**الطلاء الكهربائي**

 المحتوى هنا ينقصه الاستشهاد بمصادر. يرجى إيراد مصادر موثوق بها. أي معلومات غير موثقة يمكن التشكيك بها وإزالتها. (فبراير 2016)

الطلاء الكهربائي هي عملية الطلاء التي يتم فيها نقل ايونات المعادن في محلول بواسطة مجال كهربائي لتغطي إلكترود. العملية تستخدم التيار الكهربائي لازالة الكاتيونات من مادة مرغوبة في المحلول وتغطي مادة موصلة للكهرباء بطبقة رقيقة من هذه المادة ، كمعدن معين مثلا. وتستخدم هذه العملية في المقام الأول للتغليف بطبقة من مادة معينة لتضفي خاصية مرغوب فيها على المادة الاساسية (على سبيل المثال:التآكل والكشط، الحماية من الصدأ، صفات تزيتية، والصفات الجمالية، وغيرها). استخدام اخر للطلاء الكهربائي هو زيادة سمك جزء معين لديه نقص في الابعاد وتسمى هذه العملية المستخدمة في الطلاء الكهربائي(الإيداع بالكهرباء،او بالإنجليزية:(electrodepositing) وهي مماثلة لخلية جلفانية تعمل في الاتجاه المعاكس. الجزء الذي يتم طلائه هو القطب السالب للدائرة. يتم صنع الأنود من المعدن المراد طلائه . تغمر كلا من المكونات في محلول يسمى الكتروليت يحتوي على واحد أو أكثر من الأملاح المعدنية الذائبة وكذلك الأيونات الأخرى التي تسمح بتدفق الكهرباء. مصدر الطاقة هو تيار مستمر موصل بالقطب الموجب، مما يؤكسد ذرات المعدن التي يتألف منها الانود ويسمح لها بالذوبان في المحلول. عند القطب السالب: يتم ازالة ايونات المعدن الذائبة في المحلول عند الكاثود ، فتلتصق الايونات بالكاثود.وبذلك يكون معدل ذوبان القطب الموجب يساوي المعدل الذي يطلي به الكاثود بالتوازي مع التيار المار بالدائرة. في هذه الحالة الايونات تتجدد باستمرار من خلال الدائرة في محلول الالكتروليت بواسطة القطب الموجب.

في بعض الطرق الاخري لعملية الطلاء الكهربي يمكن استخدام قطب موجب غير قابل للذوبان، مثل الرصاص. في هذه الطرق، الايونات المستخدمة في طلاء الكاثود لابد ان يتم تجديدها دوريا في نفس الوقت الذي يتم فيه سحبها من محلول الاكتروليت.

**الطرق**

على حد سواء يتم توصيل كلا من القطب الموجب والسالب في الخلية الكهربائية بمصدر طاقة خارجي مستمر ( بطارية أو مقوم تيار وهو الأكثر شيوعا.) يتم توصيل القطب الموجب بالنهاية الموجبة لمصدر الطاقة ، ويتم توصيل القطب السالب (السطح المراد طلائه) بالنهاية السالبة من مصدر الطاقة. عند تشغيل مصدر الطاقة الخارجي، يتم أكسدة المعدن عند القطب الموجب من حالة التكافؤ الصفري لتكوين كاتيونات موجبة الشحنة.هذه الكاتيونات تتحد مع الأنيونات في المحلول. ويتم ازالة الكاتيونات في القطب السالب على أن تترسب في حالة التكافؤ الصفري للمعدن. على سبيل المثال، في محلول حمضي ، يتأكسد النحاس عند القطب الموجب إلى Cu+2عن طريق فقد الكترونين. يتحد Cu+2 مع أنيون SO4-2 في المحلول لتشكيل كبريتات النحاس.عند القطب السالب، يتم تقليل Cu2 + إلى نحاس لامع من خلال حصولها على اثنين من الالكترونات. والنتيجة هي نقل فعال للنحاس من الأنود إلى طبقة تغطي القطب السالب. عملية الطلاء الكهربائي غالبا ما تكون باستخدام عنصر معدني واحد ، ولا يتم استخدام السبائك في هذه العملية ،إلا في بعض الاستثنائات يمكن استخدام بعض السبائك مثل النحاس الأصفر والقصدير. العديد من احواض الطلاء تتضمن سيانيد المعادن الأخرى (على سبيل المثال، سيانيد البوتاسيوم)، بالإضافة إلى السيانيد من المعدن المراد ترسبه. هذا السيانيد الحر يسهل تآكل القطب الموجب، ويساعد على الحفاظ على مستوى ثابت من أيونات معدنية ويساهم في زيادة التوصيل الكهربي. وبالإضافة إلى ذلك، يمكن إضافة المواد الكيميائية غير المعدنية مثل الكربونات والفوسفات لزيادة التوصيل.

