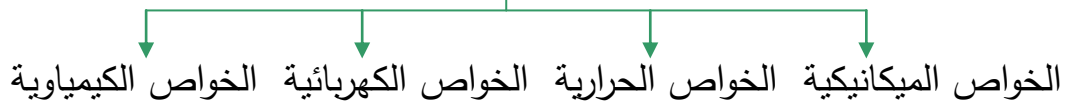


الاسبوع الاول :

تعريف المواد الهندسية

نقصد بالمواد في دراستنا هذه جميع العناصر التي تتكون منها المكائن والالات والاجهزة المستخدمة في الصناعات الكيماوية وهذه العناصر هي المواد المعدنية وسبائكها .
(الصلب وحديد الزهر والنحاس والالمنيوم والقصدير والكاربون والرصاص والمغنسيوم) والمواد اللامعدنية (الزجاج , واللدائن والمطاط والاسبستون ... الخ) هذه المواد جميعها تسمى بالمواد الهندسية ومن ضمن الخواص الهندسية هي الخواص الميكانيكية.

الخواص العامة للمواد الهندسية



ومن ضمن الخواص الميكانيكية:

1. الاجهاد.
2. الانفصال .
3. المطيلية : وهي كمية التشوه اللدن التي تحدث

التمزق وتحسب كمية التشوه هذه من الاستطالة الناتجة.

الخواص العامة للمواد الهندسية:

يتم دراسة الانواع التالية:

1. الخواص الميكانيكية .
- 2- الخواص الحرارية .
- 3- الخواص الكهربائية .
- 4- الخواص الكيماوية.

من الخواص الميكانيكية :

أ- **الاجهاد** : ويرمز له σ stress : وهي القوة المسلطة على مساحة المقطع .

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

وحدات $\sigma \Leftarrow \frac{N}{m^2}, \frac{N}{cm^2}$

Force $\Leftarrow F \Leftarrow$ نيوتن N

المساحة $\Leftarrow A \Leftarrow m^2, cm^2, mm^2$

ب- **الانفعال Strain** : هو الاستطالة الناتجة عن تسليط القوة بطريقة الشد او الضغط
Tension & compression force . عويزمز للأنفعال ويقاس m , cm , mm .

ويعرف بطريقتين :

1. الاستطالة او التقلص لكل متر من الطول الاصلي.

2. النسبة المئوية للاستطالة بالنسبة للطول الاصلي.

ويكون الانفعال على نوعين :

1. **الانفعال المرن** : ويكون ذو خاصية عكسية حيث يتلاشى الانفعال بعد إزالة الاجهاد

المسلط وقيمة الانفعال هنا تتناسب طردياً مع مقدار الاجهاد المسلط كما في الشكل 1-1 .

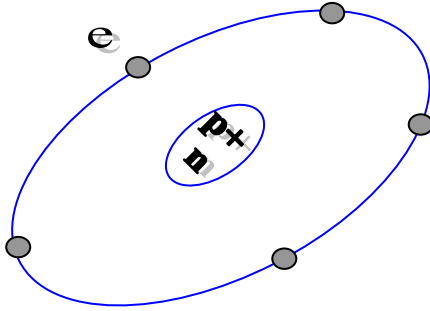
الاسبوع الثاني :

الذرة * العنصر * انواع الروابط في المواد الهندسية

الذرة Atome:

وهي اصغر مكون للمادة وتتكون من النواة التي تحتوي على بروتونات ونيوترونات حيث الوزن متساوي بينهما واما الشحنة الموجبة متمثلة بالبروتونات واما الشحنة السالبة تتمثل بالالكترونات وتساوي 1.6×10^{-19} امبير.ثانية (كولوم) .

$$\text{وزن الالكترون} = \frac{1}{1836} \text{ من وزن التيونتر}$$



وحيث يرمز للبروتون P

= للنيوترون n

= للالكترون e

ان النيوترون لا يحمل أي شحنة ولهذا تعتبر متعادلة كهربائياً وناتجة من ترابط البروتون مع الالكترون : $n \rightleftharpoons P^+ + e^-$

* العدد الذري Atomic Number:

هو عدد البروتونات والتي هي مساوية لعدد الالكترونات المحيطة بالنواة .

* **عدد افوكادو :** هي النسبة بين الوزن بالكيلوغرام الى الوزن الجزيئي.

$$\text{عدد افوكادو} = \frac{\text{الوزن}}{10^{27} \times 0.602} = \frac{1 \text{ كغم}}{10^{27} \times 1.66} = \frac{\text{الوزن الجزيئي}}{10^{27} \times 0.602}$$

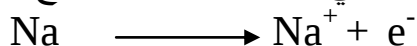
حيث ان الوزن الجزيئي يحتوي على $10^{27} \times 0.602$ ذرة .

* **التركيب الذري :** ان وزن الالكترون ($10^{-31} \times 9.107$) كغم وقيمة شحنته هي : $10^{-19} \times 106$ (كولوم) وتعتمد كل من الموصلية الكهربائية والاستقطاب الكهربائي على هذه الشحنة وكذلك على عدد الالكترونات في الموصل.

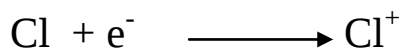
* **الواصر الذرية :** قوة تجاذب بين ذرات المواد الهندسية تنتج اواصر ذرية وهذه الاواصر تعطي خاصية التماسك والمقاومة ضد القوى المسلطة عليها.
هناك نوعين اساسيين من الاواصر :

1. الاواصر الرئيسية : وتشمل أ- الاواصر للايونية . ب- الاواصر التساهمية . ج- الاواصر الفلزية .
2. الاواصر الايونية : وتشمل انواع عديدة من اواصر ضعيفة ولكن لها قوة جذب مهمة من المواد .

* **الاواصر الايونية :** ان ذرات العناصر التي تأتي قبل او بعد العناصر الخاملة في الجدول الدوري من الممكن زيادة استقرارية ترتيبها الالكتروني وذلك بكسب او فقدان الكترونات من ذراتها المتعادلة الى ان يصبح لها نفس الترتيب الالكتروني للعنصر الخامل . العناصر التي تكسب الكترونات تصبح سالبة والعناصر التي تفقد الكترونات تصبح موجبة .



في المعادلة اعلاه يصبح عنصر الصوديوم موجب وذلك لفقده إلكترونات .



في المعادلة الثانية يكتسب الكلوريد الكترون ويصبح سالب .

* **الاواصر التساهمية :** تعني الاصرة التساهمية مشاركة الذرات المتجاورة للألكترونات التكافؤية في تلك الذرات وتتم المشاركة بين الكترونات الذرات المتجاورة وذلك لملء الاغلفة الكمية الخارجية لتلك الذرات بحيث يصبح اعلى مجموع للألكترونات في الغلاف الكمي .

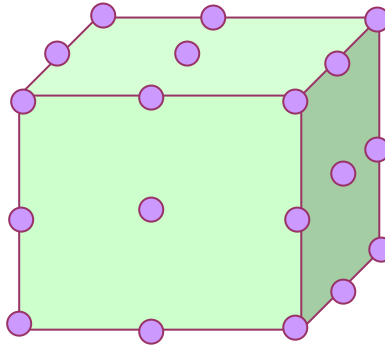
الاسبوع الثالث والرابع:

المواد البلورية واللابلورية:

*** تركيب الاطوار الصلبة :** المادة قد تكون في الطور الغازي او السائل او الصلب , فالطور هو تركيب متجانس من المادة وكل من هذه الاطوار لها تراكيبها الذرية الخاصة بها وتختلف بعضها عن البعض الاخر . وتعتمد خواص المادة على ترتيب ذراتها ضمن ذلك الطور ومن الممكن تصنيف ترتيب الذرات كما يلي :

1. التركيب الجزيئي : وهذا يعني تجمع الذرات والذي سيوضح في فصل البولمرات .
2. التركيب البلوري : وهو النمط المعاد للذرات في الاتجاهات المحورية الثلاثة.
3. التركيب اللابلوري : وهي التراكيب التي لا تشكل نمط معين وتشمل الغازات والسوائل وبعض المواد الصلبة مثل الزجاج .

*** التراكيب البلورية :** ان غالبية المواد الهندسية لها تشكيل ذري ذو نمط طويل ومعاد في الاتجاهات المحورية الثلاثة وهذا النوع من التراكيب يسمى بالتركيب البلوري , ويكون النمط المعاد في الاتجاهات الثلاثة في البلورات ناتج عن تنسيق ذري داخل المادة على مسافات ذرية معينة وجميع الفلزات الصلبة تقع ضمن هذا الصنف وكذلك اغلب المعادن الطبيعية والمواد الأيونية في الحالة الصلبة , ولغرض توضيح ماهية التراكيب البلورية ودور الرص الذري للمواد البلورية سنأخذ تركيب كلوريد الصوديوم NaCl كمثال :



التركيب البلوري لـ كلوريد الصوديوم

لبلورات المكعبة:

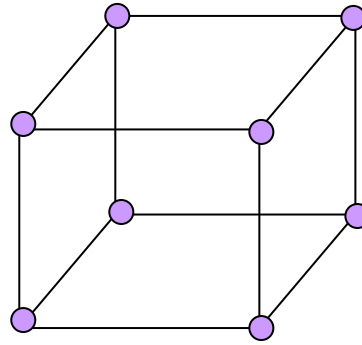
من الممكن للذرات ان ترص نفسها في النسق المكعبي (في الاتجاهات المحورية الثلاثة) .

