كلية الهندسة
قسم التصميم وهندسة الانتاج

تقييم بعض مسبوكات الألومنيوم المنتجة بتقنية السباكة الخاصة

رسالة مقدمة للحصول على درجة ماجستير العلوم
فى الهندسة الميكانيكية
(التصميم و هندسة الإنتاج)

اعداد المهندس

حسن محمد على الطويرى

حاصل على بكالوريوس العلوم
فى هندسة علم المواد والمعادن
كلية الهندسة - جامعة طرابلس - سنة 1990

تحت إشراف

أ.د. عادل محمد بدوى الشباسي
قسم التصميم وهندسة الإنتاج
كلية الهندسة
جامعة عين شمس

أ. د. ايمان صلاح الدين المحلاوي
قسم هندسة المناجم والبترول والفلزا ت
كلية الهندسة
جامعة القاهرة

د. م. وائل فتحى حديفه
قسم هندسة التعدين والبترول
كلية الهندسة
جامعة الازهر

القاهرة – (2018)

Chapter 1

Introduction

Chapter 2

Literature Survey

Chapter 3
Experimental Work

Chapter 4

Results and Discussion

Chapter 5
Conclusions

References

ملخص البحث .

تقييم بعض مسبوكات الألومنيوم المنتجة بتقنية السباكة الخاصة

يهدف هذا البحث: الى دراسة الخواص الميكانيكية والبنية المجهرية لسبيكة الألومنيوم A356 المقواه بمعالجة حبيبات ZrO_2 النانومترية بعدة طرق مختلفة. وتأثير اضافة حبيبات أكسيد الزركونيوم النانومترية 30nm (نسب تتراوح بين1-5 ZrO_2%) بأستخدام تقنية التقليب وكذلك تأثير المعالجة الحرارية T6على الخواص الميكانيكية والبنية المجهرية لسبيكة الألومنيوم A356.

قسم البحث الى ثلاثة اجزاء:

الجزء الاول من البحث: تأثيرحبيبات ZrO_2 النانومترية والمعالجة بعدة طرق تصنيع مختلفة (المنتظمة, الكبسولة, المباشرة) (Direct ,capsulate ,regular) على الخواص الميكانيكية والبنية المجهرية لسبيكة الألومنيوم A356 بطريقة شبه صلبة (Rheo-casting) . صمم لهذا الغرض فرن مزود بآلية ميكانيكية لتقليب الحبيبات النانومترية اثناء الأضافة للمصهورلمدة دقيقتان عند سرعة 670 لفة فى الدقيقة، ثم صب العينات عند درجة حرارة 610-595 °م.

الجزء الثانى من البحث: تأثير أضافة حبيبات ZrO_2 النانومترية المعالجة بعدة طرق تصنيع مختلفة (نسب تتراوح بين.ZrO_2wt % 5 -1) علي الخواص الميكانيكية والبنية المجهرية لسبيكة الألومنيوم A356.

الجزء الثالث من البحث: تأثير المعالجة الحرارية T6 على الخواص الميكانيكية والبنية المجهرية لسبيكة الألومنيوم A356 المقواة بحبيبات(ZrO_2 .wt 3%) النانومترية والمعالجة بطريقة الكبسولة (capsulate) كافضل نتيجة في الجزء الثانى مع بدون اضافات monolithic cast alloy بالتسخين عند درجة حرارة 550°م لفترة 2 ساعات وبعد ذلك تم التبريد ثم اجريت لها عملية التعتيق (aging) عند درجة حرارة170°م و180°م لفترات 2،4،6 ساعات.

