القسم الرابع

تشغيل المعادن بالضغط

obeikandl.com

obeikandl.com

الباب الحادى والعشرون

مفهوم تشغيل المعادن بالضغط

obeikandl.com

obeikandl.com

من الطرق المتطورة لتشغيل المعادن فى الصناعات الميكانيكية العامة و الخاصة تستعمل على نطاق واسع طريقة تشغيل المعادن بالضغط، و تجرى على الساخن و البارد و تعتمد الطرق المختلفة لتشغيل المعادن بالضغط، و تجرى خواصها اللدينية، اى على قدرتها على تغيير ابعادها و شكلها تحت تأثير القوى الخارجية المؤثرة عليها دون ان تتحطم، مع احتفاظها بالشكل الذى اكتسبته بعد ازالة القوى الخارجية، و عند تشغيل المعادن بالضغط تتغير كذلك خواصها الميكانيكية و بنيتها ومن الانواع الرئيسية لتشغيل المعادن بالضغط : الدلفنة، سحب الاسلاك، الطرق و الكبس و البثق .

1) الدلفنة (الدرفلة) :

و هى عملية ضغط المعدن بين الاسطوانتين الدائرتين (الدلفينين) لماكينة الدلفنة .

2) سحب الاسلاك :

و يتلخص فى سحب الخامة (قضيب او سلك) خلال الفتحة المطلوبة للوحة السحب .

3) الطرق و الكبس :

و تجرى باستعمال المطارق و المكابس، فاذا كان الطرق يجرى بين سطحين مستويين يسمى بالطرق الحر، اما اذا كان يجرى باستعمال تجهيزات خاصة (قوالب الكبس او الاسطمبات) يسمى بالكبس فى الاسطمبات و الكبس فى الاسطمبات يمكن ان يكون فراغيا او مستويا . ففى الحالة الاولى تكون الخامة عبارة عن قضيب او مسبوكة و فى الحالة الثانية عبارة عن لوح .

obeikandl.com

4) البثق :

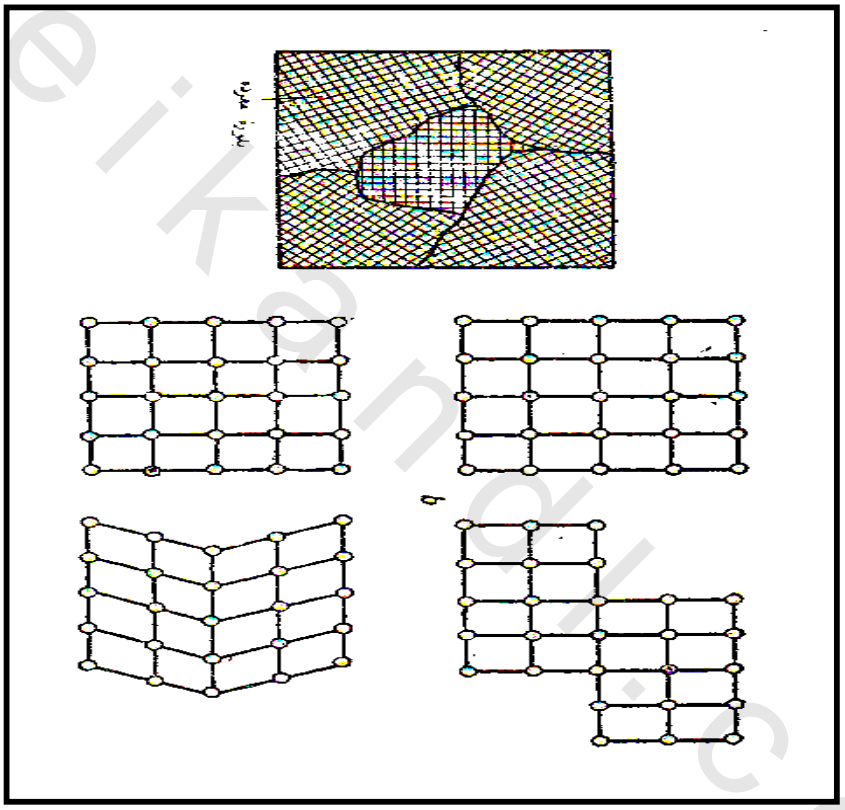
و يتلخص فى ضغط المعدن الموجود بقالب مغلق حتى يبثق من فتحة خاصة به و تنتج بالبثق المواسير و القضبان من المعادن و السبائك المختلفة .

و دلفنة و طرق و كبس المعادن فىالاسطمبات ذات اهمية كبيرة فى الصناعات الميكانيكية الحديثة و لتحسين عملية تشغيل المعادن بالضغط يستعمل الكبس فى اسطمبات على الساخن بدلا من الطرق الحر بقدر الامكان، و يمكن تحقيق هذا بتطوير انتاج المعدات اللازمة لذلك، و يزداد استعمال الكبس على الساخن فى اسطمبات لصناعة اجزاء اكبر و اثقل و هى اكثر الاجزاء صعوبة فى التشغيل بالضغط فى ورش الحدادة و قد بدء اخيرا فى استعمال المعادن المدلفنة ذات المقطع الدروى و المقطع المتغير على نطاق واسع مما يسهل كثيرا من تصميمات الاسطمبات و يقلل صعوبة العملية و ينقص استهلاك المعدن من 15 – 20 ٪ .

1- مقتطفات من نظرية التشكل اللدينى للاجسام :

يعتبر المعدن فى الحالة الصلبة كما هو معلوم جسما كثير البلورات (شكل 124، a) اى جسما يتكون من عدد كبير من الحبيبات ذات الشكل الهندسى غير المنتظم التى تسمى بالبلورات المنفردة (مونوكريستال) و لتشكل المعدن لدينيا يعرض لاجهاد يزيد على حد المرونة و يقل عن المقاومة القصوى و يمكن تصور التشكل كمجموع التشكل اللدينى للبلورات المنفردة و تكون التشكل اللدينى للبلورة المفردة اساسا نتيجة لازلاق مجموعة من الشبكات البلورية بالنسبة للاخرى . (شكل 124، b) و يحدث الانزلاق بصفة اساسية فى اكثر المستويات ازدحاما بالذرات و تكون ظاهرة الانزلاق مصحوبة

فى الاعادة بازدواج ميكانيكي (شكل 124 ، c) و به يدور جزء من البلورة الوحيدة الو وضع متماثل مع وضع الجزء الاخر و بزيادة درجة التشكل تدور الحبيبات و تتكسر و تمتد اجزاؤها باتجاه التشكل مكونة بنية ليفية و هكذا فان التشكل اللدينى للمعدن يكون مصحوبا بصغر حبيباته ويعتبر التشكل اللدينى للمعدن فى الحالة الباردة من خواصه الميكانيكية



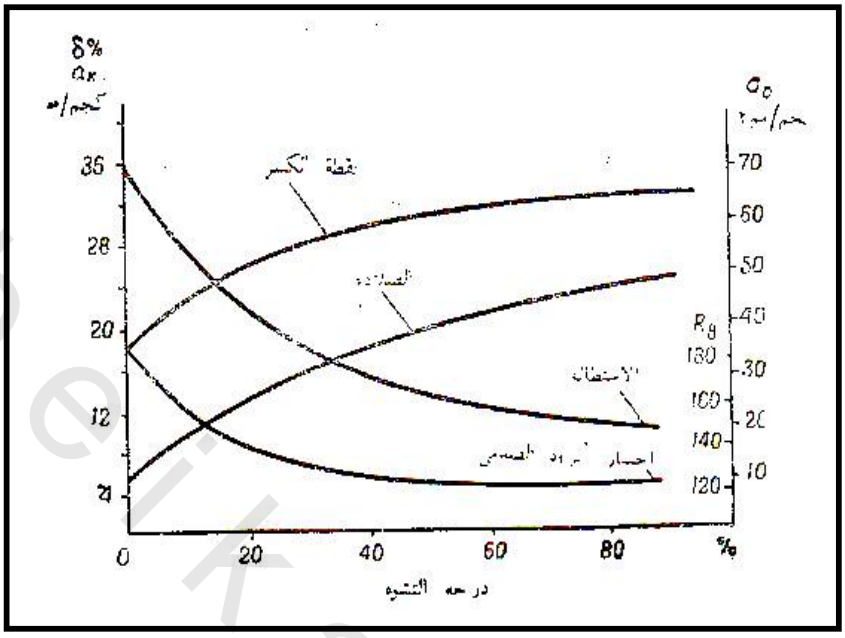
شكل رقم 124 ، التشكل التلدينى لجسم كثير البلورات :

a- جسم كثير البلورات .

b- شكل تقليل للانزلاق .

c- شكل تخطيطى للتثنية (twinning) .

obeikandl.com



شكل رقم 125 ، تغير الخواص الميكانيكية للصلب (2 ٪ C) عند معاملته بالضغط على البارد .

و الطبيعية – الميكانيكية تغييرا كبيرا فتزداد مقاومته وصلادته و تنخفض استطالته النسبية و مقاومته للصدمات (شكل125) كما تنخفض مقاومته للصدأ و توصيله للكهرباء .

ويسمى تغير خواص المعدن المتشكل على البارد بالتقوية بالتشكيل على البارد ، و عند عدم كفاية درجة التشكل تكون هذه التقوية سطحية ، و يكون المعدن المشكل على البارد فى حالة غير مستقرة نظرا لتشوه الشبكات البلورية ، و لهذا فهو يميل الى الوصول الى حالة اكثر استقرارا و تسمى هذه الظاهرة التى تؤدى الى زوال المتانة المكتسبة بالعودة او الترييح ، و لكن العودة تحدث ببطء شديد ، و تلعب اعادة التبلور الدور الاساسى فى زوال المتانة المكتسبة ، و تتلخص ظاهرة

اعادة التبلور فى ظهور مراكز للتبلور فى المعدن المشكل تنشأ و تنمو حولها الحبيبات الجديدة من انقاض الحبيبات المشكلة، فيتخذ المعدن بنية متساوية المحاور غير موجهة يمكن تشكيلها اكثر . و حسب معلومات الاكاديمى بوشفرفان درجة اعادة التبلور المطلقة للمعادن النقية تقدر بنحو 0.4 من درجة الانصهار المطلقة .

اى أن :

T^o المطلقة لاعادة التبلور = T المطلقة للانصهار 0.4

و تجرى اعادة التبلور للحبيبات المحطمة وزيادة حجمها عند درجة اعادة التبلوربيطء شديد و تزدادسرعة هذه العملية برفع درجة التسخين، و يؤثر مقدار التشكل السابق على سرعة نمو الحبيبات المشكلة تأثيرا كبيرا فتنمو الحبيبات نموا ضئيلا اذا كانت درجة التشكل عالية و يحدث اكبر نمو للحبيبات عند درجة معينة حرجة للتشكل .

و يسمى التشغيل بالضغط وبه لا تحدث عملية اعادة التبلور و تكون بنية المعدن مقواة – باسم التشغيل على البارد، و يسبب تسخين المعدن المشكل على البارد و ابقاؤه عند درجة حرارة اعلى بقليل من درجة اعادة التبلور تكون بنية متماثلة المحاور عديمة التوجيه لا اثر بها للمتانة المكتسبة، و تسمى هذه المعاملة الحرارية بالتلدين باعادة التبلور، فاذا كان التشغيل بالضغط يتم عند درجة حرارة اعلى من درجة حرارة التبلور فان عمليتى تحطم الحبيبات و اعادة التبلور تحدثان فى وقت واحد، و بعد هذا التشغيل نحصل فى المعدن على اعادة لتبلور البنية دون اثر لزيادة المتانة، و تسمى العملية المذكورة بالتشغيل على الساخن، و يؤدى تشغيل المعدن المصبوب بالضغط على الساخن مع درجة كافية من

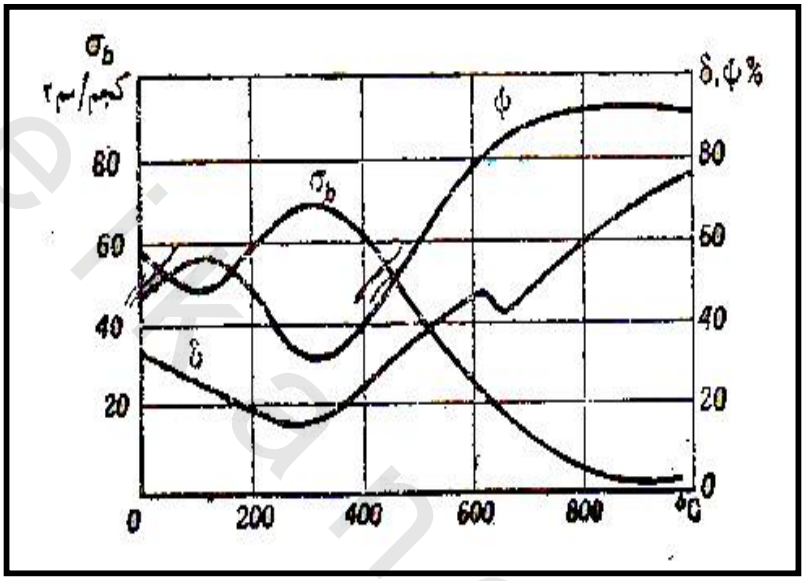
obeikandl.com

التشكل الى تحسين بنيته و خواصه الكيميائية . و تزداد كثافة المعدن فى عملية التشغيل و يصبح اكثر تماثلا كيميائيا (نتيجة للانتشار) و تصبح بنيته صيرة الحبيبات، ومع ذلك فلتشغيل المعادن على الساخن عيب هام، و هو وجود البنية الليفية وما ينتج عنه من اختلاف خواص المعدن الميكانيكية بطول الالياف و عرضها . ويساعد على تكوين البنية الليفية الشوائب غير المعدنية بالمعدن . و توجد هذه الشوائب (الكبريت و الفوسفور و غيرهما) بالمعدن المسبوك على حدود الحبيبات، و تستطيل اثناء عملية التشكل مكونة طبقات تجرى فيما بينها اعادة تبلور الحبيبات المتشكلة مما ينتج عنه بنية طبقية، و فى هذه الحالة لا يمكن اصلاح البنية الليفية الا بالمعاملة الحرارية ولا بالتشغيل بالضغط فيما بعد .

2- **النظام الحرارى عند التشغيل بالضغط على الساخن** :

يجب تسخين المعدن قبل التشغيل الى درجة حرارة معينة لزيادة لدونته و تقليل الشغل المبذول لتشكيله، وبشكل (126) رسم بيانى يبين تغير الخواص الميكانيكية للصلب تبعا لدرجة الحرارة التى يسخن لها و من المنحنيات المبينة نرى ان نقطة الكسر (المقاومة القصوى) تصل الى حد اقصى عند درجة حرارة 300 ^{o} تقريبا فى حين تصل الاستطالة النسبية δ٪ و نقص المساحة φ٪ الى حد ادنى، و يصبح الصلب عند هذه الدرجة قصفا و يفقد لدونته (ظاهرة التقصف عند اللون النيلى للتوهج) و بزيادة درجة التسخين اعلى من 300 ^{o} تنقص مقاومة الصلب بشدة و ترتفع خواصه اللدينة، وتتمثل فى قيم δ٪ و φ٪.ولكن درجات الحرارة المرتفعة تساعد على نمو الحبيبات الشديد و يمكن ان تؤدى الى ظاهرة تجاوز التسخين او حتى الى احتراق المعدن وهو ما يستحيل

اصلاحه . و لهذا فمن الضرورى عند تشغيل المعادن على الساخن تحديد اعلى درجة تسخين اليها بدقة و يجب انهاء التشغيل بالضغط عند درجة حرارة معينة و يؤدى تجاوزها الى ظهور نسبة كبيرة الحبيبات و الى انخفاض الخواص الميكانيكية .



شكل رقم 126 ، تأثير درجة التسخين على الخواص الميكانيكية للصلب

و يؤدى التشغيل عند درجة اقل منها الى حدوث التشغيل على البارد ، و هكذا نرى انه من الضرورى عند التشغيل بالضغط على الساخن ان نعرف مدى درجات حرارة التشغيل الذى تحده من اسفل و من اعلى .

و قد كان العالم تشرنوف اول من لفت الانظار الى اهمية مدى درجات حرارة التشغيل ، و بجدول (18) اوردنا قيم مدى درجات حرارة التشغيل لتشغيل السبائك المختلفة بالضغط على الساخن .

و يجب ان يجرى تسخين المعدن الى الدرجة المعطاة فى مدة معينى اذ ان الحصول على بنية متماثلة و تسخين متساو لكل حجم الخامة و اقل تأكسد ممكن للمعدن و غير ذلك يتوقف على النظام الصحيح لتسخين الخامة . و يختلف توصيل انواع الصلب المختلفة للحرارة لاختلاف تركيبها الكيميائي، فعلى سبيل المثال ينخفض توصيل الصلب للحرارة بزيادة نسبة الكربون و الاضافات السبكية به، و لهذا يجب زيادة مدة تسخينه كذلك يؤثر شكل الخامة و ابعادها على التسخين فكلما كانت الابعاد اكبر و الشكل اعقد كلما وجبت زيادة مدة التسخين .

جدول (18)

مدى درجات حرارة طرق الصلب و السبائك غير الحديدية

اسم السبيكة	مدى درجات الحرارة، ^{o}م	
	الحد الاعلى	الحد الادنى
الصلب الكربونى	1000 – 1200	800 – 850
الصلب السبائكى	1100 – 1150	825 – 900
البرونز	850	700
النحاس الاصفر	750	600
سبائك الالومنيوم	47 – 49	350 – 400
سبائك الماغنسيوم	370 – 430	300 – 350

كما تؤثر درجة حرارة الفرن عند شحن المعدن تأثيرا اساسيا على نظام التسخين ،و فى هذا المقام يجب ان نذكر ان مرور المعدن المسخن بالنقط الحرجة (Ac1,Ac3) تصحبه تغيرات فى الحجم وامتصاص للحرارة مما قد يؤدى الى ظهور الشقوق و تشويش سلامة المعدن، و لذا يجب ان يجرى التسخين عند المرور بالنقط الحرجة ببطء،

obeikandl.com

و يجب مراعاة هذه الحقيقة خاصة عند تسخين الصلب العالى السبيكية و القطع الكبيرة الابعاد .

و بعد تجاوز النقط الحرجة يجب على العكس ان يجرى التسخين باقصى سرعة ممكنة لتقليل ما يفقد بالتأكسد و بانخفاض نسبة الكربون بالمعدن (الصلب)، و يمكن حساب الوقت التقريبى لتسخين الخامات الباردة من الصلب الكربونى و الصلب السبيكى و المسبوكات باستعمال المعادلة التقريبية للبروفيسور دبرجوتوف

$$Z = \alpha \cdot K D \sqrt{D}$$

حيث : Z - زمن التسخين بالساعات .

D - قطر الخامة بالمترات .

K - ثابت يساوى 10 للصلب الكربونى و 20 للسبائكى.

