بسم الله الرحمن الرحيم

عنوان البحث :

الطلاء الكهربي فوق التشكيل المباشر للحديد

د/ منى فؤاد اسماعيل حسن

مدرس بقسم النحت – كلية الفنون الجميلة – جامعة الاسكندرية

Moonfnoon2009@yahoo.com

ملخص البحث:

ان للابداع رغبة متجددة في اضافة رؤي فنية متكررة من خلال توفير تقنيات مستحدثة ومتاحة ومتوفرة تتيح المزيد من الاثراء للاعمال الفنية وتقنيات التشكيل المباشر للحديد باللحام والتي تتجلي أهميتها في الامكانيات التشكيلية المتعددة والمختلفة الاحجام وصلابته في الفراغ الخارجي وتشكيلاته والتي يصعب انتاجها بالطرق الاخري الا انه قابل للتاكل والصدأ.

والتاكل يمكن أن نعرفه علي أنه ظاهرة تلف كميائي اوكهروكمائيي توثر علي سطح العمل المعدني وفي حالاته الشديدة هو عبارة عن أنهيار للبناء البلوري للمعدن ومقاومة التاكل واحدة من الوظائف الهامة للطلاء الكهربي فوق المعادن وهي احدي التقنيات المنبسطة من عمليات التشكيل بالكهروكيماء وهذه التقنية تطبق بصفة عامة لتحسين الخواص الفيزيقية والمظهرية للاسطح المعدنية و لحماية المعدن الاساسي من التاثير بعناصر مسببة للتاكل في البيئة من هواء او ماء.

فنجد أن طلاء النحاس يعطي مستوي متقدم من الحماية والتلميع للحديد الصلب وطلاء النيكل يعطي درجة عالية من مقاومة التاكل وطلاء الكروم تعطي مقاومة خدش ومقاومة تاكل ومقاومة لفقدان اللمعة.

وتهدف هذه الورقة البحثية الي أهمية التقنيات التكنولوجية الحديثة للترسيب الكهربي في رفع القيمة التشكيلية الفيزيقية الجمالية والاقتصادية للاعمال الحديد المجمعة والمشكلة باللحام والوصول الي معالجات سطحية وعلاقات تشكيلية لتحقيق العديد من الجوانب الابداعية بالاضافة الي زيادة العمر الافتراضي لها من خلال زيادة مقاومة هذه الاعمال للتآكل الكيميائي و زيادة العمر الافتراضي لها من خلال زيادة مقاومة هذه الاعمال للتآكل الكيميائي وايضا قوة صلادة الطبقة المغطاه للوصول الي اعلي درجات الصلادة بالمقاونة بالتغطيات الاخري الناتجة بالطرق الميتالورجية بالاضافة الي نقل أدق التفاصيل والتحكم في الاداء لتكتمل العملية الابتكارية من خلال عنصر الملمس واللون واللمعان والاقتصادية للاعمال الحديد الملحوم والمطلي بالطلاءت المعدنية المختلفة بالاضافة الي مرونة الطبقة المعدنية المعطاة بالترسيب الكهربي علي الاعمال الفنية المشكلة بالتجميع للحديد الملحوم والتي تسمح للعديد من التقنيات الاخري كالطرق والحفر بالاحماض وغيره من الطرق التشكيلية المختلفة لانهاء الاسطح والتعامل معها فمرونة الطبقة المعطاة تمنع تقشيرها و انفصالها وكذلك حمايتها من التفاعلات الداخلية والاجهادات المختلفة.

مقدمـــــة :

إن الخامة هي وسيط التشكيل بين ما يدور في النفس من خيالات ابداعية وبين ما يتجسد من اعمال مادية ملموسة أي أنها بوابة العبور من الحيز النفسي الخاص للفنان الي الوجود الواقعي المحيط به ، وتلعب الخامة دوراً هاماً في إنتاج العمل الابداعي ، فأحيانا ما تنطلق الفكرة مستلهمة من معطيات الخامة وأحيانا أخري تتبع الخامة الفكرة والموضوع .

ومن هنا يجب أن يكون هناك توافق كيفي بين المضمون أو الفكرة وبين الخامة الوسيطة في التشكيل، كما أن تنوع الافكار أو الموضوعات لابد أن يقابله علي الجانب الآخر تنوع وإنفتاح علي مواد وخامات التشكيل .

ولقد أتاحت التكنولوجيا والثورة الصناعية تطور تقنيات التشكيل بمعدن الحديد، حيث ساعدت الوسائل الحديثة علي تطويع هذا المعدن الغني بإمكانياته التشكيلية، مما كان له أثره في إنجذاب النحاتين لاستخدام هذا المعدن وذلك لما يتميز به من قيمة عالية في التشكيل بالمقارنة بالمعادن الاخري.

ولقد ادي هذا التطور التكنولوجي في المعالجة الي فتح افاق جديدة لفكر وإبداع المثالين للوصول بهذه الخامة من خلال استخدام تقنيات التشكيل المختلفة والتجريب والخروج عما هو تقليدي والمحور نسبياً لتولد اعمالاً فنية فائقة جديدة في مضمونها وقيمتها التشكيلية .

ومع التطورالفني بكل مجالاته وخاصة النحت وما حدث له من تغير وظهور اتجاهات جديدة وعديدة وانتقاله من مرحلة استخدام الطرق التقليدية كالسبك الي التقنيات الجديدة مع التطور التكنولوجي واستخدام هذه التقنيات في مجال النحت، استطاع فن النحت أن يخرج من الاطار التقليدي لكي يواكب العصر وعليه ظهرت تقنيات في مجال التشكيل المعدني حيث نجد ظهور عدة أساليب مستحدثة للحصول علي شكل نحتي معدني كالتشكيل المباشر حيث إستطاع الفنان المزج بين الصناعة والتكنولوجيا في الحصول والوصول بالشكل النحتي الي تحقيق فكرته للتعبير عن آليات العصر أو ما يجيش بنفسه لتحقيق فكرة معينة ذات معني ومضمون بداخله فنجد ان التطور التكنولوجي والعلمي الذي ادي بتطور المعادن والسبائك وآلات اللحام أدي بدوره الي تطور مفهوم النحت والارتقاء به الي معان اعمق ومسايرة للعصر المعدني او العصر الجديد كما اطلق عليه فمعدن الحديد بامكانياته ومزاياه التشكيلية اللامنتاهية جذب النحاتين باستخدامه في تحقيق علاقة تشكيلية ولذلك خصائص توفر حرية للنحات والتنوع في تقنيات استخدامه من سبك ولحام وكبس وخراطة... الخ.

أهمية البحث:

ترجع أهمية البحث الي أهمية كل من معدن الحديد من حيث امكانية تشكيلاته المتعددة والتي يمكن الوصول بها الي أعمال نحتية صلبة مختلفة الاحجام ووضعها في الفراغ الخارجي واثراء التشكيل الفني للاعمال المشكلة بالحديد ورفع القيمة الاقتصادية لها بطلائها بالنحاس والنيكل والمعادن الثمينة كالفضة والذهب من النواحي الجمالية والاقتصادية.

مشكلة البحث:

تتلخص مشكلة البحث في كيفية رفع القيمة التشكيلية و الفيزيقية والجمالية للاسطح لاعمال التشكيل المباشر للحديدوالمجمعة باللحام وزيادة مقاومة هذه الاعمال للتاكل الكيميائي من خلال التغطية بمعدن اخر بالطلاء بالترسيب الكهربي للمعادن.

هدف البحث :
الوصول الي معالجات سطحية للحديد المُشكل بالترسيب كهربياً لتحقيق جودةعالية في المظهر والاستخدام والتكلفة.

فروض البحث:
تقتضى الفرضية البحثية إثراء التشكيل الفني للاعمال المشكلة بالحديد، مع زيادة العمر الافتراضي للاعمال بمقاومة التآكل، ورفع القيمة الاقتصادية للاعمال الحديدية (خاصة في طلاء النحاس أو الفضة أوالذهب).

منهج البحث:
المنهج التجريبي والذى يعتمد على الجوانب الابداعية للتشكيل بالحديد ، والجوانب الابداعية للطلاء بالترسيب الكهربي فوق الحديد ، مع دراسة اهم معاير جودة السطح المطلي بالاضافة الى طلاء المعادن بالترسيب الكهربي فوق الحديد المشكل وأخيرا التطبيقات والنتائج والتوصيات.

1- الجوانب الابداعية للتشكيل المباشر للحديد المجمع باللحام وطرق حمايته من التآكل :
الحديد معدن لامع فضي ابيض اللون، وتتراوح صلادته بين 4 بمقياس موس ، وقابل للطرق والسحب، وهو معدن ناعم الملمس، موصل جيد للحرارة والكهرباء وإمكانية التشكيل المباشر باللحام للأشكال الحديدية يعطى للأشكال الفنية قوة وصلابة للاعمال المشكلة مع امكانية الحصول علي اعمال فنية بالغة التعقيد والتي يصعب إنتاجها بالطرق الاخري، وتتوافر أشكال الحديد الصناعية وتتعدد طرق تشكيله بالطرق والاساليب المختلفة في التشكيل بدون قطع والتي تتضمن عدة تقنيات منها السباكة، الطرق،الكبس، الثني، التشكيل والتجميع باللحام والذى ينقسم الى:

1-1 التشكيل باللحام Welding:
اللحام هو عملية وصل المواد المعدنية بواسطة الحرارة أوبتسليط الضغط أو بالحرارة والضغط معا كما يمكن إجراء اللحام بإستخدام معدن ملء أو حشو أو بدون إستخدامه، بحيث يكون مماثل لنوع المعدن الاساسي ويكون له نفس خصائصه اللحامية ، والمقصود به وصل جزئين اواكثر الي وحدة غيرقابلة للإنفصال تعرف بالجزء الملحوم .