1. المكعب البسيط Simple Cube : ويرمز له S.C

2. المكعب المركزي الجسم Body Centered Cubic : ويرمز له B.c.c

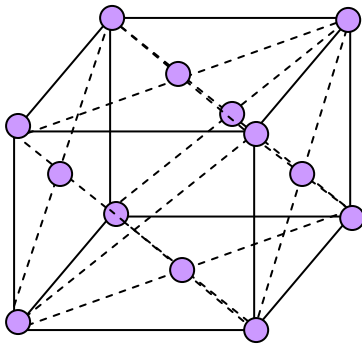
3. المكعب المركزي الأوجه Face Centered Cubic : ويرمز له F.c.c

رسم الحالة الاولى



تركيب المكعب البسيط S.C
اي توجد ثماني ذرات للمكعب

رسم الحالة الثانية



تركيب المكعب المركزي الجسم
B.C.C

فلزات مثل الصوديوم والبوتاسيوم والحديد
في درجات الحرارة الاعتيادية ويكون لهم
تركيب مكعبي أيضا , الخلية الأحادية في
هذه الفلزات يحتوي ذرة في كل ركن من
المكعب كما في الشكل.

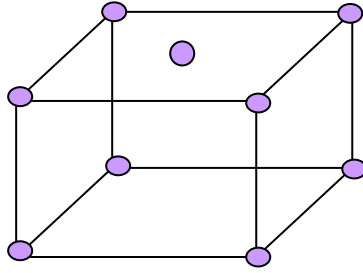
هذا النوع من التركيب البلوري يسمى بالمكعب المركزي الجسم B.C.C كل ذرة في التركيب (B.C.C) يكون محاط بثمانية ذرات مجاورة لها ذلك فيما اذا كان موقع الذرة في ركن المكعب او كان في مركز المكعب لها يكون لكل ذرة داخل التركيب B.C.C نفس الظروف المحيطة بالذرات الأخرى .

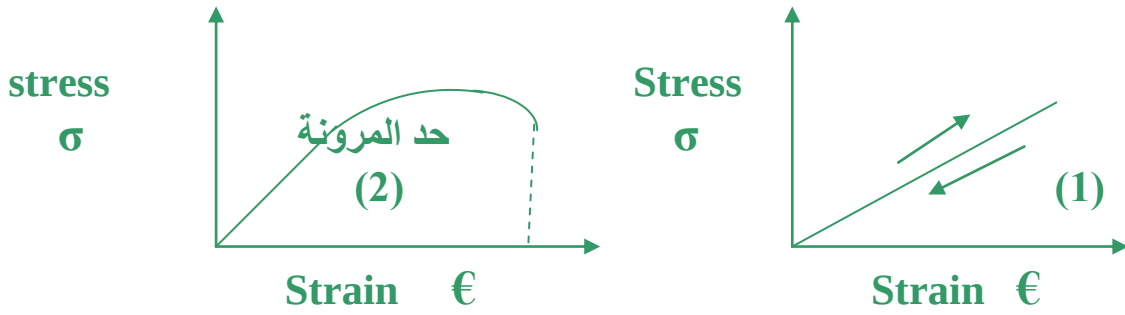
كل خلية أحادية التركيب B.C.C تحتوي ذرتين واحدة في مركز المكعب وثمان في أركان المكعب .

الحالة الثالثة :

المكعب مركزي الوجة F.C.C

التركيب الذري للفضة , الألمنيوم , الذهب . . . الخ له تركيب مركزي الأوجه بالإضافة الى وجود ذرة في كل ركن من أركان المكعب للخلية الأحادية ويوجد هنالك ذرة في وسط كل سطح من سطوح المكعب الستة ولكن لا توجد ذرة في مركزا لمكعب ويسمى هذا التركيب بالمكعب المركزي الأوجه F.C.C كما في الشكل





2. **الانفعال اللدن** : هو انفعال ثابت غير عكسي ويحدث للمادة نتيجة الإجهاد المسلط بعد حد المرونة كما في الشكل (2) .

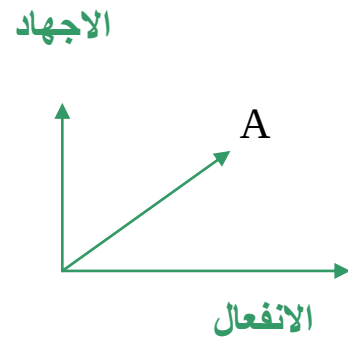
ويكون الانفعال اللدن نتيجة إزاحة دائمية للذرات داخل المادة بعكس الانفعال المرن الذي لا يحدث إزاحات دائمية للذرات ويبقى لكل ذرة نفس الذرات المجاورة لها قبل وبعد الانفعال.

ج- **معامل المرونة (E) Modules of elasticity** : هو النسبة بين الاجهاد المسلط على الانفعال المرن الناتج ويرمز له Y ، وحدات معامل المرونة N/mm^2 ، N/Cm^2 ، N/m^2 .

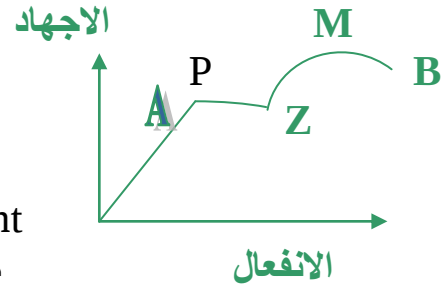
5-1 **المطيلية Ductility** : وهي كمية التشوه اللدن التي تحدث عند نقطة التمزق وتحسب كمية التشوه هذه من الاستطالة الناتجة .

هـ - **منحني الإجهاد والانفعال** :

في هذه الحالة المنحني المرسوم بين الانفعال والإجهاد لا يحدث لها تشوهات لدنة اي ان عند إزالة القوة المؤثرة يرجع الجسم الى حالته الطبيعية حيث ان النقطة A هو حد المرونة .



في الشكل الثاني فإن المواد المطيلية عند نقطة A تمثل حد المرونة وهذه النقطة تمثل علاقة خطية بين الانفعال والإجهاد وبعدها الى نقطة P التي تعرف بنقطة الخضوع yield point وفي مرحلة AP يكون الانفعال متكون من جزئين انفعال مرن وانفعال لدن , وبعد نقطة Z يكون الانفعال لدن وبزيادة الاجهاد يزداد الانفعال الى ان تصل الى نقطة M التي تمثل اعلى قيمة للأجهاد وبعدها تصل الى نقطة B حيث يحدث التمزق عند النهايتين .



التصليد : هي عملية معاملة المعدن في أفران حرارية الى درجات حرارية دون درجة الانصهار وتبريد المعدن بصورة مفاجئة وتختلف الأوساط التي يتم فيها التبريد المفاجئ من هذه الأوساط :-

1. يبرد المعدن بالماء.
2. يبرد المعدن بالماء والتلج .
3. تبريد المعدن بالزيت .
4. يبرد المعدن بالرمل .

ان عملية التصليد بحد ذاتها هي مجموعة اجهادات تؤثر على المادة حيث يتم تركيز ذرات الكارتون في المعدن المراد فجائياً ولذلك نجد ان مثل الفولاذ يصبح صلباً او هشاً وهو بهذه الصورة لا يصلح للكثير من الأغراض التطبيقية لذا لتلافي ذلك عادة يبرد الفولاذ تبريداً فجائياً حتى يكون اعلى صلادة مما هو مطلوب ثم تخفيف تلك الاجتهادات الداخلة الناشئة من جراء عملية التخمير وعملية هي تسخين المعدن المصلد الى درجة حرارة اقل من الدرجة الحرجة ثم تبريده بعد ذلك بالمعدل المطلوب لتحقيق المواصفات المطلوبة وبهذه الطريقة يمكن تخليص المعدن من قدر كبير من الاجهادات الداخلية الكامنة ومن بعد ذلك يمكن تشغيل المعدن على المكائن المختلفة دون التأثير على عدة القطع وانجاز العمليات بسهولة في حالة الحصول على الشكل النهائي على المشغولة ويمكن اعادة الصلادة اليها في عملية التسخين والتبريد المفاجيء لتكتسب صلادة .

هناك عدة انواع من التصليد :

1. التصليد السطحي للفولاذ : Case Hardening of Steel

يقصد بالتصليد السطحي تطبيق أي عملية تؤدي الى زيادة درجة صلادة السطح للفولاذ عن صلادة باقي الجسم والطرق التي يتم فيها احداث هذا التصلد السطحي عن طريق تغطية سطح الفولاذ بمواد اخرى اشد صلادة عن طريق اللحام او بأي طريقة اخرى لن تؤخذ في الاعتبار على انها ضمن عمليات التصليد في نطاق هذه الدراسة وعادة ما تقسم طرق التصليد السطحي الى قسمين رئيسيين القسم الاول يشمل العمليات التي بها يتغير تركيب الفولاذ الى عمق قليل تحت السطح عن طريق انتشار عنصر او عناصر متعددة الى الداخل كما هو الحال في عملية الكربنة

والنتردة والكربنة المصاحبة للنتردة والسيندة , اما القسم الثاني فيتضمن تلك العمليات التي بها يتم تسخين سطح الفولاذ موضعياً في منطقة معينة باستخدام تيار كهربائي ذو تردد عال او بواسطة لهب خاص الى درجة حرارة فوق درجة حرارة التحول العليا ثم يبرد فجائياً.

الاسبوع الثامن =

2. الكربنة : وهي عملية تصليد سطحي يتم بواسطتها زيادة الكاربون في الطبقة السطحية للفولاذ ويمكن الحصول على التصليد المطلوب عن طريق اجراء المعالجة الحرارية بعد عملية الكربنة. وزيادة نسبة الكاربون في الفولاذ ويمكن اجراءه بأي من ثلاث انواع من عمليات الكربنة الصلبة او السائلة او الغازية .

