نظم التجميع الحديثة للأثاثات المصنعة من الألواح المعدنية

Newfangled Joining systems for Furniture Manufactured from Sheet Metal

أ.م.د/ محمد محمد هلال

أستاذ مساعد بقسم الأثاثات والإنشاءات المعدنية والحديدية كلية الفنون التطبيقية- جامعة حلوان- مصر

Assist. Prof. Dr. Mohammed Mohammed Helal

Assistant Professor, Department of Metal Furniture and Constructions Faculty of Applied Arts, Helwan University, Egypt

dr.helal.1971@gmail.com

ملخص البحث

التشكيل على البارد بالثني والطي لأجزاء ومنتجات الأثاث المعدني المصنع من الألواح المعدنية تُغَيْر من الشكل أو المقاسات أو كليهما، ويتم بتأثير القوى حتى تصل الخامات إلى حد الليونة مع تحديد مسارها بواسطة معدات وتجهيزات خاصة حتى تأخذ أجزاء المنتج الشكل والمقاسات المطلوبة. السحب العميق على البارد يتم بتشكيل الألواح المعدنية بواسطة مكبس غالباً ما يكون دائري المقطع، والشكل الناتج يكون عبارة عن وعاء بسمك يساوي الفرق بين قطر المكبس والقطر الداخلي للقالب، ويتميز هذا النوع من التشكيل بالدقة، ضبط الأبعاد، جودة السطح بعد السحب، وعدم فقدان جزء من المعدن على هيئة رايش.

الدسر يمكن أن تكون من أكثر النظم المستخدمة في التجميع الميكانيكي الدائم لأجزاء ومنتجات الأثاث المعدني في مصر، كما يمكن تطويرها من أجل سهولة التصنيع. حيث تعتمد فكرتها الأساسية على ثني وطي حواف أجزاء المنتج المصنع من الالواح المعدنية فوق بعضهما البعض، والضغط عليهما معتمدة في ذلك على مرونة هذه الألواح عند عمليات التشكيل ولدونتها بعدها، لكي يتم تأمين الثنيات معاً، وتوفير وصلة متشابكة قوية دون إضافة أي عناصر تثبيت أخرى أو لحام.

التجميع بالكبس تقنية حديثة للتشكيل على البارد، من أجل الوصل الميكانيكي الدائم لأجزاء ومنتجات الأثاث المُصنْع من الألواح المعدنية، والتي قد تكون مختلفة في السمك والنوع، ولا يستخدم في هذا النوع من التجميع أياً من اللحام، أو مكملات الربط الإضافية مثل المسامير أو البرشام. الوصلة عبارة عن تشكيل قفل أو تعشيق موضعي يشبه النقرة يجمع بين طبقتين أو أكثر من الألواح المعدنية، بواسطة الدق بمكبس على أسطمبة مكونة من جزأين أحدهما أداة الكبس والأخر القالب وبينهما الأجزاء المراد تجميعهم معاً، ويمكن أن تأخذ النقرة أشكال هندسية مختلفة.

تقنيات الوصل الميكانيكي على البارد سواء بالدسر أو بالكبس تسمح بالتشابك الجيد بين أطراف أجزاء المنتج المصنع من الألواح المعدنية، مكونة وصلات صلبة ومتينة، يعتمد عليها في تجميع الأثاثات المعدنية، بحيث تكون قادرة على مقاومة جميع الإجهادات التي تتعرض لها أثناء الاستخدام. تسمح نظم التجميع الحديثة بتطوير تلك الأثاثات وانتاجها بتكلفة أقل وجودة عالية.

الكلمات المفتاحية: التكسير - النقود المعدنية - التشكيل البارد - البارامترية - الاغلاق - الختم

Abstract

Cold forming by hemming and folding metal furniture parts and products which are made from sheet metal changes the shape and/or the size of these parts and products. These processes apply force to the materials until they reach the desired flexibility and pliability and thereby can determine and their track by special equipment in order to give the product the desired shape and size. Cold deep drawing is forming sheet metals by a press that is likely to have a round punch. The resulting shape is a cup whose (wall) thickness is the difference

between the press/punch diameter and the inner diameter of the die. This kind of forming is distinguished by precision, dimensional accuracy, a better surface finish and no waste in the metal in the form of swarf.

Seaming can be one of the most popular techniques used in the permanent mechanical joining of metal furniture parts and products in Egypt which can be developed and improved for easier manufacturing. Its idea is based on joining the edges of the sheet metal product parts by folding two sheets of these parts together and pressing them to form a joint. It takes advantage of the flexibility and pliability of the sheets during and after the forming process in order to ensure folds are brought together to form a strong joint without the aid of other fasteners or welding.

Clinching is a recent technique in cold forming used in permanent mechanical joining of metal sheet furniture parts and products which may differ in metal types and thicknesses. It neither uses welding nor any of the additional fasteners, e.g. screws or rivets. A joint is a form of a lock or an interlock that joins double- or multi-layer sheets in a push-button-like process. It is formed by a press containing two working parts: a punch and a die, between which the parts that need to be joined are located. The joint can be pressed in different geometrical shapes.

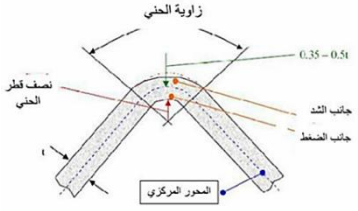
The techniques of cold mechanical joining, whether it be by seaming or by clinching, allow better interlocking of the edges of sheet metal product parts, resulting in durable joints that metal furniture assembly can rely on.

Keywords: Clinching -Coining -Cold forming –Parametric -Seaming -Stamping

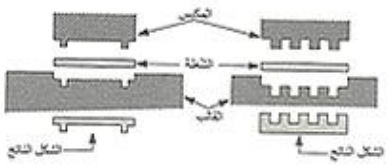
مقدمة البحث

الألواح المعدنية عبارة عن معادن تم تحويلها بواسطة العمليات الصناعية إلى ألواح مسطحة مختلفة السمك. ويوجد العديد من الخامات التي يمكن أن يصنع منها هذه الألواح، منها الصلب الطري، الصلب المقاوم للصدأ، الألومنيوم، النحاس، وغيرها. ويتم تشغيل الألواح المعدنية في الأثاث المعدني بمختلف العمليات الصناعية، سواء كانت اليدوية أو بالآلات أو باستخدام التحكم الرقمي بالكمبيوتر، وتجرى هذه العمليات سواء على الساخن أو على البارد. عمليات التشكيل على البارد تجرى لمختلف الألواح المعدنية في درجة حرارة الغرفة، ولها عدد من المميزات التي تنعكس على أجزاء ومنتجات الأثاث المصنع منها أهمها زيادة الصلادة ومقاومة الشد، إنهاء سطحي ومظهر خارجي جيدين، مع التحكم بصورة دقيقة في الشكل والمقاسات للأجزاء المصنعة.

إن العمليات التي تتطلب شد أو سحب المعدن تكون دائما عمليات تشكيل على البارد، منها التشكيل بالثني، التشكيل بالسك، والتشكيل بالختم. عمليات الثني عبارة عن تشكيل لدن للألواح المعدنية حول محور خطي مستقيم أو منحني، وتتم اما باستخدام أدوات يدوية أو مكابس كهربائية وهيدروليكية مختلفة. وتتعرض الطبقات الخارجية للألواح للشد بينما تتعرض الطبقات الداخلية للضغط كما يوضح شكل رقم "1". ويجب أن تكون قوة الثني كافية لكي تخرج الخامة عن حد المرونة بحيث تبقى الانفعالات اللدنة عند إزالة القوة المسلطة. ويجب معرفة أن هناك حد أدنى لقيمة نصف قطر الثني، وتتوقف القيمة الصغرى له على السمك للألواح، زاوية الثني، والخامة المصنع منها.



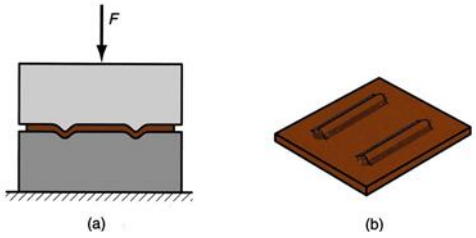
شكل رقم "1"
تشكيل الألواح المعدنية بالثني



شكل رقم "٢"
تشكيل الألواح المعدنية بالسك

تجري عملية السك بضغط الألواح المعدنية المراد تشكيلها بين سطحين مشكلين (وجه وظهر)، باستعمال قوالب خاصة (اسطمبات) لهذا الغرض، باستخدام المكابس المعروفة بالمرفقية والميكانيكية أو الهيدروليكية، ويصمم القالب بشكل لا يسمح بانسياب المعدن إلى الخارج كما في شكل رقم "2".

عملية الختم: لا تحتوي على تغير جوهري في الحجم والمقاس، وإنما الغرض منها إعطاء شكل معين، أي أن درجة التشكيل فيها محدودة كما موضح بشكل رقم "3"، بمعني أن مقدار الانفعال اللدن محدود (تحديد الشكل). والتشكيل بالختم يشتمل على مجموعة متنوعة من العم ني.

