

تأثير إضافة العناصر السبائكية (النكل والكاديوم) على الخواص الميكانيكية لسبيكة (المنيوم- زنك- مغنيسيوم)

Y cggf 'V0f'cuj lf "

Production and Metallurgy Engineering Department, University Technology/Baghdad
 Email: waleed_eng99@yahoo.com

Tgegkxf 'lp<644236" ' (""Ccegrvxf 'lp<7B4236

CDUVTCEV<'

This work is concerned to study effect of addition the cadmium and nickel on mechanical properties of Al-Zn-Mg alloy. Three alloys were prepared with addition cadmium and nickel (0.5%wt) for each one alloy and added the nickel and cadmium in form combined of percentage (1%wt), as well as to base alloy. The alloys were prepared by melting and pouring in metallic mold. Many inspection and tests have been done such as microstructure, hardness , tensile test and wear test. The results show that addition of cadmium and nickel improved the mechanical properties of Al-Zn-Mg alloy, where they increase the hardness (from 58.4 to 86.92 kg/mm²), tensile strength (from 87 to 107 Mpa) ,yield strength(from 32 to 54 Mpa), and decrease the wear rate(from 28 to 15.6x10⁻⁷g/cm) and ductility (from 12 to 8.5%) and microstructure refined .Effect of nickel was more than cadmium, while the addition of nickel and cadmium together improved on improvement the mechanical properties more in comparison with the others alloy.

Mgf y qtf <Al-Zn-Mg alloy, nickel and cadmium, mechanical properties ,individual, combined.

تأثير إضافة العناصر السبائكية (النكل والكاديوم) على الخواص الميكانيكية لسبيكة (المنيوم- زنك- مغنيسيوم)

الخلاصة:

يتناول هذا البحث دراسة تأثير إضافة الكاديوم والنكل على الخواص الميكانيكية لسبيكة Al-Zn-Mg. وقد تم تحضير ثلاث سبائك بإضافة عنصر الكاديوم والنكل (0.5%) كل على حدة وتم إضافة النكل والكاديوم بشكل مشترك وبنسبة (1%) بالإضافة إلى السبيكة الأساس. وقد تم تحضير هذه السبائك بعملية الصهر والصب في قالب معدني. وقد أجري عدد من الفحوصات والاختبارات منها فحص البنية المجهرية وفحص الصلادة واختبار الشد واختبار البلى. وقد أظهرت النتائج أن إضافة النكل والكاديوم تحسن من الخواص الميكانيكية لسبيكة Al-Zn-Mg حيث ازدادت الصلادة (من 58.4 إلى 86.92 kg/mm²) ومقاومة الشد (من 87 إلى 107Mpa) ومقاومة

الخصوع (من 32 إلى 54 Mpa) وأنخفض معدل البلى (من 28×10^{-7} إلى 15.6×10^{-7}) والمطيلية (من 12% إلى 8.5 %) بالإضافة إلى تنعيم البنية المجهرية ووجد أن تأثير النيكل أكبر من تأثير الكاديوم أما زيادة نسبة النيكل والكاديوم وإضافتهما معاً فقد عملت على تحسين الخواص الميكانيكية بشكل كبير مقارنة مع السبائك الأخرى .

المقدمة :

