



كلية الهندسة - جامعة مصراتة

القسم العام

مقرر: الورش الميكانيكية

أ. أبوبكر امعيتيق

الأمن الصناعي

1.1 مقدمة

يعرف الأمن الصناعي بإعداد برامج الوقاية الصحية من خلال الإجراءات الوقائية الآتية:

1. الإشراف التشغيلي والفني للعاملين بالطريقة الصحيحة.
2. حماية الكوادر البشرية من مخاطر العمل
3. توفير الظروف البيئية داخل أماكن العمل كالتكيف والإضاءة الجيدة ومستوى الضوضاء والتهوية وغيرها.
4. وضع علامات التشغيل والتحذير للآلات والمعدات والحرص على تنفيذها.
5. تقليل الإصابات وحوادث العمل وبالتالي تخفيض نفقات الصيانة وتدريب العناصر البديلة.
6. خلق وعي لدى العمال فيما يتعلق بالأساليب والطرق الآمنة لأداء العمل.

2.1 مسؤولية الأمن الصناعي:

تقع مسؤولية الأمن الصناعي داخل المؤسسة على الجميع من فنيين ومشغلين ومشرفين والإدارات الفنية والعليا، فهي تهتم بجميع المستويات، ولكل مستوى مسؤوليته الخاصة.

فمثلاً تتلخص مسؤولية العاملين والمتدربين في إتباع قواعد السلامة المهنية من ارتداء ملابس الشغل الخاصة وإتباع الخطوات الصحيحة للتشغيل والالتزام بتعليمات المشرفين والإبلاغ عن وقوع الحوادث فور حدوثها وتنفيذ برامج الصيانة الوقائية وغيرها.

أما مسؤولية المشرفين فتتخصص في مراقبة كفاءة الإنتاج والعاملين، ومراقبة المعدات والآلات ومراقبة الظروف البيئية لموقع العمل، كذلك إعداد التقارير الفنية المختلفة وغيرها.

أما مسؤولية الإدارة العليا فتتمثل في:

1. متابعة العمل من خلال المشرفين ومتابع تقاريرهم الفنية وإصدار القرارات وتكليفات وأوامر العمل.
2. توفير البرامج اللازمة للبحث والتصحيح والتحكم في المخاطر الصناعية ومخاطر الصحة.
3. توفير متطلبات الأمن الصناعي للمتدربين والعمال الفنيين والمصممين وكذلك الزوار.
4. توفير دليل تركيب وتشغيل الآلات ووضعها في مكان مناسب ومحمي من التلف وكذلك يمكن الوصول إليه بسهولة عند الحاجة لذلك.

5. توفير المعلومات عن الحوادث لتتلافى حدوثها مستقبلاً.

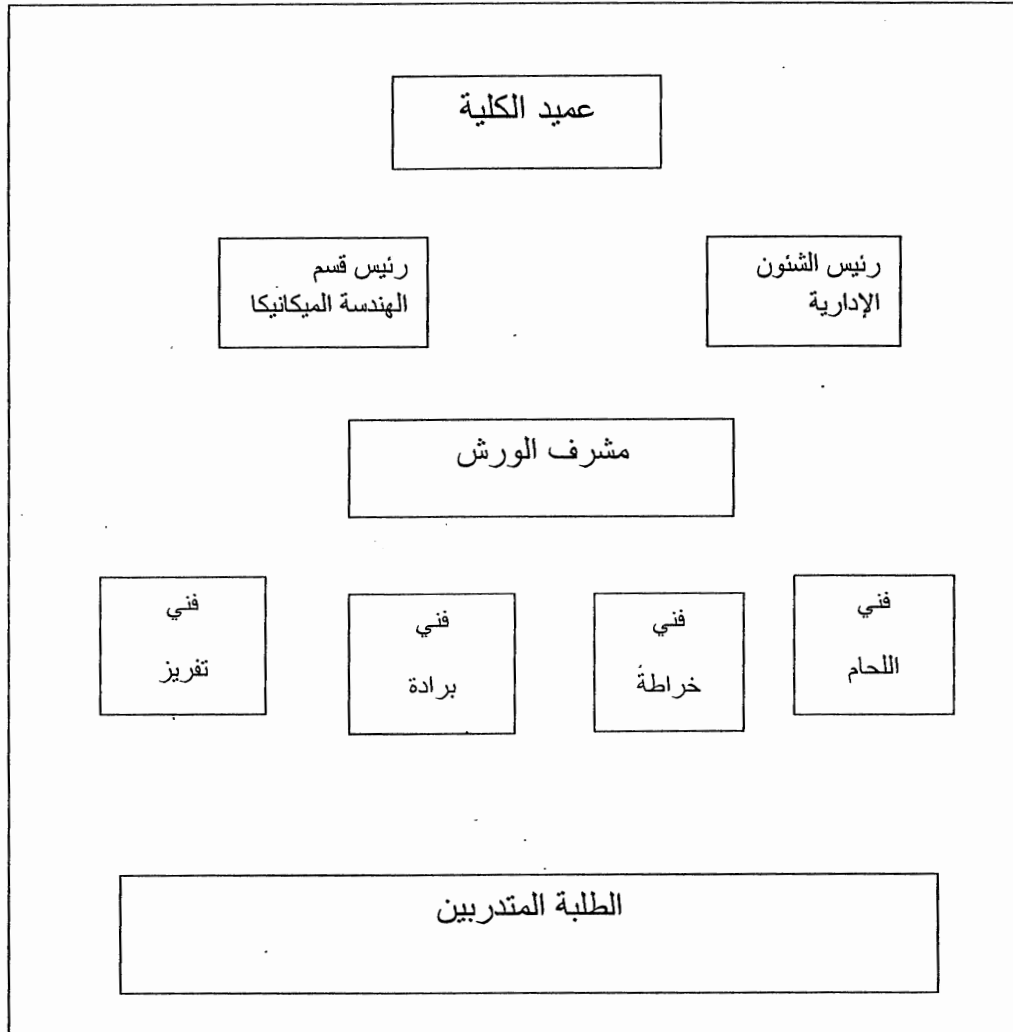
6. التحقيق في جميع الحوادث والمخاطر التي تحصل بالمؤسسة.

7. تطبيق القوانين واللوائح الداخلية والعامة المعمول بها .

8. إتباع قوانين المنظمات العالمية للأمن الصناعي.

9. توفير البرامج التدريبية على جميع المستويات في مجال الأمن الصناعي.

3.1 الهيكلية الإدارية للورش الميكانيكية لكلية الهندسة:



4.1 أسباب الحوادث الصناعية:

ترجع أسباب الحوادث الصناعية إلى الأتي:

1. قلة التوثيق كعدم ملء ورقة العمل أو عدم كتابة التقارير عن العمل وعن الحوادث التي تقع وذلك لمراجعتها عند الحاجة.

2. قصور أو سوء الإدارة في تطبيق قواعد السلامة العامة.

3. الجودة الغير عالية في تصميم بعض الآلات، ونقص متطلبات الأمن الصناعي بها.

4. قلة الصيانة الدورية والوقائية للآلات.

5. الأخطاء البشرية وسبب هذه الأخطاء أما الإهمال أو عدم التركيز وقد يكون عدم الإلمام أو قلة التدريب والخبرة.

6. استخدام معدات أو مواد غير ملائمة وذلك بسبب توريد مواد غير مطابقة للمواصفات المطلوبة.

5.1 الآثار المترتبة على الحوادث الصناعية :

1. أذى بشري وإصابات عمل للعاملين أو المتدربين يمكن أن يؤدي إلى جروح أو حروق بشميط أو كبيرة، وقد يصل لحد بتر أعضاء أو الموت.

2. خسائر مادية تؤدي إلى أضرار في المعدات والآلات والمنشآت الصناعية مما يتسبب في انخفاض كفاءة الإنتاج والخدمات وقد يصل إلى توقفها.

3. زيادة في تكاليف التأمين والتعويضات عن الأضرار المادية.

4. تلوث المحيط بسبب كثرة المخلفات الصلبة والسائلة والغازية.

6.1 مناخ العمل:

يقصد بها الظروف التي يجري تحتها العمل، ومن أهمها:

1. المكان الملائم: يجب أن يؤخذ في الاعتبار ما يلي:

أ. المساحة الأرضية الكافية بحيث على. يحتوي على فراغات كافية.

ب. مستوى مكان العمل: يجب أن يكون بارتفاع مناسب ووفق المواصفات العالمية

ج. تصميم مكان العمل:

يجب أن تكون أرضية مكان العمل مناسبة للحركة ولا تؤدي للانزلاق، وأن تكون الأسقف والأسطح ملساء بحيث لا تتراكم

عليها الأوساخ ويسهل تنظيفها، كما يجب أن يحتوي على نوافذ ذات أبعاد مناسبة للاستفادة من ضوء النهار، وتزود

الأبواب التي تؤدي للخارج مباشرة (أبواب الطوارئ) بدلائل أو وسائل وإقنية لمنع نشوء تيارات هوائية مؤذية.

2. الجو الملائم:

ويقصد به درجة الحرارة والرطوبة داخل مكان العمل حتى يوفر الراحة وعدم القلق للعاملين.

3. الإضاءة الكافية:

وهي من أهم المتطلبات بالورش وتقدر بالتالي:

أ. كفاءة الإضاءة.

ب. خلو الإضاءة من الانبهار المباشر أو الغير مباشر.

ج. الانتظام أي عدم حدوث تباين إلا عند الضرورة.

د. اختيار لون الإضاءة المناسب في حالة الإضاءة الصناعية.

4. الضوضاء:

تعتبر الضوضاء مصدر قلق في العمل، وتتسبب الضوضاء من تشغيل المعادن أو عمليات الحدادة أو تكلم أشخاص

بصوت مرتفع داخل مكان العمل.

ويمكن التقليل من الضوضاء بعدة طرق :

أ. اختيار الآلات والطرق الإنتاجية ذات الضوضاء المنخفضة.

ب. التعرف على كيفية انتشار الضوضاء عند استخدام الآلات وإيجاد السبل للتغلب عليها.

ج. استخدام العمال والمتدربين لوسائل واقية للأذن (هي عبارة عن سدادات من اللدائن والزجاج مصممة للإقلال من

انتقال الصوت).

7.1 تخطيط مكان العمل:

عند تخطيط مكان العمل يجب الانطلاق من خلال القواعد التالية:

1. وجود مساحات كافية أمام وخلف كل ماكينة، حتى يتحرك العامل بكل أريحية وسهولة وأمان تام.
2. وضع الخامات والعدد التي يحتاجها العمال في مكان قريب من مكان العمل بشرط ألا تعرقل الحركة.
3. وضع الأدوات وعدة القياس الكثيرة الاستعمال في أماكن قريبة للعامل وسهولة الوصول عليها.
4. يجب حفظ أجهزة وأدوات القياس في مكان خاص بها، ويفضل أن تخزن في مكان مكيف.
5. توفير أدوات تجهيزات للرفع والمناولة، وذلك لمساعدة العمال في عمليات الرفع وتوفير الجهد والوقت.
6. يجب عدم تكديس مكان العمل بالخامات والقطع الجاهزة أو مخالفات العمليات الصناعية.

8.1 السلامة المهنية من الحرائق:

إن توفير معدات الوقاية من الحريق يتضمن عدة تدابير وقائية، من أهمها:

1. تركيب أجهزة الإنذار من الدخان والحرارة.

2. شبكة مرشحات أوتوماتيكية

3. أسطوانات إطفاء الحريق المتنقلة.

9.1 إجراءات واحتياطات السلامة من الحريق:

1. منع بدء اشتعال الحريق وذلك بإبعاد المواد القابلة للاشتعال والمواد السريعة الانفجار.

2. تأمين وسائل الإطفاء الفوري للحريق.

3. إتباع أساليب الإخلاء المنظم في مناطق العمل وذلك بتوفير مخارج للطوارئ.

4. استعمال اسطوانة الحريق المناسبة لكل نوع من أنواع الحريق.

5. فحص اسطوانات الحريق بشكل دوري.

6. تخزين المواد القابلة للاشتعال بصورة آمنة.

10.1 تأمين الإسعافات الأولية:

يجب وجود صندوق للإسعافات الأولية في جميع الورش والمنشآت الصناعية، على أن يتضمن اللوازم الطبية التالية:

1. ضمادات لاصقة صغيرة لتغطية الجروح البسيطة.

2. شاش لتغطية الجروح الكبيرة، وشريط لاصق طبي لتنشيط الشاش على الجروح.

3. مطهر منع الالتهابات.

4. توفير كميات من الأسبرين والبانادول

11.1 سلوك الشخص في مكان العمل:

إن سلوك المتدرب أو العامل داخل مكان العمل يجب أن يكون سلوكاً مسؤولاً، وعليه إتباع الخطوات التالية:

1. لبس الملابس الخاصة بالعمل.

2. ارتداء النظارات الواقية بشكل دائم داخل الورشة.
3. التعرف على طرق إيقاف المعدات والآلات عند الطوارئ.
4. إتباع التعليمات بعناية.
5. أخذ الحذر بما قد يحدث من حوله.
6. استعمال أغطية الحماية لجميع الماكينات.
7. استعمال طرق الرفع الصحيحة.
8. ملاحظة جميع العلامات والإرشادات الموجودة بمكان العمل.
9. طلب المساعدة عند الحاجة.

وعليه تجنب القيام بالأعمال التالية:

1. التدخين في غير الأماكن المحددة لذلك.
2. تشغيل ماكينة أو آلة دون إذن أو معرفة.
3. تحريك الأشياء من أماكنها.
4. التحدث مع من يقوم بالعمل على الآلات.
5. الحركة غير الضرورية في مكان العمل.

12.1 دور المنظمات والهيئات الدولية في تطبيق السلامة المهنية:

يوجد العديد من المنظمات والهيئات الدولية التي تعني بالصحة والسلامة المهنية، ومن هذه المنظمات :

1.12.1 منظمة العمل الدولية:

وتتركز وظيفتها في :

- أ. إعداد الاتفاقيات والتوصيات والتشريعات على المستوى الدولي.
- ب. جمع الدراسات الفنية والعمل على نشرها.
- ج. تقديم المساعدات الفنية للحكومات ومدها بالخبراء والأجهزة والمعدات.
- د. تقديم المساعدات لمنظمات السلامة الوطنية والنقابات في الدول المختلفة.
- هـ. إدارة مراكز دولية للمعلومات تعنى بالسلامة والصحة المهنية.

2.12.1 هيئة الصحة العالمية:

ويتركز نشاط هذه الهيئة البارز في مجال الصحة والسلامة المهنية بإصدار النشرات الهامة، واتخاذ القرارات التي يجب أن تعتبر في حكم التوصيات التي تسترشد بها معظم الدول، وتقوم هذه الهيئة بإمداد الدول المختلفة بما تحتاجه من معونات فنية، وتشمل البعثات والخبراء والمعدات، وذلك عن طريق نظام المعونة الذي تقدره هيئة الأمم المتحدة.

3.12.1 الجمعية الدولية للضمانات والتأمينات الاجتماعية:

وهي جمعية دولية للهيئات التي تدبر نظم الضمان الاجتماعي، والتعاونيات، ومقرها الأساسي جنيف بسويسرا، وتقوم بالتالي:

أ. تحقيق التعاون الدولي.

ب. بذل أقصى جهد لنشر أنظمة الضمان الاجتماعي وتحقيق أهدافها الفنية والإدارية.

ج. تنظم هذه الجمعية اجتماعات دورية لتبادل المعلومات.

هـ. تصدر نشرات نصف شهرية تتضمن أحدث المعلومات في مجال الصحة والسلامة المهنية.

4.12.1 وكالة الطاقة الذرية:

تتبع هذه الوكالة هيئة الأمم المتحدة وتعمل هذه الوكالة على توفير أسس الوقاية من مخاطر الإشعاعات الذرية.

5.12.1 الهيئات والمؤتمرات المهنية:

يسند لها المهام التالية:

أ. تضع هذه الهيئات الأسس العلمية التي يجب أن تتبع للقضاء على المخاطر الهندسية.

ب. تبحث هذه الهيئات في ظروف بيئة العمل الداخلية لمواقع العمل المؤثرة على المجتمع.

ج. تبحث أيضاً في المخاطر الشائعة في مجالي طب الصناعات والصحة المهنية.

كلية الهندسة جامعة مصراتة

مقرر : ورش ميكانيكية

الجزء الثاني

تصنيف المواد الهندسية وأهم خواصها

ربيع - 2020

المواد الهندسية و خواصها

استخدام المواد الهندسية المختلفة يتطلب الأخذ في الاعتبار خواصها المختلفة، ومن أهم هذه الخواص:

الخواص الفيزيائية - أهمها:

الوزن الحجمي - الوزن النوعي - المسامية - الكثافة - النقل أو الانكماش - النفاذية - التوصيل الحرارية - السعة الحرارية - مقاومة الحرارة - مقاومة الضوء - مقاومة الكهرباء - مقاومة النفاذ الإشعاعي - نقطة الانصهار.

الخواص الكيميائية - أهمها:

مقاومة التآكل - مقاومة عوامل الطقس - التبلور - الترابط - الالتصاق - مقاومة التعفن

الخواص الميكانيكية - أهمها:

المتانة - الصلادة - قابلية الانسياب - الكلال - الإجهاد - الانفعال - الصلابة - المرونة - اللدونة الرجوعية - المطولية - الطرورية - الزحف - التقصف - الاهتراء - المقاومة

تصنيف المواد الهندسية:

تنقسم المواد الهندسية إلى مواد معدنية ومواد غير معدنية بالإضافة إلى المواد المركبة.

أولاً المواد المعدنية:

يخترن باطن الأرض الكثير من المعادن المختلفة التي تعتبر أساسية في الصناعة المعدنية وتنتشر هذه المعادن على شكل فلزات ممزوجة بمواد أخرى كالكبريت أو الكلور أو الأكسجين الخ... وقد تبين أن ما يطلق عليه اسم الصخور هو مجموعات من المواد المعدنية التي تكون القشرة الأرضية.

يشتمل هذا النوع من المواد على جميع المعادن وسبائكها التي تنتج من تفاعل هذه المعادن مع بعضها البعض ومع غيرها من المواد، وتستخدم سبائك المعادن بشكل أوسع في الصناعة من المعادن النقية، وذلك للخواص الجيدة التي تتمتع بها، وتنقسم المواد المعدنية بدورها إلى مواد حديدية ومواد غير حديدية.

أ) المواد الحديدية:

هي تلك المواد التي تحتوي على الحديد كعنصر أساسي، الحديد معدن صلب رمزه Fe (من اسمه اللاتيني ferrum)، لونه بين الفضي والرصاصي، لماع، جيد القابلية للتشكيل، درجة انصهاره 1540°C ودرجة غليانه 3250°C ، وهو أهم المعادن على الإطلاق وأكثرها نفعاً للبشرية، إلا أنه لا يستخدم بشكله النقي إلا في الأغراض المخبرية والبحثية.

وجود الحديد في الطبيعة وأهم فلزاته

يعد الحديد ثاني المعادن بعد الألمنيوم في القشرة الأرضية، ورابع العناصر بعد الأوكسجين والسيليسيوم والألمنيوم، ومهو لا يوجد بشكله الحر في الطبيعة إلا نادراً في بعض الرسوبيات والصخور البازلتية ومخلفات النيازك. أما وجوده الأعظمي فهو على شكل مركبات أكسيدية أو سولفيديّة ممزوجة بكثير من المركبات الأخرى مثل السيليكات والكربونات وغيرها، ويوجد في عشرات بل مئات الفلزات والأترية المختلفة، إلا أن تعدينه بشكل اقتصادي لا يتم إلا من عدد محدود من فلزاته ومن أهم الخامات المستخدمة لإنتاج الحديد:

الهيماتيت hematite (أكسيد الحديدك) أو فلز الحديد الأحمر، ويتكون بشكل رئيسي من أكسيد الحديد الثلاثي (Fe_2O_3) وغالباً ما تحتوي هذه الفلزات على نسبة من الحديد تراوح بين 50 و 60%.
المغناتيت magnetite (أكسيد الحديد المغنطيسي) ويوجد الحديد فيه على شكل أكسيد رباعي (Fe_3O_4) أي ($Fe_2O_3 \cdot FeO$) مشكلاً نسبة تراوح بين 50 و 65%، ويمكن استخدام الفلزات التي لا تتجاوز نسبة الحديد فيها 15%، وذلك لسهولة تكثيفها بطريقة الفصل المغنطيسي.

