تأثير التقوية بدقائق الألومينا على الخواص الميكانيكية لمادة مركبة ذات أساس معدني

زهرة حمود جلهام
المعهد تقني بابل
Inb.zhr2@atu.edu.iq

الخلاصة

يتناول هذا البحث دراسة تأثير تقوية دقائق الالومينا(AL_2O_3)على الخواص الميكانيكية لسبيكة(6061) بنسب وزنية (5%,10% and 15%). وتم تحضير العينات بطريقة السباكة بالتحريك والتي تعمل على سحب الدقائق الى داخل المنصهر المعدني وتوزيعها خلاله بشكل متجانس.ان الغاية الرئيسة هي تحسين خاصية الصلادة ومقاومة الشد والانضغاط للمادة الأساس إذ وجد زيادة في مقاومة الشد ومقاومة الانضغاط وإن الصلادة تُظهر زيادة بقيمتها بزيادة نسبة إضافة دقائق الألومينا لكون هذه الدقائق ذات صلادة عالية.

الكلمات المفتاحية:- دقائق الالومينا، مواد مركبة، السبائك.

Reinforcement of Alumina Particles on the Mechanical Properties of Base Alloy Melt of (6061)

Abstract

The aim of the research is to study reinforcement of alumina particles on the mechanical properties of base alloy melt of (606).The samples of metallic composites with dispersed particles percentage (5%,10% and 15%)are prepared by casting vortex method which help the particles entrance in the matrix and distribution of it in homogeneous form. The purpose of this study is to improve the hardness, tensile strength, and compressive strength which are increased with the increment of the amount of added particles due to the hardness of alumina particles.

Key word: Alumina particles, Composite, Al-alloys

المقدمة:

ان العديد من التطبيقات الهندسية تحتاج إلى خواص مثالية كالمقاومة النوعية العالية والمتانة والجساءة العالية وقابلية التشكيل وهذا المزيج من الخواص غير متوفر في المواد الهندسية مثل السبائك واللدائن فظهرت الحاجة الى المواد المركبة والتي هي عبارة عن مزج مواد تكون باطوار مختلفة وتمزج لتكوين مركب بالخواص المطلوبة للمكونات بشرط إن لاتذوب او تتفاعل اي من المركبات مع بعضها وتكون المكونات عضوية أو معدنية بشكل دقائق أو قضبان أو ألياف أو صفائح. أذ أن المواد المركبة تعطي مزيجا من الخواص لا يمكن الحصول عليها من المواد الأصلية المنفردة المكونة للمركب وهي تستخدم في الطائرات والسفن والسيارات وغيرها من التطبيقات.

أن تقوية المواد المعدنية تقدم كفاءة أداء ميكانيكية بموثوقية أعلى من السبائك. اجريت دراسات على المواد المركبة تركزت على تقوية أرضيات من سبائك الالمنيوم بألياف الالومينا. الاستخدام ا لمواد المركبة تقيده التكاليف التصنيعية لالياف التقوية والمادة المركبة لكن المواد المركبة المقواة بالدقائق أو الشعيرات جديرة بالاهتمام أكثر من التقوية بالألياف لانخفاض تكاليفها وسهولة تصنيعها وأن الدقائق تكون مقسمة إلى

مجموعتين مبنية على أساس الصلادة هي الدقائق اللينة مثل الطلق والكرافيت ذات صلادة أقل من (2Gpa) والدقائق الصلدة التي تكون صلادتها بحدود(Gp_a 4-40) مثل الالومينا(AL_2O_3).

الجزء النظري:-

أولا:المواد المركبة

تعرف المواد المركبة على أنها تكوين ماده جديدة من مادتين أو أكثر من خلال إضافات معينة لتدعيم المادة الأساس لتكوين خصائص ومواصفات جيدة. وبذلك يظهر لنا إن مصطلح المواد المركبة قديم العهد إلا إن التقنيات الحديثة والمواد المركبة المتنوعة لم تتحقق إلا بحلول القرن العشرين. لقد ظهر من المعلومات التاريخية ان سكان وادي الرافدين أول من عرف المركبات واستخدمها اذ تم استخدامها في تسليح طبقات البناء بألياف القصب عند بناء الزقورات وذلك لتثبيت طبقات البناء الضخمة ام البابليون فقد استخدموا القصب والبردي مع مادة القير في بناء الزوارق والتي مازالت تستخدم في الوقت الحاضر في مناطق الاهوار والتي تعد الجيل الأول للزورق إما المصريون القدماء فقد أضافوا القش إلى الطين في تصنيع الطابوق لمنعه من التشقق في إثناء عملية التجفيف.

