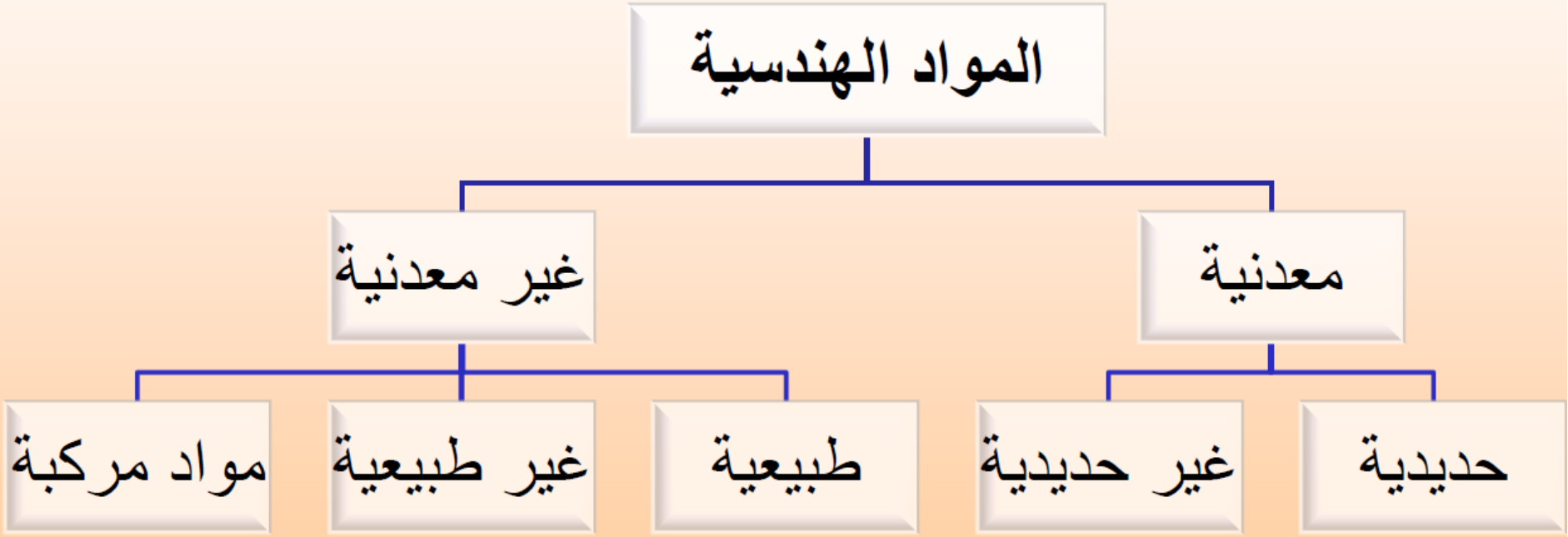
تصنيف المواد الهندسية



المواد الهندسية
المواد الغير المعدنية
المواد المعدنية
المواد غير المعدنية
طبيعية (عضوية)
القطن
المطاط
الماس
الصخور
الخام الحجري
غير طبيعية (غير عضوية)
الزجاج
الخزف
الورق
المواد الخزفية
الاسمنت
المعادن الحديدية
الألومنيوم .....
نحاس
المعادن الحديدية
الحديد المطاوع
الحديد الصلب
الزهـــرة
الزهرة الرمادي
الزهرة الأبيض
الزهرة المرن
الزهرة القابل للطرق
منخفض السبائك
عالي السبائك
منخفض الكربون
متوسط الكربون
عالي الكربون
العدة
الستانلس استيل

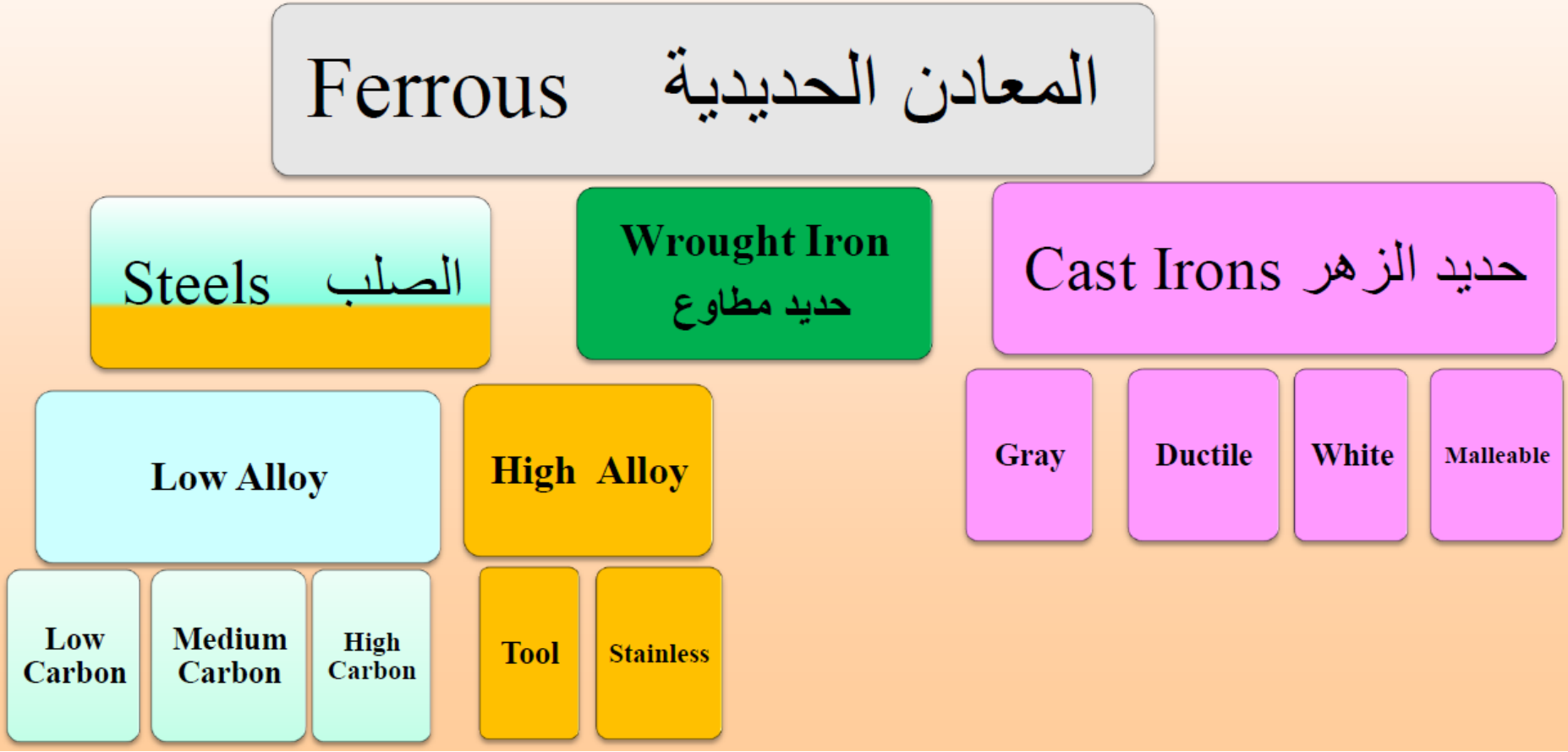
أولاً: المواد المعدنية

- تتميز المواد المعدنية بالصلادة والمتانة ومقاومة الحرارة وبقابليتها للتشغيل والمعالجة ، إلا أن هذه الخصائص تختلف من معدن لآخر فتزداد في بعضها وتقل أحياناً في البعض الآخر. وقد تمكن العلماء من استخلاص أنواع عديدة من المعادن تستخدم في كافة المجالات الهندسية ، وتنقسم إلى:
  - **مواد أساسية**: مثل الحديد، الألومنيوم، النحاس، الماغنيسيوم، النيكل، الزنك، القصدير، الرصاص، التنجستن، التيتانيوم، الفضة، الزئبق.
  - **مواد خلائطية (عناصر السبك)**: مثل الكروم، المنجنيز، الكوبلت، الكادميوم، الفاناديوم، المولبيديوم.

- وبشكلٍ عام يمكن تصنيف المواد المعدنية إلى **حديدية** و**غير حديدية**.