الليمونيت limonite (أكسيد الحديد المائي) ($Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$)، نسبة الحديد في هذه الفلزات تراوح بين 25 و 50% وغالباً ما تحتوي على نسبة من الفوسفور تصل أحياناً إلى 1.5%، وهي أكثر فلزات الحديد وجوداً إلا أنها أكثرها صعوبة في التكثيف.

السيداريت siderite (كربونات الحديدوز) ($FeCO_3$) نسبة الفحم في هذه الفلزات تراوح بين 20 و 40% ولا بد من تكثيفها قبل استخدامها.

وهناك كثير من الفلزات والخامات التي تحتوي على نسب عالية من الحديد مثل البوكسيت والبيريت والكروميت وغيرها، إلا أنها لا تعد من فلزات الحديد بل تستخرج منها العناصر الأخرى مثل الألمنيوم والكبريت والكروم وغيرها.

استخلاص (تعدين) الحديد:

يستخلص الحديد من فلزاته وخاماته المكثفة بطريقة تسمى التعدين الحراري أو المتالورجيا الحرارية -pyro-tallurgy التي تعتمد على استخدام الحرارة والغازات المرجعة.

تستخدم الأفران لاستخلاصه ومن أكثرها استخداماً الفرن العالي، حيث لا يزال استخدام الفرن العالي الطريقة الأهم في صناعة الحديد الخام نظراً للإنتاجية الكبيرة لهذه الأفران، وانخفاض تكاليف الإنتاج، إلا أن هناك طرائق بديلة طورت في القرن الماضي، وبدأت تأخذ دورها في الاستخدام في بعض البلدان، خصوصاً تلك التي يتوفر لديها فلز الحديد الجيد، ولكن لا يتوفر الفحم الجيد والمناسب لإنتاج الكوك، وإنما تتوفر بدائل أخرى مثل الفحم الرخيص (المتدني النوعية) أو الغاز الطبيعي، مع عدم الحاجة لإنتاج كميات كبيرة من الحديد.

يتلخص مبدأ الطرق البديلة هذه باختزال الحديد من فلزاته بتفاعل إرجاع مباشر بين الفلز والمواد المرجعة وفي درجة حرارة أخفض من درجة انصهار الحديد، ليكون الناتج حديداً خاماً صلباً إسفنجي القوام، يمكن

استخدامه في تعدين المساحيق، أو في صناعة الفولاذ بصره في الأفران الكهربائية. لذلك سميت بطرائق الاختزال المباشر التي يمكن حصرها بمجموعتين:

- 1- الاختزال بالوقود الصلب: يمزج الفلز مع الفحم المتوافر سواء كان من الكوك أو الفحم الرخيص، ويسخن المزيج إلى درجة حرارة بين 1000° و 2100° م حيث يتفاعل الفحم الصلب مع أكاسيد الحديد ليخلصها من الأكسجين في مجموعة من التفاعلات.
- 2- الاختزال بالوقود الغازي: بدلاً من الفحم في الطرق السابقة يستخدم هنا أحد الغازات المشتقة من الغاز الطبيعي أو النفط أو حتى من الفحم الصلب. وفي كل الحالات فإن الغاز الخام يحول إلى مزيج من CO و H₂ بالحرق الجزئي، أو باستخلاص الهيدروجين منه (في الطرق التي تستخدم الهيدروجين النقي).

أنواع المعادن الحديدية:

تضم المعادن الحديدية كل من الحديد الزهر والحديد المطاوع والصلب.

(1) الحديد الزهر:

وهو عبارة عن سبيكة من الحديد والكربون والماغنسيوم والفسفور ويكون محتوى الكربون من 1.7% إلى 4% وتتباين أنواعه تبعاً لشكل وتوزيع جزيئات الكربون في سبيكة الحديد الزهر وينقسم لأربعة أنواع كالتالي:

- أ. حديد زهر رمادي
- ب. حديد زهر أبيض
- ج. حديد زهر مطاوع
- د. حديد زهر مرن

(2) الحديد المطاوع:

الحديد المطاوع عبارة عن حديد خالص به محتوى يقل عن 0.15% كربون، وقد استبدلت استخدامات الحديد المطاوع حالياً باستخدام الصلب المطاوع.

(3) الصلب:

وهو عبارة عن سبيكة من الحديد والكربون (بنسبة تتراوح ما بين 0.50% إلى 1.50% كربون) مع إضافات معينة من السيليكون والمنجنيز والكروم والنيكل والمولبيدوم والفانديوم وبعض العناصر الأخرى لإنتاج سبائك الصلب لأغراض متعددة المجالات ، والصلب يمكن تصنيفه إلى ثلاثة مجموعات كالتالي:

أ - صلب مطاوع (طرى) ويحتوى على كربون (بنسبة تصل 0.25%) وله مجالات واسعة الاستخدام والانتشار خاصة في أعمال الحدادة بأشكال قطاعاته المختلفة.

ب. صلب متوسط الكربون ويحتوى على كربون (بنسبة تصل 0.50%)

ج. صلب عالي الكربون ويحتوى على كربون (بنسبة تصل 1.50%) ويستخدم نوعى الصلب متوسط الكربون وعالي الكربون في مجالات متميزة وخصوصاً في الأعمال الهندسية ذات الخدمة الشاقة مثل الأعمال الإنشائية. فالصلب متوسط الكربون يمكن معالجته بالتسخين والتقسية لإكسابه خواص ذات مجال أوسع عند استعماله. كما أن استخدام إضافات السبائك مثل النيكل والكروم والمنجنيز والسيليكون والنحاس والتجستين والنيوبيوم والفانديوم يمكن أن ينتج صلب قابل لمقاومة الحرارة المنخفضة والعالية ومقاومة قوى التآكل والبرى، كما أن الصلب عالي الكربون يستخدم في إنتاج العدد والآلات، وأهم منتجات الصلب المستعملة في أعمال الحدادة المعمارية هي ما يأتي:

أ- قطاعات الصلب ب- ألواح وشرائح الصلب ج- المواسير الصلب

ب) المواد الغير الحديدية:

هناك العديد من المعادن الغير حديدية والتي يكثر استخدامها في الحياة اليومية بعد دخولها في عمليات صناعية، ومن أهم هذه المواد:

1. النحاس copper :

معدن ذو لون أصفر ضارب محمر، درجة انصهاره 1083.4°C ، ودرجة غليانه 2595°C ، القساوة (للألماس = 10) تساوي 3.0، من المحتمل أن يكون من بين أول العناصر التي استخدمها الإنسان، ويعود ذلك لعدة أسباب:

- . وجوده حراً ونقياً في الطبيعة.
- . الألوان البراقة والمميزة لفلزات النحاس التي لا يمكن تجاهلها، ويسهل تعرّفها.
- . سهولة إرجاع فلزاته إلى معدن النحاس.
- . وجوده في بقاع كثيرة من الأرض.
- . لّين يمكن بسهولة تشكيله لأغراض منزلية أو لصناعة الحلي.
- . استعمل الإنسان القديم البرنز bronze وهو سبيكة (خليطة) قصدير ونحاس.

وجوده في الطبيعة واستخلاصه:

يعدّ النحاس من المعادن متوسطة الانتشار في الطبيعة، ولخموله الكيميائي يصادف في الطبيعة أحياناً بالحالة الحرة، ويصادف بصورة رئيسية على شكل مركّبات كبريتية أو ومركّبات أكسجينية. ويحصل على النحاس من مركّباته الأكسجينية بإرجاعه بالكربون، وتبلغ نقاوة النحاس المحضر بهذه الطريقة 98%، وللحصول عليه نقياً جداً تستخدم إحدى الطريقتين الآتيتين:

1- الأكسدة بالهواء الساخن: تبلغ نقاوة النحاس الناتج بهذه الطريقة 99.5%.

2- التحليل الكهربائي: تبلغ نقاوة النحاس المحضّر بهذه الطريقة 99.99%.

2. الألومنيوم:

يعتبر الألومنيوم هو ثالث عنصر في القشرة الأرضية بعد الأكسجين والسيليكون ويعتبر الألومنيوم الآن منافساً للحديد والنحاس وذلك بسبب خفة وزنه وجودة توصيله للكهرباء والحرارة كما يمتاز الألومنيوم بمقاومته للصدأ وذلك عن طريق تكوينه طبقة سطحية من أكسيد الألومنيوم عند تعرضه للهواء ويعتبر الألومنيوم مرتبطاً بالأكسجين ارتباطاً وثيقاً عند استخراجها من باطن الأرض فهو على هيئة أكاسيد أو سيليكات الألومنيوم وينصهر الألومنيوم عند درجة حرارة 660°C ، ومن أهم خامات الألومنيوم البوكسيت. استخلاص الألومنيوم:

الألومنيوم من الفلزات ذات الارتباط الشديد بالأكسجين وتبدأ مراحل الاستخلاص للألومنيوم بتكسير البوكسيت ثم غسله لإزالة الشوائب والمواد العالقة وتسخينه في أفران خاصة وذلك للتخلص من الماء ثم يطحن البوكسيت وتحويله إلى مسحوق ونقله إلى مصانع التنقية، ويتم تنقية البوكسيت للحصول على الألومنيوم:

(أ) طريقة الإذابة

(ب) طريقة هال هيروت أو (التحليل الكهربى)

سبائك الألومنيوم :

ومن أهم سبائك الألومنيوم هي التي يضاف فيها السيليكون إلى الألومنيوم وذلك بنسب تتراوح ما بين (1.75% - 15%) بحيث كلما زادت نسبة السيليكون في السبيكة تزيد مقاومتها للإجهادات مثل الشد والضغط والصلادة كما تقلل من خواص المطيلية والطروقية لذلك فإنه يمكن تشكيل السبائك الفقيرة بالسيليكون بالطرق على البارد أو الساخن كما في حالة أواني الطهي بينما السبائك الغنية بالسيليكون يتم تشكيلها بالسباكة كأجزاء محركات السيارات وهناك سبائك أخرى للألومنيوم مع النحاس والمغنسيوم والمنجنيز فهي أيضاً تتصف بخواص ميكانيكية جيدة مثل خفة الوزن ومقاومتها للإجهادات والصدأ وهي التي يصنع منها هياكل الطائرات.

3. الرصاص:

الرصاص (Pb) معدن لين مرن لونه أبيض مزرق قابل للتشكل والطرق، موصل ردي للحرارة ومقاوم للتآكل، تحتوي خامات الرصاص عادة على عناصر الكبريت والزنك والنحاس ومن أهمها وجودا في الطبيعة خام جالينا Galena الذي يتكون من كبريتيد الرصاص، والذي يستخدم في طلاء المرايا، كما يستخدم كصبغة زرقاء. يوجد الرصاص في صور أخرى مختلفة منها أكاسيد الرصاص وتشمل أول أكسيد الرصاص، وهو أكثرها استخداماً في صناعات الرصاص غير العضوية كما يستخدم في تصنيع لوح البطاريات وفي صناعات الرصاص غير العضوية كما يستخدم في صناعة السيراميك والزجاج. ومن الأكاسيد الأخرى أكسيد الرصاص الأحمر، وهي صبغة حمراء لامعة وتستخدم في دهانات المنازل وأسطح المعادن لمنع تأكلها وفي التشحيم وفي صناعة الزجاج والكريستال.

من أملاح الرصاص كبريتات الرصاص، والتي تدخل في صناعة الصبغات الزرقاء والبيضاء وسليكات الرصاص، وتستخدم في الدهانات وفي صناعة الزجاج والسيراميك والمطاط، وكرومات الرصاص الذي يستخدم في الأحبار والصبغات والصناعات الجلدية. يعتبر الرصاص أول المعادن التي صهرها الإنسان فالمواسير الرصاصية التي صنعها الرومان لازالت تستخدم حتى وقتنا الحالي.

4. القصدير:

رمزه الكيميائي (Sn) وتعتبر الكاسيتيريت (SnO_2) أهم فلزات القصدير، يتم الحصول عليه من فلزاته سهل نسبياً ولذلك عرف استعماله منذ القديم، تحصل السومريون القصدير واستعملوه في بيوتهم على شكل برونز، والبنونز سبيكة (خليطة أو أشابة) تحوي النحاس و القصدير، ولا تزال تستعمل حتى الوقت الحالي في صنع النواقيس والنقود، معدن القصدير مقاوم للتآكل، ولهذا يستعمل نحو 40% من المعدن المنتج عالمياً لتغطية سطوح بقية المعادن، مثال ذلك علب الحديد.

وتراوح سماكة الطلاء القصديري بين (0.0004 - 0.025 mm) وتحصل التغطية بغمس الجسم المراد طلاؤه في القصدير المصهور، ويستخدم القصدير أيضاً طلاءً للزجاج في صناعة المرايا، وفي تحضير أنواع عدة من السبائك.

5. المعادن النادرة:

المعادن الأرضية النادرة أو العناصر الأرضية النادرة بحسب تعريف الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية هي مجموعة من سبعة عشر عنصر كيميائي في الجدول الدوري، أطلق اسم "نادرة" على هذه العناصر بسبب قلة الأماكن التي كانت تستخرج منها سابقاً، إلا أنه مؤخراً وباستثناء البروميثيوم غير المستقر فإنه يعثر على تركيز عالٍ نسبياً من هذه العناصر في القشرة الأرضية، ومن أمثلتها:

(أ) التيتانيوم: معدن خفيف، يصل إجهاد مقاومة الشد لبعض سبائكه إلى (925-175 MPa) ويتميز بمقاومته للصدأ.

(ب) اليورانيوم: يستخدم كوقود ذري، وهو عنصر مشع يمكن تشغيله بسهولة، ويجب اتخاذ إجراءات أمان كبيرة لتفادي أخطر الإشعاع.

ومنها أيضاً الثوريوم والفاناديوم والسكانديوم، الإتريوم، اللانثانوم، السيريوم، البراسيوديوميوم، النيوديميوم، البروميثيوم، الساماريوم، اليوروبيوم، الغادولينيوم، التيربيوم، الديسبروسيوم، الهولميوم، الإربيوم، الإتيريوم، واللوتيتيوم.

المواد الغير معدنية

يمكن تقسيم المواد الغير معدنية إلى مواد عضوية ومواد غير عضوية، ويمكن أن تصنف أيضاً إلى مواد طبيعية ومواد صناعية.
عموماً من أهم هذه المواد:

1. الخشب

يعد الخشب wood أحد أهم الموارد الطبيعية، ويعتبر المادة الأولية بنسبة تزيد على 60% في إنشاء البيوت، وصناعة الأثاث الخشبي وغيرها.

أنواع النباتات الخشبية والأخشاب

ويمكن تصنيف أنواع الأخشاب كما يأتي:

- الأخشاب اللينة (الطرية) softwood
- الأخشاب القاسية (الصلدة) hardwood
- خشب القلب heartwood
- الخشب العصاري sapwood

التركيب الكيميائي للأخشاب وخواصها الفيزيائية والميكانيكية

تتكون الأخشاب من الكربوهيدرات وتبلغ نسبة الكربون فيها نحو 50%. كما تدخل في تركيبها مواد غير عضوية تبقى بعد حرق الأخشاب في درجات حرارة عالية مكونة الرماد وهو غير قابل للاحتراق ويتكون من العناصر المعدنية: الكالسيوم والبوتاسيوم والمغنسيوم والمنغنيز والسيلييس وغيرها.

أما الخواص الفيزيائية للأخشاب فتتربط باللون والرائحة واللمعان والمذاق والوزن، وهي صفات ضرورية لتمييز الأصناف الخشبية المختلفة.

أما الخواص الميكانيكية للأخشاب فتتعلق بقوة رد فعل الخشب لأي قوة خارجية مطبقة عليها تحدّد في المختبرات، كقوى الشد أو الضغط الموازية للألياف، وقوى الانحناء أو الكسر، وقوة الانشقاق، وقوة القساوة، وقوة الصلابة وتحمل الضربات.

أنواع منتجات الأخشاب:

1. الخشب المنشور lumber
2. الخشب المعاكس (أبلجاج) plywood:
3. الخشب المضغوط particle boards
4. ألواح الخشب الليفي المتوسط الكثافة (MDF) medium density fiber board
5. المنتجات الخشبية الإسمنتية wood-cement products

6. الورق paper: تعتمد صناعة الورق عالمياً على الأخشاب بنسبة 94%، وتشمل فصل الألياف من القطع الخشبية والحصول على العجينة الورقية بالطريقة الميكانيكية أو الطريقة الكيميائية أو الطريقة الكيميائية الميكانيكية، و ثم الغسل والتبييض، ومن ثم خبط الألياف وأخيراً التحميل أو تشكيل الرقائق.

2. الزجاج:

الزجاج جسم شفاف هش ويسهل كسره إلا أنه له القدرة على مقاومة الاحتكاك، وتختلف درجة القساوة للزجاج وفقاً لتركيبته ومكوناته، كما يُعتبر الزجاج مادة مقاومة للمحاليل الكيميائية،

أنواع الزجاج

تصنف أنواع الزجاج وفقاً لعدة تصنيفات، أهم يتم حسب التركيب الكيميائي: يقسم الزجاج إلى عدة أنواع وفقاً لتركيبته الكيميائية، وهي :

أ. زجاج الصودا والجير

ب. الزجاج الرصاصي الكريستال

ج. زجاج السيليكا.

3. اللدائن

اللدائن أو ما يطلق عليها اسم المبلمرات هي مواد ذات بنية عالية الجزيئية من اصل عضوي و تتحول هذه المواد عند تسخينها الى الحالة اللدنة و تتخذ عند الضغط عليها الاشكال المطلوبة للأجزاء المراد صنعها.

من خصائص البلاستيك انه مادة خفيفة الوزن، ويمكن اعطاء اللدائن ألوانا مختلفة وقد تكون هذه الألوان على شكل اضافات عضوية او غير عضوية او صناعية، وايضا تتمتع بعض انواع البلاستيك بتحملها لدرجات الحرارة العالية و مقاومتها للاحتراق، ويعتبر غير موصلة للكهرباء، كما تمتلك بعض انواع البلاستيك خاصية الشفافية لهذا اصبحت بديل عن الزجاج في الكثير من التطبيقات .

وهناك الكثير من انواع البلاستيك الخاصة تستخدم للأغراض الطبية في صناعة الادوات الطبية او حتى تدخل في الصناعات الدوائية.

تصنيف البلاستيك وخصائصه:

هناك العديد من تصنيفات هذه المركبات أهمها يكون حسب :

1. التركيب الكيميائي للمقاطع. 2. نموذج عملية البلمرة. 3. بحسب المنشأ.

ويصنف البلاستيك اعتمادا على الصفات الفيزيائية إلى ثلاث مجموعات رئيسية :

1. البلاستيك المصنع و المشكل بالطرق الحرارية و القابل للصهر و استخدامه مرة اخرى.
2. البلاستيك المصنع و المشكل بالحرارة و غير قابل للصهر و اعادة تشكيله او استخدامه مرة اخرى.
- 3.البلاستيك المرن Elastomers لا نستطيع صهره او اذابته مثل المطاط.

