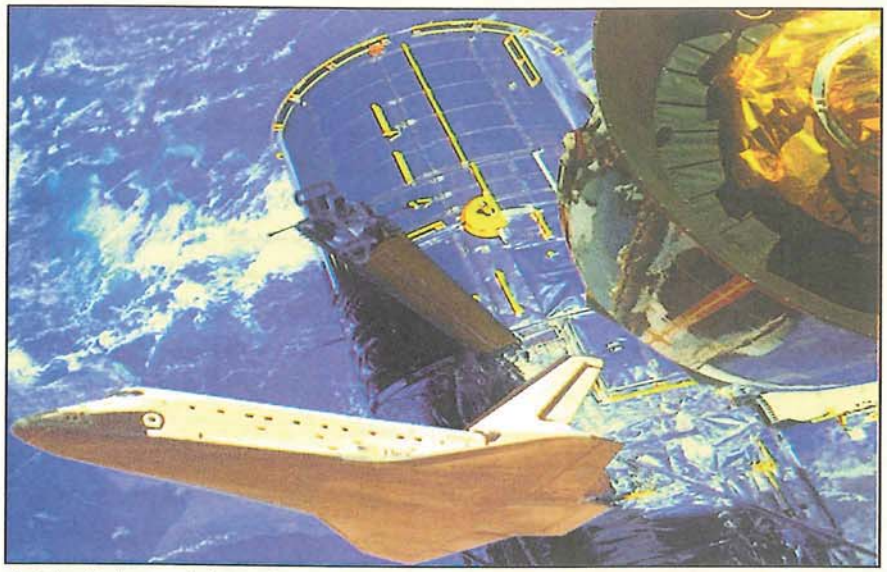
السبائك

د. محمد عز الدهشان

السبيكة هي مزيج أو مخلوط من عنصرين أو أكثر شرط أن يكون أحدهما على الأقل فلزا ، وتحضر السبائك بصهر عناصرها بالنسب الوزنية المطلوبة في فرن بمعزل عن الهواء لتجنب أكسدة أي من مكوناتها ، ثم يصب نا تج الصهر في قالب ويترك يتجمد ، ويعرف النا تج باسم المحلول الجامد (Solid solution) ، وهو إسم مرادف للسبيكة نظراً لأن تحضير السبيكة قد تم بصهر مكوناتها معاً لتكون المحلول ، ولكنها تصب بعد ذلك وتترك لتتجمد حيث تستخدم كافة السبائك ، مثلها مثل العناصر الفلزية في صورة جامدة ، ويجب ألا يحدث أي تفاعل كيميائي بين مكونات السبيكة أثناء عملية الصهر أو التجمد ، وإلا كان النا تج مركب كيميائي وليس سبيكة حيث أن السبيكة هي خليط وليست إتحاداً كيميائياً .



ويطلق على الفلز الأساسي في السبيكة ـ الفلز الأعلى تركيزاً (أو وزنا) ـ بفلز القاعدة (Base Metal) ، أو الفلز الأساسي (Parent Metal) وتأخذ السبيكة إسم ذلك الفلز ، ويعرف أيضاً بأنه الفلز المذيب (Solvent Metal) ويعرف العنصر (أو العناصر) السبائكية (Alloying Elements) ، وأيضاً تعرف باسم عناصر التسبيك (Alloying Agents) ، وللحصول على السبائك فلابد أن تكون مكوناتها قابلة للإذابة بعضها في بعض في حالتها المنصهرة والجامدة .

تاريخ السبائك

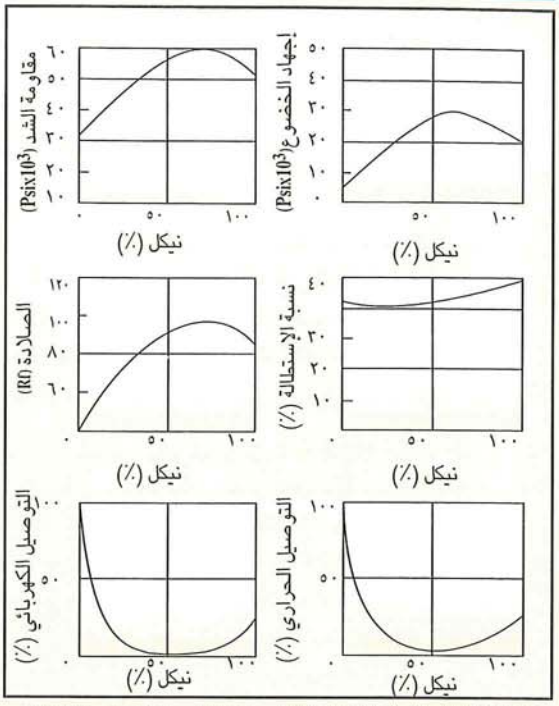
يعد البرونز أول سبيكة عرفها الانسان، وقد أطلق ذلك الإسم على أحد الحقب الزمنية في تاريخ الإنسان ، وهي الحقبة التي تلت العصر الحجري ، والتي نشأت عندما تعرف الإنسان ـ وبالصدفة المطلقة ـ على جسم فلز يختلف عن بقية الأجسام الأخرى المحيطة به ، وليست هناك أية معلومات قطعية عن كيفية الحصول على هذه السبيكة ، وهي مكونة كما عرف بعد ذلك من النحاس كفلز أساسي والقصدير كعنصر سبائكي ، وعن تاريخ بداية هذه السبيكة أو مكان بداية تكوينها ، فهناك إعتقاد قوي أن ذلك بدأ في مصر القديمة وتعود إلى حوالي ٣٥٠٠ سنة قبل الميلاد ، وربما ساعد في تكوين البرونز في مصر وجود خامات عنصر النحاس والقصدير ، ممثلين بالكالكوبيربت ـ كبريت النحاس (Cu_2S) ـ والكاستريت ـ أكسيد القصدير (SnO_2) ـ متلازمين معاً في مواقع كثيرة في غرب الصحراء الشرقية بمصر والتي جابها المصريون القدماء طولاً وعرضاً بحثا عن الذهب ، والنحاس ، ويحتمل أن معدن الكاستريت الذي جمع مع النحاس والذهب قد زج به في النار للتجربة ، أو بالصدفة ، مع النحاس ، ومن ثم كان النا تج هو البرونز ، ومما ساعد على استخلاص العنصرين من خاماتهما وإذابتهما معاً لتكوين خليط من الفلزين يعرف بالأصهري ، وهو ذو درجة حرارة إنصهار منخفضه .

