



โครงการสหกิจศึกษา

ปรับปรุงคุณภาพกระบวนการผลิต Die Casting
IMPROVED QUALITY OF DIE CASTING PROCESS.

ปฏิบัติงาน ณ บริษัท เปาสไ้ มอเตอร์ส (ประเทศไทย) จำกัด
29/7-8 หมู่ 3 ถ.บางกรวย-ไทรน้อย ต.บางกร่าง อ.นนทบุรี จ.นนทบุรี 11000

โดย

นายปณิธาน ประทุมผาง

056350401109-6

นางสาวสุรัสวดี เปรมใจ

056350401131-0

โครงการสหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาวิชาสหกิจศึกษา
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566

โครงการสหกิจศึกษา

เรื่อง ปรับปรุงคุณภาพกระบวนการผลิต Die Casting

ผู้รายงาน นายปณิธาน ประทุมผาง รหัสนักศึกษา 056350401109-6
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์
นางสาวสุรัสวดี เปรมใจ รหัสนักศึกษา 056350401131-0
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์

ปฏิบัติงาน ณ บริษัท ฟาสโก้ มอเตอร์ส (ประเทศไทย) จำกัด
29/7-8 หมู่ 3 ถ.บางกรวย-ไทรน้อย ต.บางกร่าง อ.นนทบุรี จ.นนทบุรี 11130

ตำแหน่งงาน Manufacturing Engineer



(อาจารย์ ดร.สุภชัย หลีกคำ)

อาจารย์นิเทศสหกิจศึกษา

ศศิธรารักษ์ อริศกรชวล

(นางสาวอาศิธรารักษ์ อริศกรชวล)

พนักงานที่ปรึกษาสหกิจศึกษา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
อนุมัติให้นำโครงการสหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรวิศวกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภูภูมิ พ่วงเจริญชัย)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการและวิจัย คณะวิศวกรรมศาสตร์



โครงการสหกิจศึกษา

ปรับปรุงคุณภาพกระบวนการผลิต Die Casting
IMPROVED QUALITY OF DIE CASTING PROCESS.

ปฏิบัติงาน ณ บริษัท ฟาสโก้ มอเตอร์ส (ประเทศไทย) จำกัด
29/7-8 หมู่ 3 ถ.บางกรวย-ไทรน้อย ต.บางกร่าง อ.นนทบุรี จ.นนทบุรี 11000

โดย

นายปณิธาน ประทุมผาง
056350401109-6

นางสาวสุรัสวดี เปรมใจ
056350401131-0

โครงการสหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาวิชาสหกิจศึกษา
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566

กิตติกรรมประกาศ

การที่ข้าพเจ้าได้มาปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ บริษัท ฟาสโก้ มอเตอร์ส (ประเทศไทย) จำกัด จังหวัดนนทบุรี ตั้งแต่วันที่ 6 พฤศจิกายน 2566 จนถึงวันที่ 27 กุมภาพันธ์ 2567 ส่งผลให้ข้าพเจ้าได้รับความรู้และประสบการณ์ต่าง ๆ มากมาย ซึ่งประสบการณ์ต่าง ๆ เหล่านี้หาไม่ได้ในห้องเรียน สำหรับโครงการสหกิจศึกษานี้สำเร็จได้ด้วยดีด้วยความร่วมมือจากหลายฝ่ายดังนี้

- | | | |
|----------------------|---------------|------------------------------|
| 1. นายเกรียงชัย | เลิศรุ่งเรือง | ผู้จัดการฝ่ายวิศวกรรมการผลิต |
| 2. นางสาวอาศิรารักษ์ | อริศากรวัล | วิศวกรฝ่ายผลิต |

และบุคคลท่านอื่น ๆ ที่ไม่ได้กล่าวชื่อนามทุก ๆ ท่านได้ให้คำแนะนำช่วยเหลือในการจัดทำโครงการเล่มนี้ให้ประสบผลสำเร็จไปด้วยดี อีกทั้งประโยชน์และคุณค่าอันพึงมีจากโครงการเล่มนี้ ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนร่วมและผู้ที่เกี่ยวข้องในการให้ข้อมูลและเป็นที่ปรึกษาในการจัดทำรายงานเล่มนี้จนสมบูรณ์ทั้งในการดูแลด้านการทำงานและด้านการใช้ชีวิตพร้อมทั้งถ่ายทอดประสบการณ์การทำงานและเทคนิคต่าง ๆ ในด้านการทำงานซึ่งข้าพเจ้าคณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมาไว้ ณ ที่นี้ด้วย

นายปณิธาน ประทุมผาง
นางสาวสุรัสวดี เปรมใจ

บทคัดย่อ

โครงการนี้ได้ทำการปรับปรุงคุณภาพกระบวนการผลิต Die Casting ของทางบริษัท เนื่องจากเกิดของเสีย มูลค่าความเสียหายเป็นจำนวนมาก และเป็นสิ่งที่ทางบริษัทสนใจที่จะลดของเสีย เพื่อลดต้นทุนการผลิต โดยที่กระบวนการผลิตนั้น เกิดปัญหาที่พบกับชิ้นงานที่ผิดหลายปัญหา เช่น เกิดอาการบวม นูน งานแตกร้าว ซึ่งปัญหาที่เกิดขึ้นนี้ ทำให้ชิ้นงานไม่ได้มาตรฐานที่จะสามารถส่งมอบให้ลูกค้าได้

ทางคณะผู้จัดทำจึงมีแนวคิดที่จะปรับปรุงคุณภาพกระบวนการผลิต โดยใช้วิธีการเปลี่ยนน้ำยาพ่นหน้าแม่พิมพ์ เพื่อนำมาลดของเสียที่เกิดปัญหาจากหน้าแม่พิมพ์ และลดการขาดแม่พิมพ์ลงมาซ่อม เนื่องจาก เศษอะลูมิเนียมติดหน้าแม่พิมพ์จนไม่สามารถแก้ไขหน้างานได้

ผลการทดสอบพบว่าเมื่อเปลี่ยนน้ำยาพ่นหน้าแม่พิมพ์แล้วนั้นสามารถลดของเสียที่เกิดปัญหาจากหน้าแม่พิมพ์ได้ ลดการเกิดปัญหาที่เศษอะลูมิเนียมติดหน้าแม่พิมพ์จนต้องยกลงมาซ่อมได้ดีมากขึ้น สามารถแก้ไขได้หน้างานเองได้ และเมื่อลดของเสียได้ ก็ยังสามารถลดต้นทุนการผลิตได้มากขึ้น

คำสำคัญ: การปรับปรุงคุณภาพกระบวนการผลิต Die Casting

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญรูป	ฉ

บทที่

1. บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.5 ขั้นตอนการศึกษา	3
1.6 ตารางดำเนินงาน	3

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 การหล่อฉีด หรือ Die Casting	4
2.2 เครื่องฉีดอะลูมิเนียม (Die Casting Machine)	5
2.3 ชนิดและลักษณะเฉพาะของข้อบกพร่องในกระบวนการฉีดอะลูมิเนียม	16
2.4 น้ำยาถอดแบบแม่พิมพ์ Mold release agents	28
2.5 คุณสมบัติของน้ำยาพ่นหน้าแม่พิมพ์	29
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	31

3. วิธีการดำเนินงาน

3.1 แผนงานการปฏิบัติงาน	34
3.2 ออกแบบวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล / เก็บรวบรวมข้อมูลจำนวนของเสียแต่ละปัญหา	35
3.3 มูลค่าของเสียแต่ละไลน์ผลิต	36

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3.4 ปัญหาที่ทำให้เกิดของเสียในกระบวนการผลิต Die Casting ในเดือนธันวาคม	37
3.5 วิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาชิ้นงานติดหน้าแม่พิมพ์ และอุณหภูมิไม่ได้	38
3.6 ออกแบบวิธีการดำเนินแก้ไขปรับปรุงคุณภาพกระบวนการผลิต Die Casting	38
3.7 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำงาน และเครื่องแต่งกาย	39
3.8 ขั้นตอนขณะเก็บบันทึกข้อมูล	42
3.9 ติดตามผลการดำเนินงาน / เปรียบเทียบผลหลังการปฏิบัติงาน	43
3.10 จัดทำมาตรฐานการทำงานเพื่อนำไปปฏิบัติจริง	43
4. ผลการดำเนินงาน	
4.1 กราฟเปรียบเทียบผล	44
4.2 มูลค่าที่สามารถลดต้นทุนได้	47
4.3 ความสะอาดของหน้าแม่พิมพ์	51
5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน	52
5.2 ข้อเสนอแนะ	53
บรรณานุกรม	54
ภาคผนวก ก ตาราง Save cost	55
ภาคผนวก ข ตารางเปรียบเทียบหน้าแม่พิมพ์	58
ภาคผนวก ค รูปภาพประเภทปัญหาของเสีย	61
ประวัติผู้จัดทำโครงการ	68

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แผนการศึกษา	3
2.1 CODE DEFECT	10
3.1 แผนงานการปฏิบัติงาน	31
3.2 แผนงานวันทดลองน้ำยาพ่นหน้าแม่พิมพ์	38

ตารางภาคผนวกที่

ก.1 มูลค่าที่สามารถ Save cost น้ำยาพ่นหน้าแม่พิมพ์	56
ก.2 มูลค่าที่สามารถ Save cost ค่าไฟและค่าแรงงานคนงาน	57
ข.1 เปรียบเทียบความสะอาดหน้าแม่พิมพ์หลังจากเปลี่ยนน้ำยาพ่นหน้าแม่พิมพ์ Model 1	59
ข.2 เปรียบเทียบความสะอาดหน้าแม่พิมพ์หลังจากเปลี่ยนน้ำยาพ่นหน้าแม่พิมพ์ Model 2	60

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1	ลักษณะของเครื่องฉีดอะลูมิเนียม
2.2	ตัวอย่างงานฉีดอะลูมิเนียม
2.3	ลักษณะของ Shrinkage
2.4	ตัวอย่างชิ้นงาน Shrinkage
2.5	ตัวอย่างชิ้นงาน Misrun
2.6	ตัวอย่างชิ้นงาน Flow line
2.7	ตัวอย่างชิ้นงาน Swell
2.8	ตัวอย่างชิ้นงาน Blow hole
2.9	ตัวอย่างชิ้นงาน Bending
2.10	ตัวอย่างชิ้นงาน Crack
2.11	ตัวอย่างชิ้นงาน Scraeth
2.12	ตัวอย่างชิ้นงาน Slag
2.13	ตัวอย่างชิ้นงาน Misstriming
2.14	ภาพจำลองงาน Step gate หนึ่ง
2.15	ภาพจำลองงาน ไม่มี step gate
2.16	ภาพจำลองงาน Runner ใหญ่
2.17	คนเคาะหน้าเครื่อง
2.18	ภาพจำลองการสร้าง Step gate แบบปกติ
2.19	ภาพจำลองการสร้าง Step gate แบบ C
2.20	ภาพจำลองการสร้าง Step gate แบบ R
2.21	ภาพจำลองการลด Step gate ที่ใหญ่เกินขนาด
2.22	ภาพจำลองการสร้าง Gate เพิ่ม
2.23	แสดง Siloxane polymers ตามลำดับ 1-4
3.1	แผ่นบันทึกข้อมูล ที่ใช้บันทึกผลการปฏิบัติงาน
3.2	เครื่องจักรในกระบวนการผลิต Die Casting Sankey
3.3	Mold release ของ TASAPORN INTERNATIONAL TRADE LTD.
3.4	Mold release ของ MEIWA CHEMICAL.CO.,LTD

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.5 ถ้วยตวงน้ำยาพ่นหน้าแม่พิมพ์	40
3.6 เครื่องแต่งกายขณะปฏิบัติงาน	41
3.7 ยืนประจำเครื่อง ตรวจสอบชิ้นงาน	42
3.8 ยืนประจำเครื่อง ตรวจสอบชิ้นงาน	42
4.1 ความสะอาดของหน้าแม่พิมพ์ของ Model 1 ก่อนและหลังเปลี่ยนน้ำยาพ่นหน้าแม่พิมพ์	51
4.2 ความสะอาดของหน้าแม่พิมพ์ของ Model 2 ก่อนและหลังเปลี่ยนน้ำยาพ่นหน้าแม่พิมพ์	51
รูปภาคผนวกที่	
ค.1 ตัวอย่างปัญหาชิ้นงานคราบสกปรก (DIRTY&OX'DE)	62
ค.2 ตัวอย่างปัญหาชิ้นงานบวมพอง (SWELL)	62
ค.3 ตัวอย่างปัญหาชิ้นงานรอยร้าว (CRACK)	63
ค.4 ตัวอย่างปัญหาชิ้นงานรอยไหลของน้ำอะลูมิเนียม (FLOW LINE)	63
ค.5 ตัวอย่างปัญหาชิ้นงานไส้แตก, หัก (CORE BROKEN)	64
ค.6 ตัวอย่างปัญหาชิ้นงานรอยขีด, ขีด (SCRATCH)	64
ค.7 ตัวอย่างปัญหาชิ้นงานเนื้อไม่ประสาน (MISRUN)	65
ค.8 ตัวอย่างปัญหาชิ้นงานที่เกิดจากเครื่องจักร	65
ค.9 ตัวอย่างปัญหาชิ้นงานที่เกิดจากแม่พิมพ์เป็นเหตุ (DIE MISSTAKE)	66
ค.10 ตัวอย่างปัญหาชิ้นงานทดลองเครื่อง (TEST MACHINE)	66
ค.11 ตัวอย่างปัญหาชิ้นงานรอยกระแทก (BUMP MARK FINISHING)	67

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กระบวนการผลิต Die Casting คือ เป็นกระบวนการที่ใช้แรงดันหรือพลังงานต้นหรือฉีดโลหะหลอมเหลวเข้าไปยังแม่พิมพ์ หรือ Die ให้มีรูปร่างตามต้องการ ตัววัสดุที่นำมาผลิตเป็นแม่พิมพ์นั้นต้องเป็นวัสดุที่ทนแรงดันและทนความร้อนสูง กระบวนการนี้เหมาะกับการผลิตเป็นจำนวนมาก เป็นหลักร้อย จนถึงหลักพันชิ้น แม่พิมพ์มักทนทานรองรับการใช้งานจำนวนมาก มีต้นทุนในการผลิตแม่พิมพ์สูงรวมไปถึงเครื่องจักรที่ใช้ในการฉีดโลหะหลอมเหลว ผลิตชิ้นงานที่ซับซ้อนได้ดีตามรูปร่างของแม่พิมพ์ที่ออกแบบขึ้น สามารถผลิตผิวชิ้นงานได้เรียบใช้เวลาตกแต่งน้อย ได้ชิ้นงานที่มีคุณภาพใกล้เคียงกันทุกชิ้นผลิตได้รวดเร็วอย่างต่อเนื่อง

คณะผู้จัดทำได้รับการมอบหมายจากโรงงานให้ทำการศึกษาและปรับปรุงคุณภาพของกระบวนการผลิต Die Casting เนื่องจากเกิดของเสียจากกระบวนการผลิต Die Casting ที่มีมูลค่าความเสียหายมาก จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้เลือกกรณีศึกษาในการทำโครงการ ซึ่งผู้จัดทำได้ศึกษาและปรับปรุงคุณภาพของกระบวนการผลิต Die Casting เป็นระยะเวลา 4 เดือน ตั้งแต่วันที่ 6 พฤศจิกายน 2566 - 27 กุมภาพันธ์ 2567 พบว่าในกระบวนการผลิตเกิดปัญหาระหว่างการฉีดชิ้นงาน เช่น ชิ้นงานฉีกหน้าแม่พิมพ์ และเกิดรูอากาศในชิ้นงาน ซึ่งทำให้เกิดของเสีย มูลค่าความเสียหายมากมาย ทั้งต้นทุนการผลิตในด้านต่าง ๆ

จากปัญหาและสาเหตุดังกล่าวข้างต้น คณะผู้จัดทำได้ทำการศึกษาข้อมูล และนำมาดำเนินการแก้ปัญหาปรับปรุงคุณภาพกระบวนการผลิต ร่วมกับมาตรฐานการทำงาน โดยมีเป้าหมายให้เกิดการผลิตสินค้าที่มีคุณภาพ ลดของเสีย และลดต้นทุนการผลิตได้มากขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์

- 1.2.1 เพื่อศึกษาและวิเคราะห์กระบวนการทำงาน และระบบการผลิตชิ้นงานฉีดขึ้นรูปอะลูมิเนียม
- 1.2.2 เพื่อศึกษาสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสียและแนวทางแก้ไขป้องกัน
- 1.2.3 เพื่อลดต้นทุนการผลิตได้มากขึ้น
- 1.2.4 เพื่อปรับปรุงคุณภาพการผลิตชิ้นงานให้ดีขึ้น

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.3.1 มีความรู้ในด้านกระบวนการผลิตชิ้นงาน Die Casting มากขึ้น
- 1.3.2 สามารถลดการเกิดปัญหาในการผลิตชิ้นงาน
- 1.3.3 สามารถลดต้นทุนการผลิต
- 1.3.4 กระบวนการผลิตชิ้นงาน มีประสิทธิภาพมากขึ้น

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

- 1.4.1 บริษัท ฟาสโก้ มอเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด
- 1.4.2 ระยะเวลาในการศึกษาข้อมูลการปรับปรุงคุณภาพกระบวนการผลิต DIE CASTING ตั้งแต่วันที่ 6 พฤศจิกายน 2566 – 27 กุมภาพันธ์ 2567
- 1.4.3 น้ำยาพ่นหน้าแม่พิมพ์ Mold release ของ TASAPORN INTERNATIONAL TRADE LTD. รุ่น X-0011 DIE LUBE SX-202
- 1.4.4 น้ำยาพ่นหน้าแม่พิมพ์ Mold release ของ MEIWA CHEMICAL.CO.,LTD รุ่น DIE SLICK 4516MW (ยี่ห้อใหม่)
- 1.4.5 เครื่องจักรในกระบวนการผลิต Die Casting Sankey

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาแนวทางการแก้ปัญหา เพื่อลดของเสียจากกระบวนการผลิต Die casting และปรับปรุงคุณภาพกระบวนการผลิต เพื่อสร้างมาตรฐานในการผลิตชิ้นงานให้ได้คุณภาพ จึงนำทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามลำดับหัวข้อ ดังนี้

- 2.1 การหล่อฉีด หรือ Die Casting
- 2.2 เครื่องฉีดอะลูมิเนียม (Die Casting Machine)
- 2.3 ชนิดและลักษณะเฉพาะของข้อบกพร่องในกระบวนการฉีดอะลูมิเนียม
- 2.4 น้ำยาถอดแบบแม่พิมพ์ Mold release agents
- 2.5 คุณสมบัติของน้ำยาพ่นหน้าแม่พิมพ์
- 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การหล่อฉีด หรือ Die Casting

