وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الفرات الاوسط التقنية/ المعهد التقني النجف

قسم تقنيات الميكانيك

المرحلة الاولى

خواص المواد

م.م دعاء مكي

الاسبوع الاول :

تعريف المواد الهندسية

نقصـــد بالمواد في دراســـتنا هذه جميع العناصـــر التي تتكون منها المكائن والالات والاجهزة المستخدمة في الصناعات الكيمياوية وهذه العناصر هي المواد المعدنية وسبائكها .
(الصـــلب وحديد الزهر والنحاس والالمنيوم والقصـــدير والكاربون والرصـــاص والمغنســـيوم) والمواد اللامعدنية (الزجاج , واللدائن والمطاط والاســـبســـتون ... الخ) هذه المواد جميعها تســـمى بالمواد الهندسية ومن ضمن الخواص الهندسية هي الخواص الميكانيكية.

الخواص العامة للمواد الهندسية

الخواص الميكانيكية الخواص الحرارية الخواص الكهربائية الخواص الكيمياوية

ومن ضمن الخواص الميكانيكية:

١. **الاجهاد.** تحدث الناتجة.

٢. **الانفعال** .

٣. **المطيلية :** وهي كمية التشوه اللدن التي التمزق وتحسب كمية التشوه هذه من الاستطالة

الخواص العامة للمواد الهندسية:

يتم دراسة الانواع التالية:

١. **الخواص الميكانيكية** . ٢- **الخواص الحرارية** . ٣- **الخواص الكهربائية.** ٤- **الخواص الكيمياوية.**

من الخواص الميكانيكية :

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

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

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

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 ويرمز للأنفعال ε ويقاس **m , cm , mm** .

ويعرف بطريقتين :

١. الاستطالة او التقلص لكل متر من الطول الاصلي.
٢. النسبة المئوية للأستطالة بالنسبة للطول الاصلي.

ويكون الانفعال على نوعين :

١. **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 ١-١ .

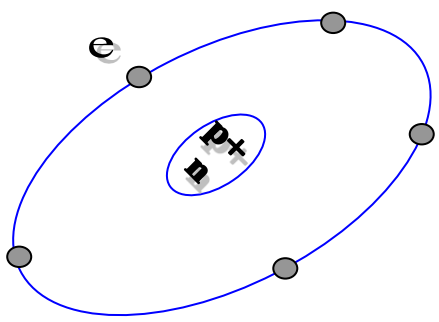
الاسبوع الثاني :

الذرة * العنصر * انواع الروابط في المواد الهندسية

الذرة Atome:

وهي اضـــغر مكون للمادة وتتكون من النواة التي تحتوي على بروتونات ونيوترونات حيث الوزن متســـاوي بينهما واما الشحنة الموجبة متمثلة بالبروتونات واما الشحنة السالبة تتمثل بالالكترونات وتساوي ١.٦×10^{-19} امبير.ثانية (كولوم) .

وزن الالكترون = $\frac{1}{1836}$ من وزن التيوتر



وحيث يرمز للبروتون P

= للنيوترون n

= للألكترون e

ان النيوترون لا يحمل أي شـــحنة 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 الة الوزن الجزيئي.

$$\text{عدد افوكادو} = \frac{\text{الوزن}}{\text{الوزن الجزيئي}} = \frac{\text{١ كغم}}{10^{27} \times 0.602} = 10^{27-} \times 1.66 \text{ كغم}$$

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 الموصـلية الكهربائية والاسـتقطاب الكهربائي على هذه الشحنة وكذلك على عدد الالكترونات في الموصل.

* **الاواصر 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 :

١. الاواصر الرئيسية : وتشمل أ- الاواصر للايونية . ب- الاواصر التساهمية .ج- الاواصر الفلزية .
٢. 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 .

$$Na \longrightarrow Na^{+} + e^{-}$$

في المعادلة اعلاه يصبح عنصر الصوديوم موجب وذلك لفقده إلكترونات .

$$Cl + e^{-} \longrightarrow Cl^{+}$$

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.

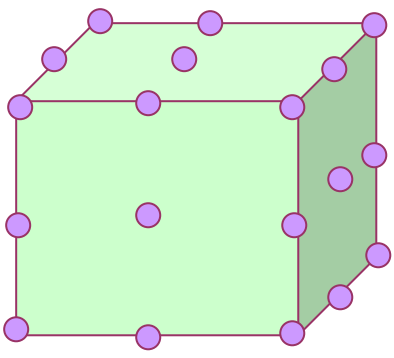
الاسبوع الثالث والرابع:

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 :

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

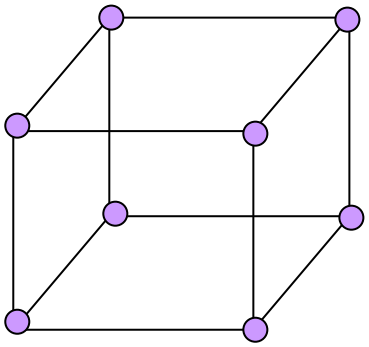
*** التراكيب البلورية :** ان غالبية المواد الهندسية لها تشكيل ذري ذو نمط طويل ومعاد في الاتجاهات المحورية الثلاثة وهذا النوع من التراكيب يسمى بالتركيب البلوري , ويكون النمط المعاد في الاتجاهات الثلاثة في البلورات ناتج عن تنسيق ذري داخل المادة على مسافات ذرية معينة وجميع الفلزات الصلبة تقع ضمن هذا الصنف 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 ألمكعبي (في الاتجاهات المحورية الثلاثة) .
١. المكعب البسيط Simple Cube: ويرمز له S.C
٢. المكعب المركزي الجسم Body Centered Cubic: ويرمز له B.c.c
٣. المكعب المركزي الأوجه Face Centered Cubic : ويرمز له F.c.c

