وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الفرات الأوسط التقنية
المعهد التقني / كربلاء
قسم التقنيات الميكانيكية
المرحلة الأولى

خــواص المواد

لطلبة المرحلة الاولى في هيئة المعاهد التقنية

المعهد التقني كربلاء

مدرس الماد ة

رضا حميد مجيد

نظرة عامة:

ا- الفئة المستهدفة (Target Population)

طلبة المرحلة الاولى في الاقسام التكنولوجية للكليات والمعاهد التقنية.

ب- مبررات الوحدة (Rationale)

هذه الحقيبة عبارة عن مقدمة في اساسيات علم المواد، تبدأ هذه الحقيبة بأساسيات البنية الداخلية للمواد عموما ثم التطرق إلى الخواص الميكانيكية للمواد وكذلك إعطاء فكرة على الخواص الحرارية للمواد وكذلك الخواص الكهربائية والمغناطيسية والكيميائية ويتم التركيز على المواد المعدنية والعلاقة بين بنية المعادن وخواصها وسبائكها وبعدها التطرق على ميتالورجيا المساحيق والمواد السيراميكية والزجاج والكونكريت وكذلك البوليمرات وخواص واستعمالات اللدائن.

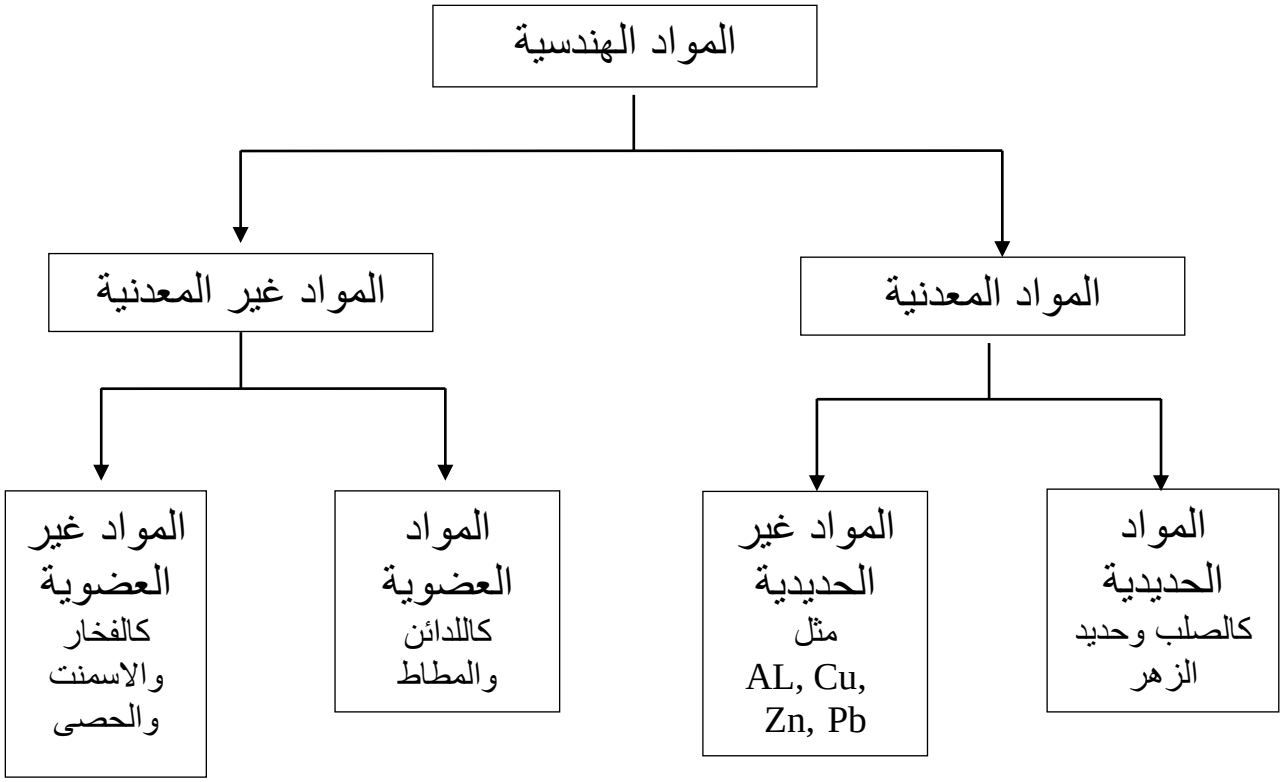
ت- الفكرة المركزية (Central Ideas):

بعد دراسة هذه الوحدة يصبح الطالب قادرا على: -

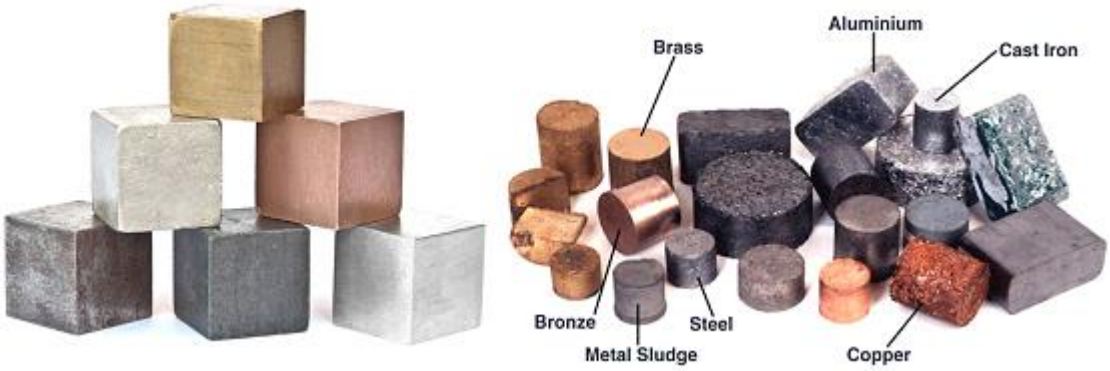
1- تعريف المواد الهندسية
2- فهم الروابط بين الذرات وعلاقتها بالتوزيع الالكتروني للذرة.
3- التميز بين المواد الهندسية ومعرفة خواصها.
4- التعرف على المواد المعدنية.
5- التعرف على ميتالورجيا المساحيق.
6- التميز بين المواد السيراميكية والزجاج والكونكريت.
7- دراسة البوليمرات واللدائن.
8- التعرف على المواد النانوية
9- التعرف على المواد الذكية

المواد الهندسية

المادة الهندسية: هي المادة التي تلبى متطلبات التصميم والتصنيع والتطبيق حسب مواصفات قياسيه ولفترة تشغيلية محددة لها مسبقا اثناء مرحلة التصميم وبدون فشل، إضافة إلى توفرها ورخص ثمنها بحيث تنافس المواد المشابهة لها في السوق.
اما مخطط تصنيف المواد الهندسية الى مجاميع متميزة فيكون كالآتي: -



أمثلة عن المواد الهندسية



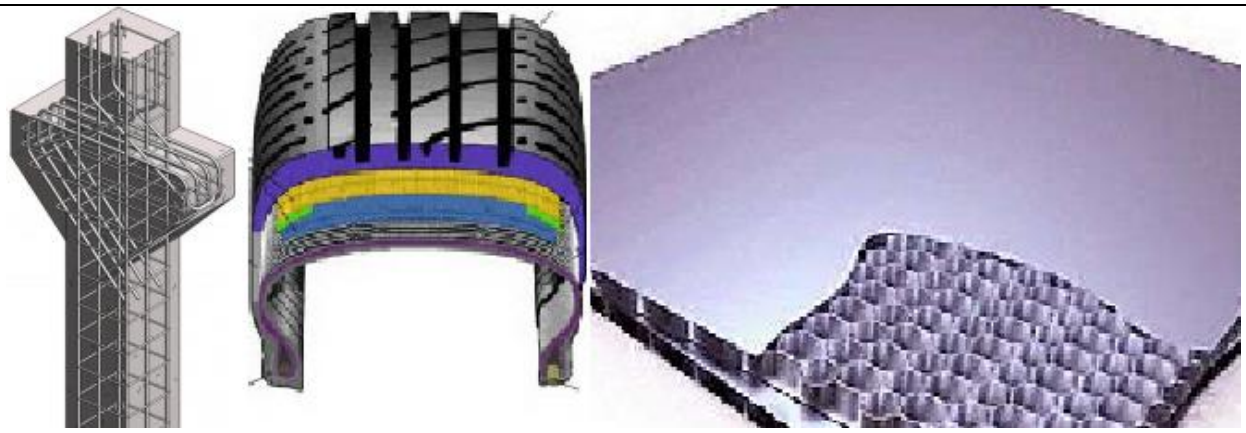
مواد معدنية

حديد الزهر والصلب الكاربوني والسبائكي

معادن غير حديدية

بوليمرات (لدائن ومطاط)

مواد سيراميكية



مواد مركبة

البناء البلوري والشبكات البلورية للمعادن:

تتكون جميع الاجسام من ذرات، وتسمى الاجسام التي يكون وضع الذرات فيها عشوائيا دون نظام معين بالأجسام الأمورفية اي (غير المتبلورة) مثل (الزجاج، الشمع، القار). والمواد الأمورفية (غير المتبلورة) ذات البنيان الذي لا يتخذ اي شكل معين (ايزوتروبية الخواص) اي إن خواصها موحدة في جميع الاتجاهات واحدة. وعلى النقيض من ذلك نجد إن الذرات بالأجسام البلورية تنتظم فيما بينها في نظام دقيق محكم، وقد تختلف الخواص الطبيعية لهذه الاجسام اختلافا كبيرا في الاتجاهات المختلفة. إن الصفات المميزة للمواد البلورية التي ذكرناها عبارة عن انعكاس للبناء الذري، وتتحدد هذه الصفات المميزة لها بخواص العناصر الداخلة فيها وبأشكال تجمع الذرات بها. إن ذرات الاجسام البلورية عامة (وذرات المعادن على وجه الخصوص) توجد في مستويات واوضاع فراغية مضبوطة تماما لذا فهذه الذرات تكوّن فيما بينها ما يعرف بالشبكة البلورية الفراغية.

الذرة : هي اصغر دقيقة تحمل صفات العنصر والذرة دقيقة مادية متناهية الصغر لا ترى بالعين المجردة وتقاس انصاف اقطار الذرات بوحدات (النانومتر) الذي يساوي(10^{-9}) م وتحتوى الذرة في مركزها على نواة موجبة الشحنة لوجود البروتونات الموجبة فيها والنيوترونات المعادلة ويدور حول النواة في مدارات مختلفة جسيمات سالبة الشحنة هي الالكترونـــات، ويكون المجموع الجبري للشحنة الكلية للذرة في حالة الاستقرار يساوى صفرا لان عـــدد الالكترونات يساوى عدد البروتونات، وفى حالة فقدان او اكتساب عدد من الالكترونات فان الموازنة تختل وتصبح موجبة عندما تفقد الالكترونات وسالبة عند اكتساب الالكترونات اضافيه. ويكون المسؤل عن التفاعلات الكيميائية للذرة هي الالكترونات الموجودة في المدار الخارجي حيث تترتب الالكترونات حول النواة في مدارات ثابتة وبأعداد محددة تعطى بالقانون ($2n^2$). حيث يوجد (2) إلكترون في المدار الاول و(8) إلكترون في المدار الثاني و(18) إلكترون في المدار الثالث ..... وهكذا.

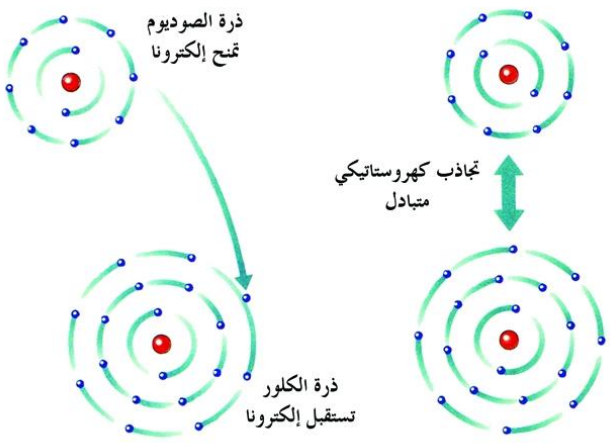
العنصر: هو مجموعة من الذرات او الجزيئات المتشابهة المتواجدة مع بعضها ضمن حجم معين مكونة كتلة العنصر. ومن الامثلة على ذلك ذرات العناصر المتشابهة المعادن النقية، اما العناصر الموجودة بشكل جزيئات مثل جريئة عنصر الاوكسجين (O_2) المؤلفة من ذرتين متشابهتين وتكون مرتبطة مع بعضها باواصر تساهمية. كما يعتبر عنصر الهيدروجين مثالا آخر للعناصر الموجودة بشكل جزيئات.... وغيرها.

الرابطة (الآصرة): هي قوى الجذب بين الذرات والجزيئات مما يعطي لها خاصية التماسك والمقاومة ضد القوى الخارجية المسلطة عليها. وهناك نوعان من الروابط هي:

((الروابط (الاواصر) في المواد الهندسية))

1- الروابط الرئيسية: - وهذه الاواصر تكون على عدة انواع منها: -

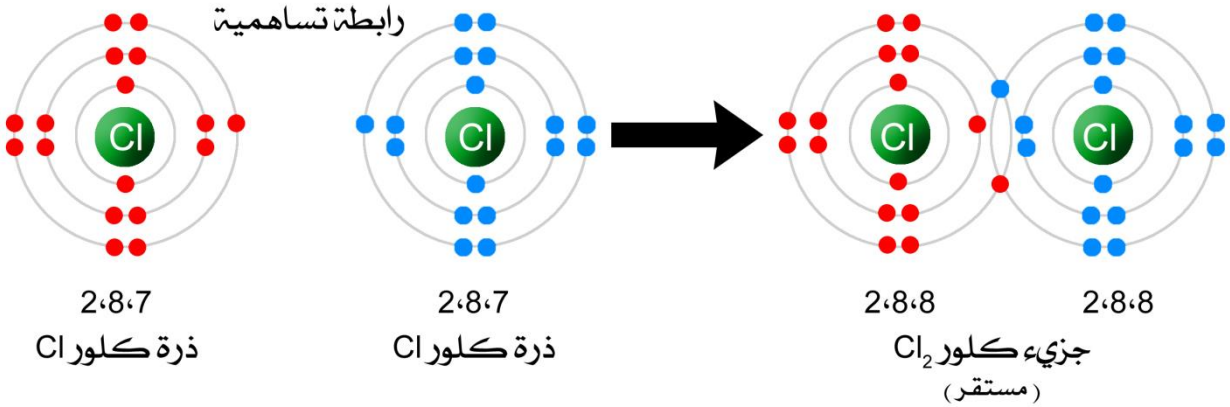
A – الرابطة (الآصرة) الايونية: - في هذا النوع من الترابط يحدث انتقال لالكترونات التكافؤ (الإلكترونات الموجودة في المدار الخارجي) من ذرة عنصر الى ذرة عنصر آخر، فالذرة التي تفقد الالكترونات تصبح أيونا موجبا اما الذرة التي تنتقل إليها الالكترونات فتصبح أيونا سالبا وفقا لذلك تنشا قوة جذب كهربائي استاتيكي بين الذرتين نتيجة لاختلاف شحنتها وبذلك تحصل كل من الذرتين المتحدتين بهذه الطريقة على الترتيب الالكتروني المستقر.



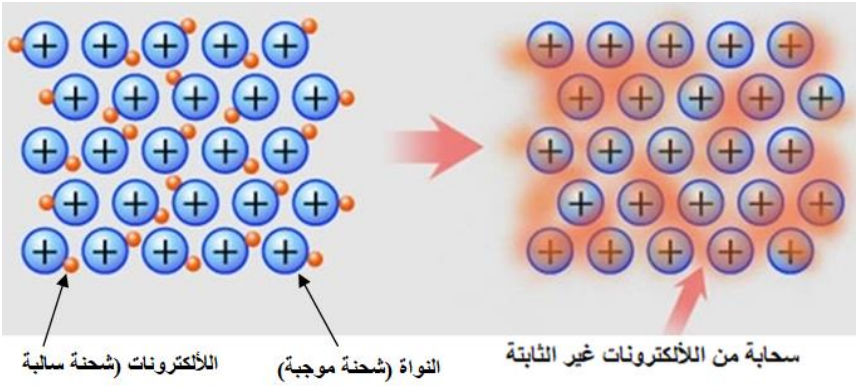
ومثال على الترابط الايوني هو اتحاد ذرة الكلور (CL) مع ذرة الصـــوديوم (Na) حيث يوجد في الغلاف (المدار) الخارجي لذرة الصوديوم الكترون (واحد) بينما يوجد في المدار الخارجي

لذرة الكلور(سبعة) الكترونات لذلك سوف تعطي ذرة الصوديوم إلكترونها الوحيد في المدار الاخير إلى ذرة الكلور وبذلك تصبح ذرة الصوديوم أيونا موجبا بينما ذرة الكلور فتكون ايونا سالبا لذلك يسمى الترابط بين ايون الصوديوم الموجب وايون الكلور السالب بالآصرة الايونية ويعتبر كلوريد الصوديوم (ملح الطعام) مثالا لهذا النوع من الترابط:

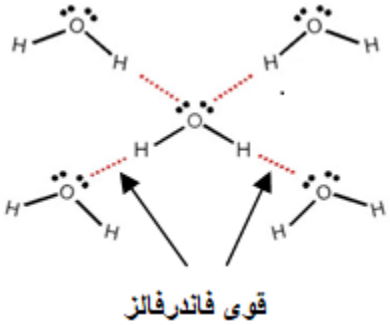
B- الرابطة (الآصرة) التساهمية: ينتج هذا النوع من الترابط نتيجة اقتسام او اشتراك الكترون واحد او اكثر بين ذرتين لعنصر واحد وذلك لإكمال عدد الالكترونات في المدار الخارجي ليصبح تركيبها اكثر استقرارا اي ان هذه الآصرة تنشا دون انتقال للإلكترونات وتسمى ايضا بالاصرة المشتركة نتيجة لاشتراك الكترون او اكثر بين الذرتين. ومثال ذلك الآصرة بين ذرتي الكلور. كما ان جميع ذرات المركبات العضوية ترتبط فيما بينها بأواصر تساهمية.

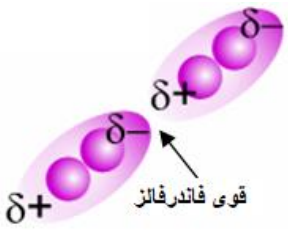


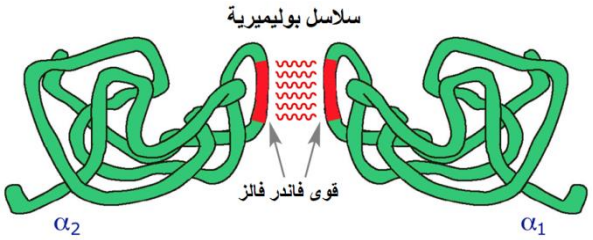
الآصرة المعدنية (الفلزية): - إن لهذا النوع من الترابط طبيعة خاصة ويعتبر من الصفات المميزة للمعادن. من المعروف ان الذرة تتألف من نواة موجبة الشحنة يحيط بها الكترونات سالبه الشحنة تتحرك بحرية في داخل المعدن ولا تخص ذرة بذاتها، ان الالكترونات في المعدن تكوّن ما يشبه سحابة تتحرك بحرية داخل المعدن وبناءا على ذلك فان بالإمكان اعتبار البلورة المعدنية متكونة من ايونات موجبة الشحنة متمركزة في نقاط الشبكة البلورية ومحاطة بسحابة من الالكترونات ويحدث الترابط المعدني عن طريق قوى التجاذب الكهروستاتيكية التي تنشا بين الايونات الموجبة والالكترونات الحرة السالبة والتي تشد الايونات إلى بعضها البعض.



2- الروابط (الاواصر) الثانوية: ومن هذه الروابط قوى (فاندرفال) وهي قوى ضعيفة تربط سلاسل البوليمر بعضها مع البعض الآخر أو في المواد الأخرى كالسوائل والغازات. وتختلف هذه الاواصر عن الاواصر الرئيسية الثلاث بكونها لا تكون وحدها المسؤولة عن ربط الذرات المختلفة في المادة وغالبا ما تكون إلى جانب قوى ربط اخرى.







((المواد البلورية واللابلورية))

تقسم المواد الصلبة من حيث تركيبها الداخلي إلى نوعين هما: -

1- المواد البلورية: - وهي مواد ذات تركيب بلوري محدد يتكون نتيجة للتوزيع الذري المنتظم لذرات العنصر بالنسبة لبعضها البعض ويسمى الشكل الهندسي المتكوّن (بوحدة الخلية) التي تعيد نفسها بانتظام في الاتجاهات الثلاث مكونه بلورة العنصر، وتعتبر المعادن من المواد البلورية.

2- المواد اللا بلورية:- وهي المواد التي لا تتمتع بتركيب بلوري اي ان ذرات العنصر لا تخضع في ترتيبها لاي نظام هندسي بل تكون عشوائية الترتيب كما هو الحال في جميع المواد في الحاله السائله والغازية وبعض المواد في الحاله الصلبه مثل (الزجاج والشمع والبلاستك).

((الاشكال البلورية))

تترتب المعادن بثلاث اشكال بلوريه رئيسيه هي:

1- مكعب متمركز الجسم (B. C .C) Body Centered Cubic

2- مكعب متمركز الوجه (F.C .C) Face Centered Cubic

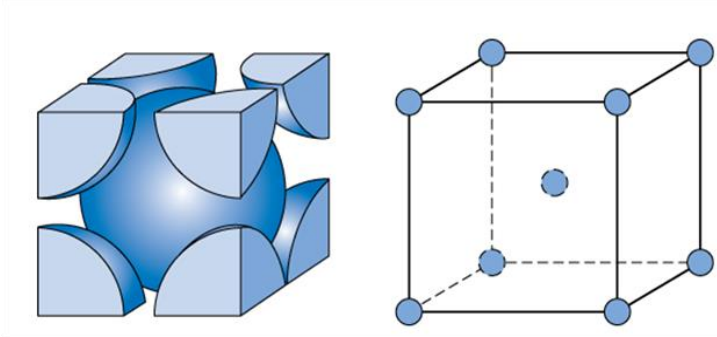
3- السداسي المتراص (المكتظ) (C. P .H) Close Packed Hexagonal

مكعب مركزي الجسم (B.C.C) :-

المعادن التي يكون شكلها البلوري ضمن هذا التركيب هي (الصوديوم، البوتاسيوم، الباريوم، الكروم والحديد) بدرجة حرارة اقل من (930) م^0 يكون لهذه المعادن تركيب بلوري مكعب الشكل والبلورة المكعبة تحتوي على ذرة من ذرة واحدة في كل ركن من اركانها الثمانية وذرة اخرى في مركزها، وان كل ذرة من ذرات المعدن الموجودة في الاركان تكون محاطة بثمانية اثمان الذرة في اركان البلورة كما في الرسم .

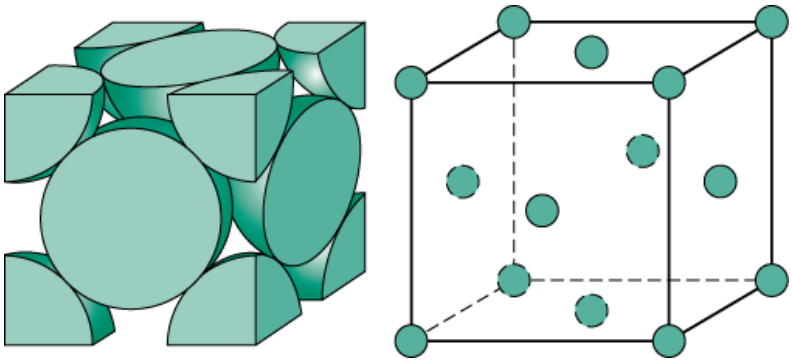
عدد الذرات الاساسية لـ (B.C .C)= 1 + (1/8) 8

$$2 = 1 + 1=$$



مكعب مركزي الوجه (F .C .C) :-

المعادن من هذا النوع هي (الفضة، الالمنيوم، الذهب، النحاس، الحديد) بدرجة حرارة اكثر من (930) $م^0$، تترتب الذرات في هذه المعادن داخل بلورة مكعبة الشكل بالاضافة لوجود ذرة في كل ركن من اركان البلورة توجد هناك ذرة في كل وجه من اوجهها الستة ولاتوجد ذرة في المركز.