تستخدم سبائك الألمنيوم بشكل واسع في صناعة السيارات والطائرات والصناعات المعدنية والكثير من العمليات التصنيعية الحديثة ويعود ذلك للخواص المميزة التي تمتلكها سبائك الألمنيوم مثل الكثافة المنخفضة والقابلية الجيدة للتشغيل على الماكائن والكلفة المنخفضة بالمقارنة مع المعادن الأخرى. والتوصيلية الحرارية والكهربائية العالية بالإضافة إلى المقاومة العالية نسبة إلى الوزن، وعلى كل حال إن الألمنيوم وسبائكه يفتقرون إلى بعض الخواص التي تتطلب مقاومة وصلادة عالية مثل البلى ومقاومة الشد، وبما أن خواص الألمنيوم وسبائكه تعتمد على العناصر الداخلة في تركيب هذه السبائك مثل المغنسيوم والنحاس والسليكون والزنك و النيكل وعناصر أخرى لذا يمكن تحسين الخواص الميكانيكية والخواص الكيميائية بإضافة بعض من هذه العناصر إلى سبائك الألمنيوم [1]. ومن أهم سبائك الألمنيوم سبائك سلسلة 7xxx الحاوية على الزنك عنصراً رئيسياً بالإضافة إلى المغنسيوم والنحاس، حيث تضيف هذه العناصر الخواص الجيدة لهذه السبيكة ويمكن تحسين خواص هذه السبيكة باستعمال المعاملات الحرارية كونها من السبائك القابلة للتعامل الحراري أو إضافة بعض العناصر السبائكية. وللعناصر السبائكية تأثير كبير على خواص سبائك الألمنيوم سواء كان هذا التأثير سلبياً أو إيجابياً. فإضافة السليكون مثلاً يزيد من صلادة السبيكة ويحسن من مقاومة البلى والاحتكاك ويقلل من معامل التمدد الحراري ولكنه يقلل من خاصية التشغيل على الماكائن. أما النحاس فإضافته تزيد من مقاومة وصلادة سبائك الألمنيوم وتزيد من مقاومة الشد عند وجوده بنسب تصل إلى (1.5%) وكذلك يرفع من إمكانية المعالجة الحرارية للسبيكة ومن الجانب الآخر فلنحاس تأثير سلبي على مقاومة التآكل للسبيكة وخواص اللحام . أما المغنسيوم فيعمل على تحسين خواص التصليد الانفعالي ويحسن من مقاومة التآكل وقابلية اللحام لسبائك الألمنيوم [2]. أما عنصر التيتانيوم فله تأثير إيجابي على البنية البلورية حيث يعمل على تنعيم البنية وبالتالي يحسن من الخواص الميكانيكية لسبائك الألمنيوم بالإضافة إلى تأثيره في تحسين مقاومة التآكل عند احتواء السبيكة على نسب عالية منه ولكن عند زيادة نسب إضافته عن الحد المقبول يكون له تأثير سلبي على قابلية السباكة [3]. أما عنصر الكاديوم فهو عنصر منخفض الذوبانية في سبائك الألمنيوم وقد تصل نسبة ذوبانه 0.3% وتتم إضافته إلى سبائك الألمنيوم حيث يعمل على تحسين الصلادة وزيادة مقاومة التآكل وعند إضافته بنسب (0.05-0.5%) إلى سبيكة Al-Zn-Mg يعمل الكاديوم على تقليل وقت التعتيق لهذه السبائك [4]. أما عنصر النيكل عند إضافته بنسب أعلى من 2% يعمل على زيادة المقاومة الميكانيكية ويقلل من مطيليه الألمنيوم عالي النقاوة وان أعلى ذوبانية للنيكل في الألمنيوم تصل إلى (0.04%) عند الحالة الصلبة وعندما تكون نسبة النيكل أعلى من نسبة ذوبانه في الألمنيوم فإنه سوف يتواجد كمتضمنات غير ذائبة [5].

وبسبب الخواص المميزة التي تمتلكها سبائك الألمنيوم ذات السلسلة 7xxx تشجع الكثير من الباحثين على دراسة خواص سبيكة Al-Zn-Mg.

في عام 2000 [6] درس الباحثان S.W.Nam , D.H.Lee تأثير إضافة عنصر المنغنيز على سبيكة Al-Zn-Mg-Cu حيث كانت نسب الإضافة (0.2-1.2%Mn) ووجد الباحثان أن مقاومة الشد ومقاومة الخصوع تزداد بشكل تدريجي مع زيادة نسب أضافه المنغنيز أما بالنسبة إلى المطيلية فإنها تنخفض تدريجياً مع إضافة المنغنيز.

