الباب الثامن

تآكل المعادن

obeikan.com

obeikan.com

تمهيد

المعادن (الفلزات) لها خواص فيزيائية مميزة، فإنها غالبا ما تكون لامعة (لها بريق) وذات كثافة عالية، يمكن سحبها أو طرقها وتكون درجة إنصهارها عالية، كما أنها صلبة وجيدة التوصيل للكهرباء والحرارة، ويرجع هذا بصفة عامة لكثافتها.

معظم المعادن غير ثابتة كيميائيا لتتفاعلها مع أكسجين الهواء لتكوين أكاسيد بمرور الوقت، حيث أن الحديد يصدأ على مر السنين، كما يحترق البوتاسيوم في ثواني، أما الفضة فإنها تفقد لمعانها في شهور.

يتآكل سطح المعدن الموجود في حالة تفاعل كيميائي أو كهروكيميائي مع الوسط الخارجي ، ويسمى مثل هذا التآكل بالصدأ، ويسبب التآكل (الصدأ) خسائر جسيمة للاقتصاد الوطني لأنه يدمر كمية ضخمة من المنشآت والماكينات المعدنية ، ولمقاومة الصدأ .. فإنه يجب معرفة أسبابه ووسائل مقاومته.

تتفاعل بعض المعادن لتتأكسد مثل الحديد والنحاس والنيكل، بينما لا يتفاعل البالاديوم والذهب والبلاتين مع الأكسجين الجوي على الإطلاق، وبعض المعادن تكون طبقة ساترة من الأكسيد على سطحها والتي لا يمكن اختراقها بجزيئات الأكسجين ولهذا فإنها تحتفظ بخاصية اللمعان مثل الألومنيوم وبعض أنواع الصلب والتيتانيوم وغيرها، وبالنسبة للفلزات الأخرى فإنها تطلى بالبويات أو بالطلاء الكهربائي لمنع تأكسدها.

يتناول هذا الباب تآكل المعادن والأضرار التي يسببها فشل الأسطح بسبب التآكل وتغير الأبعاد وفقدان الخواص الميكانيكية وتلوث المنتجات والأضرار الاقتصادية بسبب الإجراءات الوقائية. مع شرح تفصيلي للتآكل الكيميائي والتآكل الكهروكيميائي والوقاية منهما من خلال الكسوات المعدنية واللامعدنية ، والتكسية بالطلي والغمر بالكهرباء وباللدائن وبالمينا ، والتكسية برش المعادن وبنشر المعادن كالطلاء الكرومي ، والتكسية بالرقائق المعدنية (التصفيح) ، وبالكسوة الكرومية والقصديرية والنحاسية والرصاصية ، والتكسية بالأوساط الغازية الواقية التي تستخدم كمادة تغليف.

ويتعرض للتخطيط لمقاومة التآكل الكيميائي والحماية منه الذي يقوم به المصمم بدوراً رئيسياً، إذ إنه يمكنه تخفيض التآكل بوضع تصميم واستخدام مواد صمودة للتآكل

obeikan.com

واختيار أسلوب التشطيب المناسب لتفادى التآكل أو التخفيض منه.

التآكل .. Corrosion

يعرف التآكل بأنه أحد أشكل إنحلال المعدن بسبب تفاعله مع الوسط الذي يتعرض له أو فشل المعدن بأي سبب غير السبب الميكانيكي ، أو يعرف أحياناً بأنه العملية العكسية لإستخلاص المعدن من خاماته ، والتآكل فشل يصيب سطح المعدن والذي ينتج بسبب عوامل كيميائية تساعدها عوامل ميكانيكية متوفرة في الوسط الذي يعمل فيه المعدن ، وهناك نوع آخر في الفشل السطحي سببه ميكانيكي يسمى البلى Wear ، والذي ينتج بسبب الاحتكاك بين سطح المعدن وتحت تأثير الجهود الخارجية ، والأمثلة عديدة على التأكل منها صدأ هيكل السيارة وعلب المواد الغذائية والصفائح ومقاطع الصلب وتأكل الأنابيب المدفونة في التربة ، وهناك أمثلة أخرى على تآكل أجزاء معدنية عديدة تتعرض إلى أوساط صناعية مثل الأحماض والقواعد والمياه المالحة وما إلى غير ذلك.

الأضرار التي يسببها الفشل السطحي بسبب التآكل :

الأضرار التي يسببها الفشل السطحي بسبب التأكل عديدة وجميعها ذات مردود اقتصادي سيئ ويمكن تلخيصها في الآتي :-

1. تغير الأبعاد وفقدان الخواص الميكانيكية

يؤدي التآكل إلى فقدان الوزن بسبب انحلال المعدن وبالتالي إلى تغير أبعاده ، لذلك تعطى في الغالب بعض السماحات للتآكل (Corrosion Allowance) عند وجوده وعند التصميم وتكون هذه السماحات أكبر سمكاً في الأوساط التي يكون فيها معدلات التآكل عالية منها في الأوساط التي يكون فيها معدلات التآكل منخفضة . ولتغير أبعاد القطعة المعدنية بسبب التآكل يؤثر في الخواص الميكانيكية ، حيث تنخفض قابليتها لتحمل الأحمال الخارجية .. أي تزداد قابليتها للتشوه اللدنPlastic deformation والتشويه المرن Elastic Deformation

إستخدام المعادن في أوساط مساعدة على التآكل يودي إلى انخفاض قيم العديد من خواصه الميكانيكية وخصوصاً مقاومة المعدن للكلال Fatigue strength ونشوء التشققات Cracks التي تؤدي إلى حصول الكسر الهش السريع Fast Fracture

2. المظهر :

يتأثر مظهر المعدن بدرجة كبيرة عند إصابته بالتآكل حيث يظهر المعدن دائماً بمظهر سيئ . لذا يجب استخدام معادن مقاومة للتآكل الجوي مثل الألمنيوم أو الصلب المقاوم للصدأ بدلاً من الصلب الكربوني ، كمواد بناْ ظاهرية مثل مقاطع الشبابيك ومواد وخصوصاً في واجهات الأبنية

الخارجية ويعزى المظهر الحسن لهذه المواد إلى مقاومتها للتآكل الجوي . أما المعدن ذات المقاومة الضعيفة للتآكل فإنها تطلى بأنواع الطلاء المختلفة لتحسين مظهرها من خلال الحد من تآكلها.

3. **تلوث المنتجات** :

ينتج عن التآكل إلى تغيير الطبيعة الكيميائية للوسط ، أي تلوثه وعادة يكون ذلك غير مرغوب فيه حيث أن المتطلبات التجارية هي الحصول على منتج نقي ذو مواصفات محددة وخالي من التلوث ، والأمثلة على ذلك عديدة منها تلوث المنتجات الغذائية المعلبة بسبب حصول درجة بسيطة في التآكل في العلبة التي تحفظ فيها تلك المادة الغذائية ، وعلى ضوء ذلك فإن عمر القطعة المعدنية أو الجهاز ليس هو العامل الأساسي في تحديد فترة الفشل ، فمثلا من الممكن في بعض الأحوال أن نستخدم لغرض ما الصلب العادي ولفترة زمنية طويلة بدون وصول التآكل إلى درجة كبيرة ، ومع ذلك نجد أن استخدام مواد أعلى تكلفة مثل الصلب المقاوم للصدأ هو الأكثر شيوعاً ، ذلك لأن الصلب العادي يلوث المنتج بعد استخدامه لفترة وجيزة نسبياً بسبب تآكله خلال هذ الفترة حتى ولو بدرجة بسيطة وعندئذ لا يكون صالحاً للإستعمال.

4. **فقدان السلامة** :

يؤدي التآكل أحياناً أو في كثير من الأحيان إلى حصول كوارث إذا لم تتخذ الإجراءات الوقائية الكفيلة بإيقافه أو الحد منه ، فمثلاً التعامل مع المواد الخطرة مثل الغازات السامة وحامض الهيدروفلوريك والأحماض المركزة مثل حامض الكبريتيك والنيتريك والمواد القابلة للاشتعال والمواد المشعة والمواد الكيميائية في درجات حرارة عالية وعند ضغط عالي يتطلب استعمال مواد معدنية معينة لا تتآكل بدرجة كبيرة في مثل هذه الظروف ، فمثلاً قد يؤدي حصول تآكل إجهادي Stress corrosion في الجدار المعدني الذي يفصل الوقود عن المؤكسدات في الصاروخ إلى الخلط المبكر بين هذين الوسطين وبالتالي إلى خسارة اقتصادية وبشرية ، وفي كثير من الأحيان يؤدي حصول تآكل في جزء معدني صغير إلى انهيار أو سقوط منشأ كامل ، وقد تسبب نواتج التآكل أحياناً إلى تحول مواد غير مضرة إلى مواد متفجرة.

في هذا المجال هناك العديد من اعتبارات السلامة الصحية مثل تلوث ماء الشرب بسبب تآكل الأنابيب أو خزانات المياه ، وكذلك يلعب التآكل دوراً مهماً ورئيسياً في اختيار نوع المواد المعدنية التي تصنع منها الأجزاء المعدنية التي تستخدم داخل جسم الإنسان مثل مفاصل بالقدم أو الذراع Hip joints والصفائح الطبية وصمامات القلب وغير ذلك.