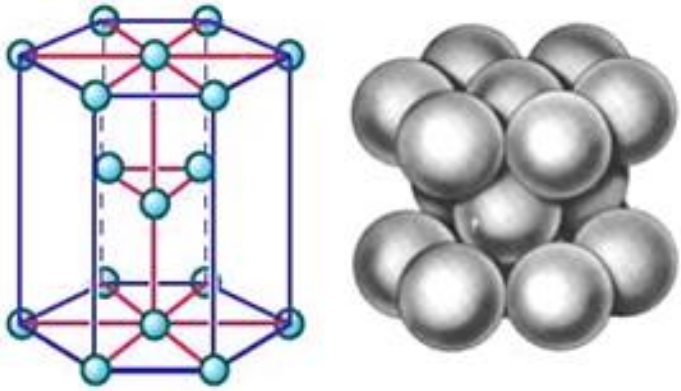
عدد الذرات الأساسية لـ (F.C. C) يساوي

$$= 8*(1/8) + 6*(1/2)$$
$$= 1+3 =4$$

السداسي المتراص (المكتظة) (C.P. H) :-

المعادن التي يكون ترتيبها بشكل سداسي هي (الخارصين، الالمنيوم، البريليوم) تتوزع الذرات في البلورة السداسية بحيث تكون هناك ذرة واحدة في كل زاوية من الزوايا الستة مع ذرة متساوية الابعاد في مركز البلورة.

$$= 12*(1/6) + 2*(1/2) + 3$$
$$= \quad 2 \quad + \quad 1 \quad + 3 = 6$$



hexagonal close - packed (HCP)

((الخواص الميكانيكية للمواد))

الخواص الميكانيكية للمواد:-

هي الخواص التي تتولد في الاجسام عند الشد والانضغاط وحتى في حالات الانحناء والقص والالتواء نتيجة تاثير القوى الخارجية المسلطة عليها من استطالة وتقلص.....وغيرها. **او** قدرة المواد على مقاومة تغير شكلها وانهيارها عند تجاوز مقادير القوى المسموح بها.

((الشد والانضغاط))

الشد:-

تتولد حالة الشد عندما تتعرض الاجسام للقوى الخارجية التي تولد قوى داخلية عمودية على مقاطعها باتجاه محاورها مسببة تباعد الجزيئات داخل هذه الاجسام والذي يؤدي إلى استطالتها (اي زيادة طولها ونقصان في عرضها وسمكها).

الانضغاط:-

يتولد عندما تؤثر القوى الخارجية التي تتولد على اثرها قوى داخلية عمودية على مقاطع الاجسام وخط تاثيرها يكون محوريا كما في الشد ، لكن اتجاه القوى يكون على عكس اتجاه القوى في حالة الشد. إن هذه الحالة تسبب تقارب الجزيئات داخل الاجسام مما يؤدي إلى التقلص في الطول والزيادة في العرض والسمك.

الإجهاد:- (Stress)

هو معدل القوى الداخلة التي تتولد بين جزيئات الجسم عند حدوث التشوه بعد تاثير القوى الخارجية على مقاطع الاجسام وبصورة رئيسية لدينا نوعين من الاجهادات :

1-**الاجهادات العمودية (المحورية):** Normal stresses

تتولد هذه الاجهادات عندما تؤثر القوى الخارجية بصورة عمودية على مقطع الجسم كما في حالة الشد و الانضغاط ، ويرمز لها بالحرف (б).

2-الاجهادات المماسية: **Tangentiql stresses**

يتولد هذا النوع من الاجهادات عندما تؤثر القوى الخارجية بصورة مماسية او موازية لمقاطع الاجسام كما في حالة القص والالتواء ، ويرمز لها بالحرف (τ) .

إن الاجهادات العمودية التي تؤثر على المقاطع العرضية للقضيب تساوي قسمة الحمل على المساحة (إذا اشترطنا ان توزيع الاجهادات يكون ثابتا على المقطع).

فالإجهاد هو: القوه (F) المسلطة على وحدة مساحة مقطع العينة (A) ويعبر عنه بالعلاقة التاليه:-

$$\sigma = F/A$$

حيث ان:-

(σ) = هو الإجهاد (N/m^2)

(F) =القوة المسلطة(N)

(A)= مساحة مقطع العينة (m^2) .

إن وحدات الإجهاد هي وحدات القوة مقسومة على وحدات المساحة ، وتقاس القوة (N) بالنيوتن (Newton) والمساحة بالامتار المربعة(m^2) لذا فوحدات الإجهاد هي وحدات قوة مقسومة على وحدات مساحة(N/m^2).

إن صيغة المعادلة: $\sigma = F/A$

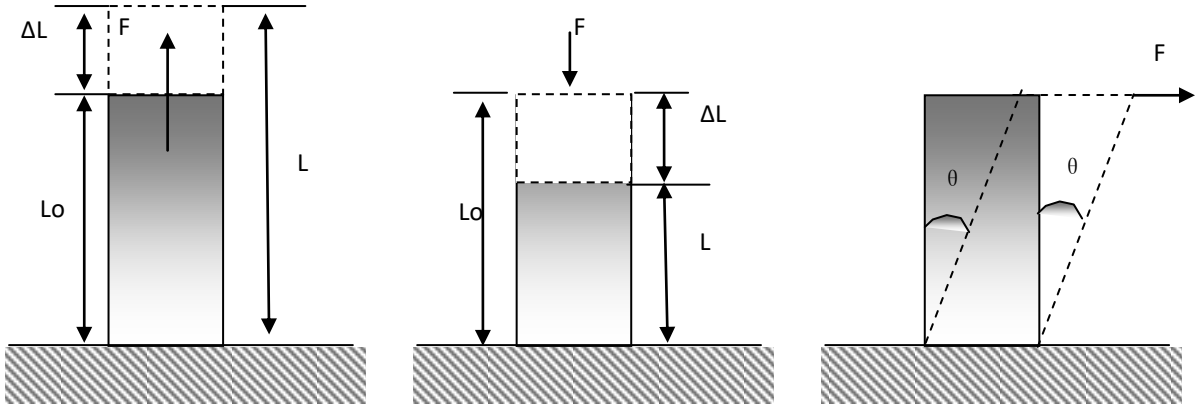
يمكن استعمالها لحالة الشد والانضغاط، لكن هناك فرق بسيط هو ان إجهاد الانضغاط يعد سالبا وكما في المعادلات التالية:

في حالة الشد $\sigma_t = \sigma + = F/A$

في حالة الانضغاط $\sigma_c = \sigma - = F/A$

يوجد هناك ثلاث انواع من الاجهادات هي:-

1. إجهاد الشد :- يؤدي إلى زيادة في ابعاد الجسم (تباعد الجزيئات).
2. إجهاد الانضغاط :- يؤدي إلى نقصان في ابعاد الجسم (تقارب الجزيئات). ويسمى إجهادي (الشد والانضغاط) بالاجتهادات (العمودية او المحورية) وتؤثر القوى بشكل عمودي على الجسم.
3. إجهاد القص:- يؤدي إلى انزلاق احد اجزاء الجسم بعيدا عن الاخر. ويسمى إجهاد القص بالاجهادات (المماسية او الموازية) وتؤثر القوى بشكل مماس او موازي لمقطع الجسم .



حيث ان (L_0) هو الطول **الاصلي** للمادة و(ΔL) هو مقدار **التغير** الطول و(L) الطول **النهائي**.

مثال:- عند اختبار عينة من الصلب قطرها(10) ملم وكان اقصى حمل(3140) كغم ما مقدار الإجهاد المسلط عند نقطة الكسر للمادة عند الشد.

$\mathbf{r} = 10 \div 2 = \mathbf{5}$ mm

$\sigma = F/A$

$F = M \times g$ $\quad F=(3140 \times 9.8)$ N

$A = \pi \times r^2$ $\quad A=(3.14\times(5)^2 \times 10^{-6})$ m^2

$\boldsymbol{\sigma} = (3140\times9.8)N / (3.14\times25\times10^{-6})m^2 = (392\times10^6)N/m^2$

الانفعال (المطاوعة) : (Strain)

نقصد بالانفعال مقدار التشوه الذي ينشا نتيجة الاجتهادات المتولدة في الجسم بعد تاثير القوى الخارجية علية ويرمز له بالحرف(ε)، وللحصول على وحدة التشوه او الانفعال يتم تقسيم الاستطالة على الطول الاصلي. وفي حالتي الشد والانضغاط تتولد انواع من الانفعالات وهي كما يلي:

1- **الانفعال الطولي**:

عبارة عن الاستطالة النسبية الناشئة في حالة الشد ، و التقلص النسبي في حالة الانضغاط.

إذن في حالة الشد / $\varepsilon = \varepsilon_+ = L_1 - L_2 / L_1 = \Delta L / L$

وفي حالة الانضغاط $\varepsilon = \varepsilon_- = L_1 - L_2 / L_1 = \Delta L / L$

حيث ان

L_1 = الطول الاصلي

L_2 = الطول الجديد

ΔL = الزيادة او النقصان في الطول

2-الانفعال العرضي(الانفعال الناشئ باتجاه عرض المقطع العرضي)

يرمز ب(εy) وهو عبارة عن الزيادة النسبية لمقطع العرضي عند حالة الانضغاط و التقلص النسبي العرضي للمقطع المذكور عند حالة الشد ويساوي رياضيا .

$$\varepsilon_y = b_1 - b_2 / b_1 = \Delta b / b_1$$

حيث إن:

b_1 = العرض الاصلي للمقطع العرضي

B_2 =العرض الجديد للمقطع العرضي

Δb= الزيادة او النقصان في العرض

2- **الانفعال السمكي**(الانفعال الناشئ باتجاه سمك المقطع العرضي)

يرمز ب(ε_z)وهو عبارة عن الزيادة النسبية لسمك المقطع العرضي في حالة الانضغاط والنقصان النسبي لسمك المقطع العرضي في حالة الشد ويساوي رياضيا:

$$\varepsilon_z = z_1 - z_2 / Z_1 = \Delta z / z_1$$

ε_z = الانفعال

Z_1= السمك الاصلي للمقطع العرضي

Z_2 = السمك الجديد للمقطع العرضي

Δz= الزيادة او النقصان في السمك في المقطع العرضي

نستنتج بان في حالة الشد يكون مقدار الانفعال الطولي (الذي ينشا على الاتجاه الطولي) موجبا بينما يكون مقدار الانفعال باتجاه العرض والانفعال باتجاه السمك في المقطع العرضي سالبا والعكس بالعكس في حالة الانضغاط وبصورة عامة فان مقادير الانفعالات تكون نسبية اي بدون وحدات.

ويعبر عن الانفعال النسبي بالمعادلة التالية:-

$$\varepsilon=\Delta L/L_0 \text{ X } 100\ \% = (L-L_0)/L_0 \text{ X } 100\ \%$$

مثال:- ما مقدار الانفعال النسبي للعينة إذا كان الطول الحسابي لها قبل الاختبار (50)ملم وبعد الاختبار(60)ملم.

$$\varepsilon=\Delta L/L_0 \text{ X } 100\ \% = [(L-L_0)/L_0] \text{ X } 100\ \%$$

$$= (60 - 50/50) \text{ X } 100\ \%$$

$$=10/50 \text{ X } 100\ \% = 20\ \%$$

اختبار الشد:-هو اهم الاختبارات الميكانيكية يمكننا بواسطة التعرف على التشوه المرن للاجسام بعد تعرضها للقوى الخارجية ويتم ذلك بواسطة (منحني الإجهاد-الانفعال).

منحنى الإجهاد-الانفعال:- (Stress - Strain Curve)

عند تسليط حمل شدي يتزايد تدريجيا على قطعة اختبار ثم قياس الاستطالة باستمرار يمكن رسم شكلا بيانياً بين الحمل والاستطالة وكما يلي:-

1- الجزء الاول من المنحني والممثل بالمستقيم (OA) يدل على إن الانفعال الناتج يتناسب طردياً مع مقدار الإجهاد المسلط وتسمى هذه المنطقة من منحني (الإجهاد-الانفعال) بحد التناسب وفيها تخضع المادة إلى قانون هوك الذي ينص على إن (مقدار الانفعال الذي يصيب المعدن يتناسب طردياً مع قيمة الإجهاد المسلط عيه) وان النسبة بين الإجهاد إلى الانفعال هي مقدار ثابت ويسمى (بمعامل المرونة) او (معامل يونك) ويمكن التعبير عنه بالصيغة الآتية:-

$$E = \sigma / \varepsilon$$

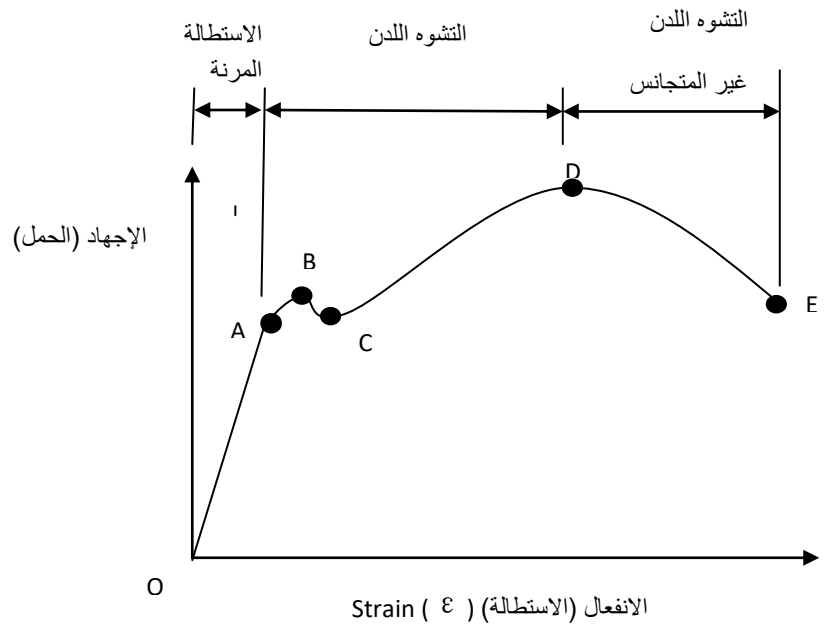
حيث إن:-

E= معامل يونك ويقاس بوحدات (N/m^2) وهو يمثل المستقيم (OA)

$\boldsymbol{\sigma}$ = الإجهاد ويقاس بوحدات (N/m^2)

$\boldsymbol{\varepsilon}$ = الانفعال ويكون بدون وحدات

ان التشوه في هذه المنطقة (الجزء) من المنحني وهو المستقيم (OA) يكون مرنا اي ان المادة ترجع إلى وضعها الاصلي بعد زوال الإجهاد المسلط عليها.



منحني الإجهاد -ـ الانفعال

2- عند زيادة الحمل المسلط بعد النقطة(A) عندما يبدا المنحني بتغير اتجاهه فيحيد عن الخط المستقيم وهذا يعني إن النسبة بين الإجهاد إلى الانفعال لم تعد ثابتة وان التشوه لم يعد مرنآ اي ان المادة لا ترجع إلى وضعها الاصلي بعد زوال الإجهاد المسلط عليها ويسمى هذا التشوه باللدن اي ان هنالك استطالة مفاجئة سوف تصيب المادة وسوف تظهر نقطة الخضوع وهي النقطة (B) حيث تحدث عند هذه النقطة استطالة وهي (BC) بدون حصول اي زيادة في الحمل المسلط

3- تستمر الاستطالة مع زيادة الحمل المسلط حتى تصل إلى النقطة (D) التي تمثل اعلى استطالة يحافظ فيها المعدن على نفس مساحة مقطعه العرضي وتسمى بنقطة (الاختناق)

4- بعد النقطة (D) تبدا قطعة الاختبار (المعدن) بالتخصر حيث ان مساحة مقطع النموذج تبدا بالنقصان وان النموذج يستمر في الاستطالة بعد بالتخصر ولكن بتسليط حمل اقل وفي النقطة (E) يحصل الانهيار اي (الكسر).

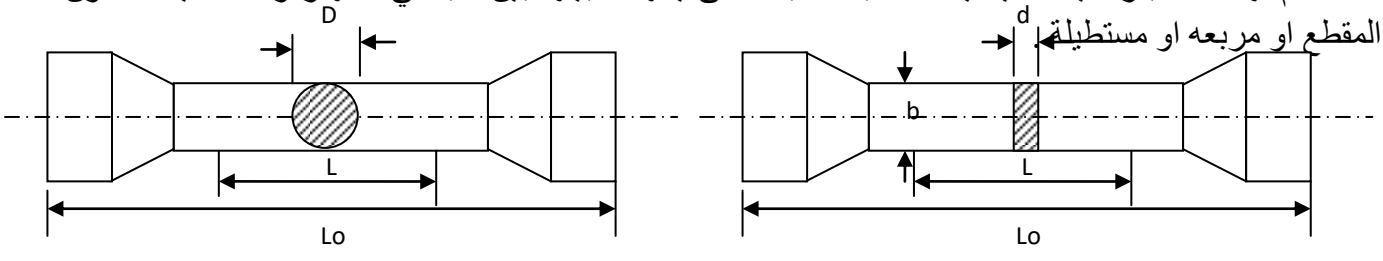
من خلال منحني (الإجهاد-الانفعال) نلاحظ إن هنالك نوعين من التشوه هما:-

1- التشوه المرن:- هو الذي يختفي بعد زوال الإجهاد وتعود المادة إلى وضعها الاصلي.

2- التشوه اللدن:- هو التشوه الذي يبقى دائما عند زوال الإجهاد ولا تعود المادة إلى وضعها الاصلي ويحدث هذا التشوه عندما تكون قيمة الإجهاد اكبر من قوى الارتباط بين الذرات.

<u>عينات اختبار الشد</u>:-

تستخدم لهذا الاختبار عينات قياسية ذات ابعاد ثابتة حتى يسهل تثبيتها بين مقبضي الجهاز وهذه العينات تكون دائرية المقطع او مربعه او مستطيلة



عينة اسطوانية

عينة مسطحة

المطيلية:- هي قابلية المادة لتحمل التشوه اللدن الناتج عن تاثير قوى الشد دون ان تنكسر.

ملاحظة:- المعدن ذو المطيلية الجيدة يظهر استطالة ملحوظة في عملية الشد قبل حدوث الكسر اما المعدن الذي لا يملك مطيليه فانه ينكسر بدون استطالة ملحوظة وتعرف هذه المواد بالمواد (الهشة).

الانهيار(الكسر):- هو مصطلح يشير إلى عملية انفصال او تجزئة جسم صلب إلى قسمين او اكثر تحت تاثير إجهاد يفوق حمله ويصنف الكسر إلى نوعين هما:-

1. الكسر الهش:- يعد هذا النوع من اخطر انواع الكسر لانه يحدث بسرعة دون ان يسبقه تشوه لدن.
2. الكسر المطيلي:- وهو اقل سرعة وخطورة من الكسر الهش حيث يسبقه تشوه لدن كبير في المنطقة المحيطة بحافة الكسر الحقيقي وهذا يؤدي إلى التنبه بحدوث كسر في المادة.

الصلادة:- هي واحدة من الخواص الميكانيكية للمواد.

وتعّرف الصلادة بانها مقاومة السطح للاختراق اي المقاومة لخدش سطح المادة. او قدرة المعدن على مقاومة انضغاط الاجسام الاخرى الاكثر صلادة . وهنالك عدة طرق لاختبار الصلادة اهمها:-

1- طريقة برينل لقياس الصلادة

2- طريقة فيكرز لقياس الصلادة

3- طريقة روكويل لقياس الصلادة

طريقة برينل لقياس الصلادة:-

تتلخص هذه الطريقة باستخدام اداة الغرز والتي هي عبارة عن كرة فولاذية مصلدة مثبتة في حامل مناسب، وتسلط على سطح مهيا من قطعة الاختبار وذلك باستخدام حمل مناسب ولمدة (15) ثانية وبعد إزالة الحمل فانه يترك في مكان اثر على سطح المادة ويقاس قطر الاثر الدائري المتروك عند السطح بعد إزالة الحمل باتجاهين عند زوايا قائمة باستخدام مجهر مدرّج واطيء القدرة ثم يؤخذ معدل القطر.ويمكن حساب صلادة برينل() من المعادلة التالية:-

$$H_{BR} = \frac{2 \times F}{\pi \times D \times \left(D - \sqrt{D^2 - d^2)}\right)}$$

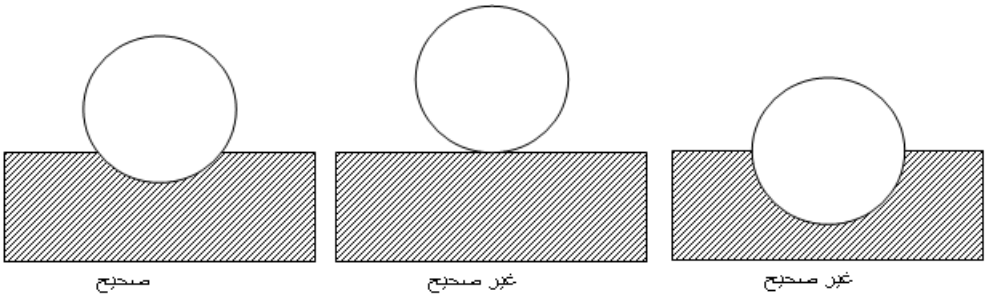
حيث إن:-

F: الحمل المسلط ويقاس بالنيوتن(N) [يضرب الحمل 9.8X للحصول على وحدة(N)]

D = قطر اداة الغرز(mm)

d = قطر الاثر على النموذج (mm)

عند إجراء اختبار برينل للصلادة تراعى الدقة في اختيار قطر الكرة المستخدمة ومقدار الحمل المسلط حسب نوع معدن العينة الخاضعة للاختبار فإذا اختبر حمل ثقيل بالنسبة لقطر الكرة المستخدمة خاصة عند قياس صلادة المعادن اللينة (ذات الصلادة المنخفضة) فان الكرة سوف لا تستطيع التغلغل في داخل المعدن وكما مبين في الشكل ادناه.



(الشكل يوضح تأثير عمق الأثر على دقة قياس رقم برينل للصلادة)

من المستحسن عدم استخدام طريقة برينل للمواد ذات الصلادة العالية وخاصة المواد التي تزيد صلادتها على(450) لانة في هذه الحالة سوف يحصل تشوه لاداة الغرز (الكرة) وبذالك نحصل على نتائج خاطئة ولهذا يجب ان تكون صلادة اداة الغرز (الكرة) المستخدمة اختبار برينل (1.7) مرة اكبر من صلادة العينة المراد فحصها.

جدول قيم الاحمال المسلطة وقطر الكريه وعلاقتها مع بعضها في اختبار برينل للصلادة لمواد مختلفة

القوة مقاسه ب نيوتن N				
الرصاص و القصدير وسبائكهما	الالمنيوم	النحاس و سبائكه	الصلب و حديد الزهر	قطر الكريه mm
F / D=1	F / D=5	F / D=30	F / D=30	
10	50	100	300	1
40	200	400	1200	2
250	1250	2500	7500	5
1000	5000	10000	30000	10

صلادة فيركز: Vickers Hardness

تتلخص هذة الطريقة باستخدام اداة الغرز والتي هي عبارة عن هرم رباعي من الماس زاوية راسه بين الوجهين المتقابلين(136^0) حيث تصقل العينة المعدة للاختبار وتوضع في المكان المخصص لها على الجهاز وبعد ذلك يسلط حمل معين يتراوح مابين (5-120) كغم قوة حيث يعتمد هذا الحمل على نوع المادة المراد قياس صلادتها وسمكها ولفترة زمنية مقدارها (15) ثانية وبعد إزالة الحمل سوف يترك الماس اثرا مربعا ويؤخذ متوسط طولّي القطرين اللذين يقاسان باستعمال مجهر ذا شق طولي متغير مثبت في العدسة العينة ويمكن حساب صلادة فيكرز (Hvr) من المعادلة التالية:-

$$Hvr = F / d^2/2 \sin 1/2(136^0) = F/d^2/2 \sin 68^0$$

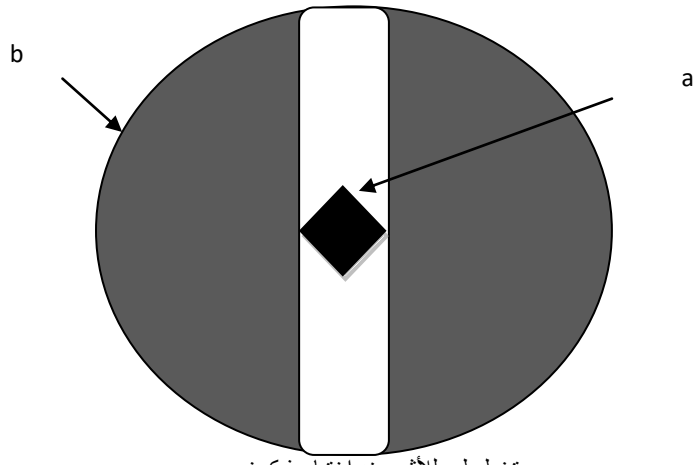
$$2F = 2F\sin 68^0/d^2$$
$$= X\ 0.927/d^2$$

القانون النهائي $Hvr = 1.854\ F/d^2$ حيث ان:-

F الحمل المسلط (N) [ملاحظة: يضرب الحمل X(9.8) للحصول على وحدة (N)] .