ولقد وجد القدماء ـ بصرف النظر عن موقع إكتشافها ـ أن المادة الناتجة أعلى مقاومة وأفضل متانة ، ولهذا اتجهوا إليها بعد محاولتهم التعرف على خواصها ، وتوسعوا في إستخدامها ، واستغنوا عن الحجارة ، وهكذا بدأ العصر البرونزي ، وبعد التوسع في صناعة البرونز تطلع الإنسان إلى مادة جديدة أفضل خواصاً وترضي تطلعاته المتنامية ، فكان الإتجاه إلى الحديد وسبائكه وخاصة أن أول حديد عرفه الإنسان كان في صورة سبيكة من الحديد والنيكل ، تتراوح نسبة النيكل فيه مابين ٨٪ الى ٢٠٪ .

ويحلو لبعض علماء المواد أن يطلق على العصر الذي نعيشة (عصر السبائك)، وكان أول من أطلق ذلك الاسم العالم البريطاني **وليم هال** في عام ١٩٣٣م عندما قال " إننا نعيش في عصر السبائك " ، وأطلق على هذه الحقبة اسم " عصر مجال "Magal Age "إختصاراً لـ (Magensium Aluminium) ، ويمكن فهم ذلك على أساس الزيادة الكبيرة للغاية في إستخدام سبائك فلزي المغنيسيوم والألمنيوم ، ويندر في الوقت الحاضر إستخدام أي من المواد الفلزية في صورة فلز منفرد ، فيما عدا في التطبيقات الكهربائية والحرارية التي تستخدم إما فلز النحاس النقي أو بدرجة أقل فلز الألمنيوم ، ويرجع التوسع الكبير في إستخدام السبائك إلى ماتتمتع به من خواص تفوق بدرجة كبيرة خواص أي من عناصر السبيكة .

خواص السبائك

إن الهدف من إنتاج السبائك هو رفع المقاومة الميكانيكية للمادة الفلزية ، وأيضاً تحسين مقاومتها للتآكل ، وفي بعض الحالات الحصول على خواص بعينها ،



● شكل (١) تأثير إضافة النيكل إلى النحاس على الخواص الميكانيكية والفيزيائية.

حرارية يصل رقم فيكرز لصلادته إلى ٩٠٠ ، في حين أن رقم فيكرز لفلز الحديد النقي هو ٦٥ .

● تحسين مقاومة التآكل

يعد التآكل من المشكلات الخطيرة التي تتعرض لها العديد من العناصر الفلزية ، ويعد تكوين السبائك من هذه العناصر بإضافة عناصر سبائكية اليها من الأساليب الناجحة في مقاومة التآكل ، ومن أفضل العناصر السبائكية الفعالة في مقاومة التآكل الكهروكيميائي (عند درجات الحرارة المنخفضة) أو الكيميائي (عند درجة الحرارة العالية) كل من عنصري الكروم أو الألمنيوم ، ويوضح الشكل (٣) تأثير عنصر الكروم على معدل أكسدة سبائك الكوبلت ويظهر من الشكل (٤) تأثير مماثل لإضافة عنصر الألمنيوم لسبائك الحديد على معدل الكبرتة في خليط من غازي كبريتيد الهيدروجين وهيدروجين عند درجات حرارة مختلفة ، كما يوضح الشكل (٥) صورة فوتغرافية تقارن بين سمك طبقة الأكسيد المتكونة علي سطح الحديد ـ ٥٪ كروم ، وسبيكة الحديد ـ ٢٥٪ كروم بعد أكسدتها لمدة ١٤٤ ساعة عند درجة حرارة ١٠٥٠ مْ ، ويظهر من الشكل بوضوح أهمية إضافة العنصر السبائكي بنسبة محددة للحصول على سبائك عالية المقاومة للتآكل .

