في عملية اللحام، يتم امتصاص طبقة رقيقة من معدن الحشو داخل المفاصل عن طريق الحركة الشعرية. كلما كانت الفجوة أكبر، قل العمل الشعري.



لا توجد حركة شعرية عند الفجوة الواسعة: مستوى السائل داخل الأنبوب الضيق = المستوى الخارجي

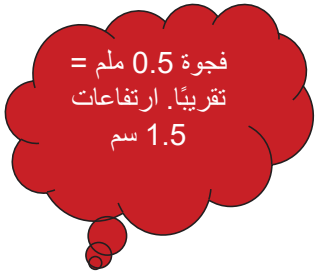


التأثير الشعري ساري المفعول عند الفجوة الضيقة: مستوى السائل داخل الأنبوب الضيق> المستوى خارج الأنبوب

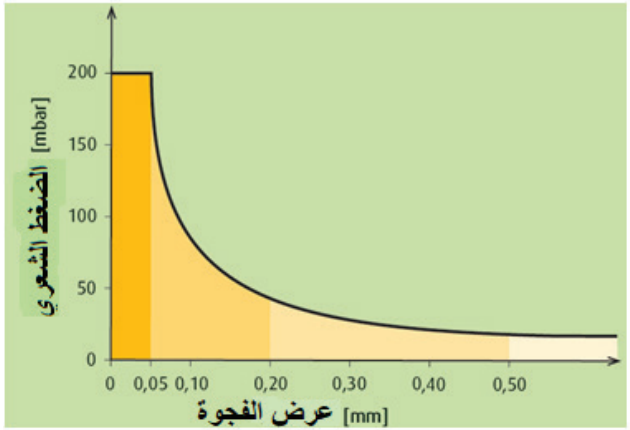
© HEAT GmbH

أساسيات اللحام

القوى الشعرية: أقصى فجوات يمكن تحقيقها



اللحام الشعري مناسب
للفجوات ذات عرض أقل من
أو يساوي 0.5 ملم فقط



© أوميكور

مع وجود فجوة متوازية تبلغ 0.1 مم، يكون الضغط الشعري تقريبًا. 100 ملي بار (10 كيلو باسكال).

يتوافق هذا مع ارتفاع معدن الحشو بمقدار 10 سم (كثافة معدن الحشو = 10 جم/سم^3).

تم تأكيد ارتفاعات الارتفاع المحسوبة في الاختبارات العملية (Info by Umicore)

أساسيات لحام

مواد الحشو

© PERKEO GmbH

- مادة حشو النحاس (تسمى أحيانًا سبيكة لصق أو سبيكة لحام) هي المعدن الذي يتم صهره لملء الفراغات بين أسطح المكونات المراد ربطها وتشكل رابطة عندما تبرد. يتكون من معادن مختلفة لإنشاء خصائص وخصائص معينة. هذه الخصائص هي على سبيل المثال درجة الحرارة التي يذوب عندها، وسلوك التدفق والقوة الميكانيكية للاتصال.
- يمكن استخدام عملية اللحام مع قضبان الفوسفور النحاسية أو قضبان الفضة سابقة التدفق أو قضبان الفضة غير المصهورة مع تدفق خارجي.
- خاصة أن محتوى الفضة له تأثير حاسم على أهم الخصائص، مثل درجة حرارة المعالجة، وخصائص تدفق مادة حشو اللحام بالنحاس، والقوة الميكانيكية والوقت اللازم لعملية اللحام بالنحاس. عادة ما يشير المحتوى الفضي الأعلى إلى خصائص أكثر ملاءمة.

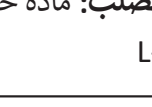
أساسيات اللحام

اختيار مادة الحشو المناسبة

يعتمد اختيار مادة الحشو على المواد المراد توصيلها.

يرجى ملاحظة أنه بالنسبة للتوصيلات النحاسية، فإن الفضة ليست ضرورية في مادة الحشو. المواد الخالية من الفضة أرخص بشكل عام:

- **وصلات النحاس/النحاس:** مادة حشو اللحام بدون محتوى فضي، على سبيل المثال لحام النحاس والفوسفور (CP 203) L-CuP6
- **وصلات النحاس/النحاس:** مادة حشو اللحام ذات محتوى منخفض من الفضة، على سبيل المثال لحام النحاس والفضة والفوسفور L-Ag5P, (CP 105) L-Ag2P
- **النحاس/النحاس:** مادة حشو اللحام ذات محتوى عالي من الفضة، على سبيل المثال L-Ag45Sn
- **النحاس/الصلب:** مادة حشو اللحام تحتوي على نسبة عالية من الفضة، على سبيل المثال L-Ag45Sn

	كلما زاد محتوى الفضة، زادت مقاومة التطبيقات في درجات الحرارة المتوسطة المنخفضة وانخفضت درجة حرارة العمل (WT)

أساسيات اللحام

مواد حشو مناسبة لتطبيقات النحاس

يعتمد اختيار مادة الحشو على نطاق درجة الحرارة الذي سيتم تشغيل التطبيق فيه، كما هو موضح في الجدول:

درجة حرارة تطبيق RACHP	محتوى الفضة	مواصفات	درجة حرارة العمل
≤ -20 درجة مئوية	%0	L-CuP6	730 درجة مئوية
≤ -20 درجة مئوية	%2	L-Ag2P	710 درجة مئوية
≤ -40 درجة مئوية	%5	L-Ag5P	700 درجة مئوية
≤ -70 درجة مئوية	%15	L-Ag15P	670 درجة مئوية
≤ -200 درجة مئوية	≤ %34	L-Ag34 (45) Sn	630 درجة مئوية إلى 730 درجة مئوية

لا تستخدم مواد حشو تعتمد على القصدير أو الرصاص. إنها غير مناسبة للاستخدام مع المواد الغذائية في أجهزة التبريد!

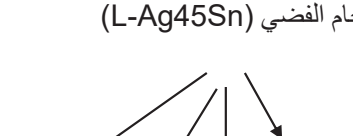
الرصاص يشكل خطرا على صحة الإنسان.

أساسيات اللحام

درجات حرارة العمل لمواد حشو النحاس

يُطلق على القضيب الذي يربط معدن الحشو بالمعادن الأساسية أيضًا اسم لحام بواسطة (قضيب لحام).

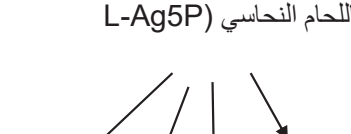
لحام باللحام الفضي (L-Ag45Sn)



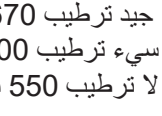
© HEAT GmbH

الاول = جداً جيد ترطيب 730 درجة مئوية
الثاني = جيد ترطيب 670 درجة مئوية
الثالث= سيء ترطيب 600 درجة مئوية
الرابع= لا ترطيب 550 درجة مئوية

لحام باللحام النحاسي (L-Ag5P)



الاول = جداً جيد ترطيب 815 درجة مئوية
الثاني = جيد ترطيب 710 درجة مئوية
الثالث= سيء ترطيب 650 درجة مئوية
الرابع= لا ترطيب 600 درجة مئوية

إن استخدام اللحام النحاسي بدرجات حرارة عمل مرتفعة جدًا سيؤدي إلى حدوث شقوق هشة!	