D قطر الاثر على النموذج(mm).

يتميز اختبار صلادة فيكرز بان الاثر الناتج بواسطة الماس اصغر بكثير من الاثر الناتج عند اختبار برينل لذا تحتاج مادة الاختبار إلى صقل انعم وهذا يعني ان اختبار فيكرز اكثر ملائمة لاختبار الاجزاء المصقولة اما رقم الصلادة في هذا الاختبار فهو متشابه إلى رقم صلادة برينل بالنسبة للمواد اي لحد (450).



رسم تخطيطي للأثر عند اختبار فيكرز

a- الأثر ، b – عدسة المايكرسكوب

<u>صلادة روكويل</u>:- Rockwell Hardens

تتميز طريقة روكويل بالدقة الكبيرة والإنتاجية العالية وصغر الاثر الذي يتركه الاختبار في العينة وكذلك تعتبر هذه الطريقة ابسط من الطريقتين السابقتين واكثر انتشارا لسهولة استخدام الجهاز المخصص لهذا الاختبار والحصول على رقم الصلادة مباشرة من خلال تدرج (مقياس) الجهاز. إما تقنية الفحص فتتم من خلال استخدام مخروط من الماس زاوية راسه (120) او كرة فولاذية قطرها (1.6) mm حيث يستخدم المخروط في حالة قياس صلادة المواد العالية الصلادة بينما تستخدم الكرة للمواد الاقل صلادة . وفي كلتا الحالتين يسلط حمل ابتدائي اولي مقداره(10)كغم في بداية الاختبار وبعد ذلك يضاف حمل ثانوي مقداره (90)كغم في حالة استخدام الكرة و(140)كغم في حالة استخدام المخروط ، ويسلط الحمل الكلي (الابتدائي+الثانوي) لفترة قصيرة امدها (5)ثانية وبعد ذلك تقاس الصلادة مباشرة على تدرج (مقياس) الجهاز المقسم إلى وحدات صلادة حيث يتم قراءة الصلادة وذلك باستخدام التدرج (الذي يحمل الرمز B) الملون يكون خاص في حالة استخدام الكرة(H_{RB}) او باستخدام التدرج الملون (الذي يحمل الرمز C) عند استخدام المخروط(H_{RC}) كما في الجدول التالي:

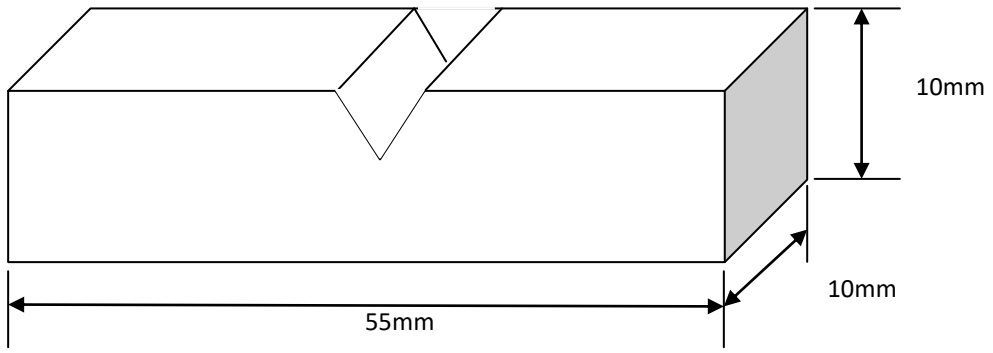
التدريج	اداة التغلغل	الحمل (N)الابتدائي	الحمل (N)الثانوي	الحمل الكلي(N)
B	كرة من الصلب قطرها (mm1.6)	100	900	1000
C	مخروط من الماس زاوية راسه 120	100	1400	1500

المتانة:- Toughness

هي مقاومة المعدن للكسر عند تعرضه للاجهادات المفاجئة وعكس هذه الخاصية هي الهشاشية وتسمى كذلك المتانة بمقاومة الصدمة (Impact).

اختبارات المتانة (الصدمة):-

تعتبر من الاختبارات الديناميكية وقد حظي بانتشار واسع لمعرفة مدى مقاومة المعادن للصدمات نظرا لبساطة طريقته وكذلك لدقة وتطابق النتائج التي يحصل عليها منه ، ويسمح هذا الاختبار بتحديد مدى مقاومة المادة للانكسار عند تعرضها للصدمات وتستخدم لهذا الغرض عينات قياسية، حيث تقطع عينات اختبار الصدمة بشكل متوازي المستطيلات وبابعاد معينة وذلك حسب المواصفات القياسية العالمية(ISO-197) والذي يشترط فيه ان تكون نسبة العرض إلى السمك هي كنسبة (3/2) في النموذج وبذلك اصبحت عينات اختبار الصدمة ذات ابعاد (55)ملم طولا و(10)ملم عرضا و(10)ملم سمكا وباستخدام جهاز التحزيز يتم عمل حزوز بشكل حرف (V) في منتصف العينة وباعماق مختلفة وذلك لتركيز الاجهادات المسلطة على العينات وكما موضح في ادناه:-



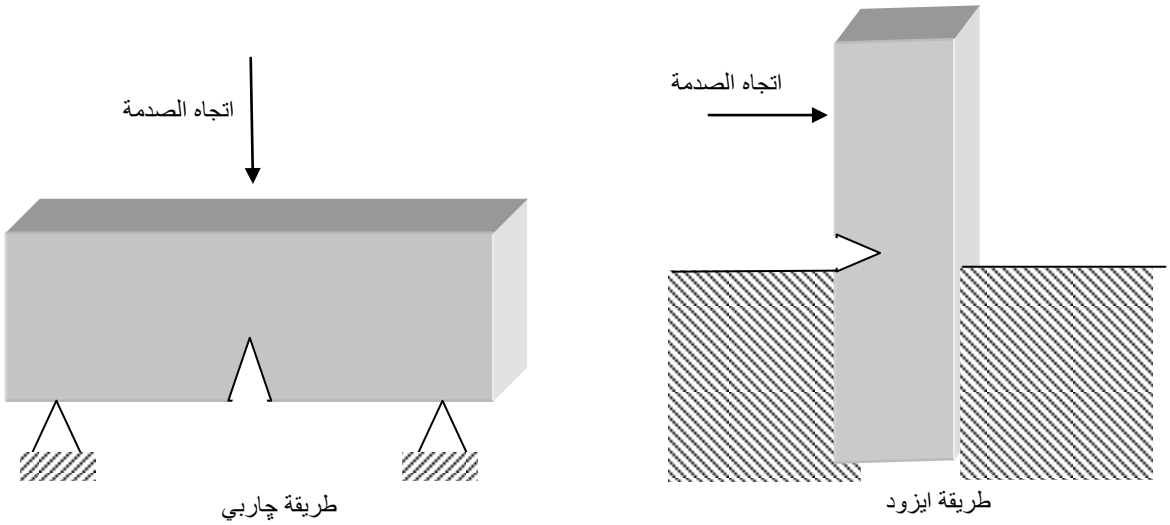
وتوجد عدة انواع من الفحوصات المستخدمة في قياس قوة الصدمة منها:-

1- **طريقة ايزود**:- Izod

وفيها يتم تثبيت العينة من طرف واحد ويبقى الطرف الاخر حرا ويكون موضع الصدمة في الطرف الحر وباتجاه الثلم (الحز) اي توضع بشكل عمودي وكما موضح في الشكل ادناه:-

2- **طريقة جاربي**:- Charpy

وفيها يتم تثبيت العينة من كلا الطرفين وتكون موضع الصدمة على منتصف النموذج اي خلف الثلم (الحز) مباشرة اي توضع بشكل افقي وكما موضح في الشكل ادناه:-



<u>تقنية الفحص</u>:-

يشمل كل من اختباري ايزود وجاربي على قياس الطاقة الممتصة في كسر قطعة الاختبار وذلك بقذفها ببندول سريع الحركة ويتم ذلك بعد وضع العينة في الموضع المخصص لها وبعد تصفير مقياس الطاقة الموجودة في الجهاز يتم تحرير البندول باستخدام العتلة الخاصة به وبحركة تارجحية تتحول الطاقة الكامنة إلى طاقة حركية يفقد جزءا منها في كسر العينة فيقرا مؤشر المقياس قيمة طاقة الكسر للعينة مباشرة وبعد ذلك يتم قياس مقاومة الصدمة للعينة باستخدام المعادلة التالية:-

مقاومة الصدمة: Impact Strength (I.S)

$$R=E/A\ (N.m/cm^2)$$

حيث ان:- R= مقاومة المعدن للصدمات(kgm/cm^2)

E = الطاقة اللازمة لكسر العينة وتقاس (بالجول)

A = مساحة المقطع العرضي للعينة [ملاحظة:تساوي حاصل ضرب سمك العينة * عرضها] وتقاس ب(mm^2) وتحول إلى (m^2) عند تطبيق المعادلة.

$$\mathbf{E=Wh_1-Wh_2=W(h_1-h_2)}$$

حيث:

H_1 =الارتفاع قبل الكسر

H_2 =الارتفاع بعد الكسر

مثال:-

اثبت ان :-

$$E = \frac{F \cdot L}{A \cdot \Delta L} \qquad E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

$$\sigma = E\varepsilon$$

$$\sigma = \frac{F}{A} \qquad \varepsilon = \frac{\Delta L}{L}$$

نعوض المعادلة (2) في المعادلة (1) ينتج:-

$$\frac{F}{A} = E.\frac{\Delta L}{L}$$

$$\therefore E = \frac{F}{A} / \frac{\Delta L}{L}$$

$$\therefore E = \frac{F}{A} \div \frac{\Delta L}{L}$$

$$\therefore E = \frac{F}{A} * \frac{L}{\Delta L}$$

$$\therefore E = \frac{F \cdot L}{A \cdot \Delta L}$$

مثال:- قضيب ابعاد مقطعة (5×5 cm) تعرض لقوة انضغاط مقدارها($N(500\times10^3$ فكان التقلص الناتج لكل (20) cm من طول القضيب هو(cm(0.05 والزيادة في السمك هي (cm(0.004 احسب معامل المرونة E ؟.

الحل:-

L=20cm =0.2m

A=5X5=25cm^2 =25X10^{-4}m^2

$$\Delta L = 0.05cm = 5\times10^{-4}\,m$$

$$E = \frac{F \cdot L}{A \cdot \Delta L} = \frac{500\times10^3 \times 0.2}{25\times10^{-4} \times 5\times10^{-4}}$$

$$E = \frac{4\times10^{3}\times10^{-1}}{10^{-8}} = 8\times10^{-2}\times10^{8} = 80\times10^{9}\,N/m^{2}$$

(الخواص الحرارية للمواد)

الحرارة : هي صورة من صور الطاقة وتنتج عنها تفاوت في سخونة المواد، ووحداتها (الجول).

درجة الحرارة : هي رقم يشير إلى شدة سخونة جسم ما بالنسبة لمقياس معين . او هي مقياس للنشاط الحراري للاجسام، وتقاس بالدرجة السيليزية (^oC) او المطلق (K).

السعة الحرارية : هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة المادة درجة مئوية واحدة. ووحداتها، $kJ/^oC$

الحرارة النوعية : هي النسبة بين السعة الحرارية للجسم إلى كتلته ، ووحداتها($kj/kg.C^\circ$).

السعة الحرارية النوعية : هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كيلو غرام واحد من المادة درجة مئوية واحدة، ووحداتها ($kj/kg.\ C^\circ$).

مصادر الحرارة

1- الشمس
2- باطن الارض
3- التفاعلات الكيمائية الباعثة للحرارة
4- التفاعلات النووية
5- الطاقة الكهربائية
6- الطاقة الميكانيكية..... وغيرها

التمدد الحراري : عند رفع درجة حرارة اي جسم يحصل له تمدد والسبب في ذلك يرجع إلى زيادة طاقته الداخلية مما يزيد من سعة اهتزاز ذراته وجزيئاته وبذلك تصبح متباعدة اكثر من ذي قبل مما يؤدي بالجسم إلى ان يتمدد في جميع الاتجاهات . يقاس التمدد الحراري بثلاث طرق:

1- **التمدد الطولي**:- هو الزيادة الحاصلة في طول الجسم نتيجة ارتفاع درجة حرارته.

معامل التمدد الطولي :- هو الزيادة الحاصلة في طول (وحدة الطول) للجسم عندما ترتفع درجة حرارته درجة سيليزية واحدة.

2- **التمدد السطحي**:- هو الزيادة الحاصلة في مساحة الجسم نتيجة ارتفاع درجة حرارته.

معامل التمدد السطحي :- هو الزيادة الحاصلة في مساحة (وحدة المساحة) للجسم عندما ترتفع درجة حرارته درجة سيليزية واحدة.

3- **التمدد الحجمي**:- هو الزيادة الحاصلة في حجم الجسم نتيجة ارتفاع درجة حرارته.

معامل التمدد الحجمي :- هو الزيادة الحاصلة في حجم (وحدة الحجوم) للجسم عندما ترتفع درجة حرارته درجة سيليزية واحدة.

طرق انتقال الحرارة :- تنتقل الحرارة بثلاث طرق هي:-

1- التوصيل 2-الحمل 3- الإشعاع

التوصيل الحراري : هو ظاهرة انتقال الطاقة الحرارية خلال المادة الصلبة من المنطقة ذات درجة الحرارة العالية إلى المنطقة ذات درجة الحرارة الواطئة خلال فترة معينة من الزمن. تختلف ميكانيكية التوصيل الحراري في المواد الموصلة للحرارة عما في المواد العازلة.

- ففي المواد الموصلة للحرارة تكون الالكترونات هي المسؤولة عن انتقال الحرارة.

- اما في المواد العازلة فان الحرارة تنتقل نتيجة تذبذب الجزيئات التي تنقل هذه الذبذبة إلى جزيئات متجاورة، اي تنقل الذبذبة من الطرف الساخن إلى الطرف البارد بشكل موجات تسمى (الفوتونات).

معامل التوصيل الحراري (K) :- هو كمية الحرارة(جول) التي تنتقل بالتوصيل في الثانية الواحدة خلال لوح معدني مساحته($1\ m^2$) وسمكه ($1m$) عندما يكون الفرق في درجات الحرارة بين وجهي اللوح($1C^\circ$). ووحداته هي ($w / m . C^\circ$)

طرق قياس معامل التوصيل الحراري(K): - تختلف طرق قياس(K) تبعا لنوع المادة وكما يلي:-

1- **طريقة سيرل** :- تستخدم لقياس (K) للمواد الموصلة للحرارة وتكون نماذج القياس بشكل قضبان.

2- **طريقة قرص لي** :- لقياس (K) للمواد العازلة للحرارة وتكون نماذج القياس بشكل اقراص.

(الخواص الكهربائية للمواد)

التوصيل الكهربائي:- توجد هناك ثلاثة طرق يتم بواسطتها التوصيل الكهربائي في المواد الصلبة هي:

1. حركة الايونات.
2. حركة الالكترونات.
3. حركة الفجوات الالكترونية:- تتكون الفجوات الالكترونية في المواد ذات الاواصر الايونية عند كسر الآصرة الايونية فيتكون الكترون طليق وفجوة الكترونية، اما في المواد ذات الاواصر التساهمية فتتكون الفجوات الالكترونية في حالة فقدان احد الالكترونات من الزوج الالكتروني للآصرة.

انواع المواد حسب موصّليتها الكهربائية:- تقسم المواد حسب توصيلها الكهربائي إلى ثلاثة انواع هي:-

1- **المواد الايونية**:- تعتمد الموصلية الكهربائية في المواد الايونية على حركة الايونات وبما إن لكل ايون اواصر قوية تربط مع اقرب الايونات المجاورة له لذا فان الموصلية الكهربائية للمواد الايونية تكون محدودة وتزداد بزيادة درجة الحرارة حيث تصبح الايونات اكثر حرية في الحركة، وهذا يرجع إلى الوزن الكبير للايونات.

2- **المواد العازلة**:- هي المواد التي لا تنتقل خلالها الشحنات الكهربائية بسبب قلة وجود الالكترونات الحرة(الطليقة) فيها ، حيث يتم التوصيل الكهربائي في المواد ذات الاواصر التساهمية اما بواسطة حركة الفجوات الالكترونية او حركة الالكترونات الحرة (الطليقة)، ولا تحتوي اغلب المواد البلورية ذات الاواصر التساهمية على الكترونات طليقة او فجوات الكترونية في الحالات الاعتيادية لذا تعتبر هذه المواد (عازلة) وتكون المقاومة الكهربائية لها عالية جدا ، ولكن عند إثارتها بمجال كهربائي قوي او صدمها باجسام ذات طاقة عالية فتتكون الكترونات وفجوات الكترونية تسمح بالتوصيل الكهربائي ، وبصورة عامة تكون المقاومة الكهربائية للمواد العازلة عالية جداً.

3- **المواد الفلزية**:- في هذة المواد تساهم الالكترونات التكافئية ذات الطاقة العالية في عملية التوصيل الكهربائي ، وهذه الالكترونات لاتكون مرتبطة بذرة معينة بل تكون متنقلة ضمن التركيب البلوري في مدارات مشتركة لجميع ذرات التركيب لذا تكوّن ما يسمى بالقيمة الالكترونية وتسمى هذه الالكترونات (بالالكترونات التكافئية) ويعرف النطاق الحاوي عليها بالنطاق الموّصل للكهربائية.

العوامل المؤثرة على الموصّلية الكهربائية:- هناك عدد من العوامل التي تؤثر على قابلية التوصيل الكهربائي للمواد هي:

1- **درجة الحرارة**:- بزيادة درجة الحرارة تزداد حركة الذرات فتسبب خلل في التركيب البلوري الذي يزيد من حيود واستطارة الالكترونات، لذا تزداد المقاومة الكهربائية (اي تقل الموصلية).
2 - **تاثير مواد الإذابة**:- يختلف المجال الكهربائي حول ذرات الفلز المذاب عنة حول ذرات الفلز المذيب وينتج عن هذا الاختلاف استطارة الالكترونات وزيادة في المقاومة الكهربائية (نقصان في الموصلية).

3-**تاثير التصليد**:- جميع عيوب التركيب البلوري تسبب انحرافات في حركة الالكترونات ، وبما ان عملية التصليد تزيد من العيوب البلورية لذا فانها سوف تزيد من حركة (حيود واستطارة) الالكترونات التي تسبب في زيادة المقاومة الكهربائية(تقلل الموصلية).

((الخواص المغناطيسية للمواد))

المغناطيس:- هو حجر او قطعة حديدية لها القابلية على جذب القطع الحديدية الصغيرة ، ويقسم إلى قسمين:

1- المغناطيس الطبيعي:- هو الحجر اي (حجر المغناطيس).

2- المغناطيس الصناعي:- ويمتاز بالقوة وسهولة الاستعمال ويصنع باشكال مختلفة ويكون على نوعين:

A- المغناطيس الصناعي الدائمي:- ويصنع من الفولاذ لانة يكتسب المغناطيسية ببطء ويفقدها ببطء.

B- المغناطيس الصناعي الوقتي:- ويصنع من الحديد المطاوع لانة يكتسب المغناطيسية بسرعة ويفقدها بسرعة.

الخواص المغناطيسية:- للمغناطيس الخواص التالية:-

الخواص المغناطيسية:- للمغناطيس الخواص التالية:-

1- له القابلية على جذب القطع الحديدية.

2- عند تعليقه من منتصفه يتجه إلى الشمال والجنوب.

3- الاقطاب المتشابهة تتنافر والمختلفة تتجاذب.

4- يوجد مجال حول المغناطيس يسمى بالمجال المغناطيسي.

5- يفقد المغناطيس بالطرق والتسخين.

6- تتمركز قوة الجذب عند القطبين وتنعدم في الوسط.

7- إذا قطع المغناطيس إلى عدة فان كل قطعة تمثل مغناطيس صغير.

انواع المواد حسب خواصها المغناطيسية:- يمكن تقسيم المواد اعتمادا على خواصها المغناطيسية إلى:-

1- المواد الفيرو مغناطيسية.

2- المواد البارا مغناطيسية.

3- المواد الدايا مغناطيسية.

مثال:- قارن بين المواد(الفيرو، البارا ، الدايا)مغناطيسية ؟

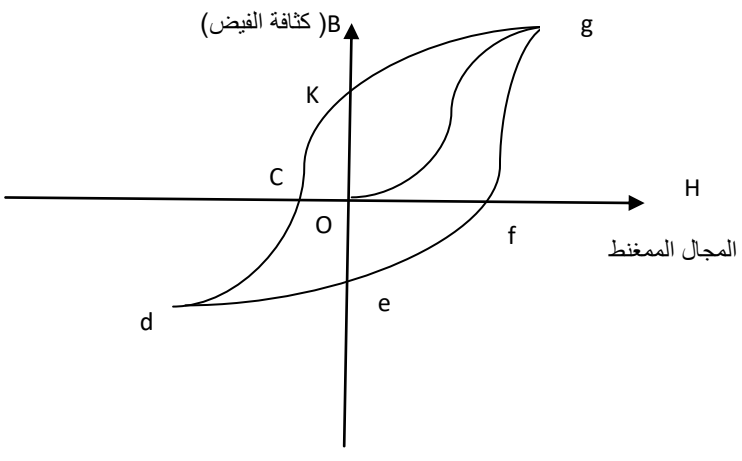
ت	نقاط المقارنة	الفيرو مغناطيسية	البارا مغناطيسية	الدايا مغناطيسية
1	قابلية التمغنط	عالية جداً(تنجذب بقوة نحو المغناطيس)	تنجذب قليلا نحو المغناطيس	تتنافر قليلا مع المغناطيس
2	قابلية التاثر بالمجال المغناطيسي	إذا علقت تتخذ اتجاها موازيا للمجال المغناطيسي	إذا علقت تتخذ اتجاها موازيا للمجال المغناطيسي	إذا علقت تتخذ اتجاها عموديا على المجال المغناطيسي
3	المدارات الالكترونية	تكون مداراتها الالكترونية غير مشبعة	تكون مداراتها الالكترونية مشبعة وقسم قليل منها غير مشبعة	تكون مداراتها الالكترونية مشبعة
4	النفوذية المغناطيسية	نفوذيتها عالية جداً وتكون أكبر من الواحد بكثير	نفوذيتها اقل من الواحد بقليل	نفوذيتها اقل من الواحد بكثير
5	التأثر بدرجة الحرارة	تتاثر بدرجة الحرارة بشكل كبير	تتأثر بدرجة الحرارة بشكل اقل	لا تتاثر بدرجة الحرارة
6	امثلة	الحديد، النيكل، الكوبالت	المنيوم، البلاتين، الرصاص	الذهب، الفضة، النحاس

<u>درجة حرارة كوري</u>:- هي الدرجة التي تفقد فيها المادة خصائصها المغناطيسية.

التخلف المغناطيسي(الهسترة):- هي ظاهرة بقاء المغناطيسية في المادة بعد زوال القوة الممغنطة وتكون على شكل حلقة تسمى (بحلقة الهسترة) وتدل حلقة الهسترة على ما يلي:

1- عرض ومساحة الهسترة تحددان مقدار المغناطيسية المتبقية في المادة.