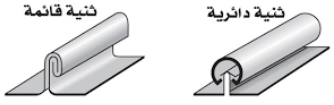


شكل رقم "3"
تشكيل الألواح المعدنية بالختم

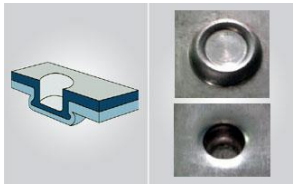
ويعتبر تشكيل الألواح المعدنية بالسحب والضغط على البارد، من أهم الطرق التي يمكن منها تطوير نوعان متباينان من نظم الوصل الميكانيكي الدائم لأجزاء ومنتجات الأثاث المعدني المصنع من مختلف أنواع الألواح المعدنية: -

الأولى: التجميع بالدسر وهي طريقة الوصل الميكانيكي الدائم – تشكيل على البارد - بدون لحام، أو إضافة أجزاء ربط مثل المسامير، أو البرشام وغيرها، والذي بشكل عام تبقى داخل الوصلة، حيث تتحقق الوصلة دون الحاجة إلى لحام، أو عناصر ربط إضافية، فقط باستخدام القطعتين المصنعتين من الألواح المعدنية المراد وصلهما كما في شكل "4".

الثانية: التجميع بالكبس من الممكن أن يكون الأكثر استخداما في صناعة الأثاثات المعدنية، ويحل في كثير من الأحوال محل التجميع باللحام، والبرشام أو المسامير، نظراً لأنه يكوْن وصلة دائمة لتجميع أجزاء ومنتجات الأثاث المصنع من الألواح المعدنية، عن طريق عمل وصلات متشابكة في نقاط متعددة من حواف الأجزاء المجمعة كما هو موضح بشكل رقم"5"، والتي لا تتطلب اجراء أي عمليات تشطيب بعد إنجازها أو قبل الدهان.



شكل رقم "4"
تجميع الألواح المعدنية بالدسر



شكل رقم "5"
تجميع الألواح المعدنية بالكبس

نظراً لحساسية استخدام الحرارة في لحام مختلف أنواع الألواح المعدنية ذات السمك الرقيق، ونظراً لأن أساليب التجميع بالمسامير، والبرشام تحتاج إلى الثقب أو الكبس، ويواجها صعوبات فيما يتعلق بالسيطرة على الضغط على الوصلة، لذلك تكتسب النظم الحديثة للتجميع الميكانيكي الدائم سواء بالدسر، أو بالكبس أهمية خاصة في تصنيع الأثاثات المعدنية.

مشكلة البحث

ما أثر الاستفادة من الطرق الميكانيكية لتشكيل الألواح المعدنية بالسحب والضغط على البارد، في تطوير نظم التجميع الدائم للأثاثات المصنعة من الألواح المعدنية.

هدف البحث

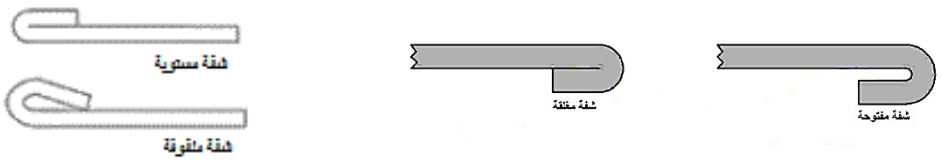
تطوير نظم التشكيل الميكانيكي بالسحب والضغط على البارد، لإمكانية الوصل الدائم لأجزاء ومنتجات الأثاثات المصنعة من الألواح المعدنية، والتي يمكن أن تكون مختلفة في النوع والتخانة، من أجل اعتمادها على نطاق واسع، بحيث تصبح قابلة للمقارنة بمعيار الصناعة في مصر.

منهجية البحث

يعتمد البحث على المنهج الوصفي في معرفة الميكانيكا، والقيم المرجعية ذات الصلة بالتجميع الميكانيكي سواء بالدسر، أو بالكبس. والمنهج التحليلي في توضيح تقنيات، وأنظمة التجميع الميكانيكي على البارد، بغرض تحديد المعايير الفنية والهندسية لتحقيق الدقة، الجودة، والمتانة المثلى للتجميع الدائم لأجزاء ومنتجات الأثاث المعدني.

أولاً: التجميع الميكانيكي بالدسر للأثاث المعدني

الشفة الميتة أو شفة التقوية هي عملية ثني وطي حافة اللوح المعدني على نفسه لتقوية الجزء المصنوع، واخفاء النتوءات والحواف الخشنة، كما تعمل على تحسين المظهر. تبدأ العملية عن طريق ثني طرف اللوح المعدني إلى زاوية حادة، ثم يتم الضغط لتسطيح الشفة مع مستوى اللوح. من حيث الشكل يمكن عمل الشفة مفتوحة أو مغلقة، كما يمكن تنفيذها مستوية أو ملفوفة كما يوضح شكل رقم "6".

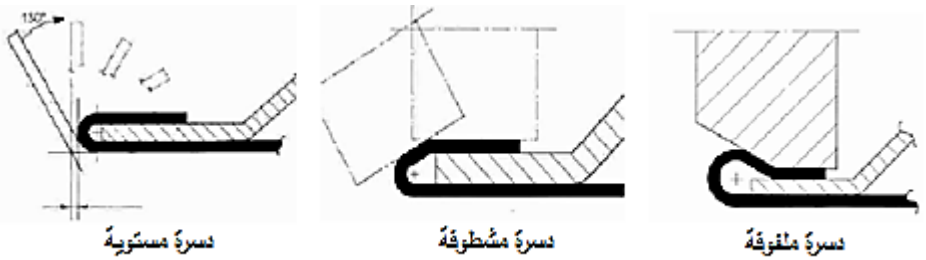


شكل رقم "6"
أنواع شفف التقوية للأجزاء المصنعة من الألواح المعدنية

تعرف الدسرة بأنها **"**تشكيل وصلة لجزأين أو أكثر مصنعين من الألواح المعدنية، عن طريق عملية ثني وطي حواف جزأين فوق بعضهما بغرض التجميع**"**. (1/137,138)

1- تقنيات دسر تجميع الأثاث المعدني

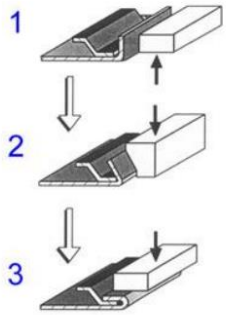
تقنيات الثني والطي تستخدم في التجميع بالدسر لجزأين من منتج الأثاث مصنعين من الألواح المعدنية معاً، بحيث يكون الجزء الخارجي هو العام والجزء الداخلي للغلق، وتستخدم هذه التقنية بغرض وصل الأجزاء، الحفاظ على المظهر السطحي والدهانات إن وجدت، ودعم وتقوية أجزاء المنتج ويوضح شكل رقم "7" بعض أشكال الدسر.



شكل رقم "7"
أشكال الدسر المستخدمة في تجميع الأثاث المعدني

دقة إحكام الدسرة من خلال عمليات الثني والطي هامة جداً، لأنها تؤثر بشكل كبير على كل من متانة التجميع، والمظهر للأسطح الخارجية، وبالتالي فهي عامل حاسم في الجودة النهائية لمنتج الأثاث المعدني. وبمقارنة كل من نماذج الدسر نجد الدسرة المستوية الشكل (التقليدية)، يمكن استخدامها على نطاق واسع في الأجزاء غير الظاهرة من المنتج. والدسرة المشطوفة الشكل التي يمكن تطويرها لتكون زاوية الثني للوح الخارجي أكثر من "180" درجة، لتسمح بإنشاء طرف أكثر وضوحاً، من أجل تحسين المظهر لأجزاء المنتج الخارجية المتجاورة. والدسرة الملفوفة تستخدم عندما يراد توفير ليونة للسطح الخارجي، وهذا النوع من الدسر يمكن أيضاً أن يقلل من إجهاد التشكيل غير المرغوب فيه للأسطح الخارجية الظاهرة المراد تجميعها في الأثاثات المعدنية.

ويتم تشكيل الدسر على البارد يدويا أو باستخدام مكابس تعمل كهربائياً أو هيدروليكياً وتتألف العملية أساساً من ثلاث خطوات كما يوضحها الشكل رقم "8".



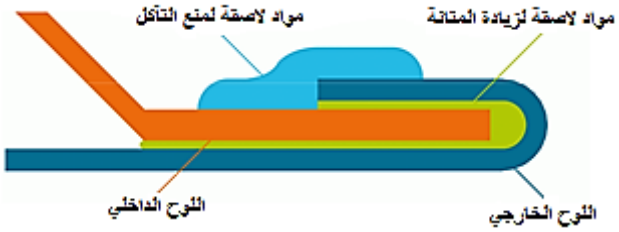
شكل رقم "8"
خطوات تشكيل الدسر
الخطوة الأولى: الحني 90°
الخطوة الثانية: الثني 45°
الخطوة الثالثة: الطي 180°

قوة الدسر ومتانتها تعتمد على خصائص الخامات، وطريقة الإنتاج للألواح المعدنية، كذلك مدى قابليتها للتشكيل على البارد، أيضا الحد الأدنى لنصف قطر الحني المطلوب للدسرة وتكون العوامل المؤثرة الهامة هي: -

- السبيكة المصنع منها الألواح المعدنية (البنية، والمعالجة الحرارية).
- سُمْك الألواح المعدنية المستخدمة.
- سجل تقارير العمل لتشكيل الألواح المعدنية والأجزاء بالمصنع.
- القيم المرجعية لعمليات الثني والطي.

