الباب السابع
7

تشكيل المعادن بالضغط

Metals Forming by pressure

تمهيد

الهدف من تشكيل المعادن بالضغط هو الحصول على منتجات نصف مصنعة سبق إنتاجها بعمليات تشكيل ، أو الحصول على منتجات كاملة التصنيع.

يناقش هذا الباب عمليات تشكيل المعادن بالضغط على البارد أو على الساخن مثل عمليات الدرفلة – السحب – البثق ، والمنتجات المصنعة بهذه الطرق مثل الألواح المعدنية – الشرائط – قضبان السكك الحديدية – القطاعات ذات الأشكال والأحجام المختلفة – المواسير الملحومة والمواسير الغير ملحومة – سحب الأسلاك بأقطارها المختلفة ..... وغيرها . مع عرض لمميزات وعيوب كل منها علي حدة.

كما يتناول تشكيل الألواح والأعمدة المعدنية بالضغط على البارد أو على الساخن ، مثل الأجزاء المشكلة باستخدام الإسطمبات – عمليات التشكيل المختلفة التي تجري على الأعمدة المعدنية مثل عمليات الثني والحني واللي ، والتأثيرات الممكن حدوثها أثناء عمليات التشكيل وطرق تلافيها ، والتجهيزات اللازمة لإنجاز هذه العمليات على أكمل وجه.

تشكيل المعادن

Metals Forming

عندما تؤثر القوى الميكانيكية المختلفة كالشد أو الضغط على جزء معدني ، فإنها تحدث تغييرا في شكله ومقاساته ، وعلى الرغم من ذلك فإن المعدن يحتفظ بحجمه وكتلته الأساسية ، وتسمى هذه العمليات بعمليات التشكيل العجائني للمعادن ، وهي إحدى عمليات الإنتاج الهامة المستخدمة على نطاق واسع بالصناعات الميكانيكية ، حيث يتم تغيير أشكال وأبعاد المعادن المختلفة إلى أشكال أخرى ذات أبعاد محددة بدون إزالة رايش.

تعتمد هذه العمليات على خاصية اللدونة .. أي المطيلية الكافية التي تتمتع بها المعادن ، والقدرة على تغيير شكلها وأبعادها إلى أشكال وأبعاد أخرى دون أن تتحطم أو تتلف ، مع الاحتفاظ بأشكالها وأبعادها النهائية بعد عمليات التشكيل التي اكتسبتها بعد إزالة القوى الخارجية المؤثرة.

تجرى عمليات تشكيل المعادن المختلفة على البارد أو على الساخن ، علما بأن هذه العمليات تؤثر على المعادن المشكلة من حيث تغيير بنيتها وخواصها الميكانيكية.

عمليات تشكيل المعادن : Metal Forming Processes

توجد أنواع مختلفة لعمليات تشكيل المعادن . تنقسم هذه العمليات إلى عمليات تشكيل على البارد ، وعمليات أخرى للتشكيل على الساخن ، وهي العمليات الأساسية التالية :-

1. الدرفلة.
2. السحب.
3. البثق.

4. الحدادة .. (سبق عرض الحدادة اليدوية والحدادة بالماكينات بالباب الثالث والرابع من هذا الكتاب).
5. تشكيل الألواح المعدنية.

فيما يلي عرض لهذه العمليات . مع شرح تفصيلي لكل منها على حدة.

التشكيل على البارد : Cold Forming

عمليات التشكيل على البارد تعني التشكيل اللدن للمعدن عندما تكون درجة حرارتها أقل من درجة الحرارة الحرجة الصغرى .. أي عند درجة الحرارة التي يتغير عندها التكوين الكيميائي للمعادن.

وتزيد صلادة المعادن نتيجة للتشكيل على البارد ، بحيث يتعذر استمرار عملية التشكيل كلما انخفضت درجة حرارته عن درجة الحرارة الحرجة الصغرى.

وزيادة صلادة المعادن تعني انخفاض لدونتها وانخفاض قابليتها للاستطالة ، وعند تكرار عمليات التشكيل على البارد ، فإن زيادة التصلد تحدث شروخ في المعادن.

وبصفة عامة فإنه يمكن التغلب على العيوب السابقة فيما عدا الشروخ ، وذلك من خلال المعالجة الحرارية بعد عمليات التشكيل أو خلال مراحلها .

مميزات التشكيل على البارد : Cold Forming Advantages

تتميز عمليات التشكيل على البارد بالمميزات التالية :-

1. القدرة على إنتاج المقاطع الصغيرة الأكثر انتظاماً.
2. الحصول على مشغولات ذات أسطح ناعمة وخالية من الأكاسيد.
3. الدقة العالية في أبعاد المنتجات المشكلة.
4. إمكانية إنتاج المشغولات ذات الأشكال الدقيقة والأبعاد الصغيرة.
5. اكتساب المنتج خواص ميكانيكية جيدة وذلك بعد إجراء عملية التخمير.

التشكيل على الساخن : Hot Forming

عمليات التشكيل على الساخن تعني التشكيل اللدن للمعادن عندما تكون درجة حرارتها أعلى من درجة الحرارة الحرجة العليا . بمعنى أنه كلما ارتفعت درجة الحرارة ، كلما انخفضت مقاومة المعادن للتشكيل ، وعلى ذلك لا يؤثر التشكيل على الساخن بالمعادن تأثيرا سيئا ، وبذلك تتمكن المعادن من إعادة ترتيب بلورتها أثناء وبعد عملية التشكيل.

مميزات التشكيل على الساخن : Hot Forming Advantages

تتميز عمليات التشكيل على الساخن بالمميزات التالية :-

1. تهذيب بنية المعدن.
2. عدم حدوث تصليد أو شروخ بالمعادن المشكلة.
3. إمكانية استمرار تشكيلها بعد ذلك.

ومن أهم عيوبها هو وجود الأكاسيد الحديدية على الأسطح المعدنية.

درفلة المعادن

Metals Rolling

عملية درفلة المعادن هي إحدى عمليات التشكيل بالضغط ، وذلك عن طريق عصر المعدن بين أسطوانتين بماكينة درفلة (دلفنة) ، تدار الاسطوانتين عكس بعضهما البعض كما هو موضح بشكل 7 – 1 ، بحيث يكون الخلوص بينهما أقل من سمك المعدن المراد تشكيله.

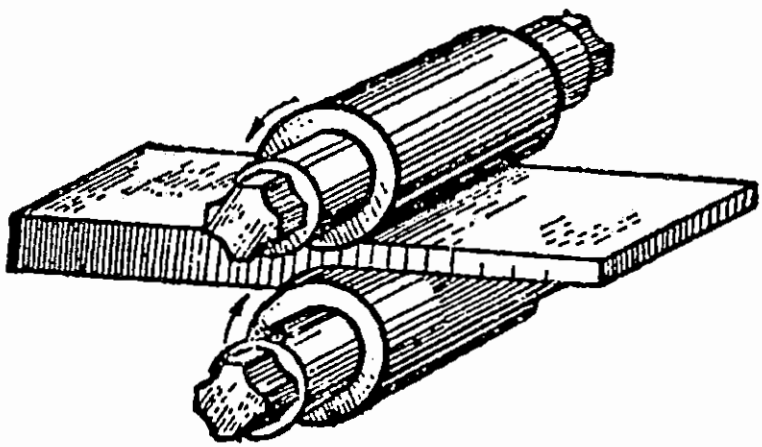
الأسطوانات الدوارة تسمى بالدرافيل أو الدلافين ، مشكل عليها بالحفر مجاري ذات أشكال خاصة ، حيث يخرج المعدن مشكل بشكل الفراغ الموجود بين الدرافيل ، وبذلك يتم اختصار سمك المعدن مع زيادة طوله ، علما بأن حجم المعدن لا يتغير أثناء عملية الدرفلة ، حيث زيادة طول المعدن نتيجة لنقص مساحة مقطعة.

يعرف معامل الاستطالة أثناء عمليات الدرفلة من المعادلة التالية :-

$$\text{معامل الاستطالة} = \frac{\text{مساحة مقطع المعدن قبل الدرفلة}}{\text{مساحة مقطع المعدن بعد الدرفلة}}$$

$$= \frac{\text{طول المعدن بعد الدرفلة}}{\text{طول المعدن قبل الدرفلة}}$$

تتراوح عادة قيمة معامل الاستطالة للمعادن المدرفلة مـا بـين 1.1 - 1.5 وتصل أحيانا في حالة التشكيل الكبير إلى 2.5.



