السبائك المعدنية ومخططات الاتزان الحراري

السبائك المعدنية ومخططات الاتزان الحراري

:

الأهداف: أن يكون الطالب قادرا على:

- فهم المقصود بالسبيكة والمحاليل الجامدة.
- فهم معنى الطور.
- معرفة كيفية رسم مخططات الاتزان الحراري.
- تحليل مخططات الاتزان الحراري البسيطة.

السبائك المعدنية:

السبيكة لفظ استخدم قديما عندما يتم خلط فلز رخيص مع فلز آخر أقل قيمة، وذلك في بدايات صناعة الذهب والفضة. ويعتبر لفظ سبيكة ذهب هو الشائع في كثير من التعاملات. ولكن لماذا تسمى سبيكة ذهب؟

الجواب هو إن صلادة الذهب ومقاومته منخفضة جدا ولذلك يعتبر عرضة للبلى والبري وتتم إضافة عنصر النحاس إليه مما يؤدي إلى رفع الصلادة وزيادة المقاومة وأيضا تسهيل عملية التشكيل.

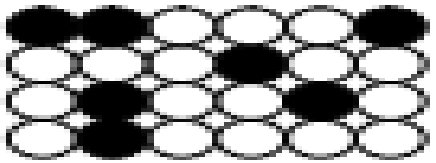
أما في الوقت الحالي فيستخدم هذا التعبير لأي خليط من الفلزات أو المعادن ويطلق عليها السبائك المعدنية. ويمكن القول إن جميع العناصر الفلزية في حالة سبائكية ـ ما عدا العناصر عالية النقاوة مع القيل من الشوائب الداخلة في تركيبها ـ وذلك لأنها تحتوي في تركيبها على عنصر أو عنصرين على الأقل بنسب قليلة إما مع التعلم أو تدخل للفلز أثناء عملية التصنيع.

ويطلق على الفلز الأعلى نسبة في تركيب السبيكة اسم أساس السبيكة Base metal وقد تعرف السبيكة باسمه. وتعرف العناصر الأخرى بالعناصر السبائكية Alloying elements وتتكون معظم السبائك من عنصرين فلزيين أو أكثر ما عدا سبائك الفولاذ التي تتكون من الحديد والكربون (فولاذ كربوني) أو حديد وكربون وعناصر أخرى (فولاذ سبائكي). لأن الكربون هو العنصر المهم الذي يؤثر على خواص الحديد.

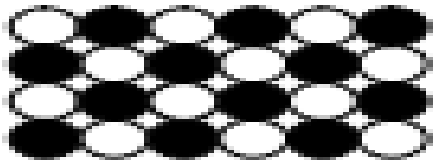
المحاليل الجامدة (Solid Solution):

المحلول الجامد هو وجه وحيد من المادة الجامدة متجانس الخواص يحتوي على اثنين أو أكثر من العناصر المختلفة. وخواص المحلول الجامد الناتج تختلف عن خواص كل عنصر على حدة. ويتركب المحلول الجامد من جزئين هما المذيب Solvent والمذاب Solute.

والمحلول الجامد هو ببساطة محلول في حالة تجمد به ذرات عنصر ذائب وعنصر آخر مذيب. وتمت إذابة العناصر معا عند درجات حرارة أعلى من درجتي حرارة انصهار العنصرين. ثم تم التبريد لدرجة الحرارة العادية. حيث ظلت الذرات المذابة في بنية وشبكة Lattic ذرات المذيب. ويتكون المحلول الجامد إما بالإحلال Substitutional أو الفرجات Interstitial وقد يكون الإحلال منتظم أو غير منتظم (شكل (٦-١)).



