التلبيس الكهربائي

بقلم انطوان باز

المهندس من المكتب الافرنسي في بيروت ، ومن مدرسة الكهرباء العليا في باريس

إنَّ لتلبيس المعادن ، بواسطة الكهرباء ، شأناً عظيماً في عالم الصناعة ، خصوصاً في صناعة الحلى والمجوهرات . كيف لا وبه يمكنك ان تعطي ، للمعادن العادية ، قشرةً فضية او ذهبية ، فتزيد في رونقها وجمالها دون ان يتجاوز ثمنها مبلغاً زهيداً . وهي طريقة جُلَّى اذ تجمع البذخ الى الاقتصاد ، وتُجيز ، للعامة من الناس ، حمل الحلى ، وكانت قبلاً من مميزات الاغنياء واصحاب الثروة . وقد عرفَ بائعو المجوهرات ان يستفيدوا منها فعمدوا الى تذهيب الاسورة والحلق والخواتم ، وغيرها فزاد ذلك في اشغالهم التجارية

ويفضّضون كثيراً من الحلى النحاسية زيادة قيمتها الخارجية كسلاسل الساعات والدبابيس وغيرها . وعند الاغنياء يفضّضون آنية الطعام من ملاعق وصحون ، حفظاً لها من التأكسد بالهواء والحوامض

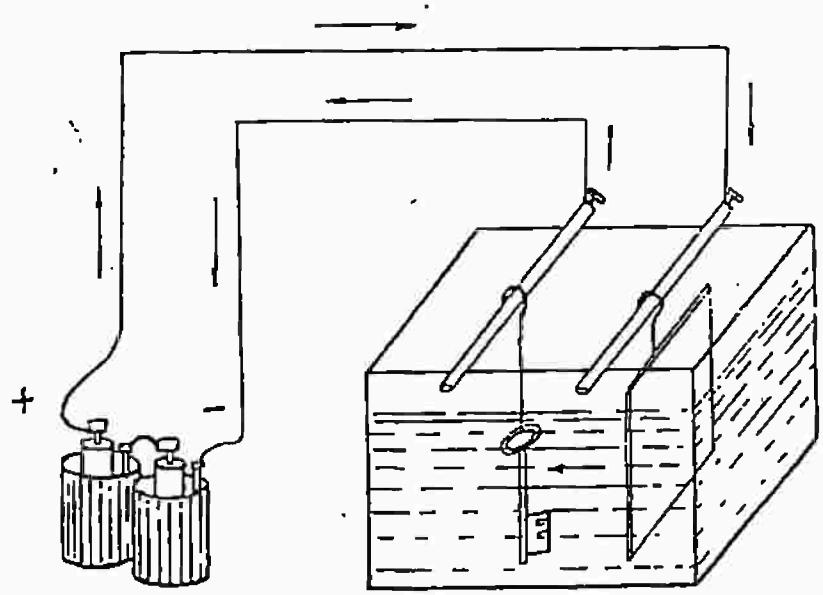
ولم ينحصر التلبيس الكهربائي بالفضة والذهب بل عمَّ كثيراً من المعادن الصناعية لاسيما النحاس والنكل . اما التنحيس فيستعمل لكثير من الحاجيات كالريش المدنية ، والمسامير ، والشريط الفولاذي . والتنكيل يستوعب جميع الاشياء الحديديَّة قصدَ حفظها من الصدأ والزيادة في رونقها . وله اليوم اهمية كبرى في صناعة السيارات ، والتلفون ، وآلات الجراحة ، وماكنات الخياطة الخ الى حدِّ أنَّ ٩٩ في المائة مما نراه من الآنية المدنية البيضاء ، هو ملبَّس بالنكل .

