

ผลของฝากระป๋องเครื่องดื่มต่อความแข็งในอลูมิเนียม – ซิลิกอนเกรด A356 ด้วยกระบวนการทางความร้อน

Effect of Beverage Can Lid on Hardness in Al-Si Alloy Grade A356 by Heat Treatment

นางสาวยุวกร คำภาสุข

อ.ดร.ปฏิภาณ จุ้ยเจิม

ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โทร. 0-2549-3420 โทรสาร. 0-2549-3422 E-mail: fengntk@ku.ac.th

1. บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นการศึกษาสมบัติทางกลของอลูมิเนียม-ซิลิกอนเกรด A356 ที่ผสมฝากระป๋องเครื่องดื่มในอัตราส่วน 100:25 กรัม (อลูมิเนียม 100 กรัม ฝากระป๋องเครื่องดื่มไป 25 กรัม) โดยต้องผ่านกระบวนการทางความร้อน T6 โดยอุณหภูมิที่ใช้ในการอบบ่มมี 3 อุณหภูมิ แต่ละอุณหภูมิมีการตรวจสอบที่ 5 ช่วงเวลาที่ต่างกัน แล้วนำมาเปรียบเทียบกับอลูมิเนียม-ซิลิกอนที่ไม่ได้ผสมฝากระป๋องเครื่องดื่มที่ผ่านกระบวนการความร้อนเดียวกัน จากการทดลองพบว่าฝากระป๋องเครื่องดื่มที่เติมเข้าไปมีผลทำให้ความแข็งของอลูมิเนียมผสม เกรด A356 เพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด และการบ่มแข็งของอลูมิเนียมผสม เกรด A356 ที่ผสมฝากระป๋องเครื่องดื่มลงไปนั้นได้ผลดีขึ้น

คำสำคัญ : เกรด A356 / T6 / สมบัติทางกล

Abstract

This dissertation is to study the mechanical properties of Al-Si grades A356 mixed with beverage cans lid in the amount of 25:100 Grams (100 g of aluminum beverage cans lid to cover the 25 grams). Through the T6 heat treatment temperature in Aging oven at a temperature of 3 range is checked at different times at 5 range. Then be compared to the aluminum – silicon is mixed beverage cans lid and not mixed beverage cans lid at the same temperature. Of beverage cans lid were added made of hardness aluminum alloy A356 grade increased significantly. Aging and hardening of the aluminum alloy A356 grade mixed beverage cans lid to the end result better.

Keywords: grades A356 / T6 / mechanical properties

2. บทนำ

อลูมิเนียมเป็น โลหะที่มีน้ำหนักเบาเมื่อเทียบกับ โลหะอื่น มีความต้านทานต่อการเกิดสนิม ความแข็งแรงที่อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง แต่ความเหนียวมันอยู่ในขั้นที่สูงที่สามารถนำไปใช้งาน ได้แทนเหล็ก ซึ่งนิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง อลูมิเนียมมีสมบัติทางด้านกลที่ดี โดยอุณหภูมิหลอมเหลวของอลูมิเนียมมันต่ำและสามารถรวมตัวกับ โลหะอื่นเป็น โลหะผสมได้ง่าย

เช่น โลหะผสมอลูมิเนียมซิลิ-คอน อลูมิเนียม-แมกนีเซียม อลูมิเนียม-ทองแดง หรืออาจจะเป็น โลหะผสมที่มีหลายๆธาตุ เช่น อลูมิเนียมซิลิกอนซิลิ-แมกนีเซียม อลูมิเนียม-คอนทองแดง เป็นต้น ซึ่งโลหะแต่ละประเภทก็มีสมบัติที่ต่างกันไปตามส่วนผสมและเหมาะแก่การใช้งานที่ต่างกันไป