*** الكربنة الصلبة :**

تدعى الكربنة بالمواد الصلبة في بعض الاحيان بالكربنة بالتغليف Pack وفيها يتم تصليد الفولاذ سطحياً عن طريق دفنه في مادة كاربونية غنية بالكاربون داخل وعاء او صندوق فولاذي مغلق ويسخن الى درجة حرارة 871م لفترة زمنية تتوقف على عمق التصليد السطحي المطلوب وبعد الانتهاء من عملية الكربنة بالدرجة المطلوبة وللزم المحدد يرفع الفولاذ من إناء الكربنة ثم يعرض للمعالجة الحرارية المناسبة للوصول الى درجة الصلادة المطلوبة للسطح والصلادة المطلوبة في المركز . ومن المهم ان نشير الى انه بينما تحتوي قشرة الفولاذ المكربن من 0.7% - 1% كاربون فأن محتوى الكربون في المركز يكون اعتيادياً في الحدود من 0.1-0.15 كاربون والاعتراض الوحيد على هذه الطريقة (التصليد القشري) هو احتمال حدوث التواء اثناء عملية الكربنة وما يليها من المعالجات الحرارية والعمق القشري الذي يمكن الحصول عليه يعتمد على طريقة التنفيذ ولكنه يتراوح ما بين 0.02-0.6 إنج واقصى عمق قشري يمكن الحصول عليه باستخدام هذه الطريقة يصل الى 0.128 إنج .

*** الكربنة السائلة :**

تتم عن طريق وضع الاجزاء التي يراد كربنتها في حمام ملح منصهر في درجة حرارة 871.1 م ويضاف الى حمام الملح المنصهر مادة كاربونية ملائمة لتقوم بعملية الكربنة .

*** الكربنة الغازية :**

يتم فيها تسخين الاجزاء المراد معالجتها في قنينة يمر خلالها غاز هيدروكاربوني وبهذه الطريقة يتمكن الكربون من تخلل الطبقة السطحية من الفولاذ بالانتشار محققاً بذلك عملية الكربنة وعملية

الكربنة تطبق في صناعة مقاييس الضغط والكامات والكثير من الادوات التي تتطلب مقاومة عالية.

3. النتردة : النتردة تمثل طريقة اخرى من طرق التصليد القشري المبني على مبدأ الانتشار وظهرت هذه الطريقة اولاً في المانيا وفيها يؤخذ الفولاذ المراد تصليده قشرياً بعد تشكيله ميكانيكياً ليُعالج بعد ذلك حرارياً وذلك عن طريق وضعه في صندوق محكم الغلق وتسخينه الى درجة حرارة 537.8م ثم يرفع غاز الامونيا داخل الصندوق حيث يتفكك غاز الامونيا الى النتروجين الذري النشط والهيدروجين ويتحد النتروجين النشط مع الحديد مكوناً نتريد الحديد واما الهيدروجين الزائد فيتم تصريفه عبر فتحة في الصندوق المغلق.

الاسبوع التاسع =

الخواص الحرارية للمواد : درجة الحرارة هي قياس النشاط الحراري ويعبر عنها بالدرجة المئوية (م) او بالدرجة المطلقة (درجة كلفن) ويقصد بالحرارة الطاقة الحرارية ووحدتها الجول ووحدها السعة الحرارية للمادة وهي - . **جول** . **كجم . م**

الحرارة النوعية : تعرف الحرارة النوعية للمادة بأنها نسبة السعة الحرارية للمادة على السعة الحرارية لنفس وزن المادة من الماء .

هناك حرارة تحولات كامنة عديدة بين الاطوار المختلفة منها :

حرارة الانصهار : وهي الحرارة اللازمة لصهر المادة .

حرارة التبخير : وهي الحرارة اللازمة لتبخير المادة وتحويلها الى الحالة الغازية وهي نفس درجة الحرارة في كل من هذه التحولات وتقوم بتحويل المادة من تركيب ذري او جزئي معين الى تركيب ذري او جزئي آخر .

وسوف يتوضح بعدئذ ان في بعض المواد والتراكيب المعدنية تحدث تغيرات ضمن الحالة الصلبة والتي فيها تتبدل التراكيب من شكل الى آخر وهذه التغيرات تحتاج الى حرارة او طاقة حرارية .

التمدد الحراري : ينتج بزيادة درجة الحرارة ومعامل التمدد الحراري ويجب ملاحظة ان معامل التمدد الطولي يعتمد على درجة الحرارة حيث تزداد قيمته بازدياد درجة الحرارة عادة ولكن ضمن تفاوت صغير في درجات الحرارة من الممكن اعتباره ثابتاً وعند تبديل حالة او صورة المادة يتبدل معامل التمدد الحراري الطولي ذلك نتيجة التغير في التركيب الذري للمادة حيث ان قيمة التمدد الحراري تختلف باختلاف درجات الحرارة للمواد المختلفة فمثلاً لو سلطت درجة معينة من الحرارة على النحاس والحديد لأختلفت قيمة التمدد الحراري لتلك المادتين .

التوصيل الحراري : ويرمز له K , تنتقل الحرارة في المواد الصلبة بالتوصيل الحراري عادة ووحدات التوصيل الحراري هي جول/م.م² . ثانية .م وتحسب الحرارة ب المعادلة التالية:

$$Q = K A \times \frac{dt}{dx}$$

حيث ان (Q) ← قيمة الحرارية المنقلة ووحداتها جول/ثانية.

K ← معامل التوصيل الحراري ووحداتها جول.متر/م.ثانية.متر² .

A ← مساحة المقطع المعرضة للحرارة ووحداتها م² .

dt ← فرق درجة الحرارة ووحداتها م° .

Dx ← المسافة في اتجاه انتقال الحرارة ووحداتها متر .

ويعتمد معامل التوصيل الحراري (K) على درجة الحرارة حيث يقل بازدياد درجة الحرارة . في الانتقال الغير مستقر للحرارة يحدث تغيير في درجات الحرارة ولهذا يقل التدرج الحراري وفي هذه الحالة يحسب معامل الانتشار الحراري ويعرّف بالمعادلة التالية :

$$h = \frac{k \cdot c p}{\rho}$$

حيث ان h : معامل الانتشار الحراري ووحداته متر²/ثانية .

K معامل التوصيل الحراري ووحداته جول.متر/م°ثانية.متر² .

ρ كثافة المادة الصلبة ووحداتها كغم/متر³ .

Cp السعة الحرارية ووحداتها كغم.م°/جول .

مثال : احسب الحرارة المنتقلة اذا كان معامل التوصيل الحراري 200 جول/متر.ث.م° ونصف القطر 30 mm و فرق درجات الحرارة 50م° والمسافة في اتجاه انتقال الحرارة 0.02 متر .

الاسبوع العاشر =

الخواص الكهربائية : تعرف المقاومة الكهربائية (R) ، الموصل كهربائي بالمعادلة:

$$R = \rho * \frac{L}{A}$$

- حيث : R ← المقاومة الكهربائية ووحداتها (اوم).
 ρ ← المقاومة النوعية ووحداتها (اوم.متر).
 L ← طول الموصل الكهربائي ووحداتها (متر) .
 A ← مساحة المقطع الموصل العرضية ووحداتها (متر²).

الموصلية الكهربائية هي عكس المقاومة النوعية ولها وحدات اوم⁻¹ . متر⁻¹ المواد الموصلة للكهرباء (موصلات) التي باستطاعتها نقل شحنات كهربائية يوجد هناك الكثير من المواد الهندسية التي تمنع انتقال الشحنات خلالها وتسمى بالمواد العازلة ويكون لها خاصية شدة العزل. ومن العوامل التي تؤثر على خاصية العزل هي السمك , المساحة السطحية , المسامية وكذلك عيوب وشوائب التركيب الذري للمادة . وهناك خاصية أخرى للعوازل الكهربائية هي ثابت العزل والتي يمكن توضيح معناه من مناقشة عمل المكثف الكهربائي حيث ان هذا الجهاز يستعمل ل تخزين الشحنات الكهربائية ويتكون من لوائح موصلة يتخللها مواد عازلة وهذه المواد العازلة لا تنقل الشحنات الكهربائية ولكنها مواد غير خاملة فعند تسليط مجال كهربائي خارجي على هذه العوازل يعمل هذا المجال الكهربائي على تبديل موقع الشحنات التي تحمل في المكثف وتتاسب طردياً مع الفولتية .

$$Q \propto V$$

$$Q = C V$$

- حيث ان : Q ← الشحنة الكهربائية ووحداتها (امبير . ثانية).
 V ← الفولتية ووحداتها (فولت) .
 C ← معامل الموسعية ووحداتها (فاراد).

الخواص الحرارية :

وهي احد الخواص الهندسية وتشمل دراستها , درجة الحرارة, الحرارة النوعية والتحولات الطورية للمادة من الحالة الصلبة الى السائلة الى الغازية وكلها تعتمد على درجة الحرارة. وندرس التمدد الحراري حيث تتم الزيادة في الطول عند تسليط درجة حرارة وتختلف المعادن من مستوى لأخر بالتمدد الحراري.