ประเภทของการหล่อฉีด แยกออกเป็น 2 ประเภทหลักๆ ก็คือ

2.1.1 Hot-chamber casting การหล่อร้อน เป็นกระบวนการที่ใช้กันมากที่สุด เพราะรวมกระบวนการทั้งการหล่อโลหะให้เป็นของเหลวและการอัดฉีดไว้ในเครื่องเดียวกัน กระบวนการนี้จึงถูกเรียกในอีกชื่อว่า riserneck casting หรือ การหล่อแบบคอห่าน เพราะการอัดโลหะเหลวเข้า chamber ผ่านกลไกหรืออุปกรณ์ที่มีลักษณะเหมือนคอห่านนั่นเอง อย่างไรก็ตาม ด้วยเหตุผลหลากหลาย ชิ้นงานที่สร้างขึ้นจากการหล่อร้อนนั้นมีความอ่อนไหวต่อการกัดกร่อนมากกว่า ซึ่งหมายความว่า การหล่อร้อนเหมาะสำหรับโลหะที่มีจุดหลอมเหลวต่ำ เช่น ตะกั่ว สังกะสี และแมกนีเซียม นอกจากนี้เนื่องจากอุณหภูมิที่ค่อนข้างต่ำ วิธีนี้จึงใช้ได้ดีที่สุดกับโลหะเดี่ยว หรือ single metal ไม่เหมาะกับโลหะผสม หรือ alloys

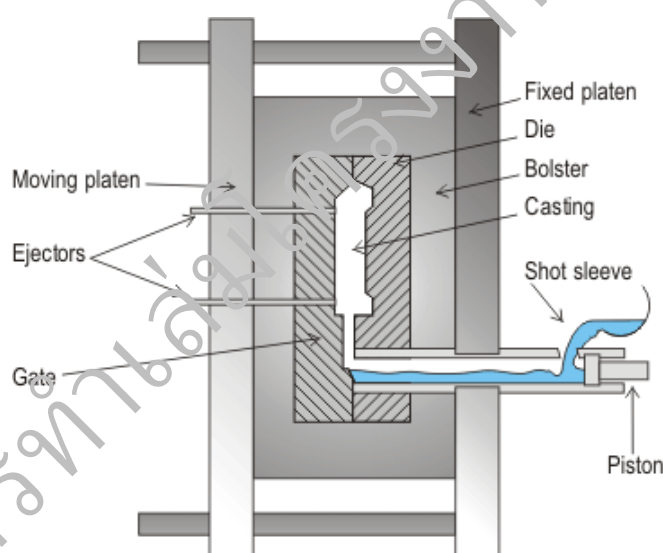
2.1.2 Cold chamber casting การหล่อเย็น จะแยกห้องเผาไหม้ (combustion chamber) ออกจากอุปกรณ์ฉีด และใช้ท่อดูด (straw) ในการสร้างท่อหรือ conduit สำหรับโลหะเหลว ข้อได้เปรียบหลัก ๆ ของวิธีนี้ก็คือ มันสามารถใช้ได้กับโลหะหลากหลายชนิดที่มีจุดหลอมเหลวแตกต่างกัน โดยรวมถึงโลหะที่มีจุดหลอมเหลวสูงกว่าโลหะชนิดอื่นๆ เพราะว่า 2 ห้องหลอม หรือ

melting chamber สามารถสร้างด้วยวัสดุที่มีจุดหลอมเหลวสูงพิเศษ (ultra-high melting points) เช่น ทังสเตน ดังนั้น cold chamber จึงเหมาะสำหรับการทำชิ้นงานอัลลอยด์

ข้อเสียที่สำคัญที่สุดของกระบวนการหล่อเย็นก็คือ ความล่าช้าของกระบวนการทำงาน ไม่เพียงแต่ต้องใช้เวลาเพิ่มในการปั๊มวัสดุที่หลอมเหลว แต่เนื่องจากวัสดุนั้นจะต้องได้รับความร้อนในที่ที่แยกออกไปต่างหากจากแม่พิมพ์จึงมีราคาแพงกว่า สำหรับโลหะที่มีจุดหลอมเหลวสูง เช่น ทองแดง แมงกานีสและโมลิบดีนัม จึงเป็นวิธีการเดียวที่ใช้ได้ผลที่สุด หากคุณไม่ต้องการประสบปัญหาเกี่ยวกับการกัดกร่อนในภายหลัง

2.2 เครื่องฉีดอะลูมิเนียม (Die Casting Machine)

ลักษณะของเครื่องฉีดอะลูมิเนียมโดยทั่วไป จะมีส่วนประกอบที่สำคัญ ดังนี้



รูปที่ 2.1 ลักษณะของเครื่องฉีดอะลูมิเนียม

2.2.1 Piston

เป็นตัวกระทุ้งน้ำโลหะให้ฉีดเข้าไปในแม่พิมพ์โดยมีการกำหนดค่าความดันฉีดภายในเครื่องฉีด ซึ่งค่าความดันแต่ละค่านี้จะแตกต่างกันตามขนาดของแม่พิมพ์และ ความสามารถของแต่ละเครื่อง

2.2.2 Shot sleeve

เป็นส่วนที่อยู่ระหว่างท่อนำส่งอะลูมิเนียม (Sleeve) ที่จะถูกฉีดเข้าไปในแม่พิมพ์ ซึ่ง Shot sleeve จะต้องมีความกว้างมากพอเพื่อที่เมื่อกรวยของน้ำโลหะตกลงในช่อง Shot sleeve ซึ่งเครื่อง

ฉีดบางเครื่องหากต้องใช้ปริมาณน้ำโลหะเป็นจำนวนมาก ก็จะใช้ช่องส่งน้ำโลหะแบบ Long sleeve แทน หาก Sleeve ไม่สามารถขึ้นเครื่องฉีดได้ก็ต้องทำการออกแบบและสั่งซื้อใหม่

2.2.3 Fix Platen

เป็นส่วนของหน้าเครื่องฉีดอะลูมิเนียม ใช้สำหรับติดตั้งแม่พิมพ์ในส่วนที่อยู่กับที่

2.2.4 Bolster

เป็นแผ่นรองรับด้านหน้าเครื่องฉีด มีไว้สำหรับรับแรงกระแทกเมื่อเครื่องทำการปิดแม่พิมพ์ก่อนทำการฉีด

2.2.5 Die

แม่พิมพ์ที่ทำการขึ้นฉีดในเครื่องจะถูกวางในตำแหน่งดังรูปที่ 2.1

2.2.6 Casting

เป็นส่วนของแม่พิมพ์ที่จะต้องมียะลุมิเนียมบรรจุอยู่หลังจากการฉีด ซึ่งหลังจากการฉีดอะลูมิเนียมแล้วในส่วนนี้จะกลายเป็นชิ้นงานที่ได้จากการฉีดอะลูมิเนียม

2.2.7 Moving Plate

เป็นแผ่นรองด้านหลังเครื่องในส่วนที่แม่พิมพ์สามารถเคลื่อนที่ได้

2.2.8 Ejectors

เป็นส่วนที่ใช้กระทุ้งแม่พิมพ์ให้ Ejectors Pin ดันชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์หลังการฉีดอะลูมิเนียม

2.2.9 Gate

ทางเข้าของน้ำโลหะเข้าสู่แม่พิมพ์ ซึ่งส่วนของ Gate จะอยู่ที่แม่พิมพ์และขนาดของ Gate ต้องสัมพันธ์กับ Sleeve เพื่อไม่ให้น้ำโลหะรั่วไหลออกมาจากแม่พิมพ์ในขณะที่ทำการฉีดอัดน้ำโลหะเข้าสู่แม่พิมพ์

ขนาดของเครื่องฉีดอะลูมิเนียมมีทั้งขนาดใหญ่และเล็ก เพื่อให้สามารถฉีดขึ้นงานได้หลายขนาด โดยส่วนใหญ่แล้วการทำงานของเครื่องฉีดต้องระมัดระวังเป็นอย่างมาก หากส่วนของแม่พิมพ์ปิดไม่สนิท อาจทำให้ขณะทำการฉีดน้ำโลหะสามารถพุ่งออกจากแม่พิมพ์ทำให้เกิดอันตรายกับพนักงานบริเวณนั้นได้ ซึ่งสาเหตุของการพุ่งของน้ำโลหะอาจเกิดได้จากหลายสาเหตุดังนี้

- 1) หน้าแม่พิมพ์ไม่เรียบเสมอกันทำให้เกิดช่องว่างระหว่างแม่พิมพ์ จนทำให้ขณะเกิดแรงดันฉีดน้ำโลหะจึงหาช่องว่างเพื่อที่จะระบายแรงดันแล้วจึงเกิดการพุ่งออกจากแม่พิมพ์
- 2) การใส่ Condition แรงปิดแม่พิมพ์น้อยเกินไป ทำให้แม่พิมพ์ปิดไม่สนิท เมื่อทำการฉีดน้ำโลหะจึงพุ่งออกจากแม่พิมพ์

3) การให้แรงดันน้ำโลหะและปริมาณน้ำโลหะมากเกินไป ทำให้ขนาดของแม่พิมพ์ไม่สามารถรับแรงดันได้หมดจึงกระแทกเปิดแม่พิมพ์จนน้ำโลหะพุ่งออกมาได้

4) การสีกหรือในส่วนของแม่พิมพ์ ซึ่งในส่วนนี้ผู้ที่มีหน้าที่ดูแลแม่พิมพ์จะต้องตรวจสอบแม่พิมพ์ทุกครั้งหลังการใช้งาน เพื่อป้องกันปัญหาที่จะเกิดกับการใช้งานในครั้งต่อไป

2.3 ชนิดและลักษณะเฉพาะของข้อบกพร่องในกระบวนการฉีดอะลูมิเนียม



รูปที่ 2.2 ตัวอย่างงานฉีดอะลูมิเนียม

จากบทความที่ผ่านมาได้มีการนำเสนอข้อบกพร่องในกระบวนการฉีดอะลูมิเนียมมาบ้างแล้ว ในส่วนนี้จะอธิบายถึงรายละเอียดและการจำแนกข้อบกพร่องแบบต่าง ๆ และวิธีแก้ไขในรูปแบบที่มองเห็นได้ง่ายและสามารถนำไปแก้ไขได้อย่างรวดเร็ว กว่าแบบที่ผ่าน ๆ มา ดังนั้นจึงได้นำข้อมูลมาแยกชนิดและลักษณะเฉพาะได้ดังต่อไปนี้

2.3.1 ความไม่สมบูรณ์ทางรูปร่าง (Imperfection of casting shape)

1) ชิ้นงานไม่ได้ขนาด ลักษณะของชิ้นงานจะไม่อยู่ในค่าพิคัดความเผื่อที่ยอมให้ได้อันเนื่องมาจากหลายสาเหตุ

2) Mold Shift และ Core Shift เกิดการเคลื่อน ลักษณะรูปร่างของชิ้นงานไม่ดีเพราะแม่พิมพ์เกิดการเลื่อน หรือส่วน Core เกิดการเลื่อน

3) เกิดการเสียรูป (Deformation) ลักษณะเกิดความไม่สมบูรณ์ทางรูปร่างในชิ้นงานหล่อ

4) เกิดการนูนออกมา (Projection) และเป็นหลุม (Depression) ลักษณะผนังหนาของชิ้นงานใหญ่ขึ้นหรือเล็กลงทั้ง 2 ด้าน

5) ส่วนหนึ่งของ Gate แตก (Gate portion broke) ชิ้นงานแตกในระหว่างที่ Gate เคลื่อนที่หรือตอนเอาครีบน้ำขึ้นงานออก

2.3.2 ข้อบกพร่องภายนอก (ข้อบกพร่องที่เกิดกับผิวชิ้นงาน) (External Defect)

1) Misrun ลักษณะโลหะหลอมเหลวกลายเป็นของแข็งโดยไม่มีการเติมน้ำโลหะเข้าไปให้เต็ม Cavity ทำให้งานไม่เต็มแบบ

2) Flow lines ลักษณะเป็นทางไหลบาง ๆ หรือเป็นรูปร่างการไหลของโลหะที่ผิวงานฉีก

3) Cold shut ลักษณะส่วนหนึ่งของโลหะหลอมเหลวไม่หลอมละลายและที่ขอบเส้นยังเหลือรอยอยู่ (รอยเส้นลึก)

4) รอยแตก (Crack) ลักษณะเกิดรอยแตกที่ชิ้นงานหล่อเพราะเกิด การย่น (Shrinkage) ,แม่พิมพ์เปิด (Die opening) หรือเกิด ระบบปลดไม่ดี (Ejection) เป็นต้น

5) รอยย่นหรือเกิดการหดตัว (Shrinkage) ลักษณะการหดตัวหรือย่น เนื่องจากโลหะกลายเป็นของแข็งบริเวณที่เป็นโพรงหรือเว้า เข้าบนผิวหน้าชิ้นงาน

6) ผิวนูนพอง (Blister) ลักษณะเกิดการนูนออกมาจากผิวชิ้นงานโดยอากาศใกล้ ๆ ผิวชิ้นงานดันขึ้นจนเกิดเป็นผิวนูนพอง

7) รอยที่เกิดจากการถูกรูด (Galling) ลักษณะเกิดรอยขีดข่วนที่ผิวงานหล่อ เมื่อชิ้นงานถูกปลดออกมาจากแม่พิมพ์

8) เกิดรอยประสาน (Soldering mark) ลักษณะโลหะไม่พอในการฉีกหรือผิวหน้าชิ้นงานขรุขระ ไม่เรียบ เพราะโลหะหลอมติดอยู่บนผิวแม่พิมพ์

9) รอยข่วน (Scratch) ลักษณะเกิดรอยขีดข่วนบนผิวหน้าชิ้นงาน เนื่องจากความร้อนไม่เหมาะสม หรือมีรอยขีดข่วนบนผิวแม่พิมพ์

10) เกิดรอยสึกกร่อน (Die erosion mark) ลักษณะเป็นรอยขีดข่วนหรือผิวเริ่มนูนออกมาเพราะแม่พิมพ์เกิดการสึกกร่อนโดยเฉพาะบริเวณใกล้กับ Gate ทางเข้าน้ำโลหะ

11) เกิดรูพรุนบริเวณรูพิน (Pin hole porosity) ลักษณะเป็นรูเล็ก ๆ ที่ผิวชิ้นงาน

12) Handling mark ลักษณะเป็นรอยครูดที่ผิวชิ้นงานเนื่องจากการส่งออกไปยังกระบวนการผลิตถัดไป หรือเนื่องจากการขนย้าย

13) Porosity in gate ลักษณะเป็นรูเล็ก ๆ ที่ Gate ทำให้บางส่วนเกิดการแตก (มีบางส่วนเกิดการแตก)

2.3.3 ข้อบกพร่องภายใน (Internal Defects)

1) Shrinkage porosity ลักษณะเกิดโพรงภายในชิ้นงานเนื่องจากการหดตัวของน้ำโลหะ (การหดตัวกลายเป็นผลึกหรือของแข็ง)

2) Blow hole ลักษณะเป็นรูหรือเกิดภายใน Cavity ชิ้นงาน เนื่องจากการรวมกันของอากาศเข้าไปในโลหะหลอมเหลว

3) Porosity ลักษณะภายในชิ้นงานหลอมจะเป็น Blow hole หรือ Shrinkage porosity (เกิดภายใน Cavity)

4) Pin hole at center of wall thickness ลักษณะเกิดเป็นรูเล็ก ๆ ที่เส้นผ่าศูนย์กลางของผนังหนา

2.3.4 ข้อบกพร่องที่เกิดจากคุณภาพของโครงสร้าง (Defect of structural quality)

1) Hard spot ลักษณะเกรนภายในชิ้นงานหลอมมีความแข็งสูง จะทำให้การกลึงโดยเครื่องจักรปกติทำได้ยาก สิ้นเปลืองเครื่องมือในการกลึง

2) Compositional errors ลักษณะคุณสมบัติทางเคมีไม่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานหรือใช้วัสดุคล้าย ๆ กัน

3) Oxide ลักษณะเกิดการรวมกันระหว่างออกซิเจนกับธาตุอื่นภายในชิ้นงาน

4) Segregation ลักษณะเกิดเมื่อโลหะหลอมเหลวเริ่มกลายเป็นของแข็ง บางครั้งเกิดจากคุณสมบัติการเรียงตัวในขั้นตอนแรกของการกลายเป็นผลึกของงาน และเกิดความแตกต่างเนื่องจากชิ้นงานแข็งตัวในภายหลัง และมีสิ่งเจือปนที่มีผลต่อการกลายเป็นของแข็งต่อชิ้นงาน

2.3.5 ข้อบกพร่องอื่น ๆ

1) ข้อบกพร่องเนื่องจากคุณสมบัติทางฟิสิกส์หรือทางเคมี ลักษณะทางฟิสิกส์ หรือทางเคมีซึ่งมีค่าความแข็งไม่ได้ตามมาตรฐานหรือเกิดการต่อต้านการสึกกร่อน

2) Defect on pressure tightness ลักษณะเกิดจากการเก็บความดันชิ้นงานมากเกินไป จนความดันรั่วออกจากชิ้นงาน

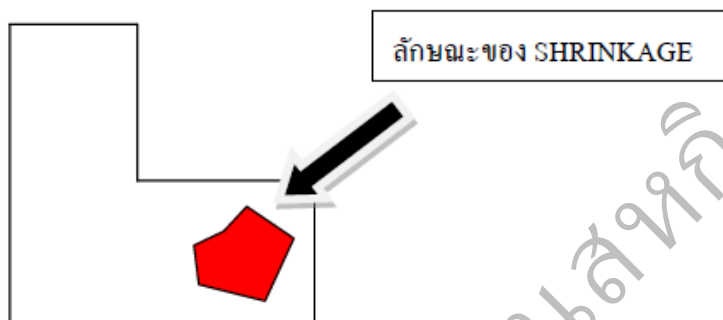
3) Insert forgetting ลักษณะลืมใส่ Insert เมื่อทำการติดตั้งแม่พิมพ์บนเครื่องฉีด

