جامعة البعث - كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية
قسم هندسة التصميم والإنتاج – السنة الثالثة

امتحان مقرر هندسة الإنتاج 3

الفصل الثاني - العام الدراسي 2023 - 2024

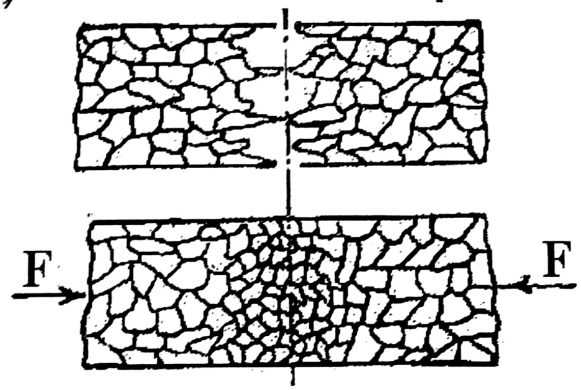
السؤال الأول (20 درجة)

1. ما إمكانية إيجاد ارتباط سطحي قطعتين من معدن لهما نفس التركيب الكيميائي وموجودتين في الحالة الصلبة. ١٥ درجات

نعلم أن الطرق الحديثة لتشغيل السطوح (التسوية والصقل) لا تستطيع أن تضمن الحصول على نعومة كافية بحيث يمكن تقريب جميع نقاط السطحين من بعضهما مسافة تساوي $A^{\circ}(5 \div 3)$ وإن أكبر دقة للتشغيل تضمن انحراف في أحرف السطوح بحدود cm $(10^{-5} \div 10^{-4})$ ولهذا السبب فإنه وعند تقريب هذه السطوح من بعضها البعض فإن الارتباط سوف يحصل في نقاط محدودة من هذه السطوح بسبب الخشونة السطحية ولا تشكل هذه النقاط سوى جزء صغير جداً من السطح الكلي، وبالتالي فإن متانة الوصلة الناتجة تكون منخفضة إذا ما قورنت بمتانة معدن الأساس، هذا إذا لم يعترض ارتباط الذرات السطحية أي عناصر معيقة لعملية الارتباط مثل الغازات والأكاسيد والزيوت وشوائب أخرى (الشكل 1.4).

بإهمال التأثير المعيق للشوائب السطحية وبفرض أننا نرغب بإيجاد ارتباط بين البلورات الحدودية لسطحي القطعتين بحيث تشمل هذه الارتباطات السطح كاملاً، فإنّه يجب تطبيق قوى ضغط F تكون كافية لإزالة البروزات الميكروية عن السطوح وإحداث مايسمى بالانفعال اللدن الموضعي الكافي لتداخل البلورات السطحية بعضها مع بعض والحصول على وصلة لحامية.

إن هذا النموذج الفيزيائي للحام يتطلب نشاطاً للسطوح المعدنية المراد لحامها، ويكون هذا النشاط ضرورياً ولاسيما عند وجود أوساخ وزيوت على السطوح تعيق عملية اللحام، ويمكن لهذه الطاقة النشطة أن تعطى للسطوح على شكل حرارة وذلك بتسخين القطع المراد لحامها وتسمى في هذه الحالة الطاقة النشطة الميكانيكية.



2. يتحد الأوكسجين مع الحديد عند لحام الخلائط الحديدية مكوناً عدة أنواع من الأكاسيد. اكتب المعادلات الكيميائية التي تتشكل بموجبها هذه الأكاسيد واذكر متى يتشكل كل منها. ١٥ درجات

يتحد الأوكسجين مع الحديد عند لحام الخلائط الحديدية مكوناً ثلاث أنواع من الأكاسيد وفق المعادلات التالية:

1 – أول أوكسيد الحديد الذي يحتوي على 22% من الأوكسجين

$$2Fe + O_2 \leftrightarrow 2FeO$$

2 – أوكسيد الحديد المغناطيسي الذي يحتوي على نسبة 27% أوكسجين

$$6FeO + O_2 \leftrightarrow 2Fe_3O_4$$

3 – أوكسيد الحديد الذي يحتوي على 30% أوكسجين

$$4Fe_3O_4 + O2 \leftrightarrow 6Fe_2O_3$$

عند تبريد حوض اللحام يترسب من المحلول أولاً أول أوكسيد الحديد، وذلك لأن قابلية انحلاله تتناقص مع انخفاض درجة الحرارة. وتؤثر سرعة تبريد المعدن في حوض اللحام على كمية أوكسيد الحديد المترسب، فعندما تكون سرعة التبريد بطيئة نسبياً يترسب أول أوكسيد الحديد كلياً في المحلول ويتوضع على حدود الحبيبات باعتباره مركب سهل الانصهار، ومن ثم مع التبريد اللاحق إلى أقل من 570 C° يتحول أول أوكسيد الحديد الحر إلى أكاسيد أعلى للحديد ($4FeO \rightarrow Fe_3O_4 + Fe$) وذلك على هيئة كريات خشنة تخل بالروابط المتينة بين الحبيبات وتسبب التقصف والهشاشة في درجة حرارة الغرفة .