* التوصيل الحراري ويرمز له بالحرف K ووحداته (جول.م/م.ثانية.م²) .

$$Q = K A \frac{dt}{dx}$$

والمعادلة :

- حيث ان : Q ← كمية الحرارة ووحداتها (جول/ثانية) .
K ← التوصيل ووحداته (جول.م) / (م.ثانية.م²).
dt ← الفرق في درجة الحرارة ووحداته م.
dx ← المسافة المنقولة ووحداتها m .

$$Q = (\text{جول/ثانية}) = \cancel{\text{م}} / \cancel{\text{م}} * \cancel{\text{م}}^2 * (\text{جول.م} / \cancel{\text{م}}) / (\cancel{\text{م}} / \cancel{\text{م}} * \text{ثانية.م}^2)$$

القانون الثاني:

$$h = \frac{k + c \rho}{\rho}$$

- حيث ان : h ← معامل الانتشار الحراري ووحداته م²/الثانية .
K ← التوصيل الحراري ووحداته (جول.م) / (م.ثانية.م²).
 $c \rho$ ← السعة الحرارية ووحداتها (كغم.م) / جول .
 ρ ← الكثافة ووحداتها كغم / م³ .

$$h = \text{م}^2 / \text{ثانية} = \cancel{\text{م}}^3 / \cancel{\text{كغم}} * (\cancel{\text{كغم.م}} / \cancel{\text{م}}) / \text{جول} * (\text{جول.م} / \cancel{\text{م}}) / (\cancel{\text{م}} / \cancel{\text{م}} * \text{ثانية.م}^2)$$

الاسبوع الحادي عشر :

الخواص المغناطيسية للمواد البلورية :

ينتج المجال المغناطيسي (H) في الفراغ كثافة دفق مغناطيسية (B) حيث يكون التناسب

$$B = \mu_0 H$$

بينهما طردياً .

μ_0 ← النفاذية المغناطيسية .

اما عند وجود مادة ضمن المجال المغناطيسي فتحسب كثافة التدفق المغناطيسي والتي تسمى

هذه الحالة بالحث المغناطيسي حسب المعادلة : $B = \mu_0 \mu_r H$

حيث ان : μ_r النفاذية النسبية وتساوي واحد للفراغ وتكون اكبر من واحد قليلا للمواد القابلة

للتغنت وتسمى البارامغناطيسية واما اذا كانت النفاذية النسبية اصغر من واحد بقليل وتسمى

بالدايا مغناطيسية واما المواد ذات المغناطيسية الحديدية فتكون قيمة النفاذية النسبية فيها كبيرة جداً .

* كيفية حصول المغناطيسية: يكون للذرة عزم مغناطيسي اذا كانت للالكترونات دوران لولبي في

احد الاتجاهات اكثر من الاتجاه الآخر في الذرات أو الايونات التي يكون لها عدد زوجي من

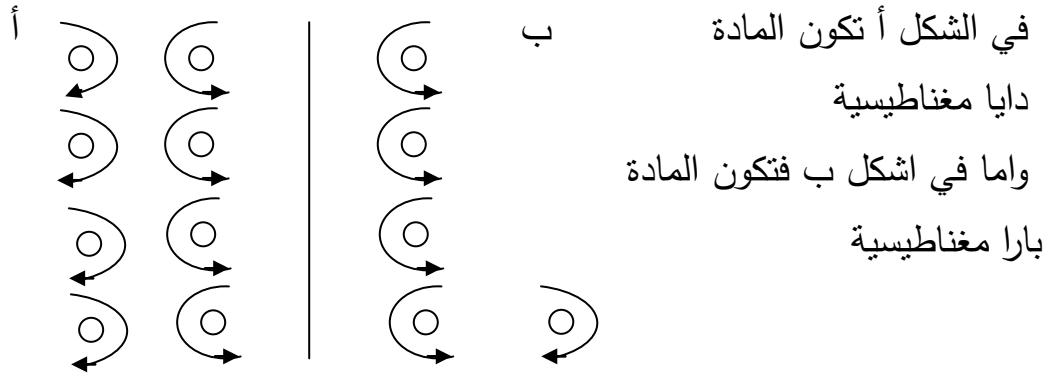
الالكترونات تدور نصف عدد الالكترونات في أحد الاتجاهات والنصف الآخر يدور في الاتجاه

المعاكس وتكون محصلة العزم المغناطيسي يساوي صفر ولا تتأثر مثل هذه المواد مغناطيسياً وأما

العناصر التي تكون اغلفتها الغير تكافؤية (ليست مشبعة بالالكترونات) فتكون عدد الكترونات التي

لها دوران لولبي في احد الاتجاهات اكثر من عدد الالكترونات التي تدور في الاتجاه الآخر لذا

يكون لها محصلة عزم مغناطيسي كما في الشكل:



العوامل التي تؤثر على الخواص المغناطيسية :

من اهم العوامل هي درجة الحرارة وقد تسبب زيادة درجة الحرارة الإزالة التدريجية للمغناطيس

وتزول المغناطيسية كلياً عند درجة معينة لكل مادة وتسمى بدرجة كوري فمثلاً للحديد 780م

والكوبلت 1231م وللنيكل 358م وفوق درجة كوري تزول المقاطعات المغناطيسية في المادة

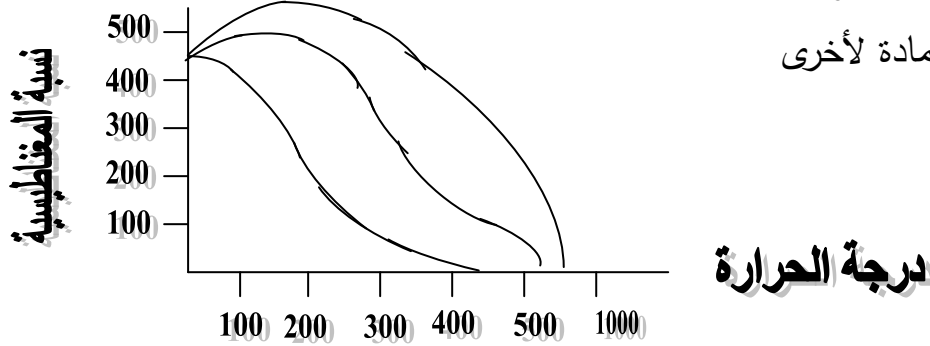
وتصبح المادة بارامغناطيسية وعند إعادة تبريد المادة الى درجة أقل من درجة كوري تعود

المقاطع المغناطيسية للظهور والتي تعطي الخواص المغناطيسية الحديدية كما في الشكل في المخطط ادناه :

ثلاثة اصناف من المعادن بزيادة

درجة الحرارة تفقد هذه المواد القدرة

المغناطيسية ويختلف من مادة لأخرى



الاحداثي الافقي يمثل درجة الحرارة ويبدأ من الصفر الى 1000م فأن اعلى قيمة للمغناطيسية تكون عند الصفر مئوي وتقل كلما ارتفعت درجة الحرارة .

الاسبوع الثاني عشر :

التآكل الكيميائي :

التآكل هو احد المشاكل الصناعية والمستعصية والخسائر المادية التي تنتج من التآكل. وتقسم العوامل التي تؤثر على معدل التآكل الى قسمين وهي اولاً طبيعية المعدن وثانياً المحيط الذي تستعمل فيه .

من العوامل التي تتعلق بطبيعة المعدن وتؤثر على تآكله هي :

1. موقع المعدن في السلسلة الكهرو كيميائية : Electro – chemical series .
2. الاتصال المباشر بمعادن ذات طبيعة مختلفة عنه.
3. البنية المايكرو سكوبية مثل وجود الشوائب او الاطوار المتعددة.
4. وجود الجهد الداخلية .

واما العوامل التي لها علاقة بالمحيط الخارجي الذي يستعمل :

- أ- الرطوبة النسبية. ب- وجود الشوائب في الجو. ج- معدل تجهيز وتوزيع الاوكسجين.
- د- الحامضية او القاعدية للسوائل . هـ- وجود الجهد الخارجي.

ويمكن تمييز التآكل بصورة عامة الى نوعين :

1. التآكل الكيميائي المباشر : ان هذا النوع من التآكل يتضمن عادة الاتحاد المباشر بين المعدن والغازات الجافة مثل الاوكسجين وثاني اوكسيد الكبريت والكلور ويحدث عادة في درجات الحرارة العالية وناتج التفاعل له أثر كبير على استمرار او توقف تآكل المعدن .
2. التآكل الكهروكيميائي : ويشمل كافة انواع التآكل التي تحدث في محيط رطب ناقل للكهربائية مثلاً عندما يكون المعدن متصلاً بسائل او حتى بخار ذلك السائل .

ان النظرية الكهروكيميائية تنص على ان كافة المعادن تتآكل او تذوب عندما تتحرر او تنطلق منها ايونات ذات شحنة موجبة تنتقل الى المحيط الخارجي (المحلول) ان هذا الانتقال للأيونات الموجبة يؤدي الى جعل المعدن ايوناً ذا شحنة سابة او كما يسمى ذا جهد سالب وكلما كان هذا الجهد السالب للمعدن أكبر كلما يكون الميل للمعدن للتآكل أكبر , ان ميل اي معدن للتآكل يزداد او ينخفض عندما يتصل بمعدن آخر يختلف عنه بصورة مباشرة او غير مباشرة وعند وجود وسط تآكل للكهربائية حيث يتولد تيار كهربائي في هذه الحالة ينتقل بين المعدنين وخلال الوسط وذلك نتيجة للاختلاف في جهد القطب لكلا المعدنين. فمثلاً عندما يتصل معدنان موقع

احدهما في اعلى السلسلة الكهروكيميائية والآخر في اسفل السلسلة ذاتها فأن الاول والذي يطلق عليه الانود Anode يبدأ بالتآكل بينما لا يتآكل المعدن الثاني والذي يطلق عليه الكاثود Cathode ان المعدن الذي يسري فيه التآكل في هذه الحالة يتحدد بمقدار كبير بنسبة مساحة الانود الى مساحة الكاثود .