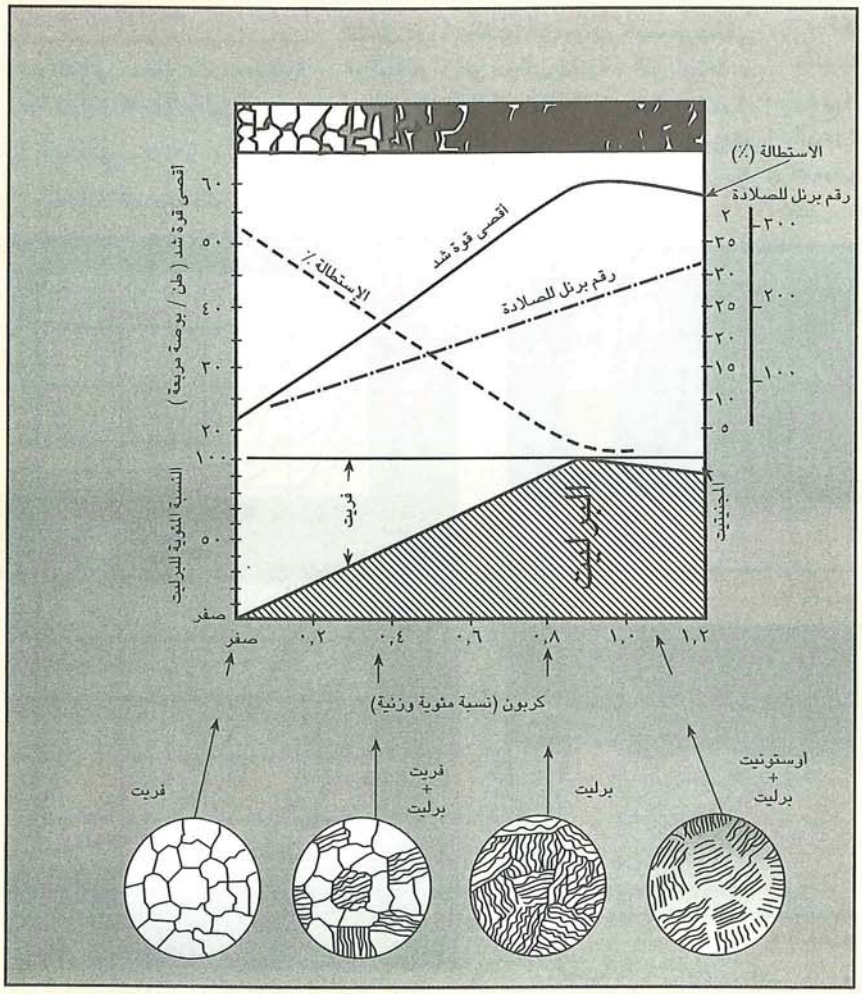
● بعض الخواص الخاصة

تضاف بعض العناصر السبائكية إلى السبيكة بهدف تحقيق خواص معينة مثل رفع الخواص المغناطيسية وتحسينها ، ومن أمثلة ذلك إضافة الكوبلت إلى سبائك

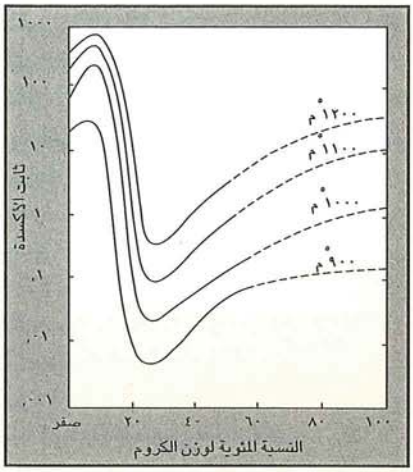
ويمكن تفصيل ذلك فيما يلي :

● رفع المقاومة الميكانيكية

يوضع الشكل رقم (١) ، تأثير إضافة العنصر السبائكي إلى العنصر الأساسي لسبيكة النحاس ـ نيكل ، ويظهر من الشكلين الزيادة الكبيرة في زيادة كل من مقاومة الشد ، وإجهاد الخضوع والصلادة، ويعد ذلك من الأمور المهمة للغاية للفلز نظراً لأن أول ماينظر إليه أي مهندس في إختيار المادة هو مقاومتها للقوى الخارجة المؤثرة عليها ، ولكن يلاحظ من الشكل أن تحسن بعض الخواص يصاحبها من جهة أخرى تدني عدد من الخواص الأخرى ، حيث يظهر الإنخفاض الحاد في التوصيل الحراري والكهربائي لسبائك النحاس ـ نيكل ، وأيضا تدني المطيلية (المقدرة بالنسبة المئوية للاستطالة ، وتعطى دلالة على قابلية المادة للتشكيل) ، ولهذا يراعى عند اختيار مادة لتطبيق معين المواءمة بين الصفات المختلفة ، شكل (٢) ، إضافة لذلك ، فإن تكوين السبائك يسمح بإجراء المعالجة الحرارية عليها ، في حين لايمكن إجراء ذلك على العناصر الفلزية ، وهكذا يمكن رفع مقاومة السبيكة مرات عدة بعد معالجة حرارية ، فعلى سبيل المثال فإن رقم فيكرز لصلادة الفولاذ منخفض الكربون (حديد – ٠,٣٪ كربون) هي ١٠ ، وبعد معالجة



● شكل (٢) تأثير نسبة الكربون على التركيب البنائي للفولاذ وخواصه



● شكل (٣) منحنى الإتزان الحراري لسبيكة الكوبلت ـ كروم المؤكسدة في الهواء عند درجات حرارة مختلفة.

الحديد، أو الحصول على الصلادة الحمراء (صلادة عند درجة الحرارة العالية) في فولاذ العدد ، ويتحقق ذلك باضافة عنصري الفانيديوم والتنجستن إلى هذه السبائك .

أنواع السبائك

تقسم السبائك إلى مجموعات مختلفة إعتماداً على عدة عوامل أهمها مايلي :

● التركيب البنائي

تقسم السبائك في هذه الحالة إلى سبائك وحيدة الوجه ، وسبائك ثنائية الوجه .. الخ ويوضح الشكل (٦) التركيب البنائي الداخلي لسبيكة وحيدة الوجه والأخرى ثنائية الوجه ، وفي الأولى يكون التركيب البنائي متجانس في كامل المقطع ، بينما يوجد تركيبان مختلفان في السبائك ثنائية الوجه .

● الفلز الأساسي

تقسم السبائك طبقاً للفلز الأساسي في السبائك الفلزية (الفلز الأب) وتعرف السبيكة باسم هذا الفلز ، على سبيل المثال ، سبائك الألمنيوم ، وسبائك النحاس ..الخ .