2-1 التشكيل بالتجميع Collecting :
وفيه يتم تجميع اجزاء من الحديد سواء مصنعة خصيصا أو تجميعا من بقايا اجزاء سابقة التصنيع من الحديد الخردة، وقد يكون التجميع من وحدات ثابتة الابعاد اومتنوعة الابعاد ويوجد كثير من الفنانين الذين استخدموا هذا النوع من التشكيل في اعمالهم الفنية ونجحوا في خلق علاقة بين اجزاء سابقة التصنيع وبين اضافة اجزاء اخري.

3-1 اللحام بالقوس الكهربي Arc welding :

في هذا النوع من اللحام يستخدم التيار المستمر وتتراوح فونية تيار اللحام في الحالتين ما بين 20.8 فولت وعادة يتراوح شدة التيار ما بين 80-500 أمبير ويفضل استخدام التيار المستمر لأنه يمتاز عن التيار المتردد من الناحية الفنية ولاسباب تتعلق بالامان، بينما يتميز التيار المتردد عن المستمر من الناحية الاقتصادية، ويتم اللحام حيث يتولد القوس الكهربائي في المنطقة الواقعة بين الالكترودين يمثل الاول منهما معدن الملء (سيخ اللحام) بينما الثاني القطعة النحتية المراد لحامها وحيث أن الهواء غير موصل للكهرباء لذا يجب جعله موصلا حتي يتم اجراء عملية اللحام ، وذلك عن طريق تأينه حيث يسخن العمل ومعدن الملء الي درجة حرارة عالية.[1]

وبعد عملية التجميع باللحام المباشر يمكن منع التآكل فى الاعمال المشكلة بالحديد حيث يتآكل سطح المعادن الموجودة في حالة تفاعل كيميائي أو كهروكيميائي مع الوسط الخارجي , و يسمى هذا التآكل بالصدأ، وهناك نوعان من الصدأ (الصدأ الكيميائي و الكهروكيميائي) :

الصدأ الكيميائي : ويحدث بسبب تفاعل المعدن مع الغازات الجافة و السوائل العازلة دون ظهور تيار كهربائي.

الصدأ الكهروكيميائي : وينشأ نتيجة لظهور التيار الكهربائي نتيجة للتفاعل بين المعدن والالكترونات المحيطة به مثل صدأ حديد الزهر وغيره من السبائك في الجو الرطب و في الماء العذب، وماء البحر ، والاحماض والقلويات والمحاليل الملحية. [2]

4-1 كيفية منع التآكل:

1-4-1 الوقاية بطلاء الحديد : وتستخدم هذه الطريقة علي نطاق واسع وتنقسم الى الوقاية المهبطية، الوقاية المصعدية.

أ- **الوقاية المهبطية :** وفيه يكون معدن التغطية أعلي من جهد الاساس (الحديد) ومن شروط الوقاية أن تكون التغطية كطبقة غيرمسامية حيث ينشأ عن عدم تحقق هذا الشرط صدأ في بعض المناطق (كحدوث خدش مثلا) اذ أن المعدن الاساسي يكون هو المصعد ويتآكل ومن التغطيات المهبطية للحديد ،القصدير،الرصاص،النيكل ،النحاس.

ب- **الوقاية المصعدية :** وفيها يكون معدن التغطية أقل من جهد المعدن الاساس (الحديد) وتحمي التغطية الحديد كهروكيميائيا اذ أن المعدن الاساس سيقوم بدور المهبط ويقوم معدن التغطية بدور المصعد ويتآكل ومن التغطيات المصعدية للحديد الذنك ،الالومنيوم ،الكالسيوم ،البوتاسيوم.

2-4-1 الوقاية الكهربية : تتلخص هذه الطريقة في توصيل الجزء المراد وقايته بالقطب السالب كمهبط بسبيكة بتيار مستمر يغذي من مولد.

3-4-1 الوقاية بالمعدن الواقي : وفيها يتم توصيل الحديد بقطعة من المعدن او السبيكة (الواقي) ذو جهد كهربائي سالب اعلي من الوسط الذي يوجد به العمل المنفذ من الحديد والمراد وقايته ، والمعدن الواقي سيصبح مصعدا وتتآكل في حين يحفظ العمل النحتي المنفذ من الحديد من التاكل حيث يصبح مهبطاً.

4-4-1 الوقاية بالترسيب الكهربي Electro plating :

وفكرة الحماية بالترسيب الكهربي تتم بوضع طبقة رقيقة من معدن اخر علي سطح العمل المنفذ من الحديد او الصلب حيث يتم ترسيب معدن له خصائص مقاومة للتآكل والعوامل

الجوية ويتراوح سمك طبقة العزل ما بين 0.0025مم الى 0.02مم ، وتتم باستخدام دائرة كهربائية تعمل بالتيار المباشروفيها يتم ترسيب فلز علي سطح موصل كهربائي وذلك : للحصول علي سطح معدني مقاوم للتاكل، ومظهر خارجي معين سطحي او لون معدني اودرجة لمعان محدده.
ولزيادة ابعاد السطح المغطي بالترسيب الكهربى، وتتميز الوقاية الترسيب الكهربي عن الطلاءات الاخري بعده نقاط
منها انتظام سمك طبقة الطلاء، وأكثرنقاء، مع امكانية السيطرة علي جودة عملية الترسيب، بالاضافة الى قوة تماسك طبقة الطلاء.[3]

2 - الجوانب الابداعية للطلاء بالترسيب الكهربي فوق الحديد:

يعتبر تشطيب الشكل في خامة الحديد من اهم الخطوات التي تتطلب الدقة والعناية والذوق الرفيع في اختيار الاجراءات والمعالجة المناسبة ، وليس معني التشطيب باضافة خواص مظهرية نهائية علي الشكل لتوحيد المعالجة التي تؤدي الي اضفاء حالة مزيفة لكساء الشكل ، ولكن يقصد بعملية الانهاء اكمال عناصر التصميم النحتي . بحيث يتربط سياقها المظهري الذي تكتمل فيه هيئة الشكل ومضمونه التعبيري وطاقاته التشكيلية الكامنة في الخامة مما يجعل عناصره تتعايش وتتوافق مع بيئة العرض ومجال الشكل البصري مما يعد ذو اثر شديد الاهمية علي هيئة الشكل في نظر المشاهد ولذلك يجب اعتبار انهاء الشكل جزءاً هاما من اجزاء التصور التصميمي للعمل النحتي فبمجرد الطلاء بلون موحد او بعدة الوان من اي نوع من انواع الطلاءات المعدنية او المعالجات اللونية سواء كانت كيميائية او حرارية او كهربية لايعني تحقيق الغاية التصميمية ، وقد ياتي في معظم الاحيان بنتائج مختلفة عما اريد للعمل ان يكون في حالته النهائية الا في حالة بعض النتائج الجيدة التي تاتي بصورة عفوية والتي يقتنصها الفنان بمحض المصادفة والتي لاتندرج في التصميم الاصلي ومعني ذلك ان التشطيب والانهاء هو اكساب الشكل النحتي الحالة الملائمة التي لا تستدعي التدخل بعد ذلك باي من المعاملات او المعالجات، تلك الحالة التي تجعل الخامة في اكمل طاقة تعبيرية عن ذاتها كما يتعدي كيان الشكل الي البيئة المناسبة للعرض ايضا.

وتعتبر عملية تطبيق الطلاء بالترسيب الكهربي من التقنيات الكهروكيميائية والتي تستخدم في الطلاء بالمعادن والتي غالبا ما تستخدم في طلاء المعادن بأخرى نفيسة لاكسابها ابعاد وخواص فيزيقية للمعدن المرسب بالاضافة الي المظهر الجمالي والتي تعتمد علي الميل الايوني للانجذاب نحو السطح المخالف له في الشحنة حيث يمكن ترسيب معدن علي سطح معدن اخر تحت شروط خاصة ، ويجب ان يكون السطح الذي نريد الترسيب علية موصلا جيد للكهربية وغير معزول باي مادة رديئة التوصيل للكهربية وهذا الاسلوب من شانه التنوع في اضافة اللون علي سطح العمل النحتي .

واضافة اللون بالترسيب الكهربي يشمل العديد من المجموعات اللونية التي يمكن اضافتها باستخدام المعادن المختلفة ولكن لكل معدن محلول كما تحتاج هذه التقنية الي بعض المعدات والمواد الخام اهمها مصدر الكهرباء والتيار المزود بدائرة موحدة للتيار المستمر والذي يتسم بشدة التيار العالية والجهد الكهربى (الفولتية) المنخفض فكلما زادت زادت شدة التيار المطلوبة تؤثر مساحة السطح المعرض كما تؤثر الفولطية (فرق الجهد)علي حجم المعدن المرسب فكلما قلت الفولتية كانت الجزيئات المرسبة دقيقة وناعمة وكلما زادت الفولتية

كانت الجزيئات خشنة ورملية الهيئة وكبيرة الحجم ، كما تتاثر كمية الترسيب بمدي اقتراب السطح من الانود وهو القطب الموجب الذي يتصل بلوح الترسيب ، أما المواد فهي مكونات المحلول الالكتروليتي المكون من املاح بسيطة او معقدة التركيب وللطلاء الكهربي فوق الحديد كحمامات طلاء النحاس السيانيدي copper cyanide bath حيث ان حوض النحاس الحامضي لن يسمح بالالتصاق علي معدن الحديد الصلب ويراعي التقليب الجيد للمحلول لتحسين كفاءة وسرعة الترسيب كما يراعي ضبط نسبة الاملاح في الحوض الالكتروليتي ونسبة الماء لتعويض الفاقد في اي من مكوناته كما يراعي عدم تلويث المحلول سواء من مواد التفاعل مع المحلول الالكتروليتي واتلافه ونلاحظ دائما موصلية كافة الاجزاء وعدم انقطاع التيار وهناك العديد من الاحتياطات الواحب اتخاذها عند اجراء عملية الترسيب الكهربي حيث تلافي كافة الاضرار النتتجة من هذه العملية والتي يتعلق بعضها بتهوية المكان وسمية بعض المحاليل. [1]

1-2 معايير جودة الطبقة المطلية بالترسيب الكهربي:

وتنقسم هذه المعاييرالي : معايير فيزيقية، ومعاييرجمالية، ومعايير اقتصادية.