أساسيات اللحام

مواد حشو الفوسفور النحاسي

© SAXONIA

© Dennis Huehren

اتصالات النحاس مع النحاس:

- لحام نحاسي ذو محتوى فضي منخفض مثل P2L-Ag أو P5L-Ag.
- يتم تحقيق عملية التدفق(Flux) عن طريق تكوين ميتافوسفات النحاس.

أساسيات
لحام النحاس مع النحاس أو النحاس مع الفولاذ

© Dennis Huehren

وصلة من النحاس مع النحاس (غير نظيفة)

© SAXONIA

مطلي بتدفق اللحام الفضي

لحام نحاسي فضي
غير مطلي

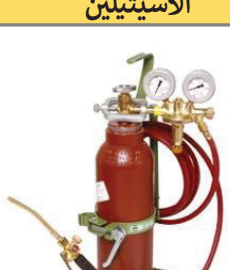
© SAXONIA

تدفق

النحاس مع النحاس أو النحاس مع وصلات الفولاذ:

- لحام نحاسي يحتوي على نسبة عالية من الفضة مثل .L-Ag45Sn
- يجب إضافة التدفق.

معدات ومكونات اللحام

الأكسجين البروبان	الأسيتيلين	الأكسجين الأسيتيلين
 © PERKEO		
لتوصيل الأنابيب الصغيرة بقطر يصل إلى 28 مم	لتوصيل الأنابيب الصغيرة بقطر يصل إلى 28 مم؛ أكثر صعوبة في الاستخدام بسبب حجم اللهب الأكبر.	للحام واللحام القوس الغازي بجميع الاقطار
مناسبة للاستخدام في الخدمة الميدانية	مناسبة للاستخدام في الخدمة الميدانية	للاستخدام في ورشة العمل وموقع البناء
ضغط العمل: الأكسجين: 2.5 بار البروبان: ~ 1.5 بار	ضغط العمل: الأسيتيلين: ~ 0,5 بار	ضغط العمل: الأكسجين: 2.5 بار الأسيتيلين: 0.25 – 0.5 بار

معدات ومكونات اللحام

مشعل الحاقن او منفذ اللهب The injector torch

- باستخدام مشعل الحاقن، يمتص الأكسجين عند الضغط العالي (2 - 2.5 بار) غاز الوقود عند الضغط المنخفض (0.5 - 0.7 بار).
- يعمل مبدأ الحاقن مع الأبخرة والسوائل بجميع أنواعها، وهو موجود بشكل متكرر في الهندسة الميكانيكية.

المشعل مع شرارة الصوان

مشعل لحام

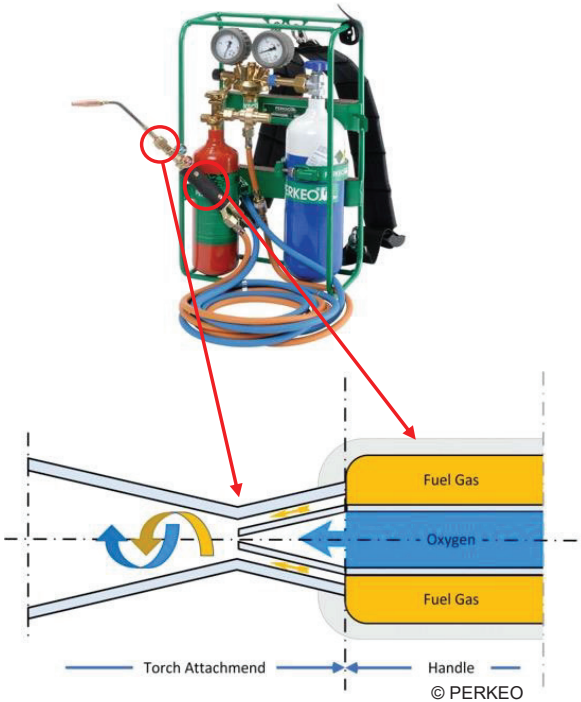
ملحقات مشعل اللحام بأحجام مختلفة

© ITE Tools

معدات ومكونات اللحام

مشعل الحاقن او منفذ اللهب The injector torch

- الحاقن يتألف من أنبوب يحتوي على تضييق.
- في منتصف الأنبوب قبل التضييق، يتفتح أنبوب آخر أنحف. يتدفق الأكسجين من هذا الأنبوب بضغط عالٍ.
- وهذا يخلق تأثير الشفط ويتم امتصاص الغاز من الأنبوب الخارجي.
- في الامتداد الموجود خلف التضييق، يختلط كلا الغازين ويتم إشعالهما عند مخرج الفوهة.



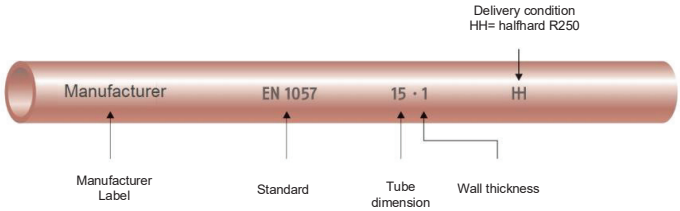
التلحيم مع قطع التوصيل

يتم توصيل الأنابيب من خلال قطع التوصيل ويجب توصيل هذه القطع بالأنابيب من خلال اللحام بالنحاس في جميع نقاط الاتصال.

ملحوظة: بالنسبة لقطع التوصيل التي يصل قطرها الخارجي إلى 54 مم:

- فجوة متساوية العرض (فجوة اللحام/اللحيم) بين المكونات
- الحد الأدنى للفجوة: 0.02 ملم
- الحد الأقصى للفجوة: 0.5 ملم. في الفجوات الأعلى، فإن العمل الشعري ليس قويا بما فيه الكفاية. يختلف اختيار مادة الحشو.
- كلما كانت الفجوة أضيق، زادت ضغط ملء الشعيرة
- لتحقيق أفضل النتائج، يجب أن تكون الفجوة ضيقة ومتساوية. أسهل طريقة لتحقيق ذلك هي باستخدام مواد موحدة حيث يتأكدون من تنسيق التسامح البعدي:
- المصنعون الذين ينتجون الأنابيب والتجهيزات الخاصة بهم وفقًا للمعايير، يقومون بتسمية منتجاتهم بعلامة الشركة المصنعة وعلامة الجودة.

© HEAT GmbH



© Conex - Bänninger

التلحيم مع قطع التوصيل

تحقق التركيبات النحاسية الصناعية أفضل النتائج في مشاريع RACHP مع مقاومة الضغط والموثوقية المطلوبة.

يجب أن تتم وصلات اللحام لأنابيب نقل غاز التبريد للاستخدام مع غازات التبريد القابلة للاشتعال باستخدام التركيبات النحاسية فقط.