● طريقة التشكيل

يلعب التشكيل دوراً مهماً في إستخداماتها بعد التشكيل ، وتقسم سبائك العنصر نفسة إلى سبائك طروقه ، وهي السبائك التي تشكل في حالتها الجامدة بالطرق أو الحدادة ، أو البثق ، أو الدلفنة ، وسبائك مصبوبة ، وهي السبائك التي تشكل في حالتها المنصهرة بصبها في قوالب الرمل أو قوالب دائمة .. الخ ، ويعتمد أسلوب تشكيل السبيكة على مطيليتها ، فالسبائك عالية المطيلية يطلق عليها السبائك الطروقة ، أما منخفضة المطيلية فهي السبائك المصبوبة ، وتقسم سبائك العنصر نفسه بين المجموعتين ، وعلى سبيل المثال ، سبائك النيكل المتفوقة الطروقة ، وسبائك النيك المتفوقة المصبوبة .

● الاستخدام

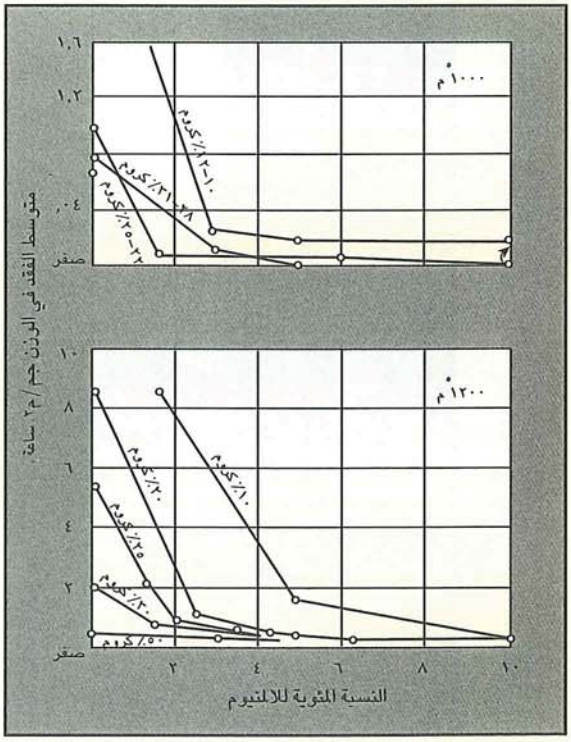
تقسم السبائك عامة ، أو سبائك العنصر الواحد على أساس التطبيقات المستخدمة فيها ، وعلى سبيل المثال ، سبائك لحام المونة وسبائك المحامل .

● عدد العناصر السبائكية

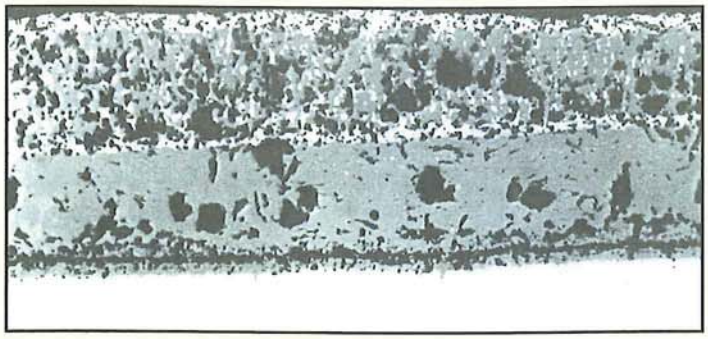
يقوم التقسيم في هذه الحالة على أساس مجموعة عناصر السبيكة ، فهناك السبائك الثنائية ، وهي مكونة من عنصرين وسبائك ثلاثية ، مكونة من ثلاثة عناصر .. الخ ، ويصل عدد العناصر في بعض السبائك إلى عشرة عناصر أو ربما أكثر .

أهم السبائك التجارية

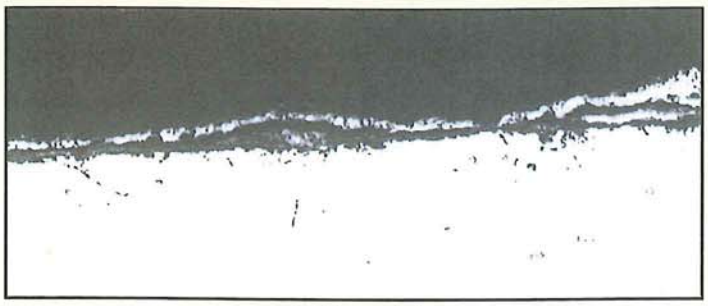
تتوافر الكثير من السبائك التي تعرف بأسماء تجارية أو رموز أو بأرقام معينة ، وهي إما سبائك حديدية ـ الفولاذ وحديد الزهر – أو سبائك غير حديدية مثل سبائك النحاس مثل النحاس الأصفر(Brass) أو البرونز (Bronze) ، وسبائك النيكل مثل



شكل (٤) تأثير إضافة الألمنيوم إلى سبائك الحديد ـ كروم على معدل الكبرتة عند درجات الحرارة ١٠٠٠ و ١٢٠٠م لمدة خمس ساعات .