السؤال الثاني (25 درجة)

1. عدد وظائف الالكترود في كل من اللحام القوسي اليدوي واللحام بالكترود من التنغستين واللحام بالكترود معدني مع غاز حماية.

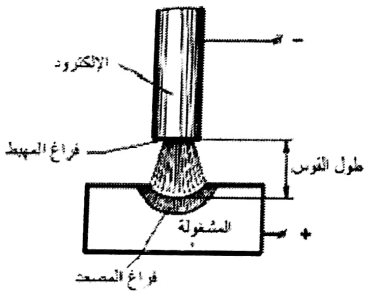
6 درجات

أ. في اللحام القوسي اليدوي: ناقل للتيار – مادة ملء – يؤمن الحماية من خلال الغلاف

ب. في اللحام بالكترود من التنغستين: ناقل للتيار

ت. في اللحام بالكترود معدني وغاز حماية: ناقل للتيار – مادة ملء

2. أوضح مع الرسم أقسام القوس الكهربائي.



يمكن تقسيم مناطق القوس الكهربائي إلى :

أ. فراغ المهبط: وهو الحيز الذي تنبعث منه الالكترونات باتجاه المصعد

ب. عمود القوس: وهو الجزء الأساسي للقوس . وفيه يحدث تأين ذرات الهواء

ت. فراغ المصعد: وهو الهدف الذي تقرعه الالكترونات

9 درجات

3. عدّد عناصر قابلية اللحام واذكر العوامل التي تتأثر بها ملاءمة اللحام. 10 درجات

10 درجات

الملاءمة للحام: وهي تمثل العلاقة بين مادة العنصر وطريقة اللحام

أمان اللحام: وهو يمثل العلاقة بين مادة العنصر وتصميم الوصلة

إمكانية اللحام: وهي تمثل العلاقة بين طريقة اللحام وتصميم الوصلة اللحامية .

تعتبر الملاءمة للحام خاصة مميزة للمادة وبالتالي تتأثر ملاءمة مادة ما أو مجموعة من المواد للحام بعدد من العوامل. التركيب الكيميائي للمادة, الخصائص المعدنية للمادة, الخصائص الفيزيائية للمادة.

السؤال الثالث (25 درجة)

1. أوضح الأنواع المختلفة للهب في اللحام الغازي ومتى يستخدم كل نوع منها.

تعبّر نسبة المزج عن النسبة الحجمية بين غازي الاستيلين والأوكسجين القادمين من الاسطوانات. في الحالة العامة يتمّ العمل بلهب محايد أي بنسبة مزج للغازين تبلغ 1:1. من خلال تغيير هذه النسبة يمكن الحصول على خصائص معينة للمادة أو مراعاة هذه الخصائص.

إذا كانت نسبة الأوكسجين أعلى من نسبة الاستيلين (نسبة مزج حتى 1:1,1) يحدث تفاعل مرحلة الاحتراق الأولى في مسافة أقصر، بحيث تزداد سرعة اللحام نتيجة لارتفاع درجة حرارة اللهب. ولكن في حالة لحام الفولاذ ينشأ خطر دخول الأوكسجين إلى حوض اللحام مما يؤدي إلى حدوث عملية أكسدة. وبالتالي يستخدم هذا النوع من اللهب فقط للحام بعض الأنواع الخاصة من الفولاذ.

لايسمح في الحالة العامة بلحام المعادن غير الحديدية بهذا النوع من اللهب بسبب الانحلالية العالية للأوكسجين في مصهورها.

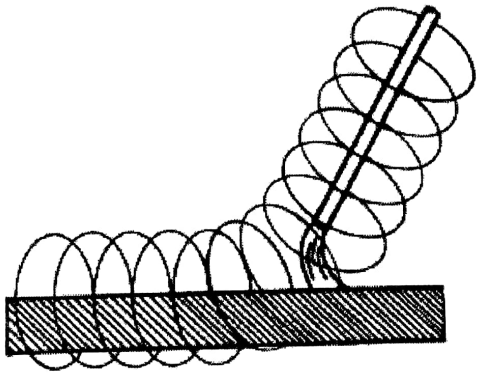
بزيادة كمية الاستيلين عن كمية الأوكسجين يحدث تفاعل مرحلة الاحتراق الأولى في مسافة أطول. وبالتالي يمكن امتصاص الكربون من المصهور المعدني، الأمر الذي يؤدي في حالة لحام الفولاذ إلى زيادة المتانة والقساوة ولكن في نفس الوقت إلى زيادة درجة القصافة. يلحم حديد الصب بهذا النوع من اللهب.