التلحيم بدون قطع التوصيل

أدوات التطريق والتوسيع

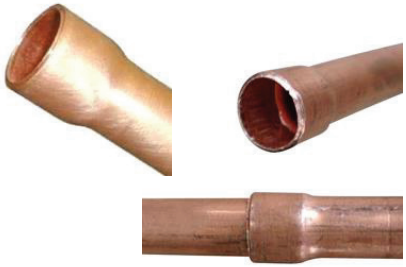
- بالإضافة إلى اللحام باستخدام قطع الوصل، هناك أيضًا حالتان يمكن فيهما لحام الأنابيب بدون قطع وصل
- الدقة المطلوبة (فجوة ≤ 0.5 مم اللحام الشعري)
- مناسب لبناء اتصال من أنابيب بنفس الحجم عن طريق جعل أحد الجانبين أكبر.
- ربما يكون التطريق أقل دقة من التوسيع (يعتمد على الأدوات)
- أدوات التطريق أقل تكلفة من أدوات التوسيع
- بشكل عام، خطوات تحضير أنبوب النحاس هي نفسها

© ITE Tools

التلحيم بدون قطع التوصيل

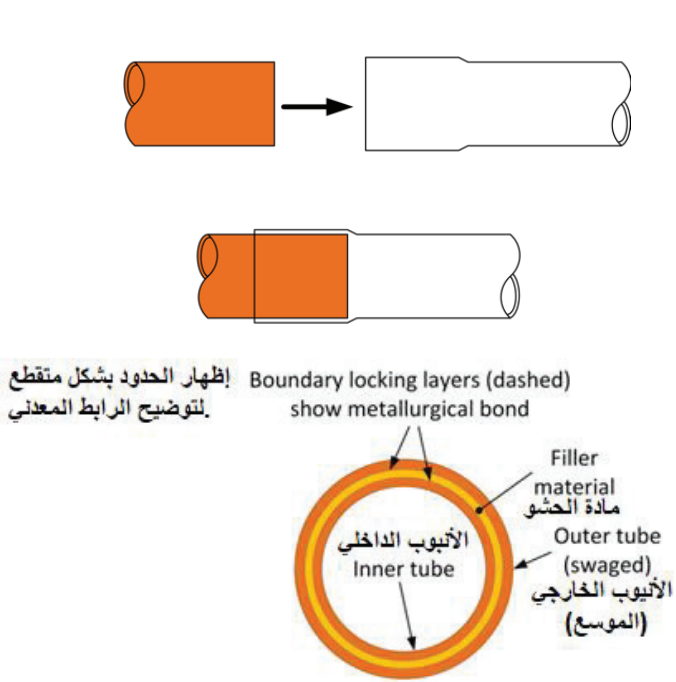
عملية التطريق والتوسيع

- ضع الأنبوب في فتحة الحجم الصحيح لملزمة التفليج.
- وضع الأنبوب أعلى بحجم يساوي القطر الخارجي + 3 ملم.
  على سبيل المثال، سيحتاج الأنبوب 6 مم إلى بروز 9 مم
- قم بربط صواميل جناح ملزمة التفليج
- اختر أداة توسيع ذات حجم مناسب، ثم ضع عليها طبقة رقيقة من الزيت
- قم بتركيب أداة التوسيع على المشبك وقم بتركيب هذا التجميع على مازمة التفليج أعلى الأنبوب مباشرةً
- تطبيق القوة على المشبك/التوسيع بعناية
- قم بتفكيك التجميعات المذكورة أعلاه وإزالة الأنبوب الموسع حسب الأصول من ملزمة التفليج
- يعمل تطبيق أداة التوسيع أيضًا بدون ملزمة تفليج
- بعد تحضير الاتصال، نظف الأنبوب، ازل الحواف الزائدة المتبقية، وأعد الأنبوب لعملية اللحام.



© Vulkan Lokring

اللحام بدون قطع توصيل
التمديد والتوسيع



© HEAT GmbH

لحام بدون قطع توصيل

أدوات استخراج الفواصل ذات الشكل " T"والفروع المائلة.

- الدقة المطلوبة (فجوة ≤ 0.5 مم اللحام الشعري) كالمعتاد
- الأدوات المستخدمة: النازع؛ كماشة كام وحفار على شكل حرف T
- جيد لبناء الفروع من رؤوس الشفط أو الخطوط السائلة
- يتطلب استخراج الفروع من الأنابيب النحاسية إجراءات عمل دقيقة
- أدوات الاستخراج حساسة وتتطلب العناية بالصيانة ومكلفة
- بشكل عام، خطوات تحضير أنبوب النحاس هي نفسها

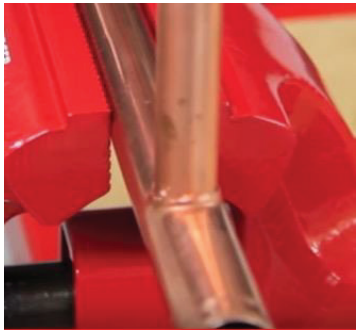
© ITE Tools

لا يُسمح بهذه التوصيلات لتركيبات RACHP التي تستخدم غازات تبريد القابلة للاشتعال.

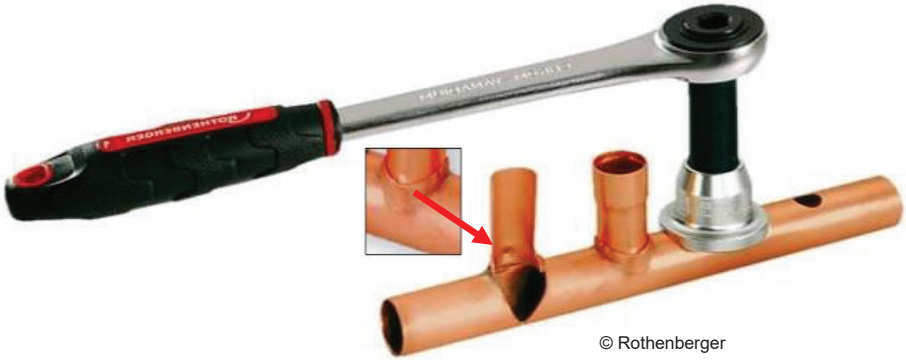
كما لا يسمح لهم باستخدام أنابيب غاز البترول المسال ومنشآت زيت التدفئة وأنابيب الغاز.

اللحام بدون قطع توصيل -

عملية استخراج الفواصل ذات الشكل "" Tوالفروع المائلة



- في حالة الفروع المصنوعة يدويًا، يتم أولاً حفر ثقب في الأنبوب الرأسي ثم يتم تصنيع القطعة T أو الفرع المائل بأدوات استخراج خاصة.
- يتم تشكيل علامتي التثبيت (اثنتين) لتجنب وصول الأنبوب إلى منطقة التدفق للأنبوب الرئيسي
- في هذا المفصل المستخرج، يتم إدخال أنبوب المخرج المتفرع ثم يتم لحامه في النهاية. يجب أن يكون قطر أنبوب المخرج دائمًا أصغر من حجم الرأس.



© Rothenberger

متطلبات عملية اللحام

مسائل السلامة

متطلبات السلامة الأساسية أثناء أعمال اللحام:

- الوقاية من الحوادث
- سلامة الموقع
- سلامة المعدات والأدوات
- احتياطات الحريق وإجراءات الإنذار
- تصريح للعمل الساخن (إذا لزم الأمر)

متطلبات عملية اللحام

تحديات اللحام

انتبه : قد تبدو المفاصل الملحومة بشكل سيئ مشابهة للمفاصل الملحومة بشكل جيد، ولكن يمكن أن تكون **ذات قوة منخفضة جدًا** .

- قد يكون المعدن المستخدم لربط الجزأين مختلفًا في اللون عن الأجزاء التي يتم ربطها. هذا يمكن أن يمثل مشكلة.
- قد يلزم فحص التأثيرات طويلة المدى للمعادن المتباينة التي تكون على اتصال دائم لتطبيقات خاصة.

