أساسيات صناعة الألمنيوم من الخردة في العراق

د.عدنان ابراهيم الجرجري*

تاريخ الاستلام:2009/5/31
تاريخ القبول:2009/10/1

الخلاصة

يمثل الألمنيوم وسبائكه أهم المواد الهندسية ذات الكثافة الواطئة والتي لها استخدامات صناعية واسعة والتي تزداد في الوقت الحاضر بصورة مضطردة للحاجة إلى منتجات ذات كثافة واطئه تلائم التقدم التكنولوجي. ونظراً لارتفاع أسعار المعادن و سبائكها المستخدمة في الصناعات المعدنية و الهندسية المختلفة خلال السنوات الأخيرة لذا أصبحت هناك حاجة ماسة جدا للحصول على المواد الهندسية من الخردة وبالأخص لسبائك الألمنيوم بسبب درجة انصهارها الواطئة. حيث من المعروف عالميا بان أنتاج الألمنيوم وسبائكه وبالمواصفات العالية وبنسبة 40% من الإنتاج العالمي للألمنيوم يتم الحصول عليه من الخردة والذي يحتاج إلى طاقة قليلة وتعادل بحدود 90% من تلك اللازمة لإنتاج الألمنيوم وسباكه من خامات الألمنيوم.

لقد تم في هذه الدراسة إحصاء العديد من فضلات الألمنيوم في القطر بنوعيها الفضلات المشكلة والمصبوبة والغير مستغلة بصورة فاعلة وأهمها الخردة الناتجة من المصانع والورش ومخلفات وزائد السباكة والعلب الفارغة والأجزاء المستهلكة والتالفة المنزلية والصناعية. كذلك وجد بان هذه المخلفات لاتوجد اى معلومات حديثة مدونة عنها سوءا من الجهات الصناعية أو البيئية. يعتمد التعامل مع الخردة للحصول على أجزاء ألمنيوم جديدة بالدرجة الأساس على نوعية الخردة المستخدمة سوءا مشكلة أو مصبوبة. وان هذه الصناعة بالرغم من أهميتها العالمية في الوقت الحاضر فأنها لازالت بدائية في القطر وتتم بصورة غير علمية وتكنولوجية.

Principles of aluminium-recycling industry in iraq

Abstract

Aluminium and its alloys are considered as the most important in the series of low density materials which have different industrial applications to justify the need for low density suitable for advanced technology. As a result of increasing the cost of metals and their alloys during the last years, there were critical needs to get the engineering materials from their scraps; especially for aluminium alloys which have low melting temperatures. It is world wide known that 40% of the total production of high quality aluminium and its alloys from their scraps which need low energy around 90% less than that required for production aluminium from ore.

In this study, different scraps of aluminium and its alloys (wrought and casting) were determined. These alloys were collected from scraps of work shops, industry, ingots, used cans, used home appliance and equipments. It was found that there are no information regarding these scraps from industrial and environmental representatives. In order to obtain new products from these scraps, it requires knowing the quality of them. In spite of importance of this industry, it still a traditional and applied without any scientific or technological aspects.

*قسم هندسة الانتاج والمعادن،الجامعة التكنولوجية/بغداد

https://doi.org/10.30684/etj.28.1.20
2412-0758/University of Technology-Iraq, Baghdad, Iraq
This is an open access article under the CC BY 4.0 license http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

المقدمة

تعتبر التخلص من النفايات بأنواعها المختلفة وبالأخص خردة المواد الهندسية من المواضيع الإستراتيجية للعديد من بلدان العالم (1-3). من المعروف والواضح إن من أهم أهداف هندسة الإنتاج والمعادن التعامل مع كيفية الحصول على المواد الهندسية من الخامات الموجودة إما على سطح الأرض أو بداخله (4). لكن مع التقدم التكنولوجي أصبح القسم الأكبر من المواد الهندسية ممكن الحصول عليه من الخردة بنوعيه القديم والجديد بدل من استخدام الخامات والتي بدأت بالاضمحلال والتي تصنف عالميا ضمن المواد الإستراتيجية والتي تتطلب التقنين باستخدامها واللجوء إلى بدائل أخرى للحفاظ عليها للأجيال القادمة. وفى الوقت الحاضر اغلب الدول المتقدمة تحصل على موادها الهندسية والتي أهما الصلب والنحاس والألمنيوم والرصاص بنسب عالية والتي تتراوح بين 40% وتصل حتى إلى 80% من الإنتاج العالمي لهذه المواد الهندسية من الخردة (5). من المهم جدا الاعتراف بأهمية إعادة تصنيع خردة الألمنيوم باعتباره عملية إستراتيجية والتي تؤدى باستمرار إلى تغير العلاقة المستمرة بين التكنولوجيا واستراتيجيات العمل الصناعي.