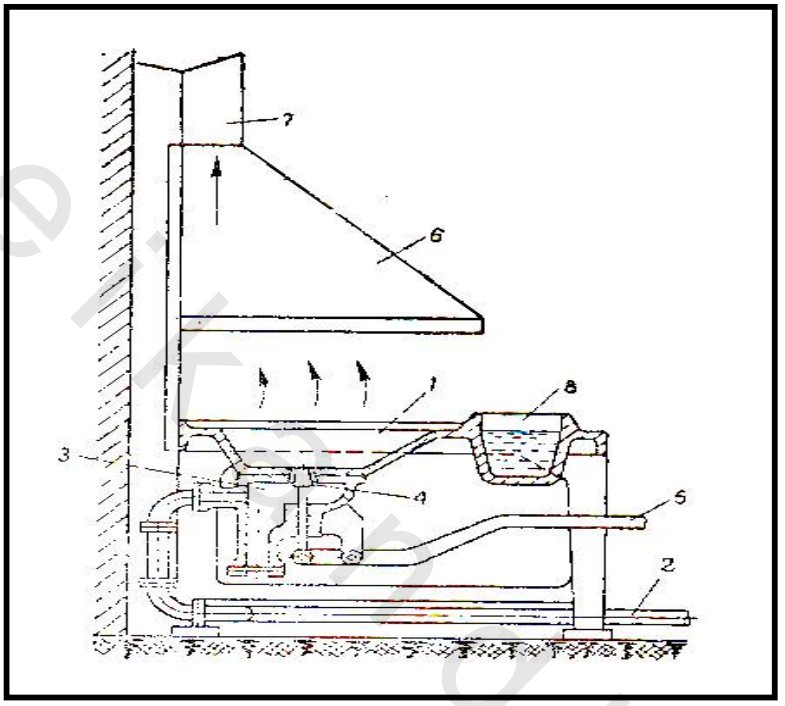
α - معامل يتوقف على طريقة وضع الخامات بالفرن .

3- **معدات التسخين** :

يتم تسخين المعدن فى الكور او فى الافران اللهبية او الكهربائية، و يستعمل الكور للتسخين عند الحدادة اليدوية فقط، وبشكل (127) رسم يبين تركيب كور الحدادة و يجرى احتراق الوقود و تسخين المعدن بالقعر 1، و تتم تغذية الهواء اللازم للاحتراق بواسطة ماسورة الهواء 2 الى صندزق الهواء 3 و منها الى القعر خلال قصبة الهواء 4 (توبير)، و يمكن التحكم فى تغذية الهواء بواسطة الذراع 5، و تتجمع نواتج الاحتراق فى الطاقية 6 و تصعد منها الى المدخنة 7 و يستعمل حوض الماء 8 لتبريد الادوات و غير ذلك .

obeikandl.com

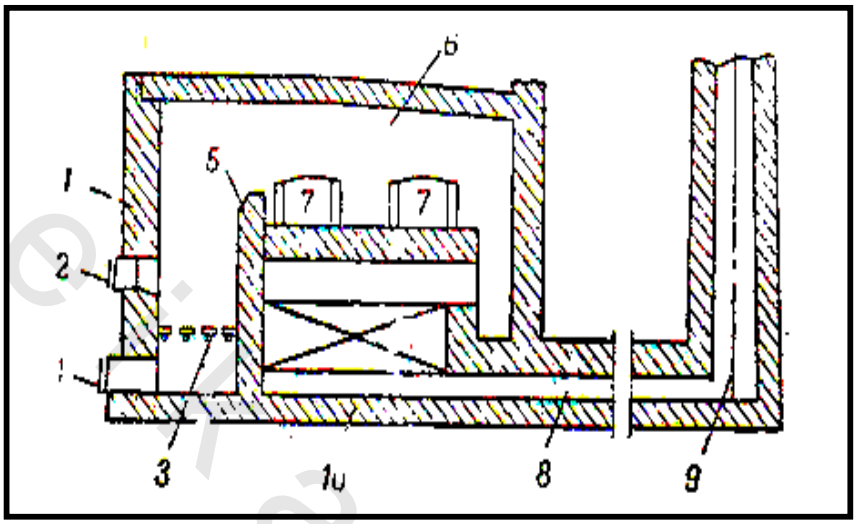
و من عيوب الكور التسخين الغير متساوى للخامات، و النسبة العالية لاحتراق المعدن و تتراوح من 2 – 10 ٪ فى كل مرة يسخن فيها ، و المردود المنخفض و يبلغ 3 – 5 ٪ و الكور قد يكون ثابتا او متنقلا .



شكل رقم 127 ، كور الحدادة

و تسخن الغالبية العظمى من المواد المشغلة بالحدادة فى الافران اللهبية ة تنقسم حسب نوع الوقود المستخدم الى افران تشغل بالوقود الصلب او السائل او الغازى، و يمكن ان تكون هذه الافران غرفية او تدريجية، بالافران الغرفية تكون درجة الحرارة بكل الفراغ العامل متساوية تقريبا ، اما فى الافران التدريجية فان درجة حرارة الفراغ العامل مختلفة حسب طول الفرن، و تزيد من مكان الشحن الى مكان

الاخـراج، و بشـكل (128) اورددنـا رسمـل لفـرن غرفـى لهبـى يعمـل بالوقود الصلب .



شكل رقم 128 ، فرن لهبى غرقى

و يشـحن الوقـود خـلال البـاب 2 فـى غرفـة الاحـتراق 1 و يوضـع بطبقـة متسـاوية علـى تصـبيعة النـار 3 و فوقهـا يحـدث الاحـتراق، و يغـذى الهواء اللازم للاحتراق تحت قضبان الوقود خلال فتحة الهواء 4 . و يرتفـع اللـهب المتكـون الى اعلـى و ينحنـى متخطيـا العتبـة 5 و بـذلك يصـل الى الغرفـة العاملـة للفـرن 6، و بهـا يسـخن الخامـات المشـحونة خـلال شـباك الشحن 7 و جدران و سقف الفـرن، و تمـر نـواتج الاحـتراق خـلال ماسـورة الدخان 8 الى المدخنة 9، ومن آن لآخر ينظف الخبث و الرمـاد المتسـاقط خـلال تصـبيعة النـار الى فتحـة الهـواء، و لزيـادة مـردود الفـرن يسـتعمل المسـتعيد 10 و يقـوم بتسـخين الهـواء الـداخل الى الفـرن باسـتعادة بعـض الحرارة الموجودة بنواتج الاحتراق الخارجة من الفرن .

و يرفع المستعيد مردود الفرن بنسبة تصل الى 16 ٪ و تتطلب الافران التى تعمل بالوقود الصلب شحنه باستمرار و تسويته و تقليبه وازالة الرماد ، و العناية بها اعقد و اغلى بكثير من العناية بالافران التى تعمل بالوقود السائل او الغازى .

و يجرى اشعال الوقود السائل فى الافران باستعمال فونيات تقوم بتذرير الوقود و خلطه بالهواء، و تستعمل عند استعمال الوقود الغازى المشاعل الغازية التى تقوم بتكوين الخليط المحترق و اشعاله فى الفرن .

وتعتبر انفاق التسخين المستعملة لتسخين الصبب الضخمة التى تصل من ورشة صهر الصلب و هى ما تزال ساخنة – تعتبر من انواع الافارن الغرفية . و فى هذه الانفاق تجرة تسوية درجات الحرارة للجزء الاوسط و الاجزاء الخارجية منه و تسخن الانفاق الحديثة بالغاز .

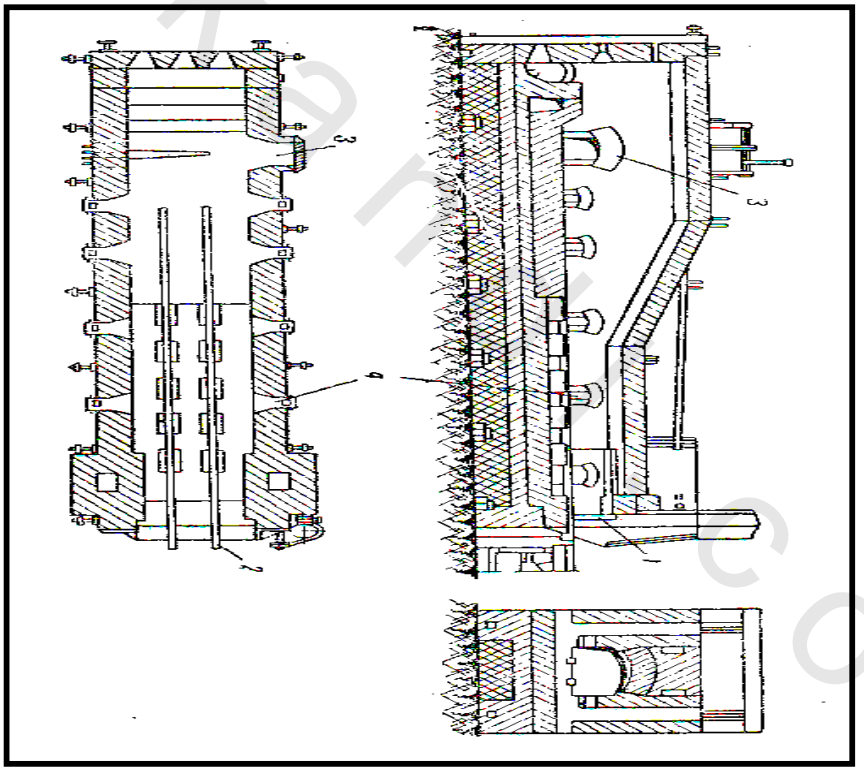
و عند تسخين صبب الصلب بالغاز تستعمل الافران التدريجية التى تضمن تسخين المعدن بالتدريج حتى درجة الحرارة المطلوبة، و بشكل (129) بينا فرنا تدريجيا يعمل بالوقود الغازى و يجرى شحن الخامات او الصبب خلال النافذة 1 بواسطة الدفع الميكانيكى، و تتحرك الخامات الداخلة على قضبان من الصلب المقاوم للحرارة او على مواسير من الصلب 2 يجرى بداخلها الماء، و تسخن الخامات المتحركة بالتدريج حتى تصل فى حركتها الى درجات الحرارة العالية (1100 – 1300°) .

تخرج الخامات المسخنة الى درجة الحرارة المطلوبة خلال النافذة 3، و تراقب الخامات المسخنة من النافذة 4 و تعدل و تقلب عند الحاجة خلال هذه النافذة اذا وقعت من على القضبان، و يجرى اشعال الغاز

بواسطة مشاعل غازية موضوعة فى نهاية الفرن فى مقابل مكان شحن الخامات الباردة او الصبب .

و تزود الافران التدريجية بمسترجع للحرارة مما يرفع من مردودها الى 40٪ ، وتضبط درجة حرارة التسخين فى الافران باستعمال بيرومترات ضوئية او بيروجرافات ، و فى بعض الاحيان يستعمل التحكم الالى فى درجات الحرارة .

و تقدر انتاجية الافران اللهبية بوزن المعدن (بالكجم) المسخن الى درجة التشغيل بالضغط فى الساعة لكل متر2 من قاع الفرن و تصل انتاجية الافران.



شكل 129 ، فرن تدريجى

obeikan.com

الى 600 كجم/ ساعة . متر2 . و التدريجية الى 400 كجم/ ساعة.متر2، و عيب الافران اللهبية هو انخفاض نسبة الكربون و الاحتراق الكبير للمعدن و يصل الى 1.5 – 4 ٪ لكل مرة تسخين فيها .

و تستعمل فى الوقت الحاضر بالاضافة الى الافران اللهبية افران المقاومة الكهربائية الغرفية و التدريجية، و تمتاز هذه الافران بامكان اجراء التسخين دون تأكسد و ذلك بادخال غاز واق فى الفرن العامل، و بالدقة الكبيرة فى التحكم فى درجة الحرارة .

و تستعمل الافران الكهربائية عادة لتسخين المعادن و السبائك الحديدية، اذ ان تسخين الخامات من الصلب فى الافران الكهربائية يتطلب استهلاك طاقة كهربائية كبيرة . و افضل طرق التسخين الكهربائى هى التسخين بالتلامس و الحث .

التسخين الكهربائى بالتلامس :

و يجرى عادة باستعمال التيار المتقطع و جهاز التسخين بالتلامس عبارة عن محول خافض بعدد من الدرجات كافى لاختيارالنظام المطلوب للتسخين .

و هنا يمر التيار الكهربائى من الاقطاب خلال الخامة المسخنة، و يستعمل جزء من الحرارة فى تسخين الخامة فى حين يضيع الباقى فى الجو المحيط بها، و لا يكون التخسين متساوى فى طريقة التلامس الا اذا كان مقطع الخامة واحدا بكل طولها بين القطبين، و لذلك يفضل استخدام هذه الطريقة لتسخين القضبان و المواسير و الشرائط و الالواح و غيرها .

obeikandi.com

و لما كان التسخين بالتلامس لا يمكن اجراؤه فى غطاء حافظ للحرارة فانه يجب اجراء التسخين بسرعة لتجنب ضياع مقدار كبير من الحرارة و لمنع تأكسد سطح الخامة، و تستعمل لذلك تيار عالى الشدة، و لهذا السبب فان ابعاد الخامات المسخنة تحدد باقل من D (ق) = 75 مم .

التسخين الحثى :

هذه الطريقة للتسخين اكثر تطورا و هى تعتمد على المجال المغناطيسى الذى يتكون عند مرور التيار المتقطع فى ملف واحد، اذ تنشأ فى المعدن الموجود فى هذا المجال تيارات دوامية تضمن بالاضافة الى الحرارة الناتجة عن هستريا اعادة المغنطة تسخين المعدن .

و اتسخين الخامة بالحث توضع فى حاث عبارة عن ملف من ماسورة نحاسية مربعة المقطع تبرد بالماء و معزولة عن الخامة بمادة مقاومة للحرارة و و يوصل الحاث بمولد للتيار العالى التردد .

و تنقسم اجهزة الحث حسب طريقة استعمالها الى اجهزة حث مستمرة او متقطعة العمل، و تزود افران الحث المستمرة العمل بتركيبة لشحن الخامات و تفريغها، و فى هذه الحالة تغذى الخامات فى مجرى او باستعمال ناقل الى التركيبة التى تدفع بها الى الملف، حتى تسقط من فتحة الخروج عند درجة الحرارة المطلوبة .

و فى اجهزة الحث المتقطعة العمل توضع الخامة فى ثقب الملف و تخرج منه بعد انتهاء التسخين بواسطة لاقط، و تعمل اجهزة التسخين بالحث فى الصناعة بتيار تردده يقع فى الحدود من 1000 – 4000 هرتز و يصل الى الاجزاء الصغيرة جدا الى 6000 – 10000 هرتز .

obeikandl.com

ولايستعمل التيار ذو التردد الصناعى الا للخامات الكبيرة التى يزيد قطرها عن 150 مم، و هذه الاجهزة ابسط بكثير لانه لا يوجد بها التوليد المتوسط للتيار، و يمتاز التسخين بالحث بخفض زمن تسخين الخامات خفضا كبيرا مما ينتج عنه تقليل طبقة الاكاسيد المتكون و بالتالى الاقتصاد فى المعدن يخفض احتراقه ،استعمال التسخين الحثى الدقة فى درجة التسخين و بطاقة مكان العمل و يقلل من مساحة الورش الخ .

و عند مقاومة اقتصاديات التسخين باللهب و التلامس و الحث يجب ان نذكر ان التسخين باللهب اكثر اقتصادا من التسخين الكهربائى عند زيادة قطر الخامات عن 90 مم، و التسخين الكهربائى بالتلامس اكثر اقتصادا من التسخين اللهبى او الحثى للخامات القصيرة التى يقل قطرها عن 40 مم ولايزيد طولها عن 200 مم ،و للخامات الطويلة التى يقل قطرها عن 70 مم و لا يزيد طولها عن 1000 مم.

و لا تتوقف تكاليف التسخين الحثى الا بقليل على قطر الخامات و من المستحسن استخدامه للتسخين عندما يكون قطر القطعة من 20 – 90 مم، البيانات الاقتصادية الموردة اعلاه للحساب التقريبى .

اجهزة الفرن المساعدة :

شحن الخامات و تفريغها فى درجات الحرارة العالية عمل بدنى شاق، و لهذا يستحسن مكننة هذه الاعمال حتى اذا كان وزن الخامات صغيرا كأن يكون وزنها 2 – 3 كجم مثلا، و فى حالة الشحن اليدوى توضع امام شباك الشحن منضدة ينقل الفران الخامات من عليها فى الفرن، تدحرج الخامات الكبيرة عى منضدة تدحرج ذات اسطوانات، و

obeikandl.com

تشحن الخامات الثقيلة فى الفرن بمساعدة الاوناش المعلقة و الروافع و الدوافع الهوائية او الهيدروليكية .

و الافران ذات الدوافع و النواقل الداخلية التى تقوم باخرج الخامات اسهل فى الاستعمال، و تسعمل لتسهيل ظروف العمل التركيبات الواقية منها و الشبكات المعدنية ذات الماء الجارى و الشبكات ذات الساتر المائى و الهوائى – المائى، و تركب اما شباك الشحن .

التنظيف من الاكاسيد :

يمكن ان يكون تنظيف الخامات المسخنة من الاكاسيد هوائيا او ميكانيكيا او هيدروليكيا .

ومن انواع التنظيف الهوائى نفخ الخامة بتيار من الهواء المضغوط او البخار تحت ضغط من 1.5 – 5 ض.جـ، و من الطرق الميكانيكية للتنظيف التنظيف بالدق و الكشط و الشوكة و الفرشة و التنظيف بالاسطوانات القاطعة و التنظيف الميكانيكى على ناقل شريطى ، فى التنظيف الهيدروليكى يوجه على الخامة تيار من الماء تحت الضغط العالى (و يصل الى 100 ض.جـ) و ليس لتبريد الخامة المسخنة بتيار الماء اى اثرعمليا، لان العملية كلها لا تستغرق اكثر من 2- 3 ثوان .

obeikandl.com

obeikandl.com

الباب الثانى والعشرون
الدلفنة والسحب والبثق

obeikandl.com

obeikandl.com

1- **طبيعة عملية الفنة (الدرفلة)** :

تسمى عملية تشغيل المعدن بالضغط بتمريره بين اسطوانتي (دلفينى) ماكينة الدلفنة بحيث يكون الخلوص بين الاسطوانتين اقل قليلا من سمك الخامة بعملية الدلفنة، و تعطى الدلفنة للمادة المعدنية مقطعا و مقاسات معينة و و قد يستعمل انتاج هذه العملية كمنتجات جاهزة (كالقضبان و المواسير) او كمنتجات نصف مجهزة لعمليات الطرق و الكبس، و بشكل (130) رسم تخطيطى لعملية الدلفنة كما هو موضح بالرسم فان الاسطوانتين 2 اللتان تدوران فى اتجاه السهم تمسكان الخامة 1، و تنشأ عند نقطة تلامس الخامة الدرفيلين قوة عمودية N و قوة احتكاك T ،و بتحليل القوتين الى مركباتهما فى المستويين الافقى و الرأسى نحصل على القوى QS^1، SP .

و تقوم القوتان S^1، S المؤثرتان فى المستوى الافقى بتشكيل المعدن فى حين تقوم القوتان المتضادتان Q,P اللتان تعملان على خط عمل واحدو لكن فى اتجاهين متضادين بجذب الخامة الى الامام اذا تحقق الشرط التالى $P < Q$.

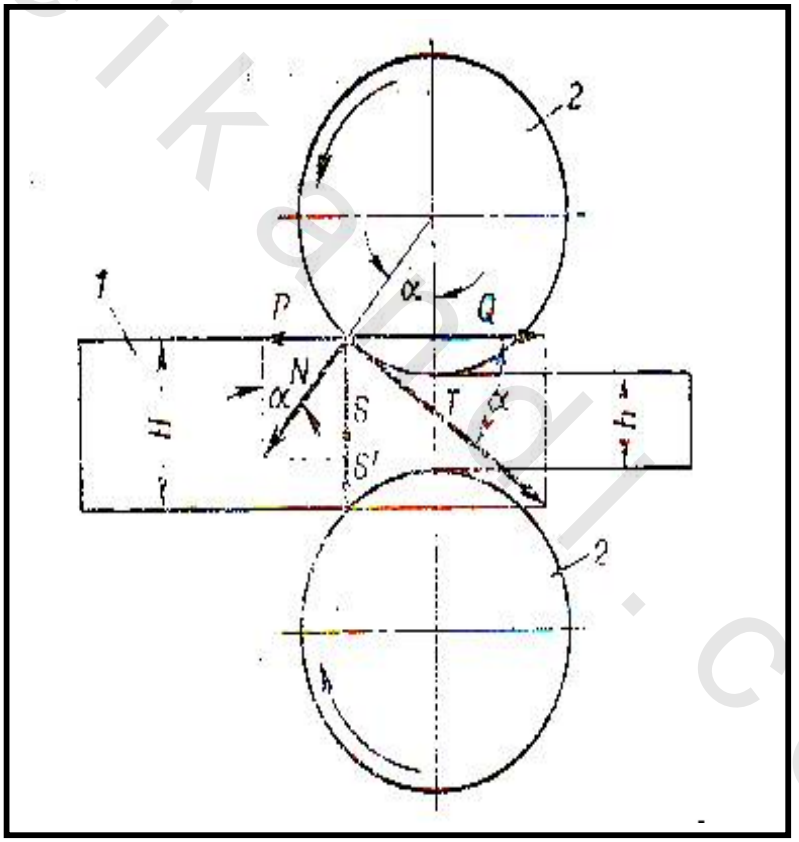
و بتحديد القوتين Q، P و التعويض بقيمتيهما فى الشرط المذكور نحصل على T جتا $\alpha > N$ جا α ، حيث α زاوية عصر الدرافيل للمعدن (زاوية الدلفنة) .

و لكن قوة الاحتكاك $T = FN$ حيث F – معامل الاحتكاك و يساوى ظل زاوية الاحتكاك φ و التعويض عن T بقيمتها : FN جتا $\alpha > N$ جا α .

obeikandl.com

و بقسمة الطرفين على N جتا α نحصل على F > ظل α اى ان ظل φ > ظل α و بالتالى فان α<φ .

و على ذلك فانه يجب لكى تحدث الدلفنة ان تكون زاوية الدلفنة α اصغر من زاوية الاحتكاك φ ، و عادة تؤخذ زاوية الدلفنة α للدرافيل الملساء اقل من 20° و للدرافيل ذات المقطع حتى 35 °، و يقل فى عملية الدلفنة سمك الخامة من H الى h و يسمى الفرق فى سمك الخامة H – h بمقدار الانعصار المطلق .



شكل رقم 130 ، رسم تخطيطى لعملية الدلفنة (الدرفلة)

obeikandl.com

و يرتبط قطر الدرفيل و زاوية الدلفنة و مقدار الانعصار المطلق بالعلاقة الاتية :

$D = h - H$ (1 – جتا α) اى ان مقدار الانعصار المطلق يزداد بازدياد قطر الدرافيل، و عند مقدار معين للانعصار المطلق تزداد زاوية الدلفنة بنقص صطر الدرافيل . و يزداد عرض و طول الخامة فى علمية الدلفنة مع نقص سمكها، فى حين تقل مساحة المقطع حتما، و يسمى الفرق فى عرض الخامة قبل الدلفنة و بعدها بالاستعراض، و تسمى نسبة طول الخامة الناتج l الى طولها الاولى بمعامل الاستطالة K .

$$\frac{F}{f} = \frac{l}{L} = K$$

حيث F – مساحة مقطع الخامة قبل الدلفنة .

f - مساحة مقطع الخامة بعد مرورها بين الدرفيلين .

و هكذا فان معامل الاستطالة K يساوى نسبة مساحتى مقطع الخامة قبل و بعد الدلفنة، و تؤخذ قيمة K عمليا فى الحدود من 1.1 – 1.6، و لا يصل الى 2.5 الا عند درجات العصر العالية .

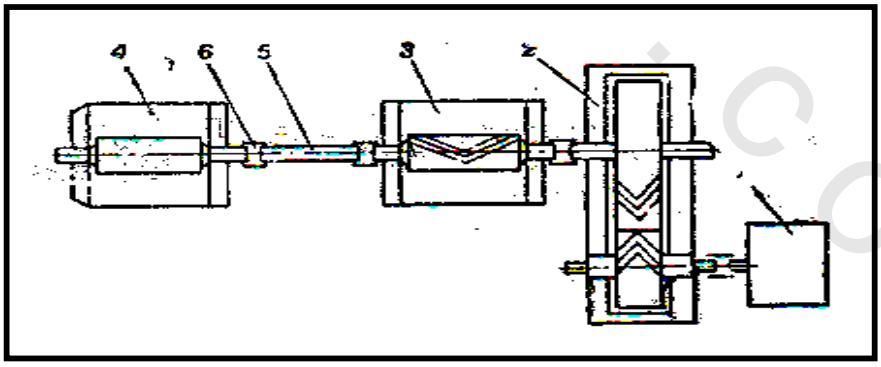
2- معدات و عمل ماكينة الدلفنة (الدرفلة) :

تتكون ماكينة الدلفنة (شكل 131) من محرك 1 و مخفض للسرعة 2 و وحدة تروس 3 و وحدة عاملة او اكثر 4، و تقوم اعمدة النقل 5و الوصلات 6 بربط اجزاء الماكينة، و الجزء الاساسى بالماكينة هو الوحدة العاملة و هى عبارة عن مجموعة من الدرافيل العاملة المركبة فى بدن الوحدة .

obeikandi.com

و تصنع الدرافيل من الزهر الابيض او الصلب و تنقسم حسب مقطع الاجزاء المدلفنة الى ملساء او مدرجة او بمجارى او خاصة، وتستعمل الدرافيل الملساء (شكل 132 a) لدلفنة الالواح و الشرائط وتنتج الدرافيل المدرجة الحديد الخوصى و تستعمل الدرافيل ذات المجارى لانتاج المقطاع الواجهية و تدلفن فى الدرافيل الخاصة المواسير و الاقراص و العجلات و ما أشبه . و تتكون الدرافيل من الجزء العامل الذى يسمى بالبرميل و تتصل به من الطرفين رقبتان يثبت الدرفيل بواستطهما فى كراسى المحور و تنتهى الرقبتان بجزء خاص يسمى المجارى، و يتصل الدرفيل بواسطة اعمدة النقل و الوصلات المجارى بوحدة التروس و تتميز الدرافيل ذات المجارى (شكل 132 ، b) عن الدرافيل الملساء بوجود مجارى خاصة على سطحها ، و يسمى الخلوص بين المجريين المقابلين لدرفيلين بالعيار، ولكل زوج من الدرافيل ذات المجارى عدد من العيارات تنقسم حسب استعمالها الى عيارات مدلفنة و عيارات للدلفنة الخشنة وعيارات تشطيب.

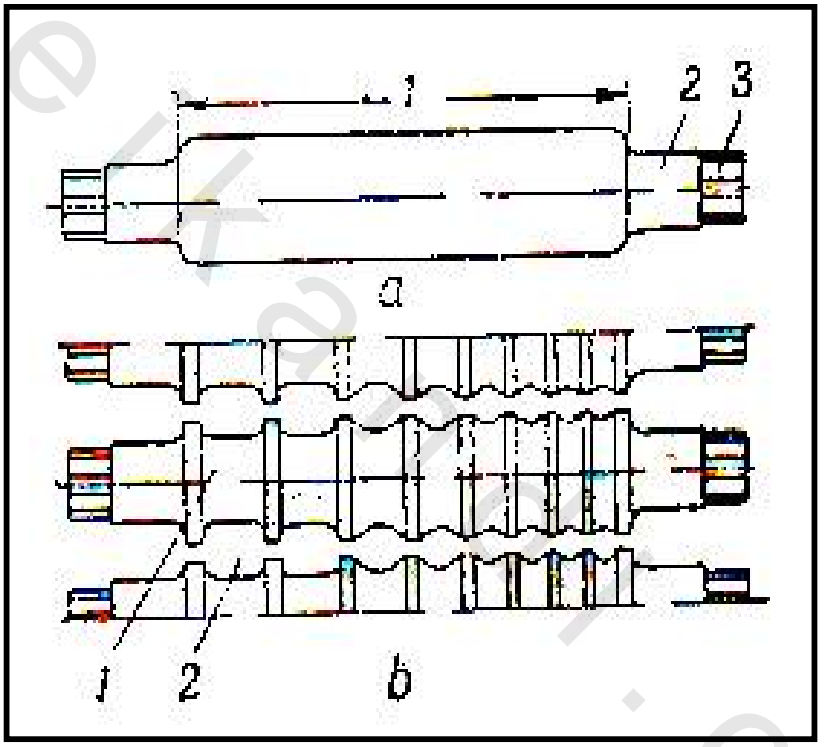
و تنقسم ماكينات الدلفنة حسب عدد الدرافيل الى ثنائية وثلاثية و رباعية و عديدة الدرافيل .



شكل رقم 131 ، رسم تخطيطى لماكينة الدلفنة

obeikandi.com

وبشكل (133) رسم تخطيطى لعمل ماكينات الدرفلة و بالوحدة العاملة لماكينة الدلفنة الثنائية الدرافيل درفيلان، و يمكن ان تكون الماكينة وحدية الاتجاه او مزدوجة الاتجاه حسب اتجاه دوران الدرفيل، ففى الحالة الاولى يكون اتجاه دوران الدرفيل و احدا، و فى الحالة الثانية يمكن تغيير اتجاه الدوران، و تسمى ماكينات الدلفنة المزدوجة الاتجاه بالعاكسة



شكل رقم 132 ، الدرافيل :

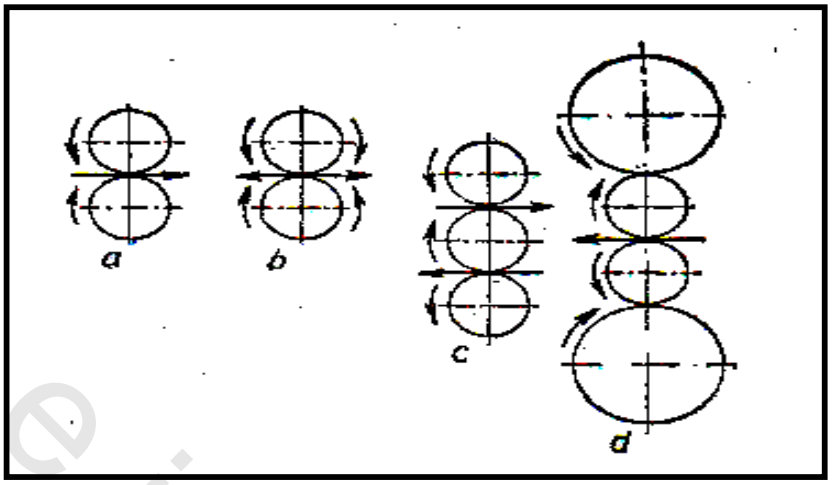
1- الجزء الاسطوانى . 2- العنق. 3- الطرف المحدد .

b- درافيل بمجارى : 1- المجرى . 2- العيار .

و بماكينات الدلفنة الثلاثية الدرافيل وحدة عاملة بها ثلاثة درافيل، والدلفنة بهذه الماكينات مزدوجة الاتجاه بالرغم من عدم تغيير اتجاه الدوران، و بماكينات الدلفنة الرباعية الدرافيل يكون الدرفيلان الاوسطان عاملان و الخارجان ساندين، و ماكينات الدلفنة الرباعية الدرافيل يمكن ان تكون عاكسو او غير عاكسة .

و تنقسم ماكينات الدلفنة حسب وضع الوحدات الى خطية ومدرجة و مستمرة و نصف مستمرة و متوالية ... الخ، و بالماكينات ذات الوضع الخطى (شكل 134، a) عيب و هو عمل الوحدات كلها بسرعة واحدة، و ينتفى هذا العيب بالماكينات المدرجة (شكل 134، b) اذ تكون الوحدات عدة خطوط تعمل بسرعات مختلفة مما يسمح بزيادة سرعة وحدة التشطيب و بالتالى يرفع انتاجية الماكينة كلها، ويمر المعدن المدلفن بالماكينات المستمرة (شكل 134، c) على التوالى خلال جميع الوحدات، التى توضع الواحدة تلو الاخرى، و سرعة كل وحدة اكبر من سرعة الوحدة التى تسبقها، و يتطلب عمل الماكينات المستمرة نسبة معينى بين السرعات المأخوذة لتجنب ارتخاء المعدن والتفافع او انشداده بين الوحدات المنفصلة، و بالماكينات نصف المستمرة تكون ماكينات الدلفنة و جزء من ماكينات الدلفنة الخشنة مجموعة مستمرة فى حين تكون الباقية خطا او تكون مدرجة (شكل 134، d)، وتنقسم ماكينات الدلفنة حسب انتاجها الى ماكينات العصر الابتدائى و ماكينات الدلفنة التجهيزية و ماكينات دلفنة المقاطع و ماكينات دلفنة الالواح و ماكينات دلفنة المواسير و الماكينات الخاصة .

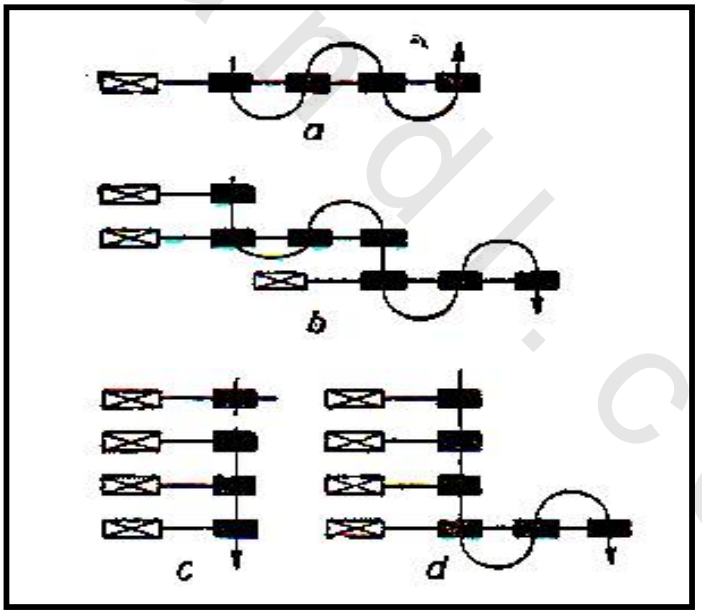
obeikandi.com



شكل رقم 133 ، رسم تخطيطى لعمل ماكينات الدلفنة :

a – ماكينة مزدوجة . b- ماكينة عاكسة .

c – ماكينة ثلاثية . d- ماكينة رباعية .



شكل رقم 134 ، رسم تخطيطى لوضع الوحدات

obeikandl.com

ماكينات العصر الابتدائى :

و تستعمل لدلفنة صبب الصلب لتحويلها الى خامة كبيرة، ومن ماكينات العصر الابتدائى مدلفنة النورات(البلومنج) و ماكينات انتاج الكتل اللوحية (السلابنج) و مدلفنة النورات عبارة عن ماكينات دلفنة قوية ثنائية الدرافيل عاكسة، يصل قطر درفيليها من 800 الى 1400 مم و طول الجزء الاسطوانى العامل بها يصل الى 3000 مم و تكون مدلفنة النورات حسب عدد وحداتها وحيدة الوحدة او ثنائية الوحدات .

و يتراوح متوسط وزن الصبب المدلفنة من 2 – 10 طن و قد يصل فى بعض الحالات الى 20 طن، و يتم تشغيل هذه الماكينات ميكانيكيا تماما و بها تحكم اوتوماتيكي، و يمكن رفع الدرفيل الاعلى لها او خفضه باستعمال قلاووظ ضاغط يحركه محرك كهربائى، يبين مؤشر يدور على تدريج قرصى مثبت على بدن الماكينة مقدار ارتفاع الدرفيل، ولتغذية الصبب الى الدرافيل يمتد امام الدرافيل و خلفها ناقل بكرى عبارة عن مائدة يتكون سطحها من عدد من البكر الذى يدار فيقوم بتحريك الصبب الموضوعة عليه، و تتوجه الصبة المسخنة بواسطة الناقل البكرى الامامى الى الدرافيل حيث نعصر اول مرة ثم يعكس اتجاه حركة الدرافيل العاملة و الناقل البكرى فى حين يخفض القلاووظ الضاغط الدرفيل العلوى فيدفع الناقل الخلفى بالكتلة المعصورة بمقدار معين الى نفس العيار بالدرافيل و يستقبلها الناقل الامامى .

و بعد مرور الكتلة مرتين بين الدرافيل تقلب بمقدار 90 º بواسطة مقلب اوتوماتيكى يوجد بالجانب الامامى للماكينة، وبعد ذلك تكر الصبة بالمجرى التالى (العيار التالى) و تمر خلاله عدة مرات مع

تقليبها من آن لآخر، ويتراوح عدد مرات المرور على مدلفنات النورات عادة من 13 – 19 مرة، وتتجه الالواح الخارجية من المجرى الاخير بواسطة ناقل بكرى الى المقص الذى يقوم بقص اطرافها او تقطيعها الى اجزاء عند الطلب، و تكون الالواح الناتجة ذات مقطع مربع من 125 × 125 الى 450 × 450 مم و تسمى بالنورات .

و تتجه هذه النورات الى ماكينة الدلفنة التالية او ترسل الى ورشة المطروقات لطرق الاجزاء الكبيرة، وانتاجية مدلفنة النورات عالية جدا تصل الى 3 مليون طن من المعدن فى العام .

و ماكينات انتاج الكتل اللوحية (السلابنج) تقوم بانتاج خامات على شكل كتل لوحية سمكها من 75 – 300 مم و عرضها من 400 – 1600 مم . و تستعمل الكتل اللوحية لانتاج الالواح . و هذه الماكينات عبارة عن ماكينات ثنائية الوحدات العاكسة ثنائية الدرافيل، و الدرافيل العاملة للوحدة الاولى افقية كما فى الماكينات المعتادة ويصل قطرها الى 1100 مم، الدرافيل العاملة للوحدة الثنائية رأسية مما يسمح بانتاج خامات حروفها الجانبية متساوية دون تفويت عند الحروف ويصل قطر هذه الدرافيل الى 700 مم، وتسمى هذه الماكينات فىهذا الوضع بماكينات دلفنة عامة .

ماكينات دلفنة المقاطع :

و تستعمل لدلفنة المقاطع المحتلفة و المقاطع الوجهية (الكمرات و القضبان الخ ..) و تنقسم الى ماكينات دلفنة المقاطع الكبيرة و قطر درافيلها من 500 – 750 مم وماكينات دلفنة المقاطع الصغيرة و قطر درافيلها من 250 – 350 مم، و تكون هذه الماكينات حسب عدد درافيلها ثنائية الدرافيل (عاكسة او غير عاكسة) او ثلاثية الدرافيل .

obeikandl.com

و وضع الوحدات العاملة لهذه الماكينات قد يختلف اختلافا كبيرا من ماكينة لاخرى، وان كان الوضع المستعمل عادة بماكينات دلفنة المقاطع الصغيرة هو النصف مستمر او المستمر، وبشكل (135) بينا منتجات ماكينات دلفنة المقاطع .

ماكينات دلفنة الالواح :

وتستعمل لدلفنة الواح المعدن فى الحالة الساخنة او الباردة، وتنقسم الالواح الناتجة الى الواح سميكة و رقيقة، وتسمى الالواح التى يزيد سمكها عن 4 مم سميكة، وتجرى دلفنة الالواح السميكة على الماكينات الثلاثية الدرافيل او الماكينات الثنائية الدرافيل العاكسة او على الماكينات الرباعية الدرافيل، وبها عدا الدرافيلين العاملين درفيلان ساندين .

و يصل قطر الدرافيل العاملة الى 1000 مم و طول الجزء الاسطوانى العامل و يتوقف على عرض اللوح المطلوب الى 4550 مم، وتستعمل على نطاق واسع للماكينات المكونة من عدد من الوحدات المختلفة ذات الوضع المستمر و النصف مستمر وهذه الماكينات ذات انتاجية عالية .

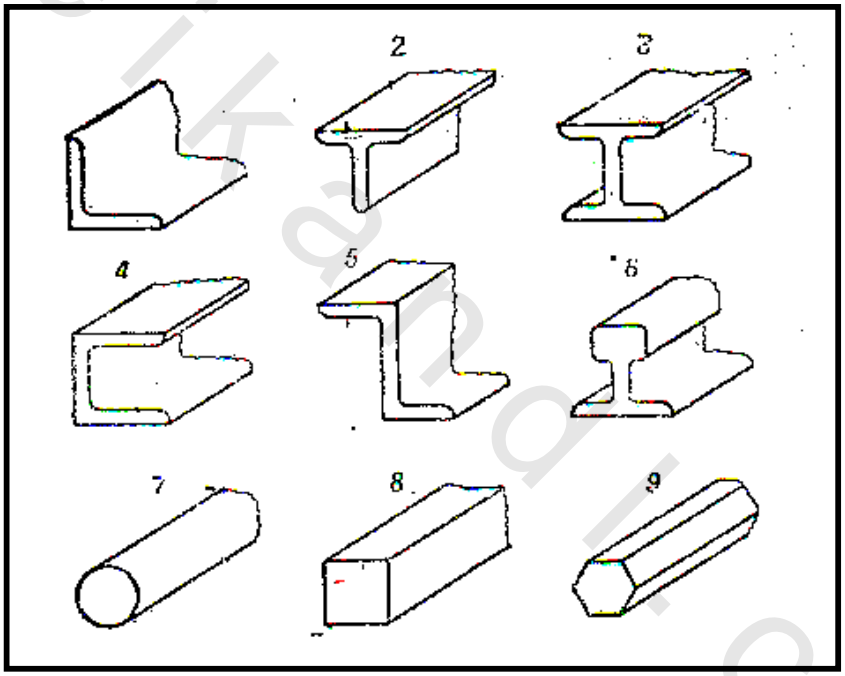
و الخامات المستعملة لدلفنة الالواح السميكة هى الكتل اللوحية، تستعدل الالواح الناتجة على ماكينات الاستعدال، وبعد ذلك تقص حروفها على مقصات خاصة او باستعمال القطاعات اللهبية الغازية، و تنتج الالواح الرقيقة (اى التى لا يزيد سمكها عن 4 مم) بالدلفنة على الساخن للكتل اللوجية القليلة السمك .

و تستعمل للدفلنة مجموعة من الوحدات العاملة، الاثنتان الاوليتان منها ثنائية الدرافيل و الاخيرة ثلاثية الدرافيل، و بعد الحصول

على الواح سمكها نحو 2 مم تجرى الدلفنة فى مجموعات تتكون من عدد من الالواح الرقيقة المدلفنة على الساخن و تقص حروفها .

و تدلفن الالواح على البارد لزيادة صلادتها نتيجة للتشغيل على البارد و كذلك لحصول على سطح مضبوط املس .

وفى هذه الحالة تجرى الدلفنة على ماكينات الدلفنة ذات الوحدة الواحدة العاكسة او الكثيرة الوحدات الرباعية الدرافيلو ترسل الالواح الناتجة لقص حروفها الطولية ثم تقطع الى الواح مقاسة .



شكل رقم 135 ، المقاطع المدرفلة المعتادة و الواجهة :

1 – زاوية . **2 – مقطع على شكل حرف T .**

3 – مقطع على شكل حرف I . **4 – مجرى .**

5 – مقطع على شكل حرف Z . **6 – قضيب .**

7 – مستدير . 8 – مربع . **9 – مسدس.**

obeikandl.com

ماكينات دلفنة المواسير :

و تستعمل لانتاج المواسير الملحومة و العديمة اللحام (المدلفنة)، و تنتج المواسير الملحومة بطرق مختلفة باللحام التراكبى (شفة على شفة) او باللحام التناكبى (قورة على قورة) او باللحام الكهربائى .. الخ، و المادة لهذه العملية هى خامة شريطية مختلفة المقاسات تقطع الى اجزاء او تلف فى لفات .

و عند اللحام التراكبى (شفة على شفة) تجرى العمليات التالية :

أ) شطف طرفى الخامة من الجهتين بكول الخامة .

ب) تسخين الخامة الى 900 – 1000 º و لفها على شكل ماسورة بسحبها خلال قمع خاص بداخله قلب اسطوانى .

جـ) تسخين الخامات الملفوفة الى درجة اللحام (1300 – 1350 º) .

د) دلفنة الخامات المسخنة على ماكينة دلفنة ثنائية الدرافيل دائرية العيار و بداخله قالب دائرى على قضيب طويل مثبت باطار خاص وراء الماكينة ، و تدلفن الخامة الملفوفة بحيث يكون خط اللحام لاعلى .

هـ) استعدال الماسورة الناتجة على ماكينة الاستعدال .

و) تشطيب الماسورة و قص الاطراف .

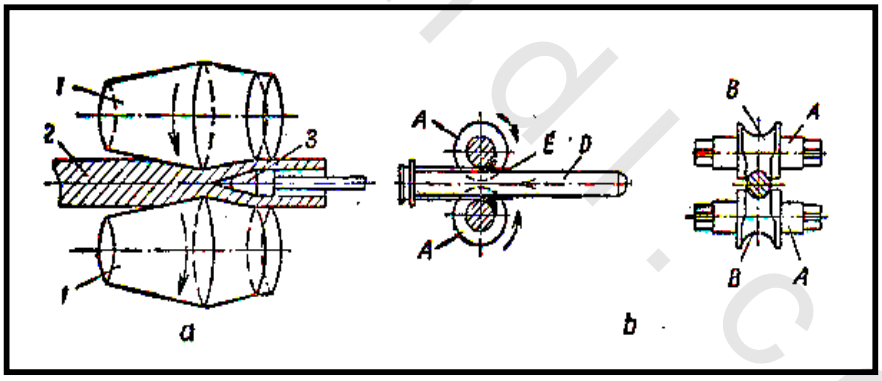
و تنتج بهذه الطريقة مواسير قطرها من 55 – 325 مم، و تدلفن المواسير العديمة اللحام على ماكينات خاصة، و تجهز من الصبة او الخامة المدلفنة اولا اسطوانة مجوفة ثم يحصل على المواسير بدلفنة

obeikandi.com

الاسطوانة المجوفة، وتجرى العملية الاولى على ماكينات ذات درافيل مخروطية الشكل (شكل 136، a) و يميل الدرفيلان احدهما بالنسبة للاخر بزاوية 3 – 10 º .

و يدور الدرفيلان الذى يصل قطرهما الى 700 مم فى اتجاه واحد فيحركان الخامة 2 حركة حلزونية تسبب عند سرعات الدوران العالية و التسخين الشديد للمعدن تكون تجويف عند محور الخامة، و يستعمل للحصول على الشكل المطلوب لتجويف الخامة قلب استعدال خاص 3 .

و تجرى العملية الثانية على ماكينات الدرفلة الترددية (شكل 136، b) و بدرافيلها A مجارى غير مركزية B تقوم بسحب الخامة الموضوعة على قلب D فتحولها الى ماسورة رقيقة الجدران E، ومقاومة المواسير الملحومة .



شكل رقم 136 ، رسم تخطيطى لدلفنة المواسير غير الملحومة :

a- الحصول على جلبة .

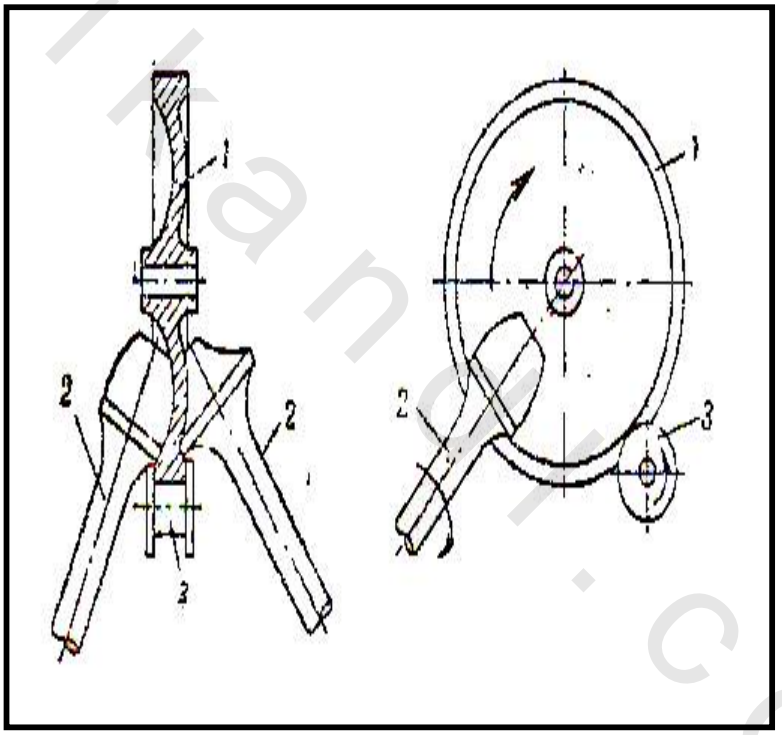
1- درافيل مخروطية . 2- الخامة . 3- القلب .

b- رسم تخطيطى لماكينة الجلفنة الترددية .

obeikandl.com

ماكينات الدلفنة الخاصة :

و تستعمل لدلفنة الاطواق و العجلات القرصية و المقاطع الدورية و غير ذلك، وبشكل (137) رسم تخطيطى لدلفنة عجلة قرصية، والخامة المستعملة لذلك هى صبة كثيرة الاضلاع تقطع الى اجزاء، وبعد كبس الخامة المسخنة بواسطة مكبس او مطرقة وثقب فتحة بمركزها ترسل الى ماكينة الدلفنة حيث تعطى الشكل الجانبى المطلوب بواسطة درافيل ذات شكل خاص لاعطائه المقاسات المطلوبة .



شكل رقم 137 ، رسم تخطيطى لماكينة دلفنة الاقراص :

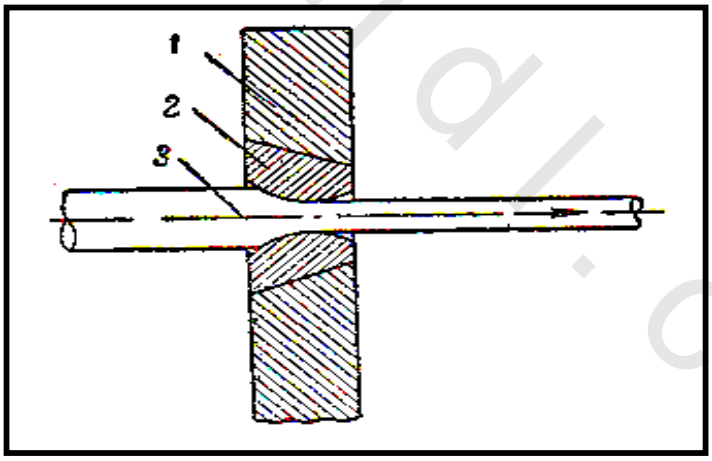
1- الخامة . 2- الدرافيل العامة . 3- بكرة .

obeikan.com

3- **سحب الاسلاك** :

سحب الاسلاك هو عملية تشكيل المعدن على البارد بسحبه خلال فتحة اصغر من مقطع الخامة المشغلة ، ويستعمل السحب لانتاج اسلاك يصل قطرهاالى 6 مم ، و المواسير الرقيقة الجدران و لمعايرة القضبان و المواسير و لصناعة المقاطع الواجهية . وبعد السحب يحصل المعدن على ابعاد مضبوطة و سطح املس و مقاومة و متانة مرتفعة نتيجة لتشغيله على البارد ، و يمكن عند اللزوم اعادة الخواص الاولى التى للمعدن الغير مشغل على البارد الى المعدن المشغل بالتلدين.

و يزداد طول الخامة بعد سحبها و تنقص مساحة مقطعها ، ويجرى السحب بشد المعدن خلال ثقب باسطمبة السحب (شكل 138) و تصنع قوالب (اسطمبات) السحب من صلب العدة الكربونى والسبيكى او من انواع خاصة من الزهر الكرومى .



شكل رقم 138 ، رسم تخطيطى لسحب الاسلاك :
1 – لوحة السحب . 2 – قالب السحب . 3 – القضيب .

obeikandl.com

و تستعمل على نطاق واسع اسطمبات السحب ذات الفتحات المركبة و فى هذه الحالة تصنع اللوحة من الصلب المعتاد و تصنع الفتحة من السبائك الصلدة او الماس او العقيق، ويجرى السحب على ماكينات السحب القابضة او البكرية، و يستعمل الاولى لسحب القضبان القصيرة و المواسير، و تستعمل الثانية للحصول على الاسلاك الرفيعة و لتقليل الاحتكاك الخارجى و تآكل الفتحات، ويستعمل التزييت بواسطة خليط من مسحوق الصابون و الطباشير و الجرافيت .

كما يستعمل للتزييت كذلك البارافين والشمع و خليط من التافوت او الماروت مع الجير، ويمكن اجراء التلدين باعادة التبلور بين عملياتالسحب لازالة الصلادة الناشئة عن التشغيل على البارد .و بعد السحب تستعدل منتجات العملية و تجلخ و تلمع، وفى بعض الاحيان تطلى بالزنك او القصدير بالطريقة الساخنة لمقاومة الصدأ و تجرى هذه العملية عادة للاسلاك .

4- **البثق** :

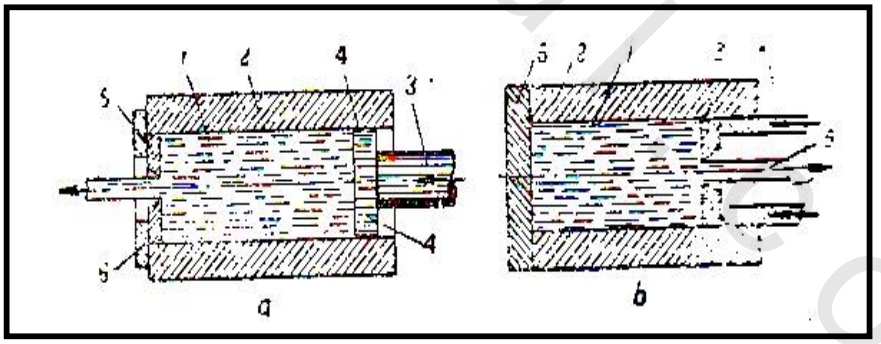
تستعمل عملية البثق لانتاج القضبان و المواسير و المقاطع المعقدة من المواد و السبائك المختلفة و من مزايا هذه الطريقة دقة مقاسات المنتجات و الاستغناء عن عمليات التشطيب ذات الانتاجية المنخفضة كما فى عملية الدلفنة كما ان انتاجية هذه الطريقة غالية و من عيوبها التآكل الشديد للادوات العاملة و كبر نفايات المعدن التى تصل احيانا الى 45 ٪ (للمواسير كبيرة القطر) .

وهناك طريقتان للبثق الطريقة المباشرة و الطريقة المعكوسة، وبشكل (139، a) رسم تخطيطى لعملية البثق بالطريقة المباشرة توضح الخامة المسخنة 1 فى تجويف الخزان 2 و عند ضغط قضيب

المكبس 3 على المكبس 4 يبدأ المعدن فى الانسياب خارجا من فتحة الاسطمبة 5 التى تسندها حلقة السند 6 و يجرى الضغط باستعمال المكابس الهيدروليكية التى تولد ضغوطا تصل الى 6000 طن.

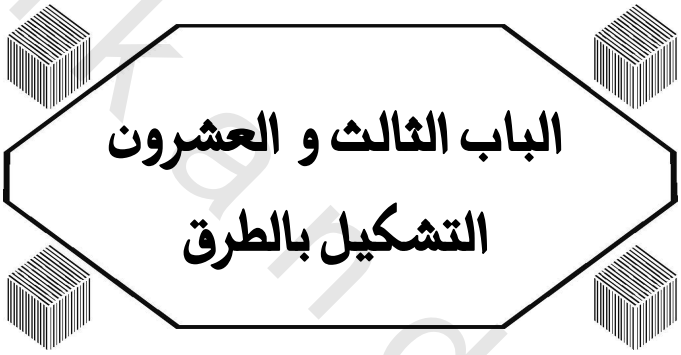
و تصل سرعة انسياب المعدن عند انتاج القضبان من 0.2 – 2 متر/ ثانية، و لبثق المواسير تثقب الخامة اولا، وتصنع المواسير و المقاطع المعقدة بالطريقة المباشرة اذ انها تعطى سطحا اكثر ملامسة استواءا من الطريقة المعكوسة .

وبالطريقة المعكوسة (شكل 139، b) توضع الخامة بالخزان 2 و يبثق خلال فتحة الاسطمبة 3 التى يضغط عليها القالب المجوف 4 و الخزان مغلق من الجهة الاخرى بوردة السند 5 و فى هذه الطريقة ينساب المعدن 6 فى اتجاه عكس اتجاه حركة القضيب و تتطلب هذه الطريقة طاقة اقل من الطريقة المباشرة و تتخلف عنها نفايات اقل، وتنتج بالبثق القضبان التى يصل قطرها من عدة ملليمترات الى 400 مم، ويتراوح سمك جدران المواسير المنتجة فى الحدود من 1.5 – 10 مم .



شكل رقم 139 ، رسم تخطيطى للبثق

obeikandl.com



obeikandl.com

obeikandl.com

1- **التشكيل بالطرق الحر (بالحدادة)** :

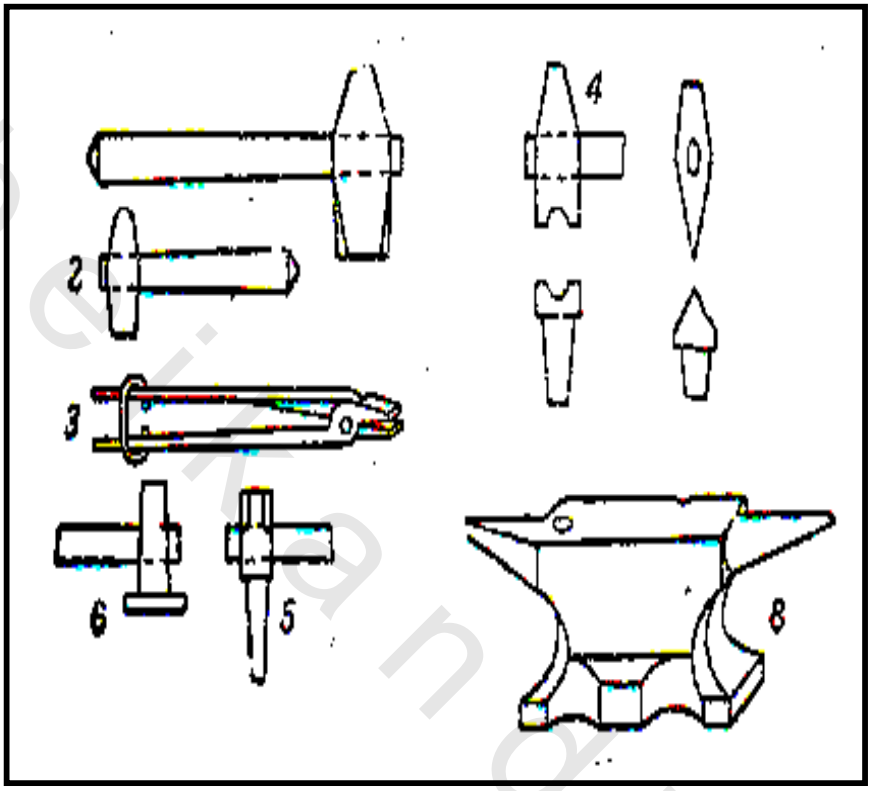
الطرق هو عملية تغيير شكل المعدن المسخن بطرقات من المطرقة او بضغط مكبس، ويتكثف المعدن اثناء عملية طرقه و ترتفع خواصه الميكانيكية و المادة الاساسية المستعملة لانتاج المطروقات هى الصلب و بعض السبائك المصنوعة على اساس النحاس و الالومنيوم و الماغنسيوم، و الطرق كما ذكرنا اعلاه يمكن ان يكون حرا او فى قوالب الكبس (الاسطمبات) .

و فى الطرق الحر (الحدادة) يشكل المعدن المشغل بين سطحين مستويين و يمكن للمعدن ان ينساب بينهما فى اتجاه السطحين وفى الطرق فى الاسطمبات يخضع انسياب المعدن لشكل تجويف الاسطمبة . و يستعمل الطرق الحر فى الصناعة على نطاق ضيق لانتاج المطروقات الكبيرة، ومن الصعب الحصول على اجزاء معقدة بهذه الطريقة و هى تتميز بالاضافة الى ذلك بانخفاض دقتها و قلة انتاجيتها، و يمكن ان يكون الطرق الحر (الحدادة) يدويا او بالماكينات .

و تستعمل الحدادة اليدوية للانتاج الفردى للاجزاء الصغيرة او فى اعمال الاصلاح، و تجرى الحدادة على السندان باستعمال ادوات منها المرزبات و الشواكيش و المقاطع و سنابك التخريم و البلصات المستديرة و المربعة و اللواقط و غيرها، و بشكل (140) رسم لادوات الحدادة اليدوية و مستلزماتها و تطرق الاجزاء المتوسطة الحجم على المطارق الميكانيكية و الكبيرة على المكابس، و الاداة العاملة عند الحدادة بالماكينات هى بلصات مطارق و مكابس الحدادة، والاداة المساعدة هى القضبان الملفوفة و المقاطع و سنابك التخريم و الشوك و غيرها، وهى مبينة بشكل (141) ويجرى قياس المطروقات اثناء العمل بالبراجل

obeikandl.com

الكروية والداخلية ومحددات القياس (الضبعات) و النماذج (شكل142) .

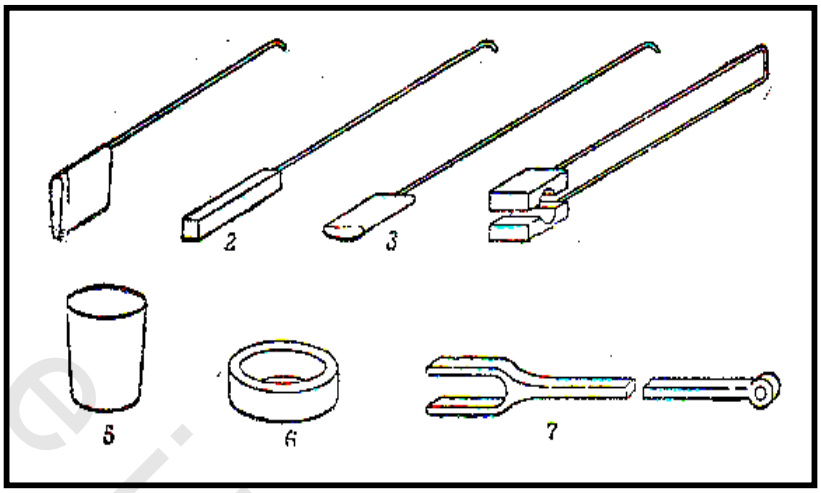


شكل رقم 140 ، ادوات و معدات الطرق اليدوية :

1- المرزبة . 2- الشاكوش. 3- لاقط . 4- بلص ملفوف .

5- سنبك تخريم .6 - بلص. 7- مقطع . 8- سندان .

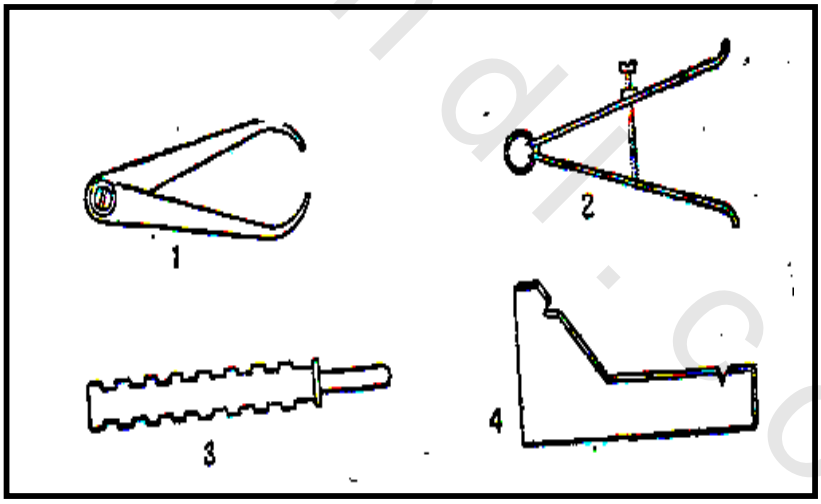
obeikandl.com



شكل رقم 141 ، أدوات الحدادة بالماكينات :

1- مقطع . 2- قضيب مربع . 3- قضيب مستدير . 4- بلص ملفوف.

5- سنبك . 6- حلقة . 7- شوكة .



شكل رقم 142 ، أدوات القياس :

1- برجل كروى . 2- برجل داخلى . 3- محدد لقياس السمك . 4-ضبعة .

obeikandl.com

و يسخن المعدن قبل طرقه الى درجة حرارة معينة، و يجرى تسخين الخامات عند الحدادة اليدوية غالبا فى كور الحدادة، وتسخن الاجزاء المتوسطة و الكبيرة فىالافران الكهربائية و اللهبية، و الطريقة المثلى للتسخين هى طريقة الحث و تضمن حدا ادنى من التأكسد وانخفاض نسبة الكربون بالخامة من الصلب و التسخين الحثى مناسب للاجزاء الصغيرة فى الانتاج بمجموعات كبيرة .

و يسمى الجزء الناتج بعمليات طرق متوالية بالمطرقة و من العمليات الاساسية بالحدادة اليدوية (شكل 143) الكبس و السحب و الثقب و الثنى و اللى و القطع و الحام .

الكبس :

عبارة عن عملية انقاص الطول الاصلى للخامة مع زيادة مقطعها، ولتجنب حدوث انثناء طولى بالخامة يجب الا يزيد طولهاالاصلى عن 2.5 سمكها، ويجرى الكبس باستعمال المرزبة على السندان او بين بلصى المطارق و المكابس الميكانيكية، ويستعمل الكبس الجزئى لزيادة سمك جزء من الخامة، وفى هذه الحالة يسخن من الخامة الجزء المراد كبسه جزئيا .

السحب :

عملية يزاد بواسطتها طول المطرقة و ينقص مقطعها المستعرض و يجرى السحب ابتداءا من منتصف الخامة الى اطرافها بضربات من المرزبة او بلص المطرقة الميكانيكية على قضيب ملفوف يوضع فوق الخامة مع تقليب الخامة بمقدار 90 º او 180 º، و عند السحب يجب ان يغطى بلص المطرقة او القضيب كل عرض الخامة المسحوبة .

obeikandi.com

الثقب :

و يجرى للحصول على فتحة بالخامة و يجرى الثقب فى الحدادة اليدوية باستعمال السنابك بوضع الخامة فوق الثقب الموجود بالسندان و فى الحدادة بالماكينات يستعمل للثقب السنبك و الحلقة (شكل 143) و لتجنب حدوث زوئد يجرى الثقب اولا من ناحية بحيث لا يصل الى نهاية الخامة ثم تقلب المطروقة و يجرى ثقبها من الجهة الاخرى .

الثنى :

و يجرى لاعطاء الخامة شكلا منحنيا و قبل الثنى تسخن الخامة تسخينا موضعيا ثم يثبت احد طرفيها بين بلصى المطرقة و يثنى الاخر بضربات من المرزبة ، و يتناقص سمك الخامة فى مكان الثنى و لذلك يجب ان تكبس الخامة قبل ثنيها للحصول على مقطع متماثل . و نثنى المطروقات ذات المقطع الكبير باستعمال اسطمبة ثنى ، وتثنى المطروقات الصغيرة على قرن السندان .

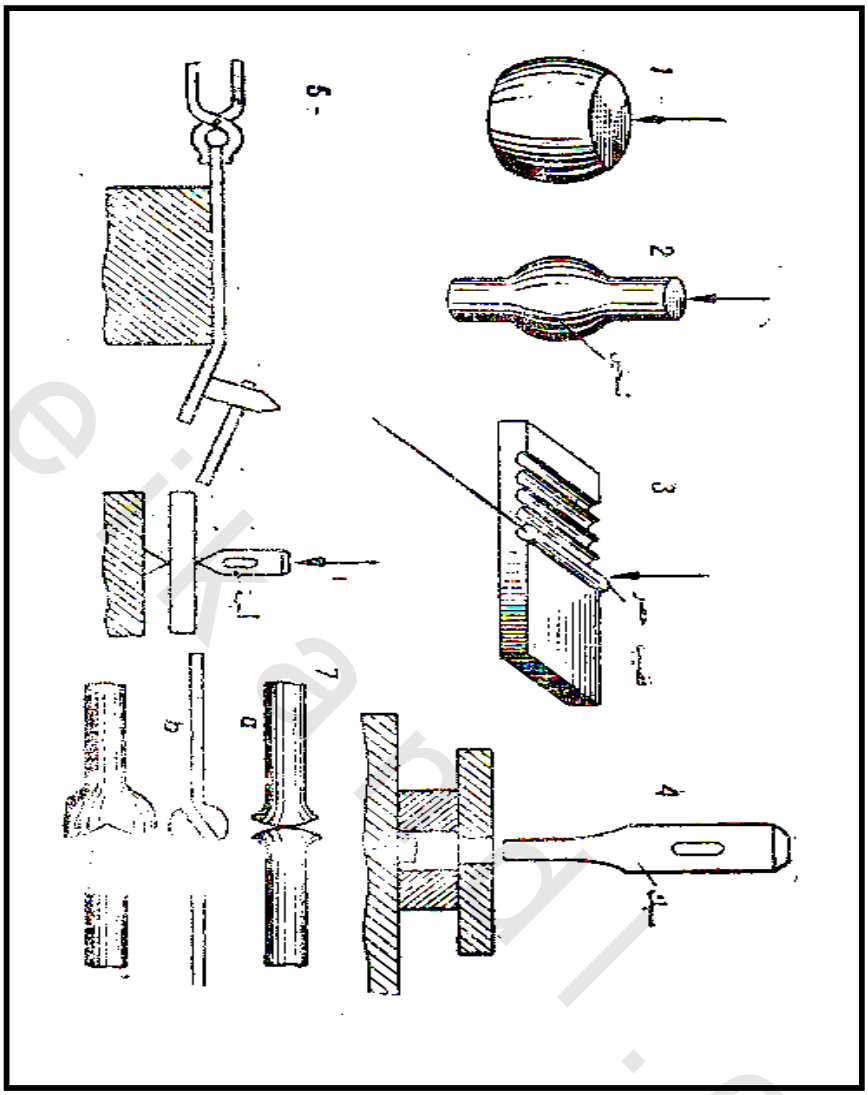
اللى :

و هو عملية من عمليات الحدادة يلوى فيها جزء من الخامة بالنسبة للاخر بزاوية معينة حول المحور المشترك لهم ، و يجرى اللى باستعمال ايدى الادارة او الشوكة .

القطع :

و يجرى لتقسيم الخامة الى اجزاء او لفصل جزء من المعدن عنها لتسكيل شكلها الخارجى او الداخلى ، وفى الحدادة اليدوية يجرى القطع باستعمال المقاطع و فى الحدادة بالماكينات باستعمال مقاطع عريضة خاصة .

obeikandl.com



شكل رقم 143 ، العمليات الاساسية للطرق الحر :

1- الكبس . 2- الكبس الجزئي . 3- السحب . 4- الثقب.

5- الثنى . 6- القطع. 7- اللحام

a- التنكيبى (قورة على قورة) . b- التراكبى (شفة على شفة) .

c- فى مجرى .

لحام الحدادة :

و يجرى لتجميع قطعتين او اكثر من المعدن لتكوين مطروقة واحدة، ويجرى لحام الحدادة للصلب الكربونى الطرى المحتوى على الكربون بنسبة0.15 – 0.25 ٪، ويمكن اجراؤه بحيث ينطبق وجها الطرفين (لحام تناكبى) او بحيث ينطبق احد الطرفين على الاخر (لحام تراكبى) او بحيث ينطبق احد الطرفين فى تجويف الاخر .

و قبل اللحام تكبس اطراف الخامات و تعطى سطوح الالتحام شكلا محدبا و تسخن الاطراف الكجهزة الى درجة الالتحام . و فى عملية التسخين ترش سطوح الالتحام بالفلكس (خليط من الرمل الكوارتزى و البوريك) لتحويل طبقة الاكاسيد المتكونة الى خبث . و بعد تنظيف الخبث توضع الاطراف المسخنة على بعضها بحيث تنطبق سطوح التحامها وتطرق حتى الالتحام .

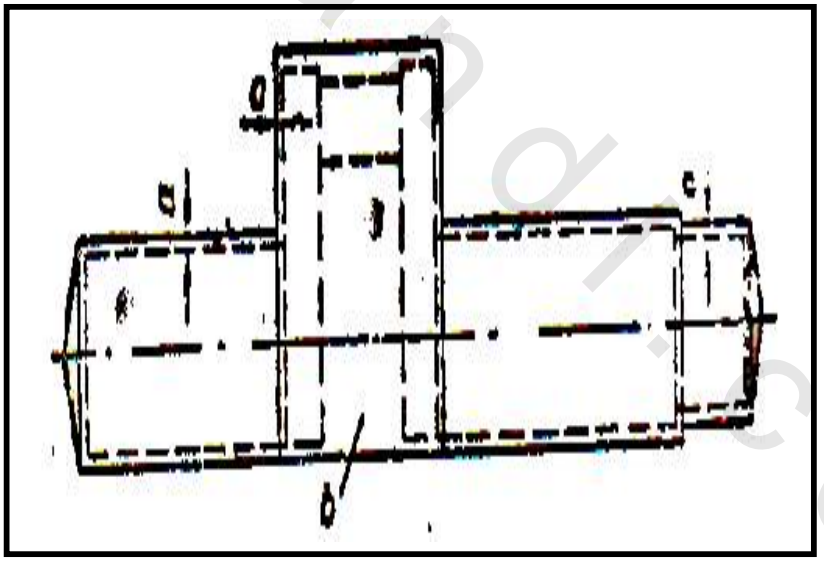
و تصل متانة لحام الحدادة للصلب المنخفض نسبة الكربون الى ما يقرب من متانة المعدن الاصلى، و فى الوقت الحاضر تستعمل بدل لحام الحدادة الطرق الافضل للحام، و يستعل لحام الحدادة اساسا فى اعمال الاصلاح . و باستعمال العمليات المختلفة للحدادة يمكن الحصول على مطروقات بالشكل المطلوب حسب المواصفات الفنية و الرسم الهندسى للمطروقة (شكل 144) و يعد هذا الاخير على اساس الرسم الهندسى للجزء التام الصنع مع زيادة ابعاده بمقدار علاوة التشغيل a اى سمك طبقة المعدن التى تزال بالقطع على الماكينات، و هناك عدا علاوة التشغيل تفاوت فى مقاسات المطروقة حسب دقة التشغيل .و فى بعض الاحوال تعطى علاوة زائدة b (شكل 144) عبارة عن الزيادة فى

obeikandl.com

المعدن التى تزال بالتشغيل بالقطع فيما بعد ، و ذلك لتبسيط شكل المطروقة .

و يسحب على اساس الابعاد الناتجة للمطروقة حجمها الكلى بجمع احجام اجزائها المنفصلة ، ويحدد وزن المطروقة بضرب الحجم فى الوزن النوعى للمعدن ، عند تحديد وزن الخامة يجب مراعاة وزن المطروقة مع اضافة وزن نفايات المعدن المزالة بالقطع و كذلك المعدن المفقود بالاحتراق .

و تتوقف نفاياتالقطع على تعقيد المطروقة او بساطتها و تتراوح من 5 – 30 ٪ من وزنها ، و يفقد من المعدن بالاحتراق 2 – 3 ٪ من وزن الخامة و يزداد الاحتراق الكلى للمعدن عند تكرار التسخين و سنوضح فيما يلى بعض امثلة التشغيل بالحدادة اليدوية .



شكل رقم 144 ، الرسم الهندسى للمطروقة

obeikandi.com

طرق مسمار برأس مسدسة (شكل 145) :

العملية الاولى – تسخين قضيب مستدير المقطع و قطع الخامة بالطول المطلوب منه .

العملية الثانية – تسخين احد اطراف الخامة بطول الجزء المكبوس و الكبس بضربات من المطرقة .

العملية الثالثة – وضع الجزء الاسطوانى من الخامة فى اسطمبة و وضعهما مع على السندان بحيث تدخل ساق المسمار فى ثقب السندان ثم تفرطح الرأس بضربات من المطرقة .

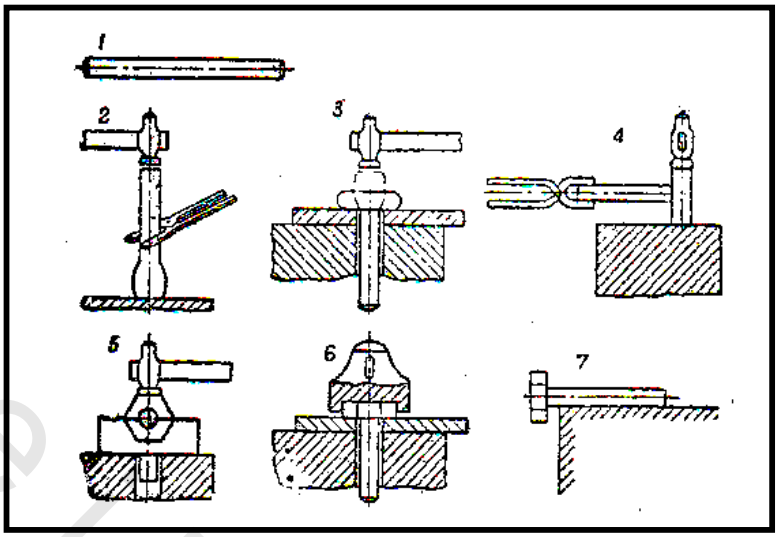
العملية الرابعة – اخراج المسمار و اعطاء الرأس شكلا اسطوانيا باستعمال المطرقة .

العملية الخامسة – تسخين رأس المسمار و اعطائها شكلا مسدسا باستعمال بلص مسدس (النصف الاسفل) .

العملية السادسة – وضع المسمارفى الاسطمبة و وضعه على السندان بحيث يمر فى ثقبه، و وضع بلص واجهى مستوى (مربع) على رأس المسمار و اعطاء الرأس شكلا كرويا بضربات من المطرقة على البلص .

العملية السابعة – استعدال ساق المسمار و قياس طوله فاذا كان الطول اكبر من اللازم يسخن طرق المسمار و يقطع بالمقطع .

obeikandi.com



شكل رقم 145 ، طرق مسمار برأس مسدسة

طرق مفتاح صواميل (متصل) (شكل 146) :

العملية الاولى – شنكرة الطول اللزم على خوصة و قطع الجزء المطلوب منها .

العملية الثانية – تسخين طرفى الخوصة على الترتيب و شطفها بالاجنة ثم ثنى الاطراف .

العملية الثالثة – ثنى كل من الطرفين الى الخارج .

العملية الرابعة – تسخين احد الطرفين الى درجة اللحام ثم طرقه حتى يلتحم، ونكرر العملية بالنسبة للطرف الاخر .

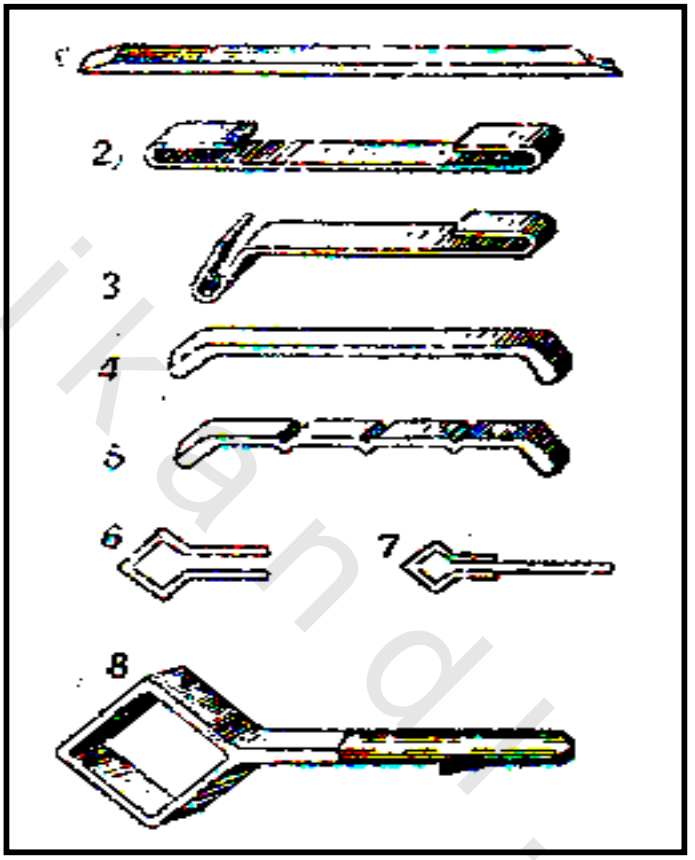
العملية الخامسة – خصرة وسط الخوصة لتكوين الاركان .

العملية السادسة – ثنى الخوصة فى اماكن الخصر للحصول على شكل المفتاح .

obeikandi.com

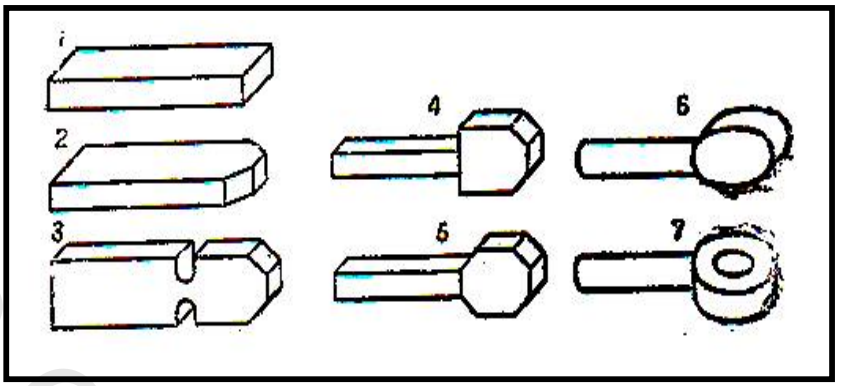
العملية السابعة - وضع اليد بين الطرفين و التسخين حتى درجة اللحام .

العملية الثامنة – استعدال المفتاح و تشطيب مقاساته .



شكل رقم 146 ، طرق مفتاح صواميل

obeikandi.com



شكل رقم 147 ، طرق اذن شدادات فرامل

طرق اذن شدادات فرامل (شكل 147) :

العملية الاولى – قطع الطول المناسب من خوصة .

العملية الثانية – تسخين الخامة و شطف ركنين من اركانها .

العملية الثالثة – خصر الخامة بازالة جزئين منها بالمقطع من الجانبين .

العملية الرابعة – تسخين الخامة و سحب طرفها الايسر .

العملية الخامسة – تسخين الرأس و شطف الركنين الاخرين .

العملية السادسة – تدوير الحلقة و النصاب .

العملية السابعة – ثقب فى فتحة بالحلقة – التدوير و التسوية .

obeikandl.com

2- **الحداداة على المطارق** :

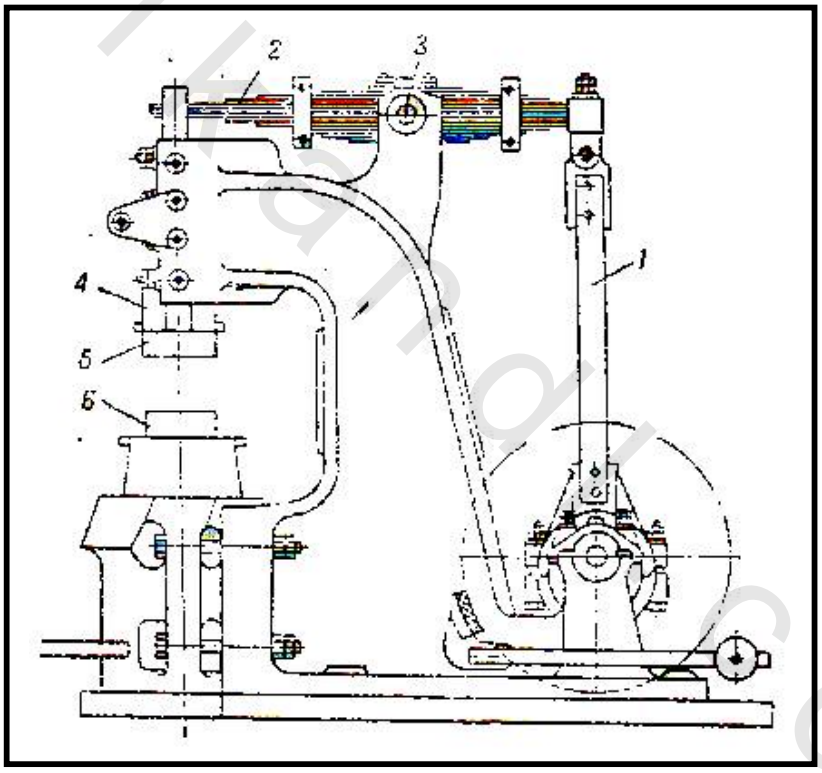
تجرى الحدادة الميكانيكية على المطارق و المكابس وهى اهم وسائل الطرق الحر فى الصناعة الميكانيكية الحديثة، و تحدث المطارق تأثيرها فى المعدن بطرقات مفاجئة، فى حين تحدث المكابس ضغطا تدريجيا يستمر لمدة طويلة على المطروقة، وتوصف المطارق الميكانيكية بوزن الاجزاء الساقطة و تنقسم حسب مبدأعملها الى مطارق ميكانيكية التشغيل و مطارق بخارية هوائية .

و من المطارق الميكانيكية التشغيل المطارق السوستية و المطارق الهوائية، وهذه المطارق محرك كهربائى و تستعمل للطرق الحر للمصنوعات الصغيرة الحجم و بشكل (148) اوردنا رسما لاحد تصميمات المطرقة السوستية، ويحرك عمود المرفق الذراه المرفقى 1 الذى يتصل بالسوستة 2 مفصليا، و تتأرجح السوستة على محور 3 و تتصل السوستة بالدقاق 4 و هو معلق عليها تعليقا حرا و ينزلق فى مجارى، و عند دوران عمود المرفق يرتفع الدقاق و يهبط و يدق البلص 5 الخامة الموضوعة على السندان 6 .

و عدد الضربات فى الدقيقة باحتساب تأثير السوستة يتراوح 300 – 120 ز يصل وزن الاجزاء الساقطة فى مثل هذه المطارق الى 30 – 250 كجم ، و تستعمل هذه المطارق لطرق المصنوعات الرقيقة التى تبرد بسرعة .

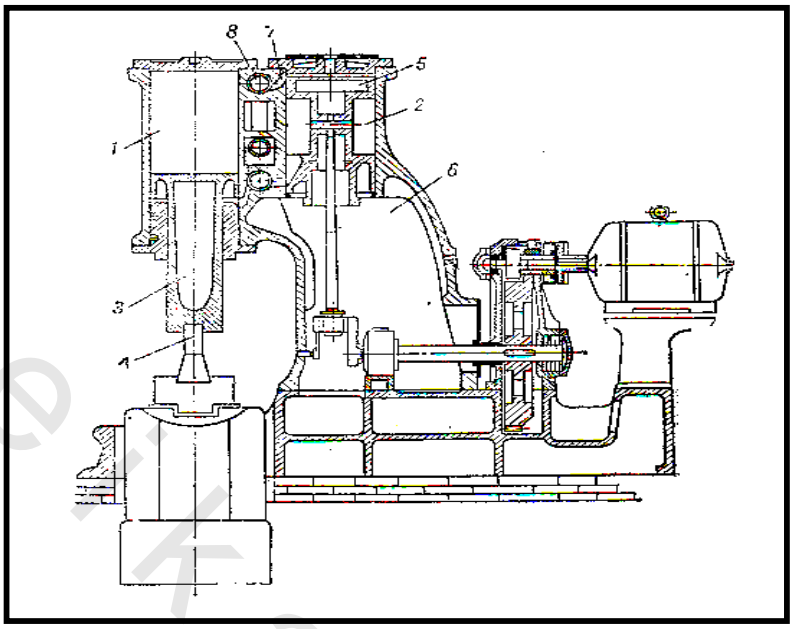
و بالمطرقة الهوائية (شكل 149) اسطوانتان : الاسطوانة العاملة 1 و اسطوانة الضغط 2، ويتحرك فى الاسطوانة العاملة مكبس دقاق 3 و يركب به البلص 4، اما المكبس الكابس 5 فتحركه

تركيبة مرفقية 6 فيكبس الهواء الذى امتصه فى النصفين العلوى و السفلى من اسطوانة الضغط على الترتيب . و يذهب الهواء المكبوس بواسطة القنوات 7 الى تجويف الاسطوانة العاملة مما ينتج عنه اصطدام الدقاق بالسندان او ارتفاعه، ويجرى دخول الهواء و خروجه من الاسطوانة العاملة بواسطة الصمامات 8 التى تحركها مقابض او بدال، ويسمح وجود الصمامات باجراء طرقات منفصلة اوتوماتيكيا و بالاضافة الى ذلك يسمح بابقاء الدقاق فى الوضع العلوى و يتراوح وزن الاجزاء الساقطة من 50 – 1000كجم .



شكل رقم 148 ، المطرقة السوستية

obeikandl.com

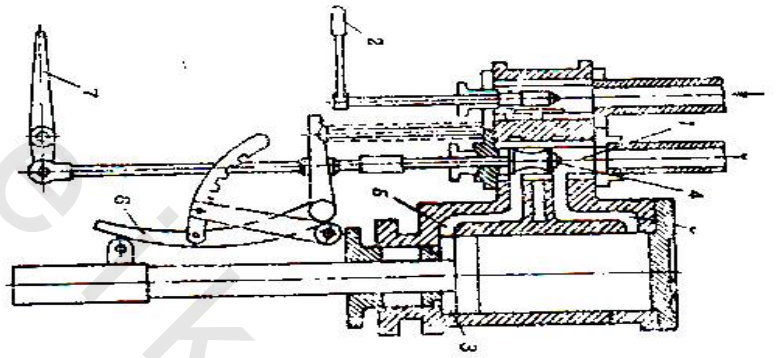


شكل رقم 149 مطرقة هوائية

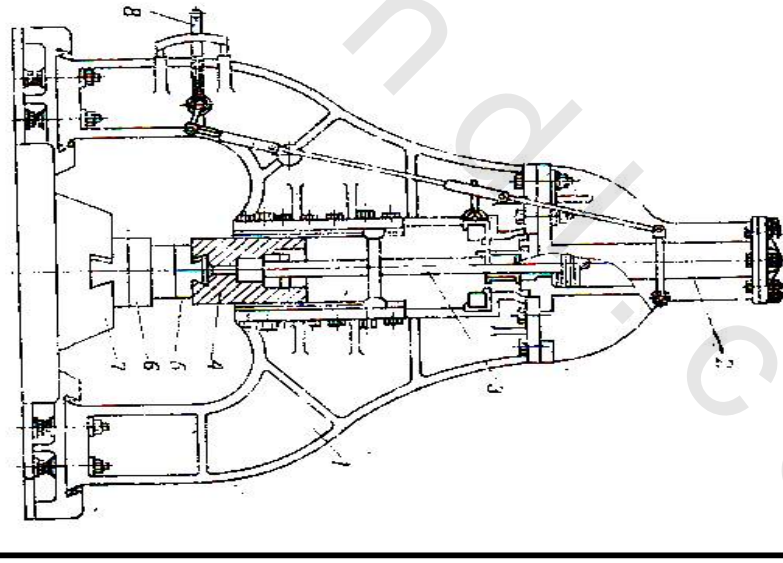
و تستعمل المطارق الهوائية لطرق المطروقات الواجهية التى يصل وزنها الى 20 كجم و يتراوح وزن المطروقة البسيطة من 20 – 200 كجم، و تطرق المطروقات المتوسطة الوزن على المطارق البخارية – الهوائية المباشرة العمل او المزدوجة العمل . و بشكل (150) بينا مطرقة بخارية هوائية مزدوجة القاعدة مزدوجة العمل، و الاسطوانة العاملة 2 مثبتة باعلى البدن 1 ، و يتحرك بداخلها المكبس المتصل بالقضيب 3، و يتصل الطرف الاسفل للقضيب بالدقاق 4 و به البلص 5 الذى يمكن تغييره و الذى يقوم بطرق المعدن على البلص السفلى 6 و يوضع البلص السفلى على كتلة 7 عبارة عن مسبوكة ضخمة .

obeikandl.com

و يركب البدن و الكتلة على اساس معقد التركيب، و يجرى باستعمال اليد 8للتحكم فى تركيبة التوزيع و بشكل (151) رسم منفصل يبين هذه التركيبة .



شكل رقم 151 ، رسم تخطيطى لالية التوزيع بالمطرقة المبينة بشكل رقم 150



شكل رقم 150 ، مطرقة بخارية – هوائية مزدوجة القاعدة

obeikandi.com

و يدخل البخار او الهواء المضغوط فى الصمام المكبسى 1 بتحريك اليد 2 و لرفع المكبس 3، و معه الاجزاء المتحركة الى اعلى ويدخل البخار او الهواء المضغوط اسفل المبكس، وللطرق يدخل باعلى المكبس . و يجرى ادخال و اخراج البخار من تجويفى الاسطوانة بواسطة الصمام 4 خلال القنوات 5 و 6 و يحرك الصمام يدويا بواسطة اليد 7 او عند التشغيل الاوتوماتيكى بواسطة الذراع 8، و يتصل ذراع التحكم الاتوماتيكى (السيف) مفصليا بشداد الصمام، وهمذا فانه يقوم بتأرجحه عند حركة الدقاق بتحريك الصمام اوتوماتيكيا هى المهمة التى كان يقوم بها العامل على الماكينة فى حالة التشغيل اليدوى ، وتصميم المطارق البخارية الهوائية الفردية البدن بوزن للاجزاء الساقطة (المكبس و قضيب المكبس و الدقاق و البلص) لا يزيد عن 2 طن، وتكون المطارق الضخمة (حتى 5 اطنان) ذات بدن مزدوج و مجارى لحركة الدقاق تضمن عدم ميل القضيب عند العمل، و المطارق البخارية الهوائية سهلة التشغيل و يمكنها ان تقوم بالطرق بقوى مختلفة، ويمكن بها ابقاء الدقاق فى وضعه العلوى، او ضغط المطروقة بواسطته . و تستعمل هذه المطارق لمختلف العمليات فى الحدادة الحرة للاجزاء المتوسطة الوزن .

و سنبين كمثال لعمليات التشغيل على المطرقة البخارية الهوائية طرق ترس بذنبة (شكل 152) :

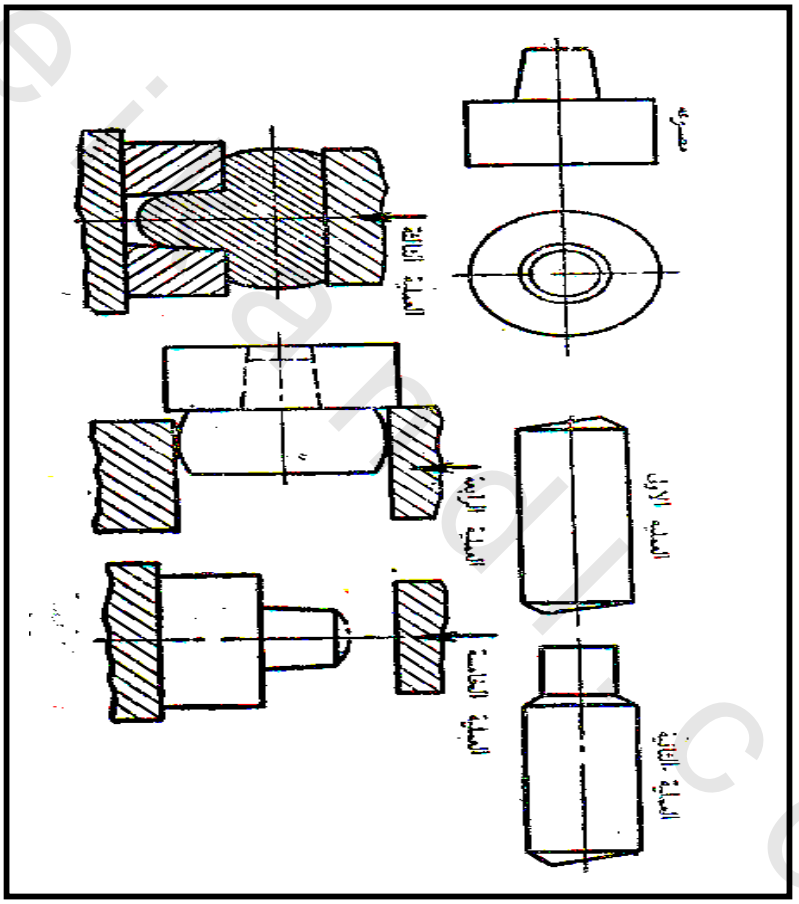
العملية الاولى – تسخين قضيب مدرفل و قطع خامة بالطول المطلوب بالمقطع .

العملية الثانية – تسخين الخامة و سحب الذنبة تحت البلصين بالقطر و الطول المطلوبين .

العمليـة الثالثـة – كـبس الخامـة باسـتعمال الحلقـة و يكـبس الجزء الاكبر .

العمليـة الرابعـة – تـدوير السـطح الاسـطوانى للـترس و الخامـة مازالت بالحلقة و استعمال الطرفين و ازالة الحلقة .

العملية الخامسة – استعدال تحدب الذنبة .



شكل رقم 152 ، طرق ترس بعامود قصير

3- **الطرق على المكابس الهيدروليكية** :

تستعمل المكابس الهيدروليكية للحصول على المطروقات الثقيلة من المسبوكات التى يتراوح وزنها من 1 – 250 طن، وتتميز المكابس عن المطارق بكونها تشكل المعدن دون صدمات بالتأثير عليه بقوة ستاتيكية، ويصل ضغط المكابس الهيدروليكية الحديثة المستعملة للطرق الحر من 500 – 10000 طن و ضغط المكابس المستعملة للكبس فى اسطمبات يصل الى 20000 طن .

و بشكل (153) رسم تخطيطى لتركيب المكبس الهيدروليكى، ويتكون بدن المكبس من اربعة اعمدة 1 مثبتة بزهرة الاساس السفلية 2 و ترتبط من اعلى بالعارضة الثابتة 3، وبهذه العارضة تركب الاسطوانة العاملة 4 و الرافعة 5 . وتقوم الاعمدة بتوجيه العارضة المتحركة 6 التى تحمل البلص العلوى 7 و يثبت البلص السفلى 8 بزهرة الاساس . و ترتبط العارضة المتحركة بمكبس الاسطوانة العاملة 9 كما تربطها الشدادات 10 الى عارة الاسطوانة الرافعة 11، و يحتاج تشغيل المكبس الى ضغط مائى لا يقل عن 200 ض.جـ، ويحصل على هذا الضغط باستعمال وحدة طلمبة – مركم .

فعند دخول الماء تحت ضغط فىالاسطوانة العاملة يتحرك المكبس و معه العارضة المتحركة الى اسفل مشكلا الخامة الموجودة بين البلصين، و لرفع العارضة المتحركة و المكبس يدخل الماء تحت الضغط تحت المكبس 12 للاسطوانة الرافعة، ويذهب الماء العادم من هاتين الاسطوانتين الى الخزان 13 ومنه تضخه الطلمبة 14 الى المركم 15 ومنه يغذى الماء خلال موزع الماء 16الى الاسطوانة الرئيسية او الرافعة، وفائدة المركم هة تجميع الماء تحت ضغط عال فى فترات

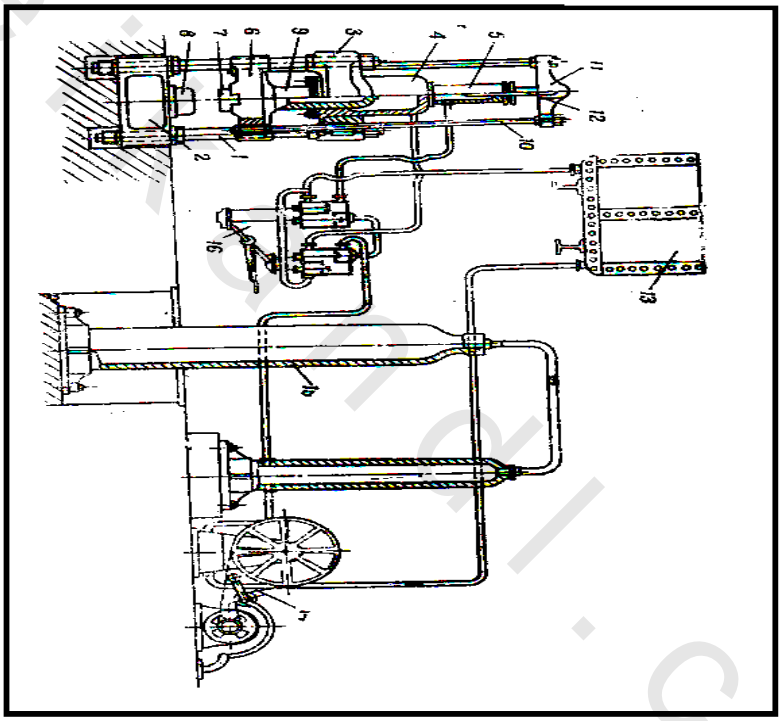
obeikandl.com

وقوف المكبس و الاحتفاظ بضغط ثابت للماء بالنظام و يسمح وجوده باستعمال طلمبات منخفضة القدرة، ويمكن ان تكون المراكم ثقيلة او هوائية هيدروليكية عديمة المكبس، و تستعمل هذه الاخيرة على نطاق واسع و يحدد الضغط P الذى يولده المكبس من المعادلة :

$$P = P(\pi D^2/4)$$

ضغط السائل فى الاسطوانة العاملة للمكبس (كجم/سم2)

قطر مكبس الاسطوانة العاملة (سم)



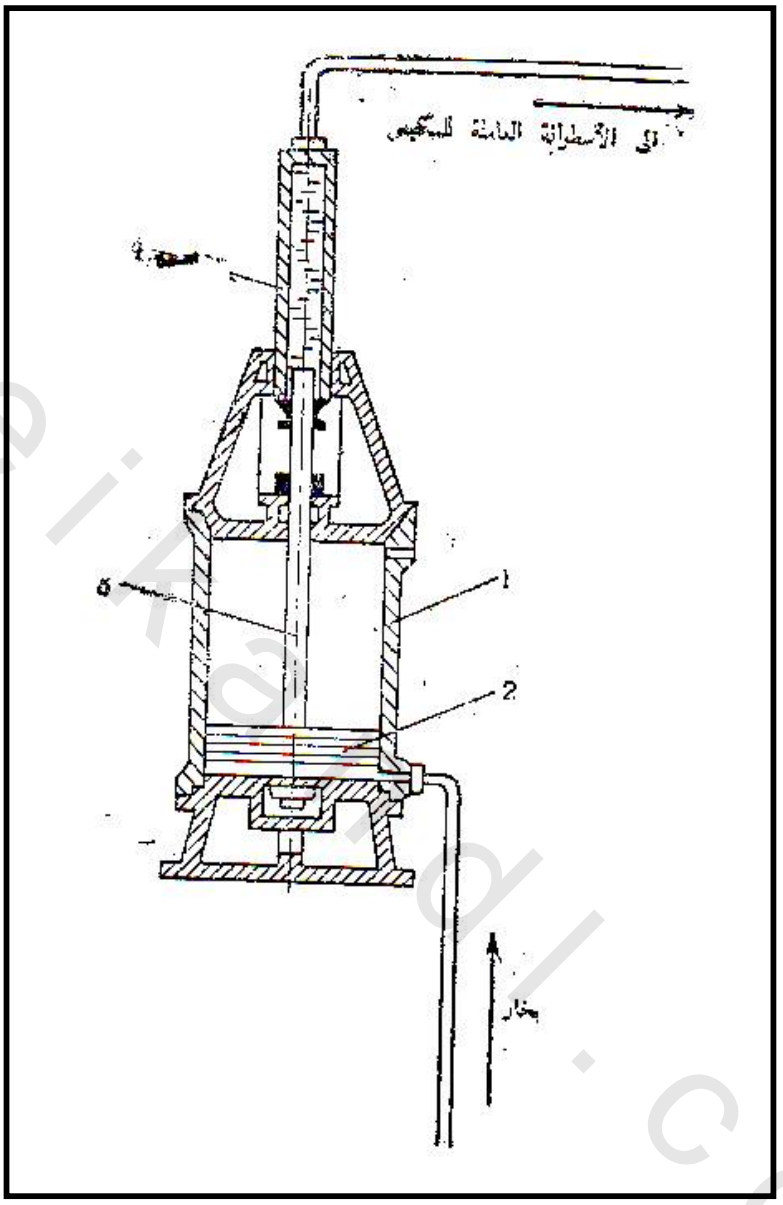
شكل 153 رسم تخطيطى لمكبس هيدروليكى بمركم هوائى – هيدروليكى عديم المكبس

obeikandl.com

المكابس البخارية الهيدروليكية :

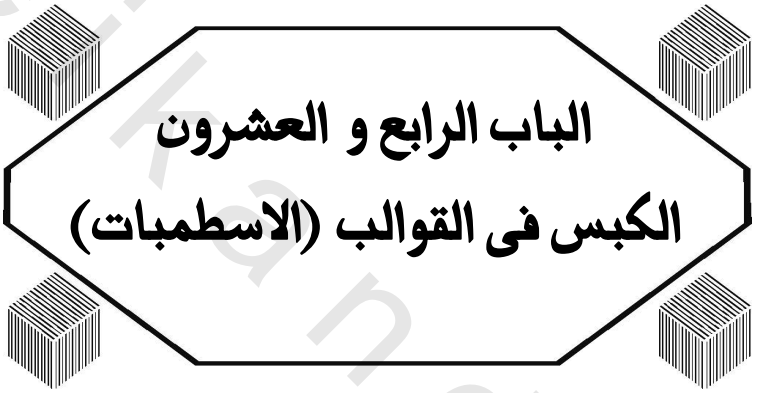
تعمل بدون طلمبة او مركم، ومصدرالماء العالى الضغط بها جهاز خاص هو المكبر و به يتحول الضغط المنخفض للبخار الى ضغط عال للماء (400 ض.جـ)، ويركب المكبر (شكل 154) منفصلا او على الاسطوانة العاملة للمكبس الهيدروليكى مباشرة، ويتركب المكبر من اسطوانة كبيرة 1 يحرك ضغط البخار (10 ض.جـ) بها مكبسا 2 و يدخل قضيب المكبس 3 فى الاسطوانة الهيدروليكية 4 فيضغط الماء الموجود بها ضغطا شديدا و يذهب هذا الماء الى الاسطوانة العاملة للمكبس، ويكون ضغط الماء الناتج اعلى من ضغط البخار بنسبة تساوى نسبة مساحة المكبس البخار الى مساحة مكبس الماء، والمكابس البخارية الهيدروليكية اقل اقتصادية من المكابس الهيدروليكية بالرغم من كون تركيبة تحريكها ابسط من التركيبة المحركة لهذه الاخيرة، وبالاضافة الى الادوات المساعدة المستخدمة فى الحدادة اليدوية على المكابس فان هناك ماكينات خاصة تستعمل بالمصانع الحديثة تسمى بالمشغلات تستعمل لامساك و تحريك و تقليب المسبوكات و الخامات الكبيرة .

obeikandi.com



شكل رقم 154 ، المكبر

obeikandl.com



obeikandl.com

obeikandl.com

1- **الكبس فى قوالب الكبس (الاسطمبات) على الساخن** :

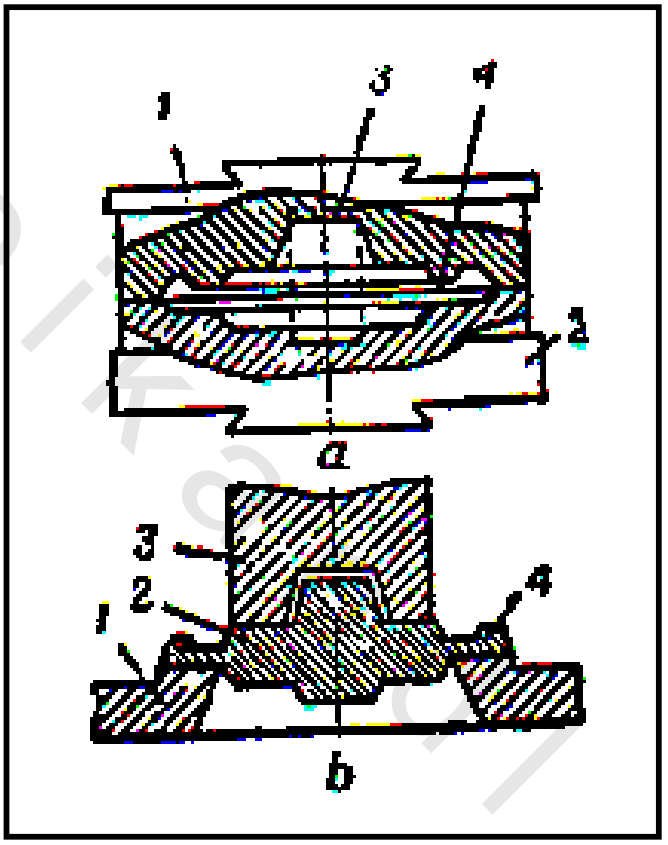
و يستعمل لتقريب شكل و مقاسات المطروقات الى اشكال وابعاد الجزء التام الصنع، وتتميز هذه الطريقة بدقو و انتاجية اعلى من دقة و انتاجية الطرق الحر.

و عند الطرق فى الاسطمبات يمكن تقليل علاوة التشغيل الميكانيكى و تفاوت ابعاد المطروقة، و بالاضافة الى ذلك يصبح فى الامكان الحصول على الوضع المطلوب للالياف بالمطروقة مما يرفع من متانتها، ولما كانت تكاليف الاسطمبات عالية فان استخدام الاسطمبات يكون موافقا للانتاج و بالمجموعات و بالجملة، والالة الاساسية فى الكبس فىالاسطمبات هى الاسطمبة و هى عبارة عن قالب من الصلب يقابل تجويفها (المجرى) شكل المطروقة المطلوب صنعها، و المادة المستعملة لصناعة الاسطمبات هى الصلب الكربونى الجيد ماركة y8A و تصنع الاسطمبات الهامة من صلب العدة السبيكى الجيد .

و تتكون الاسطمبة (155) من جزئين العلوى 1 و يثبت الى دقاق المطرقة و السفلى 2 و يركب على وسادة على السندان، وتوضع فى تجويف النصف السفلى من الاسطمبة الخامة المسخنة 3، ويملأ المعدن تحت تأثير طرقات النصف العلوى من الاسطمبة كل تجويف الاسطمبة و تنضغط الزيادة فى المعدن (الزعانف) الى قناة خاصة 4 وتصل نفاية المعدن الزائدة الى 15 – 20 ٪ من وزن المطرقة، ويجب ان تكون جدران تجويف الاسطمبة (يسمى احيانا بالمجرى) المسلوبة بزاوية من 3 – 15 ° لتسهيل اخراج المطروقة الجاهزة، وتتراوح علاوة التشغيل من 1 – 3 مم، و يسمح بتفاوت فى ابعاد المطروقة نصف ما يسمح به

obeikandl.com

عند الطرق الحر، و يذهب الجزء المطروق بعد ذلك عند الى مكبس لقطع الزعانف فى اسطمبة قطع خاصة، كما هو مبين بشكل (155)،ويمكن ان تكون الاسطمبات وحيدة المجرى او كثيرة المجارى.



شكل رقم 155 ، قوالب الكبس :

a- قالب الطرق . 1- القالب العلوى . 2- القالب السفلى . 3- الخامة قبل الكبس . 4- المطروقة .

b- قالب القص . 1- انثى القالب . 2- المطروقة . 3- ذكر القالب . 4- الزوائد

obeikan.com

و عند الكبس فى اسطمبات وحيدة المجرىتطرق الخامة مبدئيا طرقا حرا ثم تكبس فى الاسطمبة الوحيدة المجرى بعد تسخينها مرة اخرى بحيث تتخذ الشكل المطلوب و بعد ذلك تقطع الزعانف .

و يجرى الكبس فى اسطمبات كثيرة المجارى بها عدة مجارى للكبس المبدئى و النهائى و قطع الزعانف، و تجرى فى مجارى الكبس المبدئى عمليات تحضيرية كالسحب و الثنى و الفرد و العصر و غيرها و تكون هذه المجارى عند حافة الاسطمبة . و تكون مجارى الكبس النهائى للكبس الخشن والتشطيب، و بهذه المجارى قنوات لخروج الزعانف و توجد هذه المجارى بوسط الاسطمبة .

و يستعمل مجرى القطع لفصل المطروقة عن القضيب او الزعانف المحيطة، و يستعمل الكبس فى الاسطمبات كثيرة المجارى فى الانتاج بالجملة للاجزاء المتوسطة التعقيد و الحجم .

و يؤدى عدم تساوى تبريد الاماكن المختلفة من الجزء المكبوس الى حدوث اجهادات داخلية بالمعدن مما قد ينجم عنه حدوث شروخ، و لهذا فان المطروقات الواجهية تتطلب معاملتها حراريا بعد كبسها .

و شكل (156) يبين عمليات كبس ذراع المرفق فى اسطمبة كثيرة المجارى :

العملية الاولى : قطع الخامة ذات الطول المحدد الى ذراعين .

العملية الثانية : سحب المنتصف الى المجرى الموجودة باقصى اليمين .

obeikandl.com

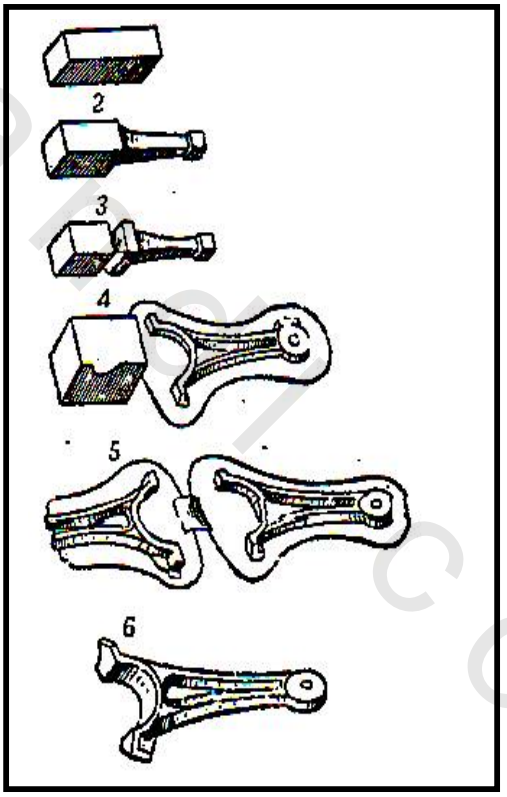
العملية الثالثة : تجميع مادة الرؤوس فى المجرى الموجود باقصى اليسار .

العملية الرابعة : الكبس المبدئى فى مجرى المكبس الخشن .

العملية الخامسة : الكبس النهائى فى مجرى التشطيب .

و بعد ذلك تكرر هذه العمليات الخمس للنصف الثانى من الخامة نحصل على ذراعين للمرفق يتصلان بواسطة الزعانف .

العملية السادسة : قطع الزعانف فى اسطمبة قطع على مكبس مرفقى .



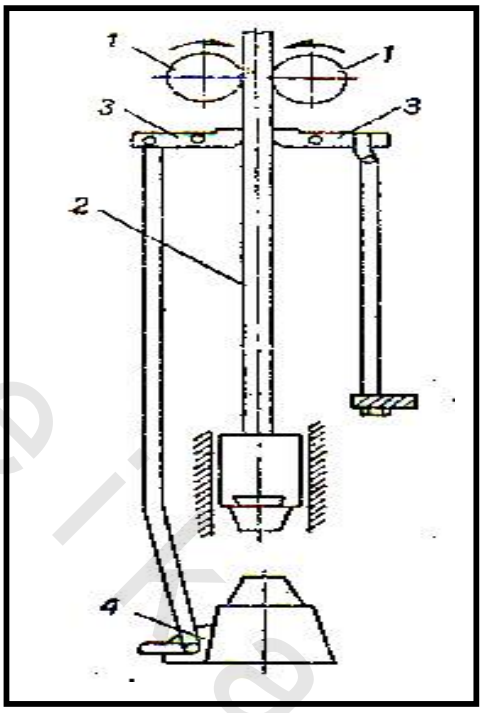
شكل رقم156 ،
كبس ذراع المرفق

obeikandl.com

و يجرى الكبس فى الاسطمبات على الساخن على المطارق البخارية الهوائية و الاحتكاكية ، وكذلك باستعمال المكابس . وبالمطارق البخارية الهوائية المستعملة فى الاسطمبات يثبت البدن الى السندان بمسامير ذات زنبرك حتى يكون الاتصال بينهما مرنا ، ويتحرك دقاق المطرقة فى مجارى موجهة لا يفترق عنها حتى نهاية مشواره العامل، و لتسهيل التحكم فى المطرقة ينفذ ذلك بواسطة بدال .