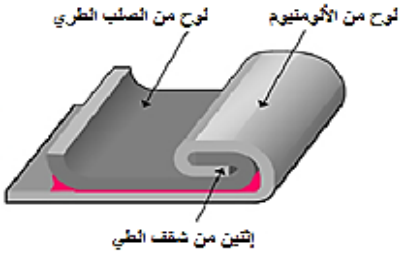
خلال عمليات تطبيق الدسر يمكن أن يحدث تشوه أو انحراف للألواح المعدنية يؤدي إلى اختلافات في الأبعاد، كما يمكن أن يحدث تشقق أو تجاعيد على الشفة، بالإضافة إلى إمكانية تداخل للخامات في مناطق ركن الزاوية، أو التفاف خامات الشفة على بعضها، لذلك يجب على المصمم وضع التفاوتات المناسبة طبقاً للإمكانيات المتاحة والعمل على ضبط عمليات التجميع بالدسر.

أجزاء ومنتجات الأثاث المعدني التي يتم تجميعها من خلال الدسر تكون حوافها (أطرافها) الحادة مخفية نتيجة وجود اللوح الخارجي على اللوح الداخلي. بصفة عامة يمكن وضع مواد لاصقة كما في شكل رقم "9" تكون وظيفتها حماية الشقوق الموجودة بالشفف المكونة للدسر بين جناحي الألواح المعدنية من التآكل (الصدأ). من حيث المبدأ تقنية الدسر تنتج بشكل كاف وصلة ميكانيكية قوية لأجزاء الأثاثات المجمعة منها، بينما إضافة المواد اللاصقة سريعة التماسك (adhesives) والتي يمكن استخدامها على نطاق واسع في الدسر المسطحة تمنح المزيد من القوة، والصلابة لأجزاء المنتج المجمعة، مع مقاومة أكبر للكسر أو الانهيار أثناء العمر المتوقع للأداء. تطبيقيات المواد اللاصقة المستخدمة تشمل الأيبوكسي (epoxies)، الأكريليك (acrylic)، البلاستيسول (plastisols)، المواد المطاطية (rubber based materials)، وهجين بي في سي- الايبوكسي (PVC-epoxy hybrids).



شكل رقم "9"
إضافة المواد اللاصقة في الدسر لإحكام التماسك والحماية من التآكل

وقد أدخلت تصميمات أكثر تطوراً للوصلات المعتمدة على الدسر والمواد اللاصقة لتجميع الألواح المعدنية غير المتشابهة، مثل ألواح الصلب الطري مع ألواح الألومنيوم، بحيث يمكن عمل وصلة مكونة من طبقتين يتم تطويقها معاً مرتين كما في شكل رقم "10".

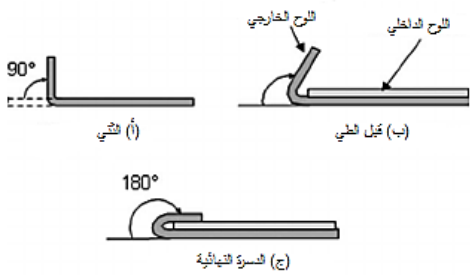


شكل رقم "10"
دسرة مزدوجة مكونة من طبقتين مطويتين مع إضافة المواد اللاصقة
لتجميع أجزاء مصنعة من ألواح الصلب الطري مع الألومنيوم

2- أنظمة دسر تجميع الأثاث المعدني

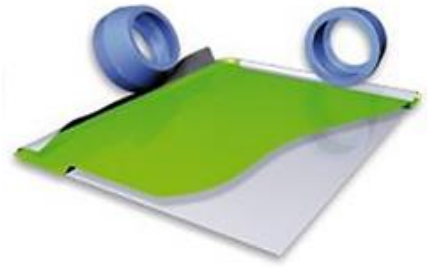
يتم تحديد مختلف أنظمة الدسر بناءً على معايير فنية وهندسية خاصة بأجزاء ومنتجات الأثاث المعدني، كذلك حسب حجم الإنتاج، أيضاً متطلبات الدقة والحد الأدنى من مقاسات الشفف والفراغ للدسر، بالإضافة إلى الموثوقية العملية المطلوبة، علاوة عن التكاليف وغيرها. على أنظمة الدسر المستخدمة أن تفي بالغرض منها وهو تجميع أجزاء ومنتجات الأثاث المصنع من الألواح المعدنية، وتستخدم أنظمة متعددة لتنفيذ عمليات التجميع بالدسر منها: -

أ- دسر مستوية عادية: دسر تقليدية وفيها الشفة تكون مطوية على كامل طول الجزأين قيد التصنيع، بواسطة أدوات ومعدات الثني والطي مع الأسلحة المساعدة المناسبة، وهي مناسبة للإنتاج الكمي. عادةً عملية تشكيل الدسر المستوية الفعلية تكون بعد اكتمال الرسومات، الحسابات، وعمليات التخليع، ثم يتم تشكيل الشفف المطلوبة للتجميع في عدة خطوات وعدة ثنيات كما بشكل رقم "11". وتشمل هذه الخطوات على سبيل المثال عدة دقات تمهيدية ونهائية، اعتماداً على زاوية فتح ومقاس كل شفة. خطوط إنتاج الدسر المستوية العادية تعتمد على تكنولوجيا تقليدية، وبالتالي تكون مكلفة جداً في الوقت الحاضر إلا أن دورة وقت التنفيذ تكون قصيرة جداً.



شكل رقم "11"
خطوات تنفيذ الدسر المستوية

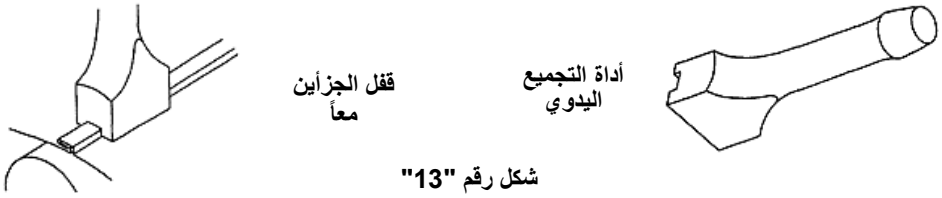
ب_ دسر ملفوفة: يتم فيها توجيه بكر الثني والطي بواسطة ريبوت صناعي (Industrial Robot) لتشكيل شفة القفل، ويتم تشكيل الدسر الملفوفة تدريجياً، من خلال توجيه درافيل الثني لتشكيل الشكل المطلوب لشفف دسر التجميع كما هو موضح بشكل رقم "12". عملية تشغيل الدسر الملفوفة يمكن تقسيمها إلى عدد من الخطوات التمهيدية والنهائية. وعمل هذا النوع من دسر التجميع بهذه التكنولوجيا عملية مرنة جداً، وبتكاليف يمكن أن تقل كثيراً عن تكاليف دسر التجميع المستوية، إلا أن دورة تنفيذ الدسر الملفوفة تستغرق وقتاً أطول كثيراً، منذ بدء لف الدسرة حتى تشكيل المسار المحدد طبقاً للرسومات الموضوعة سلفاً.



شكل رقم "12"
تشكيل الدسر الملفوفة

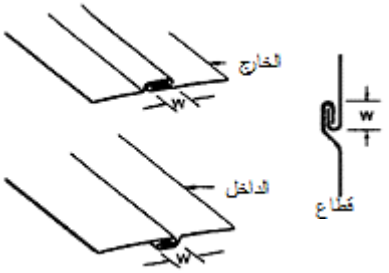
ج- دسر محصورة: على شكل أخدود، وتعتبر واحدة من أكثر الطرق التي يمكن استخدامها على نطاق واسع لتجميع أجزاء ومنتجات الأثاثات المصنعة من مختلف الألواح المعدنية. وهي تتآلف من عدد اثنتين من الثنيات بنهاية كل جزء، والتي يتم قفلهما معاً بواسطة أداه معدنية على شكل أخدود. وعند غلق الجزأين معاً وتشكيل الدسرة، يتم الطرق الخفيف بالأداة التي يجب أن تكون مناسبة، ومقاس التفريز بها أوسع من عرض شفة الثني من البداية للنهاية كما بالشكل رقم "13".

تسلسل الثني والتجميع



شكل رقم "13"
تشكيل الدسر المحصورة

الدسر المحصورة على شكل أخدود تصلح لتصنيع أجزاء ومنتجات الأثاث الأسطوانية، والمخروطية الشكل. ويوجد نوعان من الدسر المحصورة أحدهما خارجية، والأخرى داخلية موضحان بشكل رقم "14".