مادة الحشو "المغلي".

© Dennis Huehren

يشار إلى اتصال مشترك محموما بواسطة فقاعات صغيرة

© Dennis Huehren

لم يتم اختراق معدن الحشو بالكامل

متطلبات عملية اللحام

تحديات اللحام

تنبيه: قلة الكفاءات ونقص المواد الكافية عمومًا تشكل تحديًا لوظائف وإحكام المعدات وتشكل مخاطر على العمال والجمهور والبيئة.

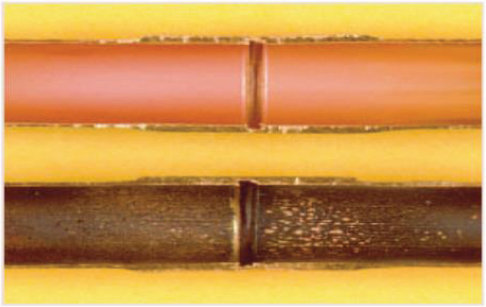
© HEAT GmbH

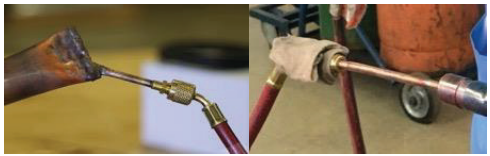
© HEAT GmbH

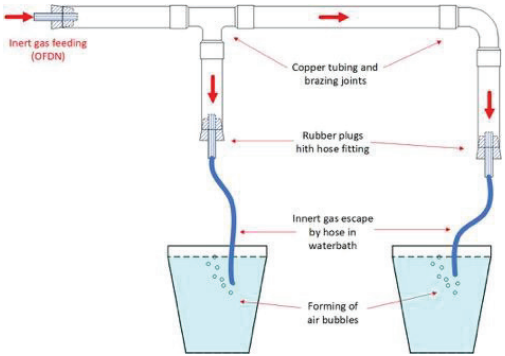
متطلبات عملية اللحام

التحضير العام للحام

- تجميع جميع المواد اللازمة للتلحيم. يتضمن ذلك الأجزاء، والشعلة، وOFDN، والتدفق، واللحام، والتركيبات، وأدوات المناولة، ومعدات السلامة.
- قم بتنظيف الأجزاء لإزالة أي زيت أو صدأ أو ملوثات أخرى. استخدم فرشاة سلكية إذا لزم الأمر لإزالة أي صدأ.
- قم بتجميع الأجزاء وتثبيتها في مكانها - يجب أن تكون الأجزاء مستقرة للحصول على خط لحام جيد.
- يجب أن يكون الطوب الخزفي، ومقابض تثبيت، والكماشة، والمشابك متاحة في موقع اللحام للتوصيلات.







© HEAT GmbH

متطلبات عملية اللحام

اللحام مع النيتروجين

- يجب أن تكون دورة التبريد نظيفة وجافة ومغلقة بإحكام.
- الرطوبة والصوفان في دورة التبريد تؤدي إلى التلف في الضاغط وفشل عام في النظام.
- التفاعل مع الزيت والصوفان والرطوبة ودرجات الحرارة المرتفعة سوف يسبب تكوين أحماض قوية.
- استخدام النيتروجين الخالي من الأكسجين والنيتروجين الجاف (OFDN) في عملية اللحام بالغاز الخامل بمعدل تدفق منخفض جدًا (فقط لإزاحة الأكسجين)!
- يتم وصف استخدام النيتروجين من قبل جميع الشركات المصنعة للضواغط والشركات المصنعة لمعدات RACHP.
- يعد Tinder ضارًا عند تفاعله مع الزيت وسيؤدي إلى سد المرشحات والصمامات.
- استخدم نقاء OFD 99.99 (الغاز التقني 4.0)
- يعد استخدام النيتروجين معيارًا فنيًا معتمدًا في جميع مجالات تركيب وصيانة أجهزة التبريد وتكييف الهواء

متطلبات عملية اللحام

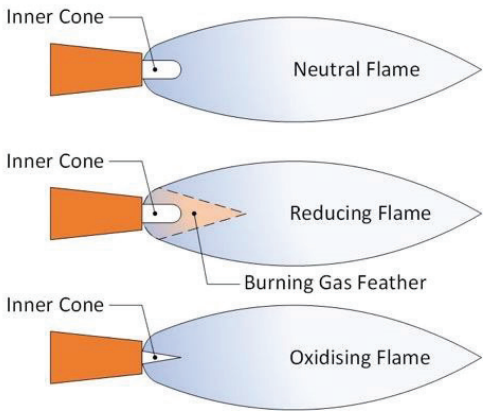
تشغيل وضبط لهب الشعلة:

© PERKEO GmbH

- يمكن للولاعات المصنوعة من حجر الصوان إشعال الشعلة بأمان دون لهب مفتوح. ولذلك يجب استخدامها دائمًا بدلاً من ولاعات السجائر التجارية (محظورة). عند إشعال اللهب، لا ينبغي وضع أي أشياء أو مواد قابلة للاشتعال في مكان قريب، ويجب تهوية الغرفة. يجب أن يتم وضع علامة واضحة على قسم اللحام وتقسيمه.
- لبدء تشغيل شعلة لحام باستخدام الأسيتيلين كوقود غاز، افتح أولاً صمام الأكسجين قليلًا ثم صمام الأسيتيلين. الآن تقوم بإشعال خليط الغاز عند الفوهة وتنظيم لهب اللحام بالصمامات. إذا تم إشعال الأسيتيلين أولاً دون إمداد بالأكسجين، فقد يؤدي اللهب السخامي القوي إلى إضعاف شعلة اللحام. عند الإطفاء، يتم إغلاق صمام الأسيتيلين أولاً.
- في حالة استخدام غاز البترول المسال (البروبان)، يتم فتح صمام غاز الوقود فقط ثم يتم إشعاله. يتم إضافة الأكسجين فقط بعد ذلك.
- يتم التحكم في حجم اللهب بشكل أفضل باستخدام الفوهات (الأطراف) ذات الأحجام المختلفة بدلاً من صمام غاز الوقود.

متطلبات عملية اللحام

أنواع اللهب في لحام الأوكسي أسيتيلين وغاز البترول المسال



© HEAT GmbH

- لهب محايد (3200 درجة مئوية)
  يتم خلط الأسيتيلين (C2H2)والأكسجين بنسبة 50/50 ويتم حرقهما في الجزء العلوي من شعلة اللحام.
  يعطي المخروط الداخلي ثلثي الحرارة بينما يوفر الغلاف الخارجي ثلثي الطاقة.

- خفض اللهب (3000 درجة مئوية)
  يتم استخدام كمية زائدة من الأسيتيلين، مما يعطي لهبًا مخفضًا. احتراق الأسيتيلين غير كامل (مخضر) بين المخروط الداخلي والغلاف الخارجي. جيد لسبائك الألومنيوم والفولاذ عالي الكربون.

- لهب مؤكسد (3400 درجة مئوية)
  يتم استخدام كمية زائدة من O2، مما يعطي لهبًا مؤكسدًا. جيد للحام القوس بالنحاس.

متطلبات عملية اللحام

إطفاء لهب الشعلة على وحدة التلحيم:

بالنسبة للأسيتيلين، عند الإطفاء، يتم إغلاق صمام الأسيتيلين أولاً.
إذا تم استخدام غاز البترول المسال (البروبان)، فسيتم أيضًا إيقاف الأكسجين أولاً أثناء إطفاء اللهب.