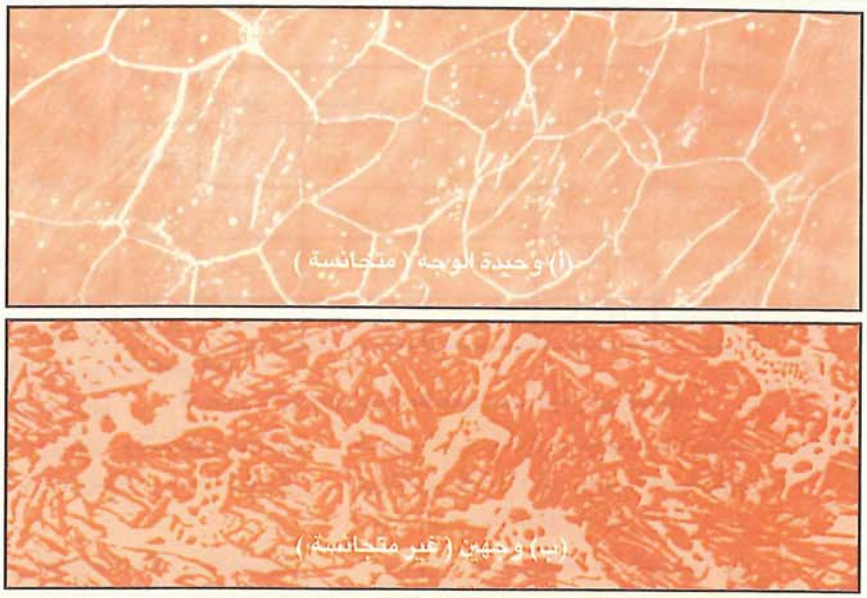


● (أ) حديد ـ ٥٪ كروم.



● (ب) حديد ـ ٢٥٪ كروم.

● شكل (٥) مقارنة بين الأكسيد المتكون على سبيكتي حديد بعد الأكسدة لمدة ١٤٤ ساعة عند درجة الحرارة ١٠٥٠م.



● شكل (٦) تقسيم السبائك طبقاً لتركيبها البنائي الداخلي.

سبائك النيكل المتفوقة (Nickel superalloys) ، والمونيل (Monel) ، ونستعرض في هذا الجزء عدداً من أهم السبائك التجارية وذلك كما يلي :

● السبائك الحديدية

السبائك الحديدية عبارة عن سبائك أساسها فلز الحديد ، وهي تنقسم إلى مجموعتين وذلك كما يلي :-

* **الفولاذ :** وينقسم إلى نوعين هما:-

ـ الفولاذ الكربوني (Carbon Steel) : ويعرف أيضا بالفولاذ الكربوني السادة (Plain Carbon Steel) وكان يعرف قديماً في الورش بإسم فولاذ الماكينات (Machine Steel) حيث لايزال هذا المصطلح مستخدماً للفولاذ منخفض الكربون سهل التشكيل ، وهو عبارة عن سبيكة من الحديد بنسب كربون تتراوح ما بين ٠,٤٪ إلى ١,٧٪ إضافة إلى نسب من الشوائب : ١,٦٥٪ منجنيز ، ٠,٦٪ سيليكون ، و ٠,٦٪ نحاس ، ٠,٠٢٪ كبريت (حد أقصى) ، ٠,٠٤٪ فوسفور (حد أقصى).

تحدد خواص الفولاذ الكربوني بنسبة الكربون المضاف حيث تزيد كل من المقاومة والصلادة ولكن في الوقت نفسه تنخفض المطيلية بزيادة نسبة الكربون ، شكل (٢) وعلاوة على ذلك فإن زيادة نسبة الكربون تقلل كل من قابلية الفولاذ للتشكيل بالماكينات وقابلية اللحام ، كما تؤدي إلى تخفيض مقاومة التآكل والتوصيل الكهربائي والحراري فضلاً أنها تقلل بنسبة كبيرة الانفاذية المغناطيسية .

يقسم الفولاذ الكربوني إلى عدة مجموعات حسب نسبة الكربون ، ويوضح الجدول (١) تلك المجموعات وإستخدامات كل واحدة منها .

ـ الفولاذ السبائكي : وهو فولاذ كربوني أضيفت إليه بعض العناصر السبائكية للتغلب على نواحي القصور في الفولاذ الكربوني والمتمثلة في محدودية مقاومته الميكانيكية وضعف مقاومته للتآكل ، إضافة إلى صعوبة معالجته حرارياً ، ومن أهم العناصر السبائكية المضافة للفولاذ المذكور ، الكروم ، النيكل ، الموليبدنوم ، والنحاس ، ونسب قليلة من الزركونيوم أو التيتانيوم أو النيوبيوم .

ينقسم الفولاذ السبائكي إلي مجموعتين حسب نسبة العناصر السبائكية المضافة ، فهو إما فولاذ منخفض السبائكية عندما لاتزيد نسبة العناصر المضافة عن ٦٪ ، وفولاذ عالي السبائكية عندما تزيد نسبة العناصر عن ٦٪ .

ومن أهم أنواع الفولاذ عالي السبائكية الفولاذ المقاوم للتآكل (Stainless Steel) وهو فولاذ يضاف إليه فلز الكروم بنسبة ١٢٪ أو أكثر حيث يعمل الكروم على إضافة طبقة رقيقة من أكسيد الكروم تمنع استمرار التآكل ، وتوجد ثلاثة أنواع من الفولاذ المقاوم للتآكل إعتماداً على تركيبها البنائي ونسبة ونوع العناصر السبائكية ، وهي كما يلي :

١ـ فولاذ حديدي مقاوم للتآكل : وهو سلسلة من الفولاذ عالي السبائكية تركيبها البنائي الدقيق من الحديد ويحتوي على الكروم بنسب تتراوح ما بين ١٢٪ الى ٢٨٪ ، وبنسبه منخفضه من الكربون (٠,٠٨ – ٠,٠٣٪) ومنجنيز في حدود ١٪ إلى ١,٥٪، و ٠,٠١٪ سيليكون ، ويضاف إليه أحياناً نسبة من النيتروجين أو السيلينيوم لتحسين قابليته للتشغيل بالماكينات .