رسم الحالة الاولى

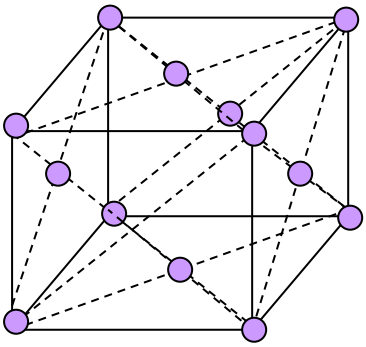


تركيب المكعب البسيط S.C
اي توجد ثماني ذرات للمكعب

والحديد
الاعتيادية ويكون لهم
, الخلية الأحادية في

من

رسم الحالة الثانية



تركيب المكعب المركزي الجسم
B.C.C
فلزات مثل الصوديوم والبوتاسيوم
في درجات الحرارة
تركيب مكعبي أيضا

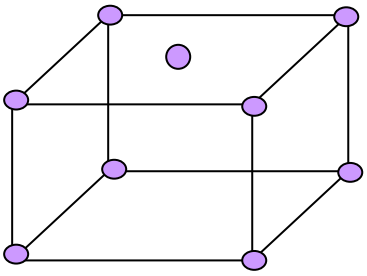
هذه الفلزات يحتوي ذرة في كل ركن
المكعب كما في الشكل.

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 .

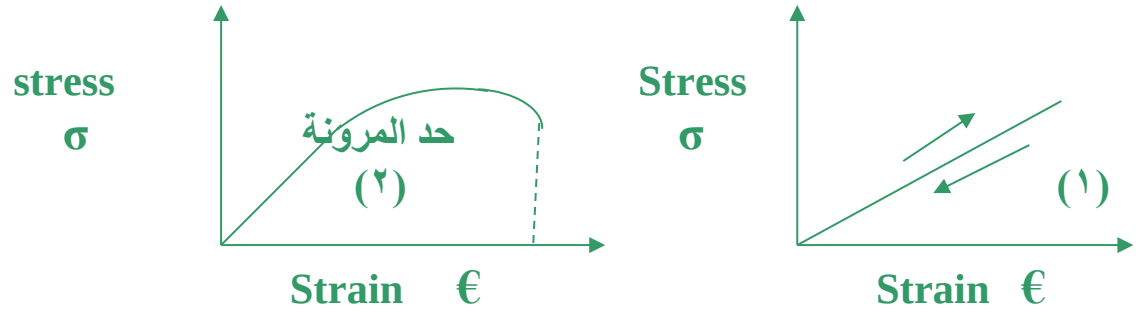
كل خلية أحادية التركيب B.C.C تحتوي ذرتين واحدة في مركز المكعب وثمان في أركان المكعب .

الحالة الثالثة: المكعب مركزي الاوجه 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



الاسبوع الخامس:



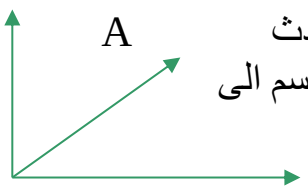
٢. الانفعال اللدن : هو انفعال ثابت غير عكســـي ويحدث للمادة نتيجة الإجهاد المســـلط بعد حد المرونة كما في الشكل (٢) .

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

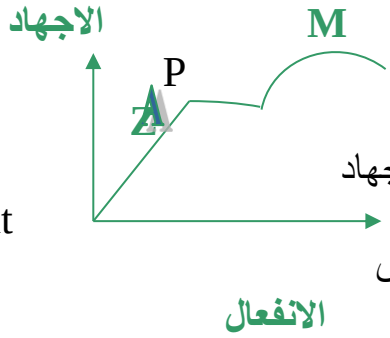
ج- **معامل المرونة Modules of elasticity (E) :** هو النســـبة بين الاجهاد المســـلط على الانفعال المرن الناتج ويرمز له Y ، وحدات معامل المرونة N/m^2 , N/Cm^2 ، N/mm^2 .

٥-١ **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 الشـــكل الثاني فأن المواد المطيلية عند نقطة A تمثل المرونة وهذه النقطة تمثل علاقة خطية بين الانفعال وبعدها الى نقطة P التي تعرف بنقطة الخضوع yield point وفي مرحلة AP يكون الانفعال متكون من جزئين مرن وانفعال لدن , وبعد نقطة Z يكون الانفعال لدن وبزيادة الاجهاد يزداد الانفعال الى ان تصل الى نقطة M التي تمثل اعلى قيمة للأحهاد وبعدها تصل الى نقطة B حيث يحدث التمزق عند النهايتين .

الاسبوع السادس والسابع :
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 :-

١. يبرد المعدن بالماء.
٢. يبرد المعدن بالماء والثلج .
٣. تبريد المعدن بالزيت .
٤. يبرد المعدن بالرمل .

ان عملية التصـــليد بحد ذاتها هي مجموعة اجهادات تؤثر على المادة حيث يتم تركيز ذرات الكارتون في المعدن المرد فجائياً ولذلك نجد ان مثل الفولاذ يصبح صلداً او هشاً وهو بهذه الصورة لا يصـلح للكثير من الإغراض التطبيقية لذا لتلافي ذلك عادة يبرد الفولاذ تبريداً فجائياً حتى يكون اعلى صـلادة مما هو مطلوب ثم تخفيف تلك الاجتهادات الداخلة الناشـئة من جراء عملية التخمير وعملية هي تســخين المعدن المصـــلد الى درجة حرارة اقل من الدرجة الحرجة ثم تبريده بعد ذلك بالمعدل المطلوب لتحقيق المواصـفات المطلوبة وبهذه الطريقة يمكن تخليص المعدن من قدر كبير

من الاجهادات الداخلية الكامنة ومن بعد ذلك يمكن تشـــغيل المعدن على المكائن المختلفة دون التأثير على عدة القطع وانجاز العمليات بســـهولة في حالة الحصـــول على الشـــكل النهائي على المشغولة ويمكن اعادة الصلادة اليها في عملية التسخين والتبريد المفاجيء لتكتسب صلادة .