I. المعادن الحديدية
Ferrous Metals

يطلق اسم المعادن الحديدية على كافة المعادن التي يدخل الحديد في تكوينها ويمثل فيها نسبة عالية أكثر من غيره.



تعريفات هامة

- **المرونة :** قابلية المادة للعودة لشكلها الأصلي بعد إزالة القوة أو الحمل .
- **اللدونة :** قابلية المادة على الاحتفاظ بالشكل الذي اتخذته بعد إزالة القوة أو الحمل المسلط عليها .
- **المطولية :** هي التمتع بخاصية اللدونة بالإضافة إلى خاصية عدم الكسر .
- **القصافة :** هي الهشاشة أو قابلية الكسر عند التعرض الاجهادات .
- **المتانة :** هي قابلية المادة لتحمل الصدمات .
- **الصلادة :** هي مقاومة المادة للخدش والبلى .
- **الطروقية :** هي قابلية المعدن للطرق والدرفلة .
- **السيولة :** هي قابلية المصهور للانسياب بسهولة دون احتكاك أو مقاومة .
- **الجساءة أو الصلابة :** هي القوة التي تبديها المادة عند تعرضها للتشوه .
- **قابلية التشغيل :** هي قابلية المعدن للقطع أو التفريز أو الخراطة بسهولة .
- **قابلية التشكيل :** هي قابلية المعدن للتشكيل بسهولة عند تعرضه للضغط أو الطرق.

a) الحديد الزهر Cast Iron

- إن الحديد الزهر الخام (حديد الصب) هو الحديد الغفل المنقى والناتج من الفرن العالي ويحتوي على نسبة عالية من الكربون 2 الى 4 % ويلقى أهمية كبيرة في الصناعة بسبب المزايا التالية:

  - ✓ معدن رخيص لأن إنتاجه قليل التكاليف.
  - ✓ درجة انصهاره منخفضة نسبياً ~ 1200 C.
  - ✓ يتحمل الضغوط العالية إلا أن تحمله للشد قليل نسبياً
  - ✓ سيولته عالية عند انصهاره مما يجعله مفيدا في عمليات السباكة
  - ✓ نسبة الكربون تكون عالية جدا فهو محدود الاستخدام
  - ✓ عن طريق اقحامه في افران اخرى يمكن الوصول الى انواع حديد مختلفة اخري

- يعتبر الحديد الزهر معدن صلد وهش (قصيف) وله مقاومة عالية للبلي وخاصةً عندما تتوفر ظروف تزليق جيدة.
- من أهم عناصر السبك في حديد الزهر:

✓ **الكربون:** إما على شكل جرافيت (شرائح أو كرات) أو يتفاعل مع الحديد مكونا السيمنتايت (كربيد الحديد).

✓ **السيليكون:** بنسبة (1 : 3%). يعمل كملين ويساعد على القابلية للتشغيل

✓ **المنجنيز:** بنسبة (0.5 : 1%) يساعد على تصليد الحديد الزهر

✓ **الكبريت:** بنسبة (أقل من 1%)، حيث إن وجوده له آثار ضارة جدا فى سبائك الحديد والكربون لانه يعطل تكون الجرافيت ويساعد على جعل المسبوك أبيض ضعيف الخواص الميكانيكية لذا يوصى بإضافة المنجنيز للزهر ليتحد مع الكبريت مكوناً كبريتيد المنجنيز ويكون ذو كثافة منخفضة فيطفو مع الخبث ويتخلص منه

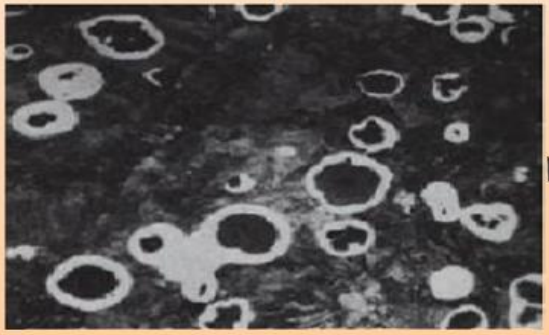
✓ **الفوسفور:** بنسبة (أقل من 1%) يساعد على زيادة السيولة

Grey Cast Iron

الزهر الرمادي

- يوجد الكربون منفصلا جزئيا على شكل قشور رقيقة موزعة داخل بنية المعدن
- تكسب هذه القشور الجرافيتية الحرة مقطع الحديد اللون الرمادي كما أنها تضعف من بنية المعدن

إضافة عنصر الماغنسيوم أثناء سباكة حديد الزهر الرمادي



Ductile Cast Iron

الزهر المطيل

-يوجد الجرافيت (الكربون الحر) على شكل تجمعات متكورة أو شبه متكورة

-- يمتاز بجودة خواصه الميكانيكية حيث تزيد مقاومة الشد و المتانة و المطولية

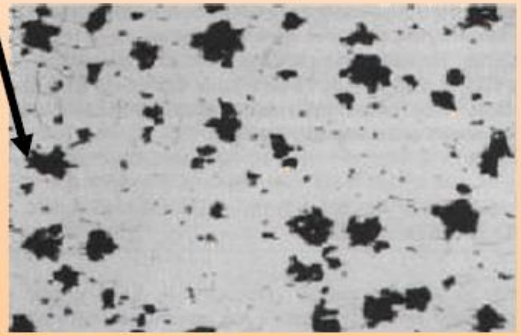
- هش جدا و صلد خواصه الميكانيكية رديئة
- لا يوجد به كربون حر (جرافيت) و إنما يكون الكربون متحد تماما مع الحديد

White Cast Iron

الزهر الابيض

- تسخين حديد الزهر الأبيض الى حوالي 900 درجة مئوية لمدة 24 ساعة

- تعتبر هذه العملية عملية تطرية للحديد الزهر الأبيض حيث يتحلل كربيد الحديد ويصبح الحديد طريا و تزيد مطوليته



Malleable Cast Iron

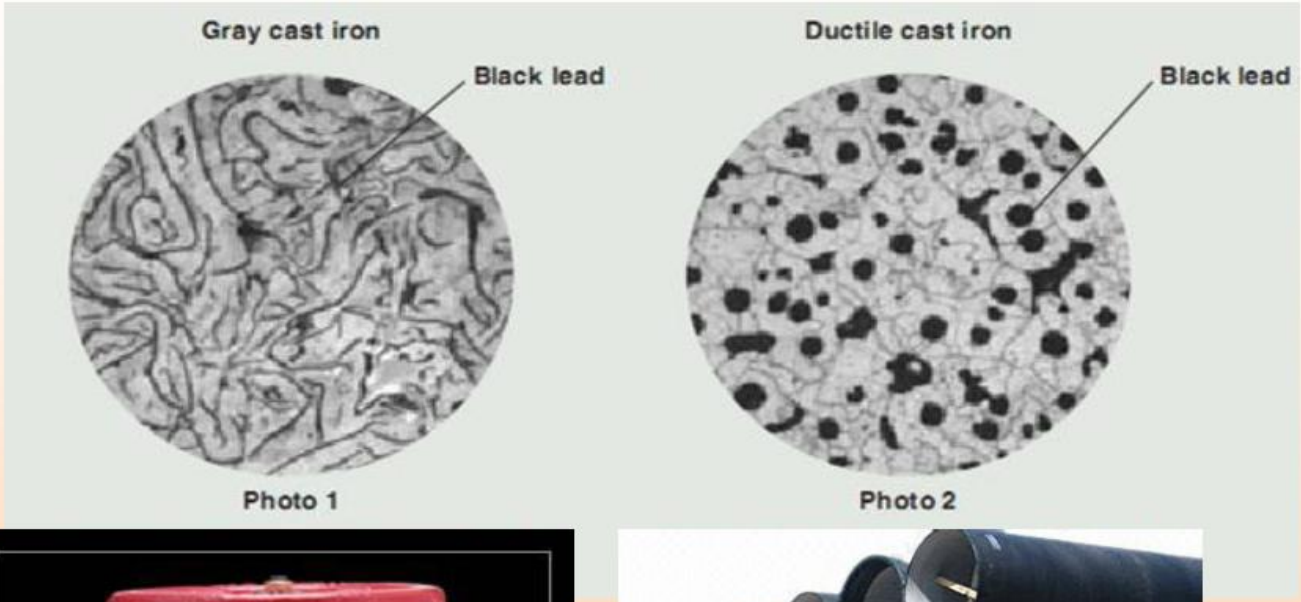
الزهر الطروق

- مقارنة بين أنواع الحديد الزهر :

