สารบาญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ ค

บทคัดย่อภาษาไทย ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ฉ

สารบาญตาราง ฏ

สารบาญภาพ ฒ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 2

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

1.4 ขอบเขตวิธีวิจัย 3

บทที่ 2 หลักการ ทฤษฎี และการทบทวนวรรณกรรม 4

2.1 เทคโนโลยีสะอาด 4

2.1.1 ความหมายของเทคโนโลยีสะอาด 4

2.1.2 เทคนิคของเทคโนโลยีสะอาด 5

2.1.3 ขั้นตอนการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาด 7

2.2 การบริหารแบบมีส่วนร่วม 16

2.2.1 แนวคิดพื้นฐานของการบริหารแบบมีส่วนร่วม 16

2.2.2 ความหมายของการบริหารแบบมีส่วนร่วม 16

2.3 การควบคุมด้วยการมองเห็น 17

2.3.1 ความหมายของการควบคุมด้วยการมองเห็น 17

2.4 การปรับปรุงกระบวนการผลิตด้วยหลักการอีซีอาเอส (ECRS) 19

2.4.1 การขจัดงานที่ไม่จำเป็น (E=Eliminate) 19

2.4.2 การรวมขั้นตอนการปฏิบัติงานเข้าด้วยกัน (C=Combine) 19

2.4.3 การจัดลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงานใหม่ (R=Rearrange) 19

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.4.4 การทำให้การปฏิบัติงานที่จำเป็นนั้นง่ายขึ้น (S=Simplify) 19
2.5 การออกแบบและวิเคราะห์ผลการทดลอง 19
2.5.1 หลักการ 3 ประการ สำหรับการออกแบบการทดลอง 20
2.5.2 ปัจจัยในกระบวนการผลิต 20
2.5.3 การออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียล 21
2.5.4 การวิเคราะห์ส่วนตกค้าง 22
2.6 การทบทวนวรรณกรรม 24
2.6.1 ขั้นตอนการดำเนินงานเทคโนโลยีสะอาด 24
2.6.2 การประยุกต์ใช้แนวคิดเทคโนโลยีสะอาดในกระบวนการผลิต 26
2.6.3 เทคนิคทางด้านวิศวกรรมอุตสาหการในอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ 27

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 29
3.1 การประเมินเบื้องต้น 29
3.2 การประเมินละเอียด 30
3.3 การศึกษาความเป็นไปได้ 31
3.4 การนำข้อเสนอไปปฏิบัติและติดตามผล 31
3.5 การสรุปผลดำเนินงานวิจัย 32

บทที่ 4 ผลการวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูล 33
4.1 กระบวนการประกอบอาร์มคอยล์ของส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ 33
4.2 ผลการประเมินเบื้องต้น 36
4.2.1 การประเมินผลกระทบทางด้านเทคนิค 37
4.2.2 การประเมินทางด้านเศรษฐศาสตร์ 39
4.2.3 การประเมินทางด้านสิ่งแวดล้อม 40
4.2.4 สรุปผลการประเมินเบื้องต้น 41
4.3 ผลการประเมินละเอียด 43
4.3.1 สมดุลมวลสารของการประกอบอาร์มคอยล์ 43
4.3.2 ของเสียอาร์มคอยล์ 44
4.3.3 การใช้พลังงานไฟฟ้า 46
4.3.4 การสูญเสียกาวระหว่างกระบวนการผลิต 48