الأضرار الإقتصادية بسبب الإجراءات الوقائية :

الأضرار الإقتصادية الناتجة عن التأكل عديدة ومهمة ، حيث يسبب هذا الفشل في كثير من الأحيان توقف المصانع عن العمل توقف غير مبرمج ، وما يوافق ذلك من كلف اقتصادية إضافية غير متوقعة . كذلك فإن حصول التآكل يؤدي إلى ارتفاع كلف الصيانة الدورية حيث يتطلب في كثير من الحالات تبديل الجزء المعدني التالف بجزء جديد آخر ، وبهذا الخصوص يكون بالإمكان أحياناً توفير بعض المبالغ عند اختيار مادة معدنية ذات مقاومة تآكل أعلى لتصنيع هذا الجزء التالف . وتتوفر العديد من الأمثلة التي تشير إلى أن اختيار مادة عالية التكاليف نسبياً ، ولكنها ذات مقاومة جيدة للتآكل من الناحية الاقتصادية أفضل من استخدام مادة معينة أرخص ثمناً ولكنها تتعرض للتلف

السريع بسبب التآكل ، مما يتطلب عندئذ تغييرها بصورة دورية وفي كلتا الحالتين يلاحظ بأن التآكل يسبب أضراراً اقتصادية بسبب زيادة التكاليف ، كما أن الإجراءات الوقائية للحد من التآكل تدخل ضمن تكاليف التشغيل والصيانة.

إن التآكل يؤدي أحياناً إلى حدوث فشل غير متوقع في الأجزاء المعدنية في المصنع ، وهنا تكمن أساساً خطورة مشكلة التآكل ، حيث أن حوادث الفشل بصورة مفاجئة قد يؤدي إلى حصول أضرار كبيرة أكبر من تلك التي يسببها التآكل المتوقع حصوله ، ومن ثم فإنه يجب الوقوف بدقة على معدلات التآكل في الأجزاء المعدنية أثناء سير عملية التصنيع وذلك عن طريق القياسات المستمرة والدورية لمعدلات التآكل والفحص المستمر للقطع المعدنية لاتخاذ الإجراءات الوقائية قبل وصول درجة التآكل إلى الحد الذي يسبب توقف المصنع عن العمل أو التأثير في سير عمليات التصنيع.

يعتبر التآكل احدى المشاكل التى تتعرض لها وتعانى منها الكثير من المنشآت البترولية كخطوط البترول والغاز والخزانات وأبراج التقطير ، كما يحدث فى الكثير من القطاعات الأخرى الهامة كقطاعات الصناعة والنقل البحرى والمعدات والمنشآت العسكرية ويحدث التآكل تلف شديد فى المنشآت مما ينتج عنه تكاليف ضخمة تتمثل فى فاقد الانتاج .. وبالتالى إنخفاض الكفاءة بالإضافة إلى تكاليف الإحلال وتطبيق أساليب مقاومة التآكل وهذه التكاليف تشمل تكاليف مباشرة وتكاليف غير مباشرة وهي كما يلي :-

أولاً : التكاليف المباشرة :

1. انتهاء العمر الافتراضى للمعدة .. (تلف كلى).
2. تكاليف عملية الحماية من التآكل و تنقسم إلى الآتي :-
   - زيادة التصميم : عملية الزيادة فى التصميم تكون متمثلة فى زيادة السمك عن الحد العادى وذلك لإطالة عمر المعدة للحماية من التآكل كما أن عملية الزيادة فى التصميم تؤدى إلى زيادة المكان المطلوب للمعدة وهذا فى حد ذاته يعتبر زيادة فى التكاليف.
   - تعديل مواد التصنيع باستخدام مواد أكثر مقاومة للتآكل وأعلى تكلفة.
   - تكاليف المواد المانعة للتآكل.
   - تكاليف الحماية الكاثودية.

ثانياً : تكاليف غير مباشرة :

1. إنخفاض الانتاج :عمليات الاصلاح والتجديد التى تجرى للأجزاء المتآكلة من المعدات تحتاج إلى ايقاف المصنع أو الوحدة لمدة معينة حتى إذا كان سعر تلك الأجزاء صغيراً ، كما أن إرتفاع معدل التآكل يؤدى فى كثير من الأحيان إلى حدوث إيقافات إضطرارية مما يؤدى إلى زيادة عمليات الصيانة للمعدات ووقف عمليات الإنتاج لمدد أطول من اللازم وهذا التوقف يؤدى إلى زيادة التكاليف وإنخفاض في الإنتاج.
2. تخفيض الكفاءة : تؤدى عمليات التآكل إلى تخفيض كفاءة المعدات أو الخطوط وذلك نتيجة تراكم نواتج التآكل ، حيث يؤدى ذلك فى بعض الأحيان إلى زيادة القوة المطلوبة .. وعلى سبيل المثال .. دفع السوائل داخل الخطوط المصابة بالتآكل ومن ثم تخفيض الحيز اللازم لمرور السائل ، ويؤدى تراكم التآكل إلى تخفيض الانتقال الحرارى من خلالها أو إنتاج منتجات معيبة .
3. التلوث بنواتج التآكل : بعض الصناعات مثل الصناعات الكيميائية أو صناعة الأغذية لا تسمح بتلوث منتجاتها بأكسيد المعدن ولتجنب هذا التلوث الناتج عن التآكل فإنه يتم تصنيع الأوعية والخطوط من الصلب الذى لا يصدأ.

Orbit-Kan.com

4. الفقد أو الخسارة العامة : التآكل يمكن أن يؤدى إلى حدوث خطورة على أرواح العاملين بالوحدة أو المصنع وهذه خسارة غير محسوبة فى التصميم ولكن يجب أن تؤخذ فى الاعتبار.

التآكل الكيميائي

يقصد بالتآكل الكيميائي وفقا للمواصفات القياسية ISO ، تلف ودمار مواد التصنيع نتيجة لتفاعلات أو العمليات الكيميائية أو الكهروكيميائية للمادة مع الجو المحيط بها ، ويعنى ذلك أن التآكل الكيميائي لا يقتصر على المعادن فقط ، وإنما يحدث أيضا في جميع أنواع مواد التصنيع ، ومن ناحية أخرى تتوقف شدة التآكل الكيميائي بصورة رئيسية على حالة الجو المحيط بالمواد كالهواء الرطب وهو ما يسمى بالتآكل الكيميائي الجوى أو بالتآكل من ماء البحر أو التآكل بالأحماض أو القلويات.

ويعرف التآكل بأنه التلف (جزئى أو كلى) الذى يحدث للمعدن أو السبيكة من حيث المظهر أو الأداء بسبب التفاعل الذى يحدث بين المعدن أو السبيكة مع الأجواء المحيطة به سواء كانت غازية أو سائلة أو تلف المعدن نتيجة تدهور فى خواصه الطبيعية أثر التفاعلات التى تحدث له فى التربة المحيطة.

التآكل :

هو رد فعل كهروكيميائى للمعادن المحاطة بمواد كيميائية من التربة أو ماء وهذه تشكل خلايا توصيل تولد الكهرباء نتيجة فرق الجهد الطبيعى بين المعادن والذى ينتج عنه ذوبان المعدن الأكثر نشاطاً.

الآنود (المصعد ـ القطب الموجب) :

معدن له مستوى أعلى من الطاقة (القيمة المطلقة لفرق الجهد) أو (فرق جهد قطبى V أقل مع وضع الاشارة فى الاعتبار طبقاً لترتيبه فى السلسلة الكهروكيميائية) وينساب منه التيار خلال التربة و هو الجسم الذى يحدث له التآكل.

الآنود (المهبط ـ القطب السالب) :

معدن له مستوى أقل من الطاقة (القيمة المطلقة لفرق الجهد) أو (فرق جهد قطبى V أعلى مع وضع الاشارة فى الاعتبار طبقاً لترتيبه فى السلسلة الكهروكيميائية) ، وينساب منه التيار خلال سلك التوصيل وهو الجسم الذى يتم حمايته من التآكل.

الكاثود (المهبط ـ القطب السالب) : معدن له مستوى أقل من الطاقة (القيمة المطلقة لفرق الجهد) أو (فرق جهد قطبى V أعلى مع وضع الاشارة فى الاعتبار طبقاً لترتيبه فى السلسلة الكهروكيميائية) وينساب منه التيار خلال سلك التوصيل وهو الجسم الذى يتم حمايته من التآكل.

الأيون :

هو ذرة أو مجموعة ذرات تحمل شحنة كهربية موجبة أو سالبة فاذا كانت أيونات موجبة يقال انها عناصر موجبة التكهرب ، واذا كانت ايونات سالبة يقال عنها سالبة التكهرب.

الأيون الموجب :

يتكون بفقد الكترونات من الذرات التى لها أنصاف أقطار كبيرة و تحتوى طبقاتها الخارجية على عدد قليل من الإلكترونات.

الأيون السالب :

يتكون باكتساب الذرة للالكترونات.

الوسط الالكتروليتى :

هو الذى يسمح بمرور التيار خلاله من المصعد إلى المهبط (من الآنود إلى الكاثود) ويكون تربة أو ماء.

الوصلة العازلة :

هى وصلة أو رباط من مادة عازلة كهربائياً بين جزئين من الخط كى تمكن من منع استمرار التوصيل الكهربى بينهما.

الموصل :

هو جزء معدنى أو كربونى ينساب فيه التيار الكهربائي بواسطة حركة الالكترونات من الكاثود إلى الأنود وهناك نوعان من الموصلات هما :-

- الموصل الالكترونى و هو المعدنى.
- الموصل الأيونى و هو المحلول.

الخلية :

هى دائرة كهربية كاملة تتضمن الكاثود والأنود موضوعين فى وسط موصل ومتصلين بموصل معدنى.

قطب كبريتات النحاس :

هو قطب يتكون من قضيب من النحاس موضوع فى محلول مشبع من كبريتات النحاس متصل بسلك لتوصيله بجهاز القياس وهو الأساس فى قياس فرق الجهد للمعادن ، بالإضافة إلى بعض الأقطاب الأخرى التى تستخدم فى ماء البحر والمعامل.

