وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

الجامعة التقنية الجنوبية

المعهد التقني في العمارة

قسم التقنيات الميكانيكية

الحقيبة التدرسية لمادة

عمليات التصنيع

المرحلة الاولى

اعداد

م.مروه علي حرب

الفصل الدراسي الثاني

2025

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

الجامعة التقنية الجنوبية

التخصصات / التكنولوجية

القسم / الميكانيك الفرع / الإنتاج (مستمر)

اسم المادة	السنة الدراسية	الساعات الأسبوعية		
عمليات ال Manufacturing تصنيع Processes	الأولى	نظري	عملي	المجموع
		2	2	4
المفردات النظرية				

الأسبوع	تفاصيل المفردات
الاول	الثقب والبرغلة وانواع المثاقب أنواع البرايم و أنواع البريمات وكيفية أجراء عملية الثقب والبرغلة
الثاني	النماذج و أنواعها و الأخشاب المستعملة في صناعتها و الشروط الواجب توفرها في النموذج.
الثالث	الأدوات والأجهزة المستخدمة في صناعة النموذج وطريقة تصميم نموذج بسيط.
الرابع	السباكة و نبذة تاريخية عن الطرق الرئيسية للسباكة) سباكة الصبات السباكة الرملية و السباكة بالقوالب المعدنية و طرق أخرى للسباكة (مزايا عملية السباكة .
الخامس	السباكة الرملية و رمال السباكة مواصفاتها س مكوناتها س رمل السباكة والأجهزة المستخدمة والإضافات على رمل السباكة .
السادس	اللباب أنواعها ورمل اللباب ونسب خلطة والمواد المضافة اليه حسب مراحل عملها) خلط الرمل وتجهيزه وعمل الكورة و تجفيفه (فائدة عملية التجفيف الأفرا ن او طريقة تجفيف الكور ومعداتها .
السابع	السباكة بالقوالب المعدنية و أنواعها و السباكة بالطرد المركزي و وأنواعها .
الثامن	السباكة بالشمع المفقود و السباكة المستمرة و السباكة القشرية.
التاسع	اللحام و أسس اللحام المعادن وتوضيح الطرق الرئيسية للحام والتي) لحام الضغط لحام الصهر بالقوس الكهربائي و طرق أخرى للحام الصهر و لحام التبرس ولحام الكاوية (انواع وصلات اللحام .

العاشر	لحام الضغط على الساخن والمتضمن) لحام المقاومة الكهربائية بما فيه لحام النقطة ولحام الخط و لحام الوميض (لحام الضغط على البارد و لحام الضغط باستخدام المتفجرات و لحام الضغط باستخدام الموجات فوق الصوتية.
الحادي عشر	لحام الصهر ولحام الغازي و لحام الاوكسي –هيدروجين ولحام الاوكسي – استيلين و أنواع اللحام اليميني واللحام اليساري و القطع بالا وكسي استيلي.
الثاني عشر	لحام القوس الكهربائي و تيار اللحام و طريقة القطبية المباشرة والقطبية المعكوسة وأنواع الأقطا س تغليف الأقطا المعدنية وأنواعها.
الثالث عشر	لحام القوس الكهربائي بالهيدروجيني الذري و لحام القوس المضمور و لحام الصهر بالترميث.
الرابع عشر	لحام التبريس ولحام الكاوية) لحام المونة ولحام السمكرة (وبعض الأنواع الحديثة م اللحام) اللحام بأشعة ليزر س اللحام بحزمة الالكترونات. (
الخامس عشر	عيوب اللحام و اختبارات اللحام.

المفردات العملية

الأسبوع	تفاصيل المفردات
الاول	اختبار حبيات الرمل بالنسبة لشكل الحبية تكبير وفحص أشكال الحبيات وحساب نسبة كل شكل.
الثاني	اختبارات متانة الرمل لتحميل الاجهادات مقاومة الرمل) الاخضر والجاف (للضغط والقص.
الثالث	اختبار مقاومة الرمل للشد والحني.
الرابع	اختبار مقاومة الرمل للصدمات.
الخامس	اختبار تأثير إضافة المواد المضافة الأخرى على مواصفات رمل السباكة وإيجاد العلاقة بدرجة النفاذية والمواد المضافة .
السادس	التعرف على أنواع اللحام المختلفة وأجهزة اللحام و التدريب على لحام بعض المشغولات .
السابع	اختبارات خطوط اللحام) الفحوص الخارجية (فحص عرض وارتفاع خط اللحام م حيث شكل وتناسق اللحام. - مطابقة وصلة اللحام مع المقاييس المحددة لها باستخدام ضبغات القياس الخاصة. - الكشف ع الحزوز والنقر والمسامات والتشققات. - نفاذ خط اللحام للجهة المقابلة .
الثام	اختبار احكام وصلات اللحام - نفاذ السوائل والغازات) استخدام الكيروسي س استخدام ضغط الماء او الهواء. (
التاسع	اختبارات المتانة الميكانيكية) اختبار الشد و الحني والصدمات. (

العاشر	- اختبار العيوب الداخلية لوصلة اللحام) عمل مقطع خلال وصلة اللحام وفحص المقطع .(- اختبار العيوب الداخلية بأحد الطرق المتاحة الأخرى او مشاهدتها إثناء الزيارات العلمية.
الحادي عشر والثاني عشر والثالث عشر	التعرف على عدد أنتاج النماذج وطريقة صنعها والمواد التي تصنع منها والمكائن المستخدمة في صناعة النموذج و عمل نموذج بسيط وصندوق كور بسيط.
الرابع عشر والخامس عشر	التعرف على المثاق بأنواعها س والعدد المستخدمة و الأصول التقنية في عمليات التثقيب وأنواع الثقوب و عمل تمارين متكاملة من حيث التثقيب والرايمر والقلوطة.

المصـــــــــــادر

١-مدخل في هندسة الإنتاج

تأليف – حسن حسين فهمي ، جلال شوقي) 1966(

٢-مبادئ صب المعادن

ترجمة – د. صلاح الدين محمد المهني

٣-طرق تشكيل المعادن

تأليف – د. أنور عبد الواحد) 1963(.

٤-طرق التصنيع

تأليف –د. عارف ابو صفية ، د. عبد الرزاق إسماعيل خضر

٥-إشعال المعادن – الأسس التكنولوجية

تأليف – عبد المنعم عاكف) 1977(.

٦-مبادئ عمليات التفريز

تأليف – افروتين ، ترجمة – محمد عبد الحميد الرفاعي

الهدف من دراسة مادة : تعريف الطالب على اهم عمليات تصنيع المختلفة مثل السباكة وانواعها وخطواتها والثقب والبرغلة وأنواع المثاقب والبرايم بالإضافة الى اللحام و أسس اللحام المعادن وتوضيح الطرق الرئيسية للحام والتي) لحام الضغط لحام الصهر بالقوس الكهربائي و طرق أخرى

الفئة المستهدفة:

طلبة الصف الاول / قسم التقنيات الميكانيكية

التقنيات التربوية المستخدمة:

١. سبورة واقلام
٢. السبورة التفاعلية
٣. عارض البيانات Data Show
٤. جهاز حاسوب محمول Laptop

الاسبوع الاول الهدف التعليمي

- **الموضوع النظري** :تعريف الطالب الثقب والبرغلة وانواع المثاقب أنواع البرايم و أنواع البريمات وكيفية أجراء عملية الثقب والبرغلة
- **النشاط العملي** :مشاهدة عينات للثقب والتعرف على المثاقب والبرايم
- **مدة المحاضرة:** ساعتين نظري وساعتين عملي

الأسبوع الاول والثاني

الثقب

هو عمل تجويف اسطواني باقطار مختلفة في المشغولات ويتم ذلك باستعمالماكنات الثقب التي يرآب بها المثقاب (البريمة

ماكنات التثقيب تعتبر ماآنات التثقيب احدى الالات المهمة في الورش الميكانيكية ، حيث انه لا يمكن الاستغناء عن عمليات التثقيب في اية عملية من عمليات الانتاج الميكانيكية

انواع ماكنات التثقيب تقسم ماآنات التثقيب الى الانواع الرئيسة التالية

١- المثقب اليدوي (المتنقل).

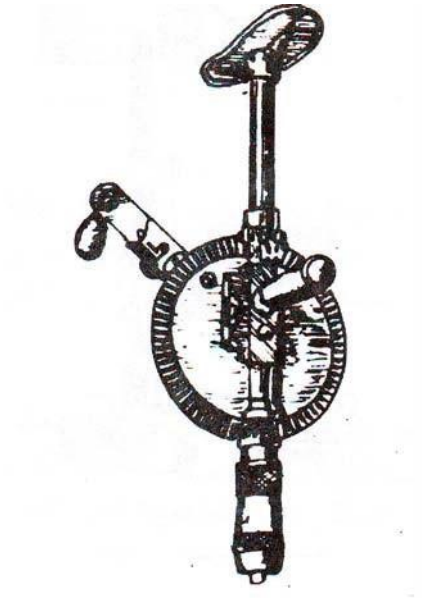
:

٢- المثقب العمودي البسيط
٣- المثقب المنضدي الحساس
٤- مثقب الرف
٥- المثقب المتعدد المثاقب

ان وظيفة جميع هذه لانواع من ماآنات التثقيب هو اعطاء المثقاب حرآة دورانية وتغذية الى اسفلها لتمكنه من التغلغل داخل المعدن وعمل التجويف .

١- المثقب اليدوي

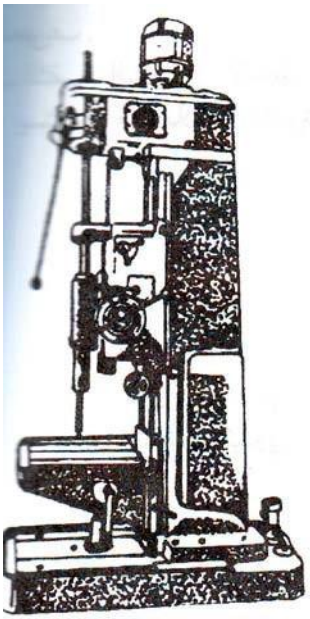
يستعمل للشغلات الكبيرة الحجم والتي يصعب نقلها الى الورش وهي تكون على انواع متعددة منها التي تعمل بالطريقة الكهربائية ومنها الهوائية التي يشغل بالهواء المضغوط واخرى يدوية

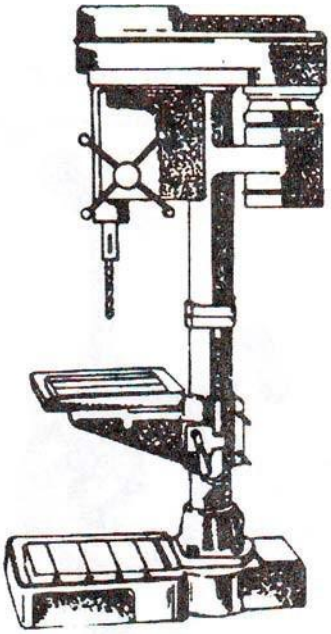


.

2-المثقب العمودي البسيط

يستعمل للشغلات المتوسطة الحجم نسبيا ، وتتم التغذية فيها عادة بطريقة اتوماتيكية او بطريقة يدوية وتكون ذات سرع مختلفة





٢- المثقب المنضدي الحساس

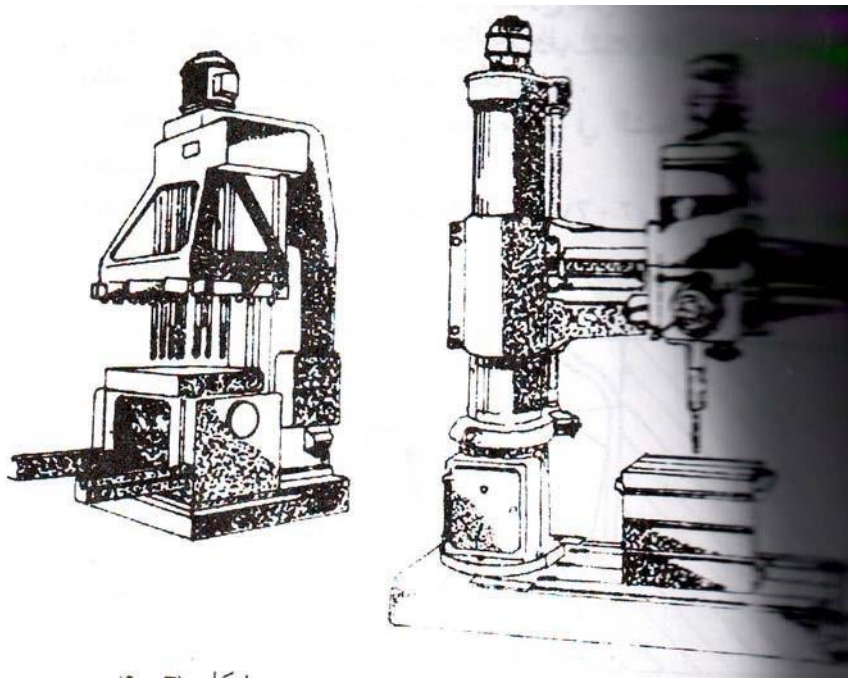
يستعمل للشغلات الخفيفة وذات الاقطار الصغيرة لغاية القطر 12ملم ، وتتم حرآة التغذية عادة بتحريك عمود الدوران يدويا الى الاسفل وتكون سرعات القطع في هذه المآنة محدودة 4 - مثقب الرف

.

يستعمل عادة للشغلات الكبيرة والمعقدة والصعبة التحريك والتدوير ، وللشغلات ذات الارتفاعالذي يزيد عن ارتفاع المسافة بين المسند والذراع 5 - المثقب المتعدد المثاقب

يستعمل هذا المثقب في الانتاج الكبير حيث يصل عدد محاوره الى ثمانية محاور ،وبذلك يمكنالقيام بعدة عمليات متتابعة على الشغلة بدن تبديل العدة او سرعة القطع والتطعيم ، اما مسند الشغلة فيتحرك الى الاعلى والاسفل فقط

.



المثاقب :

المثقب هو اداة قطع التي تقوم بعملية الثقب او التجويف في المعدن ، وتصنع المعادن من صلب الع دة الس بائكي او ص لب الس رعات العالي ة وتقس ى ، وتك ون ذات ص لادة مرتفع ة لت تمكن م ن التغلغل داخل المعدن .وثقبه **انواع المثاقب (البرايم)**

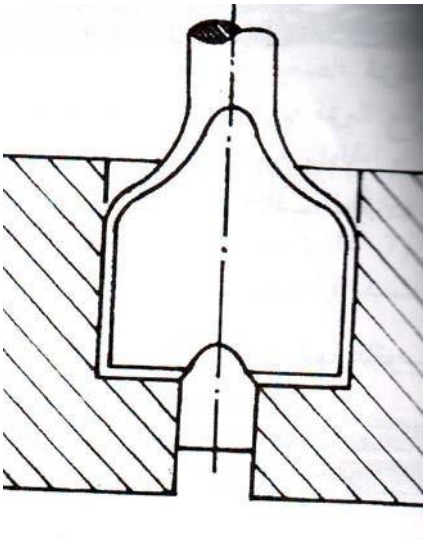
١- المثاقب المستقيمة غير شائعة الاستعمال ولها استخدامات محدودة وخاصة مثل تثقيب المعادن اللينة كالبراص والنحاس .

٢- المثاقب الحلزونية : وهي من الانواع الشائعة الاستعمال في المعامل والورش وتصنع من صلب العدة الكاربوني او من فولاذ القطع السريع وفي بعض الاحيان تستعمل اللقم الكاربيدية .

٣- مثاقبالمراكز : وتستعمل لعملالمراكز في الشغلات لتثبيتها في مكائن التشغيل .

4 - البريمة المرآزية : وتكون القيادة بها بواسطة نتوء ذي حادة مرآزية ، بين حادتي القطع الافقين وبهذا يحصل الثقب على قاعدة مستوية

3- البريمة ذات الحدين : وتكون القيادة بواسطة الفراغ الدائري بمحور حدي القطع الافقين ، ولذا تثقب الشغلة في البداية بقدر قطر الفراغ وآما في الشكل

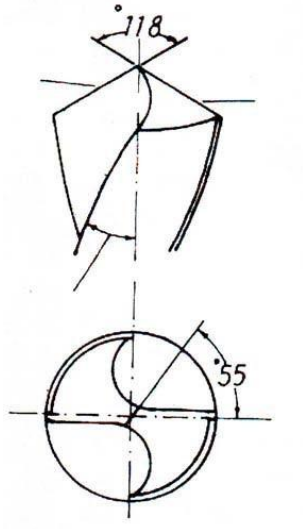


يوضح الشكل بريمة واجزائها الرئيسية

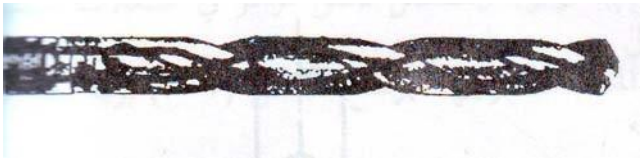
١- النصاب او الساق : وه و جزء م ن البريم ة الذي يثب ت بمحور عمود ال دوران و يكون ام ا مسلوبا او مستقيما ونهايته تكون مسطحة وتسمى اللسان ، واللسان يعتبر مهما لانه يمنع انزلاق

البريمة عند الثقب

٢- الجسم :وهو الجزء والراس المخروطي للبريمة ويتكون الجسم من القنوات لولبية وفائدتهاتكوين حافات القطع وتساعد على خروج الرايش وتوصيل سوائل زيت التبريد الى منطقة القطع

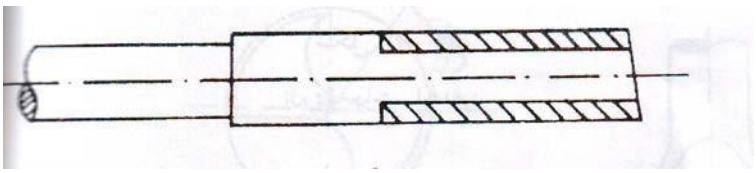


٥- برايم الثق ب العمي ق : تس تعمل ف ي الثق وب الطويل ة الت ي لا يمك ن ثقبه ا ب البرايم الاعتيادي ة ولاستعمال هذه البرايم يجب اولا الثقب ببريمة اعيادية ولمسافة ثلاثة اضعاف قطر الثقب ، ومنثم تستعمل هذه البرايم ، شكل لهذه البرايم حافة قطع حادة ، وزاوية خلوص من (6- 10درجة وآلما آبر القطر تستعمل زاوية خلوص ومقدار تطعيم اصغر ، ويكون الجزء الاسطواني للبريمة عادة مسلوبا قليلا . ولا يتجاوز الفرق بين قطري البداية والنهاية حوالي (01.0 سم



٦- البريمة الانبوبية : وهي مشابهة للبريمة اللولبية لكن توجد فيها الثقوب لغرض توصيل سائلالتبريد الى حافة القطع. وتستعمل للمعادن ذات الصلادة الكبيرة حيث تتولد نتيجة الثقب حرارةعالية تؤدي الى حدوث اضرار بالريمة

.

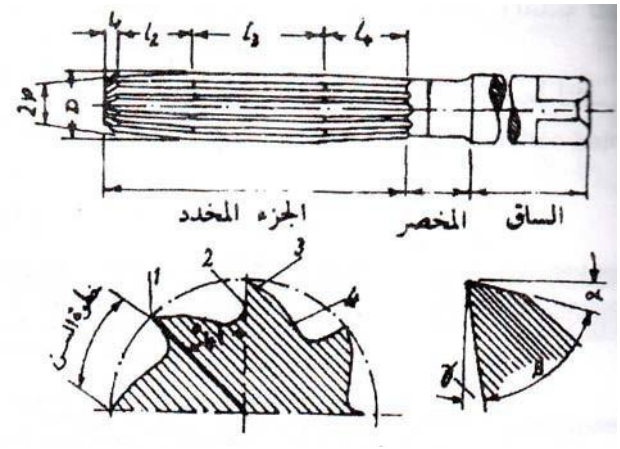


البرغلة : -

هي عملية توسيع وتنعيم الثقوب للحصول على ابعاد مضبوطة و اسطح عالية الجودة لانه منالمستحيل الحصول على ثقب بدقة بالابعاد و جودة بالسطح المنتج بواسطة المثقب الاعتيادي لذلك عند الحاجة الى دقة و نوعية جيدة للثقب فيستخدم البرغل .

البرغل لايستخدم لانتاج ثقوب جيدة مثل المثقب بل يستخدم بعد عملية الثقب و آذلك لا يقوم بتصحيح أي خطأ قد يحدث في عملية الثقب بالمثقب آموقع او اتجاه و ذلك لأن البرغل يقومباتباع الثقب المنتج مسبقا و أي خطأ موجود بالثقب يبقى حتى بعد اسخدام البرغل .