ولم تتوقف فوائد الكهرباء على التلبيس فقط ، بل اجازت نقل كثير من المصوّرات والنحوت ، فكانت مساعداً قوياً للفنون الجميلة في انتشار بدائعها ، وسهّلت اشغال الحفر في المطابع . واننا سندرس كيفية ذلك مع بعض مسائل

التلبيس في بابين ، غير انه لا بُدَّ لنا اولًا من ان نبيّن اساس النظرية اجمالًا ، وهي مرتكزة على مفعول الكهرباء في تجزئ بعض المحلولات المعدنية

نظرية التلبيس

لنأخذ وعاء من الزجاج ، ولنضع فيه محلولًا لملح معدني، كمحلول كبريتات النحاس مثلًا ، وهو معروف عند العامة « بالشبّة الزرقاء » . ثم نغطّس فيه قطعتين معدنيتين الاولى صفيحة من معدن المحلول اي النحاس ، والثانية آلة نريد تلبيسها كمفتاح مثلًا ، ونصل الصفيحة النحاسية بالقطب الايجابي من مجموع بطاريتين كهربائيتين ، والمفتاح بالقطب السلبي ، كما في الرسم ادناه . فاذ ذاك يسير المجرى من القطب الايجابي من البطارية الى الصفيحة النحاسية ، الى المفتاح بعد مروره في السائل ، الى القطب السلبي من البطارية . اما ذلك التيّار ، بمجرد مروره في السائل ، يقسمه الى اجزائه اي الى نحاس معدني والى اوكسيجين كبريتي ، وهو كناية عن جزء من الكبريت لاربعة من الأوكسيجين . وهذه



الرسم ١ – كيفية التلبيس + : القطب الايجابي – : القطب السلبي

الاجزاء او الذرّات(molécules)هي صغيرة جدًّا بحيث انها لا تُدرك بالعين. أمّا الذرّة النحاسية فتسير مع المجرى وتلتصق بالمفتاح فتكوّن قشرة معدنية. والذرّة الكبريتيّة تعود الى الصفيحة النحاسية فتسلبها ذرةً نحاسية لتكوّن بها كبريتات النحاس ، مجدّدةً هكذا المحلول الاولي . فكأنّا ، والحالة هذه ، قد نقلنا النحاس من الصفيحة النحاسية في القطب الايجابي ، الى القطعة التي نريد تلبيسها في القطب السلبي . اذلك فالصفيحة النحاسية لا تزال تبرى الى ان تذوب تماماً فيصير استبدالها بغيرها . ولا يُلبَّس من المفتاح الّا الجهة المقابلة للنحاس . فاذا قُصد تلبيس الجهتين ، كما في الغالب ، يُجعل هذا في وسط الوعاء ويُعمد الى صفيحة ثانية من النحاس تُوضع في الجهة المعاكسة ، وتُوصل ايضاً بالقطب الايجابي.

يُستنتج ممّا سبق أنّ التلبيس بواسطة الكهرباء يستلزم:

١ً ينبوعاً كهربائيًّا كبطّارتين مثلاً للاشغال الصغيرة او مولّدة مخصوصة للاعمال الصناعية

٢ً محلولاً من ملح المعدن الذي تُريد التلبيس منه

٣ً صفيحةً من نوع المعدن نفسه ، غارقة في المحلول ، موصولة بالقطب الايجابي من البطارية ، ولذلك ندعوها « الايجابية » (anode)

٤ً القطعة التي نريد تلبيسها ، غارقةً ايضاً في المحلول ، موصولة بالقطب السلبي ونسميها « السلبية » (cathode)

صناعة النقل

هذه هي عملية التلبيس. أمّا اذا اردنا نقل قطعة حفرية ، بواسطة الكهرباء ، فما علينا الّا ان نستبدل السليئة ، في المثل السابق ، بقالب من الشمع او الطبرخى (gutta percha) أخذت فيه علامات الرسم او المسكوكة (médaille) المنوي نقلها ، فتجتمع عليه قشرةٌ معدنية يمكن فسخها عن القالب الشمعي فتعطي نسخةً للصورة الحقيقية . وكثيرًا ما تُعمل هذه النسخ من النحاس لأنّ القشرة التي يكوّنها المجرى ، بالنحاس ، متساوية ، وتُعمل باسرع ممّا في

بقية المعادن. وقد تبلغ ثخانة هذه القشرة او الراسب الكاثاني مليمترًا واحدًا في الاربعة والعشرين ساعة ، للنحاس . ولا يخفى أن هذه القشرة قابلة بدورها التفضيض والتذهيب الخ