1-1-2 المعاييرالفيزيقية:

وتكمن في اكتساب المعدن المراد طلائه بالترسيب الكهربي الخواص الفيزيقية للمعدن المرسب وبالتالي يزيد من العمر الافتراضي للاعمال الفنية وذلك من خلال:

أ- قوة صلادة طبقة الطلاء. ب- قوة التصاق طبقة الطلاء ج- مرونة طبقة الطلاء د – مسامية طبقة الطلاء

أ- قوة صلادة طبقة الطلاء:

تعتبر الصلادة (Hardness) من أهم خصائص طبقة التغطية وهي تختلف بإختلاف نوع التغطية وبنيتها، وتحقق التغطيات الناتجة عن الطلاء الكهربي أعلي درجات الصلادة بالمقاومة بالتغطيات الاخري الناتجة بالطرق الميتالورجية، ومن الممكن زيادة صلادة طبقة الطلاء من خلال :-

- زيادة كثافة التيارأثناء الترسيب .
- وجود مواد عضوية تشمل الموانع التي تحقق التبلور وتهذب الحبيبات وتفسد البنية المجهرية ، بينما زيادة درجات حرارة الترسيب تسبب إنخفاض قيمة الصلادة .

ب- قوة التصاق طبقة الطلاء:

قوة الالتصاق (Adhesion) هي القوة اللازمة لفصل طبقة التغطية عن المعدن الاساسي أو هي القوة اللازمة لفصل طبقات التغطية المتعددة عن بعضها البعض ، ويمكن تحقيق أفضل التصاق عندما يكون البناء البلوري للتغطية عبارة عن إمتداد للبناء البلوري للمعدن الاساسى ولكي نحصل علي التصاق قوي لطبقة التغطية يجب تنظيف سطح المعدن(الحديد الملحوم) جيداً بإستخدام الطرق الميكانيكية والكيميائية قبل إجراء عملية الترسيب.

ومن فوائد الالتصاق الجيد للتغطية أنه يمنع تقشيرها وإنفصالها عن سطح الحديد وكذلك حمايتها من التفاعلات الداخلية والإجهادات المختلفة.

ج- مرونة طبقة الطلاء :

المرونة (Elasticty) وهي قابلية طبقة التغطية للتشكل بدون تشوهات مثل الشروخ والقشور، وتظهرأهمية المرونة في حالتين :

- عندما يكون سطح العمل الفني المغطي سوف تجري له عمليات تشكيل اخري له فوق التغطية.
- عندما يتعرض العمل الفني للاستخدامات المتنوعة في مختلف البيئات المحيطة به والتغطيات ذات الصلادة والقصافة المنخفضة عادة ما تكون مرنة.

د – مسامية طبقة الطلاء :

المسامية (Porosity) وهي احدي خصائص التغطية ويمكن تحديدها بنسبة حجم المسام المتصلة الي الحجم الكلي للتغطية تعريف المسلم علي أنها بقايا وتخلفات في طبقة التغطية توجد علي شكل قنوات ضيقة بأشكال متنوعة وقطاعات عرضية مملؤة بمواد غيرمادة التغطية مثل الهواء أو الغازات أو السوائل والاجسام الصلبة ويمكن اعتبار الشروخ والخدوش مسام علس سطح طبقة التغطية.

وتنقسم المسام تبعا للحجم الي ثلاثة اقسام :

- مسام تري بالعين المجردة Macroscopic
- مسام مجهرية لاتري بالعين المجردة Microscopic
- مسام لاتري بالمجهر الضوئي Submicroscopic

وتوجد عدة اسباب لتكوين المسام منها :

- العيوب الموجودة في معدن العمل الفني (الحديد)
- عدم تنظيف سطح المعدن بصورة جيدة قبل التغطية .
- التاثيرات الميكانيكية مثل الخدش.
- العمليات التكنولوجية الغير مناسبة اثناء اجراءعمليات الترسيب.

2-1-2 المعايير الجمالية :

ويتحقق من خلال الدقة الفائقة في نقل التفاصيل بالاضافة الى التحكم في الاداء لتكتمل العملية الابتكارية من خلال العناصرالتي تؤثرعلي السطح واهم هذه العناصر: الملمس - اللون – اللمعان.

أ- الملمس :

وما له من اثارة حسية لدى الفنان وهو من احد اهم العوامل التي تتصل بالعنصر المرئي مثل كمية ونوع الضوء الذي يعكسه وتعتمد درجة الملمس علي خصائص كثافة الوحدة الملمسية في المساحة والتي تصنف الي عدة أنواع :

- ملمس ناعم - ملمس خشن (ملمس منتظم – ملمس غير منتظم)

ومن حيث نوع الملمس :

- ملامس حقيقية (طبيعية – صناعية) - ملامس ايهامية

وتحقق ملامس الاسطح دوراً هاماً في :

- التباين بين الاشكال والاجزاء ، وجود اختلافات او فروق في مظهرها المرئي نتيجة للتحكم في احدات تأثيرات ملمسية متنوعة تقوم مقام الدرجات الظلية واللونية.

- توظيف الملامس لتقوية ودعم بعض الاسطح والارتفاعات والأنخفاضات الناتجة من احداث التأثيرات الملمسية علي السطح لتعطية نوعا من القوة والصلابة التي لم تكن موجودة من قبل بنفس الدرجة. (7)
- وتعتبرعملية الترسيب الكهربي أحد الوسائل التي يمكن بها عمل الملامس سواء كانت خشنة معتمدة في ذلك علي عدة عوامل مثل كثافة التيار وقوة قذف الايونات كما يمكن الحصول علي الملامس الايهامية في محاليل النيكل المط.

ب- اللون :

يؤدي اللون دوراً هاماً في تصميم العمل الفني بمايعكسه من أثرجمالي بخلاف التأثيرات السيكولوجية وفسيولوجية والتي يمكن دراستها والاستفادة منها كما أنه له تاثيرقوي علي سطح العمل حيث أن الالوان الفاتحة تبدو أخف وزنا في حين تجعله الالوان القاتمة أثقل وزناً ، ويمكن الاستفادة من هذه التأثيرات من خلال :

- **اللون والتكوين :**

ويحث عند تجاور لونين او اكثرينتج عنه تفاعل يعطي تأثيرا أو تعبيرا مميزا ويرجع هذا التأثير الي عدة عوامل منها اختيار القيم اللونية وعلاقتها مع القيم الاخري المجاورة واشكال الالوان وأنتشارها.

- **التباين اللوني من خلال:** تباين الالوان - المعتم والمضئ - الساخن والبارد - تباين الالوان المكملة - التباين الحجمي
- **التوافق اللوني :** وهو الاتحاد الموفق للالوان نشأ عن استعمال التقارب الوجود بين الالوان واحداثتها البصرية التي تتدخل كوسائط للتوفيق بينهما.
- **اللون والخداع:** لما له من تأثيرفسيولوجي بسبب خداع البصر بالنسبة للمسطحات والحجوم و تعطية من احساس باتساع اوضيق الحيزبالاضافة الي أن استغلال التأثير بالخداع البصري ينتج عنه تكبيرا أو تصغيرا ظاهريا للابعاد.
- **اللون وعملية الطلاء :** للون دوراً هاماً في عملية الطلاء واثراء سطح العمل الفني عند طلائه بمعادن ثمينة ليزيد من قيمته التشكيلية.(4)

ج- اللمعان :

هو أحد الصفات المميزة للعمل المرسب وينشأ من التوزيع الهندسي للضوء المنعكس بواسطة السطح ، كذلك اللمعان هو أحد الخواص الهامة لطبقة الطلاء وهي تعتمد علي التركيب البلوري الدقيق لطبقة الطلاء قد يكون اللمعان مطلوب في بعض الاحيان وغيرمرغوب أحيانا أخري، واللمعان يشبه اللون في أن له خاصية فسيولوجية وفي ذلك فهو لا يعتمد علي الخواص الفيزيائية (الطبيعية) للسطح ولكن علي الادراك الحسي للإنسان. (5)

2-1-3 المعاييرالاقتصادية:

وذلك من خلال:

- التكلفة المنخفضة لعمليات التشطيب النهائي للاعمال المرسبة نظرا لدقة نقل التفاصيل والتحكم التام الناتج عن التركيب البلوري الدقيق لسطح طبقة الطلاء.
- اثراء الاعمال الحديدية بمعادن متنوعة كالنحاس والنيكل او المعدن الثمينة كالذهب والفضة بتكلفة منخفضة.
- استبدال المعادن النقية والاعلي تكلفة بالسبائك الاقل تكلفة وأكثر صلادة.