البرغل :- البرغل عبارة عن جسم اسطواني يتكون من ثلاث مناطق رئيسية:- 1- الجزء المخدد . 2- الرقبة . 3- الجزء الاخير (الساق) .



الجزء المخدد :- يشمل على الحد المائل بداية الميلان و جزء القياسو الجزء المائل الخلفي .
الجزء القاطع الرئيسي يكون في بداية الميلان و يحتوي على اسنان 61_18 و آل سن له حافةقط ع رئيسية (1) و وج ه (2) حي ز التصريف (3) و س طح مخ دد (4) فائدة الوج ه ينزل ق عل هالرايش بعد تقطيعه و حيز التصريف لتقليل الاحتكاك . و الحد المائل يصنع زاوية ( ) مع محورالبرغل و هذه الزاوية تؤثر على القوة المحورية للبرغلة . الزاوية الكبيرة تحتاج قوة آبيرة والعكس بالعكس .

و لأسنان البرغل ثلاث زوايا :-

١- زاوية الجرف .
٢- زاوية الخلوص .
٣- زاوية القطع .

اما جزء القياس فان فائدته توجيه البرغل و تنعيم الثقب .
ام ا الج زء المائ ل الخلف ي في أتي بع د ج زء القي اس و هن اك ف رق ب ين آب ر و اص غر قط ر
0.08_0.01mm و فائدته لتقليل الاحتكاك بين البرغل و سطح الثقب .
و يكون البرغل اما اسطوانيا او مخروطيا تبعا للثقب . و البراغل الاعتيادية مقلمة بواسطة آربيدملصق لزيادة الانتاجية .

انواع البراغل :- البراغل المتوفرة هي :-
البرغل اليدوي البرغل الآلي برغل التظريف البرغل المخروطي برغل ثقوب اتساعي برغل ثقوب عائم

الأسبوع الثالث

تصميم وتصنيع النماذج

يمكن وصف النموذج بأنه مثال يصنع به ،او يختم عليه قالب رملي ،يصب فيه المعدن المنصهر ويترك ليبرد . أي نموذج هو جسم يمكن بوساطته عمل تجويف عكسي له في الرمل داخل صناديق المقالبة ،لو صب المعدن المنصهر في هذا التجويف لتكون شكل مماثل للنموذج . والنموذج قد يصنع من جزء واحد او اكثر وذلك

حسب ماتتطلبه طريقة المقالبة من حيث امكانية تخليصه من الرمل دون ضرر ، وتكوين الشكل النهائي المطلوب له .

تعد الاخشاب من اهم المواد التي تدخل في صناعة النماذج وذلك للاقتصاد في التكاليف لسهولة التشكيل قياسا" بالمواد الأخرى التي تدخل في هذه الصناعة ان احسن الاخشاب التي تصلح لصناعة النماذج يجب ان تتوافر فيها الشروط الاتية :-

١- ان تكون مندمجة الالياف ،وذات الياف منتظمة ومستقيمة ،وان تكون مقطوعة من الاشجار الناضجة.
٢- ان تكون سهلة التشغيل .
٣- ان تكون خالية من العقد ومن باقي العيوب الاخرى التي تصب الاخشاب.

ان اختيار المواد التي تصنع منها النماذج يتوقف بالدرجة الاساس على عدد المسبوكات المطلوب عملها ، حيث كلما ازداد العدد المطلوب وتكرار استخدام النموذج ، تاثرت دقة ابعاده وانتظامها بسبب امتصاصه للماءواحتكاكه بالرمل ويتم اختيار مادة النموذج حسب الاتي:-

عدد المسبوكات	المواد المستخدمة لصنع النموذج من
1الى 99	خشب لين مثل الصنوبر
من 100 الى 499	خشب صلب مثل المهوكني والصاج من
500 فاكثر	نماذج معدنية

كذلك فقد تستخدم مواد اخرى في عمل النماذج في بعض الحالات الخاصة، ومن هذه المواد الجبس والاسمنت واللدائن والشمع ومواد اخرى

انواع النماذج

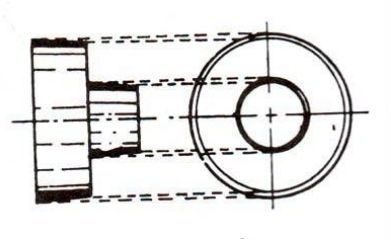
تستخدم انواع مختلفة من النماذج من :حيث – تطابق شكلها مع شكل المسبوكات ويمكن تقسيم النماذج تبعاً لما يتطلبه عمل المسبوكات الى الانواع التالية

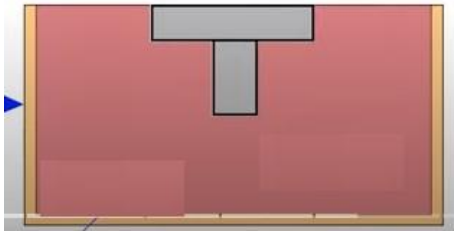
1-النماذج المنفردة (المنفصلة):-

وهي عبارة عن نسخ مفردة للمصبوب مشا ة تماماً من حيث الشكل والتفاصيل التي تحتويها للمصبوب الناتج، كما في شكل.

وتراعي في هذه النماذج السماحيات الواجب اخذها بالاعتبار في ابعادها ،كما تحتوي هذه النماذج على طبعات القلب اللازمة لانتاج المصبوب وحسب الحاجة .

وقد تكون هذه مكونة من جزء واحد او اكثر وذلك حسب تعقيد النموذج والتفاصيل التي يتضمنها ، وبالتالي امكانية اجراء عملية .المقالبة له



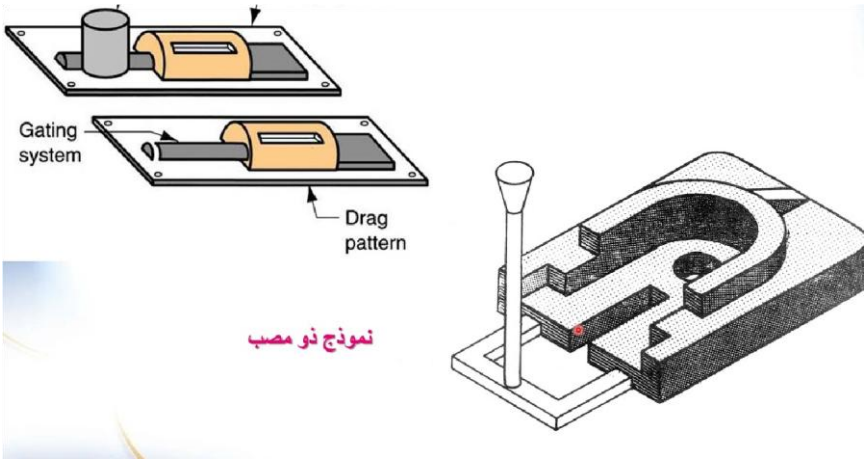


2- النماذج ذات المصب :- يعد هذا النوع من النماذج تحسيناً للنماذج المنفصلة التي بدون مصب

وتكون المصبات فيها جزء من النموذج ولا يتم عملها يدويا وبذلك تزداد سرعة العمل ودقة المقالبة لقلة العمل اليدوي وكما هو موضح بالشكل كذلك فهي تساعد في حالة مقالبة مجموعة النماذج على تثبيت هذه النماذج

في الموضع المناسب فيما بينها.

ان هذه النماذج تكون سهلة الانكسار عند تجميعها ،لذا يجب مناولتها بكل دقة وعناية.

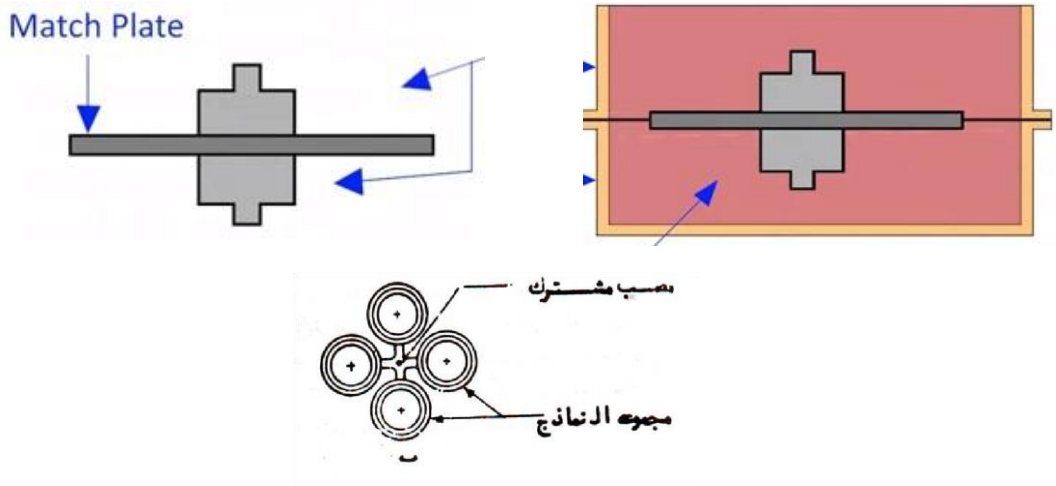


3-النماذج ذات اللوح:

يستخدم هذا النوع من النماذج في حالة انتاج كميات كبيرة من المصبوبات الصغيرة الحجم ، وخصوصا في

عمليات المقالبة بالماكنات .وفيها يثبت النصفان العلوي والسفلي للنموذج على الوجهين المتقابلين للوجه من الخشب او المقابلين للوحه من الخشب او المعدن الخفيف تمثل هذه اللوحة الخط الفاصل للنموذج وفي هذه الحالة يتم صب اللوحة النموذج في قطعة واحدة داخل القالب من الرمل والجبس.

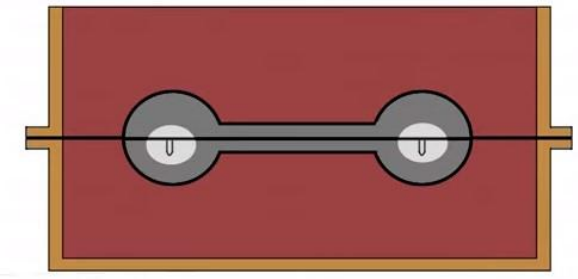
تتضمن هذه النماذج مصبات المعدن والتي تكون متصلة باللوحة .كما نرى في الشكل ان الدقة الناتجة في



3-النماذج ذات النصفين:-

وفي هذا النوع يثبت كل الجزأين العلوي والسفلي للنموذج على لوحة منفصلة ،وليش على لوحة واحدة كما في النماذج ذات اللوح(كما يتضح بالشكل.

يستخدم هذا النوع من النماذج في حالة المقابلة الميكانيكية للمصبوبات المتوسطة والكبيرة الحجم والتي يصعب تداولها عند استخدام لوحات نماذج ذات النصفين الى دقة في ضبط نصفي القالب باستعمال مسامير دليلب لكي يتطابق الجزء العلوي واجزء السفلي للمصبوب في الوضع الصحيح بعد صبه ،وعدم ترحيل احدهما بالنسبة للاخر.



4-النماذج الخاصة:-

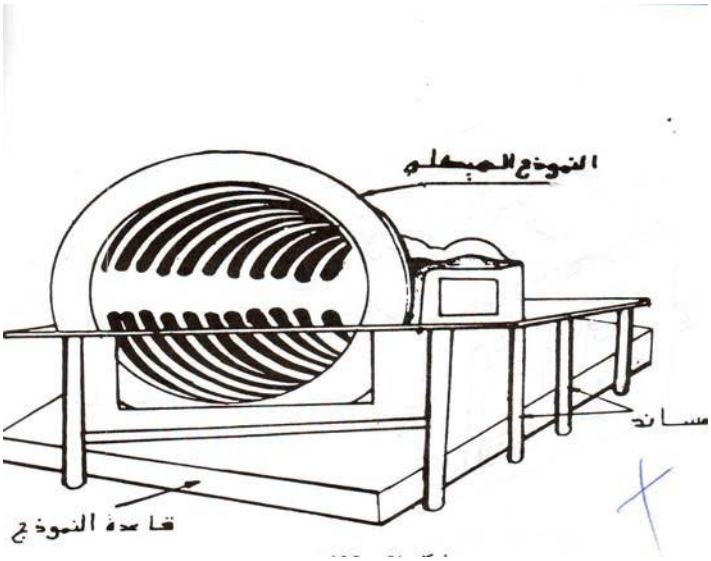
في الاحوال التي تكون فيها الانوع المذكورة من النماذج غير الملائمة للاستخدام ،حيث يتم استخدام انواع خاصة تلائم العمل ومنها النماذج الهيكيلية والموضحة

تستخدم هذه النماذج مع المصبوبات الكبيرة الحجم وفيها يتم عمل الجزء الاكبرمن القالب يدوياً ،وقد تستعمل الطبعات عندما يكون القالب متماثلاً (يحتوي على اجزاء متشا ة).

السماحات في تصنيع النماذج

يتم تصنيع النموذج بعد تحديد المادة يصنع منها والابعاد التي ينتج فيها.

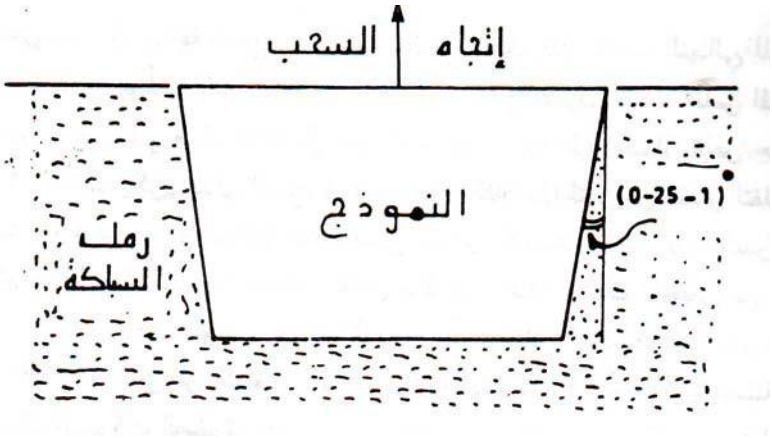
وللحصول على المسبوك الناتج بأبعاده الصحيحة يجب مراعاة خواص المعدن من حيث انكماشه بعد صبه وكذلك بعض الاعتبارات المتعلقة بعملية المقالبة النموذج ، واجراء التشغيل على المسبوك ان اهم السماحات بابعاد النموذج هي



1-سلبية النموذج(الاستدقاق):-

السلبية هي الميل او الاستدقاق الذي يعمل في سطوح النموذج الرأسية لتسهيل عملية سحبه من القالب بأقل مايمكن من تلف الهيأة الرمل،وبسبب الاحتكاك بين سطح النموذج وحبيبات الرمل عند استخراج النموذج القالب بعد اجراء عملية المقالبة فأن ذلك قد يؤدي الى تلف الرمل المشكل وفشل عملية المقالبة.

وللتخلص من ذلك يتم جعل الاسطح الموازية لاتجاه سحب النموذج تميل مع بعضها بزاوية صغيرة (من 25.0 الى1) درجة ، وكما هو موضح بالشكل



ان هذه السلبة تساعد على يئة خلوص بين النموذج وجدار رمل القالب في اللحظة التي يبدأ عندها سحب النموذج من القالب ،ويزداد هذا الخلوص كلما سحب النموذج اكثر .

ان اتجاه سحب النموذج يعتمد على شكله ووجود التفاصيل فيه، حيث يجب ان يكون هذا الاتجاه بحيث لايؤثر على سطح الرمل المشكل عند المقالبة.

يتم احتساب فروقات الابعاد المنتجة عن اعتبار السلبية ،حيث تضاف هذه الفروقات الى اطوال الابعاد المحددة لانتاج المسبوك .

1- سماحات التقلص -:

يجب الاخذ بالاعتبار التقلص والانكماش الذي يحدث بالمعدن المنصهر بعد صبه حيث تقلص بحجم المعدن المنصهر بعد صبه ،حيث يحدث تقلص بحجم المعدن خلال تحويله من الحالة المنصهرة الى الحالة المتجمدة ،وكذلك يحدث التقلص عند تبريد المعدن من درجة حرارة التجمد الى درجة الحرارة الغرفة .

لذلك يجب عند صناعة النموذج مراعاة مقادير التقلص بالمعدن لغرض اضافتها الى ابعاد النموذج لتعويض التقلص الحاصل .

يعتمد مقدار التقلص الذي يحصل بالسبوك على المعدن المستخدم وكذلك على درجة حرارة التجمد وعلى تركيب السبيكة المعدنية في حالة السبائك.

ويستعمل عادة في صناعة النماذج قيمة التقلص الكلي الذي يمثل المقدار النهائي للتقلص الحاصل بحجم المسبوك ، والذي يعوض بالنموذج على اساس الطول.فمثلاً يتقلص المسبوك من حديد الزهر الذي طوله (500مل م) عند تجمده بمقدار (5 ملم) (مقدار التقلص)يستخدم يصانع النماذج مسطرة خاصة تسمى مسطرة الانكماش،ترسم عليها التدريجات بقيم اكبر من القيم الاعتيادية بمقدار بمقدار التقلص بالمعدن المحدد وذلك للتخلص من اجراء الحسابات للفرق بالابعاد الواجب اضافتها للنموذج بسبب تقلص المعدن.

ان الاضافات لتعويض التقلص بالمعدن في حالة المسبوكات الكبيرة تكون بنسبة اقل مما في حالة المسبوكات الصغيرة ،وذلك بسبب كون المعدن بالمسبوكات الكبيرة يضغط على القالب بسبب وزنه قبل تجميده وانكماشه ويزيد بذلك اتساع فراغ القالب.

في حالة النماذج المعدنية يجب حساب مقدار التقلص الذي يحصل بمعدن المسبوك،كذلك التقلص الذي يحصل معدن النموذج المعدني ،واضافتها الى اطوال النموذج الخشبي ويوضح الجدول رقم(2-1)مقادير ببعض المعادن الشائعة الاستعمال.

المعدن	نسبة التقلص
حديد الزهر	%1
الصلب	%2
الالمنيوم	%1.8
المغنيسيوم	%1.8
النحاس الاصفر	%1.4

2- سماحات التشغيل(الا اء):-

يجب على صانع النماذج ان يضيف زيادة على ابعاد النموذج لتعويض مايلزم ازالته من معدن عن سطح المسبوك الناتج بعمليات التنظيف والتشغيل المختلفة التي تجري على المسبوكات بعد اتمام عملية الصب.

المعدن وقبل ويعتمد مقدار هذه الاضافات، وبالتالي مقدار التشغيل للاسطح على دقة الانتاج المطلوبة ونوع المعدن وطريقة التشغيل ،وعلى مقياس وشكلة المسبوك وكذلك على طريقة السباكة .

ويؤخذ بالاعتباراحتمتا الاعوجاج بعض الاسطح بسبب اختلاف السمك وسرعة التبريد ويفضل ان تكون الاسطح التي يجب تشغيلها في اسفل القالب ،وذلك لان الشوائب والمواد الغريبة تطفو الى السطح في اعلى القالب اثناء صب تجميده بسبب خفة وز ا.

ويبين الجدول (2-2) مقدار الاضافات على ابعاد النموذج لتعويض التشغيل على المسبوك (مالم يوصف ذلك

المعدن	نسبة سماح التشغيل
حديد الزهر	5-3
الصلب	8-4
سبائك الالمنيوم	6-3
النحاس/البرونز	4-2

يتم بعد اتمام صنع النماذج الخشبية طلاؤها بالوان مختلفة وذلك لغرض تميز الاجزاء وتعريف السباك ا لاخذ الاحتياطات اللازمة لها عند تشغيلها مما يتطلب من السباك وضع النموذج بحيث تكون هذه الاسطح خالية تقريبا من الشوائب كذلك توضيح الاسطح التي لاتحتاج الى تشغيل مما يتطلب ان يكون السطح الناتج من عملية السباكة ذا قوة ونعومة جيدة .

كذلك يتم بوساطة الالوان وضع العلامات الدالة على وضع اللباب وغيرها ، وقد اتفق على الوان محددة لطلاء الاجزاء ،وتدل على حالتها،وهذه الالوان هي:-

١- الاسود :- لطلاء الاجزاء والاسطح التي يجري تشغيلها

٢- الاحمر :- للاجزاء والاسطح التي يجري تشغيلها

٣- الاصفر :- تطلى به ركائز اللباب (الدلاليك) والركائز المنفصلة.

٤- خطوط حمراء على ارضية صفراء :- لمقاعد اجزاء النموذج المنفصلة

٥- خطوط سوداء على ارضية صفراء :- لاجزاء تقوية النموذج

مثال:

مطلوب إنتاج مسبوك من الألمنيوم بعدد ٣ قطع بشكل مكعب طول ضلعه ٣٠ سم ويتم تشغيل أسطحه بعد عملية السباكة.