بعض طرق تشكيل البلاستيك:

1. التشكيل بالحقن
2. التشكيل بالبتق (injection molding)
3. التشكيل بالضغط(الكبس)
4. طريقة القوالب بالنقل
5. التشكيل الحراري لألواح البلاستيك
6. التشكيل بالنفخ.

احمد المقررنه ورش ميكا فيكيه

اسم استاد المقررنه :- البوكر احمد معيتا

القسم :- العام

3

خريف 21 - 2022

١-١ تطور علم اللحام

لاشك إن اللحام عرف منذ أمد بعيد قبل الميلاد بألوف السنين وإنه قامت عليه حضارات قديمة إندرت وإنجنت آثارها، وأن تلك الحضارات ربما فاقت حضارات اليوم وبفضح ذلك جليا في قصة ذى القرنين فقد أوتى علما كثيرا كما جاء في القرآن الكريم إياها مكناه في الأرض وأنبأه من كل شىء سببا) وقام ببناء سدا مدينا من الحديد مستخدما طريقة اللحام بالصهر مع إستخدام السبائك المصهورة..... إقلوا بلذا القرنين إن باجوج وماجوج مفسدون في الأرض فهل نجعل لك خرجا على أن نجعل بيننا وبينهم سدا* قال ما مكنى ربه ربه خير فاعينونى بقوة أجمل بينكم وبينهم ردما* أتوتنى زبر الحديد حتى إذا سلوى بين الصدفين قال إنفخوا حتى إذا جعله نارا قال إنفخوا حتى إذا فزع عليه قطرا* فما استطاعوا أن يظهره وما استطاعوا له تقيا) دليلا على جودة اللحام.

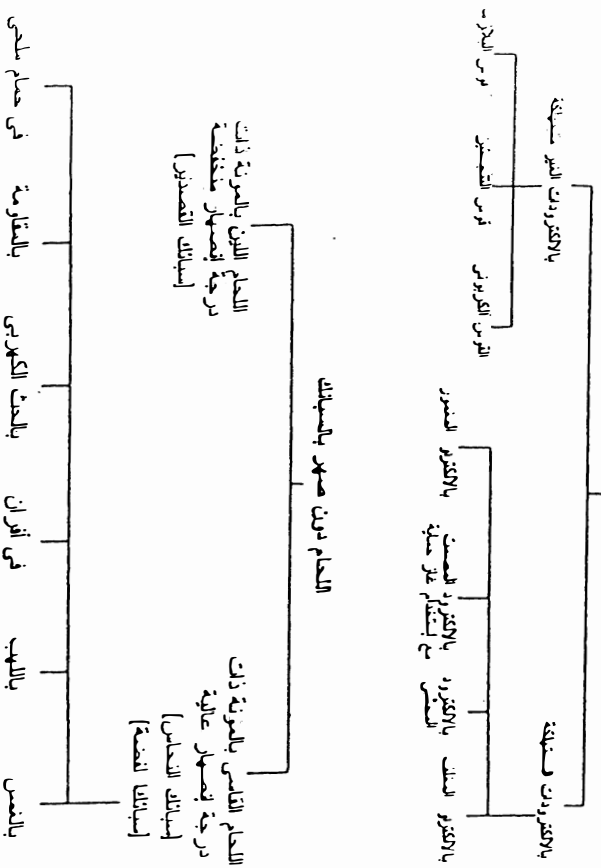
وفي العصر القديم منذ حوالي ٢٠٠٠ سنة إستحدثت طريقة اللحام بالحدادة (welding forge) عن طريق بلاك سميث وسميت بإسمه (blacksmith forging).

أما اللحام بالضغط (pressure welding) فقد جاء نتيجة تطوير للطريقة السابقة. وفي نهاية القرن التاسع عشر (سنة ١٨٨٥) تم إكتشاف طريقة اللحام بالصهر (fusion welding) نتيجة إكتشاف لبب الأكسى إستيلين. (وطريقة اللحام بالصهر هى وصل معدنين عن طريق صهرهما بالتسخين ومجهما معا حتى يصبحان معدن واحد).

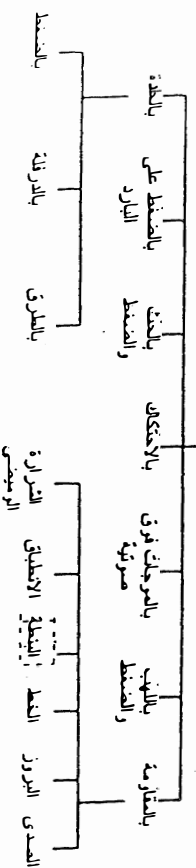
وبعد إكتشاف الكهربية اكتشفت طريقة القوس الكهربى بين إلكترود من الكربون والشغلة وذلك سنة ١٨٨٥ فى روسيا. أما فى سنة ١٨٩٢ تم إكتشاف القوس الكهربى بين إلكترود صغلاك والشغلة وكان ذلك فى روسيا أيضا أما الإلكترودات المغلفة فقد تم إكتشافها سنة ١٩٠٤ فى السويد.



بالإلكترونات الغير مستقلة



اللعام مع إيفاد المضط



وعموما ان نتعرض لتفاصيل تلك الطرق المختلفة وسوف نركز على موضوع كتابنا هذا على أحد أنواع اللحام بالصهر وهو اللحام باليوس الكهربى وبالتحديد اللحام باليوس الكهربى باستخدام الكترودات مختلفة (Shielded metal arc welding). أما اللحام باليوس الكهربى باستخدام الكترودات مصممه مع استخدام غازات حماية (MIG Welding) فسوف يكون موضوع الكتاب الثانى.

ونعتبر طرق اللحام بالصهر هيا الأكثر شيوعا فى عمليات اللحام المستخدمة فى وصل المعادن للرسابا لاثية -

२५३।१-१

الطريق أفضل الطرق وأكثرها كفاءة في وصل المعادن، فهو يتميز بالحام من انكسارها، وطولها، وعرضها، وكثافتها واحدة.

الوحيد الذي يضمن به وحده
ويستخدم للحام بصورة واسعة سواء في تصنيع أو إصلاح كل المواد التي تصنع
من المعادن، فإذا نظرنا حولنا سنجد أن معظم المنتجات المصنعة من المعادن
أو صناعات الآلات والأدوات
مستخدمة فيها اللحام، مثل مجال الإنشاءات المعدنية أو صناعة الآلات والأدوات
التي تتطلب لحامات القدرة وبناء السفن... الخ.

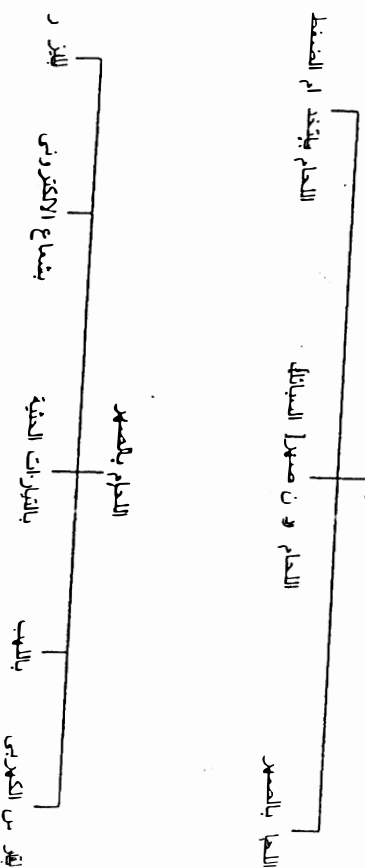
والأجهزة والسيارات ومعدات
المنتجات المعروفة بل
للوصول لأفضل كفاءة
مستمر في تقديم
للحام في أقسام
مختلفة في
المنتجات المعروفة بل
للوصول لأفضل كفاءة
مستمر في تقديم
للحام في أقسام
مختلفة في

الوصول لأفضل الحلول لمشاكل الصناعة من مزودين
ويعرف للحام على أنه الطريقة التي تستخدم لوصل معنيين أو أكثر سواء كانت
الوصلة مؤقتة أو يمكن فكها دون حدوث إتلاف للوصلة كما في حالة الربط
بالمسامير أو كانت الوصلة دائمة كما في حالة البرشمة أو طرق اللحام الدائمة.

۱۵-۱۴۳۱ھ

يمكن تقسيم المحام إلى طرقتين مختلفتين كما في التقسيم التالي

تصفیه الحام

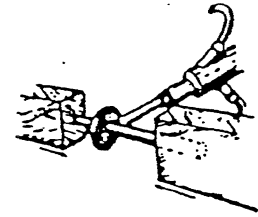


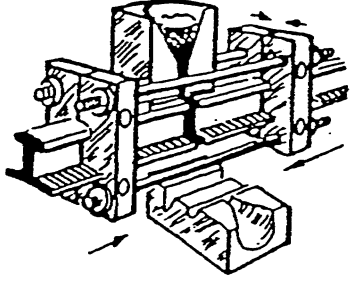
١. تعتبر أقل الطرق تكلفة.
٢. توفر المعدن حيث تعطى أكبر إستفادة من المعدن.
٣. تستخدم فى لحام جميع المعادن.
٤. يمكن إستخدامها فى أى مكان وفى أى وضع.
٥. تعطى مرونة عالية فى التصميم.

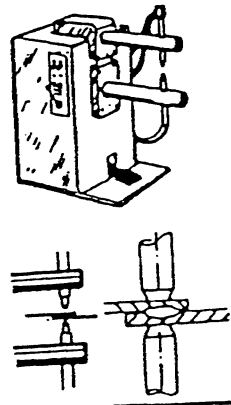
ولكن من عيوبها:

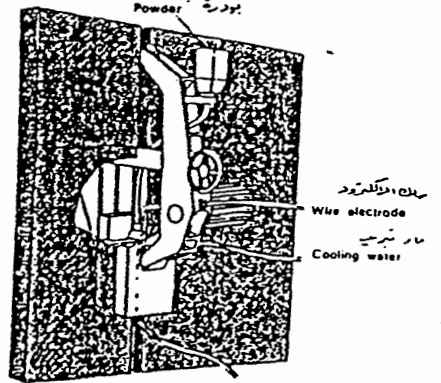
١. يعتمد على العامل البشرى.
 ٢. تحتاج لعمليات تفتيش داخلى دقيقة.
- وفيما يلى مقارنة بين الطرق المختلفة لأنواع اللحام توضح الفروقات بينهم:

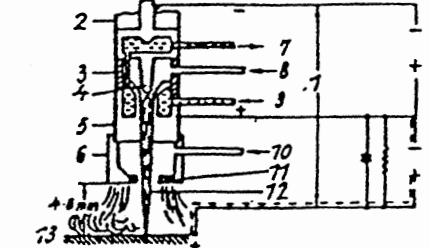
طريقة اللحام	التسخين	طريقة العمل	التطبيق
١- اللحام باستخدام الضغط			
١- اللحام بالحدادة (طريقة بلاك سميث) [Blacksmith forge welding]	• أفران الحدادة	• حدادة يدوية	• غير شائعة • معروفة منذ حوالى ٢٠٠٠ سنة
٢- اللحام باستخدام المطارق	• أفران الحدادة	• حدادة بالمطارق	• غير شائعة
٣- اللحام بالغاز [Pressure gas welding]	• تسخين بالالهب	• يتم الضغط ميكانيكيا	• لحام الانابيب والأعمدة

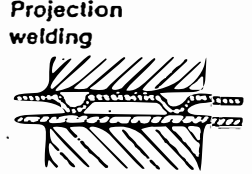


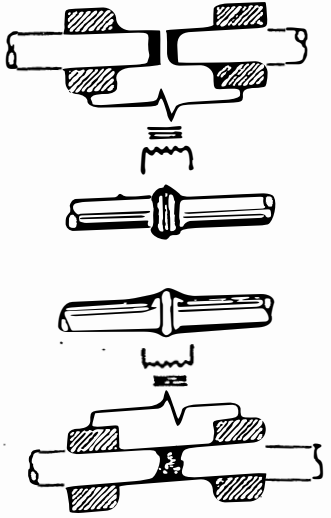
طريقة اللحام	التسخين	طريقة العمل	التطبيق
<p>٤- لحام الترميت بالضغط [Pressure thermit welding]</p> 	<p>• يشعل خليط من بودرة الالومنيوم وأكسيد الحديد فينصهر مكونا الحديد</p>	<p>• يتم الضغط ميكانيكيا - حيث يتم الاحتفاظ بمسافة بين طرفي مادتي اللحام بواسطة ماسك</p>	<p>• شائعة الاستخدام في لحام القضبان.</p>
<p>لحام المقاومة [Resistance welding]</p>	<p>• تيار عالي وجهد منخفض</p>	<p>• يتم الضغط ميكانيكيا</p>	<p>• إنشاءات أعمال الصاج بصفة عامة</p>

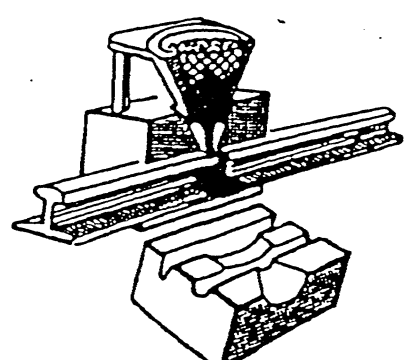
طريقة اللحام	التسخين	طريقة العمل	التطبيق
<p>٥- لحام النقطة [Spot welding]</p> 	<p>• يتم التسخين نتيجة الحرارة المتولدة من المقاومة خلال الوصلة بين اللوحين</p>	<p>• يتم الضغط ميكانيكيا</p>	<p>• في لحام هياكل السيارات والاعمال المشابهة</p>

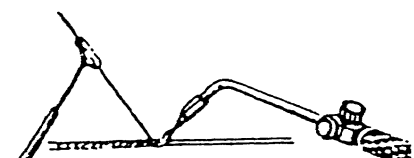
طريقة اللحام	التسخين	طريقة العمل	التطبيق
<p>٥- اللحام بطريقة الخبث الكهربى المنصهر Electroslag Welding</p> 	<p>• نتيجة الحرارة المتولدة من القوس بين سلك اللحام وبودرة اللحام التى تنصهر وتغطى طبقة من الخبث المنصهر الذى يعمل على صهر سلك اللحام بعد ذلك.</p>	<p>• بعد ائعمال بودرة اللحام يتكون مصهور الخبث الذى يعمل على اذابة سلك اللحام الذى يتم تغذيته آلياً.</p> <p>• تحاط منطقة اللحام بقالب لحفظ المعدن المنصهر.</p> <p>• يتم تبريد القالب بالماء.</p>	<p>• يستخدم فى لحام ألواح الصلب السميكه جداً من ١٥ مم حتى ١ متر.</p> <p>• تعطى جودة لحام عالية وإستفادة مئلى من الملة المنصهرة.</p>

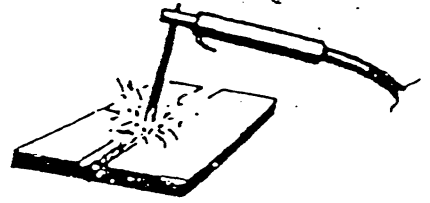
طريقة اللحام	التسخين	طريقة العمل	التطبيق
<p>٦- اللحام بقوس البلازما Plasma Arc Welding</p>  <p>رسم تخطيطى للحام بقوس بلازما</p> <p>١- وحدة لحام بالتبريد المستمر ٧- خروج ماء التبريد</p> <p>٢- جسم مشعل البلازما ٨- غز مكون للبلازما</p> <p>٣- غزل ٩- دخول ماء التبريد</p> <p>٤- إلكترود تنجستن (كاثود) ١٠- غز لوجون للتحبيب</p> <p>٥- إلكترود فوطة (أنود) ١١- مرشح</p> <p>٦- غطاء محكم ١٢- قوس البلازما</p> <p>١٣- الشغلة الجارى لحامها</p>	<p>• نتيجة الحرارة المتولدة بين الكترود التنجستن والشغلة خلال القوس الكهربى يحدث تأين للغاز منتظلاً بسرعة عالية جداً ودرجة حرارة عالية جداً (من ١٠٠٠٠ - ١٧٠٠٠ °م)</p>	<p>• يسمح للغاز بالمرور خلال القوس الكهربى المتكون بين الكترود التنجستن والشغلة ونتيجة الحرارة العالية يحدث تأين للغاز وينتج شعاع البلازما (وهو الطور الرابع للمادة بعد الحالة الغازية)، يندفع شعاع البلازما نحو الشغلة بسرعة عالية جداً تكفى لصهر المعدن.</p>	<p>• تستخدم فى لحام معظم المعادن.</p> <p>• تستخدم فى لحام الألواح الرقيقة من ٠.٥ مم حتى ٣.٢ مم.</p> <p>• يمكن لحام تضافات أكبر باستخدام الكترودات ملء.</p> <p>• تستخدم فى صناعة المواسير وأيضاً فى اللحامات الصغيرة فى الاجهزة والايضاء الدقيقة المصنعة من الرقائق.</p>

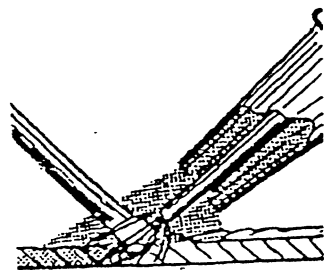
طريقة اللحام	التسخين	طريقة العمل	التطبيق
٦- لحام نتونى [Projection welding] 	• يتم للتسخين نتيجة الحرارة المتولدة من المقاومة الكهربائية خلال التنبؤات على سطح الألواح	• يتم الضغط ميكانيكياً	• الشكل يوضح إنتاج خزائن من ألواح الصلب والأعمال المشابهة

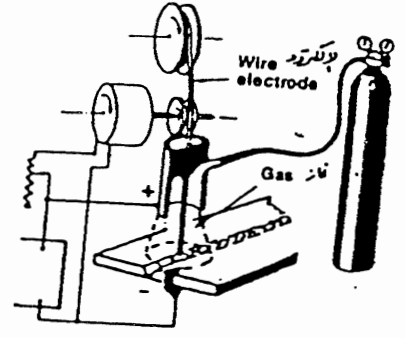
طريقة اللحام	التسخين	طريقة العمل	التطبيق
٧- لحام المقاومة للتباكي [Resistance butt welding] 	• يتم للتسخين بين نهايتي العمودين نتيجة المقاومة الكهربائية المتكونة بينهما في الثغرة	• يتم الضغط ميكانيكياً بين نهايتي العمودين عندما يكتمل للتسخين	• فى لحام القضبان والأعمدة حتى مساحة ٥٠٠ مم ^٢

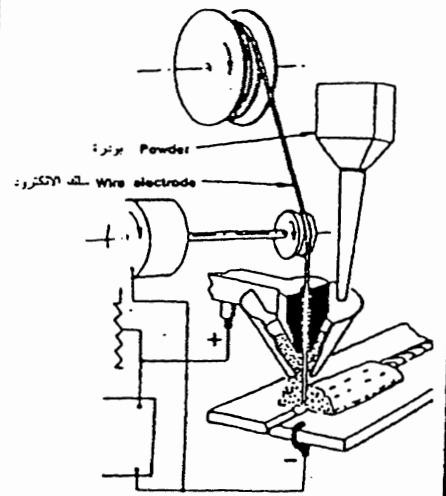
طريقة اللحام	التسخين /	طريقة العمل	التطبيق
ب) لحام الثرميت [Thermit welding] 	<ul style="list-style-type: none"> • ثرميت يعنى خليط من مسحوق الألمنيوم والأكسيد للحديد ويتم إشعاله وينتج حديد مصهور يعتبر مادة الملء للفجوة بين طرفى اللحام 	<ul style="list-style-type: none"> • يتم عمل قالب حول الفجوة بين طرفى مادتى اللحام لمنع تسرب المعدن المنصهر 	<ul style="list-style-type: none"> • تستخدم عادة فى حالة وصل قضيبين معاً. • من أقدم الطرق إستخداماً حيث إستخدمت عام ١٩٠٠ ومازالت تستخدم حتى الان.