من اهم نتائج هذا البحث تأثير الاضافة على الخواص الميكانيكية حيث كانت افضل نتيجة تم التوصل اليها عند اضافة نسبة 3% من حبيبات أكسيد الزركونيوم النانومترية ، باستخدام طريقة

الإضافة بواسطة كبسولة من رقائق الألومنيوم feeding (Capsulate) ، أعلى مقاومة الشد 165MPa، والاستطالة 4.7%، والصلادة 60HRB وكذلك اظهرت النتائج عدم انتظام حبيبات النانومترية فى البنية المجهرية لسبيكة الألومنيوم matrix . وكذلك بعد اجراء المعالجة الحرارية حدث تغير فى شكل وتجانس eutectic silicon lamellae حيث تم توزيع بانتظام حول الحبيبات وداخل interdendritic وكذلك هناك تأثير واضح للاضافة على الخواص الميكانيكية حيت حدث زيادة فى مقاومة الشد والاستطالة والصلادة الاضافة للحبيبات بنسبة 3%، وكذلك تحسن في مقاومة الشد مع السبيكة الاصلية من 119 MPa الى 198MPa، وكذلك زادت قيمة الاستطالة من 4.5% الى6.4% ، وكذلك زاد متوسط قيمة الصلادة من 23HRB الىHRB .70. نجد تأتير حبيبات النانومترية على الخواص الميكانيكية افضل من سبيكة الألومنيوم بدون اضافات. وكذلك وجد ان المعالجة الحرارية للسبيكة افضل من اى زيادة فى اضافات الحبيبات النانومترية على الخواص الميكانيكية

كلمات البحث:

سبائك الالومنيوم_السباكة بالتقليب_حبيبات ZrO_2 النانومترية_ مقاومة الشد –الصلادة –المعالجة الحرارية

تعريف بمقدم الرسالة

الاسم	حسن محمد علي الطويرى
تاريخ الميلاد	1966/12/12
محل الميلاد	طرابلس
اخر درجة جامعية	بكالوريوس فى العلوم الهندسية
التخصص	هندسة علم المواد والمعادن
الجهة المانحة	كلية الهندسة – جامعة طرابلس
تاريخ المنح	يناير 1990
الوظيفة الحالية	معيد بقسم الهندسة الميكانيكية- أكاديمة الهندسة تاجوراء- طرابلس

جامعة عين شمس
كلية الهندسة
قسم التصميم وهندسة الإنتاج

تقييم بعض مسبوكات الألومنيوم المنتجة بتقنية السباكة الخاصة

رسالة مقدمة للحصول على درجة ماجستير العلوم
فى الهندسة الميكانيكية
(التصميم وهندسة الإنتاج)

اعداد المهندس

حسن محمد على الطويرى

حاصل على بكالوريوس العلوم
فى هندسة علم المواد والمعادن
كلية الهندسة - جامعة طرابلس - سنة 1990

تحت إشراف

أ.د. عادل محمد بدوى الشباسي
قسم التصميم وهندسة الإنتاج
كلية الهندسة
جامعة عين شمس

أ. د. ايمان صلاح الدين المحلاوي
قسم هندسة المناجم والبترول والفلزا ت
كلية الهندسة
جامعة القاهرة

د. م. وائل فتحى حديفه

قسم هندسة التعدين والبترول
كلية الهندسة
جامعة الا زهر

القاهرة - (2018)

ACKNOWLEDGEMENT

All thanks and indebted first, to Allah, who guided and helped me to go through and finish this work.

I would to express my appreciation and gratitude to the supervisors **Prof. Dr. Adel Badawy El- Shabasy & Prof. Dr. Iman Salah El–Mahallawi & Dr. Wael Fathy Hodiefa** for their sponsorship, enthusiastic guidance and valuable discussions.

My cordial second thanks are due to his Excellency **Dr. Wael Fathy Hodiefa** supervisor casting lab of Mining & Petroleum Dep. Faculty of Engineering. Al-Azhar University, his generous assistance in facilitating equipment, laboratories and encouraging me to complete this thesis and all support during the experimental work.

My great appreciation for **all the member** of labs metallurgy & petroleum Dep. Faculty of Engineering. Cairo University for their help and support during the experimental work.

My thanks **the Regional for Center of Mycology and Biotechnology**, Azhar University, Cairo, Egypt. For SEM & TEM, and also **Eng. Youssef Ali** in mechanical & production Dep. Faculty of Engineering. Cairo University.