ويُعمل القالب بان تؤخذ قطعة من الطبرخى ، فتُلَيَّن في الماء السخن بدرجة ٧٠ سنتغراد ثم تُنفرك بالأسرب (plombagine) كي لا تعود تلتصق بالرسم المنقوش عند طبعه فيها . وبعد ذلك تنظَّف المحكوكة ، او القطعة المنوي نقلها ، بالبترين لإزالة ما يكون قد علقَ بها من المواد الزيتية او الدهنية ، ثم تُطبع في الطبرخى فتُبقي رسمها فيه . ومن الضروري ، اذ ذاك ، فركُ هذا القالب بالاسرب تكرارًا ، بواسطة فرشاة صغيرة ، ليسهل مرورُ المجرى الكهربائي ، اذ إنَّ الاسرب موصلٌ حسن والطبرخى موصلٌ ردئ

وقد يُستعاض عن الطبرخى ، في عمل القوالب ، بتركيب شمعي ، خصوصاً اذا كانت النقوش خفيفةً ، خاليةً من الدقة . فيذيبون في اناء تسعة اجزاء من الشمع العسلي مع جزء ونصف من التربنتينا الجامدة وربع جزء من الاسرب الناعم ثم يسكبونها صفائح ، ثخانتها سنتيمتر واحد ، تُستعمل عند الحاجة كما سبق

المغطس الكاثاني

اما السائل المستعمل غالباً او المغطس الكاثاني فهو محلول من كبريتات النحاس او « الشبّة الزرقاء » حسب الوصفة الآتية :

ماء مقطَّر	١٠ اجزاء
كبريتات النحاس	١
حامض كبريتي	٠.٥٠

وقد يُستغنى عن الحامض الكبريتي ، اذا وجوده يزيد في ايصالية السائل الكهربائية (conductibilité électrique) فيسهل مرور المجرى فيه ويسرع في انهاء العملية

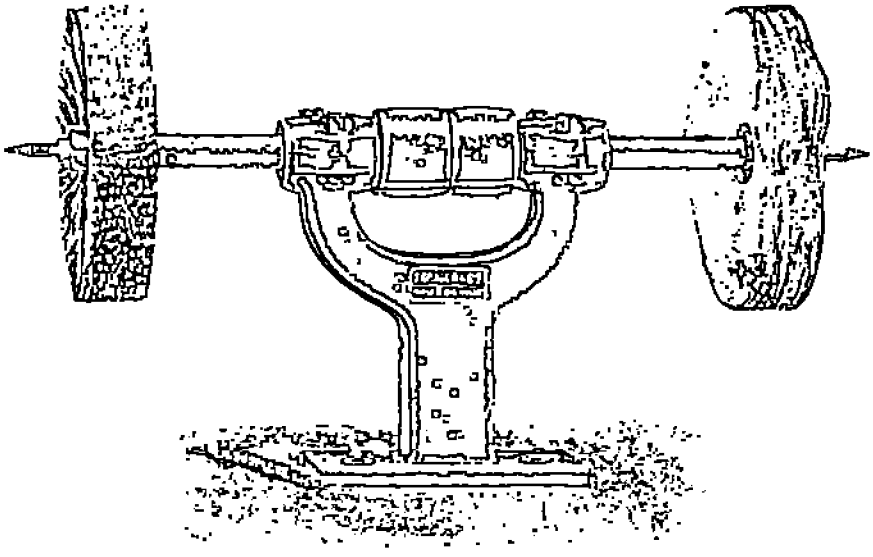
كيفية العملية

بعد تحضير القالب يوضع قسمٌ من المحلول السابق في وعاء زجاجي ، او برسلاني ، او خشبي مبطّن داخله بالطبرخى حفظاً من مفعول المادة الكيماوية ، ثم يغطّس فيه ، القطعة النحاسية من جهة ، والقالب من جهة اخرى بحيث يكون النقش مقابلاً القطعة الاولى . ثم توصل هذه بالقطب الايجابي والقالب بالقطب السلبي من بطارية او ينبوع كهربائي . فلا يلبث ان يتغشّى وجه القالب قشرة نحاسية تزداد ثخانةً مع الوقت ، فاذا بلغت المليمتر الواحد ، او الاثنين ، عُدَّ ذلك كافياً فقُطع المجرى ، وأخرج القالب من السائل ، ونزعت عنه القشرة المعدنية التي جاءت بالرسم الاول فأغسلت بالماء ، ونُشفت بنشارة الخشب . وكثيراً ما يزيدون سمك هذه القشرة ، ضناً بحفظها ، لاسيما اذا استعملت للطبع ، فيصبّون وراءها مزيجاً (alliage) من معدن لين