أ. ما مادة النموذج اللازمة عمله.

ب. مانوع النموذج الممكن استخدمه.

ت. احسب الأطوال التقريبية لأضلع النموذج المختلفة بعد الأخذ بالاعتبار السماحات الطردية علما بان المعدن المستخدم للصلب هو الألمنيوم.

الحل:

أ. مادة النموذج هو خشب لين مثل الصنوبر لان عدد المسبوكات اقل من ١٠٠

ب. نوع النموذج هو نموذج مفرد بسيط مكون من قطعة واحدة .

ت. الأطوال التقريبية.

١. إضافة سماح التقلص.

البعد ٣٠ سم = ٣٠٠ ملم

البعد ٣٠٠ = ٣٠٠ + ١٠٠/١٠٠X١,٨*٣٠٠ = ٥,٤ + ٣٠٠ = ٣٠٥,٤

٢. إضافة سماح التشغيل الان المادة المتيوم فسماح التشغيل من ٣-٦ ملم

البعد الجديد ٣٠٥,٤ + ٦ =٣١١,٤ ملم

٣. إضافة سماح سلبة بزاوية ميل مقدارها ١ – ٠,٢٥

الأسبوع الرابع

السباكة

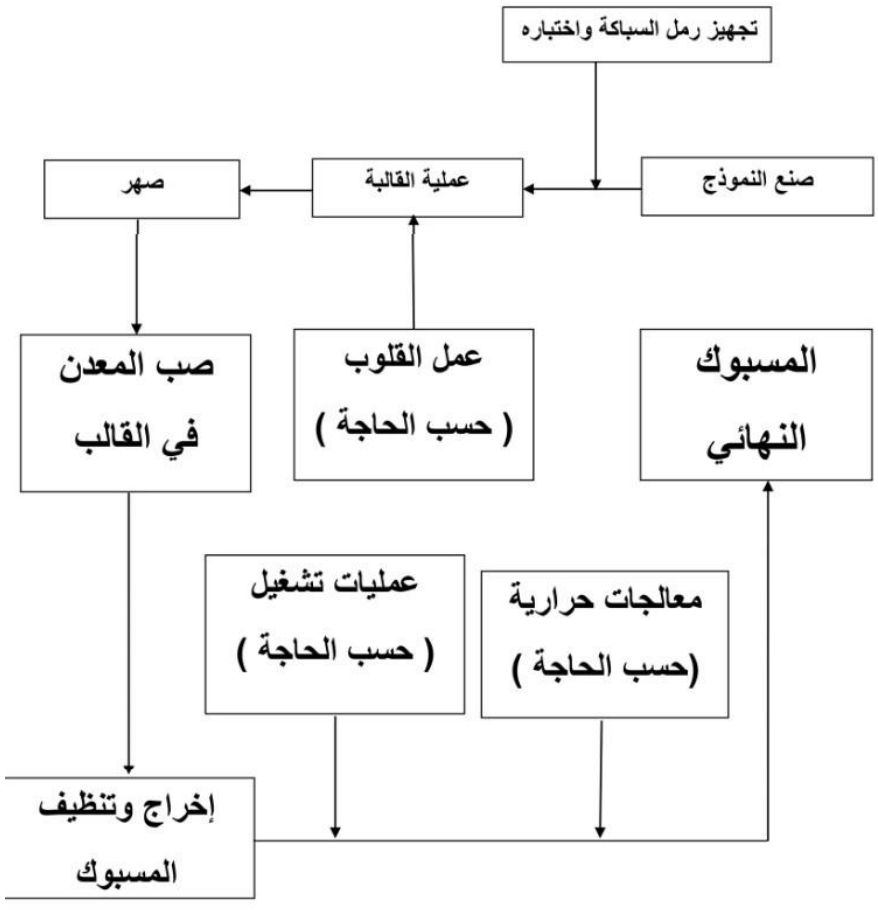
نبذة تاريخية :-

التدريجي ، حتى وصلت الى ما هو عليه الان . و لقد صقل العلم اسرار تلك الصنا تعتبر الس باكة م ن اق دمالصناعات الاساسية في مجال تشكيل المعادن ، و التي اكتشفت عبر العصور الأولى ، و ظهرت عند معظم الحضارات و يرجع تاريخها الى نحو 400 عام قبل الميلاد ... التصميمات البسيطة التي تقتضيها عملية الس باكة و الص ناعاتالمحدودة.

استخدمت هذه الصناعة باسلوب بسيط و ادوات و تجهيزات محدودة ، مثلها مثل أي علم من العلوم انذاك . و قد اخذ مجال و التطور عة و وضع لها قواعد و اصول عامة .

و يمكن تعريف عملية السباكة با ا عملية تشكيل للحصول على منتج من خلال صب المعدن المنصهر في قال يرملي او معدني ، يحتوي على فراغ بشكل و بسمك المنتج المطلوب ، و يرفع المسبوك من القالب الرملي بمجرد تجمد و برودة المعدن . اما اذا كان نوع القالب من النوع المعدني المستديم ، فانه يمكن اخراج الجزء المسبوك بمجرد فص لمجزئي القالب عن بعضهما البعض .

المراحل التي يمر بها المسبوك.



انواع طرق السباكة

يمكن تقسيم طرق السباكة المستعملة الى الطرق الاتية:-

١- سباكة الصبات

وفي هذه الطريقة يتم انتاج صبات المعادن والسبائك بعد صب المعدن المنصهر في قوالب بسيطة ذات اشكال واحجام مقاربة للمنتوج النهائي ويتم تشكيلها فيما بعد للحصول على المسبوك الن هائي بالش كل والابع ادالمطلوبة.

٢- السباكة الرملية

في هذه الطريقة يتم عمل تجويف في قالب رملي ويصب المعدن المنصهر فيه لياخذ شكل المسبوك المطلوب بعد تجمده ، ويكون السائل الناتج في هذه الحالة له شكل وابعاد المسيل النهائي المطلوب ، لكنه يحتاج الى عملي اتتنظيف للاسطح واحيانا الى عمليات تشغيل مختلفة للحصول على الدقة المطلوبة.

٣- السباكة في القوالب المعدنية ل

وفي هذه الطريقة يكون القالب مصنوعا من المعدن لذلك يكون المسيل منتجا بدقة عالية ولا يحتاج الى تشغيل اضافي.

كما ان هناك انواعا اخرى من طرق السباكة سيتم التطرق لها في اية هذا الفصل.

مزايا عمليات السباكة :-

تمتاز عمليات السباكة عن باقي عمليات تشكيل المعادن الاخرى بما ياتي:-

١- يمكن الحصول بعمليات السباكة على مسبوكات ذات اشكال معقدة .

٢- تكون لمسبوكات المنتجة متشا ة الى حد كبير .

٣- تستخدم السباكة الرملية عادة لتصنيع القطع الكبيرة الحجم التي لايمكن تصنيعها بطريق ة اخ رى ،او تكون كلفتها عالية جداً .

٤- تستخدم السباكة للمعادن والسبائك القصيفة ،والتي تصعب سباكتها بطرق اخرى .

الأسبوع الخامس

السباكة الرملية

رمال السباكة :-

تعد رمال السباكة العنصر الرئيسي في عملية السباكة الرملية ويتم الحصول عليها م ن المص ادر الطبيعي ة(احواض الا ار وشواطئها)او يتم تجهيزها لتتوفر فيها الشروط الضرورية لعملية السباكة .

خواص رمال السباكة :-

يجب ان تكون رمال السباكة مناسبة لعمل القوالب الرملية وانتاج مصبوبات خالية من العيوب ،لذلك يج بان تتوفر فيها الخواص التالية:-

١- قوة التماسك والاحتفاظ بالشكل :-

أي يجب ان يكون للرمل الاخضر بعد خلطه بالماء قوة تماسك ومتانة مناسبة لعمل القالب عندما يك بسللحصول على الشكل المطلوب والاحتفاظ به .

٢- متانة الرمل الجاف عند درجات الحرارة العالية :-

عند صب المعدن المنصهر بدرجات الحرارة العالية ، يتبخر الماء الموجود بالرمل الملاص ق للمع دن وبس رعة كبيرة، لذا يجب ان يكون لهذا الرمل متانة كافية لمقاومة نحر(حفر) تيار المعدن ، ومقاومة ضغط المعدن نتيج ةوزنه ،وتمتعه باستقرار حراري وعدم تمدد بسرعة نتيجة درجات الحرارة العالية .

٣- درجات انصهار عالية :-

أي يجب انت تكون درجة انصهار الرمل عالية (اكبر من درجة انصهار المعدن المصبوب) حتى لا ينصهر عند صب المعدن عليه،مما يؤثر على جودة سطح المصبوب ونعومته.

٤- عند صب المعدن المنصهر وبدرجات الحرارة العالية ، يتولد مقدار كبير من بخار الماء (من الرمل) والغازات الاخرى (نتيجة احتراق الرمل)لذلك يجب ان يكون ذا نفاذية (مسامية) تسمح بخروج الابخرة والغ ازات البخارج القالب ،خوفاً من احتواء المعدن المصبوب عليها وتكوين مسبوك ذي تجاويف غازية (البخبخة).

٥- القابلية للا يار واعادة الاستخدام:-

يجب ان يكون بالامكان تكسير القالب الرملي بعد انتهاء عملية الصب واستخراج المس بوك من ه وع دمتصلبه، كذلك امكانية اعادة استخدامه مرة اخرى بعد ضبط نسبة المواد الرابطة فيه مكوناته الاخرى.

مكونات رمل السباكة:-

يتكون رمل السباكة الاخضر من المكونات الثلاثة الرئيسية الاتية اضافة الى عدد من المواد الاخرى التي تكسب الرمل خواص معينة عند اضافتها:-

1- رمل السليكات

ويشكل رمل السليكا النسبة العظمى المكونة لرمل السباكة حيث تص ل نس بته الى (**50-95** ،)% وتختلف حبيبات الرمل فيما بينهافي الامور الاتية :- أ -شكل الحبيبات وحجمها.

ب-التركيب الكيمياوي لها.

ج - قوة الاحتمال والاستقرار الحراري.

وتوجد اربعة انواع من حبيبات الرمل اعتمادا على شكلها كما وهي أ: حبيبات الرمل ال زاوي ، ب: شبه الزاوي ، ج: المدور، د: المركب.

ويكون اقل تلامس بين الحبيبات موجود في حالة الحبيبات المدورة ، أي عدم تداخلها لذلك تكون نفاذيتها جيدة وقابليتها لتحمل درجات الحرارة عالية.

تحتاج قوالب الرمل الزاوي الى مادة رابطة اكثر ورطوبة اعلى ،والحبيبات المركبة تتكون من ارتباط مجموعة من الحبيبات مع بعضها بحيث لاتنفصل عند مرورها في المناخل .

وفي قوالب الرمل من مجموعة من نوع من الحبيبات المختلفة .

٢-المواد الرابطة :-

تستخدم المواد الرابطة مع حبيبات الرمل بوجود الماء لفرض الماء لغرض الحصول على ق وة التماس كوالتشكيل لرمل السباكة ،وتل نسبتها بالرمل لغاية (50%)

المواد الرابطة هي انواع من الطين الذي يتكون من مجموعة في الصغر من دقائق متبلورة تس مى – فل زاتالطين ،وتكون هذه الدقائق على شكل قشور ذات قطر صغير جدا (حوالي 2ميكرون)،وقد يحت وي الط ينعلى الكثير من الدقائق الصغيرة الاخرى الزائدة (غير القشور)،تكون محببة الشكل ولا تش ترك في عملي ةالربط.

ان فلزات الطين التي تتكون منها القشور لها خواص تتوقف على التركيب والبنية (ك مالترابط ،وال تعجين،ومقاومة الحرارة ،والقابلية على الانتفاخ والانكماش).

يوجد انواع مختلفة من فلزات الطين تختلف من حي ث تركيب ها الكيمي ماوي والجزيئ ي او في خواص ها(كالمنتموريللونايت،والكارولينات والصالوايت والاياللليت).

٣–الماء:–

عندما يضاف الماء الى الطين فانه يخترق الخليط ويكون غشاء يغلف كل قش رة بمفرده ا ،ويلاح ظ انجزيئات الماء التي لاتكون في حالة الميوعة وانما تتقيد النموذج معين (جاسيء) بسبب تاثير الط ين الفل زيوعندما يضاف مزيد من الماء يزداد سمك الغشاء المغلف للقشرة لدرجة يفقد فيها الجساءة (بسبب ض عفتاثير الطين الفلزي بالطبقة العليا لغشاء الماء ،) وتبدا بذلك الحالة الطبيعية للماء (الميوعة) بالظهور، فتقل قوة الربط للطين.

ان قوة الربط بالطين تظهر عند اضافة الماء بنسبة من (5.1-8) تقريبا ، وتنشا هذه القوة عند ذلك الرم لودفع حبيباته بقوة خلال الطين مع الماء والذي يغلف حبات الرمل ويحشرها بين الحبات الاخرى.

ان التحكم في النسبة المئوية للماء الموجود في الرمل ، يعد من الامور المهمة جدا ، ويفضل ان يكون الم ماءالمستخدم نظيفا ليقل تاثيره على فلزات الطين المستخدمة.

4- المواد الاخرى المضافة :–

قد تحتوي رمال السباكة على مواد اخرى غير المكونات الرئيسية الثلاث، حيث تضاف هـ ذه الم وادلغرض تحسين بعض خواص رمال السباكة ، ومن هذه المواد :– دقيق الغلال، ومسحوق الزفت، والفح مالمطحون ، وزيت الوقود ، ودقيق الخشب الدكسترين ...

خلط الرمل والاجهزة المستخدمة :–

يتم خلط مكونات الرمل الاساسية المذكورة وفق النسب المحددة لكل منها واعتمادا على جملة ام ورتتعلق بالمعدن المراد صهره وتفصيلات القالب المطلوب تشكيله .

ويتم خلط الرمل باستخدام خلاطات الرمل التي تكون بانواع مختلفة .

نموذجا لهذه الخلاطات نموذجا لهذه الخلاطات . حيث تكون هذه الماكنة عبارة عن وعاء اسطواني يحتوي عل معمودين راساه مثبت عليها مجموعة من الريش المعدنية التي تجور لتحرك وتخلط الرمل الموجود داخل الوعاء.

يتم وضع عناصر من اعلى الوعاء وكذلك جميع الاضافات الاخرى التي تستخدم مع الرمل .

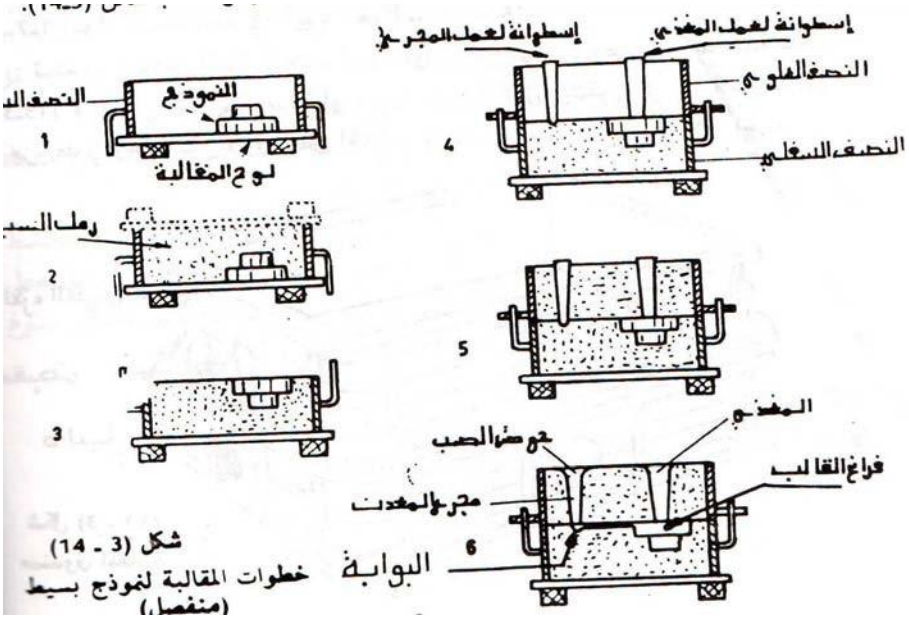
وبعد اتمام خلط الرمل يسحب من الفتحة الخاصة الموجودة من اسفل الوعاء .

ويكون الرمل بعد الخلط جاهزا لاجراء الماقالبة ،وتجرى مجموعة من الاختبارات عليه قبل ذلك .

مقالبة الرمل

المواد المستخدمة في تجهيز القوالب الرملية:-

تستخدم صناديق المقالبة عند تجهيز القوالب من الرمل – وصناديق المقالبة عبارة عن ص ناديق معدني ة اوخشبية خفيفة الوزن يتكون كل منها من جزئين (جزء علوي وجزء سفلي ،) وفي بعض الح الات يتك ونصندوق المقالبة من ثلاثة اجزاء. لهذه الصناديق مقابض لرفعها ، ودليل لتثبيت الجزأين مع بعضهما بتطابق تام.



كذلك تستخدم لتجهيز القوالب ، اضافة الى صناديق المقالبة : النماذج الخشبية او المعدنية وبعض الع ددااليدوية كالمدكات المختلفة والسقالات وغيرها.

ويستخدم لوح المقالبة لغرض وضع صندوق المقالبة عليه عند اجراء خطوات المقالبة . وقد تستخدم اللباب (القلوب) المصنوعة من الرمل في حالة المسبوكات التي تحتوي على تجاويف.

عملية تجهيز القوالب المختلفة:-

يتم عمل القوالب المختلفة (الرمليةوالسمنتيةوالطفلية وغيرها) وفق خطوات تتبع عند المقالبة اليدوية باستخدام المواد والمعدات الخاصة لهذه العملية، وكذلك يمكن ان تتم باستخدام الماكنات.

والمقالبة تعني عملية تشكيل فراغ ضمن القالب برمل السباكة ، يشابه من حيث الشكل والتفاص يل المس بوكالمطلوب انتاجه وذلك باستخدام النموذج.

ا- تجهيز القوالب الرملية :-

يتم تجهيز القوالب الرملية وعملها وفق الخطوات الاتية والموضحة .

١ -يوضع النموذج المستخدم على لوح المقالبة ضمن لوح المقالبة ضمن النصف السفلي لصندوق المقالبة.

٢ -تنخل كمية من رمل المواجهة فوق النموذج وذلك للحصول على اسطح ناعمة ونظيفة للمسبوك.

-يكمل مل ء الصندوق برمل السباكة ويدك باستخدام المدكات اليدوية وبمقدار يكفي لجعل الرمل متماس كاويتحمل المناولة ، ومقاومة نحر المعدن السائل اثناء جريانه.

-يسوي الرمل بالسطح العلوي للصندوق .

٣- يقلب جزء الصندوق رأسا على عقب ، ويرش قليل من رمل الفصل على سطح القالب لمنع التصاق الرمل من نصفي القالب اثناء دك النصف العلوي.

٤- يوضع النصف العلوي في مكانه فوق النصف السفلي ويثبتان مع بعضهما مثبتات خاصة وتوضع قص بان (اسطوانية الشكل) من الخشب ، لغرض عمل مجرى لصب المعدن المنصهر وتوصيله الى تجويف القالب ، وكذلك لعمل مغذ(مزود) للمعدن والذي يمتلىء بالمعدن المنصهر (الفائض) لملء تجويف المسبوك عند نقصان المعدن بع دالانكماش.