هناك عدة انواع من التصليد :

١. التصليد السطحي للفولاذ Case Harding of Steel :

يقصد بالتصليد السطحي تطبيق أي عملية تؤدي الى زيادة درجة صلادة السطح للفولاذ عن صلادة باقي الجسم والطُرق 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 :

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

*** الكربنة الصلبة :**

تدعى الكربنة بالمواد الصـــلبة في بعض الاحيان بالكربنة بالتغليف Pack وفيها يتم تصـــليد الفولاذ ســـطحياً عن طريق دفنه في مادة كاربونية غنية بالكاربون داخل وعاء او صـــندوق فولاذي

مغلق ويسـخن الى درجة حرارة 871مْ لفترة زمنية تتوقف على عمق التصـليد السـطحي 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 نشـير الى انه بينما تحتوي قشـرة الفولاذ المكربن من 0.7% – 1% كاربون فأن محتوى الكربون في المركز يكون اعتيادياً في الحدود من 0.1–0.15 كربون والاعتراض الوحيد على هذه الطريقة (التصليد القشري) هو احتمال حدوث التواء اثناء عملية الكربنة وما يليها من المعالجات الحرارية والعمق القشـري الذي يمكن الحصـول عليه يعتمد على طريقة التنفيذ ولكنه يتراوح ما بين 0.6–0.02 إنج واقصـى عمق قشـري يمكن الحصـول عليه باسـتخدام هذه الطريقة يصل الى 0.128 انج .

*** الكربنة السائلة :**

تتم عن طريق وضـع الاجزاء التي يراد كربنتها في حمام ملح منصـهر في درجة حرارة 871.1 مْ ويضاف الى حمام الملح المنصهر مادة كربونية ملائمة لتقوم بعملية الكربنة .

*** الكربنة الغازية :**

يتم فيها تسـخين الاجزاء المراد معالجتها في قنينة يمر خرلها غاز هيدروكاربوني وبهذه الطريقة يتمكن الكربون من تخلل الطبقة السـطحية من الفولاذ بالانتشـار محققاً بذلك عملية الكربنةوعملية الكربنة تطبق في صناعة مقاييس الضغط والكامات والكثير من الادوات التي تتطلب مقاومة عالية.

٣. النتردة : النتردة تمثل طريقة اخرى من طرق التصـليد القشـري المبني على مبدأ الانتشـار وظهرت هذه الطريقة اولاً في المانيا وفيها يؤخذ الفولاذ المراد تصـليده قشـرياً بعد تشـكيله ميكانيكياً ليُعالج بعد ذلك حرارياً وذلك عن طريق وضـعه في صـندوق محكم الغلق وتسخينه الى درجة حرارة ٥٣٧.٨مْ ثم يرفع غاز الامونيا داخل الصـندوق حيث يتفكك غاز الامونيا الى النتروجين الذري

النشـــط والهيدروجين ويتحد النتروجين النشـــط مع الحديد مكوناً نتريد الحديد واما الهيدروجين الزائد فيتم تصريفه عبر فتحة في الصندوق المغلق.

الاسبوع التاسع :

الخواص الحرارية للمواد : درجة الحرارة هي قياس النشـــاط الحراري ويعبر عنها بالدرجة المئوية (مْ) او بالدرجة المطلقة (درجة كلفن) ويقصـــد بالحرارة الطاقة الحرارية ووحدتها الجول ووحدات السعة الحرارية للمادة وهي ـ جول . كغم . مْ

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 لتبخر 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 .

وســوف يتوضـــح بعدئذ ان في بعض المواد والتراكيب المعدنية تحدث تغيرات ضـــمن الحالة الصـــلبة والتي فيها تتبدل التراكيب من شـــكل 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 ضـــمن تفاوت صـــغير في درجات الحرارة من الممكن اعتباره ثابتاً وعند تبديل حالة او صـــورة المادة يتبدل

معامل التمدد الحراري الطولي ذلك نتيجة التغير في التركيب الذري للمادة حيث ان قيمة التمدد الحراري تختلف بأختلاف درجات الحرارة للمواد المختلفة فمثلاً لو سلطة درجة معينة من الحرارة على النحاس والحديد لأختلف قيمة التمدد الحراري لتلك المادتين.

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

$$? = KA \quad x \frac{dt}{dx}$$

حيث ان ? ← قيمة الحرارية المنتقلة ووحداتها جول/ثانية.

K ← معامل التوصيل الحراري ووحداتها جول.متر/مْ.ثانية.متر^{٢} .

A ← مساحة المقطع المعرضة للحرارة ووحداتها م^{٢} .

dt ← فرق درجة الحرارة ووحداتها مْ .

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 :

$$h = \frac{k}{\rho . cp}$$

حيث ان : h معامل الانتشار الحراري ووحداته متر^{٢}/ثانية .

K معامل التوصيل الحراري ووحداته جول.متر/مْ.ثانية.متر^{٢} .

ρ كثافة المادة الصلبة ووحداتها كغم/متر^{٣} .

Cp السعة الحرارية ووحداتها كغم.مْ/جول .

مثال : احسب الحرارة المنتقلة اذا كان معامل التوصيل الحراري ٢٠٠ جول/متر.ث.مْ ونصف القطر ٣٠ mm وفرق درجات الحرارة ٥٠مْ والمسافة في اتجاه انتقال الحرارة ٠.٠٢ 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 (متر^{٢}).

الموصلية الكهربائية هي عكس المقاومة النوعية ولها وحدات اوم$^{-١}$. متر$^{-١}$ 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 لخزن 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 وتناسَب طردياً مع الفولتية .

$$Q \propto V$$

$$Q = CV$$

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 تســـليط درجة حرارة وتختلف المعادن من مستوى لأخر بالتمدد الحراري.

* التوصيل الحراري ويرمز له بالحرف K ووحداته (جول.م/مْ.ثانية.م^{٢}) .

والمعادلة :

$$Q = KA\frac{dt}{dx}$$

حيث ان : Q ⟵ كمية الحرارة ووحداتها (جول/ثانية) .

K ⟵ التوصيل ووحداته (جول.م) /(مْ.ثانية.م^{٢}).

dt ⟵ الفرق في درجة الحرارة ووحداته مْ.

dx ⟵ المسافة المنتقلة ووحداتها m .

(جول/ ثانية) = مْ/ م * م^{٢} * (جول.م) /(مْ.ثانية.م^{٢}) = Q

القانون الثاني:

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

حيث ان : h ⟵ معامل الانتشار الحراري ووحداته م^{٢} /الثانية .

K ⟵ التوصيل الحراري ووحداته (جول.م) / (مْ.ثانية.م^{٢}).

$c\rho$ ⟵ السعة الحرارية ووحداتها (كغم.مْ) / جول .