ตารางที่ 2.1 CODE DEFECT

CODE DEFECTS	
English Name	ภาษาไทย
SHRINKAGE	รอยยุบ
MISRUN	เนื้อไม่ประสาน
BLOW HOLE	โพรงอากาศ
CRACK	รอยร้าว
LEAK	รั่ว
BENDING	โก่ง
SLAG	เศษสิ่งสกปรกในชิ้นงาน
SCRATCH	รอยขีด,ขีด
SWELL	บวมพูน
REVERSE BURR	ครีบก้อน
DIRTY&OXIDE	คราบสกปรก
TEST MACHINE	งานทดลองเครื่อง
OTHER CASTING PROCESS	งานเสียอื่น ๆ
FAST SOLID	ผิวล่อน
GATE&OVER FLOW NG.	ตาน้ำบาง
DIE MISSTAKE	งานที่เกิดจากแม่พิมพ์เป็นเหตุ
FLOW LINE	รอยไหลของน้ำอะลูมิเนียม
OVER HEAT	รอยไหม้
INSERT NG.	อินเสิร์ท เสีย
DIE PREHEAT	งานอุ่นแม่พิมพ์
MISSTRIMING	หักเข้าเนื้อ
DUST	ฝุ่นทราย
EJECTOR TROBLE	แยกแบบเสีย
CORE BROKEN	ไส้แตก,หัก
CORE DEFECTS OTHER	งานเสียอื่นๆที่เกิดจากไส้แบบ
WEIGHT CORE NG.	น้ำหนักไส้แบบไม่ได้
OVER FINISHING	แต่งเกิน
BUMP MARK FINISHING	รอยกระแทก

1) SHRINKAGE : รอยยุบ

ลักษณะ : โพรงที่เกิดจากการหดตัวของชิ้นงานส่วนมากจะเกิดที่ส่วนหนาสุดของชิ้นงาน และเกิดในตำแหน่งเดียวกันเสมอ Shrinkage ที่พบจะมีลักษณะเป็นรูและจะพบทั้งภายในและภายนอกของชิ้นงาน



รูปที่ 2.3 ลักษณะของ Shrinkage



รูปที่ 2.4 ตัวอย่างชิ้นงาน Shrinkage

สาเหตุของการเกิด Shrinkage (รอยยุบ)

1. อุณหภูมิใช้งานของน้ำอะลูมิเนียมสูงเกินไป
2. เกิดความผิดพลาดในการป้อนเติม
3. เกิดการแข็งตัวเร็วเกินไปที่ทางเข้าของน้ำโลหะ
4. เกิดความบกพร่องของค่าทางเคมีในINGOT
5. น้ำอะลูมิเนียมไม่แข็งตัวในทิศทางเดียวกัน
6. GATE มีขนาดหนามากเกินไป

การแก้ปัญหาการเกิด SHRINKAGE (รอยยุบ)

1. ลดอุณหภูมิใช้งานของน้ำอะลูมิเนียมควรตั้งอุณหภูมิให้พอเหมาะกับการใช้งาน
2. ออกแบบแม่พิมพ์ให้มีลักษณะถูกต้องตามหลักทิศทางการแข็งตัวของน้ำโลหะ
3. ใช้ COOLING SYSTEMที่แม่พิมพ์ (ถ้ามีอยู่แล้วตรวจสอบว่ารั่วหรือไม่)
4. ออกแบบGATEให้มีขนาดพอเหมาะกับการใช้งาน

2) MISRUN : เนื้อไม่ประสาน

ลักษณะ : เนื้ออลูมิเนียมหลังฉีดไปประสานกัน เนื่องจากความร้อนภายใน Mold ไม่เท่ากัน ทำให้ส่วนที่เย็นกว่างานแข็งตัวก่อน งานจึงไม่ประสานกันทั้งชิ้นงาน



รูปที่ 2.5 ตัวอย่างชิ้นงาน Misrun

สาเหตุของการเกิด misrun (เนื้อไม่ประสาน)

1. การปรับ condition
2. อุณหภูมิภายใน Mold ไม่เท่ากัน เช่น เย็นกว่าจุดอื่นหรือที่กำหนดมาก, ร้อนกว่า จุดอื่นหรือที่กำหนดมาก
3. กระบวนการหล่อเย็นไม่ทั่วถึง ทำให้ Mold บางส่วนร้อนกว่าส่วนอื่น
4. Pressure น้อยเกินไปทำให้ใช้เวลานานกว่าอุณหภูมิเย็นจะเข้าเต็มชิ้นงาน ทำให้เนื้อไม่ประสานกัน
5. น้ำโลหะหนืด เนื่องจากมีปริมาณอลูมิเนียม (Al) ในน้ำโลหะต่ำ

การแก้ปัญหการเกิด misrun (เนื้อไม่ประสาน)

1. ปรับ condition ให้พอดี
2. ปรับอุณหภูมิภายใน Mold ให้ใกล้เคียงกันมากที่สุด
3. ปรับกระบวนการหล่อเย็นให้สมดุล เช่น ส่วนไหนร้อนมากก็ควรมีการหล่อเย็นมาก
4. ตั้ง pressure ให้พอเหมาะ ไม่เร็วหรือช้าเกินไป
5. ทำความสะอาดแม่พิมพ์ และตรวจสอบน้ำมันหล่อลื่นแม่พิมพ์ ถ้าน้อยเกินไปจนทำให้ชิ้นงานติดแม่พิมพ์ ให้ทำการเพิ่มปริมาณน้ำมันหล่อลื่นแม่พิมพ์

3) FLOW LINE : รอยไหลของน้ำอะลูมิเนียม

ลักษณะ : เป็นเส้นลายที่ผิว ตรงบริเวณที่โลหะไหลมาบรรจบกัน ซึ่งไม่สามารถกำจัดโดยใช้ความดันสูงหลังจากฉีดน้ำโลหะเข้าแม่พิมพ์แล้ว



รูปที่ 2.6 ตัวอย่างชิ้นงาน Flow line

สาเหตุการเกิด Flow Line (รอยไหลของน้ำอะลูมิเนียม)

1. เกิดเมื่อโลหะหลอมเหลวที่ไหลอยู่ในแม่พิมพ์แข็งก่อนถึงเวลาที่กำหนด และไม่หลอมรวมกับโลหะหลอมเหลวที่ไหลเข้ามาภายหลัง
2. ตัวแปรที่ทำให้เกิด : เวลาในการฉีด (cavity fill time), ความเร็วเกต (gate velocity), อุณหภูมิของแม่พิมพ์และโลหะ (die & metal temperature), ลักษณะการไหลของโลหะ (the flow pattern of metal in the cavity)

การแก้ปัญหาการเกิด Flow line (รอยไหลของน้ำอะลูมิเนียม)

1. ควรทำการฉีดที่อุณหภูมิแม่พิมพ์ที่สูงที่สุดในทางปฏิบัติ
 - อุณหภูมิแม่พิมพ์ที่แนะนำอยู่ในช่วง 150 – 250 องศาเซลเซียส
 - อุณหภูมิแม่พิมพ์ที่เหมาะสมควรอยู่ในช่วง 180 – 200 องศาเซลเซียส

2. ควรใช้เวลาในการฉีดให้สั้นที่สุด

- สำหรับชิ้นงานที่ไม่ต้องนำไปทำผิวต่อ อาจใช้เวลาในการฉีดได้นานถึง 0.03 วินาที
- สำหรับชิ้นงานที่ต้องนำไปทำผิวต่อ ควรใช้เวลาในการฉีดให้น้อยกว่า 0.02 วินาที
- ควรทำการฉีดที่ความเร็วเกทสูง ๆ
- แนะนำให้ใช้ความเร็วเกทอยู่ในช่วง 35 – 50 เมตร/วินาที
- ควรออกแบบทางวิ่งน้ำโลหะที่ทำให้การไหลราบเรียบ (uniform metal flow)
- พื้นที่ หน้าตัดของทางวิ่งโลหะตั้งแต่หัวฉีดถึงเกทควรลดหลั่นลงตามลำดับโดยพื้นที่หน้าตัดหัวฉีดควรมากกว่าพื้นที่หน้าตัดเกท 1.25 – 1.75 เท่า
- ควรหลีกเลี่ยงการเปลี่ยนทิศทางวิ่งน้ำโลหะอย่างกะทันหัน (หักมุม, ขนาดทางวิ่งลดลงแบบคอขวด) เพราะจะทำให้เกิดฟองอากาศมาก
- การให้ความร้อนเพิ่มเติม หรือการเคลือบผิวช่องว่างของแม่พิมพ์จะช่วยลดหน่วงการ

ถ่ายโอนความร้อน

- การให้ความร้อนเพิ่มเติมจะได้ประโยชน์มากโดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่ฉีดชิ้นงาน

ใหญ่ที่มีน้ำหนักน้อย (ชิ้นงานบาง)

- รูล้น (overflow) เป็นตัวให้ความร้อนแก่แม่พิมพ์
- ถ้าผิวลายตื้น (น้อยกว่า 0.05 มิลลิเมตร) เป็นไปได้ที่จะสามารถขัด (buffing) ออกได้
- มักใช้ Belt sanding ในการกำจัดผิวลายที่รุนแรง (วิธีนี้แพงและขัดผิวโลหะออกมาก

จนเห็นเป็นตามดที่ผิว ซึ่งทำให้เกิดผิวพุพองตามมาเมื่อนำไปชุบผิว)

4) SWELL : บวมพอง

ลักษณะ : เป็นผิวพองเล็ก ๆ พองนูนขึ้นมาที่ผิว ส่วนผิวพองใหญ่ ๆ เกิดจากความดัน ขนาดของพองอากาศพองเหล่านี้จะมีหลากหลายขนาด แต่ทั้งหมดจะมีรูปทรงกลม



รูปที่ 2.7 ตัวอย่างชิ้นงาน Swell

สาเหตุการเกิด Swell

1. ผิวพองเป็นผลของการกักของพองอากาศ ซึ่งจะพองขึ้นเมื่อความดันภายในพองอากาศมากกว่าความแข็งแรงของผิวชิ้นงานที่ อุณหภูมินั้น ๆ (พองอากาศเหล่านี้สามารถพองขึ้นได้ระหว่างการตีขึ้นงานออกจากแม่พิมพ์ และการอบ (baking))
2. ตัวแปรที่ทำให้เกิด : ลักษณะการไหลของโลหะในระบบทางวิ่งและในช่องว่างของแม่พิมพ์ (the flow pattern of metal in feeding system and cavity), ความเร็วเกต (gate velocity), อุณหภูมิของแม่พิมพ์ (die temperature) และอุณหภูมิในการตีขึ้นงานออก (casting ejection temperature)

ความเสียหาย : ทำให้เกิดปัญหาตอนทำผิว (finishing) และทำให้ผิวเคลือบเสียหายเมื่อนำไปชุบผิว หรือพ่นสี

การแก้ปัญหการเกิด Swell

1. วิธีที่ดีที่สุดในการควบคุมผิวพอง คือ ลดปริมาณอากาศที่ถูกกักในชิ้นงาน โดย
 - ออกแบบทางวิ่งโลหะ ให้โลหะไหลอย่างราบรื่นไปทางเดียวกัน การไหลของ โลหะที่ราบรื่น จะช่วยให้อากาศที่อยู่ในรันเนอร์และช่องว่างของแม่พิมพ์ไหลไป ยังช่องระบาย อากาศและรูล้น

- ควรหลีกเลี่ยงการเพิ่มขนาดของทางวิ่งโลหะ และมุมฉาก ดังรูป (เนื่องจากจะทำให้เกิดการไหลแบบพล่าน ซึ่งเป็นผลให้อากาศเข้าไปผสมกับการไหลของโลหะ และทำให้เกิดการกักอากาศในที่สุด)

2. สำหรับชิ้นงานที่ซับซ้อน ถ้าไม่สามารถออกแบบให้โลหะไหลไปทางเดียวกันได้ ควรใช้ความเร็วเกทสูง เพื่อลดและกระจายขนาดของฟองอากาศ

3. นอกจากนี้ การเพิ่มเวลาก่อนเปิดแม่พิมพ์ จะทำให้ผนังชิ้นงานเย็น ซึ่งช่วยเพิ่มความแข็งแรง อย่างไรก็ตาม วิธีนี้ไม่สามารถแก้ปัญหาที่ต้นเหตุได้ วิธีที่ดีที่สุดคือการลดปริมาณอากาศ ดังที่กล่าวมาตอนต้น

4. การเกิดผิวพองขึ้นอยู่กับการควบคุมอุณหภูมิในการตีชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ ยิ่งอุณหภูมิในการตีชิ้นงานออกต่ำ ผนังของชิ้นงานยิ่งแข็งแรง โอกาสเกิดผิวพองก็จะลดลง (วิธีนี้ไม่สามารถป้องกันผิวพองที่เกิดจากกระบวนการขึ้นรูป (casting process) ที่ใช้อุณหภูมิสูงได้)

5. ในบางครั้ง อุณหภูมิช่องว่างของแม่พิมพ์ก็เป็นสาเหตุของฟองอากาศ (วิธีนี้ใช้ไม่ได้ กับชิ้นงานที่มีผนังบาง (thin wall casting))

5) BLOW HOLE : โพรงอากาศ

ลักษณะ : เป็นฟองอากาศเล็กๆ ในเนื้อ หรือผิวชิ้นงาน



รูปที่ 2.8 ตัวอย่างชิ้นงาน Blow hole

สาเหตุการเกิด Blow hole

1. ทั้งการกักของฟองอากาศ และการหดตัวเนื่องจากการแข็งตัวของสังกะสี สามารถทำให้เกิดตามดได้ ตามดอาจปรากฏขึ้นจากการขัดผิวชิ้นงาน (ตอนแรกผิวชิ้นงานปิดตามดอยู่ เมื่อขัดเปิดผิวชิ้นงานออก ตามดจึงปรากฏขึ้น)

2. ตัวแปรที่ทำให้เกิด : ปริมาณ, ขนาด, รูปแบบ และการกระจายของรูพรุนในชิ้นงานขึ้นอยู่กับ รูปแบบการไหลของโลหะ, การระบายอากาศ, อุณหภูมิของแม่พิมพ์ และความเร็ว

ความเสียหาย : ทำให้ความแข็งแรงของชิ้นงานลดลง

การแก้ปัญหาการเกิด Blow hole

1. วิธีที่ดีที่สุดในการลดตามด คือ การลดการกักของอากาศในชิ้นงาน

- ควรควบคุมความเร็วจังหวะแรกของลูกสูบ เพื่อป้องกันการเกิดการไหลแบบพล่าน (turbulence) ในคอห่าน

2. การขึ้นรูปควรทำที่ความเร็วเกทสูง ๆ

- ความเร็วเกทสูง (มากกว่า 55 เมตร/วินาที) จะทำให้เกิดการไหลแบบอะตอม (atomized flow) เข้าในช่องว่างของแม่พิมพ์ และไล่ฟองอากาศออกจากชิ้นงาน

- ความเร็วเกทต่ำ มักจะทำให้เกิดฟองอากาศที่ใหญ่ แต่น้อยกว่า

3. รูปแบบของแม่พิมพ์และการออกแบบเกทมีผลต่อรูปแบบการไหล

- การออกแบบการระบายฟองอากาศที่มีประสิทธิภาพ ช่วยลดปริมาณการกักของอากาศ

4. รูปแบบและอัตราในการแข็งตัว, รูปแบบการเติม, แม่พิมพ์ และอุณหภูมิของโลหะ และระบบหล่อเย็น มีผลต่อตำแหน่งและขนาดของฟองอากาศ

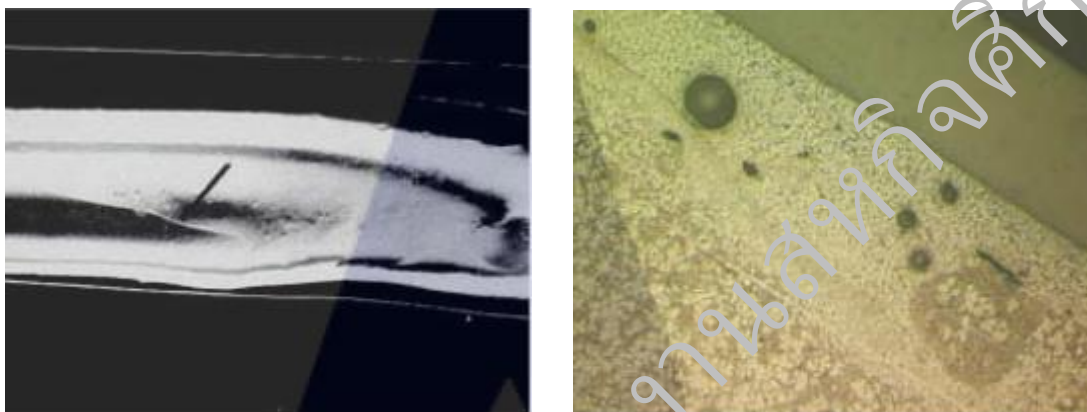
- ความเร็วในการแข็งตัวสูง มักทำให้เกิดการกักอากาศในชิ้นงาน

- ความเร็วในการแข็งตัวที่ต่ำกว่า มักจะเคลื่อนฟองอากาศไปข้างหน้า ไปรวมอยู่ที่บริเวณสุดท้ายที่จะแข็ง

- อุณหภูมิที่สูงขึ้นที่บริเวณใกล้เกท มักจะทำให้เกิดตามดที่เกท

6) BENDING : โกง

ลักษณะ : ผิวชิ้นงานไม่เรียบเป็นวงกว้าง โดยมีทั้งนูนขึ้นหรือเว้าลง และมักจะเกิดบนผิวชิ้นงานที่เรียบขนาดและรูปร่างของผิวเป็นคลื่นจะแตกต่างกันไป แต่มักจะปรากฏในตำแหน่งเดิมของชิ้นงานนั้น ๆ



รูปที่ 2.9 ตัวอย่างชิ้นงาน Bending

สาเหตุการเกิด Bending

1. ผิวเป็นคลื่นเกิดจากการแข็งตัวที่ผิดปกติ บริเวณที่ผิวชิ้นงานสูงกว่ามักจะเย็นเร็วกว่าบริเวณใกล้เคียง หรือบริเวณที่ต่ำกว่า มุมของบริเวณที่ผิวเป็นคลื่น มักจะปรากฏให้เห็นการฉีกที่ไม่สมบูรณ์ที่เล็กมาก เช่น ตามท ผิวยรุขระ
2. ตัวแปรที่ทำให้เกิด : โดยทั่วไปเกิดจากอุณหภูมิของแม่พิมพ์ที่สูงเกินไป และสถานะการฉีดที่ไม่เหมาะสม

ความเสียหาย : ทำให้เกิดปัญหาตอนทำผิว (finishing) การหดตัวที่ต่างกันของ 2 บริเวณระหว่างการแข็งตัว ทำให้ผิวชิ้นงานไม่เสมอกัน ซึ่งไม่สามารถขัดให้เรียบเท่ากันได้

การแก้ปัญหากการเกิด Bending

1. ปรับเปลี่ยนอุณหภูมิของแม่พิมพ์
2. เปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่นแม่พิมพ์
3. ปรับปรุงประสิทธิภาพในการฉีด
4. ใช้เวลาในการฉีดให้สั้นลง