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.3.5 การใช้สารไอโซโพรพิวแอลกอฮอล์ในกระบวนการผลิต 50
4.4 การเลือกบริเวณหรือหน่วยการผลิตที่เกิดการสูญเสีย 50
4.4.1 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม 50
4.4.2 การลงทุน 51
4.4.3 โอกาสในการทำเทคโนโลยีสะอาดที่เห็นได้ชัด 52
4.4.3 ความสนใจ/ความร่วมมือ 52
4.5 การระบุสาเหตุและทางเลือกที่สามารถปฏิบัติได้ 53
4.5.1 สาเหตุการเกิดของเสียอาร์มคอยล์ 53
4.5.2 สาเหตุการใช้พลังงานไฟฟ้าไม่เต็มประสิทธิภาพ 54
4.5.3 สาเหตุการสูญเสียกาว 55
4.6 ผลการศึกษาความเป็นไปได้ของข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด 57
4.7 ผลการประยุกต์ใช้ข้อเสนอและเทคนิคทางด้านวิศวกรรมอุตสาหการ 59
4.7.1 การลดของเสียอาร์มคอยล์: หยุดผลิตชั่วคราวเมื่อเกิดของเสีย 59
4.7.2 การลดของเสียอาร์มคอยล์: ปรับเปลี่ยนขั้นตอนการผลิตด้วยเทคนิคอีซีอาเอส 64
4.7.3 การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้า: การเพิ่มความเร็วของสายพานเตาอบชิ้นงาน 67
4.7.4 การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้า: ออกแบบอุปกรณ์ช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้า 73
4.7.5 การลดการสูญเสียกาว: การหาปริมาณกาวที่เหมาะสมเติมระหว่างอาร์มคอยล์และการลดการใช้สารไอพีเอในกระบวนการล้างอาร์ม 75

บทที่ 5 สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ 85
5.1 สรุปผลการวิจัย 85
5.2 อภิปรายผลการวิจัย 88
5.3 ข้อเสนอแนะสำหรับการประยุกต์ใช้ผลงานวิจัย 89
5.4 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยในอนาคต 90

บรรณานุกรม 91

ภาคผนวก 95

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ก แบบประเมินเทคโนโลยีสะอาด 96

ภาคผนวก ข ผลการประเมินความเป็นไปได้ ด้านเทคนิค ด้านเศรษฐศาสตร์ ด้านสิ่งแวดล้อม 107

ภาคผนวก ค รายละเอียดอุปกรณ์ช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้า 132

ประวัติผู้เขียน 135

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบาญตาราง

ตาราง **หน้า**

1.1 เปอร์เซ็นต์ค่าความเสียหายภายในแผนกต่างๆ เดือน พ.ค. 2550 - เม.ย.2551 2
2.1 เกณฑ์การพิจารณาเพื่อประเมินความสำคัญด้านสิ่งแวดล้อมเบื้องต้น 10
2.2 การจัดลำดับความสำคัญของประเด็นปัญหาในโรงงานจากข้อมูลตรวจประเมินเบื้องต้น 11
4.1 การประเมินผลกระทบทางด้านเทคนิค 38
4.2 การประเมินผลกระทบทางเศรษฐศาสตร์ 40
4.3 การประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม 41
4.4 การประเมินลำดับความสำคัญของปัญหา 42
4.5 ของเสียที่เกิดขึ้น 6 อันดับในกระบวนการผลิตเดือนมีนาคม –เมษายน 2551ก่อนปรับปรุง 45
4.6 การเลือกหน่วยผลิตเพื่อทำการประเมินโดยละเอียด 53
4.7 การคัดทางเลือกข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด 57
4.8 การศึกษาความเป็นไปได้ของข้อเสนอทางเทคโนโลยีสะอาด 58
4.9 ตำแหน่งในการตรวจสอบอาร์มคอยล์ 65
4.10 ข้อมูลเปรียบเทียบของเสียก่อนและหลังการปรับเปลี่ยนขั้นตอนการผลิต 67
4.11 การคำนวณความเร็วของสายพานเปรียบกับผลผลิต 69
4.12 ผลการทดลองวัดค่าอุณหภูมิในแต่ละโซน 71
4.13 ปัจจัยและค่าที่ใช้ในการทดลอง 76
4.14 ผลการทดลองในแต่ละเงื่อนไขในการออกแบบการทดลอง 76
4.15 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลต่อผลตอบ 79
4.16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของทุกพจน์ 81
4.17 ปริมาณกาวที่เหมาะสมและค่าแรงยึดเหนี่ยว 83
5.1 สาเหตุการสูญเสีย ข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด และเทคนิควิศวกรรมอุตสาหการที่ใช้ 86
ก.1 แบบประเมินเทคโนโลยีสะอาด การรวบรวมข้อมูลการผลิต 97
ก.2 แบบประเมินเทคโนโลยีสะอาด ข้อมูลกระบวนการผลิต 98
ก.3 แบบประเมินเทคโนโลยีสะอาด จัดลำดับความสำคัญของประเด็นปัญหา 99
ก.4 แบบประเมินเทคโนโลยีสะอาด การเลือกบริเวณที่จะทำโดยละเอียด 100