الاسبوع الثالث والرابع عشر :

حديد الزهر Cast Iron :

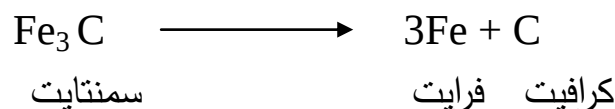
يتكون حديد الزهر اساساً من الحديد الغفل (Pig Iron) الذي يعاد صهره وصبه إما وحده او بخلطه مع الحديد المستهلك او الصلب وتتم عملية الصهر عادة في افران الدست (Cupola Farnace) , ان لحديد الزهر درجة انصهار واطئة (1150-1250) م مقارنة بدرجة انصهار الصلب لذا فإنه يمكن صهره بسهولة ويتكاليف واطئة وتكون للمعدن المنصهر سيولة جيدة وقابلية لأخذ شكل القالب تماماً بعد الانجماد .

يحتوي حديد الزهر على نفس العناصر الخمسة التي توجد فيس الصلب الكربوني وهي الكربون ، المنغنيز ، السليكون ، الكبريت ، الفسفور ولكن بنسب اعلى مما هي عليه في الصلب وتكون النسب المثالية لمكونات حديد الزهر هي:
كربون (2.8-3.6) % ، سليكون (1-3) % ، منغنيز (0.4-1) % ، كبريت (0.1-0.35) % ، الفسفور (0.5-1) % .

اصناف حديد الزهر وهي : أ- حديد الزهر الأبيض ب- حديد الزهر الرمادي

ويوجد الكربون في حديد الزهر بصورة عامة على شكلين :

1. الكربون المتحد او السمنتايت.
2. الكربون الحر او الكرافيت : ويتكون من تحلل السمنتايت وفق المعادلة :



✎ اذا كان الكربون متحداً بشكل سمنتايت فأن حديد الزهر يكون صلباً وهشاً وغير قابل للتشغيل بالمكائن واذا كسر فأن لون السطح المكسور يكون ابيض لذا يسمى حديد الزهر الابيض .

✎ اما اذا كان الكربون حراً بشكل كرافيت فأن الحديد في هذه الحالة يكون ليناً نسبياً وله قابلية جيدة للتشغيل بالمكائن ولون السطح المكسور يكون رمادياً لذا يسمى حديد الزهر الرمادي واذا كان حديد الزهر خليط من كربون متحد وكربون حر تسمى هذه الحالة الجديدة بحديد الزهر المرقش Motteld Cast Iron وذلك بسبب الترقيش الذي يظهر على سطحه .

العوامل التي تؤثر على شكل وجود الكربون في حديد الزهر :

أ- معدل التبريد. ب- التركيب الكيميائي. ج- المعاملات الحرارية اللاحقة .

✕ ان معدل التبريد السريع يؤدي الى استقرارية السمنتايت والذي بدوره يؤدي الى تكوين حديد زهر ابيض صلد , بينما معدل التبريد البطيء يؤدي الى تكوين الكرافيت وبهذا يتكون الحديد الزهر الرمادي ويعتمد معدل التبريد على سمك المقطع ونوع القالب المستعمل.

✕ التركيب الكيميائي ومن اهم المكونات :

أ- **الكربون** : ان هذا العنصر يخفض من درجة حرارة الانصهار كما هو مبين في مخطط التوازن الحراري للحديد -كربون كذلك فإنه يزيد من كمية الكرافيت المتكونة في الحديد الزهر .

ب- **السليكون** : يساعد على تكوين الكرافيت لذا فهو يؤدي الى تكوين الحديد الزهر الرمادي .
ج- **الكبريت** : ان التأثير المباشر لهذا العنصر هو المساعدة على استقرارية السمنتايت وعليه فانه يؤدي الى تكوين الحديد الزهر الابيض.

د- **المنغنيز** : يتحد مع الكبريت مكوناً كبريتيد المنغنيز وهو بذلك يساعد بصورة غير مباشرة على تكوين الكرافيت بواسطة تأثيره على ابطال فعل الكبريت اما التأثير المباشر للمنغنيز فإنه يساعد على جعل السمنتايت مستقراً ويحدث هذا فقط عندما تكون كمية المنغنيز اعلى من الكمية اللازمة للاتحاد مع الكبريت .

هـ- **الفسفور** : ليس له اي تأثير على الشكل الذي يكون عليه الكربون في حديد الزهر ولكن هذا العنصر يحسن من السيولة (Fluidity) للحديد الزهر وذلك بتكوين يوتكتك من الفوسفيد ذو درجة الانصهار واطئة مقدارها 960°C .

الاسبوع الخامس والسادس والسابع عشر :

المقارنة بين الحديد الزهر الابيض والرمادي

ت	الحالات	حديد الزهر الابيض	حديد الزهر الرمادي
---	---------	-------------------	--------------------

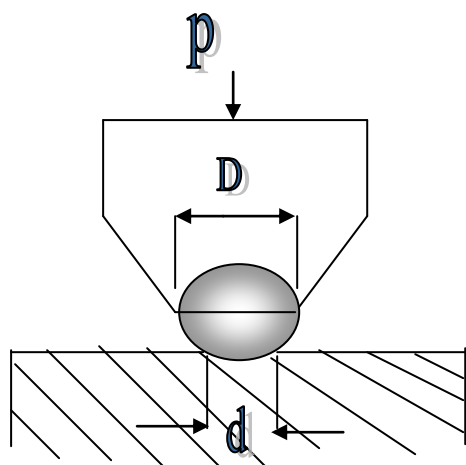
1	الشكل الذي يوجد فيه الكربون	متحد ، (سمنتايت)	حر (كرافيت)
2	التركيب الكيماوي	نسبة السليكون واطئة نسبة الكبريت عالية	نسبة السليكون عالية نسبة الكبريت واطئة
3	معدل التبريد في قالب الصب	سريع	بطيء
4	الخواص	صلد وهش وغير قابل للتشغيل , صلادة برنيل له 400-500	طري نسبياً وقابل للتشغيل , صلادة برنيل له 180-240
5	الاستعمالات النموذجية	• نصال المحاريث • الدرفيل المصلد • الكرات, القوالب • والصفائح المقاومة • للبلي Wear • صناعة الحديد • الزهر المطروق	• قوالب الصبات • اسطوانات ومكابس • وسائط النقل • مصبوبات المكائن • انابيب الماء الرئيسية

لقياس الصلادة هناك ثلاثة طرق مختلفة لقياس الصلادة وهي:

1. طريقة برينل
2. طريقة فيكرز
3. طريقة روكويل .

اولاً- طريقة برينل : استخدام جهاز برينل لقياس صلادة المعدن عن طريق غينات وتستعمل هذه الطريقة لتحديد صلادة الاجزاء غير المقاسة (الغير صلدة) .

*** وصف الجهاز :** اداة الجهاز عبارة عن كرة من الصلب الصلد ذات قطر معلوم تضغط تحت تأثير حمل مقداره (P) كي تتغلغل داخل سطح مستوي للعينة المراد قياس صلابتها وبعد رفع الحمل عن العينة يتم قياس قطر الاثر الناتج كما في الشكل :



ثانياً . طريقة فيكرز : استخدام هذه الطريق لقياس الصلادة للعينات ذات الصلادة العالية و المقساة (الصلدة) وخاصة المعادن التي اجري لها تقسية سطحية حيث لا يجب استخدام جهاز برينل لقياس المعادن التي تزيد صلابتها عن 450 N .

*** وصف الجهاز :** في هذا الجهاز تكون اداة التغلغل عبارة عن هرم رباعي القاعدة ورأسه من الماس وزاوية رأسه 136° فتضغط هذه الاداة تحت تأثير حمل (P) ليترك أثر على شكل معين قطره (d) . ويتم اختبار مقدار الحمل المناسب حسب سمك ونوع العينة المطلوب قياس صلابتها .

ثالثاً . طريقة روكويل : تعتبر هذه الطريقة من ابسط واكثر الطرق انتشاراً لسهولة استخدامها وللحصول على رقم صلادة مباشر من تدرج الجهاز وبالإمكان استخدامها لكل انواع المعادن .

*** وصف الجهاز :** اداة التغلغل في هذا الجهاز اما مخروط من الماس زاوية رأسه 120° يستخدم لأختبار المعادن شديدة الصلادة او كرة صغيرة من الصلب الصلد قطرها 1.59mm تستخدم لأختبار المعادن الأقل صلادة . ومن هذه الطريقة تحسب الصلادة على اساس عمق الاثر الناتج

من ضغط اداة التغلغل بداخل عينة الاختبار حيث يتم ضغط اداة التغلغل تحت تأثير حمل ابتدائي (Po) قدره (10kg) ثم تسليط حمل (p₁) وبهذا الحمل تكون النتيجة :

$$P = P_o + P_1$$

الاسبوع الثامن عشر : النحاس وسبائكه :

- **النحاس النقي:** ان معدن النحاس من المعادن الشائعة الاستعمال في الصناعات الهندسية وذلك لقابليته الجيدة للتوصيل الحراري والكهربائي ومقاومته العالية .

1. **النحاس الغير كامل الاختزال:** ويحتوي هذا النوع على 0.05 اوكسجين ويؤدي تسخينه الى درجة حرارة اعلى من $400^{\circ}C$ في جو نختزل الى تكوين فجوات غازية وهذه من العيوب التي تعيب المعدن نتيجة لتغلغل غاز الهيدروجين او اول اوكسيد الكاربون داخله واتحاده مع اول اوكسيد النحاس الذي يحرر بخار الماء حيث يبقى محصور داخل المعدن مما يؤدي الى تكوين ضغط يدفع الحبيبات بعضها عن البعض الآخر مكوناً انخلاعات في منطقة حدود الحبيبات مما يقلل من مطيلية المعدن ، ان هذا النوع من العيوب يظهر بوضوح عند اجراء عملية اللحام الغازي لهذا المعدن لذا فإنه لا يصلح لأغراض اللحام بهذه الطريقة ولهذا الغرض يستخدم النحاس الكامل الاختزال .