تعتبر صناعة الألمنيوم وسبائكه من الصناعات الهندسية القديمة والتي تحتل خلال الفترة الماضية الموقع الثاني بعد صناعة الصلب (6). وصناعة الألمنيوم تتم بصورة أساسية من أهم خامات الألمنيوم وهو البوكسايت وتتم بطريقة باير (7). لكن خلال السنوات الأخيرة فان القسم الأكبر من إنتاج الألمنيوم العالمي يتم باستخدام خردة الألمنيوم والذي يتم الحصول عليه من مخلفات العمليات التصنيعية للألمنيوم ومن فضلات الألمنيوم المستخدمة. تسمى العمليات التصنيعية بعمليات التدوير والألمنيوم الناتج وسبائكه المنتجة بهذه الطريقة تسمى بالطرق الإنتاجية الثانوية.

ينتج حاليا أكثر من 33% من الألمنيوم المنتج عالميا من الخردة.

أن إلية إنتاج الألمنيوم وسبائكه بالطرق الثانوية تختلف بصورة تامة عن طريقة باير لمعالجة الخام لكنها عادة تستخدم نفس تتابع المسلك التكنولوجية. ومن الممكن تلخيص هذه الخطوات بما يلي: معالجة الخام و عمليات التعدين والمعالجات الحرارية وعمليات الصهر وعمليات التنقية والصب أو التشكيل بمقاطع مختلفة وحسب الحاجة (8). يجب الانتباه إن عمليات تصنيع الألمنيوم وسبائكه من الخردة تحتاج أيضا إلى سيطرة وتكنولوجيا عالية مثلما تحتاجه صناعة الألمنيوم وسبائكه من الخام. فهي تتطلب الحصول على التركيب الكيمياوى المطلوب واستخدام الطاقة بصورة دقيقة وتقليل التالف من عمليات التصنيع والحصول على منتج بنوعية عالية وخالي من العيوب وبأقل ما يمكن من الكلفة (9). انه منذ إنتاج الألمنيوم بصورة كبيرة منذ عام (10) 1900 فان الكميات المنتجة من الخردة أصبحت في تزايد والتي عادة ما تزداد بصورة واضحة خلال الأزمات للحاجة الماسة لهذه السبائك (11).

معوقات صناعة خردة الالمنيوم بالعراق

انه من المهم جدا قبل الدخول بواقع صناعة سبائك الألمنيوم من الخردة معرفة أهم الفوائد للنهوض بهذه التقنية والتي من أهمها هو الاستغلال الأمثل للطاقة (9) حيث يحتاج إلى ما يعادل اقل من 90% من الطاقة المستخدمة للحصول على الألمنيوم من الخام. كذلك تكون مخلفات الإنتاج قليلة مقارنة من المخلفات الناتجة من استخدام الخام (12) والتي تصل إلى حوالي اقل من 90%. كذلك تكون كمية الغازات الضارة المنبعثة والتي يمكن السيطرة عليها بسهولة عند الاستخدام التقني بصورة علمية إلى اقل مايمكن وبالأخص الفلوريدات واكاسيد الكبريت وثانى اوكسيد الكربون (9). علما أن الكلفة الكلية للإنشاء تكون قليلة جدا مقارنة مع

*قسم هندسة الانتاج والمعادن،الجامعة التكنولوجية/بغداد

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

أنتاج الألمنيوم من خاماته والتي تصل إلى اقل من 85% وتكون المعدات اقل تعقيد أيضا. وكل هذه العوامل ملائمة للنهوض بهذه الصناعة الحيوية بالقطر.

أوضحت الزيارات الميدانية و التحليل الدقيق لمخلفات وصناعة الألمنيوم في العراق بالوقت الحاضر الى العديد من المعوقات للنهوض بهذه الصناعة المهمة لاقتصاد البلد والتي يمكن إيجازها بما يلي:

1- صعوبة إيجاد طريقة مثلى لتجمع الخردة الخاصة بالألمنيوم بمختلف أنواعها وعدم وجود إلية مركزية لجمع المخلفات المنزلية والتي تمثل الجزء الأكبر من الخردة وذلك لتوقف او بطا عملية جمع النفايات بكل العراق.