تلك هي عمليةُ النقل ، وقد اخذت اليوم دوراً مهماً في الطابع لحفظ صفحات المؤلفات ، كما فعلت المطبعة الكاثوليكية في «المنجد» وغيره . فبعد إن صُفَّت حروف هذا الكتاب صفحات صفحات ، أُخذت نسخةٌ من كل واحدة منها ، بواسطة الكهرباء ، فجاءت الاحرف فيها قطعةً واحدة . وهذه النسخ اسهلُ حفظها من الحروف المركبة ، وبها يمكن اعادة طبع الكتاب تكراراً دون عناء

صناعة التلبيس

بقي علينا أن نبحث في القسم الثاني من هذا الفن ، ألا وهو فنُّ التلبيس بذاته وفيه التنحيس ، والتنكيل ، والتفضيض ، والتذهيب الخ . وفي كل الاحوال ينبغي ، قبل كل شيء ، جلي القطعة المقصود تلبيسها ، لتتساوى سطوحها . وهذه العملية تُجرى على الدوّار (tour) بواسطة حجر ناري ، او دولاب خشبي ملبَّس من جلد الثور ، او دولاب من اللبّاد او الجوخ ، كما في الرسم ٢٠ . والدوّار كناية عن محور سطحي ، محكمٌ في طرفيه دولابان ، يدور بسرعة . فاذا



الرسم ٣ : صورة الدرّار

قربت القطعة المعدنية الخشنة من احد هذين الدولابين،اخذت بالاحتكاك نعومة واماناً . وكثيرًا ما يُبدأ بالجلي على الحجر النـاري ، كي يذهب بالخدوش الكبيرة ، ثم يصير التنعيم بالدولاب اللبادي بعد ان يدهن وجهه مادّةً آكلة

وعندما تُجلى القطعة المذكورة يُعمد الى ازالة المواد الدهنية عنها ، وهي مانع لمرور المجرى ومتانة التلبيس ، فتُحمى في النار او تُغلى في محلول قلوي ككربونات البوتاس ، او الصودا ، او محلول ١٠٪ من القطرون . ثم تُغسل بالماء وتغطّس في محلول من الحامض الكبريتي جزء لعشرة يذهب بالاوكسيدات التي تغشى سطحَ المعدن . وعلى اثر ذلك تؤخذ فرشاة نظيفة ناعمة منغوسة في مغلي الكلس فيُفرك بها جيدًا سطحَ القطعة ، لازالة ما يكون لحق بهـا من المواد الدهنية بلمس الايدي ، ثم تعلّق بشناكل ، وتُغسل طويلًا بالماء الحلو ، جاهزةً لأن تلبَّس ايَّ معدنٍ كان

تلك هي الاعمال الاولية في التلبيس ، وهي واحدة سواء قصدت التنحيس او التكحيل او التفضيض او التذهيب الخ

التحبيس

تُنحَّسُ الاشياء المعدنية بان تُلبَّس قشرةً نحاسية بواسطة الكهرباء . والتنحيس ضروري قبل تلبيس بعض المعادن بالفضة والذهب كالحديد والتوتيا ، لان تلك المعادن تعلق بالنحاس اكثر منها بالمعادن الثمينة . فاذا اردت اذاً تلبيس قطعة حديدية فضةً او ذهباً عليك اولاً ان تلبسها قشرةً خفيفة من النحاس الاحمر ثم تعود فتفضضها او تذهبها بالطريقة نفسها . وفي التنحيس يجب ان تكون الايجابية قطعة من النحاس الاحمر والمغطس النحاسي كما يأتي :

ماء مقطر	ليتر واحد
خلات النحاس	٢٠ غرام
كربونات الصودا	٢٠ »
بيسولفيت الصودا	٢٠ »
سيانور البوتاس	٢٥ »