2. **النحاس الكامل الاختزال:** تتم عملية الاختزال الكامل لهذا المعدن عادة بإضافة الفسفور الذي له قابلية اعلى للاتحاد بالاكسجين منه بالنحاس لذلك يكون اكثر ملائمة لعملية اللحام ويوجد الفسفور في هذا المعدن بنسبة 0.05% كعنصر متبقي من عملية الاختزال ولكن وجود الفسفور بهذه النسبة يؤدي الى التقليل من قابلية التوصيل الكهربائي .

3. **النحاس الخالي من الاوكسجين _ العالي التوصيل:**

ويكون هذا النوع من النحاس خالياً من الاوكسجين والاكاسيد المتبقية وذي قابلية عالية للتوصيل الكهربائي ويصنع هذا النحاس بواسطة الصهر والصب بالتحليل الكهربائي للنحاس المتبقي وذلك في محيط غير مؤكسد.

4. **النحاس الزرنيخي:** ان إضافة 0.3-0.5% زرنيخ الى النحاس غير كامل الاختزال أو الكامل الاختزال يؤدي الى تحسين مقاومته للتقشير في درجات الحرارة المرتفعة ويستعمل هذا النوع من النحاس في صناعة انابيب المياه المنزلية وفي صناعة البراشيم .

سبائك النحاس :

ان اهم السبائك النحاسية :

1. سبائك النحاس . الزنك وتسمى النحاس الاصفر .
2. سبائك النحاس . القصدير وتسمى البرونز القصديري .
3. سبائك النحاس . القصدير . الفسفور وتسمى البرونز الفسفوري .

4. سبائك النحاس . الالمنيوم وتسمى كوبرونيكل.

✕ **الصف الاول :** وهو النحاس الاصفر له قابلية التشكيل على البارد وتصنع منها الصفائح والاسلاك المسحوبة على البارد ولغرض السحب العميق والكبس وانتاج الانابيب ويسمى هذا النوع بنحاس الاطلاقات الاصفر وذلك لأنه يستعمل في صناعة أغلفة الطلقات ، ان إضافة القصدير او الالمنيوم الى هذه السبائك يؤدي الى تحسين مقاومتها للتآكل فالسبيكة التي مكوناتها 76% نحاس ، 22% زنك ، 2% المنيوم تدعى بسبيكة الاصفر الالمنيومي اما السبيكة المحتوية على 70% نحاس ، 29% زنك ، 1% قصدير فتدعى بسبيكة النحاس الاصفر المقوى وتستخدم في صناعة المكثفات البحرية وانواع اخرى من المبادلات الحرارية .

✕ **الصف الثاني :** وهو البرونز القصديري المحتوي على 15% قصدير يستعمل هذا النوع من البرونز في الحالة المصبوبة كسبائك تحميل وذلك لكونه مكون من جسيمات صلبة وتستخدم هذه السبائك في صناعة الاجراس وذلك بعد اخمادها من درجة حرارة 600C حيث تتكون بنيتها في هذه الحالة من $(\alpha + \beta)$ وذلك لأن طور β المتين يعطي ريناً افضل .

✕ **الصف الثالث :** ان هذا النوع من سبيكة البرونز القصديري تحتوي على كمية قليلة من الفسفور وهنالك نوعان متميزان من هذه السبائك التي تستخدم في الاغراض الصناعية وهي السبائك التي تشكل بالطرق الميكانيكي والسبائك التي تشكل بطريقة الصب .

✕ **الصف الرابع :** هو احد انواع سبائك البرونز الذي يزداد استخدامه يوماً بعد آخر وذلك لأمكانية إضفاء خواص جيدة . ان هذه السبائك من الممكن ان تعامل حرارياً بطريقة مشابهة الى المعاملات الحرارية التي تجري على الصلب الكربوني حيث يمكن الحصول عندئذ على مقاومة شد ومطيلية عاليتين للسبائك المشكلة بالطرق الميكانيكية كذلك تمتاز هذه السبيكة بمقاومتها للتآكل . ان السبائك المحتوية على 9.4% المنيوم لذا فإنه من النادر ان تستعمل سبيكة برونز الالمنيوم المحتوية على اكثر من 10% المنيوم .

الاسبوع التاسع عشر :

الالمنيوم ، سبائكه ، خواصه واستخداماته :

ويعتبر الألمنيوم من المعادن اللاحديدية وتقسم الى معادن خفيفة وثقيلة ويقصد بالمعادن الخفيفة جميع المعادن التي تكون كثافتها اقل من 4 غم/سم³ مثل الألمنيوم والمنغنيز واما المعادن الثقيلة فهي التي تكون كثافتها اعلى من 4 غم/سم³ مثل النحاس والخرصين والقصدير والرصاص والنيكل والكروم ومن المعادن الخفيفة .

الألمنيوم ويرمز له AL :

1- العدد الذري 13 ، الوزن الذري 26.98 ، الكثافة 2.7 غم/سم³ .

2- درجة انصهار الألمنيوم 600م² ، درجة الغليان 2270م .

3- الحرارة النوعية $\gamma = 0.5 \frac{cal}{cm \cdot sec}$ $GP = 0.214 \frac{kcal}{kg \cdot grad}$ قابلية التوصيل

4- معامل المرونة للألمنيوم النقي $E = 70 \text{ GN/m}^2$.

يعد الألمنيوم من المعادن المهمة ويرجع ذلك الى امكانية إنتاج سبائك قيمة منها الاغراض المختلفة في الصناعة والألمنيوم معدن لين وسهل التشغيل وبلاستطاعة لحمه وصهره بمساعدة صاهر مناسب ويتميز الألمنيوم بتأثره في الجو في درجات الحرارة العادية مما يؤدي الى تكون طبقة رقيقة تساعده على الحماية الذاتية والألمنيوم خفيف الوزن وله قوة صلادة منخفضة ولا يقاوم المحاليل الحامضية والقاعدية والاملاح ولكن من الممكن إزالة هذه السلبيات عن طريق انتاج سبائك مناسبة او بالمعالجة السطحية ويدخل الألمنيوم بسبائكه في صناعة ابدان الطائرات وأجزاء المكائن المتحركة بسرعة عالية كالمكابس واذرع التوصيل .

مواصفات معدن الألمنيوم :

1- خفيف الوزن 2- معدن غير مغناطيسي 3- مول للتيار الكهربائي 4- موصل جيد للحرارة 5- عاكس جيد للحرارة والضوء 6- قابل للحام بطريقة (القلاي) 7- لا يصدأ كالحديد 8- يقاوم الماء النقي وكثير من الحوامض ولكنه لا يقاوم ماء البحر والحوامض اللاعضوية .

اما تأثير بعض المعادن على الألمنيوم فهي :

1. الحديد يؤدي الى تصليد الألمنيوم ويصبح هشاً.
2. الرصاص يولد فقاعات ويحسن قابلية التشغيل.

3. النحاس يزيد الصلابة.

4. المغنيسيوم يرفع المقاومة ويحسن قابلية التشغيل.

سبائك الألمنيوم :

لسبائك الألمنيوم أهمية كبيرة في صناعة السيارات والطائرات ومن أهم السبائك :

1. سبائك الألمنيوم للتشكيل اللدن :

يمكن درفلتها وسحبها وكبسها وحدادتها ولحامها ومنها سبائك الألمنيوم والنحاس والمغنيسيوم وهذه السبيكة تسمى دورالومين وهذه لها مقاومة عالية وقابلية تشغيل جيدة ولكن مقاومتها واطئة للتفاعل الكيميائي.

2. سبائك الألمنيوم والمغنيسيوم والمنغنيز :

لها مقاومة لماء البحر والحرارة العالية ولها قابلية السحب ولكن مقاومتها الميكانيكية واطئة . ومكونات هذه السبيكة 2.2% مغنيسيوم ، 1% منغنيز والباقي المنيوم.

3. سبائك الألمنيوم والمغنيسيوم والسليكون :

لها مقاومة عالية وقابلية توصيل كهربائية جيدة جداً. ومكونات هذه السبيكة 1% نحاس ، 0.8% منغنيز ، 0.9% مغنيسيوم ، 0.9% سليكون .

سبائك الألمنيوم للصب :

يتم تحديد هذه السبائك حسب قابلية السيولة والانكماش وخاصة عند استعمال طرق الصب في القوالب المعدنية الدائمة وعلى الأكثر يتم صب سبائك الألمنيوم والنحاس والسليكون ونجد ان النسب 3% سليكون ، 0.5% مغنيسيوم ، 0.6% منغنيز ، 5.5% نحاس والباقي المنيوم ، السليكون يرفع المقاومة الميكانيكية وسبائك الألمنيوم والسليكون المحتوية 5-7% مغنيسيوم لها مقاومة حرارية جيدة لذلك تستعمل كأغطية للاسطوانات في محركات الاحتراق الداخلي .

تحضير المنيوم

يحضر الألمنيوم من المادة الخام وهي البوكسات وتحتوي هذه الخامة 5.5-65% اوكسيد الألمنيوم ، 28% اوكسيد الحديد ، 4% اوكسيد السليكون وماء 12-30% .