2- مساحة حلقة الهسترة تحدد مقدار الطاقة التي تتبدد عند مرور المادة الفيرو مغناطيسية في دورة هسترة كاملة وتتحول باكملها إلى حرارة.



شكل يوضح حلقة الهسترة

العوامل المؤثرة على المغناطيسية:- توجد هناك عدة عوامل تؤثر على مغناطيسية المادة وهي:

1- **درجة الحرارة:-** تسبب زيادة درجة الحرارة في

إزالة المغناطيسية تدريجيا من المادة والسبب في ذلك يعود إلى صعوبة توجية العزوم المغناطيسية للذرات باتجاة المجال المغناطيسي وتصبح محصلة العزوم المغناطيسية تساوي صفرا نتيجة الحركة العشوائية للالكترونات إما عند تبريد المادة فانها تعود إلى وضعها الاصلي

2- **الاتجاهات المغناطيسية**:- تكون لجميع البلورات التي ذات الطبيعة المغناطيسية اتجاهات يسهل فيها عملية الحث المغناطيسي تحت تاثير المجال المغناطيسي نسبة إلى الاتجاهات الاخرى.

3- **العيوب البلورية**:- إن المواد التي لا توجد فيها عيوب بلورية فيمكن توحيد العزوم المغناطيسية لذراتها بسهولة ، لذا فهي ذات مغناطيسية مؤقتة وتسمى بالمواد المغناطيسية اللينة.

اما المواد ذات العيوب البلورية فلا يمكن توحيد عزومها المغناطيسية وبذلك تصعب إزالة المغناطيسية في مثل هذه المواد ، وتكون المغناطيسية فيها دائمية وتسمى بالمواد المغناطيسية الصلبة.

(الخواص الكيمياوية للمواد)

التآكل:- Corrosion

هو تفاعل ذلك المعدن مع الوسط المحيط بة مما ينتج عنة تلف المعدن او نقص في خواصه وتغير مظهرة.

العوامل التي تؤثر على تآكل المعدن:- هناك عاملان رئيسيان يساهمان في تآكل المعدن وسبائكة هما:

اولآ:- وتشمل المؤثرات التي لها علاقة بطبيعة المعدن بما يلي:

1- البناء المجهري للمعادن او السبيكة والشوائب الموجودة فيها.

2- موقع المعدن في السلسلة الكهروكيميائية.

3- ربط المعدن مع معدن آخر ذو طبيعة مختلفة.

4-الاجهادات الداخلية المتبقية في المعدن.

ثانيا:- المحيط الموجود فية المعدن:- إما المؤثرات التي لها علاقة بالمحيط الموجود فية المعدن هي:

1- الرطوبة.

2- وجود الشوائب في الجو.

3- معدل توزيع الاوكسجين.

4-الحامضية والقاعدية للسوائل.

5- الاجهادات الخارجية.

انواع التآكل:- هناك نوعان رئيسيان من التآكل هما:

1- **التآكل الكيميائي**:- يحدث هذا النوع من التآكل نتيجة للتفاعل المباشر للمعدن مع الغازات الجافة مثل (O_2، N_2 ، CO_2، CL ، SO_2) ويحدث التفاعل عادة في درجات الحرارة العالية ، وناتج التفاعل له تاثير كبير على استمرار او توقف التآكل ، فمثلا طبيعة الاوكسيد المتكونة على سطح الالمنيوم النقي تكوّن غشاءا صلدا وغير مسامي يمنع استمرار تغلغل الاوكسجين وبذلك يحمي سطح المعدن من الاستمرار في التآكل، في حين طبقة الاوكسيد على سطح الحديد تكون مسامية وغير متماسكة مما يسمح بتغلغل الاوكسجين خلال طبقة الاوكسيد وبذلك يستمر تآكل الحديد بينما يتوقف تآكل الالمنيوم.

الاكسدة:- يقصد بها عمليات التاكسد التي تتم عند درجات الحرارة الاعتيادية وان مواصفات طبقة الاوكسيد المتكونة لها دور كبير في تحديد مدى استمرار او توقف التآكل.

2- **التآكل الكهروكيميائي** :- يشمل هذا النوع من التآكل نوعان هما :

أ- **التآكل الكهروكيميائي(الالكتروليتي)**:- ويشمل كافة انواع التآكل الذي يحدث في محيط رطب ناقل للكهرباء سواء كان سائل او بخاره ، إن النظرية الكهروكيميائية تنص على ((كافة المعادن تذوب او تتآكل عندما تنطلق منها ايونات ذات شحنة موجبة إلى المحلول)) .إن هذا الانتقال لايونات المعدن يجعله ذو شحنة سالبة هذه الشحنة السالبة تسمى (جهد القطب) للمعدن ، وان قيمة هذا الجهد يحدد مقدار تآكل المعدن . وعلى اساس جهد القطب القياسي يتم ترتيب المعادن بشكل سلسلة سميت بـ(السلسلة الكهروكيميائية) اعتمادا على جهد القطب القياسي للهيدروجين الذي اعتبر صفرا . وهي كما يلي:

المعدن	جهد القطب القياسي
ذهب	+1.71
فضة	+0.8
نحاس	+0.5
هيدروجين	0.00
رصاص	-0.13
قصدير	-0.14
نيكل	-25.0
كادميوم	-0.4
حديد	-0.44
كروم	-0.56
زنك	-0.76
المنيوم	-1.7
مغنسيوم	-2.4
صوديوم	-3.71

فالمعادن التي تقع فوق الهيدروجين والتي تمتلك جهد قياسي موجب تكون صعبة التآكل على عكس المعادن التي تقع اسفل الهيدروجين والتي يزداد ميلها للتآكل بزيادة جهدها الكهربائي.

اما إذا اتصل معدنان يختلفان في جهد القطب في وسط رطب فسوف تنشا بينهما خلية كهروكيميائية تمثل كل منها نصف الخلية ويسمى بقطب الخلية ومقدار جهد الخلية هو الفرق بين قيمة جهدي القطبين ، فالمعدن ذو جهد القطب الواطئ سوف يكون القطب المتآكل (الانود او المصعد) إما المعدن ذو جهد القطب العالي سوف يطلق عليه (الكاثود او المهبط) وهو القطب الذي لا يتآكل .

ب- التآكل الكهروكيميائي (الجهدي) :- إن بعض العمليات الميكانيكية مثل(الطرق، الدرفلة ،اللحام ، المعاملات الحرارية) تؤدي إلى ترك اجهادات داخلية على حدود الحبيبات وبذلك تؤدي إلى جعل تلك المناطق ذات جهد اقل بالنسبة للحبيبات الغير متعرضة إلى إجهاد مما يؤدي إلى تآكل حدود حبيبات المعدن .

طرق الوقاية من التآكل:- توجد عدة طرق للوقاية من التآكل اهمها:

1- **اختيار المواد**:- الفلزات هي المواد المعرضة للتآكل لذا يمكن استبدالها بمواد اخرى كاللدائن او السيراميك او استخدام سبائك مقاومة للتآكل.

2- **تعديل الظروف**:- يمكن تقليل التآكل بتغيير الظروف المحيطة بالمعدن والتي تؤدي إلى سرعة التآكل كتنقية المياه من الاملاح والاطيان.

3- **التصميم**:- اثناء تصميم الانابيب يوضع لها سمك إضافي عادة والذي يسمى بالسمك الضائع بسبب التآكل . كما تصمم الاوعية باشكال اسطوانية او كروية لا تسمح ببقاء مخلفات المواد فيها .

4- **التغطيات**:- يتم تغطية المعدن بمادة اخرى لعزله عن المحيط المسبب للتآكل . توجد عدة انواع من التغطيات:

أ- **التغطية العضوية**:

- يتم طلاء المعدن بالبويات وهي مواد عضوية قابلة للجفاف على سطح المعدن .

- التغطية الفلزية: ويتم طلاء المعدن بمعدن آخر ذو ميل اقل للتآكل .

- تغطية المعدن بالشحوم اثناء الخزن والشحن.

ب- **التغطية غير العضوية**:

ويتم تغطية المعدن بواد سيراميكية كالمينا لعزلها عن الوسط كما في احواض الحمامات وبعض اوعية خزن المواد الكيميائية.

الحماية الكاثودية(المهبطية) :- في هذا الاسلوب يتم ربط المعدن المراد حمايته مع معدن ذو جهد قطب اعلى داخل وسط ناقل للايونات فيكون المعدن المراد حمايته كاثودا (محميا) بسبب تضحية المعدن الآخر لكونه انودا.

الحماية الانودية:- في هذا الاسلوب يتم ربط المعدن المراد حمايته مع معدن ذو جهد قطب اقل داخل وسط ناقل للايونات مع إضافة بعض المركبات . فعند بداية تآكل المعدن المراد حمايته كونه انودا تتفاعل معه المركبات المضافة إلى الوسط الناقل لتكوين طبقة صلدة وغير مسامية على سطحه تمنع استمرار التآكل . تعتبر الحماية الانودية اصعب بكثير من الحماية الكاثودية .

((المعادن))

مبادئ اساسية عن المعادن:

يتم تعريف المعدن بانه كل مادة متجانسة تكونت بفعل عوامل طبيعية غير عضوية ولة تركيب كيميائي محدد ونظام بلوري مميز ، ومن الخواص العامة للمعادن هي :-

1. اكثر المعادن تكون عاكسة ذات بريق معدني ابيض ما عدى الذهب والنحاس .
2. المعادن غير شفافة ، ولا تسمح بنفوذ الضوء كما انها صعبة الاختراق من قبل الاشعة السينية(x –ray).
3. جميع المعادن ما عدى الزئبق صلبة في درجات الحرارة الاعتيادية .
4. المعادن موصلة للكهربائية والحرارة وتقل درجة التوصيل بزيادة درجة الحرارة.
5. لها قابلية التمدد.
6. المعادن واوكسيداتها تذوب في الحوامض مولدة املاح من المحاليل المائية لهذه الاملاح ، وتتولد من المعادن ايونات تتجمع على القطب السالب ولهذا تسمى بالكاثودات ، ولكن الالمنيوم يذوب في الحوامض و القواعد ع السواء.

((المعادن الحديدية))

حديد الزهر و الصلب :

تزداد اهمية المعادن الاحديدية يوما بعد يوم مع تقدم الهندسة التكنولوجية في السنوات الاخيرة بالرغم من زيادة استخدام الفلزات الخفيفة والبلاستك.

المعادن الحديدية هي في الحقيقة عبارة عن سبائك من الحديد مع الكربون وعناصر اخرى مثل السليكون و الفسفور و المنغنيز و الكبريت، والسبائك الحديدية تصنف إلى صلب و حديد زهر حسب نسبة الكربون

ومن حديد الزهر او بواسطة إعادة صهر الخردة(السكراب) وتقليل نسبة الكربون فيها فالسبائك التي تحتوي على كربون بنسبة لا تزيد على 2٪ تعد صلبا اما السبائك التي تحوي على نسبة اكثر من ذلك فيتم اعتبارها حديد زهر(2-6.7٪).

يتم الحصول على الصلب بواسطة طريقة تدعى التحويل ومن حديد الزهر او بواسطة إعادة صهر الخردة (السكراب) وتقليل نسبة الكربون فيه وإزالة الشوائب منة.

كما ذكرنا تدعى السبيكة بحديد الزهر عندما تكون مسبة الكربون في الحديد لا تزيد عن (2-6.7٪) ولاكت عمليا تتراوح هذه النسبة بين (2.5-4.5٪) ويستخلص من حديد الزهر في الافران العالية من خامات الحديد الموجودة في الطبيعة وتدعى عند صبة بتماسح الحديد(Ingot) والمرحلة الاساسية في الحصول على الزهر تعتمد على معرفة واختيار الخامات ثم تهيئته وبعد ذلك تحديد الوقود لعملية الاستخلاص.

الحديد: Iron

ان الرمز الكيماوي للحديد هو(Fe) وماخوذ من كلمة (Ferumm)اللاتينية. يعتبر الحديد من المواد المهمة في الصناعة للاسباب التالية:

1-وفرة خاماته.	**2-قابليته على التشكيل ولتمغنط .**	**3- قابليته على التشغيل بالكمائن.**
4-تتغيرخواصه بواسطة المعاملات الحرارية.	**5-تحسين خواصه بواسطة تكوين سبائك منة.**	

خامات الحديد:- إن اهم خامات الحديد هي:-

1- الماجنيتايت : (Magnetite):

وهو اوكسيد الحديد المغناطيسي ويرمز لة (Fe_2O_4) وتتراوح نسبة الحديد في هذا الخام(50-70) ٪ وذو لون رمادي داكن الى اسود.

2 – الهيماتايت: (Hematite)

وهو اكسيد الحديد الغير مائي ويرمز له (Fe_2O_3) وتتراوح نسبة الحديد في هذا الخام (30-60)٪

وذو لون احمر داكن.

3- الليمونايت (Limonite) :

وهو اكسيد الحديد المائي ويرمز له ($2Fe_2O_33H_2O$)) وتتراوح نسبة الحديد في هذا الخام (20-55)٪ ولونه بني ذو صبغات مختلفة.

4- السايديرايت (Siderite) :

وهو كربونات الحديد ويرمز له (Fe_2Co_3) وتتراوح نسبة الحديد في هذا الخام (40-20)٪ وذو لون رمادي.

تحضير وتركيز خامات الحديد :-

بعد استخراج خامات الحديد من باطن الارض وقبل إرسالها إلى الافران العالية لاستخلاص حديد الزهر تجرى لها العمليات الاولية التالية:-

1- التكسير:- يتم تكسير الاحجارالى قطع بواسطة كسارات مخروطية او وجهيه .

2- الفرز(الفصل) :- يتم فصل الاحجار الكبيرة عن الاحجار الصغيرة بواسطة هزازات او غرابيل خاصة.

3- التحميص:- يتم تحميص الخامات لغرض جعلها مسامية سهلة الاختزال وخالية من الشوائب الضارة.

4- الغسل:- يغسل الخام بالماء إذا كان يحتوي على نسبة كبيرة من الطين والرمل والشوائب وذلك بتسليط تيار قوي من الماء.

5- التركيز الكهرومغناطيسي:- يركز الخام إذا كان ذو خواص مغناطيسية في اجهزة خاصة تقوم فيها المغناطيسيات الكهربائية بالتقاط اجزاء الخام وتلقى المادة الغير مغناطيسية بعيدا.

6- التلبيد:- يتم تلبيد الاحجار الصغيرة وغبار الخام والغبار المتطاير الراجع من قمة الفرن العالي في اجهزة التلبيد لغرض تسويتها وجعلها احجار كبيرة.

الوقود:- (Fuels)

الوقود المستعمل في الافران العالية هو :

1- **فحم** الكوك: ينتج بواسطة علية التقطير التلافي للفحم الحجري في افران خاصة في درجات حرارية (1000-1100 C°) ولونه رمادي فضي فاتح لا يلوث الايدي.

2- **الفحم الخشبي**: يتم إنتاجه من تقطير الخشب في افران خاصة ولونه اسود لامع.

3- **الفلكس:** مواد معدنية توضع في الفرن العالي فتتحد مع المواد العاطلة وشوائب الخامات والرماد مكونة مواد سهلة الانصهار تسمى (بالخبث) ، ويتم استعمال الحجر الجيري بمثابة الفلكس عند وجود الشوائب الرملية والطينية.

مواصفات الوقود:- يتميز الوقود المستعمل في الافران العالية بالمواصفات التالية:

1- ان يكون ذو حجم محدد.

2- متانة كافية

3- مقاومة جيدة للانسحاق.

4- لا يتشقق في درجات الحرارة العالية.

5- يحتوي على اقل كمية من الشوائب الضارة

7- ذا قدرة عالية على توليد الحرارة.

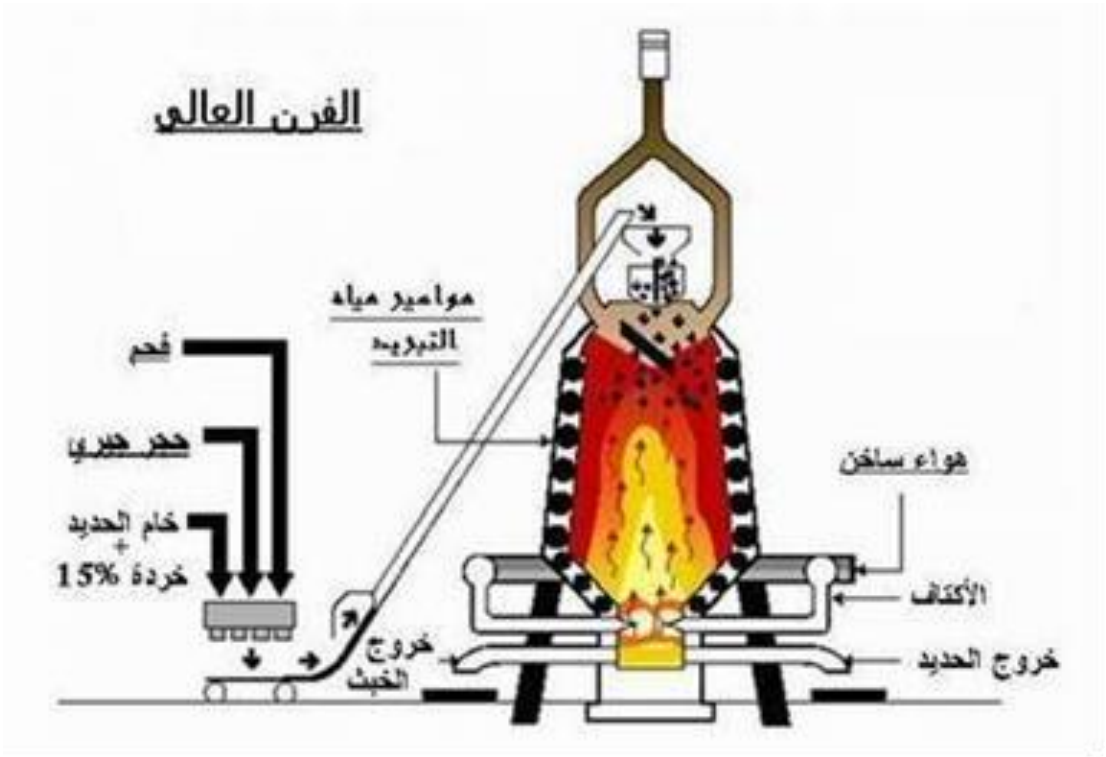
8- يخلف اقل كمية من الرماد.

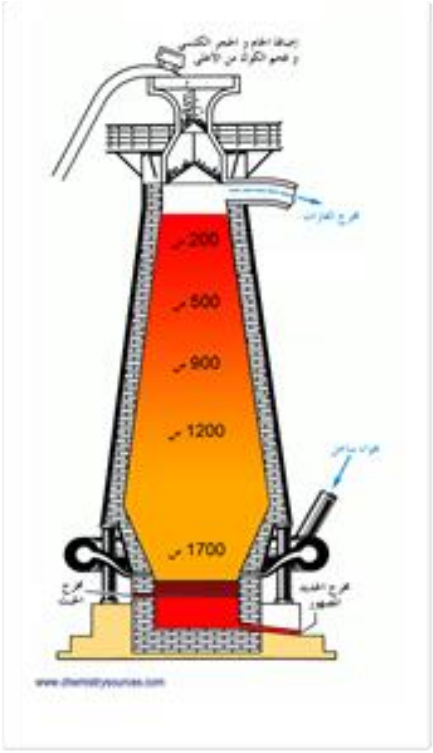
الفرن العالي: (Blast Furnace)

هو فرن راسي يعمل بصورة متواصلة ولعدة اعوام ، يبلغ ارتفاعه (80 م) وتصل انتاجيتة الى(2000)طن خلال (24) ساعة من حديد الزهر والنواتج الاخرى، يتم بناء الفرن العالي من طابوق (الشاموت) المقاوم للحرارة ويقوى من الخارج بغلاف حديدي.

الاجزاء الرئيسية للفرن العالي:-

4- قمة الفرن 2- ماسورة خروج الغازات 3- القصبة 4- منطقة الصهر 5- الاكتاف 6- الكور 7- القعر 8- قنات الصب.





عملية استخلاص حديد الزهر بالفرن العالي:

يوجد في الفرن العالي تياران متواصلان عند العمل وهما متضادا في الاتجاه هما:-

1- التيار الاول من الاعلى إلى الاسفل ويشمل (خام الحديد +فحم الكوك + الفلكس).

2- التيار الثاني هو من الاسفل إلى الاعلى ويشمل(الهواء الساخن +نواتج احتراق فحم الكوك).

يتم تسخين فحم الكوك اثناء نزوله إلى الفرن وعند تلامسه مع الغازات الساخنة الصاعدة ويتم احتراقه حسب التفاعل التالي:-

$$C+O_2 \rightarrow CO_2 + \text{طاقة}$$

هذا الاحتراق بسبب ارتفاع درجة الحرارة من C° (1600-1750) كما يتفاعل (CO_2) المتكون مع الطبقات الجديدة من فحم الكوك المتوهج فيتم اختزاله إلى (CO) حسب التفاعل التالي:-

$$CO_2+C \rightarrow 2CO + \text{طاقة}$$

وبصعود الخليط الغازي المتكون من (OC) وحامض الكربونيك وأزوت الهواء إلى الاعلى ويتلامس مع المواد (400-900) وخاصة في الجزء الاوسط من القصبة فيتفاعل (OC) مع خام C^{o}الساخنة فترتفع درجة الحرارة من الحديد فيختزله تدريجيا وحسب التفاعلات التالية:-

$$3Fe_2O_3 + CO \rightarrow 2Fe_3O_4 + CO_2$$

$$Fe_3O_4 + CO \rightarrow 3FeO + CO_2$$

$$FeO + CO \rightarrow Fe + CO_2$$

من العوامل المختزلة لخام الحديد هو الكربون (C) والذي يتولد بسبب تفكك (CO) وحسب المعادلة التالية:-

$$2CO \rightarrow C + CO_2$$

وبواسطة (C) يتم اختزال خام الحديد وحسب التفاعل التالي:-

$$FeO + C \rightarrow Fe + CO$$

وفي منطقة الاكتاف وعند درجة C^o (1100-1200) يتم اختزال المنغنيز والسليكون والفسفور ويتم تشبع الحديد بالكربون وكما يلي:-

$$Fe + 2\,CO \rightarrow Fe3C + CO_2$$

المنطقة وفي قرب مدخل الهواء الساخن تكون فيها اعلي درجة حرارة وهي(C^o 2000) حيث يحترق فحم الكوك لهذا فان الحديد والخبث ينصهران في هذه الدرجة الحرارية ويطفو الخبث فوق مصهور الحديد لان Iكثافته اقل من كثافة الحديد ويخرج الخبث من الفتحة الخاصة لخروج الحديد ويسمى الحديد المستخرج من هذا الفرن (بحديد الزهر).

نواتج الفرن العالي:- للفرن العالي نواتج هي :-

1-**حديد الزهر**:-

هو سبيكة تحتوي على كاربون بنسبة تتراوح بين (2.5-5) ونسب قليلة من الفسفور والسليكون والمنغنيز والكبريت، ويوجد نوعان من حديد الزهر هما:-

A – حديد الزهر الرمادي.

B – حديد الزهر الابيض: ويسمى ايضا بحديد (زهر التحويل)، وهو الزهر الذى يحول الى حديد الصلب.

2-**الخبث**:-

يتكون من تفاعل الحجر الجيري مع المواد العاطلة الموجودة في خامات الحديد، . ويستخدم في صناعة الاسمنت ورصف الشوارع وكما يستخدم صوف الخبث عازلا حراريا .

3- **غازات الفرن العالي**:-

يستخدم بعد تخليصة من الغبار كوقود للاغراض الصناعية ويتركب من العناصر التالية (CO_2، CO ، CH_4، H_2 ، N_2 ،) وتعد غازات الفرن العالي من الغازات الفقيرة في القيمة الحرارية.

المحولات:-

وهي الاجهزة والافران التي يتم فيها تحويل حديد الزهر الابيض (زهر التحويل) الناتج من الفرن العالي الى الصلب وذلك بتقليل نسبة الكاربون وازالة الشوائب من حديد الزهر الابيض.