ويُعدَّل المجرى بحيث لا يتجاوز الستة اعشار الامپير (ampère) لكل مائة سنتمتر مربع من السلبية او القطعة المنوي تنحيسها ، فيجعلُ التلبيسُ تاماً متساوياً . فلو فرضنا قطعة عرضها ١٠ سنتمترات وطولها ١٥ ، اي مساحتها ثلاثمائة سنتمتر مربعاً ، لاضطررنا الى مجرى قوته ١,٨٠ امپير على الاكثر . والامپير مقياس السيلان الكهربائي كما سنرى

التكليل

تُعدّ اليوم صناعة التلبيس بالنكل من اهمّ الصناعات ، لرخص هذا المعدن نوعاً ، ولجماله اذا صقل . ومما زاد في استعماله ، ثبوته ضدّ عوامل الرطوبة ، كالتأكسد بالهواء وغيره ، وصلاحيته لتحضير الاطعمة فيه دون خطر ما . وكاد لم يترك صناعةً الّا تسرّب اليها . وقد المعنا في بدء هذه المقالة الى صناعة شتى زاد التكليل في انتشارها . اما المغطس المستعمل فركّب من :

كبريتات النكل او النشادر المزدوج	٦٠٠ غرام
« النكل	٣٠٠ «
ملح طعام عادي	٣٠٠ «
ماء	١٠ لترات

وهو محلول ذو لون اخضر جميل . وثقل التيار (densité de courant) يتراوح بين ٠,٣٠ و٠,٥٠ امپير لكل مائة سنتمتر مربع من السليئة ، فلا تلبث تلك ان تاخذ قشرة بيضاء تبلغ بساعة واحدة ثخانة جزء من اربعين من المليمتر وهذا كاف ليعطيها الصلابة المطلوبة . ثم تخرج القطعة من المحلول فتغسل جيداً ، وتنشف بنشارة الخشب ، وتصقل على الدوّار بواسطة دولاب من اللباد مدهون بمجون كيلوي

التفضيض

واذا اردت تفضيض آلة ما ، فان كانت نحاسية عليك ان تغمرها بضع ثوانٍ في محلول بيوكسيد الزيبق (غرام واحد في ليتر ماء . يذوّب بان يضاف اليه قليل من الحامض الكبريتي) قبل عملية التلبيس . واذا كانت مفضضة من ذي قبل ، واردت تجديد القشرة الفضية ، فمن الضروري نزع القشرة الاولى تماماً ، وذلك بان تضع القطعة في مزيج من الحامض الكبريتي والحامض النتري ، اجزاء عشرة لواحد ، ثم تبدأ بالتلبيس حسب الاصول . والقطب الفضي محلول مركب من سيانور الفضة والبوتاس

التذهيب

لقد بيّنّا سابقاً انه يمكن تذهيب الاشياء النحاسية والفضية رأساً دون وسيط . اما القطع الحديدية وغيرها فالاحسن تنحيسها قبل التذهيب . ومحلول التذهيب مزيج من فوسفات الصودا المباورة ، وسيانور البوتاس ، وكلورور الذهب ، يُباع تجارياً ضمن علب محضّرة تُذوّب في الماء . والتذهيب الكهربائي يكون اما بالطريقة الباردة واما بالطريقة الساخنة وهي تفترق عن الاولى بان يُسخّن القطب ، قبل استعماله ، حتى درجة ٦٠ سنتغراد . اما الايجابية ، فاذا عملنا بحسب النظرية العمومية ، يجب ان تكون سبيكة من الذهب الخالص .

انَّما التلبيس ، في تلك الحال ، يجيء بطيئاً . لذلك فكثيراً ما يُستعاض عنها بشريط من البلاتين ، على أن يجدَّد المحلول كلما ضعفت فيه المادَّة الذهبيَّة التي تكون قد تجمَّعت قشرةً صفراء على السلبية . ومن الغريب انه يمكن الحصول على الوانٍ شتى منها الذهبيُّ الاصفر ، والاحمر ، والاخضر ، حسب قوَّة المجرى واملاح كيانوية تضاف الى المغطس كسيانور النحاس للون الاحمر ، وسيانور الفضة للاخضر .

