

สารบัญภาพประกอบ

ภาพที่	หน้า
1.1 ตัวอย่างของลัทธิภูมิเนียมอัลลอย.....	1
1.2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress กับ Strain.....	3
1.3 การวิเคราะห์ ความเค้นที่เกิดจากจำลองการทดสอบความล้า	4
1.4 กราฟแนวโน้มของค่า Ultimate tensile strength.....	5
1.5 กราฟแสดงแนวโน้มของค่าเปอร์เซ็นต์ Elongation	5
1.6 การจำลองลำดับการแข็งตัวด้วยโปรแกรม Magma	8
2.1 Relationship Ultimate Tensile Strength, Elongation, Yield Strength.....	11
2.2 กราฟ Hydrogen content, pore size and cooling rate relationships.....	12
2.3 กราฟผลกระทบของปริมาณไฮโดรเจนที่ระดับต่างๆ ต่อค่าค่า Rm	13
2.4 Dendrite Arm spacing (DAS) ที่ระดับCooling rate ที่แตกต่างกัน.....	14
2.5 Effect of DAS on Tensile strength.....	14
2.6 Rotary impeller degasser.....	15
2.7 Large bubbles produced by use of a graphite lance.....	16
2.8 Fine bubbles produced by use a rotary impeller.....	16
2.9 Bubble size for two melt hydrogen concentration	17
2.10 ปริมาณของแก๊สไฮโดรเจนเมื่อใช้โรเตอร์ที่มีตัวใบพัด.....	18
2.11 รูปแบบของความเครียดต่างๆ ที่ทำให้เกิดการล้า.....	19
2.12 ความสัมพันธ์ระหว่าง fracture stress กับ จำนวนรอบที่เกิดความเสียหาย....	21
2.13 จุดเริ่มรอยแตกจากความล้าที่มีสาเหตุมาจากความบกพร่องของงานหล่อ.....	24
2.14 แผนผังไดอะแกรมแสดงช่วงเวลาของอายุรวมของความล้า.....	25
2.15 รอยร้าวหลังการทดสอบความล้าที่ใช้ระบบการผลิตแบบแรงดันต่ำ.....	26
2.16 รอยร้าวจากความล้าที่โอมพลิจูดความเค้นที่แตกต่างกัน	27
3.1 ตัวโรเตอร์ที่มีใบพัด (Impeller) ที่ปลาย.....	28
3.2 Flow meter ที่ควบคุมปริมาณไนโตรเจน.....	29
3.3 กระบวนการขนถ่ายน้ำอลูมิเนียมจากเตาหลอม.....	30
3.4 กระบวนการไล่แก๊สไฮโดรเจน	30

3.5	วิธีการเตรียม sample สำหรับการตรวจสอบปริมาณไฮโดรเจน	31
3.6	การชั่งน้ำหนักชิ้นงานในอากาศ.....	32
3.7	การชั่งน้ำหนักชิ้นงานในน้ำ.....	32
3.8	ผลการวิเคราะห์ค่าปริมาณแก๊สไฮโดรเจนจากโปรแกรม.....	32
3.9	การอุ่นแม่พิมพ์ก่อนการเริ่มผลิตงานหล่อ.....	35
3.10	การกระบวนการผลิตชิ้นงานหล่อ	36
3.11	น้ำอลูมิเนียมในเตาหล่อที่ใช้วัดปริมาณไฮโดรเจน	36
3.12	ชิ้นงานเพื่อเตรียมไว้สำหรับการตัด	37
3.13	การตัดชิ้นงานเพื่อเตรียมไว้สำหรับการกลึง	38
3.14	ชิ้นงานหลังจากการตัด.....	38
3.15	การกลึงชิ้นงานสำหรับทดสอบแรงดึง	39
3.16	ชิ้นงานสำหรับทดสอบแรงดึง	39
3.17	วิธีการขีดgauge length.....	40
3.18	การจับยึดชิ้นงานกับเครื่องทดสอบแรงดึง.....	40
3.19	ชิ้นงานที่ขาดหลังจากการทดสอบแรงดึง.....	41
3.20	หน้าจอคอมพิวเตอร์แสดงผลหลังการทดสอบแรงดึง.....	41
3.21	การชั่งน้ำหนักชิ้นงานในอากาศ.....	42
3.22	การชั่งน้ำหนักชิ้นงานในน้ำ.....	42
3.23	ผลของการวิเคราะห์ค่า Density	42
3.24	ตัวอย่างชิ้นงานสำหรับทดสอบความล้า.....	43
3.25	เครื่องทดสอบความล้า.....	43
3.26	กราฟตัวอย่างแสดง S-N curve	44
4.1	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้ในการไล่แก๊ส อลูมิเนียมอลูมิเนียม	46
4.2	ปริมาณไฮโดรเจนในน้ำอลูมิเนียมที่กระบวนการผลิต.....	46
4.3	ความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับอุณหภูมิของน้ำอลูมิเนียม	47
4.4	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไฮโดรเจนกับปริมาณไฮโดรเจนในชิ้นงาน.....	50
4.5	ผลการวิเคราะห์สมการถดถอยจากโปรแกรม Minitab ที่แรงดันลม 3 บาร์.....	51
4.6	ผลการวิเคราะห์สมการถดถอยจากโปรแกรม Minitab ที่แรงดันลม 4 บาร์.....	51
4.7	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไฮโดรเจนในชิ้นงาน กับค่าRm.....	55