انتاج الصلب

يتم تعريف الصلب بانه حديد سهل التشكيل والمادة الاساسية في انتاجه هي حديد زهر التحويل وكذلك حديد الخردة وتوجد عدة طرق لانتاج الصلب .

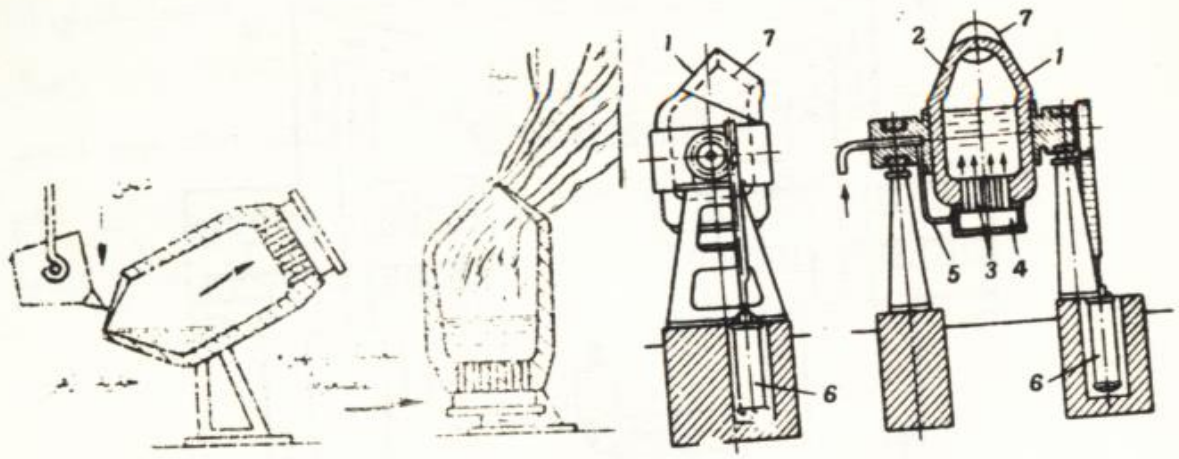
١ . انتاج الصلب بطريقة توماس
٢ . انتاج الصلب بطريقة مارتن
٣ . انتاج الصلب في الافران الكهربائية

أ . انتاج الصلب بطريقة توماس Thomos and Gilchrist

العملية الاساسية في هذه الطريقة هي ازالة الكربون من حديد الزهر ويتم ذلك في محول قابل للقلب ارتفاعه ٥ – ٨ مترا ومصنوع من الواح صلب سميكه ومبطن بدلوميت • قاعدي محروق ، يشحن المحول بحديد زهر يحتوي على الفسفور والصاهر (جير محروق) ولا يسخن محول توماس ولكن تتولد الحراراة عن طريق حرق الكربون والشوائب الاخرى الموجودة في الحديد مثل السليكون ، الفسفور ، والمنجنيز وللتخلص من هذه الشوائب يتم اضافة الحجر الجيري الى المحول وبذلك يتكون الخبث .

يعتمد محول توماس في هذه العملية على غرفة موجودة في اسفله يمر خلالها الهواء بواسطة نافخ قوي وبعد ادارة المحول في الوضع العمودي يتم نفخ الهواء الى المحول في الحديد المنصهر وتحت ضغط ٢,٥ atm. وهذا الهواء المضغوط المندفع الى المحول مع الغازات الاخرى الناتجة من الاحتراق يدفع او يؤدي الى خروج رذاذ من الحديد المتوهج الى المدخنة (انظر الى الشكل 2-8) وتعالج الصبات وهي لازالت ساخنة لدرجة الاحمرار بالتشكيل والكبس او الدرفلة . يعتبر الصلب المحصل عليه بهذه الطريقة من انواع الصلب ذات الجودة العادية ويستعمل لانتاج صفائح الصلب والمواسير الملحومة والكمرات

• الدلوميت . عبارة عن كربونات الكالسيوم والمغنيسيوم $CaMg(CO_3)_2$ ويحتوي على كربونات الكالسيوم و كربونات المغنيسيوم بنسبة 1:1 يستخدم حجرا للزينة والبناء وتحضير البطانات الحرارية في المحولات المستخدمة في تحضير الصلب .



اهم اجزاء المحول :

١- الوعاء الكمثري الشكل وهو الجزء الرئيسي للفرن والمبرشم من صفائح الصلب

٢- التجويف الداخلي المحول والمبطن بالدولاميت

٣- القاع القابل للتغيير الذي له نحو ٣٠٠ فتحة.

٤- الصندوق الذي يغلق الفتحات

٥- المحور المجوف

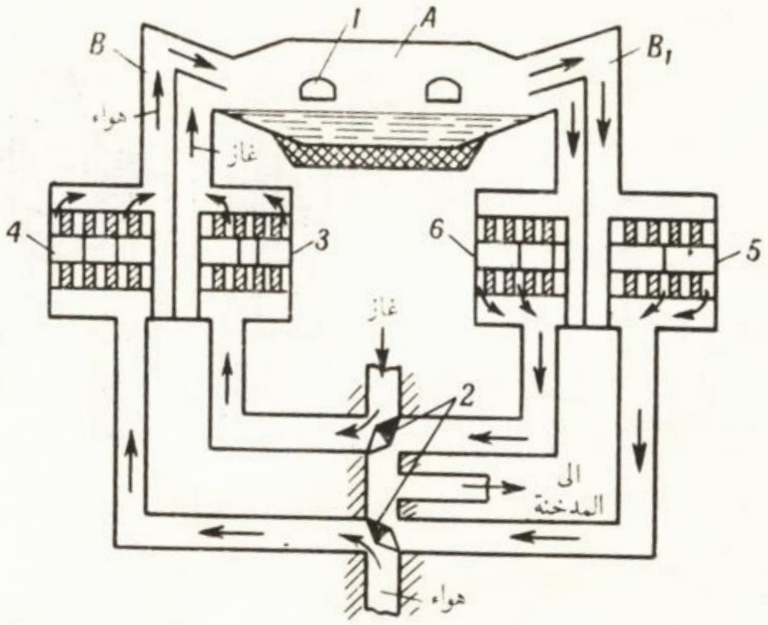
٦- الكوع

٧- العنق

ب- انتاج الصلب بطريقة سيمنز مارتن Siemens-Martin

في هذه الطريقة يتم استخدام مجمرات مسطحة وتتميز هذه الافران عن كونها تسمح باعادة صهر اجزاء المكائن التي اصبحت غير صالحة للعمل اضافة الى حديد الزهر. تسخن هذه الافران من الاعلى بالغاز او غازات افران الكوك او غازات الافران العالية وجدران افران مارتن مبطنة بالطوب الحراري وتستخدم للحصول على انواع جيدة من الصلب تحتوي على كروم ونيكل ومنجنيز.

توجد فتحة السدادة في الفرن من نقطة منخفضة جدا من المجمرة اما فتحة التسخين فتوجد من الناحية المقابلة ولها ابواب خاصة (انظر الى الشكل رقم 3-8)



رسم تخطيطي فرن مارتن

اجزاء فرن مارتن

1- شبابيك الشحن 2- صمامين 3-4-5-6- مسترجعات الحرارة

ج- انتاج الصلب في الافران الكهربائية

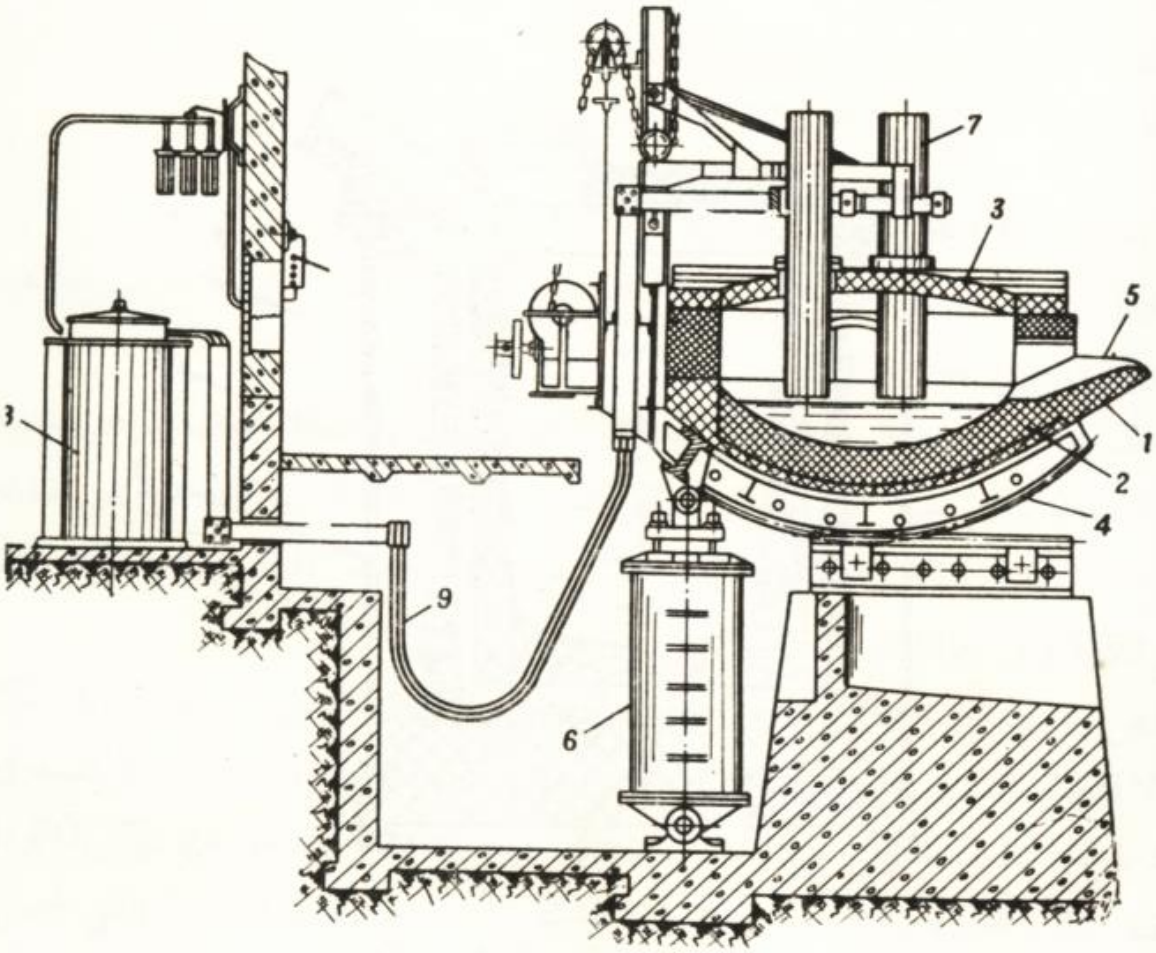
لعملية انتاج الصلب في الافران الكهربائية مزايا وايجابيات متعددة اذا قورنت بالطرق الاخرى لصهر الصلب ومنها :

اولا. امكانية التوصل الى درجة حرارة عالية في مكان الصهر مما يصبح في الاستطاعة الحصول على خبث به كثير من الجير.

ثانيا. يتم التخلص التام تقريبا من الفسفور ومن الكبريت من الحديد.

ثالثا. يقل احتراق المعدن والشوائب نتيجة عدم وجود لهب مؤكسد واهم الافران الكهربائية هي افران القوس الكهربائي (انظر الى الشكل رقم 4-8) ويتم صب الحديد الزهر وحديد الخردة في هذا الفرن وفي المجمرة المبطنة بالدولوميت يتحول المعدن الى الحالة السائلة بفضل الاقواس الكهربائية التي تستخدم تيارا مترددا يمر من قطب كربوني واحد من خلال الفلز المنصهر الى القطب الثاني

وتتكون طبقة الخبث فوق الصلب السائل بعد الاستفادة من الحجر الجيري اما افران الحث الكهربائي تعمل بتيار تردده يتراوح 500-2000 ذبذبة وتعمل بسرعة كبيرة بحيث لايجد المعدن فرصة للتأكسد الشديد وعند نهاية الصهر تضاف كمية صغيرة من الاضافات والمواد المختزلة. الافران المذكورة تنتج مسبوكات من الصلب المقاوم للحرارة والصلب غير قابل للصدأ والصلب المقاوم للانصهار والصلب العالي الجودة المستخدم في بناء المكائن الهامة.



اجزاء فرن القوس الكهربائي

١. الغلاف المصنوع من صفائح سميكة من الصلب.

٢. البطانة المصنوعة من مادة الديناس* من الافران الحامضية ومن مادة الماجنزيت** في الافران القاعدية.

الشوائب في الصلب

فضلا عن احتواء الصلب على الكربون فان ظروف انتاجه تحتم وجود عناصر اخرى على شكل شوائب مثل السليكون والمنجنيز والفسفور والكبريت والاوكسجين والنتروجين وتاثيرات هذه العناصر على الصلب هي كما يلي :

أ. المنجنيز Mn

يعد هذا العنصر مفيدا في حالة وجوده في الصلب بنسب تتراوح بين 1% ÷ 0.25 فهو يرفع من الخواص الميكانيكية للصلب ويساعد على ابطاء الاثر السيء للكبريت .

ب. السليكون Si

ينبغي ان لاتزيد نسبة هذا العنصر على 0.37% وعند وجوده بهذه النسبة يكون له تاثير مباشر وطفيف على الخواص الميكانيكية وينبغي ان لاتتعدى نسبة السليكون 0.2% من الصلب الكربوني العالي وذلك لانه يساعد على تفكك السمنتايت الى فرايت وكرافيت .

جـ. الكبريت S

من الشوائب الضارة في الصلب لانه في مناطق وجوده في الصلب يكون كبريتيد الحديد FeS وهذه مادة سهلة الانصهار اذ ينصهر عند درجة $985C^{o}$ ويؤدي الى انكسار الصلب عند تسخينه تمهيدا لتشغيله بالحرارة او الدرفلة .

د. الفسفور P

يعد ايضا من العناصر الضارة اذ يكون محلولا صلبا $Fe_3(P)$ يخفض من لدونة الصلب ومته للصدمات بدرجة كبيرة .

هـ. الاوكسجين O

يكون في الصلب اكاسيد يسبب تشققات وانكسارات في الصلب وفي الدرجات الحرارية المرتفعة وتقلل من قابلية الصلب التشغيل بالالات القاطعة .

د- الاوستنايت Austenite

محلول جامد بيني او تغلغلي من الكربون داخل الشبكة البلورية المركزية الوجه لحديد γ والذي يحتوي على 2% كحد اقصى. الخواص الميكانيكية للاوستنايت هي كالاتي الصلادة 600HB المقاومة القصوى $700MN/m^2$ اما الجزء الخاص بحديد الزهر في مخطط التوازن الحراري فنشاهد السمنتايت الاولى والسمنتايت الثانوي والبيرلايت والليدبوريت فالاخير عبارة عن خليط يوتكتويدى من السمنتايت الاولى والأوستنايت ونسبة الكربون فيه تصل الى 4.3% واما صلادته فتبلغ 450 HB وكما ويلاحظ تولد حبيبات المارتنسايت Martensite في حالة تقسية الصلب وهو تركيب صلد جدا من بنيه الصلب.

٨- ١١ انواع الصلب

يصنف حسب بنيتها ونسبة العناصر الاخرى فيها وكذلك استخداماتها الى مايلي

أ. الصلب الكربوني

ب. صلب الانشاءات السبائكي

ج. صلب السبائكي الخاص

أ- الصلب الكربوني

عبارة عن سبيكة من حديد نقي وكربون بحد اقصى 1.7% دون دخول اية عناصر اخرى الا في حدود ضيقة جدا وكما يلي:

السليكون 0.5% المنغنيز 0.8% وينبغي ان لاتتعدى نسبة الكبريت والفسفور والنتروجين عن حدود 0.1% في مجموعها وينظر لكل هذه العناصر الداخلة في الصلب على انها شوائب

يصنف الصلب الكربوني حسب نسبة الكربون وعلى ضوء ذلك يتم تحديد استعمالاته فمثلا اذا تتراوح نسبة الكربون 0.7% ÷ 0.15 فيستخدم في صناعة المسامير والبراشيم والانابيب المشكلة بالسحب واذا كانت نسبة الكربون تبلغ 0.3% ÷ 0.15 يتم استعماله في صناعة قضبان الزاويا واذا كانت نسبة الكربون تصل بين 0.6 ÷ 0.3% فيستخدم في صناعة قضبان السكك الحديدية.

ب. صلب الانشاءات السبائكي

اذا كان الصلب يحتوي على نسبة عالية من السيليكون او المنجنيز او الكروم او النيكل فضلا عن الشوائب المستديمة سمي بالصلب السبائكي.

ازدادت الحاجة الى الصلب السبائكي بتطور صناعات الطائرات والجرارات والسيارات والصناعات الميكانيكية الحديثة حيث ان خواص الصلب الكربوني لاتكفي لاحتياجات الصناعات الميكانيكية الحديثة وهناك انواع متعددة ومن اهمها.

اولا- الصلب المنجنيزى

يمتاز هذا النوع من الصلب بامتلاكه قشرة عالية الصلادة وقلب متين ومقاوم للصدمات يستخدم في صناعة التروس واعمدة الدوران والاذرع الدوارة وحفارات الصخور وهذا النوع من الصلب يصنف الى الصلب المنغنيز البيرلايتي- المنغنيز المارتنساويتي والمنغنيز الاوستنايتى.

ثانيا- الصلب الكرومي

يمتاز بانه ذا بنية متينة ملائمة لصناعة الاجزاء التي تتعرض للاجهادات الديناميكية ويستخدم في صناعة التروس والقضبان الرابطة والنوابض وسائط النقل والصمامات... الخ

ومن انواع هذا الصلب هي الصلب الكروم البيرلايتي والصلب الكروم المارتنسايتي والصلب الكروم الفرايتي

ج – الصلب السبائكي الخاص

يمتاز هذا النوع من الصلب بانه ذو اهمية كبيرة لانها تلبي المتطلبات الهندسية المختلفة ومن اهم هذا النوع من الصلب هي :

اولا – الصلب المقاوم للصدأ

يحتوي على 13% كروم مما يجعله ان يمتلك مقاومة جيدة للتاكل الجوي لتكون غشاءا متينا على سطح المعدن. لايسمح باختراق الاكاسيد ولهذا يستخدم لصناعة بعض اجزاء الثلاجات وادوات القطع المنزلية ويزيد وجود النيكل من متانة هذا النوع من الصلب.

ثانيا – الصلب المقاوم للحرارة

عبارة عن صلب يحتوي على نسبة عالية من الكروم ويتحمل الاجواء الحرارية ويقاوم الوسط الفعال الضار المتولدة في بعض الحالات كحالة الصدأ الغازي او الصدأ الكهروكيميائي يستعمل هذا الصلب في صناعة انابيب محطات توليد القدرة الكهربائية ومحركات الطائرات واجزاء الافران واجهزة صناعة الزجاج وصمامات السيارات.

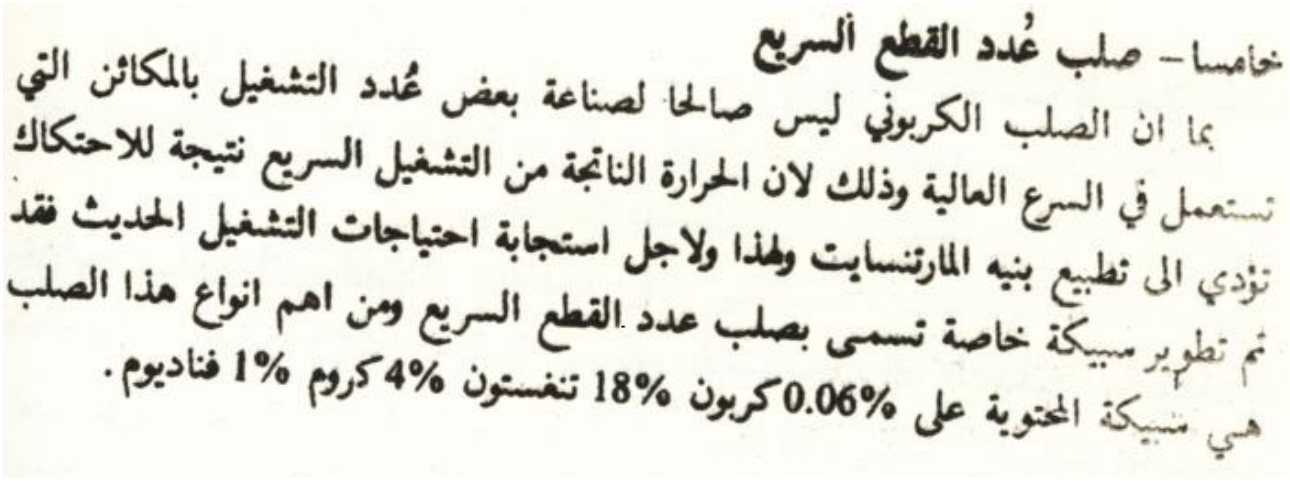
ثالثا – الصلب المغناطيسي

يمكن تقسيم الصلب المغناطيسي الى نوعين

١. الصلب المغناطيسي الدائمي الذي يحتفظ بالمغناطيسية بصورة دائمة ويستعمل في صناعة المغانط الدائمة.
٢. الصلب المغناطيسي اللين الذي لم يحتفظ بالمغناطيسية ويستعمل في صناعة قلب المحول والمحركات واعضاء الانتاج في المولد الكهربائي وبعض الاجزاء الكهربائية الاخرى.

رابعا – الصلب المقاوم للتاكل

هذا النوع من الصلب يحتوي على 14% – 11 منجنيز و 1.3 – 1% كربون وتتولد فيه بنية عالية المتانة والمقاومة للتاكل وذلك بعد التصليد في درجة $1100\ C^{o} \div 1000$ والتبريد في الماء ولذا يستعمل في صناعة قطع كسارات الاحجار والحفارات وصلبيات السكك الحديدية.


خامسا – صلب عُدد القطع السريع
بما ان الصلب الكربوني ليس صالحا لصناعة بعض عُدد التشغيل بالمكائن التي تستعمل في السرع العالية وذلك لان الحرارة الناتجة من التشغيل السريع نتيجة للاحتكاك تؤدي الى تطبيع بنيه المارتنسايت ولهذا ولاجل استجابة احتياجات التشغيل الحديث فقد تم تطوير سبيكة خاصة تسمى بصلب عدد القطع السريع ومن اهم انواع هذا الصلب هي سبيكة المحتوية على 0.06% كربون 18% تنغستون 4% كروم 1% فناديوم.

حديد الزهر:- Cast Iron

سبيكة من الحديد نسبة الكاربون فيها تتراوح بين (2.3-5)٪ وحوالي(2-4)٪ سليكون و (0.3-1)٪ فسفور ومقادير قليلة من المنغنيز و الكبريت.

يستخلص حديد الزهر في الافران العالية من الحديد الموجود في الطبيعة.

خواصه:-

1- رخيص الثمن.

2- درجة انصهاره واطئة مقارنة بدرجة انصهار الصلب حيث تتراوح بين(1200- 1150) C^{o} .

3- سيولته عند صهره (له القابلية على ملا قالب السباكة جيدا) ولهذا يستعمل على نطاق واسع في عمل المبوبات ذات الاشكال المعقدة.

4- سهولة تشكيلة وتشغيله على الماكينات.

5- يحتوي على نفس العناصر الموجودة في الصلب ولكن بنسب اعلى.

طبيعة الكاربون الموجود في حديد الزهر:-

يوجد الكاربون في حديد الزهر بشكلين هما:

1- الكاربون المتحد(السمنتايت) Fe_3C

2- الكاربون المنفصل(الحر) ويسمى الكرافيت ويتكون من تحلل السمنتايت إلى حديد و جرافيت.

$$Fe_3C \rightarrow Fe + C$$

ملاحظة:-

1- إذا كان الكاربون المتواجد في حديد الزهر بشكل سمنتايت فان حديد الزهر يكون هشا ويدعى (بحديد الزهر الابيض).

2- إذا كان الكاربون المتواجد في حديد الزهر بشكل منفصل فان حديد الزهر يكون لينا نسبيا ويدعى(بحديد الزهر الرمادي).

3- إذا كان الكاربون المتواجد في حديد الزهر بنوعية(سمنتايت +منفصل) فان حديد الزهر يمتاز بصلادة عالية ويدعى(بحديد الزهر المرقش).