وفي عام 2009 [7] درس الباحث A.K.Chaubey وآخرون تأثير إضافة نسب قليلة من السيريوم على الخواص الميكانيكية لسبيكة Al-Zn-Mg-Cu وكانت نسب الإضافة (0.1-0.4%Ce) وجد الباحثون أن الخواص الميكانيكية تتحسن مع إضافة السيريوم حيث تؤدي الإضافة إلى

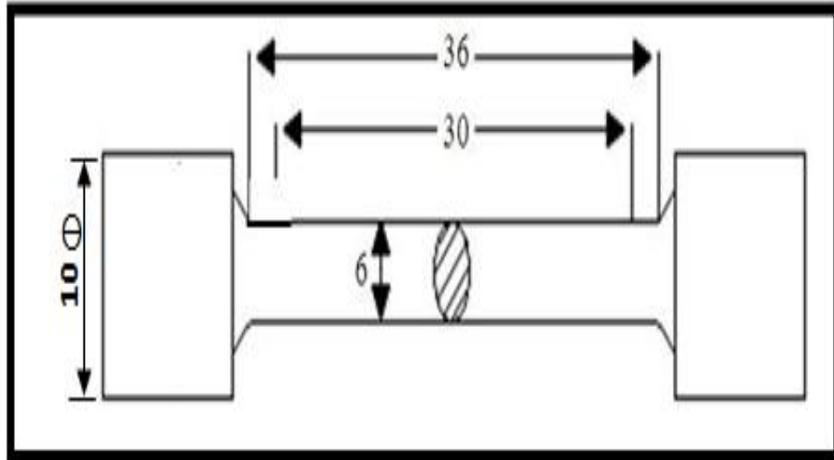
جدول (1) التحليل الكيميائي للسبيكة الأساس والسبائك المحضرة

Alloys (wt%)	Sam .No	%Si	%Fe	Cu %	Mn %	Mg %	%Cr	%Ni	Zn %	Cd %	Al
Al-Zn-Mg Alloy	A1	0.063	0.194	1.53	0.018	2.06	0.20	0.004	5.32	0.01	Bal.
Al-Zn-Mg +0.5% Cd	A2	0.085	0.311	1.65	0.017	2.08	0.179	0.008	5.54	0.56	Bal.
Al-Zn-Mg +0.5% Ni	A3	0.075	0.238	1.66	0.017	2.08	0.18	0.514	5.51	0.01	Bal.

Result of X-Ray Diffraction Test

نتائج فحص حيود الأشعة السينية

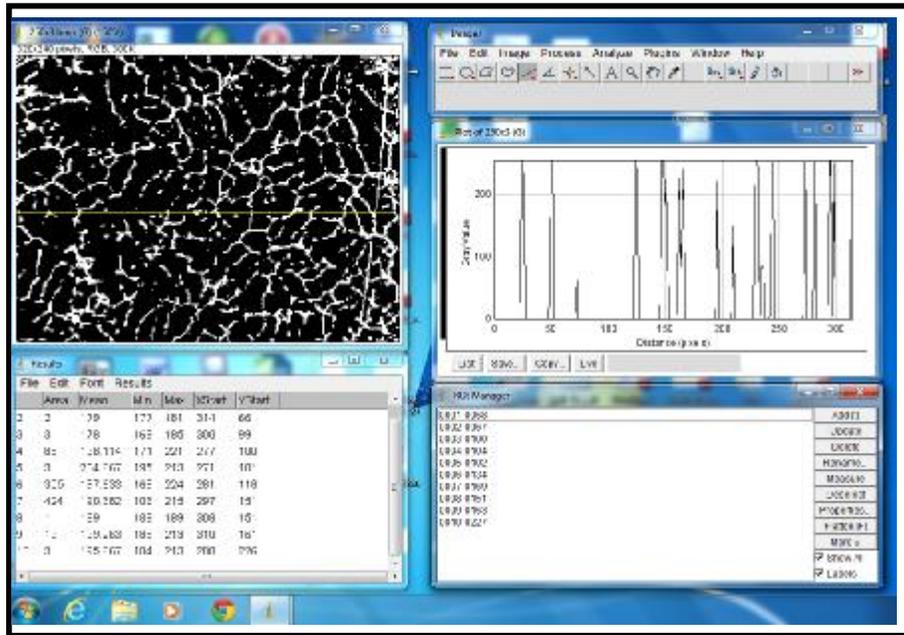
من أنماط حيود الأشعة السينية للسبائك (A1), (A2), (A3), (A4) والمبينة في الشكل (7),
توضح الأطوار المتكونة في هذه العينات. فقد لوحظ ترسيب طور الألمنيوم (Al) والألمنيوم زنك (Al Zn) في كل السبائك نتيجة لتفاعل الألمنيوم مع الزنك وهو الطور الرئيسي في سبيكة الأساس، حيث يظهر الألمنيوم عند زوايا حيود (38.620, 65.200) أما الألمنيوم زنك يظهر عند زوايا حيود (44.860, 78.280). ولم يلاحظ أي أطوار أخرى وقد يعود ذلك للنسبة القليلة المضافة للكاديوم والنيكل للسبيكة الأساس .