3- تجهيز سطح الاعمال الحديدية لعمليات الطلاء:

- ازالة الصدأ ومخلفات عمليات اللحام للحديد.
- ازالة المواد العضوية مثل الشحوم والزيوت .
- ازالة المواد غير العضوية مثل القشور والمواد المساعدة علي التاكل .

1-3 ازالة الصدأ ومخلفات عمليات اللحام للحديد:

وتتم هذه العملية بعدة طرق ميكأنيكية منها :

1-1-3 السفح بالرمال (صنفرة الاسطح) :

الطريقة الوحيدة والافضل للاعمال الدقيقة والمعقدة او كبيرة الحجم هو سفحها بالرمال وهو تيار من الهواء المضغوط المحتوي علي جزيئات من الرمال او ايصنفرة اخري من خلال مسدس مخصوص او جهاز نفاث Nozzle وتوجد مادة الصنفرة داخل غرفة الخلط في المسدس من الخزأن وذلك بواسطة تفريع الهواء الناتج عن مرور الهواء بسرعة عالية وعادة ما يكون مادة الصنفرة من الرمال بدرجاتها (من الخشن الي الناعم)ومن ثم يتحكم في تدفق الرمال اما في الاعمال الاكبر حجما تنظف في غرف مغلقة وبها أرضية مثقوبة يسقط منها الرمال ويعاد استخدامه وعلي المشغل ارتداء قفازات مطاطية وأن يحمي ملابسه ويرتدي قناع واق للوجه اما اكثر وسائل حماية الرئة ارتداء خوذة تعمل بضغط الهواء وذلك خوف من خطرالتعرض لخطر الاصابة بتسمم الرئة.

2-1-3 عملية الصنفرة بالماء :

هذه الطريقة هي اقل الطرق ضررا عند صنفرة الاعمال المعدنية وتتم في حجرة مغلقة او في الهواء المطلق وهي مناسبة تماما للاعمال المتوسطة وعلي درجة عالية من الدقة ، حيث يخرج تيارمن الماءبسرعة عالية من مضخة مياه ويحول هذا التيار الرمال الدقيقة ثم تشفط الرمال في الخلاط ثم توجه المياه والرمال ويراعي سرعة فصل المياه عن الرمال حتي لايصدا الحديد بفعل المياه بوضع الاعمال في حفرة او حوض له شبك صغير ليتمكن الما من الخروج مع الحفاظ علي الرمال حيث تجمع في وقت لاحق وتحفف ويعاد استخدامها مرة اخري ، أما ميزة الصنفرة بالماء هي أن الماء يمنع الغبار من الاستنشاق مما يتسبب في اضرار للعمال والالات.[6]

3-1-3 الصنفرة بالطلقات : Shot blasting

هذه هي احدي طرق الصنفرة المعتادة في الاعمال الكبيرة اما المسابك الاخرى فتدحرج الاعمال في اثناء ضرب طلقات الفولاذ للاعمال بقوة.

2-3 ازالة المواد العضوية مثل الشحوم والزيوت:

فالاجزاء المعدنية عادة تكون ملوثة بالشحوم والزيوت اثناء عمليات التشكيل واللحام ، وتنقسم المواد الزيتية الي نوعين: الشحوم الحيوانية أو النباتية وهى قابلة للازالة بالقلويات القوية ، بينما النوع الثاني، وهو الزيوت المعدنية فيتم ازالته بالاستحلاب بالمنظفات الصناعية والمزيبات العضوية والهيدروكربونات الكلوريدية التى تذيب كلا من النوعين وتنقسم عملية ازالة الشحوم الي قسمين :

- ازالة الشحوم بالمحاليل القلوية
- ازالة الشحوم بالمزيبات العضوية .

1-2-3 ازالة الشحوم بالمحاليل القلوية :

ويتم ذلك عن طريق غمر السطح المطلوب تنظيفه في حوض قلوي او عن طريق رشه بالمحلول حيث يتم تعليق الاسطح المعدنية علي سيرمتحرك ويتم رشها بمسدس رش ويمكن ازالة الشحوم بطريقة الكتروليته بحيث يكونالجزء المرادتنظيفه كاثودا في الخلية الكهروكيميائية والتركيز العالي للقلوية القادرة علي التفاعل والموجودة علي السطح يولد كمية من الهيدروجين الذي يساعد علي اثارة واستحلاب المواد الذيتية الموجودة .

استخدام التيار المتردد في المحاليل القلوية المحتوية علي مستحلبات يزيد قدرتها علي ازالة الشحوم وعند التغيير الدوري للتيار يلاحظ زيادة معدل ازالة الشحوم وعموما فإن التنظيف الكهربي اسرع من التنظيف بالغمر او بالرش(7) ويمكن استخدام التنظيف الأنودي بدلا من الكاثودي وذلك لتجنب ظاهرة تقصف الهيدروجين، ويمكن تحديد الخواص المطلوبة في المنظفات بقدرتها على :

- قوة الاذابة والقاعدية العالية Dissolving power
- قوة التشتت للاجسام الصلبة Dispersing power
- قابلية الشطف Risibility
- قلة الشد السطحي والقدرةعلي الترطيب Low surface Tension
- الاستقرار Stability
- جودة التوصيل في حالة العملية الالكتروليتية .
- قلة التركيزللاسباب الاقتصادية .
- غير المسامية (Freedom of toxicity)

وتجدر الاشارة الي قاعدة مهمة وهي أن المركبات العالية القاعدية تستخدم لتنظيف الصلب اما المحاليل المتوسطة القاعدية ثابتة الاس الهيدروجيني المشتملة علي موانع التفاعل الكميائي فهي تستخدم لتنظيف الالومنيوم والماغنسيوم والزنك والقصدير وكذلك مسبوكات الالومنيوم والزنك .

2-2-3 ازالة الشحوم بالمزيبات العضوية:

يستخدم التنظيف بالمزيبات العضوية في ازالة الكتل الكبيرة من الزيوت والشحوم التي يصعب ازالتها القلوية ولتحقيق اعلي درجة من نظافة الاسطح قبل طلائها نتبع الخطوات التالية :-

- تنظيف السطح بالمزيبات العضوية .
- التنظيف بالمحاليل القلوية وذلك بتغطيس السطح المعدني في محلول قلوي ساخن .
- التنظيف الكهربي الأنودي للسطح للازالة اخر اثار للملوثات.
- الغمر في حمض الهيدروكلوريك المخفف للاذابة الكميات الصغيرة من الاكاسيد ولاكساب السطح نمش يكون مطلوب لتحقيق جودة الالتصاق في عملية الترسيب ، ومن اهم شروط المذيبات العضوية :

- أن يكون غيرقابل للاشتعال Non flammable
- أن تكون غير سامة Nontoxic
- أن تكون ذات قوة اذابة عالية High in solvent power

- أن تكون غير قابلة للتفاعل مع المعادن Inert toward metals
- أن تكون مستقرة Stable
- أن تكون منخفضة الحرارة النوعية والكامنة ، و عالية الوزن النوعي .
- يجب أن تغلي في درجة حرارة اقل من 100درجة مئوية.
- يجب أن تكون اثقل من الهواء في الحالة الغازية .
- أن تكون قوة الشد السطحي لها منخفضة في الحالة السائلة .

علما بأنه لايوجد مزيب له كل هذه المتطلبات بشكل كامل فالهيدروكربونات أفضل المزيبات ولكن قابليتها للاشتعال عالية والهيدروكربونات الكلوريدية من المزيبات الجيدة ولكنها سامة.[5]

3-3 ازالة المواد غير العضوية مثل القشور والمواد المساعدة علي التآكل :

تنقسم عملية ازالة القشور الي قسمين:-

1-3-3 الازالة الكيميائية للقشور (Chemical descaling) :

تحدث المعالجة الحامضية بغمر المعدن في الحامض المخفف حتي تتم ازالة القشور وازابتها والتطبيق المعتاد هو استخدام من (5-10%)حمض الفسفورك في درجةحرارة من (65- 88 درجة مئوية) واستخدام مواد كاثودية لتقلل من مهاجمة المعدن وظاهرة تقصف الهيدروجين.

ويستخدم حمض الهيدروكلوريك بقوة تركيز (10%) في درجة حرارة الغرفة لازالة الطبقات الرقيقة من الاكاسيد الخفيفة والوقت المطلوب لازالة القشور بالحامض عادة من (5-20 دقيقة) تبعا لخصائص القشور.

ويستخدم حمض الفوسفوريك بنسب تركيز من(10-20%) بشكل محدد في معالجة الصلب وهذا الحامض يعطي ميزه للصلب فمرحلة ما قبل المعالجة وهي جعله قابل للدهانات ولكن بسبب تكلفتة فإن التطبيق العادي هو ازالة القشور اولا في حمض الكبريتيك ويتبع ذلك غمره في (2- 10 %) حمض الفوسفوريك يشتمل عادة علي اجزاء من الحديد ومن المهم بالرغم من ذلك الاقلال من تكلفة المعالجة بحامض الفوسفوريك باستخدام حمض الكبريتيك وتستخدم المحاليل القلوية بشكل متزايد لازالة القشور من السبائك الغير بلورية .[8]

وتجدر الاشارة الي أن من الاساليب الازالة الكيميائية للقشور استخدام المعالجة الالكتروليتية كوسيط لزيادة معدل ازالة القشور ويكون تركيب الاحواض مماثل للعمليات الغير الكتروليتية ويمكن تطبيق المعالجة الالكتروليتية بحيث يكون المعدن هو المصعد او المهبط في الخلية ويستخدم التيار المتردد للمعالجة المهبطية (الكاثودية) وتستخدم المعالجة الأنودية للحصول علي سطح خشن مناسب لعمليات الطلاء بالترسيب الكهربي وتظهر الميزة الاساسية للمعالجة الكاثودية في عدم ازالة اجزاء المعدن من السطح .