ρ ⟵ الكثافة ووحداتها كغم /م^{٣} .

م^{٢} /ثانية = م^{٣} /كغم * (كغم.مْ) / جول * (جول . م) /(مْ . ثانية . م^{٢}) = h

الاسبوع الحادي عشر :

الخواص المغناطيسية للمواد البللورية :

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

$$B = \mu oH$$

μo ⟸ النفاذية المغناطيسية .

اما عند وجود مادة ضمن المجال المغناطيسي فتحسب كثافة الدفق المغناطيسي والتي تسمى هذه الحالة بالحث المغناطيسي حسب المعادلة :

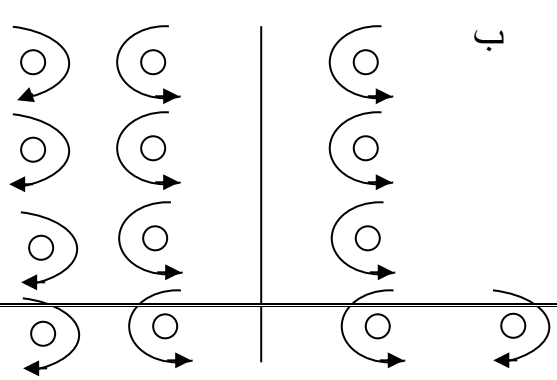
$$B = \mu o\, \mu r H$$

حيث ان : μr النفاذية النسبية وتساوي واحد للفراغ وتكون اكبر من واحد قليلا للمواد القابلة للتمغنط وتسمى البارا مغناطيسية 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 للآلكترونات 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 الآهر لذا يكون لها محصلة عزم مغناطيسي كما في الشكل:

في الشكل أ تكون المادة دايا مغناطيسية
واما في اشكل ب فتكون المادة بارا مغناطيسية

ب

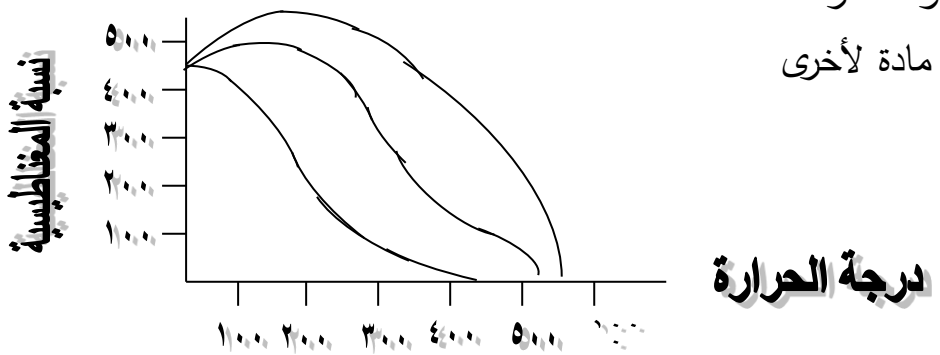


أ

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 ٧٨٠مْ والكوبلت ١٢٣١مْ وللنيكل ٣٥٨مْ وفوق درجة كوري تزول المقاطعات المغناطيسية في المادة وتصبح المادة بارا مغناطيسية وعند إعادة تبريد المادة الى درجة أقل من درجة كوري تعود المقاطعات 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 ١٠٠٠مْ فأن اعلى قيمة للمغناطيسية تكون عند الصفر مئوي وتقل كلما ارتفعت درجة الحرارة .

الاسبوع الثاني عشر :

التأكل الكيمياوي :

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

من العوامل التي تتعلق بطبيعة المعدن وتؤثر على تأكله هي :

١. موقع المعدن في السلسلة الكهرو كيميائية : Electro – chemical series .
٢. الاتصال المباشر بمعادن ذات طبيعة مختلفة عنه.
٣. البنية المايكرو سكوبية مثل وجود الشوائب او الاطوار المتعددة.
٤. 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 التأكل بصورة عامة الى نوعين :

١. **التأكل الكيميائي المباشـــر :** ان هذا النوع من التأكل يتضـــمن عادة الاتحاد المباشـــر بين المعدن والغازات الجافة مثل الاوكســـجين وثاني اوكســـيد الكبريت والكلور ويحدث عادة في درجات الحرارة العالية وناتج التفاعل له أثر كبير على استمرار او توقف تأكل المعدن .
٢. **التأكل الكهروكيميائي :** ويشـــمل كافة انواع التأكل 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 تتأكل او تذوب عندما تتحرر او تنطلق منها ايونات ذات شـــحنة موجبة تنتقل الى المحيط الخارجي (المحلول) ان هذا الانتقال للأيونات الموجبة ؤدي الى جعل المعدن ايوناً ذا شحنة سابة او كما يسمى ذا جهد سالب وكلما كان هذا الجهد الســـالب للمعدن أكبر كلما يكون الميل للمعدن للتأكل أكبر , ان ميل اي معدن للتأكل يزداد او ينخفض عندما يتصل بمعدن آخر يختلف عنه بصورة مباشرة او غير مباشرة وعند وجود وســـط تأكل للكهربائية حيث يتولد تيار كهربائي في هذه الحالة ينتقل بين المعدنين وخلال الوســـط وذلك نتيجة للأختلاف في جهد القطب لكلا المعدنين. فمثلاً عندما يتصـــل معدنان موقع احدهما في اعلى السلسلة الكهروكيميائية والآخر في اسفل السلسة ذاتها فأن الاول والذي يطلق عليه الانود Anode يبدأ بالتأكل بينما لا يتأكل المعدن الثاني والذي يطلق عليه الكاثود Cathode ان المعدن الذي يســري فيه التأكل في هذه الحالة يتحدد بمقدار كبير بنســبة مســاحة 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 انصـــهار واطئة (1150-1250) مْ مقارنة بدرجة انصـــهار الصلب لذا فأنه يمكن صهره بسهولة وبتكاليف واطئة وتكون للمعدن المنصهر سيولة جيدة وقابلية لأتخاذ شكل القالب تماماً بعد الانجماد .