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมทางด้านยานยนต์ทั้งในประเทศ และต่างประเทศเองให้ความสำคัญในด้านสิ่งแวดล้อมและการประหยัดพลังงานเป็นอย่างมากดังนั้นอลูมิเนียมอัลลอยด์หรือที่เรารู้จักกันในชื่อ โลหะเบา จึงถูกนำมาเป็นหัวข้อในการวิจัยและพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อลดน้ำหนักของชิ้นส่วนที่จะผลิตและจะเป็นผลให้รถยนต์มีน้ำหนักเบาขึ้นสามารถช่วยลดมลพิษในอากาศรวมทั้งเป็นการประหยัดพลังงานด้วย อลูมิเนียมอัลลอยด์เป็น โลหะที่อยู่ในกลุ่มนอกกลุ่มเหล็กที่ถูกนำมาใช้งานอย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมยานยนต์ เนื่องจากโลหะกลุ่มนี้มีสมบัติที่ดีอยู่หลายอย่าง เช่น น้ำหนักเบา ราคาไม่สูงมากนัก ทนการกัดกร่อนได้ดี มีผิวที่สวยงามและมีความสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ดี ในการใช้ชิ้นส่วนอลูมิเนียมในปัจจุบันนั้นมีความซับซ้อนในการใช้งานที่อุณหภูมิสูงมากขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งการใช้งานที่อุณหภูมิสูงนั้นก็ส่งผลให้ตัวชิ้นงานนั้นมีการอ่อนตัวหรือโครงสร้างภายในมีการเปลี่ยนแปลงไปซึ่งเป็นผลให้สมบัติทางกลของอลูมิเนียมเปลี่ยนแปลงไปในทางลบ แต่ถ้ามีการนำมาปรับส่วนผสมหรือเพิ่มส่วนผสมให้เหมาะกับการนำไปใช้งานตามที่ต้องการนั้นก็จะส่งผลให้เพิ่มสมบัติทางกลหรืออื่นๆได้ และถ้าได้ผ่านกระบวนการทางความร้อนที่เหมาะสมน่าจะส่งผลต่อโครงสร้างของอลูมิเนียมให้ดีขึ้นและสมบัติน่าจะดีขึ้นได้ด้วย

3. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ชิ้นงานหล่อโลหะผสมอลูมิเนียม-ซิลิกอนผสม เกรด A356 (Al-7%Si-0.4%Mg) น้ำหนัก 100 กรัม ถูกหลอมในเบ้าซิลิ คอนคาร์ไบด์ ที่อุณหภูมิ 800 C ภายในเตาหนึ่งยวนำทางไฟฟ้าภายหลังค้ำงน้ำ อลูมิเนียม-ซิลิกอน เกรด A356 เป็นเวลา 15 นาที ทำการเติมฝา ครอบเครื่องดัดรีไซเคิลที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 530 C เป็นเวลา 30 นาที โดยเติมฝาครอบเครื่องดัดในอัตราส่วน 100:25 กรัม ทำการ คนให้เข้าด้วยกันเป็นเวลา 1-2 นาที ทำการวัดอุณหภูมิด้วยเทอร์ โมคัปเปิลชนิด K ที่อุณหภูมิ 720 C เเทงในเบ้ากราไฟท์ จากนั้น ปล่องให้ เย็นตัวจนถึงอุณหภูมิห้อง แล้วนำชิ้นงานที่ได้อบละลายเฟส ที่ 540 C เป็นเวลา 4 ชั่วโมงแล้วทำการอบบ่มที่ 150, 170, 190 C ตามลำดับ ที่ระยะเวลา 2, 5, 8, 11, 18, 100 ชั่วโมง ตามลำดับ ทำการ ดัดชิ้นงานเพื่อตรวจสอบ โครงสร้างด้วยเครื่องวิเคราะห์ภาพ(Image Analyzer) ตรวจสอบส่วนผสมทางเคมีและทดสอบความแข็งชนิดไมโครวิกเกอร์ รุ่น MVK-H1 ยี่ห้อ MITUTOYO ใช้แรงกดทดสอบ100 กรัม เป็นเวลา 15 วินาที

4. ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ผลการวิเคราะห์ส่วนผสมทางเคมีของอะลูมิเนียม-ซิลิกอน เกรด A356 และฝาครอบเครื่องดัด