الاستقطاب :

هو التغير الذى يحدث فى جهد القطب نتيجة لمرور التيار (الحيود عن حالة الاتزان).

السلسلة الكهروكيميائية :

هى ترتيب المعادن المختلفة طبقاً للجهد الكهربائى الطبيعى لها من الأكبر للأصغر ، أو هى ترتيب المعادن طبقاً لمدى مقاومتها للتآكل فى ظروف معينة ، وكل معدن فى هذه السلسلة يكون مصعد Anode للمعادن السابقة له فى السلسلة كالموضح في جدول 8 - 1.

جدول 8 ـ 1 السلسلة الكهروكيميائية

العنصر	جهد القطب القياسى	رمز العنصر	Name
الليثيوم	-3.01	Li	
البوتاسيوم	- 2.92	K	
الكالسيوم	- 2.84	Ca	

openkan.com

	Na	2.71 -	الصوديوم
MAGNESIUM	Mg	2.38 -	ماغنسيوم
ALUMINUM	Al	1.66 -	ألومنيوم
ZINC	Zn	0.76 -	زنك - خارصين
CHROMIUM	Cr	0.71 -	كروم
IRON	Fe	0.44 -	حديد
CADMMIUM	Cd	0.4 -	كادميوم
NICKEL	Ni	0.23 -	نيكل
TIN	Sn	0.14 -	قصدير
HYDROGEN	H	صفر	هيدروجين
LEAD	Pb	0.13 -	رصاص
CUPPER	Cu	0.34 +	نحاس
SILVER	Ag	0.8 +	فضة
PLLADIUM	Pd	0.83 +	بلاديوم
MERCURY	Hg	0.85 +	زئبق
PLATINUM	Pt	1.2 +	بلاتين
GOLD	Au	1.42 +	ذهب

أنواع التآكل الكيميائي :

يصيب المعادن أنواع مختلفة من التآكل الكيميائي وهي كالآتي :-

التآكل الكيميائي البحت :

تصاب أكثر المعادن بتآكل سطحي نتيجة للتفاعلات الكيميائية مع الجو المحيط ، مما يؤدى إلى تغير خواصها ، ويلعب الأكسجين دورا كبيراً في عملية الأكسدة أو بما يسمى بالتفاعلات الكيميائية ، التي قد يشترك فيها السوائل . الأحماض . القلويات . محاليل أملاح . الغازات والأبخرة .. بالإضافة إلى ذلك تؤدى درجات الحرارة العالية التي

obeikan.com

تؤدي إلى سرعة التآكل الكيميائي.

ينشأ عن الأكسدة طبقة سطحية كثيفة صمودة ، كما هو الحال في النحاس والألومنيوم مثلا ، حيث تعمل كطبقة عازلة تمنع استمرار التآكل ، أما إذا كان التآكل الكيميائي عبارة عن طبقة مسامية متخلخلة كالصدأ مثلا ، فأنها لا تكون عازلاً واقياً.

التآكل الكهروكيميائي :

لا يتم التآكل الكهروكيميائي إلا فى وجود سائل موصل للكهرباء بين مادتين مختلفين مثل الماء ورطوبة الهواء ، أو عرق اليدين.

التآكل التلامسي :

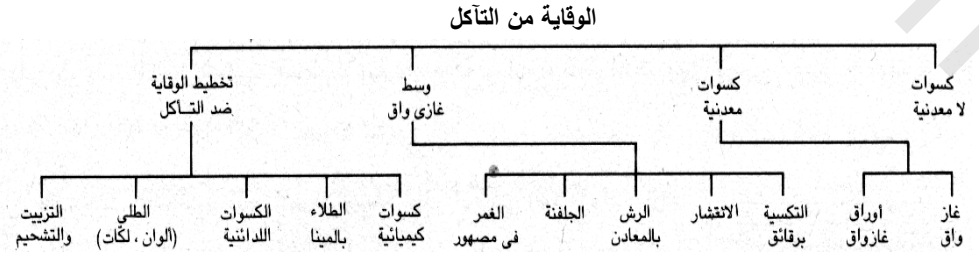
إذا تلامست معادن مختلفة دون وجود طبقات عازلة فيما بينها مع سائل اليكتروليتى ، لنشأت خلية تآكلية تسمى بالتآكل التلامسي ، وتؤدي إلى إتلاف إحدى المعادن . وكلما كان المعدن نفيساً .. كلما انخفض قابليته للتآكل.

الوقاية من التآكل الكيميائي بالمعادن :

يتوقف عمر وسلامة التشغيل للمشغولات والأجزاء التصميمية في أحوال كثيرة على مدى تجنب أو منع عمليات التآكل ذات التأثير الكيميائي الانحلالي . المخطط الموضح بشكل **8 . 1** يوضح الأساليب المختلفة للوقاية من التآكل الكيميائي.

ملاحظة :

يكون المعدن أكثر قيمة .. كلما انخفضت قابليته للتحلل كيميائيا، لذلك يعتبر البلاتين والذهب والفضة من أكثر المعادن الثمينة، وذلك لارتفاع مقاومتهم للتحلل الكيميائي.



شكل 8 . 1

أساليب الوقاية من التآكل الكيميائي

علاج التآكل :

1- إزالة الكربيدات بواسطة المعالجة الحرارية.
2- إضافة مواد مثبتة مثل التيتانيوم والفانديوم.
3- تخفيض نسبة الكربون T3316L.

طرق الحماية من التآكل :

1. اختيار التصميم المناسب كالآتي :-
   - البساطة فى التصميم.
   - تجنب الرطوبة .
2. تعديل نوعية المعدن كالآتي :-
   - إزالة العناصر المضادة المسببة للتآكل.
   - إضافة العناصر المحسنة لمقاومة التآكل.
   - إتمام أعمال المعالجة لإزالة الاجهادات المتوافرة التى نتجت عن أعمال اللحام.
3. تعديل وتغيير وسط التآكل كالآتي :-
   - إزالة الأملاح عن طريق أعمال التأين.
   - إزالة الأحماض بإضافة الجير والمواد القلوية.
   - تقليل نسبة تواجد الأكسجين بإضافة موانع التآكل (كلوريد الصوديوم والأمونيا وموانع التآكل والمواد الكيماوية المقاومة لعملية التآكل).
4. التغطية :

هى وسيلة الغرض منها تكوين غشاء متصل من مادة عازلة للكهرباء على سطح المعدن المراد حمايته عن الوسط الالكتروليتى الملامس له والمحيط به وكذلك اعتراض الدائرة (الآنودية – الكاثودية) عن طريق ذلك الغشاء ذو المقاومة الكهربية العالية وبالتالى يضمحل بل ويكاد يتلاشى تيار التآكل.

ومن المعلوم أن أساليب التغطية الجيدة و المناسبة والتى تكون كفاءتها أكثر من 99 % من سطح المنشأ المعدنى تحمى هذا المنشأ تماماً من التآكل إلى جانب هذا إذا طبق نظام للحماية الكاثودية للمنشآت بالتغطية فإنه يكون نظام بسيط نسبياً حيث تكون المساحات المكشوفة أو الضعيفة التغطية هي فقط المراد حمايتها بواسطة أساليب الحماية الكاثودية.

obeikan.com

ونقص المعرفة يؤدى إلى عمل تغطية ضعيفة بسبب عدم معرفة نوع التغطية المناسبة وعدم الاهتمام بتجهيز السطح و معاملة مادة التغطية بإهمال بعد إتمام عملية التغطية وأثناء الردم بالإضافة إلى إهمال عملية الفحص النهائي بعد انتهاء عملية التغطية.

خصائص مواد التغطية :

- سهولة التطبيق.
- جيدة التلاصق.
- مقاومة للصدم.
- مرنة.
- تقاوم إجهاد التربة.
- لها مقاومة ضد الماء.
- لهت مقاومة كهربية عالية.
- متزنة فى الخواص الطبيعية والكيميائية.
- مقاومة للبكتريا.
- لها مقاومة للكائنات البحرية (عند استعماله في المنشآت البحرية).

طرق حماية المعادن بالتغطية :

أولاً : التغطية بالتغليف :

يمكن تقسيم أنواع التغليف للمواسير المدفونة بالمواد التالية :-

- البيتومين.
- شرائط البلاستيك.
- البولى ايثلين (عالى ـ منخفض) الكثافة.
- شرائط قطران الفحم.

ثانياً : التغطية بالدهانات :

- الأغطية العضوية Oraganic coating (الورنيشات ـ اللاكيهات ـ البويات المانعة للتآكل).
- زجاج السيراميك (الأغطية غير المعدنية غير العضوية Non metalic – non organic).

التغطية بالدهانات :

obeikan.com

- باستخدام الفرشاة للطلاء.
- باستخدام الرش بالمسدس.
- باستخدام الغمر فى المحاليل الكيميائية المراد طلاء المعدن بها.

ثالثاً : التغليف المعدنى (الجلفنة Metalic coating) :

هى طريقة معروفة وأثبتت جدارتها للتغطية والوقاية الخارجية للسطوح فى حالات الرطوبة العالية ، وفى الوقاية من العوامل الجوية ، وفى الإنشاءات البحرية ، وهى عديمة الجدوى فى الحماية الداخلية ، وتتم الجلفنة بالغمر فى مصهور فلز الزنك، والجلفنة تعتمد فى المقام الأول على أن الزنك يحتل مكاناً متقدماً فى ترتيب الفلزات بالنسبة لجهد القطب القياسى ويلاحظ وجود مسام مجهرية فى بعض الحالات تسبب خلق خلايا مجهرية بين المعدن.