شكل 7 – 1

درفلـــة المعـــادن

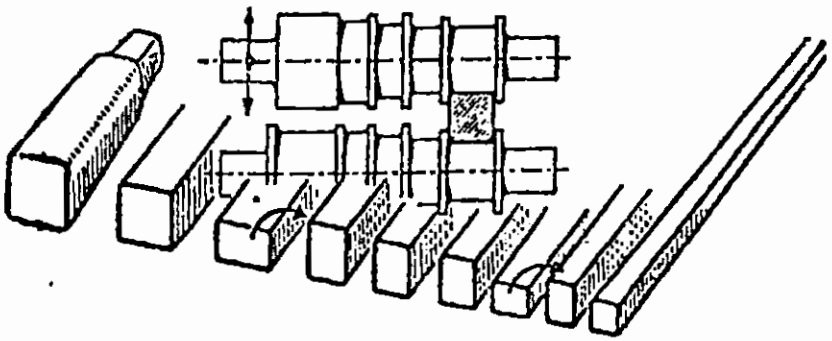
عمليات الدرفلة : Rolling Processes

تتم عمليات درفلة المعادن بإحدى طريقتين أساسيتين هما :-

1. درفلة المعادن على الساخن.
2. درفلة المعادن على البارد.

أولا : درفلة المعادن على الساخن Metals Hot Rolling

تستعمل عادة طريقة درفلة المعادن على الساخن على مرحلتين أو أكثر كما هو موضح بشكل 7 – 2 . المرحلة الأولي هي درفلة أو تحويل كتل الصلب الكبيرة إلى كتل أو مقاطع متوسطة ، ويتبعها المرحلة الثانية ، وهي درفلة المقاطع المتوسطة إلى مقاطع أصغر ..... وهكذا حتى يمكن الوصول إلى تخانات محدودة ، وذلك للحصول على قطاعات ذات أشكال مختلفة كالألواح – الشرائط – المواسير – قضبان السكك الحديدية – القطاعات الحديدية المستخدمة في الإنشاءات المعدنية مثل الكمرات ، والأسياخ المستديرة المستخدمة في الإنشاءات الخرسانية ..... وغيرها.



شكل 7 – 2

درفلة الكتل الكبيرة إلى مقاطع صغيرة

ثانيا : درفلة المعادن على البارد Metals Cold Rolling

تستخدم المنتجات المشكلة بالدرفلة على الساخن في عمليات الدرفلة على البارد ، وتستلزم في هذه المرحلة ماكينات درفلة ذات قوة تشكيل أكبر منها في حالة الدرفلة السابقة ، وذلك لاكتساب المعدن الصلادة وبالتالي ارتفاع مقاومته للاستطالة.

قبل إجراء عمليات الدرفلة على البارد للمعادن المشكلة بالدرفلة على الساخن

يجب التخلص من الشوائب والأكاسيد الحديدية المتكونة على الأسطح من خلال إحدى الطرق التالية :-

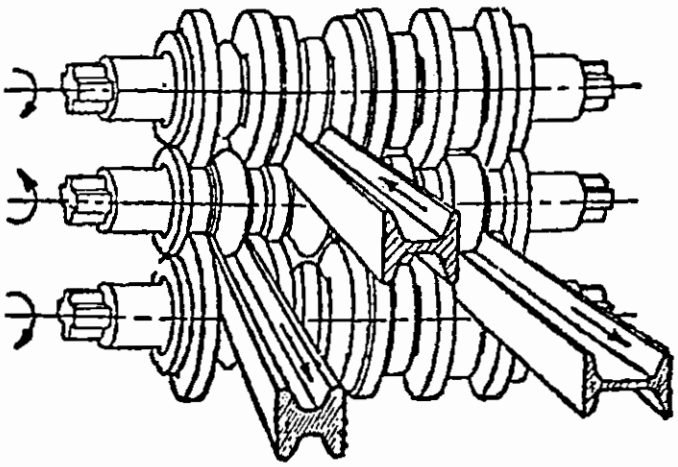
1. باستخدام الهواء المضغوط.
2. بغمسها في الأحماض.
3. بتوجيه تيار شديد من الماء تحت ضغط عالي .. ولا تعتبر طريقة تنظيف المعدن الساخن من الأكاسيد باستخدام تيار مائي ينتج عنه تبريد المعدن ، حيث أن هذه العملية لا تستغرق سوى ثانيتين إلى ثلاثة ثواني.

تتميز المعادن المشكلة بطريقة الدرفلة على البارد بنعومة أسطحها ، والدقة العالية في أبعادها ، مع اكتسابها صلادة إضافية.

ماكينات الدرفلة : Rolling Machines

الغرض من ماكينات الدرفلة هو عصر المعادن المطلوب تشكيلها .. ومن ثم فإن هذه الماكينات تحتاج إلى محركات ضخمة وقوة عالية لأدارتها ، ولكن المحركات الضخمة تعطي سرعات عالية ، لذلك فإن ماكينات الدرفلة تحتوي على مجموعتين لتخفض السرعة على الأقل ، إلى القيمة المطلوبة ، وترفع من عزم دورانها وقوتها.

تحتوي ماكينة الدرفلة على وحدة الدرفلة وهي الجزء الأساسي في الماكينة ، وهي عبارة عن مجموعة درافيل مركبة في بدن واحد ، يتم الدرفلة على الدرافيل الثنائية في اتجاه واحد فقط ، بينما يتم الدرفلة على الدرافيل الثلاثية في اتجاهين ، أي بإعادة درفلة المشغولات في اتجاه عكسي كما هو موضح بشكل 7 – 3.



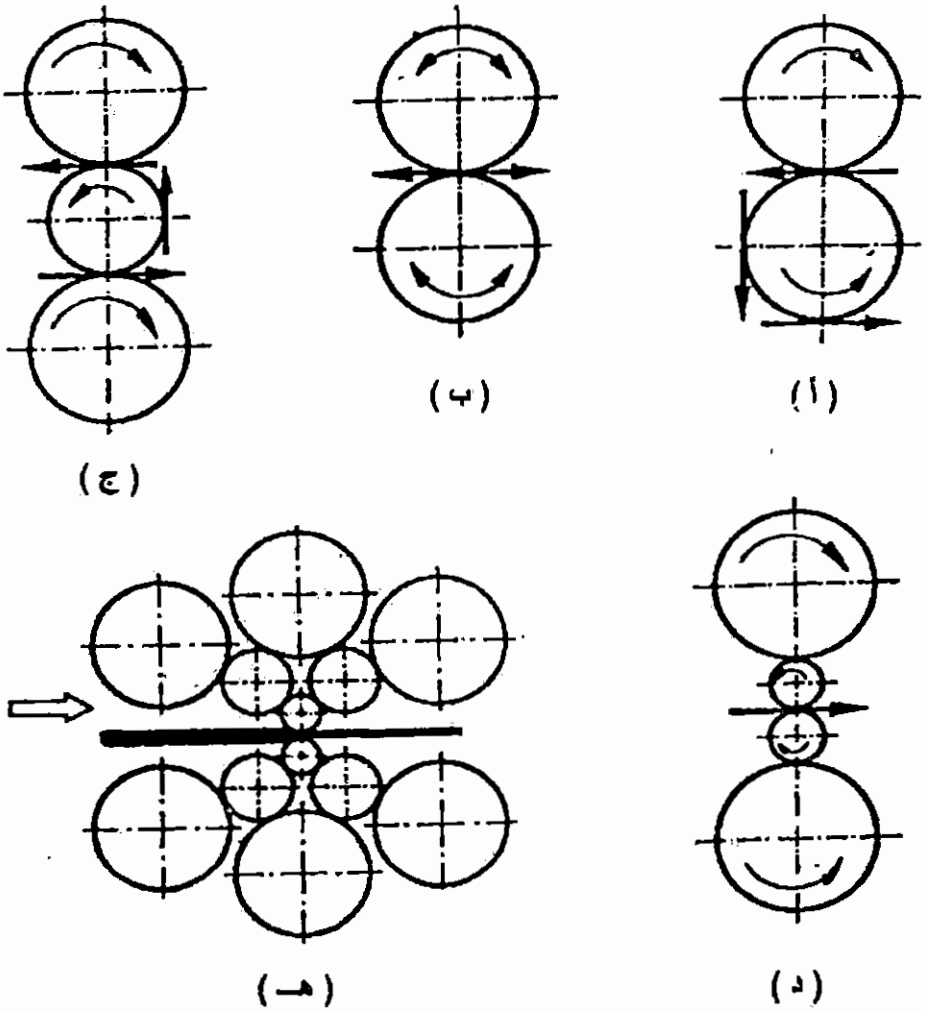
شكل 7 – 3

الدرفلة باستعمال درافيل ثلاثية في اتجاهين متضادين

تصنع الدرافيل من مواد شديدة الصلادة مثل حديد الزهر أو الصلب ، وذلك لتحمل ظروف التشغيل القاسية ، ومقاومة التآكل التي تحدث عند احتكاك المعادن بالدرافيل أثناء تشكيلها.