شكل رقم "14"
أنواع الدسر المحصورة
خارجية – داخلية

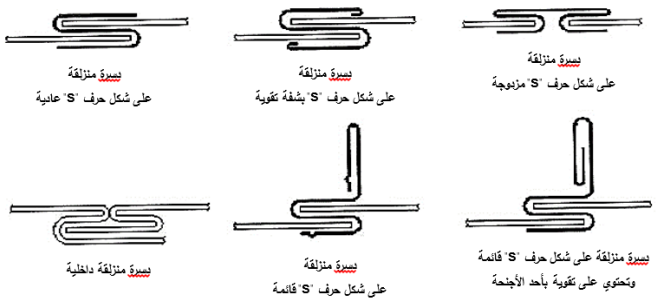
د- دسر مستقيمة بغطاء: تستخدم لتجميع الأجزاء والمنتجات التي تأخذ أشكالاً مستطيلة، كما في شكل رقم "15".

شكل رقم "15"
تشكيل الدسر المستقيمة ذو الغطاء

ه- دسر قائمة بغطاء: تستخدم على نطاق واسع لتجميع الأجزاء والمنتجات المصنعة من مختلف أنواع وتخانات الألواح المعدنية التي تأخذ شكل متوازي المستطيلات، أو المكعب ذو الزوايا القائمة، كما بشكل رقم "16".

شكل رقم "16"
تشكيل الدسر القائمة ذو الغطاء

و- دسر منزلقة: هي وسيلة لتجميع جزأين مسطحين مصنوعين من الألواح المعدنية. نهاية الدسر وأبعادها تتفاوت حسب نوع المنتج، مقاسات الأجزاء، وعرض الشفف وغيرها. ويوجد دسر منزلقة على شكل حرف "S". كما يوجد أيضاً دسر منزلقة على شكل حرف "S" ومزدوجة، والتي يتم تشكيلها لتجميع أجزاء المنتج التي تتطلب أن يكون الجزأين في مستوى واحد، والتي تختلف عن الدسر المنزلقة البسيطة، حيث لا تتطلب تداخل الألواح المعدنية من أجل التجميع. كما تُشكّل دسر منزلقة على شكل حرف "S" وقائمة ويوضح شكل رقم "17" عدد من أنواع الدسر المنزلقة.



شكل رقم "17"
نماذج للدسر المنزلقة

ثانياً: تجميع الأثاث المعدني بالكبس

التجميع بالكبس يعتبر **"**طريقة ربط ميكانيكية عالية السرعة، لتجميع إثنين أو أكثر من الألواح المعدنية، بواسطة عمل تشكيل موضعي مرن، وبدون إضافة أي مكملات تثبيت أخرى، أو تأثير بالحرارة**"**.[8] هذا النوع من التجميع قليل التكاليف، ويتم تنفيذه أوتوماتيكيا بسهولة، حيث يتطلب فقط مكبس واسطمبة مكونة من جزأين أحدهما علوي (موجب) للضغط، والأخر سفلي (سالب) للقالب. يتم وضع الألواح المعدنية بين شقي الإسطمبة والضغط استاتيكياً، أو ديناميكيا على أماكن التجميع المطلوبة، فتتشكل الألواح المعدنية داخل تجويف متشابك مشترك بين أجزاء المنتج، مكونة رباط بينهما صلب ومتين.

من الناحية التقنية التجميع بالكبس يُعَرْف على أنه عملية تحتوي على خطوة واحدة، أو عدة خطوات هدفها تجميع أجزاء ومنتجات الأثاث المصنع من الألواح المعدنية، عن طريق اشتراك الجزأين المراد ضمهما معاً في تشكيل موضعي مرن، عن طريق الضغط على البارد، بحيث يتم تشكيل أشكال مختلفة تشبه قفل الربط، ناتج من وقع تأثير الصدم بالكبس كما في شكل رقم "18".

شكل رقم "18"
التجميع بالكبس
الأشكال الهندسية للتشكيل الموضعي لنقاط التجميع

"التجميع بالكبس يتكون من مرحلتين أساسيتين من العمل الأولى التشكيل، والثانية التمدد والصياغة، وهما ما يسببا إحداث، أو تمثيل التشابك، أو التعشيق بين طبقات الألواح المعدنية**"**.[6/138:139]

الميزة الأكثر أهمية في تقنية التجميع بالكبس هي، تشكيل نقاط التجميع من الخامات الداخلة في تصنيع أجزاء الأثاثات المعدنية لوصلها مع بعضها، كما أن "الأجزاء المعدنية التي يتم تجميعها بالكبس يمكن أن تكون ذو سمك واحد، أو ذو سماكات مختلفة، من ألواح معدنية يمكن ان تكون مختلفة أيضاً في خاماتها".[3] في التطبيقات الصناعية للأثاثات المعدنية يطبق التجميع بالكبس على الألواح المعدنية التي يتراوح سمكها من "0.6": "2.7" مم. كما تنطبق عمليات التجميع بالكبس على الألواح المصنعة من الصلب الطري، الصلب المقاوم للصدأ، الألومنيوم، النحاس، والألواح متعددة التركيب. كما يطبق أيضاً على الألواح المعدنية سابقة الدهان، وألواح الصلب الطري المجلفن.

تستخدم أدوات خاصة للتشكيل اللدن من أجل التعشيق الميكانيكي بالكبس بين الألواح المعدنية، ويتم تصميم نظم عمل هذه الأدوات بحيث تعمل: -

▪ بدون تحريك الأجزاء المصنعة من الألواح المعدنية، خلال التجميع بالضغط يتم عمل طوق محفور يشبه النقرة بأشكال مختلفة حسب الإسطمبة، اعتماداً على مرونة المعدن وتدفقه، كما يوجد داخل هذه النقرة من أسفل ما يشبه الأخدود المتجه للخارج من جميع الجهات.

▪ بتحريك الأجزاء المصنعة من الألواح المعدنية، خلال التجميع بالضغط اعتماداً على خصائص اللدونة من أجل بقاء التجويف (النقرة) والأخدود، التي تحكم اغلاق الجزأين الداخلين معاً من أجل التجميع.

إلى حد أبعد هناك تمايز آخر يمكن أن يتم وفقاً لحركية العمليات، مع إثنين من المبادئ الرئيسية هما: -

● التجميع بدقة واحدة، يتطلب مجموعة من الأدوات الخاصة لكل وضع من القيم المرجعية، الخاصة بالألواح المعدنية المختلفة في السمك.

● التجميع بالدقة المزدوجة، يستطيع التكيف مع مدى من اختلاف السمك بين الألواح المعدنية المراد تجميعها معاً، لذلك فهذا يتطلب استثمارات مالية أكبر، ومن الصعب الاندماج في اسطمبات خطوط التجميع بالكبس.

المجموعة الواسعة من الأشكال الهندسية للتجميع بالكبس، ومفاهيم الأدوات المستخدمة بها تسمح باختيار النوع المناسب للتجميع لكل تطبيق حسب نوع الخامة، استخدامات المنتج، والتكنولوجيا المتاحة لصناعة الأثاثات المعدنية.

من الممكن أن يكون التجميع بالكبس الأكثر استخداماً في صناعة الأثاثات المعدنية، حيث لا يتم قطع أيا من الألواح الداخلة في التصنيع (وصلة مغلقة)، ويتم اغلاق الجزأين كعنصر واحد بعمل ترباس بالكبس على الجانب في بدايته وآخر في نهايته وفي عدة نقاط بينهما. **"**التجميع بتعشيق الألواح المعدنية عن طريق الكبس، يمكن أن يحل في كثير من الأحوال محل التجميع بلحام النقطة (Spot Welding)، حيث يمكن استخدام القوى الإستاتيكية أو الديناميكية في هذا النوع من التجميع**"**(4/1440:1442)

مع العلم أن نقاط الوصل بالكبس تكون أقل قوة من نظيرتها المنفذة بطريقة البرشام، والسبب هو عدم وجود مسمار القفل الإضافي المتمثل في مسمار البرشام المعدني، الذي يؤثر على التوتر عبر نقاط القوة على وجه الخصوص، وبالتالي يتم استخدام نقاط التجميع بالكبس في المقام الأول في مناطق أجزاء ومنتجات الأثاث المعدني الغير معرضة للانهيار المفاجئ، أو الكسر، كذلك التحطم.