4.1.1 ผลของการวิเคราะห์ส่วนผสมทางเคมีของโลหะผสม อะลูมิเนียม-ซิลิกอน เกรด A356 ที่ไม่ผ่านการเติมฝาครอบเครื่องดัด

ผลการวิเคราะห์ส่วนผสมทางเคมี ประกอบด้วย (1) อลูมิเนียม-ซิลิกอน เกรด A356 2 (ฝาครอบจากเครื่องดัดโค้กซีไรต์ และทำการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Emission Spectrometer รุ่น ARL 3460 ดังแสดงในตารางที่ พบ 5.1 ผลข้อมูลที่ได้ว่า 1) อลูมิเนียมซิลิ-กอน เกรด A356 ที่ไม่ผ่านการหลอมมีปริมาณซิลิกอนหลักร้อยละ โดย 7.268 น้ำหนัก และมีแมกนีเซียมร้อยละ โดยน้ำหนัก 0.25 และภายหลังการ หล่อขึ้นรูปทำการตรวจสอบส่วนผสมทางเคมีอีกครั้งพบว่าปริมาณ ซิลิกอนลดลง เป็นร้อยละ โดยน้ำหนัก 7.188 และมีแมกนีเซียมร้อยละ 0.119 โดยน้ำหนัก (2) สำหรับฝาครอบเครื่องดัด นำมาหลอมเพื่อ วิเคราะห์ส่วนผสมทางเคมี ซึ่งมีส่วนผสมหลักคือ แมกนีเซียม พบว่า มีปริมาณร้อยละ โดยน้ำหนัก 4.894

4.1.2 ผลการวิเคราะห์ส่วนผสมทางเคมีของอลูมิเนียม-ซิลิกอน เกรด A356 ที่ผสมรวมกับ ฝาครอบเครื่องดัด

ผลการวิเคราะห์ส่วนผสมทางเคมีโลหะผสมอะลูมิเนียม-ซิลิกอน เกรด A356 ที่ผสมรวมกับฝาครอบเครื่องดัดโค้กซีไรต์ ดัง แสดงในตารางที่ พบว่า อลูมิเนียม 5.2-ซิลิกอน เกรด A356 หลอมกับ ฝาครอบ 0.384 กรัม มีปริมาณแมกนีเซียมเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 25 โดยน้ำหนัก แต่อาจจะทำให้ 0.4 โดยน้ำหนัก หรือประมาณ ร้อยละ ปริมาณของซิลิกอนลดลงไปร้อยละ โดยน้ำหนัก 5.682

ตารางที่ 4.1 ส่วนผสมทางเคมีของอลูมิเนียม-ซิลิกอน เกรด A356 ฝา และตัวครอบเครื่องดัด

Alloy	Si	Mg	Mn	Cu	Fe	Zn	Ni	Ti
A356(Ingot)	7.268	0.251	0.007	0.004	0.130	0.011	0.009	0.022
A356(Cast)	7.188	0.119	0.009	0.110	0.0.09	0.011	0.011	0.148
Lid	0.186	4.894	0.361	0.081	0.326	0.037	0.003	0.010

ตารางที่ 4.2 ส่วนผสมทางเคมีของปริมาณอลูมิเนียม เกรด A356 ที่มี ปริมาณแมกนีเซียมร้อยละ 0.4 โดยน้ำหนัก จากการเติมฝาครอบ ีเครื่องดัด

Alloy	Si	Mg	Mn	Cu	Fe	Zn	Ni	Ti
โลหะผสมอลูมิเนียม								
A356 ที่มี ปริ ม า ณ	5.6	0.38	0.1	0.0	0	0.0	0.0	0.1
แมกนีเซียมร้อยละ	0.4	82	4	06	60	11	08	06
โดยน้ำหนัก					135			

4.2 ความแข็งของโลหะผสมอลูมิเนียม เกรด A356 ที่ผสม ฝาครอบ ในกระบวนการทางความร้อน

4.2.1 ผลการวัดค่าความแข็งของอลูมิเนียมเกรด A356 และ อลูมิเนียม เกรด A356ผสมฝาครอบ (0.4%Mg) ที่ไม่ผ่านการบ่มแข็ง