هي بعض عمليَّات التلبيس احببنا تبيانها . واننا ، مخافة ان نملَّ القرَّاء ، نضرب صفحاً عن كثيرٍ غيرها كالتلبيس بالنحاس الاصفر والقصدير والتوتيا الخ . غير انه لا بدَّ لنا من كلمةٍ في تلبيس القطع الصغيرة كالمسامير والدبابيس التي ، لو قُصد تلبيسها واحدةً واحدةً كالقطع الكبيرة ، لما استطيع الى ذلك سبيلاً ، اولاً لصغرها ، وثانياً لعددها الوافر . لذلك فغالباً ما توضع هذه كأنها ضمن مصفاةٍ من خزف تتزل في المغطس او الاحسن ضمن برميل ، كثيرُ الثقوب من جميع جهاته ، يدور في المغطس بحركةٍ خفيفة ، كي يتمكن الراسب الكالفاني من الوصول الى سطوح كل المسامير على السواء .

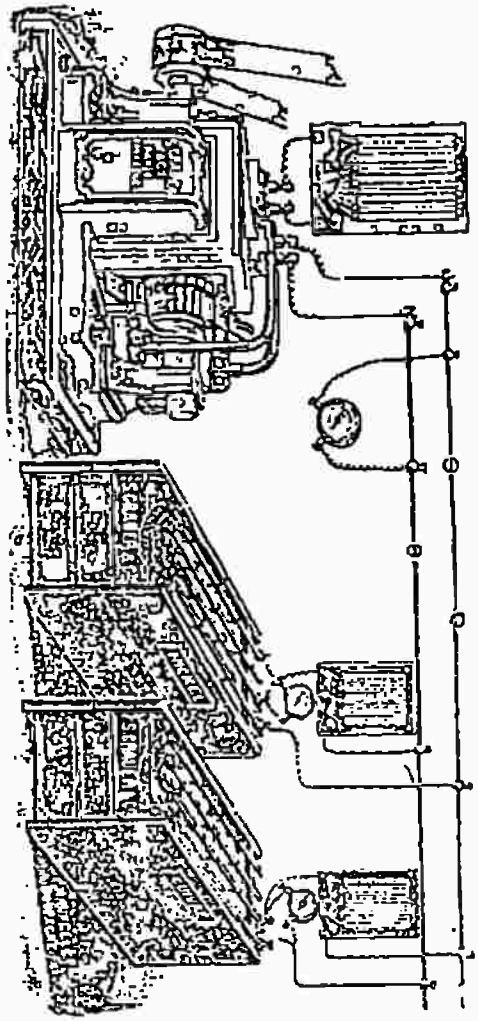
هذا وتعميماً للفائدة نعطي ادناه جدولاً بمميزات كلٍّ من العمليَّات السابقة من مثل توتر المجرى ، وقوته ، وكمية الراسب الذي يتجمع على السليسة في الساعة ، والوقت اللازم لكل من تلك العمليَّات :

نوع التلبيس	توتر المجرى فولت	ثقل المجرى امبير لكل مائة سنتمتر	كمية الراسب المدني في الساعة لقوة امبير واحد	معدل الوقت اللازم ساعة
نحاسي (لتثقيل التموت)	٠,٥٠ الى ١,٥٠	١ الى ٣	١,١٨ غرام	يختلف بحسب الثخانة
نحاسي (للتلبيس)	٣	٢ ,, ٠ الى ٦ ,, ٠	٢,٣٧	من ١/٢ الى ١
نكل على الحديد	٢ الى ٣	٠,٢٠ الى ٠,٥٠	١,٠٩	١ الى ٢
″ على النحاس الاصفر	″	″	″	١/٢ الى ١/٤
فضي	٠,٥٠ الى ١	٠,٢٠ الى ٠,٦٠	٤,٠٢	١ الى ٨
ذهبي	٢,٥٠ الى ٣	٠,١٠ الى ٠,٢٠	٣,٦٨	١ ١/٢ الى ١ ١/٢