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ก.5 แบบประเมินเทคโนโลยีสะอาด การคัดทางเลือกที่สามารถปฏิบัติได้ 101
ก.6 แบบประเมินเทคโนโลยีสะอาด การประเมินความเป็นไปได้ทางเทคนิค 102
ก.7 แบบประเมินเทคโนโลยีสะอาด การประเมินความเป็นไปได้เศรษฐศาสตร์ 103
ก.8 แบบประเมินเทคโนโลยีสะอาด การประเมินความเป็นไปได้ทางสิ่งแวดล้อม 104
ก.9 แบบประเมินเทคโนโลยีสะอาด การคัดทางเลือกที่เหมาะสมเพื่อนำไปปฏิบัติ 105
ก.10 แบบประเมินเทคโนโลยีสะอาด การประเมินผลประหยัดข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด 106
ข.1 แบบประเมินเทคโนโลยีสะอาด การประเมินทางเทคนิค การปรับเปลี่ยนขั้นตอน
การผลิตโดยการตรวจสอบอาร์มก่อนเข้ากระบวนการผลิต 108
ข2 แบบประเมินเทคโนโลยีสะอาด การประเมินเศรษฐศาสตร์ การปรับเปลี่ยนขั้นตอน
การผลิตโดยการตรวจสอบอาร์มก่อนเข้ากระบวนการผลิต 109
ข.3 แบบประเมินเทคโนโลยีสะอาด การประเมินทางสิ่งแวดล้อม การปรับเปลี่ยนขั้นตอน
การผลิตโดยการตรวจสอบอาร์มก่อนเข้ากระบวนการผลิต 110
ข.4 แบบประเมินเทคโนโลยีสะอาด การประเมินทางเทคนิค การหยุดการผลิตชั่วคราว
เมื่อเกิดของเสียในกระบวนการผลิต 111
ข.5 แบบประเมินเทคโนโลยีสะอาด การประเมินเศรษฐศาสตร์ การหยุดการผลิตชั่วคราว
เมื่อเกิดของเสียในกระบวนการผลิต 112
ข.6 แบบประเมินเทคโนโลยีสะอาด การประเมินทางสิ่งแวดล้อม การหยุดการผลิตชั่วคราว
เมื่อเกิดของเสียในกระบวนการผลิต 113
ข.7 แบบประเมินเทคโนโลยีสะอาด การประเมินทางเทคนิค การเพิ่มความเร็วของสายพาน
เตาอบชิ้นงาน 114
ข.8 แบบประเมินเทคโนโลยีสะอาด การประเมินเศรษฐศาสตร์การเพิ่มความเร็วของสายพาน
เตาอบชิ้นงาน 115
ข.9 แบบประเมินเทคโนโลยีสะอาด การประเมินทางสิ่งแวดล้อม การเพิ่มความเร็วของสายพาน
เตาอบชิ้นงาน 116
ข.10 แบบประเมินเทคโนโลยีสะอาด การประเมินทางเทคนิค อุปกรณ์ช่วยประหยัด
พลังงานไฟฟ้า 117
ข.11 แบบประเมินเทคโนโลยีสะอาด การประเมินเศรษฐศาสตร์ อุปกรณ์ช่วยประหยัด
พลังงานไฟฟ้า 118
ข.12 แบบประเมินเทคโนโลยีสะอาด การประเมินทางสิ่งแวดล้อม อุปกรณ์ช่วยประหยัด
พลังงานไฟฟ้า 119