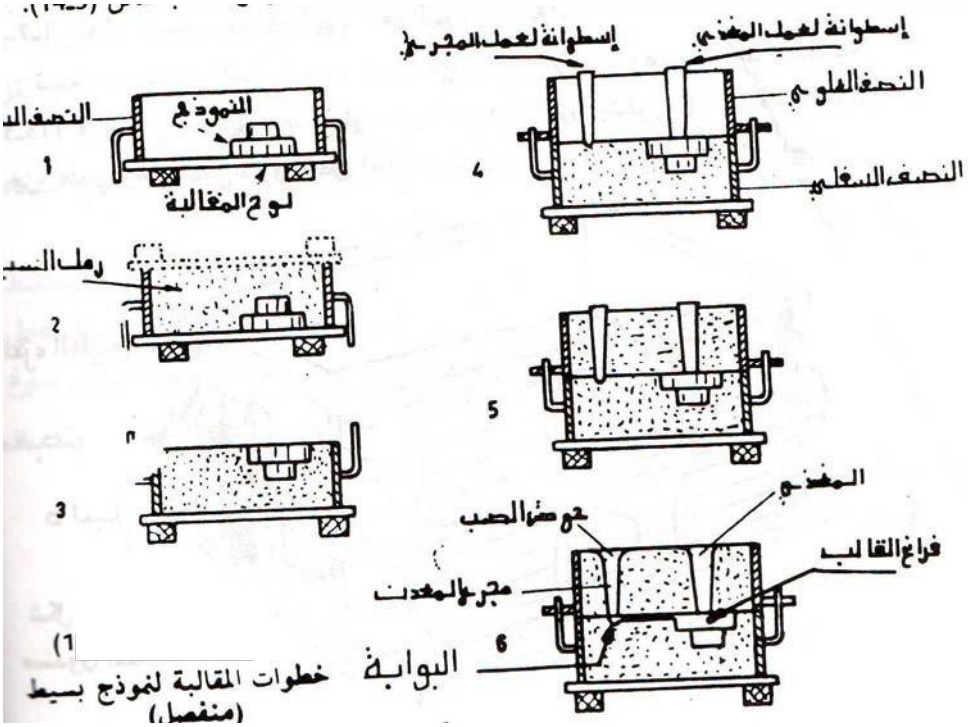
٥- يملأ النص العلوي برمل السباكة ويدك ويسوي سطحه ، وبعد ذلك تسحب الاسطوانات المستخدمة لعمل المصب والمغذي.

٦- يرتفع النصف العلوي من القالب ويتم اخراج النموذج من النصف السفلي وتنظيف بقايا الرمل واص لاحبعض الاجزاء المتضررة بالقالب ، واكمال عمل ممرات المعدن وحسب طبيعة النموذج.

اومطلوب اجراء عملية المقالبة برمال السباكة لانتاج المسبوك المطلوب.

٧-في حالة النماذج التي تحتاجالى وضع لباب (قلوب) يتم وضعها بعد أتمام المقالبة.

وفيما يلي الرسم التوضيحي لهذه العملية



مقالبة نموذج يتكون من جزئين

وتتم خطوات المقالبة لهذا النموذج كالاتي:-

1-يوضع الجزء الاول من النموذج على لوح المقالبة ضمن النصف السفلي لصندوق المقالبة وكما هو موض حبالشكل

2- يملأ الصندوق برمل السباكة بعد وضع كمية من رمل المواجهة على النموذج ويدك الرمل ويسوى س طحهالعلوي بعد عمل ممرات خاصة للتهوية (للتنفيس) ، وكما هو موضح بالشكل.

٣ -يقلب جزء صندوق المقالبة المستخدم على عقب ،ويثبت النصف الاخر لصندوق والمقالبة ف وق النص فالاول بالمثبتات الخاصة

٤ - يثبت الجزء الثاني للنموذج على النصف الاول بشكل متطابق تماماً وذلك بوساطة دلائل خاصة تس تخدملغرض تطابق الجزأين

يملأ الصندوق برمل السباكة ويدك ويسوى سطحه ،وبعد وضع نموذج خاص بعمل مجرى المعدن .

٥ - يسحب عمل نموذج مجرى المعدن ،ثم يفتح جزءاً من صندوق المقالبة ويسحب نصف النموذج من القال بكما بالشكل

٦ - يتم وضع اللباب بمواضعها المحددة في وسط الفراغ وفي الاطراف حيث يثبت اللب في الفراغات التي تحدد موضعه بالضبط والتي تم عملها بوساطة اطراف القلب المعمول مع النموذج ،وكما هو موضح بالشكل وب ذلكيكون القالب الرملي جاهزاً لصب المعدن المنصهر لصب وكذلك قد يتم استخدام صندوق المقالبة فيكون م نثلاثة اجزاء عند استخدام نفس النموذج الموضح بالشكل

ألأسبوع السادس–:

اللباب

عبارة عن اجسام يتم عملها من الرمل لغرض استخدامها بشكل فراغات والتجاويف داخل المسبوكات يجب ان تكون مقاومة اللباب كبيرة حتى تتحمل مسكها وتناولها ووضعها داخل القالب ،وتقاوم سريان وضغط المعدن المنصهر.

تقسم اللباب حسب نوعية الرمل المستخدم الى لباب الرمل الاخ ضر ذو المقاومة المنخفضة نسبيا ،ولباب الرم ل الجاف ذو المقاومة العالية .وكذلك تقسم اعتماداً على وضعها داخل القالب الى افقية ورأسية وناتئةn

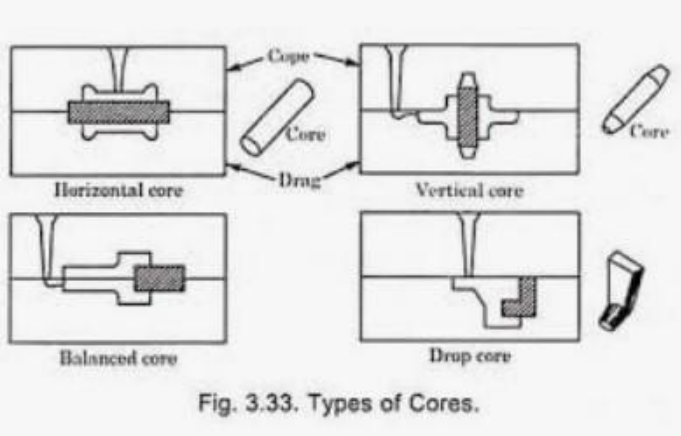


Fig. 3.33. Types of Cores.

وتصنع اللباب داخل صناديق خاصة تسمى صناديق اللبابC وهذه الصناديق مصنوعة من الخش ب والمع دنويحفر فيها شكل اللباب المطلوب ، يتكون الصندوق من جزء واحد او اكثر بحيث يمكن اخراج اللباب منه بعد تحضيرها ، وكما الشكل

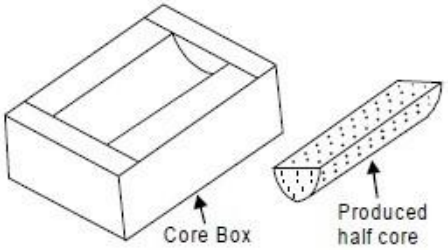


Fig. 10.17 Half core-box

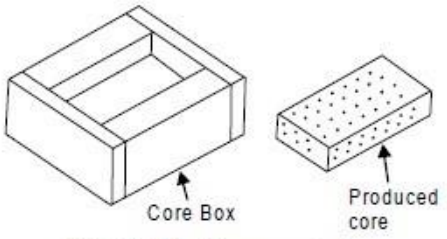


Fig. 10.18 Dump core-box

رمل اللباب :–

يستخدم لصنع اللباب خليط من الرمل والمواد الرابطة المناسبة وقليل من الماء حتى يمكن مقابلتها بسهولة .

ان المواد الرابطة المستعملة تعطي متانة عالية وعادة تكون من زيت الكتان والحبوب والرتنجات والمولاس والقار واللدائن المتصلدة بالحرارة **Thermosetting Plastic**

تجفيف اللباب:-

يتم تجفيف اللباب للاسباب الاتية:-

1-للتخلص من الرطوبة التي يتسبب عنها حدوث الفجوات الهوائية (البخبخة)بمعدن المسبوكة .

2-تماسك اجزاء اللب مما يساعدها على تحمل ضغط المعدن المنصهر عند الصب.

3-احتراق بعض المواد الداخلة في تركيب الرمل فتزداد مسامات الرمل .

يتم تجفيف اللباب باستخدام اللهب المباشر او بوساطة الافران الثابتة (الاعتيادية) او الافران المتنقلة – والتي هي عبارة عن سلة مصنوعة من الاسلاك يوضع داخلها الفحم المشتعل ليشع الحرارة الى سطح اللباب لتجفيفها .

كذلك تستخدم الافران الخاصة بتجفيف اللباب الصغيرة والتي تحتوي على مجموعة من الرفوف الشبكية تساعد على حماية اللباب من الكسر اثناء التجفيف.

الأسبوع السابع

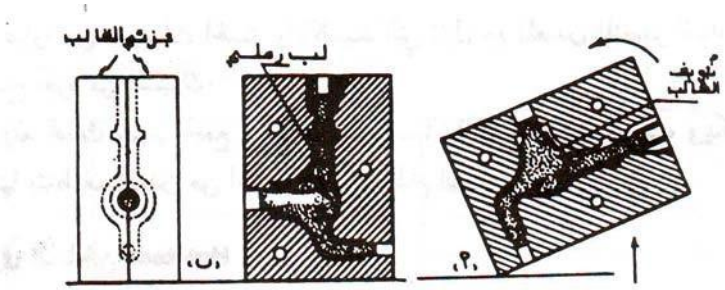
السباكة بالقوالب المعدنية

وهي طريقة السباكة التي فيها دفع المعدن المنصهر الى داخل فجوة القالب المعدني المتكون من جزأين او اكثر.
تستخدم اللباب **Cores** الرملية او المعدنية لتشكل الفراغات في المسبوكات تتميز هذه الطريقة بالحصول على اسطح للمسبوكات ذات نعومة ودقة عالية، وتكون كلفة انتاج القوالب المعدنية عالية ، ولك ن كلف ة انت اجالمسبوكات تكون قليلة في حالة انتاج عدد كبير

ويتم فيها دفع المعدن الى تجويف القالب اما بالتثاقل او بالضغط.

أ–السباكة بالتثاقل:–

حيث يتم صب المعدن المنصهر (بدون استخدام الضغط) في تجويف القالب كما يتضح بالشكل



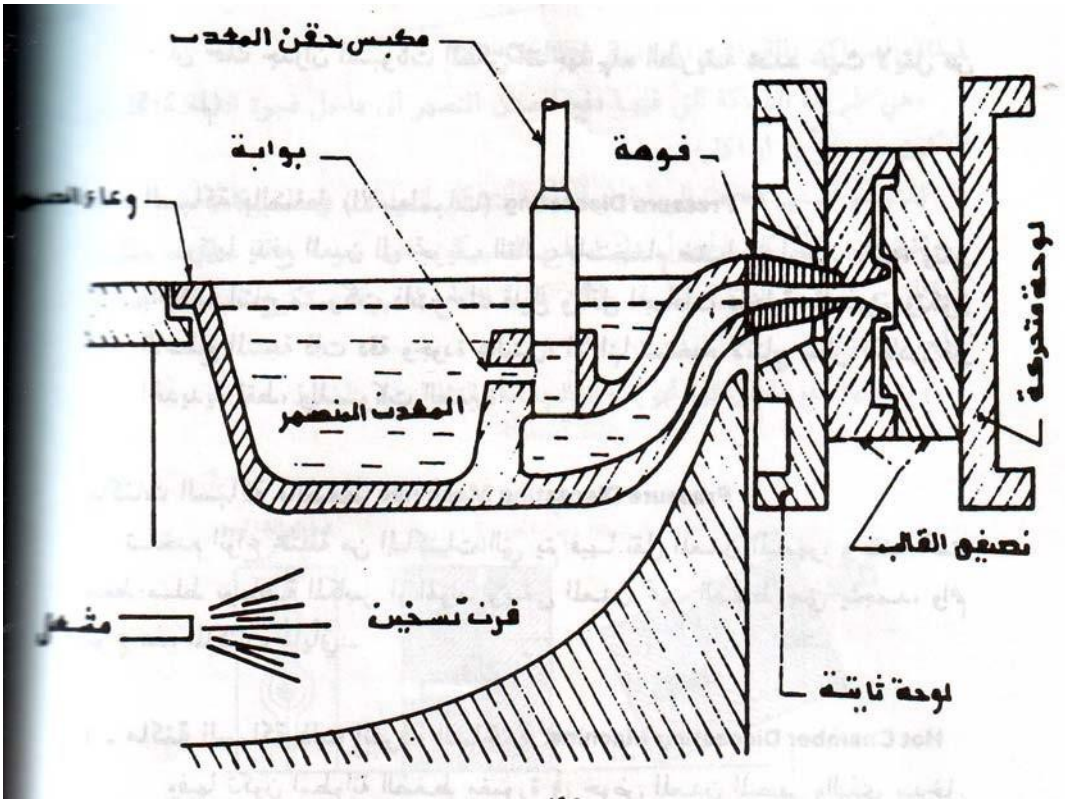
وتسبك ذه الطريقة سبائك الالمنيوم بكثرة بسبب سهولة سبكها وخفة وز ا وخواصها الملائمة.كذلك يس بكالحديد الزهر بالقوالب المعدنية بالتثاقل ، وتستخدم القوالب الرملية الجافة او المعدنية مع ترتيبه تمكن من اخراجها من المسبوك.
ان سمك جدران المسبوكات الممكن انتاجها ذه الطريقة محدد حيث لا يقل (**5.2** ملم) .

ب–السباكة بالضغط(الاسطمبات)

وفيها يدفع المعدن الى تجويف القالب باستخدام ضغط خارجي عليه، وتتميز بامكانية انتاج مسبوكات ذات سمك قليل وباقل اجهادات داخلية بالمعدن، وتكون الاسطح المنتجة ذات دقة وجودة عاليتين ، الا ا ا تستخدم لانتاج بعض المعادن غير الحديدية فقط، وللمسبوكات الصغيرة.

ماكنات السباكة بالضغط.

تستخدم انواع مختلفة من الماكنات التي فيها نقل المعدن المنصهر، وحقنه تحت ضغط مسلط بوساطة الملك ـابس اوالهواء ، ويبقى المعدن تحت الضغط حتى يتجمد ، واهم انواع الماكنات ما ياتي:- **1-** ماكنة السباكة ذات الغرفة الساخنة



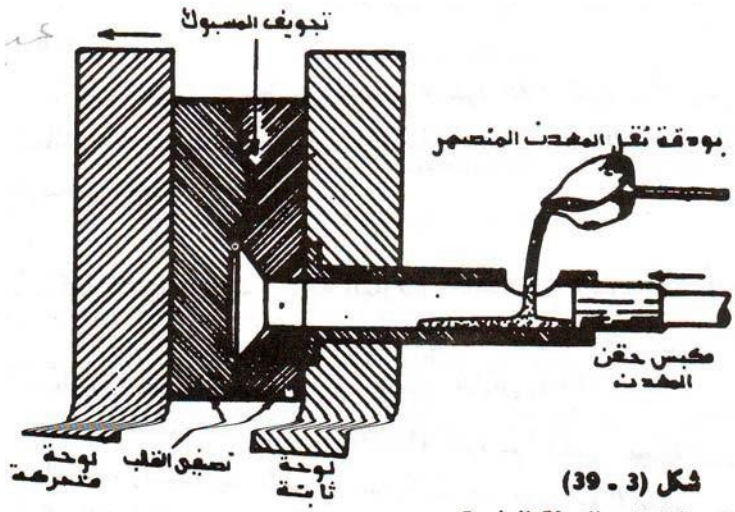
وفيها تكون اسطوانة الضغط مغمورة في حوض المعدن المنصهر والذي يدخل اليها عبر فتحات تفتح عند صعود المكبس ليتم ملأها بالمعدن وعند نزول المكبس فانه يسلط ضغطا على المعدن المنصهر ويدفع مه ل يملأ تج ـاويف القالب، كما في الشكل.

يكون الضغط المسلط على المعدن بحدود(**100** كغم| سم^2) ، وهي تستخدم للسبائك ذات درجات الانص هارالمنخفضة، كسبائك الزنك **Zinc** والقصدير **Tin** والرصاص **Lead** .

2- ماكنة السباكة ذات الغرفة الباردة:-

في هذا النوع من المكائن يتم نقل كمية محددة من المعدن من وعاء الصهر الى اسطوانة الضغط بمغرفة خاصة وكما موضح بالشك.

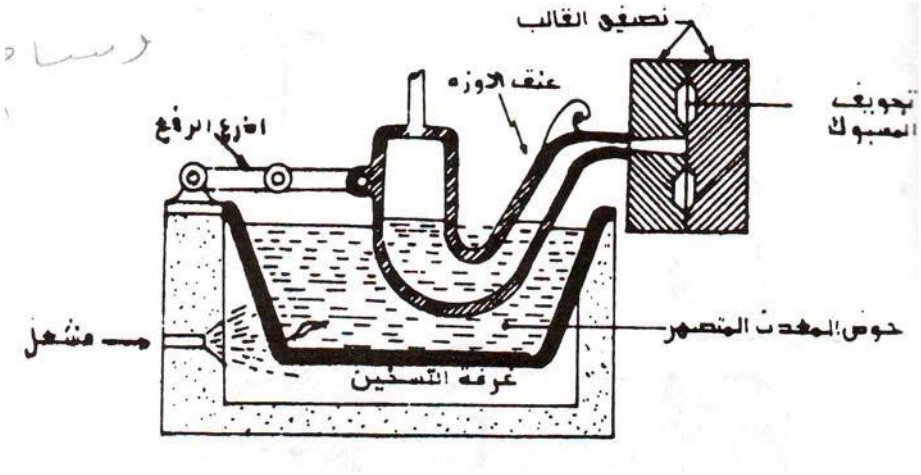
يتم تسليط ضغط عالي يصل الى (**1000**)كغم| سم^2 لكبس عجينة المعدن الى داخل القالب ، وتس بك ـذهالطريقة السبائك ذات درجات الانصهار المرتفعة نسبيا كسبائك الالمنيوم وسبائك النحاس.



شكل (3 ـ 39)
ماكنة السباكة ذات الغرفة الباردة

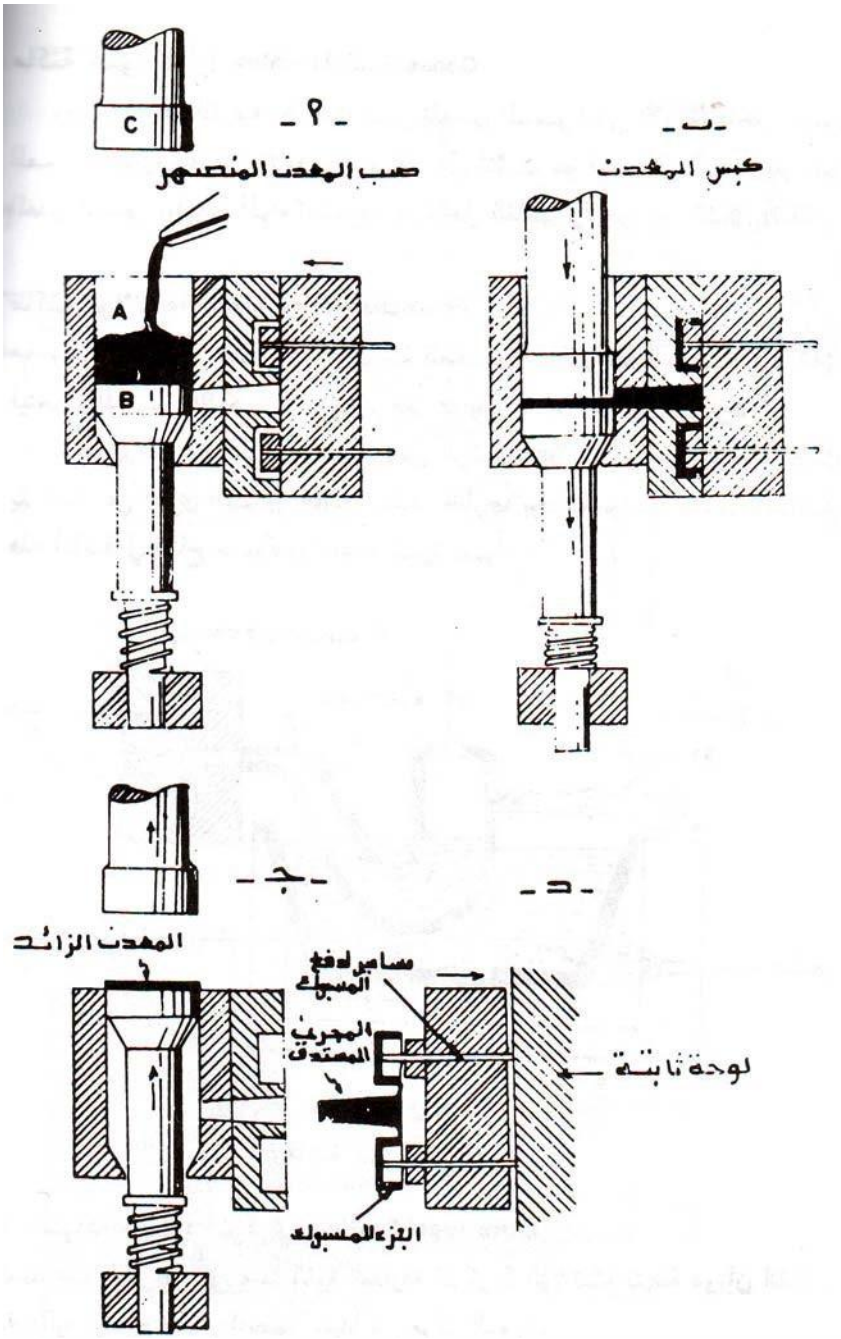
3-ماكنة عنق الاوزة:-

وفيها يتم غمر الغرفة الخاصة ينقل المعدن المنصهر (عنق الاوزة) داخل حوض المعدن المنصهر ، وعند امتلاءه ماترفع الى اعلى لتثبت مع فوهة القالب ، ويتم دفع المعدن المنصهر بواسطة الهواء المضغوط الى داخل القالب وكما موضح بالشكل



4-ماكنة بولاك :-وفيها يتم صب المعدن في اسطوانة الضغط (A) ، الموضحة بالش كل فيتح رك المكبس ان (C,B) الى اسفل ليتم ملأ تجويف القالب بالمعدن المضغوط.