يحتوي حديد الزهر على نفس العناصـــر الخمســـة التي توجد فيس الصـــلب الكاربوني وهي الكاربون ، المنغنيز ، السليكون , الكبريت , الفسفور ولكن بنسب اعلى مما هي عليه في الصلب وتكون النسب المثالية لمكونات حديد الزهر هي:

كاربون (3.6-2.8) % , سـليكون (3-1)% , منغنيز (1-0.4)% , كبريت (0.35-0.1) % , الفسفور (1-0.5)% .

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

ويوجد الكاربون في حديد الزهر بصورة عامة على شكلين :

١. **الكارون المتحد او السمنتايت.**

٢. **الكاربون الحر او الكرافيت :** ويتكون من تحلل السمنتايت وفق المعادلة :

$$Fe_3C \longrightarrow 3Fe + C$$

سمنتايت فرايت كرافيت

- اذا كان الكاربون متحداً بشكل سمنتايت فأن حديد الزهر يكون صلدً وهشاً وغير قابل للتشغيل بالمكائن واذا كسر فأن لون السطح المكسور يكون ابيض لذا يسمى حديد الزهر الابيض .
- اما اذا كان الكاربون 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 كاربون متحد وكاربون حر تسمى هذه الحالة الجديدة بحديد الزهر المرقش Motteld Cast Iron وذلك بسبب الترقيش الذي يظهر على سطحه .

العوامل التي تؤثر على شكل وجود الكاربون في حديد الزهر :

أ- معدل التبريد. ب- التركيب الكيمياوي . 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 الكيمياوي ومن اهم المكونات :

أ- **الكاربون** : ان هذا العنصـــر يخفض من درجة حرارة الانصـــهار كما هو مبين في مخطط التوازن الحراري للحديد –كاربون كذلك فأنه 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 التاثير 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 فأنه يســاعد على جعل الســمنتايت مســتقراً ويحدث هذا فقط عندما تكون كمية المنغنيز اعلى من الكمية اللازمة للآتحاد مع الكبريت .

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

الاسبوع الخامس والسادس والسابع عشر:

المقارنة بين الحديد الزهر الابيض والرمادي

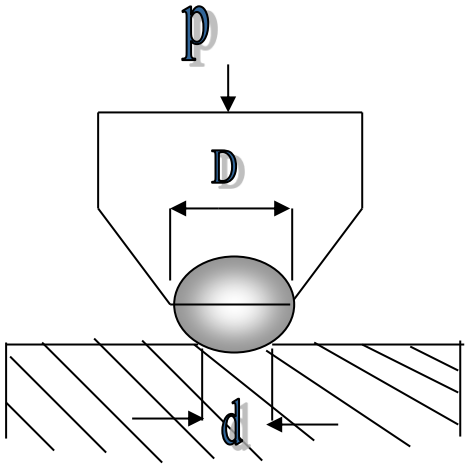
ت	الحالات	حديد الزهر الابيض	حديد الزهر الرمادي
١	الشكل الذي يوجد فيه الكاربون	متحد ، (سمنتايت)	حر (كرافيت)
٢	التركيب الكيمياوي	نسبة السليكون واطئة نسبة الكبريت عالية	نسبة السليكون عالية نسبة الكبريت واطئة
٣	معدل التبريد في قالب الصب	سريع	بطيء
٤	الخواص	صلد وهش وغير قابل للتشغيل , صلادة برنيل له 400-500	طري نسبياً وقابل للتشغيل , صلادة برنيل له 180-240
٥	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 هنالك ثلاثة طرق مختلفة لقياس الصلادة وهي:

١. طريقة برينل ٢. طريقة فيكرز ٣. طريقة روكويل .

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

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



ثانياً ـــ 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 صلادتها عن ٤٥٠ N .

* **وصـف الجهاز** : في هذا الجهاز تكون اداة التغلغل عبارة عن هرم رباعي القاعدة ورأسـه من الماس وزاوية رأسـه ° 136 ةتضـغط هذه الاداة تحت تأثير حمل (P) ليترك أثر على شـكل معين قطره (d) . ويتم اختبار مقدار الحمل المناسب حسب سمك ونوع العينة المطلوب قياس صلادتها .

ثالثاً ـــ طريقة روكويل : تعتبرهذه الطريقة من ابسط واكثر الطرق انتشاراً لسهولة استخدامها وللحصول على رقم صلادة مباشر من تدرج الجهاز وبالامكان استخدامها لكل انواع المعادن .

* **وصـــف الجهاز** : اداة التغلغل في هذا الجهاز اما مخروط من الماس زاوية رأســـه ١٢٠ْ يسـتخدم لأختبار المعادن شـديدة الصـلادة او كرة صـغيرة من الصـلب الصـلد قطرها ١.٥٩mm تستخدم لأختبار المعادن الاقل صلادة . ومن هذه الطريقة تحسب الصلادة على اساس عمق الاثر الناتج من ضـغط اداة التغلغل بداخل عينة الاختبار حيث يتم ضـغط اداة التغلغل تحت تأثير حمل ابتدائي (Po) قدره (١٠kg) ثم تسليط حمل (p_1) وبهذا الحمل تكون النتيجة :

$$P= Po + P_1$$

الأسبوع الثامن عشر :

النحاس وسبائكه :

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

١. **النحاس الغير كامل الاختزال:** ويحتوي هذا النوع على ٠.٠٥ اوكسـجين ويؤدي تسـخينه الى درجة حرارة اعلى من ْC ٤٠٠ في جو نختزل الى تكوين فجوات غازية وهذه من العيوب التي تعيب المعدن نتيجة لتغلغلغاز الهيدروجين او اول اوكسـيد الكاربون داخله واتحاده مع اول اوكسـيد النحاس الذي يحرر بخار الماء حيث يبقى محصـــور داخل المعدن مما يؤدي الى تكوين ضـــغط يدفع الحبيبات بعضـها عن البعض الآخر مكوناً انخلاعات في منطقة حدود الحبيبات مما يقلل من مطيلية المعدن ، ان هذا النوع من العيوب يظهر بوضـــوح عند اجراء عملية اللحام الغازي لهذا

المعدن لذا فأنه لا يصـــلح لأغراض اللحام بهذه الطريقة ولهذا الغرض يســـتخدم النحاس الكامل الاختزال .