จากการทดสอบค่าความแข็งของชิ้นงานที่ไม่ผ่าน การบ่มแข็ง ซึ่งเป็นการทดสอบอลูมิเนียม เกรด A356 และ อลูมิเนียม เกรด A356 ผสมฝาครอบ (0.4%Mg) ได้ค่า ความแข็งเฉลี่ยคือ 71.8 และ 79.63 HV และค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (SD) ดังที่แสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 การเปรียบเทียบผลค่าความแข็งของอลูมิเนียม เกรด A356 และอลูมิเนียม เกรด A356 ผสมฟลักซ์ป้องกัน (0.4%Mg) ที่ไม่ผ่านการบ่มแข็ง

Code	ปริมาณ	ค่าความแข็ง (HV)			ค่าเฉลี่ย	SD
		1	2	3		
A	A356 (0.1%Mg)	70.5	73.2	71.7	71.8	1.35
B	A356+0.4% Mg	84.9	75.6	78.4	79.6	4.77

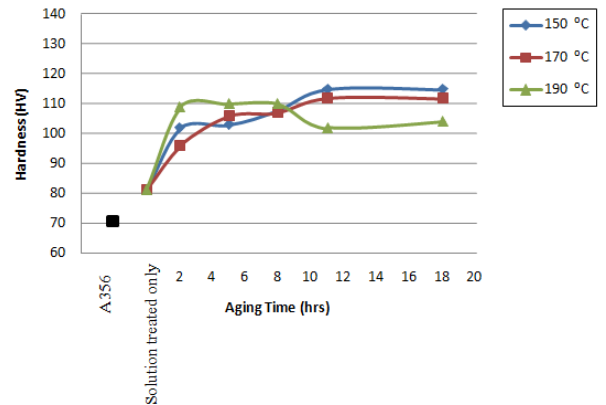
4.2.2 ผลของค่าความแข็งของอลูมิเนียมเกรด A356 และอลูมิเนียมเกรด A356 ผสมฟลักซ์ป้องกันเครื่องดัด (0.4%Mg) ที่ผ่านการอบละลายเฟส (Solution Treatment) ที่ไม่ผ่านการบ่มแข็ง

จากการวัดความแข็งของโลหะผสมอลูมิเนียม เกรด A356 ที่ผสมฟลักซ์ป้องกันเครื่องดัดและไม่ผสมฟลักซ์ป้องกัน ที่ผ่านการอบละลายเฟส (Solution Treatment) และไม่ผ่านการบ่มแข็ง พบว่าได้ค่าความแข็งเฉลี่ยคือ 81.33 และ 99.9 HV ตามลำดับ และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) คือ 084 และ 3.18 ตามลำดับ ดังที่แสดงในตารางที่ 4.4

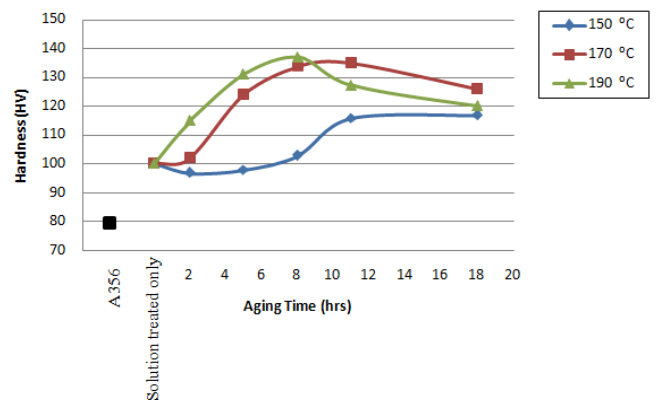
ตารางที่ 4.4 ค่าความแข็งของอลูมิเนียม เกรด A356 และอลูมิเนียม เกรด A356 ผสมฟลักซ์ป้องกัน (0.4%Mg) ผ่านกระบวนการอบละลายเฟส (Solution Treatment) ที่ไม่ผ่านการบ่มแข็ง

