ملخص الدراسة:

تتلخص الدراسة في التعرف على السبائك بشكل عام ثم التطرق الى سبائك الألمنيوم و من ثم دراسة تأثير إضافة النحاس النقي بنسب مختلفة على خصائص الألمنيوم . تمت عملية الصهر بإستخدام فرن غازي وأجري الفحص الكيميائي للتأكد من دقة نسب الخلط وأيضا معرفة العناصر الأخرى الموجودة في السبيكة من ثم تم إجراء كل من اختبار الصلادة و الصدم للعينات. وبعد إجراء التجارب المعملية و الإختبارات الميكانيكية و تم إيجاد الصلادة للسبيكة ووجد أن الصلادة تزيد بزيادة نسبة النحاس في سبيكة الألمونيوم ومقاومة السبيكة للصدمات تقل كلما زادت نسبة النحاس في السبيكة. ووجد أن زيادة نسبة النحاس أكثر من 10% في السبيكة تقلل من مقاومتها للصدم وتجعلها أكثر قصافة.

Abstract

This study summarized in the identification of alloys in general and in aluminum alloys have been studying the effect of adding the pure copper at different rates on the properties of aluminum alloys. The melting process has done by using gas furnace and chemical analysis was done to verify the

accuracy of the mixing ratios and then all were made to test the hardness and impact. It was concluded that the hardness increase with the proportion of copper in aluminum alloy, but resistance to impact reduces in greater than 10% of copper in the alloy.

الباب الأول

المقدمة

الباب الأول

1.1 المقدمة:

يحتل الألمنيوم المرتبة الأولى من بين جميع المعادن وفرة في الطبيعة حيث يشكل (8%) من وزن القشرة الأرضية . يوجد حتى الآن أكثر من (250) خامة معدنية تحتوي على الألمنيوم . ومنذ اكتشافه عمليا والتوصل لطريقة استخلاصه من خاماته حتى شارك بفعالية معظم نواحي الحياة المدنية والعسكرية وبذلك أصبح بفضل سبائكه من أهم المواد الهندسية.

أغلب المعادن تسبك مع الألمنيوم كعنصر سبك رئيسي له قابلية ذوبان عالية و البعض الآخر له قابلية ذوبان محددة. تتغير خواص الألمنيوم بشكل بالغ عند إضافة عناصر سبك معينة إليه ويستهلك في حوالي ثلاثة أخماس الأمنيوم المنتج في العالم لصناعة سبائك الامنيوم التي تحمل خواص معينة.

1.2 مشكلة و أهمية البحث:

معرفة تأثير نسب إضافة النحاس للألمنيوم على الخواص الميكانيكية للسبيكة المنتجة.

1.3 أهداف البحث:

أ- التعرف على الخواص بصفة عامة.

ب- التعرف على الخواص الواجب تفرها في تكوين السبيكة.

ج- تجهيز عدة سبائك بنسب مختلفة من الألمنيوم والنحاس للتعرف على التغير الذي يحدث في الخواص باختلاف النسب.

1.4 مجال البحث:

دراسة عملية لمعرفة تأثير تغير نسب إضافة النحاس للألمنيوم على الخواص الميكانيكية.

1.4 منهجية البحث:

- دراسة نظرية السبائك بصورة عامة وسبائك الألمنيوم بصفة خاصة.
- تكوين سبائك من الألمنيوم والنحاس بنسب محددة و إجراء الإختبارات المعملية عليها.

الباب الثاني

الإطار النظري والدراسات السابقة

الباب الثاني

الإطار النظري والدراسات السابقة

السبائك والنظم السبائكية

2.1 السبائك :

2.1.1 تعريف السبيكة :

السبيكة هي خليط فلزي مكون من فلزين أو أكثر تم صهرهما معاً ثم تمت عملية تجميد المصهور. و يطلق على العنصر الأساسي في السبيكة اسم العنصر المذيب, ويكون تركيز هذا العنصر هو الأعلى في السبيكة وتعرف السبيكة باسم ذلك العنصر, فعلى سبيل المثال: اذا كانت نسبة الألمونيوم هي الأعلى فتكون هذه سبيكة الألمونيوم, ويعرف العنصر الأقل (أو العناصر) الأقل تركيزاً باسم العنصر (العناصر) المذابة أو تعرف أحياناً باسم العناصر السبائكية.

في معظم الحالات تذوب العناصر في بعضها اذابة تامة في الحالة الجامدة. فاذا كانت الذائبية تامة في الحالة الجامدة و هو ما يطلق عليه سبائك وحيدة الطور ويكون التركيز متجانساً في جميع أجزائها وتعرف هذه السبائك بسبائك المحلول الجامد. والنوع الثاني هو الذي تختلف ذائبيته حسب درجة الحرارة حيث تنفصل عدد الأطوار أثناء التجمد, وتعرف هذه السبائك بالسبائك المتعددة الأطوار.

2.1.2 المحلول الجامد :

المحلول الجامد هو وجه وحيد من المادة الجامدة متجانس الخواص يحتوي على اثنين أو أكثر من العناصر المختلفة, و خواص المحلول الجامد تختلف عن خواص كل عنصر على حدى. ويتكون المحلول الجامد من جزئين هما المذاب والمذيب. والمحلول الجامد هو ببساطة محلول في حالة تجمد به ذرات عنصر مذاب و آخر مذيب وتمت اذابة العناصر معاً عند درجة الحرارة العادية حيث ظلت الذرات المذابة في بنية وشبكة المذيب, ويتكون المحلول الجامد اما بالاحلال (الاستبدال) أو التغلغل بين الفجوات. ويكون ذوبان الفلزات معا على ثلاثة أشكال:

أ. ذوبان تام في الحالة السائلة و ذوبان تام في الحالة الجامدة, مثل النيكل والنحاس.

ب. ذوبان تام في الحالة السائلة و ذوبان جزئي في الحالة الجامدة, مثل سبائك الحديد مع الكوبالت.

محاليل الجوامد الاستبدالية (Substitutionl Solid Solution) :

تتكون هذه السبائك باستبدال بعضاً من ذرات الفلز الرئيسي والتي تشكل البنية البلّورية بذرات العنصر المذاب لتحل محلها في بعض مواضع الشبكة البلورية ولا يحدث استبدال بصورة جيدة الا اذا توفرت الشروط التالية:

أ. تماثل القطر الذري للعنصرين, بحيث لا يزيد الفرق عن 15%.

ب. تماثل العنصرين في التكافؤ الكيميائي.

ج. ان يكون لكلا العنصرن نفس البنية البلورية.

جدول (2.1) يوضح الذوبانية القصوى لبعض العناصر مع النحاس

السبيكة	المذاب	الحد الأقصى للاستبدال
(Cu – Ni) نحاس النيكل	Ni	جميع النسب (0 الى 100%)
(Cu – Al) برونز الألمونيوم	Al	%20
(Cu – Zn) نحاس أصفر	Zn	%17
(Sn – Cu) برونز	Sn	%3
(Cu – Pb) نحاس رصاص	Pb	%0.01

جدول (2.2) يوضح الأقطار الذرية لبعض الفلزات

العنصر	العدد الذري	نصف القطر الذري A	البنية البلورية
Cu	29	1.28	FCC
Ni	28	1.25	FCC
Zn	30	1.40	HCP
Al	13	1.42	FCC
Sn	50	1.51	BCT

محاليل الجوامد التغلغلية (Interstitial Solid Solution) :

محاليل الجوامد التغلغلية هي تلك المحاليل التي تدخل فيها ذرات المذاب في الفراغات الموجودة أصلاً في البنية البلورية. وبما أن هذه الفجوات تكون غالباً صغيرة فان الذرات التي يمكنها تكوين محاليل فجوية هي الذرات ذات الحجم الصغير مثل: الهيدروجن, البورون, الكربون, والأكسجين.

2.1.3 الطور :

الطور هو جزء من المادة متجانس وله خواصه الميكانيكية المميزة ويمكن أن تتكون المادة من طور واحد أو عدة أطوار, والفلزات النقية توجد في ثلاث حالات حسب درجة الحرارة هي الحالة السائل, الحالة الصلبة, الحالة الغازية, ويطلق عل كل حالة اسم الطور. وتتكون الفلزات في حالتها الجامدة من حيث الأطوار من: فلز نقي, فلز سبيك, مركب, محلول جامد.

2.1.4 بعض مميزات السبائك :

أ. ارتفاع مقاومتها للتآكل.

ب. زيادة مقاومتها للأكسدة والتآكل على الساخن عند درجات الحرارة العالية.

ج. تحسين الخواص الميكانيكية وبخاصة مقاومة الشد والصلادة.

د. تحسين بعض الصفات الخاصة, مثل الاستجابة للمعالجة الحرارية, أو الحصول على خواص مغناطيسية, أو الحصول على سبائك ذات ألوان جذابة وبراقة.