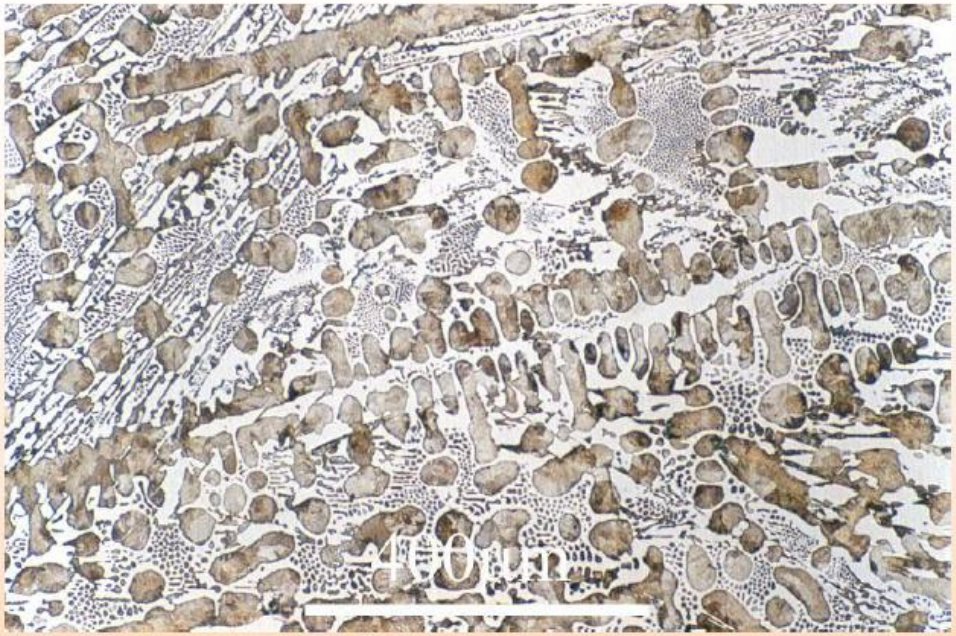
	Malleable iron (الزهر الطروق)	White iron (الزهر الأبيض)	Ductile cast iron (الزهر المطيل)	Gray cast iron (الزهر الرمادى)
صورة الكربون	كرات	يتحد الكربون الزائد مع الحديد في صورة كربيد الحديد	الكربون على شكل كرات	الكربون منفصل على شكل شرائح جرافيت
الصفات	طري وذو مطولية عالية.يستعمل كبديل ارخص من الحديد المطاوع	صلد وقصيف يستعمل في صناعة العدد اليدوية مثل المبارد	يقاوم إجهاد الشد	ضعيف نسبيا فى الشد بينما تكون مقاومته للضغط أكبر نسبيا.الجرافيت يعطيه خاصية التزليق يستعمل في صناعة فرش الالات ، سيولته عالية
كيفية الحصول عليه	بالتبريد البطيء (التلدين) للحديد الزهر الأبيض بعد وضعه في فرت لمدة 24 ساعة وفي درجة 900مئوية	بالتبريد السريع لمصهور الحديد الزهر الرمادى.	بإضافة قليل من الماغنسيوم إلى الحديد الرمادى المصهور قبل الصب فى القوالب.	ينتج بالتبريد البطي للحديد الزهر حيث يتشكل الجرافيت ويعطي له لون داكناً.