Code	ปริมาณ	ค่าความแข็ง (HV)			ค่าเฉลี่ย	SD
		1	2	3		
C	A356 0.1% Mg	82.3	80.8	80.9	81.33	0.84
D	A356 +0.4 %Mg	100.	96.5	102.	99.9	3.18

5.2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็งและเวลาที่ใช้บ่มแข็งตามเงื่อนไขต่างๆ



รูปที่ 4.4 กราฟค่าความแข็งของชิ้นงานหล่อ A356 ที่ผ่านการบ่มแข็งที่สภาวะต่างๆ



รูปที่ 4.5 กราฟค่าความแข็งของชิ้นงานหล่อ A356 ผสมฟลักซ์ป้องกันเครื่องดัด (0.4%Mg) ที่ผ่านการบ่มแข็งที่สภาวะต่างๆ

สรุป

1) การเพิ่มปริมาณของแมกนีเซียมที่ได้จากฟลักซ์ป้องกันเครื่องดัดลงไป ในอลูมิเนียมผสม เกรด A356 และผ่านกระบวนการทางความร้อนช่วยเพิ่มความแข็งได้ 2) เวลาในการบ่มแข็งมีผลต่อความแข็งของชิ้นงาน 3) อุณหภูมิในการบ่มแข็งส่งผลให้โครงสร้างทางจุลภาคของอลูมิเนียมผสมเกรด A356 เปลี่ยนไป 4) ฟลักซ์ป้องกันเครื่องดัดสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ในการเพิ่มความแข็งให้กับอลูมิเนียมผสมเกรด A356 ได้ 5) อลูมิเนียมผสมทั้ง 2 ชนิดที่ผ่านกระบวนการทางความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาที่ต่างกันเมื่อนำทดสอบความแข็งพบว่าความแข็งขึ้นกับอุณหภูมิและเวลานั้นๆ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์ที่ ให้ทุนสนับสนุนการทดลอง
ขอขอบคุณรศ.ดร.เขาวลิต ลีมนณีวิจิตร, โลกการภาควิชาวิศวกรรมอุต
สาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
ธนบุรี ให้การสนับสนุน ingot Al A356

อ้างอิง

1. สุชาวัลย์ อิ่มอุไร, ชรณินทร์ ไชยเรืองศรี, จุลเทพ ขจรไชย
กุล, 2550, โครงสร้างจุลภาคของโลหะผสมอะลูมิเนียมหล่อ A356,
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
2. ศิริพร ดาวพิเศษ, 2544, วัสดุวิศวกรรมภาควิชาวิศวกรรม,
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระ, คณะวิศวกรรมศาสตร์, การผลิต
. นกรเหนือ
3. Nutthaphol C., Medini M., and Chaowalit L.,
**“Rejuvenation Process of AA 6061-T6 After Elevated
Temperature Service”**, NSTDA Annual Conference 2005, 28-30
March 2005.
4. H. Moeller*¹, G. Govender¹ and W. E. Stumpf² ,
*Natural and artificial aging response of semisolid metal processed
Al-Si-Mg alloy A356*, ¹Materials Science and Manufacturing, CSIR,
Pretoria 0001, South Africa ²Department of Materials Science and
Metallurgical Engineering, University of Pretoria, Pretoria, South
Africa, 2007
5. Kori, S., M. Prabhudev, and T. Chandrashekharaiyah,
*Studies on the microstructure and mechanical properties of A356
alloy with minor additions of copper and magnesium* Transactions of
the Indian Institute of Metals, ⁽⁴⁾62 .2009p. .356-353
6. Liu, H., et al., *Effect of pre-aging on precipitation
behavior of Al-1.29Mg-1.22Si-0.68Cu-0.69Mn-0.3Fe-0.2Zn-0.1 Ti
alloy*. Transactions of Nonferrous Metals Society of China, .2006
⁽⁴⁾16p. .921-917

7. Buha, J., R. Lumley, and A. Crosky, *Microstructural
development and mechanical properties of interrupted aged Al-Mg-
Si-Cu alloy*. Metallurgical and Materials Transactions A, .2006
⁽¹⁰⁾37p. .3130-3119