4.8	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไฮโดรเจนในชิ้นงาน กับค่า Elongation..	55
4.9	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไฮโดรเจนกับค่า Rm	56
4.10	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไฮโดรเจนกับค่า Elongation.....	57
4.11	ความสัมพันธ์ระหว่างไฮโดรเจนกับปริมาณไฮโดรเจนในชิ้นงานต่อค่าRm....	58
4.12	ความสัมพันธ์ระหว่างไฮโดรเจนกับปริมาณไฮโดรเจนในชิ้นงาน ต่อค่า%A....	59
4.13	Microstructure ที่ปริมาณไฮโดรเจน 0.08 ซีซีต่อ100 กรัม อลูมิเนียม.....	60
4.14	Microstructure ที่ปริมาณไฮโดรเจน 0.19 ซีซีต่อ100 กรัม อลูมิเนียม.....	60
4.15	Microstructure ที่ปริมาณไฮโดรเจน 0.34 ซีซีต่อ100 กรัม อลูมิเนียม.....	61
4.16	ขนาดของDAS จุดที่1 ที่ปริมาณไฮโดรเจน 0.08 ซีซีต่อ100 กรัม อลูมิเนียม...	62
4.17	ขนาดของDAS จุดที่2 ที่ปริมาณไฮโดรเจน 0.08 ซีซีต่อ100 กรัม อลูมิเนียม...	63
4.18	ขนาดของDAS จุดที่1 ที่ปริมาณไฮโดรเจน 0.19 ซีซีต่อ100 กรัม อลูมิเนียม...	63
4.19	ขนาดของDAS จุดที่2 ที่ปริมาณไฮโดรเจน 0.19 ซีซีต่อ100 กรัม อลูมิเนียม...	64
4.20	ขนาดของDAS จุดที่1 ที่ปริมาณไฮโดรเจน 0.34 ซีซีต่อ100 กรัม อลูมิเนียม...	64
4.21	ขนาดของDAS จุดที่2 ที่ปริมาณไฮโดรเจน 0.34 ซีซีต่อ100 กรัม อลูมิเนียม...	65
4.22	กราฟแสดง S-N curve ที่ระดับปริมาณไฮโดรเจน 0.08 ซีซีต่อ100 กรัม.....	66
4.23	พื้นผิวของรอยแตกหลังการทดสอบความล้าที่กำลังขยาย15X	67
4.24	จุดเริ่มของรอยร้าวจากการทดสอบความล้าที่ Nf=689,194 cycles	68
4.25	จุดเริ่มของรอยร้าวจากการทดสอบความล้าที่ Nf=893,540 cycles.....	69
4.26	จุดเริ่มของรอยร้าวจากการทดสอบความล้าที่ Nf=13,374 cycles	70
5.1	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการระบายความร้อนกับขนาดของ DAS.....	74