Gray Cast Iron الحديد الزهر الرمادي

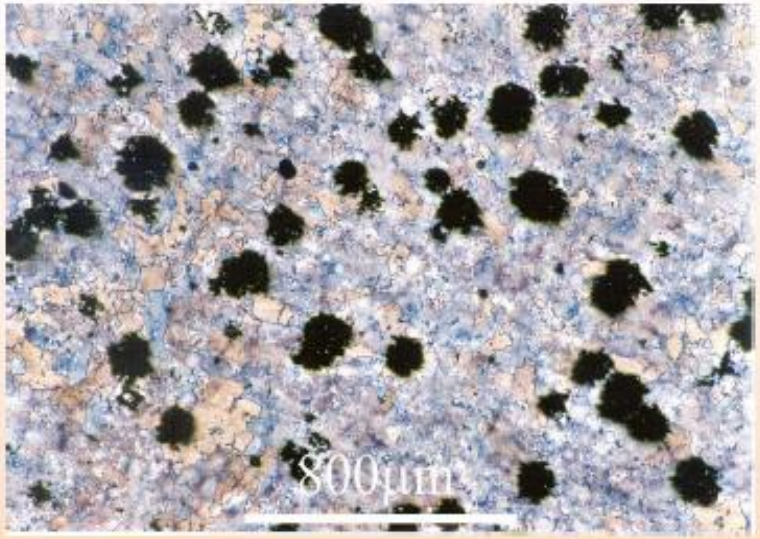
الحديد الزهر المطولي Ductile cast iron



White cast iron الحديد الزهر الابيض

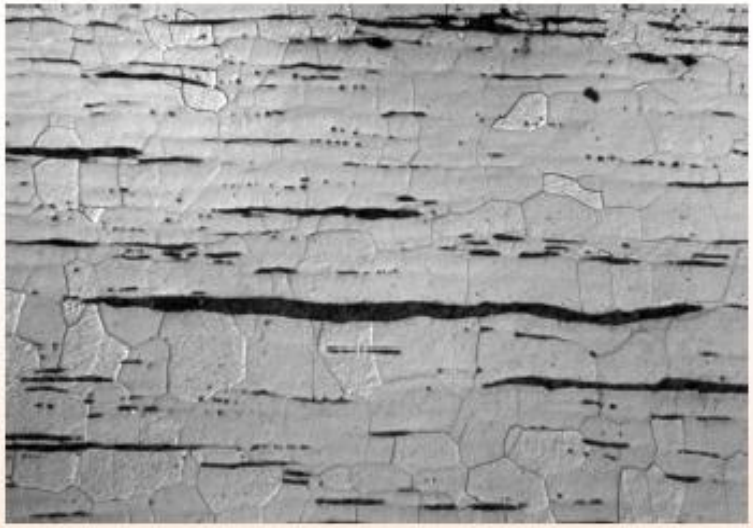


Malleable cast iron الحديد الزهر الطروق



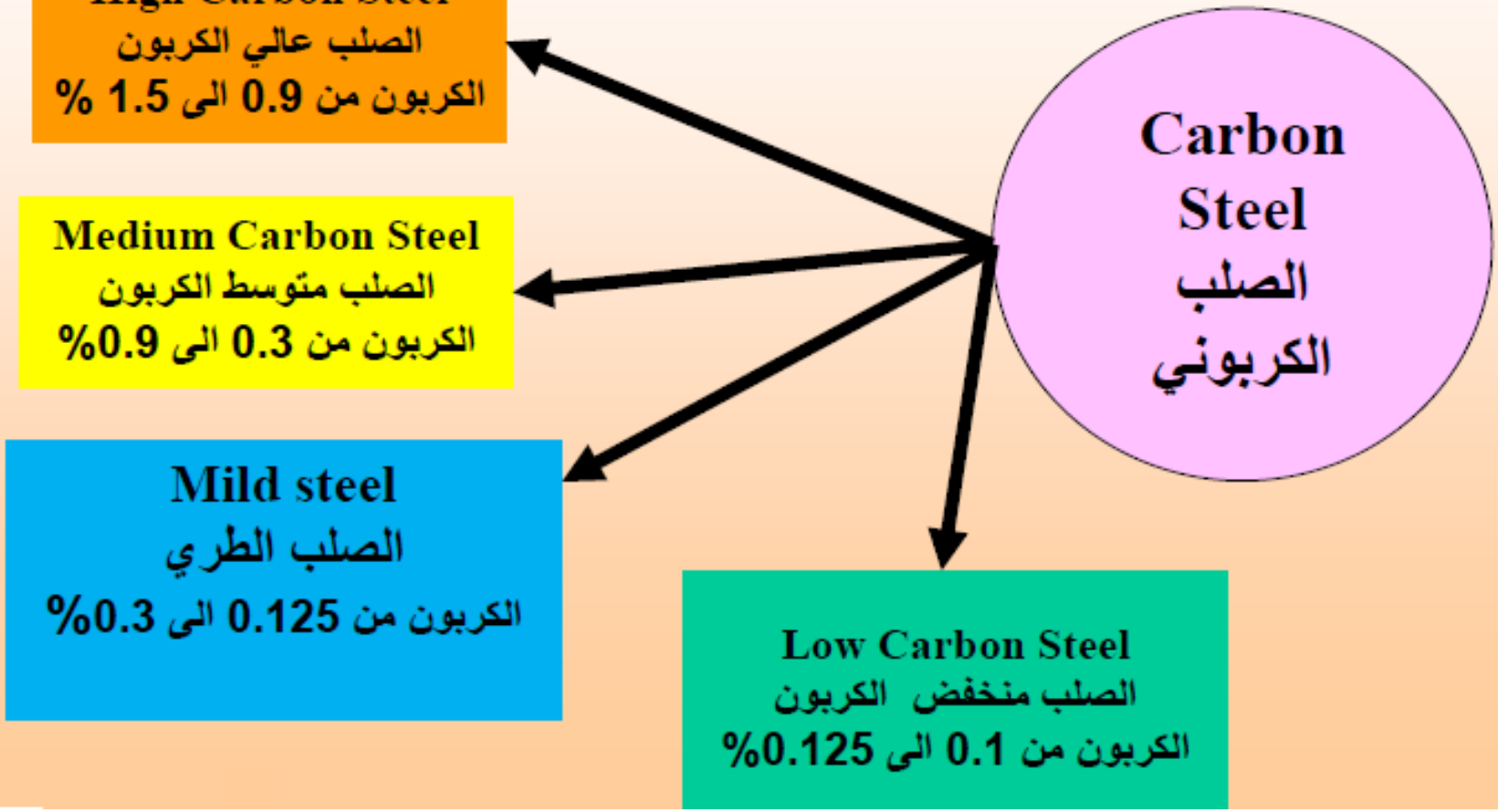
b) الحديد المطاوع Wrought Iron

- الحديد المطاوع هو الحديد الذي نزع منه معظم ما يحويه من الكربون.
- متين ويمكن ثنيه بسهولة فيما لو كان بارداً أو ساخناً.
- يصدأ الحديد المطاوع ببطء شديد ويمكن لحامه بسهولة.
- غير مناسب للسباكة لعدم وجود عنصر الكربون فيه الذي يساعد على السيولة. حيث أن الحديد المطاوع لا يسيل بل يتشكل كالعجينة وهذا لا يساعد في عمليات السباكة.
- تصنع منه أعمال الحديد الزخرفية، ومواسير المداخن.



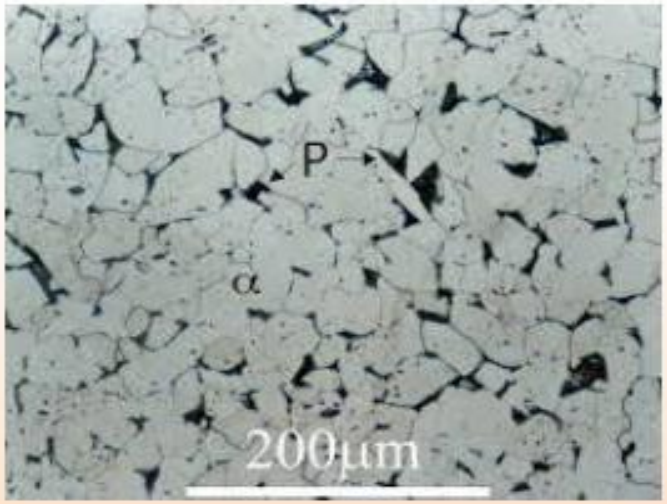
c) الصلب الكربونى Carbon Steel

- إذا كانت نسبة الكربون في سبيكة الصلب تصل إلى 1.5 % ولا تحتوى على غيره من عناصر السبك فهو صلب كربونى . يتم تصنيف الصلب الكربوني حسب النسبة المئوية للكربون الذي يحتويه.

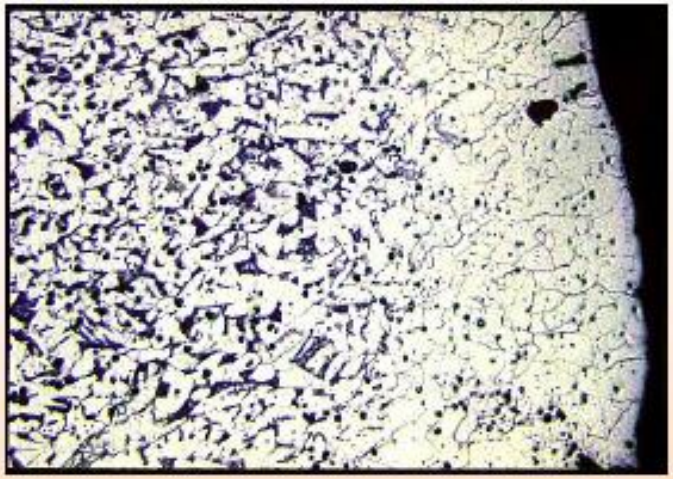


نوع الصلب	نسبة الكربون%	أمثلة على الاستخدام
منخفض الكربون	0.1 - 0.125	القضبان, الأسلاك, الصفائح الرفيعة, الأنابيب المسحوبة
طري	0.15 - 0.3	صفائح الغلايات, أعمال الجسور, المقاطع الإنشائية, مشغولات الحدادة
متوسط الكربون	0.3 - 0.5	مشغولات الحدادة, أدوات الزراعة,...
	0.5 - 0.7	النوابض, عجلات القطارات, قوالب الحدادة, المطارق و البراشيم,....
	0.7 - 0.9	النوابض, قوالب الحدادة الصغيرة, الأزاميل الخاصة بالخشب
مرتفع الكربون	0.9 - 1.1	قوالب الضغط, أدوات العمل على الخشب, سنابك,...
	1.1 – 1.5	الأمواس, المبارد, المثاقب, أدوات القياس, أدوات قطع المعادن,....

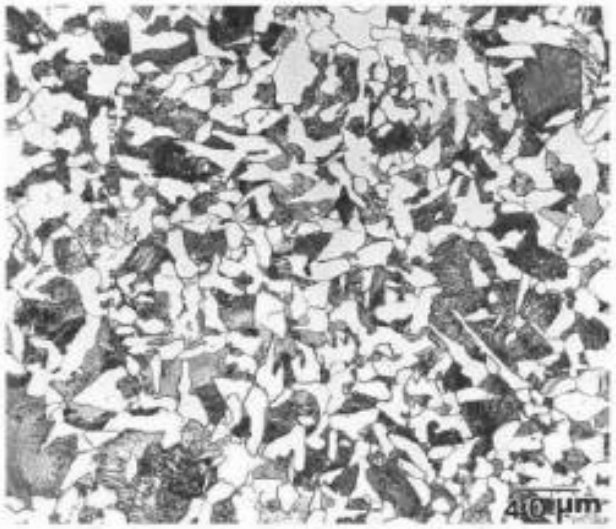
الحديد الصلب منخفض نسبة الكربون Low Carbon Steel