ويستخدم الفولاذ المذكور بكثرة في أجزاء زينة السيارات والمعدات ذاتية الحركة، وعوادم السيارات ، وأغلفة المحولات والمكثفات ، وموزعات الأسمدة الجافة ، وسلال وصناديق التلوين ، وغرف الاحتراق ، وقضبان التقليب والصمامات .

٢ـ فولاذ أوستونيتي مقاوم للتآكل: وهوفولاذ سبائكي ذو تركيب بنائي من الأوستونيت ، وتتراوح نسبة الكروم فيه ما بين ١٧٪ إلى ٣٠٪ ، ويحتوي على نيكل بنسبة ٧٪ إلى ٢٠٪ ، وكربون بنسبة ٠,٢٥٪ مع فلز المنيوم وعناصر أخرى .

الفولاذ	نسبة الكربون	الإستخدامات
طري خامد	طري	الأنابيب المشكلة بالسحب ، والقضبان ،والأسلاك ، والمسامير والبراشيم ، وشرائط الكبس المدلفنة على الساخن
طري	متوسط الكربون	فولاذ الهيكلة السطحي ، والمراجل ، وصفائح السفن ، والتوصيلات والقضبان . جميع التطبيقات الهندسية المشكلة بالحدادة ، والأعمدة
متوسط الكربون	متوسط الكربون	المرفقية ، وأعمدة المحاور ، وألواح عوارض الوصل. قضبان السكك الحديدية ، والحبال السلكية ،
عالي الكربون	متوسط الكربون كربوني خاص	المناشير الشريطية ، وقوالب التشكيل بالحدادة . الأزاميل ، وشفرات القص ، وأدوات التخريم ، ومعدات الخراطة.

● جدول (١) تقسيم الفولاذ حسب نسبة الكربون وأهم إستخدامات كل صنف.

ويمتاز هذا النوع من الفولاذ بمتانته التي تزداد بالدلفنه وعدم مغناطيسيته ولكن يعاب عليه ضعف مقاومته للتآكل على حدودالحبيبات ، ولذلك تضاف إليه بعض العناصر السبائكيه شديدة الألفة للكربون أو تحفيض نسبة الكربون فيه ، ويعد الفولاذ المذكور من مواد الانشاءات المفضلة ويستخدم في كثر من التطبيقات أهمها : عربات السكك الحديدية ، أجسام الشاحنات، والطائرات ، وأجهزة تصنيع الاغذية ، ومعدات الطبخ ، ومعدات تقطير الزيت ، ومعدات تصنيع المواد الكيميائيه ، والأوعيه المستخدمه عند درجة حرارة التجمد.

٣ـ فولاذ مارتن زيتي مقاوم للتآكل : ويشبه في مكوناته الفولاذ الحديدي المقاوم للتآكل ولكن تزيد نسبة الكربون فيه لتصل إلى ١,١٪ ، ويحصل على هذا النوع من الفولاذ بالمعالجة الحرارية عن طريق التسخين إلى درجة حرارة ٩٠٠م° ثم التبريد المفاجئ السريع . ويتمتع هذا النوع من الفولاذ بجانب مقاومته للتآكل بمقاومة ميكانيكيه عالية ، ولذا فهو يستخدم في صناعة التربينات ، وزعانف التربينات الغازيه ، وأجزاء الماكينات ، وعمود إدارة المضخات ، وأجهزة ومعدات الجراحة ، وقوالب تشكيل الزجاج ، وأجزاء من الطائرات وماكينات تصنيع الورق.

*** حديد الزهر : (Cast iron) :** ويطلق على عدد كبير من سبائك ثلاثية مكونة من حديد، وكربون وسيليكون، ويقسم إلى خمس مجموعات أساس هي : حديد الزهر الرمادي، وحديد الزهر المطيل ، وحديد الزهر الأبيض ، وحديد الزهر المطروق ، وحديد الزهر عالي السبائكية. والخط الفاصل بين الفولاذ وحديد الزهر هو ٢٪ كربون ، وهي أقصى نسبة كربون في الفولاذ الأستونتي المشبع بينما تحتوي معظم انواع حديد الزهر على الأقل ٣٪ كربون ، وتتفاوت نسبة المنجنيز والكبريت ، وينقسم حديد الزهر إلى مايلي:

النوع	المكونات (٪)				
	كربون	سيليكون	منجنيز	كبريت	فوسفور
رمادي	٢,٥ ـ ٤,٠	١,٠ – ٣,٠	,٢٥ – ١,٠	,٠٢ – ,٢٥	,٠٥ – ١,٠
أبيض	١,٨ ـ ٣,٦	,٥ – ١,٩	,٢٥ – ,٨٠	,٠٦ – ,٢٠	,٠٦ – ,١٨
طروق	٢,٠ ـ ٢,٦٠	١,١ – ١,٦	,٢٠ – ١,٠	,٠٤ – ,١٨(*)	,١٨(*)
مطيل	٣,٠ ـ ٤,٠	١,٨ – ٢,٨	,١٠ – ١,٠	,٠٣(*)	,١٠(*)