المعالجة الابتدائية لأسطح المعادن (التغليف أو الدهانات) :

قبل إجراء عملية التغليف يجب تجهيز السطح جيدا عن طريق تنظيفه وتلميعه بالطرق اليدوية باستخدام فرشة أو صنفرة أو بالطريقة الميكانيكية وهى الطريقة الأكثر انتشاراً فى تنظيف سطح المواسر باستخدام كرات صغيرة من الصلب قطر (1 مم) أو رمل ناعم باندفاع كبير عن طريق ضغط الهواء ثم يتم تنظيفها من الأتربة أو الشحومات باستخدام المذيبات الكيميائية ، كما يتم تنظيف السطح كيميائياً بالتخليل عن طريق غمس الألواح فى أحواض بها حامض ، ويمكن تنظيفها أيضاً الكتروكيميائياً عن طريق دائرة كهربائية كاملة .

مراحل معالجة أسطح المعادن :

تتم معالجة أسطح المعادن على عدة مراحل كالآتي :-

المرحلة الأولى :

عن طريق إزالة المواد العضوية مثل (الزيوت و الشحوم) ، حيث يتم ذلك قبل التغطية وقبل التنظيف الهوائى وقبل التخمير الكيميائى فى الأحماض ، حيث يتم إزالة الزيوت المعدنية والشحوم بالمذيبات العضوية ، وإزالة الدهون والزيوت الدهنية والشمع والصابون بالمحاليل القلوية.

و يتم إزالة الشحم بواسطة :

- المواد العضوية مثل الكحول الأبيض.
- المواد القلوية مثل الفوسفات القلوية والسيليكات القلوية.

openkan.com

- التنظيف باستخدام الكحول الأبيض + مواد صابونية أوليات البوتاسيوم.
- الإزالة بالبخار .. ربما تستعمل مع التنظيف بعد الإزالة بالاستحلاب أو بعد إزالة الدهان بالقلويات.

إزالة الطبقات الرقيقة والصدأ مثل :-

- طبقة رقيقة من القشور.
- طبقة رقيقة من الصدأ.

هذه المرحلة تؤدى إلى الحصول على سطح مناسب لعملية التغطية وتضمن تغيير صلادة المعدن ، ولهذا يزال جزء صغير أو كبير من سطح المعدن وتم ذلك عن طريق الآتي :-

المرحلة الثانية :

بالطرق الميكانيكية :

- استخدام الصنفرة بالفرشاة السلك و التجليخ و الكشط .
- استخدام ضغط الهواء و الرمل فى ماكينة الرمالة .
- استخدام الطرد المركزى باستخدام نصل سكينة فى حركة دائرية .
- بواسطة الصقل (التلميع) بواسطة صنفرة ناعمة .

الحرارة :

باستخدام لهب الأوكسى استيلين و هذا الطريقة مناسبة للمنشآت الكبيرة و لإزالة القشور الرقيقة و الصدأ .

بواسطة أفران الحث الحرارى و هى مناسبة لقضبان الحديد و الأنابيب .

الطرق الكيميائية :

و هى غمر المعدن المراد تنظيفه فى محاليل مائية مثل حمض الكبريتيك و حمض الهيدروليك و هى تستخدم لإزالة الصدأو الطبقات الرقيقة المتآكلة فى المعدن .

المرحلة الثالثة :

تجهيز وتنظيف الأسطح ويتم ذلك باستخدام الرمال حتى يصل لدرجة نظافة ناعمة تسمى sa21/2 .

obeikan.com

اختبار التغليف :

يتم إجراء الاختبارات التالية لتحديد صلاحية التغليف :

1. سمك التغليف : يتم قياس سمك التغليف باستخدام الميكروميتر فى حالات التغليف السميكة ، كما يتم قياسه بالوزن فى الأجزاء الصغيرة حيث يوزن السطح قبل وبعد التكسية.
2. قوة التلاصق : يتم اختبار قوة التلاصق بشد التغليف من على سطح المعدن ويسمى بالاختبار الاتلافى أو اختبار سقوط كرة من ارتفاع على سطح المعدن.
3. النفاذية : يتم اختبار النفاذية باستخدام جهاز اختبار الفجوات ، وإذا كان هناك بعض الأتربة بين لفات العازل والذى يمكن أن يكشف عنه هذا الجهاز هو تخانة العازل وخلوه من الثقوب والفقاعات والمواد الموصلة الغريبة ، وإذا كان العازل يلف فى الموقع فانه يجب أن يختبر مرتين.
   - المرة الأولى : لا يلزم أن تكون على كل الماسورة بل فقط فى المناطق التى يحتمل وجود تلف فيها لتغير درجات الحرارة أو الشد اللازم للف نتيجة طريقة النقل.
   - الاختبار الثانى : قبل تنزيل المواسير داخل النفق ، يجب أن يكون التغليف دقيقاً ومعنى ذلك أنه يجب الكشف على المواسير بدقة خطوة خطوة وإصلاح ما قد يكون تالفاً وهذا يعطى كفاءة للحماية وجعل المواسير تعيش طويلاً.
4. إختبار مقاومته للتآكل.

الكسوات اللا معدنية :

تعمل الكسوات اللامعدنية على عدم تلامس أسطح المشغولات مع بعضها البعض ، من أمثلة هذه الكسوات .. الطلاء بالزيت أو الشحم ، وغالبا ما يكون هذا الأسلوب كافيا فقط لحماية المشغولات أثناء تخزينها ، ويراعى أن تكون الزيوت والشحوم المستخدمة خالية من الأحماض ، وإلا فأنها تهاجم المعدن أو تتفاعل معه . كما يجب أن تكون المشغولات نظيفة قبل طلائها بالشحم . يستخدم لهذا الغرض زيوت أو شحوم معدنية.

التكسية بالطلي :

يقصد بالطلي التوزيع المتجانس لمواد الطلاء على الأسطح المراد حمايتها ، بحيث تلتصق عليه بعد جفافها ، ويميز من أنواع الطلاء بصورة رئيسية الألوان الزيتية ، الدهانات الزيتية ، ودهانات الراتنجات الاصطناعية ، ويمكن أن يتم الطلي وفقا للغرض من استخدام المشغولة ودرجة الجودة المطلوبة ، ويعمل الطلي الأساسي كعنصر وصل (لاصق) بين السطح وطبقات الطلي التالية له ، ويجب أن تكون الطبقة الأساسية للطلاء متعادلة كيميائيا بالنسبة لمادة سطح المشغولة ، وأن تلتصق عليها

obeikan.com

جيدا ، وأن تكون ذات سطحا أصليا لاصقا لطبقات الطلي التالية بصورة جيدة ، ويتولى الطلي الغطائي حماية طبقات الطلاء الموجودة أسفله ، لذلك فإنه يجب أن تكون مادة الطلاء غير نافذ للماء والضوء كما يكون صلدا ، وفى نفس الوقت مرنا وصمودا للحرارة تحت ظروف معينة وجيد المظهر.

وتتوقف جودة الطلاء بدرجة كبيرة على المعالجات الأولية للسطح ، ومن ثم فإنه يجب تنظيف أسطح المشغولات المراد تكسيتها بعناية قبل طلائها بالدهان . لذلك تجرى معالجات ميكانيكية مسبقة وتنظيف للأسطح بوسائل كيميائية.

تستخدم للمعالجة الميكانيكية الأولية فرشات سلكية ، أو تعرض المشغولات لتيار من الهواء المضغوط يحتوى على رمل جاف أو جسيمات من الصلب الصغيرة.

ومن الوسائل الكيميائية للمعالجة الأولية للأسطح ، على سبيل المثال لا الحصر .. التخليل بالغمر فى حمام حمضي ، حيث يزال الشحم ، وتستخدم الأحماض المخففة لإزالة طبقات الطلاء السابقة أو لتخشين السطح الأصلي بهدف تحسين التصاق الطلاء عليه ، ويجب إزالة الشحم من أسطح المشغولات المراد وقايتها ضد التآكل الكيميائي ، إذا ما أريد للتكسية أن تلصق بصورة ممتازة ، ويتم ذلك بغسل الأسطح ببنزين الغسيل أو الأثير أو بمزيلات أخرى للشحم.

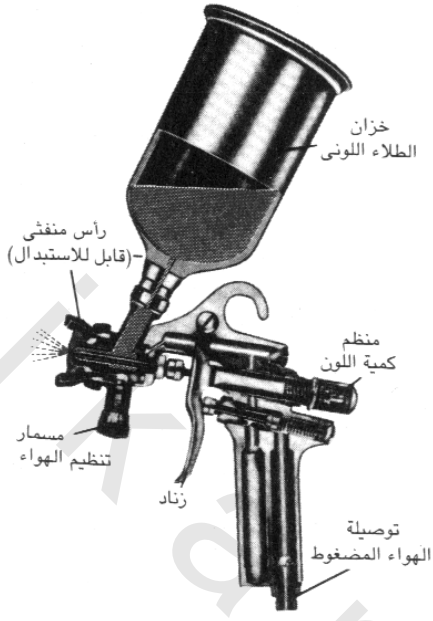
وتوفر ما تسمى بالدهانات الأولية **Wash primer** وهى دهانات أساسية لاصقة للمعادن وواقية ضد التآكل الكيميائي ، هذه الدهانات تؤثر كيميائيا على السطح الأصلي بصورة تجعله مانعاً للتآكل الكيميائي ، ويتم طلاء الدهانات الأولية فى طبقات رقيقة تعمل كطبقة أساسية لزيادة الصمود للتآكل الكيميائي وقابلية الالتصاق لطبقات الطلاء اللاحقة.

يجب تنظيف السطح الأصلي من الطبقات المتآكلة والشوائب قبل تكسيته بالطلاء ، وكذلك إزالة الشحم فى اغلب الأحوال.

أساليب التكسية بالرش :

يوجد أسلوبين للتكسية بالرش هما الرش على البارد والرش على الساخن .