4- طلاء المعادن بالترسيب الكهربي فوق الحديد :

1-4 انواع الطلاءات فوق المعادن :

- الطلاء بالترسيب الكهربي : ويتم فيها تغطية معدن الاساس بمعدن اخرمن خلال عملية تحليل كهربي تتم في احواض خاصة علي الكتروليت .
- الطلاء بالغمر(التغطيس): وفيها يتم غمرمعدن الاساسي في مصهور معدن التغطية ومن اشهر عمليات التغطية بالغمر عملية الجلفنة حيث يتم غمر الصلب في مصهور الذنك
- الطلاء بالرش : تتم من خلال رش المعدن بمادة تغطية في الحالة السائلة او بواسطة مسدس رش .
- الطلاء بالتغليف : وفيه يتم تغليف معدن الاساس بمعدن اخر اكثرنفاسة او اكثر جاذبية في المظهر المرئي والغلاف الناتج يصل سمكه الي عدة مليمترات ويمكن عملية التغليف عن طريق وصل معدن التغليف بمعدن الاساس بواسطة الضغط وتحتدرجة حرارة عالية وذلك من خلال اساليب ميكأنيكية او كهربائية .
- الطلاء بالتبلور: تتم في جو مفرغ بواسطة بخار معدن التغطية علي سطح بارد او سبق تسخينة الي درجة حرارة من 200الي 500 درجة مئوية .[9]

ويتميز الطلاء بالترسيب الكهربي عن الطلاءات الاخري بما يلي :

- إنتظام سمك وقوة تماسك طبقة الطلاء.
- أقل سمية وأكثرنقاء.
- امكانية السيطرة علي جودة عملية الترسيب.

غالبا ما تطبق عمليات الطلاء الكهربي فوق المعادن لاكساب المعدن المطلي ابعاد وخواص فيزيقية للمعدن المرسب ولذلك لابد أن يتوافرأولا متطلبات نجاح وجودة عمليات الترسيب الكهربي ليتم ثانياعملية اكتمال المواصفات الهامة للطبقة المطلية بالترسيب الكهربي علي المعادن.

2-4 متطلبات نجاح وجودة الطلاء بالترسيب الكهربي :

- يجب أن يكون سطح المعدن نظيفا تماما وخاليا من الشوائب بجميع أنواعها.
- يجب التأكد من ضبط مكونات المحاليل داخل الاحواض.
- يجب أن يكون الترسيبذو توزيع منتظم علي سطح المعدن لتكون طبقة الطلاء منتظمة الشكل النهائي.
- يجب التأكد من أنتظام سمك طبقة الطلاء علي سطح معدن الاساس وبعد ذلك علي المسافات بين اجزاء العمل الفني المراد طلاؤه بالنسبة لوضع الأنود.
- يجب أن يكون المعدن الذي يتم ترسيبه في حالة كثيفة ومضغوطة. [5]
- تجنب ظهور الشروخ في طبقة الترسيب والتي تنتج عن الاجهاد الداخلي.
- تجنب الترسيبات المسامية الهشة.
- مسامية طبقة التغطية والتي تعتمد علي العلاقة الكهروكيميائية بين معدن الاساس ومعدن التغطية.
- الالتصاق الجيد بين طبقات الطلاء وسطح معدن الاساس ووجود الشوائب يقلل من جودة الالتصاق كما أن السطح الخشن من درجة الالتصاق .

- صلادة طبقات الترسيب وهي تختلف بشكل كبير من الرصاص الي الكروم.
- يجب أن يكون المعدن المطلوب طلاؤه هو المهبط في الخلية الكهروكيميائية .
- يجب أن تشمل احواض الطلاء علي ملح المعدن المستخدم للتغطية داخل المحاليل .
- يجب أن يكون المصعد هو معدن اخر او خامات عالية التوصيل مثل الجرافيت والتي تكون ذائبة في احواض الطلاء تحت ظروف العملية .
- لاتمام عملية الطلاء يجب مرور تيار كهربي داخل الخلية .
- يجب توصيل الخلية ببطارية لتكون مصدرللقوة الدافعة الكهربية كمواد للتيار المباشر.
- تجنب تاثير فرق الجهد المطبق علي الخلية فأن ايونات المعدن تدخل المحلول بذوبأن المصعد وهذه الايونات وكذلك ايونات المعدن السائلة في الالكتروليت تتحرك باتجاه (المهبط) الكاثود وهناك تترسب علي العمل الفني ، وطبقا لقوانين (فاراداي) للتحليل الكهربي فان كمية جميع العناصر المحررة عند كلا من المصعد والمهبط اثناء التحليل الكهربي تكون نسبية الي كمية الكهرباء التي تمر خلال المحلول وتحت اي ظروف لعملية الطلاء فان سمك طبقة الترسيب يتناسب مع زمن الترسيب.[9]

3-4 مواصفات طبقة الطلاء بالترسيب الكهربى:

- مقاومة التاكل الكيميائي الناتج عن التاثيات البيئية المحيطة.
- مقاومة السطح للخدش او البري. (الصلادة).

تعتبرمقاومة السطح للخدش او البري من الخصائص الهامة التي يجب توافرها علي سطح العمل الفني حتي يظل محتفظا بشكله سليما متماسكا تحت تاثير العوامل المختلفة ويمكن التعبير عن ذلك بخاصية الصلادة حيث أنها قدرة المعدن علي مقاومة التاكل نتيجة الاحتكاك وهذه هي صلادة المعدن بوجه عام ولكن لتميز صلادة الطبقات الرقيقة المترسبة كهربيا عن كتل المعادن والسبائك فيمكن استخدام مصطلح الصلادة الميكروسكوبية او الصلادة الدقيقة لطبقات الطلاء الرقيقة ، وصلادة اي معدن هي الخاصية التي تمكنه من الاحتفاظ بشكل سطحه سليما متماسكا تحت تاثيرالاحمال المختلفة ، وقد تعرف الصلادة بأنها القدرة علي مقاومة التاكل نتيجة الاحتكاك او مقاومة حدوث علامة او مقاومة البري.

ولذلك فهناك عدة اشكال للصلادة منها:-

- صلادة العلامة : وهي خاصية مقاومة المعدن لحدوث علامة به نتيجة تحمله بحمل استاتيكي او ديناميكي.
- صلادة الارتداء : وهي خاصية قدرة المعدن علي الرجوعية اي امتصاص الطاقة واعادتها للاحمال مسببة ارتداد لها تزيد قيمته كلما زادت الصلادة.
- صلادة الخدش :هي خاصية مقاومة سطح المعدن للخدش وعموما فأن طبقة الطلاء الاصلد تكون اطول عمرا في مقاومة الازالة من الاجهاد الفزيائي والميكانيكي اثناء التطهيروالتلميع للاعمال المطلية.

ويعتمد نجاح طبقة الطلاءالمغلقة لوقاية الحديدعلي العوامل الاتية:

- سمك طبقة الطلاء.
- قوة الالتصاق بين المعدن وطبقة الطلاء.
- عدم وجود شقوق شعرية بطبقة الطلاء حتي لاتسمح بنفاذ الرطوبة الي سطح المعدن.
- طبيعة البيئة المحيطة ونوع طبقة الطلاء.[8]

5- الجانب التطبيقي للبحث:

تم اجراء عمليات الطلاء الكهربي فوق الاعمال المجمعة بلحام الحديد بالتشكيل المباشر بالمعادن الاتية:

5-1 طلاء النحاس القلوي:

ويتميز النحاس بأنه رخو نسبيا ،قابل للطرق والسحب ،وموصل جيد للحرارة والكهرباء ،ويذوب في حامض النيتريك ويستخدم الحوض القلوي للطلاء علي الحديد وتستخدم الأنودات النحاسية المتحللة بالتيار الكهربي علي شكل كرات مصبوبة او سبائك او صفائح.

5-2 طلاء النيكل :

النيكل من اكثر المعادن الشائعة والتي تستخدم في الطلاء بالترسيب الكهربي وذلك لما يتميز به من خواص منها حماية سطوح المعادن الحديدية و المعادن المطلية ببطانات اخري معدنية وامكانية الحصول علي طبقة ترسيب تتميز ببريق جيد وخواص ميكانيكية جيدة .

والنيكل فلز ابيض مفضض صلد يذوب بسهولة في الاحماض ولكنه لايتفاعل مع القلويات ويتكون محلول طلاء النيكل من سلفات النيكل او كبريتات النيكل علي الاسطح المعدنية المراد حمايتها حيث يلتصق النيكل بالنحاس الاصفر ولكنه لايلتصق جيدا بالحديد ولهذا يغطي الحديد بطبقة من النحاس قبل تغطيته بطبقة من النيكل.

ويستخدم النيكل كطبقة بطانة قبل الطلاء بالكروم الراديوم وذلك لما يتميز به من كثافة تسمح بطلاء يدوم طويلا واعطاء طلاء ال طلاء الروديوم

وهناك تركيب يستخدم للحصول علي طبقة من النيكل الاسود علي نفس مكونات الاحواض العادية بالاضافة اليمركبات تحتوي الكبريت والزنك.[11]

والنيكل الاسود او القاتم عادة يطلي بعد طبقة النيكل العادي اما من حيث الأنود المستخدم في طلاء احواض النيكل لابد أن يكون من النيكل ذو النقاوة 99%علي هيئة الواح.