صممت الدرافيل بحيث يمكن ضبط الخلوص الموجود بينهما إلى عيار للمراحل البدائية للعصر ، وعيار للتخشين ، وعيار آخر للتشطيب.

يمكن تقسيم ماكينات الدرافيل حسب عدد الدرافيل العاملة إلى الأنواع الموضحة بشكل 7 – 4 ، ثنائية الدرافيل ، وثلاثية الدرافيل ، ورباعية الدرافيل ، ومتعددة الدرافيل.



شكل 7 – 4

أنـــواع الدرافـــيل

(أ) درافيل ثنائية رأسية في اتجاه واحد.

(ب) درافيل ثنائية رأسية يمكن تشغيلها حسب اتجاه دوران الدرافيل.

تستخدم ماكينات الدرافيل الثنائيـــة (أ ، ب) فـــي درفلـــة المشـــغولات البســـيطة ، أو المشغولات التي لا تحتاج إلى قوة عالية.

(ج) درافيل ثلاثية رأسية مزدوجة الاتجاهات . تستخدم ماكينات الدرافيل الـــثلاث لزيـــادة

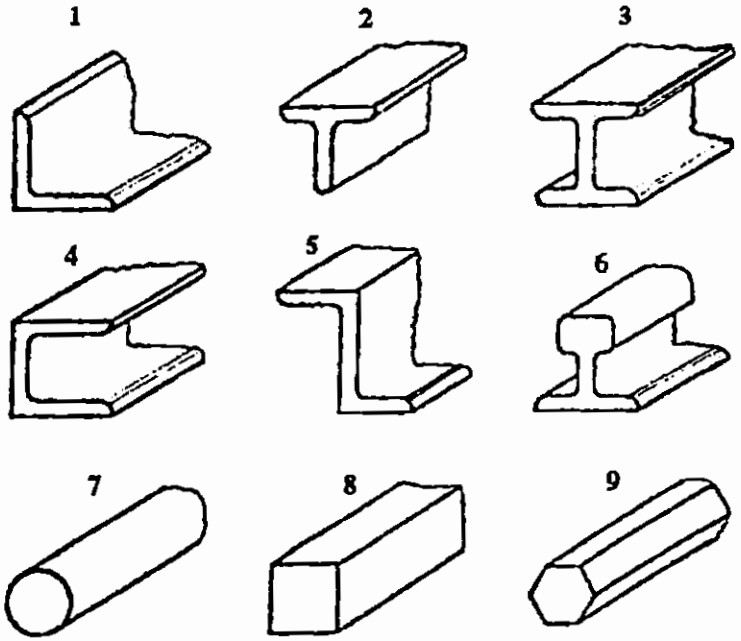
معدل الإنتاج ، حيث تتم عملية الدرفلة بين الأسطوانة العليا والمتوسطة ، وبين الأسطوانة المتوسطة والسفلي.

(د) درافيل رباعية راسية ، يكون الدرفيلان الوسط (الصغيران) هما الدرافيل العاملة ، أما الدرفيلان الخارجيان فهما ساندان فقط . تستخدم ماكينات الدرفلة الرباعية في الحالات التي تحتاج إلى قوة كبيرة للتشكيل .. كما هو الحال في الدرفلة على البارد.

(هـ) الدرافيل المتعددة الأفقية . تستخدم في الحالات التي تحتاج إلى قوة كبيرة جدا للتشكيل .. كما هو الحال في الدرفلة على البارد.

درفلة القطاعات المختلفة : Rolling Of Different Sections

تستعمل ماكينات الدرفلة في تشكيل وإنتاج القطاعات المختلفة الأشكال كما هو موضح بشكل 7 – 5.

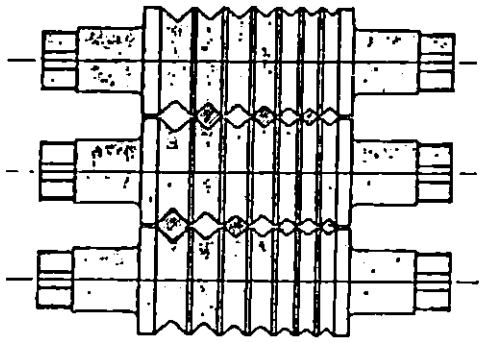


شكل 7 – 5

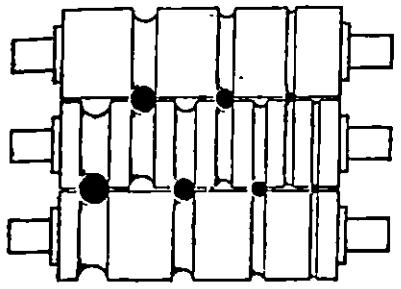
بعض أشكال القطاعات المختلفة

1. مقطع علي شكل حرف L.
2. مقطع علي شكل حرفT .
3. مقطع علي شكل حرف H.
4. مقطع علي شكل حرف U.
5. مقطع علي شكل حرف Z.
6. مقطع علي شكل حرف T.
7. مقطع مستدير.
8. مقطع مربع.
9. مقطع مسدس.

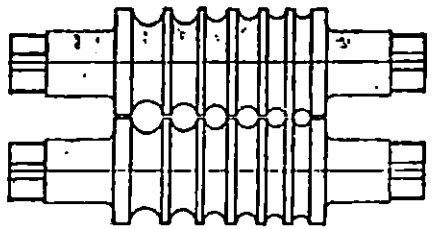
تستعمل مشغولات النصف مصنعة والسابق درفلتها ، التي على شكل قضبان ذات مقاطع مربعة ، حيث تسخن القضبان إلى درجة حرارة الدرفلة ، ثم تمرر عدة مرات على ماكينات الدرافيل حتى تتخذ قطاعاتها الأشكال والمقاسات المطلوبة . ولهذا الغرض تخرط الدرافيل بأخاديد (ممرات تشكيل) مناظرة بالأشكال المطلوبة كما هو موضح بشكل 7 – 6.



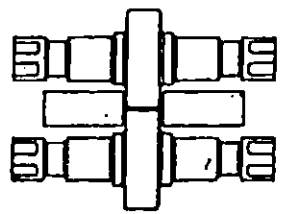
(أ)



(ب)



(ج)



(د)

شكل 7 – 6

نماذج للدرافيل المشكلة لإنتاج القطاعات المختلفة الأشكال والمقاسات

(أ) درافيل ثلاثية لإنتاج الأعمدة المربعة.

(ب) درافيل ثلاثية لإنتاج أعمدة مستديرة (أسياخ).

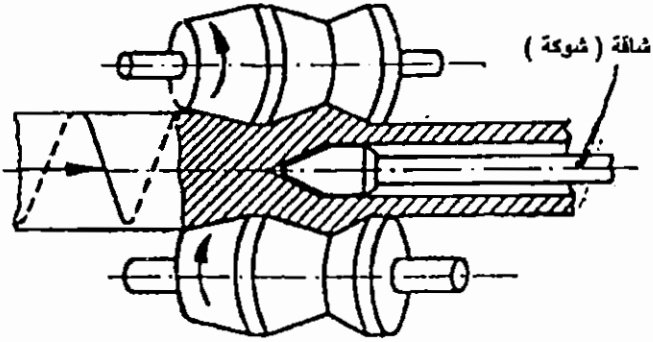
(ج) درافيل ثنائية لإنتاج أعمدة مستديرة (أسياخ).

(د) درافيل ثنائية لإنتاج مقاطع على شكل حرف H.