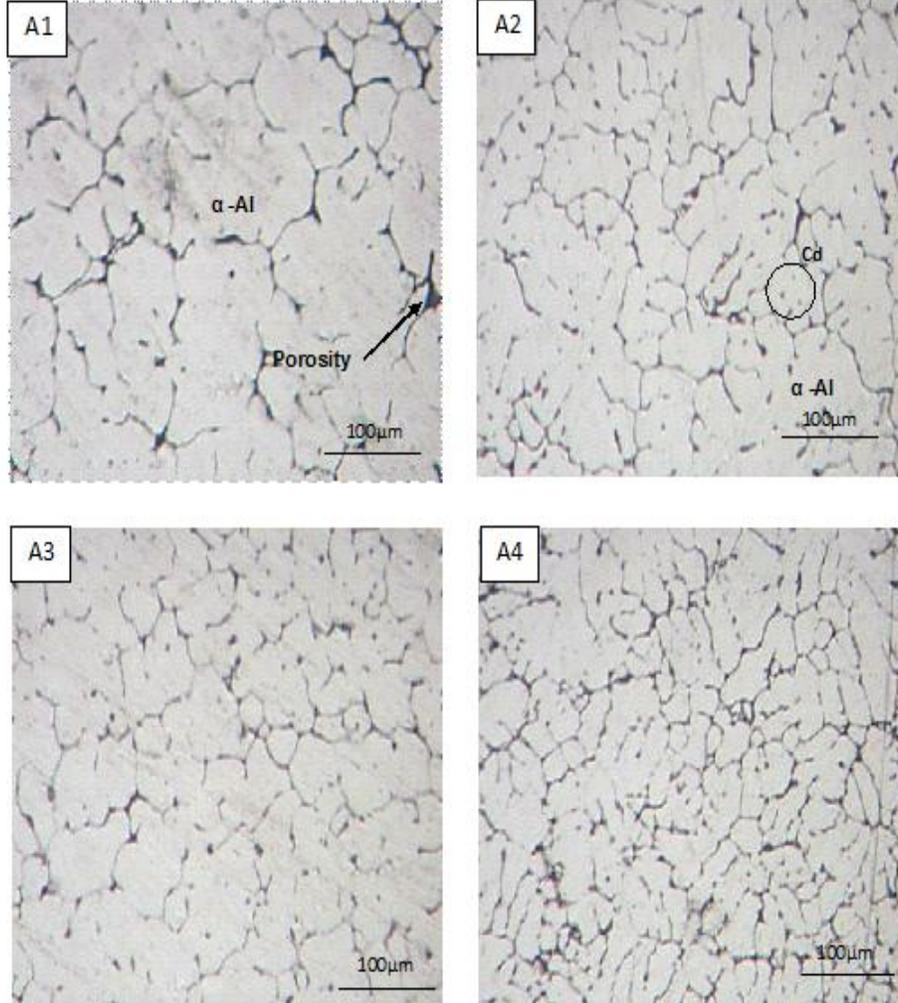
شكل (1) رسم تخطيطي أبعاد عينة الشد حسب المواصفة القياسية (ASME E8M)