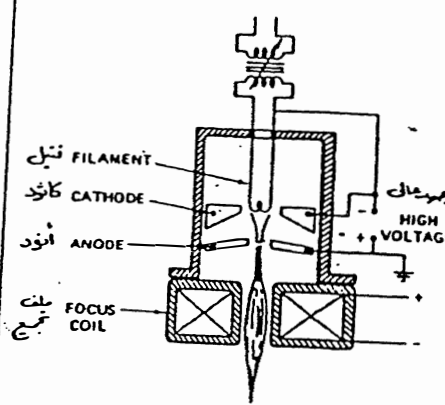
طريقة اللحام	التسخين	طريقة العمل	التطبيق
٤ - اللحام بالصهر (أ) اللحام بالفغاز [Gas welding] 	<ul style="list-style-type: none"> • عادة يتم التسخين نتيجة احتراق خليط من الأكسجين والاسيتيلين معاً فى شعلة اللحام 	<ul style="list-style-type: none"> • يتم صهر مادة املاء (سلك اللحام) مع معدن اللحام فى منطقة اللحام مكونة بركة للحام. • يمكن تنفيذ اللحام فى أى وضع. 	<ul style="list-style-type: none"> • لحام الصلب والمعادن الأخرى ويكون مناسب فى حالة الألواح الرقيقة والانابيب حتى ٦,٥ مم. • يستخدم فى لحام جميع الاوضاع. • يمكن ان يستخدم فى اللحام بالمسبك وايضاً فى قطع المعادن الصهر. • يستخدم فى التسخين فى عمليات التقسية والتشكيل والتشبيك.... إلخ.

طريقة اللحام	التسخين	طريقة العمل	التطبيق
<p>(٢) اللحام بالقوس الكهربى (الكتروود مغلف) [Metal Arc Welding]</p> 	<p>• يتم التسخين نتيجة القوس المتكون بين سلك اللحام ومادة اللحام حيث تنتج حرارة نتيجة القوس تكفى لصهر سلك اللحام ومادة اللحام.</p>	<p>• الإلكترود المغلف ينصهر ويذوب فى مادة اللحام ويعمل غلاف سلك اللحام على تجميع خبث وغازات تعمل على عزل منطقة اللحام عن الهواء.</p>	<p>• يمكن لحام معظم المواد وفى جميع الاوضاع وذلك بالاختيار الصحيح لإلكترودات اللحام. • من أكثر طرق اللحام شيوعاً. • تستخدم هذه الطريقة لجميع التخانات. • تستخدم فى عمليات الصناعة والانتقضاء والصيانة.</p>

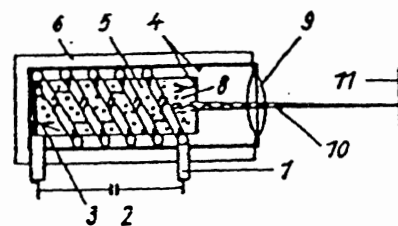
طريقة اللحام	التسخين	طريقة العمل	التطبيق
<p>(٣) اللحام بالقوس الكهربى مع استخدام غاز حماية Gas - Shielded Arc Welding (١) باستخدام الكتروود غير مستهلك (تجستين) [Tig Welding]</p> 	<p>• يتم التسخين نتيجة القوس الكهربى بين الإلكترود والشغلة مع وجود غاز حماية من الهواء. الإلكترود لا يستهلك وذلك لأن درجة حرارة انصهاره أعلى بكثير من درجة حرارة انصهار معدن اللحام وكذلك درجة الحرارة المتولدة من القوس.</p>	<p>• يمكن استعمال مواد الفيلء فى هذه الطريقة (filler metal) ويمكن اللحام بدونها.</p>	<p>• تستخدم فى لحام كل المعادن وخاصة الغير حديدية. • ينتج عنها تحلل اكاسيد عن لحام السبائك الخفيفة. • يمكن لحام الاواح الرقيقة دون استخدام مواد ملء. • تعطى معدلات لحام عالية. • تعطى لحام على الجودة لمعظم المعادن والسبائك.</p>

طريقة اللحام	التسخين	طريقة العمل	التطبيق
<p>(ب) اللحام بالاكترود المستهلك (مع غاز حماية) Mig Welding</p> 	<p>• نتيجة القوس بين سلك اللحام ومادة اللحام تنتج الحرارة اللازمة لصهر سلك اللحام ومادة اللحام.</p>	<p>• يعتبر سلك اللحام هو مادة العمل ويعمل الغاز على حماية منطقة اللحام من الهواء.</p> <p>• يتم صهر الاكترود نتيجة القوس الكهربى بين الاكترود ومعدن الاساس.</p> <p>• يحدث الانماج بين مادة الاكترود ومعدن الاساس فى منطقة اللحام التى تكون فى حالة انصهار.</p> <p>• يتم تغذية الاكترود آلياً.</p>	<p>• أصبحت تلك الطريقة من الطرق الشائعة الاستخدام.</p> <p>• تعطى معدلات ترسيب (إنتاج) عالية.</p> <p>• تعطى إستفادة مئى من مادة سلك اللحام.</p> <p>• تستخدم فى لحام جميع المعادن ولحام تلافات مختلفة.</p>

طريقة اللحام	التسخين	طريقة العمل	التطبيق
<p>٤- اللحام القوس المغمور Submerged Arc Welding</p> 	<p>• نتيجة الحرارة المتولدة فى القوس الكهربى بين الاكترود المستهلك والشعلة.</p>	<p>• يتم تغذية الاكترود آلياً.</p> <p>• يحدث الانصهار نتيجة القوس لمعدن الاكترود ومعدن اللحام.</p> <p>• تضاف البودرة الى منطقة اللحام لتعزلها عن الهواء</p>	<p>• لتحديث سنة ١٩٣٠ وهى اقدم الطرق الآلية واستخدمت فى عمل شريط لحام طولى فى انبوبة ضخمة.</p> <p>• تستخدم فى صناعة ألواح الصلب الثقيلة ولحام الاشكال الانشائية والانابيب ذات الاقطار الكبيرة.</p> <p>• تستخدم فى صناعة أجزاء الماكينات فى كل الصناعات الثقيلة مثل صناعة السيارات وخزانات الضغط وايضاً صناعة وبناء السفن..</p>

طريقة اللحام	التسخين	طريقة العمل	التطبيق
<p>٧- اللحام بالشمع الالكتروني</p> <p>Electron Beam Welding</p> 	<p>• نتيجة الحرارة المتولدة من دفع الالكترونات المنبعثة في قنبل تتجسّن بسرعة عالية إلى الشغلة وذلك تحت تأثير جهد على 200 KV</p>	<p>• يتم تسخين الكاثود (قنبل التسخين) بمصدر كهربائي فتندفع الالكترونات تجاه الانود (والشغلة) ويتم تركيز الالكترونات في صورة حزمة إلكترونية باستخدام عدسة الكترومغناطيسية وبهذه الطريقة يمكن تجميع الأشعة في بقعة صغيرة في منطقة اللحام بقطر (من ٠.١ - ٢.٥ مم)</p>	<p>• هذه الطريقة لا تستخدم فيها غازات حماية ولا الكترودات ملء لكن من الممكن استخدام الكترودات ملء.</p> <p>• هي إحدى طرق اللحام بالصهر حيث يتم صهر معدني اللحام معاً.</p> <p>• تستخدم في الصناعات التي تعتمد على الطاقة النووية والذرية.</p> <p>• هذه الطريقة حديثة اكتشفت عام ١٩٥٠ وهي في تطور مستمر.</p> <p>• يستخدم الشعاع الالكتروني في قطع المعادن أيضاً.</p>

١٥

طريقة اللحام	التسخين	طريقة العمل	التطبيق
<p>٨- اللحام بأشعة الليزر</p> <p>Laser beam Welding</p> 	<p>• نتيجة اصطدام شعاع الليزر المركز وبسرعة فائقة مع سطح المعدن في مساحة صغيرة جداً لا تزيد عن قطر شعرة الرأس تتولد الحرارة اللازمة لصهر المعدن في تلك المساحة.</p>	<p>• يتم توليد شعاع الليزر من خلال استدارة ذرات المادة استخدام طاقة ضوئية أو كهربائية فتنتج أشعة يتم تضخيمها وتكبيرها بصورة متكررة حتى تخرج من غرفة الإثارة في صورة شعاع مركز في مساحة أقل من قطر شعرة الرأس.</p>	<p>• يستخدم الليزر في لحام وقطع معظم المعادن وخاصة لحام أجزاء دقيقة دون حدوث إتلاف للمعدن الأصلي.</p> <p>• نظراً لارتفاع تكلفتها في مجال اللحام فإنها قاصرة على إستخدامات الفضاء والصناعات الالكترونية التي تطلب دقة وتحكم عالي.</p>

عيوب اللحام

يمكن إيجاز معظم عيوب اللحام فيمايلي: -

- (١) عيوب فى وصلة اللحام.
 - (٢) عيوب التشوه فى الجزء الملحوم (مادة اللحام).
- وسوف نتعرض فيمايلي لأهم أنواع تلك العيوب والمشاكل والطرق الملائمة لمعالجتها وكيفية تجنب حدوثها.

١.٦ العيوب الشائعة فى وصلة اللحام

(١) عيوب التغلغل أو النفاذ (PENETRATION) :-

يطلق تعبير النفاذ أو التغلغل أو الاختراق على ثلاث حالات:

أ- قابلية طريقة اللحام والكترود اللحام على النفاذ من القشرة المتكونة على سطح الخامة. شكل (١-٦)

ب- العمق الذى تصله منطقة الانصهار تحت سطح المعدن. شكل (٢-٦)

ج- مدى صهر رؤس الشطف لوصلات اللحام. شكل (٣-٦)

هرقد يكون التغلغل ناقص أو زائد عن الحد المطلوب.

هرينتج التغلغل الناقص للجذر لعدة أسباب:

١. توجيه الكترود الى جانب واحد من الشطف (على شكل حرف V)، ويمكن تصحيح ذلك بجعل القوس مركزياً ومتماثل بالنسبة لجزئى الوصلة.

٢. عدم صحة وجه الجذر أو ثغرة الجذر أو زاوية الشطف وذلك قبل اللحام، فإذا كانت الألواح متقاربة جداً (ثغرة غير كافية) أو زاوية الشطف غير كافية فإنه سينتج عن ذلك تغلغل غير كافى.

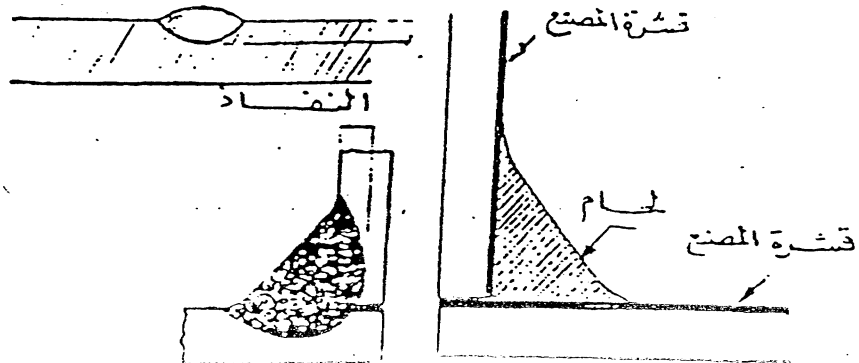
٣. عدم الاحتفاظ بالزاوية الصحيحة لميل الكترود ويجب تغيير زاوية الكترود والتحكم فيها حسب متطلبات اللحام للحصول على نسبة التغلغل المطلوب.

٤. السرعة الزائدة للحام حيث لا يتاح الوقت الكافى لمعدن الأساس (معدن اللحام) للانصهار ويسبب ذلك ضعف التغلغل.

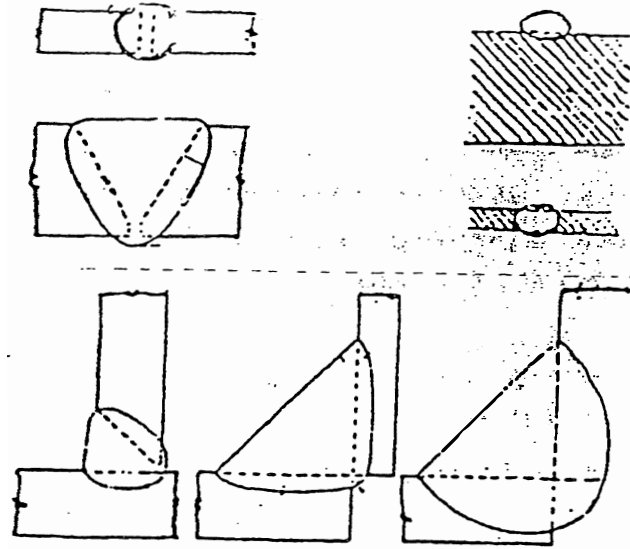
٥. للكبر الزائد لقطر الكترود يتيح الفرصة لحدوث كوبرى لحواف اللوح، ونتيجة لذلك هو حدوث عدم كفاءة التغلغل، ويمكن تصحيح ذلك باستخدام الكترود ذات قطر اقل.

٦. الانخفاض الشديد لشدة التيار مما يجعل الحرارة غير كافية لانصهار الألواح وتكون النتيجة ضعف التغلغل.

٧. زيادة طول القوس، ويسبب ذلك فقط كمية من الحرارة الى الجو المحيط مما يقلل التغلغل.



شكل (١-٦) قابلية النفاذ من السطح الخارجى. شكل (٢-٦) عمق النفاذ أو التغلغل.



شكل (٦-٣) صهر رؤوس الشطف لوصلات اللحام

تجنب التغلغل الزائد:

كذلك قد يحدث زيادة في التغلغل وهذا يعتبر عيباً في اللحام ويمكن منعه باتّباع التيار الصحيح الموصى به لقطر الالكترود المستخدم.. كذلك زاوية ميل الالكترود في اتجاه حركة اللحام يجب ألا تكون حادة جداً، كذلك الاهتمام بتجهيز الوصلة حيث للصغر الزائد لوجه الجنز والكبير الزائد لثغرة الجنز كلاهما يؤدي إلى الاختراق والتغلغل الزائد. وأثناء اللحام يتم توجيه قوس اللحام لمعدن اللحام الذي تم ترسيبه وليس إلى الثغرة حيث توجيه القوس للثغرة يؤدي لحدوث ثقب ويتساقط معدن اللحام من خلاله.

٧) صيوب التجمعات الخبثية (SLAG)

يقوم الخبث بدور كبير في اللحام فهو يعزل اللحام عن الجو والغازات ويحفظ حرارة اللحام ويسبق اللحام نفسه بإجراء عملية كنس وغسل وتنظيف للسطح الذي سيتم لحامه.

لكن بالرغم من ذلك فإنه له عيوباً حيث أنه يمكن أن يدخل في اللحام جزيئات من هذا الخبث أو من أكسدة بعض محتويات المعدن مثل الكبريت وهذه تكون بدورها فراغات كروية وتجمعات خبثية داخل اللحام ، فإذا كانت هذه الفراغات كبيرة نسبياً فإنها تضعف المعدن وذلك لتركيز الاجهادات الميكانيكية حولها أثناء التحميل. شكل (٦-٤)

وتنتج تلك التجمعات نتيجة الأسلوب الغير صحيح لمسك الالكترود حيث يكون القوس موجهاً أكثر مما يجب على جوانب والوصلة وبالتالي لا يتم إنصهار منطقة الوسط، وعند تنظيف اللحام تبدو التجمعات الخبثية على طول الخط المركزي للحام.

تنتج أيضاً تلك التجمعات أثناء اللحام بأكثر من إمراة حيث لا يتم تنظيف الامرات السابقة جيداً وإزالة الخبث والشوائب فيها قبل إجراء إمرات أخرى. ويجب في اللحام المتعدد الامرات أن يجرى للتأجين مع إستعمال فرشاة سلك بصورة كاملة بعد كل طبقة من اللحام.

٢) عيوب النحر (UNDERCUTTING)

- النحر (أو للقطع المنخفض Undercutting) هو نقص فى مساحة مقطع الجـزء الملحوم نتيجة التآكل بالصهر الزائد عن الحد المطلوب. شكل (٦-٥)
- ويحدث للنحر نتيجة التيار العالى جداً وزيادة طول القوس عن الحد المناسب وعدم مسك الألكترود بطريقة صحيحة وزيادة سرعة اللحام.
- ولعلاج النحر يتم ترسيب المزيد من طبقات اللحام على المنطقة الموجودة بها نحر.

٣) عيوب المسامية (POROSITY)

- المسامية هى عيوب فى وصلة اللحام على شكل مجموعة من المسام أو الفقاعات الغازية ويمكن أن تحدث المسام للأسباب الآتية: -
- ١- تلوث معدن الأساس: فإذا كانت هناك أى زيوت أو صدا أو رايش على سطح المعدن الجارى لحامه فإن حرارة القوس قد تتمكن من تحويل هذه المواد إلى غازات وتصبح محصورة داخل معدن اللحام.
- ٢- رطوبة الألكترود: إذ يجب أن يكون الألكترود جافاً عند الاستخدام ويجب تجفيفه من أى رطوبة يلتقطها من الجو، هذه الرطوبة تكون مسام غازية أثناء اللحام.
- ٣- شوائب معدن الأساس: إذ أن احتواء معدن الأساس على الشوائب وبصفة خاصة الكبريت يشجع على حدوث المسامية.
- ٤- الطول الزائد للقوس: يعمل على زيادة اتساع المساحة التى تؤثر خلالها الغازات للواقية حول القوس وبذلك يمكن للغازات الموجودة بالجـو مثل الأكسجين والنيتروجين أن يخترق منطقة اللحام وتتخلل معدن اللحام.
- ٥- زيادة سرعة اللحام: مما يؤدي إلى برودة اللحام المترسب بسرعة فتتصهر الغازات الواقية التى تحتاج إلى وقت للانصراف من معدن اللحام الذى يتجمد بسرعة.
- ويتيح اللحام بسرعة مناسبة فرصة لهذه الغازات كي تنصرف بعيداً عن منطقة اللحام.

٤) عيوب عدم الانصهار الكامل

يحدث عدم الانصهار الكامل أى عدم تسابك حافتي الوصلة مع معدن اللحام المترسب نتيجة لعدة أسباب قد تكون: شكل (٦-٦)

١. الانخفاض الشديد فى التيار.
٢. عدم نظافة وصلة اللحام (معدن الوصلة).
٣. زيادة سرعة اللحام.
٤. مسك الألكترود بطريقة خاطئة.

٦) عيوب التصدع (التشققات) (CRACKING):

التصدع هو عجز أو إخفاق أو تداعى المعدن تحت تأثير الاجهادات عليه حيث يحدث الكسر فى المعدن بطريقة قصيفة اى بدون إستطالة نتيجة وجود التصدعات. ويحدث التصدع فى اللحام عند درجات حرارة مختلفة تبدأ من درجة حرارة الغرفة الى درجة حرارة اللحام. اى انه يوجد تصدعات مختلفة مثل: -

١- التصدعات الساخنة:

- التصدعات الساخنة فى اللحامات.
- التصدعات التى تحدث فى معدن الاساس.
- التصدعات الساخنة التى تحدث فى المعادن ذات درجات تجمد منخفضة.

٢- التصدعات الباردة:

- تصدعات تحدث فى المنطقة الصلبة من اللحام.
- تصدعات تحدث تحت الجذر.
- تصدعات تحدث تحت الاشرطة (الامرات).
- تصدعات تحدث نتيجة قصافة المعدن.
- تصدعات تحدث نتيجة وجود شقوق او حروز فى المعدن.
- تصدعات تحدث نتيجة الاجهادات المتعددة.

وهناك اربعة اسباب رئيسية لحدوث تصدعات فى اللحام: -

١. إذا كانت الوصلة جاسئة وليست حرة التمدد او الانكماش فإن اللحام سيتعرض لاجهادات عالية وقد تكون هذه الاجهادات قوية بحيث تحدث التصدع ويمكن إستخدام الكترودات ذو أغلفة خالية من الهيدروجين لمنع حدوث التصدع.
٢. قد يساعد الشكل النهائى للمعدن المترسب على حدوث التصدع. إذ يجب ان يكون الشكل الجانبى للحام محدباً ويمكن تحقيق ذلك بتخفيض سرعة اللحام.
٣. تؤدى للنقرة (بركة للحام) غير الممثلة الى حدوث التصدع، فمن المحتمل انتشار تصدعات النقر عبر مشاوير اللحام المتعاقبة ولتجنب ذلك يجب ان يتم ملء النقرة عند نهاية اللحام.
٤. إذا كان معدل التبريد كبيراً بعد اللحام فإن فرصة حدوث التصدع تكون كبير وذلك بسبب معدل الانكماش السريع. ويمكن خفض تلك القابلية بالتسخين المسبق للوصلة حتى درجة حرارة ٢٠٠°م.

** وفيما يلى عرض موجز لعيوب وصلات اللحام (درز اللحام) المتوقع حدوثها وتصنيفها ووصفها طبقاً لنظام المعهد الدولى للحام (IIW) حيث اعطى لكل عيب عدداً رمزياً (كودى) مكون من ثلاثة ارقام. أما العيوب الثانوية فعددتها للرمزى مكون من اربعة ارقام وكذلك أعطى لهذه العيوب الحروف الرمزية الدالة عليها بجانب وصف هذه العيوب بالكامل والرسومات التوضيحية.



كلية الهندسة جامعة مصراتة

مقرر : ورش ميكانيكية

الجزء الرابع

الجزء الرابع

تشكيل المعادن

(البثق - الدرفلة)

سنة 2022 - 2023

تشكيل المعادن

يعتبر تشكيل المعادن من أهم العمليات التي تتم داخل الورش والمصانع، حيث يتم في هذه العملية تغيير الشكل دون إزالة جزء من المعدن

الخصائص العامة لعمليات تشكيل المعادن:

- الاستفادة من قابليته المعدن على الجريان بصورة لدنة في الحالة الصلبة
- تشكيل المعدن إلى الشكل المطلوب دون إزالة كميات منه
- المعدن المفقود يكون أقل ما يمكن أو معدوم.
- تحتاج إلى قوة كبيرة وطاقة عالية.
- الآلة والمكانن المستخدمة في التشكيل تكون مرتفعة التكلفة، لذلك يجب أن يكون حجم الإنتاج كبير لتكون العملية اقتصادية.

تصنيف عمليات تشكيل المعادن:

يتم تصنيف عمليات التشكيل وفقاً لدرجة حرارة المعدن المشكل وذلك كالتالي:

أولاً- عمليات التشكيل على البارد:

- تجرى هذه العملية عادة في درجة حرارة الغرفة.
- قد تستخدم درجات الحرارة العالية عريضاً لتحسين بعض الخواص.
- تكون عمليات إعادة التصنيع غير نافعة.

السميزات (مقارنة بالتشكيل على الساخن)

- لا يحتاج إلى تسخين (أو أقل ما يمكن).

- إنهاء سطحي جيد للمنتج.

- يمكن الحصول على دقة أبعاد جيدة تغني عن الحاجة لعمليات إضافية.

- تحسين مقاومة الشد والكلل ومقاومة التآكل.

العيوب:

- يحتاج قوى عالية، لذلك تحتاج عمليات التشكيل على البارد معدات أثقل وأعلى قدرة لذلك تستخدم للإنتاج الكمي.

- سطوح المعدن يجب ان تكون نظيفة وخالية من الأكاسيد حيث أن وجود الأكاسيد أو الصدأ يسبب تآكل وعطب القوالب والدرافيل.

- من المحتمل أن تتخلف جهود داخلية في المعدن.

خصائص المواد التي تشكل على البارد:

- يفضل أن يكون المعدن ذو مقاومة خضوع منخفضة ومطيلية عالية.

- تفضل المواد ذات معامل المرونة العالي مع مقاومة خضوع منخفضة مما يقلل من الرجوعية.

- يجب أن يزال الصدأ من السطح بواسطة حمام حامضي (يغطس في الحامض ثم يتم غسله).

- للحصول على أبعاد جيدة للمعدن يجب أن يكون ذو سمك متجانس وسطح صقيل لذلك فإن الصفائح المعدنية أحياناً تحتاج إلى عملية تشكيل بسيطة على البارد قبل دخولها إلى عملية التشكيل الرئيسية.

- يمكن تفادي ظاهرة نقطة الخضوع بواسطة شوط من الدرفلة على البارد.

ثانياً - عمليات التشكيل الساخن:

- تكون درجة الحرارة في هذه العمليات بمقدار 0.6 من درجة حرارة انصهار المعدن المشكل.
- درجة الحرارة هي أعلى من درجة حرارة التبلور، لذلك فإن التبلور يحصل بصورة مستمرة خلال التشكيل، وهكذا فإن درجة الحرارة تعتمد على المادة المشكلة، إذن التشكيل الساخن لا يعني بالضرورة استعمال درجة حرارة عالية، أي أن مفهوم التشكيل البارد الصحيح هو التشكيل في درجة حرارة أقل من درجة حرارة التبلور.
- الدقة في الأبعاد متذبذبة بسبب التمدد الحراري، ويسبب عدم حدوث تبريد متجانس (المقاطع الرقيقة والسطوح المتماسة مع القالب تبرد أسرع من القلب)، يمكن تحسين التبريد المتجانس بتسخين العدد والقوالب إلا إذا كان ذلك يقلل من عمرها الافتراضي.
- يسبب التبريد الغير متجانس بقاء إجهادات في المعدن.

ثالثاً- عمليات التشكيل الدافئ:

- تكون درجة الحرارة في هذه العمليات بمقدار (0.3 - 0.6) من درجة حرارة انصهار المعدن المشكل.
- عملية متوسطة بين التشكيل الساخن والبارد (من حيث المزايا والعيوب).
- لا يحدث تغيير في التركيب المعدني حيث لا يتعرض سطح المعدن للأكسدة والظروف الأخرى عند العمل في درجات الحرارة العالية.
- هذه العملية غير شائعة نسبياً في مجال التطوير.
- تستعمل بصورة رئيسية للأجزاء الكبيرة والفولاذ الكربوني الذي يحتوي على نسبة كربون أعلى من 0.35% أو الفولاذ عالي المحتوى السبائكي.

العمليات الانتاجية لتشكيل المعادن:

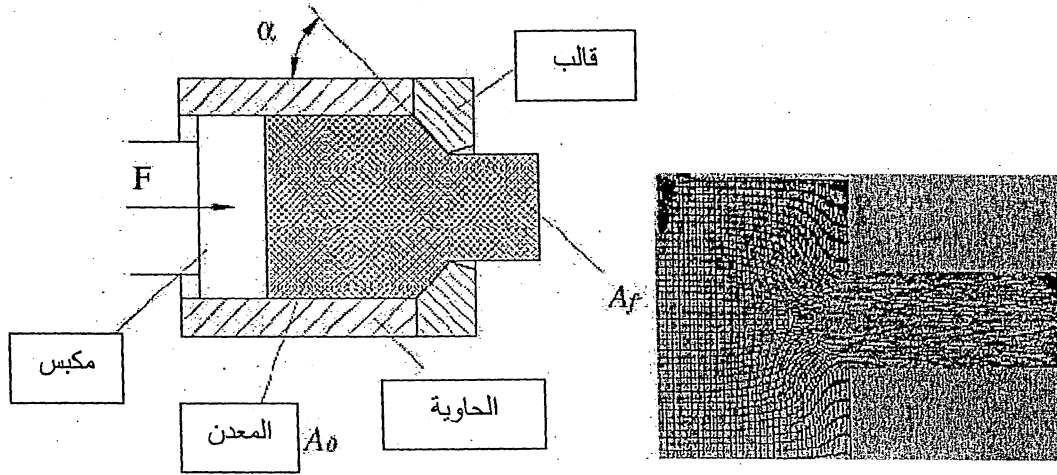
من أهم هذه العمليات ما يلي:

- الدرفلة.
- الطرق
- البثق
- السحب
- تشكيل الصفائح المعدنية.

البحث

١-٥ البثق Extrusion :-

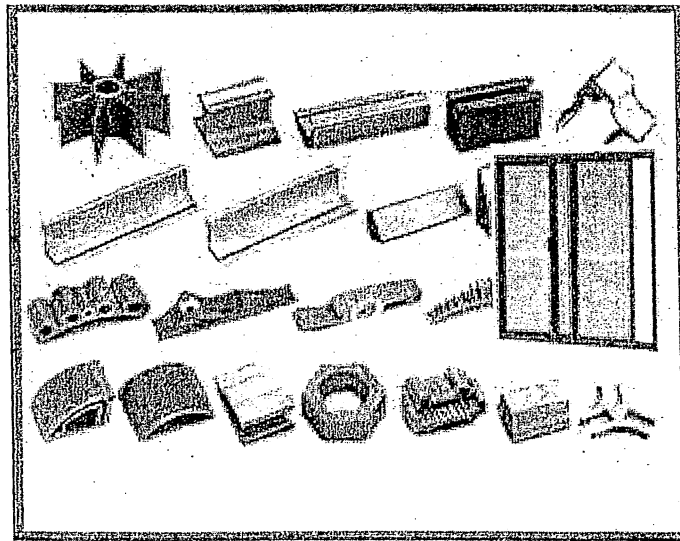
البثق :- هو عبارة عن تسليط قوة على كتلة من المعدن ذات مساحة مقطع قيمتها A_0 لتمر خلال قالب لتشكيل منتج بمساحة مقطع اقل قيمتها A_f . شكل المقطع النهائي للمنتج شبيه بمقطع القالب. المنتجات المبثوقة لها مقطع حبيبي طولي ، شكل (١-٥). يستعمل البثق لانتاج المقاطع المنتظمة الشكل مع خصائص ميكانيكية جيدة تدخل في المواد الانشائية وهياكل المركبات كما في الاشكال (٢-٥ ، ٣-٥ ، ٤-٥)



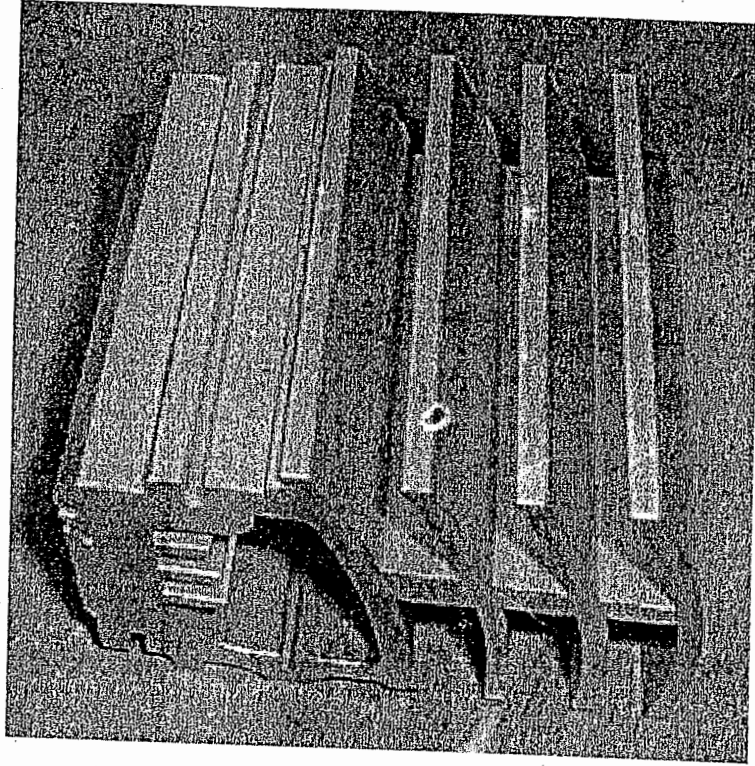
المتغيرات في عملية البثق المباشر

جريان المعدن في البثق المباشر

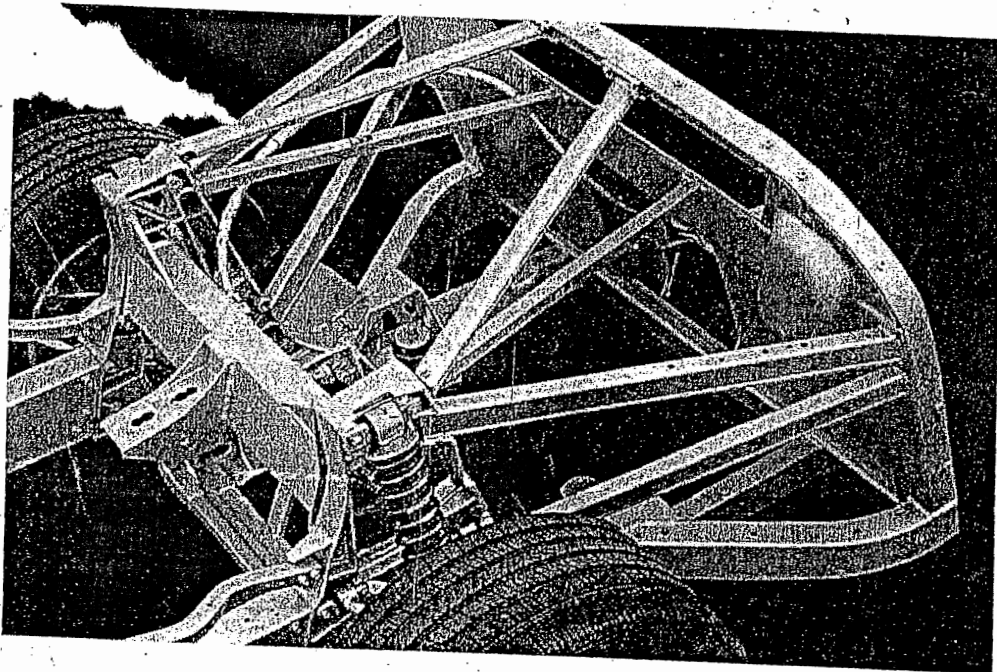
شكل (١-٥) يوضح عملية البثق وتأثيره على بلورات المعدن



شكل (٢-٥) بعض استعمالات الاجزاء الالمنيوم المصنوعة



شكل (٣-٥) جزء مقعد مصنوع بالبتق



شكل (٤-٥) سيارات حديثة مصنوعة من لحام مقاطع مبطوقة

٥-٢ متغيرات العملية:-

□ نسبة البثق (Extrusion Ratio) :- هي نسبة مساحة المقطع الابتدائي الى مساحة

المقطع النهائي للمادة $\frac{A_o}{A_f}$.

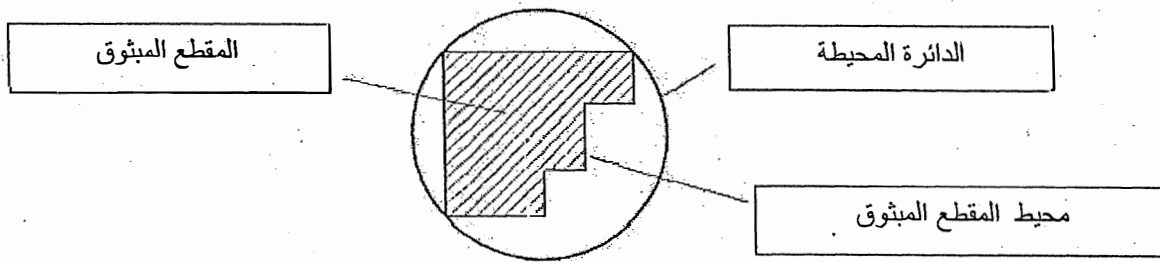
ويكون مدى هذه النسبة هو 10 : 1 ومن الممكن ان تصل الى 400 : 1 للمواد المطيلية جداً.

□ عامل الشكل (Shape factor) :- عامل تعقيد الشكل. هو نسبة طول محيط

الشكل (Perimeter) المبتثق الى طول محيط الدائرة المحيطة بالمقطع

(Circumscribed circle) (اصغر دائرة يستطيع ان يمر من خلالها مقطع

الشكل). شكل (٥-٥).



شكل (٥-٥) عامل تعقيد الشكل

□ زاوية القالب (α) :- تعريف لزاوية القالب.

□ قوة البثق (F) :- تعتمد على : مقاومة المادة ، نسبة البثق ، الاحتكاك بين

المعدن والقالب ، عامل الشكل ، درجة الحرارة ، سرعة البثق.

□ سرعة الذراع :- وتصل إلى 0.5m/s . تستعمل اقل سرع للألمنيوم والمغنسيوم

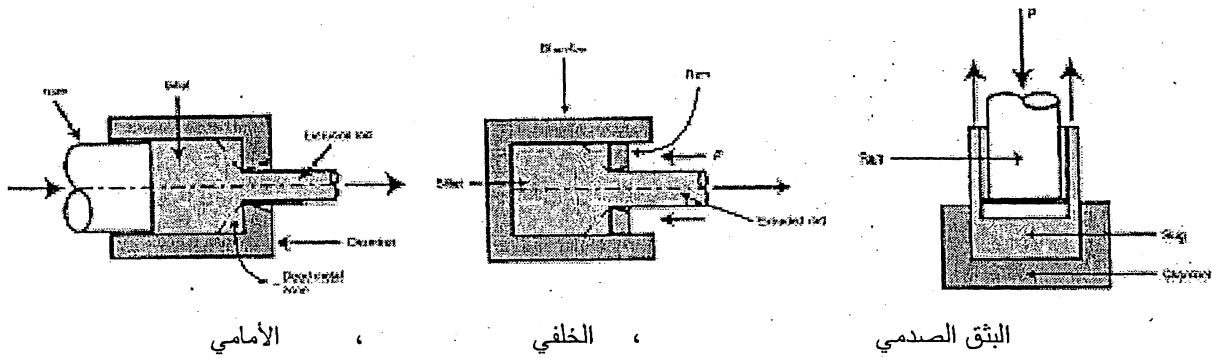
والنحاس والسرع الأعلى للفولاذ.

□ سماعات الشكل المبتثق :- عادة من (± 0.25) الى (± 2.5) ملم (تزداد مع

زيادة مساحة المقطع المبتثق).

اعتمادا على آلية البثق من الممكن تصنيف عمليات البثق إلى إمامي (Forward) وخلفي

(Back ward) وصدمي (Impact) . شكل (٦-٥).



شكل (٥-٦) انواع عمليات البثق

٣-٥ البثق الأمامي (المباشر Direct) :-

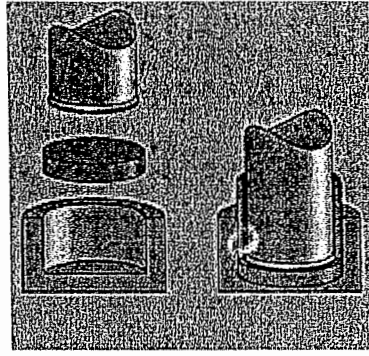
توضع كتلة المعدن في حاوية ومن ثم تدفع إلى الإمام بواسطة مكبس من خلال فتحة الحاوية (أو من خلال فتحة القالب المثبت في الحاوية).

٤-٥ البثق الخلفي (غير مباشر Indirect) :-

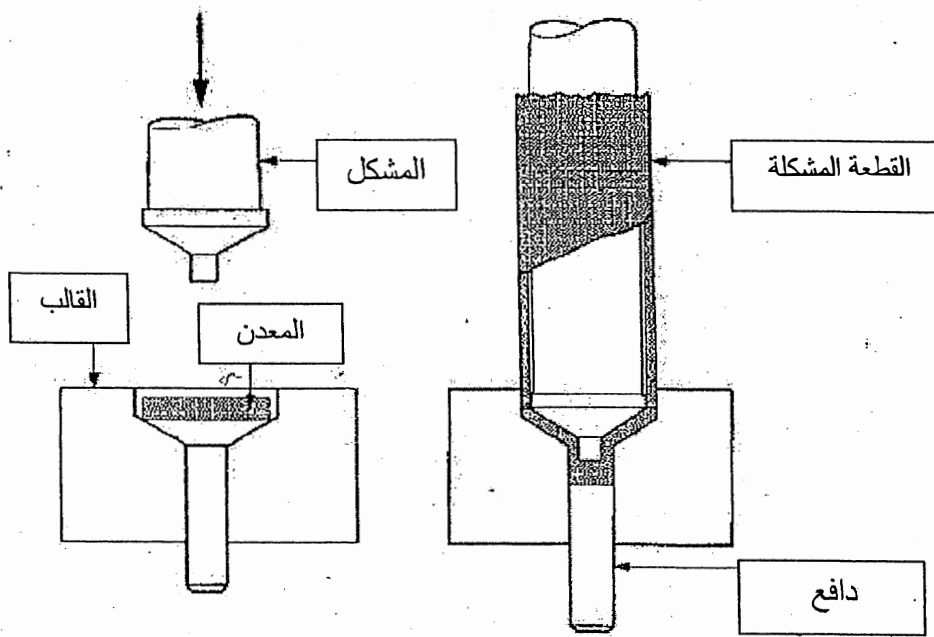
في هذه الطريقة تكون حركة المكبس في اتجاه معاكس لاتجاه حركة المعدن المثبوق. تقلل هذه الطريقة الاحتكاك بين كتلة المعدن وجدار القالب وبالتالي تقلل الطاقة المبذولة. تكون المعدات هنا اعقد من معدات البثق الأمامي كما إن طول المنتج المثبوق يكون محدود مقارنة بطول المنتج في الطريقة الأمامية.

٥-٥ البثق الصدمي (Impact) :-

يتم عادة على البارد. حيث يصدم المشكّل (مثبت على المكبس) كتلة المعدن بسرعة وقوة نسبياً عالية مسبباً جريان المعدن بمعدل انفعال عالي حول المشكّل ، ويكون سمك المنتج المثبوق معادل للفراغ الموجود بين المشكّل ، والقالب (الحاوية Chamber). تستعمل هذه الطريقة لإنتاج أنابيب معجون الأسنان و المستحضرات الطبية. ويكون معدل الإنتاج عالي (ضربتان للمكبس في الثانية). شكل (٥-٧) شكل (٥-٨).



شكل (٧-٥) البثق الصدمي



شكل (٨-٥) البثق الصدمي لإنتاج أنبوبة معجون

٦-٥ بثق الأشكال المجوفة Hollow shapes :-

تبتق الإشكال المجوفة بالطرق الآتية :-

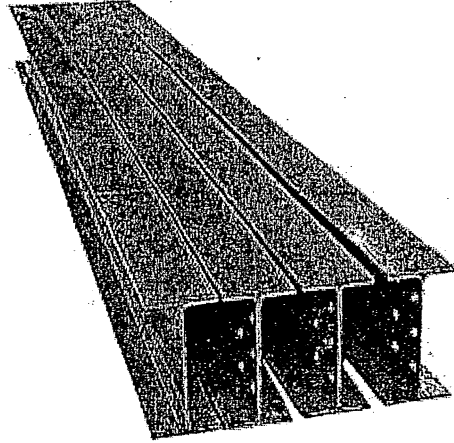
١. عمود موقعي Stationary mandrel :- ينزلق المكبس على طول عمود ثابت.

سمك المنتج المبتوق ينتج ويعادل الفراغ بين العمود والقلاب و يمكن استعماله

لإنتاج الأجزاء الأنبوبية. شكل (٩-٥).

١-٣ الدرفلة Rolling

يتم التشكيل بالدرفلة في كلتا الحالتين الساخنة والباردة على حد سواء. ومن الامثلة الشائعة على منتجات الدرفلة مقاطع البناء بأنواعها المختلفة شكل (١-٣).



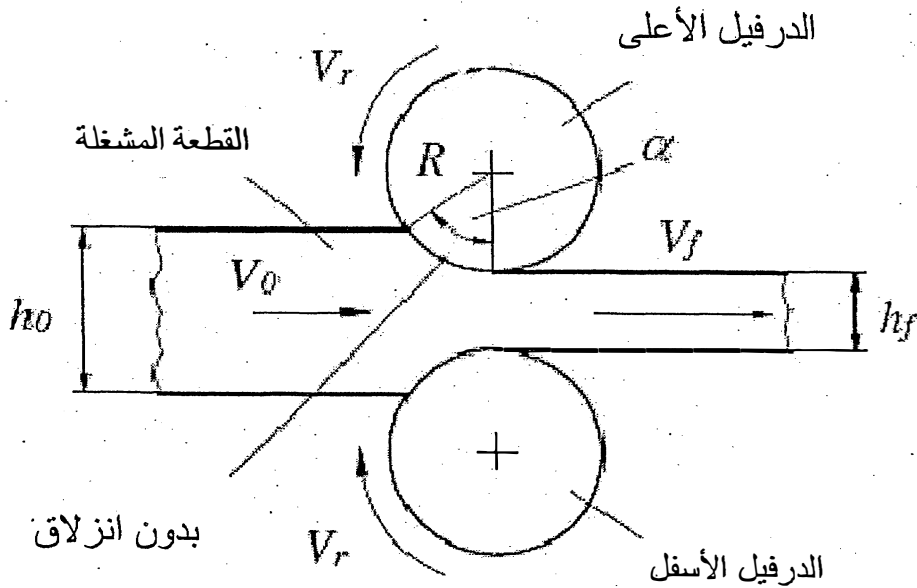
شكل (١-٣) مقاطع الفولاذ

٢-٣ الخصائص العامة للدرفلة

- الدرفلة عادة العملية هي الأولى في تحويل المواد المسبوكة الى منتجات مشكلة نهائيا. يكون ناتج عملية الدرفلة عادة هي bloom (مقطع مربع الشكل) أو slab (مقطع مستطيل الشكل) أو rod (مقطع مدور) أو billet (مربع ولكن اصغر من bloom).
- من الممكن ان تكون عملية الدرفلة (خاصة على البارد) عملية نهائية (لأجزاء الهياكل).
- تعد عملية الدرفلة من ناحية الإنتاج الكمي العملية الأكثر شيوعا من بين عمليات التشكيل.
- الدرافيل عادة مكلفة وباهظة.
- تستخدم عادة لإنتاج الأشكال القياسية (Standard shapes).

٣-٣ مبادئ عملية الدرفلة:

تتلخص عملية الدرفلة (وبالتحديد الدرفلة المستقيمة) بإمرار معدن بين درفيلين يدوران في اتجاهين متعاكسين ويكون الفراغ بين الدرفيلين أقل من سمك المعدن الأصلي. يدخل المعدن بين الدرفيلين بسمك h_o و ينضغط ويخرج بسمك h_f . يعمل كل درفيل بمحركات كهربائية وتدور بسرعة سطحية V_r . هذه السرعة اعلى من السرعة الابتدائية للمعدن V_o لذلك يحدث انزلاق نسبي بين سطح الدرفيل والمعدن المدرفل. سرعة القطعة تزداد من السرعة الابتدائية V_o إثناء حركتها في الجزء بين الدرفيلين. تخرج القطعة المشكلة بسرعة اعلى هي V_f وعند نقطة معينة على طول سطح التماس (بزاوية قيمتها α) حيث تصبح سرعتها مساوية ل سرعة الدرفيل (بدون انزلاق).



شكل (٢-٣) المتغيرات المؤثرة على عملية الدرفلة

يعد الاحتكاك مهما لدرفلة المادة ، لكن زيادته كثيرا يؤدي إلى زيادة القوى والطاقة المستهلكة.

قيمة التقليل في السمك الذي نستطيع الحصول عليه في شوط واحد (يسمى Draft)
بين زوجين من الدرافيل يعتمد على مواصفات الاحتكاك على طول مسافة التماس:

$$\Delta h = h_0 - h_f = \mu^2 R$$

حيث إن R : نصف قطر الدرافيل.

μ : معامل الاحتكاك بين الدرافيل والمعدن المدرفل.

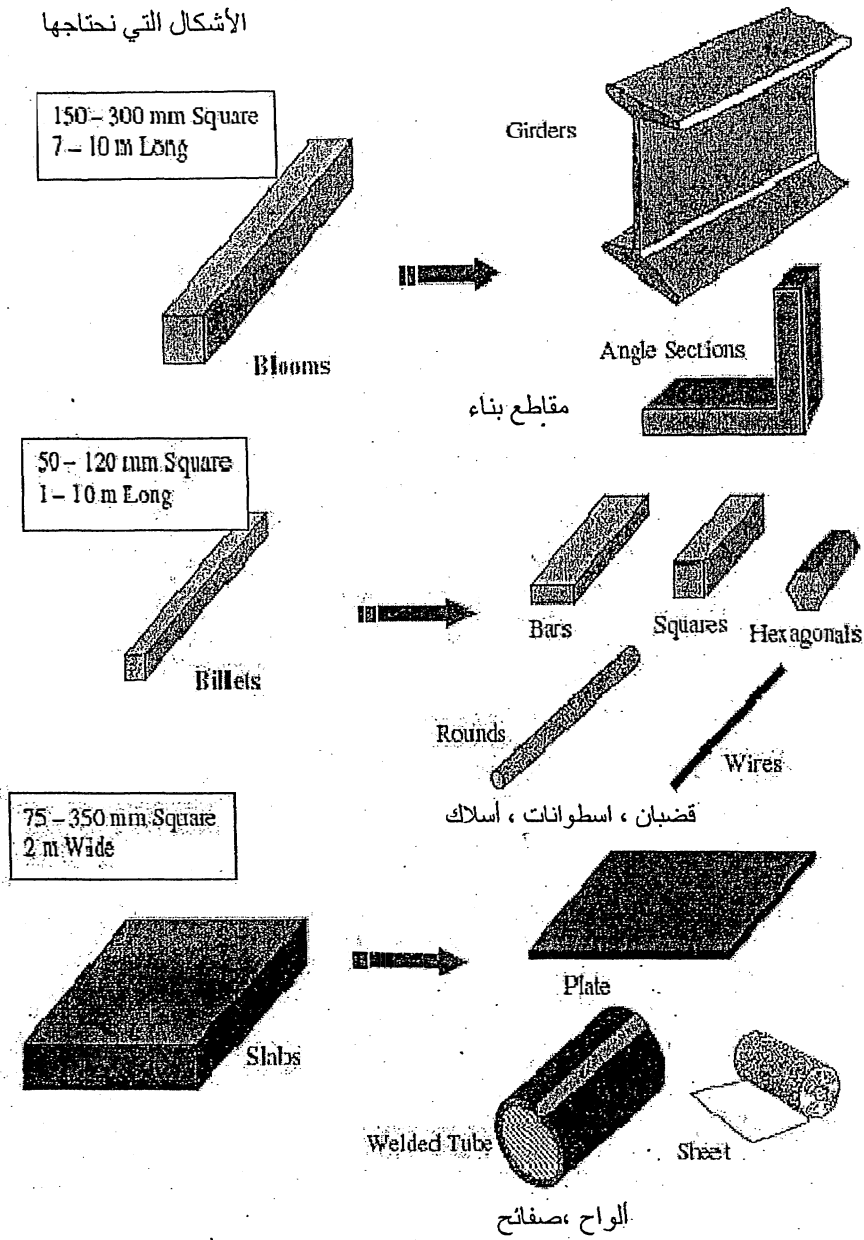
إذا كان الاحتكاك كبير جداً تصبح الدرافيل غير قادرة على تشكيل المادة إما إذا كان الاحتكاك قليل جداً أصبح مقدار التشكيل قليل جداً لكل شوط وبذلك تزداد كلفة العملية.

تتحسن الخواص الميكانيكية للمعدن نتيجة الدرفلة بسبب تحطم البلورات الشجرية القصفة للمصبوبة وتحولها إلى بنية بلورية صغيرة بتركيب حبيبيش.

٣-٤ عمليات الدرفلة العامة:

□ درفلة ساخنة لإنتاج الأشكال القياسية لأجزاء الهياكل و تستعمل لإنتاج مقاطع الهيكل (I Beam وسكك الحديد) و Bars (إما مدور أو سداسي Hexagonal) والصفائح Plate & Sheets . كل (٣-٣).

□ الدرفلة الباردة: للصفائح (Strips و Sheets) ويستعمل للحصول على دقة و مقاومة وإنهاء سطحي أفضل.

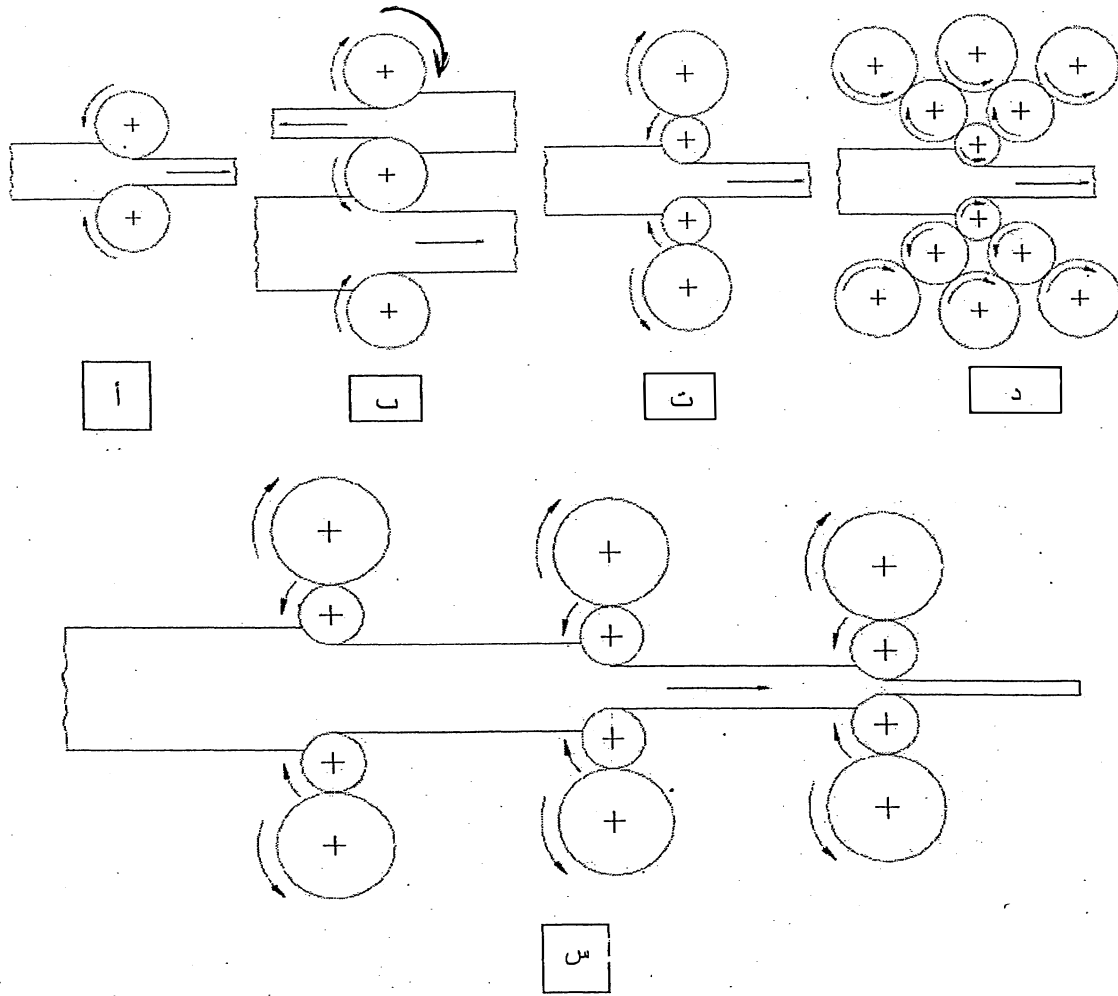


شكل (٣-٣) انواع المنتجات المنتجة بالدرفلة

٣-٥ انواع معامل الدرفلة:

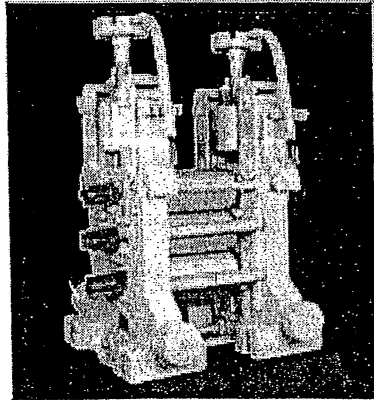
□ معامل الدرافيل الثنائية العالية Two-high : تستعمل للدرفلة الساخنة الابتدائية.

شكل (٣-٤-أ)



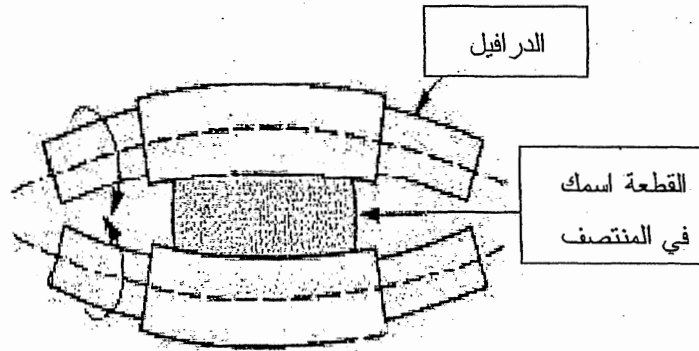
شكل (٣-٤) انواع معامل الدرفلة

□ معامل الدرفيل الثلاثية العالية (العكسية): يعكس اتجاه حركة المادة فيه بعد كل شوط (مع تقليل الفراغ بين الدرفيلين تدريجيا بين الأسواط). شكل (٣-٥) شكل (٣-٤-ب)



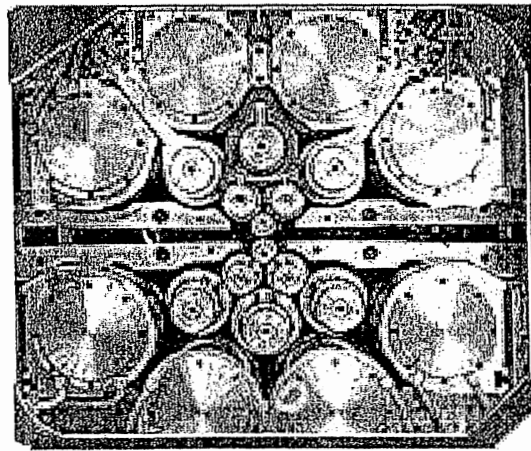
شكل (٣-٥) صورة لدرفيل ثلاثي

□ معامل الدرفلة الرباعية العالية : لتقليل قوى الدرفلة والطاقة المستهلكة تستعمل درافيل صغيرة القطر (وبذلك يكون سطح التماس مع المواد المدرفلة اقصر) وهي ارخص من الدرافيل الكبيرة وسهلة التبديل ، ومع ذلك فهي تتعرض للانبعاج Deflection أكثر (انظر الشكل ٣-٦) لذلك تحتاج إلى إسناد إضافي يتم بدرفيلين آخرين لتقليل الانبعاج (من هنا جاءت تسمية الرباعية). يستعمل هذا النوع لدرفلة الصفائح العريضة حيث أن قيمة الانبعاج تكون صغيرة. شكل (٣-٤-ت).



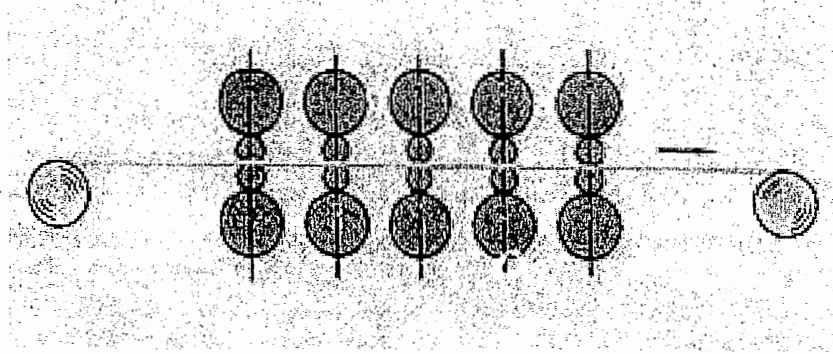
شكل (٣-٦) شكل بوضح ظاهرة الانبعاج

□ معامل الدرفلة العنقودية Cluster (Send zimir) : وهي معامل تم تطويرها للدرفلة الباردة لإنتاج الصفائح الرقيقة من المعادن عالية المقاومة. شكل (٣-٤-د) شكل (٣-٧).



شكل (٣-٧) صورة لدرافيل عنقودية

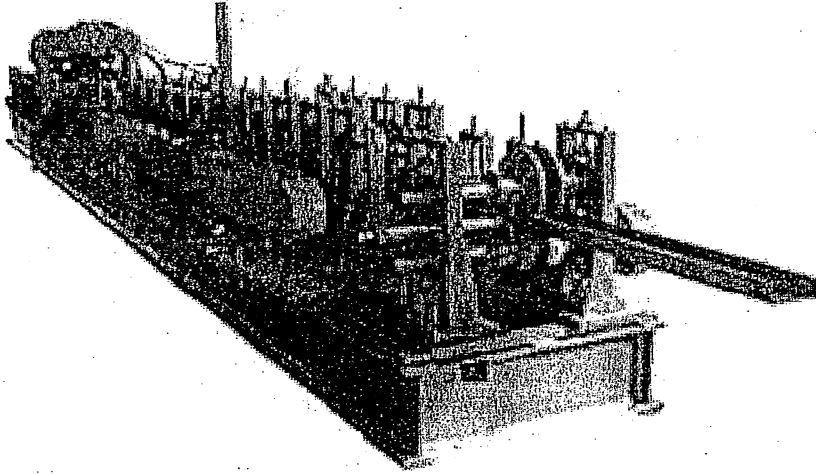
□ معامل الدرافيل الترادفية Tandem rolls : تتم درفلة المعدن هنا باستمرار من خلال عدد من المراحل Stands مع تقليل سمك المعدن المدرفل. كل مرحلة تحوي مجموعة من الدرافيل المسيطر عليها. و مجموعة المراحل هذه تسمى قطار (Train). ومن ذلك فان سرعة المعدن الخارج من كل مرحلة يجب ان تكون مناسبة لدخول المرحلة اللاحقة ويتم ذلك باستخدام أجهزة الكترونية وحاسبات تسيطر على سرعة الدرافيل والحيز المفتوح بينها. شكل (٣-٤ - س) شكل (٣-٨).



شكل (٣-٨) مخطط يوضح عمل معمل درفلة ترادفي

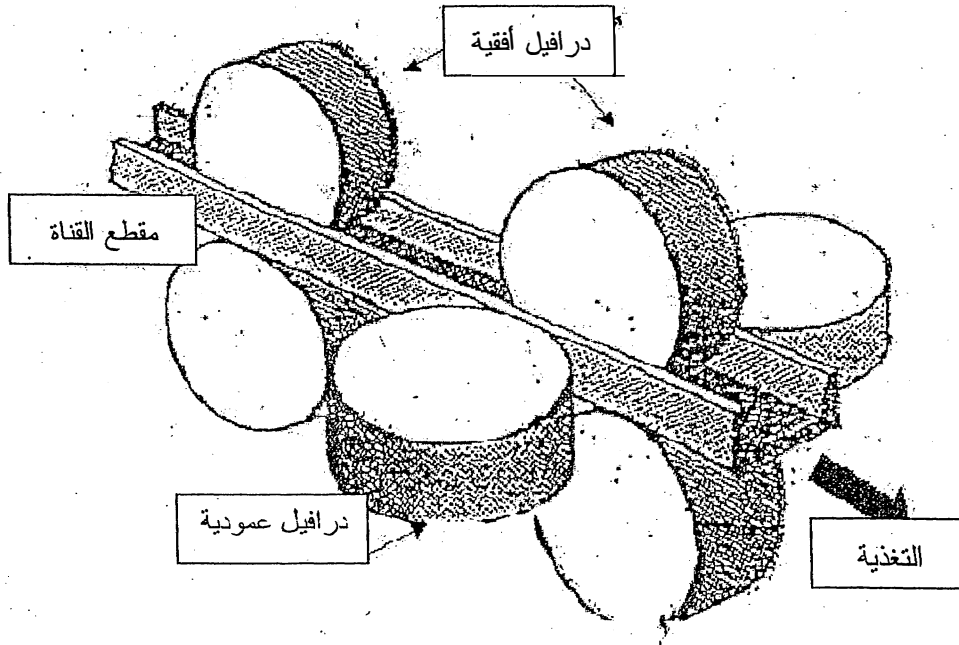
٣-٦ الدرفلة التشكيلية Shape Rollig

- شبيهة بالدرفلة المستقيمة: لكن الدرافيل تحوي على محيطها تشكيلات تناسب المقطع المطلوب انتاجه .
- تستعمل لإنتاج و درفلة معادن باستقامة وطول كبير كمقاطع البناء الفولاذية (مثل I-beam . solid bar و السكك الحديدية). شكل (٣-٩).
- تحتاج هذه الدفلة الى اشواط متعددة وذلك لان المقطع يتم تشكيله تدريجياً شيئاً فشيئاً خلال كل مرحلة. وانظر الشكل (٣-١١) ، شكل (٣-١٢) مثال على درفلة الشكل H .

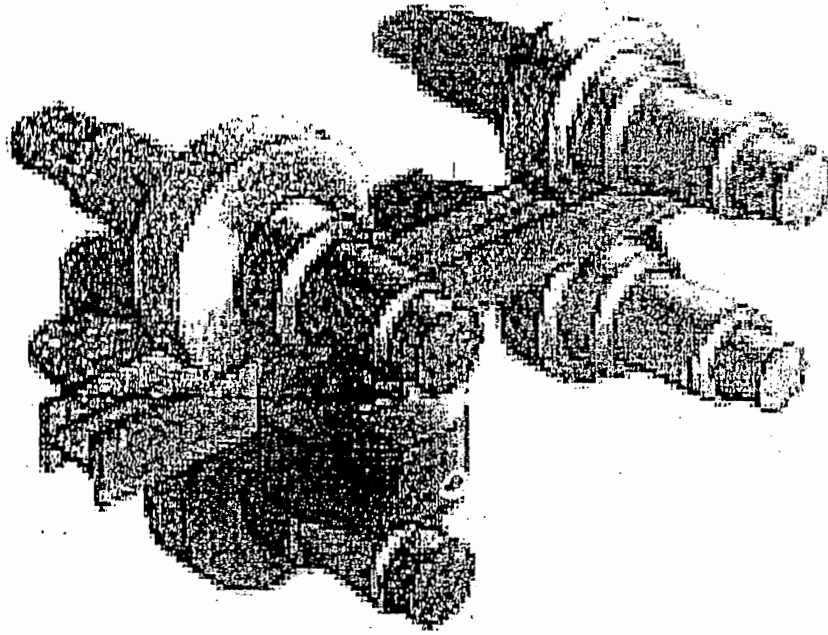


شكل (٣-٩) خط درفلة لإنتاج مقطع C

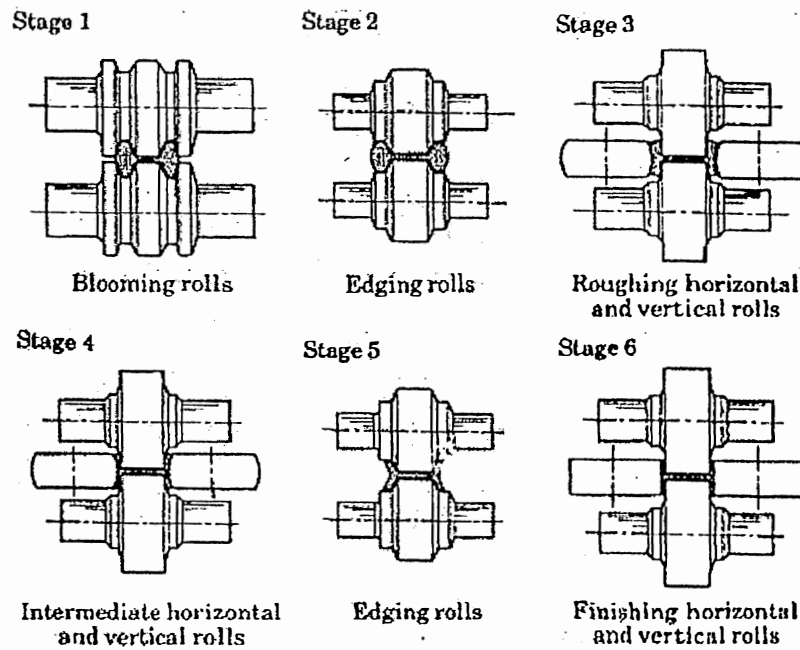
□ تصميم الدرافيل يتطلب خبرة كبيرة (لتجنب حدوث العيوب الخارجية والداخلية ولضبط الأبعاد ولتقليل بليان الدرافيل).



شكل (٣-١٠) إنتاج مقطع C بواسطة الدرفلة



شكل (١١-٣) انتاج مقطع H بواسطة الدرفلة



شكل (١٢-٣) مراحل درفلة جزء ذو المقطع H

قلم المخرطة

- ✓ القلم العادى يستخدمه العامة لتشكيل الحروف والكلمات على الورق ..
- ✓ أما أداة القطع على المخرطة فيستخدمها الفنيون لقطع وتشكيل المعادن
- ✓ حسب المواصفات المطلوبة ، لذلك فقد سُميت هذه الآلة القاطعة بقلم المخرطة .
- ✓ يعتبر القلم هو الأداة القاطعة الرئيسية للمخرطة .. أما أشكال وأحجام
- ✓ أقلام فهي تتعدد ويختلف استخدام كل منها عن الآخر باختلاف عمليات
- ✓ القطع المطلوبة .
- ✓ يتأثر الحد القاطع بقلم المخرطة أثناء عمليات قطع المعادن المختلفة
- ✓ لضغوط عليه تصل إلى 400 كجم / مم² ودرجات حرارة مرتفعة تصل إلى
- ✓ 800° م الأمر الذى يؤدي إلى تغير شكل الحد القاطع نتيجة للتآكل ويصبح
- ✓ القلم بعد فترة غير صالح للاستمرار للقطع ويأزم لذلك نزع وإعادة تجليته
- ✓ وهذا يضعف فى الوقت ويؤثر على الاستهلاك السريع لعدد القطع .
- ✓ لذلك تصنع الآلات القاطعة بصفات وعناصر أساسية تجعلها قادرة على
- ✓ التحمل والصمود أمام المعادن المختلفة المطلوب قطعها .

المعادن المختلفة لصنع الآلات القاطعة :

- تختلف معادن الآلات القاطعة بعضها البعض وذلك باختلاف العمليات
- الصناعية المطلوبة من أجلها .
- على سبيل المثال (الأجنة - سلاح المنشار - المبرد - قلم المخرطة -
- البنطة - ذكر القلاووظ - البرغل) كلها آلات قاطعة تختلف سرعة القطع
- بكل منها باختلاف معدن صنعها ، كما تتدخل عوامل أخرى مثل (
- عمر آلة القطع - القدرة الإنتاجية - التكلفة) . لذلك تصنع بعض الآلات
- بحدود قاطعة ذات صلادة حيث تختلف صلادة الرأس عن البدن وذلك
- للتداول بالأسواق التجارية بأسعار معتدلة . ويمكن تليخيص المعادن
- المستخدمة لصنع الآلات القاطعة فى الآتى : -

1 - الصلب الكربونى :

- يحتوى على نسبة 0.9 : 1.4٪ من وزنه كربون ويعتبر من أرخص
- أنواع الصلب . من عيوبه أنه لا يتحمل سرعات القطع العالية . لذلك
- يستخدم فى صناعة البراغل وذكور ولقم القلاووظ والمبارد وأسلحة المنشار .

2 - الصلب المخلوط بنسبة منخفضة :

يحتوي على خليط بنسب منخفضة من العناصر الأساسية . يتحمل سرعات قطع أعلى من الصلب الكربوني .. لذلك فهو أصلد وأمتن وبالتالي فإن ثمنه يزيد عن ثمن الصلب الكربوني .

يستخدم في صناعة البنى وأقلام المخارط .

3 - الصلب المخلوط بنسبة عالية (الصلب انسيباني) :

يسمى أيضا بصلب السرعات العالية . يحتوي على نسبة كبيرة من العناصر الأساسية للخليط الذي يصل إلى 25 % من وزنه . من مميزاته أنه يتحمل سرعات القطع العالية أكبر بنسبة 3 مرات عن سرعة القطع بالصلب الكربوني . لذلك فإنه أعلى أنواع الصلب . يستخدم في صناعة أقلام المخارط وسكاكين الفرايز .

4 - اللقم الكريديية :

تمتاز اللقم الكريديية بقوة صلابتها وصمودها لدرجات الحرارة العالية جداً التى تصل إلى 900° م وأيضاً عدم تأكلها رغم ارتفاع سرعة القطع التى تصل إلى 4 مرات عن سرعة القطع بالصلب الكربوني . تستخدم اللقم الكريديية بتثبيتها بأقلام المخارط والبنى . تثبيت اللقمة الكريديية بجسم القلم المصنوع من الصلب المتوسط الصلادة بواسطة لحام النحاس كما تثبت هذه اللقم ميكانيكياً بالربط وذلك لسهولة إستبدالها عند كسرها . من عيوب اللقم الكريديية أنها لاتحمل التبريد المفاجئ ، حيث إنها تشقق وتقصف وأيضاً إنها معرضة للكسر عند الخراطة الغير منتظمة والتي يكثر بها الصدمات . لذلك يجب التعامل معها بحرص شديد لإختلافها عن أنواع الصلب المختلفة .

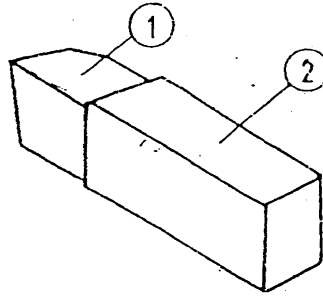
الصفات الواجب توافرها فى الآلات القاطعة :

الآلات القاطعة بصفة عامة وأقلام الخراطة بصفة خاصة يجب أن تتوفر بها صفات أساسية لكي تكون قادرة على قطع المعادن المختلفة أكبر مدة ممكنة دون أن يتغير شكلها أو تفقد صلابتها وخواصها وهى كالآتى :-

- 1- الصلادة .
- 2- المتانة .
- 3- التحمل .
- 4- مقاومة التأكل .

الأجزاء الرئيسية لقلم المخرطة :

قلم المخرطة شكل 30 باختلاف أشكاله وأحجامه يتكون من جزئين أساسيين هما : -



شكل 30

الأجزاء الرئيسية لقلم المخرطة

1- الرأس :

هو الجزء الأمامي (الجزء القاطع) وهو أهم أجزاء القلم حيث يحدد به

- زوايا القطع المختلفة التي وضع شكل القلم واتجاهه .
- يستعمل الرأس لقطع المشغولات المعدنية المختلفة .

2- النصباب :

هو الجزء الخلفي للقلم - يستعمل للثبيت في الحامل بالمخرطة .

أشكال أقلام المخرطة

تختلف أشكال وأنواع أقلام الخراطة باختلاف نوع العمل المطلوب من أجله واتجاه التغذية وأيضا معدن القطعة المطلوب تشغيلها .

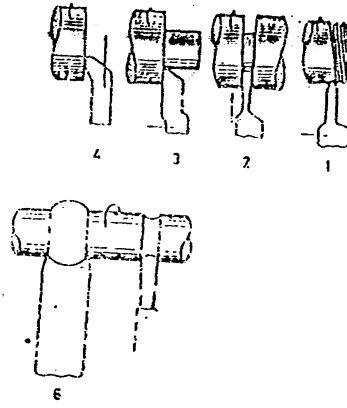
الأقلام الخارجية :

توجد أقلام مختلفة متعددة التي تستخدم للمخرط الخارجي وذلك

بإختلاف العمليات الصناعية المطلوب تشغيلها .

شكل (31) يوضح بعض أقلام الخراطة التي تستخدم للمخرط

الخارجي وهي في وضع التشغيل .



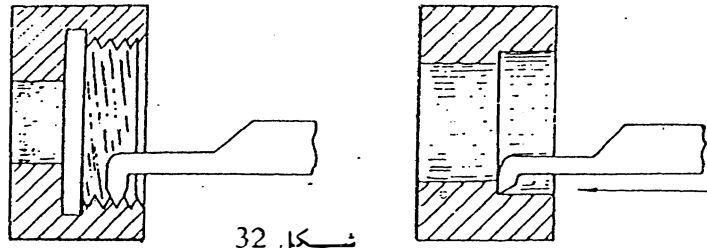
شكل 31

بعض لأشكال أقلام المغارط

- 1- قلم قلاووظ مثلث خارجي 60' أو 55' .
- 2- قلم فصل (قطع) .
- 3- قلم جنب يمين .
- 4- قلم جنب يمين للتسوية .
- 5- قلم قوس داخلي (محدب) .
- 6- قلم قوس خارجي (مقعر) .

الأقلام الداخلية :

توجد أقلام للتشغيل الداخلي مثل قلم الخطر الداخلي وقلم القلاووظ المثلث الداخلي 60' أو 55' شكل (32) كما توجد أقلام أخرى لقطع القلاووظات المختلفة وقطع المجاري الداخلية وغيرها .



شكل 32

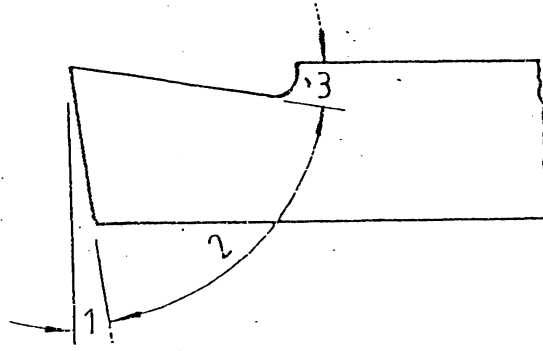
قلم قلاووظ مثلث داخلي (60)

قلم خطر داخلي

تذكر أن :

- 1 - أقلام الخراطة بصفة عامة أيًا كان نوعها أو شكلها يجب استخدامها بالطريقة الصحيحة بحيث تكون التغذية من الجهة الأمامية للحد القاطع .
- 2 - لا يوجد اختلاف بين أقلام الخراطة (التشغيل والتفصيل) إلا في حالة واحدة فقط وهي تجليخ الحد القاطع لقلم التفصيل (الشكل 33) .

الزوايا الرئيسية للحد القاطع للصلب
تختلف أقلام الخرطة باختلاف نوع العمل المطلوب .. فإنها تتحدد حسب
الاختلاف في شكل الأقسام .. شكل (35) يوضح الزوايا الرئيسية للحد القاطع
للصلب .
الزوايا الرئيسية للحد القاطع للصلب



شكل 35

الزوايا الرئيسية للحد القاطع للصلب

1 - زاوية الخلوص

2 - زاوية التحميل .. أو زاوية القلم

3 - زاوية الجرف

تختلف هذه الزوايا من قلم لآخر باختلاف نوع معدن قطعة التشغيل .
فمثلاً الزهر - الصلب - النحاس الأحمر - النحاس الأصفر - الألمونيوم ..
كلها معادن تختلف خصائص كل منها عن الأخرى .. وبصفة عامة تزيد
زاوية التحميل أو زاوية القلم وتقل زاوية الجرف كلما زادت صلادة معدن
قطعة التشغيل ، وأقرب مثال لذلك هو عند قطع معدن طرى مثل الألمونيوم
ومعدن آخر ذي قوة وصلادة عالية مثل الزهر الناشف .. تكون زوايا الحد
القاطع للقلم لكل منهما كالآتي :-

نوع معدن قطعة التشغيل	زاوية الخلوص 1	زاوية التحميل 2	زاوية الجرف 3
المونيوم نقي	10°	40°	40°
زهر	3°	37°	صفر

أهمية زوايا الحد القاطع لقلم المخرطة

الغرض من زوايا الحد القاطع التي تحدد قيمتها عند سن وتجليخ القلم ، هو مساعدته للتغلغل بالسطح الخارجى أو الداخلى لقطعة التشغيل ليقتطع منها جزء على هيئة رايش لتشكيلها حسب المطلوب ، ويتضح أهمية هذه الزوايا والغرض منها فيما يلى : -

زاوية الخلوص :

الغرض منها هو تجنب الإحتكاك بين فخذ القلم وقطعة التشغيل .

زاوية الجرف :

الغرض منها هو سهولة إنسياب الرايش المنزوع من سطح قطعة التشغيل .

زاوية التحميل :

هى الزاوية المحصورة بين زاوية الخلوص وزاوية الجرف وتحدد قيمتها حسب معدن المشغولة التي تتعامل معها والمواد المصنوعة منها أداة القطع (القلم) .

تذكر ان :

تزيد زاوية التحميل عند التعامل مع المشغولات الصلدة وتقل تدريجياً عند التعامل مع المشغولات الأتقل صلادة أو الطرية .

العوامل التى تؤثر بالحد القاطع لقلم المخرطة أثناء القطع

أثناء عملية القطع يتعرض الحد القاطع لقلم المخرطة لإجهادات كبيرة نتيجة لتغلغله بالمعدن المراد قطعه الذى ينتج عنه نزع جزء من سطح المعدن على هيئة رايش وإرتفاع شديد لدرجة الحرارة بمنطقة القطع والحد القاطع وتغيير لون الرايش نتيجة لقوة وشدة الإحتكاك وسرعة القطع من اللون الأبيض المعدنى الى الأصفر الى الأزرق ، يكون نتيجته رداءة سطح قطعة التشغيل وتلف الحد القاطع . وفى هذه الحالة يجب فك القلم وإعادة سنه (تجليخه) ثم تثبيته بالوضع الصحيح أو فكّه وتثبيت قلم آخر .. وهذا بسبب الجهد وضياح الجهد وضياح الوقت .

لذلك وللمحافظة على الحد القاطع للقلم وعدم إستهلاكه وللحصول على أسطح ملساء .. يجب إستخدام سائل التبريد أثناء التشغيل أو عند الحاجة

إلى ذلك .

⑥

وسائل التبريد

إستخدام سائل التبريد يقلل من إرتفاع حرارة الحد القاطع الناتجة من قوة احتكاكه وتغلغله بسطح الشغلة لنزع جزء منها على هيئة رايش أثناء عملية القطع حيث تنتقل الحرارة المتولدة من عملية القطع وقوة الاحتكاك الى سائل التبريد المستخدم ليعطى المزايا الآتية :-

- 1 - يحافظ على الحد القاطع لأداة القطع ويزيد من عمره .
- 2 - يحافظ على أداة القطع ومعدن قطعة التشغيل فى درجة حرارة منخفضة .
- 3 - يمنع تلويث قطعة التشغيل الناتجة عن إرتفاع درجات الحرارة المتولدة من قوة القطع .
- 4 - يمنع الأدخنة والضباب التى قد تتصاعد من عملية القطع .
- 5 - يساعد على إزالة الرايش وخاصة فى عمليات الثقب .
- 6 - يمنع التحام الرايش بالحد القاطع لأداة القطع .
- 7 - وسائل التبريد المستخدمة بها زيوت تساعد على المحافظة على قطعة التشغيل والماكينة من الصدأ .
- 8 - يمكن زيادة عمق وسرعة القطع مما ينتج عنه إنخفاض فى زمن التشغيل .
- 9 - نعومة وجودة أسطح التشغيل .
- 10 - إستخدام سائل التبريد أثناء القطع يقلل من إرتفاع حرارة قطعة التشغيل ويقلل من تمددها لتعطى قياسات أدق .

(7)

العوامل الأساسية التي تؤدي إلى دقة التشغيل

- 1 - عدم إمتزاز المخرطة أثناء التشغيل .
- 2 - عدم وجود أى خلوص بالأجزاء المتحركة بالمخرطة .
- 3 - تثبيت قطعة التشغيل بربطها جيدا بالظرف .
- 4 - اختيار قلم المخرطة المناسب لتشغيل الجزء المطلوب بحيث تكون زوايا الحد القاطع حادة وتناسب معدن قطعة التشغيل .
- 5 - تثبيت القلم بربطه جيدا بالبرج حامل القلم بشكل مستوى بحيث يكون الحد القاطع بمستوى محور الذبنتين .
- 6 - فى حالة زيادة طول قطعة التشغيل عن 100 مم يجب استخدام ذنبية الفرااب المتحرك .
- 7 - تحديد سرعة القطع والتغذية المناسبة لقطر الشغلة ونوع معدنها .
- 8 - يجب استخدام قلم المخرطة بمهمته المخصص لها فقط وحسب إتجاه الحد القاطع .
- 9 - استخدام أدوات القياس المناسبة والمحافظة عليها .
- 10 - استخدام سائل التبريد عند الحاجة اليه .

تذكر أن :

فى جميع الحالات وخاصة أثناء خراط السطح الجانبى للمشغولات يجب أن يكون الحد القاطع للقلم بمستوى محور الذبنتين تماما .

8

عناصر القطع الأساسية بالمخرطة : The main parameter of the cutting

ترافق عملية تشغيل المعادن بالقطع انفصال طبقة من المعدن من سطح المشغولة ، وذلك لغرض الحصول على قطعة تشغيل حسب الشكل والمقاس ودرجة التشطيب المطلوبة .

ولإجراء عملية القطع ، لابد أن تتحرك كل من الشغلة والعدة القاطعة حركات بالنسبة لبعضهما البعض (حركة دائرية – حركة تغذية – حركة تعميق) ، ونتيجة لهذه الحركات ينزح الحد القاطع لقلم المخرطة الطبقات الزائدة عن الحاجة من القطعة التي يجري تشغيلها على شكل ريش .

ولكى يتمكن فني المخرطة من تشغيل جميع الأجزاء المطلوبة تشغيلاً صحيحاً ، بحيث يصل إلى أفضل النتائج الممكنة من حيث التشغيل والمحافظة على العدة القاطعة ، فإنه يجب عليه التعرف والإلمام بمدى إرتباط عناصر القطع الأساسية بعضهم ببعض .. وكالاتي :-

السرعة :

SPEED

تعتبر سرعة القطع من أهم عوامل التشغيل ، حيث يتوقف عليها زمن القطع وحياة الحد القاطع ، وعلى سبيل المثال فإنه يمكن إيجاد متوسط السرعة عند الانتقال من مكان إلى آخر (مسافة) في زمن معين .

سرعة القطع :

Cutting Speed

هي مسافة تحرك محيط قطعة التشغيل أمام الحد القاطع في الدقيقة الواحدة ، وبالتأمل نرى أن ماكينات التشغيل ذات القطع الدائري مثل المخارط – الفوايز – المثاقب – آلات التجليخ .. تدور بسرعات تقدر بعدد الدورات في الدقيقة (r.p.m) مع أن سرعات القطع هي سرعة خطية Linear تقدر بوحدة طولية في الدقيقة ، وتعرف بأنها المسافة التي تقطعها العدة (قلم المخرطة) مقدرة بالمتر في الدقيقة (m / min) ويرمز لها بالرمز v ، وحيث يرتبط محيط قطعة التشغيل بسرعة الدوران .. أي ترتبط السرعة الخطية أو السرعة المحيطية مع سرعة الدوران ، بذلك يمكن إيجاد سرعة القطع من العلاقة التالية :-

$$ع = \frac{\pi \times \phi \times N}{1000} = \dots \text{ م/د} \quad \text{أو} \quad v = \frac{\pi \times d \times N}{1000} = \dots \text{ m / min}$$

حيث ع أو v سرعة القطع (متر/دقيقة). m / min

π أو π ... النسبة التقريبية ($\frac{22}{7}$) أو 3.14

ϕ أو d قطر المشغولة بالمليمترات mm

$\pi \times \phi$.. أو πd ... محيط المشغولة بالمليمترات mm

ن أو n عدد الدورات في الدقيقة (r.p.m)
1000 تعنى التحويل من المليمترات إلى أمتار.

ملاحظة :

نظراً لكبر الرقم الناتج لسرعة القطع عند استخراجه بالمليمتر/دقيقة m / min ، لذلك يقسم الناتج على 1000 للحصول على سرعة قطع بالمتر/الدقيقة m / min .

ومن الناحية العملية فإن سرعة القطع في عمليات الخراطة تتغير تغيراً عكسياً بالنسبة إلى صلادة المادة المراد تشغيلها .. أى كلما كان الجزء المراد تشغيله أكثر صلادة .. كلما إنخفضت سرعة الدوران ، ويجب ألا تزيد سرعة القطع في أى حال من الأحوال عن المعدل النموذجي للأسباب التالية :-

1. تجنب فقدان الحد القاطع لقلم المخرطة صلابته من خلال درجات الحرارة المرتفعة التي تؤدي إلى سرعة تآكله وإعادة تجليخه مرة أخرى .
2. تجنب الأضرار التي تلحق بالمخرطة .
3. تجنب تحريك قطعة التشغيل من بين فكوك ظرف المخرطة ، أوذبذبها أثناء عملية الخراطة .. مما يؤدي إلى عدم جودة أسطح التشغيل .

مثال 1 :

يراد تشغيل عمود إسطوانى على المخرطة ، إذا علمت أن قطره 100 mm وعدد اللفات في الدقيقة 150 r.p.m أوجد سرعة القطع ؟
الحل :

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$$

$$= \frac{3.14 \times 100 \times 150}{1000} = 47.1 \text{ m/min}$$

مثال 2 :

يراد تشغيل جزء معدنى على المخرطة ، إذا علمت أن قطره 50 mm ، وسرعة القطع 25.12 m/min . أوجد عدد لفات ظرف المخرطة في الدقيقة ؟
الحل :

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}$$

$$= \frac{1000 \times 25.12}{3.14 \times 50} = 160 \text{ r.p.m}$$

في حالة عدم وجود السرعة المستنتجة بجدول سرعات المخرطة ، فإنه يجب إختيار سرعة الدوران التالية لها في الصغر ، هذا يعنى أن السرعة المناسبة لدوران ظرف المخرطة بالعدالة السابقة هي 130 لفة / دقيقة .

سرعة القطع والدوران :

CUTTING SPEEDS & ROTATION

تعتمد سرعة دوران المخرطة (عدد اللفات في الدقيقة .. r.p.m) على قطر قطعة التشغيل وسرعة القطع الماخـتارة.

توجد جداول سرعات القطع على لوحات معدنية مثبتة على واجهة الماكينات ، والتي يوصى باستخدامها نتيجة للأبحاث والتجارب السابقة .

وعادة فإن سرعة القطع تعتمد على عدة عوامل .. وهي كالآتي :-

1. قطر الشفلة المراد قطعها .
2. معدن الشغلة .. زهر - صلب - نحاس - ألومنيوم ... الخ .
3. مادة أداة القطع .. صلب كربوني - صلب سرعات عالية - لقم كربيدية أو مواد سيراميك قاطعة الخ .
4. عمر العدة القاطعة .
5. شكل زوايا الحد القاطع .
6. مقدار عمق القطع والتغذية .. (مساحة مقطع الرايش) .
7. درجة جودة الأسطح .. (تخشين - تنعيم) .
8. نوع التشغيل .. (خراطة - ثقب - برغلة)
9. استخدام سائل تبريد .
10. قدرة وكفاءة المخرطة .

سرعة القطع الإقتصادية :

Economic Cutting Speed

تعتمد سرعة القطع الإقتصادية على كل من مادة قطعة التشغيل ، وقوة مقاومة الحد القاطع للعدة (لقلم المخرطة أو الثاقب) ، وجودة السطح المراد تشغيله ، وعمر أداة القطع ، ومساحة مقطع الرايش ، وقدرة الماكينة .

التغذية :

Feeding

هي المسافة التي يتقدمها الحد القاطع لقلم المخرطة أثناء دوران القطعة المعرضة للتشغيل خلال دورة واحدة .. وحدة قياسها هي الملليمتر / لفة .. (mm / rev)

.. يرمز لها بالرمز F . تجرى التغذية بالطرق اليدوية أو الآلية . ويمكن تحديد مقدار التغذية للخراطة الطولية من العلاقة التالية :-

$$f = \frac{A}{a} = \dots \text{ mm / rev}$$

$$T_a = \frac{L}{f * n} = \dots \text{ min}$$

حيث f ... مقدار التغذية بالمليمتير / لفة .. mm / rev

A ... مساحة مقطع الرايش المربع .. mm^2

a ... عمق القطع بالمليمتير .. mm

t_a ... زمن التشغيل الفعلي بالدقيقة .. min

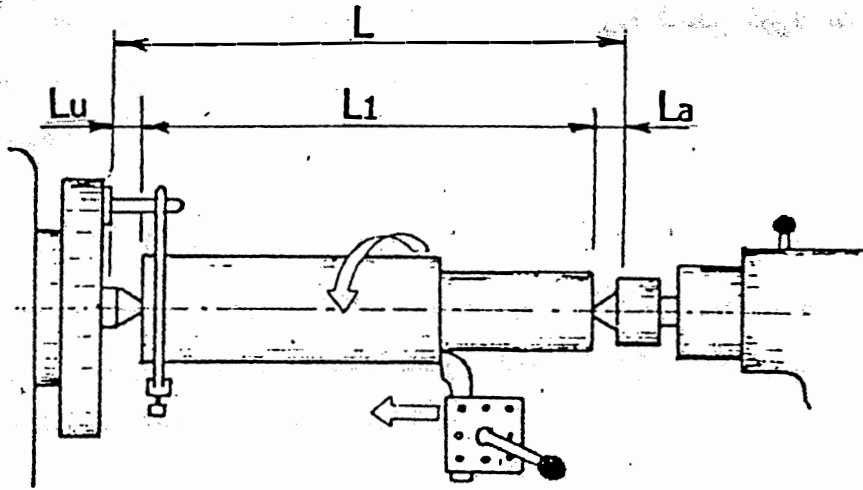
n ... عدد الدورات في الدقيقة .. r.p.m

L ... مسافة الخراطة الطولية بالمليمتير .. mm ، وهي كما هو موضح

بشكل 2-6 ، عبارة عن طول المسافة المقطوعة = بداية الخلو

$L_a + (\text{طول الجزء الذي تم خراطته } L_1) + \text{نهاية الخلو } L_u$

$$L = L_u + L_1 + L_a$$



شكل 2-6

حساب الطول الكلي للمشغولة

مثال 3:

يراد تشغيل عمود أسطوانى طوله $L = 600 \text{ mm}$ بتغذية f مقدارها 0.5 mm/rev ، إذا علمت أن عدد دوران قطعة التشغيل n هي 50 r.p.m . أوجد زمن التشغيل t_a ؟

الحل :

زمن التشغيل

$$T_a = \frac{L}{f * n}$$

$$= \frac{600 \text{ mm}}{0.5 \text{ mm / rev} * 50 \text{ r.p.m}} = 24 \text{ min}$$

مثال 4:

احسب زمن تشغيل خراطة طولية لمشغولة إذا علمت الآتى :-

- $D = 75 \text{ mm}$
- $L_1 = 390 \text{ mm}$
- $L_a = 5 \text{ mm}$
- $L_u = 5 \text{ mm}$
- $N = 75 \text{ r.p.m}$
- $V = 20 \text{ m/min}$
- $S = 0.5 \text{ mm/min}$

12

الحل :

حساب الطول الكلي L

$$L = L_a + L_1 + L_u \\ = 5 + 490 + 5 = 500 \text{ mm}$$

$$V = \frac{TT * d * n}{1000}$$

$$n = \frac{1000 * 20}{3.14 * 80} = 79.6 \text{ r.p.m}$$

زمن التشغيل

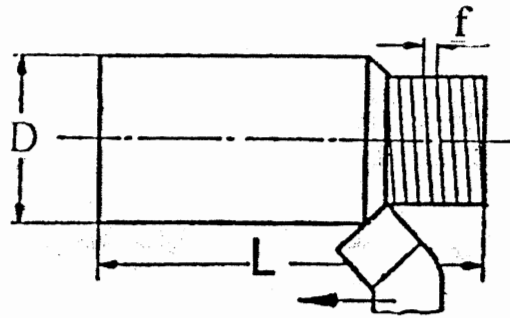
$$t_a = \frac{L}{F * n} = \frac{500}{0.5 * 79.6} = 12.59 \text{ min}$$

∴ زمن التشغيل = 13 min

ملاحظة :

لا تتفق القيمة المحسوبة لسرعة الدوران بصفة عامة مع القيمة الممكن ضبطها على المخرطة .. لذلك تأخذ سرعة الدوران التالية في الصغر من القيمة المحسوبة .
زمن التشغيل ومقدار التغذية للخراطة الطولية:

يمكن إيجاد مقدار التغذية f في الخراطة الطولية الموضحة بشكل 2 - 7 وأيضا زمن التشغيل t_a ، في حالة معرفة سرعة القطع V_c من خلال العلاقة التالية :-



شكل 2 - 7

حركة التغذية بالخراطة الطولية

$$f = \frac{L * TT * d}{t_a * V} = \dots \text{mm / rev}$$

$$t_a = \frac{L * TT * d}{f * V} = \dots \text{min}$$

حيث D ... قطر الشغلة الخام بالمليمتر .. mm

L ... طول مشوار القلم بالمليمتر .. mm

f ... مقدار التغذية بالمليمتر / لفة .. mm / rev

v ... سرعة القطع بالمليمتر .. m / min

n ... عدد اللفات في الدقيقة .. r.p.m

f1 ... عدد مرات القطع

13

مثال 5

يراد تشغيل عمود اسطوانى طوله (L) 600mm وقطره (d) 0.125 m إذا علمت أن سرعة القطع (V) قدرها 20 m / min والتغذية (f) مقدارها 0.5 mm . أوجد زمن التشغيل ta ؟

الحل :

$$ta = \frac{L * TT * d}{f * V}$$
$$= \frac{600 * 3014 * 0.125}{0.5 * 20} = 23.5$$

مثال 6

يراد خراطة عمود قطره (d) 100 mm بسرعة دوران (n) 80 r.p.m . أوجد مقدار سرعة القطع V ؟

الحل :

$$V = \frac{TT * d * n}{1000}$$
$$= \frac{3.14 * 100 * 80}{1000} = 25.12 \text{ m/min}$$