على سبيل المثال تجميع أجزاء الأثاث المعدني المصنعة من ألواح الصلب الطري "سابق الدهان" وألواح الألومنيوم، تقليدياً الذي يمكن تطبيقه، لحام النقطة (المقاومة الكهربائية)، أو المسامير، أو البرشام، هم تكنولوجيا التجميع السائدة لهذه الأنواع من الخامات، ولكن بسبب التفاصيل التكنولوجية المعقدة، كذلك التلوث، أيضاً التشوه أو التغيرات في الخواص الميكانيكية للخامات، بالإضافة للوقت، علاوة على التكاليف وغيرها، ينصح بالتحول من أساليب التجميع التقليدية إلى أساليب التجميع الميكانيكية مثل التجميع بالتشابك الميكانيكي عن طريق الكبس حيث **"**تعتبر هذه الطريقة استكمالاً أو استبدالاً عن تقنيات التجميع التقليدية الأخرى مثل اللحام بالنقطة، بسبب إمكانية تجميع مختلف الأنواع والتخانات للأجزاء المصنعة من الألواح المعدنية والتي من الصعب جداً أو المستحيل تجميعها باللحام**"**.(5/31:41)

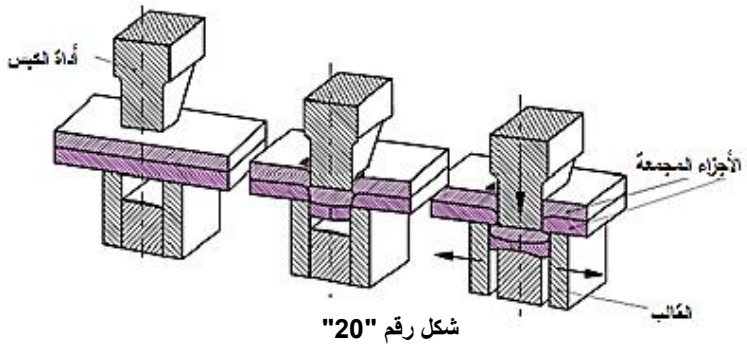
تقدم نقاط الوصل بالكبس – تشكيل على البارد - وفورات في تكاليف تجميع الأثاث المعدني من حيث الطاقة، والوقت، عن التجميع بلحام النقطة. كما يتعدى متوسط العمر الافتراضي للآلات والأدوات والإسطمبات المستخدمة في عمليات التجميع بالكبس آلاف الدورات من العمل. مع العلم أنه ليس هناك حاجة لإجراء عمليات تنظيف، أو عمليات خاصة على سطح المنتج، تسبق عمليات التجميع، كذلك ليس هناك حاجة لأي عمليات معالجة أو تشطيب لاحقة للأسطح بعد عمليات التجميع. أيضاً التجميع بالكبس على البارد يقدم بيئة عمل هادئة ونظيفة، حيث لا شرر أو بريق معدني، لا دخان أو أبخرة،

مع القليل من الضوضاء. وهناك فائدة إضافية هي تجنب الأضرار أو الخسائر المتمثلة في إزالة طبقة الدهان التي يمكن أن تحدث لأسطح أجزاء ومنتجات الأثاث المعدني سابقة الدهان، بالإضافة إلى تجنب مشاكل التآكل أو التحلل أو الخدوش. أنظمة التجميع بالكبس تأتي في جميع المقاسات، كذلك مختلف أنماط أو أنواع العمليات والسرعات، وتتراوح الخيارات من الآلات والمعدات المستخدمة من الوحدات المحمولة يداً، كما في شكل رقم "19"، إلى أنظمة الرؤوس المتعددة مع عمل دقات مزدوجة التمثيل، ورؤوس التمركز الذاتي. هذه الماكينات بإمكانها استخدام مجموعة من اطقم العمل المساعدة معاً لتنفيذ واحدة أو أكثر من نقاط التجميع، كما يمكن دمجها بسهولة داخل خلايا روبوتية أو أنظمة تصنيع أخرى. ويوجد نظم لتطبيق نقاط الوصل بالكبس هما تعشيق الخامات مع الشق الموضعي، وبدون شق.

شكل رقم "19"
آلة محمولة يداً للتجميع بالكبس
لأجزاء الأثاث المعدني[9]

1- نظام التجميع بالكبس عن طريق التعشيق مع الشق الموضعي

التجميع بالكبس بطريقة التعشيق مع الشق الموضعي، يكوْن وصلة دائمة لتجميع أجزاء ومنتجات الأثاث المصنع من الألواح المعدنية، بمقتضى العمل المركب والمشترك للقص، الذي يدمج الخامات معاً. هذا النوع من التجميع ينتج عن عمليات الاختراق والتغلغل في منطقة الوصل المشترك بين الجزأين، والتي يحيطها حد الشق، كذلك عمليات الضغط على البارد التي بموجبها يتم دفع الخامات خارج مستوى سطح الجزء، بحيث يكون مضغوط ومفلطح (مقسم إلى مستويين) مكونا ما يشبه النقرة المعدنية. عمليات التجميع بالكبس يمكن أن تتم في خطوات متعددة، أو في خطوة واحدة كما في شكل رقم "20"، حيث يتم تكوين الوصلة أثناء دقة من ذكر الأسطمبة (مكون من أداة مفردة واحدة) بلا انقطاع، في خطوة واحدة متعددة المراحل، التجميع بالكبس يتم تكوينه في إطار عمل الحركات المتعاقبة من مكونات الاسطمبة.



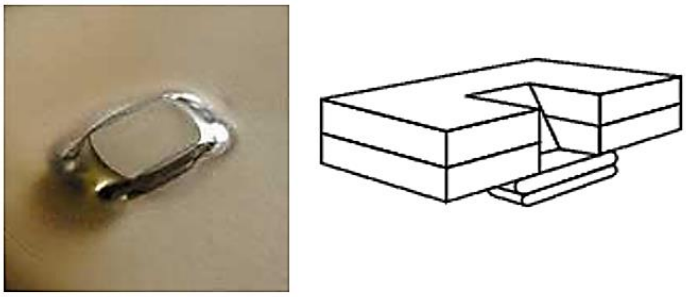
شكل رقم "20"
تجميع الأثاث المعدني بالكبس- نظام التعشيق مع الشق الموضعي - مراحل سير العملية في خطوة واحدة

واستناداً إلى هذا المبدأ يمكن تطوير وصلات التجميع بالكبس، لتكون متنوعة في الشكل الهندسي. ولتحديد قوة وصلابة هذه الوصلات، يتم التحكم في كل من مساحة المقطع، والعمق لمنطقة الكبس حيث تزداد الصلابة مع زيادة مساحة المقطع، وانخفاض العمق.

نظام التجميع بالكبس عن طريق التعشيق مع الشق الموضعي، هي في المقام الأول مناسبة لتجميع أجزاء ومنتجات الأثاث المعدني التي تحتوي على: -

- ألواح معدنية متعددة الطبقات (5 طبقات أو أكثر).
- الألواح المعدنية مختلفة التركيب البنيوي (مثال صلب طري مع ألومنيوم).
- الألواح المعدنية غير المتماثلة في السمك.
- الألواح المعدنية ذات الصلابة العالية، مع الليونة المنخفضة (الواح الصلب السميك، الصلب المقاوم للصدأ، الخ).

وكمثال على ذلك يمكن أن يتم تشكيل نقاط قفل التجميع، عن طريق كبس أطراف الجزأين، والتي لهما شفف طويلة نسبياً، بحيث تأخذ نهاية الوصلة ميل تدريجي، ويتم ضغط الألواح المعدنية وتوسيع العرض لتشكيل القفل على الجانبين بدقة مكبس مفردة. والنتيجة النهائية للوصلة تشكيل نقرة في مستوى قالب الاسطمبة السفلي على أجزاء المنتج المصنعة من الألواح المعدنية، وارتداد أو تقعير على مستوى الجانب الآخر، مكونة الوصلة المطلوبة كما هو موضح بشكل رقم "21".



شكل رقم "21"
التجميع بالكبس بنظام التعشيق مع الشق الموضعي
تشكيل مائل بدقة مكبس مفردة

2- نظم التجميع بالكبس عن طريق التعشيق وبدون شق موضعي

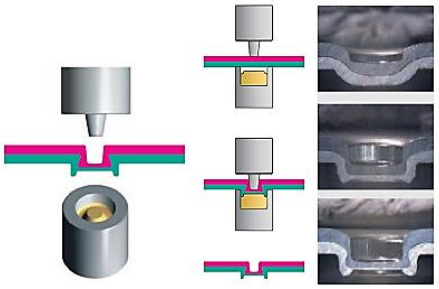
عمليات التجميع بالكبس بالتعشيق وبدون شق موضعي، هي وسيلة لضم اثنين أو أكثر من الأجزاء المصنعة من الألواح المعدنية، على هيئة طبقات حسب التمركز. الضغط بالمكبس على الأسطمبة، تفرض على طبقات الألواح المعدنية، النفاذ الرأسي والتدفق الأفقي داخل تجويف القالب السفلي من الاسطمبة (تشكيل على البارد) حيث يتم الاختراق والتغلغل الموضعي لأداة الاسطمبة العلوية نتيجة جهد الكبس. نتيجة العملية هي تشكل نقاط الوصل على الألواح على شكل نقرة معدنية على الجانب السفلي الغير ظاهر من أجزاء المنتج المجمعة، وتجويف كروي صغير على الجانب الأخر من المنتج. هذا النوع من التجميع يعمل كوصلة متشابكة في نقاط متعددة من حواف الأجزاء المجمعة، ولا يتطلب اجراء أي عمليات تشطيب بعد إنجازه أو قبل الدهان. نقاط التجميع بالكبس المنتجة تتميز بشكل مقبول بصرياً، مناسبة لجميع عمليات معالجات الأسطح، الدهانات، الطلاءات، والتغطيات، أيضاً مناسبة للأجزاء المصنعة من ألواح الصلب الطري سابق الدهان، مع توافر مقاومة عالية للتآكل، ومقاومة الإجهاد الداخلي. مع العلم أنه يمكن انشاء النقرة على شكل نقاط كروية، اسطوانية، أو مستطيلة الشكل. ويرى الباحث أن هذا النوع من التجميع يكون مفضل بصورة عامة لتجميع أجزاء ومنتجات الأثاث المصنع من الألواح المعدنية، لوجود ثلاث أنواع من وصلات التجميع بالكبس بدون شق موضعي: -