2.1.5 مخططات الاتزان الحراري :

مخططات الاتزان الحراري هي عبارة عن رسومات توضح أطوار مختلفة لتنظم المواد عند اختلاف درجة الحرارة والتركيب, بواسطة هذه الرسومات يمكن الحصول على المعلومات الآتية:

أ. العلاقة بين درجة الحرارة و تركيب الماة مع بين الأطوار المختلفة.

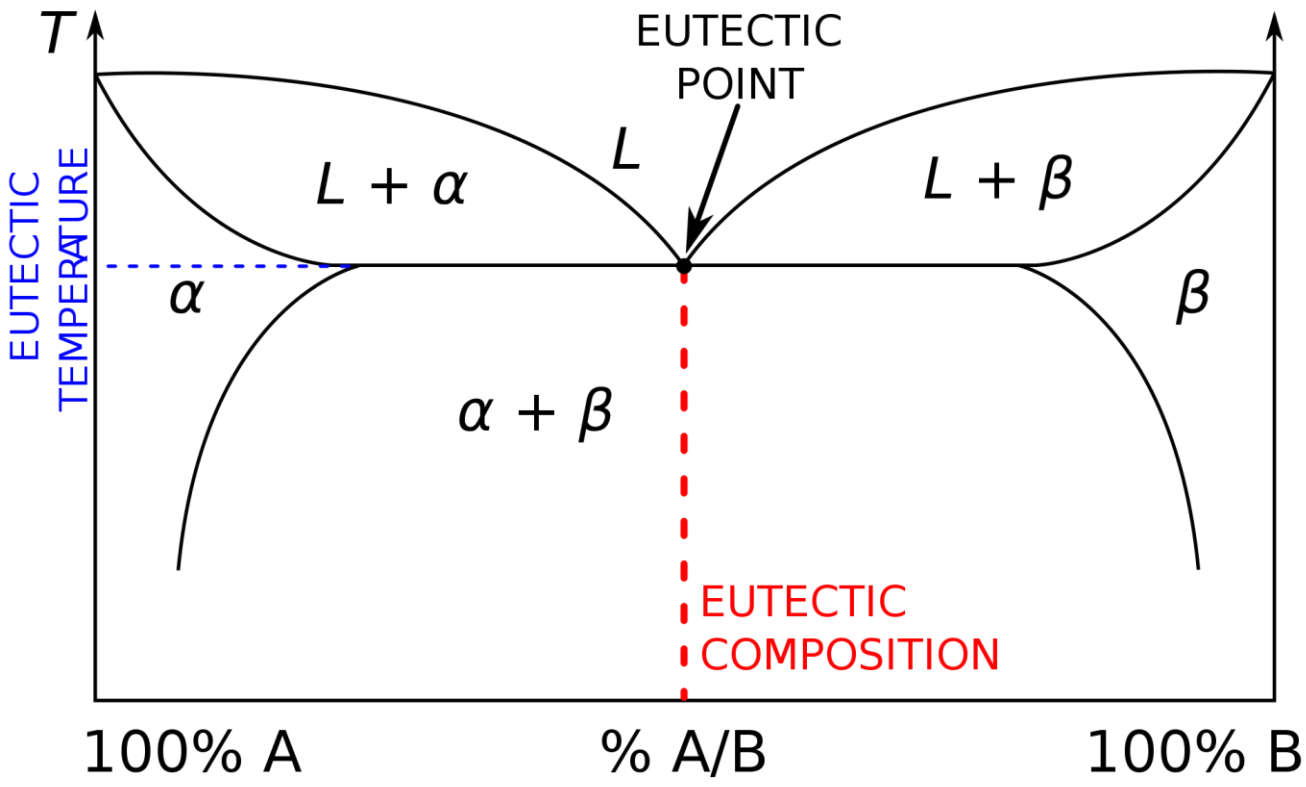
ب. تحديد توازن ذائبية المواد في بعضها.

ج. التعرف على التركيب الكيميائي والأطوار المكونة للسبيكة عند حرارة معينة.

د. تحديد امكانية اجراء المعالجة الحرارية على سبيكة ما.

هـ. تحديد درجة حرارة تحول لمادة الى حالة الانصهار والعكس.

ولرسم مخطات الاتزان لابد من التعرف على طريقة رسم منحيات 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 و من 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 (1.2) رسم بيان يوضح الشكل العام لمخطط الاتزان الحراري

2.1.6 المعالجة الحرارية للسبائك:

يقصد بالمعالجة الحرارية التسخين الى درجات حرارة معينة و بوجود جو غازي معين وفقاً للهدف النهائي للمعالجة الحرارية, ثم التبريد بمعدل يتحكم به وتهدف المعالجة الحرارية الى رفع المقاومة الميكانكية للمادة وزيادة قساوتها, وتنقسم الى نوعين أساسيين هما: التقسية بالتزمين والتقسية بالترسيب.

ويمكن ان تكون هاتان العمليتان متتابعتين.

2.2 الألمونيوم:

الرمز	Al
العدد الذري	13
الكتلة الذرية	26.981539
درجة الانصهار	660 c
درجة الغليان	2467.0 c
الكثافة	2.71 g/cm

جدول (2.3) يوضح خواص الألمونيوم

تاريخ الألمونيوم ووجوده في الطبيعة :

أصل التسمية ترجع الى الكلمة اليونانية Alumen . وقداكتشف الألمونيوم عام 1825 م بواسطة العالم هانز كريستيم أورستيد و ظل حتى نهاية القرن التاسع عشر شيئاً غريباً غالياً, يستخدم لصناعة الحلي. بالرغم من انه أكثر الفلزات وثاث العناصر شيوعاً في القشرة الأرضية بعد الأكسجين والسيليكون اذ يدخل في تكوين معظم أنواع الصخور والطمي.

ويوجد في الطبيعة على عدة أشكال أهمها سيليكات الألمونوم $Al_2 (SiO_3)_3$ والبوكسايت$Al_2O_3.XH_2O$ والكريوليت Na_3AiF_6.

لم يبدأ استخدام الألمونيوم على نطاق واسع الا بعد مطلع القرن العشرين بعد ان تبين ان سبائكه مع فلزات أخرى لها نفس قوة الصلب بثلث الوزن, و أصبح الألمونيوم يحتل المركز الثاني في الاستخدامات بين الفلزات بعد الحديد. ويعود هذا الى الخصائص الت يتمتع بها الألمونيوم.

خصائص الألمونيوم :

أ. مظهر لامع جذاب.

ب. كثافة نوعية منخفضة تبلغ 2.69 مقارنة 7.87 للحديد و 8.96 للنحاس.

ج. منخفض درجة حرارة الانصهار : 660 درجة مئوية مقارنة ب 1540 درجة مئوية للحديد و 1080 م° للنحاس.

د. مادة عالية التوصيلية الكهربية ولا يفوقها في ذلك غير ثلاث معادن وهي الذهب والنحاس والفضة.

هـ. مادة عالية التوصيلة الحرارية , مما يجعله مناسب للاستخدام في ماكينات الاحتراق الداخلي (المكابس و رؤوس الاسطوانات) .

و. مادة عالية المقاومة للتآكل نتيجة لتكوين طبقة سطحية واقية من الأكسيد(Al_2O_3).

ز. مادة عالية المطيلية.

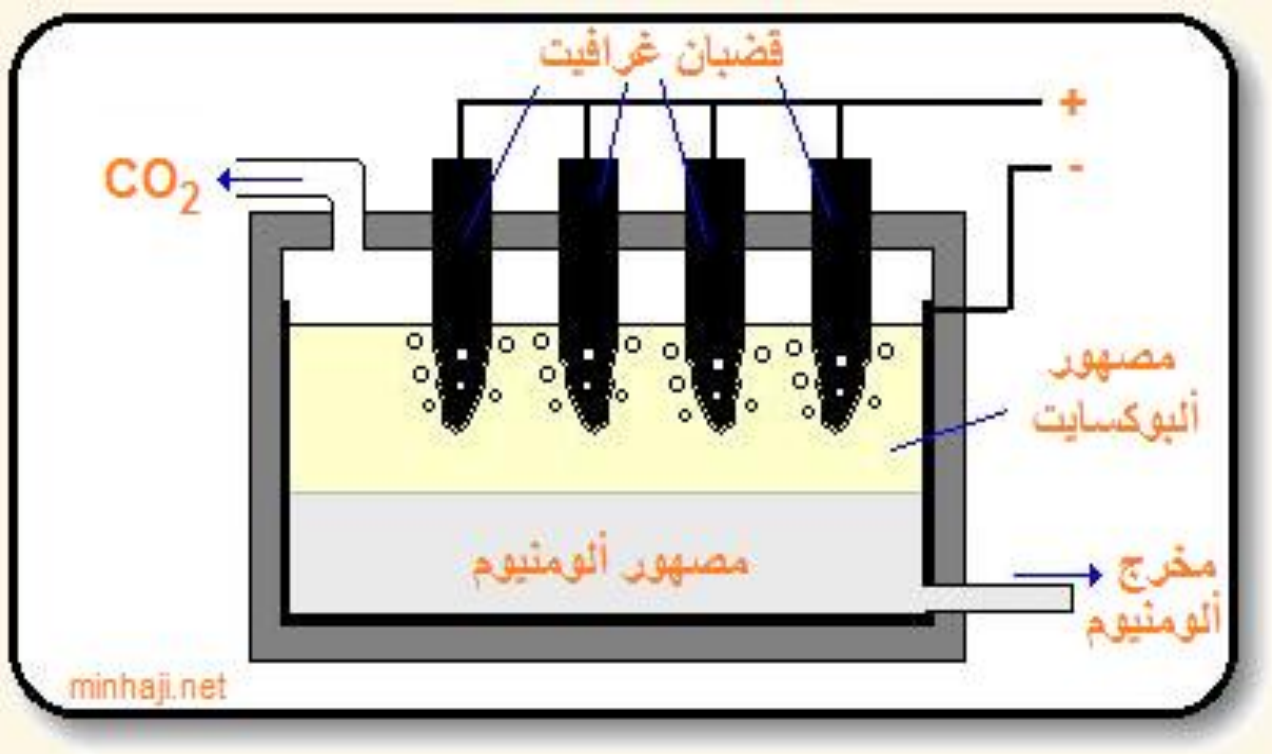
استخلاص الألمونيوم :