درفلة المواسير : Pipes Rolling

يمكن إنتاج المواسير الغير ملحومة بدرفلتها أو بسحبها في درافيل خاصة ، ويمكن تلخيص هذه العملية من خلال إعداد عمود أسطواني مصمت ، ووضع طرفه بين درفيلين على شكل مخروطين ناقصين ، وغير متوازيين بالنسبة لبعضهما البعض ، وذلك لعصر العمود الأسطواني الموضح بشكل 7 – 7.

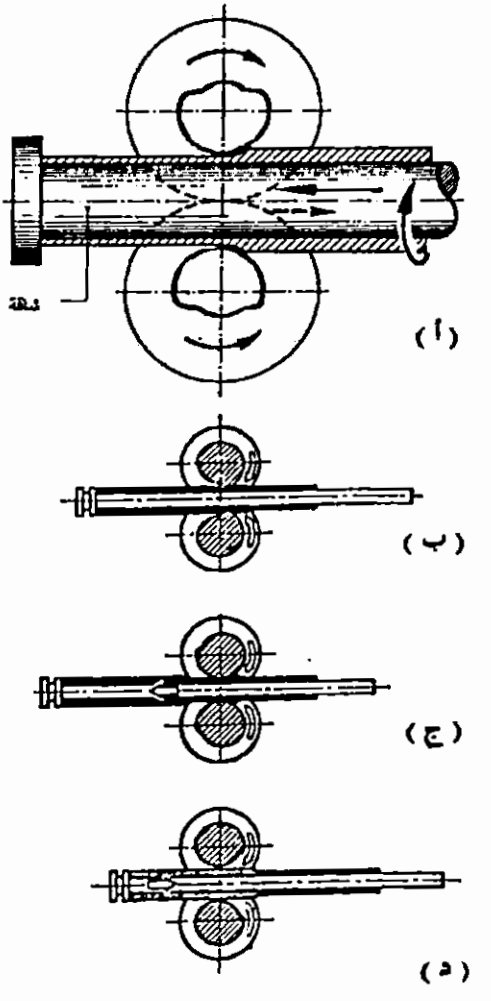
الدرفيلين يدوران في اتجاه واحد ، بحيث يتدحرج العمود الأسطواني بينهما وينعصر ، كما يستخدم بجانب الدرفيلين المذكورين درفيلين آخرين كدليل لتدحرج العمود الأسطواني بينهما ، يتسبب ميل محاور الدرافيل في الحصول على حركة تغذية أمامية للعمود بجانب الحركة الدورانية ، وعلاوة على ذلك تتولد فجوة في العمود بسبب الاختلاف المحوري وعدم توازي محاور الدرافيل أثناء عملية الدرفلة . ومن خلال الفجوة المتكونة يمكن التحكم في أبعادها ، وبإدخال شاقة طرفها الأمامي مخروطي ، ينساب معدن العمود على الشاقة مكونا أسطوانة مجوفة ذات تخانة سميكة.



شكل 7 – 7

درفلة المواسير

يمكن الحصول على المواسير بأقطار خارجية وداخلية أقل ، أي ذات سمك أقل من خلال درفلتها عدة مرات عن طريق درافيل تدار في اتجاهين متضادين ، أو عن طريق استخدام ثلاثة درافيل .. تسمى هذه الدرافيل بدرافيل بيلجر ، مع استخدام شاقة بالقطر الداخلي المطلوب كما هو موضح بشكل 7 – 8 ، وبذلك يمكن الحصول على مواسير مدرفلة بدون لحام . تتميز هذه المواسير بتحملها للضغوط العالية.



شكل 7 – 8

إنتاج المواسير الغير ملحومة عن طريق درافيل بيلجر

(أ) درفلة 90°م عند كل شوط رجوع.
(ب) عض جزء من طول الماسورة.
(ج) درفلة الطول الذي تم عضه.
(د) التمهيد لعض طول جديد.

تشكيل المواسير الملحومة : Welded Pipes Forming

يمكن تشكيل المواسير الملحومة من خلال استخدام أشرطة معدنية بعدة طرق ، وفيما يلي أكثر الطرق استخداما في إنتاج المواسير الملحومة.

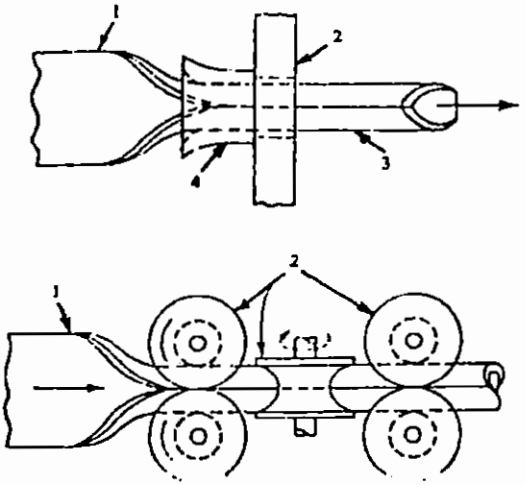
الطريقة الأولى : First Method

تشطف جوانب الألواح بزاوية قدرها 7 درجات تقريبا ، وتسخن إلى درجة حرارة اللحام ، وتدفع الألواح إلى قالب (اسطمبة) كما هو موضح بشكل 7 – 9 ، ومن خلال شد الماسورة ، ولحام الجانبين المشطوفين تشكل الماسورة بالقياس المحدد المطلوب.

الطريقة الثانية : Second Method

تشطف جوانب الألواح بزاوية قدرها 7 درجات تقريبا ، وتسخن إلى درجة اللحام، وتدفع الألواح إلى الدرافيل التي تحتوي على ثلاثة تجاويف كما هو موضح بشكل 7 – 9 ، حيث يشكل الشكل الدائري للماسورة ثم يتم لحامها باللحام المستمر ، وبذلك يمكن الحصول على مواسير مشكلة ملحومة بالقياس المطلوب.

تتميز هذه المواسير بأنها أرخص ثمناً ، ولذلك فهي أكثر استعمالا.



شكل 7 – 9

تشكيل المواســـير الملحومة

(أ) تشكيل المواسير الملحومة بإسطمبة على هيئة جرس.

1. الخامة الساخنة.
2. اسطمبة علي شكل جرس.
3. الماسورة الملحومة.
4. جرس اللحام.

(ب) تشكيل المواسير الملحومة بالدرفلة باللحام المستمر.

5. الخامة الساخنة.
6. درفيل.

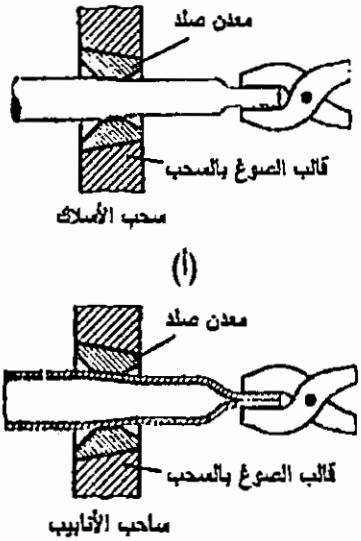
سحب المعادن

Metals Drawing

الغرض من عملية سحب المعادن هو اختصـــار للمقـاطع المختلفـة ، وذلـك لتخفيض سمك المعدن وزيادة طوله من خلال جذبه من فتحة إسطمبة قطرها الداخلي صغر من قطر المعدن المراد سحبه شكل 7 – 10 ، وعادة تتم عمليات السحب من ل إسطمبة واحدة ، أو عدة إسطمبات تخفيض متدرجة.

تجرى عادة عمليات سحب المعادن على البارد ، لـذلك ينـتج عنهـا تصـلد، وتستخدم عمليات السحب أساسا في إنتاج الأسلاك ، بالإضافة إلى المواسير والقضبان ذوات المقاطع المختلفة.

المعادن التي تشكل بطريقة السحب هي الصلب ، والنحاس الأحمر وسـبائكه ، والألومونيوم وسبائكه.



شكل 7 – 10

عمليات سـحب المعادن

(أ) سحب القضبان.

(ب) سحب المواسير.

تصنع إسطمبات السحب من مواد ذات صلادة عالية ، وتستخدم مواد للتزييـت أثناء عمليات السحب ، لتخفيض الاحتكاك الناشئ بين المعدن أثناء سحبه ، وبالتـالي تخفيض من القوة اللازمة للسحب ، ومن الطبيعي أن عمليات التزييت والتزليق تزيـد من عمر الاسطمبة ، كما تنعكس على جودة المشغولات المشكلة (المسحوبة) من خلال

نعومة أسطحها.