أ- التجميع بالكبس باستخدام قالب مصمت لا يحتوي على أجزاء متحركة

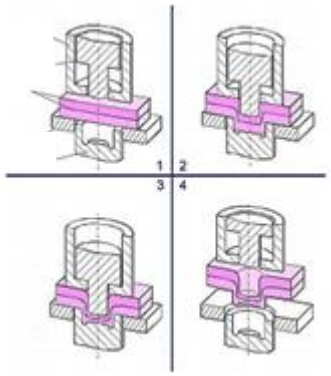
ميكانيكية تشكيل وصلات التجميع بالكبس في قالب لا يحتوي على أجزاء متحركة تتم بواسطة التشكيل المرن للألواح المعدنية، عن طريق ضم الألواح الداخلة في التجميع، داخل قالب مصمت وصلب، يمثل الجزء السفلي من الاسطمبة، بواسطة أداة الكبس أو الجزء العلوي من الاسطمبة. ويمكن شرح هذا النوع من الوصلات في أبسط هيئاتها، وهي عمليات الدقة الواحدة المستديرة، حيث تتداخل الخامات داخل تجويف القالب، ومع استمرار الضغط وتزايده تنضغط الخامات

وتتمدد أفقياً لتأخذ شكل الحد المحيط بالجزء السفلي من القالب، ليتم احتوائها من قبل حاجز القالب، لتشكل الخامات المضغوطة قناة على شكل حلقة في سندان مؤمن ميكانيكياً، ليتم التوصل إلى وصلة قوية. النتيجة هي نقرة كروية ذات شكل جمالي كما في شكل رقم "22"، ويمكن توزيعها على أجزاء المنتج بشكل جمالي أيضاً، تعمل نقاط التجميع على ضم ووصل أجزاء ومنتجات الأثاث المعدني، دون أي نتوءات أو حواف حادة، وذلك لأن صلابة الخامات المجهدة في منطقة العنق البارز، تقلل كثيراً من الحواف الحادة، الناتجة من التأثير بقوة الاحتجاز العالي للوصلة.

التجميع بالكبس باستخدام القالب المصمت بدون أجزاء متحركة، هو الأسلوب المرشح من وجهة نظر الباحث لكي يكون الأكثر شيوعاً في تجميع أجزاء ومنتجات الأثاث المصنع من الألواح المعدنية في مصر.



شكل رقم "22"
ميكانيكية تشكيل وصلات التجميع بالكبس
باستخدام قالب مصمت لا يحتوي على أجزاء متحركة



شكل رقم "23"
مراحل التجميع بالكبس بدون قطع
في خطوة واحدة

ويوضح شكل رقم "23" تسلسل العملية المكونة من خطوة واحدة في أربع مراحل(7/279:283): -

المرحلة الأولى: يتحرك الجزء العلوي من الاسطمبة بالكبس (الدق) في اتجاه الجزء السفلي (القاع) للأسطمبة، قطع وأجزاء العمل الأخرى مثبتة بإحكام وثابتة.

المرحلة الثانية: من خلال عمل الدقة، تتدفق الخامات إلى الأسفل داخل التجويف السفلي للاسطمبة، من أجل تشكيل تجويف يشبه الكوب، يتم ضبط كل من العمليات، البارامترات والأبعاد لكل من الأسطمبة، وقوة الكبس، بناءً على سمك الألواح المعدنية قيد التشغيل، أيضاً صلابتها، لكي يتم ضمان عدم سحب متأخر للخامات من المنطقة المحيطة بها بشكل جانبي داخل الوصلة.

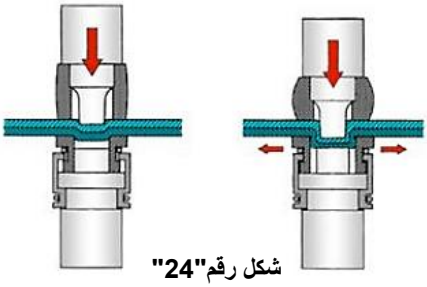
المرحلة الثالثة: يتم الوصول إلى سمك الكوب الفارغ السفلي (النقرة) المحدد سلفاً، عن طريق الضغط، ويجب الإغلاق المحكم لأجزاء الأسطمة، لإجبار الخامات على التمدد داخل الأخدود المتشكل أسفل القالب السفلي من الإسطمبة وفي الاتجاه الجانبي، وبذلك يتشكل القفل الضروري للغلق.

المرحلة الرابعة: بعد الوصول للقدر الكافي من القوة والوصول للمشوار أو الإزاحة المطلوبة المحددة سلفاً (السيطرة على القوة)، يتم تراجع الأجزاء العلوية من الاسطمبة بفضل قوة شد (تزول) المكبس (السيطرة على الدقة)، والوصلة لا تتطلب أي معالجات للأسطح.

ب- التجميع بالكبس باستخدام قالب يحتوي على أجزاء متحركة

في أنظمة التجميع بالكبس باستخدام القالب المحتوي على أجزاء متحركة، يتم تجميع أجزاء ومنتجات الأثاث المصنع من الألواح المعدنية، وتثبيتها بصورة عامة بواسطة الضغط بعامود الكبس العلوي، بعد ذلك يتم سحب شريحة الخامات داخل

القالب السفلي، ليتكون ما يشبه الكوب. جوانب القالب السفلي مقسمة إلى اثنين أو أكثر من القطع الدائرية (الفصوص) التي ما تزال مغلقة. بمجرد أن تلمس أجزاء الألواح المعدنية أرضية القالب، لعمل ما يشبه الكوب تفتح هذه الفصوص كما بشكل رقم "24" وتبدأ الألواح المعدنية في الامتلاء في الجزء السفلي بشكل أفقي، نتيجة الضغط المبذول بواسطة دقة المكبس، يتكون قفل متين لنقطة التجميع. الفصوص (المخدات) المتحركة بالقالب السفلي يتم دفعها ناحية الخارج، منزلقة على قاعدة إلى مسافة تتناسب مع دقة ذكر الاسطمبة، لتصل إلى قيمة محددة سلفاً. وهكذا يتم تشكيل نقرة في أجزاء الأثاث المصنع من الألواح المعدنية تشبه التعشيق الميكانيكي. وأخيراً يتم ارجاع مشوار الدقة إلى وضع البداية، من قبل العامل المشغل أو بواسطة تايمر (Timer) الذي يفصل القوة، الأجزاء المتحركة لجدار القالب السفلي تتحرك لتغلق مرة أخرى.



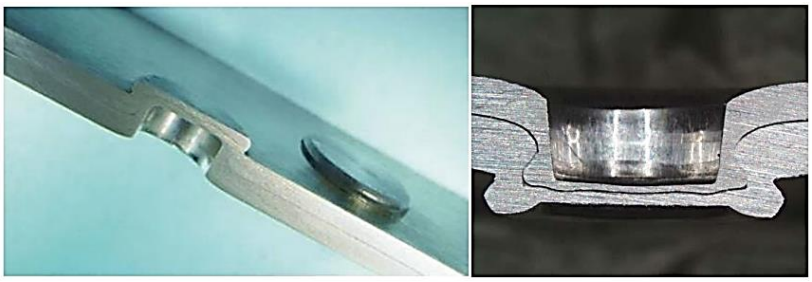
شكل رقم"24"
التجميع بالكبس بخطوة واحدة وبدون شق موضعي
باستخدام قالب يحتوي على قطع دائرية متحركة

وتستخدم تصميمات مختلفة للقالب السفلي المحتوي على أجزاء متحركة، من أجل التجميع بالكبس بدون شق موضعي، ويشتمل القالب على اثنين أو أكثر من القطع المتحركة كما في شكل رقم "25"، والتي يتم سحبها معاً بواسطة نابض أو زنبرك أو آلة متجانسة. تصميمات القالب السفلي المحتوي على الأجزاء المتحركة، يمكن أن تكون متنوعة، ويتم ضبط تمركز الدقة (الكبس) على مركز القالب الصلب، وبالتالي ضمان تشكيل الوصلة متحدة المركز تماماً. هذه الفصوص المتحركة تسمح بالتشابك الجيد للخامات وتكوين وصلة جيدة من أجل تجميع أجزاء ومنتجات الأثاث المعدني.

قالب رباعي الأجزاء المتحركة | **قالب ثلاثي الأجزاء المتحركة** | **قالب ثنائي الأجزاء المتحركة**

شكل رقم "25"
قالب الاسطمبة السفلي المحتوي على أجزاء متحركة
يستخدم في التجميع بالكبس دون شق موضعي

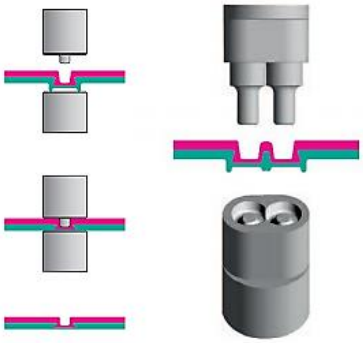
من مميزات التجميع بالكبس بدون شق موضعي باستخدام قالب يحتوي عل فصوص متحركة هي المرونة عندما تكون الألواح المعدنية المراد تجميعها معاً مختلفة التخانات، كذلك المحافظة على ملامس أسطح الألواح، بسبب تحسن تدفق الخامات، لأن المخدات المتحركة للقالب السفلي تفتح عند الكبس وتسمح للخامات بالتدفق إلى جوانب القالب. أنظمة التجميع بالكبس مع قالب يحتوي على فصوص متحركة يمكن أن تسمح بوضع لاصق عند التجميع بين طبقات الألواح المعدنية كما هو موضح بشكل رقم "26".