كان الألمونيوم حتى عام 1866م يحضّر باختزال الأكسيد بالصوديوم.

$$Al_2O_3 + 6Na \longrightarrow 2Al + 3Na_2O$$

ونظراً لارتفاع تكاليف الصوديوم وخطورة استخدامه, كان لابد من ايجاد طريقة أقل تكلفة و أقل خطراً. ففي عام 1886م توصل كلاً من بول هيرولت وشارل هول_دون اتصال بينهما_ الى استخلاص الألمونيوم بالتحليل الكهربي للبوكسايت Al_2O_3 النقي في مصهور الكريوليت Na_3AlF_6 عند درجة 1000 درجة مئوية. حيث يستخدم وعاء من حديد الصلب مبطن بالجرافيت قطباً سالباً, بينما يكون القطب الموجب من قضبان كبيرة من الجرافيت تتدلى داخل مصهور (Al_2O_3 _ Na_3AlFe_6) ويتكون الألمونيوم النقي على القطب السالب ويهبط الى أسفل الاناء ويسحب من مخرج خاص.

$$2Al_2O_3 \longrightarrow 4Al + 3O_2$$



شكل (2.2) يوضح استخلاص الألمونيوم من خامات

سبائك الألمونيوم :

يعد الألمونيوم وسبائكه من أهم المواد الهندسية والتي لها استخدامات صناعية واسعة, والتي تزداد في الوقت الحاضر بصورة مضطردة للحاجة الى منتجات ذات خواص تلائم متطلبات التقدم التكنولوجي. ونظراً لارتفاع أسعار المعادن وسبائكها المستخدمة في الصناعات المعدنية والهندسية اتجهت أعين الباحثين صوب البحث عن مواد لها خواص تؤهلها للاستخدام في المجالات التطبيقية المختلفة, فكانت سبائك الألمونيوم, وذلك لما تتمتع به من خواص من حيث انخفاض الوزن ودرجة انصهار منخفضة وخواص ميكانكية مختلفة.

ان استعمال الألمونيوم النقي يبقى محدود جداً في التطبيقات الهندسية اذ انه لين (Soft) وضعيف (Week) و ذو خواص ميكانيكية منخفضة, لهذا توجهت البحوث منذ وقت طويل وتطورت بشكل كبير في السنوات الأخيرة نحو تحسين الخواص الميكانيكية للألمونيوم عن طريق التشكيل أو سبكه مع عناصر أخرى مثل النحاس والسيليكون والخارصين والنيكل فضلاً عن عناصر أخرى واجرا المعالجة الحرارة عليه.

تتواجد عناصر السبك في الألمونيوم على نوعين :

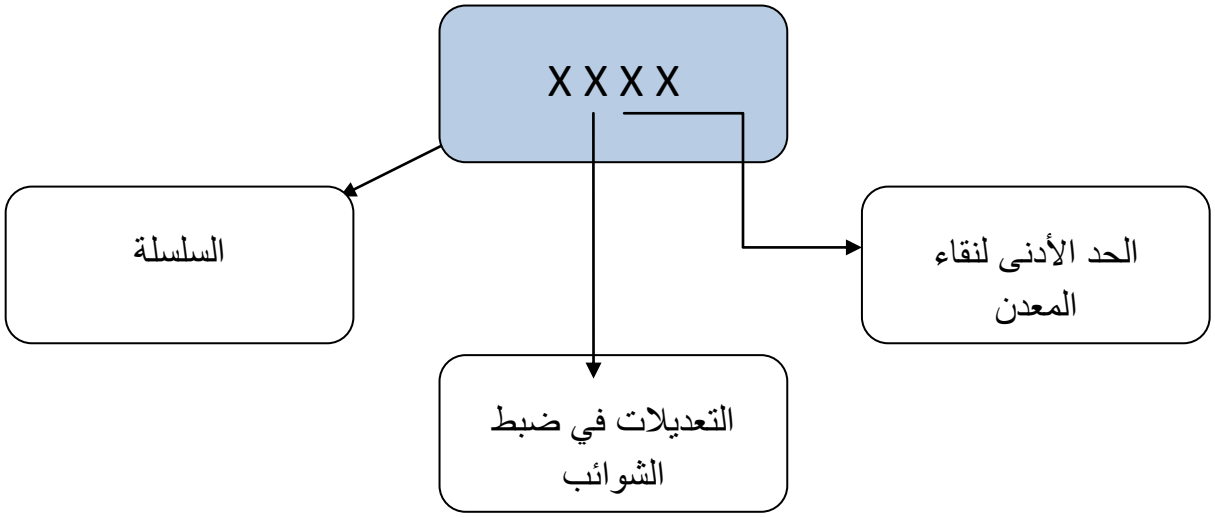
- عناصر متواجدة بكميات ضئيلة ولا مفر من وجودها في الألمونيوم ولهذا يمكن اعتبارها كمتضمنات أو شوائب.

- عناصر تضاف بكميات محدودة ومعلومة لاعطاء الألمونيوم خواص معينة وتدعى هذه العناصر بعناصر السبك.

ان هذه العناصر تعمل على تكوين محاليل جامدة مما يؤدي الى حدوث تقوية للألمونيوم وعند المعالجة الحرارية لهذه السبائك تترسب أطوار أخرى اضافة الى المحلول الجامد مما يؤدي الى زيادة مقاومة هذه السبائك.

سلاسل سبائك الألمونيوم :

يستعمل لتعيين سبائك الألمونيوم نظام للتسمية عبارة عن رمز يتكون من أربعة أرقام وتفسر هذه الأرقام كالتالي:



شكل (2.3) يوضح التسمية لسبائك الألمونيوم

الرقم الأول من اليسار: يعين سلسلة السبائك وفقاً لعنصر الخلط الأساسي وهي ثمانية سلاسل:

1xxx : 99.00% Al	5xxx : Mg
2xxx : Cu	6xxx : (Mg + Si)
3xxx : Mn	7xxx : Zn
4xxx : Si	8xxx : (Others)

الرقم الثاني من اليسار: يعين درجة ضبط الشوائب بالنسبة للسلسلة 1, أو التغير في تركب السبيكة الأساسي بالنسبة للسلاسل 2–8, فالرقم صفر (0) يعني التركيب الأساسي دون تعديل, ثم يرمز للتعديلات المدخلة _ان وجدت_ بالأرقام من واحد الى تسعة.

الرقمان الثالث والرابع: بالنسبة لسبائك السلسلة 1 يعينان الرقميين التاليين لنقطة الكسر العشري مثلا (1050) سبيكة أنابيب تحتوي على 99.50 من الألمونيوم كحد أدنى, و (1199) سبيكة رقائق تحتوي على 99.99 الألمونيوم كحد أدنى.