7) CRACK : รอยร้าว

ลักษณะ : รอยแตกร้าวผ่านบริเวณที่ชิ้นงานแข็งตัวเป็นบริเวณสุดท้าย



รูปที่ 2.10 ตัวอย่างชิ้นงาน Crack

สาเหตุการเกิด Crack

1. รอยแตกร้าวสามารถเกิดขึ้นได้เมื่อชิ้นงานซับซ้อน โดยฉีกขาดจากส่วนที่หนาไปส่วนที่บางกว่า ถ้าส่วนที่บางกว่าแข็งตัวก่อน อาจเกิดรอยแตกร้าวขึ้นได้ที่จุดที่แข็งตัวเป็นจุดสุดท้ายของส่วนที่หนา

2. ตัวแปรที่ทำให้เกิด : โดยทั่วไปรอยแตกร้าวมักเกิดบริเวณจุดร้อน โดยสาเหตุมาจากการฉีดที่ไม่เหมาะสมบริเวณที่เป็นหลุมและแตกร้าว

ความเสียหาย : ทำให้คุณสมบัติเชิงกลลดลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งระหว่างที่ทำการทดสอบความล้า (Fatigue testing) ซึ่งเป็นผลมาจากการแตกก่อนถึงเวลาที่กำหนด

การแก้ปัญหาการเกิด Crack

1. ปรับปรุงรูปแบบในการฉีด
2. เปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่นแม่พิมพ์
3. ปรับเปลี่ยนอุณหภูมิของแม่พิมพ์

8) SCRATCH : รอยขีด,ขีด

ลักษณะ : รอยครูดที่ด้านข้างของชิ้นงาน หลังจากติดชิ้นงานออก



รูปที่ 2 11 ตัวอย่างชิ้นงาน Scratch

สาเหตุการเกิด Scratch

1. ส่วนมากเกิดจากรอยขีดที่ผิวแม่พิมพ์ ซึ่งสามารถขัดออกได้ ในบางกรณีอาจเกิดจากตัวติดชิ้นงานออกเคลื่อนที่ไม่ราบเรียบ ทำให้ชิ้นงานเอียงและเกิดรอยครูด ซึ่งในกรณีนี้ต้องทำการแก้ไขตัวติดชิ้นงานออก นอกจากนี้รอยครูดบาง ๆ อาจเกิดจากการขัดผิวแม่พิมพ์ที่ไม่สม่ำเสมอ เช่นบริเวณที่เป็นรู

2. ตัวแปรที่ทำให้เกิด : รอยขีดที่ผิวแม่พิมพ์ หรือการออกแบบแม่พิมพ์ไม่เหมาะสม

ความเสียหาย : รอยครูดสามารถมองเห็นได้ด้วยตา จึงอาจทำให้ผิวที่นำไปชุบไม่สวย

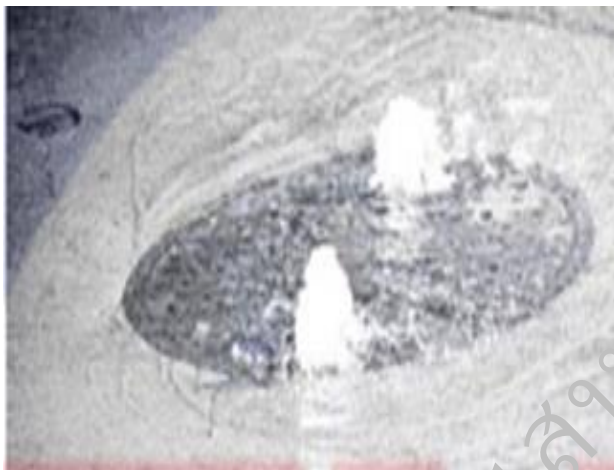
3. อาจเกิดหลังจากขั้นตอนการฉีดงานเสร็จแล้ว เช่น เคลื่อนย้าย, Finishing

การแก้ปัญหาการเกิด Scratch

1. ตรวจสอบผิวของแม่พิมพ์ และการออกแบบแม่พิมพ์
2. ระมัดระวัง เวลาเคลื่อนย้าย หรือ Finishing

9) SLAG : เศษสิ่งสกปรกในชิ้นงาน

ลักษณะ : มีเนื้องานอื่นที่ไม่ใช่อะลูมิเนียมผสมอยู่ในเนื้องาน



รูปที่ 2.12 ตัวอย่างชิ้นงาน Slag

สาเหตุการเกิด Slag

1. บ่อน้ำอะลูมิเนียมมีเศษอื่นปนอยู่
2. พื้นที่รอบ ๆ ไม่สะอาดทำให้เศษอื่นที่ไม่ใช่อะลูมิเนียม ลงไปในบ่อ
3. คนทิ้งสิ่งของอื่น ๆ ลงไปถึง recycle aluminum

การแก้ปัญหาการเกิด Slag

1. ทำความสะอาดบริเวณรอบๆเครื่องเป็นประจำ
2. ปลูกจิตสำนึกในการทิ้งสิ่งของ

10) MISSTRIMING : หักเข้าเนื้อ

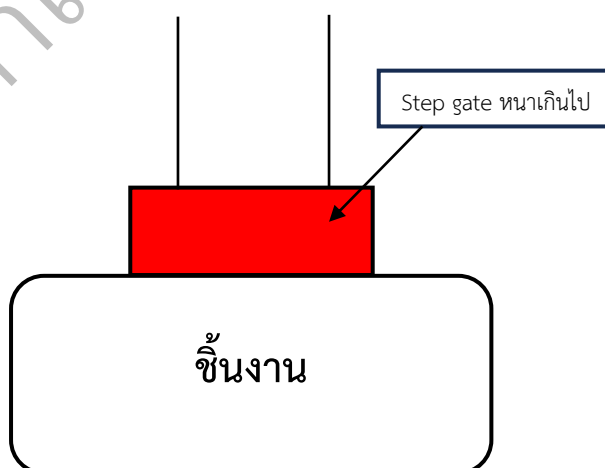
ลักษณะ : งานหักเข้าเนื้อ เนื่องจากสาเหตุต่างๆ เช่น เคาะเกท, finishing



รูปที่ 2.13 ตัวอย่างชิ้นงาน misstrimming

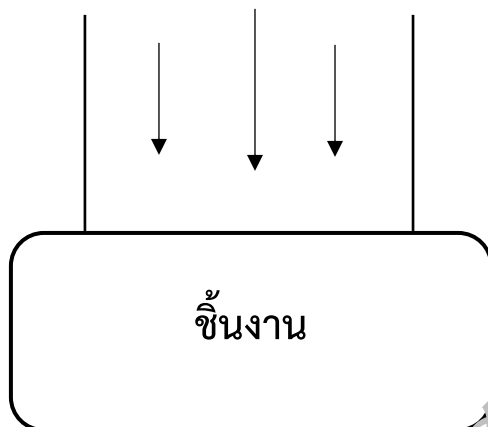
สาเหตุการเกิด Misstrimming

1. step gate หนา



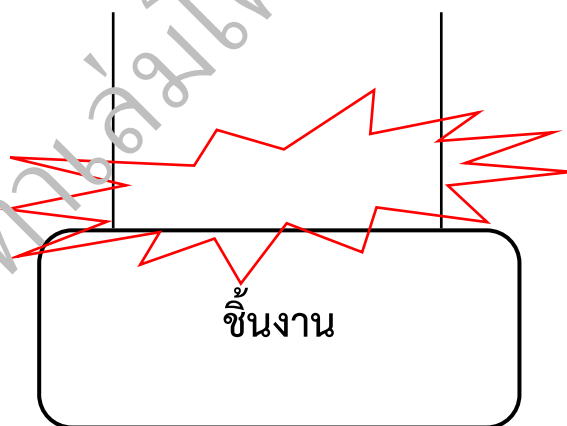
รูปที่ 2.14 ภาพจำลองงาน Step gate หนา

2. ไม่มี step gate



รูปที่ 2.15 ภาพจำลองงาน ไม่มี step gate

3. Runner ใหญ่ ทำให้ตอนเคาะหักเข้าเนื้องานง่าย



รูปที่ 2.16 ภาพจำลองงาน Runner ใหญ่

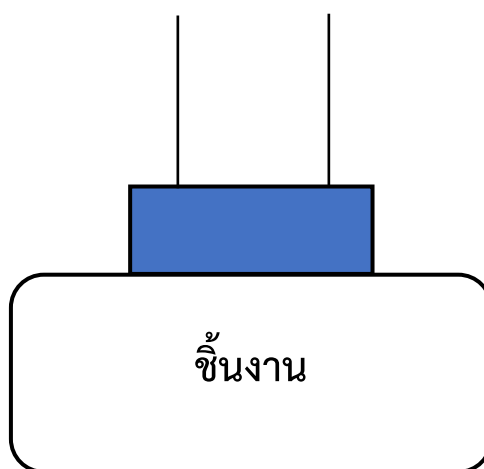
4. คนเคาะหน้าเครื่องเคาะแรงไป หรือเคาะผิดด้าน



รูปที่ 2.17 คนเคาะหน้าเครื่อง

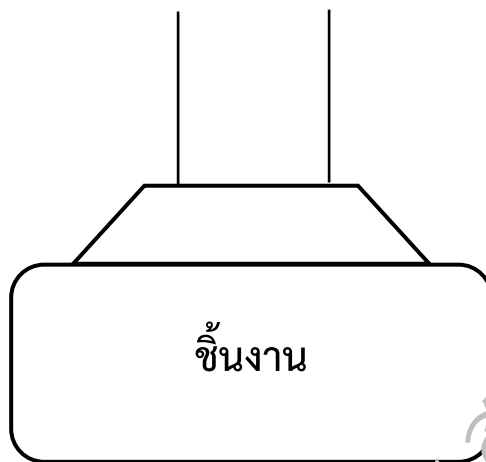
การแก้ปัญหการเกิด Misstrimming

1. สร้าง step gate ให้ชั้นงนคียงไม้หรือปรับแต่งชั้นงานที่มีอยู่แล้ว การสร้าง step gate มีทั้งหมด3 วิธี คือ
 - สร้างแบบปกติใ้ในงานปกติทั่วไป นิยมทำมากเนื่องจากสามารถสร้างได้ ง่ายและได้ผลดีพอสมควร



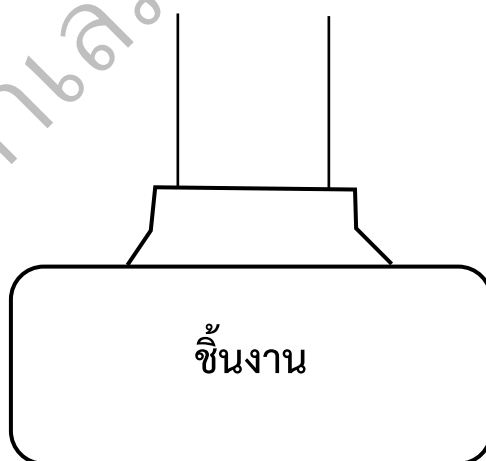
รูปที่ 2.18 ภาพจำลองการสร้าง Step gate แบบปกติ

- สร้างแบบ C ใช้เมื่อสร้างแบบปกติแล้วไม่ได้ผล ยังมีงานที่หักเข้าเนื้ออยู่ จึงมาสร้างแบบ C ได้ผลดีกว่าแบบปกติ แต่ไม่ค่อยสร้าง เนื่องจากสร้างยาก กว่าแบบปกติ



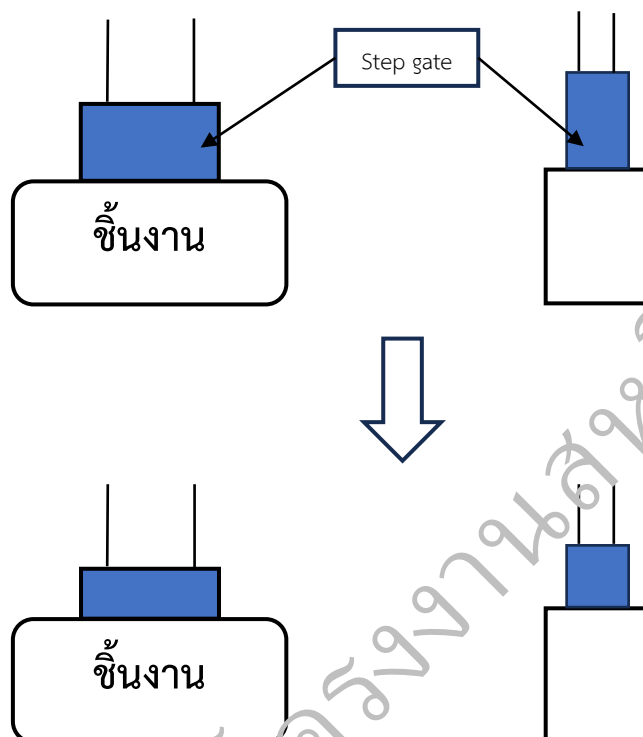
รูปที่ 2.19 ภาพจำลองการสร้าง Step gate แบบ C

- สร้างแบบ R แบบ R นั้นสร้างยากที่สุด จึงไม่เป็นที่นิยมในการสร้าง แต่ได้ผลดี มากที่สุดเกิดปัญหางานหักเข้าเนื้อน้อยมาก จะทำในกรณี 2 แบบแรกใช้ไม่ได้ จริง ๆ



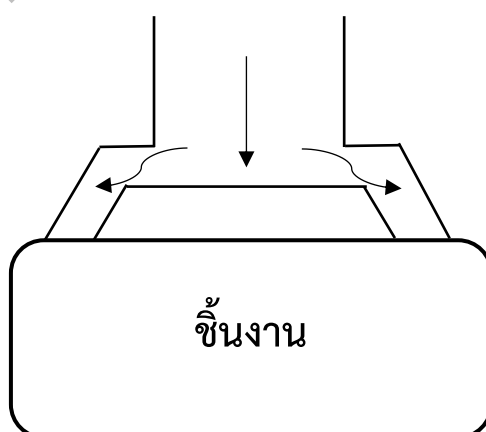
รูปที่ 2.20 ภาพจำลองการสร้าง Step gate แบบ R

2. ลด step gate ที่ใหญ่เกินขนาด



รูปที่ 2.21 ภาพจำลองการลด Step gate ที่ใหญ่เกินขนาด

3. ถ้าชิ้นงานใหญ่ Runner ใหญ่ ให้ลด Runner ลงแล้วสร้าง Gate เพิ่มแทน



รูปที่ 2.22 ภาพจำลองการสร้าง Gate เพิ่ม

4. จัดอบรม ให้พนักงานอยู่เป็นประจำ เพื่อสร้างคุณภาพงาน

2.4 น้ำยาถอดแบบแม่พิมพ์ Mold release agents

Mold release agents คือ น้ำยาถอดแบบ หรือชื่อที่รู้จักกันในวงการอุตสาหกรรม น้ำยาถอดแบบแม่พิมพ์ นิยมเรียกสั้น ๆ ว่า โมลด์รีลีส (Mold release) คุณสมบัติของน้ำยาถอดแบบแม่พิมพ์ คือ เป็นชั้นกั้น (Barrier) ระหว่างพื้นผิวของชิ้นงานที่ต้องการ (Substance surface) กับผิวของแม่พิมพ์ หรือแบบพิมพ์ (Molding surface) ช่วยให้สามารถแยกชิ้นส่วนที่ต้องการ ออกจากแม่พิมพ์ได้ง่ายขึ้น ป้องกันชิ้นงานเสียหาย หากไม่มีชั้น Barrier จากน้ำยาถอดแบบแม่พิมพ์ พื้นผิวของชิ้นงานจะติดกับผิวของแม่พิมพ์ หรือหลอมรวมกับผิวของแม่พิมพ์ ส่งผลให้ปลดชิ้นงานได้ยาก ชิ้นงานอาจเสียหาย อีกทั้งยังทำความสะอาดได้ยาก และสูญเสียประสิทธิภาพในการผลิตเป็นอย่างมาก

คุณสมบัติของน้ำยาถอดแบบแม่พิมพ์ที่ดี ควรมีลักษณะดังนี้

- สามารถการยึดเกาะกับพื้นผิวได้ดี และ มีความทนทาน ไม่หลุดลอกโดยง่าย
- มีความสามารถในการสร้างชั้นฟิล์มบาง ๆ เคลือบอยู่ที่ผิวของแม่พิมพ์
- ไม่เกิดการสะสมมากจนเกินไป (over build up) ที่ผิวของแม่พิมพ์
- สร้างชั้นพื้นผิวที่ลื่นเพียงพอ สามารถป้องกันชิ้นงานติดแม่พิมพ์ ปลดงานออกได้โดยง่าย

ชิ้นงานไม่เสียหาย

- สามารถชิ้นงานได้หลายครั้งต่อการพ่นน้ำยาถอดแบบแม่พิมพ์หนึ่งครั้ง
- ทำความสะอาดออกได้ไ้ง่ายดาย

ประเภทของน้ำยาถอดแบบแม่พิมพ์

น้ำยาถอดแบบแม่พิมพ์ สามารถจำแนกตามชนิดของตัวทำละลายได้เป็น 2 ประเภท หลักๆ ได้แก่

2.4.1 Water-based mold release คือ น้ำยาถอดแบบสูตรน้ำ ใช้ตัวทำละลาย คือน้ำสามารถผสมน้ำได้ตามอัตราส่วนการใช้งาน

ข้อดี ของน้ำยาถอดแบบสูตรน้ำ คือสามารถใช้งานที่อุณหภูมิสูงได้ เช่น การฉีดขึ้นรูปยาง

ข้อเสีย ของน้ำยาถอดแบบสูตรน้ำ คือหากลักษณะของงานมีความซับซ้อนของรูปทรงมาก น้ำยาถอดแบบสูตรน้ำจะต้องใช้ปริมาณความเข้มข้นของ % solid content มากกว่าประเภทน้ำยาถอดแบบสูตรโซลเว้นท์ หากไม่มีข้อจำกัดด้านอุณหภูมิของแม่พิมพ์ ควรเลือกใช้เป็นน้ำยาถอดแบบประเภทโซลเว้นท์ จะให้ประสิทธิภาพที่ดีกว่า

2.4.2 Solvent-based mold release คือ น้ำยาถอดแบบสูตรโซลเว้นท์ ใช้ตัวทำละลายเป็นโซลเว้นท์ ส่วนมากจะใช้เป็นสารทำละลายกลุ่มไฮโดรคาร์บอนในการทำละลาย ในแง่ของประสิทธิภาพการถอดแบบจะดีกว่าน้ำยาถอดแบบสูตรน้ำ ซึ่งการเลือกใช้โซลเว้นท์แต่ละประเภทที่ใช้ในการทำละลายจะมี จุดวาบไฟ (flash point) ที่แตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งานของลูกค้า