يستخدم لتلك الأسلوبين لعملية الرش مسدس رش كالموضح بشكل 8 . 2 . يحتوي مسدس الرش على مادة كيميائية معالجة ويعمل بالهواء المضغوط ، حيث تندفع المادة المستخدمة للتكسية من منفث بفوهة المسدس لتلتصق هذه المادة على أسطح المشغولات المراد تكسيتها.



شكل 8 . 2

مسدس الرش

التكسية بالرش على البارد :

يخفيف اللون المستخدم للتكسية بمذيبات إلى درجة تجعله قابلا للرش بصورة جيدة ، حيث تتبخر المادة المذيبة بعد التكسية ، وتعتبر المادة المذيبة من العناصر الهامة والضرورية رغم ارتفاع ثمنها.

التكسية بالرش على الساخن :

يسخن اللون المستخدم في عملية التكسية بواسطة ملف تسخين كهربائي موجود فى قاع وعاء مسدس الرش ، بحيث تصل درجة حرارة اللون المستخدم إلى ما بين 50 . 120 ^{0} ، مما يؤدى إلى انخفاض لزوجة اللون بدرجة تسمح باستخدام

كمية من المادة المذيبة أقل بكثير مما هو متبع فى حالة الرش على البارد.

من مميزات هذا الأسلوب هو انخفاض الفترة الزمنية اللازم لعملية الطلاء بالإضافة إلى تخفيض كمية اللون ، والحصول على طبقات طلائية أكثر تخانة ، وجفاف الطلاء فى وقت أقل.

ملاحظات :

تتوقف جودة التكسية الناتجة بالرش على مدى جفاف ونظافة الأسطح وخلوها من الشحوم.

ووفقاً لضوابط الأمان الصناعي .. فإن غرف الطلاء بالرش أو الغمر أو الأساليب المماثلة بذلك تعتبر من أكثر الأماكن المعرضة لخطر الحريق والانفجار ، إذا استخدمت فيها مذيبات ذات درجة التهاب أقل من **21** ^{0} ، أو المذيبات الأكثر من **21** ^{0}م المصحوبة بتسخين إضافي ، لذلك فإنه يجب ألا تحتوى غرف الطلاء على آلات أو مكنات مولدة للشرر أو مصادر اللهب أو أى نوع من النيران أو الإضاءة المكشوفة.

التكسية بالرش الكهربائي :

تذرى المادة المستخدمة في عملية التكسية بصورة دقيقة بواسطة مجال كهربائي شديد ، مما يؤدى إلى جذب الذرات الطلائية بواسطة المشغولة المعدنية المراد طلاؤها.

تتميز هذه الطريقة بإمكانية تكسية المشغولة بصورة منتظمة متجانسة ، حتى فى المواضع التي يصعب الوصول إليها ، مع استهلاك أقل كمية ممكنة من الطلاء.

التكسية بالغمر الكهربائي :

تغمر المشغولة فى حوض يحتوي على ألون الطلائي ومولد كهربائي . تعتبر هذه الطريقة من الطرق الموفرة للون الطلائي ، وتنتج عنها كسوة متجانسة حتى فى المواضع التي يصعب الوصول إليها.

التكسية باللدائن :

تعتبر التكسية باللدائن من الكسوات الواقية من التآكل الكيميائي كما إنها تعمل

كعازل كهربائي . تتم التكسية عن طريق رش اللدائن الساخنة أو بالتغطيس فى مسحوق أو بالترسيب الكهربائي . يمكن بهذه الطريقة الحصول على كسوة بتخانات أكبر بالمقارنة مع الطلاء العادي ، كذلك يمكن بهذه الطريقة التكسية بالقطران أو الإسفلت لوقاية ألواح الصاج والأنابيب والصهاريج من التآكل الكيميائي.

التكسية بالمينا :

يتكون طلاء المينا من مسحوق زجاجي (كوارتز وألومينا) بالإضافة إلى مواد لونية . يتم التكسية على سطح المشغولات بالغمر أو الرش ، ثم تجفيف بالتسخين فى فرن التكسية بالمينا عند درجة تتراوح ما بين **600 . 1000** ^{0}م ، حيث يكون مسحوق الزجاج المنصهر على أسطح المشغولات والناتج بعد عملية الطلاء شديد الصلادة وصمودا للحرارة ومقاوماً للمؤثرات الكيميائية ، إلا أنه يكون قصفا إلى حد ما.

يستخدم الطلاء بالمينا بالدرجة الأولى للأجهزة المستخدمة للأعمال المنزلية وللأجهزة الكيميائية المصنوعة من الصلب أو الحديد الزهر أو الصاج.

للحصول على كسوة ممتازة من المينا ، فانه يجب أن تكون طبقة كسوة المينا رقيقة بقدر الإمكان.

تكسية الصلب بالتحول الكيميائي :

يتم هذا الأسلوب من خلال حرق الأسطح المراد تكسيتها ثم تدهن بزيت بذر الكتان وتعرض للهب كور الحدادة ، كذلك يمكن دهان المشغولة بزيت بذر الكتان ثم تعرض لنار كور الحدادة ، أو دهان المشغولة بزيت معدني مضافاً إليه ما بين **3 . 5 %** من شمع النحل ، ثم تسخينها عدة مرات إلى نحو **450** ^{0}م ، ينتج فى كل من هذه الحالات طبقة سوداء واقية من التآكل الكيميائي ، إلا أنها لا تكون واقية من الصدأ على الدوام.

التكسية المعدنية :

تتوقف جودة الكسوة الواقية من التآكل الكيميائي بدرجة كبيرة على السلوك الكهروكيميائي لمعدن التكسية بالنسبة للمعدن الأساسي ، فإذا تعرضت كسوة الزنك

الموجودة على سطح من الصلب للرطوبة لفترة طويلة ، فان الزنك يكون سالبا بالنسبة للمعدن الأساسي ، مما يؤدى إلى تآكل الكسوة الزنكية بسرعة ، بينما يتأخر تآكل المعدن الأساسي قليلا.

وفى حالة كسوة أسطح المشغولات المصنوعة من الصلب بكسوة من النيكل ، يكون النيكل في هذه الحالة من وجهة السلوك الكهروكيميائي ، أكثر فاعلية من المعدن الأساسي أى موجباً ، مما قد يؤدى إلى تعرض المعدن الأساسي لخدش السطح ، حيث يتآكل المعدن الأساسي حتى إذا بلغ الصدأ حداً كبيراً تتقشر الكسوة النيكلية ، ويعنى ذلك أنه عند مواضع الثني واللي ، يكون المعدن الأصلي معرضاً للتشوه بدرجة أكبر مما لو كان غير مكسو بطبقة معدنية واقية اطلاقا ، لذلك فإنه يجب أن تكون الكسوة المعدنية ذات سلوك كهروكيميائي موجب ، على درجة كبيرة من الكثافة والمتانة الدائمة لكي تعمر طويلا ، ويمكن الحصول على كسوة نيكلية مستديمة لسطح من الصلب عند تكسية السطح بالنحاس مسبقا.

أساليب التكسية المعدنية :

أهم أساليب التكسية المعدنية هو الغمر فى معدن منصهر . التكسية بالجلفنة . رش المعدن المنصهر باستخدام مسدسات رش . التكسية بالانتشار . التصفيح.

التكسية بالغمر فى معدن منصهر :

تنظف المشغولات أولا بعناية بتخليلها فى حمام حمضي لإزالة الشحوم ، ثم تغمر فى معدن منصهر كالزنك أو القصدير ليترسب على أسطحها بشكل طبقة رقيقة وهو ما يسمى بالجلفنة . كما يمكن التكسية بالجلفنة ، حيث تغمر المشغولات عند تكسيتها فى محلول من كبريتات النحاس والماء ، ثم توصل بالقطب السالب لمصدر التيار الكهربائي المستمر ، ويوصل القطب الموجب بلوح نحاسي ، وعند مرور التيار تتجه أيونات النحاس إلى القطب السالب وتكسو المشغولة بطبقة نحاسية ، بينما تتجه أيونات الكبريتات فى اتجاه مضاد لتيار الأيونات وتمنع استمرار انفصال ذرات النحاس عن اللوح النحاسي للقطب الموجب ، ويمكن بنفس الأسلوب التكسية بمعادن أخرى

مثل النيكل . الكروم . الكادميوم . الزنك . الفضة . الذهب . يستخدم في هذا الأسلوب لوح من معدن مادة الكسوة كقطب موجب دائما.

الرش بالمعادن :

يزود مسدس الرش بمعادن التكسية المنصهرة مثل الزنك والألومنيوم والصلب السبيكي ، ثم تذرى بالهواء المضغوط ويرش على أسطح المشغولات.

لا يستخدم الرش بالمعادن ضمن أساليب الوقاية ضد التآكل الكيميائي فقط وإنما كأسلوب للتكسية أيضا.

التكسية بنشر المعادن :

التكسية بنشر المعادن كالطلاء الكرومي مثلا . تقوم هذه الطريقة على ظاهرة الامتزاج السطحي الذاتي للغازات أو المعادن وذلك نتيجة للإثارة الحرارية للجزيئات.

يتم فى التكسية بهذه الطريقة بوضع الكروم فى الطبقات السطحية للمشغولات المصنوعة من الصلب ، ولهذا الغرض تسخن المشغولات فى غرف مغلقة إلى حوالي **1000** ^{0}م ، حيث تبخر أملاح الكروم ، ليتغلغل الكروم إلى الطبقات السطحية للمشغولات مكونا طبقة واقية ممتازة ، وتنشأ عند التكسية بالكروم طبقة شبيهة فى بنيتها بالصلب الصمود للتآكل الكيميائي ، ينخفض فيها نسبة الكروم باتجاه قلب المشغولة ، وأكثر أنواع الصلب صلاحية لهذه الطريقة هي الأنواع ذات النسبة المنخفضة من الكربون ، أو تلك التي تحتوى على نسبة عالية من التيتانيوم.