(*) أقصى قيمة

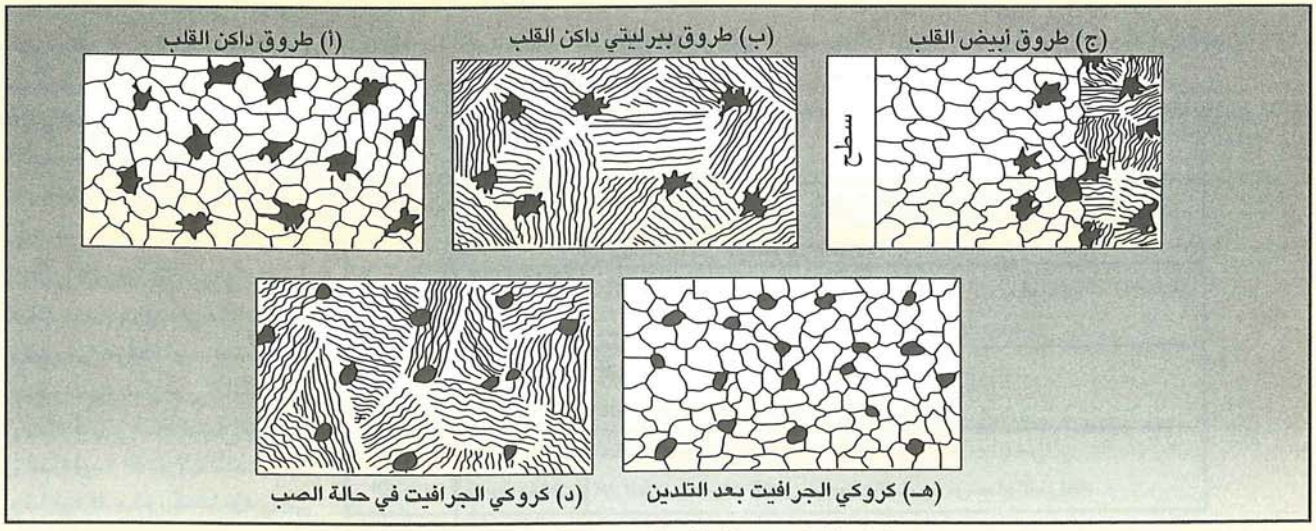
● جدول (٢) أنواع ونسبة مضافات حديد الزهر غير السبيك.

ـ حديد زهر غير سبيك : وينقسم إلى رمادي، وأبيض ، وطروق ، ومطيل ، جدول (٢) ، ويوجد الكربون فيه إما حراً على هيئة جرافيت ، كما في حالة حديد الزهر الرمادي وإما متحداً ـ كربيد الحديد (السمنتيت) ـ كما في حالة حديد الزهر الأبيض ، وقد توجد كذلك جزئيات غير متحدة (حرة) ،شكل (٧).

وتعد نسبة الكربون العالية ووجود الجرافيت في حديد الزهر السمات المميزة له ، ويساعد المحتوى الكربوني العالي في زيادة سيولة الحديد ، وبالتالي سهولة صهره ، كما أن وجود الجرافيت أثناء الصب يعمل على معادلة تقلص الفلز أثناء التبريد ، ولهذا تكون مصبوبات حديد الزهر سليمة وخالية من أية عيوب ، كما يساعد وجود الجرافيت في تسهيل التشغيل بالماكينات ، وله قابلية لإمتصاص الاهتزازات ، ويساعد في تزليق الأسطح المعرضة للبلى والحت ، ومما يساعد على تكوين الجرافيت وجود السيليكون الذي تتراوح نسبة مابين ٥. إلى ٣,٥٪ .

وعلى الرغم من المنافسة الشديدة بين حديد الزهر من جهة ، والمواد الهندسية الأخرى من جهة ثانية إلا أن حديد الزهر قد أثبت تفوقه الشديد إقتصادياً عن جميع هذه المواد ، كما أثبت أنه أنسب المواد لآلاف التطبيقات الهندسية المهمة ، والتي يصعب إستخدام أية مادة أخرى بديلة عنه ، ومن أهم استخدامات حديد الزهر : صناعة السيارات ، والمركبات ، ومعدات صناعة الحديد ، والفولاذ ، والمباني ، والاستخدامات المنزلية ، وأنابيب الماء والغاز والهواء ، والأغراض الهندسية الثقيلة ، والماكينات ، ومعدات السكك الحديدية ، والمعدات الزراعية .. الخ .

ـ حديد الزهر السبائكي : وهو حديد زهر رمادي يحتوى على عنصر سبائكية بنسبة أعلى من ٣٪ ، وقد تكون الإضافات السبائكية من عنصر واحد أو من أكثر من



● شكل (٧) التركيب البنائي لأنواع مختلفة من الحديد الزهر

عنصر ، ومن أهم العناصر السبائكية المضافة لحديد الزهر السبائكي السيليكون ، والنيكل ، والكروم ، والنحاس، والألمنيوم ، وتوجد عدة أنواع من حديد الزهر السبائكي هي : حديد الزهر عالي السيليكون ، وحديد الزهر عالى الكروم ، وحديد الزهر عالي النيكل .. الخ ، وتهدف العناصر السبائكية المضافة إلى رفع المقاومة الميكانيكية لحديد الزهر ، وتحسين مقاومته ، ومنع تكوين القشور السطحية .

ويستخدم حديد الزهر السبائكي في صناعة الأجزاء المعرضة للأوساط الآكلة وبخاصة المضخات والصمامات في الأوساط الحمضية .

● السبائك غير الحديدية

يطلق هذا الإسم على جميع السبائك التي لايكون أساسها العنصر الأب أو الأساس فلز الحديد ، وتمثل هذه السبائك كم ضخم وهائل من السبائك ، فهناك سبائك الألمنيوم ، وسبائك التيتانيوم ، وسبائك المغنيسيوم ، وسبائك الكوبلت ، وسبائك النيكل ، وسبائك النحاس .. الخ ومن هذه السبائك مايلي :

* **نحاس أصفر (Brass)** : وهو مجموعة من سبائك النحاس ـ زنك ، تصل نسبة الزنك فيها إلى ٤٠٪ ، وهي سبائك ذات خواص ميكانيكية جيده ، تجمع بين مقاومة الشد العالية والمطيلية المرتفعة ، بالإضافة إلى مقاومتها للتآكل ، هي ذات ألوان جذابة وجميلة ، حيث يكون لونها أحمر عند نسب منخفضة من الزنك ، وتتحول إلى اللون الأصفر عند زيادة نسبة الزنك إلى ٣٨٪ ، ومعاملي توصيلها الحراري والكهربائي عاليين ولكن يعيب هذه السبائك صعوبة تشكيلها على الساخن ، حيث تفشل في مدى درجات الحرارة مابين ٣٠٠ إلى ٧٥٠م .