شكل رقم "26"
ناتج التجميع بالكبس مع قالب يحتوي على فصوص متحركة
إمكانية وضع لاصق عند التجميع بين طبقات الألواح المعدنية

ج- التطبيقات الخاصة للتجميع بالكبس

يمكن تطوير طرق خاصة متنوعة لتطبيقات التجميع بالكبس، لكي تأخذ في الاعتبار المتطلبات الخاصة بصناعة الأثاث المعدني. على سبيل المثال يتم تنفيذ نقاط الوصل بشكل مستوي من جانب القالب السفلي من الاسطمبة، كما تطبق الوصلات ذو النقطة المزدوجة كما في شكل رقم "27" التي تعمل على زيادة المقاومة والحماية تجاه الدوران للأجزاء المجمعة، كما أنها تضاعف تقريباً من قوة الوصلة عن مثيلتها ذات النقطة الواحدة. كما يمكن أيضاً تطبيق وصلات التجميع المزدوجة باستخدام القالب المحتوي على أجزاء متحركة.



وصلة مستوية من أسفل وصلة مزدوجة

شكل رقم "27"
وصلة مزدوجة ومستوية
من التطبيقات الخاصة للتجميع بالكبس

3- معايير جودة تجميع الأثاث المعدني بالكبس

عملية التجميع بالكبس تتطلب شفة مفتوحة مع منفذ يسمح بحرية الوصول لكلا الجانبين من الأجزاء المراد تجميعها، وذلك من أجل سهولة وصول أداة الكبس، وأجزاء القالب، بغرض الضغط على الخامات والتثبيت بين شقي الأسطمبة. كما يجب أن يكون عرض الشفة كافي لاستيعاب نقرة التشابك المنتجة بمختلف أشكالها ومقاساتها خلال تطبيق نقاط الوصل، فضلا عن مساحات أخرى محيطة، حتى لا يحدث تشوه موضعي للخامات، أو انفجار كرة التشابك من حافة الشفة. كقاعدة عامة الخلوص بين مركز نقرة التشابك وحافة الشفة الخارجية يجب أن يكون متناسب مع قطر أداة الكبس، أيضا الخلوص بين طرف النقرة وحافة الشفة الداخلية يجب أن يكون كبير بما يكفي للسماح بوصول الأدوات لعمل الوصلة. نقاط التجميع يجب أن تكون متباعدة فيما بينها، لتجنب منطقة الإجهاد المتشكلة حول كل نقطة، مما قد يؤدي إلى ظهور نقاط تجميع غير مرضية، حيث أن وضع عدة نقاط تجميع بجوار بعضها قد يسبب تشوه أو انحناء الوصلة، ومع ذلك يجب أن يكون هناك ما يكفي من نقاط الوصل لضمان متانة التجميع لأجزاء ومكونات منتج الأثاث المعدني.

إن التخطيط السليم لتسلسل عمليات التجميع بنقاط التشابك بالكبس، والتثبيت المناسب للألواح المعدنية، كذلك تثبيت قطع العمل، تضمن أن طبقات الخامات تنضم لبعضها، وتكون مسحوبة معاً بصورة صحيحة. التداخل الدقيق لطبقات الألواح المعدنية لعمل الوصلة، وعرض الشفة الصحيح، سوف يسهل العمل المنتظم والملائم بين قطع العمل للكبس والقالب. أثناء

التجميع ضبط خطوة ما قبل اللقط والتشابك قد تكون مفيدة في حالة ما يكون عرض شفة الوصلة مقفولة إلى الحد الأدنى. أجزاء الأثاث المراد تجميعها يجب أن تكون مغلقة تماما بعد مرحلة اللقط والتشابك، لأن سوء الاحتواء والموائمة هما من الأسباب الرئيسية التي تؤدي إلى ضعف جودة نقاط التجميع، وتعتمد متانة التجميع بنقاط التشابك بالكبس بشكل أساسي على أربعة عوامل رئيسية: -

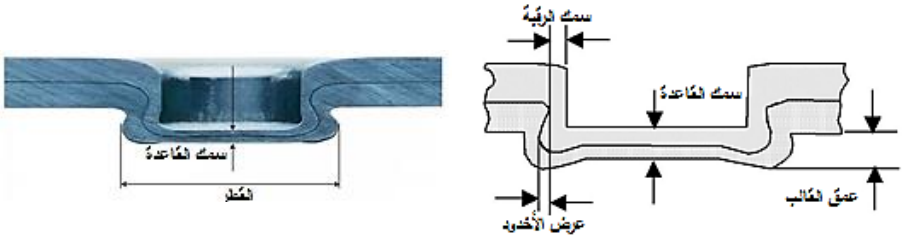
أ. نوع السبانك المصنع منها الألواح المعدنية وطريقة انتاجها: حيث تعتبر تطبيق الوصلات من عمليات التشكيل على البارد، لذلك قابلية تشكيل الخامات المعدنية بالعملية يجب أن تكون مرتفعة بما يكفي، لإنتاج وصلات سليمة خالية من التشوه. وبالنسبة للتطبيقات الخاصة يتم تقديم تصميمات لأدوات العمل، التي يمكن أن تكون الأمثل للتكيف مع مختلف مجموعات الألواح المراد وصلها.

ب. سمك الألواح المعدنية الداخلة في التجميع: تحديد سمك الألواح يضمن أن ما يكفي من الخامات يمكن أن يتدفق داخل تجويف القالب، وإلا فإن منطقة الرقبة ستكون هشة جدا. كما يتم مراعاة تصميم القالب بناءً على سمك الألواح الداخلة في التجميع.

ج. حجم (قطر وعمق) وصلة التشابك: هناك علاقة طردية، كلما زاد القطر وقل العمق زادت متانة الوصلة، لذا يجب أن يكون القطر كبيرا قدر الإمكان.

د. حالة أسطح خامات الألواح المعدنية: ففي حالة السطح الجاف تماما، أو السطح الخالي من الشحوم والزيوت سوف تعطي وصلة قوية، مما لو كان سطح زيتي أو رطب، من ناحية أخرى الحد الأدنى للتشحيم والتزييت يتفادى التصاق الألواح المعدنية مع الأداة، ويحسن بدون خطورة من العمر الافتراضي لأدوات العمل، وبالتالي يجب إيجاد حل وسط وتوافقي مناسب.

يتم تحديد جودة وصلات التجميع بالكبس بواسطة العديد من العوامل التي تعتمد على التجهيزات المعدات، أسلوب أو طريقة العمل، وأدوات واسطمبات التطبيق، كما تعتمد أيضاً على تحديد بارامترات الوصل، ولا سيما على الأجزاء المراد وصلها مثل عدد الأجزاء، جودة الخامات وسمكها، حالة السطح، الشكل الهندسي للوصلة، إمكانية الوصول، واتجاه الوصول وغيرها. لذلك تجرى التجارب والاختبارات اللازمة لتحديد البارامترات ذات الصلة بعملية التجميع ومراحلها، مثل المقاومة الديناميكية والاستاتيكية، ومقاومة الصدم وغيرها. كما أن هناك علاقة سببية بين جودة وصلة التشابك بالكبس والشكل الهندسي لها، لذلك فأحد معايير الحكم على التجميع يكون من خلال التقييم البصري للوصلة، جنباً إلى جنب مع قياس البارامترات الهندسية والأبعاد الحاكمة، على سبيل المثال متانة النقرة يتم تحديدها بواسطة قطر، عمق، وسمك رقبة النقرة، بالإضافة لسمك القاعدة المتبقي فضلا عن عرض الأخدود أعلى تجويف القالب كما هو موضح بشكل رقم "28" وتتأثر هذه القيم بواسطة أبعاد أداة الكبس وقطرها، كذلك عمق وقطر تجويف القالب.



شكل رقم "28"
الأبعاد الحاكمة لجودة وصلات التشابك بالكبس
المستخدمة في تجميع الأثاث المصنع من الألواح المعدنية

تنشأ وصلات التشابك بالكبس من خلال تفاعل كل من معدات وتجهيزات الكبس، السحب، والختم، مع خامات الألواح المعدنية، ونتيجة لذلك تتغير هذه الخامات هندسياً بالمقارنة إلى الاستواء الأصلي لها، وبالتالي يمكن ضبط جودة عمليات التجميع عن طريق قياس الأبعاد الحاكمة، ومقارنة هذه البيانات أثناء عمليات الإنتاج مع البارامترات المحددة سلفاً طبقاً للتصميم والاختبارات المعملية، وذلك لضمان ضبط جودة موثوقة لتجميع الأثاث المعدني بالكبس.