2.4.1 المعدن النقي السلسلة 1xxx :

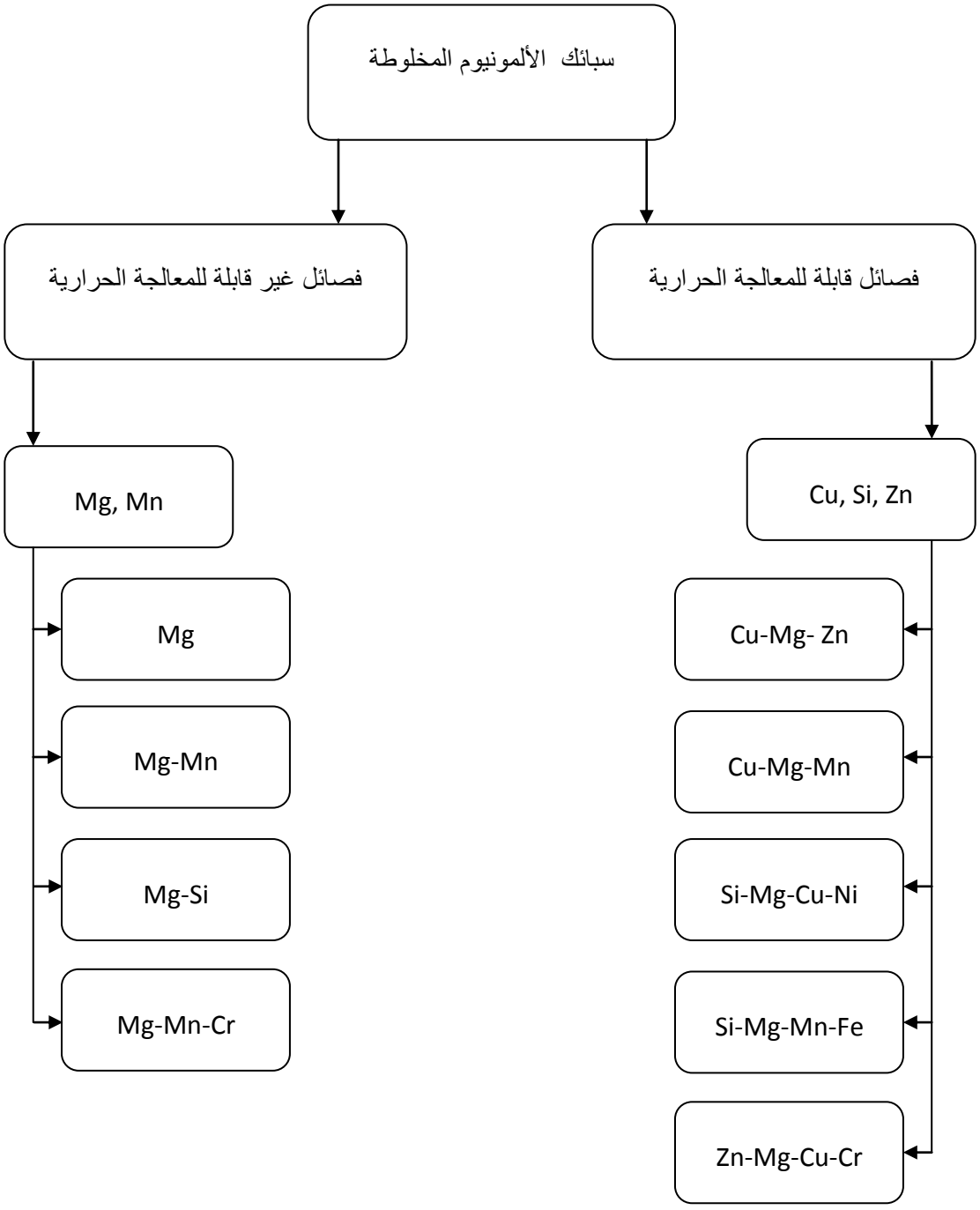
تمثل هذه السلسلة سبائك المعدن النقي التي تحتوي ما لا يقل عن 99.00% من الألمونيوم, مع شوائب من (Al_7Fe_2Si) ويكون الحديد والسيلكون مع الألمونيوم مركباً فلزياً يقارب الصيغة (Zn, Si, Cu, Mn, Fe).

تتميز هذه السبائك بمقاومة ممتازة للتآكل, وبتوصيلة عالية للكهرباء وللحرارة, وبانعكاسية عالية للأشعة, وقابلية عالية للتشكيل ولكن خصائصها الميكانكة متدنية. وتعود خاصية المقاومة الممتازة التي تتمتع بها هذه السباك للتآكل الى الالفة القوية لهذا العنصر مع الأوكسجين, فينشأ عن اتحادهما طبقة من الأكسيد قوية متماسكة لا مسامية على سطح السبيكة :

$$2Al_2O_3 \longrightarrow 4Al + 3O_2$$

هذه الطبقة رقيقة للغاية, بحيث لا تكون منظورة ولا تؤثر في مظهر الطح أو الانعكاسية الضوئة, ولكنها تقيه من التآكل بأن تحول دون ترسب الأكسجن الى الداخل.

السبائك المخلوطة :



الشكل (2.4) يوضح أقسم السبائك المخلوطة

سبائك الألمونيوم والنحاس السلسلة (2xxx) :

هي أهم فصائل الألمونيوم المخلوط القابلة للمعالجة الحرارية, ويشكل عنصر النحاس عنصر الخلط الأساسي في هذه السبائك و أهم تأثيراته :

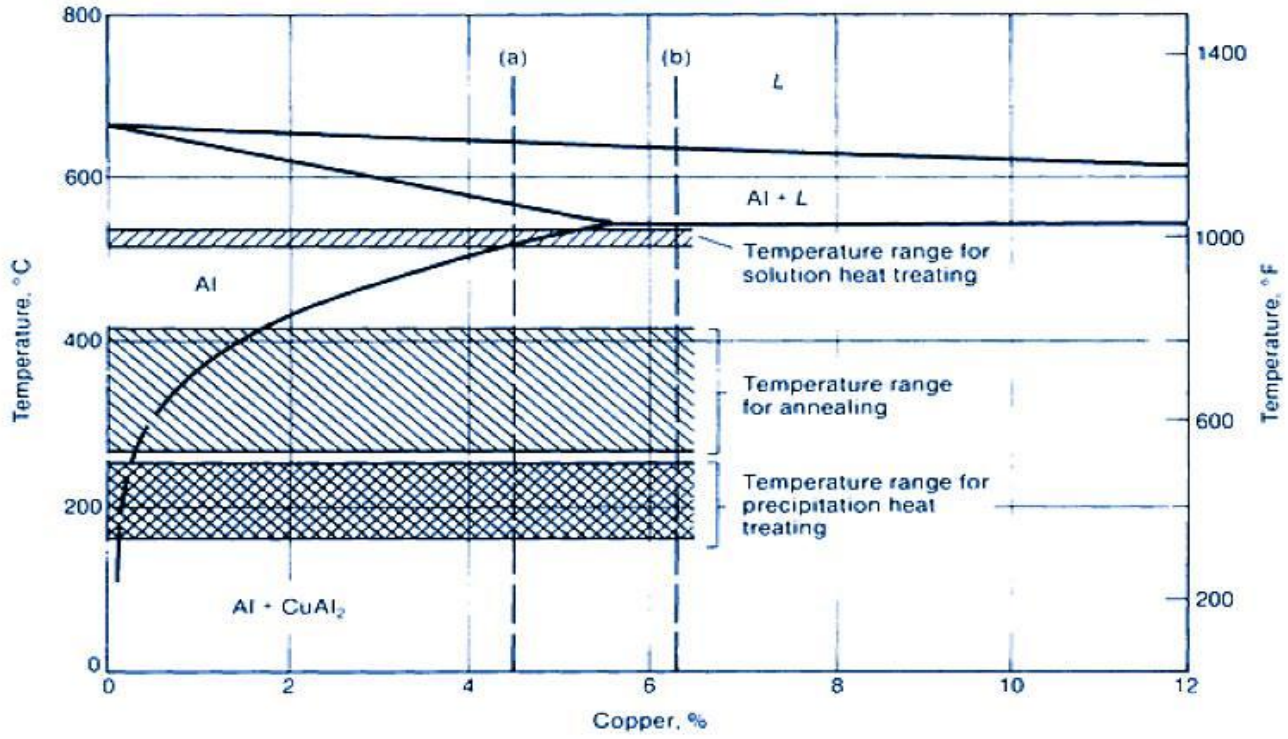
أ. خفض درجة حرارة الانصهار.

ب. خفض اللزوجة.

ج. خض نسبة الانكماش عند التجمد.

د. رفع المقاومة عند المعالجة الحرارية.

تحتوي هذه السبائك في الغالب على 2- 5% من النحاس لكن قد تصل النسبة في بعض المصبوبات الى 10% وكما يبين الشكل (5) فان الذوبانية القصوى للنحاس في الألمونيوم الجامد هي حوالي 5.5% عند 548 درجة مئوية أي درجة الحرارة الأصهرية.



شكل (2.5) يوضح مخطط أطوار الألمونيوم والنحاس في الجانب الغني بالألمونيوم

ينبغي التنبه الى أن مخطط الأطوار لا ينطبق تماماً على نتائج الممارسة العلمية, نسبة لأنه ينبني على حدوث الاتزان الطوري الذي يتطلب زمناً طويلاً وتبريداً بطيئاً للغاية و هو ما يتعذر توفيره عملياً, فمثلاً يفترض أن لا يحتوي التركيب الدقيق للسبيكة على جامد أصهري ما لم يكن محتواها من النحاس 5.5% على الأقل, ولكن نجد أن السبائك قد تحتوي بعضاً من الجامد الأصهري حتى عند 2% ولهذا أهمية المعالجة الحرارية التي يمكن ايجازها في الخطوات التالية :

أولاً: معالجة الاذابة :

عند التبريد البطيء, بترك السبيكة المصبوبة حتى تبرد في القالب.