تعد المواد المركبة من المواد الصلبة التي تصنع بالاتحاد الفيزيائي لمادتين أو أكثر وذلك لإنتاج نظام جديد متعدد الأطوار مع اختلاف في الخصائص الفيزيائية عن خصائص مكوناتها الداخلية في تشكيلها. وهناك ثلاث نقاط تحدد صفات المواد المركبة وهي المادة الأساس(Matrix material) ومواد التقوية (Reinforcement material) والسطح البيني وقوة التلاصق(Interface Bonding).

ثانيا: المادة الأساس

تمثل المادة الأساس الجزء الهيكلي الذي يحافظ ويحيط بالعناصر التركيبية الداخلة في تشكيل المادة المركبة وهو يعطي الشكل الإجمالي للمنتج النهائي لذلك يمكن اعتبارها المادة الرابطة التي تعمل على ربط وتماسك مواد التدعيم أو الطور الابتدائي (Primer phase) الذي يقوم بتقوية الطور الثانوي الممثلة بمواد التدعيم والمادة الأساس التي تكون ذات متانة قليلة مقارنة مع مواد التدعيم. إن المادة الأساس يتم اختيارها على أساس عدة عوامل أهمها سهولة التصنيع أو تجميع هذه المادة وكلفتها وتوافقها أو مدى ملاءمتها لمواد التدعيم وان تكون ذات خصائص فيزيائية جيدة مثل الكثافة والتوصيلية الحرارية والكهربائية والتمدد الحراري ودرجة الانصهار والتلين والشفافية.وتكون وظيفة المادة الأساس إسناد ودعم وتثبيت طور التدعيم في الوضع المحدد ونقل وتوزيع الاجهادات ضمن مواد التدعيم وتساعد على توازن واستقرار مكونات مواد التدعيم في حالة الالتواء او الانبعاج ومقاومة الفشل والتشوهات الناتجة عن تأثير الحمل المسلط وكذلك حماية طور التقوية من الإضرار التركيبية والاحتكاك والرطوبة ومن التفاعلات التي تؤدي الى تحلل المادة مما يؤثر في خصائص مواد التقوية.

تعد المعادن والسيراميك ذات فائدة ولها دور رئيس عند استعمالها كمادة أساس وكذلك المواد البوليمرية المتمثلة بالراتنجات المتصلدة بالحرارة مثل راتنج الايبوكسي والبولي استر أو الراتنجات المطاوعة للحرارة مثل البولي بوبلين.

ثالثاً:- مواد التقوية

وهي المواد التي تعمل على تقوية المادة الأساس وبدورها تؤدي الى تقوية المادة المركبة وتكون مواد التقوية أكثر قوة وصلابة من المادة الأساس. إن مواد التقوية تكون مختلفة المصادر فبعضها يأتي من المواد المعدنية الطبيعية أو المواد العضوية أو العضوية التركيبية. وتكون مواد التقوية إما مادة مالئة معدنية طبيعية ويدخل في هذا الصنف كبريتات الكلس والكرافيت وسليكات الالمنيوم ومسحوق المعادن(نحاس، برونز، المنيوم) وغيرها او مواد مالئة عضوية طبيعية كدقيق الخشب وفول الصويا وغلاف جوز الهند وألياف من السليلوز(كالقطن) وغيرها او تكون مواد مالئة عضوية تركيبية ويدخل في هذا الصنف الألياف التركيبية (كالنايلون والبولي استر) وكذلك بقايا الراتنجات نفسها. ان صفات المواد المركبة البوليمرية تحددها صفات المواد المضافة (مواد التقوية) الى البوليمر وطبيعة دقائقها وطبيعة التداخل بين البوليمر والمضاف وكذلك النسبة المئوية الوزنية للمواد المضافة والتي تؤدي دورا كبيرا في الخواص الميكانيكية للمادة المركبة البوليمرية.