النيكل: يعتبر فولاذ النيكل من اول انواع الفولاذ السبائكي التي امكن تحضيره فالنيكل يزيد من متانة وقساوة الفولاذ ومن الانواع المهمة من هذا النوع الذي يحتوي على 2 الى 8 % نيكل ومن 0.1 الى 0.5 % كاربون ومثل هذا الفولاذ يتسم بمتانة وصلادة كبيرتين مع حد مرونة عالٍ وقالبية عالية للسحب والطرق والثني أما انواع الفولاذ التي تحتوي على 12 الى 21% نيكل وحوالي 0.1% كاربون تكون ذات متانة وقساوة جيدتين ومقاومة متناهية للتآكل . اما الفولاذ المقاوم للصدأ المحتوي على 3C% نيكل فيستخدم في صناعة اشربة المسح (لقياس المساحة والاطوال) كما انه يدخل في صناعة اجهزة قياسية كثيرة اخرى وذلك لقلة معامل التمدد الحراري لهذا النوع من الفولاذ ويشار اليه بالاسم التجاري انغار .

ويكون النيكل مع الحديد محلولاً صلباً وبذا تنخفض درجة الحرارة الحرجة وعندما تكون نسبة النيكل حوالي 25% تصبح النقطة الحرجة للتحويل الاوستنيتي هي درجة الحرارة العادية أي انه عند هذه النسبة من النيكل يكون الفولاذ ذو بنية اوستنيتية عند درجة الحرارة العادية اما عند 5% نيكل فتكون بنية الفولاذ بيرليتية وازيادة نسبة تواجد النيكل ينجم فولاذ مارتنسيطي حتى لو كان التبريد بطيئاً ومن التأثيرات الاخرى الناشئة من تواجد النيكل هو انه ايضاً يتسبب في تكوين بناء الايونكتيدي عند 0.65% كاربون . ويستخدم فولاذ النيكل والذي يحتوي على نسبة تتراوح بين 2-5% نيكل في اجزاء المكنائن التي تكون معرضة للصدمات والجهد التكراري ويصنع هذا الفولاذ اما بالصب او بالحدادة أما الفولاذ الانشائي الذي يحتوي على 3.5% نيكل فإنه يتصف بحد مرونة وحد احتمال عاليين أما اذا احتوى الفولاذ على كميات اكبر من النيكل فإنه يستخدم في الفولاذ المقاوم للصدأ.

الاسبوع الحادي العشرون:
الفولاذ السبائكي : اهم انواعه :

من المواصفات المهمة للفولاذ السبائكي مقاومة فولاذ الكربون للتآكل محدودة ويعد ذلك ضمن نواحي قصوره والتي تحد من استخداماتها وبإضافة بعض العناصر السبائكية بكميات مناسبة يصبح من الممكن تحسين مقاومتها للتآكل وللعناصر السبائكية في الفولاذ فيتلخص في ان الفولاذ الكربوني الخالي عند معالجته عند درجات الحرارة المرتفعة يكون ليس فقط معرضاً للأكسدة ولكنه معرضاً أيضاً لأن تتناقص متانته بشكل ملحوظ مع ازدياد درجات الحرارة اما اذا كان محتوياً على بعض العناصر السبائكية فأن ذلك يحسن كثيراً من مقاومة الفولاذ للأكسدة في درجات الحرارة المرتفعة وكذلك يزيد من مقاومة السبيكة الناتجة للزحف كما يحسن من مقاومتها للكسر . وعليه فان عناصر السبك في مقدورها ان تحسن من خواص الفولاذ عند درجات الحرارة المرتفعة ومن المعروف ان الفولاذ الكربوني الخالي التام التصليد يكون ذي مقاومة عالية لعوامل البري والتآكل الاحتكاكي ولكن على الرغم من ذلك فأن إضافة بعض عناصر السبك الى الفولاذ الكربوني تؤدي الى المزيد من المقاومة لعوامل لبري ومن تلك العناصر السبائكية كل من فلز (التكستن والمولديتوم والكروم) تؤدي بإضافتها نسبة معينة الى الصلادة العالية ولذلك فانها تحسن من مقاومة الفولاذ وان متانة الفلز تزداد وبالمثل تزداد متانة الفولاذ وعليه يتلخص دور عناصر السبك في الفولاذ.

1. تزداد من قابليته الفولاذ للتصليد.
2. تزيد من مقاومة الفولاذ الى الليونة.
3. تزيد من مقاومته للتآكل.
4. تحسن من خواصه عند درجات الحرارة المرتفعة .
5. تزيد من متانة الفريت.

*** تسميات الفولاذ :** هناك العديد من سبائك الفولاذ المتواجدة في الاسواق وغالباً ما يكون من الصعب على المهندس انتقاء الفولاذ المناسب لمتطلباته وغالباً ما يحدث ان تستخدم سبائك الفولاذ بصورة غير صحيحة في الوقت الذي يمكن فيه استخدام اسم الفولاذ الكربوني الخالي عوضاً عنه .

الاسبوع الثاني والثالث العشرون:

Compute the heat

حساب كمية الحرارة المتولدة

$$1- \quad C \rho = \frac{f * V}{J}$$

حيث : Q	←	كمية الحرارة المتولدة
F	←	قوة القطع
V	←	سرعة القطع
J	←	ثابت جول ومقداره 1019

سرعة القطع :

$$V = \frac{\pi d N}{60}$$

$$N = (r.p.m)$$

$$N = r.p.h$$

$$V = \frac{\pi d N}{3600}$$

$$N = (r.p.s)$$

$$V = \frac{\pi d N}{1}$$

توزيع درجات الحرارة:

Distribution of heat :

Qch →

درجة حرارة الرايش

Q (w.p)

درجة حرارة القطعة المشغولة

Qc.t

درجة حرارة عدة القطع

Q a.a

درجة حرارة الهواء المحيط

$$Qch = 60/100 Q$$

$$Q w.p = 30/100 Q$$

$$Q c.t \Rightarrow 9/100 Q$$

$$Q a.a = 1/100 Q$$

س¹ : احسب الحرارة المتولدة اذا كانت قوة القطع (800 N*kg) وسرعة الدوران 1600r.p.m

وقطر القطعة المشغولة 20mm ؟

$$v = \frac{\pi d n}{60} = \frac{\pi \frac{20}{1000}}{60} \times 1600 = \frac{10}{60} = 0.17 \text{ h / s}$$

$$Q = \frac{f \times v}{1000} = \frac{800 \times 0.17}{1000} \times 1000 = 136 \text{ watt}$$

$$Q ch = 0.6 \times Q$$

$$0.6 \times 136$$

الاسبوع الرابع والخامس العشرون:

المواد السيراميكية

تحتوي المواد السيراميكية على اطوار مركبة من عناصر معدنية ولا معدنية ولها شكل بللوري يشبه لما هو في المعادن ناتج عن اتحاد واحد او اكثر من هذه العناصر المعدنية وغير المعدنية وخاصة الاوكسجين . البلورات السيراميكية تختلف عن البلورات المعدنية وذلك لعدم احتوائها على عدد كبير من الالكترونات الطليقة هذه الالكترونات اما تشترك اسهاماً مع الذرات المجاورة او تنتقل من ذرة الى اخرى مكونة ترابط ايوني في الاطوار المعدنية وتكون الاواصر مترتبة بصورة منتظمة

بين الذرات وحولها اما في الاطوار السيراميكية فتكون اتجاهية اي ان قوة الاصرة الواحدة موجه بين ذرتين محدودة الموقع وعليه لا يحدث اي انزلاق بين البلورات كما هو في المعادن ونتيجة لذلك تفنقر المواد السيراميكية الى خاصية المطيلية وتمتاز بمقاومتها العالية للتشوه اما التحول البلاستيكي في حالة اخضاعها للشد , ان عدم الانزلاق بين البلورات السيراميكية يفسح المجال للأجهادات الموضعية للتركيز في نقاط تزيد قوتها على قوة التأصر بين الذرات نفسها فمجرد انعدام التأصر بين ذرات المادة في نقطة ما يسري هذا الانعدام بسرعة الى باقي الاجزاء محيلاً المادة الى قطع منكسرة ولكن غياب الانزلاق من ناحية اخرى يؤدي الى قوة الانضغاط العالية التي تتمتع بها المواد السيراميكية لهذا اصبح الحجر والطابوق والاسمنت من المواد الجيدة لأنشاء الاسس .

* التركيب البلوري للأطوار السيراميكية :

الترابط الايوني يمنح المواد السيراميكية درجة عالية من الاستقرار والتحميل بسبب قوة الترابط فهذه المواد معروفة بصلابتها وارتفاع درجات انصهارها مقارنة بالمعادن والمواد العضوية . بصورة عامة تكون المواد السيراميكية عديمة التوصيل للكهربائية وريئة التوصيل الحراري وتمتاز بمقاومتها للمواد الكيماوية مقارنة بالمعادن , تكون المواد السيراميكية اقل عرضة للتلف او التآكل من قبل الاوكسجين تحت ظروف درجات الحرارة العالية وهو السبب الذي جعل من استخدامها في تبطين افران صهر الزجاج والحديد والمفاعلات الذرية امراً ضرورياً , نرى معظم المواد السيراميكية تكون شفافة خاصة عندما تكون المقاطع رقيقة ويرجع هذا الى انعدام الالكترونات الطليقة .

مكونات السيراميك :

تنتج جميع المواد السيراميكية من فعل الحرارة على المواد الطيفية ذات التراكيب المختلفة ومن هذه التراكيب ما هو بسيط نسبياً كأوكسيد المغنسيوم وكلوريد الصوديوم اللذان لهما تراكيب بلورية تكعيبية . ان كاربيد السليكون هو مادة صناعية ذات تراكيب بسيطة فهو يشبه النمط الرباعي للسطوح المثالية الموجودة في الماس ولكن هنالك ذرة سليكون واحدة في مركز كل شكل رباعي , ان الاستقرار الفائق للتأصر يعطي هذه المادة صلادة شديدة جاعلاً منها مادة جيدة للحك وليس المعادن ولكونها مادة مقاومة للانصهار تستخدم في تبطين الافران حيث درجات الحرارة مرتفعة جداً.