بعدها يرتفع المكبسان فيتم قص المعدن الزائد بواسطة المكبس (S) حيث يتم فصله عن ا رى المستدق ليق ذفخارجا بواسطة نوابض خاصة تستعمل هذه الماكنة في انتاج مسبوكات احجام كبيرة نسبيا.



السباكة بالطرد المركزي

تعتمد هذه الطريقة على مبدا القوة الطاردة المركزية التي تنشا نتيجة دوران القالب بسرعة عالية فيندفع المعدن المنصهر بعيدا عن مركز الدوران.

تنتج ذه الطريقة المسبوكات ا وفة التي تكون تجاويفها اسطوانية الشكل.

وتوجد ثلاث طرق تستخدم هذه الفكرة وهي :-

ا-سباكة الطرد المركزي الحقيقي:-

تستخدم هذه الطريقة بانتاج المسبوكات الاسطوانية ا وفة بدون استخدام اللباب والتي يمكن ان يكون ش كلالسطح الخارجي فيها غير اسطواني (سداسي المقطع او رباعي ،) بينما دائما يكون ش كل التجوي ف ال داخلياسطوانياً .

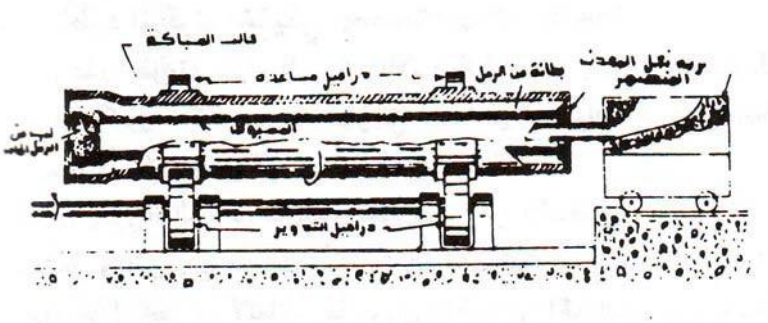
ويجب ان يدور القالب بسرعة عالية تمكن المعدن من الاندفاع من المركز الى محيط القالب ليتشكل ويظل حتى يتم تجمده وتكون القوة المتولدة بحدود (75- 100) مرة بقدر قوة الجاذبية ، حيث يجب ان لاتقل س رعة دورانالقالب عن الحد الذي يوفر هذه القوة حتى لايترلق المعدن عن الجدار القالب ويكون ثنيات معدنية على س طحالمسبوكات الناتجة.

كذلك في حالة السرعة العالية فان الضغط العالي للسائل سوف يمزق القشرة الرقيقة المتجمدة وتضهر فيها شقوق طويلة .

من مميزات هذه الطريقة هو عدم استعمال المصبات والمغذيات فيها مما يجعل نسبة الاستفادة من المعدن المص هوركاملة جدا وبدون تلف.ان القالب المستخدم في هذه طريقة يكون محور دورانه ام افقيا او راسياً .

1-القالب ذو محور الدوران الافقي :-

يستخدم هذا القالب الذي يكون محور دورانه افقيا والموضح بالشكل



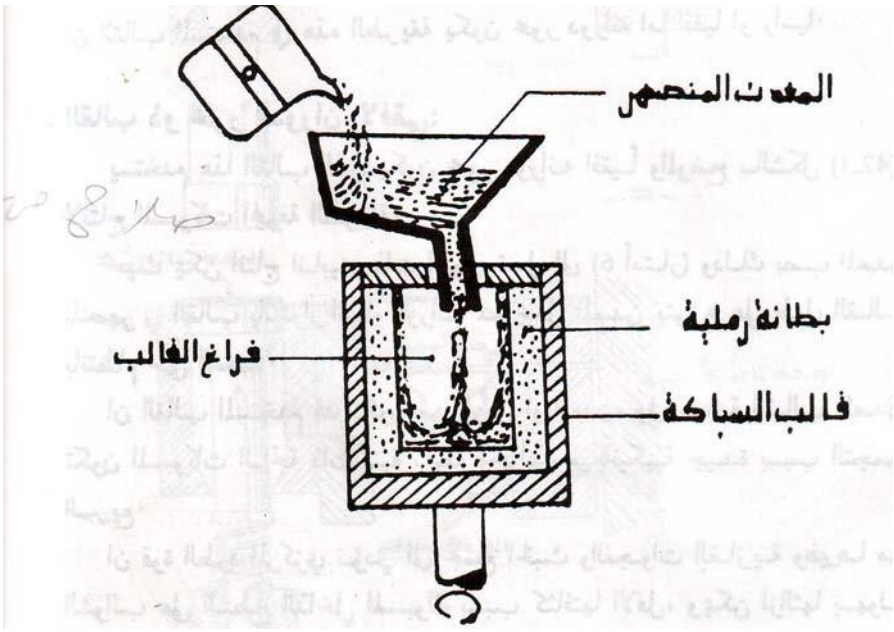
لانتاج المسبوكات ا وفة الطويلة .

حيث يمكن انتاج انابيب ذات اطوال تصل الى (6 امتار)وذلك بصب المعدن المنصهر في القالب باستمرار اثن اءدورانه مما يجعل المعدن يتوزع على طول القالب باستمرار اثناء دورانه مما يجعل المعدن يتوزع على طول القال ببانتظام حتى التجمد .

ان القالب المستخدم قد يكون من الرمل او المعدن ،وفي حالة القالب المعدني تكون المسبوكات الناتجة ذات بني ةدقيقة وخواص ميكانيكية جيدة بسبب التجمد السريع.ان قوة الطرد المركزي تؤدي الى تجمع الخبث والفجوات الغازية وغيرها من الشوائب على السطح الداخلي للمسبوك بسبب كثافتها الاقل، ويمك ن ازالت ها بس هولةبالتشغيل .

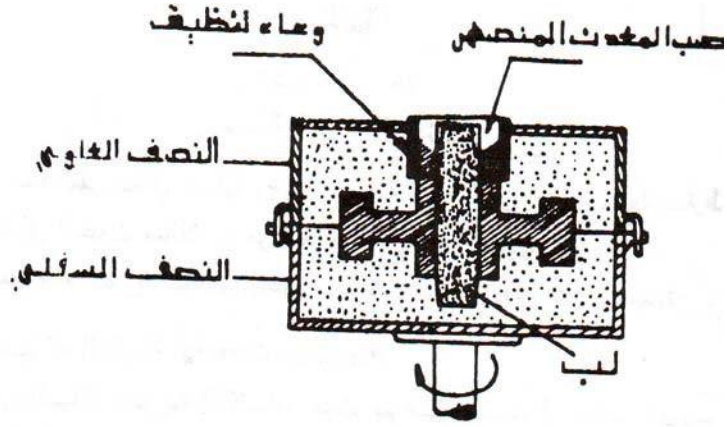
2 -القالب ذو محور الدوران الراسي:-

تستخدم هذه الطريقة التي يكون فيها دوران القالب رأسيا لانتاج المسبوكات القصيرة والتي والتي يكون قطرها اكبر من طولها كما متضح بالشكل .



ان سبب عدم استخدام هذه القوالب لانتاج المسبوكات الطويلة هو تجمع المعدن بالاسفل بسبب وزنه بحيث تكون جدران المسبوك في الاسفل ذات السمك الكبير.

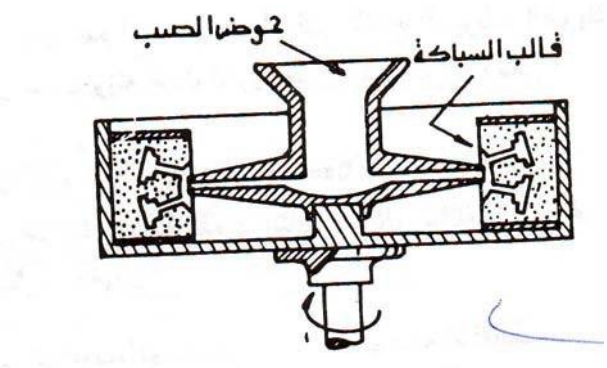
ب- سباكة شبه الطرد المركزي :-تستعمل طريقة السباكة هذه في الاشكال المتماثلة بالنسبة لمحورها المركزي ،وكما تتضح بالشكل



وفيها يستخدم قالب رملي اعتيادي وكذلك لباب من الرمل الجاف في حابسة التجاويف او الثقوب .

المعدن المنصهر في مجرى المعدن المركزي اثناء دوران القالب حول المحور الراسي ليقذف نحو السطح الخ ارجي(بعيدا عن المركز) بتاثير قوة الطرد المركزي .تكون سرعة الدوران المستخدمة في هذه الطريق ة اق ل ، ح تىلايتسرب المعدن المنصهر من خلال الفصل بالقالب بسبب دفعة قوة عالية .

ج .– سباكة التطريد المركزي :– وفي هذه الطريقة تحيط مجموعة من القوالب بح وض مرك زي ،وت دارا موعة كلها بسرعة عالية حوض محور الحوض ثم يصب المعدن المنصهر فيه حيث يقذف الى تجاويف القوال ببعبر مجاري المعدن تحت تاثير قوة الطرد المركزي ،وكما بالشكل



وتشبه هذه الطريقة في مبدئها وعملها طريقة سبه الطرد المركزي ،ولايشترط فيها ان يك ون ش كل المس بوكمتماثلا ، او مركزها هو نفس محور الدوران .

وتستخدم هذه الطريقة للحصول على مسبوكات كثيفة،وذي اشكال معقدة

الأسبوع الثامن

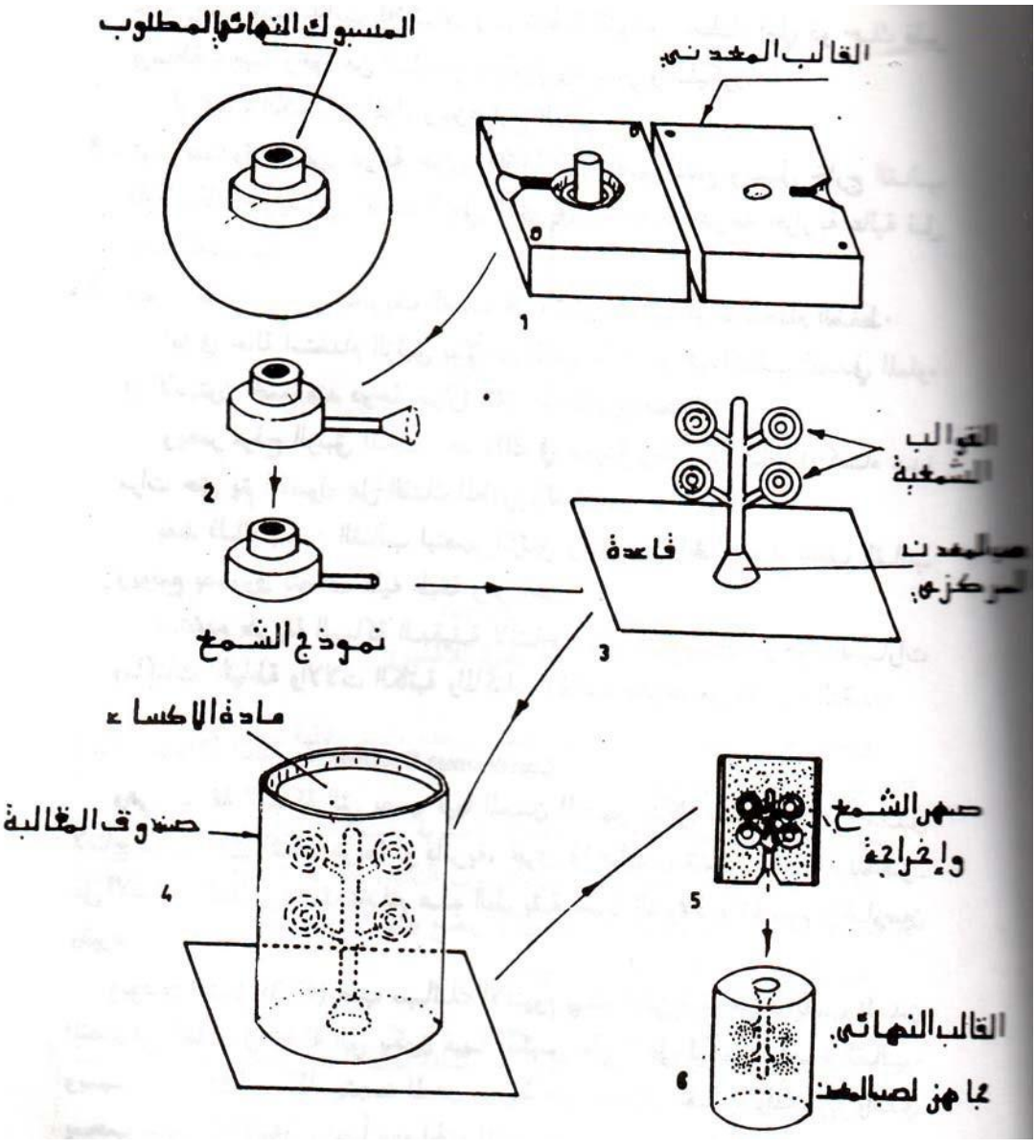
السباكة الدقيقة

وتسمى السباكة بطريقة الاكساء ،حيث يتم فيها اكساء او تغليف النموذج المصنوع م ن الش مع او الزئب قالبلاستك بمادة حرارية للحصول على قالب السباكة .

تصنع ذه الطريقة اجزاء الصغيرة،المطلوب بانتاجها دقة عالية ،وحيث يمكن بوساطتها عمل جدران ذات سم ك(**5.0** ملم) بتفاوت (+ **005.0**ملم) ولهذا سميت بالسباكة الدقيقة .

وتستخدم النماذج مرة واحدة في هذه الطريقة ،لذلك يتم عمل نموذج عند كل عملية ص ب وتص نع هـ ـذهالنماذج باستخدام قالب معدني ،مما يجعلها غالية التكاليف.

ان الطريقة التي يستخدم فيها الشمع تسمى بطريقة الشمع المفقود ، وتتم وفق الخطوات الاتية الموضحة بالشكل



1- يصنع القالب الدائم من المعدن ،والذي يتكون من نصفين لغرض عمل نموذج الشمع فيه .

2-يحقن الشمع المنصهر داخل تجويف القالب ،وبعد تجمده يستخرج وتزال منه المصبات ومجاري المعدن الزائدة .

3- يثبت النموذج مع مجموعة اخرى من النماذج الشمعية المماثلة الى مصب مركزي من الشمع ايضاً وتثب تا موعة على قاعدة. وتتكون مادة الاكساء من رمل السليكا بوصفه مادة حرارية والجبس بوصفه مادة رابط ةوالسليمانايت للاكساء ،ويتم تغطية النموذج بغطاء اولي ذو سمك قليل بوساطة عجينة رخوة من الس ليمانايتالناعم والايستر والسليكون .

ثم يجفف الكساء في الهواء ويترع لوح القاعدة .

٥- يمرر الصندوق في فرن درجة حرارته 150 م°لكي ينصهر الشمع ويسيل خارج القالب تاركاً مكانه تجويف في القالب الرملي الذي يجري تسخينه بدرجة حرارية عالية قبل صب المعدن فيه.

٦- يصب المعدن المنصهر بتجويف القالب تحت تاثير الجاذبية او باستخدام الضغط .

اما في حالة استخدام الزئبق بدلاً من الشمع فانه يتم غمر القالب المعدني المملوء في الاسيتون ا مد عند درج ةحرارة (60– م°) لكي يتجمد الزئبق.

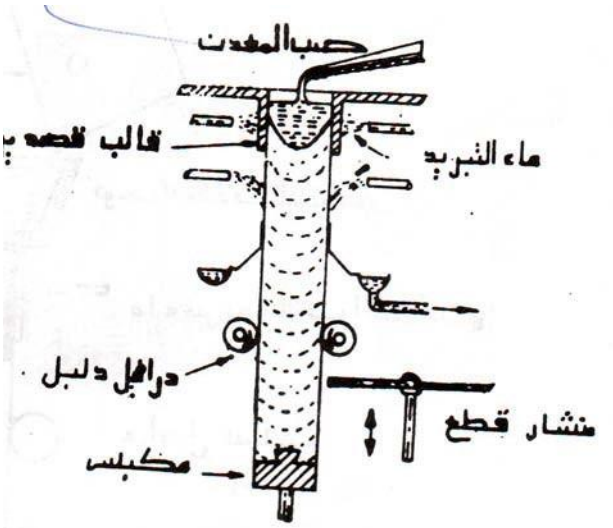
ويغمر نموذج الزئبق المتجمد بعد ذلك في عجينة رخوة من مادة الاكساء عدة مرات حتى يتم الحص ول عل سالسمك المطلوب للغلاف .

بعد ذلك يسخن القالب لينصهر الزئبق ويسيل الى الخارج ،ثم يجفف القالب ويوضع بصندوق لتضاف عليه طبقة رمل اخرى .

تستخدم طريقة السباكة الدقيقة لانتاج ريش التوربينات واجزاء السيارات وماكنات الخياطة والالات الكاتب ةوالماكنات الحاسبة وغيرها من الاجزاء الدقيقة .

السباكة المستمرة:–

وهي طريقة السباكة التي يصب فيها المعدن المنصهر بشكل مستمر في قالب معدني لانتاج صبات ذات اش كالمربعة او دائرية ،وتجري لها عمليات تشكيل للحصول على الاشكال المطلوبة وتستخدم هذه الطريق ة لص بالفولاذ والالمنيوم والخارصين وغيرها .



ويوضح الشكل صب السبائك الالمنيوم ذه الطريقة ،وحيث يصب المعدن المنصهر في القلب في الحالة التي يكون فيها المكبس على الاعلى قاعدة القالب، وبسبب تبريد القالب بالماء يتجمد المعدن بسرعة على جدران القال بوالمكبس ،والذي يسحب ببطء الى الاسفل ساحباً معه الجزء المتجمد .

ويستمر المعدن وتجمده ونزوله بمعدل واحد ،وتستمر عملية تبريد الصبة الناتجة اثناء نزولها ليكتمل تجمد المعدن.

وقد يتم تقطيعرالمصبوب حسب الاطوال المطلوبة باستخدام المنشار.

وقد تستخدم درافيل لحني واستعدال المصبوب الناتج ،واجراء عمليات تشكيل مباشرة تتميز طريق ة الس باكةالمستمرة بما يأتي:-

1-ذات انتاجية عالية .

2-درجة حرارة الصب منخفضة بسبب قصر مسافة صب المعدن المنصهر مما يجعل كلفة الصب قليلة .

3-قلة وجود الفجوات الغازية بالمسبوكات.

4-تقليل حجم الفجوة المخروطية الناتجة عن الصب والتي تظهر بسبب نظام تجمد المعدن وتقلصه، حيث يج بقطع الجزء المخروطي من الصبة وبالتالي خسارة كمية كبيرة من المعدن المصبوب.

السباكة القشرية:

في هذه الطريقة يستخدم رمل دقيق الحبيبات مخلوط مع الراتنجات بنسبة 5% وزنا بوصفه مادة رابطة وال تيتتصلب عند تسخينها لتشكل مع الرمل قشرة تحيط بالنموذج تكون القالب المطلوب.

يتم عمل هذه القشرة باستخدام ماكنة السباكة القشرية وفيها يكون نصفي النموذج مثبتين على ل وح مع دنيمصنوع من الصلب ، حيث تتم حسب الخطوات الاتية:-

1-يسخن النموذج الى درجة حرارة 250-200 م° ، ثم يرش بالسليكون لتسهيل نزع القشرة المتكونة م نعلى لوح النموذج ، ثم يثبت النموذج فوق صندوق يحتوي على مزيج الرمل والراتنج، كما موضح في الشكل.