- بالنسبة لوصلات اللحام الموضوعة بشكل عمودي فوق بعضها البعض، يتم إجراء اللحام من الأسفل إلى الأعلى.
- عند التلحيم لأقطار الأنابيب الكبيرة، يتم سحب خط اللحام حول القطر ويتم ذوبان مادة الحشو في المناطق.
- ويجب الحرص على عدم احتجاز الجزيئات الأجنبية أثناء عملية اللحام. إذا كان ذلك ممكنًا، بعد عملية اللحام بالنحاس، يجب مسح المقاطع الملحومة (ويتم تفجير الجزيئات المحتبسة) باستخدام OFDN.
- يتم الحفاظ على تدفق OFDN حتى يتم تبريد قطعة العمل

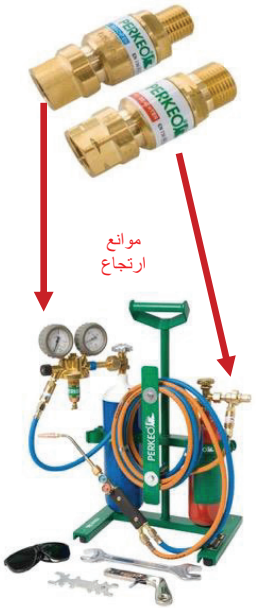
متطلبات عملية اللحام

شعلة الأسيتيلين "فرقعة" -1-

- يحدث في بعض الأحيان أن شعلة أكسجين الأسيتيلين تنطفئ فجأة مع "ضجة" عالية وتشتعل مرة أخرى على قطعة العمل الساخنة وتستمر في الاحتراق بشكل طبيعي. وهذا ما يسمى ارتداد لهب شعلة الأسيتيلين أو "فرقعة".
- "الفرقعة" هي نتيجة لسرعة اللهب العالية وانخفاض درجة حرارة الاشتعال للأسيتيلين. يمكن أن تكون الأسباب ظروف تدفق غير صحيحة في مرفق الشعلة، أو فتحة ملحقة الشعلة مسدودة، أو ضغط الأسيتيلين المنخفض للغاية.
- العلاج هو تبريد ملحق الشعلة (في الماء)، أو تنظيف فتحة ملحق الشعلة بإبرة الفوهة المناسبة أو زيادة ضغط الأسيتيلين.
- في حالة حدوث حريق في أسطوانة الأسيتيلين، تكون خطوات الطوارئ ضرورية (بما في ذلك مشاركة إدارة الإطفاء)

© EIGA

متطلبات عملية اللحام
شعلة الأسيتيلين "فرقعة" -2-

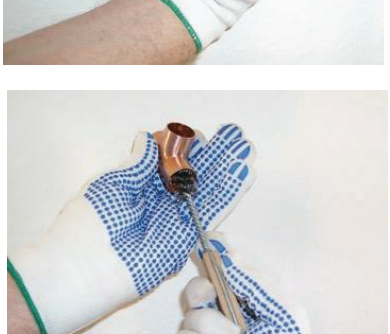


© PERKEO

- إنه أمر خطير عندما "يومض" اللهب مرة أخرى في الشعلة ويستمر في الاشتعال مع إصدار صوت صفير في أنبوب خلط الشعلة.
- يؤدي هذا إلى تحرير طاقة اللهب الأساسي، والتي يتم فقدها بعد ذلك أثناء عملية اللحام، ولكنها تعمل على تسخين المقبض حتى يتركه الفني يسقط.
- من أجل تجنب الحوادث الخطيرة الناجمة عن حوادث الارتجاع، يُنصح باستخدام موانع الارتجاع المتوافقة مع معدات اللحام.

إذا حدث ارتجاع في أحد التطبيقات، فقد تصبح التأثيرات خطيرة جدًا!
انفجار المقابض والخراطيم، أو نشوب حريق في مخفض الضغط، أو في أسوأ الأحوال انفجار أسطوانة الغاز المضغوط أو خزان الغاز.

لحام المفصل
الخطوة 1 - التنظيف



© HEAT GmbH

يجب إزالة طبقات الأكسيد والمواد الغريبة مثل الصدأ والقشور من وصلة اللحام إما ميكانيكيًا أو كيميائيًا.

أدوات:

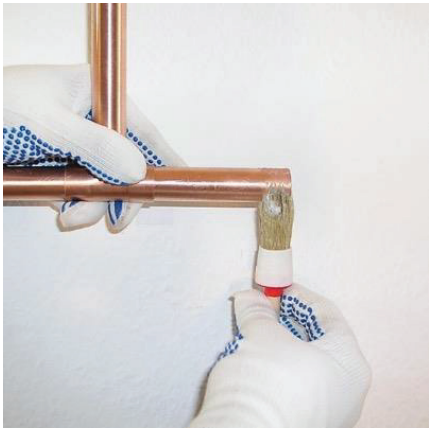
- مع التلوث القوي، قم بالتنظيف بقطعة قماش
- وسادة تنظيف خالية من المعدن
- فرشاة معدنية

يمكن مسح الطبقات السميكة من الشحوم أو الزيوت أو إزالتها باستخدام المذيبات (مثل الأسيتون) للمكونات الحساسة.

المكونات المصقولة لا تتطلب أي تنظيف.

سيتم إذابة أي أكسيد متبقي بواسطة التدفق.

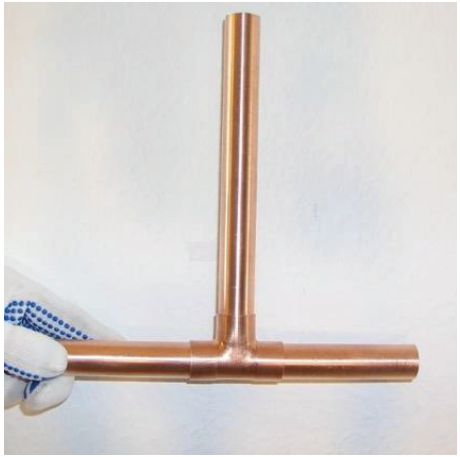
لحام المفصل
الخطوة 2 - تطبيق التدفق



© HEAT GmbH

- قرار استخدام مادة الفلكس (المنظف) عند اللحام (النحاس إلى النحاس بدون تدفق...)
- يتم تطبيق معجون التدفق على قطعة العمل الباردة باستخدام فرشاة أو أي أداة مناسبة أخرى.
- يتم تطبيق التدفق باستخدام قضيب مادة الحشو المطلي (لحام الفضة)
- معظم التدفقات تسبب تآكلًا طفيفًا ويجب تجنب ملامسة الجلد، خاصة مع الجروح.

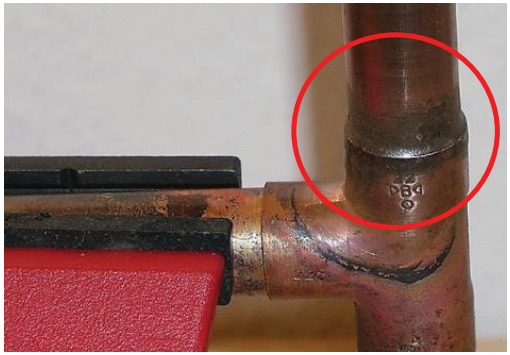
	قم دائمًا بارتداء معدات الحماية الشخصية المناسبة (PPE) وفقًا لما أوصت به الشركة المصنعة! راقب بشكل عام أحكام MSDS!