لقد مكنت معرفة تراكيب الماس وكاربيد الكالسيوم علماء خواص المواد من التوصل الى مادة متناهية الصلادة وهي نتريد البورون حيث نقاط النظام التشابكي في البناء البلوري هي ذرات البورون والنايتروجين ، ان صلادة هذه المادة تكاد تساوي صلادة الماس ولكن استخدامها محدود بسبب ارتفاع تكاليف انتاجها نظراً لارتفاع درجات الحرارة والضغط اللازمة لتكوينها يستخدم نتريد البورون على نطاق واسع ويكون الاوكسجين هو العنصر السائد في معظم التراكيب السيراميكية وفي اغلب الاحوال تتأصر ذرات الالمنيوم كما هو الحال في الياقوت والياقوت الازرق واوكسيد الالمنيوم الحاك بذرات المغنسيوم (كما هو الحال في المغنيسيت) وبذرات البرليوم او الفلزات الاخرى ومن امثلة السيراميك هو الفخاريات يوجد الكثير من المنتجات السيراميكية . ان دراسة خصائصها وتراكيبها وتفاعلاتها في بيئتها من الامور المثيرة ولكنها معقدة للغاية لهذا السبب سنقتصر في دراستنا على اثنين من اهم المواد السيراميكية وهي الفخاريات والزجاج .

ان اكثر الفخاريات شيوعاً هي الطابوق ، البلاط ، الاواني الفخارية والمواد الصحية (كالمغاسل واحواض الاستحمام) الطابوق الناري المبطن للآفران والخزف الصيني . ان مراحل الانتاج تتبع ماياتي:

1. تحضير عجينة الطين 2. القولية 3. التجفيف 4. التقسية في الافران .

الاسبوع الرابع والخامس المشرون:

المواد الغير معدنية:

نظراً لأهمية المواد الغير معدنية تستعمل في الصناعات الكيماوية والكهربائية لما لها من مواصفات كما تقسم المواد الغير معدنية الى :

أ- مواد عضوية ب- مواد غير عضوية

ومن المواد العضوية : الخشب ، اللدائن ، المطاط ، المواد الطلائية . اما المواد الغير عضوية : الزجاج ، السليكات ، الاسبسنوس ، المواد الخزفية والكرافيت .

ويمكن دراسة المواد الغير عضوية :

1. اللدائن (البلاستيك) : اخذت اللدائن والعدد والادوات المصنوعة منها تغزو الاسواق وفي الفترة الاخيرة انتشرت في صناعة اجزاء المكائن والحاجيات الاستهلاكية والمنزلية ، واللدائن هي مواد ذات بنية عالية الجزيئية ومن اصل عضوي وعند تسخين هذه المواد تتحول الى الحالة اللدنة وعندما يتم تسليط الضغط عليها تتخذ الاشكال المصممة المطلوبة للأجزاء التي يراد صنعها .

ومن الممكن تقسيم اللدائن اعتماداً الى بنيتها الى نوعين : بسيطة ومركبة وتشمل اللدائن البسيطة الزجاج العضوي واما اللدائن المركبة فيدخل في تركيبها اجزاء ومواد متعددة وهي كما يلي:

أ- المواد اللاصقة : تعد الاصباغ والسيليلوز والاسفلت مواد لاصقة في تكوين اللدائن المركبة وتتراوح نسبها من 30-60% وفائدتها ربط المركبات .

ب- **المواد المدنة** : تساعد وتزيد من انسيابية وعجينة اللدائن وتقلل من جساءتها .

ت- **الحشوة** : تساعد الحشوة على تحسين الخواص الميكانيكية لمادة اللدائن وتساعد على تحديد خواصها الطبيعية , التكنولوجيا والكهربائية ولهذا الغرض يتم استخدام نشارة الخشب , الالياف الزجاجية , نفايات القطن والورق والاقمشة كحشو وتقلل هذه العملية من تكاليف اللدائن.

* خواص اللدائن :

1. قلة الوزن النوعي
2. تحمل الحرارة
3. العزل الكهربائي
4. مقاومة للصدمات
5. قابلية الانسياب
6. سرعة التجمد
7. مقاومة التأكل .

الاسبوع السادس والسابع المشرون:

انواع اللدائن : بصورة عامة تقسم اللدائن الى نوعين :

- أ- **اللدائن التي تتصلد بالتسخين** : وهي تلك اللدائن التي تتصلد بالتسخين وتتجمد اثناء الصب وتنتج هذه الحالة لأن الجزيئات الصغيرة تتجمع في جزيئات كبيرة عن طريق الاتصال المتقاطع لتكوين شبكة متينة .
- ب- **اللدائن الحرارية** : تتميز هذه اللدائن بانها تلين بالحرارة فيكون بالامكان اعادة تشكيلها وتكون هذه اللدائن من جزيئات فنييلية كبيرة وكثرها انتشاراً هي لدائن كلوريد البولي فينيل مثل الاكادرو .

ويتم انتاج هذا النوع من اللدائن من اتحاد الاستلين مع حامض الهيدروكلوريك مكوناً كلوريد الفينيل وبواسطة بلمرة هذا الغاز يتم انتاج مسحوق كلوريد البولي فينيل وعند إضافة مواد مساعدة تتحسن الصفات الحركية للجزيئات الفنييلية هذا النوع من اللدائن تستعمل لصناعة الادوات المنزلية

وادوات المطبخ ومن انواع اللدائن الحرارية كلوريد البولي فينيل وهو مقاوم للتآكل ومتين حتى درجة حرارة 60° ويستخدم في انتاج المواسير وهياكل اجهزة الحاسبة .

*** الالياف الكيماوية :** عند بحث البلاستيك (اللدائن) ومن الضروري شرح الالياف الكيماوي ولو بصورة مختصرة .

وتصف الالياف الكيماوية الى : أ- الياف نصف مخلقة (الياف مجددة)
ب-الياف مخلقة كلية .

الاسبوع الثامن والتاسع والعشرون-الثلاثون:

*** السمنت ومنتجاته :** في العديد من الاشكال السيراميكية نجد الاطوار البلورية متماسكة الى بعضها البعض بواسطة الطور الزجاجي لذلك يعتبر الزجاج في درجات الحرارة العالية لاصقاً من نوع خاص وهناك صنفاً آخر الى المواد اللاصقة حيث يقوّلب المزيج بدرجات حرارة واطئة ثم يتصلب بفعل اصرة هيدروليكية بسبب التفاعل مع الماء ويمثل هذا الصنف السمنت الاعتيادي وانواع الجص بصورة عامة ويمكن تصنيف عمل هذه المواد اللاصقة عند إضافة الماء لها بتحلل المعادن الموجودة فيها كيماوياً او بأتحادها مع الماء ونمو طور جديد خلال كتلتها . وكمثال على ذلك هو نمو بلورات كبريتات الكالسيوم المائية .

انواع السمنت :

هناك نوعين من الاسمنت :

اولاً : السمنت البورتلايزي : وهو اكثر انواع السمنت شيوعاً على النطاق التجاري فهو يستعمل بملايين الاطنان سنوياً في الاعمال الكونكريتية ويحتوي هذا النوع على SiO_2 %25-19 ثاني اوكسيد السليكون ، Al_2O_3 %9-5 ، CaO %63-60 ، يتضمن التفاعل الازابة واعادة التبلور ثم ترسيب تركيب صفائحي لمجاميع سيليكات حيث تتواجد ايونات الاوكسجين والكالسيوم في الفراغات وتفصل جزيئات ماء هذه الصفائح بعضها عن البعض الآخر .

ثانياً : سمنت الالومينا ويحتوي هذا النوع على :

CaO %42-35 اوكسيد الكالسيوم ، Al_2O_3 %42-38 ، SiO_2 %11-3 ، FeO تتم عملية التصليب بتكوين بلورات الالومينا المائية من ثالث الومينات الكالسيوم لذلك فهو سريع التصليب فتصل درجة صلابته بعد 24 ساعة الى ما تصله صلابه السمنت البورتلاندي في ثلاثين يوماً .

*** الاشكال الكونكريتية :** ان الكونكريت هو عبارة عن كتل كبير نسبياً من الجص المملوء بالرمل ومزيج الماء والسمنت الذي يعمل عمل الغراء فيربط الكل بعضها الى البعض الآخر , تعتمد صلابه المزيج وكلفته على جعل كمية السمنت اقل ما يمكن والتحكم بكمية الماء , ان الحسابات المتعلقة بالمزيج المناسب لملاً حجم مطلوب تتعلق بعدد من التعاريف المتضمنة معامل الحشو والحجم والكثافة حيث تعتبر بعض هذه العوامل مجرد اشباه اكبر للعوامل التي تم التحدث عنها في المقياس الذري ولكن يجب تفصيلها بدقة بسبب اهميتها في العمليات الانتاجية .

*** الطابوق والبلاط :**

يستعمل الطين قليل الكلفة سريع الانصهار كأساس لصنع الطابوق المستعمل في الانشاءات حيث يحتوي هذا النوع على نسبة عالية من السليكا والقلويات كأوكسيد الحديدوز FeO ودقائق مواد مختلفة موجودة في الترسبات الطبيعية تقوالب المنتجات النهائية بواسطة الضغط الجاف او الرطب ومن ثم تقسى في الافران بدرجات حرارة منخفضة نسبياً ان مواصفات هذه المنتجات النهائية بسيطة نسبياً فهي تتضمن قوة انضغاط تتراوح بين 13.8 ميكا باسكال الى 58.6 ميكا باسكال

اعتماداً على صنف المنتج والتفاوت المسموح به في الابعاد اما آجر البناء (غير المزجج)
والانابيب الفخارية وقرميد السقوف تصنع بنفس الطريقة .