إحلال غير منتظم



إحلال منتظم

شكل (٦-١)

ويكون ذوبان الفلزات معا على ثلاثة أشكال:
١- ذوبان تام في الحالة السائلة وذوبان تام في الحالة الجامدة، مثل النيكل والنحاس.
٢- ذوبان تام في الحالة السائلة وانفصال في الحالة الجامدة، مثل الرصاص والخديد.
٣- ذوبان تام في الحالة السائلة وذوبان جزئي في الحالة الجامدة، مثل سبائك الحديد مع الكربون.
كما تتوقف درجة ذوبان الفلزات في بعضها على أربعة عوامل:
١- الاختلاف بين قطري ذرتي الذائب والمذيب: كلما قل الاختلاف زادت الذائبية.
٢- التركيب البلوري: تزيد الذائبية كلما كان الذائب والمذيب لهما نفس التركيب.
٣- التكافؤ: تزيد الذائبية في العناصر ذات التكافؤ المتماثل.
٤- السالبية الكهربائية.

الطور:

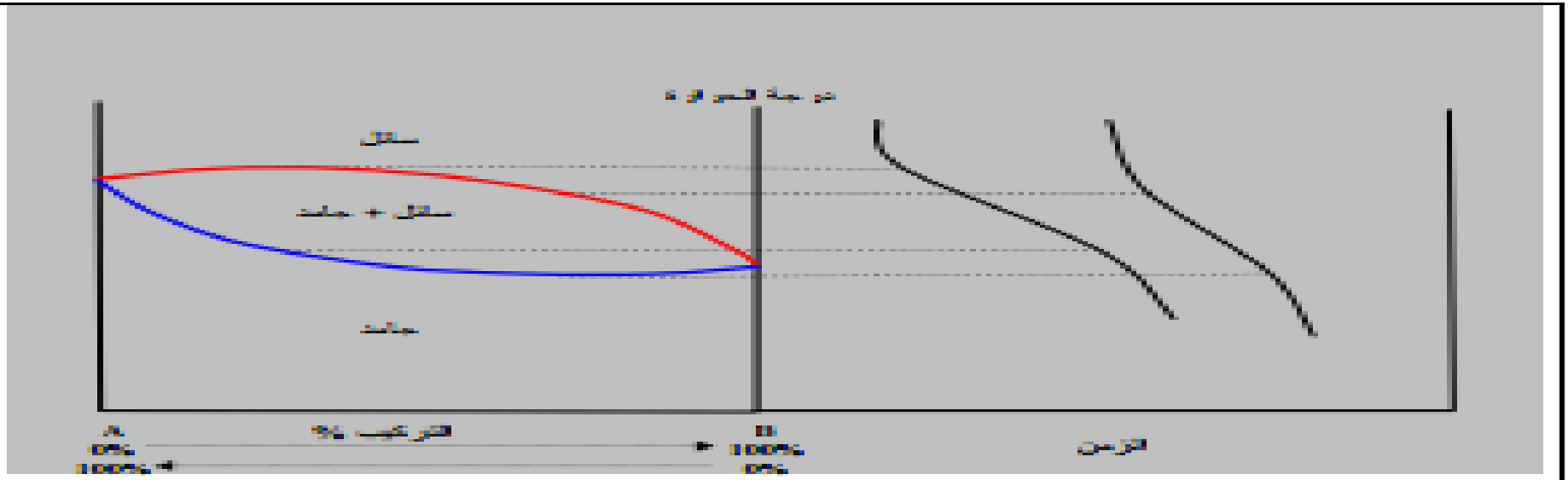
هو جزء من المادة متجانس له خواصه الفيزيائية والميكانيكية المميزة ويمكن أن تتكون المادة من وطور واحد أو عدة أطوار والفلزات النقية توجد في ثلاث حالات — حسب درجة الحرارة — هي الغازية ، السائلة ، والجامدة، ويطلق على كل حالة اسم (طور).
وتتكون الفلزات في حالتها الجامدة من حيث الأطوار من:
١- فلز نقي ٢- فلز سبيكة ٣- مركب ٤- محلول جامد
إذا كانت السبيكة متجانسة ومكونة من طور واحد، يكون الفلز في حالة محلول جامد (Solid Solution). اما إذا كانت غير متجانسة (خليط من عدة أطوار)، يكون الفلز في هذه الحالة أحد عناصر طور أو اكثر من السبيكة.