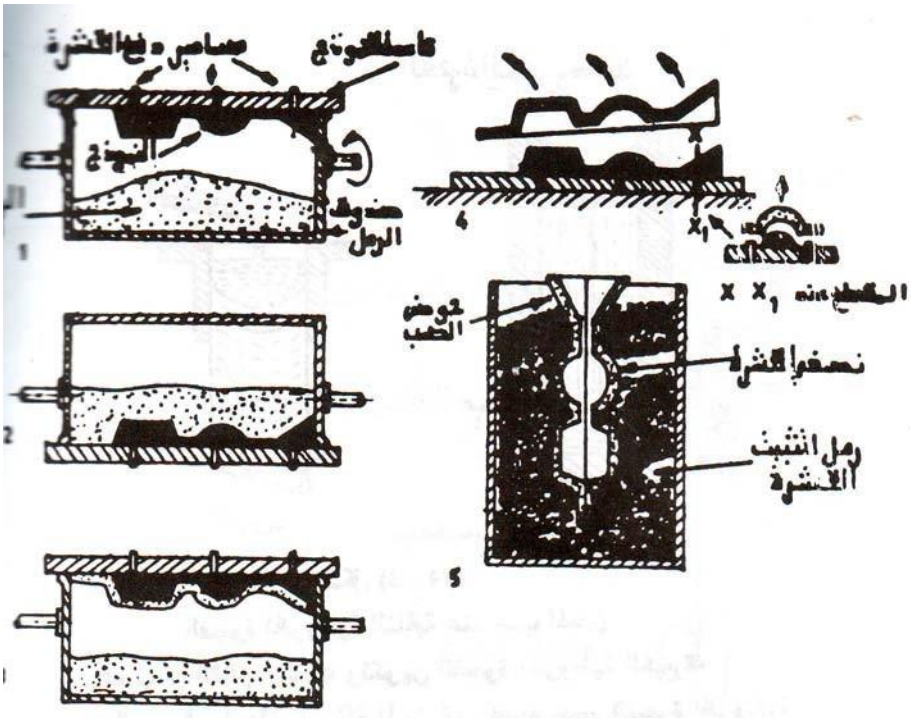
2-يقلب الصندوق فيتم غمر النموذج بخليط الرمل والراتنج ، وبسبب حرارة النموذج المسخن ينصهر الراتنج ويكون خلال ثوان معدودة مع الرمل قشرة تتصلب حول النموذج ، يتراوح سمكها (4-12 ملم) وحسب فترة التسخين.

3-يعاد الصندوق الى وضعه الاصلي ليسقط منه الرمل غير المتصلب.

4-يرفع لوح النموذج والقشرة الملتصقة به، ويتم تسخينها لمدة دقيقتين، وبدرجة حرارة تتوق ف عل ى ن وعالراتنج المستخدم ، بعدها تترع قشرة الرمل من على لوح النموذج بوساطة نوابض خاصة، وتقطع القشرة ليتم لصق جزئيها (نصفي النموذج) باستخدام مادة لاصقة او ماسكات خاصة لتكوين القالب المطلوب.

5- يتم صب المعدن مباشرة بالقشرة المشكلة في حالة المسبوكات الصغيرة، اما في المسبوكات الكبير فانه يتم احاطه القشرة برمل تقوية ضمن صندوق ، واجراء عملية الصب.

ان القوالب المشكلة ذه الطريقة يمكن تجميعها وخزنها بسبب عدم امتصاصها للماء، وهي تستخدم لمرة واحدة فقط الأدوات بسيطة ولا تحتاج الى صناديق مقالبة ، وتحتاج الى كمية رمل قليلة ، اما نعومة الاسطح المنتجة ودقتها ، وامكانية صب مسبوكات رقيقة فيها يجعلها طريقة اقتصادية في بعض المسبوكات.ان هذه الطريق ة تس تخدملكافة المعادن كالحديد الزهر والصلب وسبائكه وسبائك النحاس.



الأسبوع التاسع

اللحام WELDING

تعريف اللحام: – عبارة عن هو عن توصيل قطعة بأخرى بحيث تصبح غير قابلة للفصل وذلك بالصهر الموضعي لمنطقة التوصيل ويمكن أن يتم ذلك أما تحت تأثير الضغط أوبدون ضغط كما يتم بأستعمال أو بدون أستعمال معدن ثاني

اسس لحام المعادن:–

لحام المعادن هو عملية وصل او ربط المعادن بالحرارة او الضغط او باستخدامهما معا.ويكون هذا الربط من النوع الثابت ، أي لا يمكن فك الاجزاء الملحومة دون الاضرار ا.وقد يستخدم في عملية اللحام معدن مليء يكون من معدن اللحام او مماثل له في خصائصه الحامية.

وتتم عملية اللحام بنوعين:–

1–لحام الأنصهار: –ويتم برفع درجة حرارة الاجزاء المطلوب لحامها الى درجة حرارة الانصهار في حالة ثم يترك ليتجمد ،فيشكل الجزء المتجمد منطقة ربط قوية بين الاجزاء الملحومة

2– حالة الضغط:– فيتم رفع درجة الحرارة الى ان تصبح الاجزاء بحالة عجينة ،ويسلط الضغط على منطقة اللحام اثناء تجمدها.

وقد يتم استخدام مواد مساعدة في عمليات اللحام تسمى مساعدات الصهر (Fluxes) تختلف باختلاف المعادن الملحومة وطرق اللحام المستخدمة شش

.

١- ان تكون اللحام نظيفة وخالية من الاكاسيد او اية شوائب تدخل وصلة اللحام .

٢- ان يتم رفع درجة حرارة الاجزاء المراد لحامها (في حالة لحام الضغط) الى الحد الذي يكفي لتطاوعالضغط المسلط عليها وعدم الوصول الى درجة الانصهار .

أنواع اللحام: –

ا–لحام الأنصهار:ويشمل مجموعة من طرق اللحام التي تتم دون أستخدام للضغط منها :

1- لحام الغازي

2–لحام القوس الكهربائي ويشمل :ا–لحام القوس المفتوح ب–لحام القوس المغمور ج–لحام الغازات الواقية

3–لحم الثرميت

ب– لحام الضغط ويشمل :–

1–لحام الضغط بأستخدام طاقة الحرارية:ويشمل

ا–لحام المقاومة الكهربائية ب–لحام النقطة

ج –لحام الحدادة د –لحام الخط

2–اللحام بدون أستخدام الطاقة

3–اللحام الضغط على البارد **انواع**

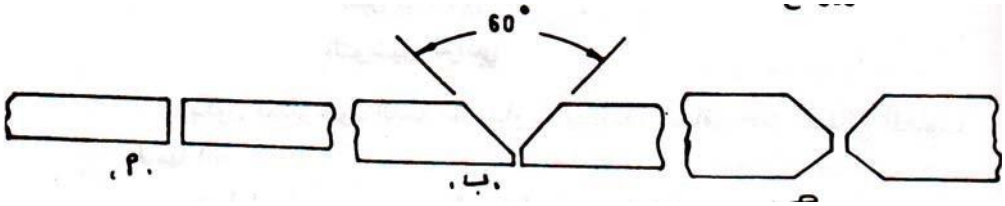
وصلات اللحام

تعتمد انواع وصلات اللحام او التوصيلات الملحومة في اشكالها على طريقة وضع الاجزاء الملحومة بالنسبة لبعضها وهناك عدة انواع لوصلات اللحام هي : – **1–التوصيل التنابكي :–**

وتعد هذه التوصيلات من الاشكال الرئيسية لتوصيلات اللحام ، وفيها يوضع طرفا الجزاين الملحومين احدهما مقابل الاخر بحيث يكون سطحا الجزاين الملحومين سطحا واحدا.

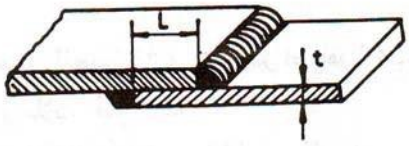
واعتمادا على سمك الاجزاء الملحومة فانه يتم تجهيز اطرافها بحيث يتم تصاهرهما بشكل تام ، والحصول على وصلات لحام متينة.

.



2-التوصيل التراكبي:-

في هذا النوع من التوصيلات يغطي سطحا الجزاين الملحومين احدهما الاخر بشكل جزئي ولبعد معين يسمى الشفة ، وكما هو موضح بالشكل.

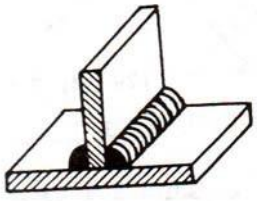


ويكون مقدار طول الشفة(L) مساوياً (3-5)اضعاف سمك الصفائح المطلوب لحامها (t).

ويتم لحام طرف واحد من الشفة او لحام كلا الطرفين (أي عمل وصلتي لحام)ولاتتطلب هذه التوصيلات تجهيز اطراف الاجزاء الملحومة كما في اللحام التناكبي، لذلك فهي اسهل ،لكنها تستهلك كمية اكبر من معدن اللحام ولاتتحمل اجهادات القص مقارنة بالانواع من الوصلات لذلك لايفضل استخدامها .

3- -التوصيل على شكل T:

في هذا النوع يتم لحام طرف احد الجزأين المراد لحامها بسطح الجزء الاخر ،وكما هو موضح بالشكل .وفي هذه الوصلات قد يتم اللحام من جهة واحدة او من الجهتين وفي بعض الاحيان يتم تجهيز طرف الجزء القائم من جهة واحدة او من جهتين حسب سمك الاجزاء الملحومة ،وكما هو موضح بالشكل.

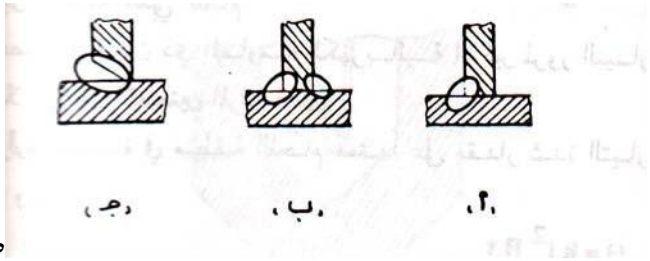


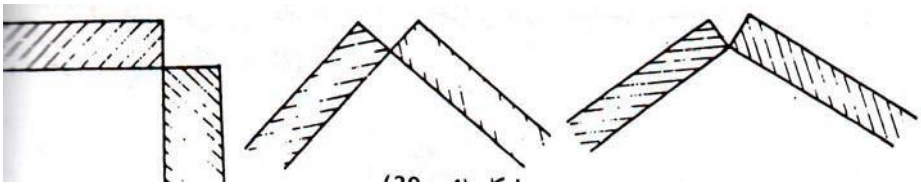
ا-اللحام من جهة واحدة .

أ- اللحام من الجهتين .

ج – التجهيز (الشطف) من جهة واحدة.

4–**التوصيل الزاوي**:وفيه يتم وصل الجزئين المراد لحامهما عند طرفيهما بحيث يكونان بينهما زاوية معينة، كما يتضح في الشكل.





وقد يتم اللحام دون تجهيز اطراف الاجزاء الملحومة، او قد يتم تجهيزها وحسب سمك الاجزاء المستخدمة.

الأسبوع العاشر

لحام الضغط

لحام المقاومة الكهربائية: eiectric resistance weldikg

يعد هذا اللحام من أنواع لحام الضغط بأستعمال الطاقة الحرارية.

والطاقة الحرارية فيه مصدرها التيار الكهربائي ، حيث يمرر تيار كهربائي قوي خلال الجزأين المراد لحامهما ليسبب تسخينا مركزا في مكان مرور التيار، وتكمل عملية اللحام بالضغط على الجزأن بوساطة قطبي اللحام.

ان وصلة اللحام تحصل في المكان ذي المقاومة الكهربائية الاكبر لمرور التيار الكهربائي في منطقة التلامس بين القطعتين المراد لحامهما.

تكون خطوات عملية اللحام كالاتي:–

١- وضع الشغلة (القطعتين)بين قطبي اللحام.

٢- تضغط القطعتان بوساطة القطبين ،ليكون مرور التيار في المنطقة المحصورة بين الاقطاب فقط .

٣- يدخل التيار المطلوب ،ويستمر خلال الزمن المحدد فقط.

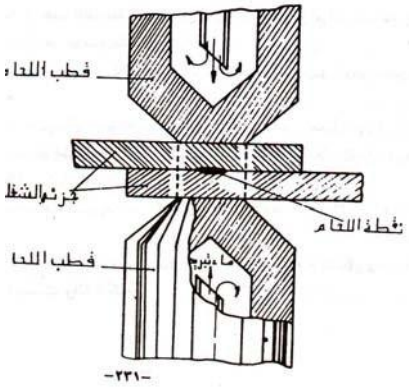
٤- يقطع التيار، ويستمر الضغط لمدة قليلة حتى تبرد الوصلة،لمنع تكون الشقوق والمسامية وكذلك للحصول على خواص ميكانيكية جيدة لمعدن الوصلة.

يعد لحام المقاومة الكهربائية انتاجيا ومناسبا للحام الالواح الرقيقة من المعادن والتي يصعب لحامها بطرق الانصهار.

وتشمل عملية اللحام بالمقاومة الكهربائية انواعاً عديدة اهمها لحام النقطة ولحام الخط.

1- لحام النقطة Spot Welding : -

في هذه الطريقة يمر التيار الكهربائي بين القطبين اسطوانيين خلال الجزاين المراد لحامهما مع تسليط ضغط بوساطة القطبين ،وكما هو موضح



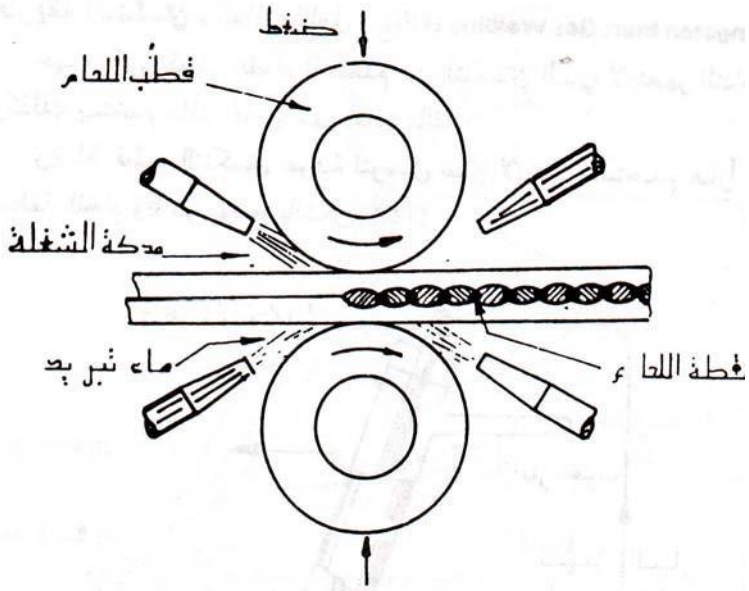
وماكنة اللحام المستخدمة تشتمل على نظام ميكانيكي لتوليد الضغط اللازم على الاقطاب ،على دائرة المحول الكهربائي ،على نظام توقيت للتحكم يزمن مرور التيار.

واقطاب اللحام يجب ان تكون مادا ذات خواص ميكانيكية عالية ،وتوصيل كهربائي عال ايضاً حيث يصل مقدار تيار اللحام الى حوالي 5.77امبير/ ملم^2 ،مقدار الضغط المسلط بحدود 100 -75 نيوتن/ملم^2 .

2-لحام الخط Seam Welding

وهو احد انواع لحام المقاومة الكهربائية ومشابه في المبدأ مع لحام النقطة ، الا ان اقطاب اللحام المستخدمة في هذه الطريقة تكون على شكل عجلات او اقراص مستديرة وليست اسطوانية الشكل وكما هو موضح بالشكل

.



وهذه العجلات تولد الضغط اللازم كذلك تمرر التيار الكهربائي بينها وهي تدور ببطء اثناء حركة الشغلة.

وينظم مرور التيار الكهربائي بوساطة مؤقت خاص يعمل على امراره خلال فترات متناوبة تسبب عمل نقط لحام مستمرة تكون خطأ متصلا . وتقل كمية الحرارة المتولدة بين الاقطاب كلما زادت سرعة اللحام (سرعة دوران العجلات).

ويستعمل في هذا اللحام ماء للتبريد قبل الالكترودات وبعدها للتقليل من انحناء الاجزاء الملحومة.

ويستخدم لحام الخط في العديد من الاعمال ، وهو يتميز بنظافة الشكل وجودة الوصلات وكذلك توفير الخامات وقلة الكلفة.

اللحام الوميضي :

يتم هذا اللحام عن طريق وضع الجزئين المواد لحامهما على استقامة واحدة في وضع نتقابل و يمرر تي اركهربائي بينهما مع تسليط الضغط عليهما حتى يتم اللحام .

و يستحسن ان تكون مساحة التلامس بين الجزئين صغيرة جدا (تصل الى حوالي 05.0مترمربع) حتى يكفي التيار الكهربائي لتوليد الحرارة اللزمة للحام . ويجري اللحام الوميضي باسلوبين استنادا الى مقدار التلامس بين السطحين المراد لحمهما . فاذا كان التلامس بين السطحين خفيفا يحدث وميض عند مرور التيار بينهما مولدة حرارة عالية نتيجة المقاومة العالية ضد التيار . حيث يقطع التيار الكهربائي و يسلط لضغط حتى يتم تكوين الوصلة . و يسمى هذا النوع

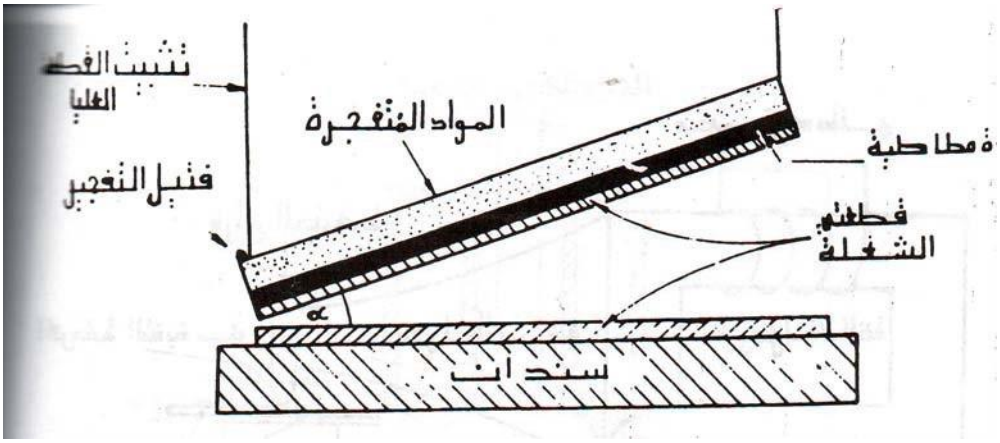
باللحام الوميضي التناكبي . اما ذا التلامس قويا مع وجود الضغط من البداية فان هذا يسمى بلحام التناكب (التقابل) .

لحام الانفجار

يحدث هذا اللحام بين سطحي القطعتين المراد لحامهما بوساطة اصطدام احدى القطعتين بالاخرى بسرعة عالية جدا ناتجة عن دفع مواد متفجرة لها.حيث توضع القطعة الاولى على سندان ، والقطعة الثانية تميل عن الاولى بزاوية صغيرة()، وكما موضح بالشكل .

وتلف القطعة العليا بمواد من المطاط او البلاستيك لحمايتها من تاثيرات المواد المتفجرة التي عليها.

وعند التفجير الذي يبدا باشعال الفتيل ، تندفع القطعة العليا وتصطدم بالاولى بسرعة عالية تصل الى(150-30) متر\ ثانية ، مما يجعل جزء المادة المحصورة في منطقة التصادم يتصرف وكانه مادة مائعة ذات لزوجة منخفضة مسببا تشابكا ميكانيكيا اضافة الى اتصال المعدن بين السطحين وكما هو موضح بالشكل .