لحام المفصل

الخطوة 3 – تثبيت قطعة العمل للحام

- يجب تثبيت الأجزاء التي سيتم لحامها في الموضع الصحيح حتى يتم تماسك معدن اللحام.
- يجب ضبط فجوة لحام ضيقة تتراوح بين 0.05 مم و 0.2 مم كلما أمكن ذلك.
- "ضمان تدفق OFDNللتلحيم بالغاز الخامل"

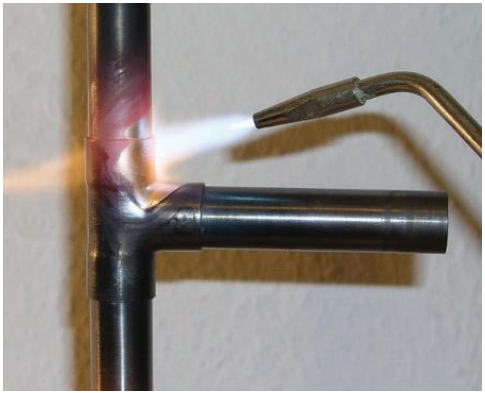


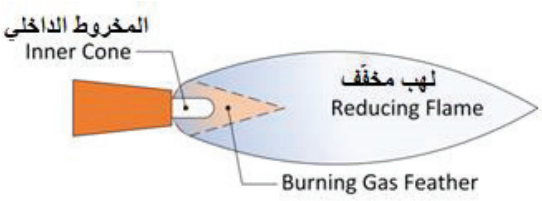
© HEAT GmbH

لحام المفصل

الخطوة 4 - تسخين وصلة اللحام بالتساوي

- يجب أن ينخفض اللهب قليلًا – مما يعني انخفاض إمدادات الأكسجين.
- يجب تسخين الفجوة باللحام بشكل متساوٍ على مدى درجة حرارة اللحام بحيث يمكن لمعدن حشو اللحام ملء الفجوة.
- وضع اللهب (الفرشاة اللهبية) فوق سطح الجزء وتجنب السخونة الزائدة:
- يجب أن يتم الوصول إلى درجة حرارة التلحيم على الجزء في غضون 3 دقائق كحد أقصى لمعدن التلحيم المختار.
- يجب ألا يلمس المخروط الداخلي للهب قطعة العمل - فقط المنطقة الخارجية.

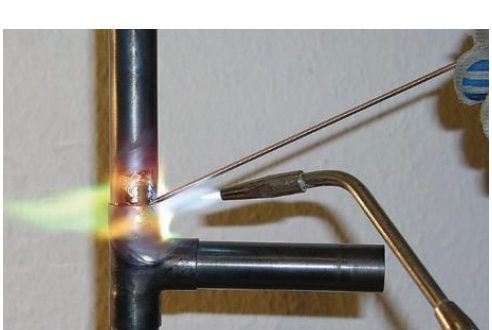




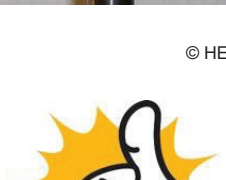
© HEAT GmbH

لحام المفصل
الخطوة 5 – وضع معدن حشو اللحام

- يمكن وضع معدن حشو اللحام على فجوة اللحام عندما يتم ذوبان التدفق إلى طبقة شفافة متساوية وعندما يتم الوصول إلى درجة حرارة التلحيم.
- أضف مادة حشو كافية لضمان خط ربط جيد.
- لا تضع اللهب مباشرة على القضيب، دع درجة حرارة الأجزاء تذوب مادة الحشو
- يملأ معدن حشو اللحام الفجوات الضيقة ويرتفع للأعلى ضد قوة الجاذبية.
- تجنب ارتفاع درجة الحرارة. قد يؤدي ذلك إلى إتلاف معدن حشو اللحام وقطعة العمل.
- يجب تصريف أبخرة المادة المنظفة (الفلكس):



© HEAT GmbH

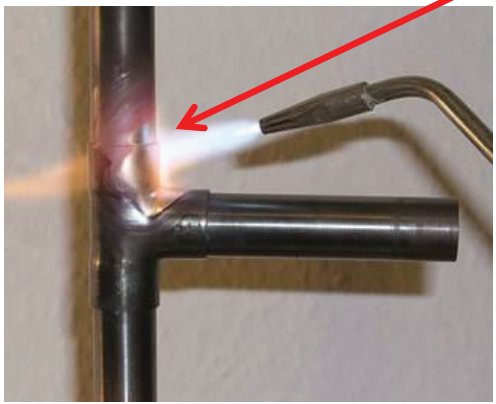


القاعدة الأساسية لكمية مادة الحشو:
3 × أنبوب القطر الخارجي

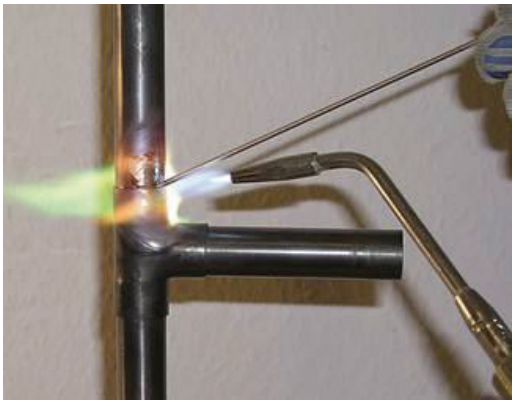
لحام المفصل

الخطوة 5: تسخين مادة الحشو / مستويات الحرارة:

أحمر كرزي = بين 700 و800 درجة مئوية!
مناسب لـ P5L-Ag (لحام النحاس)



عند درجة حرارة أعلى قليلاً (> 700 درجة مئوية)، يبدأ لحام النحاس في الذوبان، ويمكن رؤيته باللون الأحمر الكرزي.



يبدأ الفوسفور في الذوبان عند درجة حرارة العمل المنخفضة (مرئي باللهب الأخضر)، ويعمل كتدفق.

© HEAT GmbH

لحام المفصل
الخطوة 6 - التبريد

© HEAT GmbH

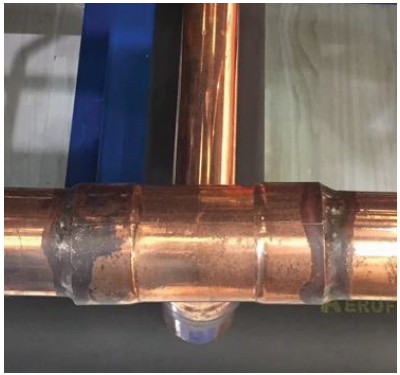
- عندما يملأ معدن التلحيم الفجوة المستخدمة في التلحيم، يجب ترك القطعة العاملة لتبرد عند المثبت (في الهواء المفتوح) حتى يتجمد معدن التلحيم.
- يتم الحفاظ على تدفق OFDN حتى يتم تبريد قطعة العمل.
- يمكن إزالة المكون من التركيب بعد ذلك.