All my love and gratitude are due to my **Mother**, **Wife and my Children**. I'm really appreciated their kindness and creating a good atmosphere during this study.

ABSTRACT

The main objective of this work is to study the enhancement of microstructure & mechanical properties of A356/ZrO_2 Metal Matrix nano composites. For completing such study different treatments were executed for the additives at different volume fraction using stir casting technique. Also heat treatment affected the fabricated composites was studied.

Recent investigation has-been divided into three parts:

Part I: This section describes the effect of using different nanoparticles feeding routes (direct, capsulate & regular) treatments of nanoparticles (as additives) on the microstructure and mechanical properties of A356 alloy.

A number of cast samples of A356 alloy were prepared by rheo-casting in a specially designed and built resistance furnace unit allowing feeding ZrO_2 nano- particles (30nm) in to the slurry in the semi-solid state with mechanical stirring at constant parameter (temp stirring 595-610°C, stirring speed 670 r.p.m at stirring time 2 minute).

Part II: This section presents the effect of different weight% of nano particles addition (1%, 2%, 3%, 4% & 5%) on the microstructure and the mechanical properties of the nano ZrO_2 reinforced A356 cast alloy.

Part III: This section presents the results obtained in this work for the microstructure and mechanical properties of capsulate

feeding 3% ZrO_2 nanoreinforced A356 alloy with compare to monolithic cast A356 alloy in T6 heat treated condition. The

samples were solution treated at temperature of 550°C for 2 hours, followed by aging at different temperatures (170°C&180°C), for different aging times (2, 4 & 6 hours).

The results showed that microstructure of the nano composite samples revealed grain refinement in aluminum matrix support dendrite and inter lamellar spacing in the eutectic silicon phase for the nano composite ZrO_2 .The capsulate treated feeding at 3% ZrO_2 alloy has the best mechanical properties (Strength 165MPa, %Elongation 4.7& Hardness 60 HRB), compared to monolithic cast alloy (Strength 119MPa, %Elongation 4.5& Hardness 23 HRB). The heat treatment T6 produced for capsulate feeding 3%ZrO_2 Alloy result has better than monolithic casted alloy (Strength from 119MPa to 198MPa, %Elongation from 4.5 to 6,4 , Hardness from 23 to 70 HRB), an effective change on morphology of the eutectic silicon lamellae. More details discussed using SEM and EDX analysis.

The nano-composites exhibited better mechanical properties when compared with the A356 monolithic alloy, also the addition of 3% ZrO_2 nanoparticles, and heat treated T6 process has the best result in mechanical properties.

CONTENTS

		Page No
Acknowledgement		**I**
Abstract		**II**
Contents		**IV**
List of figure		**VII**
List of figures		**XI**
Chapter1		
Introduction:		
1.1	Motivation	**1**
1.2	Background	**2**
1.3	Aim and objective	**3**
Chapter 2		
Literature Review		
2.1	Introduction	**4**
2.2	Classification of Aluminum alloys	**4**
2.2.1	Wrought alloy	**4**
2.2.2	Casting alloys	**5**
2.2.3	Al- designation system	**5**
2.3	Aluminum Silicon Alloys	**6**
2.4	Methods of enhancing properties of Al-Si alloys	**8**
2.4.1	Effect of modification	**8**
2.4.2	Effect of Grain Refining	**10**
2.4.3	Effect heat treatment T6	**11**
2.4.4	Strengthening by dispersion of micro and nano Particles	**14**
2.5	Metal Matrix Composites	**15**
2.5.1	Liquid State Processing	**16**
2.5.1.1	Stir casting	**16**
2.5.1.2	Squeeze casting	**17**
2.5.2	Solid State Processing	**18**
2.5.3	Deposition Process	**18**
2.5.4	Semisolid State Processes	**18**
2.6	Nano reinforced composites	**19**
2.6.1	Nanoparticles	**19**
2.7	Processing techniques of MMNCs	**20**