ثانياً: معالجة التصليد بالترسيب :

تعتمد هذه المعلجة على التدني الكبير في ذوبانية النحاس في الألمونيوم الذي يصاحب انخفاض درجة الحرارة كما واضح من ميلان خط الذوبانية, مما يعمل على ترسيب المركب الفلزي. ولمنع نرسب حبيبات غليظة من المركب يجري اطفاء السبيكة بعد عملية الاذابة, ثم يجري الترسيب باحدى الطريقتين :

أ/ بأن تترك السبيكة في درجة حرارة الغرفة لبضعة أيام تتم طريقة التعتيق الطبيعي (Natural aging) أو بالطريقة الاصطناعية بأن ترسب حبيبات دقيقة جداً من المركب الفلزي من الطور ألفا.

ب/ نسخن السبيكة عند 100–200 درجة مئوية لمدة 10–15% ساعة, و في كلا الحالتين فان حبيبات الراسب تكون من الدفة بحيث لا ترى تحت المجهر (ولكن يمكن رؤيته بالمجهر الالكتروني).

وتؤدي هذه المعالجة الى زيادة متواضعة في المقاومة القصوى , ولكنها ترفع مقاومة الخضوع الى الضعف أو حتى أربعة أضعاف, ويعمل وجود المركب الفلزي الهش على احداث تحسين كبير في القابلية للماكينة.

تدخل عادة تعديلات على التركيب الأساسي (Al–Cu) ولتحسين الخصائص الميكانيكية والمائية لسبائك تحتوي غالباً على 4.5% نحاس, وتمثل اضافة المنجنيز والمغنسيوم أكثر هذه التعدلات شيوعاً. و أشهر سبائكها (Duralumine).

و هي أول سبيكة اكتشف فيها " تصليد التعتيق" (في العام 1906م), وتركيبها الكميائي (4.0Cu – 1.0Mg – 1.0Mn) وقد كان الاستخدام الرئيسي للسباءك من عائلة الديورالومين (Duralumine)في انشاء الطائرات, ولكن اتضح ان هذه السبائك تعاني من عيبين هامين:

أولهما: أنها قابلة لتشرخ التآكل الاجهادي الخطر و هذا النوع من الفشل يتعذر التكهن بوقت حدوثه

ثانيهما: التعرض,عند ارتفاع درجة الحرارة, لظاهرة التعتيق المفرط الناشئة عن تلاحم حبيبات الراسب لتصبح غليظة ومرئية تحت المجهر وتصبح مادة رخوة. بالتالي هذه السبائك لا تصلح للاستخدام في درجات الحرارة العالية كالتي تحدث في مكابس وماكينات السيارات والطائرات. من ثم أدخلت عدة تعديلات للتركيب الرئيسي للديورالومين نفسه, نذكر أهمها أدناه:

(2216): Y-Alloy: 4.0Cu – 1.5Mg – 2.0Ni

كما هو واضح فان الاختلاف الرئيسي لهذه السبيكة عن الديورالومين هو اضافة 2% من النيكل, وتأثير النيكل هنا كتأثيره في كثير من السبائك الأخرى, اذ يسبغ على السبيكة درجة عالية من الثبات الحراري بتكون مركبات فلزية ثابتة أو يخفض سرعة الانتشار الذري. لذلك تتمتع هذه السبيكة بمقاومة عالية وثبات حراري ممتاز, وتستخدم في انتاج المكابس والمكونات الأخرى لماكينات الطائرات وماكينات الديزل, وحلقات الضواغط في الطائرات النفاثة, وفي دراسة أخرى أجريت تم دراسة تأثير اضافة عنصر النيكل النقي وبنسب مختلفة الى منصهر سبيكة (Al-4%Cu-1.5%Mg) تمت سباكتها بالقوالب المعدنية و من ثم اجراء المعاملة الحرارية والتي تضمنت معاملة محلولية واجراء عملية التعتيق الاصطناعي كذلك تم دراسة تأثير عنصر النيكل على التركيب المجهري و على الحجم الحبيبي ونوعية الأطوار المتكونة في السبائك المنتجة بالسباكة قبل وبعد المعاملة الحرارية ثم أجري الفحص بالميكروسكوب الضوئي وجهاز فحص حيود الأشعة السينية وفحص الصلداة وكذلك اختبار الشد وقد أظهرت النتائج: أن السبكة ذات نسبة الاضافة 5% نيكل تظهر استجابة أفضل من باقي السبائك للتصليد.

في دراسة أجريت لمعرفة تأثر عنصر النحاس على الخواص الميكانيكية لسبيكة (Al-Cu-Mg-Ag) بنسب (4-8%Cu) وقد لوحظ زيادة في مقاومة الشد من (44Mpa) الى (559Mpa) عن درجة حرارة الغرفة و من (141Mpa) الى (228Mpa) عند درجة حرارة 300 Cº مع حدوث نقصان طفيف في الاستطالة. ان المقاومة

العالية للسبيكة الحاوية على (8%Cu) يعود سببها الى الكثافة العالية نتيجة لترسيب المركب (Al_2Cu) ووجد أن اضافة النحاس فوق حد ذوبانيته في الألمونيوم يتسبب بافراط بالتقوية للسبيكة عند درجة حرارة الغرفة.

و في دراسة أجريت لمعرفة تأثير عنصر النيكل والكروم بنسبة لا تتعدى 1% وعنصري السليكون والليثيوم بنسبة 1% على حركية تخشين الرواسب لسبكة (Al–Cu–Mg) وقد استنتج بأن هذه الاضافات تؤدي الى تخفيض المتانة بنسبة 10%.

ومن السبائك الشائعة لهذه السلسلة:

(2014): 4.4Cu – 8Si – 0.8Mn – 0.5Mg

تصلح هذه السبيكة في الاستخدامات التي تتطلب مقاومة وصلادة عاليتين وثبات جيد في درجة الحرارة العالية, فتستخدم في انتاج الألواح والصفائح للأجزاء الانشائية الرئيسية في الطائرات, و في انتاج المطروقات للاستخدامات الثقيلة مثل خزانات المعززات الفضائية.

(2024): 4.4Cu – 1.5Mg – 0.6Mn

و هي شبيهة بالسبيكة السابقة, تستخدم لانشاء الطائرات و في اطارات الشاحنات.

(2124): 2024 + (0.24maxCr – 0.15max Zn)

وهي شبيهة بالسبيكة السابقة , تستخدم في انتاج ألواح بسمك 6–15 بوصات لانشاءات الطائرات.

(2219): 6.3Cu – 0.3Mn – 0.2Zr – 0.06Ti

سبيكة عالية المتانة , ولها مقاوم عالية جدا لتشرخ التآكل الاجهادي وثبات حراري حتى 300 درجة مئوية, وقابلية جيدة للّحام, تستخدم في انتاج الأجزاء الملحومة كمكونات جسم وانشاء الطائرات وخزانات الوقود وأجهزة الأكسدة في المعززات الفضائية.

و في دراسة تم تحضير سبائك من الألمونيوم–نحاس (تحوي0.5% مغنسيوم) حيث أضيفت كميات من النحاس الى الألمونيوم بنسب 4.5, 4%, 2.5% بغرض دراسة تغير الصلادة تبعاً لنسبة النحاس و زمن المعالجة الحرارية, وكانت النتائج:

أ. ارتفاع صلادة الألمونيوم بعد سبكه ومعالجته حرارياً.

ب. أعلى صلادة للسبيكة Al – %2.5Cu عند معالجتها لمدة 24 ساعة.

ج. أعلى صلادة للسبيكة Al – %4Cu عند معالجتها لمدة 12 ساعة.

د. أعلى صلادة للسبيكة Al – %4.5Cu عند معالجتها لمدة 24 ساعة.

2.4.3 سبائك الألمونيوم والمنجنز السلسلة (3xxx):

عنصر الخلط الرئيسي في سبائك هذه الفصيلة هو المنجنيز, ومعظمها غير قابلة للمعالجة الحرارية ويقصد بذلك أنه لا يحصل تحسن ذكر في الخصائص نتيجة لهذه المعالجة, ولا تزيد نسبة المنجنيز عن 1.5%.

