สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

# การศึกษาการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตในอุตสาหกรรมหลอมหล่ออลูมิเนียม

# A STUDY ON IMPROVEMENT PRODUCTION EFFICIENCY IN ALUMINUM CASTING INDUSTRY

นาย กิตติกร มโนธรรมภัทร

นางสาว ชลธิชา ศรีชาย

นาย ชวกร ชัยเทพ

ศส.
ก677ก
2553

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 119213
วัน,เดือน,ปี - 6 ส.ค. 2554

b.12361940
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2553

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การศึกษาการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตในอุตสาหกรรมหล่ออลูมิเนียม

A Study on Improvement of Production Efficiency in Aluminum Casting Industry


**ผู้จัดทำ**

1.นาย กิตติกร มโนธรรมภัทร รหัสนักศึกษา 50010101

2.นางสาว ชลธิชา ศรีชาย รหัสนักศึกษา 50010318

3.นาย ชวกร ชัยเทพ รหัสนักศึกษา 50010326


.....อาจารย์ที่ปรึกษา

( ดร. ประสันต์ ชุ่มใจหาญ )


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# การศึกษาการปรับปรุงคุณภาพการผลิตในอุตสาหกรรมหลอมหล่ออลูมิเนียม

นายกิตติกร มโนธรรมภัทร
นางสาวชลธิชา ศรีชาย
นายชวกร ชัยเทพ
ดร.ประสันต์ ชุ่มใจหาญ อาจารย์ที่ปรึกษา

## บทคัดย่อ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตในอุตสาหกรรมหลอมหล่ออลูมิเนียม ได้ทำการศึกษาและหาแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน การจัดการด้านสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัย วางแผนการดำเนินการปรับปรุงโดยอ้างอิงตามหลักกฎหมาย ตลอดจนคำนวณความคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์ เพื่อเป็นโรงงานตัวอย่างในการดำเนินการแก้ไขให้ได้มาตรฐานถูกต้องตามที่กฎหมายกำหนด ซึ่งผลการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตโดยการปรับเปลี่ยนเตาหลอมใหม่และใช้ก๊าซ LPG เป็นเชื้อเพลิงในการหลอมแทนน้ำมันใช้แล้ว พบว่าหลังการปรับปรุง ค่าการใช้พลังงานต่อการผลิตอลูมิเนียม 1 ตัน หรือ ค่า SEC มีค่าลดลงจากเดิมเฉลี่ยซึ่งใช้พลังงานเดือนละ 5,401.22 MJ/Ton-Al เหลือ 4,297.50 MJ/Ton-Al (หรือลดลง 20.43 %) และมีค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อน หรือ ประสิทธิภาพรวม เพิ่มสูงขึ้น 16.13 % คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 2,862,167.72 บาท/ปี และ ระยะเวลาคืนทุน 0.40 ปี หลังการปรับปรุงที่กล่าวมาทำให้โรงงานมีความพร้อมมากขึ้นในการดำเนินการและมีความปลอดภัยในโรงงานมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**A Study on Improvement of Production Efficiency in Aluminum Casting Industry**

Kittikon Manothanphat

Chonticha Srichay

Chawakorn Chaithep

Dr. Prasan Choomjaihan Advisor

## ABSTRACT

The objective of this project was to study on the improvement of production efficiency in aluminum casting industry. We have studied and found the ways to increase the efficiency of energy consumption , environmental management and safety , including planning of processes improvement with reference to legal principles. Break even point was computed in order to be an example factory in corrective actions were required to meet the standard required by law. The results of furnace improvement by used LPG gas found that , energy for produce the aluminum 1 ton or SEC value was decreased from 5,401.22 MJ/Ton-Al to 4,297.50 MJ/Ton-Al average per month ( or 20.43 % decreased ). Thermal efficiency was 16.13 % increased. It could save the money 2,862,000 baht per month and payback period was 0.40 year. After improvement as mentions , the factory is more ready to operate and safe.

**key words** : production efficiency, casting, energy

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# กิตติกรรมประกาศ

การที่ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.วัชระ เพิ่มชาติ และ ดร.ประสันต์ ชุ่มใจหาญ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา รวมถึง ผศ.ดร.ทรงวุฒิ แสงจันทร์ ที่ให้แนวความคิด พร้อมทั้งให้คำแนะนำในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ตลอดจนการแก้ปัญหาต่างๆ และการช่วยเหลือในด้านอื่นๆ อย่างดียิ่ง อันเป็นประโยชน์ในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณ บริษัท อัมพรประเสริฐ อลูมิเนียม อินกอต จำกัด จังหวัด สมุทรสาคร ที่ได้ให้คณะผู้จัดทำเข้าไปทำการศึกษา ค้นคว้า และปรับปรุงการผลิต โดยให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี

คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณ คุณจิตราพร กังสวัสดิ์ ที่ให้ความช่วยเหลือทางด้านธุรการ และกรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางที่ถูกต้องตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ

สุดท้ายนี้คณะผู้ศึกษาขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ได้เป็นกำลังใจในการทำงานปริญญานิพนธ์จนสำเร็จได้ด้วยดี ซึ่งทางคณะผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งใจเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณท่านทั้งสองไว้ ณ โอกาสด้วย

นาย กิตติกร มโนธรรมภัทร
นางสาวชลธิชา ศรีชาย
นาย ชวกร ชัยเทพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ


| | หน้า |
|---|---|
| บทคัดย่อภาษาไทย | ก |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ | ข |
| กิตติกรรมประกาศ | ค |
| สารบัญ | ง |
| สารบัญตาราง | ซ |
| สารบัญรูปภาพ | ญ |
| บทที่ 1 บทนำ | 1 |
| 1.1 ที่มาและความสำคัญ | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ | 1 |
| 1.3 ขอบเขตการศึกษา | 2 |
| 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ | 2 |
| บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง | 3 |
| 2.1 ความรู้เกี่ยวกับอุตสาหกรรมหลอมหล่ออลูมิเนียม | 3 |
| 2.1.1 ภาพรวมอุตสาหกรรม | 3 |
| 2.1.2 ความสำคัญทางเศรษฐกิจ | 10 |
| 2.1.3 จำนวนโรงงานและขนาดโรงงาน | 13 |
| 2.2 กฎหมายที่เกี่ยวข้อง | 15 |
| 2.2.1 กฎหมายที่เกี่ยวข้องด้านสิ่งแวดล้อม | 15 |
| 2.2.2 กฎหมายที่เกี่ยวข้องด้านความปลอดภัย | 18 |
| 2.3 ความรู้เกี่ยวกับก๊าซปิโตรเลียมเหลว(*LPG*) | 20 |
| 2.3.1 แหล่งที่มาของก๊าซปิโตรเลียมเหลว | 20 |
| 2.3.2 คุณสมบัติของก๊าซปิโตรเลียมเหลว | 22 |
| 2.3.3 คุณสมบัติทางกายภาพของก๊าซปิโตรเลียมเหลวเมื่ออยู่ในสถานะเป็นของเหลว | 23 |
| 2.3.4 คุณสมบัติทางกายภาพของก๊าซปิโตรเลียมเหลวเมื่ออยู่ในสถานะเป็นก๊าซ | 25 |
| 2.3.5 อันตรายที่มีผลต่อสุขภาพอนามัยและมาตรฐานอาชีวอนามัยและความปลอดภัย | 27 |
| 2.3.6 ข้อปฏิบัติในกรณีฉุกเฉิน | 28 |
| 2.4 ความรู้เกี่ยวกับน้ำมันเครื่องใช้แล้ว | 29 |
| 2.4.1 ปัญหาของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้ว | 29 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ (ต่อ)

หน้า


2.4.2 ปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อม 30

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 33

บทที่ 3 แนวทางการดำเนินงาน 37

3.1 การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการหลอมหล่ออลูมิเนียม 37

3.1.1 การหลอมหล่ออลูมิเนียม 37

3.1.2 เครื่องจักรและกระบวนการในการผลิตแท่งอลูมิเนียม 39

3.2 การศึกษากฎหมายที่เกี่ยวข้อง 40

3.2.1 กฎหมายที่เกี่ยวข้องด้านพลังงาน 40

3.2.2 กฎหมายที่เกี่ยวข้องด้านสิ่งแวดล้อม 41

3.2.3 กฎหมายที่เกี่ยวข้องด้านความปลอดภัย 41

3.3 การตรวจวิเคราะห์เบื้องต้นเพื่อประเมินศักยภาพการปรับปรุงโรงงาน 42

3.3.1 การตรวจประเมินด้านพลังงานและประสิทธิภาพในการใช้พลังงาน 42

3.3.1.1 สมดุลความร้อนของเตาหลอมอลูมิเนียม 51

3.3.1.2 การคำนวณหาประสิทธิภาพเตาหลอมอลูมิเนียม 53

3.3.2 การจัดการด้านสิ่งแวดล้อมของโรงงาน 55

3.3.2.1 การจัดการสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัยในภาพรวม 55

3.3.2.2 การจัดการมลพิษทางอากาศ 57

3.3.2.3 การจัดการน้ำเสีย 60

3.3.2.4 การจัดการของเสีย 61

3.3.3 การจัดการด้านความปลอดภัย 68

3.4 การวิเคราะห์หาแนวทางการปรับปรุงสิทธิภาพ 68

3.4.1 ศักยภาพการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน 68

3.4.2 แนวทางการปรับปรุงการบริหารจัดการด้านสิ่งแวดล้อม 71

3.4.2.1 การปรับปรุงการจัดการสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัยในภาพรวม 71

3.4.2.2 การปรับปรุงด้านการจัดการมลพิษทางอากาศ 71


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ (ต่อ)

หน้า


3.4.2.3 การปรับปรุงด้านการจัดการน้ำเสีย 72
3.4.2.4 การปรับปรุงด้านการจัดการของเสีย 73
3.4.3 การปรับปรุงการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยในโรงงาน 74
บทที่ 4 ตารางบันทึกผลการทดลอง 77
4.1 ตารางบันทึกผลการตรวจวัดด้านพลังงาน 77
4.1.1 ผลการตรวจวัดก่อนการปรับปรุงประสิทธิภาพด้านพลังงาน 77
4.4.2 ผลการตรวจวัดหลังการปรับปรุงประสิทธิภาพด้านพลังงาน 77
4.4.3 ผลการตรวจวัดก่อนและหลังการปรับปรุงประสิทธิภาพด้านการใช้พลังงาน 78
4.2 ตารางบันทึกผลการตรวจวัดด้านสิ่งแวดล้อม 79
4.2.1 ผลการตรวจวัดก่อนการปรับปรุงประสิทธิภาพด้านสิ่งแวดล้อม 79
4.2.2 ผลการตรวจวัดหลังการปรับปรุงประสิทธิภาพด้านสิ่งแวดล้อม 81
4.3 ตารางบันทึกผลการตรวจวัดด้านความปลอดภัย 82
4.3.1 ผลการตรวจวัดก่อนการปรับปรุงประสิทธิภาพด้านความปลอดภัย 82
4.3.2 ผลการตรวจวัดหลังการปรับปรุงประสิทธิภาพด้านความปลอดภัย 85
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง 88
5.1 ผลที่ได้รับจากการปรับปรุงประสิทธิภาพด้านพลังงาน 88
5.2 ผลการปรับปรุงการบริหารจัดการด้านสิ่งแวดล้อม 96
5.3 ผลการปรับปรุงการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยในการทำงาน 101
5.4 สรุปผลการดำเนินงานปรับปรุงโรงงานหลอมหล่ออลูมิเนียม 104
5.5 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม 104
เอกสารอ้างอิง 107
ภาคผนวก ก 109
ก.1 กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์พลังงาน 110
ก.2 กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการจัดการด้านสิ่งแวดล้อม 110
ก.3 กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยในโรงงาน 111
ก.4 กฎหมายอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง 111
ภาคผนวก ข 112
ข.1 เครื่องตรวจวัดความเข้มแสง Digital Light Meter Model TM-204 113


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ข.2 เครื่องตรวจวัดอุณหภูมิ Heat Stress Monitor QT 32 113
ข.3 เครื่องตรวจวัดคุณภาพอากาศ Personal pump SKC Air Sampling Pump 114
ข.4 เครื่องตรวจวัดสิ่งเจือปนในอากาศ Isokinetic / US EPA Method 114
ข.5 การวิเคราะห์การเผาไหม้โดยดูจากขี้เถ้า 115
ข.6 แผนผังการจัดแบ่งพื้นที่ทำงานภายในโรงงาน 116
ข.7 Process diagram แสดงขั้นตอนการผลิตแท่งอลูมิเนียม 117
ข.8 ตัวอย่างป้ายด้านความปลอดภัยในโรงงาน 118
ข.9 ความหมายของสีต่างๆ ในป้ายด้านความปลอดภัย 118

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 แสดงปริมาณการนำเข้าอลูมิเนียมที่ยังไม่ได้ขึ้นรูป (Unwrought) 11
ตารางที่ 2.2 แสดงมูลค่าการนำเข้าอลูมิเนียมที่ยังไม่ได้ขึ้นรูป (Unwrought) 11
ตารางที่ 2.3 แสดงมูลค่าการนำเข้าเศษอลูมิเนียมใช้แล้ว (Scrap) 12
ตารางที่ 2.4 แสดงมูลค่าผลิตภัณฑ์อลูมิเนียมที่ส่งออก 12
ตารางที่ 2.5 แสดงจำนวนและขนาดโรงงานในอุตสาหกรรมหลอมหล่อเศษอลูมิเนียม 14
ตารางที่ 2.6 แสดงจำนวนและขนาดโรงงานในอุตสาหกรรมหลอมหล่อเศษตะกรันอลูมิเนียม 14
ตารางที่ 2.7 แสดงจำนวนและขนาดโรงงานในอุตสาหกรรมหลอมหล่อเศษตะกรันอลูมิเนียม (ลำดับที่ 106) 15
ตารางที่ 2.8 แสดงลักษณะของน้ำมันใช้แล้วผ่านกระบวนการปรับคุณภาพและเชื้อเพลิงสังเคราะห์ที่จะนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในเตาอุตสาหกรรม เพื่อทดแทนน้ำมันเตา 16
ตารางที่ 2.9 กำหนดค่าปริมาณสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงานกรณีการใช้น้ำมันใช้แล้ว เป็นเชื้อเพลิงในกระบวนการปรับปรุงคุณภาพและเชื้อเพลิงสังเคราะห์เป็นเชื้อเพลิงในเตาอุตสาหกรรม 17
ตารางที่ 2.10 แสดงมาตรฐานระดับความร้อนที่กำหนดในโรงงานอุตสาหกรรม 18
ตารางที่ 2.11 ข้อกำหนดเรื่องความเข้มของการส่องสว่างในบริเวณปฏิบัติงานในโรงงาน 19
ตารางที่ 2.12 แสดงตัวอย่างผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้ว 31
ตารางที่ 2.13 แสดงตัวอย่างผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้ว 31
ตารางที่ 2.14 ค่าเปรียบเทียบคุณสมบัติของน้ำมันใช้แล้ว (น้ำมันดำ) กับเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ 32
ตารางที่ 3.1 แสดงการใช้เชื้อเพลิงน้ำมันเครื่องใช้แล้วของ บริษัท อัมพรประเสริฐอลูมิเนียมอินกอต จำกัดในช่วงเดือนมกราคม ถึง เมษายน ปี พ.ศ. 2553 42
ตารางที่ 3.3 แสดงสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าและความร้อนในช่วงเดือนมกราคม ถึง เมษายน ปี 2553 43
ตารางที่ 3.2 แสดงการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วงเดือนมกราคม ถึง เมษายน ปี 2553 45
ตารางที่ 3.4 แสดงคุณสมบัติบางประการของน้ำมันดำเปรียบเทียบกับเชื้อเพลิงทั่วไปชนิดอื่นๆ 47
ตารางที่ 3.5 แสดงดัชนีการใช้พลังงาน (SEC) ของบริษัท อัมพรประเสริฐ อลูมิเนียมอินกอต จำกัด ในช่วงเดือนมกราคม ถึง เมษายน ปี พ.ศ. 2553 49
ตารางที่ 3.6 แสดงผลการตรวจวัดมลพิษทางอากาศที่ปล่อยจากปล่องระบายอากาศและภายในโรงงาน 59
ตารางที่ 3.7 แสดงแนวทางการปรับปรุงการบริหารจัดการด้านสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัย และความพร้อม ในการดำเนินการของโรงงานตัวอย่าง 76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าดัชนีการใช้พลังงาน(SEC)ก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงของบริษัท อัมพร ประเสริฐ อลูมิเนียมอินกอต จำกัด 78
ตารางที่ 4.2 แสดงผลการตรวจวัดปริมาณของสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากปล่อง (น้ำมันเครื่องใช้แล้ว) 79
ตารางที่ 4.3 แสดงการตรวจวัดปริมาณของสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากปล่อง (LPG) 81
ตารางที่ 4.4 แสดงผลการตรวจวัดระดับความเข้มของแสงในสถานประกอบการ(ก่อน) 82
ตารางที่ 4.5 แสดงผลการตรวจวัดระดับความร้อนในสถานประกอบการ(ก่อน) 83
ตารางที่ 4.6 แสดงผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศในสถานประกอบการ(ก่อน) 84
ตารางที่ 4.7 แสดงผลการตรวจวัดระดับความเข้มของแสงในสถานประกอบการ(หลัง) 85
ตารางที่ 4.8 แสดงผลการตรวจวัดระดับความร้อนในสถานประกอบการ(หลัง) 86
ตารางที่ 4.9 แสดงผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศในสถานประกอบการ(หลัง) 87
ตารางที่ 5.1 แสดงค่าดัชนีการใช้พลังงานก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงของบริษัท อัมพร ประเสริฐ อลูมิเนียมอินกอต จำกัด 94
ตารางที่ 5.2 แสดงผลการปรับปรุงและดำเนินการตามแนวทางการบริหารจัดการด้านสิ่งแวดล้อม 96
ตารางที่ 5.3 แสดงผลการปรับปรุงและดำเนินการบริหารจัดการด้านความปลอดภัย 101

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูปภาพ

หน้า


รูปที่ 2.1 ธาตุต่างๆในโลก 3

รูปที่ 2.2 ภาพรวมอุตสาหกรรมหลอมหล่ออลูมิเนียมและเศษอลูมิเนียม 4

รูปที่ 2.3 กระบวนการทางอุตสาหกรรมในการผลิตอลูมิเนียม 5

รูปที่ 2.4 สินแร่บอกไซด์ 6

รูปที่ 2.5 ผงอลูมิน่า 6

รูปที่ 2.6 การถลุงแร่อลูมิน่า 6

รูปที่ 2.7 การถลุงแร่ด้วยไฟฟ้า 7

รูปที่ 2.8 การหลอมอลูมิเนียม 7

รูปที่ 2.9 เตาหลอมและเตาอุ่น 8

รูปที่ 2.10 แบบหล่อ 8

รูปที่ 2.11 ชิ้นงานยานยนต์อลูมิเนียม 8

รูปที่ 2.12 การรีดดึงอลูมิเนียม ( Extrusion ) 9

รูปที่ 2.13 การรีดแผ่นอลูมิเนียม ( Sheet ) และแผ่นฟอยล์ ( Foil ) 9

รูปที่ 3.1 Process diagram แสดงขั้นตอนการผลิตแท่งอลูมิเนียมของบริษัท อัมพรประเสริฐ อลูมิเนียมอินกอต จำกัด 38

รูปที่ 3.2 ภาพถ่ายแสดงขั้นตอนและกระบวนการผลิตแท่งอลูมิเนียมของ บริษัท อัมพรประเสริฐ อลูมิเนียมอินกอต จำกัด 39

รูปที่ 3.3 สัดส่วนการใช้พลังงานรวมในกระบวนการผลิตแท่งอลูมิเนียม 44

รูปที่ 3.4 สัดส่วนการใช้พลังงานรวมของโรงงานแยกตามระบบต่างๆ 44

รูปที่ 3.5 เตาหลอมอลูมิเนียมแบบเตาเบ้าที่ใช้น้ำมันดำเป็นเชื้อเพลิง 47

รูปที่ 3.6 น้ำมันดำที่โรงงานอัมพรประเสริฐ อลูมิเนียมอิกอต ใช้เป็นเชื้อเพลิงในเตาหลอมอลูมิเนียม 48

รูปที่ 3.7 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณผลผลิตกับดัชนีการใช้พลังงานในช่วงเดือนมกราคม ถึง เมษายน ปี พ.ศ. 2553 50

รูปที่ 3.8 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณผลผลิตกับค่าใช้จ่ายด้านพลังงานรวมในช่วงเดือนมกราคม ถึงเมษายน ปี พ.ศ. 2553 50


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3.9 Schematic diagram ของการทำสมดุลความร้อนที่เตาหลอมอลูมิเนียม 54
รูปที่ 3.10 วัตถุดิบของโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่าง 56
รูปที่ 3.11 ภาพรวมของการเกิดมลพิษจากโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่าง 56
รูปที่ 3.12 สภาพบริเวณเตาหลอมอลูมิเนียมของโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่าง 57
รูปที่ 3.13 การเกิดฝุ่นและเถ้าฟุ้งกระจายไปทั่วบริเวณโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่าง 58
รูปที่ 3.14 อุปกรณ์ลดมลพิษทางอากาศ Wet Scrubber ของโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่าง 58
รูปที่ 3.15 การตรวจวัดปริมาณฝุ่นในบริเวณพื้นที่ทำงานของโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่าง 59
รูปที่ 3.16 ตะกรันจากการหลอมอลูมิเนียมของโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่าง 62
รูปที่ 3.17 ทัศนวิสัยในบริเวณพื้นที่ทำงานของโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่าง 63
รูปที่ 3.18 กระบวนการหลอมอลูมิเนียมในโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่างที่ต้องใช้อุณหภูมิสูง 64
รูปที่ 3.19 สภาพแสงสว่างในบริเวณพื้นที่ทำงานของโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่าง 65
รูปที่ 3.20 การวางสารเคมีภายนอกห้องเก็บ 65
รูปที่ 3.21 บริเวณกองตะกรันจากกระบวนการหลอมอลูมิเนียมของโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่าง 66
รูปที่ 3.22 บริเวณที่ตั้งวางถังน้ำมันใช้แล้วที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงของโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่าง 67
รูปที่ 3.23 การแต่งกายของพนักงานส่วนใหญ่ในโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่าง 67
รูปที่ 3.24 สภาพการจัดวางวัตถุดิบภายในโรงเก็บของโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่าง 68
รูปที่ 3.25 เตาหลอมอลูมิเนียมพร้อมหัว burner แบบใช้ก๊าซ LPG ที่บริษัท ฯ จะทำการติดตั้งใหม่ 69
รูปที่ 3.26 ตัวอย่างระบบ Stationary gas LPG ที่ใช้กับเตาหลอมอลูมิเนียมที่จะติดตั้งใหม่ 69
รูปที่ 3.27 ค่าพลังงานที่ใช้ต่อการผลิตอลูมิเนียม 1 ตันทางทฤษฎี(เส้นสีเขียว)ที่อุณหภูมิการหลอมต่างๆ 70
รูปที่ 5.1 สัดส่วนการใช้พลังงานรวมของโรงงานแยกตามระบบต่างๆ 88
รูปที่ 5.2 สัดส่วนการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตแท่งอลูมิเนียมช่วงที่ใช้เฉพาะน้ำมันดำ 89
รูปที่ 5.3 สัดส่วนการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตแท่งอลูมิเนียมโดยนับรวม ช่วงเดือนสิงหาคม ถึง ตุลาคม 2553 ที่มีการใช้ก๊าซ LPG มาเป็นเชื้อเพลิงในการหลอม 89
รูปที่ 5.4 ภาพ (a) เตาหลอมเก่าที่ใช้น้ำมันดำ และ (b) เตาหลอมใหม่ใช้ก๊าซ LPG เป็นเชื้อเพลิง 92
รูปที่ 5.5 กระบวนการหลอมโดยการเปลี่ยนเชื้อเพลิงใหม่มาใช้ก๊าซ LPG เป็นเชื้อเพลิง 97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 5.6 สภาพภายในโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่างที่มีฝุ่นลดลง 98
รูปที่ 5.7 การติดตั้งเตาหลอมและระบบหัวเผาสำหรับก๊าซ LPG 99
รูปที่ 5.8 หลังคาของโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่างที่มีการทำความสะอาดและเพิ่มหลังคาโปร่งแสงแล้ว 100
รูปที่ 5.9 บ่อพักน้ำเพื่อหมุนเวียนกลับไปใช้ในการทำงานของ Wet Scrubber 100
รูปที่ 5.10 การติดตั้งลูกหมุนระบายอากาศบนหลังคาโรงงาน เพื่อช่วยระบายความร้อนในพื้นที่ทำงาน 102
รูปที่ 5.11 สภาพภายในโรงงานที่สว่างมากขึ้นจากหลังคาโปร่งแสงที่ติดตั้งเพิ่มเติม 102
รูปที่ 5.12 บริเวณเก็บถังก๊าซ LPG ที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงของโรงงานในปัจจุบัน 102
รูปที่ 5.13 มีการติดตั้งถังดับเพลิงเพิ่มเติมอย่างเพียงพอหากเกิดเหตุเพลิงไหม้ 103
รูปที่ 5.14 มีการติดป้ายเตือนภายในโรงงานเพื่อป้องกันอันตรายอย่างเหมาะสม 103
รูปที่ 5.15 เตาหลอมอลูมิเนียมชนิดเตาเบ้าแบบมีฝาปิดที่ถูกต้อง 105
รูปที่ 5.16 ตัวอย่างการใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ 3 หลอดต่อโคม แทนหลอดเมทอลฮาไลด์ ขนาด 290 W 105
รูปที่ ข.1 เครื่องตรวจวัดความเข้มแสง Digital Light Meter Model TM-204 113
รูปที่ ข.2 เครื่องตรวจวัดอุณหภูมิ Heat Stress Monitor QT 32 113
รูปที่ ข.3 เครื่องตรวจวัดคุณภาพอากาศ Personal pump SKC Air Sampling Pump 114
รูปที่ ข.4 เครื่องตรวจวัดสิ่งเจือปนในอากาศ Isokinetic / US EPA Method 114
รูปที่ ข.5 การวิเคราะห์การเผาไหม้โดยดูจากขี้เถ้า 115
รูปที่ ข.6 แผนผังการจัดแบ่งพื้นที่ทำงานภายในโรงงาน 116
รูปที่ ข.7 Process diagram แสดงขั้นตอนการผลิตแท่งอลูมิเนียม 117
รูปที่ ข.8 ตัวอย่างป้ายด้านความปลอดภัยในโรงงาน 118
รูปที่ ข.9 แสดงความหมายของสีต่างๆ ในด้านความปลอดภัย 118

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

# บทนำ

## 1.1 ที่มาและความสำคัญ

ปัจจุบันอลูมิเนียมมีบทบาทในการใช้งานมากขึ้น เนื่องจากอลูมิเนียมมีคุณสมบัติที่ดีหลายประการ เช่น น้ำหนักเบา การนำความร้อนสูง สามารถขึ้นรูปและหล่อได้ดี และทนต่อการกัดกร่อน แต่การถลุงอลูมิเนียมจากสินแร่ต้องใช้พลังงานไฟฟ้าและเชื้อเพลิงเป็นอย่างมากจึงส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยตรง และอลูมิเนียมยังมีราคาแพงเมื่อเทียบกับโลหะชนิดอื่น จึงมีการนำอลูมิเนียมมาหลอมใช้ใหม่ซึ่งจะทำให้ต้นทุนในการผลิตลดลงโรงหลอมส่วนใหญ่จะนำเอาเศษอลูมิเนียมที่มีการปนเปื้อนสูงมาหลอมใหม่ เช่น กระป๋องเครื่องดื่ม ฝาเครื่องดื่มที่มีชิ้นส่วนของพลาสติก เศษขี้กลึง และ เศษจากการตัดอลูมิเนียมมาหลอมใหม่โดยไม่มีเทคนิคการเตรียมอย่างเหมาะสมส่งผลทำให้เกิดปัญหาด้านมลพิษจากควันเมื่อเกิดการเผาไหม้สารปนเปื้อนต่างๆ โดยไม่มีการควบคุมและบำบัด

ทางกรมโรงงานอุตสาหกรรมได้เล็งเห็นถึงผลกระทบเหล่านี้จึงได้มีนโยบายในการปรับปรุงประสิทธิภาพในโรงงานอุตสาหกรรมโดยมีการให้งบประมาณเพื่อช่วยเหลือโรงงานอุตสาหกรรมที่ต้องการปรับปรุงโรงงานของตนเองให้มีมาตรฐานมากขึ้น โครงงานนี้เป็นการศึกษาการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตในอุตสาหกรรมหลอมหล่ออลูมิเนียมร่วมกับ บริษัท อัมพรประเสริฐ อลูมิเนียม อินกอต จำกัด ซึ่งเป็นโรงงานที่นำเศษอลูมิเนียมที่ใช้แล้วมาหลอม จากนั้นก็นำไปหล่อให้เป็นแท่งอลูมิเนียม เพื่อนำไปขึ้นรูปในขั้นตอนต่อไป ได้มีความต้องการที่จะปรับปรุงประสิทธิภาพของโรงงานให้มีมาตรฐานมากขึ้นเพื่อลดมลภาวะต่างๆต่อสิ่งแวดล้อม โดยศึกษาการปรับปรุงใน 3 ด้านหลักๆ ได้แก่ 1. การใช้และการบริหารจัดการด้านพลังงาน 2. การจัดการสิ่งแวดล้อม 3.การจัดการด้านความปลอดภัยในโรงงาน

## 1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาแนวทางการปรับปรุบกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมหลอมหล่ออลูมิเนียมทางด้านบริหารจัดการด้านพลังงาน สิ่งแวดล้อม และความปลอดภัย ให้ได้มาตรฐานตามที่กฎหมายกำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**1.3 ขอบเขตการศึกษา**

1. ศึกษาแนวทางการปรับปรุงกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมหล่ออลูมิเนียม ของบริษัทอัมพรประเสริฐ อลูมิเนียม อินกอต จำกัด จังหวัดสมุทรสาคร
2. ศึกษาแนวทางการปรับปรุงกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมหล่ออลูมิเนียมใน 3 ด้าน ได้แก่
   2.1 การใช้และการบริหารจัดการด้านพลังงาน
   2.2 การจัดการสิ่งแวดล้อม
   2.3 การจัดการด้านความปลอดภัยในโรงงาน

**1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ**

โรงงานงานอุตสาหกรรมหลอมหล่ออลูมิเนียม ที่ได้ทำการศึกษาไปนั้น ได้มาตรฐานตามที่กฎหมายกำหนด มีการปรับปรุงประสิทธิภาพและคุณภาพของสิ่งแวดล้อม มีประสิทธิภาพในการใช้พลังงานให้คุ้มค่ามากขึ้นสามารถลดต้นทุนในการผลิตอีกทั้งยังสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตได้มากขึ้น และมีการจัดการในด้านของความปลอดภัยในโรงงานที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 2

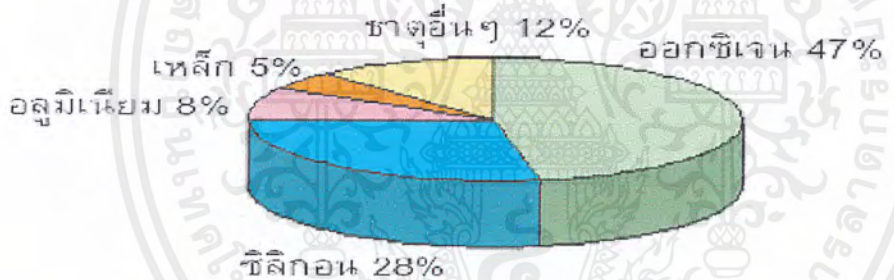
# ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

## 2.1 ความรู้เกี่ยวกับอุตสาหกรรมหลอมหล่ออลูมิเนียม

### 2.1.1 ภาพรวมอุตสาหกรรม

อลูมิเนียมจัดเป็นธาตุที่พบมากเป็นอันดับสาม บนพื้นโลก ( The earth's crust ) รองลงมาจากออกซิเจนและซิลิกอนแต่มากกว่าเหล็กและธาตุอื่นๆ(รูปที่2.1)

โลหะอลูมิเนียมมีสีขาวเงิน ( Silvery white ) ไม่เป็นสนิม น้ำหนักเบา ความหนาแน่นต่ำ นำไฟฟ้าได้ดี สามารถขึ้นรูปง่าย ไม่เป็นพิษต่อร่างกายมนุษย์ สะท้อนแสงได้ดี และมีคุณสมบัติต้านทานการกัดกร่อนได้ดีมาก สามารถทนต่อทุกสภาพภูมิอากาศ




รูปที่ 2.1 ธาตุต่างๆในโลก

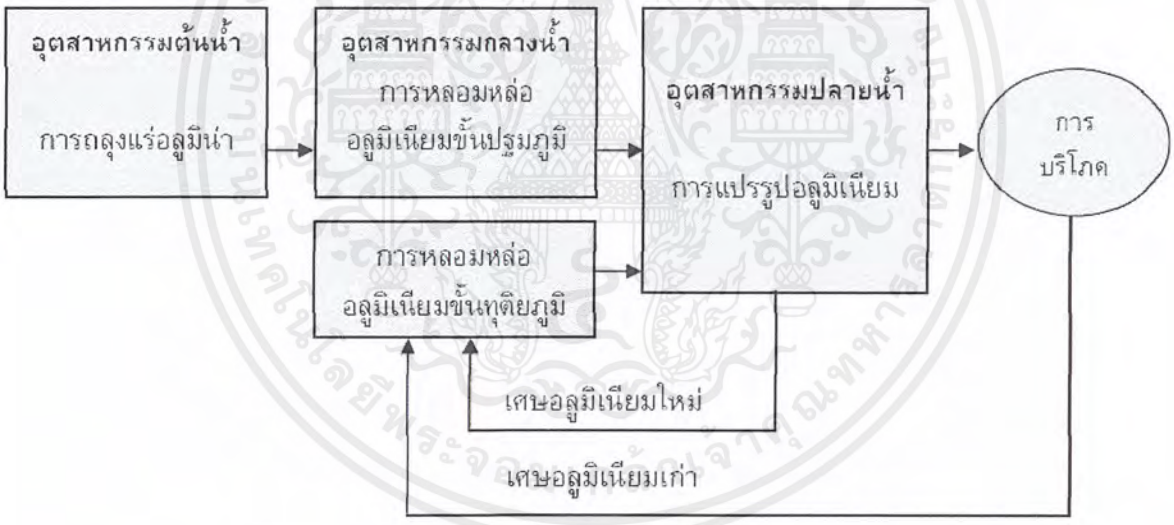
อลูมิเนียมเป็นโลหะในกลุ่มที่มีน้ำหนักเบา ที่มีการใช้งานแพร่หลายมากที่สุด ทั้งนี้เพราะอลูมิเนียมมีคุณสมบัติที่ดีเด่นหลายประการดังต่อไปนี้

1. มีความหนาแน่นน้อย น้ำหนักเบาและมีกำลังวัสดุต่อหน่วยสูง จึงนิยมใช้ทำเครื่องใช้ไม้สอยตลอดจนชิ้นงานบางอย่างในเครื่องบิน จรวด ขีปนาวุธและอุปกรณ์ในรถยนต์
2. มีคุณสมบัติที่ยืดตัวได้ง่ายและมีความเหนียวมาก ทำให้สามารถขึ้นรูปด้วยกรรมวิธีต่างๆ ได้ง่ายโดยไม่เสี่ยงต่อการแตกหัก เช่น การรีดเป็นแผ่นบาง การอัดขึ้นรูปกรอบประตูหน้าต่าง
3. มีจุดหลอมเหลวต่ำและมีคุณสมบัติการไหลของน้ำโลหะที่ดี ทำให้การหลอมหล่อเป็นไปโดยง่ายและสามารถหล่อชิ้นงานที่มีรูปร่างซับซ้อนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เนื่องจากการรวมตัวของอลูมิเนียมและออกซิเจนเกิดเป็นฟิล์มของอลูมิเนียมออกไซน์ที่ผิวซึ่งมีความแน่นทึบมาก จึงทำให้อลูมิเนียมมีความทนทานต่อการเกิดสนิมและการกัดกร่อนในสภาพภูมิอากาศต่อการใช้งานทั่วไปได้ดีมาก แต่ไม่ทนต่อการกัดกร่อนของกรดด่างทั่วไป
5. ผิวหน้าของอลูมิเนียมบริสุทธิ์มีดัชนีการสะท้อนกลับของแสงสูง จึงเหมาะสมที่จะทำแผ่นสะท้อนแสงในแฟลตถ่ายรูป จานสะท้อนแสงในโคมไฟหรือไฟหน้ารถยนต์
6. มีค่าการนำไฟฟ้า 64.94 % IACS ( International Annealed Copper Standard ) แม้ไม่สูงมากนัก แต่เนื่องจากมีน้ำหนักเบาจึงเหมาะที่จะใช้เป็นตัวนำไฟฟ้า
7. เป็นโลหะที่ไม่เป็นพิษต่อร่างกายมนุษย์และมีค่าการนำความร้อนสูง ทำให้เหมาะสมกับการใช้ทำเป็นภาชนะหุงต้มหรือหีบห่อรองรับอาหาร
8. โลหะอลูมิเนียมสามารถผสมกับโลหะอื่นๆ ได้หลายชนิด เช่น ทองแดง ซิลิกอน แมกนีเซียม หรือสังกะสี ซึ่งโลหะผสมแต่ละประเภทจะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน ทำให้สามารถเลือกใช้งานได้อย่างกว้างขวาง

**การผลิตอลูมิเนียม ( Aluminum Production )**



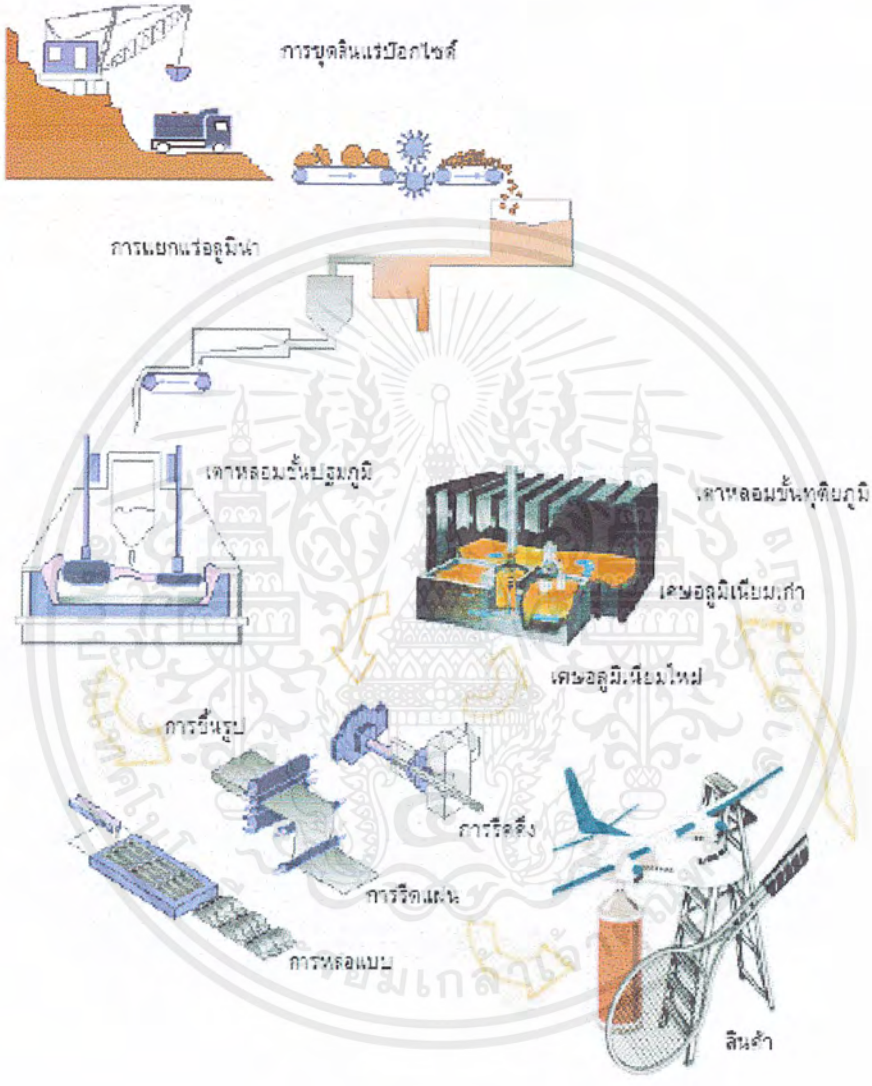

รูปที่ 2.2 ภาพรวมอุตสาหกรรมหลอมหล่ออลูมิเนียมและเศษอลูมิเนียม

ภาพรวมอุตสาหกรรมการผลิตอลูมิเนียม ( รูปที่ 2.2 ) เริ่มต้นจากอุตสาหกรรมต้นน้ำ โดยนำสินแร่บอกไซต์ ผ่านกระบวนการถลุงแร่ จนได้อลูมินาบริสุทธ์ จากนั้นนำเอาแร่อลูมินามาหลอมละลายแล้วเทลงในแบบหล่อ ได้แท่งอลูมิเนียมซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกลางน้ำ แล้วจึงมีกระบวนการแปรรูปแท่งอลูมิเนียมเหล่านี้ออกเป็นผลิตภัณฑ์ หรือนำไปใช้ประกอบเป็นผลิตภัณฑ์อื่นๆ เป็นอุตสาหกรรมปลายน้ำเพื่อการบริโภคต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โลหะอลูมิเนียมสามารถนำกลับมาหลอมละลายได้หลายครั้ง โดยมีคุณสมบัติไม่เปลี่ยนไปดังนั้น ในอุตสาหกรรมกลางน้ำจึงรวมถึงกระบวนการนำเศษอลูมิเนียมใหม่ และเศษอลูมิเนียมเก่านำกลับมาผ่านกระบวนการทางอุตสาหกรรมเพื่อหลอมหล่ออลูมิเนียมในขั้นทุติยภูมิอีกด้วย

สำหรับกระบวนการทางอุตสาหกรรมในการผลิตอลูมิเนียม ดังรูปที่ 2.3 โดยมีรายละเอียดดังนี้



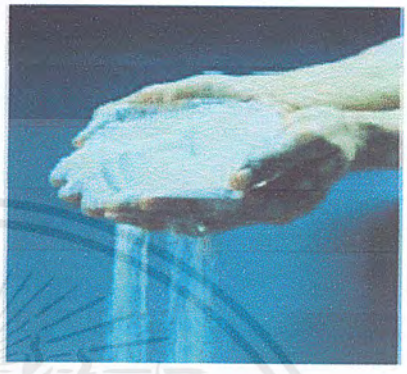

รูปที่ 2.3 กระบวนการทางอุตสาหกรรมในการผลิตอลูมิเนียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

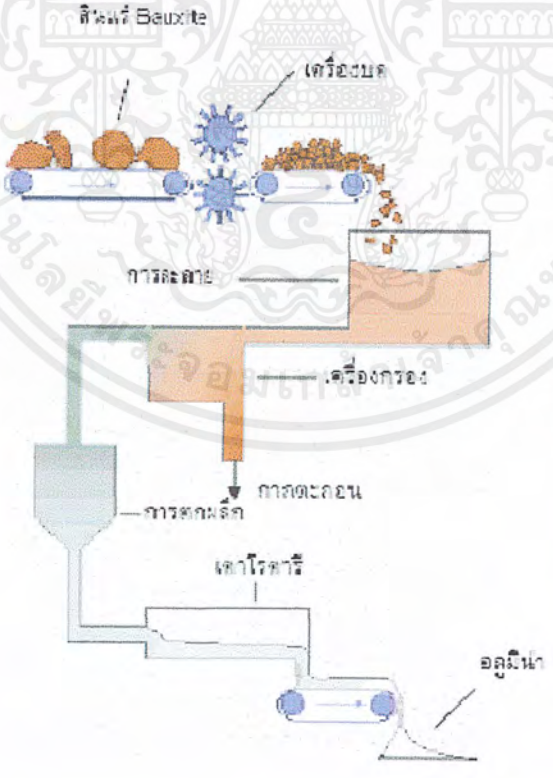
อุตสาหกรรมต้นน้ำ

การถลุงแร่อลูมิเนียม ได้มาจากการนำสินแร่บอกไซด์ ( รูปที่ 2.4 ) ซึ่งเป็นแร่ข้นต้นมาสกัดให้ได้ผงอลูมินา ( รูปที่ 2.5 ) โดยกรรวิธีทางเคมี โดยมีกระบวนการดังรูปที่ 2.6 ดังนี้

รูปที่ 2.4 สินแร่บอกไซด์



รูปที่ 2.5 ผงอลูมิน่า




รูปที่ 2.6 การถลุงแร่อลูมิน่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุตสาหกรรมกลางน้ำ

1. การหลอมหล่ออลูมิเนียม ( ขั้นปฐมภูมิ )

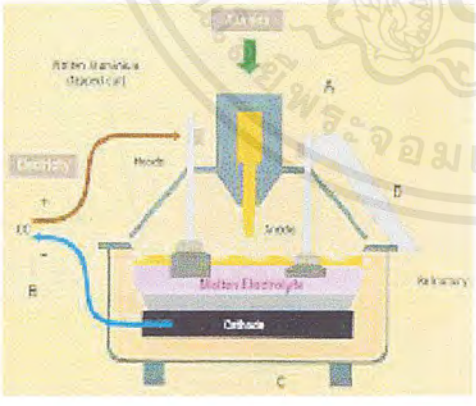
โลหะอลูมิเนียมบริสุทธิ์ ( Pure aluminum ) จะแยกสกัดออกจากอลูมิน่า ด้วยกรรมวิธีถลุงแร่ด้วยไฟฟ้าในเตาหลอมไฟฟ้าขนาดใหญ่ ( รูปที่ 2.7 )

โลหะอลูมิเนียมจะแยกตัวลงมาที่ด้านล่างของเตาถลุงแร่ ( รูปที่ 2.8 ) และไหลออกจากเตาด้วยวิธีกาลักน้ำ ( Syphon )

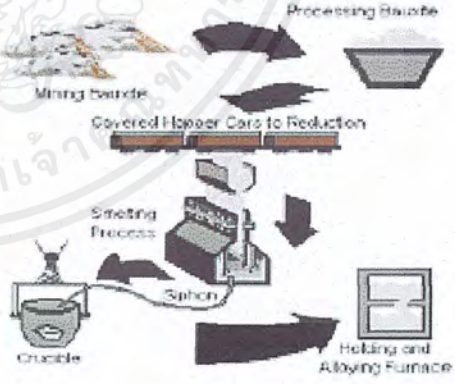
2. การหลอมหล่ออลูมิเนียม ( ขั้นทุติยภูมิ )