الحديد الصلب الطري Mild steel

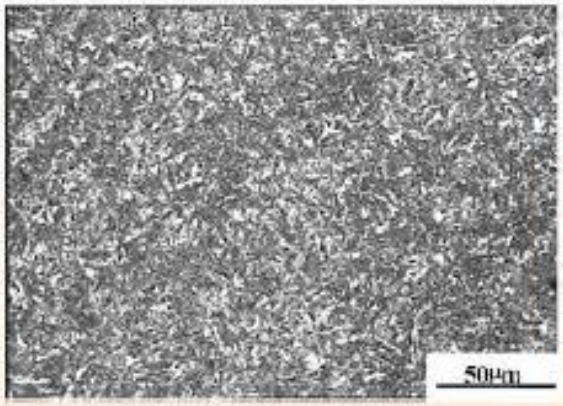


الحديد الصلب متوسط نسبة الكربون Medium carbon steel



Medium-carbon AISI/SAE 1040 Steel

الحديد الصلب ذو نسبة كربون عالية High Carbon steel



d) الصلب السبائكى Alloy Steel

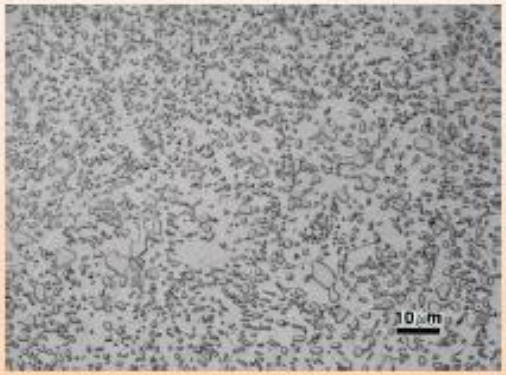
عندما تضاف عناصر أخرى إلى سبيكة الصلب بقصد تحسين خصائصه يسمى المعدن الناتج بالصلب السبائكي, وهذه أهم عناصر السبك وأثرها في سبيكة الصلب:

Alloying Elements عناصر السبك	Effect of Alloying Elements تأثير عناصر السبك على خصائص الصلب
الكربون	- يزيد الكربون صلادة الحديد. - تتأثر خواص السبيكة بنسبة الكربون الحر(جرافيت) إلى نسبة الكربون المتحد (كربيد الحديد).
السليكون	- يزيل ويطرد الأكسيجين والأكاسيد الأخرى من السبائك الحديدية. - عامل فعال في ترسيب الكربون الحر الذي يقلل من صلادة السبيكة. ← إذن تتحدد جودة السبيكة الحديدية بمقدار ما تحتويه من السليكون.
النيكل	- يزيد من متانته ومقاومتة للصدمات ولا يصدأ بسهولة. - يصنع منه صفائح التدريع أو الحماية.

Alloying Elements أهم عناصر التسابك	Effect of Alloying Elements تأثير أهم عناصر التسابك المكونة للمواد الحديدية
التنجستن	○ يعمل على جعل الصلب ذاتي التصليد (أضافته للصلب يعمل على تكوين جسيمات صلده قاسية تقاوم الحك فيزيد من مقدرة الصلب على القطع). ○ لا تحتاج الأدوات المصنوعة من صلب التنجستن إلى معالجة حرارية بقصد التصليد وهي مقاومة للحرارة. يستعمل لصنع ادوات القطع.
الفانديوم	○ يجعل الصلب ذا تركيب حبيبي دقيق (يكون فى الصلب كربيدات تقاوم الإحتكاك والحك ويزيد قابليته للتقسية) فيزيد من متانته بشكل كبير. ○ يستعمل الفانديوم عندما يتطلب الأمر معدناً متيناً وقوياً ولكن في نفس الوقت ليس قصيفاً.
المولبدنيوم	○ يعمل على جعل الصلب متيناً في درجات الحرارة العالية.
المنجنيز	○ يساعد اتحاد الكربون بالحديد إلى زيادة كربيد الحديد في سبائك الحديد الأمر الذي يؤدي إلى زيادة صلادتها ○ يتحد مع الكبريت و بذلك يزيل آثاره السيئة ○ يخفض درجة انصهار سبائك الحديد
الكروم	○ يزيد مقاومة التآكل الميكانيكي و يقاوم الصدأ ويزيد من خاصية الصلادة والمتانة ومقاومة الاجهادات ○ يجعل الصلب يستعمل في صناعة اجزاء من السيارات والطائرات

e) صلب العدة Tool Steel

- يحتوي صلب العدة بطبيعته إما على نسبة عالية من الكربون أو على محتوى سبائكي عالٍ، أو على كليهما.
- هذا النوع من الصلب متين وتصنع منه أدوات القطع والتشكيل وأدوات المخارط والثقب كما تصنع منه اجزاء قوالب القطع والتشكيل .



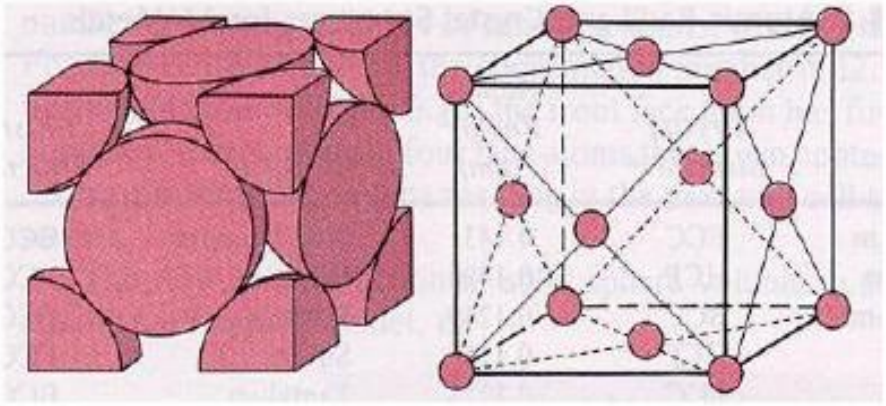
f) صلب السرعات العالية High Speed Steel

- هو عبارة عن سبيكة صلب ذاتية التصليد يمكنها مقاومة الحرارة دون أن تلين.
- هذه الخصائص تجعل السبيكة مثالية في صنع أدوات القطع التي يمكنها التغلغل في المادة في سرعات أعلى من تلك التي تعمل بها الأدوات المصنوعة من الصلب الكربوني.

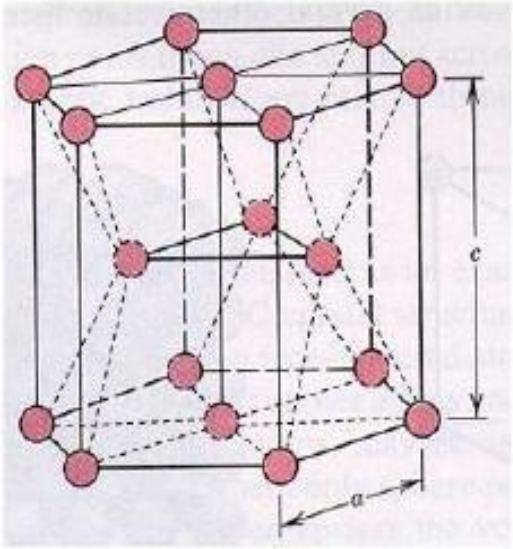
g) الصلب الذي لا يصدأ Stainless Steel

يحتوى على نسبة كروم أكثر من 10% تُزيد من مقاومته للصدأ و التآكل وكذلك الحرارة و يوجد منه عدة أنواع , منها:

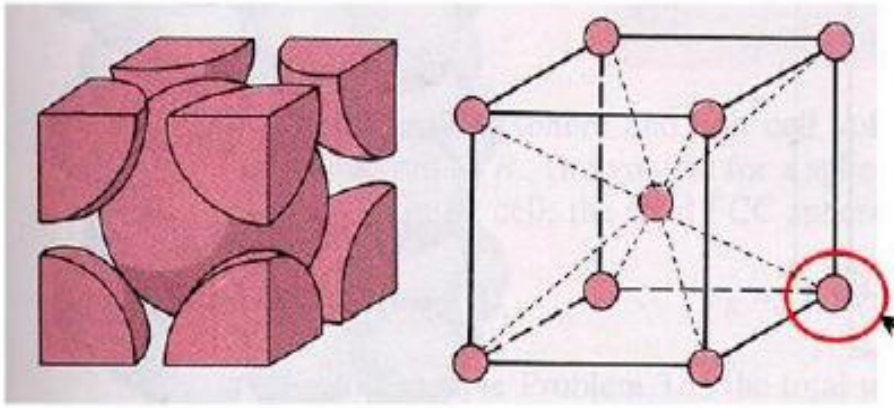
	Austenitic	Ferritic	Martensitic
عناصر التسابك	كروم + نيكل (+ منجنيز)	من 17 إلى 25% كروم	كروم لا يزيد عن 15%
الصفات	(هذه المجموعة غير مغناطيسية) مقاوم للتآكل و درجات الحرارة المنخفضة	(مقاوم للتآكل) كما تتوافر فيه خاصية المغناطيسية	هذه المجموعة مغناطيسية
الإستخدامات	صناعة المسامير و المواسير واسطوانات الضغط.	تستخدم في صناعة خزانات المواد الكيميائية والغذائية وفي صناعة أجزاء الآلات الزراعية	صناعة التربينات البخارية وبعض العدد.