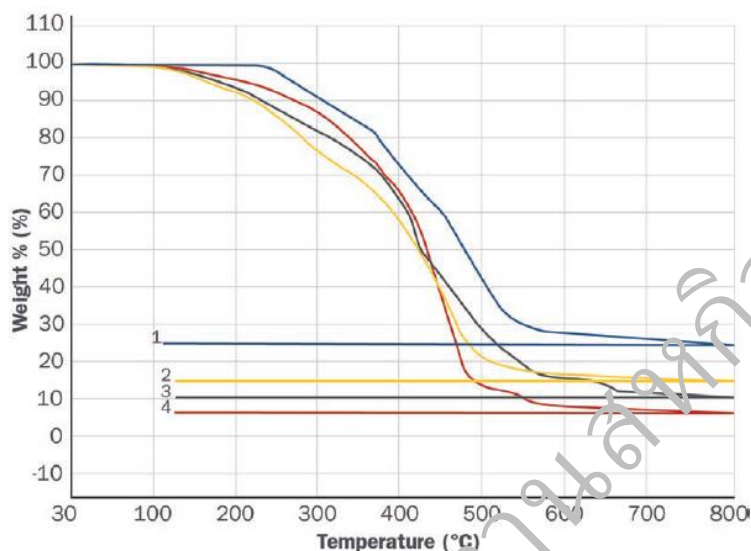
ข้อดี ของน้ำยาถอดแบบสูตรโซลเว้นท์ คือ แห้งไว สามารถลดเวลาในการผลิตได้ เนื่องจากไม่ต้องรอรเวลานานให้น้ำยาถอดแบบแห้ง ผิวชิ้นงานเรียบเนียนสวย

ข้อเสีย ของน้ำยาถอดแบบสูตรโซลเว้นท์ คือ โซลเว้นท์บางประเภทมีจุดวาบไฟที่ต่ำ มีโอกาสเกิดอัคคีภัยได้หากใช้งานอย่างไม่ระมัดระวัง จึงต้องมีการควบคุมไม่ให้มีประกายไฟระหว่างการใช้งาน และควบคุมการจัดเก็บให้ห่างจากประกายไฟ

2.5 คุณสมบัติของน้ำยาพ่นหน้าแม่พิมพ์

การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิแม่พิมพ์เพื่อให้การเคลือบป้องกันที่กระจายอย่างสม่ำเสมอเป็นปัญหาที่มีมายาวนานในการหล่อขึ้นรูปด้วยแรงดันสูง ตามคุณสมบัติของน้ำยาพ่นหน้าแม่พิมพ์ในการสร้างการเคลือบแม่พิมพ์ป้องกันเมื่อสัมผัสกับบริเวณที่เจออุณหภูมิสูงของแม่พิมพ์ ลักษณะของส่วนประกอบน้ำมันหล่อลื่นหลักๆ ขึ้นรูปต้องการให้วัสดุตอบสนองเหมือนกันโดยไม่คำนึงถึงสภาพแวดล้อม น้ำยาพ่นหน้าแม่พิมพ์ต้องมีปฏิกิริยาทางเคมีเพื่อปรับให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิบนพื้นผิวแม่พิมพ์ ด้วยเหตุนี้ Quaker Chemical จึงได้คิดค้นเทคโนโลยี Smart Polymer™ เทคโนโลยี Smart Polymer™ ขึ้นอยู่กับปฏิกิริยาทางอุณหพลศาสตร์ (ความร้อน เปิดใช้งาน) โพลีเมอร์ สมาร์ทโพลีเมอร์ เมื่อสัมผัสกับบริเวณที่มีความร้อนสูงของแม่พิมพ์โพลีเมอร์ไอโซไซยาเนตผ่านกลไกการเชื่อมขวาง ระดับของการเกิดปฏิกิริยาขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของพื้นผิวแม่พิมพ์และเวลาเปิดหน้าแม่พิมพ์ สิ่งนี้ทำให้ Smart Polymers™ สามารถให้การปกป้องที่ดีเยี่ยมในพื้นที่ที่อุณหภูมิสูงของแม่พิมพ์โดยไม่ต้องเคลือบมากเกินไปในพื้นที่ที่มีอุณหภูมิต่ำที่มีความต้องการน้อยกว่า

การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพด้วยความร้อนของ SILOXANE โพลีเมอร์ที่มีองค์ประกอบต่างกัน



รูปที่ 2.23 แสดง Siloxane polymers ตามลำดับ 1-4

การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักเมื่อได้รับความร้อน (TGA) วิธีการตรวจสอบความเสถียรทางอุณหพลศาสตร์ของวัสดุ ตัวอย่างถูกนำไปให้ความร้อนตามที่กำหนดไว้ล่วงหน้า อัตราอุณหภูมิเริ่มต้น อุณหภูมิสิ้นสุดและบรรยากาศ การทดสอบในห้องปฏิบัติการแสดงในรูป 2.23 ดำเนินการบน Perkin Elmer TGA 4000 อุณหภูมิเริ่มต้น 30 °C อัตรา 20 °C / นาที ถึง 800 °C ภายใต้บรรยากาศปกติ รายงานกราฟเปอร์เซ็นต์น้ำหนักของตัวอย่างปราศจากน้ำเทียบกับ อุณหภูมิ เช่น (ตัวอย่างที่ 1 รูปที่ 2.23) ยังคงรักษา 100% ของ น้ำหนักเริ่มต้นที่ 200 °C และ 29% ที่ 800 °C

การวิเคราะห์ TGA ของพอลิเมอร์ซิลอกเซนดัดแปลงด้วย ปฏิบัติการที่แตกต่างกันแสดงไว้ด้านล่าง พอลิเมอร์ซิลอกเซนแต่ละตัวที่ทดสอบจะเทียบเท่ากับ ยกเว้นที่ตั้งปฏิบัติการที่มีอยู่ การลดจำนวนที่ตั้งปฏิบัติการที่ช่วยลดโดยรวม ความเสถียรทางอุณหพลศาสตร์สูงกว่า 600 °C (ตัวอย่าง 1-4 รูปที่ 2.23) พอลิเมอร์ 1 ที่มีการทำปฏิบัติการที่ดีที่สุดแสดงให้เห็นถึงการปรับปรุงโดยรวม ประสิทธิภาพทางอุณหพลศาสตร์ตลอดอุณหภูมิ

พอลิเมอร์ 4 แสดงประสิทธิภาพทางความร้อนที่เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับ พอลิเมอร์ 2 และ 3 ตั้งแต่ 30-400°C แล้วน้ำหนักลดลงเร็ว การสังเกตนี้เมื่อมีความสัมพันธ์กับจำนวนที่ตั้งของปฏิบัติการ พอลิเมอร์ 2-3 แสดงคล้ายกัน อัตราการสลายตัวเริ่มต้นตั้งแต่ 30-500 °C จากนั้น แยกความแตกต่างสูง

กว่า 650 °C ความแตกต่างของความร้อน ความเสถียรเกิดจากการเข้าถึงที่ตั้งที่ใช้งานอยู่ และโครงสร้าง มหภาคของ oligomerized polymers

กลไกโดยละเอียดและความพร้อมใช้งานของการเข้าถึง ไปยังที่ตั้งของปฏิกิริยาเนื่องจากอุปสรรค steric และ oligomerization ของพอลิเมอร์เมื่อเชื่อมขวาง เกิดขึ้นไม่เป็นที่ การเปลี่ยนแปลงในประสิทธิภาพ TGA ของพอลิเมอร์ (2-4, รูปที่ 2.23) คือ เกี่ยวข้องกับกลไกนี้ ความพยายามในการเพิ่มประสิทธิภาพ ประสิทธิภาพตามความเข้าใจที่มากขึ้นของ กลไกทางเคมีและการควบคุมไซต์ที่ใช้ ใช้งานอยู่

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นายพหล วรติลลกุล (2554) ศึกษาเรื่อง อิทธิพลของสัดส่วนอลูมิเนียมหลอมซ้ำที่มีต่อการเกิด ของเสียประเภทสิ่งปลอมปน ในกระบวนการฉีดหล่อแรงดันสูง กรณีศึกษา: บริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วน รถยนต์ ซึ่งเป้าหมายของวิทยานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของสัดส่วนอลูมิเนียมหลอมซ้ำ ที่มีต่อการเกิดของเสียประเภทสิ่งปลอมปนที่บริเวณเกาขึ้นงานฉีดในกระบวนการฉีดหล่อแรงดันสูงถึง ผลของคุณภาพน้ำอลูมิเนียม และคุณภาพชิ้นงานฉีด จึงระหว่างการศึกษา ผลของค่าเคโมลต์ (K) และ แก๊สไฮโดรเจน (H₂) พบว่ามีลักษณะที่แปรตามกัน และมีความสัมพันธ์กัน ซึ่งสามารถนำไปศึกษาต่อ ได้ เพื่อลดขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพของน้ำอลูมิเนียม ซึ่งอาจทำการตรวจสอบเพียงค่าเคโมลต์ (K) และอาจสามารถนำมาอ้างอิง เพื่อการคาดการณ์ผลของคุณภาพน้ำอลูมิเนียมประเภทอื่นๆ เช่น แก๊สไฮโดรเจน (H₂) รวมถึงผลของคุณภาพของชิ้นงานฉีดได้

นางสาว จีราภรณ์ จันทศรี (2564) ศึกษาเรื่อง การลดของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนฐาน อลูมิเนียมหล่อ ในการปฏิบัติจริง โดยปรับปรุงกระบวนการผลิตให้มีความเหมาะสมมากขึ้น และมีการ ตรวจสอบติดตามของเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน เพื่อลดปริมาณของเสียและทำการปรับปรุงแก้ไขและจัดการ ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งพบว่าของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตในผลิตภัณฑ์ 3.5” ประเภท Foreign material วัสดุแปลกปลอม และ ED-Chip เศษชิปติด ระหว่างเดือนมกราคม ถึงเดือน ตุลาคม โดยเฉลี่ยเทียบกับของเสียที่มีอยู่เดิมจำนวนเฉลี่ยประมาณ 1,877 ชิ้นต่อเดือน สามารถลดลง เหลือเพียงเฉลี่ยเดือนละ 500 ชิ้นต่อเดือน หรือคิดเป็นการลดของเสียถึง 79.71 % หรือคิดเป็นการลด ต้นทุนถึง 413,100 บาทต่อเดือน

นายอดิรุจ สุรารักษ์ (2555) ศึกษาเรื่อง ลดของเสียในกระบวนการผลิต กรณีศึกษา: บริษัท อา ซาฮี เทค อลูมิเนียม (ประเทศไทย) จำกัด จากการทำการปฏิบัติแก้ไขนั้นอาจได้ผลหรือไม่ได้ผลเสมอ ไป ซึ่งขึ้นอยู่กับหลาย ๆ ปัจจัย และหลายๆหน่วยงานในการปฏิบัติหน้าที่ของตนเองอย่างเคร่งครัด

แต่ทั้งนี้หน่วยงานหรือผู้รับผิดชอบยังคงต้องเฝ้ารอดูติดตามดูแลและเก็บรวบรวมข้อมูลการผลิตและการแก้ไขต่อไปเป็นระยะยาว ว่าผลการแก้ไขนั้นคงที่หรือไม่

การแก้ไขแล้วแต่กลับยังมีการเกิดของเสียอยู่ และสามารถเกิดขึ้นได้เสมอ เพราะฉะนั้นต้องมีการตรวจสอบคุณภาพหรือตรวจวัดเปอร์เซ็นต์ของเสียอยู่อย่างสม่ำเสมอ เพื่อทำการแก้ไขปัญหาต่างๆต่อไป จุดมุ่งหมายเพื่อให้ปัญหาของเสียภายในโรงงานลดน้อยลงมากที่สุดเท่าที่จะสามารถทำได้ และปัญหาเหล่านี้สามารถส่งผลต่อต้นทุน ผลกำไรในการประกอบการของบริษัท ทั้งนี้การที่เราจะทำการลดของเสียให้เป็นศูนย์นั้น เป็นเรื่องที่ยากยิ่งแต่หน่วยงานหรือผู้รับผิดชอบยังคงหวังว่าเปอร์เซ็นต์ของเสียในโรงงานจะค่อยๆลดลงจนกลายเป็นศูนย์ได้ในสักวันหนึ่ง

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

จากการศึกษาและดำเนินงานเพื่อลดของเสียในกระบวนการฉีดอะลูมิเนียม เนื่องจากจำนวนของเสียในระหว่างการผลิตชิ้นงานนั้นค่อนข้างสูง คณะผู้จัดทำจึงมีความต้องการที่จะลดจำนวนของเสียแต่ละประเภทลง โดยกระบวนการปรับปรุงคุณภาพ Die Casting นั้นมีแผนการดำเนินการปรับปรุงหลายอย่าง แต่คณะผู้จัดทำได้นำแผนการปรับปรุงโดยใช้การเปลี่ยนน้ำยาพ่นหน้าแม่พิมพ์เข้ามาปรับปรุงกระบวนการฉีดขึ้นงานในการวิจัยครั้งนี้ ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น สามารถลดปริมาณของเสีย ปัญหาที่ทำให้เกิดของเสียจากหน้าแม่พิมพ์น้อยลง และต้นทุนการผลิตได้มากขึ้น สามารถปรับปรุงกระบวนการผลิต Die Casting ให้ดีขึ้น โดยคณะผู้จัดทำได้กำหนดขั้นตอนการปฏิบัติงานดังนี้

- 3.1 แผนงานการปฏิบัติงาน
- 3.2 ออกแบบวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล / เก็บรวบรวมข้อมูลจำนวนของเสียแต่ละปัญหา
- 3.3 มูลค่าของเสียแต่ละไลน์ผลิต
- 3.4 ปัญหาที่ทำให้เกิดของเสียในกระบวนการผลิต Die Casting ในเดือนธันวาคม
- 3.5 วิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาชิ้นงานติดหน้าแม่พิมพ์ และอุณหภูมิไม่ได้
- 3.6 ออกแบบวิธีการดำเนินแก้ไขปรับปรุงคุณภาพกระบวนการผลิต Die Casting
- 3.7 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำงาน และเครื่องแต่งกาย
- 3.8 ขั้นตอนขณะเก็บบันทึกข้อมูล
- 3.9 ติดตามผลการดำเนินงาน / เปรียบเทียบผลหลังการปฏิบัติงาน
- 3.10 จัดทำมาตรฐานการทำงานเพื่อนำไปปฏิบัติจริง

3.2 ออกแบบวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล / เก็บรวบรวมข้อมูลจำนวนของเสียแต่ละปัญหา

การเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้ จะเก็บข้อมูลของเสียทุกปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต Die Casting จึงต้องมีรูปแบบการลงบันทึกข้อมูล ในส่วนนี้จะใช้การลงบันทึกข้อมูลโดยใช้แผ่นบันทึกข้อมูล เข้ามาเก็บรวบรวมข้อมูล โดยการเก็บข้อมูลจะเก็บช่วงเดือนมกราคม ถึงเดือนกุมภาพันธ์ ปี พ.ศ.2567 แผ่นบันทึกข้อมูลได้ทำการออกแบบดังตัวอย่างรูปที่ 3.1

DOE.....			
No.	verify		Result
	OK	NG	
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			

No.	verify		Result
	OK	NG	
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			
41			
42			
43			
44			
45			
46			
47			
48			
49			
50			

หมายเหตุ: ถ่ายภาพทุกตัวที่ NG พร้อมบอกอาการเสีย

รูปที่ 3.1 แผ่นบันทึกข้อมูล ที่ใช้บันทึกผลการปฏิบัติงาน

โดยแผ่นรวบรวมข้อมูลจะใช้ลงข้อมูลชิ้นงานประจำวัน ใช้ลงบันทึกข้อมูลที่กระบวนการตรวจสอบคุณภาพของสินค้าก่อนส่งมอบ โดยจะรวบรวมทุกประเภทของเสียโดยคณะผู้วิจัย และผ่านการตรวจสอบจากผู้ปฏิบัติงาน หัวหน้างาน คณะผู้วิจัยจะเป็นผู้รวบรวมทุกวัน โดยแยกปัญหาของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิต Die Casting เพื่อทราบว่าประเภทของเสียไหนมีปัญหาที่สุดอีกด้วย หลังจากได้รับข้อมูลของเสียประจำวันแล้ว ขั้นตอนต่อไปจะใช้ข้อมูลเหล่านี้ทำการจัดลำดับของเสียแต่

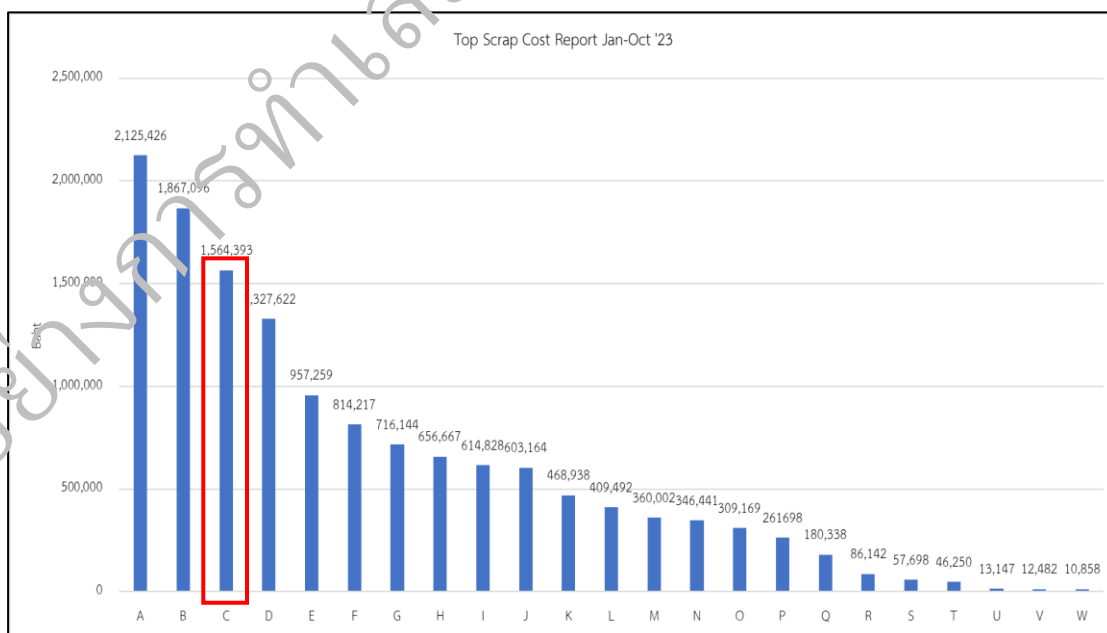
ละประเภท เพื่อทราบว่าของเสียประเภทไหนที่เกิดของเสียขึ้นมากที่สุด พร้อมศึกษารวบรวมวิธีการแก้ไข้ปัญหาที่ทำให้เกิดของเสีย