ประเทศไทยไม่มีแหล่งแร่บ๊อกไซด์ จึงไม่มีการผลิตอลูมิเนียมขั้นปฐมภูมิ การผลิตภายในประเทศทั้งหมด เป็นการผลิตในขั้นทุติยภูมิ โดยการนำอลูมิเนียมแท่งที่ได้จากการถลุงแร่ขั้นปฐมภูมิ เศษอลูมิเนียมใหม่ที่ได้มาจากการแปรรูปในโรงงานอุตสาหกรรม ผลิตภัณฑ์อลูมิเนียมที่ใช้แล้วหรือเศษอลูมิเนียมเก่ากลับมาผ่านกระบวนการทางอุตสาหกรรม แยกสิ่งปนเปื้อนออกไป มาทำการหลอมและหล่อแบบ ( รูปที่ 2.9 ) โดยในขั้นตอนนี้อาจจะเติมสารเคมี หรือธาตุโลหะต่างๆ เพื่อปรับแต่งคุณภาพของอลูมิเนียมให้เหมาะสมกับการขึ้นรูปและการใช้งานได้ดีขึ้น ต่อไป

การหลอมหล่อขั้นทุติยภูมิจะเป็นการช่วยลดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติและประหยัดค่าพลังงานที่ใช้ในการถลุงแร่ เนื่องจากการผลิตอลูมิเนียมแล้วจะใช้พลังงานเพียงร้อยละ 5 ของการผลิตอลูมิเนียมจากสินแร่ จึงทำให้ต้นทุนการผลิตอลูมิเนียมแท่งจากเศษอลูมิเนียมถูกกว่าการผลิตจากสินแร่มากถึง 10 เท่า

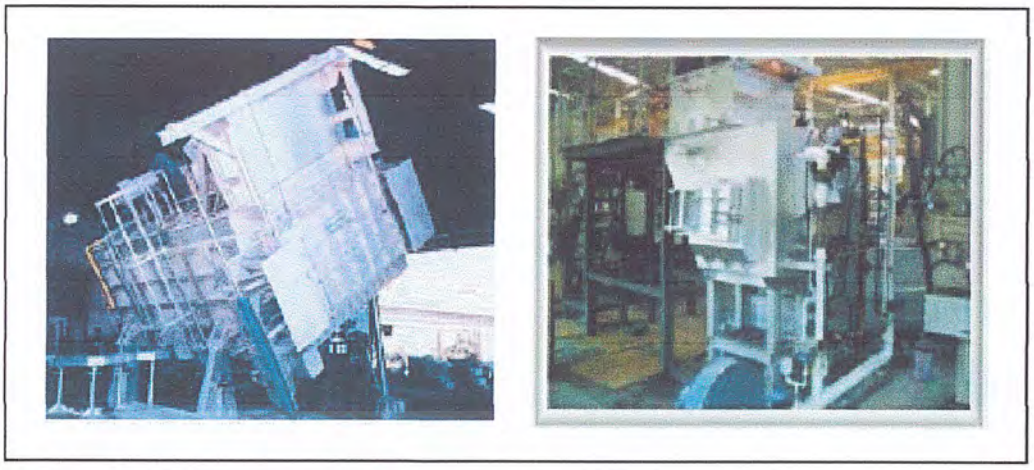



รูปที่ 2.7 การถลุงแร่ด้วยไฟฟ้า




รูปที่ 2.8 การหลอมอลูมิเนียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



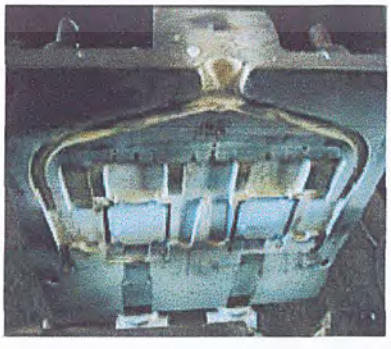
รูปที่ 2.9 เตาหลอมและเตาอุ่น

อุตสาหกรรมปลายน้ำ

การแปรรูปผลิตภัณฑ์ คือ การนำอลูมิเนียมแท่งที่ได้จากการผลิตขั้นกลางมาแปรรูปให้เหมาะสมกับการใช้งานหรือทำเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปสู่ผู้บริโภคต่อไป ซึ่งโดยทั่วไปการแปรรูปมี 3 วิธีการหลัก กล่าวคือ

1. การหล่อแบบ ( Aluminum casting )

การหล่อแบบ คือ การขึ้นรูปโลหะโดยการทำให้น้ำโลหะแข็งตัวภายในแบบหล่อ ( รูปที่ 2.10 ) เป็นรูปทรงตามต้องการ โลหะอลูมิเนียมจัดเป็นโลหะผสมที่มีคุณสมบัติทางด้านหล่อหลอมที่ดีชนิดหนึ่ง เพราะ มีจุดหลอมเหลวต่ำและความสามารถในการไหลของน้ำโลหะดี ทำให้สามารถหล่อเป็นรูปร่างได้สะดวกแม้ในชิ้นงานที่มีรูปร่างซับซ้อนหรือมีความหนาไม่มากก็ตาม ดังนั้นการหล่ออลูมิเนียมจึงเป็นที่นิยมใช้ในการผลิตชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่างๆ มากมาย เช่น ชิ้นส่วนยานยนต์ ล้อแมกซ์ ลูกสูบ ( รูปที่ 2.11 )



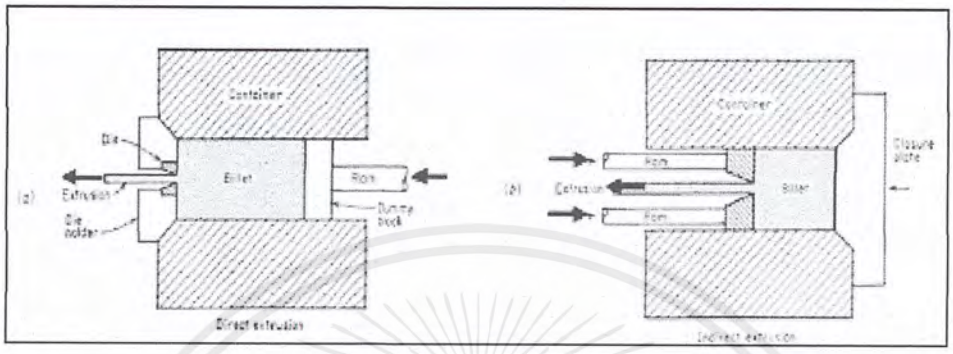
รูปที่ 2.10 แบบหล่อ

รูปที่ 2.11 ชิ้นงานยานยนต์อลูมิเนียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การรีดดึง ( Extrusion )

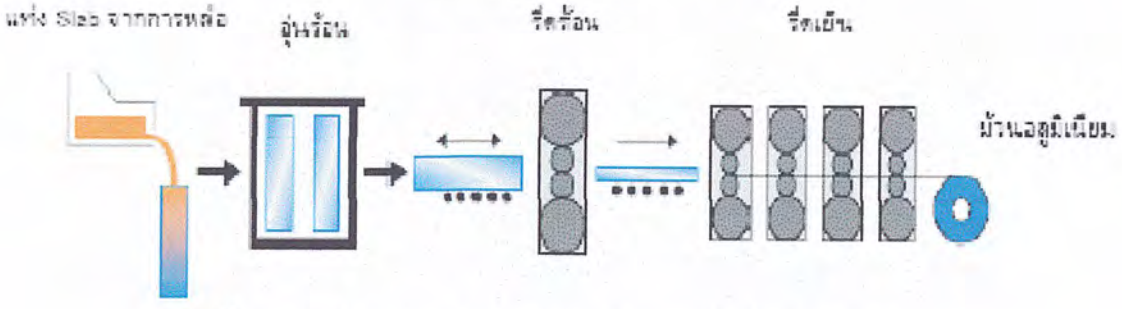
การรีดดึงอลูมิเนียมใช้ในการผลิตอลูมิเนียมเส้นหน้าดัดต่างๆ เช่น กรอบประตู หน้าต่าง เป็นต้นกรรมวิธีทำโดยการนำเอาอลูมิเนียมยาว มาอบจนได้อุณหภูมิตามต้องการ จากนั้นนำเข้าสู่เครื่องอัดไฮ-ดรอลิก ซึ่งจะอัดแท่งโลหะผ่านรูของแม่พิมพ์ออกมาเป็นเส้นรูปทรงหน้าตัดต่างๆ ตามลักษณะภาคตัดขวางของรูแม่พิมพ์ ( รูปที่ 2.12 )




รูปที่ 2.12 การรีดดึงอลูมิเนียม ( Extrusion )

3. การรีดแผ่น ( Aluminum rolling )

การรีดอลูมิเนียมแบ่งได้เป็น 2 กระบวนการ คือ การรีดร้อนและการรีดเย็น โดยการรีดร้อนเริ่มต้นจากการนำอลูมิเนียมแท่งแบนมาอบในเตาจนได้อุณหภูมิตามต้องการ แล้วจึงเข้าสู่เครื่องรีดเพื่อลดขนาด แต่การรีดร้อนไม่สามารถลดความหนาแน่นอลูมิเนียมได้บางมากนัก เพราะโลหะจะขาดความแข็งแรงที่อุณหภูมิสูง ดังนั้น จึงต้องการรีดเย็นซึ่งสามารถลดความหนาของอลูมิเนียมได้ตามความต้องการของผู้ใช้ จนกระทั่งบางเป็นแผ่นฟอยล์ ( 0.7 -0.8 ไมครอน ) โดยการบิดเบี้ยวของโครงสร้างอะตอมในขณะรีดเย็นจะสามารถเพิ่มความแข็งแรงของโลหะแผ่นขึ้นด้วย อนึ่งในการรีดแผ่นอลูมิเนียมที่มีความบางมากๆ จำเป็นต้องใช้การอบ ( Annealing ) เพื่อคลายความเครียดของโลหะแผ่นป้องกันการแตกหักในระหว่างการรีด ( รูปที่ 2.13 )




รูปที่ 2.13 การรีดแผ่นอลูมิเนียม ( Sheet ) และแผ่นฟอยล์ ( Foil )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การนำเอาอลูมิเนียมมาใช้งาน

ด้วยคุณสมบัติพิเศษต่างๆ ของอลูมิเนียมทำให้ทุกวันนี้มีการนำเอาอลูมิเนียมมาใช้ในอุตสาหกรรมที่หลากหลาย ได้แก่

1. อุตสาหกรรมก่อสร้าง อลูมิเนียมได้ถูกนำมาใช้เป็นวัตถุดิบหลักของวัสดุใช้ในการก่อสร้างและตกแต่งบ้าน เนื่องจากคุณสมบัติของความคงทน น้ำหนักเบาและสามารถสะท้อนแสงและความร้อนได้ดี อลูมิเนียมจึงถูกนำมาใช้แทนไม้และเหล็กในการก่อสร้าง ได้แก่ กรอบประตู กรอบหน้าต่าง ฝ้า และโครงสร้างพื้นฐานต่างๆ
2. อุตสาหกรรมขนส่ง อลูมิเนียมมีความได้เปรียบในแง่ของน้ำหนักเบา ไม่เป็นสนิม มีอายุการใช้งานที่นานกว่า อลูมิเนียมอัลลอยมีความแข็งแรงสามารถรับแรงกดดันได้มาก จึงนิยมใช้ในการผลิตเป็นยานพาหนะและชิ้นส่วนอุปกรณ์ เช่น เครื่องบิน เครื่องยนต์ เป็นต้น
3. อุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ อลูมิเนียมสามารถรักษาคุณค่าของอาหารโดยไม่ทำปฏิกิริยาทางเคมี ถังอาหารที่บรรจุ ไม่ขึ้นสนิม และน้ำหนักเบา จึงนำมาผลิตเป็นภาชนะต่างๆ เช่น กระป๋องอลูมิเนียม เครื่องใช้ในครัวเรือน เป็นต้น
4. อุตสาหกรรมไฟฟ้า อลูมิเนียมมีคุณสมบัติที่เป็นสื่อนำไฟฟ้าได้ดี คงทน นำหนักเบา และไม่ขึ้นสนิม จึงถูกนำมาใช้เป็นสื่อไฟฟ้าแทนทองแดง โดยเฉพาะสายไฟฟ้าแรงสูงเนื่องจากอลูมิเนียมมีน้ำหนักเบาเพียงหนึ่งในสามของทองแดง และยังใช้ผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ เป็นต้น
5. อุตสาหกรรมอื่นๆ เช่น อุปกรณ์กีฬา เฟอร์นิเจอร์ตกแต่ง เครื่องจักร เป็นต้น

**2.1.2 ความสำคัญทางเศรษฐกิจ**

1. การนำเข้า

เนื่องจากประเทศไทยไม่มีสินแร่บ๊อกไซด์ เมื่อมีความต้องการใช้งานอลูมิเนียมจึงต้องนำเข้าโดยการนำเข้าทั้งในรูปผลิตภัณฑ์อลูมิเนียม อลูมิเนียมยังไม่ได้ขึ้นรูป ( อลูมิเนียมแท่ง ) และเศษอลูมิเนียมใช้แล้ว ข้อมูลจากกรมศุลกากรแสดง การนำเข้าสินค้าอลูมิเนียมทุกประเภทในปี พ.ศ. 2548 มีมูลค่ารวม 55,921.41 ล้านบาท และเพิ่มเป็น 69,992.59 ล้านบาทในปี พ.ศ. 2549 เพิ่มขึ้น 14,071.18 ล้านบาท หรือร้อยละ 25.16 มูลค่านำเข้าที่เพิ่มขึ้นเนื่องมาจากความต้องการที่เพิ่มมากขึ้นจากการขยายตัวของเศรษฐกิจ นอกเหนือจากการเพิ่มของราคา

การนำเข้าวัตถุดิบเพื่อผลิตภัณฑ์ ปรากฏจากข้อมูลของกรมศุลกากรในปี พ.ศ. 2549 มีการนำเข้าอลูมิเนียมที่ยังไม่ได้ขึ้นรูปประมาณนำเข้ารวม 418,444 ตัน มูลค่า 41,012.31 ล้านบาท และเพิ่มขึ้นเป็น 420,757 ตัน มูลค่า 40,043 ล้านบาทในปี พ.ศ. 2550 ดังตารางที่ 2.1 และตารางที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พร้อมข้อมูลการนำเข้าเศษอลูมิเนียมใช้แล้วในปี พ.ศ. 2546 ปริมาณ 22,364 ตัน มูลค่า 1,158.16 ล้านบาท และในปี พ.ศ. 2550 เพิ่มขึ้นเป็น 49,837 ตัน มูลค่า 3,576 ล้านบาท สำหรับปี พ.ศ. 2546 ถึงปี พ.ศ.2550 ซึ่งเป็นปีที่มีอัตรานำเข้าเศษอลูมิเนียมเพิ่มสูงมากเป็นประวัติการณ์ คือมีอัตราปริมาณเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยปีละ 25.68 % หรือมีมูลค่าเพิ่มขึ้นเฉลี่ยปีละ 38.85 % ดังตารางที่ 2.3 แสดงให้เห็นชัดเจนว่าอัตราการเจริญเติบโตของอุตสาหกรรมหลอมหล่อเศษและตะกรันอลูมิเนียมมีแนวโน้มเพิ่มในอัตราสูง

ตารางที่ 2.1 ปริมาณการนำเข้าอลูมิเนียมที่ยังไม่ได้ขึ้นรูป ( Unwrought )(หน่วย : ตัน)

| ปี พ.ศ. | อลูมิเนียมไม่ผสมโลหะอื่น (Not alloyed) | อลูมิเนียมผสมโลหะอื่น (Alloyed) | รวม | ปริมาณนำเข้าเพิ่มขึ้นร้อยละ (ต่อปี) |
|---|---|---|---|---|
| 2546 | 144,159 | 186,158 | 330,317 | - |
| 2547 | 184,760 | 207,988 | 392,748 | 18.90 |
| 2548 | 165,084 | 221,841 | 386,925 | (1.48) |
| 2549 | 197,606 | 220,838 | 418,444 | 8.15 |
| 2550 | 205,877 | 214,880 | 420,757 | 0.55 |

ที่มา : กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ (2560)

ตารางที่ 2.2 มูลค่าการนำเข้าอลูมิเนียมที่ยังไม่ได้ขึ้นรูป ( Unwrought ) (หน่วย : ตัน)

| ปี พ.ศ. | อลูมิเนียมไม่ผสมโลหะอื่น (Not alloyed) | อลูมิเนียมผสมโลหะอื่น (Alloyed) | รวม | ปริมาณนำเข้าเพิ่มขึ้นร้อยละ (ต่อปี) |
|---|---|---|---|---|
| 2546 | 9,197.18 | 10,930.90 | 20,128.08 | - |
| 2547 | 12,918.38 | 16,171.99 | 29,090.37 | 39.56 |
| 2548 | 12,991.14 | 17,594.88 | 30,586.02 | 8.88 |
| 2549 | 19,597.08 | 21,415.23 | 41,012.31 | 34.09 |
| 2550 | - | - | 40,043.00 | (2.36) |

ที่มา : กรมศุลกากร (2550)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 มูลค่าการนำเข้าเศษอลูมิเนียมใช้แล้ว ( Scrap )( หน่วย : ตัน)

| ปี พ.ศ. | เศษอลูมิเนียม(Scrap) | | อัตราเพิ่มขึ้นร้อยละ (ต่อปี) | |
|---|---|---|---|---|
| | ปริมาณ (ตัน) | มูลค่า (ล้านบาท) | ปริมาณ | มูลค่า |
| 2546 | 22,364 | 1,156.16 | - | - |
| 2547 | 31,177 | 1,642.39 | 39.41 | 41.81 |
| 2548 | 31,784 | 1,893.17 | 1.95 | 15.27 |
| 2549 | 63,405 | 3,920.91 | 99.52 | 107.11 |
| 2550 | 49,837 | 3,676.00 | (21.39) | (6.24) |

ที่มา : 1. กรมศุลกากร 2. กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ (2550)

2. การส่งออก

การส่งออกผลิตภัณฑ์อลูมิเนียมไปยังต่างประเทศมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี จากสถิติของกรมศุลกากร ปี พ.ศ. 2548 มีการส่งออกสินค้าอลูมิเนียมรวม 24,012.26 ล้านบาทและในปี พ.ศ. 2549 รวม 29,513.16 ล้านบาท เพิ่มขึ้น 22.91 % โดยมีผลิตภัณฑ์อลูมิเนียมที่ส่งออกออกมาก 5 อันดับแรก ดังตารางที่ 2.4 ดังนี้

ตารางที่ 2.4 มูลค่าผลิตภัณฑ์อลูมิเนียมที่ส่งออก ( หน่วย : ตัน)

| ผลิตภัณฑ์อลูมิเนียม | พศ. 2548 | พศ. 2549 |
|---|---|---|
| 1. กระป๋องและฝาน้ำอัดลม | 7,959.54 | 9,133.60 |
| 2. ใช้ในเครื่องครัวและอุปกรณ์ตกแต่งบ้าน | 5,359.16 | 5,539.64 |
| 3. โครงสร้างอลูมิเนียม | 2,107.20 | 3,195.16 |
| 4. อลูมิเนียมเส้น แท่ง และรีดขึ้นรูป | 1,221.76 | 2,441.64 |
| 5. เศษอลูมิเนียม | 1,102.94 | 1,662.60 |

ที่มา : กรมศุลกากร (2549)

3. การสร้างรายได้

อุตสาหกรรมผลิตอลูมิเนียมโดยรวม สามารถสร้างรายได้การส่งออกให้กับประเทศได้ถึง 29513.16 ล้านบาทในปี พ.ศ. 2549 คิดเป็นร้อยละ 2.78 ของผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติ หรือเท่ากับ 7.14 เปอร์เซ็นต์ของภาคอุตสาหกรรม

4. การจ้างแรงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจุบันโรงงานหลอมหล่อเศษและตะกรันอลูมิเนียม มีการจ้างแรงงาน 9,921 คนและยังก่อให้เกิดการจ้างงานต่อเนื่องในกลุ่มโรงงานอุตสาหกรรมขั้นปลาย ได้แก่ โรงงานผลิตสินค้าอลูมิเนียม ประเภทต่างๆ รวมทั้งอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง เช่น อุตสาหกรรมชิ้นส่วนรถยนต์ อุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้า อุตสาหกรรมผลิตสายไฟฟ้าจากโลหะอลูมิเนียม และการจ้างแรงงานของกลุ่มผู้ค้าเศษโลหะอลูมิเนียมที่ก่อให้เกิดวงจรธุรกิจรวบรวมเศษโลหะรีไซเคิลอีกว่า 10,000 ครอบครัว

5. การลดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม

ในอดีตเศษวัสดุอลูมิเนียมที่ไม่ใช้แล้ว เช่น กระป๋องเครื่องดื่ม อุปกรณ์ตกแต่ง ชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า กรอบประตูหน้าต่าง เป็นต้น จะถูกนำไปทิ้งโดยไม่มีการคัดแยกออกมาก่อน มักจะทิ้งรวมๆ กับเศษขยะทั่วไปก่อให้เกิดภาระในการหาพื้นที่ฝังกลบเพิ่มขึ้นโดยไม่จำเป็น ดังนั้นอุตสาหกรรมหลอมหล่อเศษและตะกรันอลูมิเนียม จึงมีส่วนช่วยภาครัฐในการลดการเพิ่มของเสียสู่ธรรมชาติและ สามารถเพิ่มมูลค่าทางธุรกิจในด้านการเก็บรวบรวมเศษอลูมิเนียมใช้แล้วรวมทั้งศูนย์รีไซเคิลอลูมิเนียมทำให้เกิดการพัฒนาการจัดเก็บวัสดุเหลือใช้อย่างครบวงจรและมีประสิทธิภาพนับเป็นส่วนหนึ่งในการลดมลภาวะได้ดี

ผลิตภัณฑ์อลูมิเนียมใช้แล้ว ( Used – aluminum product ) เป็นวัสดุใช้แล้วที่สามารถนำมาคืนสภาพใหม่ ( Recyclable Materials ) และสามารถทดแทนการขุดสินแร่ขึ้นมาใช้ เนื่องจากการนำอลูมิเนียมกลับคืนมาใช้ จำนวน 1 ตัน จะทดแทนการขุดสินแร่ได้ 4-6 ตันและทุกๆ 1 กิโลกรัม ของโลหะอลูมิเนียมที่นำกลับมาใช้จะช่วยประหยัดพลังงานได้เทียบกับน้ำมันเบนซิน 7.12 ลิตร หรือสามารถประหยัดพลังงานจากการนำเศษอลูมิเนียมกลับมาใช้ใหม่ ( Recycle ) ได้ร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบกับการผลิตอลูมิเนียมจากสินแร่อลูมิเนียม

ผลดีอีกประการหนึ่งก็คือ การนำเศษอลูมิเนียมใช้แล้วกลับมาหลอมใช้ใหม่นั้นจะมีส่วนช่วยในการลดภาวะโลกร้อนได้เป็นอย่างดี เพราะการขุดแต่งและการถลุงแร่เพื่อผลิตอลูมิเนียม 1 ตัน นั้นจะผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจก ( Green house gas ) ในปริมาณถึง 18 ตัน

### 2.1.3 จำนวนโรงงานและขนาดโรงงาน

การจัดประเภทอุตสาหกรรมหลอมหล่อเศษและตะกรันอลูมิเนียมกรณีการหลอมหล่อเศษอลูมิเนียมจะเป็นโรงงานลำดับที่ 60 แต่ถ้าใช้ตะกรันอลูมิเนียมเป็นวัตถุดิบจะจัดอยู่ในประเภทหรือชนิดของโรงงานลำดับที่ 106 ทั้งนี้สำหรับโรงงานลำดับที่ 60 เดิม หากมีการเพิ่มการหลอมหล่อตะกรันอลูมิเนียมจะเพิ่มลำดับที่ 106 โดยมีจำนวนโรงงานแต่ละประเภท ดังตารางที่ 2.5 ถึงตารางที่ 2.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 จำนวนและขนาดโรงงานในอุตสาหกรรมหลอมหล่อเศษอลูมิเนียม(ลำดับที่ 60)

| ลำดับ | ภาค/เขตการปกครอง | จำนวนโรงงาน (แห่ง) | ขนาดโรงงานจำแนกตามเงินลงทุน (ล้านบาท) | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | เล็ก (น้อยกว่า 50 ) | กลาง (50-200 ) | ใหญ่ (มากกว่า 200 ) |
| 1 | กรุงเทพมหานคร | 166 | 151 | 8 | 7 |
| 2 | ภาคกลาง | 28 | 21 | 7 | - |
| 3 | ภาคเหนือ | 2 | 2 | - | - |
| 4 | ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ | 17 | 16 | - | 1 |
| 5 | ภาคตะวันออก | 24 | 13 | 6 | 5 |
| 6 | ภาคใต้ | - | - | - | - |
| รวมทั้งหมด | | 237 | 203 | 21 | 13 |

ที่มา : ปรับปรุงจากฐานข้อมูลโรงงาน สำนักเทคโนโลยีการผลิตและการซ่อมสร้าง กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2550)

ตารางที่ 2.6 จำนวนและขนาดโรงงานในอุตสาหกรรมหลอมหล่อเศษตะกรันอลูมิเนียม (ลำดับที่ 60)

| ลำดับ | ภาค/เขตการปกครอง | จำนวนโรงงาน (แห่ง) | ขนาดโรงงานจำแนกตามเงินลงทุน (ล้านบาท) | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | เล็ก (น้อยกว่า 50 ) | กลาง (50-200 ) | ใหญ่ (มากกว่า 200 ) |
| 1 | กรุงเทพมหานคร | 11 | 10 | 1 | |
| 2 | ภาคกลาง | 3 | 3 | - | - |
| 3 | ภาคเหนือ | - | - | - | - |
| 4 | ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ | - | - | - | - |
| 5 | ภาคตะวันออก | 6 | 4 | 2 | - |
| 6 | ภาคใต้ | | | | |
| รวมทั้งหมด | | 20 | 17 | 3 | - |

ที่มา : ปรับปรุงจากฐานข้อมูลโรงงาน สำนักเทคโนโลยีการผลิตและการซ่อมสร้าง กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2550)

จำนวนและขนาดโรงงานในอุตสาหกรรมหลอมหล่อตะกรันอลูมิเนียม ( ลำดับที่ 106 ) ดังตารางที่ 2.7 ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.7 จำนวนและขนาดโรงงานอุตสาหกรรมหลอมหล่อตะกรันอลูมิเนียม ( ลำดับที่ 106 )

| ลำดับ | ภาค/เขตการปกครอง | จำนวนโรงงาน (แห่ง) | ขนาดโรงงานจำแนกตามเงินลงทุน (ล้านบาท) | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | เล็ก (น้อยกว่า 50 ) | กลาง (50-200 ) | ใหญ่ (มากกว่า 200 ) |
| 1 | กรุงเทพมหานคร | 4 | 4 | - | - |
| 2 | ภาคกลาง | 2 | 1 | 1 | - |
| 3 | ภาคเหนือ | 2 | 2 | - | - |
| 4 | ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ | - | - | - | - |
| 5 | ภาคตะวันออก | 5 | 4 | 1 | - |
| 6 | ภาคใต้ | - | - | - | - |
| รวมทั้งหมด | | 13 | 11 | 2 | - |

ที่มา : ปรับปรุงจากฐานข้อมูลโรงงาน สำนักเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2550)

## 2.2 กฎหมายที่เกี่ยวข้อง

ตามบัญชีท้ายกฎกระทรวงอุตสาหกรรม พ.ศ. 2535 ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 นั้น บริษัทอัมพรประเสริฐ อลูมิเนียมอินกอต จำกัด จัดอยู่ในกลุ่มโรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับการถลุง ผสมทำให้บริสุทธิ์ หลอม หล่อ รีด ดึง หรือ ผลิตโลหะขั้นต้นซึ่งมิใช่เหล็กหรือเหล็กกล้า ซึ่งเป็นโรงงานลำดับที่ 60 ดังนั้นการดำเนินกิจการของโรงงานหลอมหล่ออลูมิเนียม มีกฎหมายที่เกี่ยวข้องและต้องปฏิบัติตามแบ่งเป็น ด้านดังนี้

1. กฎหมายที่เกี่ยวข้องด้านพลังงาน (โรงงานตัวอย่างไม่เข้าข่ายการถูกบังคับใช้กฎหมายในด้านนี้)
2. กฎหมายที่เกี่ยวข้องด้านสิ่งแวดล้อม
3. กฎหมายที่เกี่ยวข้องด้านความปลอดภัย

### 2.2.1 กฎหมายที่เกี่ยวข้องด้านสิ่งแวดล้อม

1. ประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม พ.ศ. 2551 เรื่อง กำหนดประเภทหรือชนิดของโรงงานที่ต้องจัดทำรายงานชนิดและปริมาณสารมลพิษที่ระบายออกจากโรงงาน

ทั้งนี้เนื่องจากโรงงานหลอมหล่ออลูมิเนียมจัดอยู่ในกลุ่ม โรงงานในการประกอบกิจการเกี่ยวกับการถลุง ผสมทำให้บริสุทธิ์ หลอม หล่อ รีด ดึง หรือผลิตโลหะขั้นต้น ซึ่งมิใช่เหล็กหรือเหล็กกล้า ซึ่งเป็นโรงงานลำดับที่ 60 ดังนั้นตามบัญชีท้ายประกาศฉบับนี้กำหนดให้โรงงานลำดับที่ 60 จะต้องจัดทำรายงานเกี่ยวกับมลพิษทางอากาศ แต่ไม่ต้องจัดทำรายงานเกี่ยวกับมลพิษทางน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม พ.ศ. 2547 เรื่อง กำหนดลักษณะของน้ำมันใช้แล้วที่ผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพและเชื้อเพลิงสังเคราะห์ที่จะนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในเตาอุตสาหกรรมเพื่อทดแทนน้ำมันเตา

ทั้งนี้เนื่องจากโรงงานหลอมหล่ออลูมิเนียมตัวอย่าง มีการใช้น้ำมันเครื่องใช้แล้ว (Used Engine Oil, UEO) หรือน้ำมันดำ เป็นเชื้อเพลิงในกระบวนการหลอม ดังนั้นจึงต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดตามประกาศดังกล่าว ซึ่งมีรายละเอียดแสดงในตารางที่ 2.8

ตารางที่ 2.8 ลักษณะของน้ำมันใช้แล้วผ่านกระบวนการปรับคุณภาพและเชื้อเพลิงสังเคราะห์ที่จะนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในเตาอุตสาหกรรม เพื่อทดแทนน้ำมันเตา

| คุณลักษณะ | ปริมาณ | วิธีทดสอบ |
|---|---|---|
| ความถ่วงจำเพาะ | ไม่มากกว่า 0.990 ที่อุณหภูมิ 15.6 °C | ASTM D 1298 |
| ความหนืด | ไม่ต่ำกว่า 81 cSt และไม่สูงกว่า 180 cSt ที่อุณหภูมิ 50 °C | ASTM D 445 |
| จุดวาบไฟ | ไม่มากกว่า 38 °C | ASTM D 93 |
| ปริมาณความร้อน | ไม่มากกว่า 9,500 แคลอรีต่อกรัม | ASTM D 240 |
| เถ้า | ไม่มากกว่าร้อยละ 1.0 โดยน้ำหนัก | ASTM D 482 |
| น้ำและตะกอน | ไม่มากกว่าร้อยละ 5.0 โดยปริมาตร | ASTM D 1796 |
| ปริมาตรกำมะถัน | ไม่มากกว่าร้อยละ 1.0 โดยน้ำหนัก | ASTM D 4294 |
| สารประกอบฮาโลเจนทั้งหมด ได้แก่ คลอรีน โบรมีน ฟลูออรีน และไอโอดีน | รวมกันไม่มากกว่า 4,000 ส่วนในล้านส่วน ( ppm ) โดยน้ำหนัก | ASTM WK 2511 |
| ปรอท | ไม่มากกว่า 2 ส่วนในล้านส่วน( ppm ) โดยน้ำหนัก | ATOMIC ABSORPTION COLD VAPOUR TECHNIQUE |
| พลวง สารหนู แคดเมี่ยม ซีลีเนี่ยม และเทลลูเรียม | รวมกันไม่มากกว่า 10 ส่วนในล้านส่วน ( ppm ) โดยน้ำหนัก | PLASMA EMISSION SPECTROACOPY ชนิด |
| วาเนเดียม โครเมี่ยม โคบอลต์ นิเกิล ทองแดง ตะกั่ว | รวมกันไม่มากกว่า 200 ส่วนในล้านส่วน ( ppm ) โดยน้ำหนัก | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | |
|---|---|---|
| แมงกานีสและดีบุก | | INDUCTIVELY COUPLED PLASMA (ICP) |
| สังกะสี | ไม่มากกว่า 500 ส่วนในล้านส่วน( ppm ) โดยน้ำหนัก | |

3. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม พ.ศ. 2548 เรื่อง กำหนดค่าปริมาณสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงานกรณีการใช้น้ำมันใช้แล้วที่ผ่านกระบวนการปรับคุณภาพและเชื้อเพลิงสังเคราะห์เป็นเชื้อเพลิงในเตาอุตสาหกรรม

ทั้งนี้เนื่องจากโรงงานหลอมหล่ออลูมิเนียมตัวอย่าง มีการใช้น้ำมันใช้แล้วเป็นเชื้อเพลิงในกระบวนการหลอม ดังนั้นจึงต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดตามประกาศดังกล่าว ซึ่งมีรายละเอียดแสดงในตารางที่ 2.9

ตารางที่ 2.9 กำหนดค่าปริมาณสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงาน กรณีการใช้น้ำมันใช้แล้ว เป็นเชื้อเพลิงในกระบวนการปรับปรุงคุณภาพและเชื้อเพลิงสังเคราะห์เป็นเชื้อเพลิงในเตาอุตสาหกรรม

| ชนิดสารเจือปนในอากาศ | ปริมาณสารเจือปนในอากาศ |
|---|---|
| ฝุ่นละออง (Particulate Matter) | 240 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร |
| ไฮโดรเจนคลอไรด์และไฮโดรเจนฟลูออไรด์ | รวมไม่เกิน 85 ส่วนในล้านส่วน |
| คาร์บอนมอนอกไซด์ | 110 ส่วนในล้านส่วน |
| ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ | 800 ส่วนในล้านส่วน |
| ออกไซด์ของไนโตรเจนในรูปไนโตรเจนไดออกไซด์ | 200 ส่วนในล้านส่วน |
| ไดออกซินและหรือฟูแรนในรูปสมมูลย์ความเป็นพิษ | 0.50 นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตร |
| ปรอท | 0.15 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร |
| โลหะหนักจำพวกพลวง สารหนู แคดเมี่ยม ซีลีเนี่ยมและเทลลูเรียม | รวมไม่เกิน 0.65 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร |
| โลหะหนักจำพวกวาเนเดียม โครเมี่ยม โคบอลต์ นิเกิล ทองแดง ตะกั่ว แมงกานีสและดีบุก | รวมไม่เกิน 13 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร |

119213
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมฉบับที่ 2 ( พ.ศ. 2539 ) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 เรื่อง กำหนดคุณลักษณะของน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงาน

กฎหมายฉบับนี้เป็นกฎหมายสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมในเรื่องการกำหนดคุณลักษณะของน้ำทิ้งแต่เมื่อพิจารณากระบวนการผลิตของโรงงานหลอมหล่ออลูมิเนียมทั่วไป รวมถึงโรงงานหลอมหล่ออลูมิเนียมตัวอย่างนี้ พบว่ามีน้ำทิ้งน้อยมากเนื่องจากไม่มีการใช้น้ำในกระบวนการผลิต มีเพียงน้ำที่ใช้ในอุปกรณ์กำจัดมลพิษทางอากาศ ( Wet Scrubber ) เท่านั้นและน้ำส่วนนี้จะมีการหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ตลอดเวลา

ดังนั้นในบทนี้จะอ้างอิงถึงกฎหมายดังกล่าว แต่จะไม่มีการตรวจวัดคุณภาพน้ำเพื่อเปรียบเทียบกับข้อกำหนดตามประกาศฉบับนี้

**2.2.2 กฎหมายที่เกี่ยวข้องด้านความปลอดภัย**

1. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม พ.ศ. 2546 เรื่องมาตรการคุ้มครองความปลอดภัยในการในการประกอบกิจการโรงงานเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อมในการทำงาน

ประกาศฉบับนี้ประกอบด้วย 5 หมวด แต่สำหรับโรงงานลำดับที่ 60 หรือโรงงานที่ประกอบกิจการเกี่ยวกับการถลุง ผสมทำให้บริสุทธิ์ หลอม หล่อ รีด ดึง หรือผลิตโลหะขั้นต้น ซึ่งมิใช่เหล็กหรือเหล็กกล้านั้น ต้องดำเนินการตามประกาศนี้ใน 2 หมวด ได้แก่

1. หมวดความร้อน ซึ่งมีมาตรฐานกำหนดตามความหนักเบาของงาน ดังแสดงในตารางที่ 2.10

ตารางที่ 2.10 มาตรฐานระดับความร้อนที่กำหนดในโรงงานอุตสาหกรรม

| ความหนักเบาของงาน | มาตรฐานระดับความร้อน<br>ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ WBGT กำหนดเป็นองศาเซลเซียส |
|---|---|
| เบา | 34.0 |
| ปานกลาง | 32.0 |
| หนัก | 30.0 |

หมายเหตุ 1 งานเบา หมายถึง ลักษณะงานที่ใช้แรงน้อยหรือใช้กำลังงานที่ทำให้เกิดการเผาผลาญอาหารในร่างกายไม่เกิน 200 kcal / hr 2 งานปานกลาง หมายถึง ลักษณะงานที่ใช้แรงปานกลางหรือใช้กำลังงานที่ทำให้เกิดการเผาผลาญอาหารในร่างกายเกินกว่า200ถึง350kcal/hr3 งานหนัก หมายถึง ลักษณะงานที่ใช้แรงมากหรือใช้กำลังงานที่ทำให้เกิดการเผาผลาญอาหารในร่างกายเกินกว่า 350 ถึง 500 kcal / ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับโรงงานในการประกอบกิจการเกี่ยวกับการถลุง ผสมทำให้บริสุทธิ์ หลอม หล่อ รีดดึง หรือผลิตโลหะขั้นต้น ซึ่งมิใช่เหล็กหรือเหล็กกล้า นั้น มีความหนักเบาของงานอยู่ในระหว่างงานปานกลางถึงงานหนัก จึงควรมีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิตามหลัก WBGT ภายในบริเวณโรงงานอยู่ในช่วง 30-32 องศาเซลเซียส

2. หมวดแสงสว่าง ซึ่งมีข้อกำหนดเกี่ยวกับความเข้มของการส่องสว่างในพื้นที่หรือบริเวณปฏิบัติงานภายในโรงงาน ดังแสดงในตาราง 2.11

ตารางที่ 2.11 ข้อกำหนดเรื่องความเข้มของการส่องสว่างในบริเวณปฏิบัติงานในโรงงาน

| พื้นที่ปฏิบัติงาน | ความเข้มของการส่องสว่าง(LUX) |
|---|---|
| บริเวณที่ไม่ต้องการความละเอียด | ไม่น้อยกว่า 100 |
| บริเวณที่ต้องการความละเอียดน้อยมาก | ไม่น้อยกว่า 200 |
| บริเวณที่ต้องการความละเอียดน้อย | ไม่น้อยกว่า 300 |
| บริเวณที่ต้องการความละเอียดปานกลาง | ไม่น้อยกว่า 600 |
| บริเวณที่ต้องการความละเอียดสูง | ไม่น้อยกว่า 800 |

2. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมฉบับที่ 2 ( พ.ศ. 2513 ) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2512 เรื่องหน้าที่ของผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงาน

ประกอบด้วยสิ่งที่ผู้ประกอบกิจการโรงงานต้องดำเนินการให้เกิดความปลอดภัยภายในโรงงานและความปลอดภัยต่อพนักงานของโรงงาน ซึ่งมีหมวดย่อยทั้งหมด 10 รายการดังนี้

- หมวด 1 การรักษาโรงงานและเครื่องจักร
- หมวด 2 ทางออกฉุกเฉิน
- หมวด 3 สัญญาณแจ้งเหตุอันตราย
- หมวด 4 เครื่องดับเพลิงหรือสิ่งอื่นที่ใช้ในการดับเพลิงและการป้องการอัคคีภัย
- หมวด 5 การกำจัดปฏิกูล การระบายน้ำและการระบายอากาศ
- หมวด 6 แสงสว่างในการทำงาน
- หมวด 7 การจัดสถานที่ทำงาน
- หมวด 8 เครื่องมือในการปฐมพยาบาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- หมวด 9 ส้วม ที่ปัสสาวะ และสถานที่ทำความสะอาดร่างกาย
- หมวด10น้ำสะอาดสำหรับดื่ม

3. ประกาศกระทรวงมหาดไทย พ.ศ. 2520 เรื่องความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อม ( สารเคมี ) เกี่ยวกับฝุ่นแร่ในบริเวณพื้นที่ทำงาน

กฎหมายฉบับนี้ มีข้อกำหนดในตารางหมายเลข 4 ท้ายประกาศว่า ภายในพื้นที่ทำงานต้องมีฝุ่นที่ก่อให้เกิดความรำคาญทุกขนาดไม่เกิน 15 มิลลิกรัมต่อ 1 ลูกบาศก์เมตรของอากาศ ดังนั้น โรงงานในการประกอบกิจการเกี่ยวกับการถลุง ผสมทำให้บริสุทธิ์ หลอม หล่อ รีด ดึง หรือผลิตโลหะขั้นต้น ซึ่งมิใช่เหล็กหรือเหล็กกล้า เช่น โรงงานหลอมหล่ออลูมิเนียมจึงต้องปฏิบัติการตามข้อกำหนดนี้

**2.3 ความรู้เกี่ยวกับก๊าซปิโตรเลียมเหลว(LPG)**

ก๊าซปิโตรเลียมเหลว หมายถึง "ก๊าซไฮโดรคาร์บอนเหลว คือ โปรเปน โปรปีลีน นอร์มัลบิวเทน ไอโซบิวเทน หรือบิวทีลีน อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง ผสมกันเป็นส่วนใหญ่" โดยทั่วไปเรามักเรียกก๊าซปิโตรเลียมเหลวนี้ว่า ก๊าซ แก๊ส แก๊สเหลว หรือแก๊สหุงต้ม ส่วนในวงการค้าและอุตสาหกรรม ชื่อที่เรารู้จักกันดี คือ แอล พี แก๊ส (LP GAS) หรือ แอล พี จี (LPG) ซึ่งเป็นอักษรย่อ มาจาก Liquefied Petroleum Gas ก๊าซปิโตรเลียมเหลวมีสภาพเป็นก๊าซที่อุณหภูมิและความดันบรรยากาศ โดยมีน้ำหนักประมาณ 1.5-2 เท่าของอากาศ

การที่ได้ชื่อว่าปิโตรเลียมเหลวเนื่องจากก๊าซจะถูกอัดให้อยู่ในสภาพของเหลว ภายใต้ความดันเพื่อสะดวกต่อการเก็บและการขนส่ง เมื่อลดความดันก๊าซเหลวนี้จะกลายเป็นไอ สามารถนำไปใช้งานได้

ก๊าซปิโตรเลียมเหลว เป็นเชื้อเพลิงที่มีความสำคัญในปัจจุบัน ใช้กันอย่างแพร่หลาย ทั้งในครัวเรือน ร้านอาหาร ภัตตาคาร พาณิชยกรรม อุตสาหกรรม และในรถยนต์ เนื่องจากเป็นเชื้อเพลิงที่ขนส่งสะดวกไม่เปลืองที่เก็บและที่สำคัญคือเผาไหม้แล้วเกิดเขม่าน้อยกว่าเชื้อเพลิงชนิดอื่น

**2.3.1 แหล่งที่มาของก๊าซปิโตรเลียมเหลว**

แหล่งที่มาของก๊าซมี2แหล่งได้แก่

1.ได้จากกระบวนการกลั่นน้ำมันดิบในโรงกลั่นน้ำมันซึ่งจะได้ก๊าซโปรเปนและบิวเทนประมาณ1-2% แต่ก่อนที่จะนำ น้ำมันดิบเข้ากลั่น ต้องแยกน้ำและเกลือแร่ที่ปนอยู่ออกเสียก่อน หลักจากนั้นนำน้ำมันดิบมาให้ความร้อนจนมีอุณหภูมิประมาณ 340-400 OC จากนั้นจะถูกส่งเข้าสู่หอกลั่น ซึ่งภายในประกอบด้วยถาด (tray) เป็นชั้น ๆ หลายสิบชั้น ไอร้อนที่ลอยขึ้นไปเมื่อเย็นตัวลงจะกลั่นตัวเป็นของเหลวบนถาดตามชั้นต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และจะอยู่ชั้นใดขึ้นอยู่กับช่วงจุดเดือนต่ำจะลอยขึ้นสู่เบื้องบนของหอกลั่น คือไฮโดรคาร์บอนที่มีสถานะเป็นก๊าซ (LPG รวมอยู่ในส่วนนี้ด้วย) ส่วนไฮโดรคาร์บอนที่มีจุดเดือนปานกลางและสูงก็จะแยกตัวออกมาทางตอนกลางและ ตอนล่างของหอกลั่น ซึ่งได้แก่ แนพทา (naphtha) น้ำมันก๊าด น้ำมันดีเซล และน้ำมันเตา ตามลำดับ

ไฮโดรคาร์บอนที่มีสถานะเป็นก๊าซที่ออกจากด้านบนของหอกลั่นรวมเรียกว่า "ก๊าซปิโตรเลียม" ซึ่งประกอบด้วยส่วนผสมของ ก๊าซไฮโดรคาร์บอนที่มีคาร์บอน 1 อะตอม ถึง 4 อะตอมและมีก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H2S) คาร์บอนไดออกไซด์ (CO2) ไนโตรเจน (N2) ไฮโดรเจน (H2) และอื่น ๆ ปนอยู่ จำเป็นต้องกำจัดหรือแยกออกโดยนำก๊าซปิโตรเลียมผ่านเข้าหน่วยแยกก๊าซแอลพีจี (gas recovery unit) เพื่อแยกเอาโปรเปนและบิวแทน (หรือแอลพีจี) ออกมา จากนั้นแอลพีจีจะถูกส่งเข้าหน่วยฟอก ซึ่งใช้โซดาไฟ (caustic soda) เพื่อแยกเอากรด (acid gas) เช่น ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H2S) คาร์บอนไดออกไซด์ (CO2) ออก หลังจากนั้นแอลพีจีจะถูกส่งไปเก็บในถังเก็บและมีสภาพเป็นของเหลวภายใต้ความดัน