الجزء العملي:-

اولا:- المواد المستعملة

١. المادة الأساس:

استخدمت سبيكة من الألمنيوم 6061(Al-Mg-Si) والخصائص الأساسية لهذه السبيكة قابلية للمعالجة الحرارية ولها مقاومة عالية ضد التآكل ولها قابلية عالية للسحب وتتمتع بقوة معتدلة ومدى القياس لأقصى إجهاد يتراوح من (125 MPa إلى 400MPa). وتستخدم هذه السبيكة كثيرا في الهندسة المعمارية وأعضاء الهيكلية.

استخدمت صفائح من سبيكة (6061) كمادة أساس تم صهر هذه السبيكة وبوزن 1000g في بودقة كرافيتية في فرن صهر كهربائي عند درجة حرارة (750C) وبعد التاكد من انصهار السبيكة تم صب المنصهر في قالب فولاذي مسخن الى درجة حرارة (250° C) لمنع حدوث التبريد المفاجئ للمنصهر.

٢. مواد التدعيم:-

استخدمت دقائق الالومينا $\alpha-AL_2O_3$ ويكون هذا الطور اكثر استقرارا من بقية الاطوار ويستخدم في تركيبات تطبيقية بسبب الصلادة العالية وذات خصائص حرارية جيدة ومتانة عالية. وبنسب وزنيه (5%,10% ,15%) من وزن السبيكة الأساس وتم تغليف دقائق الالومينا برقائق الالمنيوم.

٣-تحضير النماذج:-

تضمنت عملية تحضير النماذج المراحل الآتية:-

٣- ١تهيئة القالب:- وتشمل هذه المرحلة أعداد قالب خاص لعملية الصب وهو عبارة عن قالب معدني بإبعاد (mm 45×90×200) وسمك (5mm) وبعد ذلك وضع الفابلون على الجدار الداخلي للقالب

كمادة عازلة وذلك لضمان عدم التصاق المنصهر على القالب وسهولة إخراج القطع المصبوبة وهكذا يكون القالب قد أصبح جاهزا للصب

٣-٢ النسب المضافة:- تم تصنيع مركبات بنسب وزنيه

- 5% دقائق الالومينا AL_2O_3+ 95% سبيكة 6061
- 10% دقائق الالومينا AL_2O_3 + 90% سبيكة 6061
- 15% دقائق الالومينا AL_2O_3 + 85% سبيكة 6061

٣-٣ تقنية التحضير:-

استعملت تقنية القولبة اليدوية في عملية تحضير المواد المركبة وكما يلي:

الأنموذج الأول:

اشتملت على سبيكة (6061) كمادة أساس لما تتميز به من خصائص ميكانيكية جيدة وهي مادة لينة ذات صلادة قليلة آذ تم صهر السبيكة وصبها في قالب مهيأ مسبقا.

الأنموذج الثاني:

يتضمن مادة مركبة مؤلفة من سبيكة (6061) بنسبة 95% ثم وزنت دقائق الالومينا لتشكل نسبة 5% وتم اضافة دقائق الالومينا بعد تغليفها برقائق الالمنيوم لانه بمجرد وصول هذه الدقائق الى السطح ولو لمدة قليلة فأنها تتعرض الى التأكسد وهذا يؤدي الى طرد هذه الدقائق من المنصهر ويؤدي وجود الالمنيوم مع الدقائق المضافة المغلفة الى الحد من تأكسد الدقائق في أثناء أضافتها أذ أن التمدد الحجمي للألمنيوم أكبر منه للالومينا وهذا يعمل على دفع الدقائق الى دخول المنصهر.