Face Centered Cube (Austenitic)



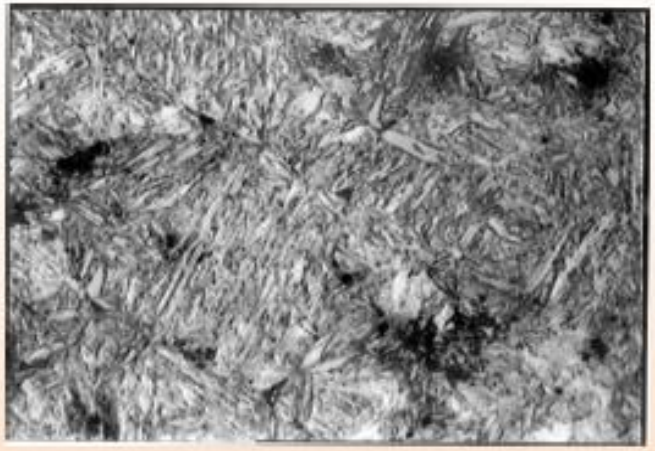
Face Centered Tetragon (Martensitic)



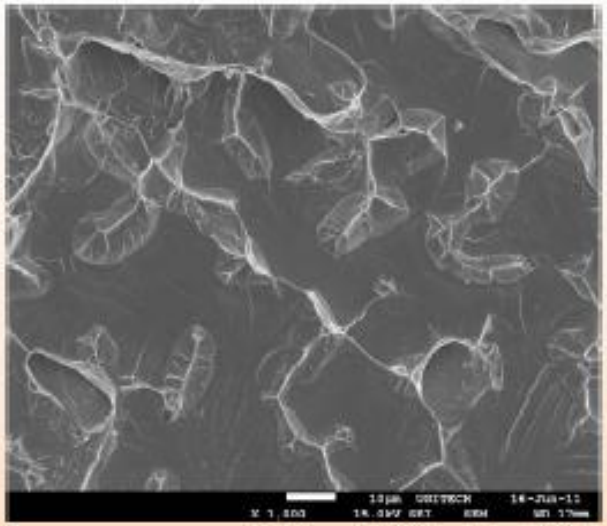
Body Centered Cube (Ferritic)

The small dot represents the center of an atom.

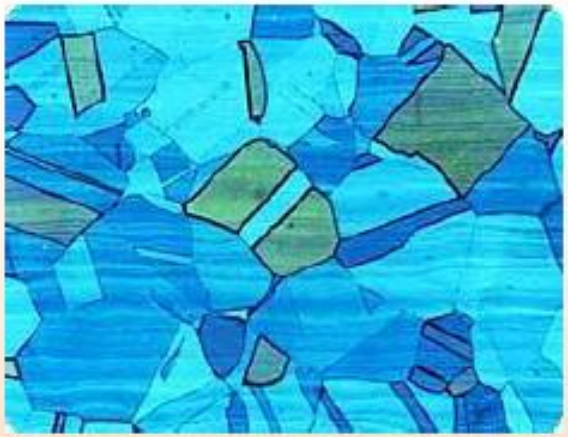
Martensitic stainless steel



Ferritic stainless steel



Austenitic stainless steel



II. مواد معدنية غير حديدية
Non-Ferrous Metallic Materials

- المعادن اللاحديدية هي المعادن التي لا تحتوي على الحديد في تركيبها الأساسي.
- تستخدم المعادن غير الحديدية وسبائكها في كثير من الأغراض الصناعية وفي صنع المنتجات الهندسية المختلفة حيث يتم تصنيعها بالتشغيل أو التشكيل بالأساليب التكنولوجية.
- تشمل المعادن غير الحديدية مجموعة كبيرة منها على سبيل المثال لا الحصر النحاس وسبائكه - الألومنيوم وسبائكه - الماغنسيوم.

a) الألومنيوم و سبائكه Aluminum and its Alloys

يتميز الألومنيوم و سبائكه بالخصائص التالية:

1) خفة وزن الألومنيوم حيث تصل كثافته إلى ثلث كثافة سبائك الحديد.
2) جيد التوصيل للحرارة والكهرباء.
3) مقاومته للتآكل عالية وذلك لتولد طبقة رقيقة أكسيدية تحميه من المؤثرات الخارجية.
4) درجة انصهاره منخفضة حيث تصل إلى حوالي 660 درجة مئوية
5) تصنع منه أواني الطهي ورقائق الالومنيوم لتغليف الاطعمة
6) سبائك الالومنيوم غير مقاومة للبلي والكلال ، ومقاومته للحرارة ضعيفة خصوصاً لو تجاوزت 150 م
7) انخفاض معامل المرونة وبالتالي لا يقاوم الانحناء فيجب زيادة صلابة المنتجات عن طريق اضافة دعمات وتضليع للتصاميم .
8) بعض سبائك الالومنيوم غير مقاومة للصدأ لذلك تغطى بطبقة رقيقة من الالومنيوم النقي .

سبائك الألومنيوم:

نوع السبيكة	الخصائص	الإستعمال
سبيكة الألمونيوم السيلكوني Aluminum Silicon Alloy	• تحتوي على السيلكون بنسبة عالية وهو ما يكسبها صلادة، مناعة ضد التآكل، يجعلها سهلة السبك في القوالب الرملية.	تستخدم في صنع أجزاء المحركات وفي سباكة علب تروس السرعات.
سبيكة الديورالومين Duralumin	• تحتوي على (5% زنك – 2.2% نحاس أحمر) + (0.4 – 1% نيكل) + (3% ماغنيسيوم).والباقي الومنيوم • تمتاز بمتانتها و صلابتها • لحماية السبيكة من التآكل يتم عمل تكسية لها باستخدام طبقة رقيقة من الألمونيوم النقي .	تستخدم في المطروقات والتشكيل وفي صناعة الأنابيب والبراشيم والاهم من ذلك صناعة هياكل الطائرات

Aluminum Silicon Alloy

products

Duralumin

b) النحاس و سبائكه Copper & its alloys

النحاس معدن قاعدي ومن أقدم المواد التي عرفها الانسان والتي تتميز بلونها البني المحمر وتدخل في عمليات التصنيع للأسباب التالية:

1) ممتاز في التوصيل للحرارة و الكهرباء يأتي في المرتبة الثانية بعد الفضة.
2) لين ومطيل جداً حيث يمكن درفلته إلى رقائق أو سحبه إلى أسلاك رقيقة.
3) مقاوم للتآكل والتأكسد ، عندما يتعرض للرطوبة والهواء الجوي تتكون عليه غشاء اكسيدي أخضر يسمى الباتينا.
4) قابلية كبيرة للتلاحم.

سبائك النحاس:

نوع السبيكة	الخصائص	الإستعمال
سبيكة النحاس الأصفر Brass	• تتكون هذه السبيكة من النحاس الأحمر والزنك (90% Copper + 10% Zinc). • كلما زادت نسبة الزنك حتى 36% تحسنت مقاومة الشد والضغط كما تزداد الصلادة. • تستخدم بكثرة في العمليات الصناعية التي تشكل على البارد والساخن فى حالة إحتوائها على أكثر من 40% زنك. • سبائك النحاس الأصفر التي تحتوي على أكثر من 40% زنك يتم إنتاجها عن طريق السباكة.	صناعة الأثاث، أعمال الديكور، صناعة مقابض الأبواب، الأسلاك الكهربائية، والبراغي، وفي صناعى بعض الحلي. سبائك النحاس التي تحتوي على أكثر من 40% زنك تستخدم في صناعة أنابيب المكثفات والمبادلات الحرارية والمسامير اللولبية وأجزاء الألات والنوابض وغيرها.