5-3 طلاء النحاس الاحمر السيانيدي:

يستخدم للترسيب علي الحديد الصلب نظرا لأنفصال طبقة الترسيب في الحوض الحمضي او كبطأنة لترسيب المعادن الاخري فوق الحديد ولخطورة وسمية أحواض الترسيب السيانيدي يجب اتخاذ الاحتياطات اللازمة والحذر الشديد عند استخدامها وهذه الاحتياطات هي:-

- عدم ملامسة سواء كلا من السيانيد او الاحماض وعدم تخزينها في مكن واحد .لأنه باتحاد السيانيد مع الحامض يتصاعد غاز حمض (الايدروسيانيك)الشديد السمية والخطورة الشديدة
- يجب التهوية الجيدة اثناء الترسيب نظرا لأنبعاث غاز حمض الايدروسيانيك الشديد السمية والحذر من رفع درجة حرارة المحلول لأنها تساعد علي تصاعد الغازات السامة . [10]
- تجنب لمس او استنشاق او بلغ السيانيد عن طريق السهو او الخطأ.

5-4 طلاء الحديد بالبرونز:

تعتبرسبائك النحاس والقصدير من اهم سبائك النحاس المستخدم و في مجال النحت حيث أنه تتمتع بمظهر متميز تماما يشبه لون الذهب ولكنا تميل الي اللون البني وهي كذلك ذات مقاومة كبيرة للتاكل كما تعطي مظهر جذاب، وأكثرالسبائك المستخدمة في ذلك التي تحتوي علي 15% قصدير و85% نحاس. [5]

6-5 طلاء الحديد بسبيكة الذهب والفضة :

سيانيد النحاس : هومصدر ايونات النحاس في محلول الطلاء وهو العامل الرئيسي في تحديد كفاءة محلول الطلاء حيث أنها تزيد بزيادة نسبة النحاس في المحلول، وكذلك يحدد سيانيد النحاس نسبة النحاس في المحلول المترسبة مما يؤثر علي لون السبيكة وخواصها.

6 – عرض الاعمال الفنية :

1-6 العمل الاول (حشرة) **:**

- الخامة : طلاء كهربي فوق التشكيل المباشر للحديد طلاء بمعدن (النيكل والفضة والذهب).
- مراحل العمل : ازلة الصدأ والاكسدة بالسفح الرملي ثم التنظيف بالمزيبات ثم الطلاء بالنيكل كبطانة قبل طلاء النحاس الاصفر السيانيدي ثم طلاء اماكن متفرقة بطبقات من الفضة والذهب في بعض اجزاء العمل.

- المرحلة الاولي :

- ازالة الصدأ والاكسدة بالسفح الرملي شكل (1)

- تطهير العمل الفني بالمزيبات العضوية لازلة اثارالدهون والشحوم الناتجة عن عملية التلميع الميكانيكي.

ا-لتطهيرالكيميائي لازالة اثار المزيب العضوي وما تبقي من شحوم ودهون.

- التطهير الكهروكيميائي للتخلص نهائيا من اي اثار للملوثات والغسيل بالماء الجاري.
- الغمر في حمض هيدروكلوريك مركز 100مم /للتر.
- الغسيل بالماء الجاري.

- المرحلة الثانية:

طلاء العمل في محلول النيكل شكل (3)

محاليل الطلاء :-

نيكل سلفات 300:250 جم /لتر

نيكل كلوريد 80:60 جم/لتر بوريك أسد 40:30حم/لتر

ظروف التشغيل:

كثافة التيار 6:5 أمبير/سم - درجةالحرارة : 65:55 مئوية^{5}

درجة الحموضة 4.5: 5.5 ph درجة

- المرحلة الثالثة:

طلاء العمل في محلول النحاس الاصفر شكل (4)

محاليل الطلاء

سيانيد نحاسوز 23جم /لتر

سيانيد الزنك 13جم/لتر

سيانيد الصوديوم 45جم /لتر

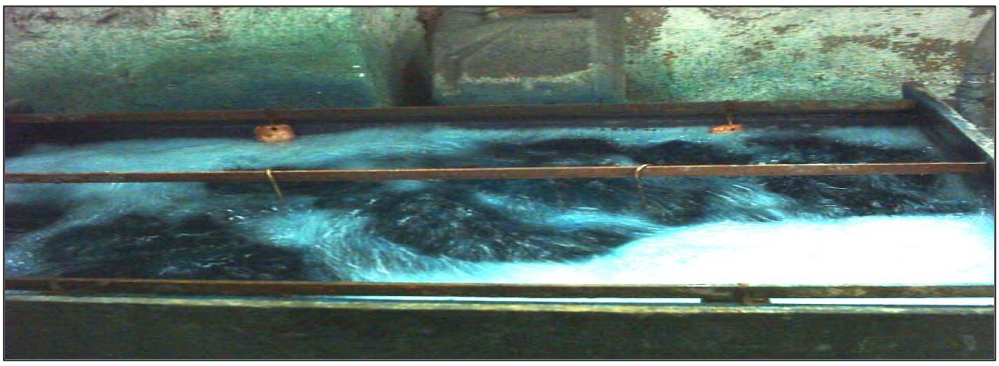
كربونات الصوديوم 15جم /لتر

بيكربونات الصوديوم 15جم /لتر
أمونيا 1.25 جم /لتر
- ظروف التشغيل : درجة الحرارة 32- 36^{5}م مع ملاحظة أن درجات الحرارة الاقل تعطي ترسيب براق والدرجات الاعلي ترسيب لونه اكثر للون النحاسي.
- شدة التيار 1-3 A/am
- الأنودات : يمكن استعمال مصاعد منفصلة لكل نوع معدن علي حدة ولكن مصاعد من السبيكة، ويمكن الحصول علي أنود النحاس الاصفر بنسبة 75% نحاس ، 25%زنك ، ويمكن استخدام مصاعد من الصلب بنسبة 20-25% لتتداخل مع مصاعد البراس لتقلل من استهلاك الأنود وتكون هذه المصاعد متداخلة وملتفة حول مصاعد البراس بالتساوي وذلك للحصول علي ترسيب منظم ومتساوي.
التقليب : يعمل التقليب علي زيادة كثافة الطلاء .

- المرحلة الرابعة :

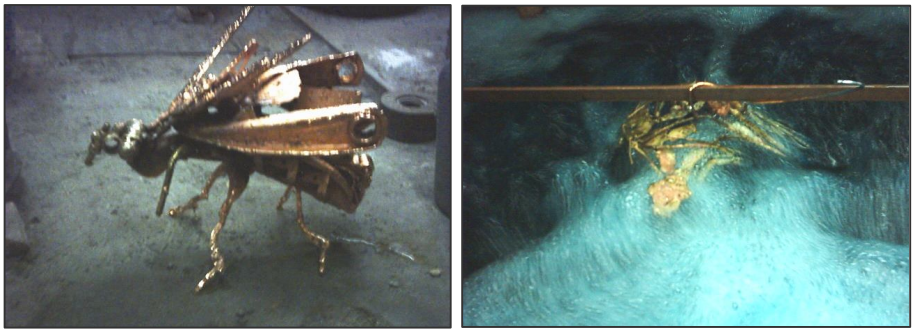
الطلاء بسبيكة الذهب والفضة :
- سيانيد ذهب بوتاسيوم 2جم /لتر - سيانيد بوتاسيوم حر 7.5 جم/لتر
- ثنائي فوسفات بوتاسيوم 15جم/لتر - سيانيد فضة بوتاسوم 0.25جم/لتر
الحرارة : 55 ^{5}م التيار : 0.3 أمبير /ديسمتر
الأنود : صلب غير قابل للصدأ الزمن : 30 ثانية
الغسيل بالماء الجاري
النتيجة تحول لون العمل من اللون الابيض النيكل الي اللون الاصفر الذهبي.
المعالجة بالباتين. شكل (5)

شكل (1) المعالجة بالسفح الرملى والتنظيف الكيميائى للعمل الفنى من خام الحديد .

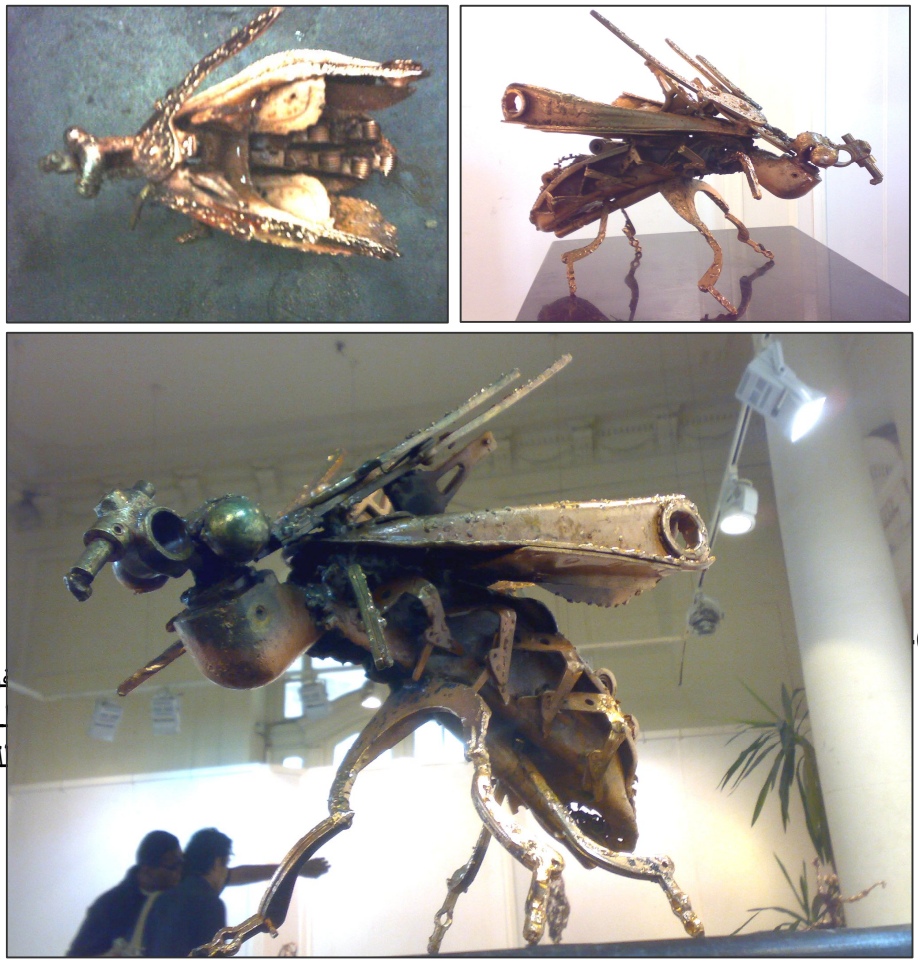


شكل (2) الترسيب بطبقة بطانة معدنية من النيكل فوق العمل الفنى المشكل من الحديد .