تتميز التكسية بنشر المعادن كالطلاء الكرومي بعدم تقشر مادة التكسية وذلك نتيجة لالتحام المادة الأساسية بالطبقة الكرومية الواقية لها ، وتماثل الأنواع المكسوة بالكروم بأنواع الصلب الكرومي فى صمودها للتآكل الكيميائي.

التكسية برقائق معدنية (التصفيح) :

يمكن أيضا تزويد أسطح المنتجات نصف المصنعة من المعادن الخفيفة أو الثقيلة بكسوة رقائقية ، حيث يتم دلفنة طبقة رقيقة من النحاس الأصفر على سطح

مشغولة من الصلب على الساخن ومن أمثلة ذلك قطع النقود الأوربية والألمانية المعدنية المصنوعة من الصلب والمكسية بطبقة رقيقة من النحاس الأصفر.

الكسوة الكرومية :

يستخدم التكسية الكروم لحماية السطح ولإكسابها مظهرا جميلا ، وتستخدم التكسية بالكروم الصلد للحصول على سطح صلد صمود للتآكل الاحتكاكي.

وتؤدى المسام أو الخدش فى التكسية الكرومية إلى ازدياد التآكل الكيميائي للمعدن الأساسي ، لذلك تزود الكسوات الزنكية فى بعض الأحيان بكسوة كرومية إضافية ، وتؤدى الكسوة الكرومية إلى تحسين مقاومة السطح للمؤثرات الجوية نتيجة لوجود مركبات الكروم بها.

وتتم عملية الكسوة بالكروم بالغمر أو الرش أو الدهان ، وتصمد الكسوة الكرومية إلى درجة حرارة تصل إلى **80** ^{0}م ، إلا أنها تتأثر بدرجات الحرارة الأعلى من ذلك.

الكسوة القصديرية :

القصدير موجب كهروكيميائياً بالنسبة للحديد وللصلب ، والى جانب استخدام التكسية بالرش تستخدم أساليب الغمر فى معدن منصهر ، والقصدير معدن غير سام ، لذلك فانه يستخدم بصورة واسعة كمادة تكسية لأدوات وأجهزة الطعام ، والصاج الأبيض عبارة عنصر صاج مكسي بالقصدير.

الكسوة النحاسية :

النحاس موجب كهروكيميائيا ، وتتم التكسية به عن طريق الجلفنة أو بالتصفيح.

الكسوة الرصاصية :

الرصاص موجب كهروكيميائيا ، وتتم التكسية به غالبا بالغمر فى المعادن المنصهرة أو بالرش ، وهو صمود للمؤثرات الكيميائية كالأحماض مثلا ، لذلك فإنه يستخدم لكسوت المشغولات المعرضة بصورة خاصة للمؤثرات الكيميائية.

obeikan.com

الأوساط الغازية الواقية

رقائق الغاز الواقي ، المقاومة للتآكل الكيميائي : تستخدم كمادة تغليف للمشغولات المعدنية أثناء شحنها أو تخزينها مرحليا أو بعد إتمام إنتاجها ، هذه الرقائق مشربة بمواد كيميائية تطلق غازات بصورة مستمرة ، حيث تشكل غلافا غازيا واقيا ، وتستمر فاعلية هذه الرقائق لمدة طويلة ، وتصلح بالدرجة الأولى لحماية حديد الزهر والصلب ، كما أنها تستخدم أيضا للمعادن اللاحديدية كالألومنيوم والنحاس ، ويستخدم الوسط الغازي الواقي بصورة متزايدة لتجهيز وتشغيل مواد التصنيع لمنع تأكسدها ، كما هو الحال فى عمليات التلبيد.

التخطيط لمقاومة التآكل الكيميائي :

يلعب المصمم دورا رئيسيا فى مقاومة التآكل ، إذ إنه يمكنه تخفيض التآكل بوضع تصميم واستخدام مواد صمودة للتآكل ،واختيار أسلوب التشطيب المناسب لتفادى التآكل أو تخفيضه.

ونظرا للخسائر والأضرار المادية الكبيرة التي يسببها التآكل الكيميائي سنويا والتي تبلغ فى بعض الدول إلى 3 مليار دولار سنويا ، فانه يجب اتخاذ جميع الاحتياطيات والإجراءات الضرورية لمنع التآكل أو محاصرته فى حدود محتملة.

المصطلحات الفنية

للتآكل الكيميائي والمعاملات الحرارية

يقصد بالمصطلحات الفنية للتآكل الكيميائي والمعاملات الحرارية هو التعريف بعملياتهما المختلفة ، هذه المصطلحات تم انتقاءها باللغة العربية لتكون موحدة المعنى على مستوى العالم العربي كله كما هو متبع في الأوساط العلمية والفنية.

التآكل :

هو رد فعل كهروكيميائى للمعادن المحاطة بمواد كيميائية من التربة أو ماء وهذه تشكل خلايا توصيل تولد الكهرباء نتيجة فرق الجهد الطبيعى بين المعادن والذى ينتج عنه ذوبان المعدن الأكثر نشاطاً.

الآنود (المصعد ـ القطب الموجب) :

معدن له مستوى أعلى من الطاقة (القيمة المطلقة لفرق الجهد) أو (فرق جهد قطبى V أقل مع وضع الاشارة فى الاعتبار طبقاً لترتيبه فى السلسلة الكهروكيميائية) وينساب منه التيار خلال التربة و هو الجسم الذى يحدث له التآكل.

الآنود (المهبط ـ القطب السالب) : معدن له مستوى أقل من الطاقة (القيمة المطلقة لفرق الجهد) أو (فرق جهد قطبى V أعلى مع وضع الاشارة فى الاعتبار طبقاً لترتيبه فى السلسلة الكهروكيميائية) ، وينساب منه التيار خلال سلك التوصيل وهو الجسم الذى يتم حمايته من التآكل.

الكاثود (المهبط ـ القطب السالب) :

معدن له مستوى أقل من الطاقة (القيمة المطلقة لفرق الجهد) أو (فرق جهد قطبى V أعلى مع وضع الاشارة فى الاعتبار طبقاً لترتيبه فى السلسلة الكهروكيميائية) وينساب منه التيار خلال سلك التوصيل وهو الجسم الذى يتم حمايته من التآكل.

الأيون :

هو ذرة أو مجموعة ذرات تحمل شحنة كهربية موجبة أو سالبة فاذا كانت أيونات موجبة يقال انها عناصر موجبة التكهرب ، واذا كانت ايونات سالبة يقال عنها سالبة التكهرب.

الأيون الموجب :

يتكون بفقد الكترونات من الذرات التى لها أنصاف أقطار كبيرة و تحتوى طبقاتها الخارجية على عدد قليل من الإلكترونات.

الأيون السالب :

يتكون باكتساب الذرة للالكترونات.

الوسط الالكتروليتى :

هو الذى يسمح بمرور التيار خلاله من المصعد إلى المهبط (من الآنود إلى الكاثود) ويكون تربة أو ماء.

الوصلة العازلة :

هى وصلة أو رباط من مادة عازلة كهربائياً بين جزئين من الخط كى تمكن من منع استمرار التوصيل الكهربى بينهما.

الموصل :

هو جزء معدنى أو كربونى ينساب فيه التيار الكهربائي بواسطة حركة الالكترونات من الكاثود إلى الأنود وهناك نوعان من الموصلات هما :-

- الموصل الالكترونى و هو المعدنى.
- الموصل الأيونى و هو المحلول.

الخلية :

هى دائرة كهربية كاملة تتضمن الكاثود والأنود موضوعين فى وسط موصل ومتصلين بموصل معدنى.

obeikan.com

قطب كبريتات النحاس :

هو قطب يتكون من قضيب من النحاس موضوع فى محلول مشبع من كبريتات النحاس متصل بسلك لتوصيله بجهاز القياس وهو الأساس فى قياس فرق الجهد للمعادن ، بالإضافة إلى بعض الأقطاب الأخرى التى تستخدم فى ماء البحر والمعامل.

الاستقطاب :

هو التغير الذى يحدث فى جهد القطب نتيجة لمرور التيار (الحيود عن حالة الاتزان).

السلسلة الكهروكيميائية :

هى ترتيب المعادن المختلفة طبقاً للجهد الكهربائى الطبيعى لها من الأكبر للأصغر ، أو هى ترتيب المعادن طبقاً لمدى مقاومتها للتآكل فى ظروف معينة ، وكل معدن فى هذه السلسلة يكون مصعد Anode للمعادن السابقة له فى السلسلة كالموضح في جدول 8 - 1.

جدول 8 ـ 1 السلسلة الكهروكيميائية

العنصر	جهد القطب القياسى	رمز العنصر	Name
الليثيوم	-3.01	Li	
البوتاسيوم	- 2.92	K	
الكالسيوم	- 2.84	Ca	
الصوديوم	- 2.71	Na	
ماغنسيوم	- 2.38	Mg	MAGNESIUM
ألومنيوم	- 1.66	Al	ALUMINUM
زنك ـ خارصين	- 0.76	Zn	ZINC
كروم	- 0.71	Cr	CHROMIUM
حديد	- 0.44	Fe	IRON
كادميوم	- 0.4	Cd	CADMMIUM
نيكل	- 0.23	Ni	NICKEL
قصدير	- 0.14	Sn	TIN
هيدروجين	صفر	H	HYDROGEN
رصاص	- 0.13	Pb	LEAD

obeikan.com

CUPPER	Cu	0.34 +	**نحاس**
SILVER	Ag	0.8 +	**فضة**
PLLADIUM	Pd	0.83 +	**بلاديوم**
MERCURY	Hg	0.85 +	**زئبق**
PLATINUM	Pt	1.2 +	**بلاتين**
GOLD	Au	1.42 +	**ذهب**

المعاملة الحرارية :

هي كل عملية أو مجموعة عمليات تتعرض بواسطتها المشغولة لتغييرات في درجة حرارتها (دورات حرارية) بقصد الحصول على بناء مجهري جديد يعطى خواص معينة جديدة أو تغيير بعض خواص المشغولة ، علاوة على ذلك فإن مثل هذه العمليات قد تحدث بعض التغييرات في التركيبي الكيميائي للشغلة ، وعلى سبيل المثال .. تركيز الكربون بأن يكون منفصلا أو متحدا وكذلك النتروجين ، وعمليات التشكيل على الساخن.