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ข.13 แบบประเมินเทคโนโลยีสะอาด การประเมินทางเทคนิค การลดการสูญเสียกาว
โดยการหาปริมาณกาวที่เหมาะสม เติมระหว่างอาร์มคอยล์ 120
ข.14 แบบประเมินเทคโนโลยีสะอาด การประเมินเศรษฐศาสตร์ การลดการสูญเสียกาว
โดยการหาปริมาณกาวที่เหมาะสมเติมระหว่างอาร์มคอยล์ 121
ข.15 แบบประเมินเทคโนโลยีสะอาด การประเมินทางสิ่งแวดล้อม การลดการสูญเสียกาว
โดยการหาปริมาณกาวที่เหมาะสม เติมระหว่างอาร์มคอยล์ 122
ข.16 แบบประเมินเทคโนโลยีสะอาด การประเมินทางเทคนิค การนำกาวเหลือ
จากปลายหลอดมาใช้ใหม่ 123
ข.17 แบบประเมินเทคโนโลยีสะอาด การประเมินเศรษฐศาสตร์ การนำกาวเหลือ
จากปลายหลอดมาใช้ใหม่ 124
ข.18 แบบประเมินเทคโนโลยีสะอาด การประเมินทางสิ่งแวดล้อม การนำกาวเหลือ
จากปลายหลอดมาใช้ใหม่ 125
ข.19 แบบประเมินเทคโนโลยีสะอาด การประเมินทางเทคนิค ลดการใช้สารไอพีเอ
ในกระบวนการล้างอาร์ม 126
ข.20 แบบประเมินเทคโนโลยีสะอาด การประเมินเศรษฐศาสตร์ ลดการใช้สารไอพีเอ
ในกระบวนการล้างอาร์ม 127
ข.21 แบบประเมินเทคโนโลยีสะอาด การประเมินทางสิ่งแวดล้อม ลดการใช้สารไอพีเอ
ในกระบวนการล้างอาร์ม 128
ข.22 แบบประเมินเทคโนโลยีสะอาด การประเมินทางเทคนิค อุปกรณ์ใส่วัตถุดิบแท่งโลหะ 129
ข.23 แบบประเมินเทคโนโลยีสะอาด การประเมินเศรษฐศาสตร์ อุปกรณ์ใส่วัตถุดิบแท่งโลหะ 130
ข.24 แบบประเมินเทคโนโลยีสะอาด การประเมินทางสิ่งแวดล้อม อุปกรณ์ใส่วัตถุดิบ
แท่งโลหะ 131

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบาญภาพ

รูป **หน้า**

1.1 สัดส่วนการประกอบอาร์มคอยล์เป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆเดือน พ.ค. 2550 - เม.ย.2551 3
2.1 แนวคิดเทคโนโลยีสะอาด 5
2.2 วิธีการของเทคโนโลยีสะอาด 6
2.3 การทำดุลมวลและพลังงานของหน่วยปฏิบัติการเดี่ยว 13
2.4 สาเหตุหลักของการสูญเสีย 5 ประเด็นหลัก 14
2.5 วิธีการสร้างข้อเสนอของเทคโลยีสะอาด 15
2.6 การพล็อตกราฟการแจกแจงแบบปกติของส่วนตกค้าง 22
2.7 การพล็อตกราฟระหว่างส่วนตกค้างกับค่าทำนาย 23
2.8 การพล็อตกราฟระหว่างส่วนตกค้างกับลำดับการทดลอง 24
4.1 วัตถุดิบอาร์มคอยล์ในกระบวนการผลิต 33
4.2 กระบวนการประกอบอาร์มคอยล์ผลิตภัณฑ์ A 34
4.3 การไหลของงานการประกอบอาร์มคอยล์ในปัจจุบัน 35
4.4 การดุลมวลสารการประกอบอาร์มคอยล์ของผลิตภัณฑ์ A 43
4.5 ตัวอย่างของเสียหลังจากการประกอบเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป 44
4.6 การใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิต 46
4.7 การอบกาวให้แห้งหลังจากการเติมกาวระหว่างอาร์มคอยล์ 46
4.8 การใช้เตาอบงานไม่เต็มประสิทธิภาพ 47
4.9 ความเร็วของสายพานและมิเตอร์ที่ติดอยู่ด้านข้างของบริเวณเตาอบชิ้นงาน 48
4.10 กาวส่วนเกินหลังจาการเติมกาวระหว่างอาร์มคอยล์ 48
4.11 ผ้าคลีนที่ใช้ในการทำความสะอาดกาวส่วนเกิน 49
4.12 โพมสแว็บที่ใช้ในการกำจัดกาวส่วนเกิน 49
4.13 การล้างอาร์มด้วยสารไอพีเอและการทิ้งหลังจากการใช้แล้ว 50
4.14 สาเหตุการเกิดของเสียอาร์มคอยล์ 54
4.15 สาเหตุการใช้พลังงานไฟฟ้าไม่เต็มประสิทธิภาพ 55
4.16 สาเหตุการการสูญเสียกาวระหว่างการเติมกาวอาร์มคอยล์ 56
4.17 พนักงานกดหยุดปุ่มเพื่อหยุดผลิต 60