نوع المجرى المفضل للتلبيس

ان نظرية التلبيس مرتكزة على نقل المعدن من الايجابية الى السلبية كما بيَّناه . فلهذا يجبُ استعمال المجرى المستمر ، اي ما كان قطبه الايجابي ثابتاً ، وكذلك السلبي . امَّا المجرى المتناوب فلا يصلح للتلبيس لان قطبيه يتعاكسان مائة مرة في الثانية (للمجرى العادي ذي التكرار ٥٠ دفعة) . فالذرَّات التي

تكون نُقلت من القطب الايجابي الى القطب السلبي ، مدة ١٠٠/١ من الثانية الاولى،تعود فتُنقل بالعكس متى انقلب القطبان مدة١٠٠/١ من الثانية ايضاً وهلم



الرسم ٣٠ قاعة تلبيس

جرًا بحيث انه في آخر الامر لا يعلق بالسلبية شيء من المعدن . وهذا ما منع المجرى الستر من التلاشي ، رغم تقدم المجرى المتناوب. فهو لا يزال يستعمل في احوالٍ مخصوصة منها الجرّ ، وصناعة التلبيس ، والكيميا الكهربائية. وتوتّر المجرى في التلبيس يتراوح بين ٠,٥٠ و ١٠ ڤولت حسب نوع المعدن . اما قوة المجرى ومقياسها الامپير فتابعة لمساحة القطعة التي تلبيها ونوع التلبيس كما

رأينا . ويجب ان لا نخلط قوة المجرى ، ومقياسها الامپير ، بقوة التوتر ومقياسها الڤولت . فلو اردنا التشبيه بين السيّال الكهربائي والسيّال المائي لقلنا انّ قوة المجرى اشبه بشخانة القسطر المائي ، والتوتر بالضغط او سرعة سيلان الماء . اما القوّة الكهربائية فمقياسها الوات اي جزء من ٧٣٦ من الحصان . وهي نتيجة ضرب التوتر بقوّة المجرى . مثلاً مولّدة كهربائيـة تعطي مجرى عشرة امپير بتوتر ٦ ڤولت تكون قوتها ١٠ × ٦=٦٠ وات ، اي ٦٠/٧٣٦ من الحصان . وهذه القاعدة لا تصح تماماً الّا في المجرى المستمر

قلنا اذًا انّ التلبيس الكهربائي يقتضي مجرًى مستمرًا . ففي الاشغال الصغيرة من مثل تفضيض ايقونة او آلة دقيقة ، نقدر ان نستعمل بطاريتين او خزّانين . انما الاحسن استعمال مولدة مخصوصة ، خصوصاً لمن اتخذوا هذا الفن مهنةً يعيشون منه . ففي المدن ، حيث لم يعد للمجرى المستمر اثر ، يحولون المجرى المتناوب الى مجرى مستمرّ بواسطة مجموع مركّب من محرّك كهربائي ومولدة كهربائية . يسير الاول بقوة المجرى المتناوب فيُدير الثانية فتعطي المجرى المستمرّ . والرسم ٣ ، في الصفحة المقابلة ، يمثّل قاعةً لتلبيس يُرى عن شمالها المولدة الكهربائية ، وعن اليمين الصناديق المستعملة للتلبيس ، منها للتنكيل ومنها للتنحيس ، وفي كلٍّ منها المحلول الكيماوي اللازم لهذه الغاية . اما التيّار الكهربائي فيأتي لكلّ واحدة منها بواسطة جهازٍ مخصوص ولوحة لوزن التوتر وتعديل المجرى

الخلاصة

يظهر ممّا سبق أنّ صناعة التلبيس صناعة جُلّى تشهد بقوّة السيّال الكهربائي وبما له من المكانة في تغيير هيئة العمور واحواله الاقتصاديّة . انما نأسف ان يعمد الانسان احياناً الى استعمال ما وضعه الله بين يديه ، من الوسائل العلمية ، لعمل المنكر . فقد تبيّن انّ البعض كانوا يعمدون الى طريقة التلبيس ، لنقل السكك والنقود ، غير ان هؤلاء الجناة كثيرًا ما لقوا جزاءهم اشدّ العقوبات . ثم كم من الصاغة يستعملون التلبيس قصد الغشّ وترويج بضائعهم ، وهو فعل مستقبح اجارنا الله من شرّه . . .