2. ได้จากกระบวนการแยกก๊าซธรรมชาติซึ่งจะมีก๊าซโปรเปนและบิวเทนในก๊าซธรรมชาติประมาณ 6-10% ก๊าซธรรมชาติ ที่นำขึ้นมาจะส่งเข้าสู่โรงแยกก๊าซ (gas separation plant) เพื่อทำการแยกเอาสารไฮโดรคาร์บอนที่มีอยู่ในก๊าซธรรมชาติ ออกเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ คือ มีเทน (methane) อีเทน (ethane) โปรเปน (propane) บิวเทน (butane) แอลพีจี (liquefied petroleum gas) และก๊าซโซลีนธรรมชาติ (naturalgasoline,NGL)

กระบวนการแยกก๊าซธรรมชาติ เริ่มต้นด้วยการกำจัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO2) และน้ำที่เจือปน อยู่ในก๊าซธรรมชาติออก ก่อน โดยกระบวนการ Benfield ซึ่งใช้โปตัสเซียมคาร์บอเนต (K2CO3) เป็นตัวจับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และกระบวนการดูดซับ (absorption process) โดยใช้สารจำพวก molecular sieve ซึ่งมีลักษณะเป็นรูพรุน ทำหน้าที่ดูดซับน้ำ ก๊าซธรรมชาติที่แห้งจากหน่วยนี้จะผ่านเข้าไปใน turbo-expander เพื่อลดอุณหภูมิจาก 250OK เป็น 170OK และลดความดันลง จาก 43 บาร์ เป็น 16 บาร์ก่อนแล้วจึงเข้าสู่หอแยกมีเทน (de-methanizer) มีเทนจะถูกกลั่นแยกออกไป และส่วนที่เหลือคือส่วนผสมของ ก๊าซไฮโดรคาร์บอนที่มีคาร์บอนตั้งแต่ 2 อะตอมขึ้นไป (ethane plus stream) ซึ่งอยู่ในสถานะของเหลวและจะออกทางส่วนล่างของหอ ผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเหลวหอดังกล่าวจะถูกนำเข้าสู่หอแยกอีเทน (de-ethanizer) และหอแยกโปรเปน (de-propanizer) เพื่อแยกอีเทนและโปรเปนออกตามลำดับต่อไป ในหอแยกโปรเปนนี้ โปรเปนจะถูกแยกออกทางด้านบนของหอ ส่วนแอพีจี ซึ่งเป็นส่วนผสมของโปรเปนและบิวเทนจะถูกแยกออกมาจากส่วนกลางของหอ และส่วนผลิตภัณฑ์ที่ออกจากหอทางด้านล่างคือ ก๊าซโซลีนธรรมชาติ (natural gasoline)

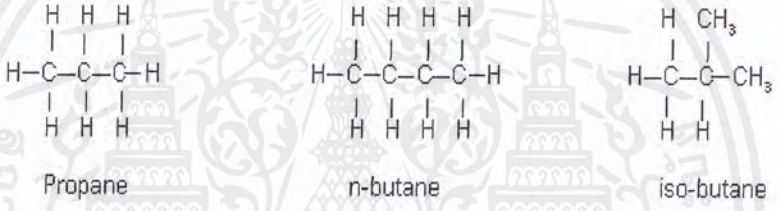
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.3.2 คุณสมบัติของก๊าซปิโตรเลียมเหลว**

1. คุณสมบัติทางเคมี ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) ประกอบด้วยไฮโดรคาร์บอน ที่มีส่วนประกอบของคาร์บอน(C)3อะตอมและคาร์บอน(C)4อะตอมใน1โมเลกุลไฮโดรคาร์บอนกลุ่มนี้ประกอบด้วย โปรเปน(propane)=C3H8โปรปิลิน(porpylene)=C3H6 บิวเทน(butane)=C4H10บิวทิลีน(butylene)=C4H8 สารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่ปรากฏอยู่ในส่วนผสมของก๊าซปิโตรเลียมเหลว อาจแบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ พวกไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัว (saturated hydrocarbon) และไฮโดรคาร์บอนไม่อิ่มตัว (unsaturated hydrocarbon)

กลุ่มไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัว (saturated hydrocarbon) ได้แก่ โปรเปน (propane) นอร์มัลบิวเทน (n-butane) ไอโซบิวเทน (iso-butane)

กลุ่มไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัว (saturated hydrocarbon) ได้แก่ โปรเปน (propane) นอร์มัลบิวเทน (n-butane) ไอโซบิวเทน (iso-butane)




กลุ่มไฮโดรคาร์บอนไม่อิ่มตัว (unsaturated hydrocarbon) ได้แก่ โปรปิลิน (propylene) นอร์มัลบิวทิลิน (n-butylene) ไอโซบิวทิลิน (iso-butylene)

ก๊าซปิโตรเลียมเหลวที่ได้มาจากกระบวนการแยกก๊าซธรรมชาติจะประกอบด้วยโปรเปน (propane) เป็นส่วนใหญ่ สัดส่วนของ C3 และ C4 ขึ้นอยู่กับแหล่งของก๊าซธรรมชาติ หากได้จากกระบวนการกลั่นน้ำมันดิบ จะประกอบด้วยบิวเทน (butane) เป็นส่วนใหญ่ และอาจมีการผสม C3 และ C4 ในรูปของไฮโดรคาร์บอนไม่อิ่มตัว (un-saturated hydrocarbon) ซึ่งมักประกอบด้วยโปรปิลีน (propylene) นอร์มัลบิวทิลีน(n-butylene)ไอโซบิวทิลีน(iso-butylene)และbutylene-2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. คุณสมบัติทางกายภาพ ก๊าซปิโตรเลียมเหลวที่ใช้กันอยู่มี 2 สถานะ คือ ของเหลวและก๊าซ ดังนั้น จำเป็นต้องทราบถึงคุณสมบัติทางกายภาพของก๊าซปิโตรเลียมเหลวทั้งสองสถานะดังนี้

**2.3.3 คุณสมบัติทางกายภาพของก๊าซปิโตรเลียมเหลวเมื่ออยู่ในสถานะเป็นของเหลว**

1.จุดเดือดและสภาวะวิกฤติ เนื่องจากแอลพีจีมีจุดเดือดต่ำมาก คือ โปรเปน มีจุดเดือด เท่ากับ –42 องศาเซลเซียส นอร์มัลบิวเทนเท่ากับ -0.5 องศาเซลเซียส ไอโซบิวเทน เท่ากับ – 11.7 องศาเซสเซียส ดังนั้น แอลพีจี มีสถานะเป็นก๊าซที่อุณหภูมิปกติและความดันบรรยากาศเว้นเสียแต่จะถูกอัดให้ เป็นของเหลวอยู่ในถังภายใต้ ความดันหรือนำถังไปแช่เย็นเอาไว้ ค่าความดันที่ทำให้แอลพีจีเป็นของเหลว คือ ค่าความดันไอ (vapor pressure) เช่น ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซสเซียส ความดันไอของโปรเปนเท่ากับ 7.3 บรรยากาศ และที่อุณหภูมิสูงขึ้นค่าความดันไอก็จะสูงขึ้นด้วย

โปรเปนที่อุณหภูมิ 96.67 องศาเซลเซียส ความดันที่ใช้อัดเท่ากับ 41.94 บรรยากาศ เมื่ออุณหภูมิสูงกว่านี้โปรเปนจะไม่เป็นของเหลว แม้ว่าจะอัดด้วยความดันมากกว่า 41.94 บรรยากาศก็ตาม อุณหภูมิ 96.67 องศาเซลเซียสและความดัน41.94บรรยากาศก็คือสภาวะวิกฤติสำหรับโปรเปน

2.ความหนาแน่นปริมาตรจำเพาะและความถ่วงจำเพาะ ความหนาแน่น คือ อัตราส่วนของน้ำหนักต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรเช่น ที่อุณหภูมิ 15.5 องศาเซสเซียสความหนาแน่นของโปรเปนมีค่าเท่ากับ 507 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร สำหรับส่วนกลับของความหนาแน่นก็คือ ปริมาตรจำเพาะ โปรเปนมีค่าปริมาตรจำเพาะเท่ากับ 2 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ดังนั้นถ้าต้องการเก็บโปรเปนไว้ใช้ 10 วัน โดยในแต่ละวันมีความต้องการ 0.5 ตันจะต้องใช้ถังที่มีขนาดความจุอย่างน้อยที่สุด 10 ลูกบาศก์เมตร

สำหรับค่าความถ่วงจำเพาะจะแสดงถึงอัตราส่วนของความหนาแน่นระหว่างก๊าซ ปิโตรเลียมเหลวที่อุณหภูมิใด อุณหภูมิหนึ่งกับน้ำที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส อย่างเช่น ค่าความถ่วงจำเพาะของโปรเปนเหลวที่อุณหภูมิ 15 0C มีค่าเท่ากับ 0.5077 ส่วนนอร์มัลบิวเทน เท่ากับ 0.5844 และไอโซบิวเทนเท่ากับ 0.5631 ดังนั้นก๊าซปิโตรเลียมเหลวในสถานะที่เป็นของเหลวจะเบากว่าน้ำ ถ้าเกิดมีก๊าซรั่วขึ้นในขณะที่อุณหภูมิโดยรอบในขณะนั้นต่ำมาก และก๊าซปิโตรเลียมเหลวเกิดไหลลงไปในรางระบายน้ำ คูคลอง ก๊าซปิโตรเลียมเหลวก็จะลอยไปกับน้ำ ซึ่งอาจจะทำให้เกิดอัคคีภัยในท้องที่ห่างไกลจากบริเวณที่ก๊าซปิโตรเลียมเหลว รั่วออกไปได้ นอกจากนี้อุณหภูมิยังมีผลต่อค่าความหนาแน่น คือ เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ความหนาแน่นของสารเมื่ออยู่ในสถานะของเหลวจะลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.ความหนืด (ความข้นใส) คือ ความสามารถในการต้านทานการไหลของของไหล (ของเหลวหรือก๊าซ) ที่มีต่อภาชนะหรือท่อของไหลต่างชนิดกันจะมีความหนืดแตกต่างกัน จะเห็นได้ว่า ก๊าซปิโตรเลียมเหลวในสภาพของเหลวจะมีความหนืดน้อยมาก (ความหนืดของน้ำเท่ากับ 1 เซนติพอยส์) จากคุณสมบัติอันนี้ ทำให้ก๊าซเหลวรั่วซึมได้ง่ายกว่าของเหลวชนิดอื่น และนอกจากนี้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวไม่มีคุณสมบัติในการหล่อลื่น เนื่องจากมีความหนืดต่ำ อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง เช่น ปั๊ม จึงมีการสึกหรอสูง เพราะฉะนั้นอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับก๊าซปิโตรเลียมเหลวจึงต้องออกแบบให้เหมาะสมทนต่อการสึกหรอและแรงดันสูงได้

อุณหภูมิจะมีผลต่อความหนืดของของไหล กล่าวคือ ของไหลที่มีสถานะเป็นของเหลวเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นค่าความหนืดจะลดลงแต่ถ้าเป็นก๊าซเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นค่าความหนืดก็สูงขึ้นด้วย

4.ความดันไอ(VaporPressure)ก๊าซแอลพีจีเมื่อถูกบรรจุอยู่ในภาชนะปิดภายใต้ความดันจะมีสถานะเป็นของเหลว แอลพีจีเหลวจะระเหยเป็นไอเต็มช่องว่างที่อยู่เหนือระดับส่วน ที่เป็นของเหลวจนกระทั่งถึงจุดอิ่มตัว (Saturation point) จึงจะหยุดระเหยค่าความดันของก๊าซแอลพีจีที่จุดอิ่มตัวนี้เรียกว่า"ค่าความดันไออิ่มตัว" ค่าความดันไออิ่มตัวเป็นตัวบ่งบอกคุณสมบัติการระเหย (volatility) ของสาร กล่าวคือ ถ้าสารใดมีความดันไอสูง แสดงว่าสารนั้นสามารถระเหยได้เร็ว และเป็นค่าที่ขึ้นกับอุณหภูมิโดยตรงกล่าวคือ ถ้าอุณหภูมิสูงค่าความดันไออิ่มตัวก็สูงขึ้นด้วย

5.ความร้อนแฝงในการระเหย ความร้อนแฝงในการระเหย คือ ปริมาณความร้อนที่ต้องใช้ในการระเหยต่อหน่วยน้ำหนักของสาร เพื่อเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นก๊าซที่จุดเดือดปกติ (ณ ความดันบรรยากาศ) หรือปริมาณความร้อนที่ต้องถูกดึงออกต่อหน่วยน้ำหนักของสาร เพื่อให้ได้กลั่นตัวเป็นของเหลวที่ความดันบรรยากาศ และค่าความร้อนแฝงจะมีค่าลดลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นซึ่งก๊าซปิโตรเลียมเหลวมีค่าความร้อนแฝงน้อยกว่าน้ำมาก

เมื่อก๊าซถูกปล่อยออกจากภาชนะเก็บ ก๊าซเหลวจะระเหย การที่ก๊าซเหลวระเหยได้ต้องได้รับความร้อนหรือดึงความร้อนจากบริเวณใกล้ เคียง ซึ่งจะทำให้บริเวณที่ถูกดึงความร้อนไปจะมีความเย็นจัด เพราะฉะนั้นถ้าก๊าซเหลวรั่วมาถูกผิวหนังหรือส่วนหนึ่งส่วนใดของร่างกายจะทำ ให้ผิวหนัง หรือส่วนของร่างกายนั้นได้รับความเย็นจัดจนถึงกับไหม้

6.ความร้อนจำเพาะ ค่าความร้อนจำเพาะ คือ ปริมาณความร้อนที่ทำให้วัตถุหนึ่งหน่วยน้ำหนักมีอุณหภูมิสูงขึ้นหนึ่งองศา มีหน่วยเป็นกิโลแคลอรี่/กิโลกรัม/องศาเซลเซียส หรือ บีทียู/ปอนด์/องศาฟาเรนไฮต์ เช่น เมื่ออยู่ในสถานะของเหลว ความดันคงที่ 1 บรรยากาศ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสค่าความร้อนจำเพาะของโปรเปนเท่ากับ 0.6023 นอร์มัลบิวเทนเท่ากับ 0.5748 ไอโซบิวเทนเท่ากับ 0.5824 commercial propane เท่ากับ 0.60 และ commercial butane เท่ากับ 0.57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.สัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซปิโตรเลียมเหลวมีสัมประสิทธิ์การขยายตัวที่ 15 องศาเซลเซียส ประมาณ 0.300/0C สำหรับโปรเปน และ 0.002/0C สำหรับบิวเทนอุณหภูมิ ยิ่งสูงการขยายตัวยิ่งมาก ตัวเลขนี้จำเป็นอย่างยิ่งใช้ในการคำนวณปริมาตรสูงสุดที่สามารถจะบรรจุก๊าซลง ภาชนะหรือถังเก็บได้ในสภาพอุณหภูมิต่าง ๆ กัน ดังนั้น การบรรจุก๊าซปิโตรเลียมเหลวลงในถังจะต้องเหลือที่ว่างเหนือก๊าซเหลวไว้ โดยในส่วนของช่องว่างนี้จะมีไอก๊าซอยู่ ทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความดัน ที่เกิดการขยายตัวของของเหลวในกรณีที่ก๊าซได้รับความร้อนผิดปกติ นอกจากนี้ระบบท่อส่งต่าง ๆ ที่ส่งก๊าซปิโตรเลียมเหลวจำเป็นต้องมีกลอุปกรณ์นิรภัย แบบระบาย (hydrostaticreliefvalve) ไว้ในระบบด้วยซึ่งเป็นอุปกรณ์สำคัญตัวหนึ่ง

**2.3.4 คุณสมบัติทางกายภาพของก๊าซปิโตรเลียมเหลวเมื่ออยู่ในสถานะเป็นก๊าซ**

1.ความหนาแน่นปริมาตรจำเพาะและ ความถ่วงจำเพาะ ค่าความถ่วงจำเพาะของก๊าซปิโตรเลียมเหลวเมื่อเป็นก๊าซจะแสดงถึงอัตราส่วนของ ความหนาแน่นระหว่างก๊าซกับอากาศที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าเป็นตัวเลขที่ชี้ให้เห็นว่าก๊าซปิโตรเลียมเหลว เมื่อเป็นก๊าซจะหนักเป็นกี่เท่าของอากาศ (เมื่อความหนาแน่นของอากาศ = 1) ก๊าซปิโตรเลียมเหลวในสถานะที่เป็นก๊าซจะหนักกว่าอากาศ เมื่อเกิดการรั่วไหลขึ้นก๊าซจะไปรวมตัวอยู่ในที่ต่ำ และถ้าบริเวณที่ต่ำนั้นเป็นรางระบายน้ำหรือคูคลอง ก๊าซอาจจะไหลตามน้ำไป ทำให้เกิดอุบัติเหตุไฟไหม้ ณ จุดซึ่งห่างไกลจากบริเวณที่ก๊าซรั่วได้ ความหนืดก๊าซปิโตรเลียมเหลวในสถานะของก๊าซจะมีความหนืดสูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น

2.ความสามารถในการอัดตัวของก๊าซแอลพีจี(Compressibilityfactor) สำหรับก๊าซอุดมคติ (Ideal gas) ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิ ความดันและปริมาตร สามารถแสดงโดย สมการสภาวะ (Equation of state) คือ PV = nRT (P = ความดัน , V = ปริมาตร , n = จำนวนโมล , R = gas constant T = อุณหภูมิ) แต่สำหรับก๊าซแอลพีจีจะมีลักษณะเบี่ยงเบนไปจากก๊าซอุดมคติ ดังนั้น เพื่อให้สามารถใช้สมการสภาวะได้ จึงจำเป็นต้องเพิ่มค่าความสามารถในการอัดตัวของก๊าซ (Compressibility factor, Z) เข้าไปในสมการคือ PV = ZnRT สำหรับก๊าซไม่อุดมคติ โดยที่ Z จะมีค่าน้อยกว่า 1 คือที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ณ ความดันบรรยากาศ โปรเปน นอร์มัลบิวเทน และไอโซบิวเทน มีค่า Z = 0.984 , 0.969 และ 0.971 ตามลำดับ

3.ช่วงการลุกไหม้(FlammabilityLimitsinAir) ก๊าซที่สันดาปได้จะมีช่วงส่วนผสมกับอากาศเพียงช่วงเดียวที่จุดไฟแล้วลุกไหม้ ได้ เพราะมีอากาศผสมอยู่ในปริมาณที่พอเหมาะ ช่วงการลุกไหม้ได้จะแสดง ค่าเป็นอัตราส่วนร้อยละ (%) ปริมาตรก๊าซต่ออากาศ ค่าทางด้านความเข้มข้นสูงของช่วงการลุกไหม้ เรียกว่าค่าขอบบน ส่วนทางด้านต่ำเรียกว่าค่าขอบล่าง ก๊าซแอลพีจี จะสามารถลุกไหม้หรือติดไฟได้ก็ต่อเมื่อมีก๊าซผสมอยู่ในอากาศ 2-9% คือถ้ามีก๊าซแอลพีจีต่ำกว่า 2 ส่วนหรือมากกว่า 9 ส่วนในส่วนผสมของก๊าซกับอากาศกับอากาศ100ส่วนส่วนผสมนั้นก็จะไม่ติดไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.อุณหภูมิของจุดติดไฟ(IgnitionTemperature)เมื่อค่อยๆเพิ่มอุณหภูมิให้กับเชื้อเพลิงจนเลยอุณหภูมิค่าหนึ่งแล้ว เชื้อเพลิงก็จะเริ่มลุกไหม้เอง แม้จะไม่มีประกายไฟหรือสาเหตุของการติดไฟ อุณหภูมิต่ำสุดที่เริ่มเกิดการลุกไหม้ตามธรรมชาตินี้เรียกว่าอุณหภูมิของจุด ติดไฟ (Ignition Temperature) เนื่องจากอุณหภูมิจุดติดไฟของโปรเปน คือ 460-580 องศาเซลเซียส และของบิวเทนคือ 410-550 องศาเซลเซียส ดังนั้น ก๊าซปิโตรเลียมเหลวจึงติดไฟได้ยากกว่าเมื่อเทียบกับน้ำมันเบนซินซึ่งมีจุด ติดไฟ 280-430 องศาเซลเซียส และน้ำมันดีเซล 250-340 องศาเซลเซียส ดังนั้นก๊าซปิโตรเลียมเหลวมีความปลอดภัยสูงกว่า

5.อุณหภูมิของเปลวไฟ (Flame temperature) อุณหภูมิของเปลวไฟที่ได้จากการเผาไหม้ของแอลพีจีสูงมากพอที่จะหลอมโลหะต่าง ๆ ได้ เช่น หลอมเหล็ก ทองเหลือง อลูมิเลียม และแก้ว เป็นต้น โดยโปรเปนมีอุณหภูมิของเปลวไฟในอากาศ 1,930 องศาเซลเซียส และบิวเทน 1,900 องศาเซลเซียส ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะ นอกจากนี้ยังสามารถนำไปใช้ในการอบเครื่องเคลือบดินเผา อบสี ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

6.ค่าอ๊อกเทน (Octane Number) ก๊าซแอลพีจีมีค่าอ๊อกเทนสูง ประมาณ 95-110 ซึ่งสูงกว่าค่าอ๊อกเทนของน้ำมันเบนซินจึงเหมาะกับการใช้เป็นเชื้อเพลิงของรถยนต์มาก

7.อัตราส่วนปริมาตรของเหลว/ก๊าซ(Liquid/VaporVolumeRatio) แอลพีจีเหลวเมื่อระเหยและเปลี่ยนสถานะไปเป็นก๊าซ ปริมาตรจะเปลี่ยนแปลงไปอย่างมาก กล่าวคือที่อุณหภูมิ 15.5 องศาเซลเซียส (60 oF) โปรเปนเหลว 1 หน่วยปริมาตร เมื่อกลายเป็นก๊าซจะมีปริมาตรเป็น 274 หน่วย ส่วนบิวเทนเหลว 1 หน่วยปริมาตรเมื่อกลายเป็นก๊าซจะมีปริมาตรเป็น233หน่วย แอลพีจีในสถานะที่เป็นของเหลว ถ้ารั่วออกมาจะมีอันตรายมากกว่าที่เป็นก๊าซ เพราะจำนวนที่ออกมาเป็นของเหลว เมื่อกลายเป็นก๊าซจะเพิ่มปริมาตร มากขึ้นปริมาณก๊าซมากอันตรายและความรุนแรงก็ย่อมมีมาก

8.ปริมาณอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้ (Air Requirement) ก๊าซออกซิเจนเป็นก๊าซที่มีส่วนผสมอยู่ในอากาศ 21 % โดยปริมาตรและเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยให้เกิดการเผาไหม้ ดังนั้นปริมาณอากาศที่ป้อนเข้าไปใน ห้องเผาไหม้จะต้องมีปริมาณที่แน่นอน ในกรณีที่ก๊าซแอลพีจีเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ทั้งหมดก็จะกลายเป็นก๊าซคาร์บอนได ออกไซดค์และน้ำและการเปลี่ยนแปลงนี้ เขียนเป็นสมการเคมีได้ดังต่อไปนี้

โปรเปน $C_3H_8 + 5O_2 \longrightarrow 3CO_2 + 4H_2O$

บิวเทน $C_4H_{10} + 6.5O_2 \longrightarrow 4CO_2 + 5H_2O$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังจะเห็นได้จากสมการเหล่านี้ ปริมาณออกซิเจนที่จำเป็นต่อการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์จะเป็น 5 เท่าในกรณีของโปรเปน และ 6.5 เท่าในกรณีของบิวเทน เนื่องจากปริมาณออกซิเจนในอากาศมีประมาณ 21% ฉะนั้น ในการเผาไหม้โปรเปนอย่างสมบูรณ์ 1 ลูกบาศก์เมตร จะต้องใช้อากาศ 24 ลูกบาศก์เมตร ส่วนบิวเทน 1 ลูกบาศก์เมตร จะใช้อากาศ 31 ลูกบาศก์เมตร ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันเบนซินแล้ว แอลพีจีต้องการปริมาณอากาศมากกว่าเล็กน้อย

9.ค่าความร้อนของการเผาไหม้ ( heat of combustion ) ค่าความร้อนของการเผาไหม้ของก๊าซแอลพีจีหมายถึงค่าปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นจากการนำเอาก๊าซแอลพีจีหนึ่งหน่วย น้ำหนัก หรือหนึ่งหน่วยปริมาตรมาเผาไหม้ที่ความดันบรรยากาศ และอุณหภูมิปกติ (25 องศาเซลเซียส) ค่าความร้อนของการเผาไหม้เป็นค่าที่บ่งบอกถึงคุณสมบัติของเชื้อเพลิง และใช้ในการคำนวณหาประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องจักร

10.สีกลิ่นและการละลาย แอลพีจีบริสุทธ์ ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ดังนั้น บริษัท ผู้ผลิตก๊าซแอลพีจีจึงต้องเติมสารประกอบที่มีกลิ่นเหม็นลงไปด้วย เพื่อให้ผู้ใช้รู้ตัวเมื่อก๊าซแอลพีจีเกิดรั่ว หรือผู้ใช้ลืมปิดวาล์วใช้ก๊าซ สารประกอบที่เติมลงไปเพื่อทำให้ก๊าซแอลพีจีมีกลิ่นเหม็นเป็นสารพวกเมอร์แคบแทน (mercaptan) นอกจากนี้ก๊าซแอลพีจี มีคุณสมบัติเป็นตัวทำละลาย (solvent) เช่นเดียวกับพวกน้ำมันระเหย จึงสามารถละลายหรือทำให้อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ทำมาจาก ยางธรรมชาติเสียคุณสมบัติได้ เช่น ปะเก็น หรือซีลต่าง ๆ ดังนั้น อุปกรณ์ที่นำมาใช้กับถังที่บรรจุก๊าซแอลพีจี ควรใช้วัสดุอื่นที่ไม่ได้ทำมาจากยางธรรมชาติ เช่น ยางสังเคราะห์ เป็นต้น

**2.3.5 อันตรายที่มีผลต่อสุขภาพอนามัยและมาตรฐานอาชีวอนามัยและความปลอดภัย**

ผู้ที่ปฏิบัติการเกี่ยวข้องกับก๊าซปิโตรเลียมเหลวหากได้รับก๊าซจำนวนน้อยจะไม่เกิดอันตรายแต่อย่างใดแต่ถ้าร่างกายได้รับก๊าซนี้ในปริมาณระดับหนึ่งก็จะมีผลให้เกิดอันตรายได้มาตรฐานอาชีวอนามัยและความปลอดภัยสำหรับผู้ใช้แรงงานที่ต้องคลุกคลีและเกี่ยวข้องกับแอลพีจีโดยทั่วไปแล้วจะกำหนดเป็นระดับความเข้มข้นเฉลี่ยของแอลพีจีในอากาศของสถานที่ทำงานในระยะเวลาการทำงานวันละ 8 ชั่วโมง ในเรื่องนี้กระทรวงแรงงาน สหรัฐอเมริกาได้กำหนดมาตรฐานอาชีวอนามัยและความปลอดภัยของแอลพีจีไว้ว่า "ในอากาศสถานที่ที่ทำงานจะมีแอลพีจีได้ไม่เกิน 1,000 ส่วน ต่ออากาศล้านส่วน (ppm) โดยเฉลี่ยในระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง หรือ 1,800 มิลลิกรัม ของแอลพีจีต่อหนึ่งลูกบาศก์เมตรของอากาศ"

แอลพีจี จัดอยู่ในกลุ่มที่เรียกว่า ยาสลบทั่วไป (general anesthetics) ซึ่งเป็นตัวที่ทำให้ ผู้สูดดมก๊าซนี้เข้าไปมากจะเกิดอาการง่วงเหงาหาวนอน เนื่องจากก๊าซนี้เป็นตัวไปกดระบบประสาทส่วนกลาง (central nervous system depressants) ในรายที่สัมผัสก๊าซนี้จะทำให้เกิดระคายเคืองต่อเยื่อบุต่างๆ (mucous membrane) ทำให้ระคายเคืองต่อผิวหนัง ทำให้ผิวหนังแห้ง เนื่องจากก๊าซนี้เป็นตัวละลายไขมันของผิวหนัง (defat the skin) ทำให้เกิดโรคผิวหนัง (dermatitis) ในกรณีหายใจเข้าไปมาก ๆ อาจจะทำให้เป็นโรคปอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อักเสบ (preumonitis) ปอดบวม (pulmonary edcma) และตกเลือด (hemorrhage) หากหายใจสูดแอลพีจีเข้าไปมากๆอาจถึงแก่ความตายเพราะขาดออกซิเจน เช่น กรณีอยู่ในห้องปิดไม่มีอากาศระบาย

ถ้าก๊าซรั่วโดยเฉพาะอย่างยิ่งขณะนอนหลับก็จะหายใจเอาก๊าซเข้าไป ทำให้ขาดออกซิเจน หมดสติและตายได้ สำหรับในบางกรณี ที่มีการติดตั้งอุปกรณ์ใช้ก๊าซ เช่น เครื่องทำน้ำร้อนในห้องอาบน้ำ ที่มีขนาดเล็กและแคบ ไม่มีการหมุนเวียนอากาศที่ดีขณะที่ใช้น้ำร้อน แอลพีจีก็จะถูกเผาไหม้เพื่อให้ความร้อน ออกซิเจนภายในห้องถูกใช้ไปในการเผาไหม้เรื่อย ๆ น้อยลงทุกที จึงอาจเกิดการเผาไหม้ ไม่สมบูรณ์ (Incomplete Combustion) เกิดก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) แทนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO2) ซึ่งก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์นี้เมื่อหายใจเข้าไปจะเกิดอันตรายบางรายทำให้ถึงแก่ความตายได้

**2.3.6 ข้อปฏิบัติในกรณีฉุกเฉิน**

ในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉินขึ้นและมีผู้ได้รับอันตรายควรจัดให้มีการปฐมพยาบาลอย่างทันทีดังนี้

-กรณีแอลพีจีเหลว กระเด็นหรือกระฉอกเข้าตาจะต้องรีบล้างตาด้วยน้ำสะอาดหลาย ๆ ครั้ง อย่ากะพริบและให้ดึงหนังตาล่าง และหนังตาบนอยู่เสมอ ห้ามใช้น้ำร้อนล้างตาเป็นอันขาด แล้วรีบส่งผู้ป่วยไปยังสถานพยาบาลทันที

-กรณีที่แอลพีจีเหลวถูกผิวหนังจะต้องล้างด้วยน้ำทันทีและเมื่อเสื้อผ้าเปียกชุ่มด้วยแอลพีจีเหลวจะต้องถอดเสื้อผ้าออกทันทีแล้วอาบน้ำชำระล้างผิวหนังด้วยน้ำให้หมดห้ามใช้น้ำร้อนชำระล้างผิวหนังเป็นอันขาดถ้าหากรู้สึกระคายเคืองผิวหนังหลังจากชำระล้างด้วยน้ำเรียบร้อยแล้วจะต้องส่งผู้ป่วยไปยังสถานพยาบาลทันที

-กรณีที่หายใจเอาแอลพีจีเข้าไปในปริมาณที่สูง จะต้องเคลื่อนย้ายผู้ป่วยไปยังบริเวณที่มี อากาศบริสุทธิ์ถ้าหากผู้ป่วยนั้นหยุดหายใจ จะต้องช่วยผายปอดหรือใช้เครื่องช่วยหายใจ แล้วจึงให้ผู้ป่วยได้พักผ่อนและห่มผ้าให้ร่างกายอบอุ่น แล้วส่งผู้ป่วยไปยังสถานพยาบาลโดยเร็ว

**2.4 ความรู้เกี่ยวกับน้ำมันใช้แล้ว( Used Engine Oil)**

น้ำมันใช้แล้ว หรือ น้ำมันดำ คือ น้ำมันหล่อลื่นต่างๆ ที่ใช้งานจนเสื่อมสภาพไม่เหมาะที่จะใช้งานต่อไป ปกติผู้ใช้มักจะเททิ้งลงสู่พื้นดิน แหล่งน้ำสาธารณะ หรือไม่ก็ขายให้กับผู้รับซื้อในราคาถูก โดยการกระทำดังกล่าวนี้ ถือเป็นการกระทำที่ก่อให้เกิดความเสียหายอย่างมาก คือ การเททิ้งลงสู่พื้นดินหรือแหล่งน้ำสาธารณะ อาจก่อให้เกิดปัญหาทางด้านสุขภาพและสิ่งแวดล้อมได้ ซึ่งการแก้ไขหรือกำจัดในภายหลังทำได้ยาก สำหรับการขายให้กับผู้รับซื้อ ก็มักจะนำไปทำเป็นน้ำมันหล่อลื่นปลอมขาย ก่อให้เกิดความเสียหายต่อเครื่องจักรหรือเครื่องยนต์ต่างๆ จึงควรนำน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วมาใช้ประโยชน์ โดยมีแนวทางดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การนำน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วจากงานหนึ่ง ไปใช้หล่อลื่นในอีกงานหนึ่งที่ไม่รุนแรง คือ งานที่อุณหภูมิไม่สูง ภาระงานต่ำ เช่น น้ำมันหล่อลื่นเทอร์ไบน์ น้ำมันไฮโดรลิค หรือน้ำมันเกียร์ เมื่อใช้จนหมดอายุการใช้งานแล้ว สามารถนำมากรองแล้วใช้หล่อลื่นพวกแบริ่ง กาบและแบริ่งลูกปืนที่ต้องการน้ำมันข้นใสเบอร์เดียวกัน และใช้กับระบบหล่อลื่นแบบหยอดทิ้งได้

2. การนำน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วจากเครื่องจักรกลหรือเครื่องยนต์ ไปใช้ในงานอื่นๆ ที่ไม่เกี่ยวกับงานหล่อลื่น เช่น ใช้ทาไม้แบบสำหรับคอนกรีต ใช้ทาไม้ป้องกันปลวก มด มอด และแมลงต่างๆ

3. การนำน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วมาผสมกับน้ำมันเชื้อเพลิง ใช้เผาไหม้เป็นเชื้อเพลิงได้ เช่น

3.1 โรงงานอุตสาหกรรม ที่ใช้น้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิงในเตาเผาหรือหม้อไอน้ำ สามารถใช้น้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วผสมกับน้ำมันเตาในอัตราส่วนไม่เกิน 25 เปอร์เซ็นต์ โดยต้องมีถังตกตะกอนที่มีฝาปิดมิดชิด สามารถถ่ายเอาตะกอนสกปรกออกจากก้นถังได้ ซึ่งการตกตะกอนต้องทำอย่างน้อย 2 วัน ถังตกตะกอนดังกล่าว อาจใช้เป็นถังเก็บสะสมน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้ว ที่ถ่ายมาทีละน้อยจนได้ปริมาณมากพอจึงค่อยนำไปผสมลงในน้ำมันเตา ท่อสำหรับดูดน้ำมันออกจากถังต้องอยู่เหนือพื้นถังไม่น้อยกว่า 10 cm. และควรมีหม้อกรองขนาด 60-80 m. ก่อนเข้าปั๊มเพื่อส่งเข้าถังน้ำมันเตา

3.2 น้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ดีเซลที่หมดอายุการใช้งานแล้ว สามารถนำมาผสมกับน้ำมันดีเซลในอัตราส่วนระหว่างร้อยละ 5 – 15 โดยต้องมีการกำจัดพวกเขม่าตะกอนและน้ำออกไปก่อน เพื่อใช้ในหม้อไอน้ำอุตสาหกรรมทั่วไปได้

### 2.4.1 ปัญหาของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้ว

น้ำมันหล่อลื่นเมื่อถูกใช้ไปจนหมดอายุการใช้งานแล้ว จะมีเพียงร้อยละ 30 เท่านั้น ที่อาจสิ้นเปลืองไปในระหว่างการใช้งาน เช่น ใช้ในการสลายตัว ระเหยหนี และถูกเผาไหม้ในกระบอกสูบเครื่องยนต์ เป็นต้น ส่วนที่เหลืออีกประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ จะถูกถ่ายเทกลับออกมาในรูปของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้ว ซึ่งนอกจากจะประกอบด้วยน้ำมันหล่อลื่นที่เหลือจากการใช้งานแล้ว ยังประกอบด้วยสารที่เกิดจากการสลายตัว สิ่งสกปรกและสิ่งเจือปนอื่นๆ อีกมากมาย ในแต่ละปีจะมีปริมาณน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วถูกถ่ายเทออกมาจากเครื่องจักรกลและเครื่องยนต์ต่างๆ ประมาณกว่า 300 ล้านลิตร และได้ก่อให้เกิดปัญหาต่างๆ มากมายทั้งในด้านของสิ่งแวดล้อม และการนำน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วมาแปรสภาพเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่

### 2.4.2 ปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อม

น้ำมันหล่อลื่นที่ถูกถ่ายเทออกมาประมาณ 200 ล้านลิตรต่อปี ที่มาจากผู้ใช้น้ำมันหล่อลื่นหลายๆ กลุ่ม เช่น กลุ่มประมง และกลุ่มผู้ใช้ที่เปลี่ยนถ่ายน้ำมันหล่อลื่นเอง โดยมีจำนวนค่อนข้างมากที่ถูกเททิ้งไปในที่สาธารณะต่างๆ เช่น ท่อระบายน้ำสาธารณะ ที่ว่าง ริมถนน หรือสถานที่ต่างๆ ตามแต่ผู้ใช้จะสะดวก ทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้เกิดปัญหามลภาวะทางน้ำและดิน เนื่องจากในน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วมีสารปนเปื้อนอยู่มาก มีสภาพเป็นกรดและอาจมีเศษโลหะหนักปะปนอยู่ หรือหากมีการนำน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วไปเผาทิ้ง โดยไม่มีการควบคุมมลพิษที่อาจเกิดขึ้นก็อาจก่อให้เกิดปัญหามลภาวะทางอากาศและน้ำได้เช่นกัน

มลภาวะทางดิน (Soil pollution) การกำจัดน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วโดยการฝังกลบ (Landfill) หรือการฝังโดยตรงลงดิน อาจส่งผลกระทบต่อลักษณะของดิน ระบบนิเวศร์ และอาจนำไปสู่การปนเปื้อนต่อแหล่งน้ำผิวดิน และแหล่งน้ำใต้ดินได้ สารประกอบพวกไฮโดรคาร์บอนในน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วที่ปนเปื้อนลงสู่ดินจะถูกจุลินทรีย์ย่อยสลาย (Bio-degrate) ได้มากขึ้น ส่งผลกระทบต่อวัฏจักรไนโตรเจน สำหรับโลหะหนักที่อาจปนเปื้อนสู่ดิน จะมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของพืช นอกจากนี้สิ่งมีชีวิตในดิน เช่น ไส้เดือนดิน อาจจะดูดซับสารพิษเหล่านี้ ซึ่งอาจทำให้เกิดการตายของสัตว์ในลำดับที่สูงขึ้นมาได้

มลภาวะทางน้ำ (Water pollution) น้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วเมื่อไหลลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ อาจส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศร์ของสิ่งมีชีวิตในน้ำ โดยสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่ปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำจะทำให้จุลินทรีย์มีการย่อยสลายเพิ่มขึ้น และสำหรับโลหะหนักอาจเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ในแหล่งน้ำได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.12 ตัวอย่างผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้ว

| พารามิเตอร์ | ผลการทดลอง | |
|---|---|---|
| | น้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วส่วนใส | น้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วส่วนข้น |
| **ความหนืดจลน์ (cSt)** | | |
| ณ อุณหภูมิ 40 °C | 30.149 | - |
| ณ อุณหภูมิ 60 °C | - | 63.429 |
| ณ อุณหภูมิ 100 °C | 1.842 | 24.777 |
| **ความหนาแน่น ($g/cm^3$)** | | |
| ณ อุณหภูมิ 40 °C | 0.885 | - |
| ณ อุณหภูมิ 60 °C | - | 0.973 |
| ณ อุณหภูมิ 100 °C | 0.849 | 0.903 |
| **จุดวาบไฟ (°C)** | 174.67 | 81.33 |
| **ค่าความร้อน (kcal/kg)** | 10,093.18 | 6,656.04 |
| **ปริมาณน้ำ (%wt)** | 1.157 | 2.535 |
| **ปริมาณเถ้า (%wt)** | 0.219 | 4.619 |

มลภาวะทางอากาศ (Air pollution) การเผาไหม้น้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วโดยไม่มีวิธีการควบคุมที่ดีพอ อาจทำให้เกิดการปล่อยสารมลพิษจำพวกโลหะหนัก เช่น ตะกั่ว สังกะสี สู่บรรยากาศได้

ตารางที่ 2.13 ตัวอย่างผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้ว

| พารามิเตอร์ | ผลการทดลอง | |
|---|---|---|
| | น้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วส่วนใส | น้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วส่วนข้น |
| ปริมาณคาร์บอน (%wt) | 84.46 | 66.12 |
| ปริมาณไฮโดรเจน (%wt) | 13.06 | 11.12 |
| ปริมาณไนโตรเจน (%wt) | 0.21 | 0.23 |
| ปริมาณออกซิเจน (%wt) | 0.08 | 13.65 |
| ปริมาณซัลเฟอร์ (%wt) | 0.83 | 1.72 |
| ปริมาณตะกั่ว (ppm) | 15.37 | 26.55 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.14 เปรียบเทียบคุณสมบัติของน้ำมันใช้แล้ว (น้ำมันดำ) กับเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ

| พารามิเตอร์ | เชื้อเพลิง | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | น้ำมันหล่อลื่นส่วนใส | น้ำมันหล่อลื่นส่วนข้น | น้ำมันก๊าด | ดีเซลหมุนเร็ว | ดีเซลหมุนช้า | น้ำมันเตา A | น้ำมันเตา C |
| ความถ่วงจำเพาะที่ 15.6°C | - | - | < 0.84 | 0.82-0.90 | < 0.92 | < 0.990 | < 0.995 |
| ความหนืด ที่ 40°C (cSt) ที่ 50°C (cSt) | 30.15<br>- | -<br>- | - | 1.8-5.0<br>- | < 8.0<br>- | -<br>< 180 | -<br>< 230 |
| จุดวาบไฟ (°C) | 175 | 81 | > 38 | > 52 | > 52 | > 60 | > 60 |
| ค่าความร้อน (kcal/kg) | 10,093 | 6,656 | 11,000 | 10,800 | 10,670 | 10,580 | 10,390 |
| ปริมาณเถ้า (%wt) | 0.22 | 4.62 | - | - | 0.01 | 0.02 | 0.04 |
| ปริมาณน้ำ (%wt) | 1.16 | 2.54 | - | - | - | - | - |
| ปริมาณคาร์บอน (%wt) | 84.46 | 66.12 | 86 | 86 | 86 | 87 | 85 |
| ปริมาณไฮโดรเจน (%wt) | 13.06 | 11.12 | 14 | 13.2 | 12.7 | 12.5 | 12 |
| ปริมาณไนโตรเจน (%wt) | 0.21 | 0.23 | - | - | - | - | - |
| ปริมาณกำมะถัน (%wt) | 0.83 | 1.72 | 0.04 | 0.8 | 1.3 | 0.2 | 0.2 |

จากตารางที่ 2.12 และ 2.14 พบว่า น้ำมันใช้แล้วในส่วนข้น มีคุณสมบัติของการเป็นเชื้อเพลิงที่ด้อยคุณภาพกว่าเชื้อเพลิงปกติในทุกๆ ด้าน เช่น เมื่อเทียบกับน้ำมันเตา C พบว่า จุดวาบไฟมีค่าที่สูงกว่า ทำให้การติดไฟทำได้ยากกว่า หรือค่าความร้อนที่ต่ำกว่าถึงประมาณเกือบร้อยละ 40 ทำให้ต้องใช้ในปริมาณที่มากกว่า ซึ่งข้อเสียเปรียบส่วนนี้สามารถพิจารณาได้จากปริมาณคาร์บอนที่มีน้อยกว่า ในขณะที่ปริมาณน้ำที่มีมากกว่าน้ำมันเตา C ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับคุณสมบัติอีกประการหนึ่งที่ทำให้น้ำมันใช้แล้วในส่วนข้น ไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงโดยตรง คือ ปริมาณเถ้าและปริมาณกำมะถัน ที่มีมากกว่าน้ำมันเตา C ในปริมาณที่ค่อนข้างสูงมาก เพราะจะทำให้ต้องใช้ระบบบำบัดไอเสียที่มีประสิทธิภาพมาก จึงจะสามารถบำบัดมลพิษทางอากาศให้เป็นไปตามมาตรฐานได้

**2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

จากเว็บไซต์ www.tagenergy.co.th ด้วยคุณสมบัติของน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้วที่เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนและ สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงได้อย่างดี และดีกว่าน้ำมันเตา จากการกลั่นน้ำมันดิบซึ่งจะได้ออกมาเป็น เบนซิน ดีเซล และน้ำมันเตา ซึ่งน้ำมันเตาถือได้ ว่าเป็นไฮโดรคาร์บอนที่ให้ความร้อนน้อยที่สุด น้ำมันหล่อลื่น ที่เราคัดมาก็มีส่วนผสมเป็นไฮโดรคาร์บอนเช่นกัน แม้จะไม่เทียบเท่าน้ำมันดีเซล แต่ก็มีคุณสมบัติดีกว่าน้ำมันเตา เมื่อผ่านกระบวนการกรองและคัดแยกน้ำและ ปรับสภาพให้มีความหนืดใกล้เคียงน้ำมันเตา A จึงสามารถนำมาใช้แทนกันได้ทันที นอกจากนี้ บางโรงงานยังมีการนำน้ำมันเตามาผสมกับน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้วเพื่อลดต้นทุน ซึ่งก็สามารถ ใช้ได้เช่นกัน แต่บางครั้งเกิดการปนเปื้อนของความชื้นและเศษวัสดุ ซึ่งจะทำให้เกิดความเสียหายของ อุปกรณ์ได้ ดังนั้น จึงควรจัดการเลือกใช้น้ำมันหล่อลื่นใช้แล้วที่ผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพแล้วเท่านั้น