وتعرف هذه السبائك أحياناً بأسم نحاس الطلقات ، نظراً لأستخدامها بكثرة في صناعة غلاف (ظرف) الطلقات النارية ، كما تستخدم أيضاً في أغراض كثيرة منها شبكات أنابيب مياه التدفئة المنزلية .

* **البرونز** : ويعد أول السبائك التي عرفها الإنسان وكانت تتكون في ذلك الوقت من النحاس والقصدير ، ولكن هذا التعبير لم يعد مقصوراً على سبائك النحاس ـ قصدير ، وإنما يطلق على سبائك النحاس مع أية عناصر سبائكية ، فيما عدا عنصري الزنك والنيكل ، نظراً لأن سبائك نحاس ـ زنك تعرف بالنحاس الأصفر ، أما سبائك النحاس ـ نيكل فيطلق عليها سبائك الكوبرنيكل ، ويوضح الجدول (٣) بعض سبائك برونز الفوسفور وأهم استخداماتها .

* **سبائك النحاس نيكل (Cupro nickel Alloy)** : وهي سبائك أساسها النحاس يضاف إليها النيكل ، وهما يكونان معاً محلولاً جامداً بأية نسب بينهما ، وتتراوح نسبة النيكل في سبائك النحاس نيكل مابين ٥٪ ، الى ٤٠٪ ، وتمتاز بالمطيلية وقابلية الطرق ، ومقاومتها للتآكل عالية جداً ويحول إضافة النيكل إلى النحاس إلى اللون الأبيض الوردي ، ويمكن الوصول إلى اللون الأبيض الناصع بإضافة كمية صغيرة من الكوبلت إلى هذه السبائك ، وتستخدم هذه السبائك في تطبيقات عديدة ، وإن كان التطبيق يتوقف على نسبة النيكل ، ويوضح الجدول (٤) عدداً من سبائك هذه المجموعة مع بيان أهم استخداماتها .

* **فلز مونيل (Monel Metal)** : وهي سبيكة من النيكل – نحاس تتكون من ٦٧٪ نيكل ، و ٢٨٪ نحاس ، و ٥٪ من عناصر الحديد ، والمنجنيز ، والسيليكون ، وتنتج هذه السبائك إما في صورة مصبوبة أوصورة طروقة ، ويمكن تكوينها بعد تشكيلها على البارد ، وتمتاز هذه السبائك بمقاومة عالية للتآكل ، حيث تقاوم تأثير كثير من الأحماض ، وتحتفظ ببريق سطحها تحت تأثير كثير من العوامل المحيطة ، ولهذا تستخدم في صناعة الأجزاء المعرضة للمواد الكيميائية ، ولأية تطبيقات تتطلب بجانب مقاومة التآكل لونا أبيضاً جميلاً.

رقم السبيكة	المكونات	الإستخدامات
٥٠٥	نحاس – ١,٢٥٪ قصدير، وآثار من الفوسفور	التوصيلات الكهربائية القابلة للثني ، وخطوط الضغط العالي
٥١٠	نحاس – ٥٪ قصدير ، وآثار من الفوسفور	أجهزة الصناعات الكيميائية ، ومكنات النسيج ، وقضبان اللحام ، وأجزاء المجامع ،والأنابيب ، والمثبتات
٥١١	نحاس – ٤,٢٪ قصدير -٠,٢٪ فوسفور	كراسي تحميل الكباري ، وأسلاك الفرش، والألواح المثقبة ، وماكينات النسيج ، وأجزاء الفتح والقفل ، وأذرعة الضغط ، وأجزاء الجمالون
٥٢١	نحاس – ٨,٥٪ قصدير، وآثار من الفوسفور	الأغراض العامة الأكثر صعوبة لإستخدام سبائك النحاس الأسلاك الثقيلة والألواح المعرضة للضغط ، وألواح وامتدادت
٥٢٤	نحاس – ١٠٪ قصدير ، وآثار من الفوسفور	الكباري ،ولاغراض المظهر الطيب ، ومقاومة جيدةللتآكل والبلى

● جدول (٣) مكونات وإستخدامات بعض سبائك برونز الفوسفور.

رقم السبيكة	المكونات (٪)				أهم الإستخدامات
	نحاس	نيكل	حديد	بيرليوم	قصدير	
٧٠٦	٨٨,٧	١٠	١,٣	–	–	أجهزة تحلية المياه المالحة (الواح المكيفات ، أنابيب المكثفات والمقطرات والمنجزات والمبادلات الحرارية)
٧١٠	٧٩,٠	٢١,٠	–	–	–	ألواح المكثفات ، وايايات كهربائية،و أنابيب المبخرات ،والمبادلات الحرارية
٧١٥	٧٠,٠	٣٠,٠	–	–	–	كما في سبيكة ٧٠٦
٧١٧	٦٧,٨	٣١,٠	,٧	,٥	–	التطبيقات التي تحتاج الى مقاومة شد عالية ، والمقاومة للتآكل مثل غلاف المسماع المائي ، وأسلاك مرسى السفن، والحواجزالمصنوعةعلى شكل حلقات ومسامير ودبابيس في كابلات الهاتف
٧٢٥	٨٨,٢	٩,٢	–	–	٢,٣	الوصلات ،و الياءات ، ومفاتيح وسبائك اللحام

● جدول (٤) مكونات وأهم إستخدامات سبائك النحاس نيكل.