شكل (3) العمل الفنى المشكل بالحديد بعد طلائه بالنيكل داخل حوض الترسيب .



شكل(4) العمل الفنى وطلائة بالنحاس بعد النيكل .



شكل (5) العمل الفنى (الحشرة) فى صورته النهائية بعد المعالجات فى أحواض الباتين .

الموحية بحركة الاكربات للاعطاء الحركة البصرية التي تتحرك داخل اجزاء العمل المتزن.

- المرحلة الاولي :
التنظيف الجيد بالمحاليل القلوية

- المرحلة الثأنية :
ازالة الصدأ بالسفح الرملي ثم التنظيف لازالة بقايا الاكاسيد شكل (6،5)

- المرحلة الثالثة :
طلاء النيكل شكل(7) لحماية و تقوية الاطراف الضعيف للعمل وامكانية ترسيب مميز ذو بريق جيد وخواص ميكانيكية جيدة
محاليل الطلاء :-
نيكل سلفات 300:250 جم /لتر
نيكل كلوريد 80:60 جم/لتر بوريك أسد 40:30حم/لتر
كثافة التيار 6:5 أمبير/سم
درجةالحرارة 65:55 ^{5}مئوية
درجة الحموضة 4.5: 5.5 ph درجة

- المرحلة الرابعة :
طلاء النحاس الاصفر شكل (8)
الجمع بين لون النيكل الفضي ولون النحاس الاصفر و النحاس الاحمر باستخدام الورنيشات الموقفة والعازلة للطلاء ثم طلاء النحاس الاصفر في المحاليل الاتية:
سيانيد نحاسوز 32 جم/لتر
سيانيدالصوديوم 45 جم/لتر
سيانيد الذنك 13جم/لتر
كربونات الصوديوم 15جم/لتر
بيكربونات الصوديوم 15جم /لتر
أمونيا 1.25جم /لتر

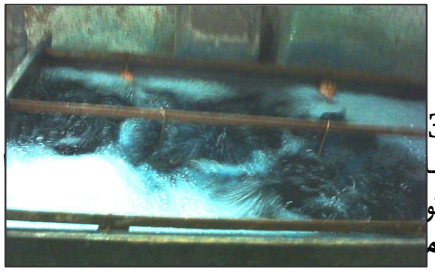
طلاءالنحاس الاحمر الحامضى بالمحاليل الاتية:
سلفات نحاس 250:150جم/لتر
حمض كبريتيك 110مم 3/لتر
درجة الحرارة 40:32 ^{5}م
كثافة التيار 22:16 أمبير/سم2

- المرحلة الخامسة :
حماية الالوان المعدنية بالونيشات السليلوزية شكل (9) وهي تتكون من:
مزيب عضوي من نترات السليلوز مضاف اليه مادة ملونة تجعله معتما وملونا في نفس الوقت ويزاب في المذيب العضوي Solvents وهي مواد عضوية تعرف بالاسترات مثل خلات الامايلو يخفف القوام الي درجة تسمح بالدهأن او الغمر لبعض الاجزاء

بستخدام التينر thinners وقد يلزم للتجفيف درجات حرارة اعلي من درجات الحرارة العادية تتراوح ما بين 200:150 درجة مئوية.

شكل(6) المعالجة بالسفح الرملي والتنظيف الكيميائي للعمل الفني من خام الحديد .

شكل (7) معالجة العمل بالسفح الرملي



شكل (8) طلاء العمل الفني بالنحاس الاحمر

شكل (9) المعالجة النهائية للعمل (البرونز)

3-6
الخ
مستو
- الم
الت

- المرحلة الثانية :
ازالة الاكسدة بالسفح الرملي .

- المرحلة الثالثة :
الطلاء بسبيكة النحاس الاصفروالمكونة من و النحاس والقصدير(البرونز) شكل (10)
- وتتكون محاليل الطلاء من :
سيانيد نحاس 40جم/لتر
سيانيد صوديوم 65 ج م/لتر
قصديرات صوديوم 10جم/لتر
ملح روشيل 50 جم/لتر

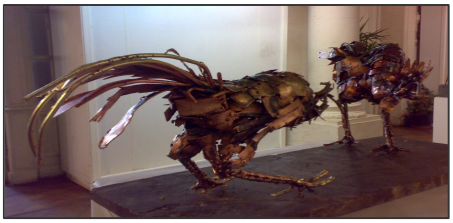
- ظروف التشغيل:
الحرارة : 70 ^{5}م
الأنود : من النحاس النقى اللون اصفر ذهبي
نسبة الأنود الي الكاثود 1.5الي 1
زيادة الحرارة تؤدي الي سبيكة غير صلدة
الزيادة نسبة القصدير في السبيكة ورفع معدل تكوين الكربونات.
زيادة نسبة كثافة التيارتقلل من نسبة القصدير في السبيكة.

- المرحلة الرابعة :
عزل بعض الأجزاء بالعازل الكميائي وترسيب النحاس الاصفر.

- المرحلة الخامسة :
عزل اجزاء اخري بالعزل الكميائي والترسيب بالنيكل.

- المرحلة السادسة :
حماية طبقة الطلاء بالتكسية بالغمر شكل (10)
وفيها يتم التاكد من نظافة العمل الفني المطلي من اثار المحاليل السابقة أو اثار لشحوم او اتربة او اكاسيد لضمأن عملية الكسية جيدا وذلك بغسلها بالمزيبات العضوية او المحاليل القلوية.
تم تسخين المعدن ثم تم غمره في حوض يتناسب مع حجم العمل الفن يحتوي علي علي بودرة البلاستيك حيث يمر في اسفله تيار من الهواء يعمل علي رفع البودرة عن القاع وتطايره قليلا بحيث تشغل البودرة معظم حجم الحوض وعند المعدن الساخن في الجو تلتصق به حبيات البلاستيك وتنصهر فيه.
كذلك تلتصق كمية اخري من البودرة المتطايرة التي أنصهرت علي المعدن ثم يرفع المعدن من الحوض وتزال كمية البودرة العالقة بالمعدن (التي تكون غيرملتصقة تماما بالسطح) ثم يوضع المعدن في افران خاصة تعمل علي صهر كل البلاستك المنصهر بالسطح للحصول علي طبقة من البلاستيك متماسكة بالسطح ومنتظمة السمك.

وبعد أن يبرد المعدن الي درجة 80 درجة مئوية تقريبا تعالج العيوب الناتجة عن الغمر حيث أنه عادة يتم تعليق المنتجات اثناء الغمر باستعمال خطاف من السلك وغالبا ما يكون مكان التعليق غير مغطي بالبلاستيك وتكون طبقة البلاستيك حول مكان التعليق منتظمة الشكل ولذلك يستعمل سوائل خاصة توضع بواسطة فرشاة او مسدس لمعالجة هذه العيوب ، ليظهر العمل الفنى فى صورته النهائية شكل(11)



شكل(10) شكل يوضح العمل بعد طلائه بالنحاس الاصفر والاحمر

شكل(11) الشكل النهائي للعمل الفني (صراع الديوك) بعد الطلاء

6-

يمثل معالجة الانتفاضة بشكل تجريدي متوسط معبرا عن ذلك حركة الجسم المحاولة للصعود والحركة من خلال الانحناء المقاوم في الراس والعنق والرجل وحركة الجسم الشبه مستلقي ليعبر عن محاولة المقاومة والأندفاع رغم الضعف والأنكسار ليعبر عن الاصرار والتطلع للصعود والارتقاء .

ولقد تم عمل الملامس المختلفة بالمزج بين العديد من القطاعات المعدنية المسطحة والشبكية والاسلاك المختلفة الاحجام واستخدام طلاء الكروم والنحاس الاصفر والنحاس الاحمر لاعطاء الشكل مزيد من الثراء والتنوع.

- المرحلة الاولي :
وهى مرحلة السفح الرملي للعمل الفنى.

- المرحلة الثانية:
التنظيف بالمحاليل القلوية لازالة الشحوم والزيوت واثار الاكسدة.