จากรายงานของ คุณจรัส เปิดเผยว่า ในสหรัฐอเมริกา น้ำมันเครื่องใช้แล้ว ส่วนใหญ่ถูกใช้เป็นเชื้อเพลิงโดยผสมกับน้ำมันเตาเพื่อลดต้นทุน และเป็นการกำจัดน้ำมันเครื่องใช้แล้ว ซึ่งหากทิ้งลงดินหรือน้ำจะเป็นมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมอย่างมาก การนำ น้ำมันเครื่องใช้แล้วมาเป็นเชื้อเพลิงจึงได้ ประโยชน์ 2 ต่อ คือ ได้พลังงานราคาถูก และยังได้กำจัดกากมลพิษ แต่การนำไปใช้ต้องมีกระบวนการในการปรับสภาพ ก่อนการใช้งานในประเทศไทยมีการใช้น้ำมันเครื่องที่ใช้แล้วหรือที่เรียกกันว่า น้ำมันดำเป็นเชื้อเพลิงในโรงงานเผาเหล็ก และโรงงานปูนซีเมนต์ที่นิยมใช้น้ำมัน คุณภาพต่ำ แต่ไม่สามารถนำมาใช้ใน โรงงานได้ ทางบริษัทจึงพัฒนา เทคโนโลยีในการกลั่นน้ำมันเครื่องใช้แล้ว จนเป็นผลิตภัณฑ์ Green Energy ที่ สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันเตา ในอุตสาหกรรมโดยใช้ได้ทั้งหม้อไอน้ำและหัวเผา โดยไม่ต้องปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ซึ่งคุณสมบัติของ Green Energy จะให้ปริมาณความร้อนต่อหน่วยสูงกว่า น้ำมันเตาเกรด A และ C มีการเผาไหม้ ที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าจนทำให้ลดปริมาณเขม่า เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมซึ่ง Green Energy จะเป็นพลังงานทดแทนที่เข้าไปช่วยในการลดต้นทุน และช่วยรีไซเคิลน้ำมันที่เหลือใช้นำกลับมาใช้ใหม่ แม้ปัจจุบันผู้ผลิตส่วนใหญ่ยังไม่ได้มองถึงในเรื่องการรักษาสิ่งแวดล้อมมากนักแต่จะเน้นไปในเรื่องของการลดต้นทุนมากกว่า Green Energy จึงเป็นพลังงานทางเลือกหนึ่งที่ช่วยประหยัด ต้นทุนและรักษาสิ่งแวดล้อมไปในตัว Green Energy จึงเหมาะสำหรับผู้ผลิตในทุกอุตสาหกรรมที่มองหาพลังงานทางเลือก Green Energy จะเข้ามายกระดับมาตรฐานน้ำมันดำเพราะอดีตมีผู้จำหน่าย น้ำมันประเภทดังกล่าวอยู่มาก แต่ไม่ได้บอกวิธีการนำไปใช้งานกับลูกค้าอย่างถูกต้อง ทำให้เมื่อลูกค้านำไปใช้งานเกิดปัญหาในด้านเครื่องยนต์ติดขัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือระบบสายการผลิตมีปัญหา จึงอาจทำให้เกิดการสูญเสียในกระบวนการผลิตสูงกว่าต้นทุนที่จะได้รับ และทำให้มีการเลิกใช้ไป ดังนั้นในฐานะหนึ่งในผู้ผลิตและผู้จำหน่ายพลังงานทดแทนน้ำมันเตา สิ่งที่เราทำได้ คือ การเข้าไปดูแลและให้คำปรึกษาแก่ลูกค้าตลอดระยะเวลาการใช้งานช่วยเอสเอ็มอีลดต้นทุนได้จริง หรือคุณจรัส กล่าวว่า ปัจจุบันเอสเอ็มอีในยุคการแข่งขันที่รุนแรงคงรอช้าไม่ได้ อะไรที่ไม่เคยใช้ควรเปิดใจและศึกษาดูความเป็นไปได้ โดยให้มองถึงเรื่องต้นทุนรวมต่อหน่วยการผลิตเป็นดัชนีวัด หากสามารถลดต้นทุนได้ก็ควรให้โอกาสทดลองใช้และศึกษาผลกระทบเพื่อคำนวณต้นทุนรวมที่แท้จริงต่อไป ซึ่ง Green Energy ได้รับความไว้วางใจจากลูกค้าชั้นนำ เช่น กลุ่มบริษัทในเครือปูนซีเมนต์ไทย และบริษัทต่างประเทศ ซึ่งมีการคำนวณต้นทุน พลังงานอย่างละเอียด เป็นบทพิสูจน์ศักยภาพของผลิตภัณฑ์ในหลากหลาย อุปกรณ์ทั้งหม้อไอน้ำแบบหัวฉีดแบบ ถ้วยหมุนหรือแบบเผาตรง นอกจากนี้ ทางบริษัทฯ ยังมีนโยบายเข้าให้คำปรึกษา กับลูกค้าเพื่อให้ความช่วยเหลือในการลด ต้นทุนพลังงานและรับประกันความเสียหายของอุปกรณ์ที่เกิดจากการใช้ Green Energy จึงมั่นใจได้ว่าผู้ใช้จะได้รับความประหยัดจากส่วนต่างของราคาโดยไม่เกิดภาระค่าซ่อมบำรุงในระยะยาว

จากเว็บไซต์ Wikipedia ก๊าซปิโตรเลียมเหลว หรือ แอลพีจี (liquefied petroleum gas: LPG) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแยกน้ำมันดิบในโรงกลั่นน้ำมันหรือการแยกก๊าซธรรมชาติ ในโรงแยกก๊าซธรรมชาติ ซึ่งประกอบด้วยส่วนผสมของไฮโดรคาร์บอน 2 ชนิด คือ โพรเพนและบิวเทนไม่ มีกลิ่น ไม่มีสี ปราศจากพิษ หนักกว่าอากาศ ติดไฟได้ในช่วงของการติดไฟที่ 2–15 % ของปริมาณในอากาศ และอุณหภูมิที่ติดไฟได้เองคือ 400 องศาเซลเซียส ในประเทศไทยก๊าซหุงต้มส่วนใหญ่ได้จากโรงแยกก๊าซธรรมชาติโดยใช้อัตราส่วน ผสมของโพรเพน และบิวเทนประมาณ 70:30 ซึ่งจะให้ค่าความร้อนที่สูงก๊าซปิโตรเลียมเหลวสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงในการประกอบอาหารในครัวเรือน จึงเรียกกันว่า ก๊าซหุงต้ม สามารถใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมและยานพาหนะได้

จากเว็บไซต์ http://www.siamaluminum.org เทคโนโลยีในการหลอมอลูมิเนียมขึ้นอยู่กับการใช้เชื้อเพลิงแบ่งได้2ประเภท

1.ใช้ไฟฟ้าเป็นเชื้อเพลิง

1.1 inductionfurnaceใช้กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

1.2 heatterfurnaceใช้กระแสไฟฟ้าผ่านheater

2.ใช้gas,oil ผ่านburner

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดีและข้อเสีย

เรื่อง quality molten metal ดีสุด จะเป็น เตาไฟฟ้า เพราะไม่ได้สัมผัส molten metal โดยตรงแย่สุดเป็นเตาน้ำมันเพราะตัวน้ำมันมีส่วนของhyprogenที่ทำให้เกิดgasในอลูมิเนียมส่วนที่ efficiency ดีสุดเป็น induction furnace ส่วนที่นิยมใช้ gas burner furnace เพราะเชื้อเพลิงไม่แพงมากเหมือนไฟฟ้า และ quality ก็ดีกว่าน้ำมัน

บทความนี้ถือเป็นบทความพิเศษที่ผู้เขียนได้จากการ ประมวลข้อมูล และทฤษฎีด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยในโรงงานหลอมอะลูมิเนียมที่ผู้เขียนได้รับเชิญ ไปบรรยาย ดังนั้นจึงขออนุญาตคั่นจังหวะบทความเกี่ยวกับการปรับสภาพเกรนให้ละเอียดที่ ตั้งใจไว้ว่าจะเขียนในฉบับนี้ ความปลอดภัยในโรงงานอุตสาหกรรมได้ถูก หยิบยกมาเป็นประเด็นหลักของโรงงาน และมีโครงการรณรงค์เพื่อความปลอดภัยเป็นจำนวนมาก จนได้มีคำขวัญเรื่องการรณรงค์ความปลอดภัยทำนองที่ว่าปลอดภัยไว้ก่อน สำหรับอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการหลอมอะลูมิเนียมซึ่งมีการขยายตัวไปกับ ความต้องการอะลูมิเนียมที่เพิ่มมากขึ้นทุกปี ดังนั้นโอกาสที่จะเกิดอุบัติเหตุในโรงงานอุตสาหกรรมที่มีการหลอมอะลูมิเนียม หลอมเหลวเช่น ในโรงงานรีไซเคิล โรงงานแยกอะลูมิเนียมจากดรอส โรงหล่ออะลูมิเนียม จึงมีโอกาสเพิ่มขึ้นตามไปด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากไม่มีการป้องกันการเกิดอันตราย ด้วยการให้ความรู้ผ่านการสร้างสำนึกด้านความปลอดภัยให้กับพนักงาน ทั้งนี้เพราะในปัจจุบันทั่วโลกก็ยังมีรายงานการเกิดอุบัติเหตุในอุตสาหกรรม ที่เกี่ยวข้องกับการหลอมอะลูมิเนียมมีให้เห็นอยู่บ่อยครั้ง ด้วยระดับความรุนแรงที่แตกต่างกันออกไป

จากงานวิจัยของคุณกอบสิน ทวีสิน คุณสมบุญ เจริญวิไลศิริ คุณสาธิต จันทนปุ่ม คุณนุชธนา พูลทอง คุณเชาวลิต ลิ้มมณีวิจิตร เกี่ยวกับการพัฒนากระบวนการหลอมเศษอลูมิเนียมที่ใช้แล้วมาใช้ใหม่อย่างมีประสิทธิภาพ ระยะที่ 1: การศึกษาความเป็นไปได้โลหะผสมอะลูมิเนียมมีบทบาทในการ ใช้งานมากขึ้นในทางวัสดุวิศวกรรม เนื่องจากคุณสมบัติดีหลายประการ เช่น น้ำหนักเลา การนำความร้อนสูง สามารถขึ้นรูปและหล่อได้ดี และทนต่อการกัดกร่อน เป็นต้น การที่อลูมิเนียมมีอัตราส่วนของความแข็งแรงต่อน้ำหนักสูงจึงมีการใช้งานใน ทางวิศวกรรมโดยนำมาทดแทนโลหะส่วนใหญ่ที่หนักกว่า เช่นเหล็กกล้า ซึ่งยังผลให้ประสิทธิภาพการใช้งานของเครื่องมือ เครื่องจักรกล หรือแม้แต่ยานยนต์ประหยัดน้ำหนักมากขึ้น การถลุงอลูมิเนียมจากสินแร่ต้องใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นอย่างมาก จึงส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยตรง และยังทำให้อะลูมิเนียมมีราคาแพงเมื่อเทียบกับโลหะชนิดอื่น การนำอะลูมิเนียมมาหลอมใช้ใหม่เป็นสิ่งหนึ่งที่ทำให้ต้นทุนในการผลิตลดลงได้ ถ้าหากมีเทคโนโลยีการนำกลับมาใช้ใหม่ที่เหมาะสมในประเทศไทย โรงหล่อโดยส่วนใหญ่ต้องการนำเศษอะลูมิเนียมที่มีการปนเปื้อนสูงมาหลอมใหม่ เช่น กระป๋องเครื่องดื่ม ฝาเครื่องดื่มที่มีชิ้นส่วนของพลาสติก เศษขี้กลึง และเศษจากการตัดอลูมิเนียมดังกล่าวมาหลอมใหม่โดยไม่มีเทคนิคการเตรียมอย่าง เหมาะสมส่งผลให้ประสบปัญหาหลักสองด้าน คือ ปัญหาด้านมลพิษจากควันเมื่อเกิดการเผาไหม้สารปนเปื้อนต่างๆ โดยไม่มีการควบคุมและบำบัด และปัญหาที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณอลูมิเนียมที่ได้กลับมาจากการนำเศษมาหลอมใหม่เมื่อใช้เศษอะลูมิเนียม ที่ปนเปื้อนแทนที่จะถูกเตรียมมาอย่างเหมาะสม หรือที่สะอาดหลังจากการใช้งาน เมื่อมีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่ได้จากการวิจัยระยะสุดท้ายคาดว่าจะมี มลพิษที่ปล่อยออกมาน้อยกว่าเมื่อนำเอาเศษอะลูมิเนียมไปหลอม และปริมาณการได้กลับมาของเนื้ออะลูมิเนียมเมื่อหล่อออกเป็นอินกอตมีมากขึ้น งานวิจัยที่สมบูรณ์ซึ่งจะดำเนินการต่อไปในอนาคต ได้แก่การออกแบบและสร้างเครื่องมืออัดกระป๋องที่ใช้แล้วให้กับหมู่บ้าน เครื่องย่อยกระป๋องให้ได้ขนาดที่เหมาะสม เครื่องแยกวัสดุอื่นๆ ออกจากอลูมิเนียม ระบบกำจัดผิวเคลือบและสี เตาหลอมแบบต่อเนื่อง เป็นต้น หลังจากที่งานวิจัยนี้เสร็จสิ้นสมบูรณ์ คณะผู้วิจัยคาดว่าจะเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับเศษอลูมิเนียม มีเทคโนโลยีการหล่อหลอมเศษอลูมิเนียมมาใช้ใหม่โดยส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม น้อยที่สุด สามารถผลิตอินกอตที่มีคุณภาพเพื่อใช้ในกระบวนการผลิตอื่นๆให้กับอุตสาหกรรม ที่ต้องการอลูมิเนียมในประเทศไทยและทดแทนการนำเข้าได้ และเป็นการลดความต้องการใช้พลังงานของโลกได้ดีกว่าการถลุงอลูมิเนียมจากสินแร่และที่สำคัญที่สุดเป็นการส่งเสริมการใช้ทรัพยากรธรรมชาติได้อย่างมี ประสิทธิภาพมากที่สุดเป็นอย่างมาก ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติการพัฒนากระบวนการหลอมเศษอลูมิเนียมที่ใช้แล้วมาใช้ใหม่อย่างมีประสิทธิภาพ ระยะที่1 การศึกษาความเป็นไปได้โลหะผสมอะลูมิเนียมมีบทบาทในการใช้งานมากขึ้น ในทางวัสดุวิศวกรรม เนื่องจากคุณสมบัติดีหลายประการ เช่น น้ำหนักเละการนำความร้อนสูงสามารถขึ้นรูปและหล่อได้ดีและทนต่อการกัด ร่อนเป็นต้นการที่อลูมิเนียมมีอัตราส่วนของความแข็งแรงต่อน้ำหนักสูงจึงมีการใช้งานในทางวิศวกรรมโดยนำมาทดแทนโลหะส่วนใหญ่ที่หนักกว่าเช่นเหล็กกล้าซึ่งยังผลให้ประสิทธิภาพการใช้งานของเครื่องมือเครื่องจักรกลหรือแม้แต่ยานยนต์ประหยัดน้ำหนักมากขึ้น การถลุงอลูมิเนียมจากสินแร่ต้องใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นอย่างมากจึงส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยตรงและยังทำให้อะลูมิเนียมมีราคาแพง เมื่อเทียบกับโลหะชนิดอื่นการนำอลูมิเนียมมาหลอใช้ใหม่เป็นสิ่งหนึ่งที่ทำให้ต้นทุนในการผลิตลดลงได้ ถ้าหากมีเทคโนโลยีการนำกลับมาใช้ใหม่ที่เหมาะสมในประเทศไทย โรงหล่อโดยส่วนใหญ่ต้องการนำเศษอะลูมิเนียมที่มีการปนเปื้อนสูงมาหลอมใหม่เช่น กระป๋องเครื่องดื่ม ฝาเครื่องดื่ม ที่มีชิ้นส่วนของพลาสติกเศษขี้กลึง และเศษจากการตัดอลูมิเนียม ดังกล่าวมาหลอมใหม่โดยไม่มีเทคนิคการเตรียมอย่างเหมาะสมส่งผลให้ประสบปัญหาหลักสองด้าน คือปัญหาด้านมลพิษจากควันเมื่อเกิดการเผาไหม้สารปนเปื้อนต่างๆ โดยไม่มีการควบคุมและบำบัด ปัญหาที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือปริมาณอลูมิเนียมที่ได้กลับมาจากการนำเศษมาหลอมใหม่เมื่อใช้เศษอะลูมิเนียมที่ปนเปื้อนแทนที่จะถูกเตรียมมาอย่างเหมาะสมหรือที่สะอาดหลังจากการใช้งานเมื่อมีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่ได้จากการวิจัย ระยะ สุดท้ายคาดว่าจะมีมลพิษที่ปล่อยออกมาน้อยกว่าเมื่อนำเอาเศษอลูมิเนียมไปหลอม และ ปริมาณการได้กลับมาของเนื้ออลูมิเนียมเมื่อหล่อออกเป็นอินกอต มีมากขึ้นงานวิจัยที่สมบูรณ์ซึ่งจะดำเนินการต่อไปในอนาคตได้แก่การออกแบบและสร้างเครื่องมืออัดกระป๋องที่ใช้แล้วให้ กับ หมู่บ้านเครื่องย่อยกระป๋องให้ได้ขนาดที่เหมาะสมเครื่องแยกวัสดุอื่นออกจากอลูมิเนียมระบบกำจัดผิวเคลือบและสี เตาหลอม แบบต่อเนื่อง เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 3

# การดำเนินงาน

## 3.1 การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการหลอมหล่ออลูมิเนียม

ในการดำเนินการหลอมหล่อแท่งอลูมิเนียม สำหรับ บริษัท อัมพรประเสริฐ อลูมิเนียมอินกอต จำกัด มีอยู่ด้วยกัน 1 ประเภท ได้แก่ แท่งอลูมิเนียม (Aluminum ingot) ที่ใช้เศษอลูมิเนียมทั้งเก่าและใหม่เป็นวัตถุดิบเริ่มต้น

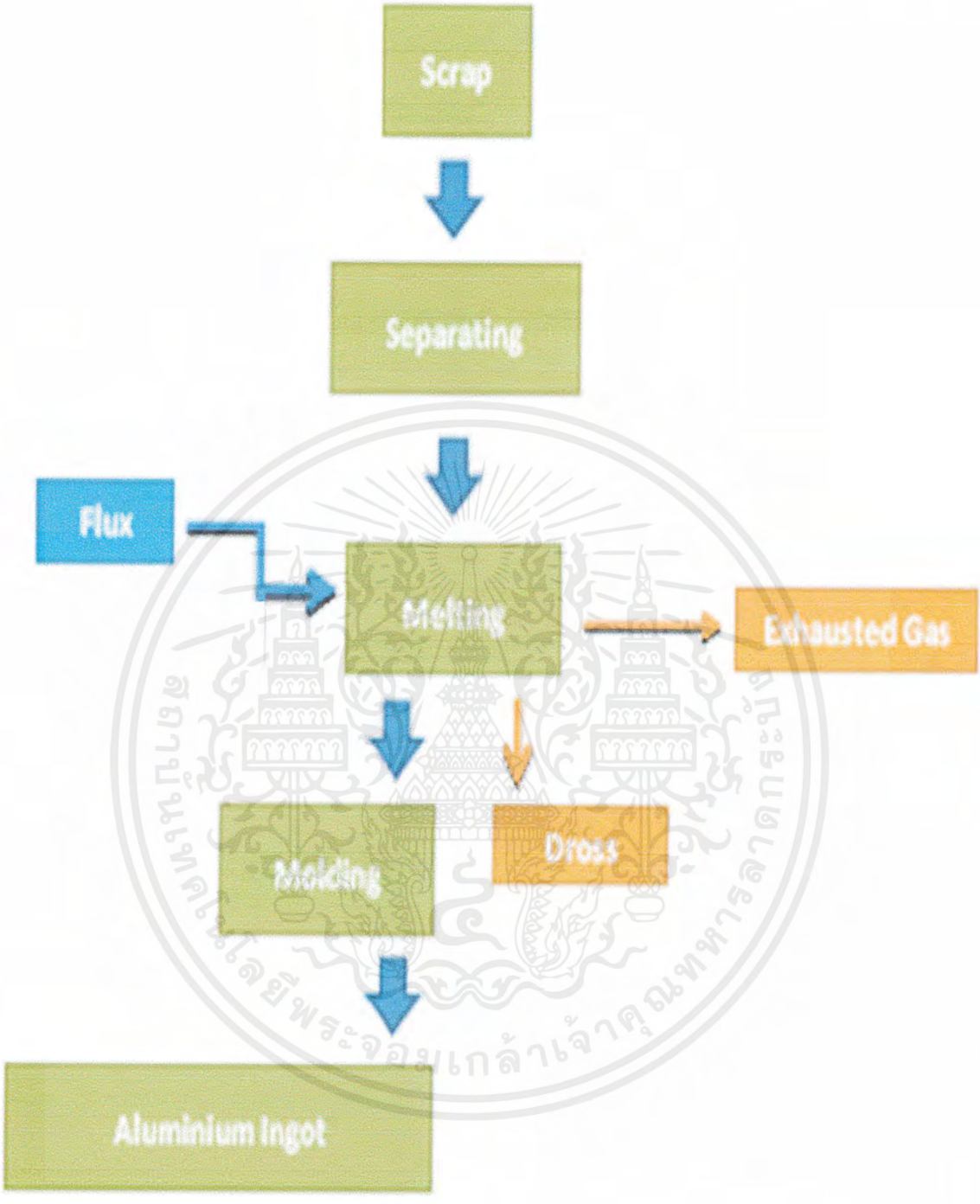
### 3.1.1 การหลอมหล่ออลูมิเนียม

กระบวนการหลอมหล่อเป็นขั้นตอนสำคัญในอุตสาหกรรมหลอมหล่ออลูมิเนียมชนิดต่างๆ ทั้งเก่าและใหม่ (Scraps) มาชั่งน้ำหนัก โดยแยกชั่งแต่ละชนิดให้ได้น้ำหนักรวมประมาณ 1050 กิโลกรัม ต่อ การหลอม 1 บ้า โดยใช้เตาหลอมแบบเตาเบ้า (Crucible fuel fired ) ซึ่งเศษอลูมิเนียมแต่ละชนิดนั้น จะได้น้ำหนักที่ไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับเกรดและชนิดของสินค้าที่ลูกค้าต้องการ

สำหรับขั้นตอนการหลอมจะต้องนำเศษอลูมิเนียมที่มีขนาดใหญ่เข้าหลอมก่อน โดยใช้เวลาประมจะต้องนำเศษอลูมิเนียมที่มีขนาดใหญ่เข้าหลอมก่อน โดยใช้เวลาประมาณ 30-45 นาที แล้วจึงตักเศษเหล็กที่ติดมากับอลูมิเนียมออก จากนั้นทำการตักกากและเศษวัสดุเจือปนที่ลอยอยู่ที่ผิวหน้าน้ำอลูมิเนียมออกมาใส่ในกระทะ(Steel pan) ที่ได้จัดเตรียมอยู่ข้างเตาหลอม เพื่อหลอมอีกครั้งหนึ่งเพื่อให้ได้น้ำอลูมิเนียมให้มากที่สุด จากนั้นจึงค่อยๆทะยอยนำวัตถุดิบเศษอลูมิเนียมที่คัดแยกไว้ แต่ละชนิดลงเตาหลอมจนหมดจนกระทั่งเศษอลูมิเนียมทั้งหมดหลอมเป็นน้ำ จากนั้นจะทำการใส่สารเคมีที่เรียกว่า ฟลักซ์ ซึ่งเป็นสารประกอบเคมีประเภทเกลือ(Salt flux) เพื่อไล่ขี้ตะกรันให้ออกจากน้ำอลูมิเนียม แล้วจึงตักกากตะกรันออกมาใส่ในกะทะ(Steel pan) เช่นเดียวกับตอนแรก จนเหลือแต่น้ำอลูมิเนียม แล้วจึงทำการเทแท่งตัวอย่างเพื่อนำไปตรวจสอบคุณภาพ ว่าจะต้องเติมแร่ธาตุชนิดใดบ้างและจะต้องเติมในสัดส่วนเท่าไร เพื่อให้ได้คุณสมบัติตามที่ต้องการ และหลังจากผ่านการเติมแร่ธาตุต่างๆซึ่งจะใช้เวลาหลอมประมาณ 2.5-3 ชม.ก็จะสามารถเทน้ำอลูมิเนียมลงในแบบหล่อมาตรฐาน ABC-12ซึ่งจะได้เป็นแท่ง Ingot น้ำหนักประมาณ 7-8 กิโลกรัม และจัดเก็บเพื่อส่งต่อลูกค้าต่อไป

การหลอมหล่อแท่งอลูมิเนียมของ บริษัท อัมพรประเสริฐ อลูมิเนียม อินกอต จำกัด มีกระบวนการดังแสดงในรูปที่3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 3.1 Process diagram แสดงขั้นตอนการผลิตแท่งอลูมิเนียมของบริษัท อัมพรประเสริฐ อลูมิเนียมอินกอต จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.1.2 เครื่องจักรและกระบวนการในการผลิตแท่งอลูมิเนียม

การหลอมอลูมิเนียมเป็นกระบวนการเปลี่ยนเศษอลูมิเนียม โดยผ่านกระบวนการหลอมด้วยความร้อน พร้อมทั้งใช้สารเคมีและแร่ธาตุต่างๆเป็นตัวกำหนดคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ มีขั้นตอนหลัก คือ 1) การคัดแยกวัตถุดิบ 2) การจัดเตรียมวัตถุดิบ 3) การหลอม และ 4) การเทเข้าแบบ

เครื่องจักรที่เป็นหัวใจสำคัญของกระบวนการหลอมหล่ออลูมิเนียม คือ เตาหลอม ซึ่งโดยทั่วไป รวมทั้งเตาหลอมของบริษัท อัมพรประเสริฐ อลูมิเนียมอินกอต จำกัด จะใช้เตาหลอมที่เรียกว่า เตาเบ้าชนิดใช้เชื้อเพลิง (Crucible fuel-fired furnace) โดยกระบวนการผลิตแท่งอลูมิเนียมดังกล่าวข้างต้น มีขั้นตอนการใช้สารเคมีและแร่ธาตุเติมแต่งที่แตกต่างกันไปตามวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์

ในที่นี้รูปที่ 3.2 ได้แสดงตัวอย่างกระบวนการหลอมหล่อแท่งอลูมิเนียม ซึ่งสำหรับในโรงงานหลอมหล่อแท่งอลูมิเนียมโดยทั่วไปจะประกอบด้วย 4 กระบวนการหลักดังนี้

- กระบวนการคัดแยกวัตถุดิบ (Sorting and separating)
- กระบวนการจัดเตรียมวัตถุดิบ (Pre-treatment)
- กระบวนการหลอม (Melting)
- กระบวนการเทเข้าแบบ (Molding or casting)

**การคัดแยกวัตถุดิบ**

**จัดเตรียมวัตถุดิบ**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหลอม

การเทเข้าแบบ

การจัดเก็บ

รูปที่ 3.2 ภาพถ่ายแสดงขั้นตอนและกระบวนการผลิตแท่งอลูมิเนียมของ บริษัท อัมพรประเสริฐ อลูมิเนียมอินกอต จำกัด

## 3.2 การศึกษากฎหมายที่เกี่ยวข้อง

### 3.2.1 กฎหมายที่เกี่ยวข้องด้านพลังงาน

ในด้านของกฎหมายด้านพลังงาน จากการศึกษาพบว่าโรงงานหลอมหล่ออลูมิเนียมของบริษัท อัมพรประเสริฐ อลูมิเนียม อินกอต จำกัด ไม่เข้าข่ายในการถูกบังคับใช้กฎหมายด้านพลังงาน แต่จะมีการศึกษาด้านการใช้พลังงานเป็นหลัก โดยจะมุ่งเน้นไปที่ อัตราการใช้พลังงาน การลดต้นทุนในการใช้พลังงานและการเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**3.2.2 กฎหมายที่เกี่ยวข้องด้านสิ่งแวดล้อม**

ในด้านของกฎหมายด้านสิ่งแวดล้อม จากการศึกษาพบว่าโรงงานหลอมหล่ออลูมิเนียมของบริษัท อัมพรประเสริฐ อลูมิเนียม อินกอต จำกัด เข้าข่ายในการถูกบังคับใช้กฎหมายด้านสิ่งแวดล้อม 4 ฉบับ ได้แก่

1. ประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรมพ.ศ. 2551 เรื่อง กำหนดประเภทหรือชนิดของโรงงานที่ต้องจัดทำรายงานชนิดและปริมาณสารมลพิษที่ระบายออกจากโรงงาน
2. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม พ.ศ. 2547 เรื่อง กำหนดลักษณะของน้ำมันใช้แล้วที่ผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพและเชื้อเพลิงสังเคราะห์ที่จะนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในเตาอุตสาหกรรมเพื่อทดแทนน้ำมันเตา
3. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม พ.ศ. 2548 เรื่อง กำหนดค่าปริมาณสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงานกรณีการใช้น้ำมันใช้แล้วที่ผ่านกระบวนการปรับคุณภาพและเชื้อเพลิงสังเคราะห์เป็นเชื้อเพลิงในเตาอุตสาหกรรม
4. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมฉบับที่ 2 (พ.ศ.2539 ) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 เรื่อง กำหนดคุณลักษณะของน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงาน

**3.2.3 กฎหมายที่เกี่ยวข้องด้านความปลอดภัย**

ในด้านของกฎหมายด้านความปลอดภัย จากการศึกษาพบว่าโรงงานหลอมหล่ออลูมิเนียมของบริษัท อัมพรประเสริฐ อลูมิเนียม อินกอต จำกัด เข้าข่ายในการถูกบังคับใช้กฎหมายด้านความปลอดภัย 3 ฉบับ ได้แก่

1. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม พ.ศ. 2546 เรื่องมาตรการคุ้มครองความปลอดภัยในการในการประกอบกิจการโรงงานเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อมในการทำงาน
2. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมฉบับที่ 2 ( พ.ศ. 2513 ) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2512 เรื่องหน้าที่ของผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงาน
3. ประกาศกระทรวงมหาดไทย พ.ศ. 2520 เรื่องความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อม ( สารเคมี ) เกี่ยวกับฝุ่นแร่ในบริเวณพื้นที่ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3 การตรวจวิเคราะห์เบื้องต้นเพื่อประเมินศักยภาพการปรับปรุงโรงงาน

#### 3.3.1 การตรวจประเมินด้านพลังงานและประสิทธิภาพในการใช้พลังงาน

จากผลการตรวจวัดเบื้องต้น เพื่อประเมินประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ของบริษัท อัมพรประเสริฐอลูมิเนียมอินกอต จำกัด สามารถจำแนกการใช้พลังงานของโรงงานออกได้เป็น 2 ส่วน ได้แก่ พลังงานไฟฟ้า และ พลังงานความร้อน (เชื้อเพลิง) โดยพลังงานความร้อนที่ใช้ในกระบวนการหลอมเศษอลูมิเนียมนั้น ผลิตจากน้ำมันเครื่องใช้แล้ว (Used Engine Oil, UEO) หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า น้ำมันดำ โดยรายละเอียดการใช้พลังงานทั้งไฟฟ้าและความร้อน มีดังนี้

(1) การใช้พลังงานความร้อน รายละเอียดการใช้พลังงานความร้อน (น้ำมันดำ) ช่วงเดือนมกราคมถึงเมษายน ปี 2553 แสดงในตารางที่ 3.1

| | | |
|---|---|---|
| ปริมาณน้ำมันดำที่ใช้ | 137,600.00 | ลิตร / 4 เดือน |
| คิดเป็นพลังงานความร้อนเทียบเท่า | 4,751,328.00 | MJ / 4 เดือน |
| ค่าใช้จ่ายด้านความร้อน | 1,651,200.00 | บาท / 4 เดือน |
| ราคาเฉลี่ยต่อหน่วย | 12.00 | บาท / ลิตร |

จากตารางที่ 3.1 จะเห็นว่าราคาของน้ำมันเครื่องใช้แล้ว หรือ น้ำมันดำ โดยเฉลี่ยจะมีค่าค่อนข้างคงที่ที่ 12 บาทต่อลิตร (ถัง 200 ลิตร ถังละ 2,400 บาท) โดยน้ำมันเหล่านี้มีข้อสังเกตเพิ่มเติมในส่วนของกฎหมายควบคุมการใช้งาน ซึ่งต้องอ้างตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม 2 ฉบับ คือ 1) ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดลักษณะของน้ำมันใช้แล้วที่ผ่านกระบวนการปรับคุณภาพ และเชื้อเพลิงสังเคราะห์ที่จะนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในเตาอุตสาหกรรมเพื่อใช้ทดแทนน้ำมันเตา พ.ศ. 2547 และ 2) ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดค่าของปริมาณสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงาน กรณีการใช้น้ำมันใช้แล้วที่ผ่านกระบวนการปรับคุณภาพและเชื้อเพลิงสังเคราะห์ เป็นเชื้อเพลิงในเตาอุตสาหกรรม พ.ศ. 2548

ตารางที่ 3.1 การใช้เชื้อเพลิงน้ำมันเครื่องใช้แล้วของ บริษัท อัมพรประเสริฐ อลูมิเนียมอินกอต จำกัด ในช่วงเดือนมกราคม ถึง เมษายน ปี พ.ศ. 2553

| | ปริมาณน้ำมันดำที่ใช้ (ลิตร) | ราคาน้ำมันดำ (บาท/ลิตร) | ค่าใช้จ่าย (บาท) |
|---|---|---|---|
| มกราคม | 33,600.00 | 12.0 | 403,200.00 |
| กุมภาพันธ์ | 33,600.00 | 12.0 | 403,200.00 |
| มีนาคม | 38,400.00 | 12.0 | 460,800.00 |
| เมษายน | 32,000.00 | 12.0 | 384,000.00 |
| **รวม** | **137,600.00** | **48.0** | **1,651,200.00** |
| **เฉลี่ย** | **34,400.00** | **12.0** | **412,800.00** |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) การใช้พลังงานไฟฟ้า รายละเอียดการใช้ไฟฟ้าช่วงเดือนมกราคม ถึง เมษายน ปี 2553 แสดงในตารางที่ 3.2

| | |
|---|---|
| เครื่องวัดเลขที่ | 997-006225 |
| ประเภทผู้ใช้ไฟฟ้า | 3.2.2 อัตรา TOU |

*ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดเฉลี่ย*

| | | |
|---|---|---|
| On Peak (09.00 น. – 22.00 น.) | 27.21 | kW |
| Off Peak (22.00 น. – 09.00 น.) | 29.51 | kW |
| Holiday (00.00 น. – 24.00 น.) | 26.42 | kW |

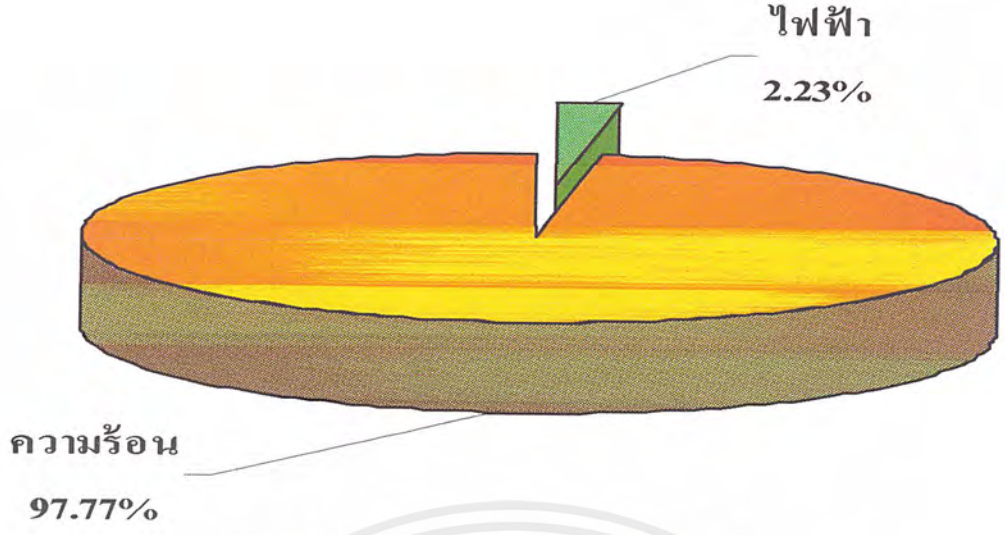
| | | |
|---|---|---|
| ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ | 30,053.00 | kWh / 4 เดือน |
| คิดเป็นพลังงานความร้อนเทียบเท่า | 108,190.00 | MJ / 4 เดือน |
| ค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้า | 108,213.71 | บาท / 4 เดือน |
| ค่าตัวประกอบภาระไฟฟ้าเฉลี่ย (Load Factor) | 38.55 % | |
| ราคาค่าไฟเฉลี่ยต่อหน่วย | 3.60 | บาท / kWh |

สำหรับสัดส่วนการใช้พลังงานรวมของโรงงานในช่วงเดือนมกราคม ถึง เมษายน 2553 ทั้งพลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อน (เชื้อเพลิง) แสดงในตารางที่ 3.3 และรูปที่ 3.3 ส่วนรูปที่ 3.4 แสดงสัดส่วนการใช้พลังงานรวมของโรงงานแยกตามระบบต่างๆ

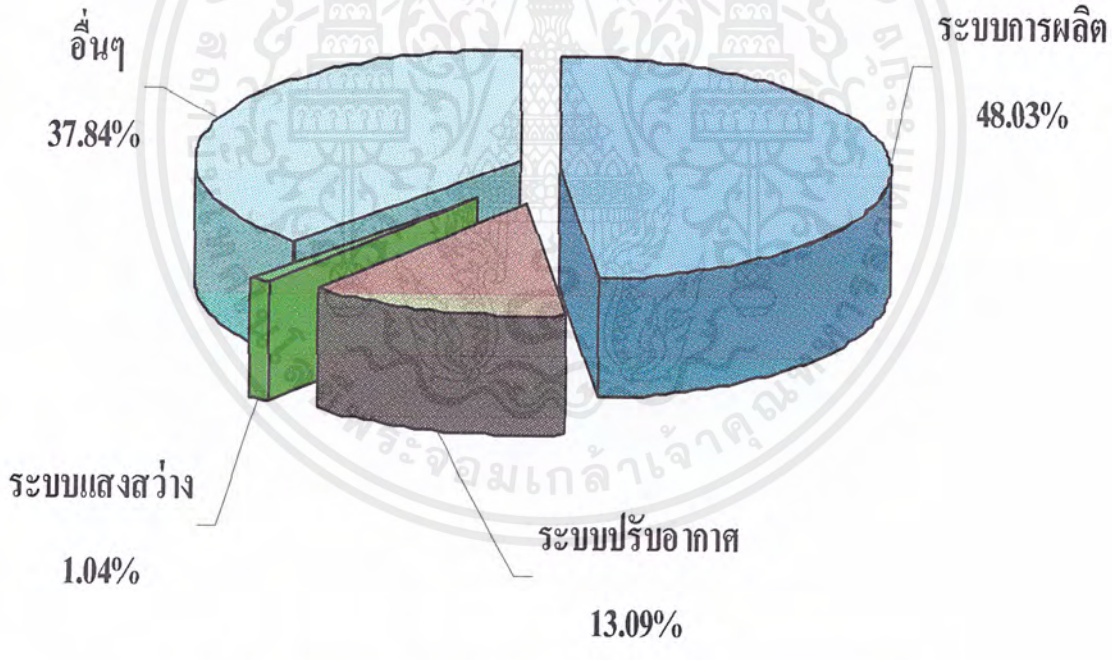
ตารางที่ 3.3 สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าและความร้อนในช่วงเดือนมกราคม ถึง เมษายน ปี 2553

| พลังงาน | MJ / 4 เดือน | ร้อยละ |
|---|---|---|
| ไฟฟ้า | 108,190.8 | 2.23 |
| ความร้อน (เชื้อเพลิง) | 4,751,328 | 97.77 |
| รวม | 4,859,518.8 | 100.00 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 3.3 สัดส่วนการใช้พลังงานรวมในกระบวนการผลิตแท่งอลูมิเนียม




รูปที่ 3.4 สัดส่วนการใช้พลังงานรวมของโรงงานแยกตามระบบต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 การใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วงเดือนมกราคม ถึง เมษายน ปี 2553

| | ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด (kW) | | | ราคาความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด (บาท) | พลังงานไฟฟ้ารวม (kWh) | ราคาพลังงานไฟฟ้ารวม (บาท) | FT (สต/kWh) | ค่าปรับปรุงต้นทุนการผลิต (บาท) | ความต้องการกิโลวาร์ (kVAR) | ค่าธรรมเนียม PF < 0.85 | อัตราค่าไฟฟ้าทั้งหมดรวมภาษี (บาท) | โหลดแฟคเตอร์ (%) | ราคาพลังงานไฟฟ้า (บาท/kWh) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | On peak | Off peak | Holiday | | | | | | | | | | |
| มกราคม | 22.40 | | | - | 6,407.00 | 15,792.61 | 92.55 | 5,929.68 | | - | 23,486.99 | 38.44 | 3.67 |
| กุมภาพันธ์ | 21.25 | | | - | 6,091.00 | 15,013.71 | 92.55 | 5,637.22 | | - | 22,340.64 | 42.65 | 3.67 |
| มีนาคม | 34.73 | 34.1 | 31.3 | 4,616.66 | 10,075.05 | 19,120.42 | 92.55 | 9,324.46 | | - | 35,619.99 | 38.99 | 3.54 |
| เมษายน | 30.45 | 24.94 | 21.57 | 4,047.72 | 7,479.66 | 13,816.72 | 92.55 | 6,922.43 | | - | 26,766.09 | 34.12 | 3.58 |
| **รวม** | - | - | - | 8,664.38 | 30,053 | 63,743.46 | - | **27,813.79** | - | - | **108,213.71** | - | - |
| **เฉลี่ย** | **27.21** | **29.51** | **26.42** | **4,332** | **7,513** | **15,936** | - | **6,953.45** | - | - | **27,053.43** | **38.55** | **3.60** |

หมายเหตุ On Peak เวลา 09.00 – 22.00 น. วันจันทร์ - วันศุกร์

Off Peak เวลา 22.00 – 09.00 น. วันจันทร์ - วันศุกร์

Holiday เวลา 00.00 – 24.00 น. วันเสาร์ – วันอาทิตย์ และ วันหยุดราชการตามปกติ (ไม่รวมวันหยุดชดเชย)

เดือน ม.ค.- ก.พ. 2553 เป็นผู้ใช้ไฟฟ้าประเภท 2.1.1 อัตรา ปกติ

ตั้งแต่เดือน มี.ค. 2553 เป็นผู้ใช้ไฟฟ้าประเภท 3.2.2 อัตรา TOU

จากรูปที่ 3.3 จะเห็นว่าการใช้พลังงานในโรงงานอัมพรประเสริฐ อลูมิเนียมอินกอตนั้น จะเป็นการใช้พลังงานความร้อน (เชื้อเพลิง) เป็นส่วนใหญ่ โดยมีสัดส่วนเฉลี่ยมากถึงร้อยละ 98 ในขณะที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าในสัดส่วนเฉลี่ยเพียงร้อยละ 2 ทั้งนี้เนื่องจากอุตสาหกรรมหลอมหล่อแท่งอลูมิเนียม ต้องใช้ความร้อนจากเชื้อเพลิงในการหลอมเศษอลูมิเนียมที่สูงมาก

ในขณะที่ในกระบวนการหลอมนี้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าในส่วนของพัดลมเป่าเชื้อเพลิง(Forced draft fan) ขนาด 1.5 kW และ พัดลมดูดควันไอเสีย (Induced draft fan) ที่ระบบ Wet scrubber ขนาด 15 kW รวมถึงเครื่องสูบน้ำขนาด 0.75 kW เท่านั้น จึงทำให้อุตสาหกรรมหลอมหล่อแท่งอลูมิเนียมในส่วนของการผลิตมีสัดส่วนในการใช้พลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิงในสัดส่วนที่สูงกว่าการใช้พลังงานไฟฟ้าค่อนข้างมาก

สำหรับสัดส่วนการใช้พลังงานรวมของโรงงาน เมื่อพิจารณาโดยแยกตามระบบต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.4 กลับพบว่า ในส่วนของการผลิตมีการใช้พลังงานในสัดส่วนเพียงร้อยละ 48 เท่านั้น ทั้งนี้เนื่องจากทางบริษัท อัมพรประเสริฐ อลูมิเนียมอินกอต จำกัด มีการแบ่งการใช้ไฟฟ้าให้กับโรงงานในเครือด้วย ทำให้สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในส่วนของอื่นๆ มีมาก โดยพบว่า มีสัดส่วนถึงร้อยละ 37.84 ซึ่งส่งผลให้ทางบริษัทฯ ต้องเปลี่ยนระบบการใช้ไฟฟ้าจากอัตราปกติ มาเป็นแบบอัตรา TOU ตั้งแต่เดือนมีนาคม 2553 เป็นต้นมา

อย่างไรก็ตามมีข้อสังเกตที่น่าสนใจ คือ สัดส่วนการใช้พลังงานความร้อนกับพลังงานไฟฟ้าของบริษัทฯ มีค่าแตกต่างกันมาก ทั้งนี้อาจเกิดจากการที่ทางบริษัทฯ ใช้น้ำมันเครื่องใช้แล้ว (น้ำมันดำ) เป็นเชื้อเพลิงในการให้ความร้อนในการหลอม ซึ่งน้ำมันเครื่องใช้แล้วนี้ เมื่อเทียบกับน้ำมันเชื้อเพลิงทั่วไป ดังแสดงในตารางที่ 3.4 จะพบว่า น้ำมันเครื่องใช้แล้วมีค่าความร้อนที่ต่ำกว่ามาก และมีคุณสมบัติในการเป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตความร้อนที่ไม่ดี จึงส่งผลให้ต้องใช้น้ำมันเครื่องใช้แล้วในปริมาณที่มากขึ้น ประกอบกับการ junc-up ที่ทำได้ยาก และที่สำคัญทางโรงงานไม่มีการใช้ burner ในการเผาไหม้ ทั้งหมดจึงส่งผลให้การใช้เชื้อเพลิงดังกล่าวมีประสิทธิภาพที่ต่ำมาก