٢. النحاس الكامل الاختزال: تتم عملية الاختزال الكامل لهذا المعدن عادة بإضـافة الفسـفور الذي له قابلية اعلى للأتحاد بالاوكسجين منه بالتحاس لذلك يكون اكثر ملائمة لعملية اللحام ويوجد الفسـفور في هذا المعدن بنسـبة ٠.٠٠٥٪ كعنصـر متبقي من عملية الاختزال ولكن وجود الفسـفور بهذه النسبة يؤدي الى التقليل من قابلية التوصيل الكهربائي .

٣. النحاس الخالي من الاوكسجين _العالي التوصيل:

ويكون هذا النوع من النحاس خالياً من الاوكســـجين والاكاســـيد المتبيقة وذي قابلية عالية للتوصـيل الكهربائي ويصـنع هذا النحاس بواسـطة الصـهر والصـب بالتحليل الكهربائي للنحاس المتبقي وذلك في محيط غير مؤكسد.

٤. النحاس الزرنيخي: ان إضـــافة ٠.٣-٠.٥٪ 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 :

١. سبائك النحاس . الزنك وتسمى النحاس الاصفر.
٢. سبائك النحاس . القصدير وتسمى البرونز القصديري.
٣. سبائك النحاس . القصدير . الفسفور وتسمى البرونز الفسفوري.
٤. سبائك النحاس . الالمنيوم وتسمى كوبرونيكل.

☒ **الصنف الاول :** وهو النحاس الاصفر له قابلية التشكيل على البارد وتصنعمنها الصفائح والاسلاك المسحوبة على البارد ولغرض السحب العميق والكبس وانتاج الانابيب ويسمى هذا النوع بـ نحاس الاطلاقات الاصفر وذلك لإنه يستعمل في صناعة أغلفة الطلقات ، ان إضافة القصدير او

الالمنيوم الى هذه السبائك يؤدي الى تحسين مقاومتها للتأكل فالسبيكة التي مكوناتها ٧٦٪ نحاس ، ٢٢٪زنك ، ٢٪ المنيوم تدعى بـ سبيكة الاصفر الالمنيومي اما السبيكة المحتوية على ٧٠٪ نحاس ، ٢٩٪ زنك ، ١٪ قصدير فتدعى بسبيكة النحاس الاصفر المقوى وتستخدم في صناعة المكثفات البحرية وانواع اخرى من المبادلات الحرارية .

☒ **الصنف الثاني** : وهو البرونز القصديري المحتوي على ١٥٪ قصدير يستعمل هذا النوع من البرونز في الحالة المصبوبة كسبائك تحميل وذلك لكونه مكون من جسيمات صلدة وتستخدم هذه السبائك في صناعة الاجراس وذلك بعد اخمادها من درجة جرارة $600^{\circ}C$ حيث تتكون بنيتها في هذه الحالة من $(\alpha+\beta)$ وذلك لأن طور β المتين يعطي رنيناً افضل .

☒ **الصنف 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 .

☒ **الصنف 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 الكاربوني حيث يمكن الحصول عندئذ على مقاومة شد ومطيلية عاليتين للسبائك المشكلة بالطرق الميكانيكية

كذلك تمتاز هذه السبيكة بمقاومتها للتأكل . ان السبائك المحتوية على ٩.٤٪ المنيوم لذا فأنه من النادر ان تستعمل سبيكة برونز الالمنيوم المختوية على اكثر من ١٠٪ المنيوم .

الاسبوع التاسع عشر :

الالمنيوم ، سبائكه ، خواصه واستخداماته :

ويعتبر الالمنيوم من المعادن اللاحديدية وتقسم الى معادنخفيفة وثقيلة ويقصد بالمعادن الخفيفة جميع المعادن التي تكون كثافتها اقل من ٤ غم/سم^3 مثل الالمنيوم والمنغنيز واما المعادن الثقيلة فهي التي تكون كثافتها اعلى من ٤ غم/سم^3 مثل النحاس والخارصين والقصدير والرصاص والنيكل والكروم ومن المعادن الخفيفة .

الالمنيوم ويرمز له AL :

١- العدد الذري ١٣ ، الوزن الذري ٢٦.٩٨ ، الكثافة ٢.٧غم/سم^{٣} .

٢- درجة انصهار الألمنيوم ٦٠٠م^{٢} ، درجة الغليان ٢٢٧٠مْ .

٣- الحرارة النوعية $GP = 0.214 \frac{kcal}{kg.grad}$ قابلية التوصيل $\gamma = 0.5 \frac{col}{cm.\sec}$

٤- معامل المرونة للألمنيوم النقي $E = 70\ GN/m^2$.

يعد الألمنيوم من المعادن المهمة ويرجع ذلك الى امكانية إنتاج سبائك قيمة منها الاغراض المختلفة في الصناعة والألمنيوم معدن لين وسهل التشغيل وبالاستطاعة 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 الالمنيوم :

١- خفيف الوزن ٢- معدن غير مغناطيسي ٣- مول للتيار الكهربائي ٤- موصل جيد للحرارة ٥- عاكس جيد للحرارة والضوء ٦- قابل للحام بطريقة (القلاي) ٧- لا يصدأ كالحديد ٨- يقاوم الماء النقي وكثير من الحوامض ولكنه لا يقاوم ماء البحر والحوامض اللاعضويه .

اما تأثير بعض المعادن على الالمنيوم فهي :

١. الحديد يؤدي الى تصليد الالمنيوم ويصبح هشاً.
٢. الرصاص يولد فقاعات ويحسن قابلية التشغيل.
٣. النحاس يزيد الصلابة.
٤. المغنيسيوم يرفع المقاومة ويحسن قابلية التشغيل.

سبائك الالمنيوم :

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

١. سبائك الالمنيوم للتشكيل اللدن :

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

٢. سبائك الالمنيوم والمغنسيوم والمنغنيز:

لها مقاومة لماء البحر والحرارة العالية ولها قابلية السحب ولكن مقاومتها الميكانيكية واطئة . ومكونات هذه السبيكة ٢.٢٪ مغنسيوم ، ١٪ منغنيز والباقي المنيوم.