الأنموذج الثالث والرابع:

وبطريقة تحضير الأنموذج الثاني نفسها تم تحضير الأنموذج الثالث والرابع ولكن بوزن 10% من دقائق الألومينا و 90% من سبيكة(6061) و15% من دقائق الالومينا و85% من سبيكة(6061) على التوالي وبعدها يتم تقطيع المصبوبات الى أبعاد عينات الصدمة وحسب المواصفة(ASTM-E23) عمق الحز في النماذج (0.5mm) ونصف قطر قاعدة الحز(0.25mm) وبزاوية حز مقدارها (°45).

٤- الاختبارات:-

٤-١ اختبار الصلادة: أجري اختبار الصلادة للعينات باستخدام طريقة روكويل(HRC).

أختبار الصدمة: تمثل الصدمة قدرة المادة لمقاومة الكسر تحت تأثير حمل مفاجئ كما تعد مقياسا لمتانة المادة اذ المواد الأكثر متانة تبدي أعلى مقاومة للصدمة. أستخدم جهاز مقاومة الصدمة نوع شاربي للتعرف على مدى مقاومة المادة المركبة لحمل الصدم.ويمكن حساب مقاومة الصدمة من المعادلة التالية:

$$R=\frac{E}{A}$$

R مقاومة الصدمة kJ/m^2

E الشغل او الطاقة

A مساحة المقطع العرضي لأنموذج الاختبار

٤-٢اختبار مقاومة الشد.

تم اعتماد المواصفة القياسية (ISO-R-527) في تصنيع نماذج اختبار مقاومة الشد تحت تاثير حمل(20 KN) وحسبت مقاومة الشد من العلاقة الاتية:

$$\sigma=\frac{F}{A}$$

حيث ان:

σ – مقاومة الشد (N/m^2)

F –الحمل المسلط (N)

A – مساحة المقطع العرضي للانموذج (m^2)

٤-٣ اختبار مقاومة الانضغاط.

تم قياس مقاومة الانضغاط بطريقة الاختبار ثلاثي النقاط

المناقشة:

يتضمن هذا المبحث النتائج التي تم التوصل إليها في الدراسة مع مناقشتها وقد تم إيضاحها بالإشكال البيانية الخاصة باختبار الصدمة والصلادة من خلال النتائج التي تم الحصول عليها نلاحظ من الشكل (١) أن مقدار الصلادة في كل المقاطع المحضرة تزداد بزيادة النسب الوزنية المئوية للدقائق المشتتة وتكون مقدار الصلادة القصوى عند إضافة 15% من دقائق الالومينا. وذلك لان هذه الدقائق عملت كحاجز لمرور الانخلاعات ومنع نمو الشقوق وتقدمها حال حدوثها وبذلك زادت مقاومة المادة للانسياب وزادت الصلادة.

أما بالنسبة لمقاومة الصدمة فيوضح الشكل(٢) قيم مقاومة الصدمة مع نسبة التقوية بالدقائق اذ تزداد قيمة مقاومة الصدمة بزيادة نسبة التقوية ويرجع السبب في ذلك الى كون الدقائق سوف تتحمل الجزء الأكبر من طاقة الصدم المسلطة على المادة المركبة مما يحسن هذه المقاومة وهكذا تزداد مقاومة الصدمة.

يظهر الشكل(٣) زيادة في مقاومة الشد في المادة المركبة مع زيادة نسبة اضافة دقائق الالومينا. أن تقوية السبيكة الأساس بدقائق الألومينا أدت الى تحسين الخواص الميكانيكية للسبيكة الاساس وهذا يعود الى

طبيعة هذه الدقائق الصلدة والموزعة في السبيكة الاساس والتي تعمل كعوائق لتشويه السبيكة الأساس عند تعرضها للاجهاد الخارجي إذ يؤدي الى عرقلة حركة المستويات الذرية(الانزلاق) زيادة نسبته يكون مرتبطا بزيادة نسبة الاعاقة لحركة الانخلاعات بشكل عام. أن الانخلاعات أما أن تقطع (تقص) الدقائق المترسبة أو المشتتة خلال مسارها أو أن الانخلاعات تتحرك مابين هذه الدقائق وفي كلا الحالتين فأن الاجهادات تزداد وذلك لحاجة الانخلاعات الى قوة اضافية لحركتها خلال الشبكة البلورية المحتوية على الدقائق المترسبة

اما العلاقة بين مقاومة الانضغاط ونسبة مادة التقوية مبينة في الشكل(٤) اذ اظهر زيادة مقاومة الانضغاط مع زيادة نسبة الاضافة اذ ان زيادة مقاومة الانضغاط تعود الى وجود الدقائق الصلدة التي منحت المقاومة العالية للمادة المركبة.