จากตารางที่ 3.4 พบว่า น้ำมันหล่อลื่นส่วนข้น หรือ น้ำมันใช้แล้ว (น้ำมันดำ) มีคุณสมบัติของการเป็นเชื้อเพลิงที่ด้อยคุณภาพกว่าเชื้อเพลิงปกติในทุกๆ ด้าน เช่น 1) เมื่อเทียบกับน้ำมันเตา C พบว่า จุดวาบไฟมีค่าที่สูงกว่า ทำให้การติดไฟทำได้ยากกว่า, 2) ค่าความร้อนที่ต่ำกว่าถึงประมาณเกือบร้อยละ 40 ทำให้ต้องใช้ในปริมาณที่มากกว่า ซึ่งข้อเสียเปรียบส่วนนี้สามารถพิจารณาได้จากปริมาณคาร์บอนที่มีน้อยกว่า ในขณะที่ปริมาณน้ำ (Water content) มีมากกว่าน้ำมันเตา C ตามลำดับ

สำหรับคุณสมบัติอีกประการหนึ่งที่ทำให้น้ำมันใช้แล้วในส่วนข้น ไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงโดยตรง คือ ปริมาณเถ้าและปริมาณกำมะถัน ที่มีมากกว่าน้ำมันเตา C ในปริมาณที่ค่อนข้างสูงมาก ดังนั้นทำให้ต้องใช้ระบบบำบัดไอเสียที่มีประสิทธิภาพสูงมาก จึงจะสามารถบำบัดมลพิษทางอากาศให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4 คุณสมบัติบางประการของน้ำมันดำเปรียบเทียบกับเชื้อเพลิงทั่วไปชนิดอื่นๆ

| | ชนิดเชื้อเพลิง | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | น้ำมันหล่อลื่นส่วนใส | น้ำมันหล่อลื่นส่วนข้น | น้ำมันก๊าด | ดีเซลหมุนเร็ว | ดีเซลหมุนช้า | น้ำมันเตา A | น้ำมันเตา C |
| ความถ่วงจำเพาะที่ 15.6°C | - | - | < 0.84 | 0.82-0.90 | < 0.92 | < 0.990 | < 0.995 |
| ความหนืด ที่ 40°C (cSt) | 30.15 | - | - | 1.8-5.0 | < 8.0 | - | - |
| ที่ 50°C (cSt) | - | - | | - | - | < 180 | < 230 |
| จุดวาบไฟ (°C) | 175 | 81 | > 38 | > 52 | > 52 | > 60 | > 60 |
| ค่าความร้อน (kcal/kg) | 10,093 | 6,656 | 11,000 | 10,800 | 10,670 | 10,580 | 10,390 |
| ปริมาณเถ้า (%wt) | 0.22 | 4.62 | - | - | 0.01 | 0.02 | 0.04 |
| ปริมาณน้ำ (%wt) | 1.16 | 2.54 | - | - | - | - | - |
| ปริมาณคาร์บอน (%wt) | 84.46 | 66.12 | 86 | 86 | 86 | 87 | 85 |
| ปริมาณไฮโดรเจน (%wt) | 13.06 | 11.12 | 14 | 13.2 | 12.7 | 12.5 | 12 |
| ปริมาณไนโตรเจน (%wt) | 0.21 | 0.23 | - | - | - | - | - |
| ปริมาณกำมะถัน (%wt) | 0.83 | 1.72 | 0.04 | 0.8 | 1.3 | 0.2 | 0.2 |

รูปที่ 3.5 เตาหลอมอลูมิเนียมแบบเตาเบ้าที่ใช้น้ำมันดำเป็นเชื้อเพลิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.6 น้ำมันดำที่โรงงานอัมพรประเสริฐ อลูมิเนียมอินกอต ใช้เป็นเชื้อเพลิงในเตาหลอมอลูมิเนียม

และเพื่อที่จะวิเคราะห์หาค่าดัชนีการใช้พลังงานของโรงงาน (Specific Energy Consumption, SEC) ซึ่งจะสามารถบอกถึงประสิทธิภาพในการใช้พลังงานในการผลิตนั้น ข้อมูลที่จำเป็นที่ต้องใช้ในการวิเคราะห์ได้แก่

1) ข้อมูลปริมาณผลผลิตของโรงงาน ซึ่งแสดงอยู่ในบทที่ 2 ตารางที่ 2.1 ในช่วงเดือนมกราคม ถึง เมษายน ปี 2553

2) ข้อมูลการใช้เชื้อเพลิงของโรงงาน ซึ่งแสดงอยู่ในตารางที่ 3.1

3) ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าของโรงงาน ซึ่งแสดงอยู่ในตารางที่ 3.2

การวิเคราะห์หาค่าดัชนีการใช้พลังงานของโรงงานจำเป็นต้องใช้ข้อมูลที่อยู่ในช่วงเวลาเดียวกัน และเนื่องจากโรงงานมีการใช้ทั้งพลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อนจึงต้องทำการแปลงหน่วยของพลังงานให้เป็นหน่วยเดียวกันเพื่อเปรียบเทียบกันได้ ซึ่งผลการหาค่าดัชนีการใช้พลังงาน แสดงในตารางที่ 3.5 ซึ่งเป็นค่าดัชนีการใช้พลังงานในช่วงเดือนมกราคม ถึง เมษายน ปี 2553

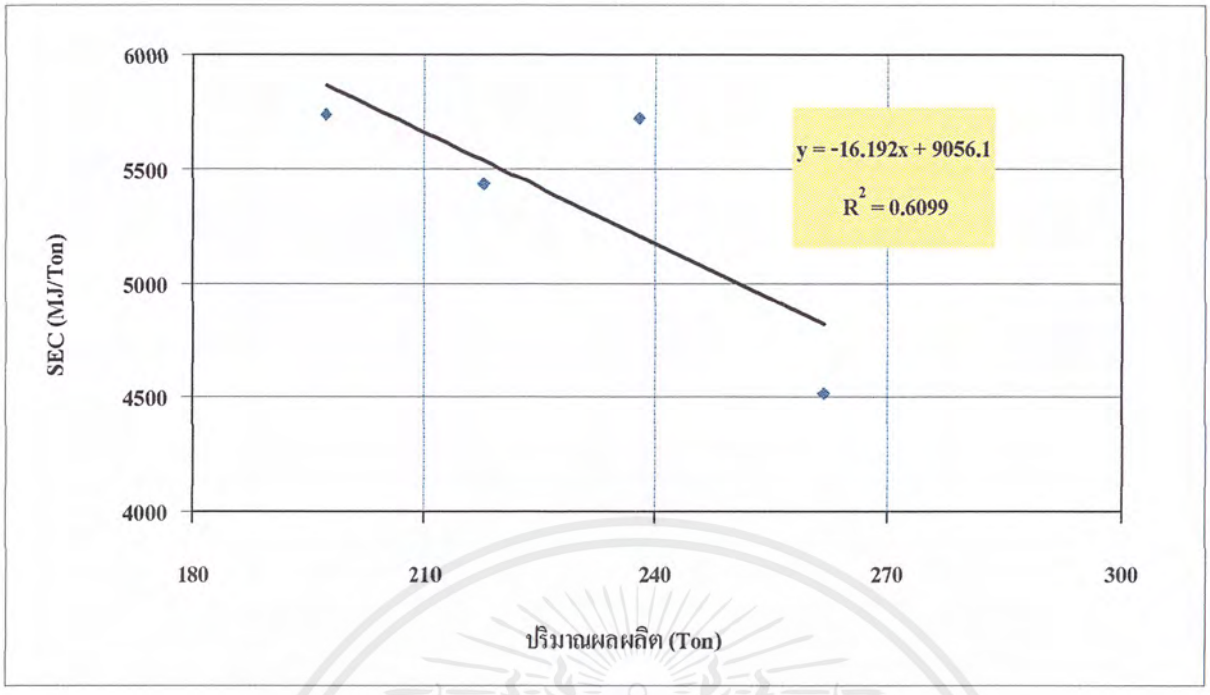
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.5 ดัชนีการใช้พลังงาน (SEC) ของบริษัท อัมพรประเสริฐ อลูมิเนียมอินกอต จำกัด ในช่วงเดือนมกราคม ถึง เมษายน ปี พ.ศ. 2553

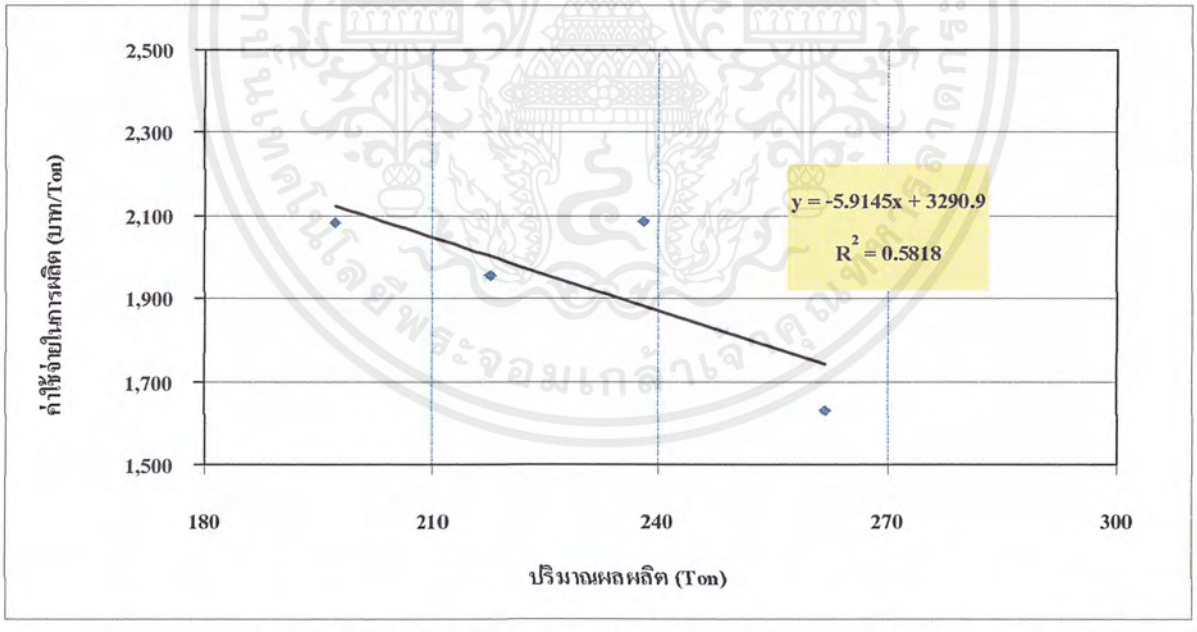
| | ปริมาณผลผลิต | พลังงานไฟฟ้า | | พลังงานความร้อน | | ดัชนีการใช้พลังงาน (SEC)* | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | (Ton) | kWh | MJ | ลิตร | MJ | ไฟฟ้า | ความร้อน | รวม |
| มกราคม | 261.80 | 6,407.00 | 23,065.20 | 33,600.00 | 1,160,208.00 | 88.10 | 4,431.66 | 4,519.76 |
| กุมภาพันธ์ | 217.60 | 6,091.00 | 21,927.60 | 33,600.00 | 1,160,208.00 | 100.77 | 5,331.84 | 5,432.61 |
| มีนาคม | 238.00 | 10,075.05 | 36,270.18 | 38,400.00 | 1,325,952.00 | 152.40 | 5,571.23 | 5,723.62 |
| เมษายน | 197.20 | 7,479.66 | 26,926.78 | 32,000.00 | 1,104,960.00 | 136.55 | 5,603.25 | 5,739.79 |
| **รวม** | **914.60** | **30,052.71** | **108,189.76** | **137,600.00** | **4,751,328.00** | - | - | - |
| **เฉลี่ย** | **228.65** | **7,513.18** | **27,047.44** | **34,400.00** | **1,187,832.00** | **119.45** | **5,234.49** | **5,353.95** |

หมายเหตุ

* ดัชนีการใช้พลังงาน (SEC: Specific Energy Consumption) หมายถึง สัดส่วนของปริมาณพลังงานที่ใช้ต่อปริมาณผลผลิต




รูปที่ 3.7 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณผลผลิตกับดัชนีการใช้พลังงานในช่วงเดือนมกราคม ถึง เมษายน ปี พ.ศ. 2553




รูปที่ 3.8 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณผลผลิตกับค่าใช้จ่ายด้านพลังงานรวมในช่วงเดือนมกราคม ถึง เมษายน ปี พ.ศ. 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในอดีตที่ผ่านมา ทางโรงงานไม่มีการรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงานต่างๆ เพื่อนำมาวิเคราะห์ค่าดัชนีการใช้พลังงานของโรงงานอย่างต่อเนื่อง ทำให้ไม่ทราบถึงต้นทุนด้านพลังงานว่าเป็นอย่างไร ส่งผลให้ทางโรงงานไม่สามารถควบคุมต้นทุนด้านพลังงานให้อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมกับโรงงานของตนเองได้

ดังนั้นเมื่อทางโรงงานได้เข้าร่วมโครงการฯ ทางทีมที่ปรึกษาฯ จึงทำการรวบรวมข้อมูล เพื่อนำมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีการใช้พลังงานของโรงงาน พบว่า ปัญหาหลักเกิดจากด้านการใช้เชื้อเพลิงที่ผิดวัตถุประสงค์ ประกอบกับการใช้เครื่องจักร (เตาหลอม) ที่มีประสิทธิภาพต่ำ เป็นเหตุทำให้สิ้นเปลืองการใช้เชื้อเพลิงมาก ทางทีมที่ปรึกษาฯ ได้ทำการให้ความรู้แก่ผู้ที่เกี่ยวข้องถึงแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพในการผลิต ทั้งในส่วนของเทคโนโลยีต่างๆ ตลอดจนการจัดเก็บข้อมูลต่างๆ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการวิเคราะห์ต่อไปได้ โดยในส่วนของการปรับปรุงจะได้กล่าวในบทที่ 3.4.1 ต่อไป

#### 3.3.1.1 สมดุลความร้อนของเตาหลอมอลูมิเนียม

ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว เตาหลอม ถือว่าเป็นเครื่องจักรที่สำคัญที่สุดในกระบวนการผลิตแท่งอลูมิเนียม เพราะมีการใช้พลังงานมากที่สุด ซึ่งเป็นพลังงานความร้อน โดยคิดเป็นสัดส่วนถึงร้อยละ 98 ในขณะที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าเพียงร้อยละ 2 เท่านั้น ดังนั้นการทำสมดุลความร้อน (Heat balance) ที่เตาหลอม มีวัตถุประสงค์ เพื่อให้ทราบถึงการสูญเสียความร้อน (Heat losses) ที่จุดต่างๆ ของเตาหลอม ซึ่งจะทำให้สามารถวิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำงานของเตาหลอมได้ ทั้งในส่วนของประสิทธิภาพการเผาไหม้ (Combustion efficiency) และประสิทธิภาพเชิงความร้อน (Thermal efficiency)

การทำสมดุลความร้อนสำหรับเตาหลอมอลูมิเนียมนี้ มีลักษณะการคำนวณเช่นเดียวกับเตาเผาลักษณะอื่นๆ คือ เนื่องจากไม่มีการผลิตไอน้ำ ทำให้การคำนวณสามารถคิดจากค่าความร้อน (เชื้อเพลิง) ที่ป้อนเข้าเตาหลอม (Heat input) โดยตรง และลบออกจากความร้อนสูญเสีย (Heat losses) ที่จุดต่างๆ ของเตาหลอม วิธีการคำนวณนี้ คือ การทำสมดุลพลังงานย้อนกลับ (Inverse balance) โดยถ้าสามารถหาค่าความร้อนที่สูญเสียทั้งหมด (Total heat losses) ของเตาหลอมได้ ก็จะสามารถคำนวณหาประสิทธิภาพการเผาไหม้ (Combustion efficiency) และประสิทธิภาพเชิงความร้อน (Thermal efficiency) ของเตาหลอมได้จากสมการ (3.1) และ สมการ (3.2) ตามลำดับ ดังนี้

$$\eta_{com} = 100 - (q_3 + q_4) \quad (3.1)$$

$$\eta_{ther} = 100 - (q_2 + q_3 + q_4 + q_5) \quad (3.2)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ $q_2$ คือ ความร้อนที่สูญเสียไปกับไอเสีย (Heat loss with waste gas) คำนวณโดยสมการ (3.3)

$$q_2 = \frac{(I_{wg} - \alpha_{wg} I^{o}_{ca})(1 - 0.01 q_4)}{Q^{r}_{av}} 100 \qquad (3.3)$$

$q_3$ คือ ความร้อนที่สูญเสียจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ (Heat loss due to incomplete combustion) คำนวณโดยสมการ (3.4)

$$q_3 = \frac{(126.4CO + 108H_2 + 358.2CH_4)V_{dg}(100 - q_4)}{Q^{r}_{av}} \qquad (3.4)$$

$q_4$ คือ ความร้อนที่สูญเสียจากการเผาไหม้ที่ไม่หมดในขี้เถ้า (Heat loss with unburned carbon in ash) คำนวณโดยสมการ (3.5)

$$q_4 = \frac{32100\left(a_{sl}\frac{C_{sl}}{100 - C_{sl}} + a_c \frac{C_c}{100 - C_c}\right)A^{r}}{Q^{r}_{av}} \qquad (3.5)$$

$q_5$ คือ ความร้อนที่สูญเสียผ่านผนังเตาหลอม (Heat loss by external cooling through the surface of furnace) คำนวณโดยสมการ (3.6)

$$q_5 = \frac{100\frac{F_{bw}}{B_r}(\alpha_c + \alpha_r)(t_{bw} - t_{sur})}{Q^{r}_{av}} \qquad (3.6)$$

โดยที่

| | | |
|---|---|---|
| $\eta_{com}$ | = | combustion efficiency of a furnace, % |
| $\eta_{ther}$ | = | thermal efficiency of a furnace, % |
| $A^r$ | = | ash content in the fuel, % wt |
| $Q^r_{av}$ | = | available heat of burned fuel, kJ/kg |
| $I_{wg}$ | = | enthalpy of waste gas, kJ/kg |
| $I^0_{ca}$ | = | enthalpy of cold air at ambient temperature, kJ/kg |
| $a_{sl}$ | = | fraction of ash removed from bottom of furnace, decimal |
| $a_c$ | = | fraction of fly ash, decimal |
| $F_{bw}$ | = | area of surface wall of a furnace, $m^2$ |
| $B_r$ | = | fuel consumption, kg/s |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$T_{sl}$ = temperature of ash removed from bottom of furnace, (°C)

$t_{bw}$ = temperature of surface wall of a furnace, (°C)

$t_{sur}$ = ambient temperature, (°C)

$\alpha_{wg}$ = excess air ratio, %

$\alpha_r$ = heat transfer coefficient by radiation, $W/m^2 K$

$\alpha_c$ = heat transfer coefficient by convection, $W/m^2 K$

### 3.3.1.2 การคำนวณหาประสิทธิภาพเตาหลอมอลูมิเนียม

จากสมดุลความร้อนในรูปที่ 3.11 การคำนวณหาค่า Heat losses ที่จุดต่างๆ (i.e. $q_2$, $q_3$, $q_4$ และ $q_5$) โดยใช้สมการที่ (3.3) ถึง (3.6) ตามลำดับ โดยค่าของตัวแปรต่างๆ เป็นดังนี้

$A^r$ = 4.62 %wt

$Q^r_{av}$ = 27,848.70 kJ/kg

$I_{wg}$ = 5,016.36 kJ/kg

$I^0_{ca}$ = 2,473.52 kJ/kg

$a_{sl}$ = 0.00

$a_c$ = 1.00

$F_{bw}$ = 10.86 $m^2$

$B_r$ = 0.012 kg/s

$T_{sl}$ = N/A

$t_{bw}$ = 90 °C

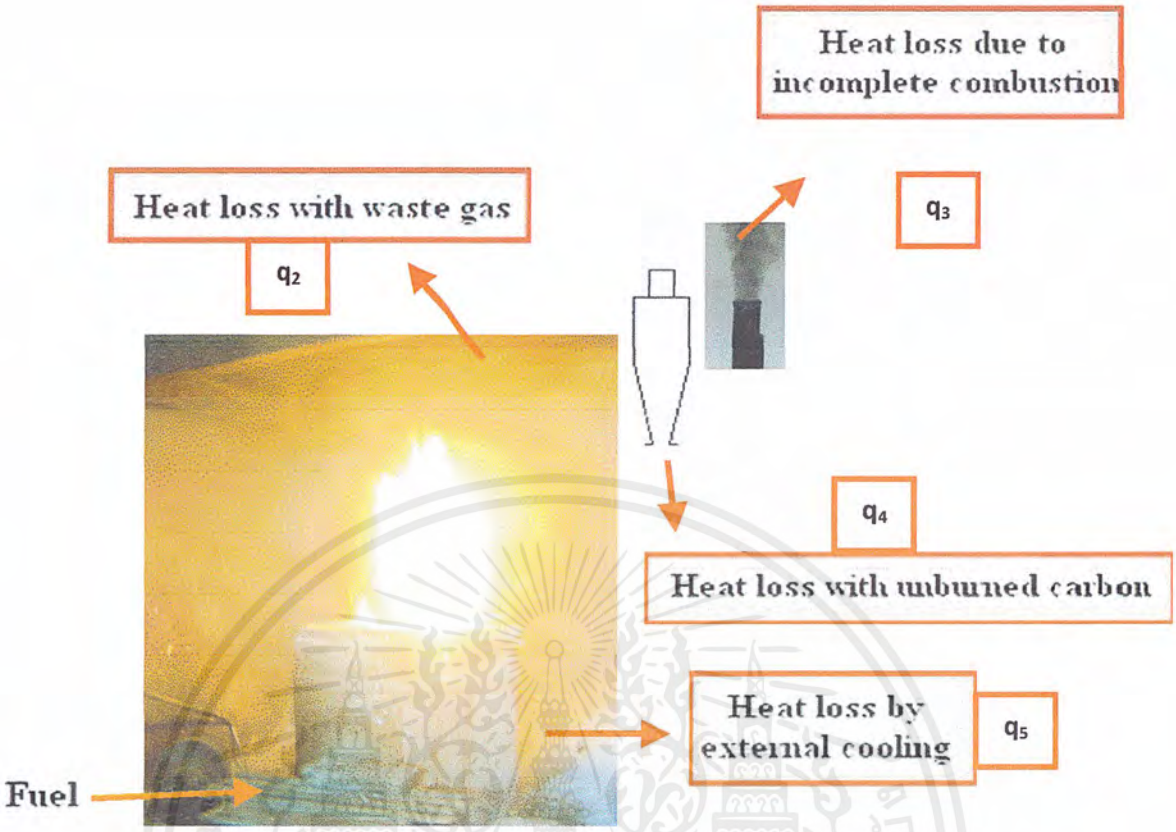
$t_{sur}$ = 37 °C

$\alpha_{wg}$ = 82.95 %

$\alpha_r$ = 2.02 $W/m^2 K$

$\alpha_c$ = 8.31 $W/m^2 K$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 3.9 Schematic diagram ของการทำสมดุลความร้อนที่เตาหลอมอลูมิเนียม

ผลการคำนวณหาค่า Heat losses ที่จุดต่างๆ เป็นดังนี้

1) $q_2$ คือ ความร้อนที่สูญเสียไปกับไอเสีย (Heat loss with waste gas) มีค่า 1.76 %

2) $q_3$ คือ ความร้อนที่สูญเสียจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ (Heat loss due to incomplete combustion) มีค่า 6.39 %

3) $q_4$ คือ ความร้อนที่สูญเสียจากการเผาไหม้ที่ไม่หมดในขี้เถ้า (Heat loss with unburned carbon in ash) มีค่า 3.44 %

4) $q_5$ คือ ความร้อนที่สูญเสียผ่านผนังเตาหลอม (Heat loss by external cooling through the surface of furnace) มีค่า 22.42 %

ดังนั้น ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาหลอมอลูมิเนียม มีค่า 65.99 % ขณะที่ประสิทธิภาพการเผาไหม้ มีค่า 90.17 %

โดยจากผลการคำนวณ พบว่า ค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อน (Thermal efficiency) และค่าประสิทธิภาพการเผาไหม้ (Combustion efficiency) มีค่าแตกต่างกันมาก ทั้งนี้เนื่องจากการสูญเสียความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของเตาหลอมอลูมิเนียม ส่วนใหญ่เกิดจากการสูญเสียผ่านผนังเตาหลอม ทั้งโดยการพาความร้อน (Free convection) และการแผ่รังสีความร้อน (Radiation) ซึ่งพบว่า มีค่าถึง 17.18 และ 5.24 % ตามลำดับ

สำหรับข้อสังเกตเกี่ยวกับการสูญเสียความร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ (Heat loss due to incomplete combustion) ซึ่งพบว่ามีค่าสูงถึง 6.39 % ทั้งที่เตาหลอมใช้อากาศส่วนเกิน (Excess air) มากถึง 82.95 % นั่นหมายถึงการเผาไหม้ที่ทำได้ยากของน้ำมันใช้แล้ว อันแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพการทำงานที่ต่ำของชุดผสมอากาศกับเชื้อเพลิง

**3.3.2 การจัดการด้านสิ่งแวดล้อมของโรงงาน**

ประเด็นสำคัญในการพิจารณา เพื่อการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมในโรงงานหลอมหล่ออลูมิเนียมตัวอย่าง (บจก. อัมพรประเสริฐอลูมิเนียมอินกอต) นี้ ได้ดำเนินการภายใต้กรอบที่กำหนดไว้ในกฎหมายด้านสิ่งแวดล้อมของหน่วยงานภาครัฐ เช่น กรมโรงงานอุตสาหกรรม และกรมควบคุมมลพิษ เป็นต้น โดยกฎหมายที่เข้าข่ายต้องบังคับใช้ได้กล่าวไว้ในบทที่ 3.2.2 ซึ่งจากการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมสามารถสรุปเป็นประเด็นหลักได้ 4 ประเด็น ได้แก่

1) การจัดการสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัยในภาพรวม
2) การจัดการมลพิษทางอากาศ
3) การจัดการน้ำเสีย
4) การจัดการของเสีย

จากการตรวจวัดค่าต่างๆ และการตรวจประเมินการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมในโรงงานตัวอย่างในแต่ละประเด็น สามาถสรุปได้ดังนี้

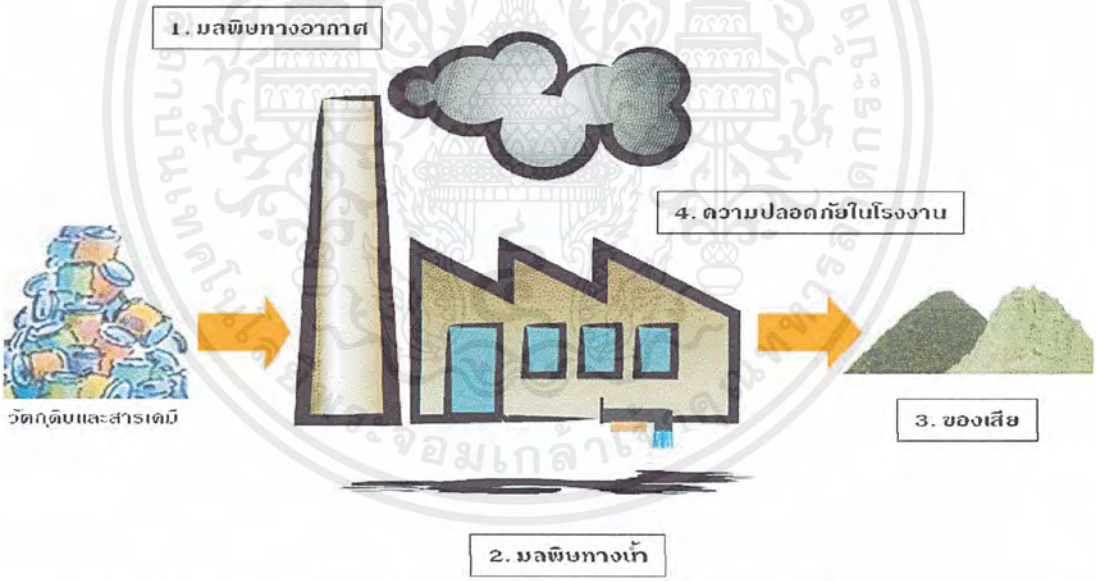
**3.3.2.1 การจัดการสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัยในภาพรวม**

การเกิดมลพิษในภาพรวมของโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่างซึ่งวัตถุดิบในการหล่ออลูมิเนียม คือ เศษอลูมิเนียม ซึ่งโรงงานซื้อมาจากแหล่งต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.10 นั้น เป็นการเกิดมลพิษจากกระบวนการผลิตที่ไม่แต่ต่างจากโรงงานทั่วไป กล่าวคือ มีมลพิษทางอากาศ มลพิษทางน้ำ และ ของเสียจากโรงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.10 วัตถุดิบของโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่าง

ซึ่งนอกจากโรงงานจะต้องรับผิดชอบในการจัดการกับมลพิษและของเสียแล้ว ยังต้องคำนึงถึงการจัดการด้านความปลอดภัยภายในโรงงานอีกด้วย ภาพรวมของการเกิดมลพิษจากโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่าง ดังแสดงในรูปที่ 3.11




รูปที่ 3.11 ภาพรวมของการเกิดมลพิษจากโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่าง

สำหรับการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัยของโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่างนั้น ยังมิได้มีการวางแผนการจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างเป็นระบบ แต่อย่างไรก็ดีมีนโยบายและการติดตั้งอุปกรณ์จัดการด้านอากาศ น้ำเสีย ของเสีย และ ความปลอดภัยในโรงงาน ตามที่กฎหมายที่มีความเกี่ยวข้องได้กำหนดไว้ กล่าวคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) มีระบบลดมลพิษทางอากาศ Wet Scrubber ในกระบวนการผลิตที่ใช้น้ำมันดำเป็นเชื้อเพลิงในเตาหลอมเศษอลูมิเนียม

2) มีบ่อพักน้ำ จากการเดินระบบ Wet Scrubber เพื่อตกตะกอนฝุ่นจากกระบวนการผลิต ที่ Wet Scrubber ดักจับได้ ก่อนนำไปหมุนเวียนใช้ใหม่ในเครื่อง Wet Scrubber

3) มีระบบจัดการตะกรันจากกระบวนการผลิต โดยมีการรวบรวมตะกรันที่เหลือจากกระบวนการผลิตไปหลอมใหม่ และ ส่งให้กับผู้รับจัดการตะกรันไปดำเนินการกำจัดอย่างถูกวิธี

4) มีระบบรักษาความปลอดภัย พร้อมทั้งจัดหาอุปกรณ์ป้องกันสำหรับพนักงาน

### 3.3.2.2 การจัดการมลพิษทางอากาศ

โรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่างมีแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศ คือ เตาหลอมอลูมิเนียม ซึ่งใช้น้ำมันใช้แล้วเป็นเชื้อเพลิง โดยมลพิษทางอากาศจะเกิดจากการทั้งการเผาไหม้เชื้อเพลิง และไอเสียจากการหลอมอลูมิเนียมและสารไล่ก๊าซ (Gas flux) ที่มีการเติมในกระบวนการหลอม จุดที่เกิดมลพิษทางอากาศจะอยู่ในบริเวณเตาหลอม ซึ่งในกระบวนการหลอมยังก่อให้เกิดฝุ่นและเถ้ากระจายไปทั่วบริเวณโรงงาน และภายนอกโรงงานอีกด้วย นับเป็นปัญหาหลักที่เกิดในโรงงานหลอมหล่ออลูมิเนียม นอกจากนั้นปัญหาฝุ่นและเถ้าสำหรับโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่างยังอาจเกิดจากอุปกรณ์กำจัดมลพิษทางอากาศที่มีประสิทธิภาพต่ำ และ จากสภาพการหมุนเวียนอากาศภายในโรงงานที่ไม่ดีนัก

จากปัญหาการเกิดฝุ่นฟุ้งกระจายนี้ ยังก่อให้เกิดการบดบังแสงจากภายนอกเข้าสู่โรงงาน กล่าวคือ แม้ว่าโรงงานอลูมิเนียมตัวอย่างจะมีนโยบายในการลดพลังงาน ด้วยการทำหลังคาโปร่งแสง แต่ฝุ่นจากกระบวนการผลิตที่ฟุ้งกระจายนี้มีการจับตัวหนาทั้งภายในโรงงานและบนหลังคา ทำให้สภาพภายในโรงงานมีแสงสว่างไม่เพียงพอในการทำงาน สภาพบริเวณเตาหลอมอลูมิเนียมของโรงงานอลูมิเนียมตัวอย่าง และ การเกิดฝุ่น ดังแสดงในรูปที่ 3.12 และ รูปที่ 3.13

รูปที่ 3.12 สภาพบริเวณเตาหลอมอลูมิเนียมของโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.13 การเกิดฝุ่นและเถ้าฟุ้งกระจายไปทั่วบริเวณโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่าง

การจัดการกับมลพิษทางอากาศของโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่างในปัจจุบัน โรงงานมีการพิจารณาใช้ก๊าซ LPG มาเป็นเชื้อเพลิงแทนน้ำมันใช้แล้ว ทั้งนี้เนื่องจากได้มีการทดลองใช้ในโรงงานอยู่บ้าง พบว่า เมื่อเปรียบเทียบการช้าน้ำมันใช้แล้วและก๊าซ LPG ในกระบวนการผลิต แม้ก๊าซ LPG มีราคาต่อหน่วยที่สูงกว่า แต่จะให้ความร้อนที่อุณหภูมิคงที่มากกว่า นอกจากนั้น ยังมีช่วงเวลาในการเผาไหม้ที่ยาวนานกว่า ดังนั้น หากในการดำเนินกิจการระยะยาวซึ่งมักมีการผลิตแบบต่อเนื่อง การใช้ก๊าซ LPG จะมีต้นทุนสำหรับเชื้อเพลิงต่ำกว่าการใช้น้ำมันใช้แล้ว

นอกจากการพิจารณาเปลี่ยนเชื้อเพลิงในเตาหลอมแล้ว โรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่างได้มีการติดตั้งอุปกรณ์ลดมลพิษทางอากาศ คือ Wet Scrubber เพื่อดักจับมลพิษจากการเตาหลอมอลูมิเนียม และ ต่อกับปล่องระบายอากาศสูง 18 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 3.14

รูปที่ 3.14 อุปกรณ์ลดมลพิษทางอากาศ Wet Scrubber ของโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการตรวจวัดมลพิษทางอากาศ จากปล่องของโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่างและ การตรวจวัดปริมาณฝุ่นในบริเวณพื้นที่ทำงาน ดังแสดงในรูปที่ 3.15 พบว่า มลพิษทางอากาศที่ปล่อยออกจากปล่องระบายอากาศของโรงงาน ไม่เกินมาตรฐานที่กฎหมายกำหนด ดังแสดงในตารางที่ 3.6

รูปที่ 3.15 การตรวจวัดปริมาณฝุ่นในบริเวณพื้นที่ทำงานของโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่าง

ตารางที่ 3.6 ผลการตรวจวัดมลพิษทางอากาศที่ปล่อยจากปล่องระบายอากาศและภายในโรงงาน

| รายการตรวจวัด | ผลการตรวจวัด | มาตรฐาน * | ผลการเปรียบเทียบ |
|---|---|---|---|
| | เตาหลอมอลูมิเนียม | | |
| เชื้อเพลิงที่ใช้ | น้ำมันเครื่องใช้แล้ว | - | - |
| เส้นผ่านศูนย์กลาง (cm) | 60 | - | - |
| ความสูง (m) | 18 | - | - |
| อุณหภูมิ ($^0$C) | 48 | - | - |
| ความเร็วลมเฉลี่ย (m/sec) | 3.10 | - | - |
| ความชื้นสัมพัทธ์ (%RH) | 0.26 | - | - |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | | |
|---|---|---|---|
| Total Suspended Particulate (TSP) ($mg/m^3$) | 21.30 | 240 | ผ่าน |
| Hydrogen chloride ($mg/m^3$) | 0.21 | 85 | ผ่าน |
| Hydrogen fluoride (HF)(ppm) | 0.08 | 85 | ผ่าน |
| Carbon monoxide (CO) (ppm) | 86.01 | 110 | ผ่าน |
| Sulfur dioxide ($SO_2$) (ppm) | 15.26 | 800 | ผ่าน |
| Nitrogen dioxide ($NO_2$) (ppm) | 3.41 | 200 | ผ่าน |
| Mercury (Hg) ($mg/m^3$) | ND | 0.15 | ผ่าน |
| Arsenic (As) ($mg/m^3$) | ND | 0.65 | ผ่าน |
| Antimony (Sb) ($mg/m^3$) | ND | 0.65 | ผ่าน |
| Cadmium (Cd) ($mg/m^3$) | ND | 0.65 | ผ่าน |
| Selenium (Se) ($mg/m^3$) | ND | 0.65 | ผ่าน |
| Tellurium ($mg/m^3$) | ND | 0.65 | ผ่าน |
| Vanadium ($mg/m^3$) | ND | 13 | ผ่าน |
| Chromium ($mg/m^3$) | 0.18 | 13 | ผ่าน |
| Cobalt (Co) ($mg/m^3$) | ND | 13 | ผ่าน |
| Nickel (Ni) ($mg/m^3$) | 0.27 | 13 | ผ่าน |
| Copper (Cu) ($mg/m^3$) | ND | 13 | ผ่าน |
| Lead ($mg/m^3$) | ND | 13 | ผ่าน |
| Manganese (Mn) ($mg/m^3$) | ND | 13 | ผ่าน |
| Tin ($mg/m^3$) | 0.26 | 13 | ผ่าน |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**3.3.2.3 การจัดการน้ำเสีย**

โรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่าง อาจกล่าวได้ว่าไม่มีน้ำเสียจากกระบวนการผลิต เนื่องจากไม่มีการใช้น้ำ หากแต่จะมีน้ำเสียที่เกี่ยวเนื่องกับขบวนการผลิต ที่ควรมีการพิจารณาป้องกันมลพิษทางน้ำที่อาจเกิดขึ้นจากน้ำเสีย 3 แหล่ง ได้แก่

(1) น้ำเสียจากอุปกรณ์ลดมลพิษทางอากาศ Wet Scrubber
(2) น้ำฝนที่ชะล้างจากหลังคาของโรงงาน
(3) น้ำเสียจากการใช้น้ำในสำนักงาน

การจัดการน้ำเสียที่เกี่ยวเนื่องกับกระบวนการผลิต ของโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่าง มีการจัดการในปัจจุบัน ดังนี้

1) น้ำเสียจาก Wet Scrubber น้ำเสียในส่วนนี้ไม่มีการถ่ายทิ้งออกสู่สิ่งแวดล้อม เนื่องจากโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่างมีการหมุนเวียนน้ำกลับไปใช้ในอุปกรณ์ Wet Scrubber อย่างเป็นวงจร กล่าวคือ น้ำที่ใช้แล้วจะระบายออกและเก็บอยู่ในบ่อพักด้านหลังโรงงาน และจะมีการทิ้งให้ตกตะกอนระยะเวลาหนึ่ง เพราะน้ำที่ออกจากระบบจะมีฝุ่นและเถ้าปะปนอยู่ หลังจากทิ้งให้ตกตะกอนในช่วงเวลาหนึ่งแล้ว ก็จะมีระบบที่ดูดน้ำส่วนบนหมุนเวียนไปใช้ในการทำงานของ Wet Scrubber อีก และ สำหรับตะกอนก้นบ่อจะมีผู้มารับซื้อไป 2 อาทิตย์/ครั้ง

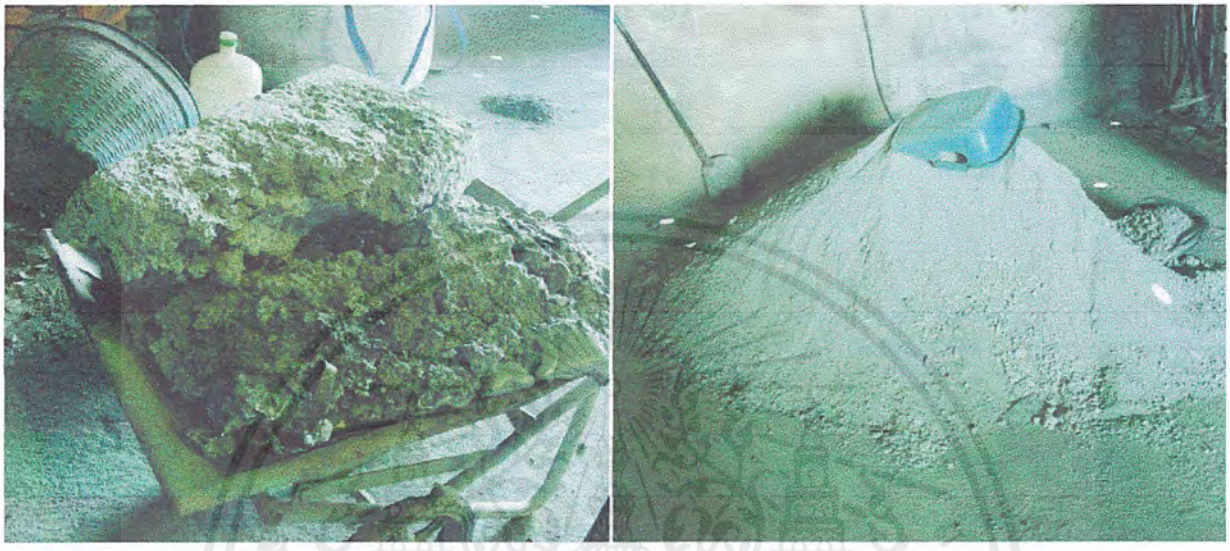
2) น้ำฝนที่ชะล้างจากหลังคาของโรงงาน น้ำฝนที่ชะล้างจากหลังคาของโรงงานหล่ออลูมิเนียมบางแห่งอาจก่อให้เกิดน้ำฝนที่มีสภาพเป็นกรด หรือ มีโลหะหนักเจือปนได้ หากโรงงานหล่ออลูมิเนียมนั้น มีกระบวนการผลิตและอุปกรณ์ลดมลพิษทางอากาศที่ด้อยประสิทธิภาพ ซึ่งมลพิษและฝุ่นเถ้าที่ปนเปื้อนนี้จะฟุ้งกระจาย และ ไปจับอยู่บนหลังคาและบริเวณอาคารของโรงงาน เมื่อมีฝนตกลงมาก็จะชะล้างมลพิษและฝุ่นเถ้าเหล่านี้เจือปนอยู่ในน้ำฝนที่จะไหลไปสู่ที่ต่างๆ ทำให้เกิดการปนเปื้อนในวงกว้าง ดังนั้นโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่าง แม้ว่าผลการตรวจวัดมลพิษทางอากาศที่ออกจากปล่องของโรงงานไม่เกินมาตรฐานกำหนด ซึ่งปัจจุบันยังไม่มีระบบที่ช่วยลดมลพิษทางน้ำที่อาจเกิดจากการชะล้างหลังคาโรงงานของน้ำฝนควรจะพิจารณาเตรียมการลดมลพิษทางน้ำที่อาจเกิดขึ้นจากประเด็นนี้ด้วย

3) น้ำเสียจากการใช้น้ำในสำนักงาน น้ำเสียในส่วนนี้มีปริมาณไม่มากนัก เนื่องจากไม่มีการพักค้างของพนักงานในโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่าง โดยน้ำเสียในส่วนนี้มีลักษณะเป็นน้ำเสียชุมชน กล่าวคือ มากจากห้องน้ำและการล้างจานภายในสำนักงาน โดยโรงงานได้มีการติดตั้งระบบบ่อเกรอะบ่อซึมสำหรับน้ำจากห้องน้ำ ส่วนน้ำจากการล้างจานนั้น จะระบายลงสู่ท่อระบายน้ำสาธารณะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**3.3.2.4 การจัดการของเสีย**

แหล่งของเสีย ของโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่างมาจากกระบวนการผลิต ทั้งสิ้น มีเพียงส่วนน้อยมากที่มาจากการดำเนินการในสำนักงาน โดยของเสียจากโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่าง มีอยู่ด้วยกัน 2 ประเภท ได้แก่



รูปที่ 3.16 ตะกรันจากการหลอมอลูมิเนียมของโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่าง

1) ตะกรันจากการหลอมอลูมิเนียม ซึ่งเป็นส่วนที่เหลือจากกระบวนการหลอม และ ยังคงมีส่วนของอลูมิเนียม หรือ โลหะบางชนิดผสมอยู่ ดังแสดงในรูปที่ 3.16

2) กากตะกอนในบ่อพักน้ำหมุนเวียนสำหรับ Wet Scrubber ซึ่งกากตะกอนในส่วนนี้ อาจยังมีปริมาณอลูมิเนียม หรือ โลหะอื่นๆ เจือปนอยู่บ้าง

การจัดการของเสีย ของโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่าง มีการดำเนินการแยกตามประเภทของเสียที่เกิดขึ้น ดังนี้

1) ตะกรันจากการหลอมอลูมิเนียม การจัดการกับตะกรันของโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่าง มีการจัดการเป็น 2 ส่วน คือ ประมาณร้อยละ 5-10 ส่งให้กับบริษัท Better World Green ที่ได้รับการรับรองการกำจัดกากอุตสาหกรรมนำไปกำจัด ส่วนที่เหลือจะถูกขนส่งไปยังโรงงานหล่ออลูมิเนียมจากตะกรันที่ได้รับอนุญาตเป็นโรงงานในลำดับที่ 106 อย่างถูกต้องในการดำเนินกิจการ

2) กากตะกอนในบ่อพักน้ำหมุนเวียนสำหรับ Wet Scrubber กากตะกอนในส่วนนี้ เนื่องจากยังคงมีการเจือปนของอลูมิเนียม และ โลหะบางชนิดอยู่บ้าง จึงมีผู้มารับซื้อไปเข้ากระบวนการแยกโลหะต่อไป โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่างจะมีการตักตะกอนออกจากบ่อพักน้ำโดยเฉลี่ย 2 อาทิตย์ต่อครั้ง และ จะมีผู้มารับซื้อเฉลี่ยเดือนละครั้งในราคากิโลกรัมละ 2 บาท

จากการศึกษาและตรวจวิเคราะห์เบื้องต้นสำหรับประเด็นด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมในโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่างได้มีการวิเคราะห์ศักยภาพของโรงงานและหาแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพในการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมในโรงงาน

### 3.3.3 การจัดการด้านความปลอดภัย

เมื่อพิจารณาประเด็นความเสี่ยงที่อาจก่อให้เกิดความไม่ปลอดภัยขึ้น ภายในโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่าง พบว่า โรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่างมีประเด็นด้านความปลอดภัยที่ควรพิจารณา 9 ประเด็น ดังนี้