تعتبر هذه السبائك بديلاً للألمونيوم النقي في الاستخدامات التي تتطب مقاومة أعلى ومن النادر أن ينبني التركيب الكيميائي على المنجنيز فقط, وانما تكون هناك اضافة من المغنيسيوم ولذا فان السبائك التي يكون فيها المنجنيز عنصر الخلط الرئيسي محدودة العدد, وأهمها ثلاث سبائك تجد استعمالا واسعاً في الاستخدامات التي لا تتطلب مقاومة عالية وقابلة جيدة للتشكيل باللحام ,وهي سبائك:

(3003): 1.2Mn – 0.12Cu

(3004): 1.2Mn – 1.0Mg

(3105: 0.55Mn – 0.5Mg

تستخدم هذه السبائك في معدات معالجة وحفظ الكيماويات, و في أدوات البناء وأدوات الطبخ, و في تعبئة المعلبات والمشروبات الغازية.

2.4.4 سبيكة الألمونيوم والسليكون (4xxx):

لعنصر السيليكون تأثير متشابه على خصائص عدة معادن منها: الألمونيوم, النحاس, النيكل والحديد, وأهم التأثيرات:

- تحسين خصائص الصب بخفض درجة حرارة الانصهار ورفع انسيابية المنصهر.

- خفض نسبة الانكماش عند التجمد.

- بالنسبة لسبائك الألمونيوم, فان السيلكون يعمل على الاحتفاظ بالكثافة المنخفضة للسبيكة ,الكثافة النوعية للسيليكون ($2.34gm/cm^3$).

- رفع مقاومة الخدش كنتيجة لوجود جسيمات السليكون عالية الصلادة.

ان ذوبانية السيليكون في الألمونيوم ضئيلة للغاية, بحيث لا تزيد عن 0.05% عند 450 درجة مئوية وتتدنى سريعاً الى الصفر عند 100 درجة مئوية, ويضاف السيليكون بنسبة كبيرة تصل 12% وان كان الغالب 5%وينتج عن خفض درجة حرارة الانصهار بمقدار كبير جداً ولكن دون احداث هشاشة, لهذا نجد أن السبائك التي تحتوي على نسب عالية من السيليكون تستعمل في شكل أسلاك للحام سبائك الألمونيوم عامة. كما يضاف احيانا للسبائك التي تحتوي حوالي 5% سيليكون نسب صغيرة من المغنسيوم لجعلها قابلة للتصليد بالتعتيق دون ان تفقد القابلية الجيدة للصب التي تميز سبائك السليكون, كما يضاف النيكل لبعض السبائك لاضفاء مقاومة لدرجات الحرارة العالية.

الاستخدامات:

ابتكرت سبائك ألمونيوم تحتوي على نسب عالية من السيليكون تصل الى 22% تتميز بانخفاض معامل التمدد الحراري ومقاومة ممتازة للفري مما يجعلها مثالية للاستخدام في انتاج المصبوبات غير المسربة للضغط كماكينات الديزل وماكينات الطائرات وأجزاء الضواغط, و غيرها من المصبوبا ذت الأشكال المعقدة:

تتميز السبائك التي تحتوي حوالي 12% سيليكون مضافاً اليها نسبة من النيكل بمعامل منخفض للتمدد الحراري والمقاومة الجيدة للحرارة مما جعلها مناسبة جداً لتصنيع مكابس الماكينات وأشهر هذه السبائك:

(4032): 12.2Si – 1.0Mg – 0.9Cu – 0.9Ni

والتي تصلح للاستخدام في درجات الحرارة العالية بصفة عامة والمكابس بصفة خاصة.

2.4.5 سبائك الألمونيوم والمنغنيز السلسلة (5xxx):

عنصر الخلط الأساسي في هذه الفصيلة هو المغنيسيوم, و هو أكثر العانصر فعالية وأكثرها استعمالاً في سبائك الألمونيوم. وتتميز اضافة المغنيسيوم الى الألمونيوم بانها تؤدي الى خفض الكثافة, بينما تعمل في نفس الوقت على رفع المقاومة وتحسين مقاومة التآكل ولا يعيبها غر اللارتفاع النسبي في التكلفة ونسبة المغنيزيوم في هذه السبائك لا تتتعدى 1–2% . هذه الفصيلة ليست أفضل في قوتها من سبائك الفصائل الثانية والسابعة ولكنها تتمتع بقابلية جدة للتشكيل واللحام والميكنة ومقاومة التآكل. وللسبائك التي تحتوي على أكثر من 3% مغنيسيوم لها معامل تصليد عالي جداً بحيث يتعذر تشكيلها بالحداداة أو الدرفلة بدون التعرض للتشرخ كما يمكن تشكيلها عقب معالجتها ثم تقويتها بالترسب.

السبائك التي لا تحوي من عناصر الخلط غير المغنيسيوم السبيكة (5005) التي تحوي على 0.8% مغنيسيوم وتتصف بالمقاومة المتوسطة للشد والمقاومة الجيدة للتآكل.

يضاف في بعض السبائك الكروم أو المنجنيز أو كلاهما للحصول على سبائك اكثر قوة ومقاومة للتآكل, ومن أمثلة هذه السبائك:

(5052): 2.5Mg – 0.25Cr

تتصف هذه السبيكة بقابلية جيدة للتشكيل, ومقاومة جدة جداً للتآكل, ومقاومة عالية للكلال ومقاومة متوسطة للشد. تستخدم في الطائرات لخزانات وخطوط الوقود وخطوط الزيت كما تستخدم في وسائل النقل خاصة البحرية.

(5056): 5.0Mg – 0.1Mn – 0.1Cr

تستخدم هذه السبيكة لمنتجات الأسلاك حيث تتطلب مقاومة جيدة للكلال, كسحابات الملابس, والمسامير.

(50583): 4.4Mg – 0.7Mn – 0.15Cr

تستخدم هذه السبيكة في الأغراض البحرية, والطائرات, أوعية الضغط الملحومة, وأوعية درجات الحرارة المنخفضة, وأبراج البث التلفزيوني, ومنصات حفر الآبار, وبعض أجزاء الصواريخ وألواح التصفيح.

2.4.6 سبائك الألمونيوم والخارصين (7xxx):

يعتبر الخارصين هو عنصر السبك الأساسي في هذه السلسة حيث أن ذوبانية الخارصين في الألمونيوم لا تقل عن 20% حتى 240 درجة مئوية, ثم تدنى سريعاً الى 4% عند 100 درجة مئوية ولأول وهلة, توحي هذه المعلومات أنه من الممكن الحصول على سبائك (Al – Zn) تحوي نسب عالية من الخارصين, ومصلدة بالترسيب, غير أن مثل هذه السبائك قلت قيمتها الهندسية في الوقت الحاضر, لعدة أسباب:

- ضعف قابلية التشكيل بالصب لتعرضها لقصور التسخين.

- انخفاض المقاومة لتشرخ التآكل الاجهادي.

ارتفاع كثافة الخارصين (7.14) بحيث تلغي الزيادة في وزن السبيكة ما تكسبه من تقوية بالتعتيق. لهذا نجد أن نسبة الخارصين في سبائك هذه الفصيلة لا تخرج عن المدى 1–8%, كما أنها تكاد تحتوي دائماً على اضافة من المغنيسيوم, مما جعل البعض يعدل تسميتها الى "سبائك الألمونيوم – الخارصين – المغنيسيوم" وتعتمد تقوية هذه السبائك على ترسيب حبيبات ناعمة من المركب الفلزي ($MgZn_2$) وتوصف عملية التقوية بأنها "التصليد بالتشتيت", غير أنه في السبائك التي لا تحوي غير العناصر الثلاث (Al – Zn – Mg), يكون هناك ترسيب كثيف مما يجعل هذه السبائك أكثر تعرضاً لتشرخ التآكل الاجهادي. لهذا نجد في معظم هذه السبائك اضافات صغيره من عناصر اخرى أهمها: (Cu – Mn – Cr).

تستخدم سبائك الفصيلة (7xxx) في تصنيع الأجزاء التي تتعرض لمستويات عالية من الاجهادات مثل هياكل الطائرات والآلات المتحركة, و من السبائك الشائعة لهذه الفصيلة:

(7050): 6.2Zn – 2.3Mg – 2.3Cu – 0.12Zr

(7075): 5.6Zn – 2.5Mg – 1.6Cu – 0.23Cr

(7178): 6.8Zn – 2.7Mg – 2.0Cu – 0.3Cr

تستعمل هذه المجموعة من السبائك في شكل ألواح أو مسحوبات او مطروقات للأجزاء الانشائية في الطائرات والانشاءات الفضائية, والاستخدامات التي تتطلب مقاومة عالية جداً للشد مع مقاومة علية جداً للتآكل وتشرخ التآكل الاجهادي ومتانة عالية للكلال.

(7475): 5.7Zn – 2.3Mg – 1.5Cu – 0.22Cr

تستخم هذه السبيكة في شكل صفائح أو ألواح في تصنيع الجسم من أجسام الطائرات وأجنحتها, وتستخدم بصفة عامة في الأغراض لتي تتطلب مقاومة ومتانة عاليتين.

(7072): 1.0Zn

تستخدم هذه السبيكة في شكل صفائح لوقاية السبائك الأخرى من التآكل الجلفاني, خاصة تغطية السبائك التي توصف بأنها "مكسية الألمونيوم" و أهم هذه السبائك :

2219, 3003, 3004, 5050, 5052, 5054, 6061, 7075, 7078

وعملية التكسية هذه تعني أن تكون السبيكة من هذه الفصائل مغطاة على سطحيها أو على سطح واحد بصفيحة من الألمونيوم التي تلتصق بها التصاقاً تاماً بعد المعالجة, وتكون هذه الصفيحة أنوداً بالنسبة للسبيكة الداخلية فتضفي عليها حماية الكترونية من التآكل. و غالباً ما تكون صفيحة التكسية عالية النقاء أو سبائك مغنيسيوم – سليكون منخفضة الخلائط أو السبيكة أعلاه تحتوي على 1% خارصين.

في دراسة أجريت تم مقا رنة متانة الصدمة لأربع سبائك ثلاثية (ألومينوم – خارصين – مغنيسيوم) مع سبيكتين ثنائيتين (ألمونيوم – خارصين) ومعدن الألمونيوم التجاري عند سبع درجات حرارية مختلفة (–5, 0 , 25, 100 , 200 , 300 , 400) درجة مئوية, وذلك لتقييم دور عناصر السبك ودرجة الحرارة على المتانة. وأظهرت النتائج أن لعانصر السبك تأثيراً واضحاً أكثر من درجات الحرارة في تقلل المتانة.

الاستنتاجات:

تم التوصل في هذه الدراسة الى الاستنتاجات الآتية:

أ. متانة الصدمة تقل مع انخفاض درجة حرارة الاختبار لكافة التراكيب الكيماوية السبعة ولو بصورة ضئيلة.

ب. تقل متانة الصدمة بزيادة محتوى السبيكة بثبوت درجة الحرارة ان اقل قيمة للمتانة حصلنا عليها من السبيكة (Al – 10Zn – 1Mg) اذ بلغت (13 J) و أعلى قيمة لها (40 J) للألمونيوم النقي التجاري (بدون عناصر سبك)

ج. لا يحدث تحول من الكسر المطيلي الى الهش بدرجة الحرارة (DBTT) لكل التراكيب السبعة في البحث, ناشيء عن التركيب البلوري (FCC) وبرغم ذلك على انفراد يكون الألمونيوم (FCC), الخارصين والمغنسيوم (HCP).

د. تأثير محتوى السبائك في تخفيض المتانة أكثر وضوحاً من التخفيض بسبب درجة الحرارة.

جدول (2.4) يوضح قيم صلادة فيكرز عند درجة حرارة الغرفة لعينات البحث

Material (%wt)	Vickers Hardness (kg/mm_2)
Al	20
Al – 5%Zn	26
Al – 10%Zn	30
Al – 5%Zn – 0.5%Mg	32
Al – 5%Zn – 1%Mg	48
Al – 10%Zn – 0.5%Mg	45
Al – 10%Zn – 1%Mg	50

2.4.7 سبائك السلسلة (8xxx):

من سبائك هذه الفصيلة:

(8079): 1.0Fe – 0.15Si

وتشكل بالسحب وينحصر استخدامها في انتاج رقائق التعبئة

تعد من فصائل الألمونيوم الحديثة الظهور والتي تنتمي الى سبائك درجات الحرارة العالية, الفصيلة التي يمثل الليثيوم عنصر الخلط الرئيسي فيها بنسبة 1–3% ويشكل الليثيوم عنصراً مثالياً للخلط مع الألمونيوم, اذا أنه أخف الفلزات على الاطلاق فكثافته 0.53 جرام/سم³ ومن ثم فان اخف سبائك الألمونيوم هي التي يدخل الليثيوم في تركيبها الكيميائي, فاضافة 1% من الليثيوم تؤدي الى تخفيض كثافة السبيكة بمقدار 6%. وبالرغم من انخفاض درجة حرارة الانصهار لليثيوم (186 cº) الا انه يكون مع الألمونيوم مركباً فلزيا يتميز بالثبات الحراري الى درجة حرارة (718 cº).

وقد أجريت منذ بداية السبعينات العديد من الأبحاث لتطوير هذه الفصيلة من سبائك اللألمونيوم بهدف استخدامها في الصناعات الفضائية, فاضافة 2–3% ليثيوم تؤدي الى تخفيض وزن العديد من مكونات هيكل الطائرة بمقدار 10%. وتعمل اضافة الليثيوم لسبائك الألمونيوم على رفع معامل المرونة, على ان تكون الاضافة 1–2%, فقد وجد ان الليثيوم اذا ارتفعت نسبته يقود الى تدني المتانة.

الباب الثالث

مواد وطرق البحث

الباب الثالث

مواد وطرق البحث

3.1 الموقع:

تم إجراء التجارب و الإختبارات المعملية في كل من جامعة السودان للعلوم و التكنولوجيا – كلية الهندسة و مسبك الخرطوم المركزي و مجمع اليرموك الصناعي.

3.2 المواد المستخدمة:

1–عينة من الألمنيوم التجاري بدرجة نقاء 87.052% و الجدول التالي يوضح مكونات العينة.

جدول (3.1) يوضح مكونات عينة الألمنيوم الخام

العنصر	النسبة %
Al	87.052
Sl	0.139
Fe	0.272
Cu	8.546
Zn	0.104
Mn	1.278
Mg	2.246
Cr	0.024
Ni	0.035
Be	0.003
Co	0.046
Pb	0.092
Sn	0.064
Ti	0.054
V	0.019

2- عينة من النحاس التجاري بدرجة نقاء 99.692% موضحة مكوناتها في الجدول التالي.

جدول(3.2) يوضح مكونات عينة النحاس

العنصر	النسبة %
Cu	99.692
Zn	0.216
Pb	0.004
Sn	0.017
Fe	0.001
Ag	0.008
Al	0.031
Be	0.031

3- بوتقة سراميكية لصهر العينات.

الشكل(3.1) يوضح البوتقة السيراميكية المستخدمة للصهر

4- فرن لصهر العينات.

الشكل (3.2) يوضح الفرن المستخدم لصهر العينات

5- جهاز التحليل الكيميائي لفحص مكونات العينات.

الشكل(3.3) يبين جهاز الفحص الكيميائي لمكونات العينات

6- مخرطة لتشغيل المسبوكات و تنعيم أسطحها.

الشكل(3.4) يوضح المخرطة

7- جهاز إختبار الصلادة.

8- جهاز إختبار الصدم.

3.3 الجانب العملي:

تم تحضير العينات بالنسب الموضحة بالجدول رقم (3.3) ومن ثم تحضير قوالب السباكة الرملية لتعذر صناعة قوالب سباكة معدنية و بعد ذلك تجهيز و إيقاد فرن الصهر بواسطة الفحم الحجري ووضع النحاس أولا في بوتقة صهر مصنوعة من مواد سيراميكية حتى انصهر ثم تمت إضافة الألمنيوم حتى انصهر ايضا و تم تحريك المصهور حتى امتزج.تم صب المصهور القالب الرملي وترك حتى تجمد. بعد ذلك تم تحليل العينات للتأكد من دقة نسب الخلط المطلوبة .تم بعدها تشغيل العيات بواسطة المخرطة للحصول على اسطح ناعمة ذات ابعاد تناسب أجهزة الإختبارات الميكانيكية ثم أجريت الإختبارات الميكانيكية.

جدول (3.4) يوضح أوزان العينات و نسب الخلط للمسبوكات

رقم المسبوكة	1	2
وزن الامنيوم بالجرام	270	160
وزن النحاس بالجرام	30	40
الوزن الكلي للمسبوكة بالجرام	300	200
نسبة النحاس في المسبوكة	%20	%10

3.4 الإختبارات الميكانيكية:

3.4.1 إختبار الصلادة:

تم اجراء اختبار الصلادة بطريقة برينيل باستخدام جهاز يعمل بالموجات فوق الصوتية.

الطريقة:

تم تقطيع العينات بقطر 10 ملم وطول 10 ملم ثم وضعت رأسيا على سطح مستوي وتم تعريض المقطع الدائري من المسبوكة للصدمة و أخذت القراءات.

شكل(3.5) جهاز اختبار صلادة برينيل

3.4.5 اختبار الصدم:

تم إجراء اختبار الصدم لعينة بقطر 10 ملم وطول 79 ملم والمسافة لمنطقة الحز 28 ملم بزاوية 45 بعمق 2ملم على جهاز اختبار الصدم و لم يعطي نتائج نظرا لقصافة السبيكة الناتجة عن إرتفاع نسبة النحاس عن 8% وهو أقصى نسبة مسموح بها عند سبك النحاس مع الألمنيوم.