الاستنتاجات:

من خلال المخططات البيانية التي توضح النتائج التي تم الحصول عليها من الاختبارات الميكانيكية.

١- تزداد قيم الصلادة للمادة المركبة المحضرة من السبيكة الأساس(6061) دقائق الالومينا مع زيادة النسب الوزنية المضافة من الدقائق.

٢- تزداد قيمة المتانة مع زيادة نسب الدقائق الوزنية.

٣- ان اضافة دقائق الالومينا زادت مقاومة الشد والانضغاط وبالتالي حسنت الخواص الميكانيكية للمادة الاساس.

التوصيات:

١- دراسة تأثير تغير المادة الأساس لأغراض تعزيز الربط ومقارنتها مع اختبار الصلادة والصدمة في هذا البحث.

٢- دراسة تأثير الزيادة بالكسر الحجمي وبحجم الدقائق المضافة في خواص المواد ومقارنة خواصها بخواص المواد المركبة المستخدمة في هذا البحث.

References

Ahmed ALmohand, 2010," preparing (Al-B4C) composite material and study some of their mechanical properties "The Iraqi Journal For Mechanical and Material Engineering, Vol.10, no.3

Surppa MK, 2003, "Aluminum matrix composites: challenges and opportunities" Indian Institute of science, Sadhana ,Vol.28, part 1 and 2.

Broutman L. J., and Crock R.H., 1970, "Composite materials "Vol.5,London.

Donald R. Askeland and Pradeep P. Phule, 2003,"The science and Engineering of Material "4th Edition, Plenum press, New York.

Adnan A. Jerjery, 2001,"effect of aluminum addition on the dispersion hardening of Al-Cu-Mg Alloy"MSc Thesis, Dept. of production Engineering and Metalliurgy, University of Technology, Baghdad.

S.T. Peters,1998, "Handbook of Composites" 2nd Edition Published by shipman-Hall.

Shamkhy A., 2000,"Preperation and Characterization of Cast aluminum Matrix –Sic particulate Composite", PhD Thesis, Dept of Production Engineering and Metallurgy University of Technology, , Baghdad.

Gupta M. And Surappa M.K, 1995,"Effect of Weight percentage of SiC particles on the Aging Behavior of Al6061/SiC metal Matrix Composites" Journal of Materials Science Letter, Vol.14.

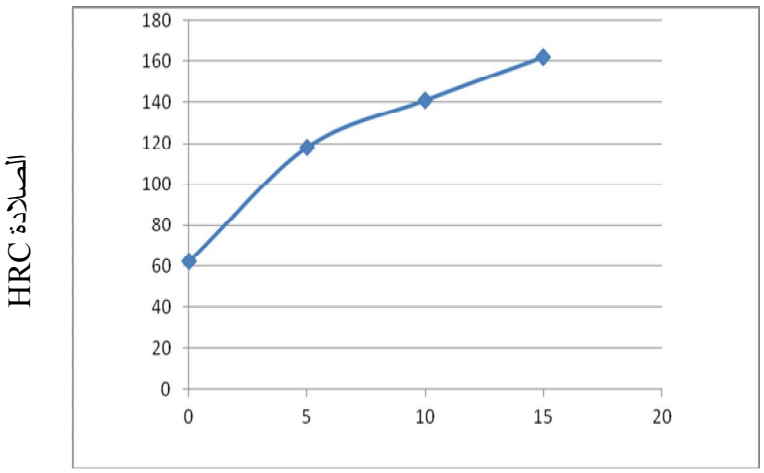
Qahtan Adnan, 2017, "Investigation some mechanical properties of self cured pmmaresin reinforced by different types of nano particles" The Iraqi Journal for Mechanical and Material Engineering. Vol.17.