٣. سبائك الالمنيوم والمغنسيوم والسليكون:

لها مقاومة عالية وقابلية توصيل كهربائية جيدة جداً. ومكونات هذه السبيكة ١٪ نحاس، ٠.٨٪ منغنيز ، ٠.٩٪ مغنسيوم ، ٠.٩٪ سليكون .

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 ٣٪ سليكون ، ٠.٥٪ مغنسيوم ، ٠.٦٪ منغنيز ، ٥.٥٪ نحاس والباقي المنيوم ، السليكون يرفع المقاومة الميكانيكية وسبائك الالمنيوم والسليكون المحتوية ٥-٧٪ مغنسيوم لها مقاومة حرارية جيدة لذالك تستعمل كأغطية للاسطوانات في محركات الاحتراق الداخلي .

تحضير المنيوم

يحضر الالمنيوم من المادة الخام وهي البوكسات وتحتوي هذه الخامة ٥.٥-٦٥٪ اوكسيد الالمنيوم ، ٢٨٪ اوكسيد الحديد ، ٤٪ اوكسيد السليكون وماء ١٢-٣٠٪ .

الاسبوع العشرون:

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 ٢ الى ٨ % نيكل ومن ٠.١ الى ٠.٥ % كاربون ومثل هذا الفولاذ يتسم بمتانة وصلادة كبيرتين مع حد مرونة عالٍ وقالبلية عالية للسحب والطرق والثني أما انواع الفولاذ التي تحتوي على ١٢ الى ٢١٪ نيكل وحوالي ٠.١٪ كاربون تكون ذات متانة وقساوة جيدتين ومقاومة متناهية للتأكل . اما الفولاذ المقاوم للصدأ المحتوي على ٣C٪ نيكل فيستخدم في صناعة اشرطة 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 .

ويكوّن النيكل مع الحديد محلولاً صلباً وبذا تنخفض درجة الحرارة الحرجة وعندما تكون نسبة النيكل حوالي ٢٥٪ تصبح النقطة الحرجة للتحول الاوستنيتي هي درجة الحرارة العادية أي انه عند هذه النسبة من النيكل يكون الفولاذ ذو بنية اوستنيتية عند درجة الحرارة العادية اما عند ٥٪ نيكل فتكون بنية الفولاذ بيرليتية وبزيادة نسبة تواجد النيكل ينجم فولاذ مارتنسيتي حتى لو كان التبريد بطيئاً ومن التأثيرات الاخرى الناشئة من تواجد النيكل هو انه ايضاً يتسبب في تكوين بناء الايوتكتيدي عند ٠.٦٥٪ كاربون . ويستخدم فولاذ النيكل والذي يحتوي على نسبة تتراوح بين ٢-٥% نيكل في اجزاء المكائن التي تكون معرضة للصدمات والجهد التكراري ويصنع هذا الفولاذ اما بالصب او بالحدادة أما الفولاذ الانشائي الذي يحتوي على ٣.٥٪ نيكل فأنه يتصف بحد مرونة وحد احتمال عاليين أما اذا احتوى الفولاذ على كميات اكبر من النيكل فأنه يستخدم في الفولاذ المقاوم للصدأ.

الاسبوع الحادي العشرون:

الفولاذ السبائكي : اهم انواعة :

من المواصفات المهمة للفولاذ السبائكي مقاومة فولاذ الكاربون للتأكل محدودة ويعد ذلك ضمن نواحي قصوره والتي تحد من استخداماتها وباضافة بعض العناصر السبائكية بكميات مناسبة يصبح من الممكن تحسين مقاومتها للتأكل وللعناصر السبائكية في الفولاذ فيتلخص في ان الفولاذ الكاربوني الخالي عند معالجته عند درجات الحرارة المرتفعة يكون ليس فقط معرضاً للأكسدة ولكنه معرضاً ايضاً 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 الكاربوني الخالي التام التصليد يكون ذي مقاومة عالية لعوامل البري والتأكل الاحتكاكي ولكن على الرغم من ذلك فأن إضافة بعض عناصر السبك الى الفولاذ الكاربوني تؤدي الى المزيد من المقاومة لعوامل لبري ومن تلك العناصر السبائكية كل من فلز (التنكستن والمولديتوم والكروم) تؤدي بإضافتها نسبة معينة الى الصلادة العالية ولذلك فانها تحسن من مقاومة الفولاذ وان متانة الفلز تزداد وبالمثل تزداد متانة الفولاذ وعلبه يتلخص دور عناصر السبك في الفولاذ.

١. تزداد من قابليتة الفولاذ للتصليد.
٢. تزيد من مقاومة الفولاذ الى الليونة.
٣. تزيد من مقاومته للتأكل.
٤. تحسن من خواصه عند درجات الحرارة المرتفعة .
٥. تزيد من متانة الفرايت.

* **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 الكاربوني الخالي عوضاً عنه .

الأسبوع الثاني والثالث العشرون:

Compute the heat حساب كمية الحرارة المتولدة

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

حيث : Q ⟸ كمية الحرارة المتولدة

F ⟸ قوة القطع

V ⟸ سرعة القطع

J ⟸ ثابت جول ومقداره ١٠١٩

سرعة القطع :

$$v = \frac{\pi dN}{60}$$

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

$$N = r.p.h$$

$$v = \frac{\pi dN}{3600}$$

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

$$v = \frac{\pi dN}{1}$$

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 ⇨ 9/100 Q
Q a.a = 1/100 Q

س١ : احسب الحرارة المتولدة اذا كانت قوة القطع (800 N*kg) وسرعة الدوران 1600r.p.m وقطر القطعة المشغولة 20mm ؟

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

$$Q = \frac{f \times v}{J} = \frac{800 \times 0.17}{1019} \times 1000 = 136 watt$$

$$Q\,ch = 0.6 \times Q$$
$$= 0.6 \times 136$$
$$Q\,w.p = 0.3Q = 0.3 \times 136$$
$$Q\,c.t = 6ro9 \times Q$$

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 . البللورات السيراميكية تختلف عن البللورات 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 البللورات كماهو في المعادن ونتيجة لذلك تفتقر المواد السيراميكية الى خاصية المطيلية وتمتاز بمقاومتها العالية للتشوه اما التحول البلاستيكي في حالة اخضاعها للشد , ان عدم الانزلاق بين البللورات السيراميكية يفسح المجال للأجهادات