2- لقد وجد أن عملية الجمع بالوقت الحاضر بغياب إلية مركزية ووعى للناس غير مجدية اقتصاديا لاعادة تصنيع الألمنيوم من مخلفاته وقد يتجاوز إعادة التصنيع سعر الألمنيوم المستورد من بلدان تتعامل مع الخردة كمورد اقتصادي ومنافس للأسعار مثل السعودية والبحرين.

3- نظرا لعدم وجود الرقابة والقوانين الصارمة فانه توجد عدد من الورش التي تعتني بتصنيع الألمنيوم من الخردة والتي لا تتوفر فيها المعايير المطلوبة والتي أهمها انبعاث الغازات الضارة الملوثة للبيئة وبالأخص في بغداد وذلك لتجمع هذه الورش بالقرب من المناطق السكنية.

4- عدم وجود اى معرفة علمية بكيفية التميز بين سبائك الألمنيوم والتي تعتبر من أهم ركائز نجاح هذه الصناعية. كذلك غياب المعدات الأزمة للفحص والسيطرة على التركيب الكيمياوى.

5- كذلك أوضحت الدراسة الميدانية والتحليل للمنتجات والمسبوكات افتقارها لمتطلبات الجودة من خلال العيوب العيانية والمجهرية وعدم تطابق التركيب الكيمياوى مع المواصفات العالمية ومواصفات التقييس والسيطرة النوعية العراقية. حيث أوضحت الفحوصات الكيمياوية والميكانيكية مدى التذبذب في الخواص والتي تتجاوز أكثر من 100% في بعض الأحيان. علما أن قيم الخواص الناتجة لسبائك الألمنيوم المصبوبة والحاوية على 2 إلى 5 % مغنسيوم هي اقل من الخواص القياسية بما يعادل أكثر من 200%.

الجز العملى

لقد تم فى هذا البحث دراسة العديد من انواع السكراب المتوفرة فى القطر والتى تم من خلالها دراسة الصلادة والبنية المجهرية لها ومقارنتها بعد اجراء عملية الصب لنسب مختلفه من هذة السبائك. ان السبائك التى تم دراستها كسكراب تتضمن

1- سبيكة البستن الخاص بالمحركات وهى تقع ضمن مجموعة سبائك الالمنيوم المصبوبه 3xx.x
2- سبيكة غطاء المحرك وهى تقع ضمن مجموعة سبائك الالمنيوم المصبوبة 4xx.x
3- الالمنيوم التجارى والحاوى على عناصر سبك بنسبة لاتتجاوز 1% واهم العناصر المتواجدة فيه هى السلسيكون والمغنسيوم 1xxx

لقد تم اولا دراسة البنية المجهرية لهذه السبائك وذلك بقطع نماذج منها واجراء عملية الاسناد على البارد ومن ثم التجليغ باستخدام اوراق مختلفة من كاربيد السليكون. ومن ثم اعقبها اجراء عملية الصقل باستخدام اللالومينا ذات الحجم الحبيبى 0.05 مايكرون ومن ثم الاظهار باستخدام محلول مخفف من حامض الهيدروفلوريك بنسبة 0.5 ملليتر مضاف الى الماء المقطر. بعدها تم تصوير البنية المجهرية لدراسة الاطوار الناتجة ومن ثم قياس الصلادة الفيكرية.

لدراسة تاثير استخدام السكراب للحصول على سبائك المنيوم اخرى تم اجراء تجربتين لتحديد كلا من العيوب الناتجة بعد الصب وتحديد التغير فى البنية المجهرية والصلادة وهى تتضمن صهر نسب متساوية من السبائك الثلاثة وايضا صهر

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

نسب مختلفة من السبائك الثلاثة وهى على التوالى 20% من السبيكة الاولى و 40% من السبيكة الثانية و 20% من السبيكة الثالثة. تم **استخدام الفرن الغازى لعملية الصهر وباستخدام مساعدات الصهر.**

بعد اجراء عملية الصهر تم دراسة العيوب الناتجة ومن ثم دراسى البنية المجهرية والصلادة. حيث تم استخدام نفس الاجراءات المتبعة للسبائك قبل الصهر.