معدل التبريد :

هو مقدار هبوط درجة الحرارة في وحدة الزمن وذلك في حدود درجات حرارة معينة.

التقسية :

يطلق على معدل التبريد بعد التسخين والذي يبلغ من السرعة ، بحيث يترتب عليه تحول أو تغير في خواص المشغولة.

فترة التقسية :

تعني التبريد السريع بعد التسخين ، وتقدر بالزمن المنقضي من لحظة غطس الشغلة في وسيط التبريد حتى لحظة إخراجها منه.

درجة حرارة التقسية :

هى درجة الحرارة التي يبدأ عندها التبريد السريع.

التسخين الأولى:

obeikan.com

هو تسخين بطيء إلى درجة الحرارة المرجوة بقصد تجنب حدوث شروخ من خلال الاجهادات الحرارية.

التشوه :

هو إختلاف في الأبعاد أو التشكيل للشغلة الذي ينشأ عن أي معاملة حرارية.

المعاملات دون درجة حرارة الصفر :

هى معاملة لاحقة الغرض منها هو تقسية الصلب ، وتتم عند درجات حرارة شديدة الانخفاض (ما يعادل . 180 ^{0}م).

فترة الغطس :

هي الفترة المنقضية منذ لحظة غطس المشغولة في أى حمام حتى لحظة إخراجها.

التقسية المتقطعة :

هى عملية تبريد تتم في وسيطا تبريد على التوالي ، بحيث تكون لهما خواص تبريد مختلفة دون الاحتفاظ بالمشغولة في الوسيط التبريد الأولى لفترة.

زمن الاحتفاظ :

هو الزمن المنقضي للشغلة عند درجات حرارة معينة ، بحيث تتساوى درجتي حرارة القلب والسطح معاً ، ولا تشمل هذه الفترة لزمن التسريب الحراري الذي يلي ذلك.

فترة التسريب الحراري :

هى الفترة الزمنية للمشغولة منذ الوصول إلى درجة حرارة التسخين المطلوبة لسطح المشغولة إلى أن تصل نفس درجة الحرارة إلى قلب المشغولة.

وفى حالة تسخين الشغلة من أحد أوجهها ، فإنه الفترة الزمنية المنقضية تستمر حتى تساوى درجات الحرارة الوجهين معاً.

التقسيةالمباشرة :

obeikan.com

هى عملية تصليد السطح المكربن بالتقسية من درجة حرارة قد تكون دون درجة حرارة الكربنة ، كما تكون أعلى من درجة 723 ^{0}م للمناطق السطحية.

فترة التسخين :

هى الفترة المنقضية منذ بدء التسخين حتى الوصول بدرجة الحرارة إلى المدى المطلوب على سطح المشغولة.

الفترة الكلية للتسخين:

هى مجموع فترتي التسخين والتسريب الحراري.

التحول الأوستنيتى :

هو التحول للتركيب البنياني للصلب بالتسخين المفاجئ إلى 723 ^{0}م .. أى إلى ما يسمى بنقطة التحول ، بحيث يتحطم البرليت وينحل الكربون من الحديد تماماً ، يتم ذلك كله في الحالة الصلبة ، حيث ينشأ ما يسمى بالمحلول الصلب ، وتسمى البنية الجديدة بالأوستنيت نسبة إلى الباحث الإنجليزي أوستن.

التسخين المفرط :

هو المبالغة في التسخين إلى أعلى من الحدود الحرجة (مابين Ac3 723 – 912 ^{0}م) ، الأمر الذي يترتب عليه زيادة حجم الحبيبات عند الاحتفاظ بالشغلة عند هذه الدرجة للفترة المقررة المعتادة . ويمكن علاج ذلك بمعالجه حرارية لاحقة أو بالتشكيل على البارد.

حساسية تسخين المفرط :

هو حساسية المشغولة للتسخين المفرط وفي التقسية ، مفكما كان المدى الحراري الذي يمكن أن تبرد منه المشغولة كبيرا دون أن تتأثر الصلادة الناتجة .. كلما إنخفضت حساسية المشغولة للتسخين المفرط والعكس صحيح.

الاحتراق :

obeikan.com

هو التسخين إلى درجة حرارة عالية (درجة حرارة أعلى من 723 ^{0}م) ، والذي يؤدى إلى تشوه حجم الحبيبات الذي لا يمكن علاجه ، ومن ثم تلف المشغولة.

التخمير:

هى عملية تسخين المشغولة إلى درجة حرارة معينة ، والاحتفاظ بها عند هذه الدرجة لفترة قبل تبريدها الذي يتم في العادة ببطء.

فترة التخمير :

هى الفترة الزمنية المقضية للمشغولة عند درجة حرارة التخمير.

التخمير المكشوف:

هي عملية تخمير معتادة تتم وينشأ عنها طبقة من الأكسيد ، هذه الطبقة متماسكة وملتصقة مع سطح المشغولة.

التخمير اللامع :

هى عملية تخمير تتم بشرط المحافظة على سطح المشغولة لامعاً .. أى بأقل قدر من الأكسيدة.

درجة حرارة التخمير :

هى درجة حرارة تسخين المشغولة بقصد التخمير.

التخمير الشامل :

هى عملية تسخين للمشغولة إلى درجة الحرارة الحرجة Ac3 (723. 912 ^{0}م) ، يتبعها تبريد لإمكان الحصول على حبيبات غليظة بقصد تحسين قابلية تشغيلها.

التخمير الأوسط :

هو عملية تخمير للشغلة بعد كربنتها أو بعد تحول حبيبات قلبها إلى حبيبات دقيقة ، وذلك بإطالة فترة تسخينها عند درجة حرارة دون الدرجة الحرجة 723 ^{0}م ، ثم تبريدها ببطء.

التخمير بالثبوت الحرارى :

obeikan.com

يقصد بذلك الاحتفاظ بالمشغولة عند درجة حرارة التحول أثناء فترة التبريد عند درجة حرارة 723 ^{0}م ، ثم التبريد بعد ذلك بمعدل إختيارى.

تخمير التلدين :

يجرى التلدين .. أى تطرية معدن المشغولة عند تسخينها إلى درجة الحرارة دون الدرجة الحرجة مباشرة و أحياناً بأعلها أو التأرجح حولها .. أى عند درجة 723 ^{0}م ، يتبع ذلك التبريد بقصد الوصول بالمشغولة إلى أطرى حالة لها.

إزالة الإجهادات :

هي عملية تخمير تتم عند درجة حرارة دون الدرجة ، وفي المعتاد عند درجة 650 ^{0}م للصلب ، يتبع ذلك تبريد بطيء بقصد إزالة الاجهادات دون الأضرار أو التعديل بالخواص المكتسبة من العمليات أو المعاملات السابقة بأى قدر ملموس.

معاملة تحول حبيبات القلب إلى حبيبات دقيقة :

هي عملية تبريد للمشغولة من درجة حرارة تفوق الدرجة الحرجة ac (723 . 912 ^{0}م) للقلب إلى درجة حرارة دون الدرجة الحرجة 723 ^{0}م ، بقصد تحول بنية القلب إلى حبيبات دقيقة ، والتي قد تغلظت من خلال عملية كرينه سابقة.

المعادلة :

هي التسخين إلى درجة حرارة أعلى من الدرجة الحرجة (723 . 912 ^{0}م) أو أعلى من 723 ^{0}م ، يتبع ذلك تبريد في هواء راكد.

استقرار:

هي عملية تخمير بهدف تجميع أو ربط المكونات المتباينة والمتناثرة ، ويتم ذلك عند 850 ^{0}م.

المجانسة:

هو تغير يتداول في صناعة سحب الأسلاك والخوص الرقيقة ، المقصود به هو تسخين الأسلاك والخوص الرقيقة إلى درجة حرارة أعلى من درجة الحرارة الحرجة Ac3 (723. 912 ^{0}م) ، ثم التبريد السريع بقصد جعل البينة متجانسة مع تقبل عمليات

التشكيل على البارد المتوالية ، يتم ذلك عادة في أفران مفتوحة من الطرفين يستمر مرور السلك داخلها ثم يغطس مباشرة في حمام وسيط (مثل الرصاص أو الملح المنصهر في درجة حرارة ما بين 400 . 500 ^{0}م) ، أو التبريد في الهواء (مجانسة هوائية) ، وقد يتم ذلك أيضا بصورة غير مستمرة .. بمعنى أن يسخن ملف كامل من السلك مرة واحدة ، ثم يبرد بعد الحمام المذكور.

التجانس :

هي عملية تخمير تجرى في درجات حرارة مرتفعة (في حالة الصلب تكون أعلى من درجة الحرارة الحرجة (723Ac3 . 912 ^{0}م) ، ثم الاحتفاظ بالمشغولة فترة طويلة عند هذه الدرجة ، يتبع ذلك تبريدها بأى طريقة مرغوبة بقصد توزيع منتظم ومتاجنس للمكونات الذائبة.