نواتج حديد الزهر:- يوجد نوعان من حديد الزهر هما:-

1- حديد الزهر الرمادي:-

يحصل علية بعد إعادة صهر حديد الزهر في فرن (الدست) مع فحم الكوك والحجر الجيري وفي درجة حرارة (1200)Cº ويحتوي الحديد الناتج على كاربون بنسبة تتراوح بين(3-4)٪.

خواصه:-

1- لون سطحه المكسور رمادي، لذلك سمي بحديد الزهر الرمادي.

2- لين نسبيا لان الكاربون الموجود فيه يكون حرا ويسمى (الكرافيت).

3- مقاوم للتآكل.

4- سهل السباكة.

5- اقل صلادة من حديد الزهر الابيض.

6- له قابلية التشغيل بالمكائن.

استخداماته:-

1-إنتاج اجزاء المكائن.

2-الاسطوانات.

3-اجزاء الافران.

2- حديد الزهر الابيض:-

يحصل علية بعد إزالة قسم من الكاربون بالاكسدة الكاملة بعد وضع القطع المصبوبة من حديد الزهر مع مسحوق خاص من الحديد الاحمر ويسخن في الفرن حتى درجة الحرارة (900)Cº ولعدة ايام، ويدعى هذا النوع من حديد الزهر بحديد زهر التحويل وهو الذي يحول الى حديد الصلب.

خواصه:-

1- لون سطحه المكسور ابيض، لذلك سمي بحديد الزهر الابيض.

2- يمتاز بالهشاشية لان الكاربون فيه يكون بشكل كاربون متحد اي (سمنتايت).

3- غير قابل للتشغيل في المكائن.

4- صلادة اعلى من صلادة حديد الزهر الرمادي

استخداماته:-

1-صناعة الاجزاء الصغيرة من المكائن.

2-صنع انابيب الغاز.

3-ولفات الصمامات.

المعادن اللاحديدية

المعادن اللاحديدية :

تقسم المعادن اللاحديدية الى : معادن خفيفة ومعادن ثقيلة . ويقصد بالمعادن الخفيفة جميع المعادن التي تكون كثافتها اقل من (٤ غم/ سم^3) مثل الالمنيوم Al والمغنيسيوم Mg .

اما المعادن الثقيلة فهي التي تكون كثافتها اعلى من (٤ غم/ سم^3) مثل النحاس Cu والخارصين والقصدير Sn ، الرصاص Pb ، النيكل Ni ، الكروم Cr ، التنجستن W ، المولبديوم Mo ، الكوبالت Co ، المنغنيز Mn ، الانتيمون Sb ، الكادميوم Cd ، البزموت Bi ، والفضة Ag ، الزئبق Hg ، والذهب Au ، والبلاتين Pt .

الالمنيوم Aluminuim Al

العدد الذري	13
الوزن الذري	26·98
الكثافة	$\rho = 2{\cdot}7\ g / Cm^3$
درجة الانصهار	660°C
درجة الغليان	2270°C
الحرارة النوعية	$Cp = 0{\cdot}214\ \frac{Kcal}{Kg.\ grad}$
قابلية التوصيل	$\lambda = 0{\cdot}5\ \frac{Col}{Cm.\ sec\ yial}$
معامل المرونة (الالمنيوم النقي)	$E = 70\ GN / m^2$

يعد الالمنيوم من المعادن المهمة جدا و يرجع ذلك الى امكانية انتاج سبائك قيمة منها للاغراض المختلفة في الصناعة والألمنيوم معدن لين قابل للمط وسهل التشغيل وبالاستطاعة لحامه وصهره بمساعدة مساهر مناسب ويتميز الألمنيوم بتاثره في الجو في درجات الحرارة العادية مما يؤدي الى تكون طبقة رقيقة تساعده على الحماية الذاتية والالمنيوم خفيف الوزن وله قوة صلادة منخفضة ولا يقاوم محاليل الاحماض والقواعد والاملاح بدرجة كبيرة ولكن من الممكن ازالة هذه السلبيات عن طريق انتاج سبائك مناسبة او بالمعالجة السطحية ويمتاز الالمنيوم ايضا بمقاومته لاي مؤثر لذا يحبذ استعماله في المكائن المتحركة كالطائرات وكذلك في صناعة الاواني المنزلية واجزاء المكائن المتحركة بسرعة عالية كالمكابس واذرع التوصيل وايضا يتم استخدامه في الاجزاء التي لاتؤثر عليها قوة عالية جدا ويستخدم كمادة مانعة للاكسدة في اكساء وتغليف المكائن.

اضافة الى ماذكر فالالمنيوم ايضا يمتلك الخواص التالية :

أ- الالمنيوم المخمر لدن، وقابل للسحب ولكنه عند التشكيل على البارد يتصلد ، وعند التخمير بدرجة ١٠٠ مئوي يعود لدنا.

ب- غير مغناطيسي .

جـ. موصل للتيار الكهربائي وقابلية توصيله تعادل ٦٠٪ من قابلية توصيل النحاس.

د- موصل جيد للحرارة وقابلية توصيله تعادل ٥٦٪ من قابلية توصيل النحاس.

هـ- عاكس جيد للحرارة والضوء.

و- قابل للحام ولكنه صعب (بالقلاي).

ز- الالمنيوم لايصدأ كالحديد وذلك لتكون طبقة رقيقة من اوكسيده لمنع دخول الاوكسجين الى الداخل.

ي- يقاوم الماء النقي وكثير من الحوامض ولكنه لايقاوم ماء البحر والحوامض اللاعضوية والجص والسمنت.

اما تأثير بعض المعادن على الالمنيوم فهي

أ- الحديد يؤدي الى تصليد الالمنيوم ويصبح هش.

ب- الرصاص يولد فقاعات ويحسن قابلية التشغيل.

جـ- النحاس يزيد الصلابة.

د- المغنيسيوم يرفع المقاومة ويحسن قابلية التشغيل.

هـ – الانتيمون والتيتان يرفعان المقاومة ضد ماء البحر.

و– المنغنيز يرفع المقاومة ويقلل التاكسد.

سبائك الالمنيوم

لسبائك الالمنيوم اهمية كبيرة في صناعة السيارات والطائرات ومن اهمها :

أ– سبائك الالمنيوم للتشكيل اللدن (سبائك العجن)

يمكن درفلتها وسحبها وكبسها وحدادتها ولحامها ، اهمها سبائك الالمنيوم والنحاس والمغنيسيوم مثلا Duralumin دورا لومين وهذه لها مقاومة عالية وقابلية تشغيل جيدة ولكن مقاومة واطئة للتفاعل الكيمياوي (مثال المنيوم + ١٪ مغنيسيوم + ٤٪ نحاس).

اولاً : سبائك الالمنيوم والمغنيسيوم والمنغنيز

لها مقاومة لماء البحر والحرارة العالية ولها قابلية السحب ولكن المقاومة الميكانيكية واطئة 2.2% مغنيسيوم 1% منغنيز والباقي المنيوم.

ثانيا– سبائك الالمنيوم والمغنيسيوم والسليكون

لها مقاومة عالية وقابلية توصيل كهربائية جيدة جدا

نحاس	0.1% Cu	منغنيز	0.8%
مغنيسيوم	0.9% Mg	سليكون	0.9%

ب– سبائك الالمنيوم للصب

يتم تحديد هذه السبائك حسب قابلية السيولة والانكماش وخاصة عند استعمال طرق الصب في القوالب المعدنية الدائمة وعلى الاكثر يتم صب سبائك الالمنيوم والنحاس والسليكون ونجد ان النسب 3% سليكون 0.5% مغنيسيوم 0.6% منغنيز 5.5% نحاس والباقي المنيوم السليكون يرفع المقاومة الميكانيكية كما في السيلومين silomin سبائك الالمنيوم والسيلكون المحتوية على ٥– ٧٪ مغنيسيوم لها مقاومة حرارية جيدة لذلك تستعمل كاغطية للاسطوانات في محركات الاحتراق الداخلي (الكفر) غطاء.

الخارصين (الزنك) Zn

العدد الذري : 30

الوزن الذري : 65.37

درجة الانصهار : $419\ C^o$

درجة الغليان : $906\ C^o$

الكثافة : $7.14 g/cm^3$

الصلادة : $30 \div 42\ HB$

المقاومة القصوى : $\sigma_b = 30\ N/mm^2$ للزنك المصبوب اما للزنك المضغوط $\sigma_b = \frac{110N}{mm^2}$

الشبكة البلورية : سداسية مزدحمة التكديس

الخارصين ابيض اللون مزرق قابل للحدادة بدرجة حرارة الغرفة ويصبح فوق $200C^o$ هش بحيث يمكن طحنه ، يقاوم الخارصين لدرجة كبيرة تاثير الهواء لكن اذا تعرض للهواء الرطب فانه يتغطى بطبقة رقيقة واقية من كربونات الزنك ولهذا يستخدم الخارصين في تغطية الادوات وطلاء الاسلاك والانابيب ويستخدم الخارصين ايضا في تحضير الواح الزنك لخلايا الجلفنة ولتحضير الهيدروجين في مولد كيب (kipp) ولترسيب النحاس الزئبق والفضة من محاليل املاحها .

استخلاص الخارصين

يستخلص الخارصين من خاماته التي تدعى بالبلند الخارصيني ZnS فعند استخدام الطريقة الجافة يتم تحميص الخامات او حرقها لغرض الحصول على اوكسيد الزنك .

$$2ZnS + 3O_2 \rightarrow 2ZnO + 2SO_2 \uparrow\ ZnCO_3 + CO_2 \uparrow$$

وبعدها يتم تسخين اكسيد الزنك الناتج مع مسحوق الفحم عند درجة حرارة $1400C^o$ في افران لافحة وحيث ان درجة حرارة اختزال الاوكسيد اعلى من درجة غليان الفلز لذلك يتحول المعدن الى بخار الذي يتم جمعه في اوعية خاصة بما ان هذه الطريقة باهضة التكاليف لذا انتشرت طريقة التحليل الكهربائي (الطريقة الرطبة) في استخلاص الخارصين وتعتمد هذه الطريقة في تحميص الخام المركز تم معالجته بمحلول حامض الكبريتيك وبعد الحصول على محلول $ZnSO_4$ يتم تنقيته من الشوائب في حوض التحليل الكهربائي وبه المصعد من الواح الرصاص والمهبط من الواح الالمنيوم ويترسب الخارصين

في عملية التحليل على المهبط ثم يتم صهر الخارصين المهبطي في افران عاكسة ويحتوي الخارصين الناتج على 99.95% من عنصر الزنك .

وللخارصين اهمية خاصة لانه له مركبات متعددة تستخدم في مجالات مختلفة في الصناعة ومن هذه المركبات اكسيد الزنك الذي يحصل عليه عن طريق حرق الزنك في الهواء ويستخدم في تحضير بويه الزيت البيضاء وكذلك من المركبات المهمة للخارصين كلوريد الزنك وهو ملح ابيض ومحلوله كاوي ومطهر ويتفاعل حامضيا ويستخدم في اللحامات الطرية وهناك ايضا مركبات اخرى كبريتيد الزنك الذي يستخدم في الكشف عن املاح الزنك في المحاليل وكرومات الزنك فيستخدم كطلاء اصفر.

النحاس Cu

العدد الذري : 29

الوزن الذري : 63.54

درجة الانصهار : $1083\ C^o$

درجة الغليان : $2500\ C^o$

الكثافة : $8.94\ g/cm^3$

الصلادة : 35 HB

المقاومة القصوى $360\ N/mm^2$ – 200 وللاسلاك $600\ \frac{N}{mm^2}$

النحاس مقاوم للتا كل الكيمياوي ، قابل للحام بالقلاي وله مقاومة ميكانيكية جيدة. له قابلية توصيل حرارية وكهربائية جيدة جدا . له قابلية تشكيل متنوعة بالصب والكبس والسحب والضغط والحدادة والدرفلة ، يمكن الحصول عليه على شكل صفائح وقضبان مشكلة وانابيب واشرطة واسلاك يجب الاقتصاد بالنحاس جهد الامكان نظرا لارتفاع سعره فمثلا يمكن الاستغناء عن النحاس في الموصلات الكهربائية بسبائك الالمنيوم أو الزنك أو قضبان توصيل كهربائية من سبائك المغنسيوم . وفي مستودعات الماء الحار سبائك النحاس والسليكون أو صفائح من الالمنيوم المكسوة بالنحاس . وفي ارياش التوربينات يمكن الاستغناء عن سبائك النحاس بفولاذ كرومي 14%Cr .

هناك حالات لابد فيها من استعمال النحاس وسبائكه فمثلا في الملفات الكهربائية حيث يستعمل سلك نحاسي دقيق له قابلية توصيل كهربائية عالية مع المتانة الميكانيكية وقابلية اللحيم بالقلاي حيث لايمكن تبديله بمعدن اخر.

سبائك النحاس

أ- **النحاس الاصفر**: عبارة عن سبيكة من النحاس والخارصين يقاوم التأثيرات الجوية ويمكن صبه وتلميعه وللنحاس الاصفر الوان تتراوح من الاحمر الى الاصفر الى الابيض حسب تكوينه يستخدم في انتاج الاسلاك الكهربائية الادوات المعدنية للسخانات والغلايات.

ب- **البرونز**: عبارة عن سبيكة من النحاس والقصدير يتميز بدرجة عالية من الصلادة وتتحمل التغيرات الكيمياوية.

جـ- **سبائك النحاس**: المخلوط بالنيكل وتمتاز بالصلادة العالية وهناك ايضا الفضة الالمانية وهي سبيكة تحتوي على كبريت وخارصين ونيكل.

تحضير النحاس

يستخلص النحاس من خاماته التي توجد في الطبيعة على هيئة مركبات مختلطة تحتوي عدا النحاس على خامات معادن اخرى واهم الخامات هي:

أ- البايريت Cu_3FeS_3

ب- الهالكوزيت $CuFeS_2$

جـ- البورنايت أو الخام الارقط Cu_3FeS

د- الكوبرايت أو خام اوكسيد النحاس Cu_2O

توجد طريقتان لاستخلاص النحاس: الطريقة الجافة والطريقة الرطبة

اولا: الطريقة الجافة

هذه الطريقة اكثر انتشارا من الطريقة الثانية لانها تستخدم لانتاج النحاس من الخامات الكبريتية وتمر عبر المراحل الاتية

نيكل (Ni) : Nickel

خواصه :-

1. معدن ابيض فضي اللون
2. جيد جداً
3. معدن قابل للطرق والسحب.
4. موصل جيد للتيار الكهربائي
5. " " " الحراره
6. مقاومته العاليه للصدأ والتآكل
7. مغناطيسي.
8. يأخذ صقولا عاليا.
9. مقاومته للاكسدة والهواء الجوي.

سبائكه :-

1. سبيكة المونل ميتال :-

سبيكة تتكون من (70%) نيكل و (30%) نحاس تمتاز بقوتها ومقاومتها العاليه للصدأ وبسبب ذلك تستعمل في الصناعات الكيميائية

2. سبيكة الكونستنتان :-

سبيكة تتكون من (75%) نحاس و (25%) نيكل وتستعمل في صناعة العملة النقدية.

3. سبيكة الفضة الالمانية :-

سبيكة تتكون من (80%) نحاس و (10%) نيكل و (10%) خارصين وتستعمل في اطارات الكهربائيات خاصة في اطارات ادوات تضم كالمذياع والتلفاز

استخداماته :-

1. يستخدم في الصناعات الالكترونية والكهربائية.
2. يستخدم في اطارات الكهربائيات للمعادن.
3. يستخدم في صناعة عدد كبير من السبائك الحديدية وغير الحديدية.
4. يستعمل في تصليب الزيوت السائلة وتقويتها.
5. يدخل في صناعة المحولات الكهربائية نظراً لصفاته المغناطيسية العالية.

القصدير (Sn) :- Tin

خواصه :-

1. فلز ابيض فضي ناصع اللون .
2. لين جداً و يذلك كيلو به قابل للطرق و السحب فزيد درجات الحراره الاعتياديه .
3. يصبح هش و قابل للكسر و يتحول الى مسحوق عند تسخينه الى درجات حراريه عاليه
4. قابلية توصيله للتيار الكهربائي قليله جداً
5. قابلية توصيل للحراره قليله جداً .
6. لا يتأكسد القصدير في الهواء كما انه لا يتأثر بالماء و الحوامض .
7. ذو صلاده و متانه جيده .

سبائكه :-

1. سبيكة (القصدير - خارصين) :-
و تسمى ايضاً بسبيكة (البرونز) وتكون من (70-90%) خارصين و (10-30%) قصدير وتتميز بدرجه عاليه من الصلاده و تقاوم التغيرات الكيميائيه .

2. سبيكه (القصدير - رصاص) :-
سبيكه تحتوي على نسب متساويه من القصدير والرصاص وتستعمل في لحام الصب والنحاس وفي اللحام .

3. سبيكة (القصدير - نيكل) :-
سبيكة ذات مقاومه عاليه للاكسده لذلك تستعمل في صناعة الطعام

4. سبيكة (القصدير - خارصين) :-
سبيكة ذات متانه وصلاده عاليه وتتميز بمقاومتها للاكسده و التغيرات الكيميائيه وتستعمل لطلاء واقية الاجهزة الالكترونيه والكهربائيه

استخداماته :-

1. يستعمل كمادة الواقي الصلب من الصدأ وذلك لمقاومته العاليه للتأكسد .
2. يستعمل في طلي الادوات واواني المنزليه كما يتميز انه اثناء كل واتلف
3. يستعمل في صناعات الكهربائيه واواني الالكترونيه .
4. يستخدم في انتاج طلاء اطيافا المقاوم للحراره .
5. يستخدم في صناعة اسبائك المختلفه مثل سبيكة (البابيت) المستخدمه في صناعة كراسي التحميل و يدخل في صناعة سبائك (حروف الكتابه) .

الرصاص Pb

العدد الذري : 82

الوزن الذري ؛ 207.21

الكثافة : $11.348/cm^3$

درجة الانصهار : 327C°

درجة الغليان : 1750C°

استخلاص واستخدامات الرصاص

يعد الرصاص من الفلزات المهمة نظرا للكميات الهائلة المستخدمة منه واهم الخامات التي يستخلص منها الرصاص هيْ الليثارج PbS وتتراوح نسبته في هذا الخام من 16% – 6 ويتم عملية الاستخلاص من مرحلتين :

في المرحلة الاولى يتم التحميص الاولي للخام في افران عاكسة لغرض تحويل كبريتيد الرصاص الى كبريتات $PbSO_4$ وفي المرحلة الثانية يتم التحميص الثانوي حيث يتم التخلص من الكبريت نهائيا والمناتج يكون اوكسيد الرصاص PbO وعند صهر هذا الاوكسيد في افران اسطوانية يتم اختزال الرصاص بواسطة كربوْن فحم الكوك وحسب التفاعلات التالية

$$PbO + C \rightarrow Pb + CO$$

$$PbO + CO \rightarrow Pb + CO_2$$

يستخدم الرصاص في صناعة البطاريات ، اللحام ، الرقائق ، بعض السبائك ، الغلايات اغلفة الكابلات ، تحضير حامض الكبريتيك وفي صناعة الدروع للوقاية من المواد المشعة والاشعة السينية ، اهم سبائك الرصاص :

١ . سبيكة اللحام الرخو تتكون من رصاص قصدير (درجة حرارة الانصار بين 190c° و 200c°) .

٢ . معدن حروف الطباعة يحتوي على نسبة كبيرة من الانتيمون ٨٠٪ رصاص ، ٢٦ ٪ انتيمون ونحاس ، ٢٢ ٪ قصدير.

المغنيسيوم Magnesium

العدد الذري : 12

الوزن الذري : 24.32

الكثافة : $1.7g/cm^3$

درجة الانصهار: $651C^o$

درجة الغليان : $1097C^o$

المغنيسيوم فلز خفيف جدا لونه ابيض لايتأثر عمليا بالهواء بسبب تكون طبقة من الاوكسيد على سطحه وهذه مادة مختزلة قوية غالبا يحترق المغنيسيوم مكونا لهبا ساطعا ويتحول الى اوكسيد اما المواد التي تعطي الاوكسجين بسهولة فعند تعاملها مع المغنيسيوم فانها تنفجر بشدة .

سبائك المغنيسيوم

تكمن اهمية سبائك المغنيسيوم في كونها اخف من سبائك الألمنيوم ويمكن تشكيلها بسهولة حيث يبلغ الوزن النوعي لها $1.8kg/cm^3$ ويكون المغنيسيوم ايضا سبائك هامة مع الخارصين والالمنيوم والمنجنيز بحد اعلى ١١ ٪ والسبيكة من النوع الاخير تتميز بقوتها ومقاومتها للتآكل وتتميز سبائك المغنيسيوم بانها من الممكن كبسها وطرقها بالتسخين وهي ايضا قابلة للحام ومن خواص سبائك المغنيسيوم بانها عندما تتعرض للهواء تتكون طبقة من الاوكسيد حولها . لحماية هذه السبائك من الرطوبة تغمس في محلول بيكربونات البوتاسيوم وحامض النتريك ثم يتم تغطيتها بطبقة من الوارنيش تستخدم سبائك المغنيسيوم في صناعة الطائرات السيارات الالات الطباعة الحاسبة واجهزة التصوير.

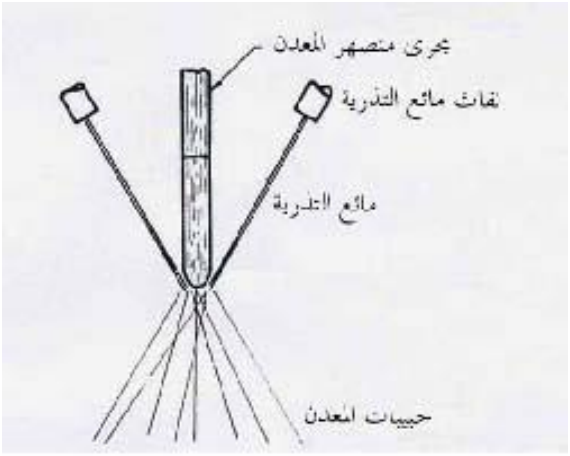
عمليات ميتالورجيا المساحيق: Powder metallurgy process

وهي عملية وضع مسحوق من مادة او عدة مواد داخل قالب وكبسه بضغوط عالية للحصول على جسم متين نسبيا يتبع ذلك تلبيد الجسم داخل فرن للحصول على المنتج النهائي . ويمكن وصف هذه العملية بالتفصيل كما يلي :-

مرحلة إنتاج المساحيق:

في هذه المرحلة يتم تحويل كتلة المعدن إلى مسحوق، وتعتمد هذه العملية على الخواص الكيميائية والفيزيائية للمادة المراد تحويلها إلى مسحوق وكذلك على شكل وابعاد المسحوق المنتج، وعلى هذا الاساس تعددت الطرق المستخدمة لإنتاج المساحيق وهي كما يلي:-

1-طريقة التذرية : Atomization process



شكل (1-1) رسم تخطيطي لعملية التذرية

تستخدم هذه الطريقة لتحويل اي معدن او سبيكة قابلة للصهر إلى مسحوق .حيث يستخدم قرص دوار او عمود مغزلي دوار لتحويل المعدن المنصهر الساقط عليه إلى قطرات سائلة يتم تبريدها بغاز او سائل خامل.

2 - طريقة التشغيل بالماكينات: Machining process

تنتج بهذه الطريقة مساحيق المعادن بشكل رايش متقطع او ابري تصلح لاغراض الكبس عند تشغيلها بواسطة ماكينات التشغيل المختلفة كالمخارط والمقاشط وماكينات التجليخ وغيرها.

3 - طريقة الطحن: Grinding process

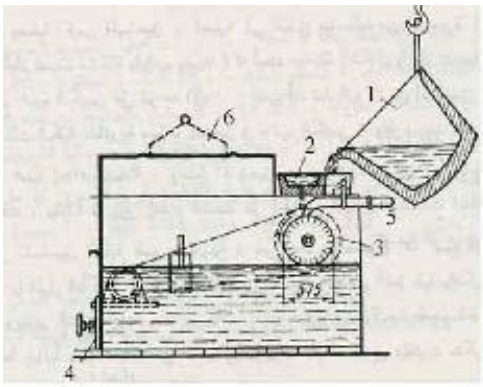
تستخدم انواع مختلفة من الكسارات والطواحين الدوارة لتفتيت انواع مختلفة من المواد والمعادن ، إن ناتج طريقة طحن المعدن عبارة عن قشور.