Sihama E. Salih, 2017,"Preparation and characterization advanced polymer blend nano composite materials"" The Iraqi Journal for Mechanical and Material Engineering. Vol.17.

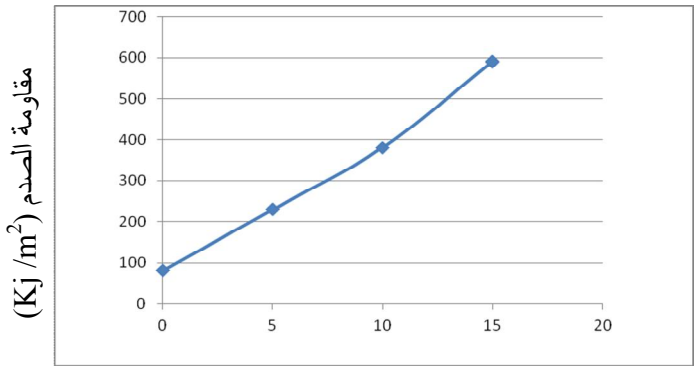
منى خضير عباس، 2011،"تاثير المعاملات الحرارية على الخواص الميكانيكية ومقاومة البلى لمادة مركبة ذات اساس المنيوم" مجلة الهندسة والتكنولوجيا، المجلد 29 العدد12 .

ساجد عبد الخضر، ٢٠٠٦، "تحسين جساه الانحناء لمواد مركبة بولميربة "، رسالة دبلوم عالي/ الكلية التقني بغداد.

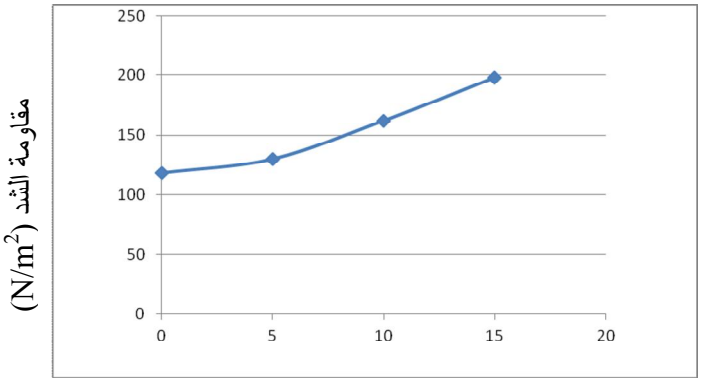
محمد سعيد وحيد،٢٠٠٩،"الخواص الميكانيكية لمتراكب ذات اساس من الالمنيوم"، مجلة الهندسة والتكنولوجيا المجلد 27 العدد15.



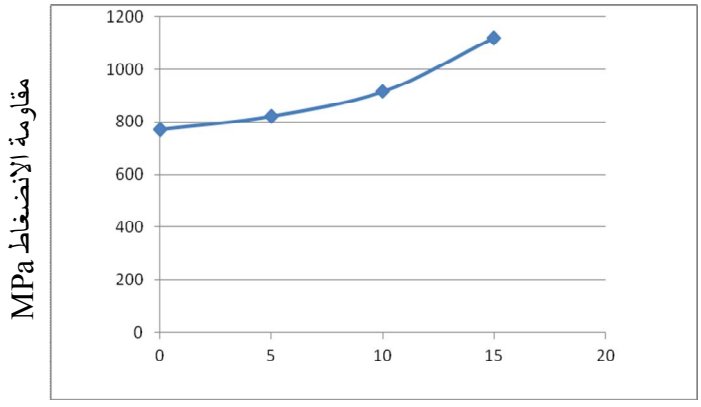
شكل (١): تاثير اضافة نسب مختلفة من دقائق الالومينا على صلادة السبيكة الاساس 6061



شكل (٢) تاثير اضافة نسب مختلفة من دقائق الالومينا على متانة السبيكة الاساس 6061



شكل (٣): تاثير اضافة نسب مختلفة من دقائق الالومينا على مقاومة الشد السبيكة الاساس 6061



شكل (٤): تاثير اضافة نسب مختلفة من دقائق الالومينا على مقاومة الانضغاط السبيكة الاساس 6061