1) ปริมาณฝุ่นในพื้นที่ทำงาน จากที่กล่าวแล้วในตารางที่ 3-5 เกี่ยวกับผลการวัดปริมาณฝุ่นในบริเวณพื้นที่ทำงานของโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่าง พบว่า มีปริมาณฝุ่น 6.82 $mg/m^3$ ซึ่งไม่เกินค่ามาตรฐานตามประกาศกระทรวงมหาดไทย คือ 15 $mg/m^3$ แต่อย่างไรก็ดี จะเห็นได้ว่ามีค่าปริมาณฝุ่นค่อนข้างสูง และทำให้ทัศนวิสัยในการทำงานในโรงงานไม่ดี ดังแสดงในรูปที่ 3.17

รูปที่ 3.17 ทัศนวิสัยในบริเวณพื้นที่ทำงานของโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่าง

2) ความร้อนภายในโรงงาน กระบวนการผลิตในโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่างต้องใช้ความร้อนสูง ดังแสดงในรูปที่ 3.18 ดังนั้นเป็นการหลีกเลี่ยงได้ยากที่จะมีปัญหาเรื่องความร้อนในโรงงาน จากประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม งานที่ทำในโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่างควรพิจารณาเป็นลักษณะงานปานกลาง-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนัก ดังนั้น ภายในพื้นที่ทำงานของโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่างควรมีอุณหภูมิตามดัชนี WBGT 30-32 องศาเซลเซียส

รูปที่ 3.18 กระบวนการหลอมอลูมิเนียมในโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่างที่ต้องใช้อุณหภูมิสูง

จากผลการตรวจวัดความร้อนในบริเวณพื้นที่ทำงานของโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่าง พบว่า มีอุณหภูมิตามดัชนี WBGT อยู่ที่ 35 องศาเซลเซียส เกินค่ามาตรฐานกำหนด แต่อย่างไรก็ดี ในประเด็นนี้เป็นการยากที่จะกล่าวว่าโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่างมีการจัดการด้านความปลอดภัยในโรงงานเกี่ยวกับความร้อนไม่ดี เนื่องจากอุณหภูมิภายนอกที่สภาวะปกติในปัจจุบันของประเทศไทย มีอุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงเวลากลางวันอยู่ในช่วง 32-35 องศาเซลเซียส และในช่วงเวลาของการศึกษาได้ทำการตรวจวัดในช่วงฤดูร้อน ซึ่งช่วงเวลากลางวันในบางวันมีอุณหภูมิภายนอกสูงถึง 40 องศาเซลเซียส

3) แสงสว่างบริเวณพื้นที่ทำงาน การทำงานในโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่าง อาจกล่าวได้ว่าเป็นงานที่ไม่ต้องการความละเอียดในการทำงานมากนัก จากข้อกำหนดตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม กำหนดให้มีความเข้มของการส่องสว่างไม่น้อยกว่า 100 LUX แต่จากผลการตรวจวัด 3 จุด ได้แก่ บริเวณรางเทอลูมิเนียม 2 จุด และ บริเวณลานวางอลูมิเนียม 1 จุด พบว่า มีความเข้มของการส่องสว่าง 71, 77 และ 69 LUX ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าค่ามาตรฐานกำหนด ทั้งนี้เนื่องจากฝุ่นที่จับตัวหนาบนหลังคาของโรงงาน แม้ว่าจะมีส่วนของหลังคาโปร่งแสง แต่แสงจากภายนอกก็ไม่สามารถส่องผ่านลงมาได้ จึงทำให้หลอดไฟส่องสว่างในพื้นที่ทำงานไม่พอในการใช้งาน ดังแสดงในรูปที่ 3.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.19 สภาพแสงสว่างในบริเวณพื้นที่ทำงานของโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่าง

4) สถานที่วางสารเคมี ของโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่างเป็นห้องเก็บขนาดเล็กบริเวณด้านข้างโรงงาน แต่พบว่าขนาดของห้องเก็บสารเคมีไม่พอต่อการเก็บ จึงได้มีการวางสารเคมีภายนอกห้องเก็บเฉพาะซึ่งอาจทำให้เกิดอันตรายได้หากมีความชื้นจากภายนอก หรือ เกิดประกายไฟจากกระบวนการผลิต แม้ว่าการวางสารเคมีจะวางอยู่บนแคร่ไม้เพื่อป้องกันไว้ชั้นหนึ่งแล้ว นอกจากนั้น ทราบจากข้อมูลของโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่างว่า ยังมิได้มีการเก็บข้อมูลองค์ประกอบของสารเคมีที่ใช้จากผู้ขายไว้ในฐานข้อมูลของโรงงาน

รูปที่ 3.20 การวางสารเคมีภายนอกห้องเก็บ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) สถานที่กองตะกรันจากกระบวนการหลอม ตะกรันจากการหลอมอลูมิเนียมเป็นของเสียหลัก ที่เกิดจากกระบวนการผลิตของโรงงานหล่ออลูมิเนียม ซึ่งในการดำเนินการผลิตของโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่างนั้น ตระกรันจากการหลอมอลูมิเนียมจะถูกนำมากองรวมกันไว้ในโรงเก็บด้านตรงข้ามกับโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่าง ดังแสดงในรูปที่ 3.19 เพื่อรอการขนส่งไปยังโรงหล่ออลูมิเนียมจากตะกรันต่อไป แต่ในช่วงเวลาที่รอการขนย้ายนี้ พบว่า ตะกรันที่ถูกนำมากองรวมกันยังมีความร้อนอยู่ สังเกตได้จากมีควันและความร้อนเมื่อเข้าใกล้กองตะกรันภายในโรงเก็บซึ่งไม่มีการกั้นบริเวณหรือการป้องกันใดๆ จึงมีความเสี่ยงที่อาจเกิดการติดไฟ และ อาจเกิดความไม่ปลอดภัยขึ้นได้ต่อพนักงาน

6) สถานที่เก็บน้ำมันใช้แล้วที่เป็นเชื้อเพลิง เนื่องจากบริเวณพื้นที่โรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่างเกือบทั้งหมดถูกใช้เป็นพื้นที่ทำงานและเก็บวัตถุดิบ การเก็บถังน้ำมันที่ใช้แล้วที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงในกระบวนการผลิตจึงอยู่บริเวณภายนอกรั้วโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่าง โดยไม่มีรั้ว เขต หรือ สิ่งป้องกันใดๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.22 ซึ่งมีความเสี่ยงของความไม่ปลอดภัยที่อาจเกิดจากเหตุเพลิงไหม้ได้

7) อุปกรณ์ที่ใช้ดับเพลิง จากการสังเกต พบว่า ภายในโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่าง มีอุปกรณ์ดับเพลิงติดอยู่น้อยมาก ซึ่งจากกระบวนการผลิตของโรงงานหล่ออลูมิเนียม ที่ต้องใช้เชื้อเพลิงในการเผาไหม้เพื่อหลอมอลูมิเนียม มีการเกิดเปลวไฟเกือบตลอดเวลาการผลิต และ มีความร้อนภายในโรงงานค่อนข้างสูง ตามที่ได้กล่าวแล้วข้างต้น การเกิดเหตุเพลิงไหม้เป็นความไม่ปลอดภัยที่อาจเกิดขึ้นในโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่างที่มีความเสี่ยงในการเกิดสูงสุด แต่ในปัจจุบันจะเห็นได้ว่าการป้องกันเหตุในประเด็นนี้ของโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่างมีค่อนข้างน้อย

รูปที่ 3.21 บริเวณกองตะกรันจากกระบวนการหลอมอลูมิเนียมของโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.22 บริเวณที่ตั้งวางถังน้ำมันใช้แล้วที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงของโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่าง

8) อุปกรณ์ป้องกันอันตรายสำหรับพนักงาน โรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่างได้มีการจัดหาอุปกรณ์ในการป้องกันอันตรายจากการทำงานสำหรับพนักงานอยู่พอสมควร ได้แก่ แว่นตา ผ้าปิดปากและจมูก ถุงมือ และ รองเท้าบูธ แต่เนื่องจากอุณหภูมิภายในโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่าง และ บริเวณที่เก็บวัตถุดิบค่อนข้างสูง ทำให้พนักงานไม่ต้องการใส่อุปกรณ์ในการทำงานมากนัก จึงจะเห็นการแต่งกายของพนักงานส่วนใหญ่ ดังแสดงในรูปที่ 3.23 จะมีเพียงพนักงานหลอมอลูมิเนียมหน้าเตาหลอมเท่านั้นที่ใส่อุปกรณ์เท่าที่จำเป็น ได้แก่ แว่นตา และ ผ้าปิดปากและจมูก

รูปที่ 3.23 การแต่งกายของพนักงานส่วนใหญ่ในโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.24 สภาพการจัดวางวัตถุดิบภายในโรงเก็บของโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่าง

9) การจัดวางวัตถุดิบภายในโรงงาน โรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่างมีโรงเก็บวัตถุดิบตั้งอยู่ฝั่งตรงกันข้ามกับโรงงานหลัก ซึ่งมีพื้นที่ในการเก็บค่อนข้างกว้าง แต่จากข้อมูลของเจ้าของโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่างกล่าวว่า พื้นที่เก็บวัตถุดิบไม่เพียงพอ จากการสังเกตการจัดวางวัตถุดิบภายในโรงงาน พบว่า มีความไม่เป็นระเบียบ และไม่เป็นหมวดหมู่ของการจัดเก็บวัตถุดิบ ส่งผลให้การขนย้ายวัตถุดิบเข้าสู่กระบวนการผลิตไม่สะดวกนัก ทำให้เสียเวลาในการทำงานไปกับการหาวัตถุดิบประเภทที่ต้องการในแต่ละรอบการผลิต นอกจากนั้น ยังอาจเกิดอันตรายต่อพนักงานอีกด้วย ดังจะเห็นได้ในรูปที่ 3.24

จากการศึกษาและตรวจวิเคราะห์เบื้องต้น สำหรับประเด็นด้านการบริหารความปลอดภัยในโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่าง ได้มีการวิเคราะห์ศักยภาพของโรงงานและหาแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพในการจัดการด้านความปลอดภัยในโรงงาน ซึ่งจะได้กล่าวต่อไปใน หัวข้อ 3.4.3

## 3.4 การวิเคราะห์หาแนวทางการปรับปรุงสิทธิภาพ

### 3.4.1 ศักยภาพการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน

จากที่กล่าวมาแล้วในบทที่ 3.3.1 เกี่ยวกับการใช้น้ำมันดำเป็นเชื้อเพลิง เพื่อให้ความร้อนในเตาหลอมอลูมิเนียมนั้น พบว่า มีข้อเสียเกิดขึ้นหลายประการ ทั้งในส่วนของการควบคุมประสิทธิภาพการใช้พลังงานตลอดจนส่วนของมลพิษที่เกิดขึ้น เนื่องจากน้ำมันประเภทนี้ไม่ได้ถูกผลิตขึ้นมาเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงโดยตรง แต่ผลิตเพื่อใช้สำหรับกระบวนการหล่อลื่นต่างๆ ในเครื่องจักร การนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงจึงเป็นประเด็นหลักที่ควรถูกพิจารณาแก้ไขเป็นลำดับแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน การปรับปรุงเตาหลอม ตลอดจนการเปลี่ยนชนิดเชื้อเพลิงที่ใช้ จึงเป็นประเด็นที่ถูกนำมาพิจารณาดำเนินการเป็นลำดับแรก โดยที่เจ้าของโรงงานหลอมหล่ออลูมิเนียมตัวอย่างก็มีความเห็นตรงกัน เพราะนอกจากจะส่งผลดีโดยตรงต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานแล้ว ผลดีที่ได้ตามมาอีกประการหนึ่ง คือ การลดปัญหามลพิษทางอากาศ

ซึ่งแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการหลอมอลูมิเนียมให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น คือ การเปลี่ยนมาใช้เตาหลอมใหม่ที่มีประสิทธิภาพ ดังแสดงในรูปที่ 3.25 และเปลี่ยนชนิดเชื้อเพลิง ซึ่งทางโรงงานได้เลือกก๊าซ LPG แทน ดังแสดงในรูปที่ 3.26

รูปที่ 3.25 เตาหลอมอลูมิเนียมพร้อมหัว burner แบบใช้ก๊าซ LPG ที่บริษัท ฯ จะทำการติดตั้งใหม่

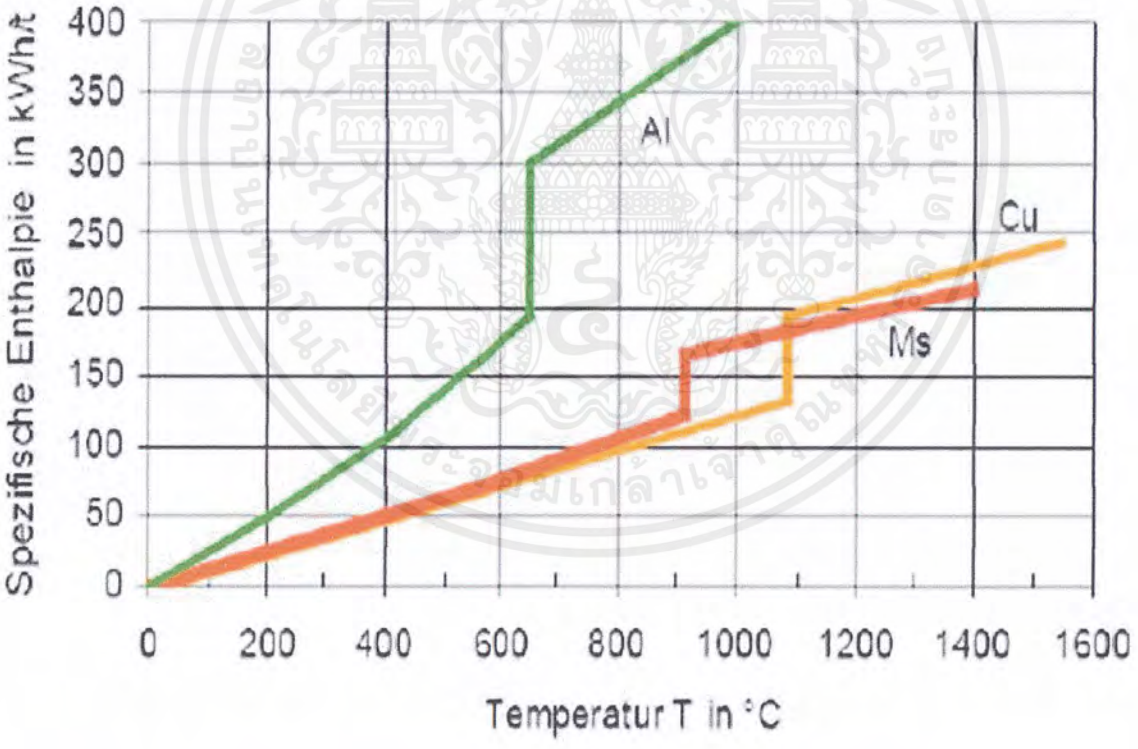
รูปที่ 3.26 ตัวอย่างระบบ Stationary gas LPG ที่ใช้กับเตาหลอมอลูมิเนียมที่จะติดตั้งใหม่

สำหรับการตรวจพิสูจน์ผลประหยัด จากการทำมาตรการการเปลี่ยนเตาหลอมใหม่ พร้อมกับมาตรการการเปลี่ยนชนิดเชื้อเพลิง จึงจำเป็นต้องคำนวณเปรียบเทียบค่าพลังงานที่ใช้ในการหลอมหล่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อลูมิเนียม โดยจะคำนวณเปรียบเทียบค่าพลังงานรวมทั้งหมด (พลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อน) ที่ใช้ในการผลิตแท่งอลูมิเนียม 1 ตัน หรือค่า ดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะ (Specific Energy Consumption, SEC) ทั้งก่อนการปรับปรุง (เตาหลอมเก่า + น้ำมันดำ) และหลังการปรับปรุง (เตาหลอมใหม่ + ก๊าซ LPG)

และเพื่อให้เห็นภาพเปรียบเทียบที่ชัดเจนยิ่งขึ้น ในการคำนวณนอกจากจะทำการเปรียบเทียบกันระหว่างกรณีก่อนและหลังการปรับปรุงแล้ว ยังทำการเปรียบเทียบกับค่า SEC ที่แนะนำไว้ใน Guideline of BAT ด้วย ซึ่งการคำนวณเปรียบเทียบกับ BAT นี้ มีประโยชน์อย่างยิ่งในการช่วยเพิ่มศักยภาพในการพัฒนาประสิทธิภาพการหลอมหล่ออลูมิเนียมได้ รูปที่ 3.27 แสดงค่าพลังงานที่ใช้ทางทฤษฎีในการผลิตอลูมิเนียม 1 ตัน (kWh/t) ที่อุณหภูมิการหลอมต่างๆ (เส้นสีเขียว) ซึ่งปกติอุณหภูมิที่ใช้ในการหลอมอลูมิเนียมจะอยู่ที่ประมาณ 700 $^{0}$C ดังนั้นจากรูปที่ 3.27 ทำให้ทราบว่า ค่า SEC ทางทฤษฎีมีค่าประมาณ 310 kWh/t (1,116 MJ/Ton-Al) ในขณะที่ค่า SEC ใน Guideline of BAT มีค่าอยู่ระหว่าง 900 – 2,400 kWh/t (3,240 – 8,640 MJ/Ton-Al) สำหรับค่า SEC ในการผลิตอลูมิเนียม 1 ตัน ของโรงงานอลูมิเนียมตัวอย่าง ก่อนการปรับปรุง มีค่าประมาณ 5,354 MJ/Ton-Al (คิดช่วงเดือนมกราคม ถึง เมษายน 2553)




รูปที่ 3.27 ค่าพลังงานที่ใช้ต่อการผลิตอลูมิเนียม 1 ตันทางทฤษฎี (เส้นสีเขียว) ที่อุณหภูมิการหลอมต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.4.2 แนวทางการปรับปรุงการบริหารจัดการด้านสิ่งแวดล้อม

ประเด็นสำคัญในการพิจารณา เพื่อการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมในโรงงานหลอมหล่ออลูมิเนียมตัวอย่าง (บจก. อัมพรประเสริฐอลูมิเนียมอินกอต) นี้ ได้ดำเนินการภายใต้กรอบที่กำหนดไว้ในกฎหมายด้านสิ่งแวดล้อมของหน่วยงานภาครัฐ เช่น กรมโรงงานอุตสาหกรรม และกรมควบคุมมลพิษ เป็นต้น โดยกฎหมายที่เข้าข่ายต้องบังคับใช้ได้กล่าวไว้ในบทที่ 3.2.2 ซึ่งจากการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมสามารถสรุปเป็นประเด็นหลักได้ 4 ประเด็น ได้แก่

1) การจัดการสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัยในภาพรวม
2) การจัดการมลพิษทางอากาศ
3) การจัดการน้ำเสีย
4) การจัดการของเสีย

#### 3.4.2.1 การปรับปรุงการจัดการสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัยในภาพรวม

โรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่างยังมิได้มีการวางแผนการจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างเป็นระบบ แต่มีการติดตั้งอุปกรณ์จัดการด้านอากาศ น้ำเสีย ของเสีย และ ความปลอดภัยในโรงงาน ตามที่กฎหมายที่มีความเกี่ยวข้องได้กำหนดไว้ กล่าวคือ

1) มีระบบลดมลพิษทางอากาศ Wet Scrubber
2) มีบ่อพักน้ำ จากการเดินระบบ Wet Scrubber และการหมุนเวียนน้ำไปใช้ใหม่
3) มีระบบจัดการตะกรันจากกระบวนการผลิตอย่างถูกวิธี
4) มีระบบรักษาความปลอดภัย และ อุปกรณ์ป้องกันสำหรับพนักงานตามสมควร

ดังนั้นทางโรงงาน ควรจัดทำแผนการจัดการสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัยอย่างเป็นระบบ และพัฒนาอย่างครบวงจร ประกอบด้วย การวางนโยบาย การจัดทำแผนในแต่ละขั้นตอน การนำแผนการไปใช้ในการปฏิบัติ การตรวจสอบผลการดำเนินการ และ การทบทวนการจัดการ

#### 3.4.2.2 การปรับปรุงด้านการจัดการมลพิษทางอากาศ

โรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่างใช้น้ำมันใช้แล้วเป็นเชื้อเพลิง ที่มักมีการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ รวมทั้งเกิดเขม่าควันจากกระบวนการผลิต รวมทั้งอาจเกิดจากอุปกรณ์กำจัดมลพิษทางอากาศที่มีประสิทธิภาพต่ำ และ จากสภาพการหมุนเวียนอากาศภายในโรงงานที่ไม่ดีนัก ก่อให้เกิดทัศนวิสัยในการทำงานต่ำภายในโรงงาน และ การบดบังแสงจากภายนอกเข้าสู่โรงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการตรวจวัดมลพิษทางอากาศจากปล่องระบายอากาศที่ติดกับอุปกรณ์ Wet Scrubber และปริมาณฝุ่นในบริเวณพื้นที่ทำงาน ของโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่างไม่เกินมาตรฐาน แต่ก็ควรมีการดำเนินการเพื่อป้องกันและลดมลพิษที่อาจเกิดขึ้น ดังนี้

1) เปลี่ยนเชื้อเพลิงที่ใช้สำหรับเตาหลอม โรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่างควรพิจารณาใช้แก๊ส LPG แทนการใช้น้ำมันใช้แล้วเป็นเชื้อเพลิง เนื่องจากจะมีการเผาไหม้ที่สมบูรณ์กว่า และก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ และ ฝุ่นเถ้าน้อยกว่า

2) ตรวจสอบประสิทธิภาพเตาหลอม ควรมีการตรวจสอบประสิทธิภาพเตาหลอมให้ใช้งานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพอยู่เสมอ ทั้งนี้นอกจากจะเป็นค่าใช้เชื้อเพลิงอย่างคุ้มค่าแล้ว ยังเป็นการลดมลพิษทางอากาศในทางอ้อมอีกด้วย

3) การใช้เตาหลอมประสิทธิภาพสูง เตาหลอมอลูมิเนียมที่โรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่างใช้อยู่ในปัจจุบัน เป็นเตาหลอมแบบเปิด ดังนั้นการควบคุมและกำจัดมลพิษทางอากาศรวมถึงฝุ่นเถ้าทำได้ยาก ดังนั้นควรมีการปรับใช้เตามหลอมอลูมิเนียมในโรงงานให้เป็นแบบปิดที่มีประสิทธิภาพสูง

4) การตรวจสอบประสิทธิภาพของอุปกรณ์ลดมลพิษทางอากาศ โรงงานได้มีการติดตั้ง Wet Scrubber เพื่อลดมลพิษทางอากาศ แม้ว่าการวัดปริมาณฝุ่นภายในพื้นที่โรงงานจะพบว่ามีค่าไม่เกินมาตรฐาน แต่ถือว่ามีปริมาณที่ค่อนข้างสูง ทั้งนี้เนื่องจากการทำงานของ Wet Scrubber ที่มีประสิทธิภาพต่ำจากการอุดตันของฝุ่น โรงหล่ออลูมิเนียมตัวอย่าง จึงควรมีการตรวจสอบประสิทธิภาพของ Wet Scrubber อย่างสม่ำเสมอ หรือ อาจปรับเปลี่ยนเป็นอุปกรณ์ลดมลพิษทางอากาศที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

### 3.4.2.3 การปรับปรุงด้านการจัดการน้ำเสีย

โรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่างไม่มีน้ำเสียจากกระบวนการผลิต เนื่องจากไม่มีการใช้น้ำ แต่จะมีน้ำเสียที่เกี่ยวเนื่องกับขบวนการผลิต ที่ควรมีการพิจารณาป้องกันมลพิษทางน้ำที่อาจเกิดขึ้น ดังนี้

1) เพิ่มบ่อปรับสภาพน้ำหมุนเวียนสำหรับ Wet Scrubber บ่อพักน้ำหมุนเวียนที่ใช้ในการทำงานของ Wet Scrubber ในปัจจุบันเป็นระบบบ่อเดียว และโรงงานมิได้มีการปรับปรุงคุณภาพน้ำใดๆ เพียงแต่ให้น้ำที่ออกจากอุปกรณ์ตกตะกอนฝุ่นและเถ้าเองในช่วงเวลาหนึ่ง การดำเนินการเช่นนี้อาจส่งผลให้น้ำที่หมุนเวียนไปให้ใช้ใหม่อาจมีสภาพเป็นกรด เนื่องจากมลสารจากกระบวนการผลิตมีแนวโน้มให้เป็นเช่นนั้น และ อาจยังมีฝุ่นและเถ้าอีกจำนวนมากปนเปื้อนอยู่ ดังนั้น น้ำหมุนเวียนในการทำงานของ Wet Scrubber ในลักษณะนี้ อาจก่อให้เกิดการกัดกร่อน และ ฝุ่นและเถ้าจับตัวภายในอุปกรณ์ได้ ซึ่งจะส่งผลให้ประสิทธิภาพในการทำงานของอุปกรณ์ลดมลพิษทางอากาศต่ำลง และ เกิดความเสียหายได้

2) การทำความสะอาดหลังคาด้วยน้ำ ตามที่ได้กล่าวแล้วว่า แม้ผลการตรวจวัดมลพิษทางอากาศของโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่างไม่เกิดค่ามาตรฐานกำหนด แต่การดำเนินการของโรงงานในการนี้ควรจะมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพิจารณา ซึ่งการทำความสะอาดหลังคาด้วยน้ำทำได้ไม่ยาก ด้วยพนักงานของโรงงานเป็นครั้งคราว โดยควรมีการติดตั้งรางรวบรวมน้ำจากการทำความสะอาดหลังคานี้ เข้าสู่บ่อพักน้ำของโรงงาน การดำเนินการทำความสะอาดหลังคานี้ ควรทำในช่วงที่มีหยุดการผลิต หรือ มีการผลิตน้อย ทั้งนี้จะได้ไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อกระบวนการผลิตหลัก การทำความสะอาดหลังคาด้วยน้ำนี้ นอกจากจะลดมลพิษทางน้ำที่อาจเกิดขึ้นจากโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่างแล้ว ยังเป็นประโยชน์ต่อการส่องผ่านของแสงทางช่องแสงบนหลังคาของโรงงาน ซึ่งจะทำให้บริเวณพื้นที่ทำงานสว่างและลดการใช้ไฟฟ้าได้อีกทางหนึ่งด้วย

3) ตรวจสอบประสิทธิภาพของบ่อหมุนเวียนน้ำ การตรวจสอบประสิทธิภาพในการตกตะกอนของบ่อหมุนเวียนน้ำใช้สำหรับ Wet Scrubber นั้น จำเป็นต้องมีการดำเนินการอย่างสม่ำเสมอ ด้วยเหตุผลตามที่ได้กล่าวแล้วว่า หากมีการตกตะกอนของฝุ่นและเถ้าในบ่อหมุนเวียนน้ำไม่ดีนัก จะทำให้น้ำที่หมุนเวียนไปใช้มีสภาพที่ไม่เหมาะสม อาจส่งผลให้การทำงานของ Wet Scrubber ต่ำ และ เกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์ได้ ซึ่งนอกจะการตรวจสอบประสิทธิภาพของบ่อหมุนเวียนน้ำแล้ว ควรมีการตรวจสอบการทำงานของระบบภายในด้วย เช่น พัดลมดูดไอเสีย ปั๊มพ์หมุนเวียนน้ำ และ หัวฉีด เป็นต้น

### 3.4.2.4 การปรับปรุงด้านการจัดการของเสีย

ของเสียจากโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่าง มีอยู่ด้วยกัน 2 ประเภท ได้แก่ ตะกรันจากการหลอมอลูมิเนียม กากตะกอนในบ่อพักน้ำหมุนเวียนสำหรับ Wet Scrubber การจัดการของเสีย ของโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่าง มีการดำเนินการแยกตามประเภทของเสียที่เกิดขึ้น ดังนี้

1) ตะกรันจากการหลอมอลูมิเนียม ประมาณร้อยละ 5-10 ส่งให้กับบริษัท ที่ได้รับการรับรองการกำจัดกากอุตสาหกรรมนำไปกำจัด ส่วนที่เหลือส่งไปยังโรงงานหล่ออลูมิเนียมจากตะกรันที่ได้รับอนุญาตอย่างถูกต้อง

2) กากตะกอนในบ่อพักน้ำหมุนเวียนสำหรับ Wet Scrubber มีผู้มารับซื้อไปเข้ากระบวนการแยกโลหะต่อไป

สำหรับการจัดการของเสียของโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่าง อาจกล่าวได้ว่ามีการดำเนินการอย่างถูกวิธี กล่าวคือ มีการลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตของโรงงาน โดยนำของเสียเข้าสู่กระบวนการหลอมหล่อเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่อย่างคุ้มค่า จึงควรรักษามาตรฐานในการจัดการของเสียของโรงงานไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**3.4.3 การปรับปรุงการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยในโรงงาน**

โรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่างมีประเด็นด้านความปลอดภัยที่ควรพิจารณา 9 ประเด็น ดังนี้

1) ปริมาณฝุ่นในพื้นที่ทำงาน ไม่เกินค่ามาตรฐาน แต่ จะเห็นได้ว่าทำให้ทัศนวิสัยในการทำงานภายในโรงงานต่ำ

2) ความร้อนภายในโรงงาน มีอุณหภูมิตามดัชนี WBGT เกินค่ามาตรฐานกำหนด แต่ยากที่จะกล่าวว่าโรงงานมีการจัดการไม่ดี เนื่องจากอุณหภูมิภายนอกกลางวันในบางวันสูงถึง 40 องศาเซลเซียส

3) แสงสว่างบริเวณพื้นที่ทำงาน มีความเข้มของการส่องสว่างต่ำกว่าค่ามาตรฐาน เนื่องจากฝุ่นที่จับตัวหนาบนหลังคา และ หลอดไฟส่องสว่างในพื้นที่ทำงานไม่พอ

4) สถานที่วางสารเคมี ไม่พอต่อการเก็บ มีการวางสารเคมีภายนอก และ ยังไม่มีการเก็บข้อมูลองค์ประกอบของสารเคมีที่ใช้จากผู้ขายไว้ในฐานข้อมูลของโรงงาน

5) สถานที่กองตะกรันจากกระบวนการหลอม ไม่มีการกั้นบริเวณ และ ตะกรันที่ถูกนำมากองรวมกันยังมีความร้อนอยู่ อาจเกิดความไม่ปลอดภัยขึ้นได้

6) สถานที่เก็บน้ำมันใช้แล้วที่เป็นเชื้อเพลิง อยู่บริเวณภายนอกรั้วโดยไม่มีเขตหรือสิ่งป้องกัน มีความเสี่ยงจากเหตุเพลิงไหม้

7) อุปกรณ์ที่ใช้ดับเพลิง มีน้อยมาก จึงมีความเสี่ยงหากเกิดเหตุเพลิงไหม้

8) อุปกรณ์ป้องกันอันตรายสำหรับพนักงาน มีการจัดหาสำหรับพนักงานอยู่พอสมควร แต่พนักงานไม่ต้องการใส่อุปกรณ์

9) การจัดวางวัตถุดิบภายในโรงงาน ไม่เป็นระเบียบ และไม่เป็นหมวดหมู่ ทำให้เสียเวลาในการทำงาน และ อาจเกิดอันตรายต่อพนักงาน

ดังนั้น โรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่างควรมีการปรับปรุงการบริหารจัดการด้านความปลอดภัย ในแต่ละประเด็นที่กล่าวข้างต้น ดังนี้

1) ปริมาณฝุ่นในพื้นที่ทำงาน เนื่องจากฝุ่นและเถ้าในบริเวณพื้นที่ทำงานของโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่าง เกิดจากการใช้น้ำมันใช้แล้วเป็นเชื้อเพลิง ดังนั้น ควรมีการพิจารณาเปลี่ยนเชื้อเพลิงเป็นชนิดอื่นที่จะก่อให้เกิดฝุ่นน้อยกว่า เช่น ก๊าซ LPG หรือ ก๊าซ NGV เป็นต้น

2) ความร้อนภายในโรงงาน แม้จะหลีกเลี่ยงได้ยาก ที่จะเกิดปัญหาความร้อนภายในโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่าง แต่อาจบรรเทาได้โดยการติดอุปกรณ์ระบายอากาศภายในโรงงาน เช่น ลูกหมุนบนหลังคา เป็นต้น

3) แสงสว่างบริเวณพื้นที่ทำงาน แม้ว่าการทำงานในโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่าง เป็นงานที่ไม่ต้องการความละเอียดในการทำงานมากนัก แต่ก็ไม่ควรมีค่าความเข้มของการส่องสว่างต่ำกว่าที่มาตรฐานกำหนด ดังนั้น โรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่าง ควรมีการทำความสะอาดหลังคาเพื่อให้แสงจากภายนอกเข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาได้ และ อาจพิจารณาเปิดหรือติดไฟส่องสว่างเพิ่มเติม แต่อย่างไรก็ดี การทำความสะอาดหลังคาน่าจะส่งผลดีในระยะยาว กล่าวคือ นอกจากพื้นที่ทำงานจะสว่างขึ้นแล้ว ยังเป็นการประหยัดพลังงานไฟฟ้าสำหรับไฟส่องสว่างอีกด้วย

4) สถานที่วางสารเคมี โรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่างควรพิจารณาขยายห้องเก็บสารเคมี หรือ หาที่วางสารเคมีที่เหมาะสมและห่างจากสายการผลิต เพื่อป้องกันอุบัติเหตุ นอกจากนั้น ควรมีการเก็บข้อมูลองค์ประกอบของสารเคมีที่ใช้จากผู้ขายไว้ในฐานข้อมูลของโรงงานด้วย

5) สถานที่กองตะกรันจากกระบวนการหลอมของโรงงานหลัก ตะกรันจากการหลอมอลูมิเนียมของโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่าง แม้ว่าจะเป็นเพียงช่วงเวลาสั้นในการทิ้งกอง เพื่อรอการขนส่งไปยังโรงหล่ออลูมิเนียมจากตะกรัน แต่ในช่วงเวลาที่รอการขนย้ายนี้ อาจมีความเสี่ยงต่อความไม่ปลอดภัยได้ ดังนั้น โรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่าง ควรมีการพิจารณาสร้างคันกั้นรอบบริเวณที่มีการทิ้งกองตะกรัน เพื่อป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้

6) สถานที่เก็บน้ำมันใช้แล้วที่เป็นเชื้อเพลิง ถึงแม้ว่าบริเวณพื้นที่โรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่าง ไม่เพียงพอในการเก็บถังน้ำมันที่ใช้แล้วที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงในกระบวนการผลิต และจำเป็นต้องวางไว้บริเวณนอกรั้วของโรงงาน ก็ควรมีการพิจารณาติดตั้งหรือสร้างเครื่องกั้นโดยรอบ ทั้งนี้ เพื่อลดความเสี่ยงจากเหตุเพลิงไหม้

7) อุปกรณ์ที่ใช้ดับเพลิง ควรมีการพิจารณาติดตั้งอุปกรณ์ดับเพลิงภายในโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่างในจุดที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดเพลิงไหม้ให้มากขึ้น

8) อุปกรณ์ป้องกันอันตรายสำหรับพนักงาน โรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่างควรมีการประชาสัมพันธ์ หรือ มีกฎเกณฑ์สำหรับการแต่งกาย ตลอดจนการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากการทำงานของพนักงาน ที่โรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่างได้จัดหาให้ เพื่อให้เกิดความเหมาะสมและปลอดภัยในขณะปฏิบัติงาน ตลอดจนการติดป้ายเตือนในบริเวณต่างๆ ภายในโรงงาน

9) การจัดวางวัตถุดิบภายในโรงงาน โรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่างควรมีการจัดระเบียบ และหมวดหมู่ในการจัดเก็บวัตถุดิบอย่างเป็นระบบ ซึ่งจะส่งผลให้การขนย้ายวัตถุดิบเข้าสู่กระบวนการผลิตสะดวกขึ้น ไม่เสียเวลาในการทำงานไปกับการหาวัตถุดิบในแต่ละรอบการผลิต และ ยังส่งผลให้เกิดความปลอดภัยในการทำงานของพนักงานอีกด้วย

หลังจากการประชุมร่วมกับโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่าง เกี่ยวกับแนวทางในการปรับปรุงการบริหารจัดการด้านสิ่งแวดล้อม และ ความปลอดภัยภายในโรงงาน เจ้าของโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่างมีศักยภาพและความพร้อมในการดำเนินการดังข้อสรุปในตารางที่ 3.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.7 แนวทางการปรับปรุงการบริหารจัดการด้านสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัย และความพร้อมในการดำเนินการของโรงงานตัวอย่าง

| ประเด็นในการปรับปรุง | ข้อควรพิจารณา | ความพร้อมในการดำเนินการ |
|---|---|---|
| **1. ภาพรวมของโรงงาน** | | |
| (1) จัดทำแผนการจัดการสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัย | (1) ไม่มีค่าใช้จ่าย | ✓ |
| **2. ด้านการจัดการมลพิษทางอากาศ** | | |
| (1) ใช้ก๊าซ LPG เป็นเชื้อเพลิงแทนน้ำมันใช้แล้ว* | (1) ต้นทุนเพิ่ม | ✓ |
| (2) ตรวจสอบประสิทธิภาพเตาหลอมอยู่เสมอ | (2) มีค่าใช้จ่าย (ดำเนินการ) | ✓ |
| (3) ใช้เตาหลอมประสิทธิภาพสูงแทนที่ใช้ปัจจุบัน | (3) มีค่าใช้จ่าย (อุปกรณ์/การติดตั้ง) | ✓ |
| (4) ตรวจสอบประสิทธิภาพของอุปกรณ์ลดมลพิษทางอากาศ | (4) มีค่าใช้จ่าย (ดำเนินการ) | ✓ |
| **3. ด้านการจัดการน้ำเสีย** | | |
| (1) เพิ่มบ่อปรับสภาพน้ำหมุนเวียนสำหรับ Wet Scrubber | (1) มีค่าใช้จ่าย (อุปกรณ์/การติดตั้ง) | ✗ |
| (2) ทำความสะอาดหลังคาด้วยน้ำ** | (2) มีค่าใช้จ่าย (ดำเนินการ) | ✓ |
| (3) ตรวจสอบประสิทธิภาพของบ่อหมุนเวียนน้ำ | (3) มีค่าใช้จ่าย (ดำเนินการ) | ✓ |
| **4. ด้านความปลอดภัยในโรงงาน** | | |
| (1) ใช้ก๊าซ LPG เป็นเชื้อเพลิงแทนน้ำมันใช้แล้วเพื่อลดฝุ่น* | (1) ต้นทุนเพิ่ม | ✓ |
| (2) ติดอุปกรณ์ระบายอากาศในโรงงานลดความร้อน | (2) มีค่าใช้จ่าย (อุปกรณ์/การติดตั้ง) | ✓ |
| (3) ทำความสะอาดหลังคาด้วยน้ำเพิ่มแสง** | (3) มีค่าใช้จ่าย (ดำเนินการ) | ✓ |
| (4) เปิดไฟส่องสว่างในพื้นที่ทำงานเพิ่มแสง | (4) มีค่าใช้จ่าย (ไฟฟ้า) | ✓ |
| (5) หาที่จัดวางสารเคมีให้ปลอดภัย | (5) มีค่าใช้จ่าย (การก่อสร้าง) | ✓ |
| (6) บันทึกข้อมูลสารเคมีที่ใช้ในการผลิต | (6) ไม่มีค่าใช้จ่าย | ✓ |
| (7) สร้างคันกั้นรอบริเวณที่มีการทิ้งกองตะกรัน | (7) มีค่าใช้จ่าย (การก่อสร้าง) | ✓ |
| (8) สร้าง/ติดตั้งเครื่องกั้นโดยรอบที่เก็บน้ำมันใช้แล้วนอกรั้ว | (8) มีค่าใช้จ่าย (การก่อสร้าง) | ✓ |
| (9) ติดตั้งอุปกรณ์ดับเพลิงในจุดเสี่ยงเพิ่มเติม | (9) มีค่าใช้จ่าย (อุปกรณ์/การติดตั้ง) | ✓ |
| (10) จัดหมวดหมู่ของวัตถุดิบในโรงเก็บให้เป็นระบบ | (10) ไม่มีค่าใช้จ่าย | ✓ |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 4

# ผลการทดลอง

## 4.1 ตารางบันทึกผลการตรวจวัดด้านพลังงาน

### 4.1.1 ผลการตรวจวัดก่อนการปรับปรุงประสิทธิภาพด้านพลังงาน

อัตราการใช้พลังงานช่วงก่อนการปรับปรุง (เดือนมกราคม ถึง มิถุนายน)

| | | |
|---|---|---|
| ปริมาณน้ำมันดำที่ใช้ | 206,800 | ลิตร / 6 เดือน |
| ค่าใช้จ่ายด้านความร้อน | 2,481,600 | บาท / 6 เดือน |
| ราคาเชื้อเพลิง (น้ำมันดำ) เฉลี่ยต่อหน่วย | 12.00 | บาท / ลิตร |

### 4.1.2 ผลการตรวจวัดหลังการปรับปรุงประสิทธิภาพด้านพลังงาน

อัตราการใช้พลังงานช่วงหลังการปรับปรุง (เดือนสิงหาคม ถึง ตุลาคม) :

| | | |
|---|---|---|
| ปริมาณก๊าซ LPG ที่ใช้ | 58,992 | kg / 3 เดือน |
| ค่าใช้จ่ายด้านความร้อน | 1,044,682.3 | บาท / 3 เดือน |
| ราคาก๊าซ LPG เฉลี่ยต่อหน่วย | 17.73 | บาท / kg |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.1.3 ผลการตรวจวัดก่อนและหลังการปรับปรุงประสิทธิภาพด้านการใช้พลังงาน

ตารางที่ 4.1 ค่าดัชนีการใช้พลังงาน(SEC)ก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงของบริษัท อัมพรประเสริฐ อลูมิเนียมอินกอต จำกัด

| | ปริมาณแท่งอินกอต | พลังงานไฟฟ้า | | พลังงานความร้อน | | | | ดัชนีการใช้พลังงาน (SEC)* | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | น้ำมันดำ | | ก๊าซ LPG | | | ความร้อน | | |
| | Ton | kWh | MJ | ลิตร | MJ | kg | MJ | ไฟฟ้า | น้ำมันดำ | ก๊าซ LPG | รวม |
| มกราคม 2553 | 217.60 | 6,407.00 | 23,065.20 | 33,600.0 | 1,160,208.0 | - | - | 106.0 | 5,331.8 | - | 5,437.8 |
| กุมภาพันธ์ 2553 | 217.60 | 6,091.00 | 21,927.60 | 33,600.0 | 1,160,208.0 | - | - | 100.8 | 5,331.8 | - | 5,432.6 |
| มีนาคม 2553 | 248.20 | 10,075.05 | 36,270.18 | 38,400.0 | 1,325,952.0 | - | - | 146.1 | 5,342.3 | - | 5,488.4 |
| เมษายน 2553 | 207.40 | 7,479.66 | 26,926.78 | 32,000.0 | 1,104,960.0 | - | - | 129.8 | 5,327.7 | - | 5,457.5 |
| พฤษภาคม 2553 | 219.30 | 9,677.76 | 34,839.94 | 32,400.0 | 1,118,772.0 | - | - | 158.9 | 5,101.6 | - | 5,260.4 |
| มิถุนายน 2553 | 244.80 | 9,501.30 | 34,204.68 | 36,800.0 | 1,270,704.0 | - | - | 139.7 | 5,190.8 | - | 5,330.5 |
| | | **8,205.30** | | **34,466.67** | | | | | | | **5,401.22** |
| สิงหาคม 2553 | 219.30 | 12,763.77 | 45,949.57 | - | - | 19,392.0 | 905,606.4 | 209.5 | - | 4,129.5 | 4,339.1 |
| กันยายน 2553 | 223.59 | 12,531.72 | 45,114.19 | - | - | 20,640.0 | 963,888.0 | 201.8 | - | 4,310.9 | 4,512.7 |
| ตุลาคม 2553 | 208.42 | 7,959.63 | 28,654.67 | - | - | 17,420.0 | 813,514.0 | 137.5 | - | 3,903.2 | 4,040.7 |
| | | **11,085.04** | | | | **19,150.67** | | | | | **4,297.50** |
| **รวม** | **2,006.21** | **101,777.23** | **296,952.80** | **241,266.67** | **7,140,804.00** | **76,602.67** | **2,683,008.40** | - | - | - | - |

*ช่วงก่อนการปรับปรุงคือช่วงเดือน มกราคม – มิถุนายน 2553

*ช่วงหลังการปรับปรุงคือช่วงเดือน สิงหาคม – ตุลาคม 2553

*ค่าดัชนีการใช้พลังงาน( SEC: Specific Energy Consumption ) หมายถึง สัดส่วนของปริมาณพลังงานที่ใช้ต่อปริมาณผลผลิต มีหน่วยเป็น MJ/Ton-Al ต่อเดือน

**4.2 ตารางบันทึกผลการตรวจวัดด้านสิ่งแวดล้อม**

**4.2.1 ผลการตรวจวัดก่อนการปรับปรุงประสิทธิภาพด้านสิ่งแวดล้อม**

ตารางที่ 4.2 ผลการตรวจวัดปริมาณของสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากปล่อง (น้ำมันเครื่องใช้แล้ว)

ชื่อสถานประกอบการ : บริษัท อัมพรประเสริฐ อลูมิเนียม อินกอต จำกัด

สถานที่ตั้ง : 99/3 หมู่ 3 ถนนเอกชัย ซอยกองพนันพล อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร 74000