4 - طريقة القذف:

يصب منصهر المعدن خلال فوهة او منخل على شكل قطرات داخل حوض فيه ماء جاري للحصول على جسيمات كروية الشكل ، ويمكن السيطرة على حجم الجسيمات من خلال التحكم بقطر فوهة خروج المنصهر.

5- طريقة التحبيب:

في هذه الطريقة يتم صب منصهر المعدن على قرص دوار فيه سير متصل بمحرك كهربائي يدور بسرعة عالية فتسقط القطرات الصغيرة الحجم داخل الماء لتجمد، ويوضح الشكل (1-2) رسم توضيحي لهذه الطريقة .



شكل(1-2) رسم تخطيطي لوحدة تحبيب منصهر الالمنيوم

6 - طريقة الترسيب بالتحليل الكهربائي:

يتم إنتاج المساحيق بهذه الطريقة بجعل المعدن المراد تحويله إلى مسحوق كاثودا داخل خلية كهروكيميائية فيترسب على الانود بشكل مسحوق عالي النقاوة ذو حبيبات صغيرة الحجم .

7 - طريقة الاختزال:

تستخدم هذه الطريقة معادن مختزلة لتحويل اكاسيد المعادن إلى مسحوق معدني عند درجة حرارة اقل بقليل من درجة انصهارها.

مرحلة تهيئة المسحوق للكبس:

تلعب هذه المرحلة دورا مهما في الحصول على منتج ذو مواصفات جيدة ومتجانسة في كل الاتجاهات ، وهناك متغيرات كثيرة تؤثر بصورة مباشرة او غير مباشرة في هذه العملية والتي تسمى متغيرات التجانس ، وهي كما يلي :-

متغيرات لها علاقة بالمسحوق: **Powder parameters**

أ- حجم الحبيبات Particle size

ب- شكل الحبيبات Particle shape

ت- مكونات الحبيبات Particle composition

ث- تركيب الحبيبات Particle structure

متغيرات العمليات: Processing parameters

أ- طريقة دمج او مزج المساحيق Powder blending (mixing)

ب- نسبة المساحيق في المزيج Ratio of powder in the blend

ت- تاثير درجة الحرارة Temperature effect

وقد تضاف مواد لاصقة للمسحوق قبل نهاية عملية المزج ،حيث تلعب هذه المواد دورين مهمين خلال عملية الكبس يؤديان إلى خفض مقدار ضغط الكبس المطلوب لهذه العملية ، الدور الاول يتمثل بخفض الاحتكاك بين حبيبات

المسحوق ، اما الدور الآخر فيتمثل بكونها مادة لاصقة تجف بعد عملية الكبس تزيد من ترابط اجزاء الجسم المكبوس فيما بينها .

3-3-1 مرحلة كبس المساحيق Powder compacting step

في هذه المرحلة يتم تحويل المسحوق إلى جسم متماسك عن طريق تسليط اجهادات ميكانيكية بعدة طرق ، ومن اهم هذه الطرق :-

1- الكبس الموحد الاتجاه

ا- الكبس باتجاه واحد **ب**- الكبس باتجاهين متعاكسي

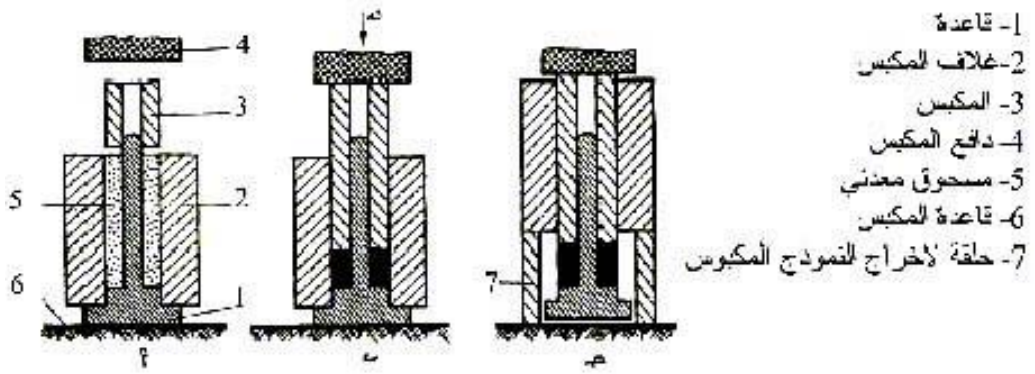
2- **كبس الاشكال المعقدة**

3- الكبس الهيدروستاتيكي

4- طرق المساحيق في اغلفة على الساخن

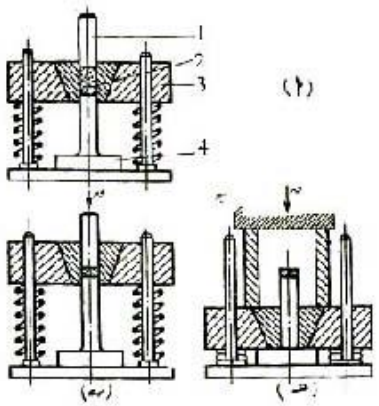
5- درفلة المساحيق إلى اشرطة

6- بثق المساحيق



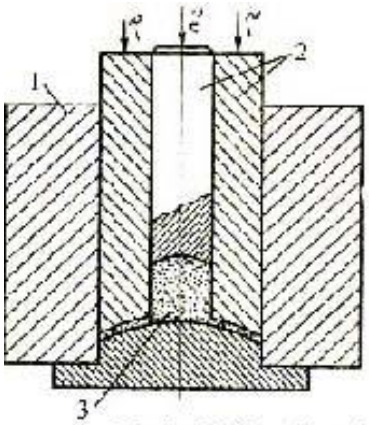
أ- شحن المسحوق ووضع المكبس ب- كبس المسحوق الى قطع ج- اخراج النموذج من المكبس

شكل(1-3)رسم توضيحي يبين كبس مسحوق معدني باتجاه واحد



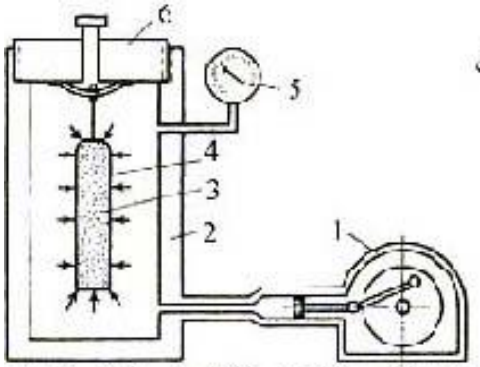
1 مكبس
2- مسحوق معدني
3- غلاف المكبس
4- مكبس الأسفل

شكل (1-5) رسم توضيحي لطريقة الكبس من الطرفين
أ- شحن المسحوق ووضع المكبس ب- كبس المسحوق ج- اخراج المنتج



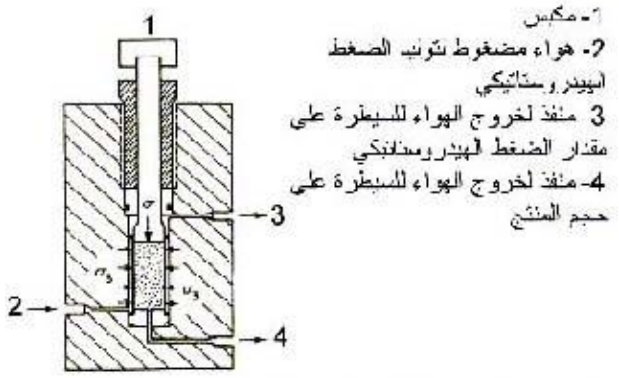
1-غلاف المكبس
2- المكبس
3- المسحوق المعدني

شكل (1-6) رسم توضيحي لكبس الأشكال المعقدة



1- مضخة ضغط عال
2- وعاء معدني
3- مسحوق معدني
4- غلاف مرن
5- مانوميتر
6- غطاء

شكل (1-7) رسم توضيحي لجهاز الكبس الهيدروستاتيكي لمساحيق المعادن



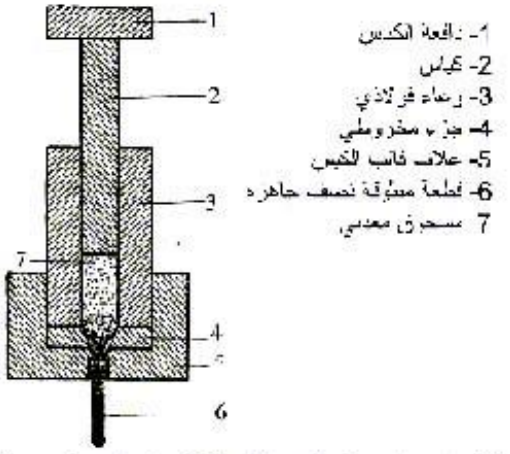
شكل(1-8) رسم تخطيطي لمكبس هيدروستاتيكي ثلاثي الأبعاد

مرحلة التلبيد:

تعتبر هذه المرحلة من المراحل المهمة في ميتالورجيا المساحيق[7] ، حيث يتم في هذه المرحلة تسخين الاجسام الخارجة من عملية الكبس داخل افران معدة لهذا الغرض إلى درجة حرارة اقل من درجة حرارة المادة ذات درجة الانصهار الاقل في المسحوق ، حيث يحدث شبه انصهار في هذه المادة (تلبيد) الموزعة بصورة متجانسة بين الحبيبات الاخرى وبالتالي ربط كل حبيبات الجسم مع بعضها .

من المؤثرات التي تؤثر على عملية التلبيد:-

1- معدل التسخين 2- زمن الإنضاج **3- جو الفرن**



شكل (1-11) رسم توضيحي لطريقة بثق المساحيق إلى سلك أو موسير

مواصفات عمليات تشكيل المساحيق

1- محاسن تشكيل المساحيق

أ- تستخدم هذه الطريقة للحصول على منتجات لا يمكن الحصول عليها باستخدام طرق الإنتاج الاخرى كالحصول على سبائك من مواد لا تتآلف مع بعضها في حالة السباكة، كما ان معظم منتجات المواد المركبة تنتج بهذه الطريقة دون الطرق الاخرى .

ب- إمكانية التحكم بالمواصفات الميكانيكية وخاصة المسامية من خلال التحكم بظروف الإنتاج .

ت- إمكانية تطبيق الإنتاج الكمي المتشابه في عمليات الإنتاج هذه .

ث- إمكانية الحصول على منتجات ذات نقاوة عالية جدا او السيطرة العالية على نسبة مكونات المسحوق.

ج- انخفاض تكاليف الايدي العاملة في هذه العمليات لان معظمها مسيطر عليها آليا .

2- مساوئ تشكيل المساحيق

أ- ذات تكاليف اعلى من تكاليف عمليات الإنتاج الاخرى .

ب- صعوبة مناولة وتخزين الاجزاء النصف مصنعة .

ت- صعوبة توزيع ضغط في مرحلة الكبس على كل مساحة المنتج بالتساوي .

ث- صعوبة إنتاج المنتجات المعقدة الاشكال .

ج- معظم مراحل الإنتاج في هذه العمليات وخاصة مرحلة التلبيد تحتاج إلى سيطرة عالية جدا لان اي انحراف يؤدي إلى تغير في مواصفات المنتجات .

المواد الغير معدنية

تقسم المواد الغير معدنية الى قسمين رئيسين هما //

(1) مواد غير عضوية : مثل المواد السيراميكية ، الزجاج ، الاسبستوس ، الطابوق

(2) مواد عضوية : مثل المطاط ، اللدائن ، مواد طلائية ، مواد خشبية .

" المواد الغير عضوية "

1/ المواد السيراميكية / هي المواد المصنوعة بالمعالجة الحرارية لمادة أو خليط من مواد لاعضوية (غير معدنية) ويكون الطين أهم مادة أساسية فيها ومن المنتجات السيراميكية هي الادوات المائدة ، البلاط ، الكرمك ، القناني ، جميع انواع الزجاج)

مراحل انتاج المواد السيراميكية // أن مراحل أنتاج المواد السيراميكية هي :-

1. تحضير عجينة الطين
2. القولبة
3. التجفيف .
4. التعتيه في الافران

المقارنة بين المواد السيراميكية والمعادن

1/ درجة أنصهار وصلادة المواد السيراميكية أعلى بكثير من درجات أنصهار وصلادة المعادن وذلك لان الرابط الايوني بين ذرات المواد السيراميكية يعطيها درجة عالية من الاستقرار والتحمل .

2/ المواد السيراميكية هي مواد عازلة وردية التوصيل الحراري والكهربائي وذلك لعدم أحتوائها على عدد كبير وكافي من الالكترونات الحرة (الطليقة) .

5/ المواد السيراميكية تفتقر الى خاصية المطيلية وتمتاز بمقاومتها العالية للتشوه في حالة اختفاء الشد لان أواصر ذرات المواد السيراميكية هي أواصر أتجاهية أي أن قوة الاصرة الواحدة موجهة بين ذرتين محددة الموقع ولهذا لا يحدث انزلاق بين البلورات كما هو في المعادن التي تمتاز بأن أواصرها تبقى بصورة مشتركة بين الذرات وحولها.

6/ تتميز المواد السيراميكية بقوة انضغاط عالية نتيجة غياب ظاهرة الانزلاق بين البلورات بسبب وجود الاواصر الاتجاهية ولهذا أصبح الطابوق والاسمنت والحجر من المواد الجيدة لانشاء الاساس.

7/ تمتاز المواد السيراميكية بمقاومتها العالية للحرارة والمواد الكيماوية ولهذا تستعمل كبطانة للافران.

2/ الزجاج // هو عبارة عن سليكات مزدوجة الصوديوم والكالسيوم بالصيغة التالية ($Na_2O\ CaO\ 6SiO_2$)

المواد الداخلة في أصناع الزجاج //

1- الرمل 2- حجر الكلس 3- الدولومايت 4- كاربونات الصوديوم
5- نترات الصوديوم 6- كبريتات الصوديوم 7- كاربونات البوتاسيوم
8- فلدسبار لاحتوائه على 9- البورالكس 10- الرصاص الاحمر

11- عوامل التلوين //

1- اوكسيد الكوبلت / يعطي الزجاج لوناً ازرقاً.
2- اوكسيد النيكل / = = أحمراً
3- الذهب / = = رمادياً
4- رماد العظام / = = معتماً.

خواص الزجاج //

① مادة غير بلورية ② مقاومة للأكل ③ لا يذوب في الماء ولا في المحاليل ما عدا حامض الهيدروفلوريك .

تحضير الزجاج / يتم صهر المواد الأولية المذكورة أعلاه في أفران حرارتها مزودة ببولدات هوائية حيث تصل حرارتها الى (1600°C) وقبل أن تتجمد المواد الزجاجية المنصهرة تخمر بها خلال عمليات ومعالجات مختلفة ومتعددة كتمليسها بالنفخ أو الصب أو السحب أو الكبس

أنواع الزجاج واستخداماته //

١- زجاج جير الصودا / يستعمل في صنع زجاج النوافذ .
٢- زجاج رصاص البوتاسا / يصنع منه زجاج الصدسات وأدوات المائدة .
٣- زجاج جير البوتاسا / يصنع منه زجاج المصابيح
٤- زجاج البيرا / يصنع منه زجاج الأجهزة المختبرية
٥- الزجاج السيفي / يستعمل في تغطية البلاستيك والطاولات الضوئية
٦- الزجاج الزجوي / يستعمل عازلاً للحرارة والصوت .
٧- زجاج الأنابيب والقضبان / يستخدم لصناعة الأنابيب والقضبان الزجاجية .

الكونكريت / هو عبارة عن كتلة كبيرة تشبه الى حد ما الحجر المملوء بالرمل ومزيج الماء والسمنت الذي يعمل عمل (الغراء) فيربط جميع المكونات بعضها الى البعض الآخر.

تتقدم صلابة الطرح وكلفته على جعل كمية السمنت أقل ما يمكن والتحكم بكمية الماء وان الحسابات المتعلقة بالطرح المناسب تتعلق بعوامل الحجم والكتلة .
ويمكن استخدام الكونكريت في الكثير من الأماكن بدل الطابوق وفي أماكن لا يمكن استخدام

« المواد العضوية »

١- البوليمرات : polymers

هي عباره عن مركبات كيميائيه عملاقه متكونه من وحدات كيميائيه صغيره تطلق عليها ((المونمرات)) حيث كل وحده من هذه الوحدات تمثل الاساسيه لبناء البوليمر والتي تكون مرتبطه مع بعض بواصر كيميائيه.

ان تسمية (بوليمر) هي من أصل يوناني (poly) تعني متعدد وكلمة (mer) تعني (الجزء أو الوحدة) لذا فان تسمية بوليمر (polymers) تعني متعدد الأجزاء أو الوحدات.

خواص البوليمرات /

١- منخفضه الكثافه ٢- قليله المتانه ٣- موصليه حراريه وكهربائيه قليله

٤- معامل تمدد حراري قليل ٥- تمتاز بمتانة وصلابة لذا غلب الحوامض والقواعد.

مصادر البوليمرات /

للبوليمرات مصدران رئيسيان هما :-

١- البوليمرات الطبيعيه/ وهي مركبات مصدرها أما نباتي أو حيواني مثل (الكتان ، القطن ، الطحالب الطبيعي ، الجلد ، الصوف ، والحرير الطبيعي) ومن المواد الصناعيه التي تعد بوليمرات طبيعيه هي النشا والبروتين والسليلوز).

٢- البوليمرات الصناعيه/ وهي البوليمرات التي يتم تحضيرها من مركبات كيميائيه بسيطه وتمثل معظم البوليمرات المهمه صناعياً ومنها (البلاستيكات ، الجلود الصناعيه ، أقمشه النايلون ، بعض الاصباغ).

تصنيف البوليمرات //

يتم تصنيف البوليمرات اعتمادا على //

① التركيب البنائي للبوليمر
- أ- البوليمرات الخطيه
- ب- البوليمرات المتفرعه
- ج- البوليمرات المتشابكه

② تجانس البوليمر (تجانس الوحدات المتكررة)

وأشهر أصنافه هي /

1- البوليمرات المعتمده على التركيب البنائي / - تصنف البوليمرات اعتمادا على التركيب البنائي الى

أ- البوليمرات الخطيه / وفيها تكون جزيئات البوليمر في بعد واحد وتكون من هيئة سلسله مستمره وشكل ذلك (البولي أثيلين عالي الكثافه)

ب- البوليمرات المتفرعه / وفيها تكون البوليمرات على شكل سلاسل طويله ذات ثلاثه أبعاد يتصل بعضها مع البعض الاخر بشبكه معقده من الوحدات الكيميائيه وشكل ذلك (المطاط)

2- البوليمرات المعتمده على تجانس البوليمر / - تصنف البوليمرات اعتمادا على تجانس الوحدات المتكرره الى:

أ- البوليمرات المتجانسه / وفيها تكون الوحدات البنائيه للبوليمر من نوع واحد كما في (البولي أثيلين - البولي بروبلين)

ب- البوليمرات المشتركه / وفيها تكون الوحدات البنائيه للبوليمر اكثر من نوع كما في (ستايرين - بيوتادايين)

ج- البوليمرات المركبه / هي اضافه بعض المواد الى البوليمرات المتجانسه بهدف تغيير بعض خصائص وأحيانا لإضافة صفات جديده عليها كما في (البولي أثيلين مضافا اليه أسود الكاربون)

عمليات البلمرة

هي عملية تحويل الجزيئات الصغيرة ذات الوزن الجزيئي الواطئ (المونومرات) الى مواد ذات اوزان جزيئية عالية من دون حصول أي تغير في التركيب الكيميائي للجزيئات لقد قام العالمان (فلوري وكاريثرس) بتقسيم عمليات البلمرة الى مجموعتين هما

① البلمرة بالاضافة ② البلمرة بالتكثيف .

قارن بين البلمرة بالاضافة والبلمرة بالتكثيف .

البلمرة بالاضافة

① تشمل تفاعلات النمو المتسلسل

② يكون التفاعل عن طريق الكترون الحر وذلك بفتح الاصرة المزدوجة لتكوين جزيئة اخرى تحتوي على الكترون غير مزدوج

③ تتكون البوليمرات في المراحل الاولى من البلمرة

④ مثال ذلك (البولي ايثيلين)

البلمرة بالتكثيف

① تشمل تفاعلات النمو الخطوي

② يكون التفاعل بين جزيئتين تحتوي كل منها على مجاميع وظيفية متعددة وتنتج جزيئة اكبر أيضاً تحتوي على مجاميع وظيفية متعددة .

③ تتكون البوليمرات في المراحل الاخيرة للبلمرة

④ مثال ذلك (البولي استرات)

قارن بين البلاستك المطاوعه للحراره والبلاستك المتصلد حراريا"

البلاستك المطاوعه للحرارة	البلاستك المتصلد حراريا"
١- تكون سلاسل البوليمر خطيه أو متفرعه	١- تكون سلاسل البوليمر متشابكه
٣- اما صلبه او شبه بلوريه	٣- اما صلبه او شبه بلوريه
٢- عند التسخين تصبح لينه ومرنه	٢- عند التسخين تصبح صلده
٤- عند التبريد الى درجه الحراره لا يحدث اي تغير في تركيبها وخواصها الكيميائيه (مثال ذلك البولي ايثلين)	٤- عند التبريد الى درجه الحراره تظل من دون تغير في خواصها وتركيبها الكيميائي
٥- مثال ذلك (البولي ايثلين)	٥ مثال ذلك (راتنج الايبوكسي)

المواد المركبة (Composite Materials):

اي مزيج من مادتين مختلفتين او اكثر على المستوى الماكروسكوبي. او اي نوعين مختلفين من المواد التي تنتج معًا المواد التي تحتوي على خصائص تتجاوز المواد المكونة.

المادة المقوية (Reinforcement) : الالياف، الحبيبات، الرقائق وغيرها
المادة الاساس (Binder، matrix) : والتي تلصق المواد المقوية مع بعضها داخلها
مزايا المواد المركبة:

1	قوة عالية وتصلب	5	مقاومة الزحف والكلال
2	انخفاض نسبة الوزن	6	انخفاض معامل التمدد الحراري
3	يمكن تصميم المواد بالإضافة إلى الهيكل	7	انخفاض معامل النفاذية
4	مقاومة التاكل		انخفاض الكلفة

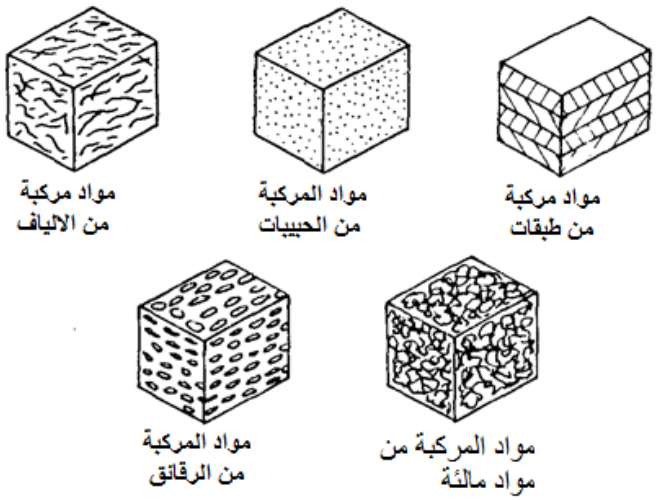
امثلة على التطبيقات

1	القش في بناء الطين	5	اعمال بناء
2	صناعة الطيران	6	الموبليات
3	بضائع رياضيه	7	التبريد
4	السيارات	8	الملابس

انواع المواد المركبة

المادة الاساس / مادة التقوية	معادن	سيراميك	بوليميرات
معادن	**الادوات الناتجة من جمع المعادن غير المتذاوبة مع بعضها بطريقة ميتالورجيا المساحيق**	**سيرميت (Cermets) (السيراميك المعدني المركب)**	**دواسات الفرامل**
سيراميك	**بعض كاربيدات المعادن تضاف كالياف الى المعدن**	**اضافة كاربيد السيليكون الى اوكسيد الالمنيوم**	**الالياف الزجاجية (Fiberglass)**
بوليميرات	----------	----------	**الياف بوليمير لتقوية بوليمر آخر**
عناصر اخرى (كاربون، بورون، ...)	**الياف الكربون لتقوية المعادن المستخدمة في الفضاء**	----------	**الياف الكربون لتقوية المطاط كما في اطارات السيارات**

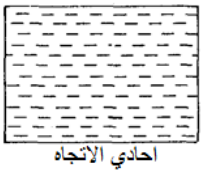
اشكال المواد المضافة لإنتاج المواد المركبة
هناك خمسة انواع اساسية من المواد المركبة: الالياف ، والحبيبات ، والرقائق ، والطبقات، المواد المالئة.