โดยประเภทของเสีย มีดังนี้

1. Swell : บวมพูน
2. Flow Line : รอยไหลของน้ำอะลูมิเนียม
3. Misrun : เนื้อไม่ประสาน
4. Crack : รอยร้าว
5. Scraeth : รอยขีด,ขีด
6. Core broken : หัก
7. Bump mark finishing : รอยกระแทก
8. Dirty&Oxide : คราบสกปรก
9. งานที่เกิดจากปัญหาเครื่องจักร

3.3 มูลค่าของเสียแต่ละไลน์ผลิต

กราฟที่ 3.1 มูลค่าของเสียแต่ละไลน์ผลิตในเดือนมกราคม ถึงตุลาคม 2023



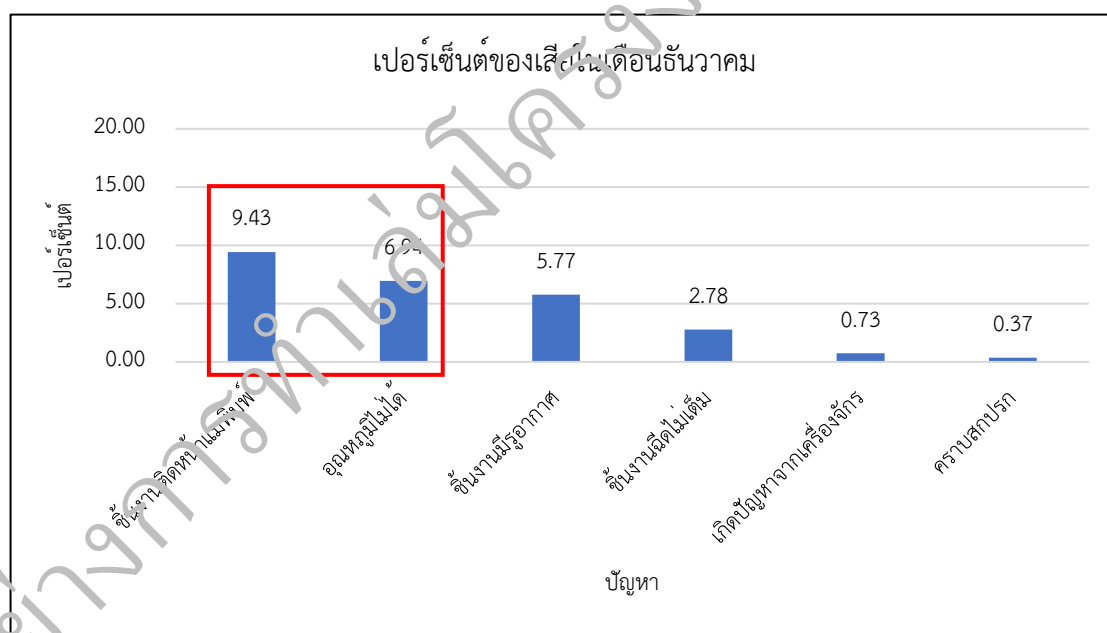
ลำดับที่ 1-5 ที่มีมูลค่าของเสียมากที่สุด

1. A
2. B
3. C
4. D
5. E

คณะผู้วิจัยเลือกไลน์ผลิตในการเลือกทำโครงการ คือไลน์ผลิต C คือ Die Casting เนื่องจากเป็นสิ่งที่ทางบริษัทสนใจมากที่สุดที่จะปรับปรุงแก้ไข

3.4 ปัญหาที่ทำให้เกิดของเสียในกระบวนการผลิต Die Casting ในเดือนธันวาคม

กราฟ 3.2 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ของเสียในเดือนธันวาคม



เมื่อได้เก็บจำนวนของเสียแล้วคิดเป็นเปอร์เซ็นต์แล้วนั้น พบว่าปัญหาที่ชิ้นงานเสียมากที่สุดคือ ชิ้นงานติดหน้าแม่พิมพ์ และอุณหภูมิไม่ได ทางคณะผู้วิจัยจึงได้นำปัญหาที่กล่าวมาดำเนินการวิเคราะห์ สรุปลงสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหานั้น ๆ

3.7 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำงาน และเครื่องแต่งกาย

3.7.1 เครื่องจักรในกระบวนการผลิต Die Casting



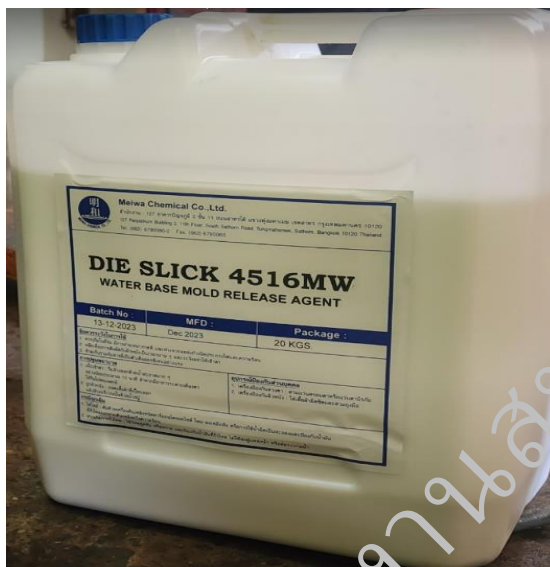
รูปที่ 3.2 เครื่องจักรในกระบวนการผลิต Die Casting

3.7.2 น้ำยาพ่นหน้าแม่พิมพ์, Mold release ของ TASAPORN INTERNATIONAL TRADE LTD. รุ่น X-0011 DIE LUBE SX-202



รูปที่ 3.3 Mold release ของ TASAPORN INTERNATIONAL TRADE LTD.

3.7.3 น้ำยาพ่นหน้าแม่พิมพ์ Mold release ของ MEIWA CHEMICAL.CO.,LTD รุ่น DIE SLICK 4516MW



รูปที่ 3.4 Mold release ของ MEIWA CHEMICAL.CO.,LTD

3.7.4 ถ้วยตวงน้ำยาพ่นหน้าแม่พิมพ์



รูปที่ 3.5 ถ้วยตวงน้ำยาพ่นหน้าแม่พิมพ์

3.7.5 เครื่องแต่งกายขณะปฏิบัติงาน



รูปที่ 3.6 เครื่องแต่งกายขณะปฏิบัติงาน

3.8 ขั้นตอนขณะเก็บบันทึกข้อมูล

3.8.1 ยืนประจำเครื่อง ตรวจสอบชิ้นงานว่าได้ตรงตามสเปกหรือไม่ พร้อมบันทึกข้อมูล



รูปที่ 3.7 ยืนประจำเครื่อง ตรวจสอบชิ้นงาน

3.8.2 เก็บบันทึกภาพหน้าแม่พิมพ์ทุกครั้ง พร้อมทั้งสังเกตการเปลี่ยนแปลงของแม่พิมพ์



รูปที่ 3.8 ยืนประจำเครื่อง ตรวจสอบชิ้นงาน

3.9 ติดตามผลการดำเนินงาน / เปรียบเทียบผลหลังการปฏิบัติงาน

หลังจากการดำเนินงานโดยใช้เครื่องมือทางด้านคุณภาพแล้ว ผลลัพธ์เป็นสำคัญที่จะทำให้ทราบผลการลงมือปฏิบัติงานไปนั้น มีผลลัพธ์ที่ดีขึ้นมากน้อยเพียงใด เมื่อเทียบกับข้อมูลขั้นต้นก่อนปฏิบัติงาน โดยคิดเป็น % ของเสียที่ลดลงโดยภาพรวมทั้งหมด เมื่อคิดเป็นต้นทุน จะสามารถลดต้นทุนการผลิตได้หรือไม่

3.10 จัดทำมาตรฐานการทำงานเพื่อนำไปปฏิบัติจริง

เมื่อการปฏิบัติงานเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพและบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ จึงต้องจัดทำเป็นมาตรฐานการปฏิบัติงานเพื่อนำไปใช้งานจริง และเพื่อนำผลลัพธ์มาขยายผล เพื่อที่จะทำให้ลดจำนวนของเสียลงได้ และทำให้ได้ผลผลิตที่เพิ่มขึ้น

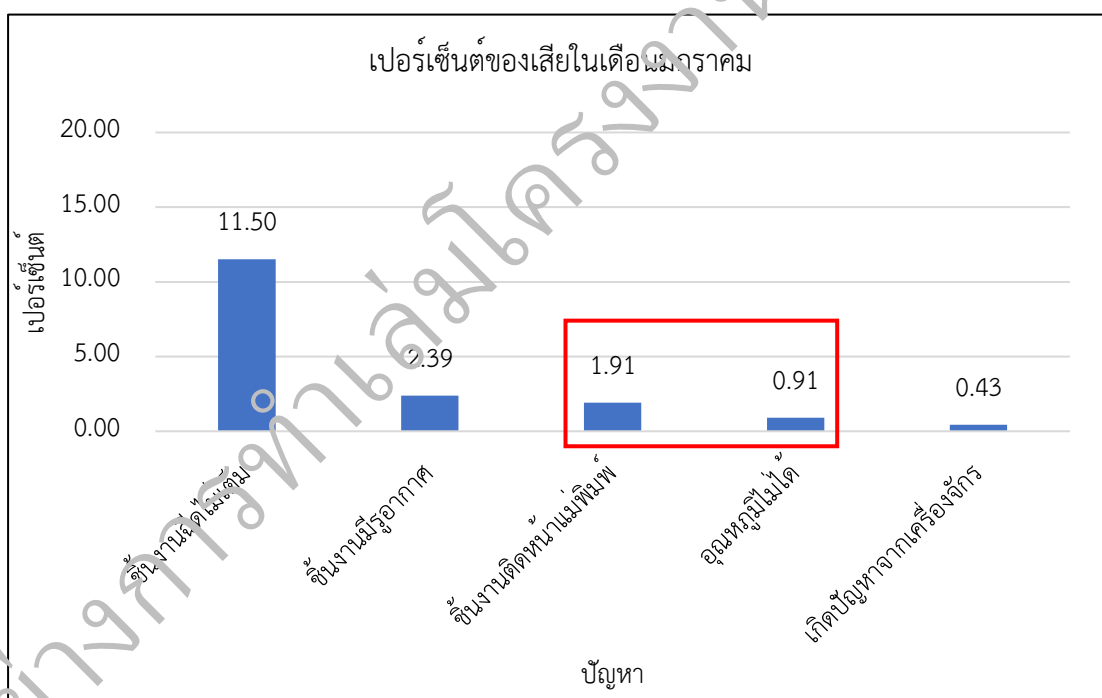
บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

จากการที่คณะผู้จัดทำได้เก็บรวบรวมผลทั้งก่อนและหลังทดลองนํ้ายาพ่นหน้าแม่พิมพ์ยี่ห้อใหม่ นํามาวิเคราะห์เปรียบเทียบผลได้ดังนี้

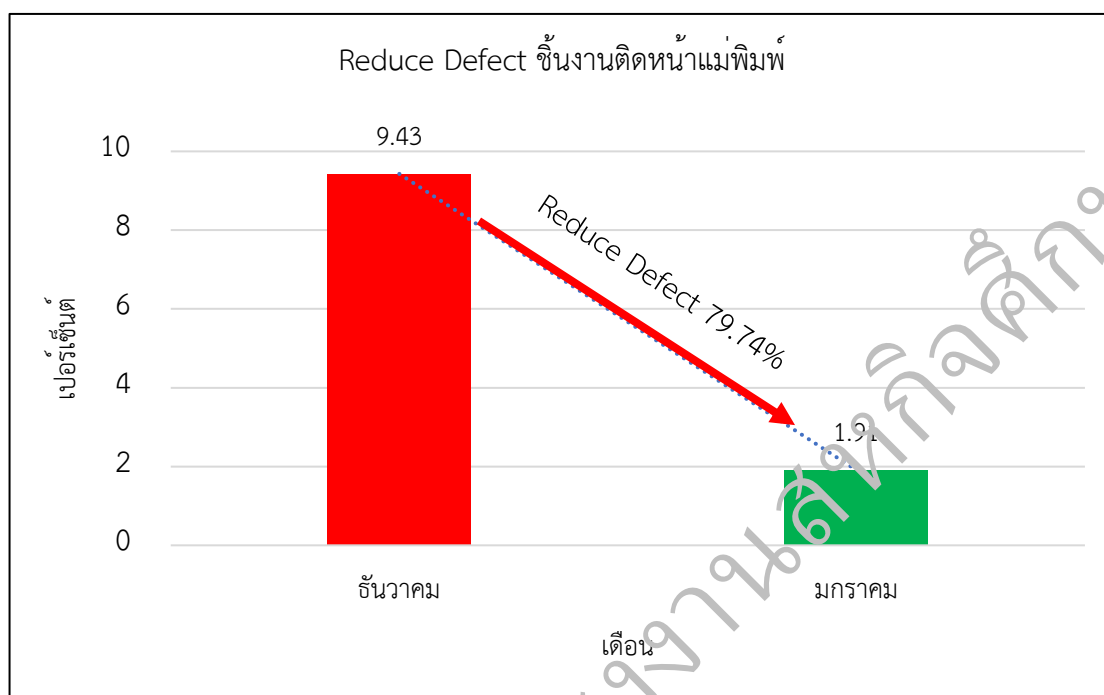
4.1 กราฟเปรียบเทียบผล

กราฟ 4.1 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ของเสียในเดือนมกราคม

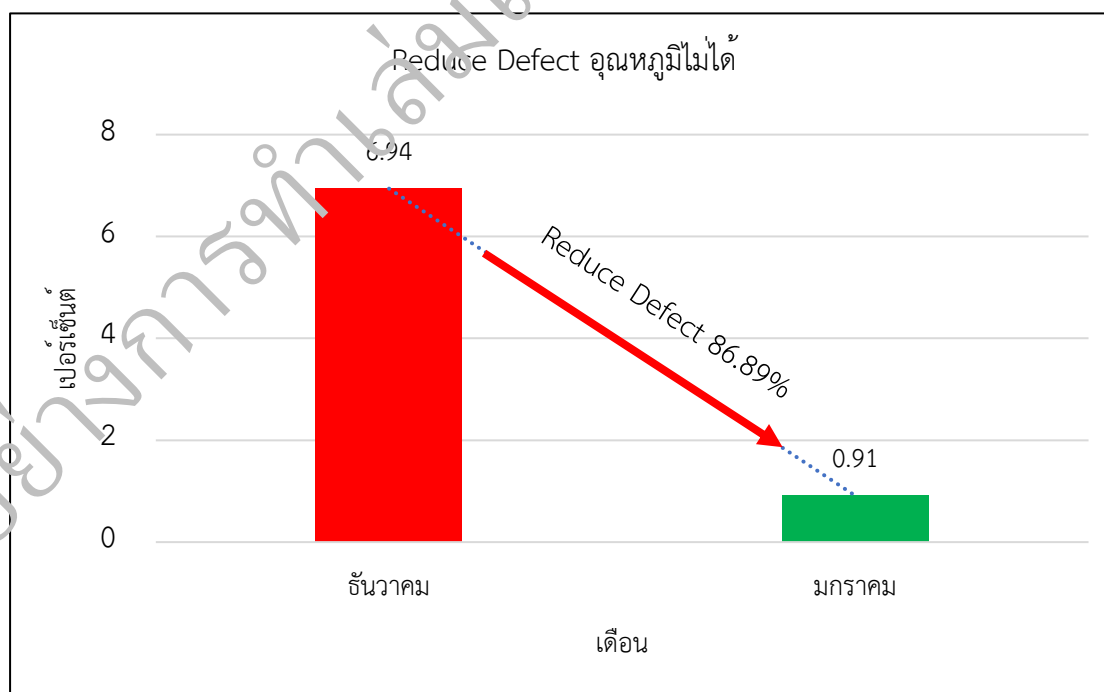


หลังจากที่ทำการทดลอง และเปลี่ยนนํ้ายาพ่นหน้าแม่พิมพ์เป็นยี่ห้อใหม่แล้วนั้น พบว่าปัญหา ขี้นงานติดหน้าแม่พิมพ์ และปัญหาอุณหภูมิไม่ได้อ ลดลงรวมกันถึง 2.82% ถึงแม้ปัญหาจะไม่ได้หมดไป แต่การที่ขี้นงานติดหน้าแม่พิมพ์หลังจากเปลี่ยนนํ้ายาพ่นหน้าแม่พิมพ์ ไม่ต้องแม่พิมพ์ลงซ่อมแก้ไข แต่สามารถแก้ไขได้ที่หน้างานโดนพนักงานประจำเครื่องได้

กราฟ 4.2 กราฟ Reduce Defect ชิ้นงานติดหน้าแม่พิมพ์



กราฟ 4.3 กราฟ Reduce Defect อุณหภูมิไม่ได้



จากการเปรียบเทียบผล Reduce Defect ชิ้นงานติดหน้าแม่พิมพ์ พบว่าเมื่อเทียบกับเดือนธันวาคมที่ใช้ยาพ่นหน้าแม่พิมพ์ยี่ห้อเก่า กับเดือนมกราคมที่ใช้ยาพ่นหน้าแม่พิมพ์ยี่ห้อใหม่ พบว่า Reduce Defect ลดลงไปถึง 79.74% และ Reduce Defect อุณหภูมิไม่ได้ พบว่าเมื่อเทียบกับเดือนธันวาคมที่ใช้ยาพ่นหน้าแม่พิมพ์ยี่ห้อเก่า กับเดือนมกราคมที่ใช้ยาพ่นหน้าแม่พิมพ์ยี่ห้อใหม่ พบว่า Reduce Defect ลดลงไปถึง 86.89%