12

2. تحدث عن ظاهرة النفخ المغناطيسي في لحام القوس الكهربائي.

يجب الانتباه إلى ظاهرة النفخ المغناطيسي عند العمل بالتيار المستمر. يحاط كلّ ناقل كهربائي بحقل مغناطيسي دائري الشكل عند مرور التيار الكهربائي فيه. في اللحام يعتبر القوس الكهربائي ناقل متحرك ينشأ بين الإلكترود وقطعة العمل. كما يظهر الشكل 5.6 فإنّه ينشأ تكثيف للحقل المغناطيسي من جهة أولى وضعف للهذا الحقل من جهة أخرى وذلك نتيجة لانحراف الحقل المغناطيسي عند نقطة الجذر. بسبب هذا التكثيف ينحرف القوس الكهربائي (كناقل متحرك) باتجاه الحقل المغناطيسي الضعيف. تسمى هذه الظاهرة بظاهرة النفخ المغناطيسي والتي تصادف عند لحام المعادن المغناطيسية والمعادن غير المغناطيسية.

13

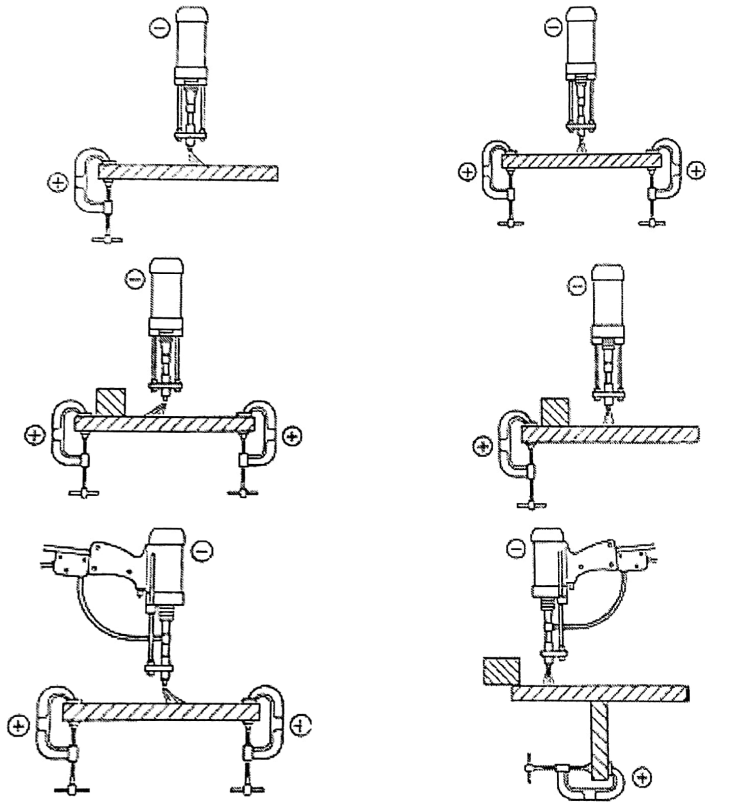


الشكل 5.6: ظاهرة النفخ المغناطيسي

في المواد القابلة للمغنطة ينشأ تأثير آخر يمكن تفسيره من خلال الاختلاف في قيمة الناقلية المغناطيسية للهواء والمعادن. يتجلى هذا التأثير بانحراف القوس الكهربائي باتجاه قطعة العمل في حالة قطع العمل ذات الكتل الكبيرة التي يمرّ فيها التيار.

يمكن أن يقود النفخ المغناطيسي إلى إطفاء القوس الكهربائي، ولذلك يجب اتخاذ مجموعة من الإجراءات التي تقلل من تأثير هذه الظاهرة. من هذه الإجراءات مثلاً إمالة الإلكترود أو نقل موضع وصل الكابل مع قطعة العمل (الشكل 7.6).

كذلك يؤدي استخدام التيار المتناوب إلى التخلّص من هذه المشكلة. إذا لم يكن ذلك ممكناً، فإنّ وضع كتل فولاذية كبيرة في مواضع محددة يمكن أن يؤدي إلى انحراف القوس الكهربائي في الاتجاه المرغوب به.



تعديل التوصيل لتخفيف تأثير النفخ المغناطيسي

انحراف القوس بوجود النفخ المغناطيسي

الشكل 7.6: تخفيف تأثير ظاهرة النفخ المغناطيسي

نهاية الأسئلة مع التمنيات بالتوفيق

مدرّس المقرر: د.م. ماهر الابراهيم