วันที่เก็บตัวอย่าง : 13 พฤษภาคม 2553

วันที่วิเคราะห์ : 16 พฤษภาคม 2553

วิธีการและเครื่องมือ : High flow volume pump Isokinetic / US EPA Method 5 และ US EPA Method6,7,8,10,12,18,26,29 ปรับความถูกต้อง วันที่ 4-5 มีนาคม 2553, หมดอายุ วันที่ 4-5 มีนาคม 2554'TESTO' Flue Gas Analyzer 350 Serial No.06323500 ปรับความถูกต้อง วันที่ 23 กุมภาพันธ์ 2553, หมดอายุ วันที่ 23 กุมภาพันธ์ 2554

| รายการตรวจวัด | ผลการตรวจวัด เตาหลอมอลูมิเนียม | มาตรฐาน * | ผลการเปรียบเทียบ |
|---|---|---|---|
| เชื้อเพลิงที่ใช้ | น้ำมันเครื่องใช้แล้ว | - | - |
| เส้นผ่านศูนย์กลาง (cm) | 60 | - | - |
| ความสูง (m) | 18 | - | - |
| อุณหภูมิ ($^0$C) | 48 | - | - |
| ความเร็วลมเฉลี่ย (m/sec) | 3.10 | - | - |
| ความชื้นสัมพัทธ์ (%RH) | 0.26 | - | - |
| Total Suspended Particulate (TSP) (mg/m$^3$) | 21.30 | 240 | ผ่าน |
| Hydrogen chloride (mg/m$^3$) | 0.21 | 85 | ผ่าน |
| Hydrogen fluoride (HF)(ppm) | 0.08 | 85 | ผ่าน |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | | |
|---|---|---|---|
| Carbon monoxide (CO) (ppm) | 86.01 | 110 | ผ่าน |
| Sulfur dioxide ($SO_2$) (ppm) | 15.26 | 800 | ผ่าน |
| Nitrogen dioxide ($NO_2$) (ppm) | 3.41 | 200 | ผ่าน |
| Mercury (Hg) ($mg/m^3$) | ND | 0.15 | ผ่าน |
| Arsenic (As) ($mg/m^3$) | ND | 0.65 | ผ่าน |
| Antimony (Sb) ($mg/m^3$) | ND | 0.65 | ผ่าน |
| Cadmium (Cd) ($mg/m^3$) | ND | 0.65 | ผ่าน |
| Selenium (Se) ($mg/m^3$) | ND | 0.65 | ผ่าน |
| Tellurium ($mg/m^3$) | ND | 0.65 | ผ่าน |
| Vanadium ($mg/m^3$) | ND | 13 | ผ่าน |
| Chromium ($mg/m^3$) | 0.18 | 13 | ผ่าน |
| Cobalt (Co) ($mg/m^3$) | ND | 13 | ผ่าน |
| Nickel (Ni) ($mg/m^3$) | 0.27 | 13 | ผ่าน |
| Copper (Cu) ($mg/m^3$) | ND | 13 | ผ่าน |
| Lead ($mg/m^3$) | ND | 13 | ผ่าน |
| Manganese (Mn) ($mg/m^3$) | ND | 13 | ผ่าน |
| Tin ($mg/m^3$) | 0.26 | 13 | ผ่าน |

หมายเหตุ * ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม พ.ศ. 2548 เรื่อง กำหนดค่าปริมาณสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงานกรณีการใช้น้ำมันใช้แล้วที่ผ่านกระบวนการปรับคุณภาพและเชื้อเพลิงสังเคราะห์เป็นเชื้อเพลิงในเตาอุตสาหกรรม(ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่มที่ 122 ตอนพิเศษ 52 ง เมื่อวันที่ 14 กรฎาคม 2548) [สภาวะอ้างอิง (Reference Condition) ที่ความดัน 1 บรรยากาศ หรือที่ 760

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มิลลิเมตรปรอท อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ที่สภาวะแห้ง (Dry Basis) โดยมีปริมาตรอากาศส่วนเกินในการเผาไหม้ (Excess Air) ร้อยละ 50 หรือมีปริมาตรออกซิเจนในอากาศเสีย ร้อยละ 7]

### 4.2.2 ผลการตรวจวัดหลังการปรับปรุงประสิทธิภาพด้านสิ่งแวดล้อม

ตารางที่ 4.3 ผลการตรวจวัดปริมาณของสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากปล่อง (LPG)

ชื่อสถานประกอบการ : บริษัท อัมพรประเสริฐ อลูมิเนียม อินกอต จำกัด
สถานที่ตั้ง : 99/3 หมู่ 3 ถนนเอกชัย ซอยกองพนันพล อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร 74000
วันที่เก็บตัวอย่าง : 9 ตุลาคม 2553
วันที่วิเคราะห์ : 12 ตุลาคม 2553
วิธีการและเครื่องมือ : Isokinetic / US EPA Method 5 และ US EPA Method 6,7,8,10,12,18,26,29 ปรับความถูกต้อง วันที่ 27 สิงหาคม 2553, หมดอายุ วันที่ 27 สิงหาคม 2553 'TESTO' Flue Gas Analyzer 350 Serial No.06323500 ปรับความถูกต้อง วันที่ 23กุมภาพันธ์,หมดอายุ 23 กุมภาพันธ์ 2554

| รายการตรวจวัด | ผลการตรวจวัด | มาตรฐาน * | ผลการเปรียบเทียบ |
|---|---|---|---|
| | เตาหลอมอลูมิเนียม | | |
| เชื้อเพลิงที่ใช้ | LPG | - | - |
| เส้นผ่านศูนย์กลาง (cm) | 60 | - | - |
| ความสูง (m) | 18 | - | - |
| อุณหภูมิ ($^0$C) | 305 | - | - |
| ความเร็วลมเฉลี่ย (m/sec) | 12.29 | - | - |
| ความชื้นสัมพัทธ์ (%RH) | 0.06 | - | - |
| Total Suspended Particulate (TSP) (mg/m$^3$) | 91.86 | 240 | ผ่าน |
| Hydrogen chloride(mg/m$^3$) | 3.66 | 160 | ผ่าน |
| Carbon monoxide (CO) (ppm) | 292.00 | 690 | ผ่าน |
| Sulfur dioxide ($SO_2$) (ppm) | 3.00 | 950 | ผ่าน |
| Nitrogen dioxide ($NO_2$) (ppm) | 0.90 | 200 | ผ่าน |
| Mercury (Hg) (mg/m$^3$) | 0.824 | 2.4 | ผ่าน |
| Arsenic (As) (mg/m$^3$) | ND | 16 | ผ่าน |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | | |
|---|---|---|---|
| Antimony (Sb) ($mg/m^3$) | ND | 16 | ผ่าน |
| Copper (Cu) ($mg/m^3$) | 0.660 | 24 | ผ่าน |
| Lead ($mg/m^3$) | ND | 24 | ผ่าน |
| Hydrogen sulfide (ppm) | 0.31 | 80 | ผ่าน |
| Xylene (ppm) | 0.26 | - | - |
| Cresol (ppm) | ND | - | - |
| Chlorine ($mg/m^3$) | 0.15 | 24 | ผ่าน |
| Sulfuric acid (ppm) | 0.11 | - | - |

หมายเหตุ * ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดค่าปริมาณของสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงาน พ.ศ. 2549(ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่มที่ 123 ตอนพิเศษ 125 ง เมื่อวันที่ 4 ธันวาคม 2549) [สภาวะอ้างอิง (Reference Condition) ที่ความดัน 1 บรรยากาศ หรือที่ 760 มิลลิเมตรปรอท อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ที่สภาวะแห้ง (Dry Basis) โดยมีปริมาตรอากาศส่วนเกินในการเผาไหม้ (Excess Air) ร้อยละ 50 หรือมีปริมาตรออกซิเจนในอากาศเสีย ร้อยละ 7]

**4.3 ตารางบันทึกผลการตรวจวัดด้านความปลอดภัย**

**4.3.1 ผลการตรวจวัดก่อนการปรับปรุงประสิทธิภาพด้านความปลอดภัย**

ตารางที่ 4.4 ผลการตรวจวัดระดับความเข้มของแสงในสถานประกอบการ

ชื่อสถานประกอบการ : บริษัท อัมพรประเสริฐ อลูมิเนียม อินกอต จำกัด
สถานที่ตั้ง : 99/3 หมู่ 3 ถนนเอกชัย ซอยกองพันนพล อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร 74000
วันที่เก็บตัวอย่าง : 13 พฤษภาคม 2553
วิธีการและเครื่องมือ : Digital Light Meter Model TM-204 Serial No. 080905423 ปรับความถูกต้อง วันที่ 16 มิถุนายน 2552, หมดอายุ วันที่ 16 มิถุนายน 2553

| ลำดับ | สถานที่ | ลักษณะงาน | ผลการตรวจวัด (Lux) | มาตรฐาน | | ผลเปรียบเทียบ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ลานวางอลูมิเนียม | วางอลูมิเนียม | 69 | 100 | 100 | ไม่ผ่าน | ไม่ผ่าน |
| 2 | ลางเทอลูมิเนียม 1 | เทอลูมิเนียม | 71 | 300 | 300 | ไม่ผ่าน | ไม่ผ่าน |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | ลางเทอลูมิเนียม 2 | เทอลูมิเนียม | 77 | 300 | 300 | ไม่ผ่าน | ไม่ผ่าน |

หมายเหตุ * ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่องมาตรการคุ้มครองความปลอดภัยในการประกอบกิจการโรงงาน เกี่ยวกับสภาวะแวดล้อมในการทำงาน ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 120 ง ตอนพิเศษ138ง วันที่ 3 ธันวาคม 2546

** กฎกระทรวง กำหนดมาตรฐานในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสียง พ.ศ. 2549

ตารางที่ 4.5 ผลการตรวจวัดระดับความร้อนในสถานประกอบการ

ชื่อสถานประกอบการ :บริษัท อัมพรประเสริฐ อลูมิเนียม อินดอต จำกัด
สถานที่ตั้ง :99/3 หมู่ 3 ถนนเอกชัย ซอยกองพันนันพล อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร 74000
วันที่เก็บตัวอย่าง :9 ตุลาคม 2553
วิธีการและเครื่องมือ :Heat Stress Monitor 3M RSS-214DL Serial No.3238
ปรับความถูกต้อง วันที่ 12 พฤศจิกายน 2552, หมดอายุ วันที่ 12 พฤศจิกายน 2553

| ลำดับ | สถานที่ | ผลการตรวจวัด ($^{O}$C) | | | | มาตรฐาน ($^{O}$C) | | ผลการเปรียบเทียบ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | WBGT | DB | WB | GT | * (WBGT) | ACGIH (WBGT) | * (WBGT) |
| 1 | หน้าเตาหลอมอลูมิเนียม | 35.0 | 39.5 | 30.8 | 45.2 | 30.0 | 27.5 | ไม่ผ่าน |

หมายเหตุ * ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่องมาตรการคุ้มครองความปลอดภัยในการประกอบกิจการโรงงานเกี่ยวกับ สภาวะแวดล้อมในการทำงาน ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 120 ตอนพิเศษ 138 งวันที่ 3 ธันวาคม 2546 และ กฎกระทรวง กำหนดมาตรฐานในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสียง พ.ศ. 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ACGIH = American Conference of Governmental Industrial Hygienists, 2009.

WBGT = Wet Bulb Globe Thermometer (ดัชนีกระเปาะเปียกและโกลบ)

DB = Dry Bulb Thermometer (อุณหภูมิกระเปาะแห้ง)

WB = Wet Bulb Thermometer (อุณหภูมิกระเปาะเปียก)

GT = Globe Thermometer (อุณหภูมิแบลคโกลบ)

ตารางที่ 4.6 ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศในสถานประกอบการ

ชื่อสถานประกอบการ : บริษัท อัมพรประเสริฐ อลูมิเนียม อินกอต จำกัด
สถานที่ตั้ง : 99/3 หมู่ 3 ถนนเอกชัย ซอยกองพันนพล อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร 74000
วันที่เก็บตัวอย่าง : 13 พฤษภาคม 2553
วันที่วิเคราะห์ : 16 พฤษภาคม 2553
วิธีการและเครื่องมือ : PVC Filter และ Personal pump SKC Air Sampling Pump ปรับความถูกต้อง วันที่ 22 พฤษภาคม 2552, หมดอายุ วันที่ 22 พฤษภาคม 2553วิธีการวิเคราะห์ Weighting : Digital Balance ยี่ห้อ OHAUS รุ่น AR 2140 SerialNo.1201240143 ปรับความถูกต้อง วันที่ 22 กันยายน 2552, หมดอายุ วันที่ 22 กันยายน 2553 อัตราการดูดอากาศ : 1.8 l/min

| ลำดับ | สถานที่ | พารามิเตอร์ | ผลการวิเคราะห์ | มาตรฐาน (ACGIH) | | ผลเปรียบเทียบ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | หน้าเตาหลอมอลูมิเนียม | Total dust | 6.82 mg/$m^3$ | 15 mg/$m^3$ | 10 mg/$m^3$ | ผ่าน |

หมายเหตุ ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม (สารเคมี) ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 94 ตอนที่ 64 วันที่ 12 กรกฎาคม 2520 ในตารางผลการตรวจวัดเฉลี่ยการเก็บตัวอย่างที่ 8 ชั่วโมงการทำงาน ACGIH = American Conference of Governmental Industrial Hygienists, 2005 mg/$m^3$ = milligram per cubic meter (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.3.2 ผลการตรวจวัดหลังการปรับปรุงประสิทธิภาพด้านความปลอดภัย

ตารางที่ 4.7 ผลการตรวจวัดระดับความเข้มของแสงในสถานประกอบการ

ชื่อสถานประกอบการ : บริษัท อัมพรประเสริฐ อลูมิเนียม อินกอต จำกัด
สถานที่ตั้ง : 99/3 หมู่ 3 ถนนเอกชัย ซอยกองพนันพล อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร 74000
วันที่เก็บตัวอย่าง : 9 ตุลาคม 2553
วิธีการและเครื่องมือ : Digital Light Meter Model TM-204 Serial No. 080905423
ปรับความถูกต้อง วันที่ 18 มิถุนายน 2553, หมดอายุ วันที่ 18 มิถุนายน 2554

| ลำดับ | สถานที่ | ลักษณะงาน | ผลการตรวจวัด (Lux) | มาตรฐาน | | ผลเปรียบเทียบ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | * | ** | * | ** |
| 1 | ลานวางอลูมิเนียม | วางอลูมิเนียม | 201 | 100 | 100 | ไม่ผ่าน | ผ่าน |
| 2 | ลางเทอลูมิเนียม 1 | เทอลูมิเนียม | 182 | 300 | 300 | ไม่ผ่าน | ไม่ผ่าน |
| 3 | ลางเทอลูมิเนียม 2 | เทอลูมิเนียม | 179 | 300 | 300 | ไม่ผ่าน | ไม่ผ่าน |

หมายเหตุ * ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่องมาตรการคุ้มครองความปลอดภัยในการประกอบกิจการโรงงานเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อมในการทำงาน ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 120 ง ตอนพิเศษ138ง วันที่ 3 ธันวาคม 2546

** กฎกระทรวง กำหนดมาตรฐานในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสียง พ.ศ. 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 ผลการตรวจวัดระดับความร้อนในสถานประกอบการ

ชื่อสถานประกอบการ : บริษัท อัมพรประเสริฐ อลูมิเนียม อินกอต จำกัด
สถานที่ตั้ง : 99/3 หมู่ 3 ถนนเอกชัย ซอยกองพนันพล อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร 74000
วันที่เก็บตัวอย่าง : 9 ตุลาคม 2553
วิธีการและเครื่องมือ : Heat Stress Monitor Ques Temp 32 Serial No. TPH040042
ปรับความถูกต้อง วันที่ 8 เมษายน 2553, หมดอายุ วันที่ 8 เมษายน 2554

| ลำดับ | สถานที่ | ผลการตรวจวัด ($^{O}$C) | | | | มาตรฐาน ($^{O}$C) | | ผลการเปรียบเทียบ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | WBGT | DB | WB | GT | * (WBGT) | ACGIH (WBGT) | * (WBGT) |
| 1 | หน้าเตาหลอมอลูมิเนียม | 32.8 | 36.6 | 28.7 | 42.4 | 30.0 | 27.5 | ไม่ผ่าน |

หมายเหตุ * ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่องมาตรการคุ้มครองความปลอดภัยในการประกอบกิจการโรงงานเกี่ยวกับ สภาวะแวดล้อมในการทำงาน ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 120 ตอนพิเศษ 138 งวันที่ 3 ธันวาคม 2546 และ กฎกระทรวง กำหนดมาตรฐานในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสียง พ.ศ. 2549

ACGIH = American Conference of Governmental Industrial Hygienists, 2009.

WBGT = Wet Bulb Globe Thermometer (ดัชนีกระเปาะเปียกและโกลบ)

DB = Dry Bulb Thermometer (อุณหภูมิกระเปาะแห้ง)

WB = Wet Bulb Thermometer (อุณหภูมิกระเปาะเปียก)

GT = Globe Thermometer (อุณหภูมิแบลคโกลบ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศในสถานประกอบการ

ชื่อสถานประกอบการ : บริษัท อัมพรประเสริฐ อลูมิเนียม อินกอต จำกัด

สถานที่ตั้ง : 99/3 หมู่ 3 ถนนเอกชัย ซอยกองพนันพล อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร 74000

วันที่เก็บตัวอย่าง : 13 พฤษภาคม 2553

วันที่วิเคราะห์ : 16 พฤษภาคม 2553

เครื่องมือ : PVC Filter และ Personal pump SKC Air Sampling Pump ปรับความถูกต้อง วันที่ 23 พฤศจิกายน 2552, หมดอายุ วันที่ 23 พฤศจิกายน 2553

วิธีการวิเคราะห์ : Weighting : Digital Balance ยี่ห้อ OHAUS รุ่น AR 2140 Serial No.1201240143 ปรับความถูกต้อง วันที่ 14 กันยายน 2553, หมดอายุ วันที่ 14 กันยายน 2554

อัตราการดูดอากาศ : 1.8 l/min

| ลำดับ | สถานที่ | พารามิเตอร์ | ผลการวิเคราะห์ ** | มาตรฐาน ACGIH | | ผลเปรียบเทียบ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | หน้าเตาหลอมอลูมิเนียม | Total dust | 6.77 $mg/m^3$ | 15 $mg/m^3$ | 10 $mg/m^3$ | ผ่าน |

หมายเหตุ * ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม (สารเคมี) ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 94 ตอนที่ 64 วันที่ 12 กรกฎาคม 2520

** ในตารางผลการตรวจวัดเฉลี่ยการเก็บตัวอย่างที่ 8 ชั่วโมงการทำงาน

ACGIH = American Conference of Governmental Industrial Hygienists, 2005

$mg/m^3$ = milligram per cubic meter (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)

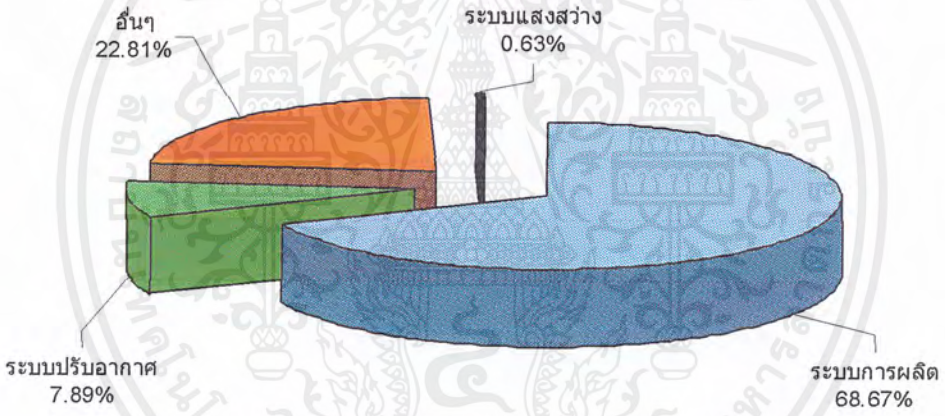
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 5

# สรุปผล

## 5.1 การปรับปรุงประสิทธิภาพด้านพลังงาน

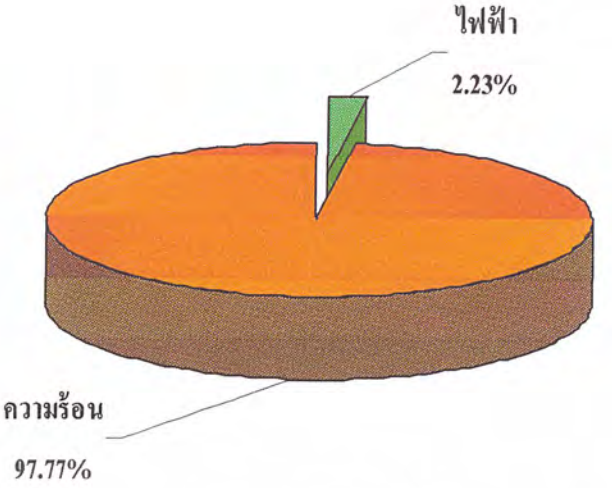
จากการตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงานของบริษัท อัมพรประเสริฐอลูมิเนียมอินกอต ในช่วงเดือนกันยายน ถึง ตุลาคม 2553 ซึ่งทางโรงงานได้มีการปรับเปลี่ยนเตาหลอมเป็นแบบใช้ก๊าซ LPG มาตั้งแต่เดือนสิงหาคมแล้วนั้น ข้อมูลที่ได้เรื่องสัดส่วนการใช้พลังงานรวมของโรงงาน โดยแยกตามระบบต่างๆ ในช่วง 10 เดือนแรก ของปี 2553 คือ ช่วงเดือนมกราคม ถึง ตุลาคม แสดงดังรูปที่ 5.1 ส่วนรูปที่ 5.2 และ 5.3 แสดงสัดส่วนการใช้พลังงานของโรงงานในส่วนของกระบวนการผลิต (การหลอม) โดยแยกเป็นสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อนก่อนและหลังการปรับปรุง



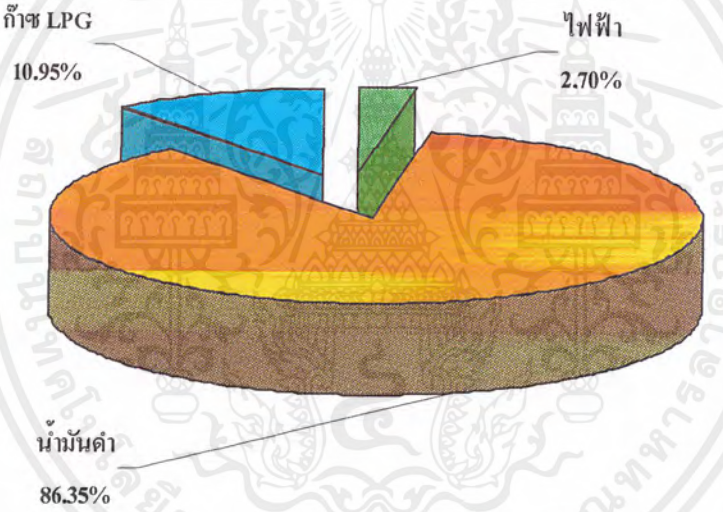

รูปที่ 5.1 สัดส่วนการใช้พลังงานรวมของโรงงานแยกตามระบบต่างๆ

ซึ่งจากรูปที่ 5.1 จะเห็นว่า บริษัท อัมพรประเสริฐ อลูมิเนียมอินกอต จำกัด มีการใช้พลังงานในส่วนของระบบการผลิต (การหลอม) มากที่สุด คือ 68.67 % ในส่วนของการใช้พลังงานอื่นๆ มีสัดส่วนลดลงจากเดิม 37.84 % เหลือ 22.81 % เนื่องจากแปลี่ยนระบบการคิดค่าไฟฟ้ามาเปลี่ยนเป็นแบบ TOU ตั้งแต่เดือนมีนาคม 2553 เป็นต้นมาซึ่งการต่อพ่วงระบบไฟฟ้าไปใช้ที่โรงงานในเครือทำให้ทางโรงงานอัมพรประเสริฐอลูมิเนียม อินกอต มีการจำกัดการพ่วงต่อไฟฟ้าไปใช้งานมากขึ้น และจึงเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้การใช้พลังงานในส่วนของระบบการผลิตในโรงงานเพิ่มสูงขึ้นกว่า 20 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 5.2 สัดส่วนการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตแท่งอลูมิเนียมช่วงที่ใช้เฉพาะน้ำมันดำ




รูปที่ 5.3 สัดส่วนการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตแท่งอลูมิเนียมโดยนับรวม
ช่วงเดือนสิงหาคม ถึง ตุลาคม 2553 ที่มีการใช้ก๊าซ LPG มาเป็นเชื้อเพลิงในการหลอม

ในรูปที่ 5.2 จะเห็นว่า การใช้พลังงานของโรงงานอัมพรประเสริฐ ฯ ช่วงที่ยังไม่มีการปรับปรุงเตาหลอม และใช้น้ำมันดำเป็นเชื้อเพลิงนั้น จะเป็นการใช้พลังงานความร้อน (เชื้อเพลิง) เป็นส่วนใหญ่ โดยมีสัดส่วนถึง 97.77 % ในขณะที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าในสัดส่วนเพียง 2.23 % ทั้งนี้เนื่องจากอุตสาหกรรมหลอมหล่อแท่งอลูมิเนียมต้องใช้ความร้อนจากเชื้อเพลิงในการหลอมเศษอลูมิเนียมที่สูงมาก ในขณะที่ในกระบวนการหลอมนี้ มีการใช้พลังงานไฟฟ้าในเครื่องจักรขนาดเล็กเท่านั้น เช่น พัดลม และเครื่องสูบน้ำ ดังกล่าวมาแล้วข้างต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อีกประการหนึ่ง คือ เชื้อเพลิงน้ำมันดำที่โรงงานนำมาใช้ เป็นเชื้อเพลิงที่ไม่ได้คุณภาพ และโดยแท้จริงแล้วน้ำมันชนิดนี้ ไม่ได้ถูกผลิตขึ้นมาเพื่อเป็นเชื้อเพลิง แต่ใช้สำหรับการหล่อลื่นเครื่องจักร และชิ้นส่วนของเครื่องจักร ดังนั้นจึงส่งผลให้มีการใช้เชื้อเพลิงในปริมาณที่สูง และยังก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศอย่างมาก (ดูตารางที่ 3.4) จนภาครัฐต้องกำหนดกฎหมายเฉพาะเพื่อควบคุมการปล่อยไอเสียจากโรงงานที่ใช้น้ำมันดำ คือ ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดค่าของปริมาณสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงาน กรณีการใช้น้ำมันใช้แล้วที่ผ่านกระบวนการปรับคุณภาพและเชื้อเพลิงสังเคราะห์เป็นเชื้อเพลิงในเตาอุตสาหกรรม พ.ศ. 2548

สำหรับรูปที่ 5.3 แสดงสัดส่วนการใช้พลังงานในกระบวนการผลิต (การหลอม) โดยนับรวมช่วงเดือนสิงหาคมถึงตุลาคม 2553 ที่มีการใช้ก๊าซ LPG มาเป็นเชื้อเพลิงในการหลอม ซึ่งพบว่า โรงงานยังคงมีการใช้พลังงานความร้อน (น้ำมันดำ และก๊าซ LPG) มากถึง 97.30 % ซึ่งลดลงจากเดิม 0.48 % ในขณะที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้น คือ มีสัดส่วนการใช้ 2.70 %

สำหรับรายละเอียดการใช้พลังงานทั้งไฟฟ้าและความร้อน มีดังนี้

1) การใช้พลังงานไฟฟ้า การใช้ไฟฟ้าช่วงเดือนมกราคม ถึง ตุลาคม ปี 2553 เป็นดังนี้

| | | |
|---|---|---|
| เครื่องวัดเลขที่ | 997 – 006225 | |
| ประเภทผู้ใช้ไฟฟ้า | 3.2.2 อัตรา TOU | |

*ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดเฉลี่ย*

| | | |
|---|---|---|
| On peak (09.00 น. – 22.00 น.) | 35.39 | kW |
| Off peak (22.00 น. – 09.00 น.) | 34.22 | kW |
| Holiday (00.00 น. – 24.00 น.) | 31.26 | kW |

| | | |
|---|---|---|
| ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ | 61,996 | kWh / 9 เดือน |
| ค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้า | 216,992.76 | บาท / 9 เดือน |
| ค่าตัวประกอบภาระไฟฟ้าเฉลี่ย (Load Factor) | 40.95 % | |
| ราคาค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วย | 3.53 | บาท / kWh |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) การใช้พลังงานความร้อน การใช้เชื้อเพลิงช่วงเดือนมกราคม ถึง ตุลาคม ปี 2553 เป็นดังนี้

*ช่วงก่อนการปรับปรุง (เดือนมกราคม ถึง มิถุนายน) :*

| | | |
|---|---|---|
| ปริมาณน้ำมันดำที่ใช้ | 206,800 | ลิตร / 6 เดือน |
| ค่าใช้จ่ายด้านความร้อน | 2,481,600 | บาท / 6 เดือน |
| ราคาเชื้อเพลิง (น้ำมันดำ) เฉลี่ยต่อหน่วย | 12.00 | บาท / ลิตร |

*ช่วงหลังการปรับปรุง (เดือนสิงหาคม ถึง ตุลาคม) :*

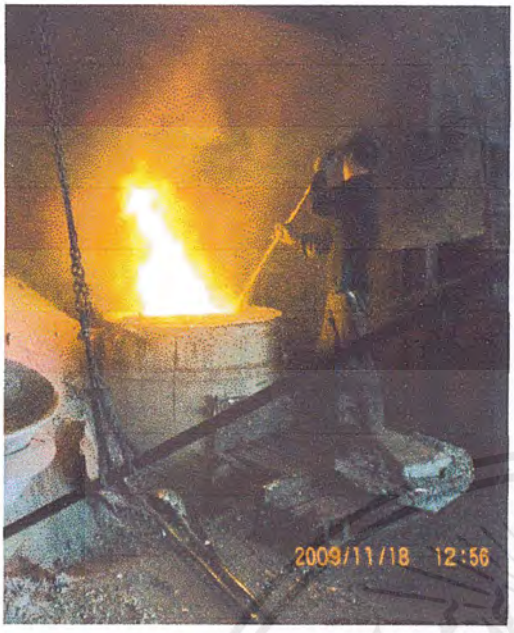
| | | |
|---|---|---|
| ปริมาณก๊าซ LPG ที่ใช้ | 58,992 | kg / 3 เดือน |
| ค่าใช้จ่ายด้านความร้อน | 1,044,682.3 | บาท / 3 เดือน |
| ราคาก๊าซ LPG เฉลี่ยต่อหน่วย | 17.73 | บาท / kg |

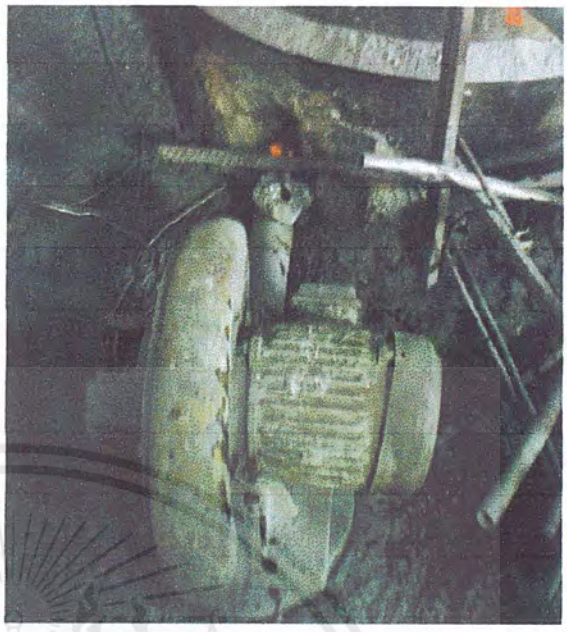
จากตารางที่ 5.1 จะเห็นว่า ค่าดัชนีการใช้พลังงานของบริษัท อัมพรประเสริฐ อลูมิเนียมอินกอต จำกัด ในช่วงก่อนการปรับปรุง (เดือนมกราคม ถึง มิถุนายน) ซึ่งเป็นช่วงที่ทางโรงงานใช้เตาหลอมเก่าและใช้น้ำมันดำเป็นเชื้อเพลิง มีค่าโดยเฉลี่ยที่ 5,401.22 MJ/Ton-Al ในขณะที่ BAT Guideline แนะนำไว้ คือ อยู่ในช่วง 900 – 2,400 kWh/Ton-Al หรือ 3,240 – 8,640 MJ/Ton-Al ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ 1) ขนาดของเตาเบ้า, 2) เชื้อเพลิงที่ใช้, 3) วัตถุดิบที่ใช้, และ 4) อุณหภูมิในการหลอม เป็นสำคัญ

แต่หลังจากการปรับปรุงโรงงานโดยใช้เวลาประมาณ 1 เดือน คือ ในช่วงเดือนกรกฎาคม และได้เริ่มทดลองเดินระบบการหลอมใหม่แบบใช้ก๊าซ LPG มาตั้งแต่วันที่ 21 กรกฎาคม เป็นต้นมา ดังแสดงภาพเปรียบเทียบเตาหลอมแบบเก่าที่ใช้น้ำมันดำ กับเตาหลอมที่ติดตั้งใหม่พร้อมระบบก๊าซ LPG ในรูปที่ 5.4 จากการเก็บข้อมูล 3 เดือนถัดมา คือ ช่วงเดือนสิงหาคม ถึง ตุลาคม พบว่า ค่าดัชนีการใช้พลังงานของโรงงานมีค่าเฉลี่ยที่ 4,297.50 MJ/Ton-Al หรือลดลงประมาณ 20.43 % นั่นแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพโดยรวมของกระบวนการหลอมดีขึ้น ซึ่งจากการวิเคราะห์โดยการทำสมดุลความร้อน (Heat balance analysis) หลังการปรับปรุง พบว่า มีข้อสังเกตที่ควรพิจารณาหลายประการ ดังรายละเอียดต่อไปนี้ (เปรียบเทียบกับข้อมูลการวิเคราะห์ก่อนปรับปรุงในบทที่ 3 หัวข้อ 3.1.4)

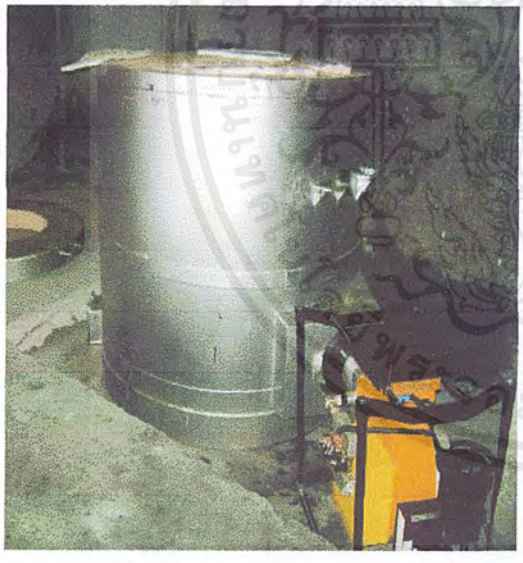
1) การสูญเสียความร้อนที่ไอเสีย (Heat loss with waste gas, $q_2$) การสูญเสียความร้อนส่วนนี้เกิดจากอุณหภูมิไอเสียที่ปล่อยออกจากเตาหลอม โดยก่อนการปรับปรุงวัดอุณหภูมิไอเสียที่ปล่อยจากเตาหลอมได้เฉลี่ยอยู่ในช่วง 170 – 180 $^{0}$C แต่หลังจากการปรับปรุงเตาหลอมใหม่และใช้ก๊าซ LPG เป็นเชื้อเพลิง อุณหภูมิไอเสียที่ปล่อยจากเตาหลอมวัดได้เฉลี่ย160–175$^{0}$Cซึ่งมีค่าไม่ลดลงจากเดิมมากนัก ทั้งนี้เนื่องจากเตาหลอมใหม่ยังเป็นระบบเปิด จึงทำให้มีการสูญเสียความร้อนส่วนนี้อยู่ในอัตราใกล้เคียงเตาหลอมเก่า คือ มีค่าโดยเฉลี่ย 1.64 % ซึ่งลดลงจากเดิมเพียง 0.12 %

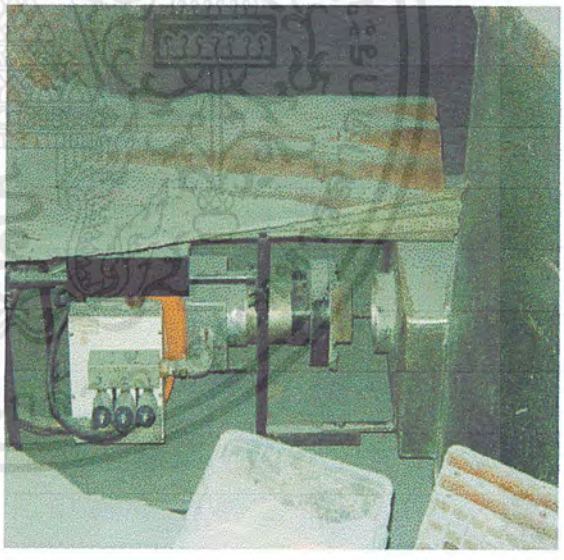
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(a) เตาหลอมเก่าและระบบจ่ายเชื้อเพลิงน้ำมันดำ





(b) เตาหลอมใหม่และระบบจ่ายก๊าซ LPG

รูปที่ 5.4 ภาพ (a) เตาหลอมเก่าที่ใช้น้ำมันดำ และ (b) เตาหลอมใหม่ใช้ก๊าซ LPG เป็นเชื้อเพลิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) การสูญเสียความร้อนจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ (Heat loss due to incomplete combustion, $q_3$) ค่าความร้อนสูญเสียค่านี้ดูจากปริมาณก๊าซ CO และปริมาณอากาศส่วนเกินที่ตรวจพบที่ stack ขณะทำการหลอมอลูมิเนียม ซึ่งก่อนการปรับปรุงวัดค่า CO ได้เฉลี่ย 86 ppm โดยอากาศส่วนเกินวัดค่าได้เฉลี่ย 82.95 % ซึ่งคิดเป็นค่าความร้อนสูญเสียจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ 6.39 % แต่หลังจากการปรับปรุงเตาหลอมใหม่ พบว่า วัดค่า CO ได้เฉลี่ย 159 ppm โดยอากาศส่วนเกินวัดค่าได้เฉลี่ย 43.67 % ซึ่งคิดเป็นค่าความร้อนสูญเสียจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ 5.51 % ลดลงจากเดิม 0.88 %

มีข้อสังเกตที่น่าสนใจ คือ ถึงแม้ค่าความเข้มข้นของ CO ที่วัดได้ในไอเสียหลังการปรับปรุงเตาหลอม จะมีค่าสูงขึ้นก็ตาม แต่ก็ไม่มากนัก ในขณะที่ปริมาณอากาศส่วนเกินที่ใช้มีค่าลดลงอย่างมาก นั่นแสดงให้เห็นถึงการเผาไหม้ที่ดีของก๊าซ LPG และความสามารถในการควบคุมปริมาณอากาศส่วนเกินได้ง่ายกว่าเมื่อเทียบกับน้ำมันดำ ดังนั้นเมื่อใช้ปริมาณอากาศส่วนเกินน้อยลง จึงส่งผลให้สามารถลดปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ลงได้ตามสัดส่วนที่ควรจะเป็นด้วย

3) ค่าการสูญเสียความร้อนจากการเผาไหม้ที่ไม่หมดในขี้เถ้า (Heat loss with unburned carbon in ash, $q_4$) ค่าการสูญเสียนี้ ขึ้นอยู่กับทั้งปริมาณขี้เถ้าที่มีอยู่ในเชื้อเพลิง และประสิทธิภาพการเผาไหม้ของเตาหลอม ดังจะเห็นได้ว่าก่อนการปรับปรุง ค่าการสูญเสียความร้อนจากการเผาไหม้ที่ไม่หมดในขี้เถ้านี้ มีค่าเฉลี่ย 3.44 % แต่หลังจากการปรับปรุงเตาหลอมและใช้ก๊าซ LPG เนื่องจากก๊าซ LPG เป็นเชื้อเพลิงสะอาด ซึ่งประกอบด้วยก๊าซโพรเพนและบิวเทน จึงเผาไหม้และมีเขม่าน้อยมาก ดังนั้นจึงไม่มีค่าการสูญเสียความร้อนในส่วนของคาร์บอนที่เผาไหม้ไม่หมดในขี้เถ้า ($q_4 = 0$ %)

4) การสูญเสียความร้อนที่ผ่านผนังเตาหลอม (Heat loss by external cooling through the furnace wall, $q_5$) ค่าการสูญเสียนี้โดยทั่วไปมักจะเป็นค่าที่ไม่มากนักถ้าเตาหลอมมีการหุ้มฉนวนที่ดี และเป็นเตาหลอมระบบปิด การพาความร้อน (Convection) และการแผ่รังสีความร้อน (Radiation) เป็น 2 ปัจจัยหลัก ที่มีผลกับค่าการสูญเสียความร้อนในส่วนนี้ จากการตรวจวัดเบื้องต้นก่อนการปรับปรุงเตาหลอม พบว่า ค่าการสูญเสียความร้อนที่ผ่านผนังเตาหลอมมีค่าสูงถึง 22.42 % ซึ่งเกิดจากการสูญเสียความร้อนโดยการพาความร้อน 17.18 % และจากการสูญเสียความร้อนโดยการแผ่รังสีความร้อน 5.24 %

แต่หลังจากการปรับปรุงเตาหลอมใหม่ จากการเก็บข้อมูลเบื้องต้นในช่วง 3 เดือน คือ เดือนสิงหาคม ถึง ตุลาคม พบว่า ค่าการสูญเสียความร้อนที่ผ่านผนังเตาหลอม ด้วยการพาความร้อนและการแผ่รังสีความร้อน มีค่าลดลงจากเดิม คือ 22.42 % เหลือเพียง 10.73 % โดยแยกเป็น 1) การสูญเสียความร้อนโดยการพาความร้อน 8.95 % และ 2) การสูญเสียความร้อนโดยการแผ่รังสีความร้อน 1.77 % ทั้งนี้เนื่องจากผนังเตาหลอมใหม่ที่มีคุณภาพในการเป็นฉนวนกันความร้อนที่ดีขึ้น โดยสังเกตได้จากอุณหภูมิที่ผนังเตาหลอมก่อนการปรับปรุง วัดค่าได้เฉลี่ย 90 – 95 $^{0}$C ในขณะอุณหภูมิที่ผนังเตาหลอมหลังการปรับปรุง วัดค่าได้เฉลี่ย 78 – 85 $^{0}$Cดังนั้น ค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อน (Thermal efficiency) ของเตาหลอมอลูมิเนียมเก่าก่อนการปรับปรุง มีค่า 65.99 % ในขณะที่เตาหลอมใหม่หลังการปรับปรุง มีค่าสูงขึ้นเป็น 82.12 % โดยปัจจัยที่มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาหลอมอลูมิเนียมใหม่ มี 2 ประการหลัก คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) การใช้เชื้อเพลิงที่สะอาด ไม่มีเขม่าควัน จึงทำให้ไม่มีค่าการสูญเสียความร้อนในส่วนของคาร์บอนที่เผาไหม้ไม่หมดในขี้เถ้า ($q_4 = 0\ \%$)

2) เตาหลอมใหม่มีความสามารถในการกักเก็บความร้อนได้ดีขึ้น ทำให้การสูญเสียความร้อนผ่านผนังเตา (Heat loss by external cooling through the furnace wall, $q_5$) มีค่าลดลงอย่างมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.1 ค่าดัชนีการใช้พลังงานก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงของบริษัท อัมพรประเสริฐ อลูมิเนียมอินกอต จำกัด

| | ปริมาณแท่งอินกอต | พลังงานไฟฟ้า | | พลังงานความร้อน | | | | ดัชนีการใช้พลังงาน (SEC)* | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | น้ำมันดำ | | ก๊าซ LPG | | | ความร้อน | | |
| | Ton | kWh | MJ | ลิตร | MJ | kg | MJ | ไฟฟ้า | น้ำมันดำ | ก๊าซ LPG | รวม |
| มกราคม 2553 | 217.60 | 6,407.00 | 23,065.20 | 33,600.0 | 1,160,208.0 | - | - | 106.0 | 5,331.8 | - | 5,437.8 |
| กุมภาพันธ์ 2553 | 217.60 | 6,091.00 | 21,927.60 | 33,600.0 | 1,160,208.0 | - | - | 100.8 | 5,331.8 | - | 5,432.6 |
| มีนาคม 2553 | 248.20 | 10,075.05 | 36,270.18 | 38,400.0 | 1,325,952.0 | - | - | 146.1 | 5,342.3 | - | 5,488.4 |
| เมษายน 2553 | 207.40 | 7,479.66 | 26,926.78 | 32,000.0 | 1,104,960.0 | - | - | 129.8 | 5,327.7 | - | 5,457.5 |
| พฤษภาคม 2553 | 219.30 | 9,677.76 | 34,839.94 | 32,400.0 | 1,118,772.0 | - | - | 158.9 | 5,101.6 | - | 5,260.4 |
| มิถุนายน 2553 | 244.80 | 9,501.30 | 34,204.68 | 36,800.0 | 1,270,704.0 | - | - | 139.7 | 5,190.8 | - | 5,330.5 |
| | | **8,205.30** | | **34,466.67** | | | | | | | **5,401.22** |
| สิงหาคม 2553 | 219.30 | 12,763.77 | 45,949.57 | - | - | 19,392.0 | 905,606.4 | 209.5 | - | 4,129.5 | 4,339.1 |
| กันยายน 2553 | 223.59 | 12,531.72 | 45,114.19 | - | - | 20,640.0 | 963,888.0 | 201.8 | - | 4,310.9 | 4,512.7 |
| ตุลาคม 2553 | 208.42 | 7,959.63 | 28,654.67 | - | - | 17,420.0 | 813,514.0 | 137.5 | - | 3,903.2 | 4,040.7 |
| | | 11,085.04 | | | | 19,150.67 | | | | | 4,297.50 |
| **รวม** | **2,006.21** | **101,777.23** | **296,952.80** | **241,266.67** | **7,140,804.00** | **76,602.67** | **2,683,008.40** | - | - | - | - |

* ค่า SEC มีหน่วยเป็น MJ/Ton-Al ต่อเดือน

ตารางที่ 5.1 แสดงค่า SEC ของโรงงานอัมพรประเสริฐ อลูมิเนียมอินกอต โดยจะเห็นว่าช่วง 6 เดือนแรก (มกราคม ถึง มิถุนายน) ซึ่งเป็นช่วงเวลาก่อนการปรับปรุง ค่า SEC ที่คำนวณได้ มีค่ามากถึง 5,401.22 MJ/Ton-Al ในขณะที่หลังจากมีการปรับปรุงเตาหลอมและระบบเชื้อเพลิงใหม่ พบว่า ค่า SEC เฉลี่ยลดลงเหลือ 4,297.50 MJ/ Ton-Al หรือลดลงเฉลี่ย 1,013.71 MJ/ Ton-Al หรือคิดเป็นค่าSEC ที่ลดลงเฉลี่ย 20.43 %

**5.2 การปรับปรุงการบริหารจัดการด้านสิ่งแวดล้อม**

จากแนวทางการปรับปรุงการบริหารจัดการด้านสิ่งแวดล้อมที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 3.4.2 นั้น ได้สรุปประเด็นการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมไว้ 4 ประเด็นคือ

1) การจัดการสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัยในภาพรวม
2) การจัดการมลพิษทางอากาศ
3) การจัดการน้ำเสีย
4) การจัดการของเสีย

ซึ่งได้มีการดำเนินการปรับปรุงไปแล้วด้านที่วางแผนไว้ดังจะแสดงผลการดำเนินการปรับปรุงในตารางที่5.2

ตารางที่ 5.2 ผลการปรับปรุงและดำเนินการตามแนวทางการบริหารจัดการด้านสิ่งแวดล้อม

| ประเด็นในการปรับปรุง | ผลการปรับปรุงและดำเนินการ |
|---|---|
| **1. ภาพรวมของโรงงาน**<br>(1) จัดทำแผนการจัดการสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัย | เริ่มจัดทำแผนแล้วหลังจากมีการอบรมโดยผู้เชี่ยวชาญ |
| **2. ด้านการจัดการมลพิษทางอากาศ**<br>(1) ใช้ก๊าซ LPG เป็นเชื้อเพลิงแทนน้ำมันใช้แล้ว<br>(2) ตรวจสอบประสิทธิภาพเตาหลอมอยู่เสมอ<br>(3) ใช้เตาหลอมประสิทธิภาพสูงแทนที่ใช้ปัจจุบัน<br>(4) ตรวจสอบประสิทธิภาพของอุปกรณ์ลดมลพิษทางอากาศ | ปริมาณฝุ่น 6.77 $mg/m^3$ ไม่เกินมาตรฐาน ลดลงจากเดิม 6.82 $mg/m^3$<br>$SO_2$ 3.0 ppm ไม่เกินมาตรฐาน ลดลงจากเดิม 15.26 ppm<br>$NO_2$ 0.9 ppm ไม่เกินมาตรฐาน ลดลงจากเดิม 3.41 ppm<br>มีสารบางตัวที่ตรวจพบเพิ่ม เนื่องจากวัตถุดิบที่หลอมมีโลหะอื่นปนเปื้อน |
| **3. ด้านการจัดการน้ำเสีย**<br>(1) ทำความสะอาดหลังคาด้วยน้ำ<br>(2) ตรวจสอบประสิทธิภาพของบ่อหมุนเวียนน้ำ | ลดการปนเปื้อนจากเขม่าและโลหะหนักที่สะสมบนหลังคาในน้ำฝน<br>ลดความเข้มข้นของน้ำที่หมุนเวียนใช้ใน Wet Scrubber |

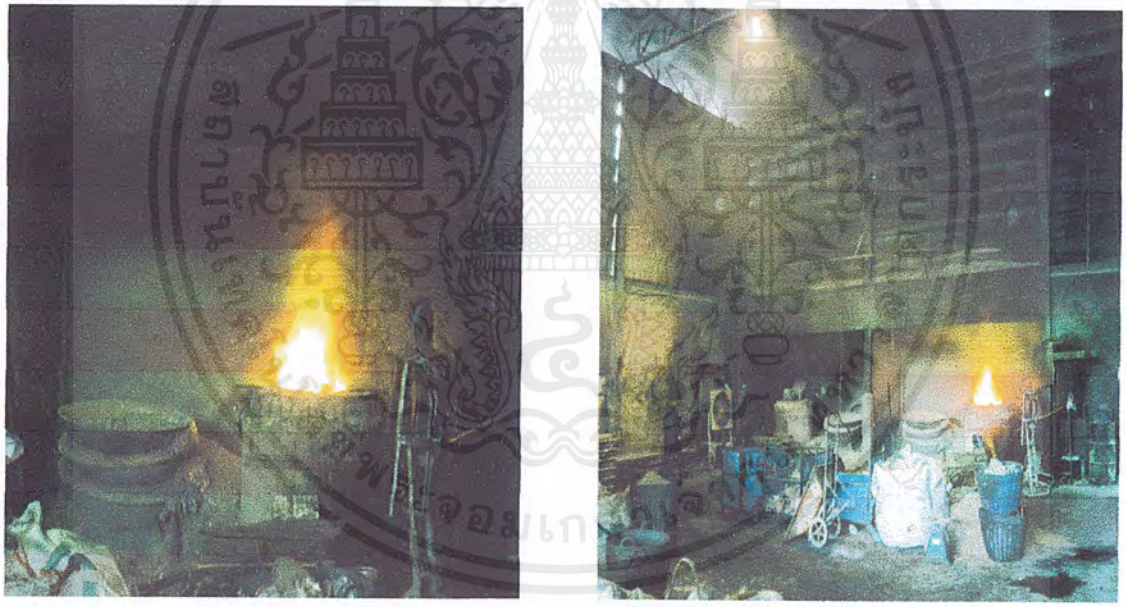
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สภาพภายในโรงงานในปัจจุบัน หลังการปรับปรุงเตาหลอม และการปรับปรุงการบริหารจัดการด้านสิ่งแวดล้อมสามารถได้ในรูปภาพที่ 5.5 ถึง รูปที่ 5.9

รูปที่ 5.5 กระบวนการหลอมโดยการเปลี่ยนเชื้อเพลิงใหม่มาใช้ก๊าซ LPG เป็นเชื้อเพลิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

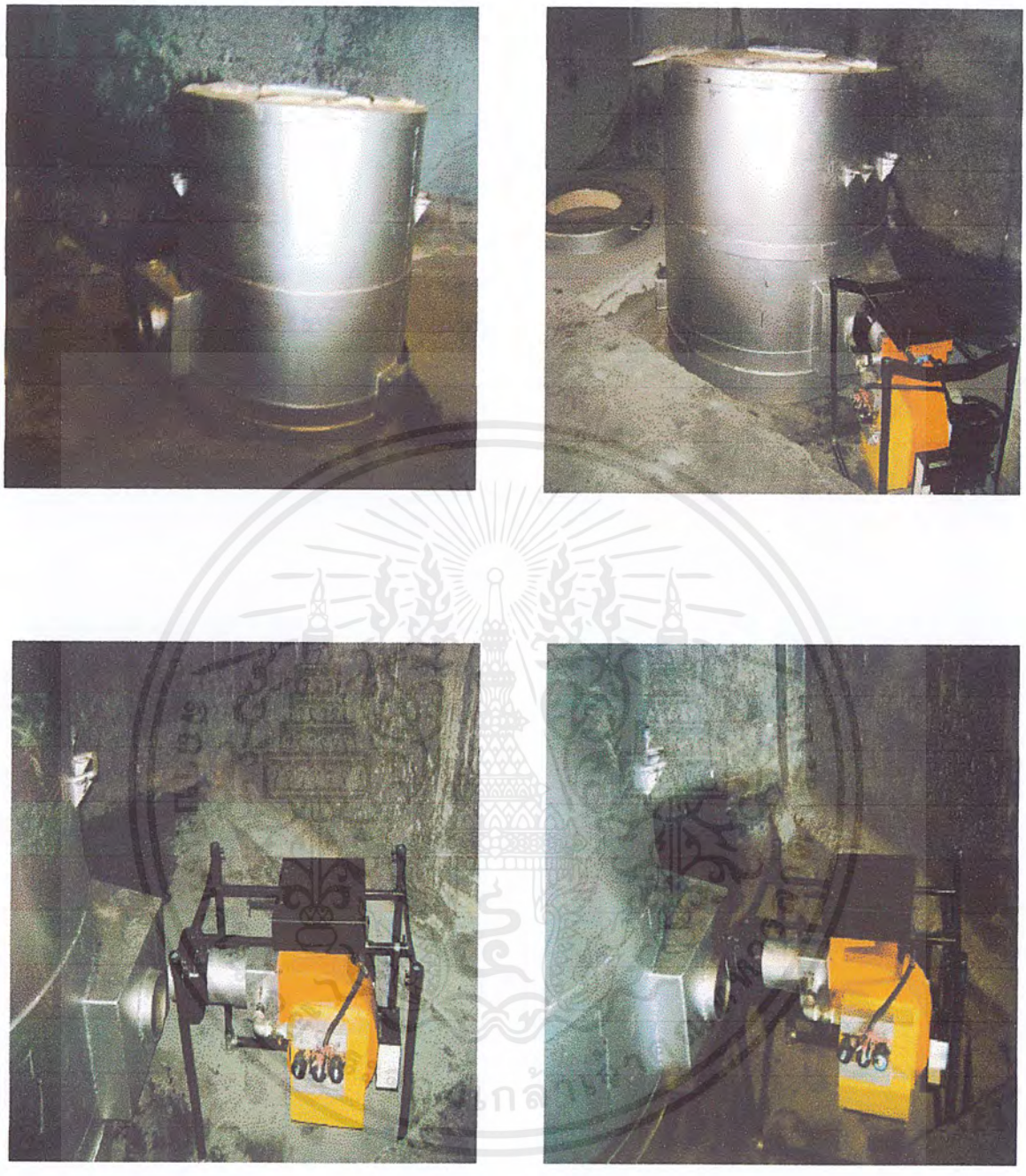
(a) ภาพการทำงานก่อนปรับปรุง



(b) ภาพการทำงานหลังปรับปรุง

รูปที่ 5.6 สภาพภายในโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่างที่มีฝุ่นลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.7 การติดตั้งเตาหลอมและระบบหัวเผาสำหรับก๊าซ LPG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพก่อนปรับปรุง

ภาพหลังปรับปรุง

รูปที่ 5.8 หลังคาของโรงงานหล่ออลูมิเนียมตัวอย่างที่มีการทำความสะอาดและเพิ่มหลังคาโปร่งแสงแล้ว

รูปที่ 5.9 บ่อพักน้ำเพื่อหมุนเวียนกลับไปใช้ในการทำงานของ Wet Scrubber

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**5.3 ผลการปรับปรุงการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยในการทำงาน**

จากแนวทางการจัดการด้านความปลอดภัยในการทำงานที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 3.4.3 อาจกล่าวได้ว่าแนวทางการปรับปรุงการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยทั้งหมด ที่โรงงานมีความพร้อมได้ดำเนินการไปแล้ว ดังแสดงผลการปรับปรุงและดำเนินการใน ตารางที่ 5.3

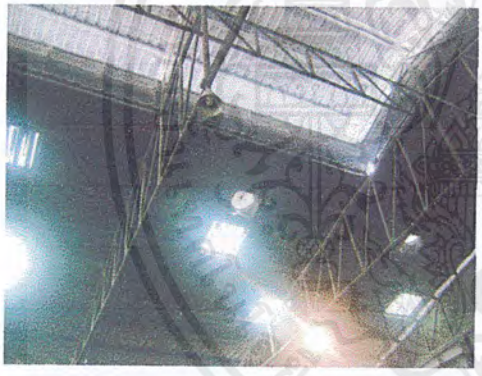
ตารางที่ 5.3 ผลการปรับปรุงและดำเนินการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยที่โรงงานมีความพร้อม

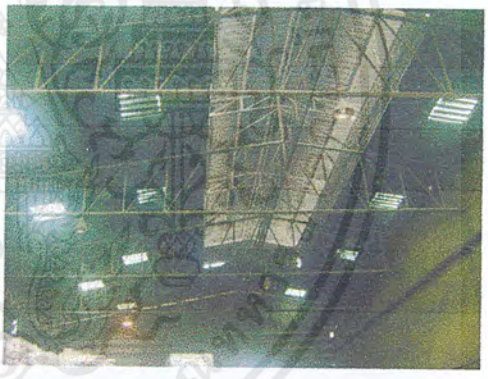
| ประเด็นในการปรับปรุง | ผลการปรับปรุงและดำเนินการ |
|---|---|
| ด้านความปลอดภัยในโรงงาน | |
| (1) ใช้ก๊าซ LPG เป็นเชื้อเพลิงแทนน้ำมันดำเพื่อลดฝุ่น | (1) ปริมาณฝุ่น 6.77 $mg/m^3$ ไม่เกินมาตรฐาน ลดลงจากเดิม 6.82$mg/m^3$ |
| (2) ติดอุปกรณ์ระบายอากาศในโรงงานลดความร้อน | (2) อุณหภูมิ WBGT ในโรงงาน 32.8 °C เกินมาตรฐานเล็กน้อย ลดลงจากเดิม 35 °C |
| (3) ทำความสะอาดหลังคาด้วยน้ำเพิ่มแสง | (3) ความเข้มแสงในโรงงานเพิ่มขึ้นจากเดิมทุกบริเวณ และ สูงกว่ามาตรฐานในบางจุด |
| (4) เปิดไฟส่องสว่างในพื้นที่ทำงานเพิ่มแสง | (4) รางเท 182 และ 179 Lux ลานวาง 461 Lux เพิ่มจากเดิม 71,77 และ 69 Lux ตามลำดับ |
| (5) หาที่จัดวางสารเคมีให้ปลอดภัย | (5) สารเคมีจะเก็บในห้องเฉพาะ จะวางไว้ด้านนอกชิดริมผนัง โรงงานที่สุด เมื่อจำเป็นเท่านั้น |
| (6) บันทึกข้อมูลสารเคมีที่ใช้ในการผลิต | (6) เริ่มบันทึกข้อมูลการใช้สารเคมี หลังจากมีการอบรมโดยผู้เชี่ยวชาญ |
| (7) สร้างคันกั้นรอบบริเวณที่มีการทิ้งกองตะกรัน | (7) มีการขุดและสร้างเครื่องกั้นรอบบริเวณที่มีการทิ้งกองตะกรันก่อนนำออกกจากโรงงาน |
| (8) สร้าง/ติดตั้งเครื่องกั้นโดยรอบที่เก็บน้ำมันดำนอกรั้ว | (8) สร้างห้องเก็บถังก๊าซ LPG ที่เป็นเชื้อเพลิงในปัจจุบัน ไม่มีถัง น้ำมันดำในโรงงานอีก |
| (9) ติดตั้งอุปกรณ์ดับเพลิงในจุดเสี่ยง พร้อมป้ายเตือนเพิ่มเติม | (9) มีการติดตั้งถังดับเพลิง และ ป้ายเตือนอย่างเหมาะสมและเพียงพอในโรงงาน |
| (10) จัดหมวดหมู่ของวัตถุดิบในโรงเก็บให้เป็นระบบ | (10) โรงงานจะจัดหมวดหมู่ของวัตถุดิบในบางโอกาสเท่านั้น เนื่องจากคุมชนิดวัตถุดิบได้ยาก |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สภาพภายในโรงงานในปัจจุบัน หลังการปรับปรุงตามแนวทางการบริหารการจัดการด้านความปลอดภัยในการทำงาน ดังแสดงในรูปที่ 5.10 ถึง 5.14

รูปที่ 5.10 การติดตั้งลูกหมุนระบายอากาศบนหลังคาโรงงาน เพื่อช่วยระบายความร้อนในพื้นที่ทำงาน





รูปที่ 5.11 สภาพภายในโรงงานที่สว่างมากขึ้นจากหลังคาโปร่งแสงที่ติดตั้งเพิ่มเติม

รูปที่ 5.12 บริเวณเก็บถังก๊าซ LPG ที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงของโรงงานในปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.13 มีการติดตั้งถังดับเพลิงเพิ่มเติมอย่างเพียงพอหากเกิดเหตุเพลิงไหม้

รูปที่ 5.14 มีการติดป้ายเตือนภายในโรงงานเพื่อป้องกันอันตรายอย่างเหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**5.4 สรุปผลการดำเนินงานปรับปรุงโรงงานหลอมหล่ออลูมิเนียม**

จากผลการปรับปรุงโรงงานโดยการปรับเปลี่ยนเตาหลอมใหม่และใช้ก๊าซ LPG เป็นเชื้อเพลิงในการหลอมแทนน้ำมันดำ พบว่า จากข้อมูลในช่วง 3 เดือน (สิงหาคม ถึง ตุลาคม 2553) หลังการปรุบปรุง ค่าการใช้พลังงานต่อการผลิตอลูมิเนียม 1 ตัน หรือ ค่า SEC มีค่าลดลงจากเดิมเฉลี่ยใช้พลังงานเดือนละ 5,401.22 MJ/Ton-Al เหลือ 4,297.50 MJ/Ton-Al หรือลดลง 20.43 % (ดูจากตารางที่ 5.1) ทั้งนี้เนื่องจากการเปลี่ยนเตาหลอมใหม่ที่มีประสิทธิภาพดีขึ้น ประกอบกับการใช้เชื้อเพลิงก๊าซ LPG ที่เผาไหม้ง่ายขึ้น และเมื่อพิจารณาในเชิงประสิทธิภาพของเตาหลอมใหม่ พบว่า มีค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อน หรือ ประสิทธิภาพรวม (Overall efficiency) เพิ่มสูงขึ้น 16.13 %

สำหรับการปรับปรุงโรงงานในครั้งนี้ สามารถนำมาวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนดังนี้

| | | |
|---|---|---|
| เงินลงทุนทั้งสิ้น | 1,156,349 | บาท |
| (เปลี่ยนเตาหลอมใหม่ 2 เตา และทำระบบจ่ายก๊าซ LPG) | | |
| ผลประหยัดที่ได้ คือ ค่า SEC ที่ลดลงจำนวน | 1,103.71 | MJ/Ton-Al |
| ผลผลิต (แท่งอลูมิเนียม) เฉลี่ยในปี 2553 | 2,674.95 | Ton |
| คิดเป็นพลังงานไฟฟ้าเทียบเท่าที่ลดลงได้ | 820,105.36 | kWh/ปี |
| ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วย | 3.49 | บาท |
| คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ | 2,862,167.72 | บาท/ปี |
| ระยะเวลาคืนทุน | 0.40 | ปี |

**5.5 ข้อเสนอแนะ**

ในส่วนของข้อเสนอแนะเพิ่มเติมนั้น มีข้อสังเกตบางประการในส่วนของการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานของโรงงาน และการจัดการด้านสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะการควบคุมมลพิษที่เกิดจากการเผาไหม้ เพราะถึงแม้ว่าทางโรงงานอัมพรประเสริฐอลูมิเนียมอินกอต จะมีการเปลี่ยนเตาหลอมใหม่และใช้ก๊าซ LPG เป็นเชื้อเพลิงแทนน้ำมันดำ จนทำให้ประสิทธิภาพในการหลอมดีขึ้นก็ตาม แต่อย่างไรก็ตาม เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการใช้ก๊าซ LPG ให้มากขึ้น ตลอดจนเพิ่มสมรรถนะในการควบคุมมลพิษจากการเผาไหม้ จึงมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมดังนี้

1) เตาหลอมใหม่ที่เปลี่ยนในครั้งนี้ ยังเป็นเตาหลอมระบบเปิด ทำให้เกิดการสูญเสียความร้อนมาก ดังนั้นเตาหลอมชนิดเตาเบ้านี้ ควรมีฝาปิดเพื่อป้องกันความร้อนสูญเสีย ในขณะเดียวกันก็สามารถลดมลพิษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่เกิดจากไอระเหยขณะหลอมอลูมิเนียม ซึ่งนอกจากจะเป็นไอระเหยที่เป็นพิษ เช่น ไอระเหยไดออกซินคลอโรฟลูออไรด์ เป็นต้นแล้ว ไอระเหยดังกล่าวยังมีอลูมิเนียมออกไซด์ปนอยู่ด้วย อันเป็นสาเหตุหนึ่งของการสูญเสียเนื้ออลูมิเนียมในขณะทำการหลอมได้ รูปที่ 5.15 แสดงภาพตัวอย่างเตาหลอมอลูมิเนียมชนิดเตาเบ้าแบบมีฝาปิดที่ถูกต้อง

รูปที่ 5.15 เตาหลอมอลูมิเนียมชนิดเตาเบ้าแบบมีฝาปิดที่ถูกต้อง

2) ในส่วนของการบริหารความปลอดภัยในการทำงาน (Safety management) พบว่า เรื่องของแสงสว่างในพื้นที่ทำงานอีกบางพื้นที่ ได้แก่ รางเทอลูมิเนียม 1 และ 2 ยังไม่ผ่านตามข้อกำหนดในประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่องมาตรการคุ้มครองความปลอดภัยในการประกอบกิจการโรงงานเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ. 2546 ทางโรงงานจึงควรมีการปรับปรุงเพิ่มเติมโดยการเพิ่มจำนวนไฟแสงสว่างในบริเวณดังกล่าวให้มากขึ้น ซึ่งอาจจะใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ 3 หลอดต่อโคม (ใช้พลังงานไฟฟ้า 84 W) แทนการเพิ่มจำนวนหลอดเมทอลฮาไลด์ขนาด 290 W จำนวน 1 หลอด ที่ใช้พลังงานมากกว่าถึง 200 W ดังแสดงตัวอย่างการปรับปรุงในรูปที่ 5.16

(a) หลอดเมทอลฮาไลด์

(b) หลอดฟลูออเรสเซนต์ 3 หลอดต่อโคม

รูปที่ 5.16 ตัวอย่างการใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ 3 หลอดต่อโคม แทนหลอดเมทอลฮาไลด์ขนาด 290 W

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) เรื่องการบริหารจัดการคุณภาพ ซึ่งทางโรงงานได้รับการรับรองมาตรฐานคุณภาพ ISO 9001:2000 ดังนั้นในส่วนของเอกสารการผลิตต่างๆ หรือ work instruction ควรมีการจัดทำอย่างเป็นระบบ ในขณะที่สภาพพื้นที่ภายในโรงงาน ควรมีการจัดการเรื่องการกำหนดพื้นที่ต่างๆ ให้ชัดเจน โดยการตีเส้นสีเหลืองสำหรับแยกพื้นที่ทำงานและทางเดินให้เหมาะสม เป็นต้น

4) เรื่องการแต่งกายของพนักงานขณะทำงาน เช่น การนุ่งกางเกงขาสั้น การใส่รองเท้าแตะ เป็นต้น เนื่องจากเป็นความเคยชินของพนักงานกับการทำงานในบริเวณที่มีความร้อนสูงกว่าปกติ จึงยังทำให้การบริหารจัดการในส่วนนี้ ยังคงทำได้ยาก แต่สิ่งหนึ่งที่ทางโรงงานควรทำ คือ การจัดหาอุปกรณ์และเครื่องป้องกันอุบัติเหตุให้กับพนักงานอย่างเพียงพอ เช่น ถุงมือกันความร้อน หน้ากากหรือแว่นตากันฝุ่นและเศษสิ่งของเล็กๆ ที่จะกระเด็นเข้าตา รองเท้าชนิดปิดเท้ามิดชิด และหมวกนิรภัย เป็นต้น

5) การจัดหมวดหมู่วัตถุดิบ (Raw materials classification) เนื่องจากทางโรงงานมีการผลิตแท่งอลูมิเนียมหลายเกรด การจัดหมวดหมู่วัตถุดิบ จึงเป็นอีกข้อเสนอแนะหนึ่งที่ทางโรงงานควรจัดทำ ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความสะดวกรวดเร็วในการบริหารจัดการวัตถุดิบ อันจะส่งผลให้การผลิตมีประสิทธิภาพมากขึ้น ทั้งในแง่ของการเพิ่ม productivity และการบริหารสินค้าคงคลัง (Inventory management)

6) ในการปรับปรุงโรงงานครั้งนี้ ได้ทำการปรับปรุงเฉพาะในส่วนของการใช้พลังงานเท่านั้น ซึ่งถึงแม้จะส่งผลต่อการลดลงของมลพิษทางอากาศบางส่วนแล้ว แต่ถ้าโรงงานทำการปรับปรุงระบบบำบัดมลพิษที่มีอยู่เดิมให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ทั้งในส่วนของการแยกชุดพัดลมดูดไอเสียเป็น 2 ชุด และปรับปรุงระบบ Wet scrubber โดยการสร้างบ่อพักน้ำเพื่อให้เกิดการตกตะกอนของฝุ่นที่ดักจับได้ ก็จะทำให้โรงงานมีประสิทธิภาพที่ดีทั้งในแง่ของประสิทธิภาพการใช้พลังงาน และความสามารถในการจัดการมลพิษทางอากาศ

7) สำหรับการกำจัดกากตะกรันอลูมิเนียม (dross) นั้น ทางภาครัฐควรเข้ามามีส่วนช่วยเหลือในการสร้างระบบบำบัด dross รวม เนื่องจากในพื้นที่ตั้งของโรงงานตัวอย่าง (ซอยกองพันพล ถนนเอกชัย-บางบอน) มีโรงงานในลักษณะเดียวกันอีกไม่น้อยกว่า 50 โรง ทั้งนี้เพื่อลดปัญหาการลักลอบทิ้งกากตะกรันอลูมิเนียมสู่สิ่งแวดล้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# เอกสารอ้างอิง


1. พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน (ฉบับที่ ๒) พ.ศ. ๒๕๕๐
2. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมเรื่อง กำหนดค่าปริมาณของสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงานกรณีการใช้น้ำมันใช้แล้วที่ผ่านกระบวนการปรับคุณภาพและเชื้อเพลิงสังเคราะห์เป็นเชื้อเพลิงในเตาอุตสาหกรรม พ.ศ. ๒๕๔๘
3. กฎกระทรวง กำหนดคุณสมบัติ หน้าที่ และจำนวนของผู้รับผิดชอบด้านพลังงานพ.ศ. ๒๕๕๒
4. กฎกระทรวง กำหนดมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการจัดการพลังงานในโรงงานควบคุมและอาคารควบคุม พ.ศ. ๒๕๕๒
5. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดค่าปริมาณของสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงาน กรณีการใช้น้ำมันใช้แล้วที่ผ่านกระบวนการปรับคุณภาพและเชื้อเพลิงสังเคราะห์ เป็นเชื้อเพลิงในเตาอุตสาหกรรม พ.ศ. ๒๕๔๘
6. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดลักษณะของน้ำมันดำใช้แล้วที่ผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพและเชื้อเพลิงสังเคราะห์ ที่จะนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิง ในเตาอุตสาหกรรม เพื่อทดแทนน้ำมันเตา พ.ศ.๒๕๔๗
7. ประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรมเรื่อง คุณสมบัติของบุคลากรด้านสิ่งแวดล้อมประจำโรงงาน การฝึกอบรมและการสอบมาตรฐาน
8. ประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดประเภทหรือชนิดของโรงงานที่ต้องจัดทำรายงานชนิดและปริมาณสารมลพิษที่ระบายออกจากโรงงาน พ.ศ. ๒๕๕๑
9. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ ๒ (พ.ศ. ๒๕๓๙) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. ๒๕๓๕ เรื่อง กำหนดคุณลักษณะของน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงาน
10. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดให้โรงงานที่ต้องมี ระบบบำบัดน้ำเสียต้องติดตั้งเครื่องมือหรือเครื่องอุปกรณ์พิเศษและเครื่องมือหรือเครื่องอุปกรณ์เพิ่มเติม พ.ศ. ๒๕๔๗
11. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดให้โรงงานที่ต้องมี ระบบบำบัดน้ำเสียต้องติดตั้งเครื่องมือหรือเครื่องอุปกรณ์พิเศษและเครื่องมือหรือเครื่องอุปกรณ์เพิ่มเติม (ฉบับที่ ๒) พ.ศ. ๒๕๔๘
12. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดให้โรงงานที่ต้องมีระบบบำบัดน้ำเสียต้องติดตั้งเครื่องมือหรือเครื่องอุปกรณ์พิเศษและเครื่องมือหรือเครื่องอุปกรณ์เพิ่มเติม (ฉบับที่ ๓) พ.ศ. ๒๕๔๙
13. ประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม เรื่อง หลักเกณฑ์การให้ความเห็นชอบให้โรงงาน ที่ต้องมีระบบบำบัดน้ำเสียต้องติดตั้งเครื่องมือหรือเครื่องอุปกรณ์พิเศษ และ เครื่องมือ หรือ เครื่องอุปกรณ์เพิ่มเติม พ.ศ. ๒๕๕๐


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดค่าปริมาณของสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงาน พ.ศ. ๒๕๔๕
15. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดค่าปริมาณเขม่าควันที่เจือปนในอากาศที่ระบายออกจากปล่องของหม้อน้ำของโรงงาน พ.ศ. ๒๕๔๕
16. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง การกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว พ.ศ. ๒๕๔๘
17. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ ๒ (พ.ศ. ๒๕๓๑) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. ๒๕๑๒ เรื่อง หน้าที่ของผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงาน
18. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง การป้องกันและระงับอัคคีภัยในโรงงาน พ.ศ. ๒๕๕๒
19. กฎกระทรวง กำหนดมาตรฐานในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ. ๒๕๔๕
20. คู่มือการกำกับดูแลโรงงานอุตสาหกรรมหลอมหล่อเศษและตะกรันอลูมิเนียม กรมโรงงานอุตสาหกรรม พ.ศ. 2551
21. บริษัท อัมพรประเสริฐ อลูมิเนียม อินกอต จำกัด
22. Desk Study on Aluminum Industry and Facilitation of Guideline and Curriculum Development

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมหลอมหล่ออลูมิเนียม

ก.1 กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์พลังงาน

1. พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550
2. กฎกระทรวงกำหนดคุณสมบัติ หน้าที่ และจำนวนของผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน พ.ศ. 2552
3. กฎกระทรวงกำหนดมาตรฐาน หลักเกณฑ์และวิธีการจัดการพลังงานในโรงงานควบคุมและอาคารควบคุม พ.ศ. 2552

ก.2 กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการจัดการด้านสิ่งแวดล้อม

1. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง การกำหนดชนิดและขนาดของโรงงาน กำหนดวิธีการควบคุมการปล่อยของเสีย มลพิษหรือสิ่งใดๆที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม กำหนดคุณสมบัติของผู้ควบคุมดูแล ผู้ปฏิบัติงานประจำ และหลักเกณฑ์การขึ้นทะเบียนเป็นผู้ควบคุมดูแลสำหรับระบบป้องกันสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ พ.ศ. 2545
2. ประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม เรื่อง คุณสมบัติของบุคลากรด้านสิ่งแวดล้อมประจำโรงงาน การฝึกอบรมและการสอบมาตรฐาน
3. ประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดประเภทหรือชนิดของโรงงานที่ต้องจัดทำรายงานชนิดและปริมาณสารมลพิษที่ระบายออกจากโรงงาน พ.ศ. 2551
4. บัญชีประเภทโรงงานที่มีแนวโน้มการระบายน้ำมลพิษทางน้ำในรูปบีโอดี สารอันตรายประเภทสารเคมี (Toxic) และโลหะหนัก (ปรับปรุง ณ วันที่ 10 มีนาคม 2551)
5. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2539) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 เรื่อง กำหนดคุณลักษณะของน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงาน
6. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดค่าปริมาณของสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงาน พ.ศ. 2549
7. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดลักษณะของน้ำมันใช้แล้วที่ผ่านกระบวนการปรับคุณภาพและเชื้อเพลิงสังเคราะห์ที่จะนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในเตาอุตสาหกรรม เพื่อทดแทนน้ำมันเตา พ.ศ. 2547
8. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดค่าปริมาณของสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงาน กรณีการใช้น้ำมันใช้แล้วที่ผ่านกระบวนการปรับคุณภาพและเชื้อเพลิงสังเคราะห์เป็นเชื้อเพลิงในเตาอุตสาหกรรม พ.ศ. 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง การกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว พ.ศ. 2548

ก.3 กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยในโรงงาน

1. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2513) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2512 เรื่อง หน้าที่ของผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงาน
2. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง มาตรการคุ้มครองความปลอดภัยในการประกอบกิจการโรงงานเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ. 2546
3. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง การป้องกันและระงับอัคคีภัยในโรงงาน พ.ศ. 2552
4. กฎกระทรวง กำหนดมาตรฐานในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัยอาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ. 2549

ก.4 กฎหมายอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

1. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมฉบับที่ 4 (พ.ศ. 2540) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 เรื่อง กำหนดประเภทหรือชนิดของโรงงานที่ไม่ให้ตั้งในเขตท้องที่อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา
2. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดประเภทหรือชนิดของโรงงานที่จะให้ตั้งหรือขยายและที่จะไม่ให้ตั้งหรือขยายในท้องที่อำเภอเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี พ.ศ. 2548
3. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดประเภทหรือชนิดของโรงงานที่จะให้ตั้งหรือไม่ให้ตั้งในเขตท้องที่ อำเภอพระนครศรีอยุธยา อำเภอบางปะอิน และอำเภอบางไทร จังหวัดพระนครศรีอยุธยา พ.ศ. 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

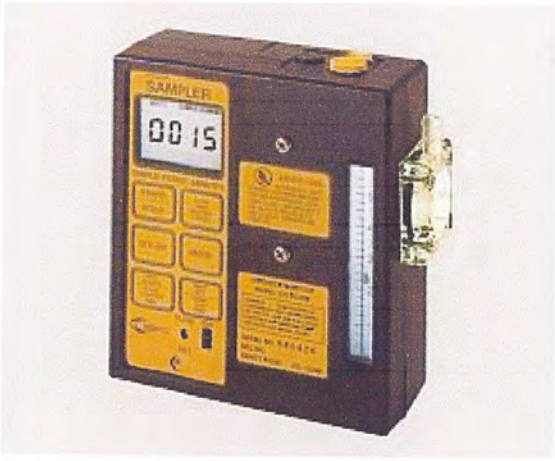
# ภาคผนวก ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ข.1 เครื่องตรวจวัดความเข้มแสง Digital Light Meter Model TM-204

รูปที่ ข.2 เครื่องตรวจวัดอุณหภูมิ Heat Stress Monitor QT 32

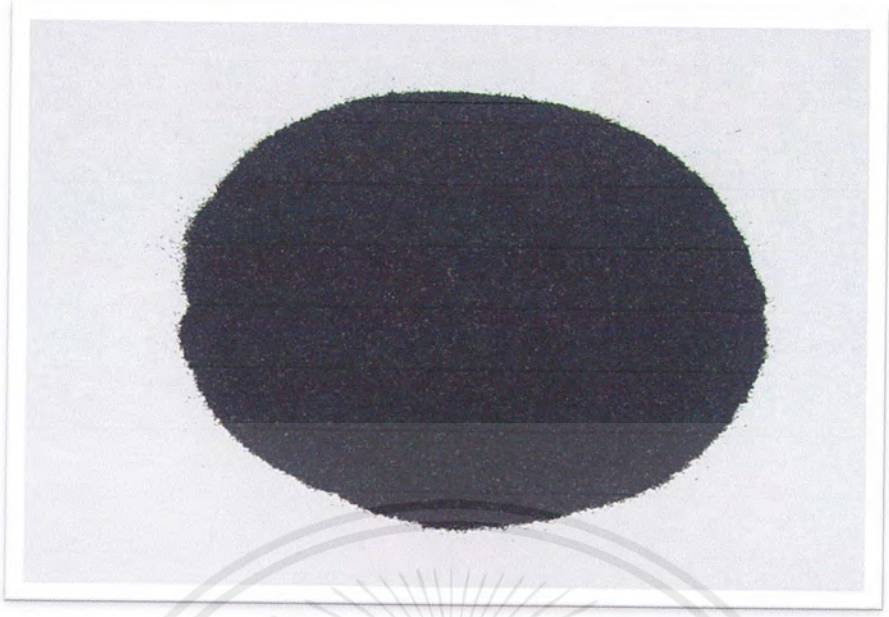
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ ข.3 เครื่องตรวจวัดคุณภาพอากาศ Personal pump SKC Air Sampling Pump

รูปที่ ข.4 เครื่องตรวจวัดสิ่งเจือปนในอากาศ Isokinetic / US EPA Method

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

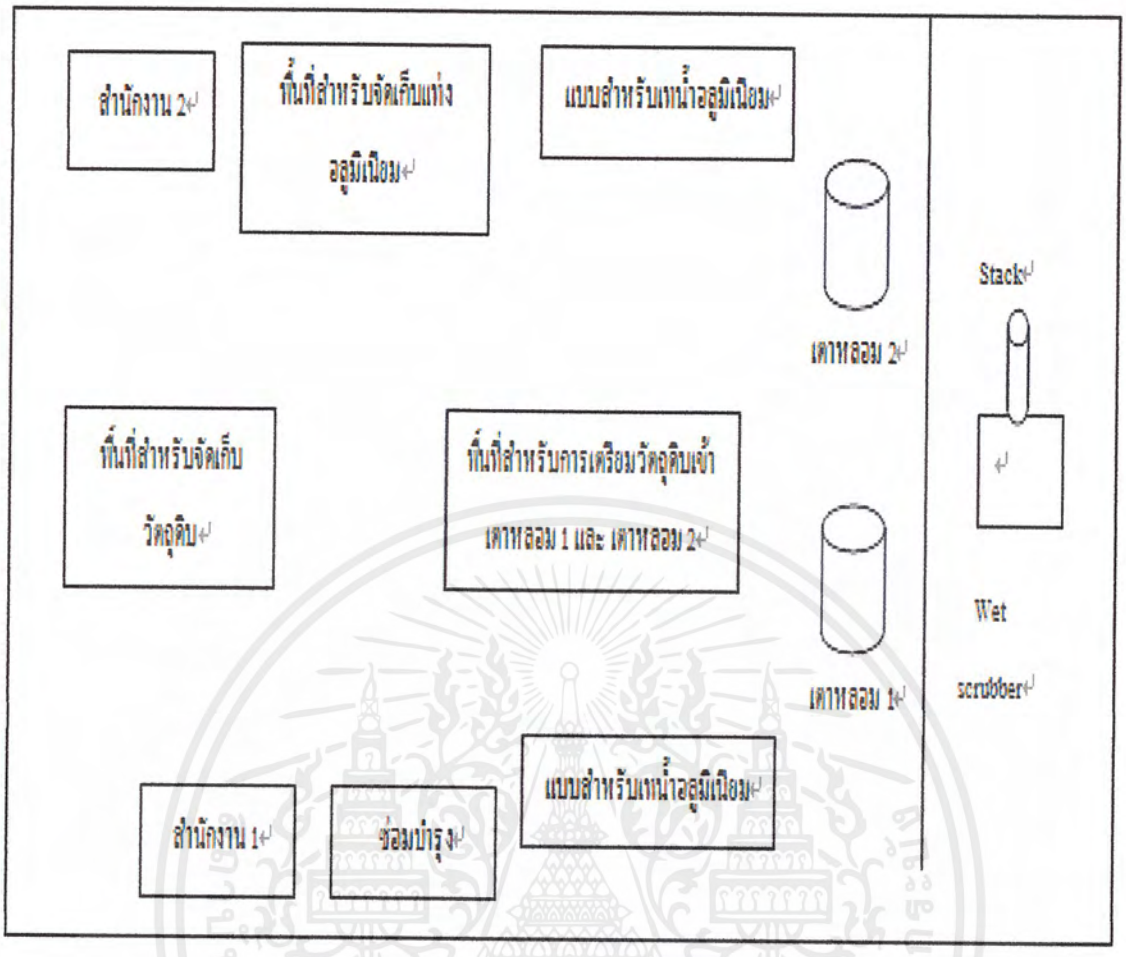


(a) การเผาไหม้ไม่ดี

(b) การเผาไหม้ดี

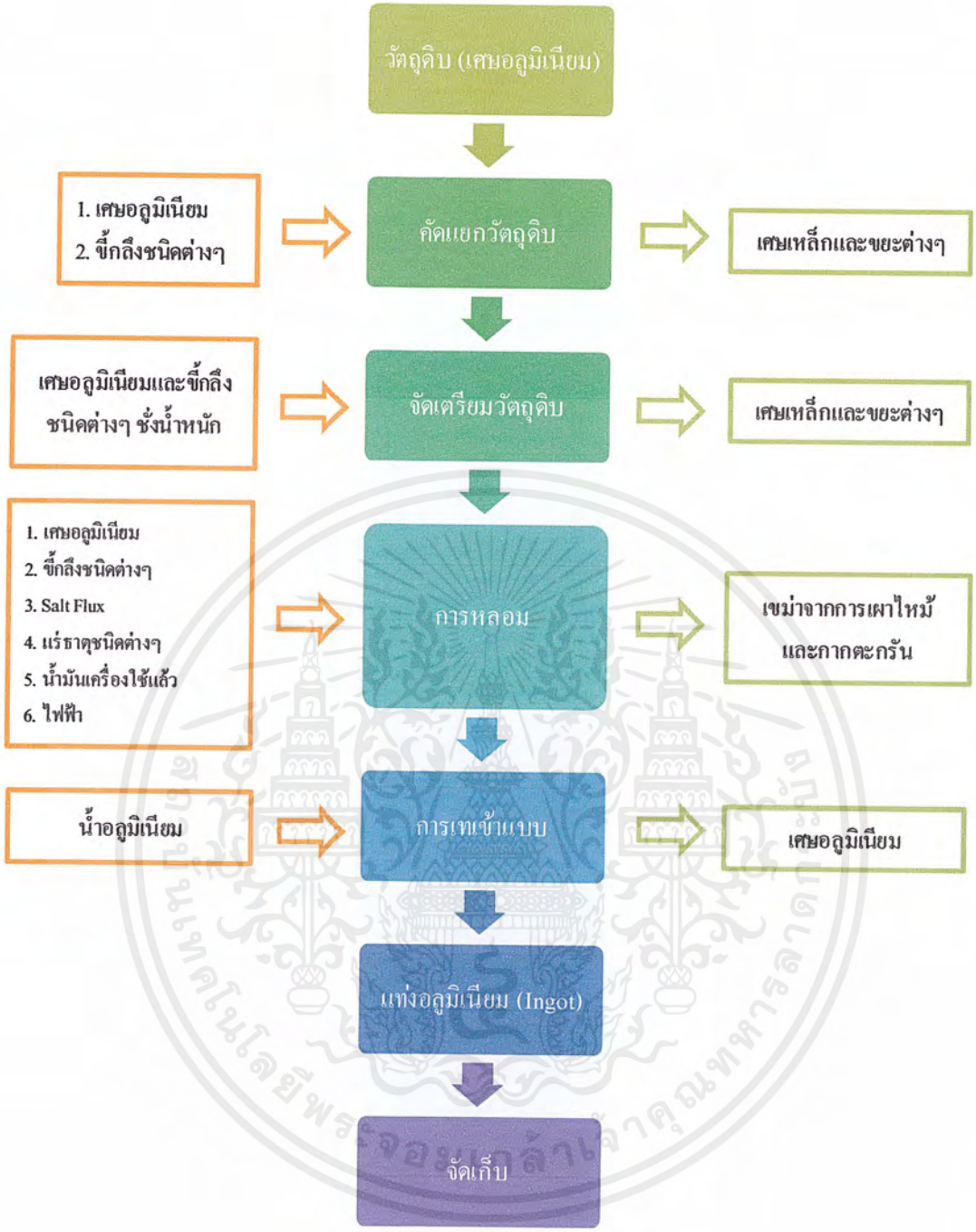
**รูปที่ ข.5 การวิเคราะห์การเผาไหม้โดยดูจากขี้เถ้า**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



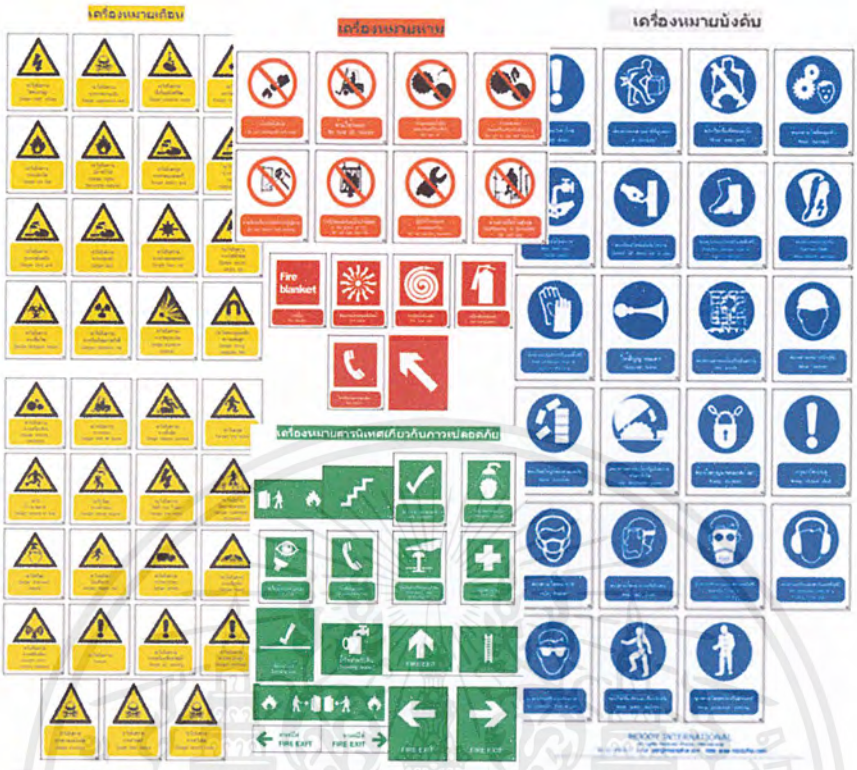

รูปที่ ข.6 แผนผังการจัดแบ่งพื้นที่ทำงานภายในโรงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ ข.7 Process diagram แสดงขั้นตอนการผลิตแท่งอลูมิเนียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ ข.8 ตัวอย่างป้ายด้านความปลอดภัยในโรงงาน

ตัวอย่างลักษณ์สีเพื่อความปลอดภัย

| สีเพื่อความปลอดภัย | ความหมาย | ตัวอย่างการใช้งาน | สีตัด |
|---|---|---|---|
| สีแดง | หยุด | - เครื่องหมายหยุด/เครื่องหมายห้าม<br>- เครื่องหมายอุปกรณ์หยุดฉุกเฉิน | สีขาว |
| สีเหลือง | ระวัง | - ชี้บ่งว่ามีอันตราย /เช่น ไฟ, วัตถุระเบิด และอื่นๆ/<br>- ชี้บ่งถึงเขตอันตราย, ทางผ่านที่มีอันตราย, เครื่องกีดขวาง<br>- เครื่องหมายเตือน<br>- แสดงถึงการเตือนอันตรายที่เกิดจากรังสี | สีดำ<br>สีม่วง |
| สีฟ้า | บังคับให้ต้องปฏิบัติ | - บังคับให้ต้องสวมเครื่องป้องกันส่วนบุคคล<br>- เครื่องหมายบังคับ | สีขาว |
| สีเขียว | แสดงภาวะต้องปฏิบัติ | - ทางหนี/ทางออกฉุกเฉิน<br>- ฝักบัวชำระล้างฉุกเฉิน<br>- หน่วยปฐมพยาบาล/หน่วยกู้ภัย<br>- เครื่องหมายสารนิเทศแสดงภาวะปลอดภัย | สีขาว |

รูปที่ ข.9 แสดงความหมายของสีต่างๆ ในป้ายด้านความปลอดภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้