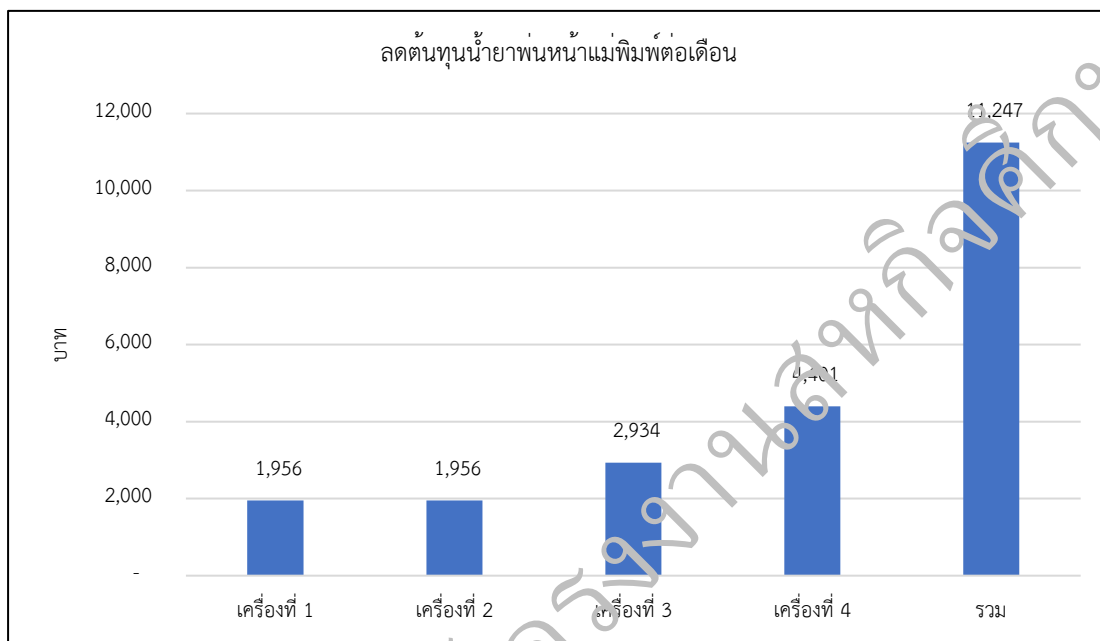
กราฟ 4.4 กราฟแสดงลดระยะเวลา Downtime



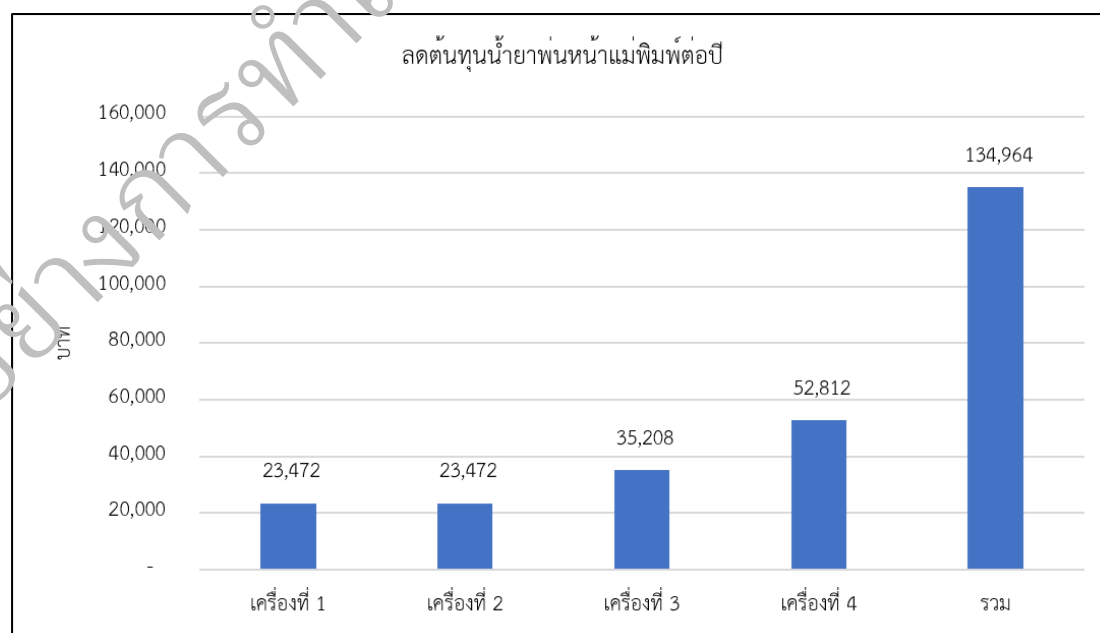
เมื่อสามารถแก้ปัญหาชิ้นงานติดหน้าแม่พิมพ์ได้แล้ว ยังสามารถลดระยะเวลา Downtime ได้อีก เนื่องจากน้ำยาพ่นหน้าแม่พิมพ์ยี่ห้อเก่า เมื่อชิ้นงานติดหน้าแม่พิมพ์แล้วนั้น พนักงานประจำหน้าเครื่องไม่สามารถแก้ไขได้เอง จึงต้องทำการยกแม่พิมพ์ลงมาซ่อมแก้ไข ทำให้เสียเวลาในการผลิตชิ้นงาน 6 ชั่วโมงต่อวัน ซึ่งเท่ากับว่าแทบจะไม่สามารถผลิตชิ้นงานได้เลย แต่เมื่อทำการเปลี่ยนน้ำยาพ่นหน้าแม่พิมพ์แล้ว ถึงแม้ยังเกิดปัญหาชิ้นงานติดหน้าแม่พิมพ์แต่พนักงานประจำเครื่องก็สามารถนำออกได้เอง โดยไม่ต้องยกแม่พิมพ์ลงซ่อมแก้ไข ทำให้เกิด Downtime ประมาณวันละ 1 ชั่วโมงเท่านั้น

4.2 มูลค่าที่สามารถลดต้นทุนได้

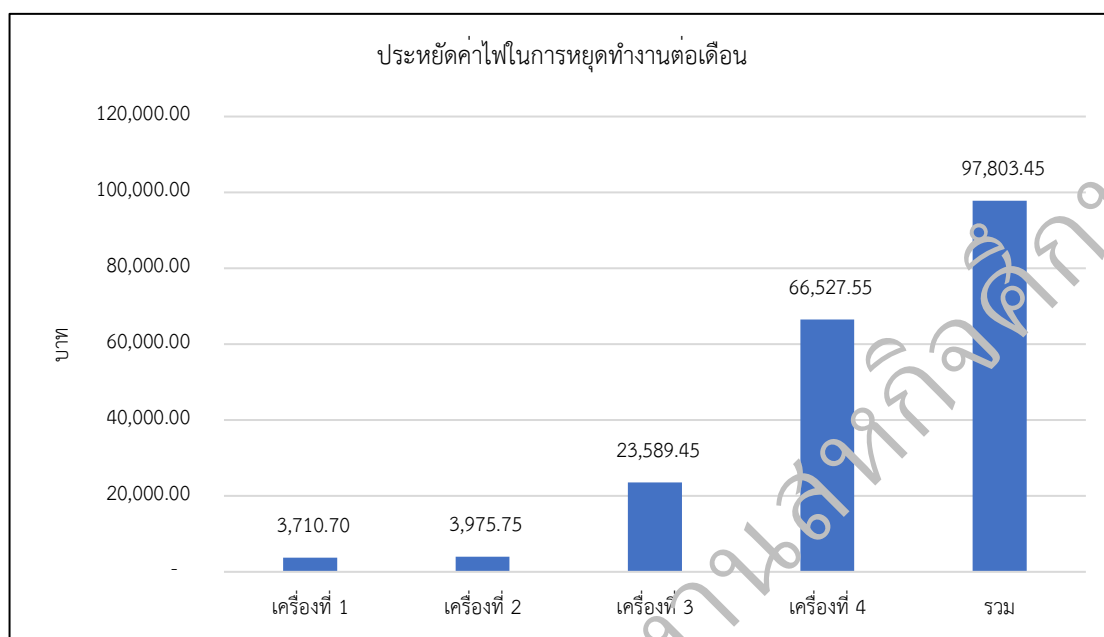
กราฟ 4.5 แสดงมูลค่าที่สามารถลดต้นทุนน้ำยาพ่นหน้าแม่พิมพ์ต่อเดือน



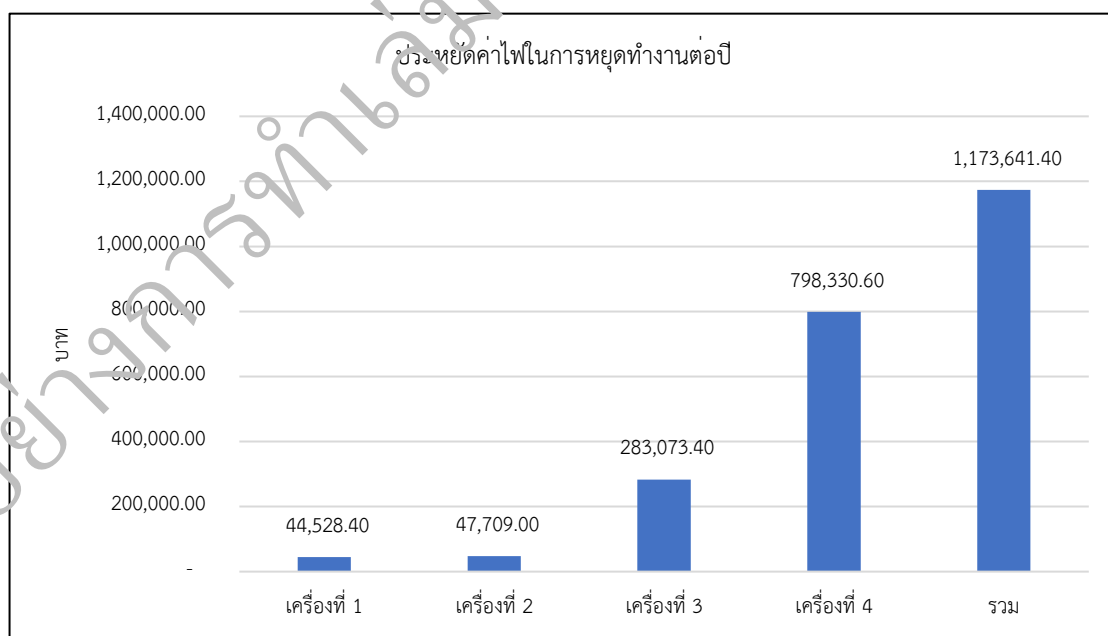
กราฟ 4.6 แสดงมูลค่าที่สามารถลดต้นทุนน้ำยาพ่นหน้าแม่พิมพ์ต่อปี



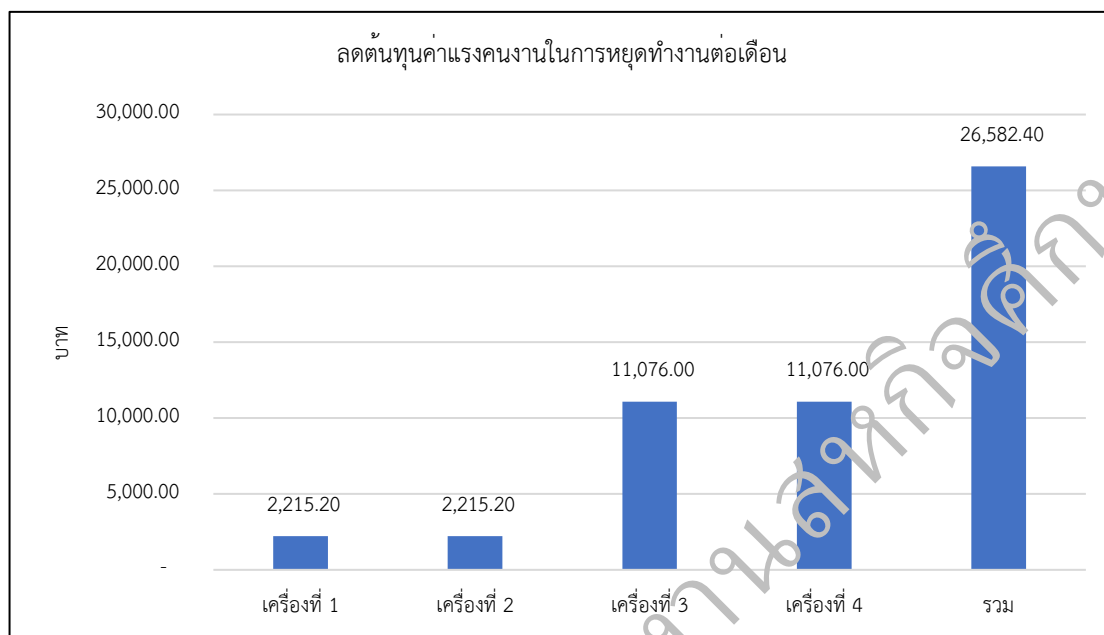
กราฟ 4.7 แสดงมูลค่าที่สามารถประหยัดค่าไฟเมื่อต้องหยุดการทำงานต่อเดือน



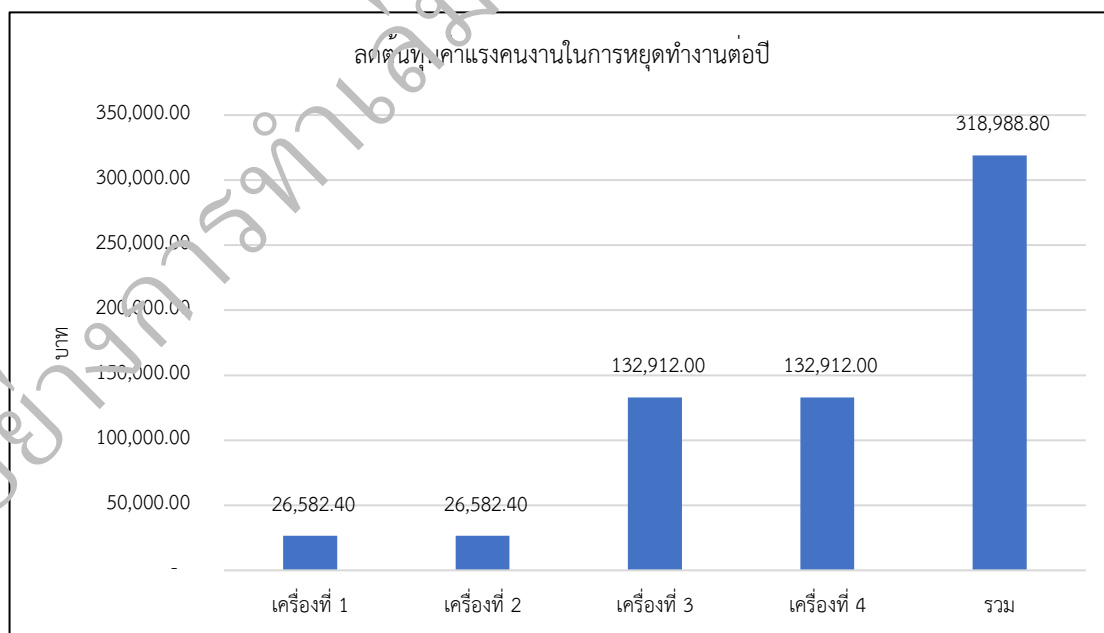
กราฟ 4.8 แสดงมูลค่าที่สามารถประหยัดค่าไฟเมื่อต้องหยุดการทำงานต่อปี



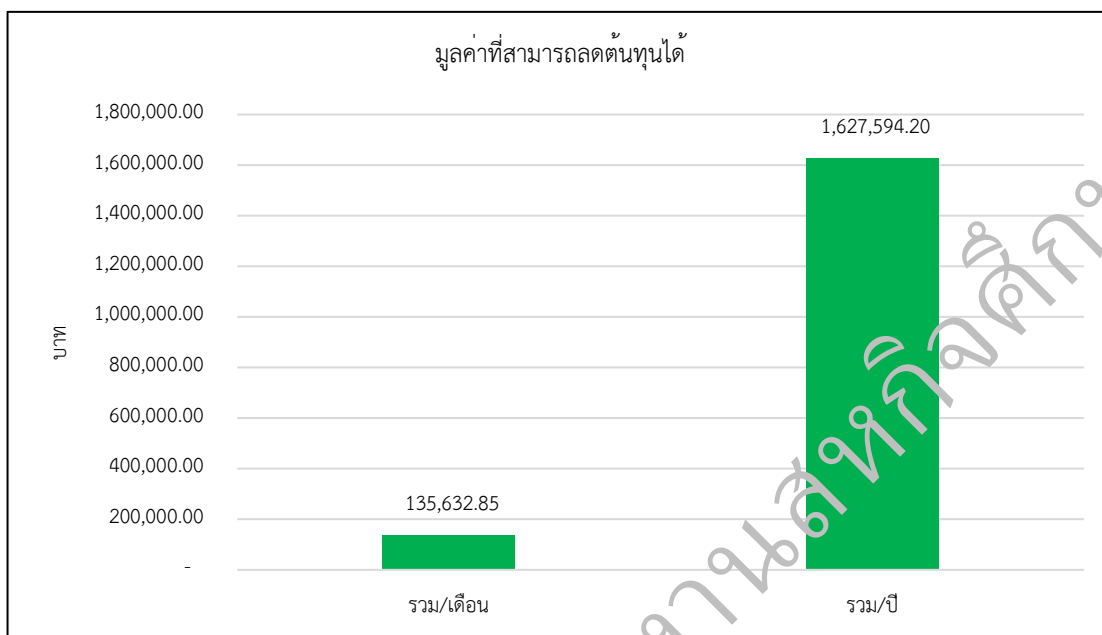
กราฟ 4.9 แสดงมูลค่าที่สามารถลดต้นทุนค่าแรงคนงานเมื่อต้องหยุดการทำงานต่อเดือน



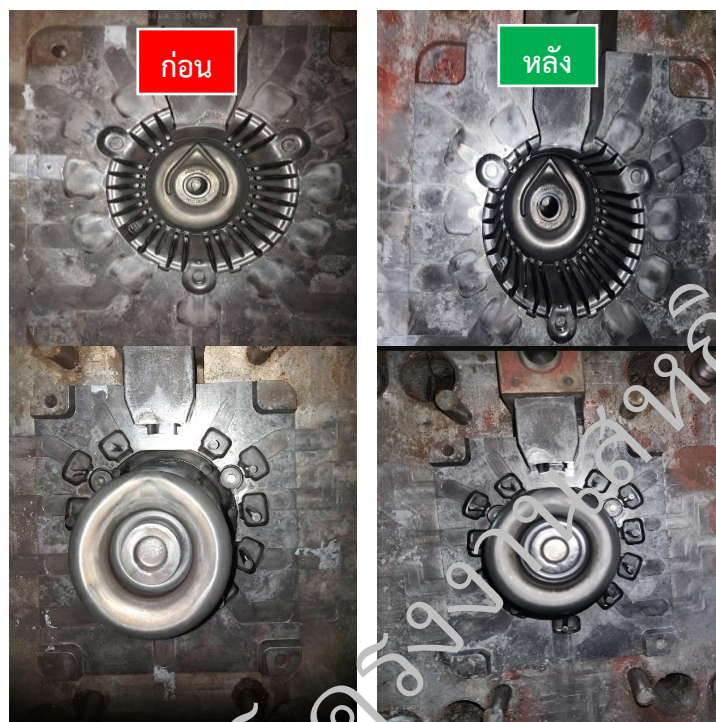
กราฟ 4.10 แสดงมูลค่าที่สามารถลดต้นทุนค่าแรงคนงานเมื่อต้องหยุดการทำงานต่อปี