و بالمطارق الحتكاكية ذات اللوح الخشبى (شكل 157) يكون المردود اعلى من مردود المطارق البخارية الهوائية ، و تدور البكرتان الصلب 1 اللتان يحركهما محرك كهربائى فى اتجاهين متضادين فيرتفع اللوح الخشبى 2 المثبت به الدقاق و الذى تضغط عليه البكرتان الى وضعه العلوى حيث تقبض عليه كامات الفرملة 3 و فى هذه اللحظة تترك البكرتان اللوح، وبالضغط على البدال 4 تنفصل الكامتان و تحدث الطرقة ، ويصل وزن الاجزاء الساقطة الى 3 اطنان و يصل الارتفاع الذى يسقط منه الى 2 متر و يتسم الكبس فى الاسطمبات علىالمطارق بعدد من العيوب الهامة (بدائية طريقة التحريك و المردود المنخفض و غيرهما) و لذلك تحل محله فى الوقت الحاضر الطرق الاكثر تطورا و بوجه خاص الكبس فى اسطمبات على الساخن على المكابس المرفقية .

obeikandi.com

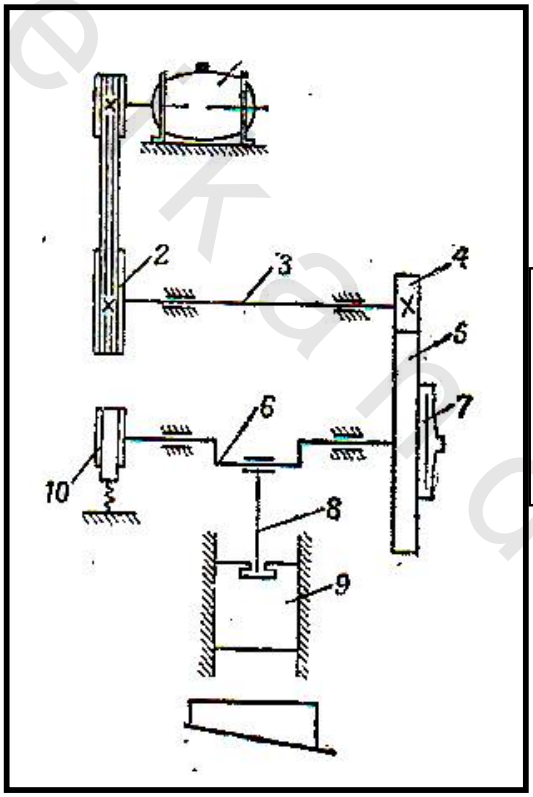


شكل رقم 157 ، مطرقة احتكاكية بلوح

و بشكل (158) كينيماتى (حركى) للمكبس المرفقى، ويحرك المحرك الكهربائى 1 الطارة 2 المثبتة على عمود النقل 3 و على طرفه الاخر ترس صغير 4 الذى يحرك الترس الكبير 5 الحر الحركة على العمود المرفق 6، ويتم اتصاله بالترس 5 بواسطة قابض (كلتش) احتكاكى 7 يعمل بالهواء المضغوط . و عندما يبدأ عمود المرفق 6 فى الدوران يحرك ذراع المرفق 8 الذى يحرك بدوره المنزلق 9 المتصل به حركة ترددية عكسية . و لايقاف المكبس يفك تعشيق القابض 7 وتشغيل الفرملة 10 بواسطة تركيبة البدال . و تجهز المكابس المرفقية للكبس على الساخن بقوة من 200 – 10000 طن، وتستعمل للكبس اسطمبات خاصة ذات مجارى تركب و تنزع بسرعة، وتنظف الخامات المسخنة قبل الكبس من الاكاسيد و عند التسخين بالحث الكهربائى

obeikandi.com

لا تتكون عمليا اى اكاسيد . و تعتبر المكابس المرفقية للكبس على الساخن معدات اكثر تطورا من مطارق الكبس، وتستعمل فى الوقت الحاضر على نطاق واسع فى الانتاج بالحدادة، و يمكن استعمال هذه المكابس فى الحصول على مطروقات متباينة التعقيد عالية الدقة فى المقاسات . و بالاضافة الى الانتاجية العالية و تحسين صفات المنتجات فان الطريقة المذكورة توفر المعدن الى حد كبير و تخفض كثيرا من نفقات التشغيل .



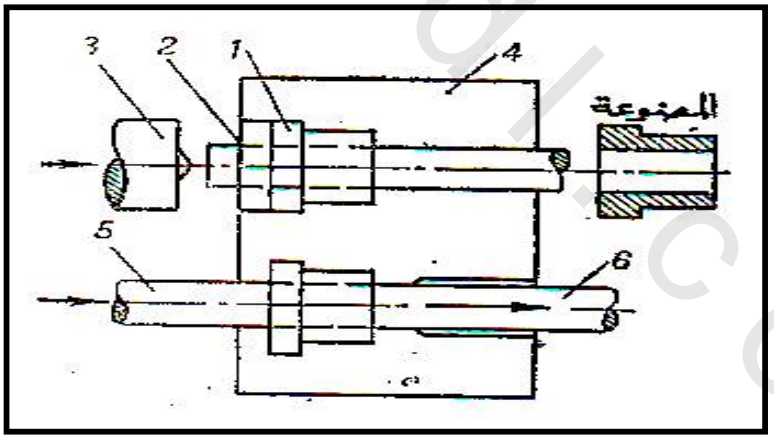
شكل رقم 158 ، رسم تخطيطى لعمل المكبس المرفقى

الكبس فى الاسطمبات على ماكينات الكبس الافقية :

تعتبر ماكينات الكبس الافقية من مجموعات المكابس المرفقية التى يتحرك فيها المكبس العامل فى مستوى افقى، و بالاضافة الى الانتاجية العالية تعطى ماكينات الكبس الافقى منتجات عالية

obeikandl.com

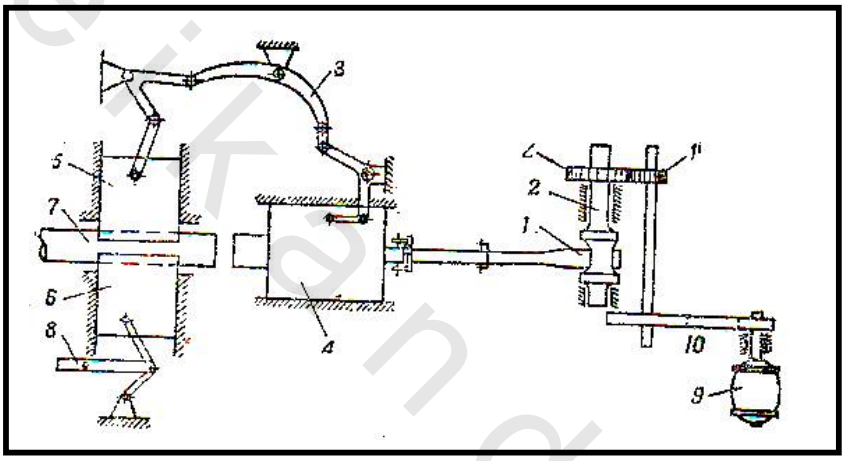
الجودة كما ان الزعانف بها صغيرة و تكاد تكون منعدمة تماما كما ان سطح المنتجات نظيفا مما يسمح بترك علاوات تشغيل ميكانيكى اقل ما يمكن و تكون الخامات المستعملة للكبس الافقية عادة عبارة عن قضيبان، وتحدد قوة ماكينات الكبس الافقية باقصى قوة كبس تعطيها الماكينة و تحسب بالطن، واهم العمليات المجراة على ماكينات الكبس الافقية هى الكبس الجزئى . و بشكل (159) حلقة بشفة تنتج بالكبس الجزئى و للحصول على الحلقة يوضع الطرف المسخن لقضيب 1 فى مجرى الكبس الجزئى 2، وعند تشغيل الماكينة يتحرك المكبس 3 فى مستوى افقى و فى نفس الوقت يمسك جزء القضيب بين الجزئين المتحرك و الثابت للاسطمبة 4، ويكبس الجزء البارز من القشيب بواسطة المكبس فيملأ تجويف المجرى المعد لذلك، وبعد ذلك ينقل القضيب الى المجرى الثانى و به يكون حرا دون تثبيت، ويقوم المكبس 5 بثقب الحلقة، ويخرج معه القضيب فى اتجاه السهم 6، و يجرى الكبس الجزئى عادة بالتسخين مرة واحدة و يصل الضغط المستعمل عند الكبس الى 3000 طن .



شكل رقم 159 ، كبس الحلقة

obeikandl.com

و بشكل (160) رسم تخطيطى لعمل ماكينات الكبس الافقية ، وبها يتصل ذراع المرفق 1 بعمود المرفق 2 و توفق الآلية الرافعة 3 حركتى المنزلق 4 و الاسطمبة القابضة 5 فتقبض على القضيب 7 اثناء حرجة المنزلق بين الاسطمبتين 5 و 6 و يكبس بمكبس المنزلق 4 ، ويحرك الماكينة محرك كهربائى 9 يحرك التروس 10 التى تنقل الدوران الى الترس 11 المعشق مع الترس الكبير 12 المركب على المرفق2 .



شكل رقم 160 ، رسم تخطيطي لماكينة الكبس الافقية

و عند العمل على ماكينات الكبس الافقية تراعى القوعد التالية :

1- لا يزيدجزء القضيب البارز من كتلة الاسطمبات و الذى يمكن كبسه فى مشوار واحد للماكينة عن ثلاثة امثال قطره .

2- عند كبس جزء بارز من القضيب يزيد طوله عن ثلاثة امثال قطره يجب استعمال مجارى انتقالية مخروطية .

و تستعمل ماكينات الكبس بالمصانع ذات الانتاج بمجموعات كبيرة و الانتاج بالجملة و التى تنتج اجزاء صغيرة الحجم متوسطة

obeikandi.com

التعقيد مثل الصمامات و الجلب و حلقات كراسى المحاور الكرية الفلانشات و غيرها .

ماكينات الثنى (البولدوزر) :

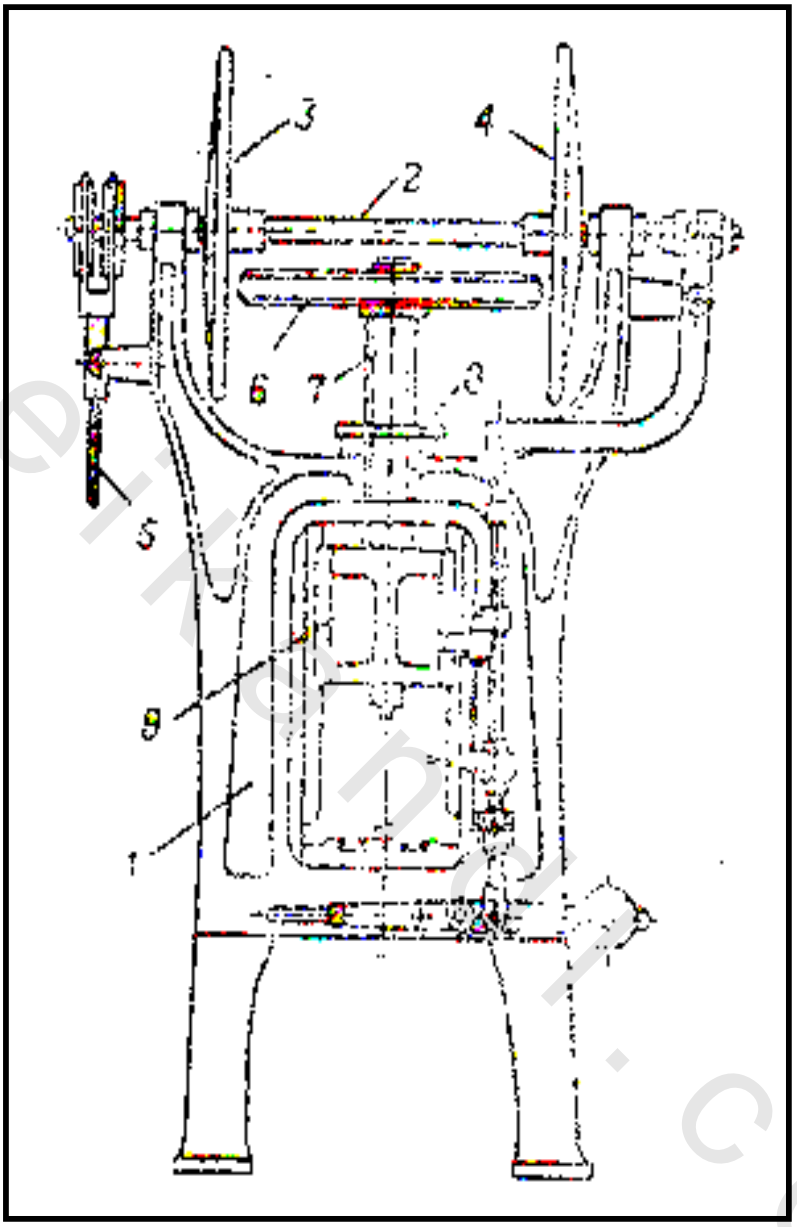
و تستعمل الجراء عمليات الثنى فى اسطمبات عند صناعة الاجزاء المختلفة من خامات مدرفلة .

المكابس الاحتكاكية :

و تستعمل على نطاق واسع فى انتاج مختلف المطروقات الصغيرة بمجموعات صغيرة و بالجملة و التى تنتج على المطارق الكابسة او على ماكينات الكبس الافقية .

و يتكون المكبس الاحتكاكى اللولبى (شكل 161) من بدن 1 يدور على كراسى محور باعلاه عمود 2 مثبت عليه قرصان من الزهر 3 و 4، ويمكن بواسطة يد 5 تحريك العمود باتجاه محور بحيث يلمس احد القرصين الحدافة 6المغلفة بالجلد، وعند ضغط القرص الدائر 3 الى الحدافة تدور هذه الاخيرة نتيجة لاحتكاكها بالقرص، فيتحرك اللولب 7 المتصل بها داخل الصامولة 8 الى اسفل دافعا المنزلق 9. و لما كانت السرعة المحيطية للحدافة تزداد تدريجيا فان البلص المثبت على المنزلق يطرق المطروقة، و بضغط القرص 4 على الحدافة تبدأ فى الدوران فى الاتجاه العكسى فيتحرك اللولب فى الصامولة الىاعلى فيرفع المنزلق، ويلاحظ ان سرعة الرفع تتناقص تدريجيا . وتصمم المكابس اللولبية بضغط من 80 – 400 طن و ان كانت هناك مجموعة مكابس مصممة على ضغط يصل الى 2000 طن .

obeikandi.com



شکل رقم 161 ، مکبس احتکاکی

obeikan.com

الكبس العيارى :

و هو عملية تشطيب فى التشغيل بالضغط .يمكن بواسطتها الحصول على منتجات ملساء السطح مضبوطة المقاسات، ويجرى الكبس العيارى على المكابس المرفقية التى تولد ضغطا يصل 400 – 2000 طن .

و قبل الكبس العيارى ينظف سطح المطروقات بعناية من الاكاسيد بالنمشى بالاحماض او بالمعاملة فى اجهزة التنظيف بتيار من الكسر او الرمل، و يمكن ان يكون الكبس العيارى فراغيا او مستويا و يستعمل الكبس العيارى الفراغى لتشطيب سطح المطروقة و زيادة دقة جميع مقاساتها و الحصول على وزن الدقيق، و يجرى الكبس العيارى فى اسطمبات خاصة ذات مجارى ينطبق شكلها و ابعادها على شكل المطروقة .

اما الكبس العيارى المستوى فيجرى فى اسطمبات اجزائها لبعاملة عبارة ان قوالب ملساء تضغط على المطروقة فى مستويات متوازية، وتكون السطوح المعايرة الناتجة ذات ملامسة عالية و تكون المقاسات بينها بتفاوت من - 0.2 او +0.2 مم الى - 0.05 الى +0.05 مم، و دقة الكبس العيارى المستوى اعلى بـ 30 – 40 ٪ من دقة الكبس العيارى الفراغى .

و الكبس العيارى عملية عالية الانتاجية لتشغيل المعادن بالضغط، تضمن الحصول على سطوح للمصنوعة بدقة تعادل الدرجة الثانية و الثالثة بالمواصفات القياسية السوفييتية دون تشغيل بالقطع، مما يخفض الى حد كبير من تكاليف المنتجات، ويستعمل الكبس العيارى

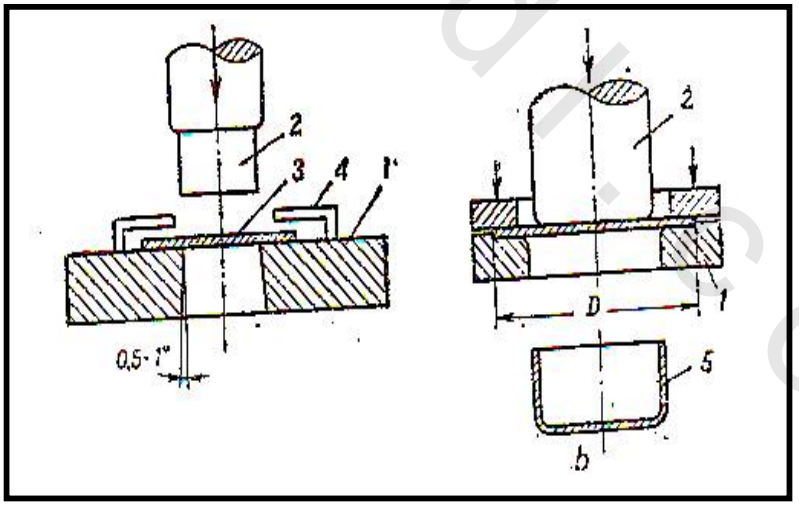
obeikandl.com

كـذلك للحصـول علـى رسـوم بـارزة و محفـورة و غيرهـا علـى سـطح المصنوعات .

2- **كبس الالواح** :

يستعمل كبس الالواح لصناعة المصنوعات الرقيقة من الالواح و الاشرطة و الخوص من مختلف السبائك . و من عمليات كبس الالواح القص و الثنى و السحب، ويمكن ان يكون الكبس بسيطا عند اجراء عملية واحدة او مركبا و يجرى الكبس على البارد فى المكابس المرفقية و الاحتكاكية و كذلك على المكابس الهيدروليكية .

و تصنع بالكبس اللوحى الاجزاء من الصلب المنخفض نسبة الكربون الغير قابل للصدأ و غيره من انواع الصلب و كذلك من مختلف السبائك الغير حديدية، و فى الانتاج بالجملة للمصنوعات يجرى الكبس فى عدة عمليات تتم على مكابس اوتوماتيكية خاصة، كما يستعمل الكبس اللوحى كذلك لصناعة الاجزاء من الواح المواد غير المعدنية .



شكل رقم 162، الكبس بالبارد :a- الكبس بالقص. b- الكبس بالسحب

obeikandi.com

الكبس القص :

(شكل 162 ، a) و يستعمل لانتاج الاجزاء المستوية الشكل من الالواح . و يجرى الكبس بواسطة اسكمبة قص تتركب من اسطمبة (انثى) 1 و مكبس (ذكر) 2، وجدران الاسطمبة الداخلية ذات سلبية 0.5 – 10 º لتسهيل سقوط الخامة المقصوصة، و عند عمل المكبس تقص الحروف الحادة للشكل العامل للمكبس جزءا من اللوح 3 الموضوع على الاسطمبة . و لتجنب رفع المكبس للجزء المثقوب عند حركته الراجعة يركب جزء 4 يسمى بالنازع ينزع اللوح من على المكبس عند حركته لاعلى .

الثنى :

و يستعمل لاعطاء الاشكال المختلفة لقطع الالواح و الشرائط فى اسطمبات الثنى، ويجب الا يقل نصف قطر الثنى عن حد معين و الا تحطم المعدن، ويجرى الثنى على المكابس المرفقية الافقية و الرأسية .

السحب :

و يستعمل للحصول على اجزاء كوبية الشكل من الخامات المستوية، وابسط اسطمبات السحب (شكل 162 ، b) تتركب من الاسطمبة 1 (الانثى) و المكبس 2 (الذكر) و توضع الخامة 3 ذات القطر D (ق) بثقب المركز بالاسطمبة و نضغط الضاغط 4 و نسحب بواسطة المكبس فتتحول الى كوب مجوف 5 . و يؤخذ الخلوص بين المكبس و الاسطمبة لتجنب الانثناء من 10 – 30 ٪ اكبر من سمك المادة .

obeikandi.com

و يجب ان يكون الكنتور العامل للمكبس مستديرا لتجنب حدوث قص، و لتقليل الاحتكاك بين الخامة و الاسطمبة يستعملل للتزييت بزيوت معدنية و حيوانية، يضاف اليها الطلق و الجرافيت و غيرهما و تصنع المصنوعات المعقدة الشكل بالسحب عددا من المرات و تعامل بعد كل منها بالتلدين، وفى الحالات التى لا تسوء فيها خواص المصنوعة بالتشغيل على البارد لا يستعمل التلدين .

obeikandl.com