القصدير Tin

e) الرصاص Lead

- يعتبر الرصاص من أثقل المعادن المتداولة، إذ تبلغ كثافته النسبية 11.3 إذا ما قورنت مع كثافة الحديد 7.9.
- لونه رمادي مزرق، وله بريق معدني داكن. شديد الرخاوة لدرجة يمكن قطعه بالسكين. ويتصف باللدونة وقابليته للطرق والكبس والدرفلة.
- درجة إنصهاره 330°م
- يستخدم في صناعة ألواح المراكم للبطاريات وفي تغليف الكوابل وكذلك في مخمدات الصوت.
- وتدخل سبائك القصدير والرصاص في صناعة مواد كراسي التحميل وأسلاك اللحام.

الرصاص Lead

f) الماغنيسيوم Magnesium

- الماغنيسيوم هو أخف المعادن الإنشائية الهندسية، لونه أبيض فضي ، ثقله النوعي $1.74MN/m^3$ مقارنة بالألومنيوم 2.7 والحديد 7.9.
- يتم الحصول عليه من ماء البحار (طريقة داو) وذلك بإضافة الجير لماء البحر المحتوي على كلوريد الماغنيسيوم مختلط مع املاح أخرى ، ينتج كلوريد كالسيوم وكربونات ماغنيسيوم وتكون مفصولة عن الماء وبإضافتها إلى حمض الهيدروكلوريك يتكون كلوريد الماغنيسيوم الخالي من الشوائب والاملاح وبتسخينه حتى درجة 710 م ينتج ماغنيسيوم نقي ويتصاعد غاز الكلور .
- للماغنيسيوم معدل عالٍ للمقاومة مقارنة بوزنه $380\ N/mm^2$. مقاومته تقل بارتفاع درجة الحرارة فوق 100°م، لذلك لا يمكن استعماله في ظروف حرارية عالية.
- له قابلية للتشكيل والتشغيل.
- لإكسابه مقاومة عالية يسبك الماغنيسيوم مع الألومنيوم والزنك والمنجنيز والزركنيوم إما بشكل فردي مع إحدى هذه العناصر أو بتركيبات مختلفة.
- يستخدم الماغنيسيوم في صناعة بعض دواليب السيارات أو حيثما يتطلب خفة الوزن كدرجة أولى والمقاومة كدرجة ثانية.

Magnesium الماغنيسيوم

III.معادن العصر
Today Metals

المعدن	خصائصه
التيتانيوم Titanium	○ معدن خفيف نسبياً وقوي له مقاومة شد 415 MPa ويمكن زيادتها الى 1300 بالسبك والمعالجة الحرارية ، تبلغ كثافته 56% من كثافة الصلب ○ يتميز التيتانيوم بمقاومته للصدأ والقدرة على الاستمرار في العمل حتى عند درجات الحرارة العالية (480 C) لذلك يستخدم في تغطية سكاكين القطع. ○ عملية انتاجه مكلفة جداً حيث يحتاج الى طاقة تبلغ 10 أضعاف طاقة انتاج الصلب، والادوات المستعملة في انتاجه لا تستعمل مع مواد اخرى لانه مادة ملوثة ○ يغلب إستخدامه في مجالات الفضاء، ولكن سبائك التيتانيوم تستخدم أيضاً في معدات المعاجة الكيميائية والكهروكيميائية والأدوات البحرية. وفي صناعة أذرع التوصيل للمحركات.
البريليوم Beryllium	○ للبريليوم نسبة وزن إلى المقاومة شبيهة بتلك التي للصلب العالي الصلابة أو التيتانيوم ولكنه أخف بنسبة 33% من الألومنيوم. ○ مقاومته منخفضة للصدم علاوة على إرتفاع تكلفته. ○ نحاس البريليوم هو سبيكة نحاس لها مقاومة عالية للصدأ، ولهذا تصنع منه اجزاء من السفن. ○ يستخدم البريليوم للأغراض النووية وفي تصنيع هياكل المركبات الفضائية.

IV.معادن درجات الحرارة العالية
High Temperature Metals

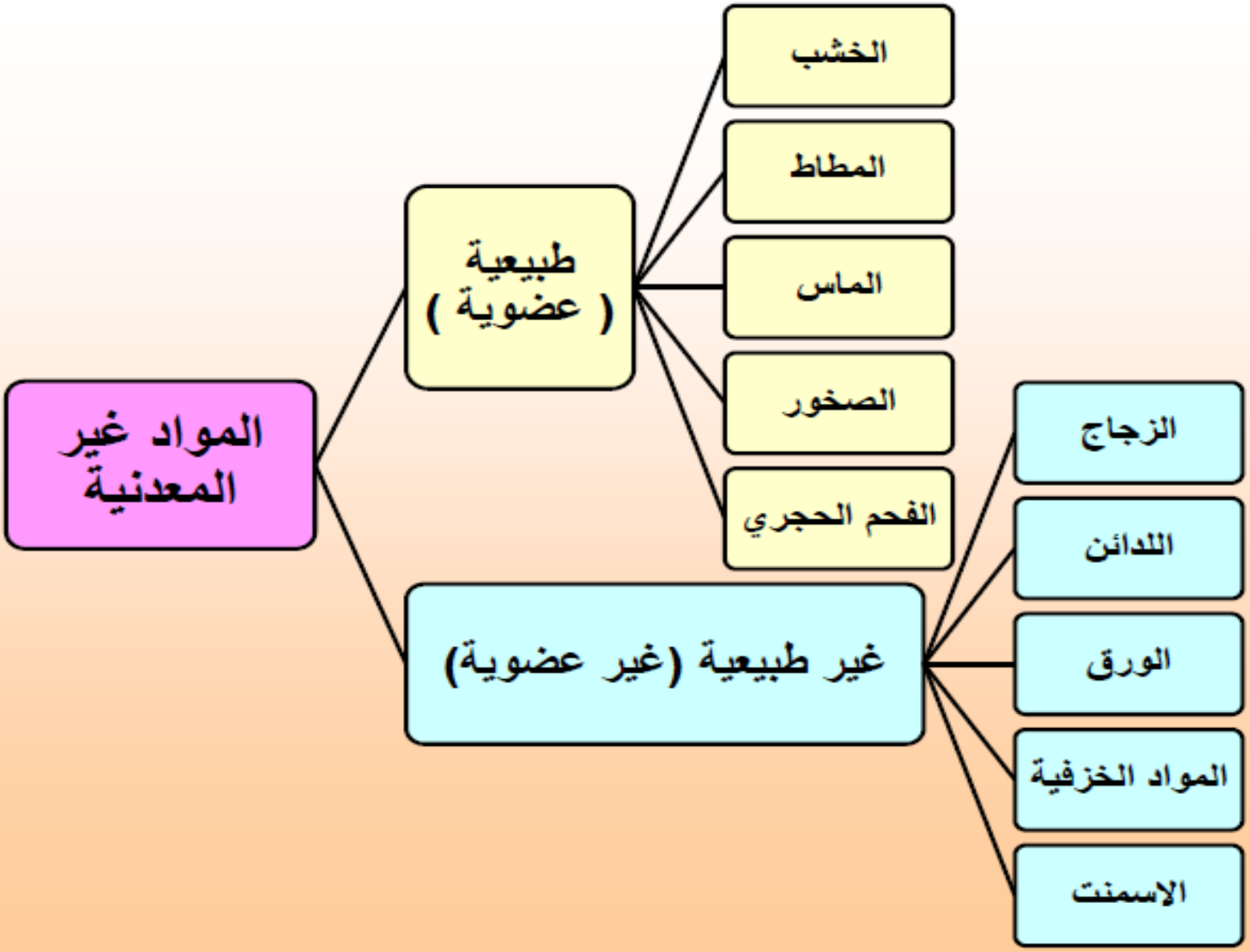
المعدن	خصائصه
الكولومبيوم Columbium	○ يستخدم في الصناعات الفضائية بسبب إرتفاع درجة إنصهاره التي تبلغ 2400°م، وأيضاً بسبب محافظته على المقاومة حتى درجة حرارة تصل إلى 1800°م. ○ الكولومبيوم مقاوم لضرر الإشعاع مما يجعله مناسبا في أعمال المفاعلات النووية. ○ يمكن تصنيع الكولومبيوم بمعظم الطرق التقليدية، ويتم تشغيله بأدوات صلب السرعات العالية ولكن يجب غمر الشغلة على طول الوقت في سائل تبريد مناسب.
التنجستن Tungsten	○ ينصهر في درجات حرارة عالية جداً أكثر من أي معدن أخر إذ تصل لـ 3400°م. ○ لا يقاوم التأكسد في درجات الحرارة العالية ويجب حمايته بغلاف مناسب. ○ بسبب درجة إنصهاره العالية يستخدم في صناعة أقطاب شمعات إشعال المحركات وفي مستلزمات اللحام. ○ بسبب مقاومته العالية للإحتكاك ولحث الشرر الكهربي فهو مثالي لصنع نقاط الفصل Breaker point. ○ يدخل في تركيب كربيد التنجستن الذي يتمتع بصلادة عالية، ويدخل في صناعة أدوات القطع وقوالب التشكيل. ○ نظراً لإرتفاع درجة إنصهاره، يتم إنتاجه بطريقة ميتالورجيا المساحيق.

V. المعادن النـــادرة

معظم المعادن المندرجة تحت هذا التصنيف تتواجد بكميات قليلة للاغراض التجارب ، وفي الاغلب هي أغلى ثمناً من الذهب مثل الايتريوم والسيريوم واليوربيوم .

أغلب استخدامات هذه المعادن خاصة مثل المفاعلات الذرية والقواعد الفضائية .

ثانياً: المواد غير المعدنية


المواد غير المعدنية
طبيعية (عضوية)
الخشب
المطاط
الماس
الصخور
الفحم الحجري
غير طبيعية (غير عضوية)
الزجاج
اللدائن
الورق
المواد الخزفية
الاسمنت

a) اللدائن Plastics

- اللدائن مواد من أصل عضوي وتتحول هذه المواد عند تسخينها إلى الحالة اللدنة وتتخذ عند الضغط عليها الأشكال المطلوبة ويوجد العديد منها مثل ABSو البوليثيلين والبوليكربونيت وغيرها من الانواع الاخرى.

الوزن الخفيف	○ الثقل النوعي يتراوح ما بين 1.1 إلى 1.6. MN/m^3
مقاومة الصدأ	○ تصمد معظمها في الأوساط القابلة للصدأ، وبعضها مقاوم للصدأ الحامضي.
المقاومة الكهربائية	○ تستعمل كعازل للكهرباء.
الموصلية الحرارية المنخفضة	○ تستعمل كعازل للحرارة.
قابلية التشكيل	○ عمليات التشكيل تحتاج لدرجات حرارة منخفضة.
الإنهاء السطحي	○ لا تلزم عمليات تلميع السطح بعد التشكيل.
التكلفة المنخفضة	○ تشمل المادة الخام وتكاليف التصنيع.

b) المطاطيات Elastomers

- المطاطيات هي نوع خاص من أنواع البوليمرات التي تظهر قدر كبير من التشكل المرن عند تعرضها لقوة ما.
- يمكن للكثير منها أن تتمدد إلى أطوال تزيد عن طولها الأصلي بمرات عديدة، وعند إزالة القوة تعود المادة إلى شكلها الأصلي.
- توجد أنواع عديدة من المطاطيات منها:

– **المطاط الطبيعي Rubber**: من مميزاته المرونة، والعزل الجيد للكهرباء، وانخفاض معامل الاحتكاك الداخلي، ومقاومته لمعظم الأحماض غير العضوية والأملاح والقلويات. ولكن مقاومته ضعيفة للمنتجات البترولية، ويفقد مقاومته عند ارتفاع درجات الحرارة، فلا ينصح باستعماله عند درجات حرارة تزيد عن 80°م. ويهلك بسرعة عند تعرضه لأشعة الشمس.

– **المطاط الصناعي Artificial Elastomers**: أستحدث المطاط الصناعي للتغلب على بعض عيوب المطاط الطبيعي وكذلك لتوفيره عندما يتعذر وجوده، وللتعويض عن ارتفاع ثمن المطاط الطبيعي. فمثلاً يمكن للمطاط السيلكوني أن يعمل في درجات حرارة تصل إلى 230°م، وبعضها لها كذلك مقاومة عالية للأحماض ولعوامل الطقس القاسية.

c) المواد السيراميكية Ceramics

- المواد السيراميكية عالية الصلادة وهشة، ولها درجات انصهار عالية، رديئة التوصيل للكهرباء والحرارة، ومعامل تمددها منخفض.
- تستعمل على نطاق واسع في الصناعات الكهربائية وذلك بسبب مقاومتها العالية للكهرباء.
- بسبب مقاومتها لدرجات الحرارة العالية تستخدم كمواد مقاومة للصهر وفي تغليف الأماكن الحرارية كالأفران.
- بسبب مقاومتها للبلي تستعمل في صنع أدوات القطع.
- الزجاج هو أيضاً من ضمن المواد السيراميكية الذي يستعمل في النوافذ والمصابيح وشاشات التلفزيون وغيرها الكثير.

d) المواد المركبة Composite Materials

- المواد المركبة هي مواد صلبة غير متجانسة تحتوي في تركيبها على مادتين أو أكثر مرتبطة مع بعضها ميكانيكياً أو ميتالورجياً، وتحتفظ كل مادة من هذه المواد على ذاتها وخواصها في المادة المركبة.
- يمكن أن تكون المواد المكونة للمادة المركبة مواد عضوية أو معادن أو مواد سيراميكية.
- تمتلك المواد المركبة خصائص مثل الجسائة Stiffness، المقاومة، الوزن، الأداء الحركي العالي، مقاومة الصدأ، الصلادة، أو الموصلية، التي لا يمكن الحصول عليها من العنصر الفردي المكون لهذه المادة. هذه الخواص تعتمد على:

1) خواص العنصر الفردي المكون.
2) نسبة العناصر في المادة المركبة.
3) حجم وشكل وتوزيع المكونات
4) درجة ومقدار الربط بين المكونات.

أنواع المواد المركبة :

1. **الألياف الزجاجية Fiberglass:**

هي مادة مصنوعة من ألياف رفيعة جداً من الزجاج ، تتميز بنعومة ملمسها والمرونة ومقاومة الحرارة والتمدد والصدأ ، تستخدم في صناعة السجاد والأنسجة والستائر ، أما النوع الأخر من الألياف وهو المقوى فيستخدم في صناعة هياكل السيارات والقوارب .

2. **ألياف الكربون :**

هي مواد تتكون من ألياف دقيقة للغاية من الكربون بقطر ما بين 5 و 10 ميكروميتر ، لها كثافة قليلة (أقل من الفولاذ) ، تتمتع بتحمل قوة الشد المرتفعة ولها تمدد حراري منخفض ، معظم استخداماتها في المجالات العسكرية والفضاء وسيارات السباق .

3. **الخشب الرقائقي :**

يستعمل في صناعة الأثاث ، وأيضا كمادة رابطة أو عازلة .

4. **الاسمنت المسلح :**

يحتوي على مادة الاسمنت والزلط والرمل والماء كمادة رابطة ويستعمل في الإعمال الهندسية المدنية والإنشائية .

5. **الأراميد :**

هو أحد أصناف الألياف الاصطناعية القوية والمقاومة للحرارة ، يستخدم في الصناعات العسكرية والصناعات الفضائية ، من ميزاتها أقوى من الفولاذ وله ميزات أخرى منها :

- مقاومة الحك .
- غير ناقل للحرارة .
- لا توجد له نقطة انصهار ولكنه يبدأ في التفكك من درجة 500 م .
- حساس للإشعاع والحموضة والأملاح.

مميزات المواد المركبة :

1. متانة أكبر بكثير من متانة المواد الانشائية التقليدية .
2. سهولة تشكيلها الى الاشكال المعقدة وبمختلف الاحجام .
3. خفة الوزن .
4. مقاومة حرارية عالية .
5. مقاومة عالية للمواد الكيميائية .
6. عدم التشقق عند حدوث اهتزازات .

عيوب المواد المركبة :

1. تغير الخواص الفيزائية والميكانيكية تحت الظروف المختلفة .
2. عمراها اقصر من عمر المواد التقليدية .
3. مقاومتها الحرارية لا تزال غير مرضية مع انها اعلى بكثير من المواد التقليدية .
4. تعتبر مواد ضارة بيئياً لانها مواد لا يمكن إعادة تصنيعها ويصعب التخلص منها .