يمكن استخدام التحكم الرقمي للإنتاج الكمي لعمليات التجميع بالكبس للتحقق من قيم هذه البارامترات، بقياس قوة وازاحة الدقة والحفاظ عليها بشكل صحيح من قبل معدات وتجهيزات الإنتاج. وذلك عن طريق تثبيت أجهزة استشعار (Sensors) تقيس كل من أبعاد نقرة التشابك، وموقع الأدوات. وبعد ذلك يتم انشاء منحنى القوة والإزاحة في الوقت الحقيقي لكل وصلة، باستخدام برمجيات (Software) تسمح بالتحقق من العمليات، والتي يجب أن تكون مبرمجة مسبقاً على طول المنحنى. ويمكن تعديل عرض نطاق القبول ليتناسب مع أجزاء ومنتجات الاثاث المعدني قيد التجميع. النتائج خارج نطاق القبول تشير عادةً إلى أخطاء أو اختلافات في عمليات التشغيل، والتي يمكن أن تؤدي إلى مستوى جودة غير مقبول لتجميع أجزاء ومنتجات الأثاث المعدني.

وصلة التشابك السليمة هي التي تتم أثناء التشكيل بدون أي تدفق للخامات خارج منطقة الوصلة، وبالتالي فإن المراحل الأولى من العملية تتوافق بشكل أساسي مع التمدد السليم للخامات. والاختلاف الرئيسي لعملية الوصل فيما يتعلق بالتشكيل التقليدي للألواح المعدنية هو أن هناك صياغة متعمدة للألواح المتجاورة (المتراكبة) بين القالب وعامود الكبس. كما يتم تقليل مجموع سمك الألواح المعدنية الداخلة في الوصلة تحديداً في الجزء السفلي من القالب نتيجة الضغط على الألواح المعدنية، الذي يؤدي بدوره إلى حركة اشعاعية دائرية للخامات لمليء الأخاديد في القالب.

ومن الخصائص الهامة للوصلة هي نفاذ الألواح المعدنية لتشكيل شكل وسمك رقبة الوصلة مع مقاومة القص، لذلك "العنق الرفيع (ذو السمك القليل) سوف يؤدي إلى شق اللوح المعدني مما يؤثر في كسر أو تمزيق اللوح عند الجزء العلوي من الرقبة. كما يؤدي سمك الأخدود الصغير لظهور تفكك بسيط مترابط مع انزلاق رأسي لكل جزء من الألواح على حدة في نقرة التجميع".[(2/2738:2740)]

الخلاصة

تجميع الألواح المعدنية رقيقة السمك أمر أساسي في تصنيع الأثاثات. أساليب التجميع التقليدية تشمل المسامير، والبرشام، كلاهما يحتاج إلى الثقب أو الكبس، ويواجها صعوبات فيما يتعلق بالسيطرة على الضغط على الوصلة. ومن الأساليب التقليدية أيضاً اللحام، الذي يحتاج للتسخين الموضعي، والذي قد يؤدي إلى تغييرات في الخواص الميكانيكية للخامات، أيضاً التشوه، ويكون من الطرق البديلة للتجميع الدائم للأجزاء والمنتجات المصنعة من الألواح المعدنية هي التجميع الميكانيكي – تشكيل على البارد- بالدسر، أو بالكبس.

إن عمليات التجميع بالدسر تقتضي انحناء اللوح المعدني الخارجي، حول اللوح المعدني الداخلي، كما يمكن وضع مواد لاصقة تكون وظيفتها الحماية من التآكل، مع إعطاء المزيد من القوة والصلابة للأجزاء المجمعة، أيضاً مقاومة أكبر للكسر أثناء العمر المتوقع لأداء المنتج. وتستطيع الدسر تجميع الأجزاء المصنعة من الألواح المعدنية غير المتشابهة سواء في الخامة، أو التخانة، أو كليهما. تقنية الدسر تنتج بشكل كاف وصلة ميكانيكية قوية لأجزاء ومنتجات الأثاث المعدني.

التجميع الميكانيكي بالكبس، هي واحدة من أهم النظم الجديدة للتجميع الدائم للأثاثات المصنعة من الألواح المعدنية، والتي يمكن أن تكون مختلفة في النوع، وأيضاً في السمك، حيث يتم تجميع جزأين أو أكثر مصنعين من الألواح المعدنية، عن طريق التشكيل على البارد وبدون إضافة أي أجزاء ربط، عن طريق عمل نقرة تشبه القفل الميكانيكي. ويتم بواسطة

استخدام أدوات بسيطة تتكون من أدوات للكبس (الجزء العلوي من الاسطمبة) أعلى الجزأين المراد تجميعهما، وقالب مجوف أسفلهما يشبه الكوب (الجزء السفلي من الاسطمبة). أشكال هذه الأدوات لها أهمية كبرى في التحكم بالشكل الهندسي النهائي للتجميع بالكبس، والتي بدورها تؤثر على كل من المتانة، والجودة للتجميع النهائي.

تشتمل النظم الحديثة للتجميع الميكانيكي الدائم لأجزاء ومنتجات الأثاث المصنعة من الألواح المعدنية سواء بالدسر أو بالكبس على مميزات، أهمها أنها تطبق على الألواح المعدنية غير المتشابهة في تكوينها المعدني، أيضاً الغير متساوية في السمك، ويتم التجميع دون ضرر للأجزاء الداخلة في الوصلة، كما لا توجد أي اسهامات للحرارة في العمليات، وبالتالي انخفاض استهلاك الطاقة، وانخفاض انبعاثات الضوضاء. نظم التجميع الحديثة سهلة التصنيع، قليلة التكاليف، وتدعم التطوير مع المحافظة على المواصفات الإنشائية وعلاقتها بوظيفة منتجات الأثاث المعدني.

النتائج والتوصيات

1) تجميع الأجزاء والمنتجات المصنعة من مختلف الألواح المعدنية، سواء بالدسر أو الكبس، يمكن اعتبارها فنيا "لحام بالضغط على البارد" للأثاثات المعدنية.

2) تستخدم نظم التجميع الميكانيكي سواء بالدسر أو بالكبس، بديلاً عن الأساليب التقليدية مثل اللحام، والتجميع بالمسامير أو البرشام لمنتجات الأثاث المعدني المصنع من الألواح المعدنية.

3) تضمن وصلات الدسر، كذلك نقاط التجميع بالكبس، تجميع موثوق به لأجزاء ومنتجات الأثاث المصنع من الألواح المعدنية، والتي قد تكون مختلفة في النوع، والسمك.

4) نظم التجميع بالدسر أو التجميع بالكبس سريعة في التطبيق ولا تطلب جهد بقدر التجميع باللحام، والبرشام أو المسامير.

5) يمكن استخدام النظم الحديثة للتجميع الميكانيكي الدائم في هياكل الإنشاء الخفيف المصنعة من مختلف الألواح المعدنية.

6) يعمل التجميع بالنظم الميكانيكية الحديثة على خفض تكاليف منتجات الأثاث المعدني.

7) استخدم تقنيات النظم الحديثة للتجميع الميكانيكي الدائم، تعزز من نظم سبق التجهيز لكل من هياكل الإنشاء الخفيف، التجاليد المعدنية الداخلية، والأثاث المعدني.

8) نظم التجميع الحديثة، تواكب المتغيرات التصميمية للأثاثات المعدنية، مع تحقيق المستوى المطلوب من ضمان الجودة.

9) يوصى باستخدام النظم الميكانيكية الحديثة في تجميع الأجزاء والمنتجات داخل مؤسسات صناعة الأثاث المعدني في مصر.

المراجع

1- Benson, Steve D. *Press brake technology;* a guide to precision sheet metal bending, Southfield, Society of Manufacturing Engineers (SME). ISBN 978-0-87263-483-1, (1997).

2- Costa N. G., Mota C.P.A.. *A comparative study between the sheet joining processes by Point TOX® and Spot Welding.* Proceedings of the Annual Congress of the Brazilian Society for Metallurgy and Materials, ABM. Belo Horizonte; July (2005), pp. 2733–2741 (in Portuguese).

3- German National Standard- (Deutsches Institut Fur Normung E.V.) - DIN 8593 - *Manufacturing processes joining*.

4- Gibmeier J., Rode N., Lin Peng R., Odén M, Scholtes B. *Residual stress in clinched joints of metals.* Journal of Applied Physics A. Volume 123 (2017), Print ISSN 0947-8396. Publisher Springer Berlin Heidelberg.

5- Kaščák L., Spišák E., *Clinching as a non-standard method for joining materials of dissimilar properties.* Zeszyty Naukowe Politechniki Rzeszowskiej. Mechanika, (2012).

6- Mucha J., Kascak L., Spisak E. *Joining the car-body sheets using clinching process with various thickness and mechanical property arrangements.* Archives of Civil and Mechanical Engineering. (2011), 11(1): pp. 135-148.

7- Varis, J., *Ensuring the integrity in clinching process.* Journal of Materials Processing Technology, 174 (1-3), (2006), pp.277:285.

8- Clinching, wiki, https://en.wikipedia.org (January 2, 2018).

9- ClinchingMachineSample.aspx, http://espclinch.com (January 6, 2018).