معامل الاستطالة : Elongation Coefficient

يعرف معامل الاستطالة أثناء عمليات السحب من العلاقة التالية :-

$$\text{معامل الاستطالة} = \frac{\text{مساحة مقطع المعدن قبل السحب}}{\text{مساحة مقطع المعدن بعد السحب}}$$

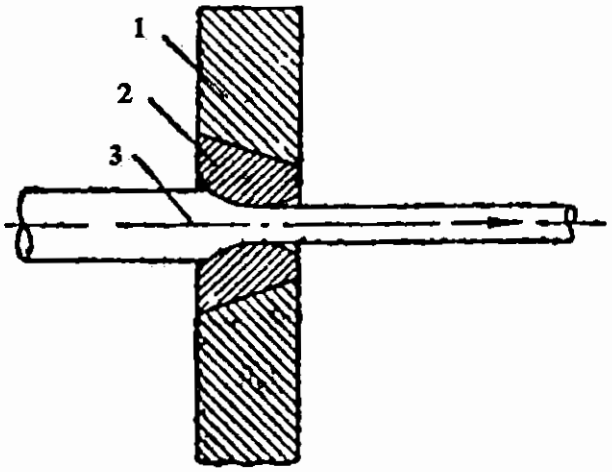
مميزات عمليات السحب : Metals Drawing Advantages

تتميز عمليات سحب المعادن بالآتي :-

1. دقة عالية في أبعاد المنتجات.
2. نعومة الأسطح.
3. يمكن الحصول على منتجات ذات أقطار وأبعاد صغيرة جدا.
4. تحسين الخواص الميكانيكية للمنتجات.

سحب الأسلاك : Wires Drawing

تستخدم عمليات سحب الأسلاك في مجالات متعددة ، مما يعطي لهذه العملية أهمية خاصة . وتجرى عملية تخفيض أقطار الأسلاك من خلال شد السلك من داخل اسطمبة ذات فتحة بالقطر المطلوب للسلك كما هو موضح بالرسم التخطيطي بشكل 7 - 11 ، وعادة تكون فوهة قالب السحب (الاسطمبة) ذات ثقب مستدق (مخروطي) ، وبذلك يخفض قطر السلك تدريجيا ، وتتم عملية تشكيل السلك في الجزء المخروطي بالاسطمبة.

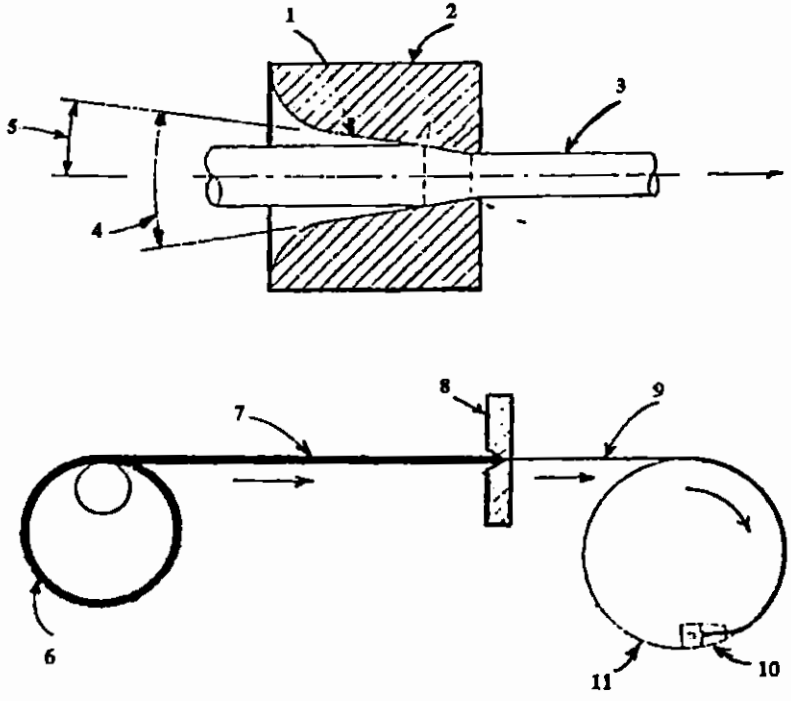


شكل 7 – 11

رسم تخطيطي لعملية سحب الأسلاك

1. لوحة السحب.
2. اسطمبة السحب.
3. السلك المراد تخفيض مقطعه.

تبدأ عملية سحب الأسلاك بأخذ طرف من السلك المطلوب تخفيض قطره ويدبب ويمرر من داخل ثقب الاسطمبة ، ويثبت باسطوانة السحب . ومن خلال دوران اسطوانة السحب الموضحة بشكل 7 – 12 ، يتحرك السلك بداخل ثقب الاسطمبة لتتم عملية السحب بقطر السلك المطلوب.



شكل 7 – 12

تجهيزات عملية سحب الأسلاك

1. فتحة مخروطية بالاسطمبة لدخول السلك.
2. إسطبة السحب.
3. السلك بعد السحب.
4. زاوية الاس.
5. نصف زاوية الاسطمبة.
6. أسطوانة السلك بعد عملية السحب.
7. السلك قبل السحب.
8. اسطمبة السحب.
9. سمك السلك بعد السحب.
10. ماسك السلك للفات الأولي.
11. أسطوانة الإدارة.

يمكن بواسطة عملية سحب الأسلاك الحصول على أسلاك دقيقة ، حيث يصل تخفيض أقطار الأسلاك المسحوبة إلى 0.002 ملليمتر ، وذلك من أسلاك أقطارها تصل إلى 8 ملليمتر.

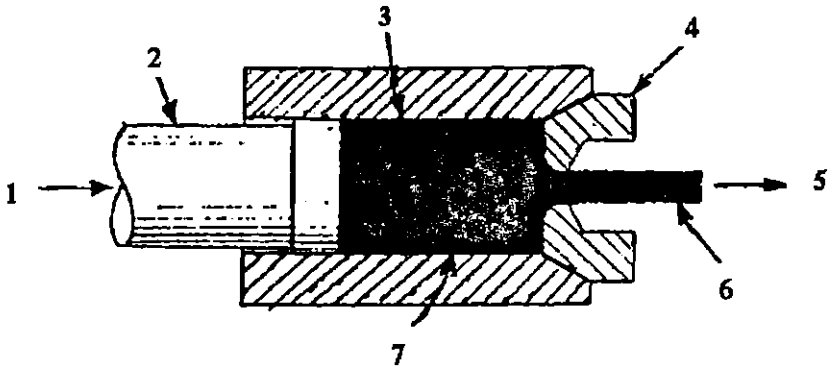
تصنع اسطمبة سحب الأسلاك من مواد ذات صلادة عالية ، وتستخدم مواد تزييت أثناء عمليات السحب ، وذلك لتخفيض من قوة الاحتكاك الناشئة بين السلك أثناء سحبه من الاسطمبة ، وتزيد من عمر قالب السحب ، كما يكسب السلك المسحوب سطحا ناعماً.

بثق المعادن

Metals Extrusion

عملية البثق هي إحدى عمليات التشكيل اللدن ، حيث يجبر المعدن الموجود داخل الاسطمبة على الخروج من خلال فتحة مشكلة ، تحدد شكل وأبعاد هذه الفتحة شكل مقطع المعدن المنتج كما هو موضح بشكل 7 – 13 ، ويمكن تشبيه عملية البثق بأنبوبة معجون الأسنان عند الضغط عليها ، الذي يؤدي إلى خروج (بثق) المعجون منها . هذا يعني أنها عملية توجيه للمادة المراد بثقها من خلال الضغط عليها لينساب المعدن من فتحة معينة ، ويتخذ شكلا معيناً محدداً.

تجرى عادة عملية بثق المعادن على الساخن ، أو على البارد ، حيث تستغل خاصية اللدونة.



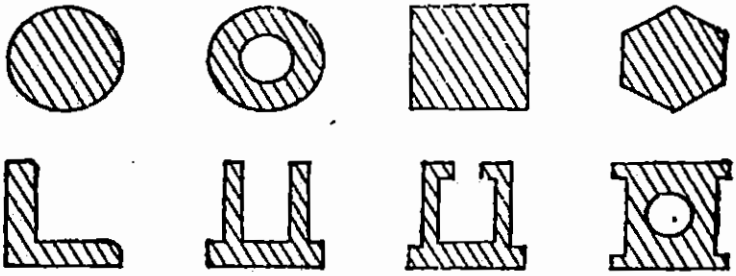
شكل 7 – 13

عملية بثـــق المعادن

1. اتجاه الضغط علي الخامة.
2. كباس.
3. جسم أسطواني.
4. الاسطمبة.
5. اتجاه خروج المنتج.
6. المنتج.
7. الخامة الساخنة.