عندما يكون الطلاء في بعض المناطق علي السطح غير مطلوب ، يتم عزل تلك المنطقة لمنع المحلول من الاتصال بالسطح فيها. ومن طرق العزل المثالية استخدام شرائط لاصقة ،أو شموع ،أو اوراق الالومنيوم.

**الضربات (الطلاء السريع )**

في البداية، مادة طلاء خاصة تسمي "ضربة" أو "فلاش" يمكن استخدامها لتشكيل طبقة طلاء رقيقة جدا (عادة أقل من 0.1 ميكرون) ذات جودة عالية والتصاق قوي بالسطح المرغوب طلائه. وتكون بمثابة الأساس لعمليات طلاء لاحقة. هذه العملية تستخدم تيار عالي الكثافة ومحلول منخفض في تركيزالايونات. العملية بطيئة، لذلك يتم استخدام عمليات طلاء أكثر كفاءة حالما يتم الحصول على السمك المطلوب..

كما تستخدم هذه الطريقة أيضا في طلاء مجموعة من المعادن المختلفة.إذا كان المرغوب طلاء نوع من المواد على معدن لتحسين مقاومة التآكل ولكن هذا المعدن له خصائص التصاق سيئة بالمعدن المراد طلائه ، يمكن توجيه ضربة اولية بمادة متوافقة مع كل منهما. مثال علي هذه الحالة هوخصائص الاتصاق السيئة لوحلول النيكل الكهربائي على سبائك الزنك، في هذه الحالة يتم اللجوء إلى توجيه ضربة من النحاس، والتي لديها قدرة جيدة علي الالتصاق علي كلا منهما . عملية الطلاء الكهربي باستخدام الفرشاة احدي العمليات وثيقة الصلة بما سبق هي الطلاء الكهربائي بالفرشاة ، والتي من خلالها يمكن طلاء مناطق موضعية أو الجسم كاملا باستخدام فرشاة مشبعة بمادة الطلاء. جسم الفرشاة من مادة الصلب المقاوم للصدأ مغلفة بالقماش اللذان يحملان على حد سواء محلول الطلاء، ويمنع الاتصال المباشر مع الجسم الذي يتم طلائه، جسم الفرشاة يتم يوصيله بالجانب الموجب من مصدر طاقة تيار مباشر منخفض الجهد ، والجسم اللمراد طلائه يتم نوصيله بالجانب السالب. ويقوم العامل بغمس الفرشاة في محلول الطلاء ثم يقوم بتحريك الفرشاة باستمرارية علي الجسم للحصول على توزيع عادل للمواد الطلاء. الطلاء بالفرشاة لديه العديد من المزايا مقارنة بالطلاء في الخزان (الحوض الكهربي )، تشمل القدرة علي طلاء اجسام ،لأسباب معينة لا يمكن طلائها في أحواض الطلاء (تطبيق علي ذلك هو طلاء أجزاء كبيرة جدا من أعمدة الدعم الزخرفية في ترميم المباني )، والانخفاض النسبي لحجم الاحتياجات محلول الطلاء. مساوئ هذه الطريقة مقارنة مع الطلاء في الأحواض تتضمن مشاركة أكبر من العامل (الطلاء في الأحواض الكهربية يمكن في كثير من الأحيان القيام به مع اهتمام أقل من العامل.) ، وعدم القدرة على تحقيق طبقات طلاء كبيرة السمك.

**الترسب اللاكهربائي**

عادة ما يتم استخدام خلية تحليل كهربائي (والتي تتألف من قطبين، الكتروليت (محلول كهربي )، ومصدر خارجي للتيار) في عملية الترسب الكهربائي. عملية الترسب اللاكهربي تستخدم الكترود واحد فقط وبدون استخدام أي مصدر خارجي للتيار الكهربائي. ومع ذلك، فإن المحلول في هذه الحالة يحتاج إلى معامل تخفيض ويمكن من حيث المبدأ أن يستخدم أي مخفض مائي الاساس. على الرغم من هذا ، فأن جهد الأكسدة للمخفض يجب أن تكون مرتفعة بما يكفي للتغلب على حواجز الطاقة الكامنة في كيمياء السائل. الطلاء اللاكهربي بالنيكل يستخدم هيبوفسفيت كمخفض في طلاء معادن أخرى مثل الذهب والفضة والنحاس وعادة ما تستخدم الألدهيدات منخفضة الوزن الجزيئي. ومن الفوائد الرئيسية التي تميز هذا الاسلوب عن احواض الطلاء هو أن ليست هناك حاجة لمصادر الطاقة واحواض الطلاء، وخفض تكلفة الإنتاج. يمكن لهذه التقنية أيضا طلاء الأشكال والأنواع مختلفة من السطوح. الجانب السلبي هو أن عملية الطلاء عادة ما تكون أبطأ ولا يمكن إنشاء طبقات سميكة من المعدن. نتيجة لهذه الخصائص، الترسب اللاكهربائي هو أمر شائع جدا في الفنون الزخرفية.

**التنظيف**

التنظيف ضروري لنجاح عملية الطلاء الكهربائي، لأن الطبقات الجزيئية للزيت يمكن أن تحول دون التصاق الطلاء. ASTM B322 هو دليل قياسي لتنظيف المعادن قبل الطلاء الكهربائي. وتشمل عمليات التنظيف التنظيف بالمذيبات، المنظفات القلوية الساخنة ، والتنظيف الكهربائي ،و المعلاجة الحمضية، وما إلى ذلك. الاختبار الأكثر شيوعا في الصناعية للتننظيف هو الاختبار waterbreak، حيث يتم شطفها جيدا على السطح وتبقي رأسية. الملوثات الشرهة مثل الزيوت تتسبب في تفتيت الماء ، مما يسبب الاستنزاف سريع للمياه. السطوح المعدنية النظيفة تماما تحتفظ بطبقة من المياه دون تفتيتها مما لا يسبب استنزاف الماء او تصريفه. ASTM F22 يوضح نسخة من هذا الاختبار. هذا الاختبار لا يكشف عن الملوثات المائية، ولكن عملية الطلاء الكهربائي يمكن أن تحل محل هذ بسهولة طالما ان المحلول معتمد على الماء. الصابون يقلل من حساسية من الاختبار، فيجب أن تشطف جيدا قبل تطبيق العملية.

**الآثار**

الطلاء الكهربائي يغيرالخواص الكيميائية والفيزيائية والميكانيكية من الشغلة. مثال على التغير الكيميائي هو عندما يتم الطلاء بالنيكل مما يحسن مقاومة التآكل. مثال على التغيير الفزيائي هو تغيير في المظهر الخارجي. مثال على تغير ميكانيكي هو تغيير في قوة الشد أو صلابة السطح التي هي السمة المطلوبة في صناعة أدوات القطع.

**التاريخ**

ربما كانت (بطارية الفرثيين) أول نظام يستخدم الطلاء الكهربائي على الرغم من ان هذا لم يؤكد بعد. تم اختراع الكهروكيماء الحديثة من قبل الكيميائي الإيطالي لويجي برونياتيللي عام 1805 . استخدم برونياتيللي اختراع زميله اليساندرو فولتا المخترع قبل ذلك بخمس سنوات ((voltaic pile ليسهل عملية الترسب الكهربي الاولي . اختراعات بروناتيللي اوقفت من قبل الاكادمية الفرنسية للعلوم ، وتم منع استخدامها في الصناعة في الثلاثين عاما اللاحقة . في عام 1839علماء في بريطانيا وروسيا ، اخترعوا عمليات ترسب المعادن بشكل مستقل مماثلة لطريقة بروناتيللي لعملية طلاء النحاس بالكهرباء اكتشف جون رايت من برمنغهام (انكلترا) أن سيانيد البوتاسيوم يعتبر من المكونات المناسبة لالكتروليت الطلاء الكهربائي للذهب والفضة. وقد منح زملاء رايت جورج الكنجتون وهنري الكنجتون براءاة الاختراع الأول للطلاء الكهربائي في عام 1840. ثم أسس هذان العالمان صناعة الطلاء الكهربائي في برمنغهام حيث انتشرت من هناك إلى جميع أنحاء العالم.

كان Norddeutsche Affinerie في هامبورغ أول مصنع للطلاء الكهربائي الحديثة بدء انتاجه في عام 1876.

وبتطور علم الكيمياء الكهربائية ، أصبحت علاقتها بعملية الطلاء الكهربائي أكثر فهما، وتطورت تطبيقات أخرى غير زخرفية (تزيينية ) لعملية الطلاء الكهربي للمعادن.عام 1850، تطورت عمليات الطلاء الكهربي التجاري للنيكل والنحاس والقصدير والزنك .توسعت عمليات الطلاء الكهربي في الأحواض ومعداتها بناءً على اختراعات الكنجتونس لتصل إلى استيعاب اعداد هائلة لأجسام كبيرة الحجم ولتطبيقات هندسية خاصة.

تصدرت صناعة الطلاء مكانة كبيرة وذلك نتيجة لتطورالمولدات الكهربائية بصفة كبيرة في أواخر القرن 19. مع امكانية الحصول علي تيارات كهربية مرتفعة ، ووجود مكونات آلات معدنية، ومعدات، وقطع غيار السيارات التي تتطلب حماية من التآكل ،خصائص كشط محسنة، جنبا إلى جنب مع مظهر أفضل ، يمكن معالجتها بسهولة في مجموعات كبيرة. قدمت الحربين العالميتين وصناعة الطيران قوة دافعة لمزيد من التطورات والتحسينات بما في ذلك عمليات مثل الطلاء بالكروم الصلب ، طلاء سبائك البرونز، جنبا إلى جنب مع العديد من عمليات الطلاء الأخرى. معدات الطلاء تطورت من معدات يدوية تغذيها خزانات قطران خشبية إلي معدات التشغيل الآلي، قادرة على معالجة آلاف من الكيلوغرامات في ساعة .

واحد من المشاريع الأولى للفيزيائي الأمريكي ريتشارد فاينمان هو تطوير تكنولوجيا لتقنية طلاء الكهربائي للمعادن على البلاستيك. طور فاينمان الفكرة الأصلية لصديقه لتصبح اختراع ناجح، مما جعل صاحبه في العمل (وصديقه) يفي بوعود تجارية كان قد قطعها علي نفسه ولم يستطع الوفاء بها قبل ذلك الحين.

**الاستخدامات**

الطلاء الكهربائي هو عملية مفيدة. ويستخدم على نطاق واسع في طلاء المعادن بطبقة رقيقة من معدن مختلف. طبقة المعدن المطلي به لديها بعض الخصائص المطلوبة ، التي يفتقر اليها المعدنية المراد طلائه. على سبيل المثال يتم طلاء العديد من المنتجات بالكروم مثل قطع غيار السيارات، صنابير الحمام، ومواقد غاز المطبخ، وجنوط العجل وغيرها الكثير. ويمكننا أيضا استخدام الطلاء الكهربائي لطلاء هياكل السيارات

**خلية هال**

خلية هال هي نوع من خلايا الاختبار المستخدمة لفحص حالة أحواض الطلاء الكهربائي من حيث الجودة. لأنها تتيح تعظيم الاستفادة من كثافة التيار العالية، وفحص تركيز الاضافات، والتعرف على آثار الشوائب.خلية هال تبدل احواض الطلاء على نطاق المختبر. يملأ الحوض بعينة من محلول الطلاء المعدني، قطب موجب مناسب متصلا بمقوم تيار. يتم استبدال "السطح المراد طلائه" بلوحة اختبار يتم طلاؤها لتظهر مدي "فاعلية" للحمام.

خلية هال هي حاوية علي هيئة شبه منحرف يحمل 267 ملليتر من محلول. هذا الشكل يسمح بوضع لوحة الاختبار على زاوية إلى القطب الموجب. ونتيجة لذلك، الجسم يطلي في تيارات مختلفة الكثافة التي يمكن قياسها بمسطرة الخلية. حجم المحلول يقوم بالتحسين الكمي لتركيز الاضافات: 1 إضافة إلى 267 مل ليتر اي ما يعادل 0.5 أوقية / غال في خزان الطلاء.