شكل (2) جهاز البلى المستخدم



شكل (3) واجهة برنامج Image-J



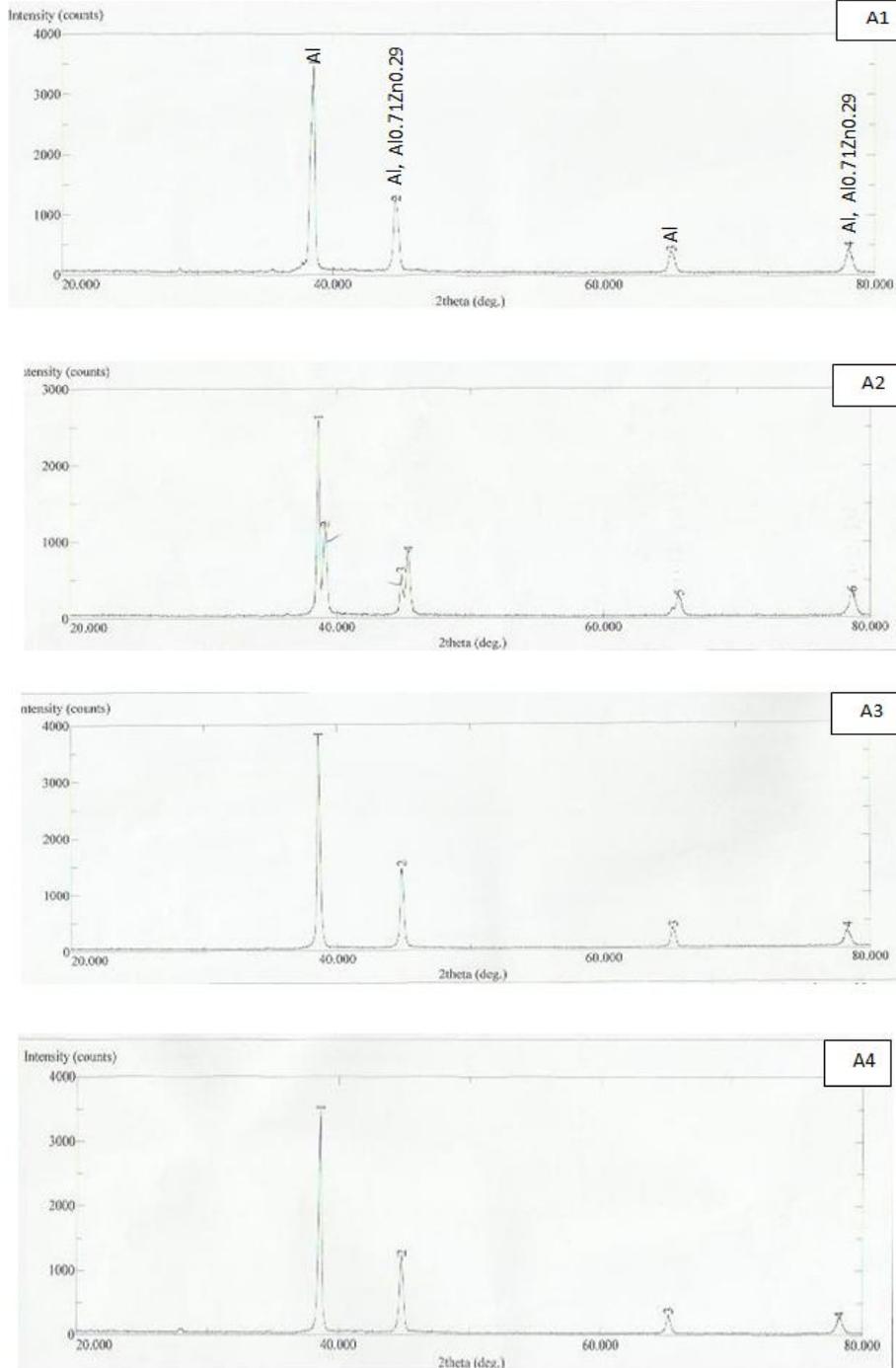
شكل (4) البنية المجهرية للسبيكة الأساس والسبائك المحضرة