يكتسب المعدن المبـــثوق شكل ومقاس فتحة الاسطمبة عند خروجه منها ، حيث يحتفظ بشكله كنتيجة اللدونة التي يتمتع بها المعدن.

تستخدم عمليات البـــثق في إنتاج المواسير والقضبان ذات المقاطع المختلفة كما هو موضح بشكل 7 – 14 ، وتتراوح أقطار الأعمدة المبـــثوقة مـــن 5 إلـــى 200 ملليمتر، وتصل أطوالها إلى 20 متر.



شكل 7 – 14

مقاطع الأعمدة المنتجة بالبـثق

طرق البثق : Ways Of Extrusion

تنقسم طرق البـثق إلى طريقتين أساسيتين كما هو موضـح بشـكل 7 – 15 وهما كالآتي :-

1. البثق المباشر.
2. البثق الغير المباشر.

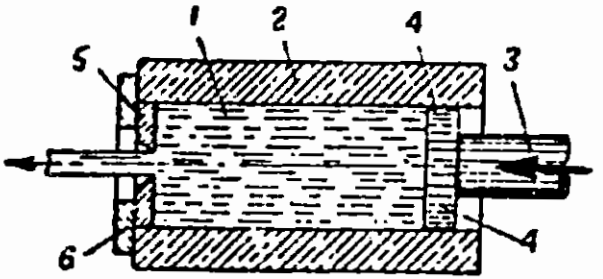
أولا : البثق المباشر Direct Extrusion

تسمى هذه الطريقة بطريقة البثق الأمامي ، حيث توضع كتلة المعـدن المـراد تشكيلها ، داخل وعاء الاسطمبة ، ويثبت في نهاية وعاء الاسطمبة فوهة ذات فتحـة بالشكل والبعد المطلوب ، وعندما يضغط على المعدن من خلال ذراع المكبس ، يندفع المعدن من الفوهة المشكلة في نفس اتجاه حركة ذراع المكبس ، ويكون شكل مقطـع المعدن المبـثوق هو نفس شكل الفتحة المشكلة بالفوهة ، وتستمر عملية الكبس حتـى يتم خروج المعدن كله.

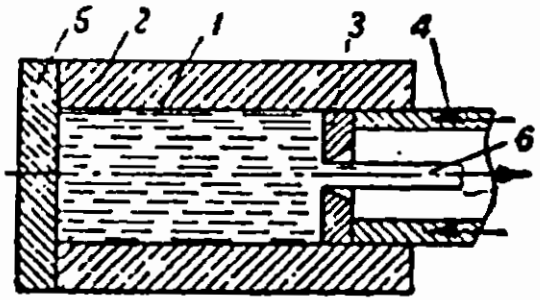
ثانيا : البثق غير المباشر Indirect Extrusion

تسمى هذه الطريقة بطريقة البـثق العكسية ، حيث توضع كتلة المعدن المـراد تشكيلها داخل وعاء الاسطمبة ، وتجهز فتحة خروج المعدن في نهاية عمود المكبس ، لذلك يستخدم في هذه الحالة مكبس مجوف.

عند الضغط على المعدن من خلال ذراع المكبس ، يندفع المعدن المبـثوق من فوهة المكبس المجوف في عكس اتجاه حركة ذراع المكبس ، ويكون مقطع المعـدن المبـثوق بنفس شكل وأبعاد فتحة التشكيل ، وتستمر عملية الكبس حتى يـتم خـروج المعدن كله.



(أ)



(ب)

شكل 7 – 15

طـــرق البـــثق

(أ) البثق المباشر.

(ب)البثق الغير مباشر.

1. الخامة الساخنة.
2. أسطوانة.
3. ذراع المكبس.

4. المكبس.
5. الاسطمبة.
6. حلقة تثبيت الاسطمبة.

عيوب عمليات البثق : Drawbacks Of Extrusion Operations

من أهم عيوب عملات البـــثق هو التآكل الشديد للأدوات العاملة ، والفاقد الذي قد يصل إلى 45 % من المعدن المشكل . كما يستلزم لبـــثق المعادن على البـــارد ، ضغطا هائلا ، لذلك تعتبر معدات البثق لتشكيل المعادن على الساخن ، هـــي الأكثـــر انتشاراً.

سـك المعادن

Metals Coining

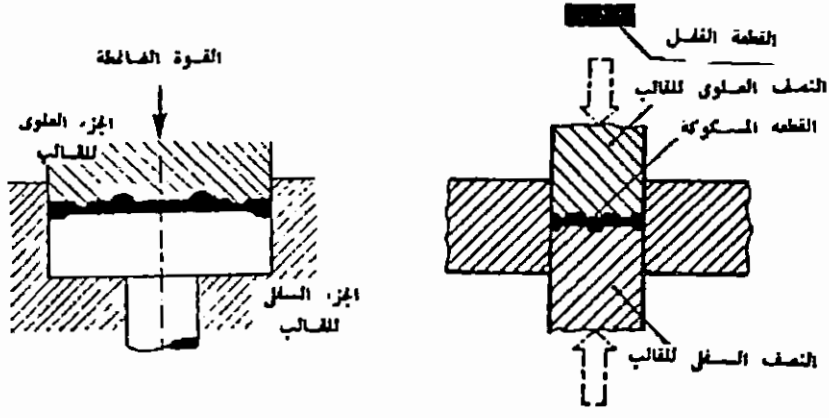
تجرى عملية السك Coining Operation الموضحة بشـــكل 7 – 16 علـــى الأجزاء المعدنية المسطحة من خلال تسليط ضغط بين سطحين مشكلين ، مع المحافظة على المادة المشكلة من الانسياب خارج حدود هذين السطحين ، وذلك باستعمال قوالب خاصة لهذا الغرض.

تصنع قوالب السك من الصلب المقاوم للانبعاج ، وتتكون عادة مـــن جـــزأين أساسيين (قالب علوي وآخر سفلي) . تجهز أسطح القالبين العلوي والســـفلي بأشـــكال مختلفة بالنقش ، حيث تشكل قوالب السك بنتوءات* وأخاديد*.

تستخدم هذه العملية في سك قطع النقود المعدنيـــة ، والشـــارات ، والأنـــواط ، واللوحات ، وبعض القطع الزخرفية ..... وغيرها .

تحتاج عملية السك إلى مكابس لتسليط قوة كبيرة . يمكن تسليط قوة الضغط على الأجزاء المراد تشكيلها من الجهة العلوية فقط .. أي من جهة واحدة ، كما يمكن تسليط

الضغط من الجهة العلوية والسفلية معاً.. أي من الجهتين ، وذلك في حالات المعـــادن الصلدة أو ذات التخانات الكبيرة . وعادة تتم عملية السك في درجة الحرارة العادية .



شكل 7 – 16

عمليـــة الســـك

*** نتوءات : أي سطح غير مستوي ، حيث يوجد به أجزاء بارزة وأخرى منخفضة.**

*** أخاديد : أضلاع بارزة تشبه الترترة .**

تشكيل الألواح المعدنية

Sheet Metals Shaping

تشكل الألواح المعدنية بالضغط على البـــارد باســـتخدام قوالـــب التشـــكيل (الاسطمبات)، وتستعمل الألواح ، أو الأشرطة ، أو الخوص المعدنية بحيث يتناســـب سمك المعدن المراد تشكيله مع قوالب التشكيل.

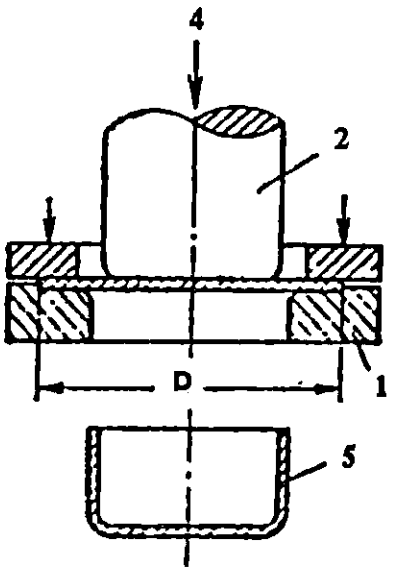
يجرى الكبس على إحدى المكابس ذات الحركة الميكانيكية أو الهيدروليكيـــة ، ويمكن أن يكون الكبس بسيطاً ، أي على مرحلة واحدة ، أو كبس مركب ، أي علـــى عدة مراحل.