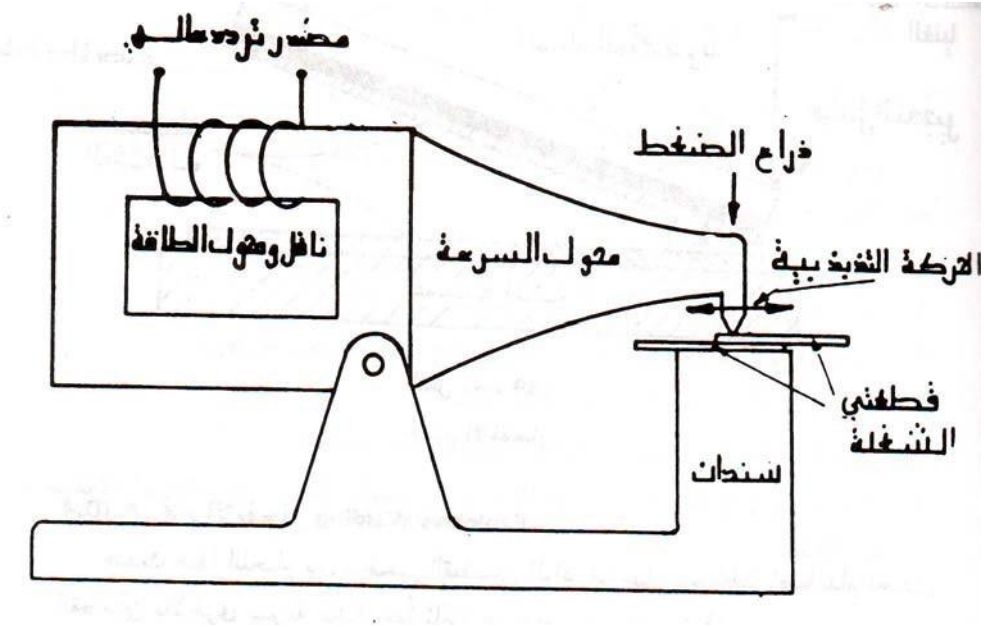
اللحام بالموجات فوق الصوتية

في هذا اللحام يتم احداث طاقة اهتزازية عالية التردد عند منطقة اللحام في مستوى مواز لسطح الوصلة، فينتج عن هذه الاهتزازات تكسير طبقة الاكاسيد بين سطحي الالتحام وانزلاق السطحين مع بعضهما مما يتسبب في حدوث تغلغل وتداخل جزيئات السطحين المراد لحامهما ، وتشكيل وصلة لحام قوية ونظيفة.

ان طاقة الاهتزاز العالية التردد يمكن الحصول عليها باستخدام الجهاز الموضح بالشكل ، والذي فيه يستخدم مصدر تردد عال للحصول على التردد العالي الذي يتم نقله وتحويله بوساطة جهاز ناقل ومحول للطاقة الى راس مجس متذبذب ليعطي الحركة التذبذبية الموازية لسطح اللحام.

يثبت ويضغط جزءا الشغلة بين ذراع الضغط والسندان ليشكلا وصلة تراكبية عند اجراء اللحام.

وفي هذا اللحام لا تستخدم حرارة خارجية (لحام على البارد) ، ولكن درجة حرارة الوصلة ترفع قليلا عند اللحام.



الأسبوع الحادي عشر:

طرق لحام الانصهار (Fusion Welding)

هي طرق التي تتم باستعمال طاقة حرارية لصهر المعادن دون استخدام الضغط ومن هذه الطرق

اللحام الغازي (Gas Welding) :

:

وهو احد لحامات الانصهار التي يتم الحصول فيها على الحرارة المطلوبة للصهر من الطاقة

المتجة عن احتراق الغازات في غاز الاوكسجين .
واكثر الغازات استخداما بهذا اللحام هي الاستلين والهيدروجين والغاز الطبيعي .
ويستخدم هذا اللحام لوصل الالواح المعدنية ذات السمك القليل ، حيث يتم تسخين المعدن وصهره في منطقة وصلة اللحام اضافة الى صهر سلك اللحام (المادة الثالثة) في حالة استخدامه .
ويعد استخدام الاستلين مع الاوآسجين هو الآثر شيوعا وذلك لامكانية الحصول على درجة حرارة عالية تصل الى 3500درجة مئوية عند الخلط بالنسب الصحيحة للغازين ، ولا يمكن الحصول على هذه الدرجة بحرق الغازات الاخرى .

لحام الاوآسي- هيدروجين (Oxy-Hydrogen Welding):

يستخدم لحام الاوآسي هيدروجين في لحام الالواح الرقيقة من السبائك التي تكون درجة انصهارها منخفضة ،وذلك لان خليط الهيدروجين والاوآسجين يحترق عند درجة حرارة2000 درجة مئوية .
ويستخدم لهب الاوكسي هيدروجين احيانا في لحام المونة(Brazewelding) الذي يمتاز بعدم تكوين الاوكسيد عند اللحام .

لحام الاوكسي - الاستلين :

يستخدم هذا اللحام بصورة واسعة بسبب بعض المزايا فيه :
١. يمكن استخدامه بلحام جميع المعادن والسبائك .
٢. معدات اللحام فيه رخيصة نسبيا ، ولا تحتاج الى صيانة معقدة .
٣. تستخدم لقطع المعادن باستخدام نفس المعدات التي تستخدم عند اللحام .
وفي هذا اللحام يستخدم غاز الاستلين اضافة الى غاز الاوآسجين ويتم تجهيزها الى ورش اللحام بواسطة قناني خاصة ، وخلطها عند اللحام من خلال المعدات المستخدمة لانتاج الشغلة (flame) الاوآسي استلينية .

انواع اللهب :

يحترق غاز الاستلين بع د خلط ه يغاز الا وآس جين بنسبة معين ة للحصول عل ى له ب ذي درج ةحرارة عالية وآما يأتي :

وتحدد نسبة الغازين المستخدمة ، نوع اللهب ، الذي يمكن الحصول على الانواع الاتية منه :

1-اللهب المتعادل :

في هذا النوع من انواع اللهب تكو ن غاز الاوآسجين المستعمل (عمليا) للحصول على اللهبالمتعادل آيميائيا هي (من 04.1 الى 14.1) حجم الاوآسجين لكل 1من حجم الاستلين . ويتميزهذا النوع من اللهب بوجود مخروط ابيض مرآزي مع غلاف قهوائي محمر وآما هو الموضحبالشكل ( ).
ويستخدم اللهب المتعادل في لحام الصلب بانواعه ومعظم السبائك غير الحديدية لانه يقي النعدنمن الآسدة ، ولا يحدث أي تفاعل آيميائي في معدن اللحام المنصهر .

2-اللهب المؤكسد :

تكون نسبة الاوآسجين في هذا اللهب آبر، ويظهر اللهب قصيرا وآذلك المخروط المرآزي ،لكنه آثر استدقاقا من اللهب المتعادل ، وآما هو الموضح بالشكل .

وتكون وصلة اللح ام المنتج ة ف ي هذا الله ب هش ة لاحتوائه ا عل ى ع دد آبي ر من المسام الغازي ةالناتجة عن تفاعل الاوآسجين مع آربون الصلب المصهر .

وم ع ذل ك ف ان الله ب المؤآس د يس تعمل في لحام النح اس والبرون ز والفض ة النيكلي ة لان ظ روفالله ب المؤآس د تمن ع ذوب ان الهيدروجين ف ي المعدن النصهر ، حي ث ان الهيدروجين ه و س ببظهور المسام الغازية في هذا النوع من المواد .

ويستعمل اللهب المؤآسد بكثرة في لحام البراص لان اوآسيد الخارصين المتكون على السطحسوف يمنع الخارصين من التبخر .

3-اللهب المختزل (المكربن):

يتكون اللهب مختزلا عندما تكون نسبة الاوآسجين الى الاستلين فيه اقل مما في اللهب المتعادل ،آما يتضح بالجدول .

نوع اللهب	نسبة الأوآسجين الى الأستلين	متوسط درجة الحرارة
متعادل	1.04 – 1.14	3250
مؤآسد	1.14- 1.17	3500
مختزل	0.05 – 0.95	3150

ويتميز هذا اللهب بوجود مخروط ابيض متوهج محاط بمنطقة بيضاء على شكل الريشة ، ومحاطبغلاف محمر ، آما.

تكون درجة الحرارة في هذا اللهب اقل مما في حالة اللهب المتعادل ، لان معدل احتراق الاستلينفي المنطقة الداخلية يكون قليلا .

يس تعمل هذا النوع م ن الله ب ف ي لحام الا لمنيوم ومعظم ان واع الص لب الس بائكي عدا الصلبالكرب وني المخف ض والصلب غي ر المصدي الع الي الك روم وتختل ف درج ة الحرارة م ع تغيي رالمنطقة في اللهب ، ولجميع انواع اللهب المذآور .

ويبين الشكل مناطق اللهب المتعادل وتوزيع درجة الحرارة فيها

اللحام اليساري واللحام اليميني

يقصد باللحام اليساري اللحام الذي تتقدم فيه عملية اللحام من اليمين الى اليسار ويسبق فيه سلك اللحام المشعل ، آما في الشكل . حيث لا يتحدد اللحام من اتجاه تقدم عنلية اللحام فقط وانما بالدرجة الاساسية من موقع سلك اللحام بالنسبة لمشعل اللهب والمنطقة الملحومة

اما اللحام اليميني فهو الي تتقدم فيه عملية اللحام من اليسار الى اليمين ويسبق في مشعل اللهبسلك

اللحام :

.

ويتميز هذان اللحامان عن بعضهما بالامور الاتية :

1-يكون التسخين في منطقة اللحام في اللحام اليميني لمدة اطول نسبيا بسبب التسخين المسبق لمنطقة اللحام من قبل مشعل اللهب ، لانه يتقدم عملية اللحام .

٢ - تبريد منطقة اللحام في اللحام اليميني يكون اسرع ، لان مشعل اللهب ابعد نسبيا عن منطفة اللحام مما في اللحام اليساري .

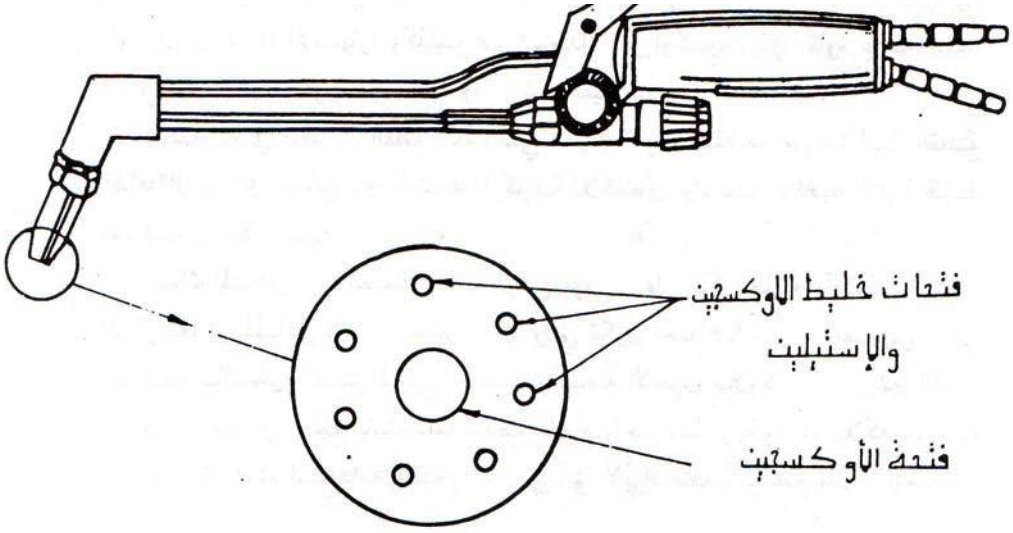
٣ - يستخدم اللحام اليميني في لحام الواح الصلب ذات السمك الكبير (آآثر من 6 ملم) بسبب امكانية نفاذ اللحام وجودته لتوفير حرارة آآبر .

اما اللحام اليساري فيستخدم لحام حديد الزهر والمعادن غير الحديدية والواح الصلب التي سمكها اقل من (6ملم) .

القطع بالاوآسي استيلين :

يعد القطع بالاوآسي استيلين من عمليات الانتاج المهمة يتم باستخدام معدات اللحام نفسها مع مشعل القطع .

يحتوي مشعل القطع المستخدم على عدة ثقوب صغيرة تحيط بثقب مرك\ي آبير آما بالشكل .



يخرج من الثقب المرآزي غاز الاوآسجين ، في حين يمر من خلال الثقوب الصغيرة خليط الاوآسجين والاستيلين ، ويكون آل من هذه الفتحات اشبه بمشعل لحام .

تمم عملية القطع بتسخين الجزء المراد قطعه الى درجة حرارة التآآسد السربع ، ويكون ميل الحديد للآآسدة فيها عالية جدا (دون وصول الى درجة الانصهار) ، عندها يفتح تيار الاوآسجين المضغوط (من الثقب المرآزي) فتتم آسدة المنطقة المسخنة بسرعة عالية ويتكون من اوآسيد الحديد الذي يكون ارتباطه بمعدن القطعة ضعبفا ، فيندفع مع تيار الاوآسجين المضغوط على شكل شرر لتمم عملية القطع . ولا يجوز ان تصل درجة تسخين الحديد الى درجة الانصهار لان ذلك يجعل القطع غير نظيف ويحتاج الى عمليات تشغيل اخرى .

ان درجة التآآسد تعتمد قيمتها على نسبة الكربون في سبيكة الحديد فهي تكون بحدود (1150 درجة مئوية) في حالة الحديد القليل الكربون وتزداد بزيادته .

ان القط ع الن اتج باس تخدام الاوآس ي اس تيلين يكون نظيف ا جدا وق د لا يحت اج ال ى عمليات تش غيل

اضافية في حالة التسخين لدرجة حرارة التآآسد السريع فقط دون الوصول الى درجة الانصهار ،وآذلك عند استخدام غاز اوآسجين ذي نقاوة عالية جدا ، اضافة الى ما هو مطلوب من مهارةودقة في اثناء القيام بالعمل .

وتستخدم في عمليات القطع بالاوآسي استيلين انواع عديدة من مشاعل القطع اضافة الى النوعالسابق ذي الفتحة المرآزية للاوآسجن والفتحات المحيطة بها لخيط الاوآسجين والاستيلين .

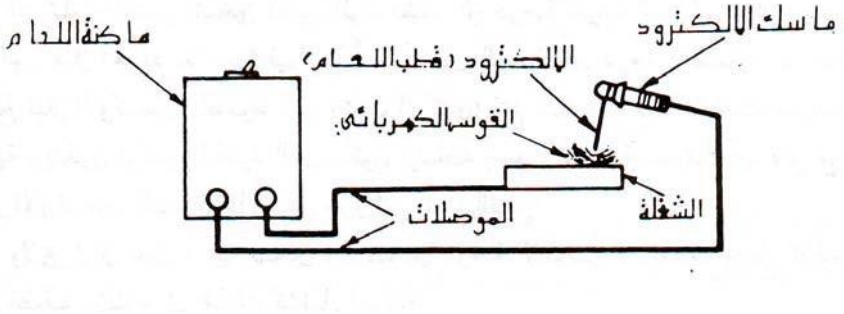
فهناك المشاعل ذات الفتحة الحلقية (وهي فوهات على شكل حلقة) تحيط بالفتحة المرآزية ، او المشاعل ذات الفتحتين فقط والتي تكون احداهما لخليط الغازين الذي يستخدم بالتسخين المسبق لموقع القطع ، والفتحة الاخرى للاوآسجين ، ويتميز النوع الاخير من مشاعل القطع باستخدامه القطع باتجاه واحد فقط ويكون استهلاآه للغازات اقل ، وآذلك فعند استخدامه لا تسخن مناطق التي لايراد قطعها ثم عدم تأثرها بالحرارة.

الأسبوع الثاني عشر

اللحام بالقوس الكهربائي

ان طريقة اللحام هذه هي احدى طرق اللحام بالصهر وفيها يتم صهر منطقة اللحام نتيجة الحرارة العالية والمتولدة من القس الكهربائي الذي يحدث بين قطب اللحام (الالكترود)(Electrode) الشعلة Work piece الجاري لحامها كما يتضح بالشكل.

تصل درجة الحرارة في القس الكهربائي الى حوالي5500درجة مئوية وتتكون في حوض المعدن المنصهر على سطح القطعة الجاري لحامها حفرة بسبب ضغط تيار غازات القوس تسمى نقرة اللحام وكما موضح بالشكل.



تيار اللحام Welding Current:-

يستخدم التيار المستمر (D.C) والتيار المتناوب (A.C) في عملية اللحام بالقوس الكهربائي.

والتيار المستمر (D.C) يكون ذا اتجاه تيار ثابت (سالب موجب) كما في التيار الناتج من البطارية .

اما التيار المتردد (A.C) ففيه يتغير اتجاه التيار الكهربائي باستمرار بين السالب والموجب.

لذلك ففي حالة استخدام التيار المستمر في اللحام فانه يتم تحديد القطب (السالب و الموجب) الذي يوصل بالاكترود ويكون ذلك بطريقتين :- **أ –طريقة القطبية المباشرة:–**

وفيها تربط الشغلة الى القطب الموجب والالكترود الى القطب السالب ،وهي الحالة الاكثر استخداما،وفيها تكون الحرارة المتولدة بالقطعة اكبر حيث ان كمية الحرارة على القطب الموجب تكون اكبر (بحدود ثلثي كمية الحرارة الكلية المتولدة).

ان هذا النوع من الربط يساعد على توفير الحرارة اللازمة لصهر القطعة كو□ا ذات حجم اكبر من الالكترود.

ب –طريقة القطبية المعكوسة

وفيها يربط الالكترود الى القطب الموجب، وتستعمل هذه الطريقة في حالة استخدام انواع خاصة من الالكترودات التي تحتاج الى حرارة عالية لتنصهر، او عند لحام الواح رقيقة من الصلب.

الاقطاب المستخدمة:

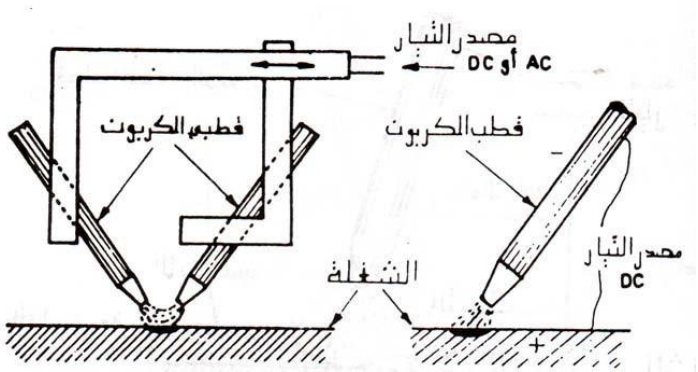
تستعمل الالكترودات(الاقطاب) لغرض توصيل التيار الكهربائي خلال دائرة اللحام. ولتشكيل القوس الكهربائي ، وفي حالة استخدام –الكترودات معدنية فا تستخدم معدنا مالئا Filler Metal ايضا.

وهناك نوعان من الاقطاب هما:

ا**–الاقطاب الكربونية**:التي لا تنصهر عند اجراء عملية اللحام ويحدث القوس الكهربائي باستخدام الاقطاب الكربونية بطريقتين:–

1–لطريقة المباشرة : – وفيها يستخدم قطب كاربوني واحد يحدث القوس الكهربائي بينه وبين الشغلة المراد لحامها ، كما في الشكل (أ)ويلاحظ ان القوس الكهربائي ينشأ بسهولة في هذه الطريقة لان القطب الكربوني لا يلتصق بمعدن الشغلة ، وهي طريقة قديمة لاتستعمل في الوقت الحاضر.

2–الطريقة غير المباشرة: – في هذه الطريقة يتم توليد القوس الكهربائي بين القطبين ن الكربون يثبتان برأس اللحام المتنقل حيث يتم تقريبها من الشغلة المراد لحامها فيتم انصهارها عن طريق الحرارة المتولدة في القوس الكهربائي بين القطبين كما في الشكل (ب).في كلتا الطريقتين يستخدم سلك معدني (مادة مالئة) لغرض ملء وصلة اللحام.

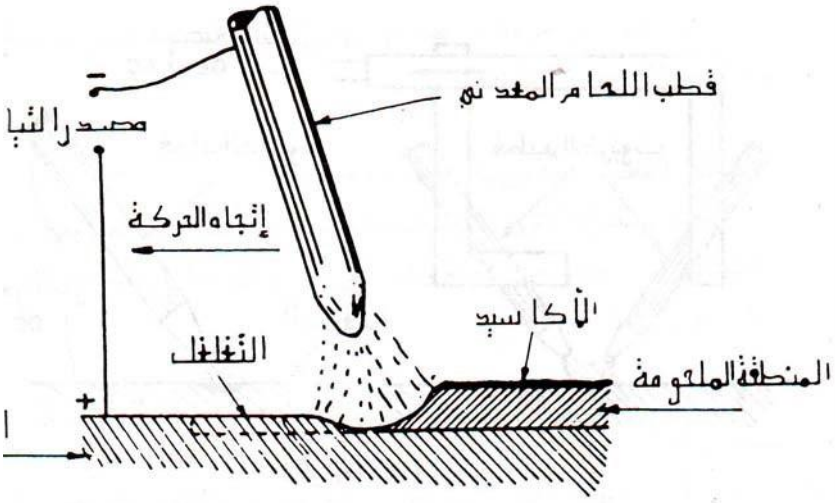


ان طريقة اللحام باستخدام الاقطاب الكربنية تستخدم بشكل محدود جدا.