A1\Al-Zn-Mg

A2\Al-Zn-Mg+0.5%Cd

A3\Al-Zn-Mg+0.5%Ni

A4\Al-Zn-Mg+1%Cd+1%Ni



شكل (7) نتائج حيود الأشعة السينية للسبيكة الأساس والسبائك المحضرة

الاستنتاجات Conclusions

- 1- إضافة النيكل والكاديوم معا كان له تأثيراً أكبر على الخواص الميكانيكية مقارنة مع إضافة النيكل والكاديوم كل على حدة اما بشكل منفرد فكان للنيكل التأثير الأكبر.
- 2- أدت إضافة النيكل والكاديوم إلى سبيكة (Al-Zn-Mg) إلى تنعيم الحبيبات وكان أفضل تأثير عند إضافة النيكل والكاديوم معاً.
- 3- إضافة الكاديوم والنيكل أدت إلى زيادة مقاومة الشد ومقاومة الخضوع والصلادة وتقليل معدل البلى.
- 4- إضافة النيكل والكاديوم عمل على انخفاض في المطيلية وكان اقل قيمة لها عند إضافة النيكل والكاديوم معا .

REFERENCES

- [1].Lucky agrawal,Rakesh yadav and Abhishek sexena,"Effect of magnesium content on the mechanical properties of Al-Zn-Mg alloys",International journal on emerging technologies ,pp.137-140.2012.
- [2].S.G. Shabestari, H. Moemeni," Effect of copper and solidification conditions on the microstructure and mechanical properties of Al-Si-Mg alloys", Journal of Materials Processing Technology,pp. 193–198 ,2004.
- [3].Majed Jaradeh, Torbjorn Carlberg,"Effect of titanium additions on the microstructure of aluminium alloy", Materials Science and Engineering A 413–414 ,pp.277–282 , 2005.
- [4].A.lokjin,"Effect of alloying element on Al-12.6%Si eutectic alloy", Thesis master , Department of materials science and engineering,2008.
- [5]. أسيل احمد أموري,"تأثير إضافة عنصر النيكل إلى سبيكة (Al-4%Cu-1.5%Mg)", أطروحة ماجستير,الجامعة التكنولوجية,قسم هندسة الإنتاج والمعادن, 2008.
- [6].S.W.Nam and D.H.Lee,"The effect of Mn on mechanical behaviuor of Al alloys",Metals and materials ,Vol.6,No.1,pp.13-16,2000.
- [7].A.K.Chaubey,S.Mohapatra,K.Jayasankar,S.K.Pradhan,B.Satpati, S.S.Sahay,B.K.Mishra and P.S.Mukherjee,"Effect Of cerium addition on microstructure and mechanical properties of Al-Zn-Mg-Cu alloys", Transaction of the Indian institute of metals,Vol.62,Issue.6,pp.539-543,2009.
- [8].Muna K.Abbass,"Effect of Cd on microstructure and dry sliding wear behavior (Al-12%Si) alloy", The journal of engineering research ,Vol.7,No.1,pp1-10,2010.
- [9].H .T.Naeem,K.S.Mohammed,K.R.Ahmad and Azmi Rahmat,"The influence of nickel and tin additives on the microstructural and mechanical properties of Al-Zn-Mg-Cu alloys",Materials science and engineering,Article ID 686474,PP1-10,2014.
- [10].Mahendra Boopathi, M., K.P. Arulshri and N. Iyandurai," Evaluation mechanical properties of aluminum alloy 2024 reinforced with silicon carbide andfly ash hybrid metal mital matrix composite",American Journal of Applied Sciences, 10 (3),pp. 219-229, 2013.

- [11].مصطفى خليل اسماعيل, " دراسة تأثير التعديل بالأنتيمون في الخواص الميتالورجية والميكانيكية لسبائك المنيوم – سليكون ,رسالة ماجستير ,قسم هندسة الإنتاج والمعادن ,الجامعة التكنولوجية,2005.
- [12].I.Kovacs and L.Zsoldos, "Dislocations and plastic deformation",Pergramon press,1973.
- [13].R. Nadella, D. G. Eskin, Q. Du, and L. Katgerman, "Macroseggregation in direct-chill casting of aluminium alloys," Progress in Materials Science, vol. 53, no. 3, pp. 421–480, 2008.
- [14].D. G. Eskin, Physical Metallurgy of Direct Chill Casting of Aluminum Alloys, CRC Press, New York, NY, USA, 2008.