กราฟ 4.11 แสดงมูลค่าที่สามารถลดต้นทุนรวม



4.3 ความสะอาดของหน้าแม่พิมพ์



รูปที่ 4.1 ความสะอาดของหน้าแม่พิมพ์ของ Model 1 ก่อนและหลังเปลี่ยนน้ำยาพ่นหน้าแม่พิมพ์



รูปที่ 4.2 ความสะอาดของหน้าแม่พิมพ์ของ Model 2 ก่อนและหลังเปลี่ยนน้ำยาพ่นหน้าแม่พิมพ์

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

ในบทนี้คณะผู้จัดทำโครงการได้เก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผลในการทดลองและเปลี่ยนน้ำยาพ่นหน้าแม่พิมพ์ สรุปได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

จากการศึกษาปัญหาและเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้น ทำให้เข้าใจว่า การเกิดปัญหาที่ทำให้เกิดของเสียมักเกิดจากหลายปัจจัย ทั้งตัวเครื่องจักรที่เสื่อมสภาพตามกาลเวลา และปัจจัยอื่น ๆ รวมถึงน้ำยาพ่นหน้าแม่พิมพ์ที่คณะผู้จัดทำได้ทำการทดลองและเปลี่ยนยี่ห้อ

จากการทดลองน้ำยาพ่นหน้าแม่พิมพ์ของยี่ห้อใหม่นั้น พบว่า 1. หลังจากเปลี่ยนน้ำยาพ่นหน้าแม่พิมพ์เมื่อเทียบกับก่อนเปลี่ยนน้ำยาพ่นหน้าแม่พิมพ์ Reduce Defect ชิ้นงานติดหน้าแม่พิมพ์ ลดลงไป 69.2% และ Reduce Defect อุณหภูมิไม่ได้ ลดลงไป 80.2% 2. ลดระยะเวลา Downtime ได้ถึง 83.3% 3. หลังจากเปลี่ยนน้ำยาพ่นหน้าแม่พิมพ์แล้วนั้น สามารถลดต้นทุนการผลิตได้ รวมเป็นเงินทั้งหมดที่ 135,632.85 บาทต่อเดือน หรือ 1,627,594.20 บาทต่อปี

หลังจากเปลี่ยนน้ำยาพ่นหน้าแม่พิมพ์แล้วนั้น สามารถลดต้นทุนการผลิตได้ 1. ค่าน้ำยาพ่นหน้าแม่พิมพ์สามารถลดต้นทุนไปได้ 11,247 บาทต่อเดือน และ 134,964 บาทต่อปี 2. ค่าไฟสามารถลดไปได้ 97,803.45 บาทต่อเดือน 3. ค่าแรงงานคนงานสามารถลดไปได้ 26,582.40 บาทต่อเดือน รวมเป็นเงินทั้งหมดที่สามารถลดต้นทุนการผลิตไปได้ 135,632.85 บาทต่อเดือน หรือ 1,627,594.20 บาทต่อ

ปี

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 พนักงานควรให้ความร่วมมือในการปรับปรุงแก้ไขมากกว่านี้ เพื่อให้ได้ผลที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

5.2.2 ควรมีมาตรฐานในการปฏิบัติงาน และการตรวจสอบชิ้นงานที่ดีมากกว่านี้ เพื่อคุณภาพของสินค้าก่อนส่งมอบให้กับลูกค้า

ตัวอย่างการทำเล่มโครงการสหกิจศึกษา

บรรณานุกรม

- [1] Eastern Produce, 2561, **น้ำยาถอดแบบแม่พิมพ์ Mold release agents** [ออนไลน์], แหล่งที่มา: <https://eastern-produce.com/mold-release-application-article/>. [05/02/2567]
- [2] Die Casting Technology, 2553, **สรุปปัญหาที่มักเกิดในแม่พิมพ์Die Casting** [ออนไลน์], แหล่งที่มา: <http://diecastingtechnology.blogspot.com/2010/> [05/02/2567]
- [3] Die Casting Technology, 2553, **Die Casting Machine** [ออนไลน์], แหล่งที่มา: <http://diecastingtechnology.blogspot.com/2010/11/die-casting-machine.html> [06/02/2567]
- [4] Die Casting Technology, 2554, **มูลเหตุและแนวทางแก้ไขข้อบกพร่องของชิ้นงาน** [ออนไลน์], แหล่งที่มา: http://diecastingtechnology.blogspot.com/2011/02/blog-post_22.html [06/02/2567]
- [5] Sivadee, 2562, **WHAT IS DIE CASTING? การหล่อฉีดคืออะไร (1)** [ออนไลน์], แหล่งที่มา: <https://www.toolmakers.co/what-is-die-casting>. [06/02/2567]
- [6] อติรุจ สุรารักษ์, 2555, **กรณีศึกษา บริษัท อาซาฮี เทค อลูมิเนียม (ประเทศไทย) จำกัด, กรุงเทพมหานคร, สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น.**
- [7] พหล วรดิลกกุล, 2560, **อิทธิพลของสัดส่วนอลูมิเนียมหลอมซ้ำที่มีต่อการเกิดของเสียประเภทสิ่งปลอมปนในกระบวนการฉีดหล่อแรงดันสูง, วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.**
- [8] จีรากรณ์ จันทร์ศรี, 2564, **การลดของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนฐานอลูมิเนียมหล่อสำหรับการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์, วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม, คณะบัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยสยาม**

ภาคผนวก ก

ตาราง Save cost

ตารางที่ ก.1 มูลค่าที่สามารถ Save cost น้ำยาพ่นหน้าแม่พิมพ์

Tossaporn Mold Release Cost (Baht/kg)	59.4
Mewa Mold Release Cost (Baht/kg)	102.5
1 US/Baht	35

Machine NO.	Machine size (Ton)	Tossaporn mold release Usage	Mewa mold release Usage (kg/times)	Tossaporn mold release Usage (kg/day)	Mewa mold release Usage (kg/day)	Tossaporn mold release Usage (kg/month)	Mewa mold release Usage (kg/month)	Tossaporn mold release Usage (kg/year)	Mewa mold release Usage (kg/year)	Tossaporn mold release Cost (baht/month)	Mewa mold release Cost (baht/month)	Save cost (Bath/Month)	Tossaporn mold release Cost (baht/year)	Mewa mold release Usage (baht/year)	Save cost (Bath/Year)
1	250	4	2	8	4	240	120	2,880	1,440	14,256	12,300	1,956	171,072	147,600	23,472
2	350	4	2	8	4	240	120	2,880	1,440	14,256	12,300	1,956	171,072	147,600	23,472
3	420	4	2	12	6	360	180	4,320	2,160	21,384	18,450	2,934	256,608	221,400	35,208
4	650	6	3	18	9	540	270	6,480	3,240	32,076	27,675	4,401	384,912	332,100	52,812
												11,247			134,964

วิธีคำนวณการ Save cost น้ำยาพ่นหน้าแม่พิมพ์ ต่อเดือน โดยนำ Tossaporn mold release Cost (baht/month) ลบ Mewa mold release Cost (baht/month)

วิธีคำนวณการ Save cost น้ำยาพ่นหน้าแม่พิมพ์ ต่อปี โดยนำ Tossaporn mold release Cost (baht/year) ลบ Mewa mold release Cost (baht/year)

ตารางที่ ก.2 มูลค่าที่สามารถ Save cost ค่าไฟและค่าแรงงานคนงาน

Electrical cost (baht/unit)	4.65
Labour cost (baht/hr)	73.84

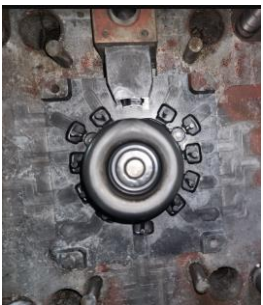
Machine NO.	Machine size (Ton)	Power (kW)	Before Downtime (hr/day)	After Downtime (hr/day)	Before Downtime (hr/Month)	After Downtime (hr/Month)	Save Downtime (hrs/month)	Reduce Electrical cost (Bath/Month)	Reduce Labour cost (Bath/Month)
1	250	26.6	2	1	60	30	30	3,710.70	2,215.20
2	350	28.5	2	1	60	30	30	3,975.75	2,215.20
3	420	33.82	6	1	180	30	150	23,589.45	11,076.00
4	650	95.38	6	1	180	30	150	66,527.55	11,076.00
								97,803.45	26,582.40

วิธีคำนวณการ Reduce Electrical cost โดยนำ Electrical cost (baht/unit) * Save Downtime (hrs/month) * Power (kW)

วิธีคำนวณการ Reduce Labour cost โดยนำ Labour cost (baht/hr) * Save Downtime (hrs/month)

ภาคผนวก ข
ตารางเปรียบเทียบหน้าแม่พิมพ์

ตารางที่ ข.1 เปรียบเทียบความสะอาดหน้าแม่พิมพ์หลังจากเปลี่ยนน้ำยาพ่นหน้าแม่พิมพ์ Model 1

Model 1	16/01/2567	17/01/2567	18/01/2567	19/01/2567	12/02/2567
FIX					
MOVE					

สังเกตจากวันที่ 16 มกราคม 2567 หน้าแม่พิมพ์ยังไม่มีความเงา สะอาด เมื่อเทียบกับวันที่ 12 กุมภาพันธ์ 2567 ที่ใช้น้ำยาพ่นหน้าแม่พิมพ์มาเป็นระยะเวลาหลายวัน หน้าแม่พิมพ์มีความเงางาม และสะอาดขึ้นมากสังเกตจากสีของแม่พิมพ์ เมื่อถ่ายภาพโดยการเปิดแสงแฟลช

ตารางที่ ข.2 เปรียบเทียบความสะอาดหน้าแม่พิมพ์หลังจากเปลี่ยนน้ำยาพ่นหน้าแม่พิมพ์ Model 2

Model 2	16/01/2567	17/01/2567	12/02/2567
FIX			
MOVE			

เปรียบเทียบโดยสังเกตสนิมที่อยู่บนแม่พิมพ์ ความสะอาด และความเงาของหน้าแม่พิมพ์ โดยวันที่ 16 มกราคม 2567 ยังมีรอยสนิมอยู่มาก และความสะอาด ความเงาของหน้าแม่พิมพ์ยังไม่ได้มากนัก เมื่อเทียบกับวันที่ 12 กุมภาพันธ์ 2567 รอยสนิมน้อยลง และความสะอาด ความเงาเพิ่มมากขึ้น

ภาคผนวก ค
รูปภาพประเภทปัญหาของเสีย



รูปที่ ค.1 ตัวอย่างปัญหาชิ้นงานคราบสกปรก (DIRTY&OXIDE)



รูปที่ ค.2 ตัวอย่างปัญหาชิ้นงานบวมพอง (SWELL)



รูปที่ ค.3 ตัวอย่างปัญหาชิ้นงานรอยร้าว (CRACK)



รูปที่ ค.4 ตัวอย่างปัญหาชิ้นงานรอยไหลของน้ำอะลูมิเนียม (FLOW LINE)



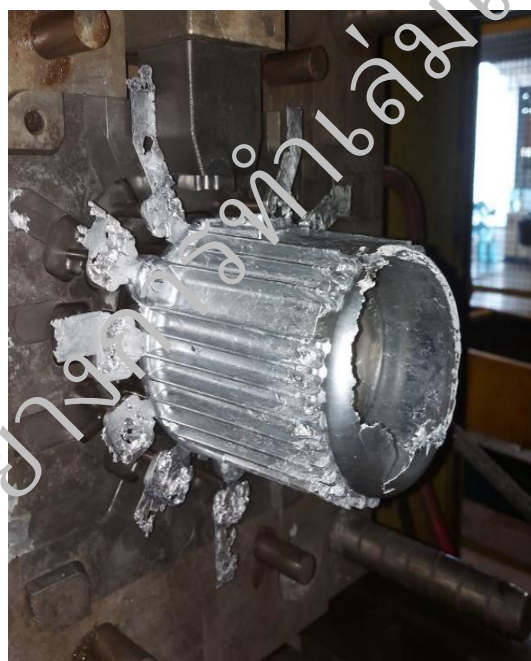
รูปที่ ค.5 ตัวอย่างปัญหาชิ้นงานไส้แตกหัก (CORE BROKEN)



รูปที่ ค.6 ตัวอย่างปัญหาชิ้นงานรอยขีด,ขีด (SCRATCH)

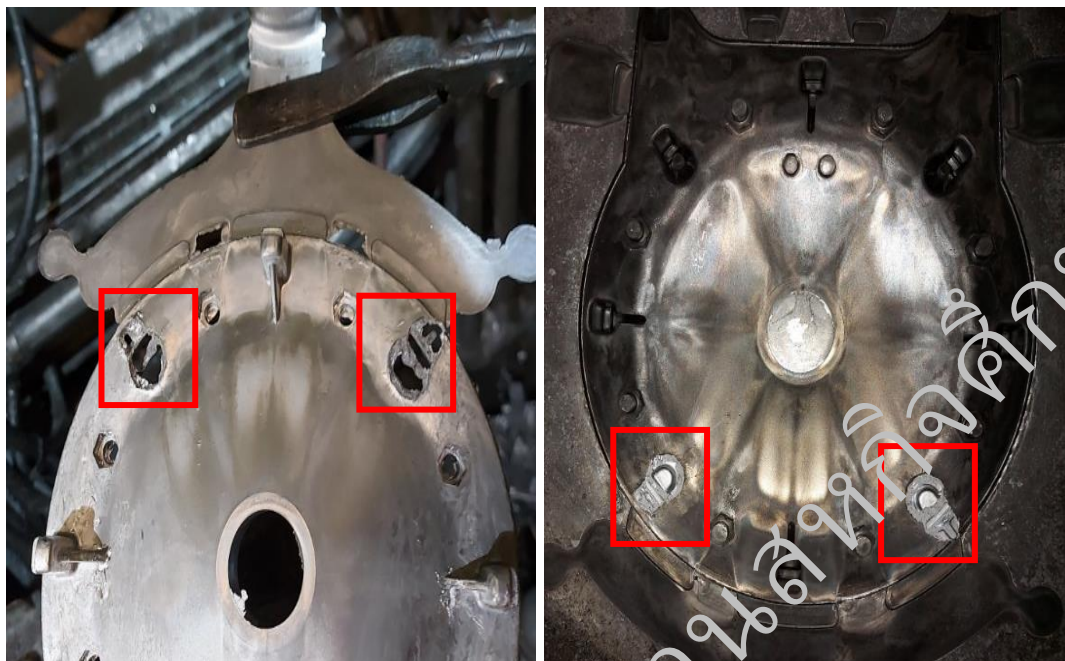


รูปที่ ค.7 ตัวอย่างปัญหาชิ้นงานเนื้อไม่ประสาน (MISRUN)



รูปที่ ค.8 ตัวอย่างปัญหาชิ้นงานที่เกิดจากเครื่องจักร

หมายเหตุ: เนื่องจากตักน้ำอะลูมิเนียมเทใส่รางน้ำแล้วหกออกจนน้ำที่ฉีดงานมีปริมาณน้อย



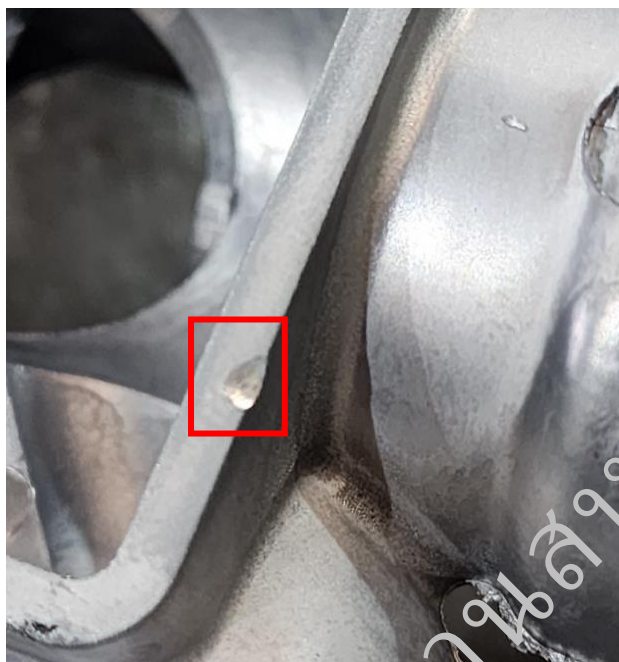
รูปที่ ค.9 ตัวอย่างปัญหาชิ้นงานที่เกิดจากแม่พิมพ์เป็นเหตุ (DIE MISSTAKE)

หมายเหตุ: เศษอะลูมิเนียมหักคาแม่พิมพ์ จึงทำให้นิ้วนิ้วตัวต่อไปเสีย



รูปที่ ค.10 ตัวอย่างปัญหาชิ้นงานทดลองเครื่อง (TEST MACHINE)

หมายเหตุ: เมื่อทำการเปลี่ยนโมเดล จะต้องฉีดชิ้นงานเพื่อทดลอง ตั้งค่าเครื่อง



รูปที่ ค.11 ตัวอย่างปัญหาชิ้นงานรอยกระแทก (BUMP MARK FINISHING)

หมายเหตุ: ชิ้นงานที่ถูกแขนกลจับออกจากเครื่องจักร เกิดการปล่อยงานลงรางเลื่อนแรงแล้วกระแทก
โดนขอบราง ทำให้ชิ้นงานบิ่น ไม่สามารถส่งไปกระบวนการต่อไปได้

ตัวอย่างการทำเล่มโครงงานสหกิจศึกษา

ประติมากรรม

ประวัติผู้จัดทำโครงการ

ชื่อ-นามสกุล นายปณิธาน ประทุมฝาง
 ที่อยู่ 122/28 หมู่บ้าน ส.ภาณุรังสี ซ.1 แยก 3
 ต.บางกรวย อ.บางกรวย
 จ.นนทบุรี 11130
 โทรศัพท์ 09-8306-2627
 E-mail address panitan13579tean@gmail.com



ประวัติการศึกษา

มัธยมศึกษาตอนปลาย แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์
 โรงเรียนที่ปังกรวิทยพัฒน์(วัดน้อยใน)ในพระราชูปถัมภ์ฯ
 ปีการศึกษา 2562
 ปริญญาตรี วศ.บ. (วิศวกรรมเครื่องกล)
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ปีการศึกษา 2566

ประวัติผู้จัดทำโครงการ

ชื่อ-นามสกุล นางสาวสุรัสวดี เปรมใจ
 ที่อยู่ 45/57 ม.5 ต.บางกรวย อ.บางกรวย
 จ.นนทบุรี 11130
 โทรศัพท์ 06-3790-6649
 E-mail address moomini.mo@gmail.com



ประวัติการศึกษา

ประกาศนียบัตรวิชาชีพ ช่างยนต์
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ปีการศึกษา 2562
 ปริญญาตรี วศ.บ. (วิศวกรรมเครื่องกล)
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ปีการศึกษา 2566