لحام المفصل
الخطوة 7 - إزالة بقايا التدفق

- يجب إزالة بقايا التدفق المسببة للتآكل بعد اللحام.
- قدر الإمكان، قم بإزالة التدفق المتبقي بالماء أو ميكانيكيًا، على سبيل المثال باستخدام فرشاة سلكية.
- قد تؤدي بقايا التدفق إلى التآكل
- تبدو الوصلات الملحومة بشكل صحيح ناعمة ونظيفة ولا تتطلب أي إعادة صياغة.
- لن يلتصق الطلاء بالمناطق المغطاة بالتدفق.

بفعل
الأكسدة

© HEAT GmbH



أنيق والكمال

لحام النحاس :ما يجب وما لا يجب فعله

- ✓ قبل أي نشاط لحام، تحقق من المعدات بحثًا عن الأضرار.
- ✓ استخدام أنابيب نظيفة، وإزالة نتوءات
- ✓ قم دائمًا بالتطهير بالنيتروجين عند لحام النحاس.
- ✓ قم بحماية صمامات الخدمة بقطع قماش مبللة أو بمواد خافضة للحرارة.
- ✓ استخدم فقط الحشوات الموصى بها لمختلف المفاصل.
- ✓ الحفاظ على الحد الأدنى من الفجوة بين المفاصل.

- ✗ لا تتعامل مطلقًا مع معدات اللحام ذات الأضرار الواضحة (الخراطيم والأدوات).
- ✗ لا تقم بلحام النحاس على مسافة قصيرة من الغاز القابل للاشتعال أو خراطيم نقل الأكسجين أو غيرها من المواد القابلة للاشتعال.
- ✗ لا تستخدم أسطح المعدن غير النظيفة لتشكيل الوصلة:
- ✗ لا تسخن وصلة اللحام بشكل زائد.
- ✗ لا تدع التدفق أو الماء يخترق جدران الأنابيب الداخلية.
- ✗ لا تترك الأنابيب غير المستخدمة/غير المكتملة مفتوحة للجو (أغلقها بالمقابس المناسبة).

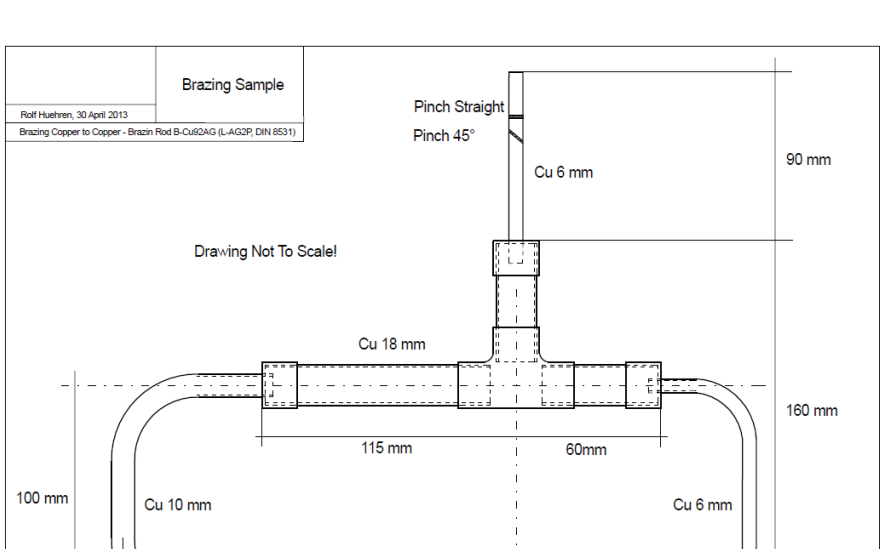
النقاط الرئيسية

- ✓ تعتبر تقنيات ربط الأنابيب الميكانيكية، بما في ذلك لحام النحاس، سهلة إذا كانت المهارات الحرفية الأساسية معروفة وتم الحصول على المعرفة المطلوبة
- ✓ استخدم دائمًا الأدوات والمواد المناسبة لأنواع مختلفة من التقنيات
- ✓ حافظ دائمًا على معايير الصحة والسلامة المهنية في جميع مجالات العمل
- ✓ احصل على MSDS للمواد والمواد شائعة الاستخدام المتاحة
- ✓ التعرف على المزايا الرئيسية لأساليب الانضمام المحددة لمهمة العمل المحددة
- ✓ فقط الخبرة العملية المستمرة في العمل ستؤدي إلى نتائج جيدة

شهادة كفاءة باللحام

- تصف اللائحة الدولية ISO 13585-2012 (التي تحل محل EN 13133-2000) المتطلبات الأساسية لتأهيل اللحام بالنحاس الأصفر وتسرد الشروط والأحكام ومعايير الفحص وإجراءات التفتيش ومجال التقدم للحصول على شهادة اختبار كفاءة اللحام بالنحاس الأصفر.
- تتنوع كفاءات اللحام المطلوبة بين قطاعات RAC المختلفة (مثل التبريد في السوبر ماركت أو تكييف الهواء أو الأجهزة المستقلة). ولذلك، قد تصف شركات التصنيع وشركات التركيب متطلبات تطبيقية واختبارية محددة.
- تقييم كفاءات اللحام بالنحاس بشكل خاص من حيث الأهمية حيث يتم استخدام غازات التبريد القابلة للاشتعال في الممارسات الميدانية الشائعة
- تثبيت/موقع المفاصل: قد تتطلب عملية لحام النحاس في الموقع استخدام ماكينة لحام لعمل وصلات على مقربة من الجدران، وما إلى ذلك. وقد تكون المفاصل أفقية أو رأسية. قد يواجه الوصول إلى أدوات اللحام (التورش) قيودًا مماثلة أيضًا في عمليات الإنتاج الضخم. يجب أن تكون اختبارات التأهيل مصممة لإعادة إنتاج هذه الشروط.
- يجب أن يتم إجراء اختبار التأهيل في ورشة عمل مع محاكاة القيود الموجودة في الموقع. إنها تمكن من تقييم قدرة اللحام على إجراء عمليات لحام النحاس في ورشة العمل في تقنية الربط المختارة.
- قد تشمل معايير التقييم لتقييم اللحام ما يلي: الفحص البصري ، الفحص الشعاعي، الفحص بالموجات فوق الصوتية، فحص التقشير