مخططات الاتزان الحراري:

عبارة عن رسومات توضح أطوار مختلفة لتنظيم المواد عند اختلاف درجة الحرارة والتركيب، وبواسطة هذه الرسومات يمكن الحصول على المعلومات الآتية:

١- العلاقة بين درجة الحرارة وتركيب المادة مع بيان الأطوار المختلفة.
٢- تحديد اتزان ذائبية المواد في بعضها.
٣- التعرف على التركيب الكيميائي والأطوار المكونة للسبيكة عند حرارة معينة.
٤- تحديد إمكانية إجراء المعالجة الحرارية على سبيكة ما من عدمه.
٥- تحديد درجة حرارة تحول المادة إلى حالة الانصهار والعكس.

ولرسم مخططات الاتزان لابد من التعرف على طريقة رسم منحنيات التبريد والتي من خلالها يتم رسم مخطط الاتزان الحراري لأي سبيكة. ومنحنى التبريد ببساطة يوضح العلاقة بين درجة حرارة المادة والزمن بحيث يتم صهر المعدن أو السبيكة ومن ثم التبريد ببطء. وعند تكرار هذه العملية لتركيبات مختلفة من السبيكة يلاحظ في المنحنيات وجود تغير فجائي في معدل التبريد. ويتم تحديد هذه النقاط في رسم آخر يبين العلاقة بين تركيب السبيكة ودرجة الحرارة.
شكل (٦-١) يبين طريقة رسم مخططات الاتزان البسيطة مثل مخطط الاتزان الحراري لسبيكة من النحاس والنيكل.



شكل (٦-١)

أما خطوات رسم المنحنيات الأخرى فهي كالتالي:

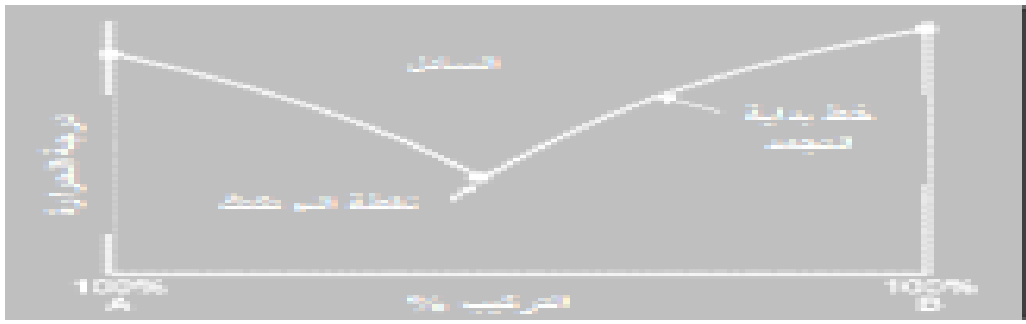
الخطوة الأولى

١- يتم تحديد نقط الانصهار لمكونات السبيكة الأساسية وذلك بالنسبة من حتى الانصهار.
٢- يحدد معدل التبريد للسبيكة عند تركيب معلوم.
٣- في بعض الأحيان عند تركيب معين يكون هناك سكون لمنحنى التبريد وتسمى النقطة التي ويكون عند نقطة تسمى اليوتكتكر.

شكل (٦-٢)

الخطوة الثانية

١- يتم تبريد السبيكة من المطور السائل.
٢- يتم تسجيل القراءات لمعدلات التبريد.
٣- ترسم درجات الحرارة التي يبدأ عندها التصلد.
٤- تمثل هذه القراءات على المخطط.



شكل (٦-٣)