الموضـعية للتركيز في نقاط تزيد قوتها على قوة التأصـر بين الذرات نفسـها فمجرد انعدام التأصـر بين ذرات المادة في نقطة ما يسـري هذا الانعدام بسـرعة 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 البللوري للأطوار السيراميكية :

الترابط الايوني يمنح المواد السيراميكية درجة عالية من الاستقرارية والتحميل بسبب قوة الترابط فهذه المواد معروفة بصلابتها وارتفاع درجات انصهارها مقارنة بالمعادن والمواد العضوية . بصورة عامة تكون المواد السيراميكية عديمة التوصيل للكهرابائية ورديئة التوصيل الحراري وتمتاز بمقاومتها للمواد الكيمياوية مقارنة بالمعادن , تكون المواد السـيراميكية اقل عرضـة للتلف او التأكل من قبل الاوكسـجين تحت ظروف درجات الحرارة العالية وهو السـبب الذي جعل من اسـتخدامها في تبطين افران صـهر الزجاج والحديد والمفاعلات الذرية امراً ظرورياً , نرى معظم المواد السـيراميكية تكون شفافة خاصة عندما تكون المقاطع رقيقة ويرجع هذا الى انعدام الالكترونات الطليقة .

مكونات السيراميك :

تنتج جميع المواد السـيراميكية من فعل الحرارة على المواد الطيفية ذات التراكيب المختلفة ومن هذه التراكيب ما هو بسيط نسبياً كأوكسيد المغنسيوم وكلوريد الصوديوم اللذان لهما تراكيب بللورية تكعيبية . ان كاربيد السـليكون هو مادة صـناعية ذات تراكيب بسـيطة فهو يشـبه النمط الرباعي للسـطوح المثالية الموجودة في الماس ولكن هنالك ذرة سـليكون واحدة في مركز كل شـكل رباعي , ان الاستقرارية الفائقة للتأصـر يعطي هذه المادة صـلادة شـديدة جاعلاً منها مادة جيدة للحك وليس المعادن ولكونها مادة مقاومة للأنصـهار تسـتخدم في تبطين الافران حيث درجات الحرارة مرتفعة جداً.

لقد مكنت معرفة تراكيب الماس وكاربيد الكالسـيوم علماء خواص المواد من التوصـل الى مادة متناهية الصـلادة وهي نتريد البورون حيث نقاط النظام التشـابكي في البناء البلوري هي ذرات

البورون والنايتروجين , ان صلادة هذه المادة تكاد تساوي صلادة الماس ولكن استخدامها محدود بسبب ارتفاع تكاليف انتاجها نظراً لأرتفاع درجات الحرارة والضغوط 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 المغنسيت) 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 مايأتي:

١. تحضير عجينة الطين ٢.القولبة ٣. التجفيف ٤. التقسية في الافران .

الاسبوع الرابع والخامس العشرون:

المواد الغير معدنية :

نظراً لأهمية المواد الغير معدنية تستعمل في الصناعات الكيمياوية 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 :

١. **اللدائن (البلاستك)** : 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 الجزئية 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 ٣٠-٦٠٪ وفائدتها ربط المركبات .

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

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

* خواص اللدائن :

١. قلة الوزن النوعي ٢. تحمل الحرارة ٣. العزل الكهربائي ٤. مقاومة للصدمات
٥. قابلية الانسياب ٦. سرعة التجمد ٧. مقاومة التأكل .

الاسبوع السادس والسابع العشرون:

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 فنيلية 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 الفنيلية هذا النوع من اللدائن تستعمل لصناعة الادوات المنزلية

وادوات المطبخ ومن انواع اللدائن الحرارية كلوريد البولي فينيل وهو مقاوم للتأكل ومتين حتى درجة حرارة ٦٠ْ ويستخدم في انتاج المواسير وهياكل اجهزة الحاسبة .

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

وتصف الالياف الكيمياوية 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 وهنالك صنفاً آخر الى المواد اللاصقة حيث يقولب 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 كيمياوياً او بأتحادها مع الماء ونمو طور جديد خلال كتلتها . وكمثال على ذلك هو نمو بلورات كبريتات الكالسيوم المائية .

انواع السمنت :

هنالك 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 ١٩-٢٥٪ Sio_2 ثاني

اوكسيد السليكون ، ٥-٩٪ Al_2O_3 ، ٦٠-٦٣٪ Al_2O_3 , Cao يتضمن التفاعل الاذابة 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 :

٣٥-٤٢٪ Cao اوكسيد الكالسيوم ، ٣٨-٤٢٪ Al_2O_3 ، ٣-١١٪ Sio_2 ، ٢-١٥٪ FeO تتم عملية التصليب بتكوين بلورات الالومينا المائية من ثالث الومينات الكالسيوم لذلك فهو سريع التصلب فتصل درجة صلابته بعد ٢٤ ساعة الى ما تصله صلابة السمنت البورتلاند في ثلاثين يوماً .

*** الاشكال الكونكريتية :** ان الكونكريت هو عبارة عن تكتل كبير نسبياً من الجص المملوء بالرمل ومزيج الماء والسمنت الذي يعمل عمل الغراء فيربط الكل بعضها الى البعض الآخر, تعتمد صلابة المزيج وكلفته على جعل كمية السمنت اقل ما يمكن والتحكم بكمية الماء , ان الحسابات المتعلقة بالمزيج المناسب لملأ حجم مطلوب تتعلق بعدد من التعاريف المتضمة معامل الحشو والحجم ةالكثافة 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 تقولب المنتوجات النهائية بواسطة الضغط الجاف او الرطب ومن ثم تقسى في الافران بدرجات حرارة منخفضة نسبياً ان مواصفات هذه المنتوجات النهائية بسيطة نسبياً فهي تتضمن قوة انضغاط تتراوح بين ١٣.٨ ميكا باسكال الى ٥٨.٦ ميكا باسكال اعتماداً على صنف المنتوج والتفاوت المسموح به في الابعاد اما آجر البناء (غير المزجج) والانابيب الفخارية وقرميد السقوف تصنع بنفس الطريقة .