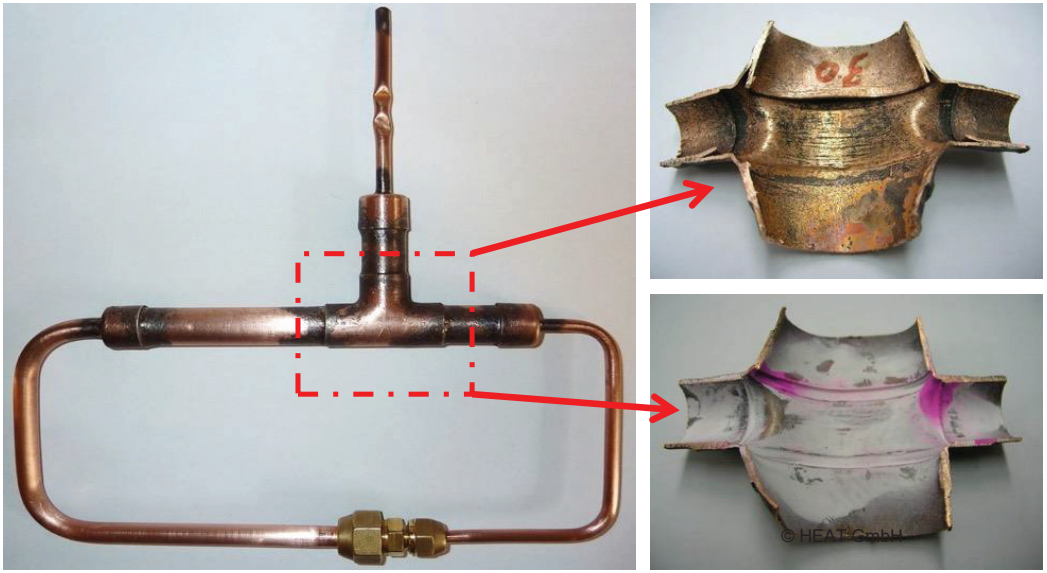
نموذج عمل عملي



© HEAT GmbH

شهادة كفاءة باللحام
اختبار التأهيل لعينة العمل العملي

- لتقييم مؤهلات لحام النحاس، يتم تحديد موضع البداية لتثبيت عينة الاختبار مسبقًا من أجل الحصول على عدد متساوٍ من وصلات اللحام في الوضع القسري مع اتجاه تدفق مادة الحشو ضد الجاذبية.



© HEAT GmbH

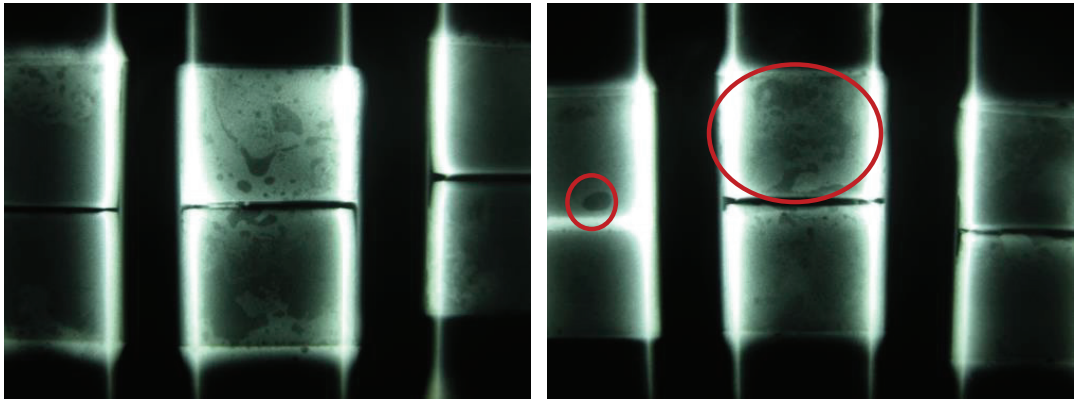
شهادة كفاءة باللحام

الفحص البصري، التفتيش بالتدمير، اختبار التقشير

© HEAT GmbH

- لم يكن اختراق التلحيم باللحام كافيًا.
- يمكن أن يؤدي هذا الفشل إلى تقليل استقرار الضغط وكذلك تقليل استقراره ضد الاهتزاز.

شهادة كفاءة باللحام
طريقة اختبار اللحام / اختبار الأشعة السينية

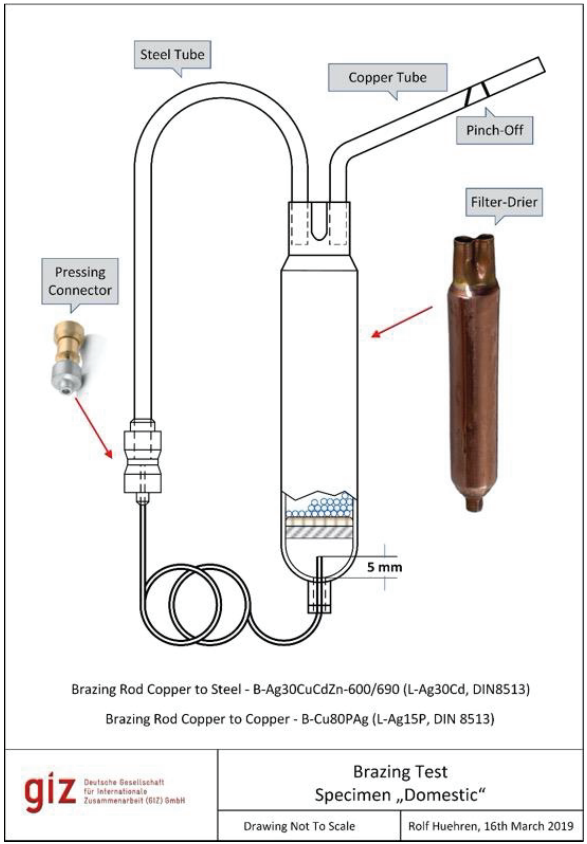


© Dennis Huehren

- اختبار الأشعة السينية يجعل اختبار الجودة ممكنًا دون تدمير القطع.
- سهولة رؤية الشوائب.
- إجراء الاختبار مكلف

شهادة كفاءة باللحام

عينة اختبار تأهيل التبريد المنزلي



© HEAT GmbH

As a federally owned enterprise, GIZ supports the German Government in achieving its objectives in the field of international cooperation for sustainable development.

Published by:
Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Registered offices
Bonn and Eschborn

GIZ Proklima

Contact:
Bernhard Siegele
E bernhard.siegele@giz.de
T +49 6196 79-1968
I www.giz.de/proklima

Author:
Rolf Hühren, HEAT GmbH, Königstein, Germany

E Rolf.huehren@heat-international.de
www.heat-international.de

Photo credits/sources:
Pictures for this module have been provided by Vulkan Lokring, Perkeo, Rothenberger, ITE tools, Conex/Bönninger and Rolf Hühren.

URL links:
Responsibility for the content of external websites linked in this publication always lies with their respective publishers. GIZ expressly dissociates itself from such content.

GIZ is responsible for the content of this publication.

Consultancy services provided by:

HEAT GmbH
www.heat-international.de

Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Registered offices
Bonn and Eschborn

Friedrich-Ebert-Allee 36 + 40
53113 Bonn, Germany
T +49 228 44 60 - 0
F +49 228 44 60 - 17 66

Dag-Hammarskjöld-Weg 1 - 5
65760 Eschborn, Germany
T +49 61 96 79 - 0
F +49 61 96 79 - 11 15

E info@giz.de
I www.giz.de

giz Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

هذا الكتاب تم إعداده من خلال برامج التدريب المُنفذة
مع وكالة التعاون الدولى الإنمائى GIZ،
وتم طباعته بدعم من برنامج الأمم المتحدة الإنمائى UNDP
من خلال مشروع خطة خفض المواد الهيدروكلوروفلوروكربونية
الذي يتم تنفيذه تحت أشراف وحدة الأوزون - جهاز شئون البيئة
ضمن مشروعات البرنامج المصري لحماية طبقة الاوزون.

لمزيد من المعلومات

وحدة الأوزون - جهاز شئون البيئة

بريد الكترونى : ozone.egypt@gmail.com

تليفون / فاكس : ٠٢ ٢٥٢٤٨٩٧٦

هاتف محمول : ٠١٢٨١٠٧١٠٦٠

وحدة الأوزون - egypt - ozone unit :

موقع وزارة البيئة : www.eeaa.gov.eg