تشكل الألواح المعدنية المصنوعة من الصلب الذي يحتوي على نسبة كربـــون

منخفضة (الصلب الطري) ، والصلب الغير قابل للصدأ، وكذلك مختلف السبائك الغير حديدية.

للحصول على مشغولات مشكلة بالكبس كما هو موضح بالرسم التخطيطي بشكل 7 – 17 . تستخدم لذلك اسطمبة من جزئين ، الجزء السفلي هو أنثى الاسطمبة 1 ، والجزء العلوي هو ذكر الاسطمبة المكبس 2 ، وتوضع الخامة 3 ذات القطر D علي الجزء الأسفل للاسطمبة 1 ، وعن طريق المكبس 4 ، تسحب الخامة بتأثير ذكر الاسطمبة 2 ، وتتحول إلى الشكل المجوف 5 المطلوب تشكيله.

يأخذ في الاعتبار الخلوص بين المكبس والاسطمبة لتجنب ثني المشغولة ، كما يجب أن يكون الجزء العامل بذكر المكبس (الجزء الأسفل) بشكل مستدير لتجنب حدوث قص للمشغولة ، ويمكن استعمال زيت لتخفيض الاحتكاك الناشئ بين الخامة والاسطمبة.



شكل 7 – 17

تشكيل الأواح المعدنية بالكبس

1. الجزء الأسفل للاسطمبة.

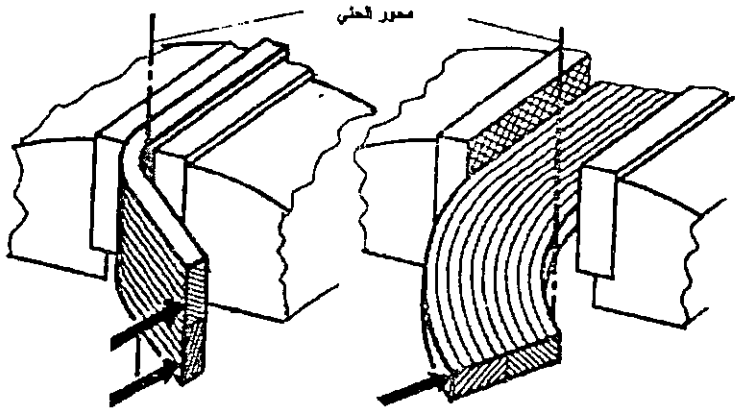
2. الجزء الأعلى للاسطمبة.
3. الخامة بالقطر D.
4. المكبس.
5. المنتج بعد عملية التشكيل.

التشكيل بالثني : BEND SHAPING

عملية الثني هي تغيير في شكل المادة المستوية إلى أشكال منحرفة بزوايا مختلفة عن طريق الضغط . يحدث ذلك في المواد ذات المقاطع الصغيرة أو المتوسطة ، ويمكن التشكيل بالثني على البارد أو على الساخن.

وشكل 7 – 18 يوضح نماذج من المشغولات أثناء ثنيها . في هذه الحالة تسخن المشغولات في موضع ثنيها ، ويثبت أحد جانبي المشغولة في ملزمة ، ويطرق على الطرف الآخر حتى تأخذ المشغولة الشكل المطلوب.

يلاحظ تعرض جزء من مقطع المشغولة أثناء عملية الثني إلى جهد شد ، حيث تنخفض مساحة مقطع الاستطالة تبعا لذلك . بينما يتعرض النصف الآخر للمقطع لجهد ضغط ، يترتب عليه زيادة مساحة المقطع ، لذلك يجب مراعاة هذه الانفعالات التي تحدث أثناء ثني المشغولات المختلفة.



شكل 7 – 18

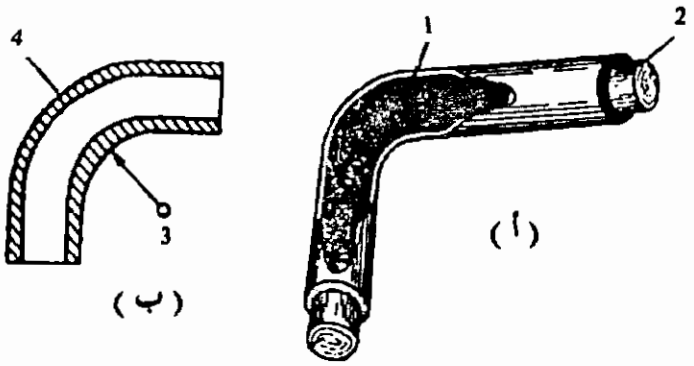
التشـــكيل بالثـــني

التشكيل بالحني : Bend Shaping

تتشوه المواسير عند محاولة حنيها ، وتتعرض للتفلطح عنـد نقطـة الحنـي ، ولتجنب ذلك يجب ملئ المواسير المعدة لعملية الحني برمل ناعم جـاف ، ثـم تسـد أطرافها بسدادات من الخشب كما هو موضح بشكل 7 – 19 (أ).

وأثناء عملية حني الماسورة يزيد الحيز الداخلي نتيجة لتمددها ، مما يؤثر على وضع الرمل الموجود بداخلها ويجعله سائباً . لذلك يجب تكرار دفع السـدادات إلـى مسافة أعمق داخل الماسورة ، ويحدث بعض التغيرات للماسورة نتيجة لعملية الحني ، يترتب علب ذلك زيادة سمك الجدار الداخلي المنحني ، في حين ينخفض سمك الجدار الخارجي لنفس المنحنى كما هو موضح بشكل 7 – 19 (ب).

وقد ينجم عن هذه التغيرات عيوب خطيرة نتيجة لاجهادات التي قد تتعرض لها الماسورة خلال فترة الاستعمال ، ويفضل لهذا السبب زيادة نصف قطر الانحناء مـا أمكن ، وتحنى المواسير التي لا يتجاوز قطرها 3 ملليمتر على البارد ، دون الحاجـة إلى تسخينها.



شكل 7 – 19

تشكيل ماسورة بالحني بعد ملئها بالرمل

(أ) طريقة حني المواسير بعد ملئها بالرمل.

(ب) التشوهات التي تحدث بالماسورة بعد عملية الحني.

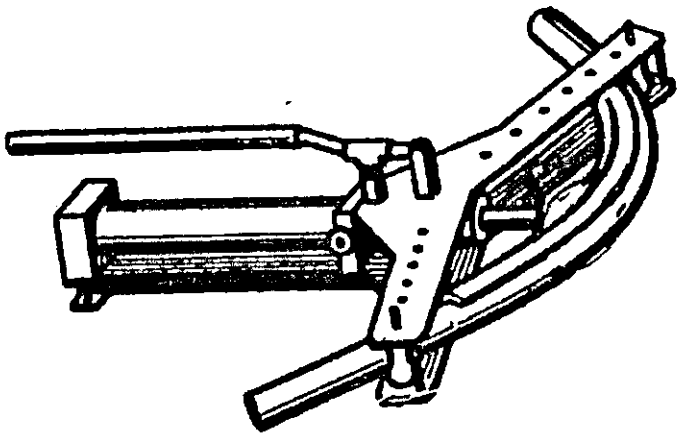
1. رمل يملأ تجويف الماسورة.
2. سـدادة.
3. زيادة سمك الجدار الداخلي للانحناء.
4. فاض سمك الجدار الداخلي للانحناء.

تجهيزات حني المواسير : Preparations Of Pipes Bending

عند حني المواسير المختلفة ، يفضل حنيها باستخدام التجهيزات الخاصة بـذلك وهي كما يلي :-

1. تجهيزة حني المواسير :

تحتوي تجهيزة حني المواسير الموضحة بشكل 7 – 20 علـى عـدة قوالـب بمقاسات مختلفة لتناسب العديد من أقطار المواسير المراد حنيها.