المجانسة بالمقاومة الكهربائية :

هى عملية تسخين بالمقاومة الكهربائية:

التطويع:

هى عملية تخمير لحديد الزهر تتم بتحلل السمنتايت عند درجة حرارة أعلى من 723 ^{0}م ، يمكن أن تتم في وسيط مؤكسد ليلازمها إزالة الكربنة ، وقد تتم في وسيط محايد دون أي تأثير على نسبة الكربون.

التصليد أو التقسية بصلادة عالية :

يقصد بذلك التبريد من درجة حرارة المدى (723Ac3 . 912 ^{0}م) أو درجة الحرارة الحرجة 723 ^{0}م بمعدل تبريد عالي للحصول على صلادة كافية ، بحيث تكون الصلادة سطحية أو صلادة للمشغولة كلها.

درجة حرارة التصليد:

هى درجة حرارة تسخين المشغولة قبل تبريدها لغرض تصليدها.

التقسية بالغطس:

obeikan.com

هى تصليد سطح المشغولة بعد تسخين سطحها وغطسها في فلز منصهر أو ملح منصهر فى درجة حرارة مرتفعة.

قابلية التصليد:

هى قابلية السبيكة لزيادة صلادتها بالمعادلة الحرارية بالتسخين والتسقية ، يشمل ذلك التصلد المفرط أو التصلد المفيد.

التسقية في الزيت:

هو تسخين المشغولة المراد تصليدها ، ثم تبريدها في حمام زيت.

التسقية والمراجعة في الزيت:

هى عملية تسخين للمشغولة المراد تصليدها ومراجعتها ، ثم تبريدها في حمامات زيت.

التسقية في الهواء :

هى عملية تسخين للمشغولة المراد تصليدها ، ثم تبريدها في الهواء بدرجات حرارة التصليد والمراجعة

التسقية والتطبيع في الهواء :

هى عمليات تسخين للمشغولة المراد تصليدها وتطبيعها ، ثم تتم تبريدها في الهواء من درجات حرارة التصليد والمراجعة.

التصليد بالتيارات الحثية :

هو تصليد بالتسخين السطحي بالتيارات الكهربائية الحثية ، أو تسخين حثى متغلغل في مقطع المشغولة.

عمق التصليد المراجع:

هو بعد محدود من سطح الشغلة المصلدة سطحيا ، تم تقسية ومراجعته بمقدار محدود مفيد.

تصليد القلب:

obeikan.com

هو عملية التقسية بعد الكربنة والتبريد من درجة حرارة التصليد للصلب إلى درجة دون 723 ^{0}م ، ليصل التصليد إلى قلب المشغولة.

تصليد السطح :

هو عملية التقسية بعد الكربنة والتبريد من درجة حرارة التصليد للسطح إلى دون الدرجة الحرجة .. درجة 723 ^{0}م على السطح.

التسقية المزدوجة :

هى تصليد المشغولة المكربنة بأسلوبين ، التصليد الأول هو الذي ينشأ من التبريد من درجة حرارة التصليد للقلب ، أما التصليد الثاني فإنه يتم بالتبريد من درجة حرارة التصليد للسطح.

التصليد المتغلغل :

هى عملية تصليد متغلغلة من السطح إلى القلب ، أو من احد أوجه المشغولة إلى وجهها الآخر.

قابلية التصليد المفيدة :

هى قابلية السبيكة للتصليد لعمق معين مفيد مقاساً من على سطحها.

عمق الصلادة المفيدة :

هو مقدار تغلغل البنية المتصلدة في مقطع المشغولة ، ويقدر العمق عند مستوى التصليد الذي يعتبر مفيداً للغرض المعنى.

اختبار التصلد على الأقراص :

هو اختبار يجرى لتقدير مقاومة الإجهادات في قلب مشغولة من الصلب المصلده سطحيا بالتغليف ، ويجرى الاختبار على القلب الذي لم يتكربن بالتغليف ، وفى المعتاد يجرى استخدام أقراص مختلفة التخانة في هذا الاختبار.

التصلد المفرط :

obeikan.com

هو قابلية السبيكة للتصليد بإفراط بعد سقيتها في عملية التقسية أو التصليد.

مقدار التصلد:

هو الحد الأقصى للصلادة التي يتوصل إليها بعد عملية التقسية (التصلد) أو بعد عمليات اللحام أو القطع باللهب.

قابلية التشرخ بالتسقية :

قابلية المشغولة لإظهار شروخ بها أثناء دورة التسخين أو بعد التسقية مباشرة قبل الطبع.

التصليد للتغلغل والمراجعة :

هى عملية تصليد يتتبعها تطبيع ، تتم هذه العملية من خلال التغلغل من السطح إلى القلب.

التقسية والتطبيع في الماء :

هى عملية تقسية وتطبيع تتم بالتبريد في الماء.

التقسية والتطبيع من درجة حرارة التشكيل :

هى عمليات حرارية وتبريد مباشر من درجات حرارة التشكيل (الحدادة . السحب . الدلفنة . البثق) دون سابق تبريد.

التقسية والتطبيع أو (المراجعة):

هى معاملة للحصول على أقصى متانة للسبيكة عند مقاومة معينة لإجهادات الشد ، وذلك بالتقسية التي يتبعها عملية تطبيع عند حرارة مرتفعة.

التطبيع والمراجعة :

هى عملية تسخين تتبع عملية التصليد بالمعاملة الحرارية والتشكيل على البارد أو اللحام ، وذلك لدرجة حرارة تقع بين درجة حرارة الجو ودرجة حرارة دون الحد الحرج 723 ^{0}م والاحتفاظ بالمشغولة عند هذه الدرجة لفترة ، ثم تبريدها بمعدل مناسب .

فترة المراجعة :

openkan.com

هى الفترة الزمنية التي يحتفظ بالمشغولة خلالها عند درجة حرارة التطبيع أو المراجعة.

درجات حرارة التطبيع :

هى درجات الحرارة التي يحتفظ بالمشغولة عندها إثناء التطبيع.

القصافة الناشئة عن التطبيع :

هى إنخفاض في المتانة الناشىء عن التطبيع عند نطاق درجات حرارة معينة أو عند التبريد ببطء عبر نطاق درجات حرارة معينة بعد التطبيع.

التطبيع السريع عند درجة الحرارة العالية :

هى عملية تطبيع سريعة تتم عند درجة حرارة تفوق درجة حرارة التطبيع المعتاد.

الغلى :

هى عملية تطبيع تتم في درجات حرارة متوسطة في حمامات الماء أو الزيت الساخن.

التغليف :

هى عملية تصليد للسطح من خلال الكربنة أو نتردة السطح أو بكليهما.

الكربنة:

هى عملية أغناء السطح بالكربون من خلال الاحتفاظ بالمشغولة عند درجة حرارة فوق الحدود الحرجة (723 . 912 ^{0}م)، وذلك في وسيط مكربن مثل غاز مكربن أو حمام ساخن مكربن أو مسحوق او معجون مكربن.

السنيدة :

هى عملية أغناء السطح بكل من الكربون والنتروجين ، وذلك بالاحتفاظ به أعلى من درجة الحرارة الحرجة أو أحيانا دون درجة الحرارة الحرجة (723 ^{0}م) في وسط مكربن.

عمق الغلاف :

openkan.com

يستخدم في التصليد السطحي للدلالة عن عمق السطح المصلد بدرجة محددة.

إزالة الكربنة :

هى عملية خفض نسبة الكربون من المشغولة وفى الغالب من سطحها.

العمق المزال منه الكربون :

هو العمق الكلى المزال منه الكربون كليا أو جزئيا من المنطقة السطحية.

النتردة :

هى تسخين في وسيط منترد (أى محتوى على نيتروجين) بقصد زيادة نسبة تركيز النتروجين على السطح.

النتردة الجافة :

هى تسخين فى وسط من غازات غنية بالنتروجين.

النتردة بحمامات الأملاح:

هى تسخين في حمامات من الأملاح المنصهرة الغنية بالنتروجين .

عمق الكربنة :

هو العمق في المنطقة السطحية للمشغولة التي تزداد فيها نسبة الكربون عن مستواها داخل المشغولة.

التصليد باللهب :

هى عملية تقسية بتسخين السطح أو المقطع الكلى للعينة باستخدام لهب من بورى (مشعل لحام).

التصليد بالترسيب :

هى معاملة حرارية يعتمد فيها على درجة الحرارة في تحلل بلورات المحاليل المتجمدة فوق المشبعة المتكونة بعد التسقية من منطقة المحلول المتجمد، وقد يتم التحلل المذكور في درجة حرارة الغرفة وينشأ عنه إرتفاع فجائي في الصلادة ، وقد يتم ذلك في

obeikan.com

درجات حرارة المرتفعة نسبياً (التصلد بالتعتيق التخليقى) بقصد تعديل الخواص الميكانيكية أو المغناطيسية.

التسخين للمحلول المتجمد:

هى عمليات تسخين إلى درجة الحرارة التي تذوب عندها المكونات المترسبة.

التعتيق أو التشييخ:

هو الاحتفاظ بالمشغولة عند درجة حرارة معينة سواء أعلى من درجة حرارة الجو أو دونها لمرة واحدة أو تكرارها لعدة مرات ، بهدف تعجيل أو تأخير تغيير بعض الخواص في المشغولة مثل الخواص الميكانيكية ، أو تخليقياً إذا كان هذا التغيير يحدث في درجة حرارة عالية نسبيا ، أو طبيعياً إذا كان هذا التغيير يحدث في درجة حرارة الجو بعد زمن طويل .. وهو ما يسمى بالتعتيق الطبيعي.

obeikan.com