- المرحلة الثالثة:
الطلاء بالكروم ويستخدم احيانا الكروم كبطانه فوق الحديد يستخدم احيانا في الخدمة الشاقة و لما يتميز به من كثافة تسمح بطلاء يدوم طويلا واعطاء لمعان للمعدن التالي في الطلاء
درجةالحرارة (45-55م)
كثافة تيار 10:30 أمبير/ديسمتر^2

- المرحلة الرابعة:
الطلاء بسيانيد النحاس الاصفرشكل(12) المكون من :

سيانيد نحاسوز	32 جم/لتر
سيانيد الزنك	13جم/لتر
سيانيد الصوديوم	45 جم/لتر
كربونات الصوديوم	15جم/لتر
بيكربونات الصوديوم	15جم/لتر
أمونيا	1.25جم

- المرحلة الخامسة:
تغطية بعض اماكن العمل بالورنيشات الموقفة طلاء الاماكن الاخري بالنحاس الاحمر

- المرحلة السادسة :
حماية المعدن بالتكسية بالورنيشات شكل (13) وذلك للارتباط بين القوة والصلابة علاوة علي جاذبية المظهر ومقاومة هذه الطبقة للعوامل التي تسبب في تآكل سطح المعدن او اكسدته مما ادى الي اعتبار طبقة البلاستيك جزاءا مهما للتصميم اكثر منها طريقة مستحدثة لتكسية المعادن .
كما تحقق الجاذبية اللونية الملسمية فضلا عن سهولة وتوفير قدر كبير من مقاومة العوامل الجوية المتغيرة المحيطة بالعمل الفني المطلي بالترسيب الكهربي.

وتستخدم الورنيشات التي تعطي صبغة شفافة لامعة مثل الجمالكة والورنيشات السليوزية وعند استعمالها يجف الوسيط المزيب المستعمل ويبقي الوسط الصمغي الذي يكون طبقة شفافة رقيقة وتكون هذه الطبقة اما طبيعية كالرتنجات الطبيعية او صناعية تذاب في مواد عضوية سريعة التطاير.

شكل(12) المعالجة بالسفح الرملى والتنظيف الكيميائى وطلاء النحاس .

5-6 العمل
الخامة:
بأندفاع و
ملامس
- المرحلة
التنظيف

شكل(13) العمل الفنى (مقاومة) فى شكلة النهائى بعد الباتين و دهانه بالورنيش .

- المرحلة الثانية :
ازلة الاكاسيد وبقابا الصدأ.

- المرحلة الثالثة:
الطلاء بالنحاس الاحمر السيانيدي

- المرحلة الرابعة:
عزل بعض اماكن التشكيل بالورنيشات العازلة والموقفة للطلاء عليها ثم الطلاء بالنحاس الاصفر السيانيدي

- المرحلة الخامسة :
المعالجات اللونية بالاضافة لعملية المزج ما بين اللونين النحاسي الاحمر والنحاسي الاصفر للاماكن البارزة في مجسم(الثور) الأأنه تم عمل باتين التالي : كبريتات النيكل الالومنيومي ، و صوديوم ثيو سلفات ، مع تثبيت درجة الحرارة عند 71 ^{5}م لاعطاء درجات اللون الاخضر واللون الزيتوني المائل للسواد ، والالوان ثابتة لاتزال إلا بالسيانيد.

- المرحلة السادسة :
الحماية بالورنيشات السائلة السلبق شرحها.

شكل(14) العمل الفنى (الثور) فى شكلة النهائى بعد الباتين ودهانه بالورنيش .

ويعد المحلول باذابة الكبريتات في الماء المقطر ثم اضافة حامض الكبريتيك المركز الي كمية من الماء ببطء مع الحرص علي التقليب ثم يضاف المحلولين السابقين الي بقية الكمية المحددة من الماء

ملحوظة هذا المحلول الحامضي لايتناسب للترسيب فوق الحديد وأنما هو فقط للترسيب فوق الخامات الغير معدنية

- **المرحلة الثانية :** تجهيز الحديد المضاف بعد عملية السفح الرملي شكل (16) وازالة الاتربة والاكاسيد
- **المرحلة الثالثة :** طلاء النيكل
- **المرحلة الرابعة :** عزل بعض الاماكن بالورنيشات ثم طلاء النحاس الاحمر السيانيدي
- **المرحلة الاخيرة :** الحماية بالورنيشات السائلة شكل(17)

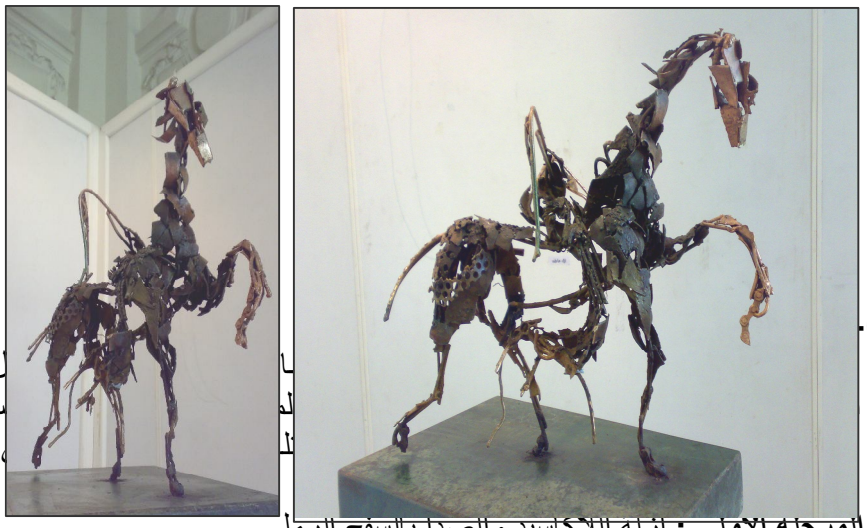
شكل (15) التشكيل بالشمع .

شكل (16) مراحل التنظيف وطلاء البطانة

شكل(17) العمل الفنى (أكروبات) فى شكلة النهائى بعد الباتين ودهانه بالورنيش .

الخامة : من الحديد الملحوم لقصاصات صاج الحديد بالاضافة الي قطاعات مختلفة الاحجام والمقاسات للاسلاك الحديد مطلي بالنحاس والنيكل

مستخدما الخطوط الانسيابية الموحية بالحركة البصرية التى تتحرك داخل اجزاء العمل واختزال بعض اماكن التشكيل في جسم الحصان والفارس للتخفيف من الاحساس بالكتلة والتأكيد علي قوة واتزان ورشاقة حركة الفارس والحصان طبقا للمراحل السابق ذكرها شكل (18،19)



شكل(19) العمل الفنى (الفارس والحصان) فى شكلة النهائى بعد الباتين ودهانه

6-

ل مطلي
اطة في
برشاقة

- **المرحلة الاولى :** إزالة اللاكاسيد والصدأ بالسفح الرملي
- **المرحلة الثانية :** مجموعة الطلاءات المعدنية للنيكل شكل (19) النحاس الاحمرشكل(20)
- **المرحلة الثالثة :** مجموعة الطلاءات المعدنية للنيكل شكل (19) النحاس الاحمرشكل(20)
والنحاس الاصفر.

- **المرحلة الرابعة :** الحماية من العوامل الجوية المحيطة بالورنيشات السائلة السابق ذكرها

شكل(21)

شكل (19) العمل الفني (الجالسة) بعد السفح الرملي وطلاء النيكل

شكل (20) الطلاء بالنحاس الاصفر ثم

شكل (21) العمل الفني (الجالسة) في شكلة النهائي بعد الباتينة ودهانه بالورنيش

7-

1-

1- ابعاد فيزيقية : (كمقاومة التاكل – مقاومة الكشط- مقاومة الخدش والبري – قوة الالتصاق في الاسطح المطلية 2- ابعاد جمالية : (الملمس والون واللمعان)

3- معايير اقتصادية في (زيادة العمر الافتراضي للعمل الفني -القدرة علي مقاومة التاكل)

8- المراجع :

(1) William H.Sofanek-" **The Properties of Electro Deposited Metals and Alloys**" the American- Electroplaters society Inc. New York U.SA , 1994,

(2) م/ عادل شلش "**تآكل المعادن**" - دار المعارف - القاهرة - ج م ع- 1980

(3) Johannes Fischer and Denise .Weimar "**Precious metal Plating**" Robert draper Ltd teddingon England-1980 (www.food product design.com), (available 2011)

(4) د/ مني سعيد محمد المزروقي –دكتوراة - بحث منشور " **اللون أحد وسائل الاتصال في مجال اللصق** " مجلة علوم وفنون –جامعة حلوان - المجلد الرابع- العدد الثالث - القاهرة - ج م ع- يوليو 1992

(5) د/ محمد العوامي محمد احمد - رسالة دكتوراه غير منشورة " **تصميم مظهر السطح في المنتجات المعدنية بترسيب السبائك كهربيا**"- كلية الفنون التطبيقية - جامعة حلوان – ج م ع -2007

(6) د/ محمد عبد الحميد عبد العزيز "**سباكة الفنية المرتبطة بالعمارة وتطويرها لمواءمة التقنيات**" رسالة دكتوراة (غير منشورة) كلية الفنون التطبيقية - جامعة حلوان – ج م ع 2000

(7) Frank H.Ewens "**Hand book on Electroplating- polishing** ",w. canning & CO.LTD-birmingham-England-1989

(8) د/ محي الدين طرابية حامد **"دور ملامس السطوح في بناء العمل الفني"** - بحث منشور- مجلة دراسات وبحوث - جامعة حلوان - ج م ع 2003

(9) Colin J.Smithells, M.C.,f.m. "**Metal Reference book**" .Rj. Acford L.td., indusial estate London, England,1992

(10) Alemr Brenner, "**Electrodeposited of Alloys**" V.ll- -the Electro chemical Society. Inc. New York , U.S.A -1988

(11) www.pf online. Com\Feature Article nickel Alloy plating .htm (available 2010)