تحليل النتائج

لغرض معرفة نواتج الحصول على سبيكة الألمنيوم الناتجة من إعادة استخدام الخردة لابد من التعرف على أهم السبائك في نظام سبائك الألمنيوم ألمشكله والمصبوبة والتي لابد من الإلمام به للسيطرة على إعادة الصهر. ان قسم من هذه السبائك متوفرة فى القطر وكما تم الاشارة اليه بالجزء العملى ولابد من الالمام بها بصورة كاملة لغرض فعم الية اعادة الصهر للسكراب.

سبائك الألمنيوم المشكلة

نظرا لأهمية هذا النوع من السبائك وانتشاره في القطر فانه تم التعرف على كافة المجاميع وبيان مدى تواجدها في القطر وكما يلي:

المجموعة 1xxx

واهم المصادر للخردة في العالم وكذلك في العراق وتشمل الألمنيوم النقي بحدود 99% واهم مصادرها بالعراق هي الأسلاك الكهربائية التالفة وأغلفة التغليف للمعدات الكيميائية. لقد وجد أن هذا النوع من الخردة ممكن الاستفادة منه لمعادلة التراكيب الكيمياوية المطلوبة من الخردة لنقاوته.

المجموعة 2xxx

وتمثل سبائك الألمنيوم الحاوية على النحاس كعنصر سبك اساسى وبنسب تتراوح بين 1 إلى 6% وتتضمن أيضا كميات قليلة من المنغنيز والحديد والمغنسيوم والسليكون واهم مخلفاتها بالعراق هى أبدان الطائرات واهم السبائك لها المتوفرة هي التي تحتوى على 4% نحاس.

المجموعة 3xxx

وهى السبائك ذات المحتوى من المنغنيز كعنصر سبك رئيسي وبنسب لا تتجاوز 2%. وهذه المجموعة غير متوفر استخدامه بالعراق بصورة كبيرة. علما أن استخدامها أو إضافتها للحصول على سبائك ألمنيوم من الخردة وجد بأنه غير مرغوب به في صناعة المنتجات المشكلة بسبب وجود الحديد والذي هو عنصر ضار وان إزالته من المنصهر تكون غير تكون غير اقتصادية.

المجموعة 4xxx

هذه سبائك ذات نسب عالية من السليكون والذي يصل لغاية 12% وهى تستخدم بصورة خاصة في صناعة أسلاك اللحام وكميات قليلة منها تصنع منها بعض أجزاء صناعات الطائرات بالحدادة. وهذا المخلفات في العراق تكون محدودة جدا ولايمكن الاستفادة منها في صناعة الأجزاء من الخردة التي تتطلب عمليات تشكيل لاحقة بسبب محتوى السليكون العالي.

المجموعة 5xxx

وهى من اهمم مصادر الخردة في العراق من نواتج فضلات العمليات التصنيعية وعادة تحتوى على مغنسيوم بنسب تصل لغاية 5%. ولقد وجد أن هذه السبائك مهمة جدا لإعادة تصنيع الأجزاء من الخردة لاستجاباتها لعمليات التنقية والصهر والتشكيل. وتمثل اجتزاء سبائك الألمنيوم من هذا النوع المصدر الاساسى أيضا للمخلفات بالعراق والناتجة من العلب المعدنية الفارغة والعديد من أجزاء الحاويات.

المجموعة 6xxx

لقد وجد أن هذه مجموعة مهمة للمخلفات بالعراق وبالأخص وجودها بالاجتزاء الملحومة في صناعة السيارات ومخلفاتها الواسعة بالعراق في الأماكن الصناعية. ومن الممكن التعامل معها بصورة أسهل مقارنة مع السبائك الحاوية على سليكون. حيث أن عناصر السبك الرئيسية فيها هما المغنسيوم والسليكون وبنسبة لا تتجاوز 3.5% لكلاهما.

المجموعة 7xxx

لقد وجد أن هذه المجموعة تحتاج إلى تصنيف دقيق ومعرفة بها قبل استخدامها في إعادة

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

التصنيع لانها تحتوى على سبائك واسعة وبعناصر سبك قد تتجاوز 12% وبالأخص للخارصين الذي يمثل العنصر الاساسى فيها إضافة الى النحاس والمغنسيوم. وهى متوفر منها في القطر الكثير من الخردة من مخلفات صناعة الألمنيوم الثقيلة.

المجموعة 8xxx

وهى مجموعة غير مهمة في مخلفات الخردة في العراق نظرا لأنها تشمل سبائك عديدة ذات خواص عالية وتشمل عناصر واسعة وأهمها الليثيوم والبورون والحديد والفناديوم والنيكل وغير متوفرة بصورة واضحة في القطر.

لقد وجد من هذا البحث بأن أهم السبائك التي تتواجد بالعراق هي التي تقع ضمن المجاميع 5xxx و 1xxx و 2xxx والمجاميع الأخرى ذات أهمية قليلة أما بسبب عدم وجود مخلفات لها مثل المجموعة 4xxx و 8xxx أو لها مخلفات قليلة وصعبة التعامل بها ضمن صناعة واقع الخردة البدائي والمحدود في العراق مثل المجوعة 7xxx و 3xxx .

لقد وجد بان صناعة خردة الألمنيوم حساسة جدا وتحتاج إلى الخبرة العالية للسيطرة على عناصر الشحنة المضافة ونسبة المجاميع المضافة للحصول على سبائك تكون ملائمة لعمليات التشكيل اللاحقة.

لقد وجد في حالة صهر سبائك مختلفة من سبائك الألمنيوم المشكلة وبكميات متساوية لكلا منها وهى الألمنيوم النقي نوع 1050 وسبيكة 3005 و سبيكة 2024 و سبيكة 5082 وسبيكة 7057 (8) والتي تحتوى عل نسب مختلفة من عناصر الألمنيوم و الحديد والسليكون والنحاس والمنغنيز والمغنسيوم والخارصين وعناصر أخرى بصورة قليلة بان التركيب الناتج للسبيكة الناتجة كان يتضمن 0.4 سليكون و 0.4 حديد و 1% خارصين و 1.2% نحاس و 0.6% منغنيز و 1.5% مغنسيوم والمتبقى المنيوم. ومن دراسة التحليل الكيمياوى للسبيكه فانه يمكن الاستنتاج أن كمية الخارصين أعلى من الكمية المسموح بها لكل سبائك الالمنيوم المشكلة خارج المجمو عة 7xxx وإنها تودي إلى مشاكل عند التشكيل. لذا لغرض استخدامها كسبيكة تشكيل لابد من تقليل كمية الخارصين فيها والذي يمكن أن يتم بتقليل نسبة السبيكة المستخدمة من المجموعة 7xxx وزيادة المجاميع الاخرى.

سبائك الألمنيوم المصبوبة

ممكن القول بان اغلب إعادة الصهر للخردة في العراق سوءا للأجزاء الناتجة من الألمنيوم المشكل أو المصبوب تستخدم ثانية للحصول على مسبوكات. ولقد وجد من المسح الميداني أن سبائك الألمنيوم المصبوبة والتي من الممكن الاستفادة منها والمتوفرة بكميات هي التي تقع ضمن مجموعتين أساسيتين مقارنة مع مجاميع الصب القياسية وهما:

المجموعة 3xx.x

والتي تحتوى على نسبة عالية من السليكون والتي تصل إلى 22% ونحاس لغاية 5% ومغنسيوم لغاية 1.5% ونيكل لغاية 3% والتي أهم مصادرها بالعراق هي أغطية المحركات والبساتن للسيارات.

المجموعة 4xx.x

والتي هي الاخرى تحتوى على سليكون كعنصر سبك اساسى وبنسبة تصل لغاية 13% وبكميات قليلة من العناصر المتواجدة بالمجموعة السابقة. وان أهم مصادرها هي الأوعية المستخدمة في مناولة الأطعمة وأجزاء الوصلات لصناعة السفن. حيث يجب الانتباه أن كمية عناصر السبك في هذه المجاميع اكبر بكثير من الخردة الناتجة من الألمنيوم المشكل. حيث وجد أن ذلك يودى إلى صعوبة عند التعامل مع خردة الاللمنيوم المصبوبة.

المجموعة 8xx.x

والتي أهم عناصر السبك بها هو القصدير وبنسبة تصل إلى 8% والنحاس لغاية 4% واهم مصادرها التي تم حصرها بالقطر هو المحامل وقضبان التوصيل. علما أن هذه الخردة لا تمثل أكثر من 5% من المجموعتين السابقتين.

ولقد وجد أيضا أن من أهم محددات السبائك الناتجة من الخردة المصبوبة هو السيطرة على

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

التركيب الكيمياوى الناتج للمسبوكات الناتجة والتي يتجاوز بصورة كبيرة السبائك الناتجة من الخردة المشكلة. لقد وجد أن السبب الرئيسي لهذا الاختلاف هو يعود بالدرجة الأساس إلى كمية عناصر السبك العالية في سبائك الألمنيوم المصبوبة وتأثيرها المختلف على الخواص. لذا وجد بانه للتعامل مع الخردة الناتجة من الأجزاء المصبوبة هو أن تتم إعادة الصهر فقط للأجزاء المتشابهة والتا أعطت بالنهاية تراكيب كيمياوية مقاربة للأجزاء التي تم استخدامها. علما أن كفاءة المنتجات الناتجة للأجزاء المتشابه كانت عالية مقارنة مع الخردة الناتجة من إعادة الحصول عليها من الأجزاء المشكلة.

لدراسة الحصول على سبائك الالمنيوم من السكراب المتواجد بالقطر تم الحصول على السبائك التى تم توضيحها بالجزء العملى و الموضح تراكيبها المجهرية في الاشكال من 1-5 و المضح قيم الصلادة لها بالجدول رقم 1 وهى

1- المنيوم نقى ويحتوى على 1% من النحاس والسليكون (شكل 1) ومشكل وذات صلادة بحدود 20 Hv .
2- سبيكة محرك وتحتوى على سليكون بحدود 12% وبدون عناصر سبك اخرى والبنية المجهرية هى ايوتكتيك من الالمنيوم والسليكون والصلادة لها 45 Hv (شكل 2).
3- سبيكة البستن وهى ذات محتوى سليكون بحدود 15% وكمية من المغنسيوم بحدود 1% ونحاس بحدود 3% وكمية من النيكل 1% وهذه السبيكة كما موضحة البنية المجهرية لها عبارة عن ارضية من الايوتكتيك للالمنيوم والسليكون وسليكون اولى واطوار وسطيه من الالمنيوم والنحاس Cu2Al (شكل 3) وان قيمة الصلادة بحدود Hv70.

لقد تم اجراء الصهر بنسب وزنية متساوية من السبائك الثلاثة وتم الحصول على بنية مجهرية تختلف عن السبائك الداخلة فيها وكما موضح بالشكل 4. حيث يلاحظ الحصول على بنية مجهرية متجانسة من الالمنيوم سليكون وبحدود 9% سليكون ونظرا لكون كمية النحاس والالمنيوم والنيكل الموجودة بالسبيكة 3 تم استخدامها بمقدار الثلث فان هذة الكميات تم دخول القسم الاكبر منها فى الارضية وتم تقليل الاطوار الوسطية وبالنتيجة ادى الى زيادة الصلادة مقارنة بالسبيكة الاولى والثانية وبحدود 50 Hv. ويمكن الحصول على تحسن اكثر بالخواص الناتجة من خلط السبائك السابقة وبنسب مختلفة. حيث تقليل نسبة الالمنيوم النقى من 33% الى 15% وجد له تاثير واضح للحصول على خواص صلادة اكبر تقترب من السبيكة الثالثة وهى بحدود 55 Hv. مع الاخذ بنظر الاعتبار التحسن بالبنية المجهرية والناتجة من زيادة نسبة السليكون مقارنة مع السبيكة الاولى الناتجة من خلط سبائك السكراب بنسب متساوية حيث ان نسبة السليكون بحدود 11% وهة مقاربة الى سبيكة السكراب الثانية لكن ذات خواص اكبر منها بسبب نسبة عناصر السبك الاكثر المتواجدة بسبيكة السكراب الثالثة (شكل 5).

الاستنتاجات

1. الحاجة الماسه للنهوض بهذه الصناعة الاستراتيجية فى القطر وبالاستفاده من تجارب العالم بهذا الخصوص وبالاخص الصين وكوريا لما لهم من خبره واسعه بهذا المجال. ووضع خطة مركزية للاستفادة من الخردة المتواجدة عند القطاع الخاص والحكومى.
2. التوعية الشعبية للاستفادة من المخلفات المنزلية للالمنيوم وسبائكه والمحافظة على البيئة.
3. ايجاد وتطوير الطرق العلمية للتعامل مع الخردة ابتداء من عمليات القطع للاجزاء الكبيرة وانتهاءا بالتخلص من المخلفات الضارة من عمليات الصهر والتنقية.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

4. الاختيار الامثل لسبائك السكراب واختيار النسب لهذه السبائك مهم جدا للحصول على سبائك ذات خواص ملائمة للتطبيقات الهندسية.

المصادر

[1] G. Liu, Y. Wang, Z. Fan, A physical approach to the direct recycling of Mg-alloy scrap by the rheo-diecasting process, *Materials Science and Engineering: A*, 472(2008)251.

[2] K. Hashimoto, H. Habazaki, M. Yamasaki, S. Meguro, T. Sasaki, H. Katagiri, T. Matsui, K. Fujimura, K. Izumiya, N. Kumagai, E. Akiyama, Advanced materials for global carbon dioxide recycling, *Materials Science and Engineering A*, 304(2001)88.

[3] J. Lapin, T. Pelachová, Microstructure and mechanical properties of wrought aluminium alloy prepared by recycling of aluminium matrix composites reinforced with Inconel 601 fibres, *Materials Science and Engineering A*, 271(1999)266.

[4] *C.K. Gupta, N. Krishnamurthy, Extractive Metallurgy of Rare Earths, CRC Press, Boca raton London New York Washington, D.C, 2004.*

[5] *J.H.L Van* Linden, Aluminum recycling: everybody's business, technological challenges andopportunities, in *ight Metals 1990*,Bickert, C.M., Ed., TMS-AIME, Warrendale, A, 1990, p. 675.

[6] *P. Mahi et al , Trends in aluminium recycling in the UK, in Recycling of Etalliferous materials, IMMM, London, 1990, P 133.*

[7] S. wolf and H. Hoberg, Recycling of aluminium and its effect on sustainable development in 3rd ASM International Conference of Recycling metals , Brussels, Belgium, 1997.

[8] Ian Polmer, Light alloys from traditional alloys to nanocrystals, Fourth Edition, Butterworth – Heinemann Imprint of Elsevlver, 2006.

[9] G. Rombach, Integreated Assessment of Primary and secondary Aluminium Production, in Materials for Future: Aluminium Products and Processes, DMG, Business Media, Ltd., Surrey, UK, 1998.

[10] R.D.T. Rollowell, Secondary Aluminkium and its Alloys, Met. Ind, 54(1939)387.

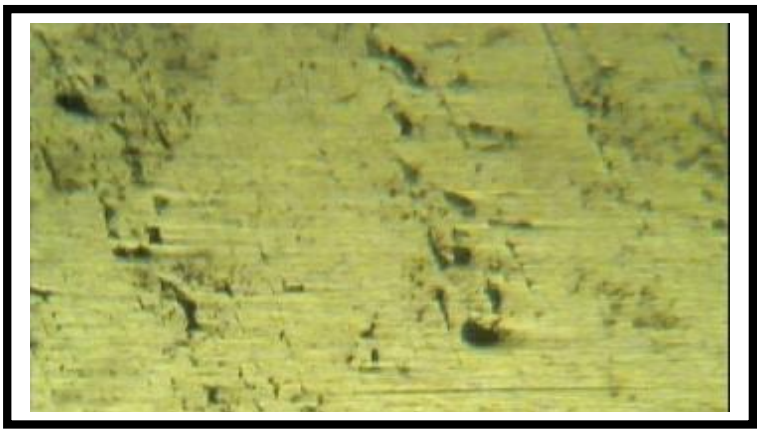
[11] J. Morrison, European aluminium recycling under threat, Alum. Int. Today, 17(2005)17.

[12] K.J. Martchek, Life cycle benefits, challenege and the potential of recycled aluminium, in Proc. Air and Waste Manage. Assoc., 90th Ann. Exhib. 1997.

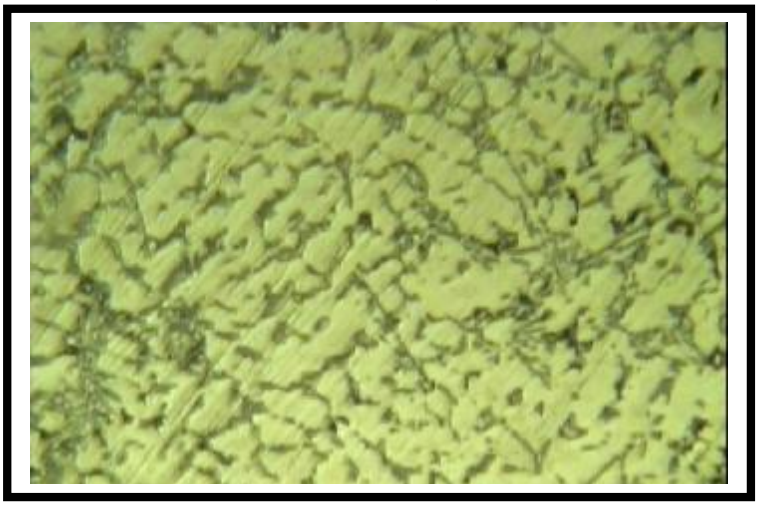
جدول (1) يمثل قيم الصلادة الفيكرية للسبائك المستخدمة في البحث

اسم العينة	صلادة فيكرز Kg/mm2
الالمنيوم النقي	36.261
سبيكة المحرك	62.782
سبيكة البستن	51.941
السبيكة بنسب الخلط المتساوية	47.539
السبيكة بنسب الخلط غير المتساوية	56.358

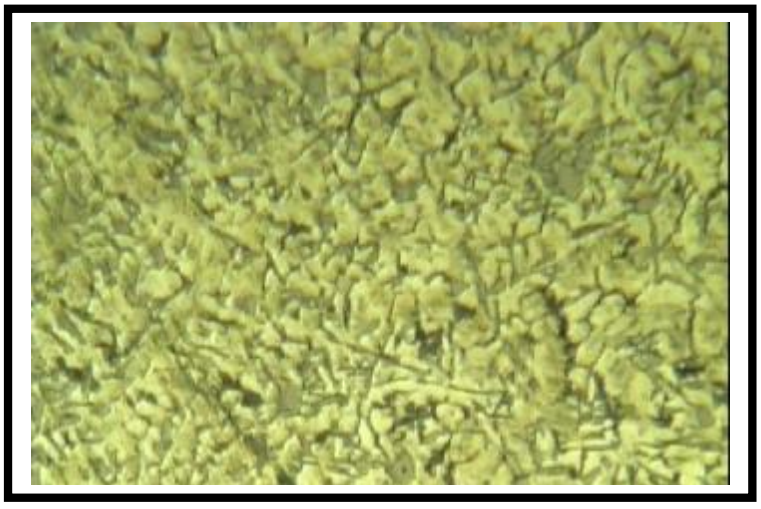
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



شكل (1) البنية المجهرية للالمنيوم النقى والحاوى على 1% من النحاس والسليكون

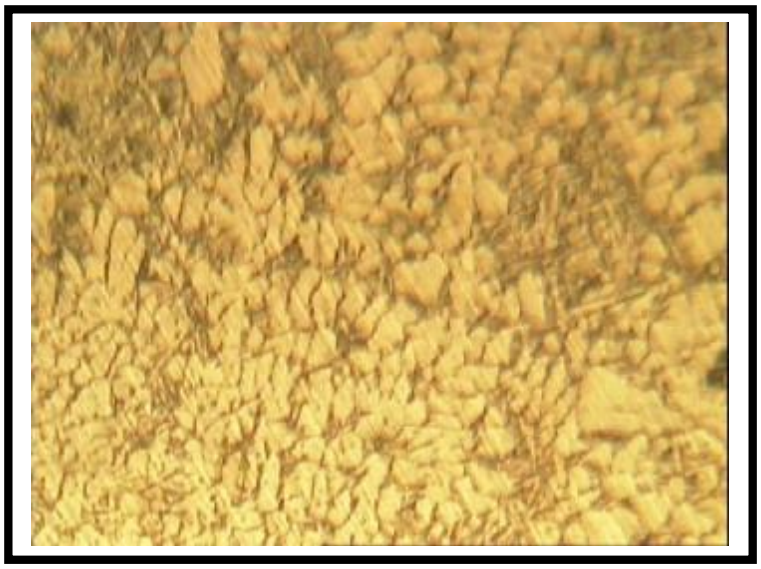


شكل (2) البنية المجهرية لسبيكة محرك وتحتوى على سليكون بحدود 12% وبدون عناصر سبك اخرى



شكل (3) البنية المجهرية لسبيكة البستن وهى ذات محتوى سليكون بحدود 15%

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



شكل (4) البنية المجهرية لعينة من خلط العينات و بنسب متساوية

شكل (5) البنية المجهرية لعينة من خلط العينات و بنسب خلط مختلفة

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com