الشكل(3.6) يوضح جهاز اختبار الصدم بطريقة آيزود

الباب الرابع

الحسابات و النتائج

الباب الرابع

الحسابات و النتائج

4.1 اختبارات المواد

يعتبر علم اختبار المواد من العلوم الأساسية المطلوب معرفتها من الباحثين في مجال الهندسة الميكانيكية , وقبل ان نبدأ بالحديث عن هذا العلم سنذكر تعريف لما هو مقصود باختبار المواد.

علم اختبار المواد:

علم اختبار المواد هو اعلمل الذي يهتم بدراسة العمليات المختلفة (الإتلافية واللّاإتلافية) التي تجري على المواد الهندسية بغرض جمع بيانات ومعلومات عن الخواص الميكانيكية لهذه المواد.

4.2 أهمية معرفة الخواص الميكانيكية:

1- معرفة مدى مطابقة المنتجات للمواصفات المحددة.

2- وضع المعايير اللازمة للتصميم.

3- تقييم العمليات التي تجري على المواد الهندسية (مثل المعالجات الحرارية)

4.3 أنواع الاختبارات الهندسية:

4.3.1 الاختبارات الإتلافية (DT):

وهي الاختبارات التي تعود عينة الاختبار بعدها غير صالحة للاستعمال مرة أخرى, ومن هذه الاختبارات:

1- اختبار الشد

2- اختبار الضغط

3- اختبار الصدم

4- اختبار الصلادة

4.3.2 الاختبارات اللّاإتلافية (NDT):

و هي الاختبارات التي لا تتأثر بها العينة ولا تتشوه ويمكن بعدها استخدام العينة مرة أخرى, ومن هذه الاختبارات:

1- الفحص البصري

2- الفحص بالموجات فوق الصوتية

3- الاختبار بالمسحوق المغنطيسي

4- الاختبارات بالأشعة

كما تعتبر بعض اختبارات الصلادة من الاختبارات اللاّإتلافية

4.4 اختبار الصلادة بطريقة برينيل:

هو أحد الطرق أو الاختبارات المستخدمة لقياس صلادة مادة, ابتكره المهندس السويدي جون أغسطس برينيل, تتلخص طريقة الاختبار في ضغط كرة من الفولاذ المصلد, أو كرة مصنّعة من مادة كربيدات التنجستن الملبد, على عينة نظيفة مستوية من المادة المراد اختبار صلادتها. يفضل في هذا الاختبار ان لا يقل سمك العينة عن 10 أمثال عمق الأثر (العلامة التي تتركها الكرة في العينة) وعادة ما تستخدم كرة من الفولاذ المصلد قطرها 10 مم كمادة خارقة (تسمى الخارق), مع حمل 3000 كيلوجرام وزني, لكن حجم هذا الخارق لا يصلح في العينات الرقيقة؛ لذا تستخدم كرة قطرها 5 مم, كما تستخدم الأحمال 1500 كيلوجرام وزني, و 500 كيلوجرام وزني مع العنيات الأقل صلادة. تستبدل كرة الفولاذ بأخرى من كربيدات التنجستن في حالة المواد الأكثر صلادة بعد اجراء الاختبار يتم تعيين قطر الأثر, ثم حساب الصلادة من العلاقة:

$$BHN) - \frac{2\mathrm{P}}{\pi\mathrm{D}(\mathrm{D} - \sqrt{(D^2 - d^2)\ })}$$

حيث:

BHN = رقم برينل للصلادة

P = الحمل بالكيلو جرام

D = قطر الكرة المستخدمة كخارق بالمليمتر

d = قطر الأثر على سطح العينة بالمليمتر

4.5 اختبار الصدم:

طريقة اجراء الاختبار:

تثبت قطعة الاختبار في الوضع الصحيح في ماكينة الاختبار مع مراعاة ان يكون المحور الطولي لقطعة الاختبار في مستوى تأرجح مركز ثقل المطرقة وان يكون مستوى تماثل الحز في نفس مستوى الوجه العلوي للكلابات. وتعد الماكينة للاختبار بضبط مؤشرها على التدريج المقابل للموضع الابتدائي للمطرقة. ثم يطلق البندول حراً ليتأرجح فتصدم مطرقته قطعة الاختبار وتكسرها او تثنيها ويمر متأرجحاً الى الجهة الأخرى من قطعة الاختبار حتى تصل المطرقة الى الوضع النهائي وحينئذ تدل القراءة التي يبنيها المؤشر لهذا الوضع على مقدار الطاقة التي بذلت في ثني أو أسر قطعة الاختبار. ويلاحظ أن معدن القصف تنكسر عينته تماماً بدون حدوث انثناء أو تشوهات عند الكسر, أما المعدن المطيل فتنكسر عينته مع حدوث انثناء مصاحب للكسر.

تم اختبار الصدم على العينتين ولكن الجهاز لم يبدي أي استجابة, مما يدل على ان العينة قصفة, وذلك يرجع لارتفاع نسبة النحاس المسبوكة.

4.6 نتائج الجانب العملي:

أن صلادة برينيل القياسية للألمونيوم والنحاس هي:

Aluminum 15HB

Copper 35HB

وفي السبيكة التي تم تكوينها والتي تحتوي على النسب التالية:

جدول (4.1) يبين التحليل الكيميائي للسبيكة الأولى

العنصر	Al	Cu	Si	Zn	Mg	Fe	Ti	Ni	Mn
النسبة	76.24	20.62	0.23	0.064	0.286	0.286	0.441	0.084	0.837

وُجد أن صلادة برينيل لهذه العينة:

84HB

وللسبيكة التي تحتوي على النسب:

جدول (4.2) يبين التحليل الكيميائي للسبيكة الثانية

العنصر	Al	Cu	Si	Zn	Mg	Fe	Ti	Ni	Mn
النسبة	85.88	10.7	0.184	0.053	1.707	0.258	0.249	0.085	0.83

وُجد أن صلادة برينيل لهذه العينة:

73HB

الباب الخامس

النتائج والتوصيات

الباب الخامس

النتائج والتوصيات

5.1 النتائج:

- بعد اجراء التجارب المعملية والاختبارات الميكانيكية وُجد ان الصلادة لسبيكة الألمونيوم–النحاس (20.61% Cu) مقدارها 84HB, وللسبيكة (10.7% Cu) مقدارها 73HB.
- وُجد أن الصلادة تزيد بزيادة نسبة النحاس في سبيكة الألمونيوم وأن مقاومة السبيكة للصدمات تقل كلما زادت نسبة النحاس في السبيكة.
- وُجد ان زيادة نسبة النحاس أكثر من 10% في السبيكة تقلل من مقاومتها للصدم وتجعلها أكثر قصافة.

5.2 المناقشة:

في هذه الدراسة تم التعرف على السبائك بصفة عامة والشروط الواجب توفرها لتكوين السبيكة ومن ثم أجريت دراسة لسبائك الألمونيوم ومن خلالها تم التعرف على الألمونيوم وتواجده واستخلاصه وسبائكه واستخداماتها, وبعد ذلك أجريت دراسة عملية لمسبوكتين من الألمونيوم والنحاس وأجري الفحص الكيميائي واختبار الصلادة للمسبوكتين.

وقد تم التوصل الى ان الصلادة لسبيكة الألمونيوم تزيد بزيادة نسبة عنصر النحاس في السبيكة, ولكن هذه الزيادة في الصلادة كانت على حساب النقصان في مطيلية السبيكة حيث أصبحت السبيكة أكثر قصافة.

5.3 التوصيات:

1. في صب الاعمدة ذات الأقطار الصغيرة يفضل استخدام الشمع المفقود لتجنب الفجوات الغازية.
2. استخدام المعالجة الحرارية بعد تجمد المسبوكة لزيادة مطيليتها وزيادة مقاومتها للصدم وبالأخص للمسبوكات التي تحتوي نسب عالية من النحاس.
3. توفير عدد كافي من العينات ليتمكن الباحثون من اجراء أكبر عدد من التجارب والحصول على نتائج أكثر دقة.
4. ألاّ تزيد نسب النحاس في السبيكة عن 10% الا اذا توفرت امكانية اجراء المعالجة الحرارية.

5. استخدام حساسات لقياس درجة الحرارة داخل الفرن والبوتقة أثناء عملية الصهر.

المراجع:

1-Richard W,Carl R.Loper,Philips C.Rosenthal, Principles of metal casting 2nd edition 2007.

2-J.EHatch,Aluminum Properties and physical metallurgy, ASM 1998.

3-I.J.polmear , Light alloys: metallurgy of the light material 3rd edition ,Arnold, London, 1995.

4- محمد عز الدهشان مدخل إلى علوم المواد وهندستها , دار النشر مطابع الملك سعود , 2001.

5- مجلة الهندسة والتكنولوجيا، الجامعة التكنولوجية العراق ، المجلد(28)، العدد 2010.

6- علي النخلاني، محمد عبد الحفيظ، إياد مدور، تقسية الألمونيوم، مجلة جامعة دمشق للعلوم الأساسية، المجلد(22) العدد الثاني،2006.