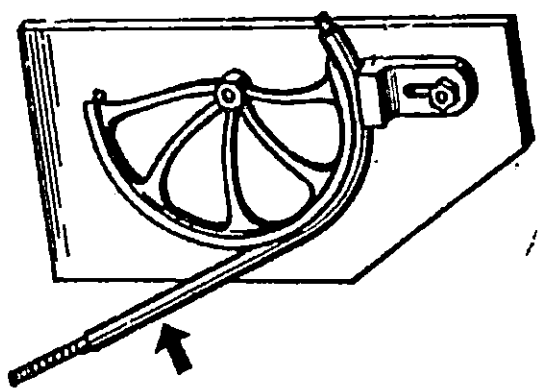


شكل 7 – 20

تجهـــيزة حني المواســير

2. تجهيزة حني المواسير ذات النابض :

يستخدم نابض لولبي (ياي شد) بإدخاله بالماسورة ، بحيـث يكـون النـابض (السوستة) المستخدمة ذات قطر أقل قليلا من القطر الـداخلي للماسـورة ، وتشـكل الماسورة بحنيها كما هو موضح بشكل 7 – 21 ، وبعد الانتهاء من عملية التشكيل ، يسحب النابض اللولبي.



شكل 7 – 21

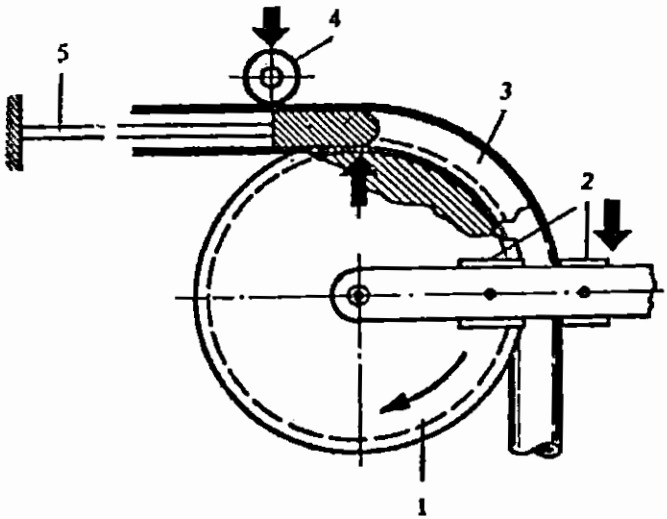
تجهيزة حني المواسير ذات النابض

3. تجهيزة حني المواسير ذات الشاقة الدوارة :

تستخدم تجهيزة حني المواسير ذات الشاقة الدوارة الموضحة بشكل 7 – 22.

تحتوي على جزء خارجي منحني ليتطابق مع الماسورة ، أما الجزء الداخلي فهو رولمان بلي.

يستعمل عمود معدني بطول مناسب بوضعه بداخل الماسورة ، بحيث يكون قطره أقل من القطر الداخلي للماسورة . الغرض من استخدام العمود هو المحافظة على عدم تشوه الماسورة ، كما يساعد طول العمود على عدم بذل طاقة كبيرة من الفني أثناء عملية الحني.



شكل 7 – 22

تجهيزة حني المواسير ذات الشاقة الدوارة

1. بكرة كبيرة.

2. جزلي الشاقة.

3. الماسورة المطلوب حنيها.

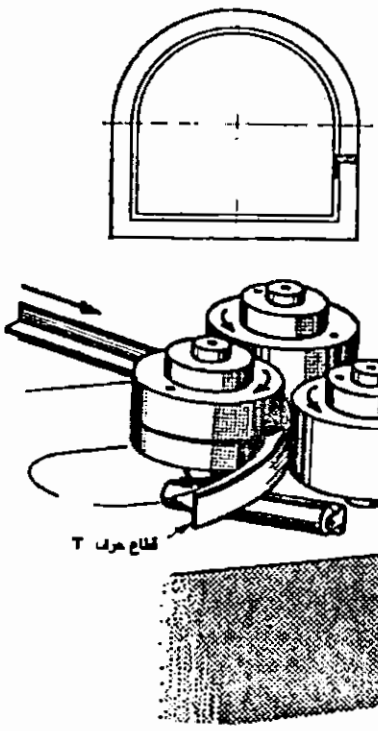
4. بكرة متحركة.

5. عمود معدني مركب داخل الماسورة.

التشكيل بحنى الأعمدة ذات القطاعات المختلفة :

عند تشكيل الأعمدة ذات القطاعات المختلفة والمعقدة والمراد حنيها مثل القطاعات التي على شكل حرف L أو حرف T .... وغيرها ، فإنه يجب تجهيز إطار كما هو موضح بشكل 7 – 23 (أ) ، يستعمل هذا الإطار في عملية التشكيل ، أو باستخدام تجهيزة حني القطاعات الموضحة بشكل 7 – 23 (ب).

تحتوي هذه التجهيزة على قوالب أسطوانية ذات أشكال مختلفة ، بحيث يتناسب شكل كل منها مع شكل مقطع الجزء المراد تشكيله.



شكل 7 – 23

التشكيل بحني الأعمدة ذات القطاعات المختلفة

(أ) تجهيز إطار لتشكيل الأعمدة ذات الأشكال المختلفة .

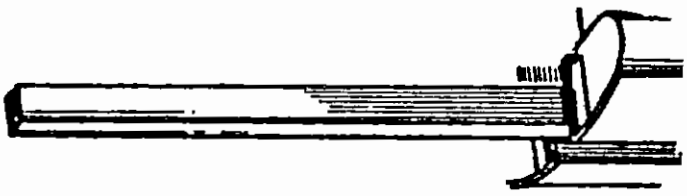
(ب) تجهيزة حني القطاعات ذات الأشكال المختلفة .

التشكيل باللي

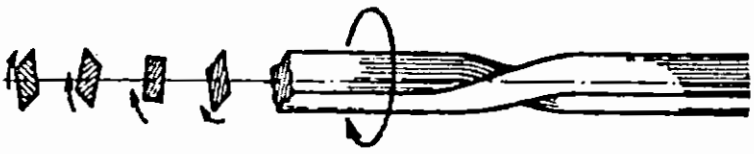
Torsion Forming

يحتاج الأمر في كثير من الأحيان إلى تشكيل بعض الأعمدة المعدنية ذات المقطع المربع إلى شكل حلزوني.

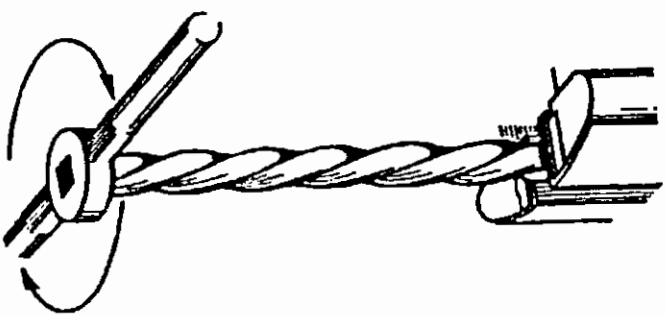
يمكن أن يتم ذلك على البارد في حالة الأبعاد الصغيرة لمقاطع الأعمدة المراد تشكيلها ، حيث يثبت طرف العمود في ملزمة كما هو موضح بشكل 7 – 24 ، ويركب مقبض مناسب على العمود ، ويدار المقبض حول محوره عدة دورات ، حتى يتكون التشكيل الحلزوني بالشكل المطلوب.



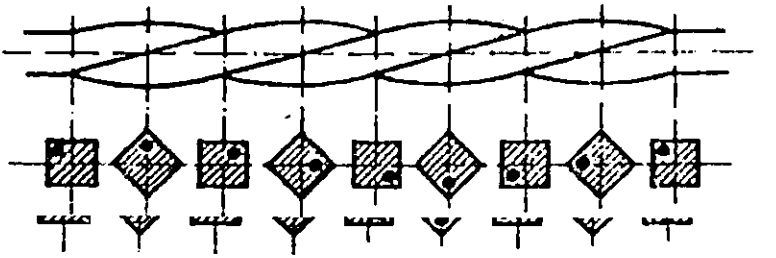
(أ)



(ب)



(ج)



(د)

شكل 7 – 24

تشكيل الأعمدة المربعة باللي

(أ) العمود المربع قبل عملية اللي.

(ب) حركة مقطع العمود أثناء التشكيل باللي.

(ج) العمود في شكله النهائي بعد عملية التشكيل باللي.

(د) حركة مقطع العمود بعد التشكيل النهائي.