المواد المركبة المقوات بالالياف (Reinforced fiber composite materials)

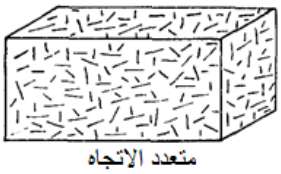
في المواد المركبة المقوات بالالياف(Fiber Composites): تعزز الالياف على طول خط طولها. قد يكون التعزيز بشكل اساسي D-1 او D-2 او D-3. يوضح الشكل ثلاثة انواع اساسية من اتجاه الالياف.

- احادي الاتجاه: يعطي قوة قصوى في اتجاه واحد.



- ثنائي الاتجاه: يعطي القوة في اتجاهين.

- متعدد الاتجاه: يعطي القوة بالتساوي في كل الاتجاهات.



تعتمد قوة المركب على العوامل التالية:

- قوة الالياف ، طول الالياف ، عدد العيوب
- شكل الالياف
- ترابط الالياف (توزيع الإجهاد بالتساوي)
- الفراغات
- مقدار الترابط بين سطح الالياف والمادة الاساس.

المواد المركب المقوات بالحبيبات (Reinforced Particle composite materials):

عادة ما تعزز الحبيبات المادة المركبة بالتساوي في جميع الاتجاهات . البلاستيك ، والسيرميت والمعادن هي امثلة للجسيمات. الحبيبات المستخدمة لتقوية المصفوفة لا تفعل ذلك بنفس طريقة الالياف. لشيء واحد ، لان الحبيبات

ليست اتجاهية مثل الالياف. تنتشر الحبيبات عشوائيا من خلال مصفوفة ، وتميل إلى التقوية في جميع الاتجاهات على قدم المساواة.

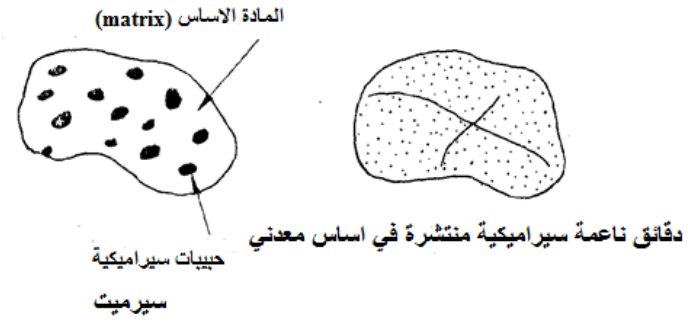
السيرميت (cermet) : السيرميت هو عبارة عن مادة مركبة تتكون من السيراميك (سير) والمواد المعدنية (ميت).

(1) سيرميت ذات اساس اوكسيدي: (مثل مزيج من Al2O3 مع Cr)

(2) Cermets في مادة ذات اساس كربيدي : (مثل كربيد التنغستن ، والتيتانيوم ، كربيد)

المواد المركبة من جسيمات المعدنية في مادة ذات اساس بلاستيكي: مثل جسيمات الالومنيوم او النحاس في البلاستك.

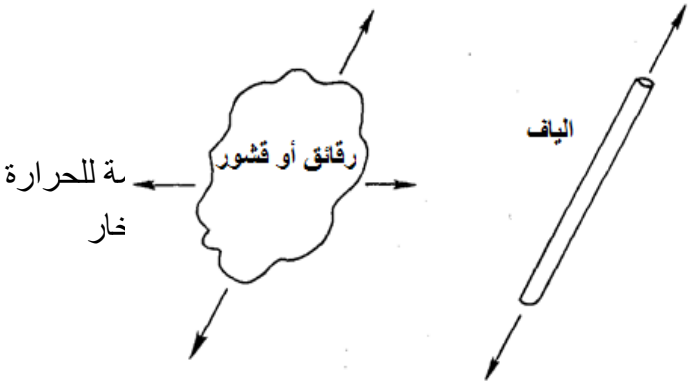
المواد المركبة من جسيمات معدنية في مادة ذات اساس معدني: مثل جسيمات الحديد في الالمنيوم.



المواد المركبة المقوات بالرقائق (Reinforced flake composite materials):

يتكون المركب المتقشر من رقاقات مسطحة رقيقة ممسكة ببعضها بواسطة مادة رابطة تمثل المادة الاساس. عادة ما تكون المادة الاساس للرقائق عبارة عن راتنجات بلاستيكية. بسبب شكل الرقائق عادة ما تقوي المادة المركبة الموجودة فيها باتجاهين (2D). هناك نوعان من مواد الرقائق الشائعة هما الزجاج والميكا، (كما يستخدم رقائق الالومنيوم كرقائق معدنية). المواد المركبة المقوات بالرقائق تمتلك الخواص التالية

-
-
-
-
-
-



المواد المركبة من طبقات (Laminar Composites)

تحتوي المواد المركبة من طبقات على طبقتين او اكثر من نفس المواد او في مواد مختلفة. يمكن ترتيب الطبقات في اتجاهات مختلفة لإعطاء القوة عند الحاجة. القوارب السريعة هي من بين العديد من المنتجات من هذا النوع.

يمكننا تقسيم المواد المركبة من طبقات الى ثلاثة انواع اساسية:

- **المواد المركبة من طبقات غير مدعومة**

(1) المواد المركبة من طبقات معدنية

(ا) المعادن المطلية بالمعادن كالزنك والكروم وغيرها

(ب) معادن مكسوة بالالمنيوم او النحاس

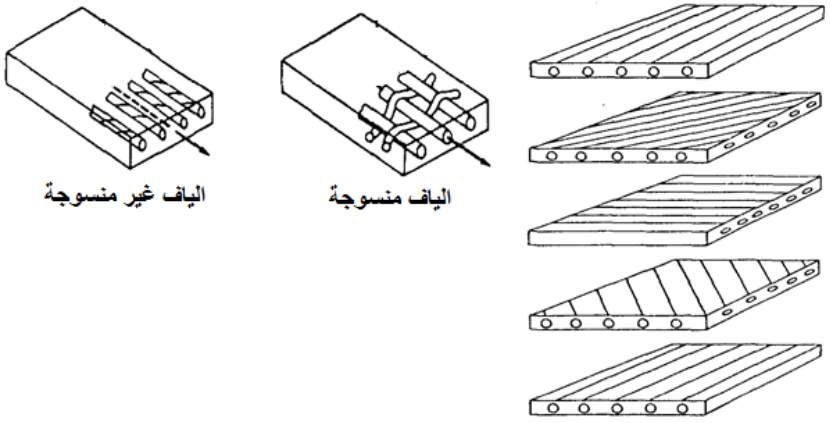
(ج) شرائح معدنية متعددة الطبقات (التنغستن ، البريليوم)

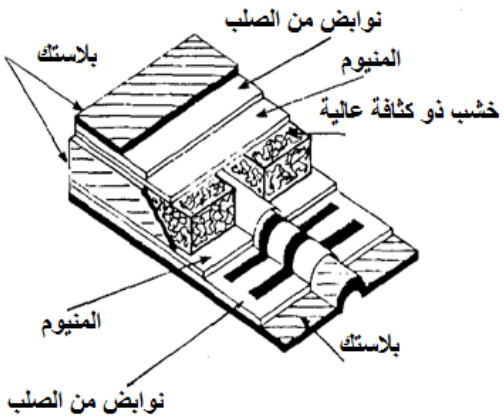
(2) المواد المركبة من طبقات معدنية وغير المعدنية (المعادن مع البلاستيك والمطاط ، وما إلى ذلك)

(3) المواد المركبة من طبقات غير معدنية (شرائح الزجاج والبلاستيك في السيارات، الخ)

- **المواد المركبة من طبقات مدعومة (طبقات مقوات بشرائح)**

المواد المركبة من طبقات المتداخلة (شرائح البلاستيك المقوى المربوطة جيداً بالفولاذ والالمنيوم والنحاس والمطاط والذهب ، إلخ)





المواد المركبة من طبقات الحاوية على مواد مالئة (Filled Composites)

هناك نوعان:

في النوع الاول يتم إضافة مواد الحشو بين الطبقات لزيادة قوتها

وخفض الوزن.

يتكون النوع الثاني من المادة المركبة مواد هيكلية ثلاثية الابعاد قوية لتحمل الطبقات. اكثر المركبات المستخدمة على نطاق واسع من هذا النوع هي هياكل ساندويتش واقراص العسل.

تقنية النانو:

تاريخ تقنية النانو:

استخدام تقنية النانو قديم جداً ويعود إلى الحضارة الإغريقية والحضارة الصينية في صناعة الزجاج ولعل الإناء الإغريقي الشهير باسم (ليكوروجز) والذي يغير لونه تبعاً لزاوية سقوط الضوء احد اقدم التطبيقات لهذه التقنية والذي استخدم في صناعته جسيمات نانو من الذهب تم خلطها بالزجاج.
كما ان السيف الدمشقي المعروف بصلابته ومرونته يعد احد اقدم التطبيقات لتقنية النانو.

وهذه التطبيقات التي ذكرناها إنما هي تطبيقات قديمة عن النانو وغير مقصودة، وبالنسبة للابحاث الحديثة فقد قام الفيزيائي الامريكي" ريتشارد فاينمان "بإلقاء محاضرة بعنوان "هناك متسع كبير في القاع "عام **1959** امام الجمعية الفيزيائية الامريكية وتساءل فيها (**ماذا سيمكن للعلماء فعله إذا استطاعوا التحكم في تحريك الذرة الواحدة واعادة ترتيبها كما يريدون؟؟**) كما وصف مجالاً جديداً يتعامل مع الذرات والجزيئات المنفردة لصنع مواد وآلات دقيقة بخصائص مميزة وهذا كان بداية الإعلان عن مجال جديد عرف لاحقاً بتقنية النانو.

في عام **1974** اطلق باحث الياباني تسمية المصطلح تقنية النانو(Nano Technology) لاول مرة للتعبير عن طرق تصنيع عناصر ميكانيكية وكهربائية متناهية الصغر بدقة عالية.

عام 1976 استحدث فيزيائي الفلسطيني طريقة ليزرية تسمى(التاين الرنيني) لكشف الذرات المنفردة وقياسها باعلى مستويات الدقة والتحكم، ورصد بها ذرة واحدة من بين ملايين الذرات وكشف هويتها لاول مرة في التاريخ، وتعمل هذه الطريقة على إثارة الذرات بليزر محدد اللون وتايينها ثم تحسس الشحنات الصابغة.

في عام1981 اخترع باحثان سويسريان جهاز المجهر النفقي الماسح(Scanning Tunneling Microscope) وقد مكن هذا المجهر العلماء لاول مرة من التعامل المباشر مع الذرات والجزيئات وتصويرها وتحريكها لتكوين جسيمات نانوية.

بين احد العلماء المخاطر المتخيلة لتقنية النانو مثل صنع محركات ومركبات نانوية تستطيع نسخ نفسها ولا يمكن الحد من انتشارها، كما بسط فه الافكار الاساسية لتقنية النانو منها إمكانية صناعة اي مادة بواسطة رصف مكوناتها الذرية واحدة تلو الاخرى.

عام 1991 اكتشف باحث الياباني انابيب الكربون النانوية (Carbon Nano Tubes) وهي عبارة عن اسطوانات من الكربون قطرها عدة نانو مترات ولها خصائص إلكترونية وميكانيكية متميزة مما يجعلها مهمة لصناعة مواد وآلات نانوية مدهشة.

خواص المواد النانوية:

يمكن القول ان المواد النانوية هي تلك الفئة المتميزة من المواد المتقدمة التي يمكن إنتاجها بحيث تتراوح مقاييس ابعادها او ابعاد حبيباتها الداخلية بين 1 نانومتر و 100 نانومتر وقد ادى صغر هذه المواد ان تختلف صفاتها عن المواد الاكبر حجما (اكبر من 100 نانومتر) .

1-الخواص الميكانيكية :ترتفع قيم الصلابة للمواد الفلزية وسبائكها وكذلك تزيد مقاومتها لمواجهة إجهادات الاحمال المختلفة الواقعة عليها وذلك من خلال تصغير مقاييس حبيبات المادة والتحكم في ترتيب ذراتها، فمثلاً إذا قمنا بتصغير حبيبات المواد السيراميكية إلى إكسابها المزيد من المتانة وهي صفة لا توجد في مواد السيراميك العادية.

2- درجة الانصهار :تتاثر قيم درجات حرارة انصهار المادة بتصغير ابعاد مقاييس حبيباتها فمثلاً درجة انصهار الذهب هي 1064 درجة مئوية، واذا قمنا بإنقاص اقطار حبيبات الذهب فإن درجة الانصهار تنقص حوالي 500 درجة مئوية.

3-الخواص المغناطيسية :تعتمد قوة المغناطيس اعتماداً كلياً على مقياس ابعاد حبيبات المادة المصنوع منها المغناطيس، وكلما صغر حجم الجسيمات النانوية وتتزايد مساحة اسطحها الخارجية ووجود الذرات على تلك الاسطح كلما ازدادت قوة المغناطيس وشدته.

4-الخواص الكهربائية :إن صغر احجام حبيبات المواد النانوية يؤثر إيجاباً على خواصها الكهربائية حيث تزداد قدرة المواد على توصيل التيار الكهربائي، حيث تستخدم المواد النانوية في صناعة اجهزة الحساسات الدقيقة والشرائح الالكترونية في الاجهزة الحديثة وهي ذات مواصفات تقنية عالية

5-الخواص الكيميائية :إذا كانت الجسيمات النانوية متجانسة وبنفس الحجم فإن تفاعلها يزداد.

سبب اختلاف خواص الجسيمات النانوية:

1- حجم الجسيمات :إن خصائص المواد كالتوصيل واللون لا تتغير بتغير الحجم، إلا عندما يصل حجمها إلى مقياس النانومتر فإن خصائصها تتغير، مثلاً السليكون بالحجم الطبيعي يعتبر مادة معتمة لا تشع، اما عندما يكون بحجم 1 نانومتر يشع بالازرق، وعندما يكن بحجم 3 نانومتر يشع باللون الاحمر.

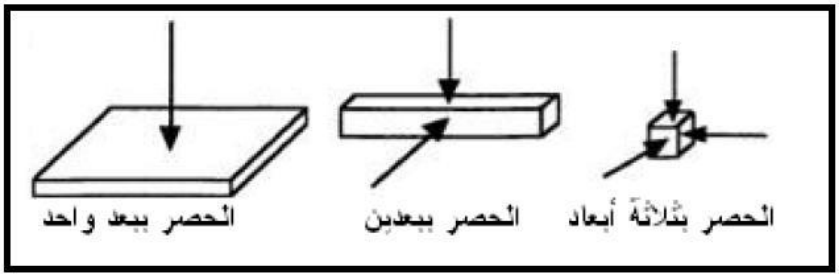
2- شكل الجسيمات :تعتمد خصائص الجسيم النانوي على الشكل الذي يكون كروياً او انبوبياً او سداسياً او غيرها من الاشكال.

3- تركيب الجسيمات :اي ما نوع الذات او الجزيئات التي يتركب منها الجسيم النانوي وما عددها.

4- درجة التجمع :بعض الجسيمات النانوية تكون الجزيئات او الذرات فيها متباعدة، والبعض الآخر تكون جزيئاتها او ذراتها متكتلة ملاصقة لبعضها البعض، واختلاف درجة تجمع الجزيئات من جسيم لآخر يسبب تغير الخصائص.

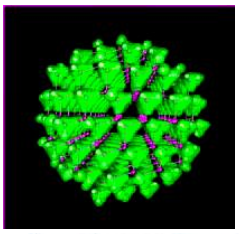
5- التوزيع :قد يكون توزيع الجزيئات او الذرات داخل الجسيم منتظماً او غير منتظم، وقد يكون مستقر او غير مستقر، فمثلاً جزيئات السيلكون متوزعة بانتظام في المحلول فيشع المحلول كله، لكن بعد تركها لعدة ايام يصبح توزيعها غير منتظم وتنزل للقاع فلا يعد المحلول يشع بالكامل.

6- الحصر الكمي :فبعض المواد تكون محصورة ببعدين فتكون حركة الإلكترونات باتجاه واحد، (وبعد المواد تكون محصورة في بعد واحد فتكون حركة الإلكترونات في اتجاهين.



اشكال المواد النانوية

تتخذ المواد النانوية اشكالاً عدة ، لكل منها تركيب وخصائص ومقياس لقطرها وطولها ، ولكل منها استخدامات مميزة ايضا ، ويمكن تصنيف المواد النانوية حسب الشكل إلى:



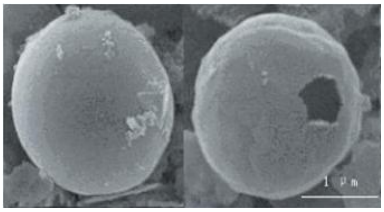
1- النقاط الكمية (Quantum Dots) :

هي عبارة عن تركيب نانوي شبه موصل ثلاثي الابعاد يتراوح بعده بين 2 - 10 نانومتر

2-الفولورين (Fullerene):

تركيب نانوي غريب آخر للكربون وهو عبارة عن جزيء مكون من 60 ذرة كربون. وهو كروي يشبه كرة القدم، كما اكتشفت اشكال اخرى منها كالفولورين المخروطي والانبوبي والكروي.

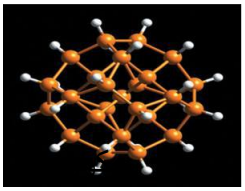
3-الكرات النانوية (Nano balls):



من اهمها كرات الكربون النانوية التي تنتمي إلى فئة الفولورينات ولكنها تختلف عنها قليلاً بالتركيب حيث انها متعددة القشرة، كما انها خاوية المركز .والكرات النانوية لا

يوجد على سطحها فجوات وبسبب انا تركيبها يشبه البصل فقد سماها العلماء(البصل) وقد يصل قطر الكرة الواحدة إلى 500نانومتر او اكثر.

4- الجسيمات النانوية (Nanoparticles):

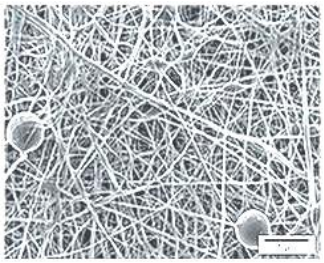


على الرغم من ان كلمة (الجسيمات النانوية) حديثة الاستخدام ، إلا ان هذه الجسيمات كانت موجودة في المواد المصنعة او الطبيعية منذ قديم الزمان. ويمكن تعريف الجسيمات النانوية على انها عبارة عن تجمع ذري او جزيئي ميكروسكوبي يتراوح عددها من بضع ذرات(جزيء)إلى مليون ذرة، وتكون مرتبطة مع بعضها البعض بشكل كروي تقريباً ونصف قطره اقل من 100 نانومتر. عندما يصل حجم الجسيم النانوي إلى مقياس النانو في بعد واحد فإنها تسمى البئر الكمي (Quantum well)، اما عندما حجمها النانوي في بعدين فتسمى السلك الكمي (Quantum wire) وعندما يكون بثلاثة ابعاد تسمى النقط الكمية (Quantum dots)

5- الانابيب النانوية (Nanotubes):

هي عبارة عن شرائح تطوى بشكل اسطواني، وغالباً تكون نهاية الانبوب مفتوحة والاخرى مغلقة بشكل نصف دائرة . تصنع من مواد عضوية (كربون) او مواد غير عضوية(اكاسيد فلزات كاكاسيد الفناديوم والمنجنيز) تتمتع هذه الانابيب بالقوة والصلابة والناقلية الكهربائية، ولكن اكاسيد الفلزات تكون اثقل واضعف من انابيب الكربون. ويتراوح قطر الانبوب النانوي بين 1 نانومتر و 100 نانومتر وطولها يبلغ 100 ميكرومتر ليشكل سلك نانوي، للانابيب النانوية عدة اشكال، فقد تكون مستقيمة، لولبية، متعرجة، خيزرانية، او مخروطية وغير ذلك.

6-الالياف النانوية (Nano fibers)

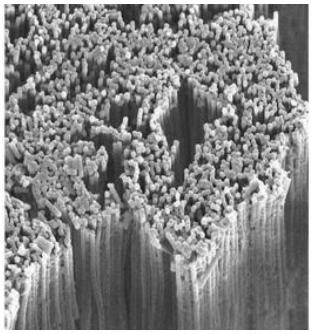


لاقت هذه المواد اهتماماً كبيرا مؤخرا لاهميتها الصناعية .وتتخذ عدة اشكال كالالياف السداسية والحلزونية والالياف الشبيهة بحبة القمح. تتميز الالياف النانوية بان مساحة سطحها إلى حجمها كبيرة حيث ان عدد ذرات السطح كبيرة بالنسبة للعدد الكلي، وهذا ما يكسبها خواص ميكانيكية مميزة كالصلابة وقوة الشد وغيرها، ولكنها تعاني من صعوبة التحكم باستمراريتها واستقامتها وتراصفها. تستخدم هذه الالياف في الطب وزراعة الاعضاء كالمفاصل والتئام الجروح ونقل الادوية في الجسم، كما تستخدم في المجالات العسكرية كالتقليل من مقاومة الهواء.

7-المركبات النانوية (Nanocomposites)

هي عبارة عن مواد يضاف إليها جسيمات نانوية خلال تصنيع تلك المواد، ونتيجة لذلك فإن المادة النانوية تُبدي تحسناً كبيرا في خصائصها .فعلى سبيل المثال، يؤدي إضافة انابيب الكربون النانوية إلى تغيير خصائص التوصيلية الكهربية والحرارية للمادة .وقد يؤدي إضافة انواع اخرى من الجسيمات النانوية إلى تحسين الخصائص الضوئية وخصائص العزل الكهربائي، وكذلك الخصائص الميكانيكية مثل الصلادة والقوة .يجب ان تكون النسبة المئوية الحجمية للجسيمات النانوية المضافة منخفضة جدا (0.5-5%) وذلك بسبب ان النسبة بين المساحة السطحية الى الحجم للجسيمات النانوية تكون عالية.

8- الاسلاك النانوية (Nano wires)



هي اسلاك نانوية قد يقل قطرها عن نانومتر واحد وباطوال مختلفة، اي نسبة طول إلى عرض تزيد عن 1000 مرة، لذا فهي تلحق بالمواد ذات البعد الواحد وهي تتفوق على الاسلاك العادية التقليدية، لان الالكترونات فيها تكون محصورة كمياً باتجاه جانبي واحد مما يجعلها تحتل مستويات طاقة محددة تختلف عن تلك المستويات العريضة الموجودة في المادة المحسوسة. وهذه

الاسلاك غير موجودة في الطبيعة بل تحضر في المختبر بطرق عديدة .وتتخذ اشكالاً عديدة متعددة منها حلزونية او متماثلة خماسية.

2- تطبيقات النانوتكنولوجي:

1- تطبيقات النانو تكنولوجي في الطب:

الكشف عن الامراض	في علاج السرطان	في مجال الادوية والعقاقير	في مجال العمليات الجراحية

2- تطبيقات النانو تكنولوجي في مجال الصناعة:

صناعة الطائرات والسيارات	صناعة الزجاج	صناعة النظارات الشمسية
صناعة المنتجات الرياضية	صناعة الدهانات والاصبغة	التطبيقات الصحية
صناعة الشاشات	صناعة الثلاجات والغسالات	منقيات مياه(فلترات)

تطبيقات النانو تكنولوجي في مجال الإلكترونيات:

في مجال الترانزستورات	في مجال الحساسات (Nano sensors)

تطبيقات النانو تكنولوجي في المستقبل:

صناعة الملابس	في مجال الزراعة	في المجال العسكري	في مجال الاغذية