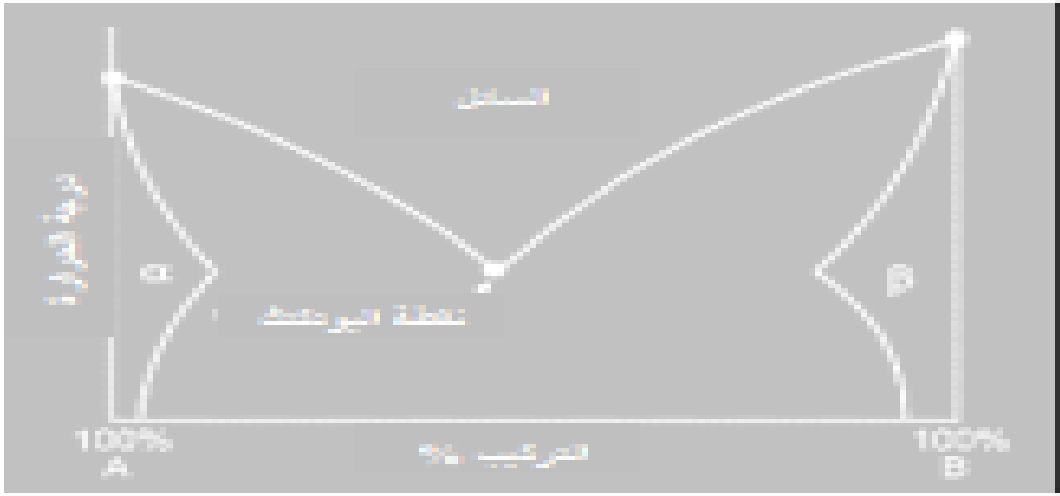
الخطوة الثالثة

١- من الضروري أن هناك حدود لقابلية المواد في بعضها (Solid Solubility) وبعدها تبقى المواد في صورتها الصلبة أو ما يعرف بالمحلول الصلب (Solid Solution).

٢- تتغير هذه الحدود بتغير درجة الحرارة.

٣- المحلول الصلب تكونه ذوبان B في A يسمى alpha (α) والمحلول الصلب تكونه ذوبان A في B يسمى beta (β).

٤- من المهم جدا ذكر أن هناك بعض السبائك ليس لها محاليل صلبة مثل سبيكة الألمونيوم – سيلكون (Zero solid solubility) (Al-Si)

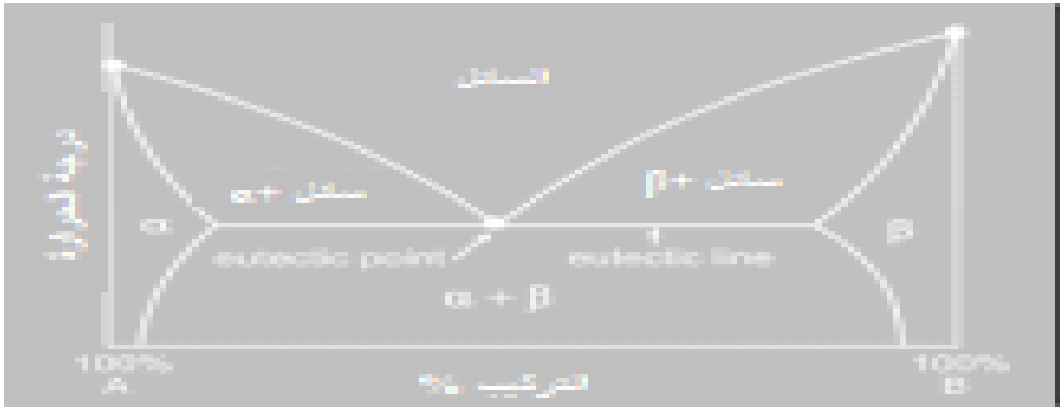


شكل (٦-٤)

الخطوة الرابعة

١- باستثناء أطوار المحاليل الصلبة التي تظهر في جانبي الرسم تكون السبيكة في الطور الصلب تماما تحت ما يسمى درجة حرارة اليوتكتك (eutectic Temperature).

٢- الأطوار التي تقع بين خط التجمد (Solidification line) وخط اليوتكتيك (eutectic line) وطور المحلول الصلب هي خليط من alpha و beta بصورتها الصلبة.



شكل (٦-٥)

وبالنسبة للأطوار التي فيها خليط من (α و β) أو (سائل و β) أو (سائل و α) فإنه يمكن حساب النسب التي تدخل في تركيب الخليط عند أي نقطة داخل ذلك الطور باستخدام قاعدة الليفر (The Lever Rule) أو في بعض الأحيان يطلق عليها قاعدة الخط الأفقي.