ب –الاقطاب المعدنية

وهي اقطاب معدنية تؤدي عند استخدامها وظيفتين ، حيث تقوم بامرار التيار الكهربائي اللازم (بوصفه جزءا من دائرة اللحام الكهربائية ،) وكذلك فهي تنصهر بفعل حرارة القوس الكهربائي وتترسب في منطقة اللحام بوصفه مادة مالئة ، لذلك فاستخدام هذا الاقطاب يعوض استخدام اسلاك اللحام (المادة المالئة).

ان طريقة استخدام الاقطاب المعدنية هي الطريقة الاكثر شيوعا ويستخدم فيها التيار المستمر او المتناوب حيث يمر التيار الكهربائي خلال القطب المعدني الى القطعة المراد لحامها ويتكون القوس الكهربائي في الفراغ بينهما ونتيجة للحرارة المتكونة في منطقة اللحام ، تنصهر الشغلة وكذلك اية قطب اللحام ليتجمع المعدن المنصهر في نقرة اللحام ويترسب مكونا الجزء الملحوم وكما يتضح بالشكل



تغليف اقطاب اللحام المعدنية: –

لغرض حماية منطقة اللحام والمناطق الاخرى من تأثيرات عملية اللحام فانه يتم تغليف Coating او اكساء الاقطاب المعدنية بمواد خاصة من مساعدات الصهر التي هي عبارة عن مسحوق من مواد حبيبية تغلف كل قطب اللحام ، كما هو موضح بالشكل.

ان فوائد تغليف الاقطاب المعدنية تتلخص بالاتي: – 1-

زيادة ثبات اشتغال القوس الكهربائي واستقراره.

2-تكوين سحابة واقية من الغازات تحمي معدن اللحام المنصهر من الاكسدة بتاثير اوكسجين الجو ، كذلك فان قشرة الخبث المتكونة بعد اللحام تبطيء سرعة تبريد منطقة اللحام .

3-تقليل تناثر قطرات اللحام المنصهرة.

4-اضافة عناصر سبيكة الى وصلة اللحام مما يحسن الخواص الميكانيكية للوصلة.

انواع اقطاب اللحام المعدنية : –تختلف اقطاب اللحام المعدنية من حيث التغليف المستخدم فيها، ويوجد ثلاثة انواع هي : –

1-الاقطاب الغازية : –هي الاقطاب المعدنية التي تستخدم دون تغليف وتكون نادرة الاستعمال.

2-الاقطاب ذات التغطية الرقيقة:–وفيها يكون سمك مساعد الصهر المستخدم بتغليف الاقطاب قليلا. ويوفر هذا الغطاء استقرار اشتعال القوس الكهربائي ، اضافة الى حماية منطقة اللحام من التأكسد. تستخدم الاقطاب ذات التغطية الرقيقة في لحام الاجزاء التي لاتتعرض الى اجهادات كبيرة.

3-الاقطاب ذات التغطية السميكة : –وفيها تغلف اقطاب اللحام بطبقة سميكة من المادة المساعدة للصهر.

ان اغلب عمليات اللحام بالقوس الكهربائي تستخدم هذا النوع من الاقطاب الذي يعمل على تكوين غطاء غازي حول القوس الكهربائي يمنع الاكسدة، وكذلك فهذا الغطاء يقوم بتكوين طبقة من الخبث فوق الجزء الملحوم.

اما في حالة التيار المتناوب (A.C) فتستخدم المحولات، والتي تقوم بتحويل جهد وشدة التيار المتناوب بالحدود الملائمة لعملية اللحام.

حركة الألكترود:

عند اللحام بأستخدام الألكترود المعدنية فأنه يجب تحريك الألكترود بأتجاهات مختلفة بنفس الوقت وذلك لغرض الحفاظ على استمرار اشتعال القوس الكهربائي وتكوين خط اللحام بالمواصفات الصحيحة وكما هوموضح بالشكل.

حيث يجب تحريك الألكترود بأتجاه محوره أي دفعه نحو الشغلة الجاري لحامها

لغرض تعويض الجزء المنصهر من الالكترود ، ان اشتعال القوس الكهربائي و استمرار اللحام بسبب انصهار طرف الالكترود و ازدياد طول القوس الكهربائي مما يسبب انقطاع القوس ، لذلك يجب يحريك الألكترود نحو الشغلة للحفاظ على طول ثابت للقوس الكهربائي .

ان سرعة الحركة اذا الاتجاه تعتمد على سرعة الالكترود ، و يحدد ذلك بخبرة عامل اللحام ، و ذلك انه اذا كانت تكون سرعة الحركة اذا الاتجاه كبيرة فان ذلك يؤدي الى تقليل المسافة بين طرف الالكترود ةو القطعة ، ثم اختفاء القوس الكهربائي و التحام الالكترود بالمعدن الملحوم عند تلامسه معه نتيجة لانخفاض درجة الحرارة .

اما اذا كانت سرعة الالكترود قليلة فان ذلك يسبب زيادة طول القوس ثم انقطاعه . كذلك و لغرض الاستمرار باكمال خط اللحام الى ايته يتم تحريك الالكترود باتجاه خط اللحام – أي بالاتجاه الذي تم فيع اللحام .

ان سرعة حركة الالكترود اذا الأتجاه تعتمد على توفير الظروف الكافية و الملائمة لأتمام عملية الصهر الالكترود و منطقة اللحام بالحد المطلوب لأنتاج وصلة لحام جيدة ، و يعتمد هذا على مقدار التيار الكهربائي و قطر الالكترود المستخدم و نوع الوصلة و امور الاخرى .

ان السرعة العالية تسبب عدم نفاذ اللحام و صغر مقطع وصلة اللحام بسبب عدم اكتمال الصهر .

اما السرعة البطيئة فتؤدي اللى كبر مقطع وصلة اللحام و زيادة الكلفة الاقتصادية كذلك تقليل انتاجية اللحام ، و اتساع المنطقة المتأثرة بالتسخين نتيجة حرارة اللحام .

لحام الغازات الواقية

الاقطاب المستخدمة:

وهو احد انواع لحامات القوس الكهربائي الذي تتم فيه حماية منطقة اللحام من تأثيرات الاوكسجين

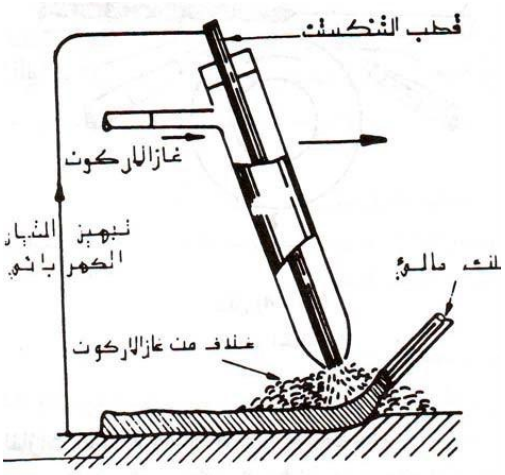
وعملية اللحام بوساطة استخدام غازات خاملة او غازات لاتتفاعل مع الاجزاء الجاري لحامها اثناء عملية اللحام. وتكون هذه الغازات عند استخدامها ستار (غلافا) واقيا لمنطقة اللحام ان الغازات الاكثر استخداما لهذا النوع من اللحام هي غاز الاركون وغاز الهليوم، وكذلك يستخدم غاز ثاني اوكسيد الكاربون لرخص ثمن لحام الاركون:

يستخدم غاز الاركون بكثرة غازا واقيا ، ويتولد القوس الكهربائي في هذا اللحام بين الشغلة والالكترود الذي يكون

اما من التنكستن او الالكترود المعدني ، وكالاتي**طريقة التنكستن –الغاز الخامل**

حيث يكون قطب اللحام المستخدم من التنكستن الذي لاينصهر اثناء اللحام ، وكذلك يستخدم سلك لحام ينصهر(مادة مالئة).

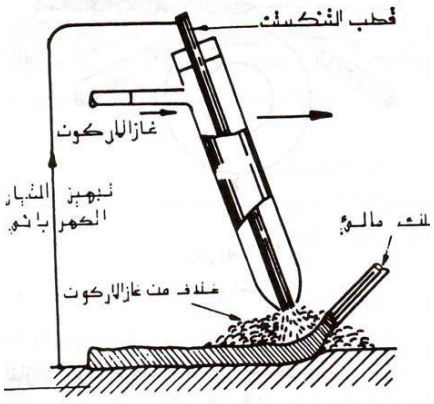
ويحاط قطب التنكستن بفوهة لتوصيل غاز الاركون المستخدم غازا واقيا الى منطقة اللحام وكما هو موضح بالشكل



يستخدم التيار المتناوب المستمر مع هذا اللحام وبمدى (5.0 الى 750) امبير وحسب سمك الالواح الملحومة.تستخدم هذه الطريقة في صناعة الطائرات والمفاعلات الذرية وصناعة الاجهزة الدقيقة ، وهي خاصة بلحام الالمنيوم والمغنسيوم.

ب –طريقة اللحام المعدني –الغاز الخامل

حيث يكون الالكترود المستخدم ذه الطريقة عبارة عن سلك معدني ينصهر عند اللحام ليكون هو المادة المالئة.ويغذي السلك اثناء اللحام القوس الكهربائي الذي يكون مغلفا بغاز الاركون، وكما هو موضح بالشكل.



ويستخدم التيار المستمر في هذه الطريقة ويوصل الالكترود مع القطب الموجب (طريقة الربط المعكوس) ،ممايؤدي الى صهر الالكترود بسبب كمية الحرارة العالية فيه .

تكون الاسلاك المعدنية الالكترودات المستخدمة ذات اقطار تتراوح بين (o.57 الى 25.2ملم).

وتستعمل هذه الطريقة في لحام المواد الغير الحديدية ،ويكون اللحام المنتج نظيفاً ويحدد مكان اللحام بسهولة ،ولذلك فهذه الطريقة تستعمل بكثرة في صناعة السيارات والسفن والطائرات وصناعة الاجهزة الكهربائية وصناعة الخزانات والانابيب.

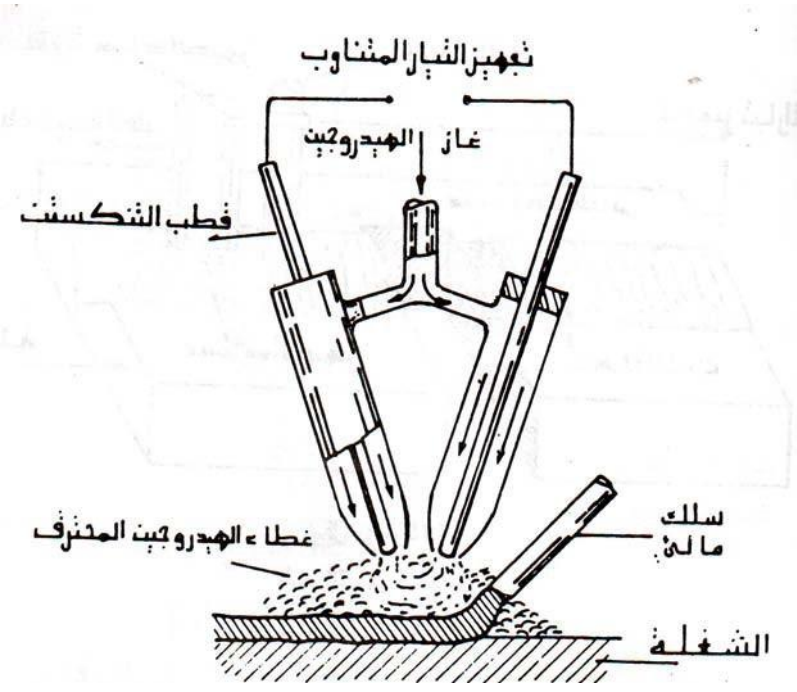
لحام ثاني اوكسيد الكربون:

يستخدم غاز ثاني اوكسيد الكربون غازا واقيا بدلا من غاز الاركون بسبب رخص ثمنه وتعد هذه الطريقة تطويرا لطريقة اللحام المعدني –الغاز الخامل (MIG) ، وتستخدم في لحام الصلب اللين والصلب السبكي المنخفض.وتحتوي مادة الالكترود المسخدم على عناصر مزيلة للاوكسجين (منغيز وسليكون والمنيوم).

الأسبوع الثالث عشر

لحام الهيدروجين الذري:

وهي احدى طرق لحام القوس الكهربائي يتولد فيها هذا القوس بين القطبين من التنكستن محفوظين داخل مشعلين يدخل الى كل منهما تيار غاز الهيدروجين ، وكما هو موضح بالشكل.



يتم اللحام ذه الطريقة وذلك بتأين بعض جزيئات غاز الهيدروجين (H_2) عند مروره في منطقة القوس الكهربائي (عند طرفي قطبي التنكستن). وتحويلها الى ايونات الهيدروجين الموجبة($H+$) ، وتعود هذه الايونات لتتحد ثانية عند اقترا ا من سطح الشغلة لتبعث حرارة عالية في منطقة وصلة اللحام.

اضافة الى ان جزيئات الهيدروجين المتكونة تحترق عند سطح الشغلة لتعطي كمية اخرى من الطاقة وترفع درجة الحرارة.

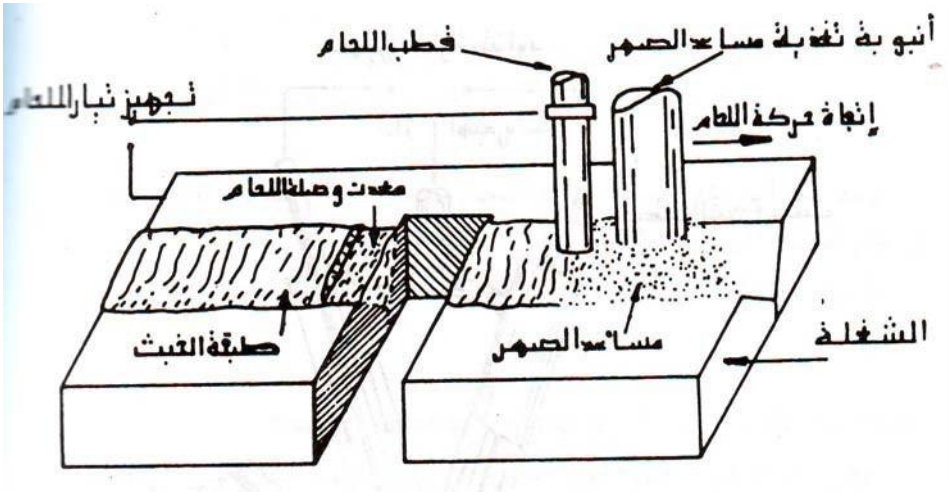
وكذلك تقوم هذه الجزيئات بحماية سطح الشغلة من التأكسد بتكوينها غطاء (غلاف) حوله اثناء اجراء عملية اللحام وبعدها.

تحتاج هذه الطريقة الى جهد كهربائي عال يكفي لتآين جزيئات الهيدروجين ويستخدم فيها سلك مالي (ينصهر). تستخدم هذه الطريقة في لحام المواد الحديدية او في لحام سبائك الالمنيوم.

لحام القوس المغمور

وهي احدى طرق لحام القوس الكهربائي التي تستخدم قطبا معدنيا، ويحدث فيها القوس الكهربائي وهو مغمور بشكل كامل بمساعدة الصهر.

ويوضح الشكل



طريقة اجراء هذا اللحام، حيث يستخدم قطب لحام عار يغذى بطريقة اتوماتيكية، ومتناسبة مع سرعة الحركة وانتاج اللحام.

وتملأ الانبوبة الموجودة بمسحوق مساعد الصهر الذي يملأ منطقة اللحام قبل البدء. وعند امرار التيار الكهربائي يحدث القوس وهو مغطى بمساعد الصهر مؤديا الى صهر القطب المعدني وكذلك مساعد الصهر الذي يكون طبقة عازلة تحمي منطقة اللحام من الاكسدة . وتزال بسهولة بعد اتمام عملية اللحام.

يكون اللحام المنتج بهذه الطريقة ذا سطح جيد وقليل التأكسد، والسطح الموجود لوصلة اللحام نظيفا من تطاير قطرات المعدن اثناء اللحام.

يمكن استخدام هذه الطريقة في لحام الالواح السميكة (بعد تجهيز حافا□ا) بخط لحام واحد بسبب الامكانية العالية لنفاد اللحام المنتج □ذه الطريقة.ولا تحتاج الالواح الدقيقة الملحومة □ذه الطريقة الى تجهيز لمكان وصلة اللحام.

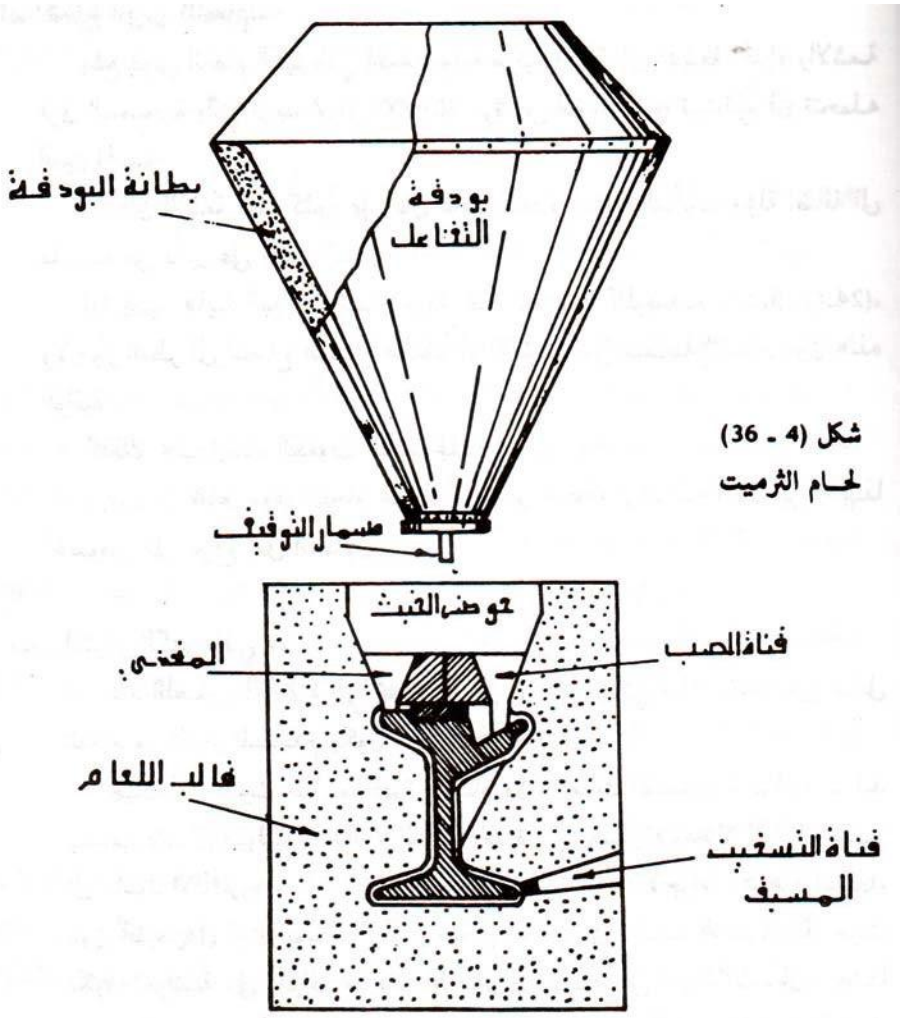
تستعمل هذه الطريقة في لحام الصلب الكربوني المنخفض، والمتوسط، والصلب السبكي ، وكذلك في لحام النحاس والالمنيوم.

لحام الثرميت

ان الحرارة اللازمة للصهر في هذا اللحام تكون ناتجة من التفاعل الكيمياوي بين الالمنيوم واوكسيد الحديد وكالاتي:-

$$8AL+3Fe_3O_4 \xrightarrow{\text{حرارة}} 9FE+4AL2O3+$$

حيث يخلط مسحوق الالمنيوم مع مجروش اوكسيد الحديد $_4Fe_3\ O$ بنسبة (1:3) وزنا في بودقة او وعاء مبطن بمادة حرارية وكما هو موضح بالشكل .



شكل (4 - 36)
لحام الثرميت

ويسخن جزء من هذا الخليط حتى درجة حرارة (1150) درجة مئوية ليبدأ التفاعل ويستمر ذاتيا.

وتكون درجة الحرارة التي يمكن الحصول عليها فعليا من هذا التفاعل بحدود (2500) درجة مئوية، وهذه الدرجة الحرارية تكفي لصهر الصلب ونزوله من اسفل البودقة الى القالب الرملي الذي يتم تجهيزه مسبقا . يستعمل اللحام الثرميتي في لحام المقاطع السميكة كاطراف قضبان السكك الحديدية وابدان القاطرات والهياكل البحرية. ويمتاز هذا اللحام بنوعية وخواص ميكانيكية جيدة جدا ويعود ذلك الى نقاء معدن الثرميت.