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.18 ใบล็อตที่ใช้เขียนชนิดของเสีย 60
4.19 ขั้นตอนการหยุดผลิตเมื่อเกิดของเสียในกระบวนการผลิต 61
4.20 ตัวอย่างของเสียกาวเปื้อนบนชิ้นงาน 62
4.21 ปริมาณกาวที่มากเกินไป 62
4.22 ทิศทางการกำจัดกาว 62
4.23 ก่อนการปรับปรุงเปลี่ยนทิศทางการกำจัดกาวส่วนเกิน จาก 1 ไป 2 63
4.24 หลังการปรับปรุงเปลี่ยนทิศทางการกำจัดกาวส่วนเกิน จาก 2 ไป 1 63
4.25 ตำแหน่งของการตรวจสอบของพนักงานบนชิ้นงาน 64
4.26 แผนผังการไหลของการประกอบอาร์มคอยล์หลังการปรับปรุง 66
4.27 การวัดค่าอุณหภูมิภายในเตาอบแต่ละโซน 70
4.28 เครื่องมือการวัดค่าอุณหภูมิในเตาอบ 70
4.29 ความเร็วของสายพานเตาอบ 180 มิลลิเมตรต่อนาทีหลังปรับปรุง 72
4.30 เปรียบเทียบจำนวนผลิตภัณฑ์ที่ได้ก่อนและหลังการปรับความเร็วสายพาน 73
4.31 อุปกรณ์ในการอบชิ้นงานในปัจจุบัน 73
4.32 อุปกรณ์ประหยัดพลังงาน 74
4.33 กระบวนการใช้พลังงานไฟฟ้าในปัจจุบัน 74
4.34 อุปกรณ์ประหยัดพลังงานใช้ร่วมกับกระบวนการผลิต 75
4.35 การทดสอบหาค่าแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอาร์มคอยล์ 78
4.36 ชิ้นงานหลังจากการทดสอบ 78
4.37 กราฟความน่าจะเป็นแบบปกติของผลกระทบต่อข้อมูลผลตอบ 79
4.38 การวิเคราะห์ส่วนตกค้างของข้อมูลผลตอบ 80
4.39 แผนภาพแบบกล่อง (Box plot) เปรียบเทียบค่าแรงยึดเหนี่ยวอาร์มคอยล์ระหว่างการใช้กระบวนการ V และการไม่ใช้กระบวนการ V 81
4.40 ภาพตัดแสดงความลึกของกาวสูงสุดที่สามารถยอมรับได้ 82
4.41 ภาพตัดแสดงการล้นของกาวสูงสุดที่สามารถยอมรับได้ 82
4.42 ตัวอย่างปริมาณกาวที่เติมระหว่างอาร์มคอยล์ระดับกลาง 83

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved