คู่มือการบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบสายพานลำเลียง: กรณีศึกษา กิจการร่วมค้า เอ็นดับเบิ้ลยูอา-เอสบีซีซี

นายนาวิน เสริมทรัพย์

การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต
แขนงวิชาบริหารธุรกิจ สาขาวิชาวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
พ.ศ. 2552

Maintenance Management Manual for Belt Conveyor System: A Case Study of NWR-SBCC Joint Venture

Mr.Nawin Soensap

An Independent Study Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for

the Degree of Master of Business Administration

School of Management Science

Sukhothai Thammathirat Open University

2009

หัวข้อการศึกษาค้นคว้าอิสระ	คู่มือการบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบสายพานลำเลียง: กรณีศึกษา กิจการร่วมค้า เอ็นดับเบิ้ลยูอา-เอสบีซีซี
ชื่อและนามสกุล	นายนาวิน เสริมทรัพย์
แขนงวิชา	บริหารธุรกิจ
สาขาวิชา	วิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์สุวีณา ตั่งโพธิสุวรรณ

คณะกรรมการสอบการศึกษาค้นคว้าอิสระได้ให้ความเห็นชอบการศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้แล้ว

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์สุวีณา ตั่งโพธิสุวรรณ)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ฉัตรชัย ลอยฤทธิวุฒิไกร)

คณะกรรมการบัณฑิตศึกษา ประจำสาขาวิชาวิทยาการจัดการ อนุมัติให้รับการศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต แขนงวิชาบริหารธุรกิจ สาขาวิชาวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

.....
(รองศาสตราจารย์อัจฉรา ชีวะตระกูลกิจ)
ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาวิทยาการจัดการ
วันที่ ๒๒ เดือน ธ.ค. พ.ศ. ๒๕๕๓

ชื่อการศึกษาค้นคว้าอิสระ คู่มือการบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบสายพานลำเลียง:
กรณีศึกษา กิจการร่วมค้า เอ็นดับเบิ้ลยูอา-เอสบีซีซี
ผู้ศึกษา นายนาวิน เสริมทรัพย์ **ปริญญา** บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์สุวีณา ตั้งโพธิสุวรรณ **ปีการศึกษา** 2552

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดทำคู่มือการบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบสายพานลำเลียง ของกิจการร่วมค้า เอ็นดับเบิ้ลยูอา-เอสบีซีซี

วิธีการจัดทำคู่มือนี้ผู้ศึกษาได้ดำเนินการ 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 การจัดทำโครงร่างคู่มือบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบสายพานลำเลียง แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ซึ่งมีความรู้และประสบการณ์เกี่ยวกับการบำรุงรักษาเครื่องจักรเพื่อตรวจสอบโครงร่างและรายละเอียดของคู่มือ ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนาคู่มือบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบสายพานลำเลียง ผู้ศึกษานำคู่มือที่ดำเนินตามขั้นตอนที่ 1 แล้วไปเสนอหัวหน้าแผนกวิศวกรและหัวหน้างานบำรุงรักษา เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ของการนำคู่มือไปใช้งานและรวบรวมความคิดเห็นจึงจัดทำเป็นคู่มือสำหรับใช้ในงาน

ผลที่ได้รับจากการศึกษาจัดทำคู่มือการบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบสายพานลำเลียงนั้น ได้หัวข้อหลักในการบำรุงรักษา 16 หัวข้อดังนี้ 1) การเตรียมการ 2) โครงสร้างเหล็ก 3) เกียร์เปิดขับหมุน 4) ชุดขับ 5) ตลับลูกปืนหรือแบริ่ง 6) เบรค 7) ชุดกวาดดิน 8) สายพาน 9) ปล่อง 10) ระบบไฮดรอลิก 11) สารหล่อลื่น 12) การตรวจสอบและขันโบล์ทและนัท 13) งานเปลี่ยนสารหล่อลื่น 14) รางรถไฟและประกับรางรถไฟ 15) พูลเล่ย์ 16) ปะเก็น ซึ่งมีขั้นตอนการปฏิบัติโดยแต่ละหัวข้อประกอบด้วยเนื้อหาหลักคือ สภาพการใช้งาน ปัญหาที่เกิดขึ้น และแนวทางการบำรุงรักษาที่ช่วยให้หัวหน้ากลุ่มงานซ่อมบำรุง วิศวกรซ่อมบำรุง และหัวหน้าแผนกซ่อมบำรุงเครื่องกล รวมไปถึงพนักงานที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับงานซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรในแผนกสายพานลำเลียง สามารถใช้เป็นแนวทางในการบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบสายพานลำเลียงให้ได้ประโยชน์สูงสุดมีความสำคัญที่สามารถนำไปปฏิบัติได้จริง

คำสำคัญ คู่มือการบำรุงรักษา ระบบสายพานลำเลียง กิจการร่วมค้า เอ็นดับเบิ้ลยูอา-เอสบีซีซี

กิตติกรรมประกาศ

ความสำเร็จของการศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้ ผู้เขียนต้องขอกราบขอบพระคุณท่านรองศาสตราจารย์สุวีณา ตั้งโพธิสุวรรณ อาจารย์ที่ปรึกษา และท่านรองศาสตราจารย์ฉัตรชัย ลอยฤทธิวุฒิไกร ที่ได้กรุณาเป็นกรรมการสอบการศึกษาค้นคว้าอิสระ ซึ่งได้สละเวลาอันมีค่ามาให้ความช่วยเหลือ แก้ไข ตลอดจนคำแนะนำในการเขียนการศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน ที่ช่วยเสนอแนะและตรวจสอบความเหมาะสมของคู่มือ และวิศวกรในแผนกสายพานลำเลียงทุกคน ซึ่งเป็นผู้ให้กำลังใจแก่ผู้ศึกษาในการจัดทำศึกษาค้นคว้าอิสระอย่างดี

ประโยชน์และคุณค่าทั้งปวง อันเกิดจากการศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้ ผู้ศึกษาขอมอบคุณความดีทดแทนคุณบิดา มารดา ครูอาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน ซึ่งเป็นผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และแนวทางการดำเนินชีวิตอันทรงคุณค่าแก่ผู้ศึกษา ผู้ศึกษาจะนำความรู้ที่ได้ไปใช้เป็นแนวทางในทำงานให้เจริญก้าวหน้าต่อไป

นาวิน เสริมทรัพย์

พฤศจิกายน 2552

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญตาราง ..... ฉ

สารบัญภาพ ..... ญ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการศึกษา 3

ขอบเขตของการศึกษา 3

รูปแบบและวิธีการศึกษา 4

นิยามศัพท์เฉพาะ 4

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 6

บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 7

กิจการร่วมค้า เอ็นดับเบิ้ลยูอา-เอสบีซีซี 7

การดำเนินงานของบริษัท 9

การบริหารงานของบริษัท 14

ระบบการซ่อมบำรุงของบริษัท 15

แนวคิดและหลักการบำรุงรักษา 16

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 20

บทที่ 3 ขั้นตอนและวิธีจัดทำคู่มือ 22

การจัดทำโครงร่างคู่มือบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบสายพานลำเลียง 22

การพัฒนาคู่มือบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบสายพานลำเลียง 23

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 การบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบสายพานลำเลียงของกิจการร่วมค้า
เอ็นดับเบิ้ลยูอา-เอสบีซีซี 25
ความสำคัญ 25
คำชี้แจงการใช้คู่มือ 26
เนื้อหาการบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบสายพานลำเลียง 27
- การเตรียมการ 27
- โครงสร้างเหล็ก 29
- เกียร์เปิดขับหมุน 30
- ชุดขับ 33
- ตลับลูกปืนหรือแบริ่ง 57
- เบรค 60
- อุปกรณ์ทำความสะอาดสายพาน 61
- สายพาน 64
- ปล่อง 74
- ระบบไฮดรอลิก 77
- สารหล่อลื่น 81
- การตรวจสอบและขันโบล์ทและนัท 86
- งานเปลี่ยนสารหล่อลื่น 88
- รางรถไฟ และ ประกับรางรถไฟ 91
- พูลเล่ย์ 93
- ปะเก็น 95

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปการศึกษา อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 99

สรุปการศึกษา 99

อภิปรายผล 100

ข้อเสนอแนะ 101

บรรณานุกรม 102

ภาคผนวก 104

ประวัติผู้ศึกษา 106

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 4.1 การเลือกเบอร์และยี่ห้อสารหล่อเลื่อนที่เหมาะสม 36
ตารางที่ 4.2 แสดงระยะเวลาการดูแลรักษาสำหรับมอเตอร์ขนาดต่างๆ 50
ตารางที่ 4.3 แสดงขนาดของสายพาน 64
ตารางที่ 4.4 แสดงคุณสมบัติและการเลือกน้ำมันไฮดรอลิก 78
ตารางที่ 4.5 เปรียบเทียบการหล่อลื่นด้วยน้ำมันและจารบี 82
ตารางที่ 4.6 การขันน๊อตตามมาตรฐาน 86
ตารางที่ 4.7 แสดงระยะเวลาการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันและสารหล่อลื่นของ Stacker with Tripper Car 89
ตารางที่ 4.8 แสดงระยะเวลาการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันและสารหล่อลื่นของ Conveyor System 90
ตารางที่ 4.9 แสดงระยะเวลาการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันและสารหล่อลื่นของ Semi-Mobile Crusher 91

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.1 Stacker with Tripper Car 10
ภาพที่ 2.2 Conveyor System 11
ภาพที่ 2.3 Semi-Mobile Crusher 12
ภาพที่ 2.4 ขั้นตอนการทำงานของระบบสายพานลำเลียง 13
ภาพที่ 2.5 ผังโครงสร้างตามส่วนบริหาร 14
ภาพที่ 2.6 ผังโครงสร้างตามส่วนบริหารแผนกสายพานลำเลียง 14
ภาพที่ 4.1 แสดงการทำงานของชุดขับ 33
ภาพที่ 4.2 การเปลี่ยนถ่ายน้ำมัน 35
ภาพที่ 4.3 การฟลัชชิ่ง 39
ภาพที่ 4.4 ส่วนตัดแสดงระบบตลับลูกปืนของมอเตอร์ขนาดใหญ่ๆ 49
ภาพที่ 4.5 รูปตัดของระบบหล่อลื่นแบบ PLS สำหรับตลับลูกปืนแบบ Ball 50
ภาพที่ 4.6 การใช้เซนเซอร์อัลตราโซนิกตรวจสอบตลับลูกปืนมอเตอร์ 55
ภาพที่ 4.7 ลักษณะรูปคลื่นความถี่เสียงที่คอมพิวเตอร์แสดงเมื่อตลับลูกปืน ทำงานเป็นปกติ 56
ภาพที่ 4.8 ลักษณะของรูปคลื่นความถี่เสียงที่วิเคราะห์ได้ว่าตลับลูกปืนเสียหาย 56
ภาพที่ 4.9 แสดงปืนอัดจาระบีและหัวอัดจาระบีแบบต่างๆ 59
ภาพที่ 4.10 แสดงการทำงานของระบบเบรค 60
ภาพที่ 4.11 แสดงการประกอบ Scraper and Belt Cleaner 62
ภาพที่ 4.12 แสดงการติดตั้งใช้งาน 63
ภาพที่ 4.13 การซ่อมต่อร้อน 67
ภาพที่ 4.14 แสดงการเลาะผิวยางชั้นบน และการตัดสายพาน 68
ภาพที่ 4.15 แสดงการติดตั้งแผ่นเพลทไว้ที่ปลายสายพาน 69
ภาพที่ 4.16 แสดงการยึดปลายสายพานด้วยสลิงเพื่อเตรียมการดึงเข้า 70
ภาพที่ 4.17 แสดงการดึงสายพานเข้า เข้า Reel ด้วยเครื่องม้วนสายพาน 71
ภาพที่ 4.18 แสดงการผ่อนแรงการไหลของสายพานด้วยลวดสลิง 72
ภาพที่ 4.19 แสดงการยึดสายพานด้วยบาร์ 73
ภาพที่ 4.20 แสดงการปลดแผ่นเพลทอกจากสายพาน 73

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 4.21 แสดงการทำงานของสายพานที่หัว Drive 74
ภาพที่ 4.22 แสดงการทำงานของสายพานที่หัว Chute 74
ภาพที่ 4.23 แสดงการตกของดิน 76
ภาพที่ 4.24 Off-Line Filtration System 80
ภาพที่ 4.25 แสดงขั้นตอนการบำรุงรักษาเครื่องจักร 85
ภาพที่ 4.26 แสดงการติดตั้งรางรถไฟ 92
ภาพที่ 4.27 แสดงการติดตั้งประกับรางรถไฟ 92
ภาพที่ 4.28 แสดงการส่งกำลังด้วยสายพาน 94
ภาพที่ 4.29 หน้าแปลนยึดต่อกันที่มีปะเก็นวงแหวนกลมและปะเก็นแบน 96
ภาพที่ 4.30 ปะเก็นกระดาษวาร์นิช 96
ภาพที่ 4.31 ปะเก็นทองแดงหุ้มแอสเบสตอส 97
ภาพที่ 4.32 ปะเก็นกระดาษ 97

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เหมืองแม่เมาะเป็นแหล่งถ่านหินที่ใหญ่ที่สุดในประเทศไทย ตั้งอยู่ที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง เป็นเหมืองเปิด (Open Pit Mine) ดำเนินการโดยการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ทำหน้าที่ในการขุด-ขนดินถ่านลิกไนท์ เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้าแม่เมาะ ขั้นตอนการดำเนินการกิจการเหมือง ประกอบด้วย ขั้นตอนใหญ่ 4 ประเภท คือ การเจาะ การระเบิด การขุด และการขนส่ง ซึ่งในการดำเนินงานทุกขั้นตอนจะต้องมีการนำเอาเครื่องจักรกลมาใช้ในการทำงาน โดยการเลือกใช้เครื่องจักรแต่ละประเภทจะต้องให้มีความเหมาะสมกับลักษณะงาน

เช่นเดียวกันกับ การขนส่งถ่านลิกไนท์ ซึ่งเป็นขั้นตอนหนึ่งของการทำเหมืองแม่เมาะ จะทำการขนส่งโดยเครื่องจักรกลระบบขนส่งวัสดุที่ประกอบด้วย เครื่องโม่ถ่าน (Crusher) สายพานลำเลียง (Conveyor) เครื่องโปรยถ่าย (Stracker) เครื่องจักรดังกล่าวจะทำงานอย่างสัมพันธ์กันตามลำดับ และจะทำงานต่อเนื่องกันไปตลอดทั้ง 24 ชั่วโมง

ในขณะที่เครื่องจักรกลจะต้องมีการทำงานต่อเนื่องกันไปตลอดเวลา 24 ชั่วโมง การบำรุงรักษาเครื่องจักรกล ก็เป็นหัวใจสำคัญประการหนึ่งที่จะเป็นปัจจัยส่งเสริมให้เครื่องจักรมีสภาพที่สมบูรณ์และทำงานได้ตลอดเวลา และมีประสิทธิภาพ เพื่อที่จะได้ผลผลิตตามความต้องการ การบำรุงรักษาเครื่องจักรระบบขนส่งวัสดุจะใช้การบำรุงรักษาโดยวิธีผสมผสานกันประกอบด้วย การบำรุงรักษาแบบป้องกัน (Preventive Maintenance) การบำรุงรักษาแบบแก้ไข (Corrective Maintenance) และการบำรุงรักษาตามสภาพ (Condition Base Maintenance) โดยมีเป้าหมายเพื่อมุ่งเน้นในการรักษาให้เครื่องจักรสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง

หากมีการบริหารจัดการการบำรุงรักษาที่ดี มีระบบติดตามผลที่ดี จะทำให้เกิดผลดีทั้งทางด้านการผลิต คุณภาพ สามารถลดค่าใช้จ่ายการซ่อมบำรุงและต้นทุนได้ นอกจากนี้ จะทำให้เกิดความปลอดภัยต่อชีวิตและทรัพย์สินของบริษัทอีกด้วย ทางบริษัทได้มีรูปแบบแผนการบำรุงรักษาไว้ คือ

กิจกรรมในระบบการบำรุงรักษาตามแผน

1. กิจกรรมเพื่อให้เครื่องจักรใช้งานได้ดีตลอดเวลา

กิจกรรมเพื่อให้เครื่องจักรใช้งานได้ดีตลอดเวลาประกอบไปด้วยกิจกรรมเพื่อให้เครื่องจักรมีอัตราการใช้งานสูง (Availability) และเพื่อความสามารถในการซ่อมบำรุง(Maintainability) วิธีการบำรุงรักษาที่จะช่วยส่งเสริม Availability และ Maintainabilityประกอบด้วยการบำรุงรักษาแบบต่างๆ ดังต่อไปนี้

เพื่อหยุดความเสียหาย - การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance)
- การบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ (Predictive Maintenance)

เพื่อป้องกันความเสียหาย - การบำรุงเชิงแก้ไขปรับปรุง(Corrective Maintenance)
- การป้องกันการบำรุงรักษา (Maintenance Prevention)

เพื่อเตรียมพร้อมเมื่อเกิดการเสียหาย - การบำรุงรักษาเมื่อขัดข้อง (Breakdown Maintenance)

2. กิจกรรมในเชิงการบริหารการบำรุงรักษา

เพื่อให้การบำรุงรักษาตามแผนได้รับการสนับสนุน ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลเครื่องจักร อะไหล่หรืองบประมาณต่างๆ โดยทั่วไปต้องมีกิจกรรมเชิงบริหาร อันประกอบด้วย

• การจัดการข้อมูลด้านต่างๆ ในการบำรุงรักษา (Maintenance Information Management)

• การจัดการชิ้นส่วนและอะไหล่ (Spare Part Management)

• การจัดการต้นทุนการบำรุงรักษา (Maintenance Cost Management)

3. กิจกรรมสนับสนุนจากฝ่ายผลิต

เพื่อให้การบำรุงรักษาบรรลุวัตถุประสงค์ ในการดำเนินการตามแนวทางของ TPM จำเป็นอย่างยิ่งที่ฝ่ายซ่อมบำรุงและฝ่ายผลิตต้องดำเนินกิจกรรมดังกล่าวร่วมกัน โดยกิจกรรมของฝ่ายผลิตที่ต้องการเพื่อสนับสนุนการบำรุงรักษาตามแผน คือ

• การบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Autonomous Maintenance)

• การปรับปรุงเฉพาะเรื่อง (Individual Improvement)

การบำรุงรักษาตามแผนโดยการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ทั้งหมดนั้นจะทำให้สามารถเพิ่มผลผลิตได้โดยการปรับปรุงผลิตผล (Output) ที่จะออกมาในรูปของความพยายามให้เครื่องจักรเสียเป็นศูนย์ (Zero Failure) ของเสียเป็นศูนย์ (Zero Defect) และอุบัติเหตุเป็นศูนย์ (Zero Accident) ในขณะเดียวกันยังช่วยลดสิ่งต่างๆ ที่ใช้ในการบำรุงรักษา (Input)

ดังนั้น ผู้ศึกษามีความสนใจที่จะจัดทำคู่มือการบำรุงรักษาเครื่องจักรอย่างถูกวิธีเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดและสามารถใช้งานได้เป็นเวลานานๆ ขึ้นเพื่อใช้เป็นประโยชน์ในการซ่อมบำรุงเครื่องจักรในระบบสายพานลำเลียงต่อไป

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

เพื่อจัดทำคู่มือการบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบสายพานลำเลียง

1. สภาพการใช้งาน
2. ปัญหาที่เกิดขึ้น
3. แนวทางการบำรุงรักษาและซ่อมแซม

ขอบเขตของการศึกษา

การจัดทำคู่มือบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบสายพานลำเลียง เป็นการสร้างคู่มือบำรุงรักษาเฉพาะเครื่องจักรในระบบสายพานลำเลียงเท่านั้น และให้สอดคล้องกับมาตรฐานการซ่อมเครื่องจักร มุ่งเน้นในเรื่องของการบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบสายพานลำเลียง โดยมีเนื้อหาการศึกษา 16 บท ดังนี้

1. การเตรียมการ
2. โครงสร้างเหล็ก (Steel Structure)
3. เกียร์เปิดขับหมุน (Slew Bearing and Slew Gear)
4. ชุดขับ (Gear Boxes and Motors)
5. ตลับลูกปืนหรือแบริ่ง (Bearing)
6. เบรค (Brakes for Conveyor and Crawler Drive Units)
7. ชุดกวาดดิน (Scraper and Belt Cleaner)
8. สายพาน (Conveyor Belt)
9. ปล่อง (Chutes)
10. ระบบไฮดรอลิก (Hydraulic)
11. สารหล่อลื่น (Lubricants and Lubrication Units)
12. การตรวจสอบและขันโบล์ทและนัท
13. งานเปลี่ยนสารหล่อลื่น

14. รางรถไฟ และ ประกับรางรถไฟ (Rail Clamp)

15. พูลเล่ย์ (Conveyor Pulleys)

16. ปะเก็น (Packing)

รูปแบบและวิธีการศึกษา

ในการรวบรวมข้อมูล แบ่งเป็น 2 ส่วนดังนี้

1. ข้อมูลปฐมภูมิ

   1.1 สัมภาษณ์หัวหน้ากลุ่มงานซ่อมบำรุง 6 คน

   1.2 สัมภาษณ์วิศวกรซ่อมบำรุง 3 คน

   1.3 สัมภาษณ์หัวหน้าแผนกซ่อมบำรุงเครื่องจักร 1 คน

2. ข้อมูลทุติยภูมิ

ศึกษาเก็บข้อมูลในระบบเดิม ระเบียบขั้นตอนในการทำงาน เพื่อใช้ในการพัฒนาระบบใหม่ที่เหมาะสม

นิยามศัพท์เฉพาะ

คู่มือ หมายถึง หนังสือที่ให้ความรู้เกี่ยวกับการทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งแก่ผู้ใช้โดยมุ่งหวังให้ผู้อื่นหรือผู้ใช้เข้าใจและสามารถดำเนินการในเรื่องนั่นๆด้วยตนเองได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม

ศักรินทร์ สุวรรณโรจน์ (2535: 77) ได้ให้ความหมายของคู่มือ หมายถึง เอกสาร หรือหนังสือที่จัดทำขึ้นเพื่อให้ครูใช้จัดการเรียนการสอนสามารถสอนให้เป็นไปตามจุดประสงค์

พริ้มเพรา คงธนะ (2537: 9) ได้อธิบายเกี่ยวกับความหมายของคู่มือว่า เป็นหนังสืออ้างอิง ซึ่งเป็นแนวทางวิธีการจัดกิจกรรม ข้อเสนอแนะที่มีรายละเอียด เพื่อช่วยให้ดำเนินการตรงวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

ปรีชา ช้างขวัญยืน และคนอื่นๆ (2539: 127) ให้ความหมายของคู่มือว่า เป็นหนังสือที่ใช้ควบคู่ไปกับการทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เป็นหนังสือที่ให้แนวทางการปฏิบัติให้กับผู้ใช้สามารถกระทำสิ่งนั้น ๆ ให้บรรลุผลสำเร็จตามเป้าหมาย

อำนวย เถาตระกูล (2541: 8) ได้อธิบายเกี่ยวกับความหมายของคู่มือว่า เป็นเอกการที่มีรายละเอียดเสนอแนะแก่ผู้ใช้ให้สามารถเข้าใจแนวทางการใช้ และข้อพึงปฏิบัติที่จะช่วยให้การนำเรื่องนั้นไปใช้งานโดยตรงตามเจตนารมณ์

มงคล ชื่นชม (2545: 53) ได้ให้ความหมายของคู่มือไว้ว่า คู่มือหมายถึง หนังสือที่เขียนขึ้นเพื่อให้ผู้ใช้คู่มือได้ศึกษาความเข้าใจในแนวทางการปฏิบัติตาม ในการทำกิจกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งเพื่อให้สามารถกระทำในสิ่งนั้นๆ ได้บรรลุผลสำเร็จตามเป้าหมาย และมาตรฐานใกล้เคียงกันมากที่สุด

ปราณี กรุณวงษ์ (2546: 10) ได้ให้ความหมายของคู่มือไว้ว่า คู่มือหมายถึง หนังสือที่ใช้ควบคู่ไปกับการกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้ใช้คู่มือนำไปศึกษาทำความเข้าใจและปฏิบัติตามให้บรรลุผลสำเร็จตามเป้าหมาย

สมพล ศักดิ์ทวีกุลกิจ (2546: 5) ได้ให้ความหมายของคู่มือไว้ว่า คู่มือ หมายถึงหนังสือที่ให้ความรู้เกี่ยวกับการทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งแก่ผู้ใช้ โดยมุ่งหวังให้ผู้ใช้สามารถดำเนินการในเรื่องนั้นด้วยตนเองได้

ณิชาภา เจริญรุ่งเรือง (2547: 39) ได้ให้ความหมายของคู่มือไว้ว่า คู่มือหมายถึงหนังสือหรือเอกสารที่ใช้เป็นแนวปฏิบัติงานเพื่อให้ผู้ใช้สามารถดำเนินงานในเรื่องนั้นด้วยตนเองได้อย่างถูกต้อง

ปริศนา จันทคัต (2547: 37) ได้ให้ความหมายของคู่มือไว้ว่า คู่มือเป็นหนังสือที่เขียนขึ้นเพื่อเป็นแนวทางให้ผู้ใช้ได้ศึกษาทำความเข้าใจ และปฏิบัติตามเพื่อทำให้กิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่งให้มีมาตรฐานใกล้เคียงกันมากที่สุด และบรรลุผลสำเร็จตามเป้าหมายด้วยตนเอง

เดล (Date: 1969, 665) อธิบายตามความหมายของคู่มือการสอนว่าเป็นเครื่องมือ และอุปกรณ์ที่สำคัญเป็นแหล่งปฐมในด้านความคิดการสอนวิชาต่างๆ

จากพจนานุกรม เวบเสตอร์ (Webster: 1983, 1097–1098) ให้ความหมายของคู่มือการสอนว่า คู่มือการสอนคือหนังสือที่บรรจุเนื้อหาตามวิชา และใช้เป็นหลักการสอนระหว่างครูกับนักเรียน จากความหมายของคู่มือดังกล่าวพอสรุปได้ว่า คู่มือเป็นหนังสือที่เขียนขึ้นเพื่อเป็นแนวทางให้ผู้ใช้คู่มือได้ศึกษาทำความเข้าใจ และง่ายต่อการปฏิบัติตามได้ ในการทำกิจกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งให้มีมาตรฐานใกล้เคียงกันมากที่สุด และทำให้นักเรียนมีความรู้ความสามารถและทักษะที่ใกล้เคียงกัน

หนังสือคู่มือ หมายถึง หนังสือที่ จัดทำขึ้นเพื่อรวบรวมเรื่องราวที่น่าสนใจเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง โดยให้รายละเอียดอย่างสั้นๆ กะทัดรัด เพื่อใช้เป็นคู่มือสำหรับศึกษา ในเรื่องที่ต้องการได้เป็นอย่างดีหรืออาจใช้เป็นคู่มือในการปฏิบัติงานเช่น คู่มือซ่อมเครื่องใช้ไฟฟ้าคู่มือปฏิบัติการเบิกจ่ายเงิน เป็นต้น

การบำรุงรักษา (Maintenance) หมายถึง การกระทำซึ่งช่วยให้ชิ้นส่วนเครื่องจักรกลสามารถใช้งานได้ปราศจากข้อขัดข้อง และมีอายุการใช้งานได้ยาวนาน โดยวิธีการดังนี้ คือ

1. ช่วยเหลือบำรุงรักษาชิ้นส่วนเครื่องจักรกลให้ใช้งานได้ตามหน้าที่ และเป็นไปตามกำหนดเวลาโดยไม่มีข้อขัดข้อง และมีการสึกหรอน้อยที่สุดเท่าที่จำเป็นเท่านั้น

2. ช่วยปรับแต่งชิ้นส่วนเครื่องจักรกลซึ่งเริ่มมีการสึกหรอให้กลับคืนสู่สภาพเดิมให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

3. ช่วยปรับแต่งหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนเครื่องจักรกลบลางชิ้นส่วนซึ่งสึกหรอมาก และปรับแต่งให้สามารถใช้งานอยู่ในสภาพเดิมได้โดยให้สึกหรอน้อยที่สุด และไม่แตกหักชำรุดขณะเครื่องจักรกลกำลังใช้งาน

การบำรุงรักษาชิ้นส่วนเครื่องจักรกลนั้น ปกติจะทำตามระยะเวลาที่ใช้งานของเครื่องจักรกลนั่นๆระยะเวลาของการบำรุงรักษาและวิธีการ ตำแหน่ง วัสดุที่ใช้สำหรับเครื่องจักรกลแต่ละชนิดจะกำหนดไว้ในคู่มือของเครื่องจักรกลนั้นๆ ซึ่งผู้รับผิดชอบในการดูแลและบำรุงรักษาจะต้องปฏิบัติตามโดยเคร่งครัดจึงจะได้ผลตามที่มุ่งหมาย

เครื่องจักรกล หมายถึง อุปกรณ์ ที่ใช้ในการเปลี่ยนรูปพลังงานอีกรูปหนึ่งไปสู่รูปหนึ่ง (Input - Output) ทั้งเรื่องของประเภทอินพุท เอ้าพุท และลักษณะกายภาพอื่นๆ เช่นเครื่องยนต์เปลี่ยนน้ำมันเป็น Shaft Power, เกียร์ทด เปลี่ยนทิศทาง ตำแหน่ง หรือรอบการหมุนของ Shaft Power

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้คู่มืองานบำรุงรักษาเครื่องจักรที่มีคุณภาพ

2. เป็นแนวทางในการพัฒนา ปรับปรุงกับระบบการบำรุงรักษา ภายในแผนกสายพานลำเลียง ให้การทำกิจกรรมการบำรุงรักษามีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

3. เพื่อช่วยในการบริหารงาน การวางแผนการบำรุงรักษา ช่วยยืดอายุการใช้งานของเครื่องจักร ให้มีอายุการใช้งานที่นาน เครื่องจักรมีความพร้อมในการทำงานอยู่ตลอดและ ลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงฯลฯ

บทที่ 2
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ในการทำคู่มือการบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบสายพานลำเลียง แผนกสายพานลำเลียงเครื่องกล ผู้ศึกษาได้ศึกษาค้นคว้า หลักการ แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กับการบำรุงรักษาเครื่องจักรเพื่อเป็นประโยชน์ในการจัดทำคู่มือให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ โดยนำเสนอเป็นหัวข้อ ดังต่อไปนี้

1. กิจการร่วมค้า เอ็นดับเบิ้ลยูอา-เอสบีซีซี
2. การดำเนินงานของบริษัท
3. การบริหารงานของบริษัท
4. ระบบการซ่อมบำรุงของบริษัท
5. แนวคิดและหลักการบำรุงรักษา
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. กิจการร่วมค้า เอ็นดับเบิ้ลยูอา-เอสบีซีซี

ข้อมูลพื้นฐานทั่วไป

บริษัท ก่อตั้งในนาม NWR-SBCC JOINT VENTURE ตั้งอยู่ที่ อาคารอิตัลไทยทาวเวอร์ ชั้น 34 2034/132-161 แขวงบางกะปิ เขตห้วยขวาง กรุงเทพฯ เริ่มดำเนินการการจัดตั้งโครงการ เดือน กรกฎาคม พ.ศ.2552 โดยการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยจ้างเหมาขุด-ขนดินและถ่านลิกไนต์ ที่เหมืองแม่เมาะจำนวน 3 รายการ

งานรายการที่ 1 ขุดและขนดินปริมาณประมาณ 240.0 ล้านลูกบาศก์เมตรแน่น

งานรายการที่ 2 ขุดคัดแยกและขนถ่านลิกไนต์ปริมาณประมาณ 45.0 ล้านเมตริกตัน

งานรายการที่ 3 ขนดิน (ส่วนที่ กฟผ. ดำเนินการ) ออกจากบ่อเหมืองโดยใช้ระบบ Crusher, Belt Conveyor และ Spreader ปริมาณประมาณ 15.0 ล้านลูกบาศก์เมตรแน่น

งานรายการที่ 1 ขุดและขนดินปริมาณประมาณ 240.0 ล้านลูกบาศก์เมตรแน่น

ลักษณะของดินที่จะต้องทำการขุดและขนประกอบด้วยดินเหนียวเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งอาจจะมีหินแทรกอยู่บ้าง นอกจากนี้บางส่วนจะมีดิน Top Soil ดินเหนียวสีแดง (Red Bed) และดินซึ่งแทรกอยู่ระหว่างชั้นถ่าน ความลึกของบ่อเหมืองที่จะต้องทำการขุดและขนดิน คิดเป็นความลึกสูงสุดจากระดับผิวดินลงไปประมาณ 209 เมตร หรือจะต้องทำการขุดและขนดินถึงระดับที่ลึกที่สุดประมาณ 115 เมตร (รทก.) ตามแบบดำเนินการและบริเวณที่ทิ้งดินจะต้องทำการทิ้งดินให้สูงถึงระดับประมาณ 480 เมตร (รทก.) การทิ้งดินเป็นไปตามแบบแปลนที่ทิ้งดินที่กำหนดไว้ในแบบ

ดำเนินการโดยมีปริมาณงานที่ต้องดำเนินการขุดและขนโดยใช้เครื่องจักรกลหลัก

ภายในวันที่ 31 ธันวาคม 2559 จะต้องมีปริมาณงานสะสมรวมทั้งสิ้นไม่น้อยกว่า 240.0 ล้าน ลบ.ม. แน่น

งานรายการที่ 2 งานขุดคัดแยกและขนถ่านลิกไนต์ที่เหมืองแม่เมาะ อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง ปริมาณประมาณ 45.0 ล้านเมตริกตัน มีรายละเอียดโดยสังเขปดังนี้

ลักษณะของถ่านลิกไนต์ที่จะต้องทำการขุดคัดแยกและขน ประกอบด้วยถ่านลิกไนต์ซึ่งมีดินแทรกอยู่ระหว่างชั้นถ่าน ความลึกของบ่อเหมืองที่จะต้องทำการขุดคัดแยกและขนถ่านลิกไนต์ลึกถึงระดับประมาณ 115 เมตร (รทก.) ผู้เสนอราคาหรือผู้รับจ้างจะทำการขุดคัดแยก และขนถ่านลิกไนต์ไปเทที่เครื่องโม่ถ่านของ กฟผ. ที่จัดเตรียมไว้ให้หรือนำไปเทกอง ณ บริเวณใกล้เคียงเครื่องโม่ถ่านที่ กฟผ. กำหนดให้พร้อมทั้งจัดหาเครื่องชั่งสำหรับชั่งรถบรรทุกถ่านลิก ไนต์มาใช้งานนี้เอง เพื่อให้สามารถวัดปริมาณงานที่ผู้เสนอราคาหรือผู้รับจ้างทำได้ซึ่งจะเริ่มดำเนินการโดยใช้เครื่องจักรกลหลัก ให้ได้ผลงานภายในกำหนดเวลา

ภายในวันที่ 31 ธันวาคม 2559 จะต้องทำการขุดคัดแยกและขนถ่านลิกไนต์ให้ได้ปริมาณประมาณ 45.0 ล้านเมตริกตัน

งานรายการที่ 3 งานขนดิน (ส่วนที่ กฟผ. ดำเนินการ) ออกจากบ่อเหมืองโดยใช้ระบบ Crusher, Belt Conveyor และ Spreader ที่เหมืองแม่เมาะ อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง ปริมาณประมาณ 15.0 ล้านลูกบาศก์เมตรแน่น มีรายละเอียดโดยสังเขปดังนี้

ลักษณะของดินที่จะต้องทำการขนประกอบด้วยดิน Parting, Interburden และ Underburden เป็นส่วนใหญ่ อาจจะมีดิน Overburden และหินปนมาบ้าง โดยผู้เสนอราคาหรือผู้รับจ้างจะจัดหาและติดตั้ง Crusher และระบบสายพานที่จะใช้ทำงานนี้ ณ จุดที่ผู้ว่าจ้างกำหนดให้ ที่ระบบพื้นของบ่อเหมืองโดยใช้ระบบ Crusher, Belt Conveyor และ Spreader จากระดับ 313 เมตร (รทก.) ถึงระดับ 137 เมตร (รทก.) ให้ได้ผลงานภายในกำหนดเวลา

ภายในวันที่ 31 ธันวาคม 2559 จะต้องทำการขนดิน (ส่วนที่ กฟผ. ดำเนินการ) ออกจากบ่อเหมืองให้ได้ปริมาณสะสมรวมทั้งสิ้นประมาณ 15.0 ล้าน ลบ.ม. แน่น

2. การดำเนินงานของบริษัท

โครงสร้างระบบสายพานลำเลียงและการขุดขน

ระบบสายพานลำเลียง (Conveyor System) มีความสามารถลำเลียงดินได้ 18,000 ตันต่อชั่วโมง โดยมีเครื่องจักรหลักใหญ่ๆ อยู่ 3 ชนิด คือ เครื่องโม่ดิน (Semi-mobile Crusher) หัวขับ (Conveyor System) เครื่องโปรยดิน (Stacker with Tripper Car) เป็นต้น โดยมีขั้นตอนและโครงสร้างการผลิตดังนี้

1. รถขุด Hydraulic ขนาดบุ้งกี๋ 15 ลูกบาศก์เมตรขนาดใหญ่ ตักดินใส่รถบรรทุกขนาดใหญ่ บรรทุกดินได้ 100 ตัน
2. รถบรรทุกดินเทดินลงเครื่องโม่ดิน (Semi-mobile Crusher) เพื่อโม่ดินให้เล็กลง
3. ดินจะลงไปยังสายพานลำเลียงขนาดหน้ากว้าง 2,200 มิลลิเมตร เคลื่อนด้วยความเร็ว 5 เมตรต่อวินาที ด้วยหัวขับ (Conveyor System) และส่งผ่านไปยัง เครื่องโปรยดิน (Stacker with Tripper Car)

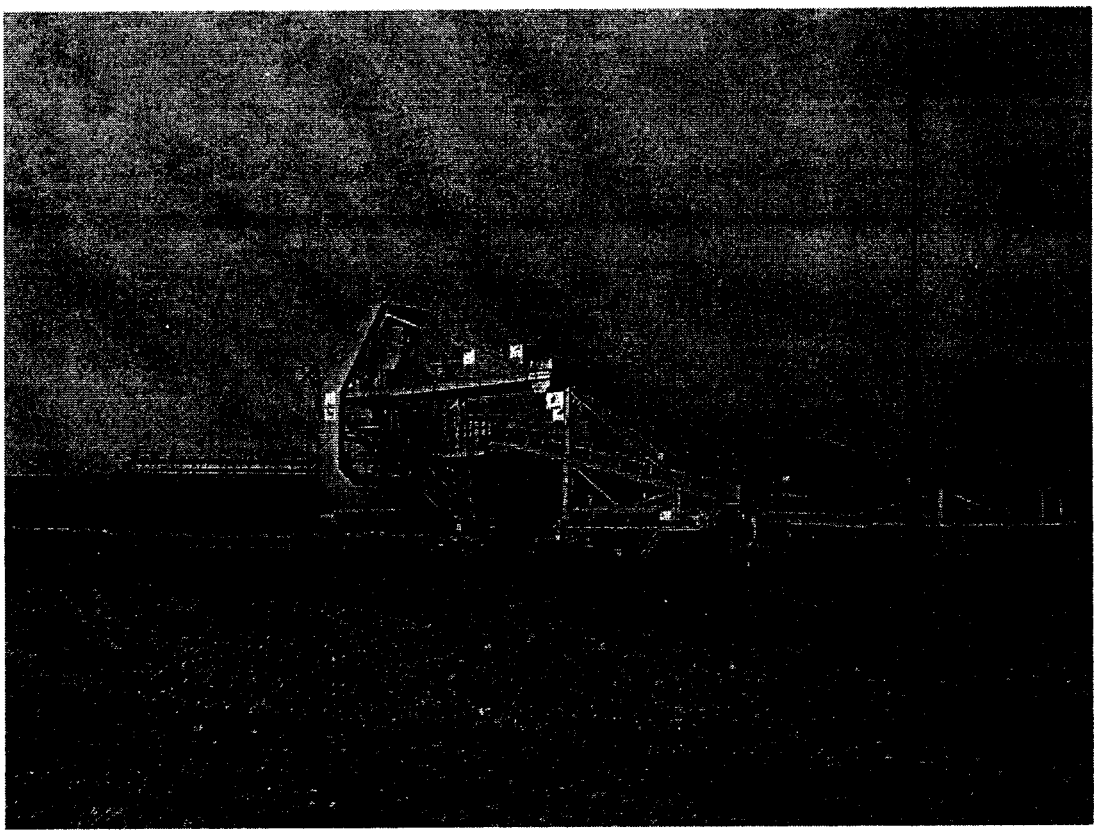
เครื่องจักรในระบบสายพานลำเลียงประกอบด้วย 3 ชนิด ดังนี้

1) Stacker with Tripper Car
2) Conveyor System
3) Semi-mobile Crusher

Stacker with Tripper Car มีหน้าที่โปรยดินที่ได้จากสายพานลำเลียงไปยังลานเทดินที่ปริมาณ 11,000 ตัน/ชั่วโมง Stacker with Tripper Car สามารถแยกเป็นส่วนประกอบได้ 2 ส่วนหลัก ดังภาพที่ 2.1

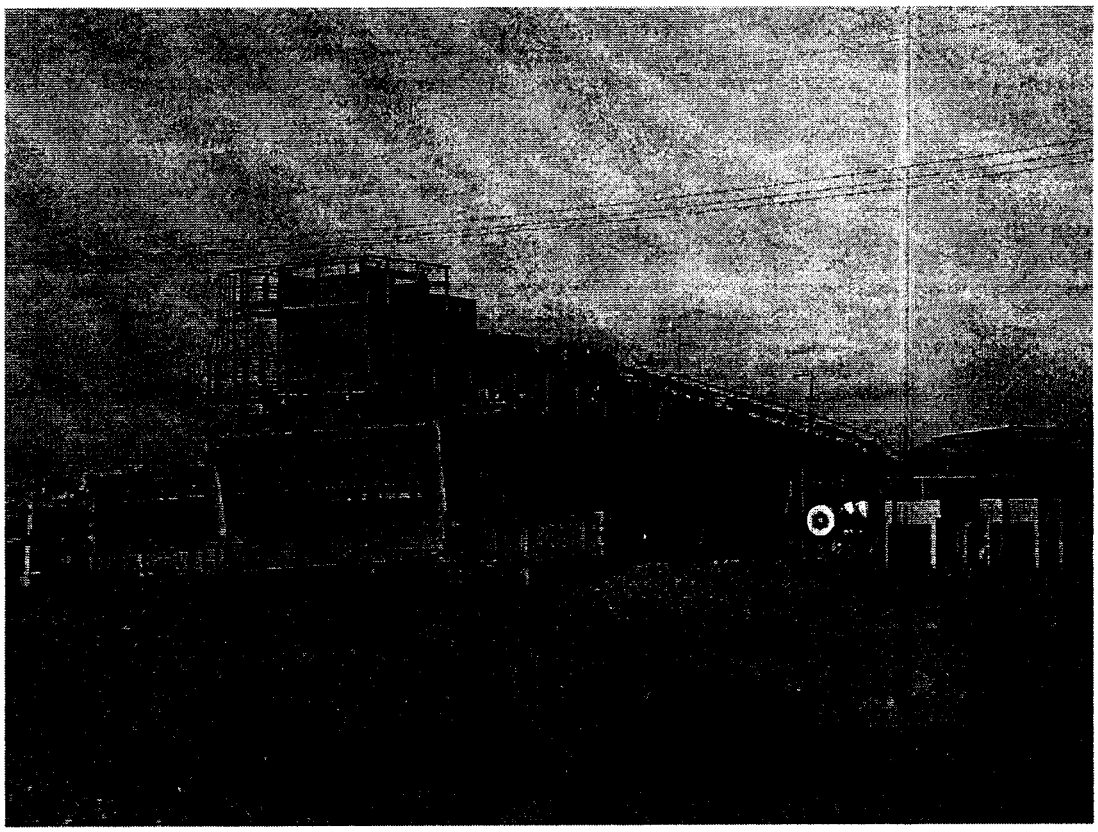
Tripper Car ประกอบด้วยโครงสร้างที่แข็งแรง อยู่บนล้อตีนตะขาบล้อรถไฟ จำนวน 8 ชุด และสามารถเคลื่อนที่ไปมาบนรางได้ การออกแบบโครงสร้างดังกล่าวเป็นแบบ Tree Point Support System กล่าวคือ มีจุดรองรับน้ำหนัก 3 จุด ทำให้โครงสร้างดังกล่าวมีความมั่นคงมาก (Stability) สูง ในขณะเคลื่อนที่บน Tripper Car นี้จะมีสายพานซึ่งทำหน้าที่รับดินจากระบบสายพาน เพื่อส่งต่อไปยัง Stacker นอกจากนี้บน Tripper Car ยังมีอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูง หม้อแปลงไฟฟ้า และตู้ไฟฟ้าติดตั้งอยู่ เพื่อทำหน้าที่รับ-จ่ายกระแสไฟฟ้า และควบคุมการทำงานของ Stacker with Tripper Car

ด้วย Stacker เป็นส่วนทำหน้าที่โปรยดินลงลานเทดิน สามารถหมุนรอบ Tripper Car ได้ ในการโปรยดินลงลานเทจะมีพนักงานควบคุมประจำอยู่ตลอดเวลา โอปะเรเตอร์คาร์บิน



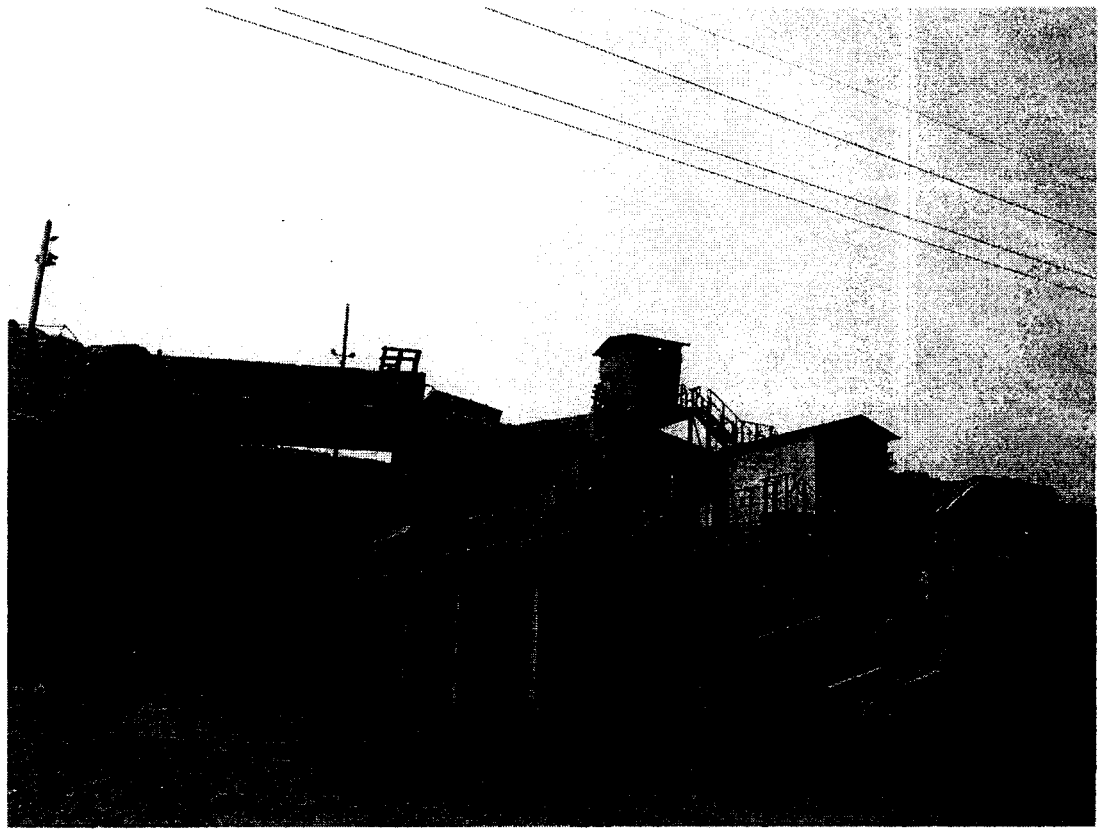
ภาพที่ 2.1 Stacker with Tripper Car

Conveyor System หรือสายพานลำเลียงมีหน้าที่ลำเลียงดินที่โม่แล้วจาก Semi-mobile Crusher ไปส่งยัง Stacker ซึ่งเป็นเครื่องจักรสำหรับโปรยดินลงไปยังบริเวณลานเทดิน

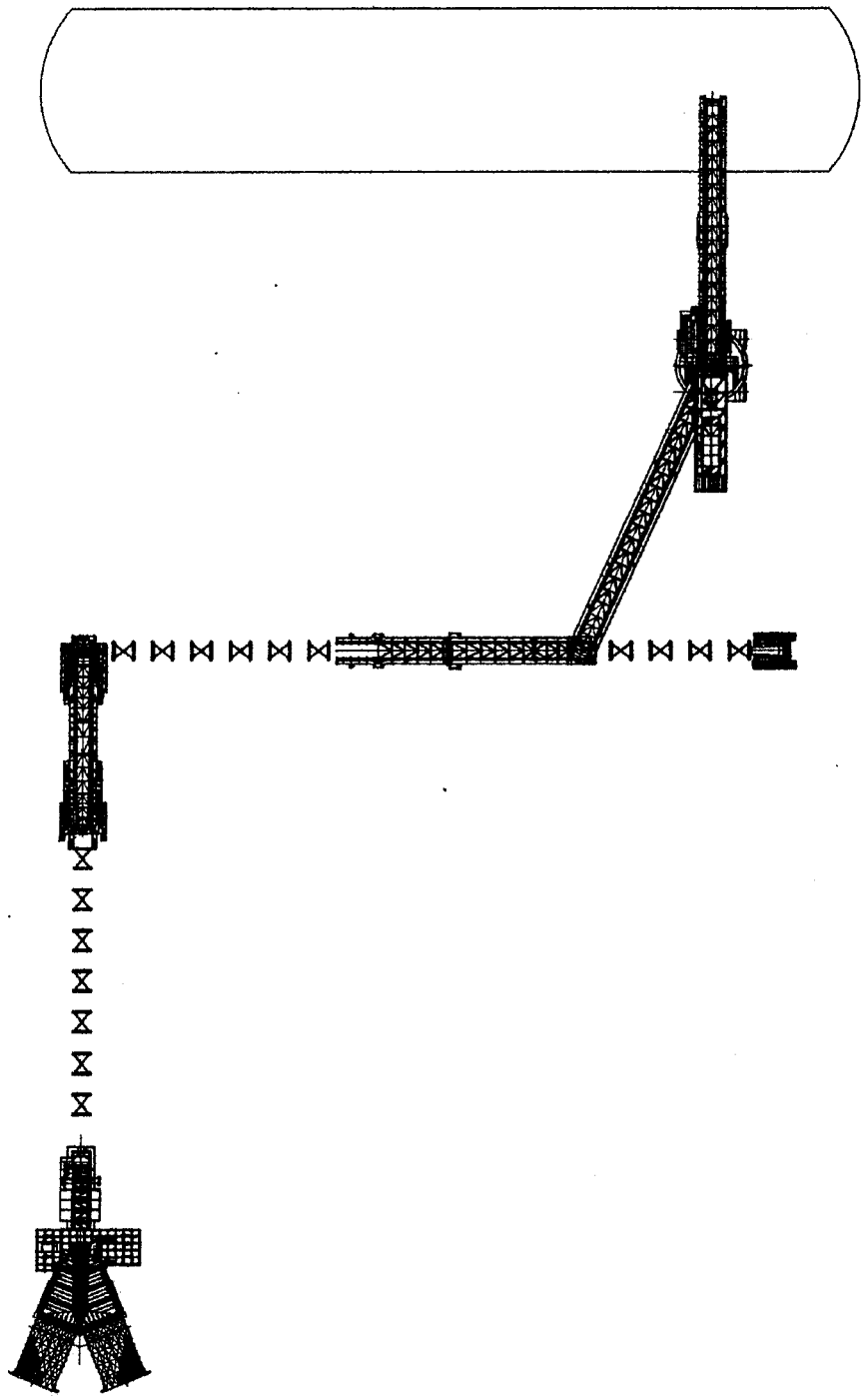


ภาพที่ 2.2 Conveyor System

Semi-mobile Crusher มีหน้าที่รับดินจากรถบรรทุกเทท้าย และทำการโม่เพื่อลดขนาด (Lump Size) จากประมาณ 200 x 300 x 50 เซนติเมตร ให้เล็กลงเหลือประมาณ 20 x 20 x 20 เซนติเมตร ซึ่งเป็นขนาดที่เหมาะสมในการส่งไปยังสายพานลำเลียง (Conveyor System) Semi-mobile Crusher สามารถเคลื่อนย้ายไปตำแหน่งต่างๆ ที่เหมาะสมตามการเดินหน้าเหมือง (Mining progress) โดยใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า Transport Crawler, Semi-mobile Crusher มีส่วนประกอบหลัก คือ Feeding Station และ Crusher Station การเดินเครื่องจะดำเนินการโดยพนักงานที่อยู่บนโอปะเรเตอร์คาร์บิน (Operator Cabin)



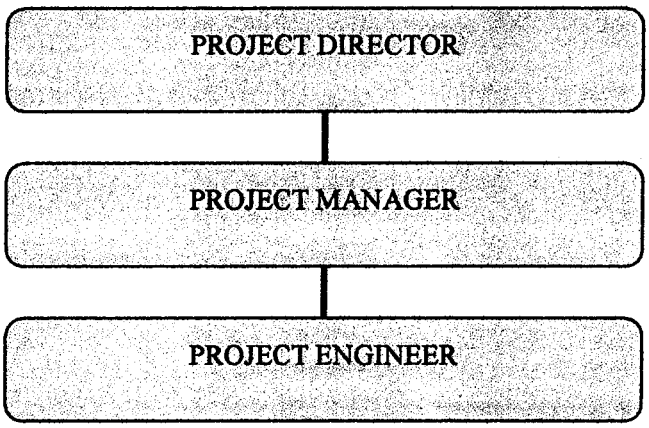
ภาพที่ 2.3 Semi-Mobile Crusher



ภาพที่ 2.4 ขั้นตอนการทำงานของระบบสายพานลำเลียง

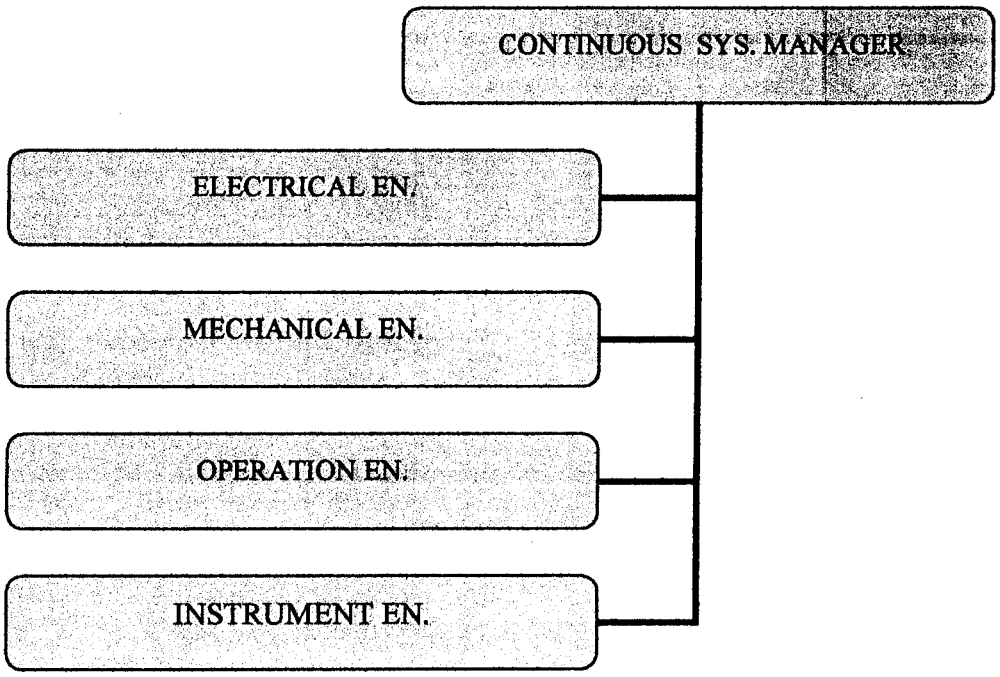
3. การบริหารงานของบริษัท

โครงสร้างองค์กร



ภาพที่ 2.5 ผังโครงสร้างตามส่วนบริหาร

1. ส่วนของระบบสายพานลำเลียง



ภาพที่ 2.6 ผังโครงสร้างตามส่วนบริหารแผนกสายพานลำเลียง

4. ระบบการซ่อมบำรุงของบริษัท

แผนกซ่อมบำรุงระบบสายพานเครื่องกลจะดูแลงานบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบสายพานและในส่วนของสำนักงานโรงงานยกเว้นงานซ่อมบำรุงระบบไฟฟ้า การบำรุงรักษาจะแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ

1. **การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน** (Preventive Maintenance)

1.1 การบำรุงรักษาที่ทำประจำ (Routine Maintenance) เช่น การตรวจสอบสภาพการตรวจระดับน้ำมันหล่อลื่น และทำความสะอาด ตามช่วงเวลา เช่น ทำทุกกะ

1.2 การบำรุงรักษาเชิงวางแผน (Planned Maintenance) ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมหลายชนิด เช่น การวิเคราะห์ผลการบำรุงรักษาที่ผ่านมา ผลการติดตามสภาพเครื่องจักร ฯลฯ แล้วนำมากำหนดกิจกรรมและช่วงเวลาที่จะหยุดเครื่องจักรเพื่อบำรุงรักษาให้เหมาะสม

2. **การบำรุงรักษาแบบที่ไม่ได้มีการวางแผนไว้ล่วงหน้า** (Unplanned Maintenance) เช่น การบำรุงรักษาเมื่อชำรุดหรือซ่อมเมื่อเสีย (Breakdown Maintenance) ซึ่งเป็นการหยุดเครื่องจักรทันทีหรือกำหนด หยุดล่วงหน้าแบบฉุกเฉิน ทั้งนี้ขึ้นกับสาเหตุที่ทำให้ต้องหยุดเครื่องจักร

สาเหตุที่เลือกใช้วิธีบำรุงรักษาเชิงป้องกัน เพราะทำให้สามารถควบคุมได้ทั้ง

1. แผนการใช้งานเครื่องจักร การกำหนดกิจกรรมบำรุงรักษา และกำหนดช่วงเวลาที่ต้องการหยุดเครื่อง ฝ่ายผลิตหรือผู้ใช้เครื่องจักรต้องร่วมกำหนดแผนการหยุดเครื่องกับฝ่ายบำรุงรักษา เพื่อจะได้นำข้อมูลการหยุดเครื่องไปกำหนดแผนการผลิตให้สอดคล้องกัน และให้มีผลกระทบ ต่อการผลิตโดยรวมน้อยที่สุด

2. ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา เมื่อสามารถกำหนดกิจกรรมการบำรุงรักษาและกำหนดช่วงเวลาหยุดเครื่องจักรได้แล้วก็สามารถนำมาจัดเตรียมทรัพยากรทั้งแรงงาน เครื่องมือ อะไหล่และวัสดุ รวมทั้งกำหนดค่าใช้จ่ายหรืองบประมาณล่วงหน้าได้

ข้อดีของการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance: PM) หรือการบำรุงรักษาเชิงวางแผน (Planned Maintenance: PM) คือ

1. สามารถกระจายภาระงาน (Work Load) ของงานบำรุงรักษาให้มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันได้ตลอดเวลา เพราะกิจกรรมและระยะเวลาหยุดเครื่องจักรสามารถยืดหยุ่นได้หรืออาจวางแผนจ้างงานภายนอก (Out Souring) เข้ามาเสริมได้

2. สามารถเตรียมทรัพยากรและกำหนดงบประมาณที่ต้องใช้ในงานบำรุงรักษาไว้ล่วง หน้าได้ เช่น จำนวนแรงงาน เครื่องมือ อะไหล่ และวัสดุต่างๆ ที่ต้องใช้ในทุกกิจกรรมของงานบำรุงรักษา

3. สามารถกำหนดแผนการหยุดเครื่องจักรเพื่อทำการซ่อมหรือบำรุงรักษาและแผนการใช้เครื่องจักรหรือแผนการผลิตให้สอดคล้องกันได้

การบริหารอะไหล่ของแผนก แบ่งอะไหล่ออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. อะไหล่สำรองคลัง เป็นการเตรียมอะไหล่ไว้ใช้กับงานที่ไม่ได้วางแผนหรือกำหนดการใช้ไว้ส่วนมาก กำหนดจากคำแนะนำของผู้ผลิต สถิติและความน่าจะเป็นแต่ถ้าสามารถกำหนดกิจกรรมและช่วงเวลาที่จะหยุดเครื่องจักรเพื่อบำรุงรักษาได้เหมาะสม อะไหล่ส่วนนี้ก็จะมีปริมาณน้อยมาก

2. อะไหล่ที่กำหนดแผนการใช้ไว้แล้ว ไม่ต้องมีการเก็บสำรองคลัง เพราะเมื่อสั่งมาแล้วจะถูกใช้หมดไปตามแผนการบำรุงรักษา (Planned Maintenance) ที่กำหนดไว้ซึ่งมีขอดีคือ

2.1 ไมมีอะไหลเกาหรืออะไหลเสื่อมสภาพ

2.2 ไม่มีปัญหาและค่าใช้จ่ายจัดเก็บ

โดยทั่วไปอะไหล่ที่กำหนดแผนการใช้ไว้แล้วจะกำหนดให้อะไหล่มาถึงก่อนใช้งานเล็กน้อยเพื่อให้มีเวลาตรวจสอบความถูกต้องและครบถวน รวมทั้งให้มั่นใจว่าาเมื่อหยุดเครื่องจักรแล้วมีอะไหล่เพียงพอให้ใช้งานแน่นอน อะไหล่ส่วนนี้เป็นอะไหล่ส่วนใหญ่ที่ใช้ในงานบำรุงรักษาตลอดมา

5. แนวคิดและหลักการบำรุงรักษา

การบำรุงรักษา (Maintenance)

การบำรุงรักษา หมายถึง การกระทำซึ่งช่วยให้ชิ้นส่วนเครื่องจักรกลสามารถใช้งานได้ปราศจากข้อขัดข้อง และมีอายุการใช้งานได้ยาวนานโดยวิธีการดังนี้ คือ

1. ช่วยเหลือบำรุงรักษาชิ้นส่วนเครื่องจักรกลให้ใช้งานได้ตามหน้าที่ และเป็นไปตามกำหนดเวลาโดยไม่มีข้อขัดข้อง และมีการสึกหรอน้อยที่สุดเท่าที่จำเป็นเท่านั้น

2. ช่วยปรับแต่งชิ้นส่วนเครื่องจักรกลซึ่งเริ่มมีการสึกหรอให้กลับคืนสู่สภาพเดิมให้มากที่สุดเท่าท่จะทำได้

3. ช่วยปรับแต่งหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนเครื่องจักรกลบลางชิ้นส่วนซึ่งสึกหรอมาก และปรับแต่งให้สามารถใช้งานอยู่ในสภาพเดิมได้โดยให้สึกหรอน้อยที่สุด และไม่แตกหักชำรุดขณะเครื่องจักรกลกำลังใช้งาน

การบำรุงรักษาชิ้นส่วนเครื่องจักรกลนั้น ปกติจะทำตามระยะเวลาที่ใช้งานของเครื่องจักรกลนั่นๆระยะเวลาของการบำรุงรักษาและวิธีการ ตำแหน่งวัสดุที่ใช้สำหรับเครื่องจักรกลแต่ละชนิดจะกำหนดไว้ในคู่มือของเครื่องจักรกลนั้นๆ ซึ่งผู้รับผิดชอบในการดูแลและบำรุงรักษาจะต้องปฏิบัติตามโดยเคร่งครัดจึงจะได้ผลตามที่มุ่งหมาย

การบำรุงรักษา เป็นกิจกรรมทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมการผลิตตามคำสั่งในการปฏิบัติงาน ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งต่อการยืดอายุการใช้งานของเครื่องจักร หรืออุปกรณ์ต่างๆ ให้ยาวนานยิ่งขึ้น นอกจากนั้นจะทำให้การใช้งานคุ้มค่า และเกิดประโยชน์สูงสุดต่อหน่วยงาน ซึ่งกลยุทธ์ด้านการบำรุงรักษาที่สำคัญมีดังนี้

1. การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive maintenance)

เป็นการปฏิบัติการบำรุงรักษาก่อนที่ความเสียหายจะเกิดขึ้น หรือเป็นการตรวจสอบประจำและพยายามช่วยเหลือกรณีอื่นๆ ที่จะป้องกันไม่ให้เครื่องจักรเสีย รักษาอุปกรณ์และสิ่งอำนวยความสะดวกให้อยู่ในสภาพที่สามารถทำงานได้ดีตามคำสั่ง หรือการดูแลและการตรวจสภาพของเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิตก่อนที่เครื่องจักรจะเสียหาย ขัดข้อง โดยมีการทำแผนป้องกันและบำรุงรักษาไว้ล่วงหน้า เช่น การทำความสะอาด หล่อลื่น การตรวจสภาพ การตรวจสภาวะ และการตรวจสอบความถูกต้อง การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) จะเกี่ยวข้องกับการหมั่นตรวจตราเครื่องจักรอย่างต่อเนื่อง ตามตารางเวลาที่กำหนด เพื่อสังเกตสิ่งผิดปกติอันอาจจะเกิดขึ้นได้ การจดบันทึกสถิติของเครื่องจะสามารถคาดคะเนช่วงเวลาการซ่อมบำรุงในอนาคตได้ปกติแล้วการป้องกันจะดีกว่าที่จะต้องซ่อมและแก้ไขเครื่อง เพราะจะเสียทั้งเวลาและงบประมาณน้อยกว่า อย่างไรก็ตาม การป้องกันนั้นไม่เพียงแต่จะดูว่าเครื่องจักรทำงานหรือไม่เท่านั้น หากแต่ต้องดูระบบเครื่องในเชิงเทคนิค และความผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นได้จากผู้ใช้เองด้วย ซึ่งการกระทำดังกล่าวจะมีผลต่อความคงทนต่อความบกพร่องในการทำงานของเครื่องจักรเป็นอย่างมากสำหรับการบำรุงรักษาหลังจากเครื่องจักรเสียหรือไม่สามารถทำงานได้นั้น จะเกิดขึ้นเมื่อสภาพของเครื่องจักรล้มเหลวหรือหยุดการทำงานอย่างกะทันหัน ซึ่งควรต้องได้รับการซ่อมแซมอย่างทันท่วงที

การที่จะทำให้ระบบการผลิตสามารถดำเนินการไปได้อย่างคล่องตัวโดยมีต้นทุนที่ต่ำ ในด้านการบำรุงรักษาเครื่องจักรอุปกรณ์นั้น มีแนวทางดำเนินงานดังต่อไปนี้

1. การสร้างระบบเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ไว้วางใจได้ (Reliability Tactics) ได้แก่
   1.1 การปรับปรุงส่วนประกอบของเครื่องจักรแต่ละส่วน
   1.2 การเสริมสำรอง (Redundancy)
2. การบำรุงรักษาเครื่องจักรอุปกรณ์ (Maintenance) ได้แก่
   2.1 การดำเนินการบำรุงรักษาแบบต่าง ๆ
   2.2 การเพิ่มประสิทธิภาพและความรวดเร็วในการซ่อมแซม

2. การบำรุงรักษาแบบแก้ไข

การบำรุงรักษาแบบแก้ไข (Corrective Maintenance: CM) หรือบ้างก็เรียกว่า Breakdown Maintenance หรือ Run to Failure เป็นวิธีการธรรมดาที่สุดและมีข้อจำกัดที่เห็นได้ชัด และในทุกๆอุตสาหกรรมยังใช้กลยุทธ์การบำรุงรักษาแบบนี้อยู่ โดยจะดำเนินการก็ต่อเมื่ออุปกรณ์เสียหายจนทำให้ต้องหยุดเครื่องหรือหยุดทำการผลิต หรือเกิดข้อขัดข้องเสียหายในขณะที่เครื่องจักรกำลังทำงานอยู่โดยไม่รู้มาก่อนว่าจะเกิดการเสียหายขึ้น และเมื่อเกิดขึ้นแล้วทำให้ต้องหยุดเครื่องจักรเพื่อทำการซ่อมแซมหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนที่เสีย โดยส่วนใหญ่จะใช้กับเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่ไม่มีผลกระทบกับสายการผลิตถ้าหากเกิดการเสียหายขึ้น เช่น หลอดไฟแสงสว่าง อุปกรณ์สำนักงาน ข้อดีของการบำรุงรักษาแบบแก้ไขคือ ได้ใช้ประโยชน์จากอายุการใช้งานของเครื่องจักรอย่างคุ้มค่า ไม่ต้องเสียกำลังคนและค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา แต่เราไม่สามารถวางแผนและกำหนดเวลาในการซ่อมแซมหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนได้ บางครั้งจำเป็นต้องรีบทำจึงทำให้คุณภาพของงานออกมาไม่ค่อยดี และเมื่อเกิดการเสียหายแล้วมักค่อนข้างรุนแรงการซ่อมแซมจะเสียค่าใช้จ่ายสูงกว่า อย่างไรก็ตาม CM จะมีค่าใช้จ่ายเกิดขึ้น บางครั้งถ้าอุปกรณ์บางส่วนต้องทำการซ่อมแซมค่าใช้จ่ายสำหรับการเปลี่ยนอะไหล่อย่างเดียวก็มีมากมายแล้ว ยังไม่รวมถึงประเด็นด้านความปลอดภัย สุขภาพ และสิ่งแวดล้อม (Safety Health and Environment: SHE) อันสืบเนื่องจากอุปกรณ์ไม่สามารถทำงานได้ตามปรกติ

ธารา พัชรินทรารัตน์ (2548) การบำรุงรักษากับการเพิ่มผลผลิต

1. ใช้เครื่องจักรเท่าเดิม แต่ผลผลิตมากขึ้น หมายถึง การบำรุงรักษาเครื่องจักรให้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าเดิม ไม่มีการเสียหาย ไม่มีการรอคอยอะไหล่ และไม่ผลิตเสีย ทั้งนี้เพื่อให้มีเวลาสำหรับทำการผลิตมากขึ้น

2. ใช้เครื่องจักรน้อยลง แต่ผลิตผลเท่าเดิม แนวทางนี้อยู่ภายใต้แนวความคิดที่ว่าการทำให้เครื่องจักรทุกเครื่องทำงานได้อย่างเต็มความสามารถของเครื่องจักร ทำให้ใช้เครื่องจักรน้อยลง ผลผลิตเท่าเดิม หรืออีกนัยหนึ่งคือสาเหตุที่ใช้เครื่องจักรมากขึ้นจำนวนมากเพราะว่าเครื่องจักรเสียบ่อย ทำงานได้ไม่เต็มที่ หรือการผลิตงานเสียออกมาเป็นนจำนวนมาก

3. ใช้เครื่องจักรน้อยลง แต่ทำให้ผลิตผลเพิ่มขึ้น แนวทางนี้เป็นการเพิ่มผลผลิตโดยการทำให้เครื่องจักรมีกำลังผลิตสูงขึ้นกว่าที่ออกแบบไว้อาจเป็นการดัดแปลง ปรับปรุง หรือติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติมเข้าไป หรือการทำให้เครื่องจักรอยู่ในสภาพที่ต้องใช้เวลาในการดูแลรักษาน้อยที่สุด

ธารา พัชรินทรารัตน์ (2548) เครื่องจักรกับคุณภาพ ต้นทุน และการส่งมอบ

เครื่องจักรเสียอยู่เป็นประจำ เครื่องจักรสกปรก เครื่องจักรไม่มีความเที่ยงตรง ทั้งหมดนี้ เป็นตัวอย่างทำให้เกิดปัญหาด้านคุณภาพการผลิต นั้นแสดงว่าเครื่องจักรเสียใช้งานไม่ได้ หรือเครื่องจักรที่ต้องการใช้งานไม่สามารถทำงานได้ตามปรกติ ล้วนแล้วแต่มีโอกาสทำให้เกิดปัญหาทางด้านคุณภาพได้ทั้งสิ้น ทั้งนี้ อาจมีสาเหตุมาจากการปล่อยปละละเลยหรือไม่มีการบำรุงรักษาอย่างเป็นนระบบ เครื่องจักรเสียครั้งหนึ่งนอกจากจะไม่มีเครื่องใช้แล้ว จะทำให้สูญเสียค่าอะไหล่ ค่าแรง โอกาสในการขายสินคา ซึ่งจะกลายเป็นต้นทุน

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับระบบการลำเลียงดิน

การขนส่งดินของเหมือง อาศัยสายพานลำเลียง (Belt Conveyor System) ซึ่งเป็นวิธีการที่ประหยัด โดยเฉพาะขนส่งในระยะทางยาวๆ และการขนส่งปริมาณมากทั้งยังเป็นการขนส่งระบบต่อเนื่อง (Continuous System) ซึ่งทำให้ Availability ของระบบสูงขึ้น และสามารถควบคุมมลภาวะที่เกิดขึ้นเนื่องจากฝุ่น รวมทั้งการสึกหรออุปกรณ์น้อยมาก ทำให้ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาอุปกรณ์ต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับระบบอื่นๆ

ระบบสายพานลำเลียงที่ใช้ในเหมือง เป็นระบบที่มีหน้าที่ลำเลียงดินไปยังลานเทดิน ซึ่งมีเครื่องจักรขนาดใหญ่ที่ใช้ในการลำเลียงดิน ซึ่งมีส่วนประกอบที่สำคัญ 3 ส่วนดังนี้

1) Stacker with Tripper Car
2) Conveyor System
3) Semi-mobile Crusher

การบำรุงรักษา ถือได้ว่าเป็นหัวใจสำคัญที่จะเป็นปัจจัยส่งเสริมให้เครื่องจักรที่นำมาใช้งานสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสำหรับสถานประกอบการใดที่มีการนำเครื่องจักรมาใช้ในการดำเนินกิจการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าเครื่องจักรนั้นมีการใช้งานมาเป็นระยะเวลานาน ปัญหาต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับเครื่องจักร เช่น การชำรุดเสียหาย การหยุดทำงาน จะส่งผลกระทบต่อผลผลิตและการดำเนินกิจการเป็นอย่างมาก หรือในกรณีที่ใช้เครื่องจักรที่มีความสามารถในการทำงานที่ความละเอียดสูง มีความซับซ้อนมาก ระบบการบำรุงรักษาก็ยิ่งมีความจำเป็นมากขึ้นตามลำดับ หน้าที่การบำรุงรักษาที่ดีก็คือการรักษาสภาพเครื่องจักรให้สามารถทำงานได้ด้วย

สมรรถนะสูงสุด ด้วยวิธีการอย่างมีแบบแผนโดยคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเช่น ปัจจัยด้านการผลิต ค่าใช้จ่าย และเทคโนโลยีที่นำมาใช้ เป็นต้น

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทวีศักดิ์ ศรีภูสิตโต (2544) กล่าวถึงแนวคิดใหม่ของการบำรุงรักษา ว่าการควบคุมคุณภาพของผลผลิตที่ได้ (Outputs) จะมีการควบคุมคุณภาพทุกขั้นตอนกระบวนการผลิต กิจกรรมใดๆ ที่เกี่ยวข้องและสนับสนุนต่อคุณภาพและการเพิ่มผลผลิต ซึ่งกิจกรรมทั้งหลายนั้นรวมถึงงานบำรุงรักษาที่เริ่มเข้ามามีบทบาทที่สำคัญและได้รับการยอมรับกันมากขึ้น ทั้งนี้ สาเหตุหนึ่งมาจากเครื่องจักรที่ใช้ในระบบการผลิตสมัยใหม่มีการออกแบบที่ซับซ้อนมากขึ้น ดังนั้นการใช้งานและการดูแลรักษาต้องใช้ความรู้และทักษะที่มากขึ้น เพราะการเสียหายของเครื่องจักรมีผลกระทบโดยตรงต่อผลิตภัณฑ์ คุณภาพของสินค้า รวมไปถึงความปลอดภัยในการทำงาน การปล่อยให้เครื่องจักรชำรุดโดยไม่ทราบหรือไม่ได้วางแผนไว้ล่วงหน้าจึงทำการซ่อมแซมมักจะมีต้นทุนค่าใช้จ่ายที่สูง ดังนั้นแนวคิดใหม่ในการจัดการบำรุงรักษาจึงได้เปลี่ยนแนวคิดจากเดิมที่เน้นการซ่อมแซมแก้ไขเครื่องจักรหลังเกิดเหตุขัดข้องมาเน้นการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance หรือ PM) หรือการบำรุงรักษาเชิงรุก (Proactive Maintenance)

ชำนาญ ห่อเกียรติ (2546) กล่าวถึงแนวทางที่ถูกต้องเพื่อมุ่งสู่การบำรุงรักษาที่ดีกว่าการจัดการบำรุงรักษาสมัยใหม่ไม่ได้มุ่งเน้นบริการซ่อมแซมเครื่องจักรอย่างรวดเร็ว การจัดการบำรุงรักษาสมัยใหม่คือ การรักษาให้เครื่องจักรสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องด้วยกำลังการผลิตสูง (High capacity) และให้ผลผลิตคุณภาพสูงโดยเสียค่าใช้จ่ายต่ำที่สุดเท่าที่จะทำได้ และวัตถุประสงค์ของการบำรุงรักษาที่มีความสำคัญคือ การสร้างสมรรถนะ ความพร้อมในการใช้งานของเครื่องจักรให้เหมาะสมกับความต้องการ

อวยชัย จีระชน (2546) กล่าวถึงรูปแบบของการบำรุงรักษา ไว้ดังนี้

1. การบำรุงรักษาแบบปรับปรุง (Improvement Maintenance-IM) หมายถึง การบำรุงรักษาแบบที่มีการปรับปรุงเครื่องมือ เครื่องจักรเพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายอีกต่อไป รูปแบบนี้เป็นเรื่องยากที่สุดในบรรดารูปแบบการบำรุงรักษาทั้งหมด

2. การบำรุงรักษาแบบป้องกัน (Preventive Maintenance-PM) หมายถึง การบำรุงรักษาเพื่อป้องกันไม่ให้เครื่องจักรเกิดความเสียหาย ไม่ว่าจะเป็นการตรวจเช็คหรือการเปลี่ยนอุปกรณ์ล่วงหน้าก่อนเกิดการเสียหาย

3. การบำรุงรักษาแบบแก้ไข (Corrective Maintenance-CM) หมายถึง การบำรุงรักษาเพื่อซ่อม/แก้ไขหลังจากที่เครื่องจักร เครื่องมือเกิดความเสียหายแล้ว

พิชิต สุขเจริญพงษ์ (2543) กล่าวว่า แนวคิดของการบำรุงรักษาเชิงป้องกันนี้ได้รับการยอมรับเป็นที่แพร่หลายว่า สามารถทำให้เครื่องจักรในกระบวนการผลิตใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูง มีความพร้อมที่จะใช้ในการผลิตอยู่เสมอ สามารถลดจำนวนการซ่อมฉุกเฉิน ลดการสูญเสียผลผลิต เพิ่มอายุการใช้งานของเครื่องจักร ช่วยทำให้สภาพแวดล้อมการทำงานปลอดภัยขึ้น ขวัญและกำลังใจของพนักงานทั้งในฝ่ายผลิตและฝ่ายซ่อมบำรุงดีขึ้น

บทที่ 3
ขั้นตอนและวิธีจัดทำคู่มือ

ในการจัดทำคู่มือบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบสายพานลำเลียง มีขั้นตอนและวิธีการจัดทำดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การจัดทำโครงร่างคู่มือบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบสายพานลำเลียง

ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนาคู่มือบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบสายพานลำเลียง

การจัดทำโครงร่างคู่มือบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบสายพานลำเลียง

การดำเนินการในขั้นตอนที่ 1 เป็นการจัดทำโครงร่างคู่มือ ผู้ศึกษาได้ดำเนินการ ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับแนวคิด หลักการ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบสายพานลำเลียง

2. สัมภาษณ์พนักงานผู้รับผิดชอบ หัวหน้าแผนก และผู้เกี่ยวข้องในการบำรุงรักษาเครื่องจักร และความต้องการการใช้คู่มือ ในการบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบสายพานลำเลียง

3. ศึกษาสภาพปัจจุบัน และปัญหาในการบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบสายพานลำเลียง เพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการจัดทำคู่มือ

4. รวบรวมข้อมูลที่ได้จากข้อ 1–3 เพื่อใช้ในการจัดทำโครงร่างของคู่มือ ซึ่งมีองค์ประกอบ ดังนี้

ส่วนที่ 1 บทนำ ประกอบด้วย

1. วัตถุประสงค์
2. คำชี้แจงในการใช้คู่มือ

ส่วนที่ 2 เนื้อหา การบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบสายพานลำเลียง ประกอบด้วย

1. การเตรียมการ
2. โครงสร้างเหล็ก (Steel Structure)
3. เกียร์เปิดขับหมุน (Slew Bearing and Slew Gear)
4. ชุดขับ (Gear Boxes and Motors)
5. ตลับลูกปืนหรือแบริ่ง (Bearing)

6. เบรค (Brakes for Conveyor and Crawler Drive Units)
7. ชุดกวาดดิน (Scraper and Belt Cleaner)
8. สายพาน (Conveyor Belt)
9. ปล่อง (Chutes)
10. ระบบไฮดรอลิก (Hydraulic)
11. สารหล่อลื่น (Lubricants and Lubrication Units)
12. การตรวจสอบและขันโบล์ทและนัท
13. งานเปลี่ยนสารหล่อลื่น
14. รางรถไฟ และ ประกับรางรถไฟ (Rail Clamp)
15. พูลเล่ย์ (Conveyor Pulleys)
16. ปะเก็น (Packing)

เมื่อจัดทำโครงร่างคู่มือแล้วได้เชิญผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน พิจารณาโครงร่างคู่มือ ดังมีรายนามต่อไปนี้

1. นายนพวัน เรือนสุข นายช่างโครงการเครื่องกลระบบสายพานลำเลียง
2. นายพรพงศ์ ชัยเจริญ นายช่างโครงการฝ่ายระบบสายพานลำเลียง
3. นายรุ่งกิตติ ธิแปงวงศ์ วิศวกรเครื่องกลฝ่ายระบบสายพานลำเลียง
4. นายสุวรรณ เหล็กสำคัญ วิศวกรเครื่องกลฝ่ายระบบสายพานลำเลียง
5. นายเขตพันธุ์ นพเจริญ วิศวกรไฟฟ้าแผนกเหมืองแร่

การพัฒนาคู่มือบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบสายพานลำเลียง

เพื่อให้การจัดทำคู่มือมีประสิทธิภาพและมีความเหมาะสม ผู้ศึกษาได้พัฒนาคู่มือ โดยดำเนินการ ดังนี้

1. ผู้ศึกษาได้รวบรวมความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งได้ให้ข้อเสนอแนะดังนี้

1.1 เพิ่มรายละเอียดเนื้อหา 4 ชุดขับ (Gear Boxes and Motors) ควรมีตาราง เลือกเบอร์และยี่ห้อสารหล่อเลื่อนที่เหมาะสม

1.2 เพิ่มรายละเอียดเนื้อหา 5 ตลับลูกปืนหรือแบริ่ง (Bearing) ให้มีผลกระทบ ที่อาจจะเกิดขึ้น เมื่อเกิดการขาดสารหล่อลื่น

1.3 เพิ่มรายละเอียดเนื้อหา 9 ระบบไฮดรอลิก (Hydraulic) ให้เพิ่มข้อพิจารณา คุณสมบัติและการเลือกน้ำมันไฮดรอลิก

1.4 เพิ่มรายละเอียดเนื้อหา 11 การตรวจสอบและขันโบล์ทและนัท ครรมี ตารางขนาดโบล์ทและนัท พร้อมตารางขันแน่น

2. ผู้ศึกษาได้นำความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ มาปรับปรุงแก้ไข

3. การประเมินคู่มือบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบสายพานลำเลียง ผู้ศึกษาได้ดำเนินการตรวจสอบความเป็นไปได้เพื่อประเมินคู่มือ ซึ่งดำเนินการดังนี้

ผู้ศึกษานำคู่มือที่ดำเนินตามข้อ 3 แล้วนำไปเสนอหัวหน้าแผนก วิศวกรและหัวหน้างานบำรุงรักษา เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ของการนำคู่มือไปใช้ ดังมีรายนามต่อไปนี้

1.	นายรุ่งกิตติ ธิแปงวงศ์	วิศวกรเครื่องกลฝ่ายระบบสายพานลำเลียง
2.	นายสุวรรณ เหล็กสำคัญ	วิศวกรเครื่องกลฝ่ายระบบสายพานลำเลียง
3.	นายวีรศักดิ์ วงศ์ระกา	วิศวกรเครื่องกลฝ่ายระบบสายพานลำเลียง
4.	นายจร จวนสว่าง	หัวหน้างานซ่อมบำรุงเครื่องกล
5.	นายสำเริง ผลบุญเรือง	หัวหน้างานซ่อมบำรุงเครื่องกล
6.	นายพิชัย เครือประเสริฐ	หัวหน้างานซ่อมบำรุงสายพานลำเลียง
7.	นายพูนทรัพย์ มั่งมี	หัวหน้างานซ่อมบำรุงเครื่องกล

บทที่ 4
การบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบสายพานลำเลียง ของกิจการร่วมค้า เอ็นดับเบิ้ลยูอา-เอสบีซีซี

ผู้ศึกษาได้จัดทำคู่มือบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบสายพานลำเลียง ของกิจการร่วมค้า เอ็นดับเบิ้ลยูอา-เอสบีซีซี โดยดำเนินการจัดทำคู่มือ ดังนี้

1. ความสำคัญ
2. คำชี้แจงการใช้คู่มือ
3. เนื้อหาการบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบสายพานลำเลียง

ความสำคัญ

การจัดทำคู่มือบำรุงเครื่องจักรในระบบสายพานลำเลียง เล่มนี้จะก่อให้เกิดประโยชน์ คือ ผู้บริหาร พนักงาน และผู้รับผิดชอบงานบำรุงรักษาเครื่องจักรระบบสายพานลำเลียง นำไปใช้ในการบริหารงานบำรุงรักษาเครื่องจักร บรรลุตามวัตถุประสงค์ เป็นแนวทางการปฏิบัติงานที่มีความชัดเจนในเรื่องของการบริหารงาน ดังนี้ 1) การเตรียมการ 2) โครงสร้างเหล็ก (Steel Structure) 3) เกียร์เปิดขับหมุน (Slew Bearing and Slew Gear) 4) ชุดขับ (Gear Boxes and Motors) 5) ตลับลูกปืนหรือแบริ่ง (Bearing) 6) เบรค (Brakes for Conveyor and Crawler Drive Units) 7) ชุดกวาดดิน (Scraper and Belt Cleaner) 8) สายพาน (Conveyor Belt) 9) ปล่อง (Chutes) 10) ระบบไฮดรอลิก (Hydraulic) 11) สารหล่อลื่น (Lubricants and Lubrication Units) 12) การตรวจสอบและขันโบล์ทและนัท 13) งานเปลี่ยนสารหล่อลื่น 14) รางรถไฟ และ ประกับรางรถไฟ (Rail Clamp) 15) พูลเล่ย์ (Conveyor Pulleys) 16) ประเก็น (Packing) โดยมีขั้นตอนการปฏิบัติ

คำชี้แจงการใช้คู่มือ

เมื่อผู้บริหาร พนักงาน และผู้รับผิดชอบงานบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบสายพานลำเลียง ได้รับคู่มือการบำรุงรักษาเครื่องจักรเล่มนี้แล้วให้ปฏิบัติตามขั้นตอน การใช้คู่มือ ดังนี้

1. ศึกษารายละเอียดในคู่มือเล่มนี้ให้ชัดเจน เพื่อสามารถชี้แจงผู้ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงาน
2. เมื่อผู้บริหาร พนักงาน และผู้รับผิดชอบงานบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบสายพานลำเลียงได้ศึกษารายละเอียดในคู่มือแล้ว ให้ดำเนินการตามขั้นตอนการบำรุงรักษา
3. คู่มือบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบสายพานลำเลียง เล่มนี้ประกอบด้วยเนื้อหาขั้นตอนการปฏิบัติ และตัวอย่างประกอบ ซึ่งผู้ศึกษาได้ค้นคว้า รวบรวม นำมาจัดเป็นรูปเล่มที่สมบูรณ์ โดยจัดทำแนวปฏิบัติสำหรับผู้บริหาร พนักงาน และผู้รับผิดชอบงานบำรุงรักษาเครื่องจักรตามหัวข้อ ดังนี้

1. การเตรียมการ
2. โครงสร้างเหล็ก (Steel Structure)
3. เกียร์เปิดขับหมุน (Slew Bearing and Slew Gear)
4. ชุดขับ (Gear Boxes and Motors)
5. ตลับลูกปืนหรือแบริ่ง (Bearing)
6. เบรค (Brakes for Conveyor and Crawler Drive Units)
7. ชุดกวาดดิน (Scraper and Belt Cleaner)
8. สายพาน (Conveyor Belt)
9. ปล่อง (Chutes)
10. ระบบไฮดรอลิก (Hydraulic)
11. สารหล่อลื่น (Lubricants and Lubrication Units)
12. การตรวจสอบและขันโบล์ทและนัท
13. งานเปลี่ยนสารหล่อลื่น
14. รางรถไฟ และ ประกับรางรถไฟ (Rail Clamp)
15. พูลเล่ย์ (Conveyor Pulleys)
16. ประเก็น (Packing)

เนื้อหาการบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบสายพานลำเลียง

เนื้อหาของคู่มือบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบสายพานลำเลียง มีดังนี้

1. การเตรียมการ
2. โครงสร้างเหล็ก (Steel Structure)
3. เกียร์เปิดขับหมุน (Slew Bearing and Slew Gear)
4. ชุดขับ (Gear Boxes and Motors)
5. ตลับลูกปืนหรือแบริ่ง (Bearing)
6. เบรค (Brakes for Conveyor and Crawler Drive Units)
7. ชุดกวาดดิน (Scraper and Belt Cleaner)
8. สายพาน (Conveyor Belt)
9. ปล่อง (Chutes)
10. ระบบไฮดรอลิก (Hydraulic)
11. สารหล่อลื่น (Lubricants and Lubrication Units)
12. การตรวจสอบและขันโบล์ทและนัท
13. งานเปลี่ยนสารหล่อลื่น
14. รางรถไฟ และ ประกับรางรถไฟ (Rail Clamp)
15. พูลเล่ย์ (Conveyor Pulleys)
16. ประเก็น (Packing)

1. การเตรียมการ

การเตรียมการ เป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญเพราะเป็นจุดเริ่มต้นของความสำเร็จในการดำเนิน การบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบสายพาน ซึ่งเป็นขั้นตอนของการเตรียมสิ่งที่จะทำให้การบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบสายพานพัฒนาไปโดยสะดวก การเตรียมการบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบสายพานตามแนวทางการพัฒนางานบำรุงรักษา ซึ่งต้องมีการเตรียมการในสิ่งต่างๆ ดังนี้

1. การหาที่ปรึกษา แหล่งศึกษา และเอกสารข้อมูลต่างๆ โดยเฉพาะที่ปรึกษาต้องเป็นผู้ที่มีความรู้ชัด

2. บุคลากรซึ่งประกอบด้วย พนักงาน ผู้มีส่วนในการบำรุงรักษา ต้องตระหนักและรับผิดชอบเพื่อร่วมกันพัฒนางานไปในทิศทางเดียวกัน

3. การกำหนดเป้าหมาย หรือวิสัยทัศน์ และแผนงานที่ชัดเจน

การเตรียมการมีขั้นตอนการปฏิบัติ ดังต่อไปนี้

1. กำหนดและแต่งตั้งหัวหน้างานที่รับผิดชอบส่วนต่างๆ ศึกษาสภาพปัจจุบัน ปัญหาและความต้องการ การบำรุงรักษาเครื่องจักร หัวหน้างานที่รับผิดชอบมีจำนวน 6 คน ประกอบด้วย

1.1 หัวหน้ากลุ่มงานบำรุงรักษา เครื่องโม่ดิน (Crusher)

1.2 หัวหน้ากลุ่มงานบำรุงรักษา สายพานลำเลียง (Conveyor)

1.3 หัวหน้ากลุ่มงานบำรุงรักษา เครื่องโปรยดิน (Stacker with Tripper car)

1.4 หัวหน้ากลุ่มงานบำรุงรักษา ระบบหล่อลื่น

1.5 หัวหน้ากลุ่มงานบำรุงรักษา ส่วนประกอบ

1.6 หัวหน้ากลุ่มงานบำรุงรักษา ส่วนปรับปรุงเครื่องจักร

หน้าที่ของหัวหน้างานบำรุงรักษาต่างๆ ศึกษาสภาพปัจจุบัน ปัญหาและความต้องการของงานบำรุงรักษาเครื่องจักร มีหน้าที่ดังนี้

1) สำรวจความพร้อมเบื้องต้น การจัดเตรียมสภาพแวดล้อม กิจกรรม บุคลากร อุปกรณ์ด้านต่างๆ ที่มีความจำเป็นในงานบำรุงรักษาเครื่องจักร

2) จัดอันดับความสำคัญของปัญหา พร้อมทั้งกำหนดวิธีการแก้ไขปัญหาทางเลือกทุกขั้นตอน

3) จัดทำรายงานเสนอ หัวหน้าแผนกบำรุงรักษาสายพานลำเลียงเครื่องกล เพื่อขอความเห็นชอบในการดำเนินการต่อไป

2. กำหนดและจัดเตรียมบุคลากร ความพร้อมด้านต่างๆ ที่มีความจำเป็นในการบำรุงรักษาเครื่องจักร ซึ่งหัวหน้าแผนกสายพานลำเลียงเครื่องกลต้องเป็นผู้ตัดสินใจร่วมกับผู้รับผิดชอบ ดังนี้

1) บุคลากร สำรวจดูว่าบุคคลที่จะให้มาบำรุงรักษาเครื่องจักร สามารถทำงานได้มากน้อยเพียงใด

2) แต่งตั้งวิศวกรบริหารงานบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบสายพานลำลียง

3) วิศวกรบริหารงานบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบสายพานลำเลียง จำนวน 3 คน ประกอบด้วย

3.1 วิศวกรอาวุโส

3.2 วิศวกรเครื่องกล

3.3 วิศวกร Inspection

หน้าที่ของวิศวกรบริหารงานบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบสายพานลำเลียง โดยให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ สนับสนุนและแก้ปัญหาพร้อมทั้งอำนวยความสะดวกให้กับผู้ปฏิบัติงานเป็นไปด้วยความเรียบร้อย

2. โครงสร้างเหล็ก (Steel Structure)

2.1 สภาพการใช้งาน

สภาพการใช้งานของโครงสร้างเหล็กในเหมือง พบกับความความชื้นในเวลากลางคืน แห้งในกลางวัน และฝุ่นผงจำนวนมากกัดกร่อนโครงสร้างตลอดเวลา

2.2 ปัญหาที่เกิดขึ้น

ปัญหาการเกิดสนิมเหล็กในโครงสร้างเหล็ก เป็นปัญหาซึ่งมีผลกระทบต่อความแข็งแรงของโครงสร้าง จึงเป็นสิ่งที่ต้องระวังเกี่ยวกับการนำเหล็กมาใช้งานโดยเฉพาะในส่วน ซึ่งมองไม่เห็น วิศวกรและผู้เกี่ยวข้องทั้งหลาย จะต้องศึกษาถึงปัญหาการเกิด สนิมเหล็ก ว่ามีผลกระทบอย่างไร มีสาเหตุการเกิดอย่างไรและจะแก้ไขป้องกันได้ อย่างไรบ้าง

2.3 แนวทางการบำรุงรักษาและซ่อมแซม

งานบำรุงรักษาและซ่อมแซม ได้ดำเนินการใน 3 ลักษณะ ดังนี้

1) การบำรุงรักษาแบบปกติ (Routine Maintenance) ได้แก่ การทำความสะอาด การเปลี่ยนและซ่อมแซมเมื่อหมดสภาพการใช้งาน การทาสีโครงเหล็ก และการซ่อมแซมเล็กๆ น้อยๆ เป็นประจำตามแผนงาน เป็นต้น

2) การบำรุงรักษาแบบแก้ไข (Corrective Maintenance) ขึ้นอยู่กับสภาพความเสียหายที่เกิดขึ้นจริง เช่น รอยเชื่อม และรอยต่อโครงสร้างแตกร้าว ต้องเชื่อมซ่อมแซมให้กลับสภาพเดิมหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนของโครงสร้างเมื่อไม่สามารถซ่อมแซมได้ เพื่อป้องกันการเสียหายที่รุนแรงตามมา

3) การบำรุงรักษาแบบฉุกเฉิน (Urgent Maintenance) เมื่อมีความเสียหายจากเหตุการณ์ต่างๆ เช่น ความเสียหายที่เกิดจากอุบัติเหตุ เป็นต้น โดยจะทำการบำรุงรักษาแบบฉุกเฉินเบื้องต้นเพื่อให้ทำงานได้ต่อไป ถ้าเสียหายรุนแรงมากต้องหยุดการทำงานเครื่องจักรและซ่อมแซมให้เรียบร้อย จึงจะทำงานต่อไปได้

อนึ่ง ควรต้องตรวจสอบส่วนประกอบต่างๆของโครงสร้างเหล็กทุกๆ 3 เดือน

สิ่งที่ควรระวังที่จะเกิดขึ้น

- การเสียหายของชิ้นส่วนโครงสร้างเหล็ก เกิดการบิดตังเสียรูป
- การเสียหายจากการกัดกร่อน แตกร้าวบนผิวหน้า หรือขึ้นสนิม ของตลับลูกปืนบริเวณรับโหลด
- ความเสียหายของสลักล๊อค เนื่องจากรับแรงสูง
- ความเสียหายของรายเชื่อม แตกร้าว เนื่องจากรับแรงสูง
- ตรวจเช็คลวดสลิง ที่รับแรงโครงสร้าง

การตรวจสอบอย่างละเอียด

หลังจากเครื่องจักรทำงานทุกๆ 1 ปี ควรมีการตรวจเช็คอย่างละอีกครั้ง

- ตรวจเช็คจุดต่อที่เป็นสลักล๊อค จากการฟังเสียง
- ตรวจเช็ครอยต่อของชิ้นงาน
- ตรวจเช็ครอยเชื่อม เนื่องจากเป็นจุดที่อันตรายมาก ถ้าเกิดการแตกร้าย

3. เกียร์เปิดขับหมุน (Slew Bearing and Slew Gear)

3.1 สภาพการใช้งาน

เกียร์เป็นองค์ประกอบของเครื่องจักรที่ใช้ในการถ่ายทอดกำลังโดยการเพิ่มหรือลดความเร็วของเพลา หรือใช้ในการขับเกียร์ มีอยู่หลายชนิดแล้วแต่ประเภทของการใช้งาน

เกียร์ฟันตรงและเกียร์ฟันเฉียง ตัวแกนหรือเพลาจะวางอยู่ในตำแหน่งขนานกัน ซึ่งจะมีทั้งแบบเปลี่ยนหรือไม่เปลี่ยนความเร็วก็ได้ ในกรณีที่ความเร็วและแรงกดบนเกียร์สูง เกียร์ฟันตรงจะมีโอกาสทำให้เกิดเสียงดังมากกว่าเกียร์ฟันเฉียง เพราะการถ่ายทอดกำลังของเกียร์ฟันเฉียงจากฟันหนึ่งไปอีกฟันหนึ่งสามารถทำได้นุ่มนวลกว่า

ส่วนเกียร์ตัวหนอน เกียร์ดอกจอก และไฮปอยด์เกียร์ เหมาะสำหรับใช้ในการเปลี่ยนทิศทางของการขับ จะเป็นทั้งแบบเปลี่ยนหรือไม่เปลี่ยนความเร็วก็ได้ ตัวอย่างของเกียร์ตัวหนอนและเกียร์ดอกจอกได้แก่ เกียร์ที่ใช้ในเฟืองท้ายของรถยนต์ทั่วไป ส่วนไฮปอยด์เกียร์ซึ่งเป็นรูปแบบของเกียร์พิเศษ เกียร์ดอกจอกมักใช้ในเฟืองท้ายรถยนต์ซึ่งต้องทำงานในสภาวะที่ต้องรับการเคลื่อนตัวแบบเลื่อนสัมผัส และรับแรงกดดันบนฟันเกียร์สูง

เกียร์ที่ติดตั้งอยู่ในห้องเกียร์เรียกว่าเกียร์ปิด (Enclosed Gears) ส่วนอีกพวกหนึ่งติดตั้งอยู่ลอยๆ โดยไม่มีสิ่งปกปิดมิดชิดเรียกว่า เกียร์เปิด (Open Gears) การหล่อลื่นเกียร์ปิดอาจใช้วิธีให้ฟันเกียร์กวัดน้ำมันโดยที่ระดับน้ำมันในห้องเกียร์อยู่ท่วมฟันเกียร์ส่วนล่างสุดของเกียร์ หรืออาจใช้วิธีหล่อลื่นแบบหมุนเวียน โดยการฉีดน้ำมันเข้าไปในบริเวณที่ฟันเกียร์ขบกัน

3.2 ปัญหาที่เกิดขึ้น

การขาดสารหล่อลื่นทำให้เกียร์เสียหาย สึกหรอจนทำให้ฟันเกียร์ แต่เนื่องจากหน้าที่หลักของสารหล่อลื่นเกียร์ก็คือ ลดการสึกหรอและป้องกันการสึกหรอ โดยทำหน้าที่เป็นฟิล์มน้ำมันคั่นอยู่ระหว่างผิวสัมผัสของฟันเกียร์ นอกจากนั้นยังทำหน้าที่ช่วยระบายความร้อนอีกด้วย ในสภาวะที่เกียร์รับแรงกดดันไม่สูง สารหล่อลื่นพื้นฐานธรรมดาอาจไม่เพียงพอ สารหล่อลื่นเกียร์จะต้องมีความหนืดที่เหมาะสมสามารถรักษาฟิล์มน้ำมันในขณะที่ฟันเกียร์ขบกัน ขณะเดียวกันจะต้องใสพอที่จะไหลได้เพื่อพาความร้อนจากฟันเกียร์ออกไป

การสึกหรอ สามารถแบ่งได้ตามสาเหตุเป็น 4 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. การสึกหรอแบบ Adhesive เกิดจากการที่ผิวโลหะมาเสียดสีกัน และยอดแหลมที่หลอมติดกันถูกกระแทกให้แตกหักอันเป็นขบวนการเกิดแรงเสียดทานนั่นเอง น้ำมันหล่อลื่นป้องกันและลดการสึกหรอประเภทนี้โดยการทำหน้าที่ลดการสัมผัสกันระหว่างหน้าสัมผัสได้ อันเป็นการลดแรงเสียดทานไปในตัว การสึกหลอประเภทนี้มักเกิดจากการหยุดและไปของผิวหน้าสัมผัสก่อนที่ฟิล์มน้ำมันจะเกิดขึ้นได้ หรือความล้มเหลวอื่น ๆ ของฟิล์มน้ำมันที่จะแยกหน้าสัมผัสออก

2. การสึกหรอแบบ Abrasive เกิดจากการที่มีชิ้นส่วนของแข็งขนาดเล็กหลุดเข้าไปในบริเวณผิวสัมผัส และครูดไถไปบนผิวหน้าที่อาจจะอ่อนกว่าชิ้นส่วนของแข็งนี้อาจจะเป็นสิ่งแปลกปลอมจากภายนอก หรือเศษที่แตกหักมาจากการสึกหรอนั่นเอง ดังนั้นปัจจัยของการสึกหลอแบบ Abrasive คือ อนุภาคของแข็งต้องมีขนาดใหญ่กว่าความหนาของฟิล์มน้ำมันและมีความแข็งกว่าผิวหน้าสัมผัส น้ำมันหล่อลื่นสามารถทำหน้าที่ชะล้างหรือพัดพาเอาอนุภาคของแข็งที่เป็นอันตรายต่อผิวหน้านี้ไปได้ เป็นการลดการสึกหรอโดยที่อุปกรณ์ของระบบหล่อลื่น เช่นซีลและไส้กรอง มีส่วนสัมพันธ์กับหน้าที่นี้มาก

3. การสึกกร่อน (Corrosive) หมายถึง การที่เนื้อสารถูกสารอื่นเข้ากัดกร่อนทำปฏิกิริยาเคมี เช่น จากในบรรยากาศทั่วๆ ไป จากสารที่เกิดจากน้ำมันหล่อลื่นที่เสื่อมสภาพกลายเป็นกรด หรือจากไอกรดกำมะถันจากน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้เผาไหม้และอื่นๆ น้ำมันหล่อลื่นช่วยลดการสึกกร่อนได้ 2 วิธี คือ การทำตัวเป็นฟิล์มเคลือบผิวหน้าป้องกันไม่ให้เกิดปฏิกิริยากับอ็อคซิเจน และการที่น้ำมันหล่อลื่นมีสารเคมีที่จะหยุดยั้งหรือชิงเข้าทำปฏิกิริยากับสารที่เป็นอันตรายนั้นเสียก่อน

4. Fatique Wear เกิดจากความเสียหายภายใต้ผิวหน้าอันเป็นผลมาจากการที่ผิวหน้าถูกแรงกระทำซ้ำๆ กันเป็นเวลานาน และเกิดการล้าของเนื้อสารนั้น อาการที่พบได้มักจะเป็นรู หรือการแตกที่เกิดโดยฉับพลัน ไม่สามารถคาดการณ์ได้ สำหรับการสึกหลอประเภทนี้ยังไม่สามารถชี้ชัดถึงความสามารถของน้ำมันหล่อลื่นว่ามีส่วนช่วยลดหรือป้องกันได้ประการใด

3.3 แนวทางการบำรุงรักษาและซ่อมแซม

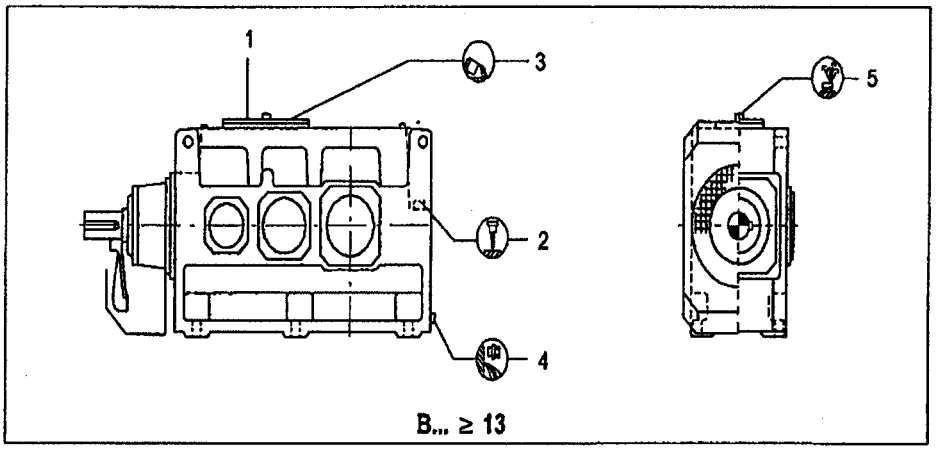
เกียร์เปิด (Open Gears) การหล่อลื่นเกียร์ปิดอาจใช้วิธีให้ฟันเกียร์กวัดน้ำมันโดยที่ระดับน้ำมันในห้องเกียร์อยู่ท่วมฟันเกียร์ส่วนล่างสุดของเกียร์ หรืออาจใช้วิธีหล่อลื่นแบบหมุนเวียนโดยการฉีดน้ำมันเข้าไปในบริเวณที่ฟันเกียร์ขบกัน ต้องใช้สารหล่อลื่นฟันเฟืองเกียร์เปิดงานหนักที่มีลักษณะเป็นฟิล์มแห้ง เหนียวๆ ทำให้สามารถเกาะติดและห่อหุ้มฟันเฟืองเกียร์ได้ดีกับเกียร์เปิดที่รับแรงกดสูงทุกๆ สภาวะการทำงาน อีกทั้งยังช่วยป้องกันสนิมและการกัดกร่อนได้ดี

หลักการของน้ำมันหล่อลื่นในการลดแรงเสียดทานและการสึกหรอจะเป็นความรู้เบื้องต้นสำหรับการออกแบบ การเลือกใช้และความสามารถในการใช้งานจริงของน้ำมันหล่อลื่นโดยที่ควรตระหนักว่าน้ำมันหล่อลื่นยังมีหน้าที่อื่นๆ อีก และบางครั้งอาจจะสำคัญไม่ยิ่งหย่อนกว่าหน้าที่หลัก 2 ประการนี้ก็ได้ เช่น งานตัดโลหะ การระบายความร้อน อาจเป็นหน้าที่ที่สำคัญที่สุด

สารหล่อลื่นเกียร์ มักประกอบด้วยน้ำมันพื้นฐานที่มีดัชนีความหนืดสูง (HVI) และความหนืดขึ้นอยู่กับความเร็วรอบของเกียร์ สำหรับเกียร์ฟันตรง เกียร์ฟันเฉียง และเกียร์ดอกจอกที่รับแรงกดสูงมักใช้น้ำมันเกียร์ที่ประกอบด้วยสารรับแรงกดอย่างอ่อน หรือ Mild EP (Extreme Pressure) เช่น พวกเลดแนฟทีเนท (Lead Naphthenate) หรือซัลเฟอไรซ์แฟตตี้ออยล์ (Sulphurised Fatty Oils) ส่วนพวกเกียร์ตัวหนอนมักใช้น้ำมันประเภท HVI คอมเปานด์ออยล์ หรือสารหล่อลื่นที่ผสมสารรับแรงกดอย่างอ่อน

ควรทำความสะอาดเกียร์เป็นประจำทุกวัน เมื่อพบสิ่งผิดสิ่งผิดปกติควรรีบเอาออกจากฟันเกียร์ เนื่องจากอาจสร้างความเสียหายให้กับฟันเกียร์ได้ และสารหล่อลื่นเมื่อใช้ไประยะหนึ่งจะมีฝุ่นผง ดิน น้ำเข้าไปผสมทำให้ประสิทธิภาพของสารหล่อลื่นลดลง ต้องมีการเปลี่ยนสารหล่อลื่นเป็นประจำอย่างสม่ำเสมอเพื่อป้องกันฟันเกียร์เสียหายได้

4. ชุดขับ (Gear Boxes and Motors)



ภาพที่ 4.1 แสดงการทำงานของชุดขับ

4.1 สภาพการใช้งาน

เกียร์มีหน้าที่ส่งกำลังขับพูลเล่ย์ (Conveyor Pulleys) แล้วไปขับสายพายให้เคลื่อนตัวไปได้ การติดตั้งเกียร์จะติดตั้งเข้ากับมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1000 kw. แล้วติดตั้งเข้ากับหัวขับ (Drive Station)

4.2 ปัญหาที่เกิดขึ้น

เกียร์นั้นเป็นอุปกรณ์รับแรงเคลื่อนที่หรือการหมุน ซึ่งกล่าวได้ว่าเป็นอุปกรณ์ที่ใช้งานกันมาก ถ้าเกิดขัดข้องในเกียร์แล้วจะก่อให้เกิดความเสียหายอย่างมหาศาล ดังนั้น การปรับแต่งเกียร์จึงเป็นงานที่สำคัญงานหนึ่ง

เพื่อให้เกียร์ทำงานได้ตามต้องการ การออกแบบ วัสดุที่ใช้การสร้าง และการปรับแต่งเกียร์ดังกล่าว จะต้องเป็นไปอย่างสมบูรณ์ กล่าวอีกนัยหนึ่ง เกียร์ที่เกิดการขัดข้องขึ้นมักมีสาเหตุมาจากสิ่งที่กล่าวถึงข้างต้น สาเหตุดังกล่าวอาจเกิดขึ้นเพียง 1 หรือ 2 อย่างประกอบกัน ดังนั้นจึงต้องมีการพิจารณาสภาพการเกิดการขัดข้องอย่างรอบคอบเพื่อหาสาเหตุให้พบแล้วดำเนินการแก้ไขให้ถูกจุด เช่น

1. การสั่นสะเทือนของเกียร์

เกียร์นั้นอาจใช้งานได้ตามปกติ จนถึงช่วงเวลาหนึ่งถ้าเกิดการสั่นสะเทือนอย่างฉับพลันขึ้น ในกรณีนี้จะเกิดจากการเสื่อมสภาพของ Coupling และการหลวมตัวของโบลต์ ที่ทำให้เกิดผิดปกติที่ตลับลูกปืน การบิดงอของเฟืองหรือการโค้งงอของเพลา จะต้องมีการตรวจสอบระบบจักรกลทั้งหมดแล้วทำการแก้ไข

2. การขาดสารหล่อลื่น

เกียร์นั้นอาจใช้ไปชั่วขณะจะเกิดเสียงดังมาก เนื่องจากไม่มีสารหล่อลื่น ทำให้ฟันเกียร์ขัดกันอย่างรุนแรงเกิดขึ้น เกิดความร้อนสูง

4.3 แนวทางการบำรุงรักษาและซ่อมแซม

1. ข้อปฏิบัติในการการหล่อลื่น
2. เปลี่ยนถ่ายน้ำมันเกียร์ ทุกๆ 5,000 ชั่วโมง

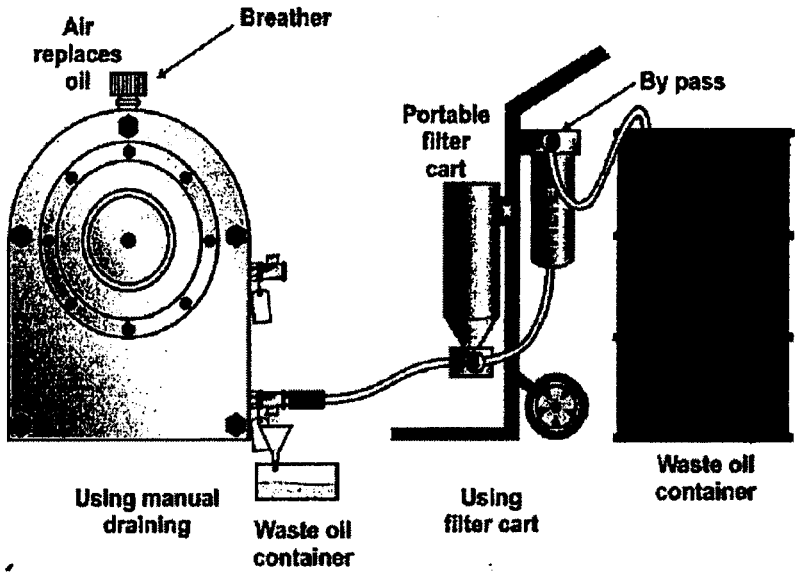
การหล่อลื่นอาจใช้วิธีการหล่อลื่นโดยการควบคุม การหยดและการใช้อ่างน้ำมัน (Oil Bath) ซึ่ง 2 วิธีหลังนี้ประสิทธิภาพการหล่อลื่นอาจไม่ดีนัก ทำให้เกิดการเสียหายแก่ตลับลูกปืนได้ สาเหตุส่วนใหญ่เกิดจากการเปลี่ยนระดับของผิวหน้าของน้ำมันขณะที่เครื่องหยุดนิ่งและขณะเครื่องทำงาน หรือการเปลี่ยนแปลงสภาพการหยดน้ำมันขณะความเร็วต่ำและความเร็วสูง ดังนั้นเพื่อให้ได้สภาพการหล่อลื่นที่ดี จำเป็นต้องศึกษาและปรับระดับผิวหน้าของน้ำมันขณะที่เดินเครื่องและสภาพการหยดน้ำมันให้ดีพอ

การควบคุมน้ำมันหล่อลื่นงานที่สำคัญในการปรับแต่งเครื่องจักรกลเฟืองทด คือ การควบคุมการใช้น้ำมันหล่อลื่น น้ำมันหล่อลื่นที่เสื่อมสภาพจะมีผลทำให้อายุการใช้งานฟันเฟืองและลูกปืนลดลง ในทางกลับกันถ้าเปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่นบ่อยเกินไป จะทำให้ค่าใช้จ่ายในการปรับแต่งสูงเกินกว่าเหตุ ดังนั้นสิ่งที่เหมาะสม คือ การเก็บตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานตามช่วงเวลาที่กำหนด แล้วทำการวิเคราะห์เพื่อตัดสินใจว่าควรดำเนินการเปลี่ยนถ่ายน้ำมัน

ข้อปฏิบัติในการถ่ายน้ำมันหล่อลื่น

- ติดตั้งชุดกรองหายใจ
- คลายปลั๊กหรือวาล์วออก หากมีข้อขัดข้องให้ตรวจเช็ค สาเหตุดังต่อไปนี้
  - Lacquer (overheating)
  - Varnish (overheating)
  - Tar ความชื้น
  - สนิม ความชื้น
  - สิ่งสกปรกสะสม หรือการกัดกร่อน (น้ำและตะกอน)

- ถ่ายน้ำมันเก่าออกจากอ่างน้ำมันอย่างสมบูรณ์
  - ถ่ายน้ำมันขณะเครื่องยังร้อน
  - หลังจากการหยุดเครื่องจักร (อย่ารอให้เครื่องจักรเย็นลง)
  - ปั๊มน้ำมันให้ไหลหมุนเวียน เพื่อทำความสะอาดท่อในระบบหล่อลื่น
  - ใช้ Filter Cart ช่วย
  - ตรวจเช็คอ่างน้ำมันเพื่อดูตะกอนและน้ำมัน



ภาพที่ 4.2 การเปลี่ยนถ่ายน้ำมัน

ตารางที่ 4.1 การเลือกเบอร์และยี่ห้อสารหล่อเลื่อนที่เหมาะสม

FLENDER

Table A		Viscosity	Lubricating oils for FLENDER helical, bevel-helical and planetary-gear units			
Lubricant	Code no.	ISO-VG DIN 51519 at 40 °C (mm^2/s)	ADDINOL	ARAL	BP	Castrol
Mineral oils	A11	VG 1000				Alpha SP 1000
	A12	VG 680	ADDINOL CLP 680 S	Degol BG 680 Plus	Energol GR-XF 680	Alpha SP 680
	A13	VG 460	ADDINOL CLP 460 S	Degol BG 460 Plus	Energol GR-XF 460	Alpha SP 460 Alpha MAX 460
	A14	VG 320	ADDINOL CLP 320 S	Degol BG 320 Plus	Energol GR-XF 320	Alpha SP 320 Alpha MAX 320
	A15	VG 220	ADDINOL CLP 220 S	Degol BG 220 Plus	Energol GR-XF 220	Alpha SP 220 Alpha MAX 220
	A16	VG 150	ADDINOL CLP 150 S	Degol BG 150 Plus	Energol GR-XF 150	Alpha SP 150 Alpha MAX 150
	A17	VG 100		Degol BG 100 Plus		Alpha SP 100 Alpha MAX 100
Synthetic oils polyglycol	A21	VG 1000		Degol GS 1000		
	A22	VG 680		Degol GS 680	Enersyn SG-XP 680	
	A23	VG 460		Degol GS 460	Enersyn SG-XP 460	
	A24	VG 320		Degol GS 320		
	A25	VG 220		Degol GS 220	Enersyn SG-XP 220	
	A26	VG 150		Degol GS 150		
	A27	VG 100				
Synthetic oils poly-α-olefin	A31	VG 1000				
	A32	VG 680				
	A33	VG 460				
	A34	VG 320				
	A35	VG 220				
	A36	VG 150				
	A37	VG 100				
Biologically degradable oils	A41	VG 1000				
	A42	VG 680				
	A43	VG 460				
	A44	VG 320				
	A45	VG 220		Degol BAB 220		
	A46	VG 150				
	A47	VG 100		Degol BAB 100		
Physio-logically safe oils	A51	VG 1000				
	A52	VG 680				
	A53	VG 460				
	A54	VG 320				
	A55	VG 220				
	A56	VG 150				
	A57	VG 100				

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

FLENDER

Table A		Viscosity	Lubricating oils for FLENDER helical, bevel-helical and planetary-gear units			
Lubricant	Code no.	ISO-VG DIN 51519 at 40 °C (mm^2/s)	DEA	ESSO 1)	FUCHS	FUCHS LUBRITECH
Mineral oils	A11	VG 1000			RENOLIN CLP1000PLUS	GEARMASTER CLP 1000
	A12	VG 680	Falcon CLP 680	SPARTAN EP 680	RENOLIN EPX 680 / RENOLIN CLP 680 PLUS	GEARMASTER CLP 680
	A13	VG 460	Falcon CLP 460	SPARTAN EP 460	RENOLIN EPX 460 / RENOLIN CLP 460 PLUS	GEARMASTER CLP 460
	A14	VG 320	Falcon CLP 320	SPARTAN EP 320	RENOLIN EPX 320 / RENOLIN CLP 320 PLUS	GEARMASTER CLP 320
	A15	VG 220	Falcon CLP 220	SPARTAN EP 220	RENOLIN EPX 220 / RENOLIN CLP 220 PLUS	GEARMASTER CLP 220
	A16	VG 150	Falcon CLP 150	SPARTAN EP 150	RENOLIN EPX 150 / RENOLIN CLP 150 PLUS	GEARMASTER CLP 150
	A17	VG 100	Falcon CLP 100	SPARTAN EP 100	RENOLIN EPX 100 / RENOLIN CLP 100 PLUS	GEARMASTER CLP 100
Synthetic oils polyglycol	A21	VG 1000			RENOLIN PG 1000	GEARMASTER PGP 1000
	A22	VG 680	Polydea PGLP 680		RENOLIN PG 680	GEARMASTER PGP 680
	A23	VG 460	Polydea PGLP 460		RENOLIN PG 460	GEARMASTER PGP 460
	A24	VG 320			RENOLIN PG 320	GEARMASTER PGP 320
	A25	VG 220	Polydea PGLP 220		RENOLIN PG 220	GEARMASTER PGP 220
	A26	VG 150	Polydea PGLP 150		RENOLIN PG 150	GEARMASTER PGP 150
	A27	VG 100			RENOLIN PG 100	GEARMASTER PGP 100
Synthetic oils poly-α-olefin	A31	VG 1000			RENOLIN UNISYN CLP 1000	GEARMASTER SYN 1000
	A32	VG 680			RENOLIN UNISYN CLP 680	GEARMASTER SYN 680
	A33	VG 460	Intor HCLP 460		RENOLIN UNISYN CLP 460	GEARMASTER SYN 460
	A34	VG 320	Intor HCLP 320		RENOLIN UNISYN CLP 320	GEARMASTER SYN 320
	A35	VG 220	Intor HCLP 220		RENOLIN UNISYN CLP 220	GEARMASTER SYN 220
	A36	VG 150	Intor HCLP 150		RENOLIN UNISYN CLP 150	GEARMASTER SYN 150
	A37	VG 100			RENOLIN UNISYN CLP 100	GEARMASTER SYN 100
Biologically degradable oils	A41	VG 1000			PLANTOGEAR 1000 S	GEARMASTER ECO 1000
	A42	VG 680			PLANTOGEAR 680 S	GEARMASTER ECO 680
	A43	VG 460			PLANTOGEAR 460 S	GEARMASTER ECO 460
	A44	VG 320	Ergon ELP 320		PLANTOGEAR 320 S	GEARMASTER ECO 320
	A45	VG 220	Ergon ELP 220		PLANTOGEAR 220 S	GEARMASTER ECO 220
	A46	VG 150	Ergon ELP 150		PLANTOGEAR 150 S	GEARMASTER ECO 150
	A47	VG 100	Ergon ELP 100		PLANTOGEAR 100 S	GEARMASTER ECO 100
Physio-logically safe oils	A51	VG 1000				
	A52	VG 680				
	A53	VG 460				
	A54	VG 320				
	A55	VG 220				
	A56	VG 150				
	A57	VG 100				

1) ESSO guarantees the qualities required by Flender only for products from Europe

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

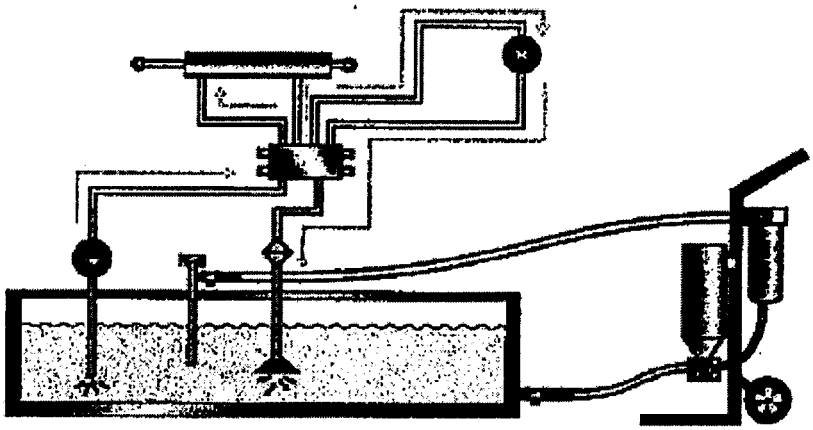
FLENDER

Table A			Lubricating oils for FLENDER helical, bevel-helical and planetary-gear units			
Lubricant	Code no.	Viscosity ISO-VG DIN 51519 at 40 °C (mm^2/s)	SRS	STATOIL	TEXACO	Tribol
Mineral oils	A11	VG 1000				Tribol 1100 / 1000
	A12	VG 680	Ersolan 680 GF			Tribol 1100 / 680
	A13	VG 460	Ersolan 460 GF		Meropa WM 460 Auriga EP 460	Tribol 1100 / 460
	A14	VG 320	Ersolan 320 GF	LoadWay EP 320	Meropa WM 320 Auriga EP 320	Tribol 1100 / 320
	A15	VG 220	Ersolan 220 GF	LoadWay EP 220	Meropa WM 220 Auriga EP 220	Tribol 1100 / 220
	A16	VG 150	Ersolan 150 GF		Meropa WM 150 Auriga EP 150	Tribol 1100 / 150
	A17	VG 100	Ersolan 100 GF		Meropa WM 100 Auriga EP 100	Tribol 1100 / 100
Synthetic oils polyglycol	A21	VG 1000				Tribol 800 / 1000
	A22	VG 680				Tribol 800 / 680
	A23	VG 460				Tribol 800 / 460
	A24	VG 320				Tribol 800 / 320
	A25	VG 220				Tribol 800 / 220
	A26	VG 150				Tribol 800 / 150
	A27	VG 100				Tribol 800 / 100
Synthetic oils poly-α-olefin	A31	VG 1000				
	A32	VG 680				Tribol 1510 / 680
	A33	VG 460				Tribol 1510 / 460 Tribol 1710 / 460
	A34	VG 320				Tribol 1510 / 320 Tribol 1710 / 320
	A35	VG 220				Tribol 1510 / 220 Tribol 1710 / 220
	A36	VG 150				Tribol 1510 / 150
	A37	VG 100				Tribol 1710 / 100
Biologically degradable oils	A41	VG 1000				
	A42	VG 680				
	A43	VG 460				Tribol BioTop 1418 / 460
	A44	VG 320				Tribol BioTop 1418 / 320
	A45	VG 220				Tribol BioTop 1418 / 220
	A46	VG 150				Tribol BioTop 1418 / 150
	A47	VG 100				
Physiologically safe oils	A51	VG 1000				
	A52	VG 680				
	A53	VG 460				
	A54	VG 320				
	A55	VG 220				
	A56	VG 150				
	A57	VG 100				

เนื่องจากการเปลี่ยนถ่ายแต่ละครั้งต้องมีการฟลัชชิ่งก่อน เนื่องจากเกียร์มีการสึกหรอ จึงมีเศษเหล็กออกมาและมีสิ่งสกปรก ฝุ่นผงรวมอยู่การเปลี่ยนถ่ายอาจไม่ช่วยขจัดสิ่งสกปรกออกได้หมด

ข้อปฏิบัติในการทำการฟลัชชิ่ง มีขั้นตอนดังนี้

- หลังจากถ่ายน้ำมันออกในระบบอาจมีน้ำมันเก่าหลงเหลืออยู่ในระบบประมาณ 2% ถึง 40%
- โดยปกติสิ่งสกปรกที่หนัก จะยังคงอยู่ในอ่างน้ำมัน
- เพียง 10% ของน้ำมันเก่าที่เสื่อมสภาพแล้ว มีความสามารถทำลาย additives ของน้ำมันใหม่ได้
- น้ำมันฟลัชชิ่งที่ดีที่สุด ก็คือ น้ำมันที่ใช้ในระบบหล่อลื่น เติมน้ำมันในระบบ 25% ถึง 100% ของอ่างน้ำมัน
- ติดตั้งใส่กรองน้ำมันใหม่
- เดินเครื่องจักร (โดยไม่ต้องโหลดเครื่อง) แล้วปล่อยให้ฟลัชชิ่งไหลหมุนเวียนไปทุกชิ้นส่วนและปล่อยให้อุณหภูมิของน้ำมันฟลัชชิ่งใกล้เคียงกับอุณหภูมิการเดินเครื่องปรกติ
- ถ่ายน้ำมันฟลัชชิ่งออกและตรวจเช็ค
- ตรวจเช็คและทำความสะอาดก้นอ่างน้ำมัน
- ตรวจเช็คไส้กรองและเปลี่ยนหากจำเป็น
- Recondition น้ำมันฟลัชชิ่ง สำหรับโอกาสต่อไป
- ปิดป้ายภาชนะที่บรรจุน้ำมันฟลัชชิ่ง และเก็บไว้มิดชิดในที่เหมาะสม



ภาพที่ 4.3 การฟลัชชิ่ง

การฟลัชชิ่งแต่ละครั้งอาจไม่ขจัดสิ่งสกปรกออกได้ เพราะสิ่งสกปรกบางชนิดติดแน่น วิธีที่จะทำความสะอาดได้ดี คือการถอดถังออกแล้วทำความสะอาด

ข้อปฏิบัติในการทำความสะอาดถังพัก อ่างน้ำมันหล่อลื่น มีขั้นตอนดังนี้

- การทำความสะอาดที่ดีของถังพัก อ่างน้ำมันหล่อลื่นที่ใหญ่จะทำได้ลำบากมาก
- อ่างน้ำมันจะทำความสะอาดเมื่อ
  - ตรวจพบ Sludge and Deposits ในขณะถ่ายน้ำมัน
  - เมื่อการเปลี่ยนถ่าย สองครั้งที่ผ่านมาไม่ได้ทำความสะอาด
  - ในระบบน้ำมันหล่อลื่นขนาดใหญ่มากๆ ซึ่งไม่สามารถทำการฟลัชชิ่งได้
- เอาฝาครอบออก
- ทำความสะอาดผนังภายในอ่าง โดยใช้แปรง solvent หรือ ไอน้ำ solvent ที่ใช้ต้องเข้าได้กับน้ำมันหล่อลื่นและซีล
- ตรวจเช็คและวิเคราะห์ ก้นอ่างน้ำมัน เพื่อดูสิ่งสกปรก
- Clean and Dry (ใช้ lint-free shop towels)
- ติดตั้งฝาครอบให้แน่นด้วยซีลใหม่
- ฟลัชชิ่งระบบน้ำมัน Bast Practices

เมื่อเกียร์ได้ใช้ไปนานๆ หรือชั่วโมงการทำงานสูง ประมาณ 20,000 ชั่วโมงการทำงาน จะเกิดการรั่วของเกียร์ตามซีลต่างๆ

การรั่วของน้ำมัน

น้ำมันที่รั่วจากเครื่องจักรกลเฟืองทดนั้น ส่วนมากจะไหลมาจากบริเวณส่วนหน้าที่ประกอบกับของเสื้อเฟืองทดและบริเวณซีลน้ำมัน การรั่วบริเวณหน้าประกอบของเสื้อเฟืองทดนั้นสาเหตุเกิดจากสภาพการของระยะห่างของหน้าประกอบมากขึ้น เนื่องจากความเครียดของเสื้อเฟืองทดหรือความหยาบของผิวหน้าเลวลง ส่วนการรั่วบริเวณซีลน้ำมันนั้น สาเหตุเกิดจากแรงอัดซีลลดลง เนื่องจากการขัดสีระหว่างซีลน้ำมัน เพลาและความหยาบของผิวหน้าของเพลามีมาก

วิธีแก้การรั่วของน้ำมันจากผิวหน้าประกอบนั้น อาจใช้ประเก็นของเหลวหรือใช้แผ่นกั้น (Skirt) และสลักอุดรู (Drain Plug) ซึ่งจะเป็นวิธีป้องกันที่มีประสิทธิภาพ ในกรณีที่น้ำมันรั่วจากบริเวณซีลน้ำมันนั้นวิธีแก้ คือ การเปลี่ยนซีลเป็นดีที่สุด

ในกรณีที่ใช้เกียร์ ในบรรยากาศที่มีความชื้นหรือฝุ่นผง จะเกิดการกัดกร่อนและการขัดสีที่ตัวเพลาได้ เพื่อป้องกันข้อเสียหายดังกล่าว จำเป็นต้องใช้ซีลกันฝุ่น (Dust Seal) หรือซีลน้ำมัน 2 ทิศทาง (Two-directional Oil Seal) เข้าช่วย ในกรณีที่ผิวของตลับลูกปืนสึกหรอเนื่องจากการขัดสีนั้น จำเป็นต้องใช้การเชื่อมพอกเพื่อให้ได้ขนาดของเพลาเท่าเดิม หรือทำให้ความหยาบของผิวหน้าเพลากลับคืนสู่สภาพเดิม

เกียร์เมื่อผ่านการใช้เป็นเวลานานๆ จะเกิดการสึกหรอเนื่องจากสาเหตุต่างๆ ได้จึงต้องแก้ไขการเกิดปัญหา ดังนี้

1. การแก้ปัญหาการชำรุดของเกียร์ที่มีสาเหตุเกี่ยวข้องกับการหล่อลื่น

ข้อแนะนำเพื่อป้องกันฟันเฟืองชำรุด

- Pitting-ตามด

1) ลดภาระ(ความเค้น) หรือออกแบบส่วนโค้งฟันเฟืองให้เหมาะสม

2) ใช้เหล็กประเภทที่มีความบริสุทธิ์สูง(Clean steel) ชุบแข็งให้เหมาะสมให้ได้ความแข็งสูง แนะนำให้ใช้การทำ Carburizing

3) ทำความหยาบผิวฟันเฟืองให้เรียบขึ้น โดยการทำ Grinding หรือ Honning

4) ใช้สารหล่อลื่นที่ Clean cool dry และความหนืดที่เหมาะสม

- Micro-pitting-ตามดเล็กๆ

1) ทำความหยาบผิวฟันเฟืองให้เรียบขึ้น โดยการทำ Grinding หรือ Honning

2) ใช้สารหล่อลื่นที่ Clean cool dry และความหนืดสูงที่ยอมรับได้

3) ใช้ความเร็วให้สูงๆ

4) ใช้ Carbonized Steel ที่มีปริมาณคาร์บอนที่เหมาะสมที่ผิวฟันเฟือง

- Adhesive Wear-ยึดติด

1) ให้มีผิวเฟืองที่เรียบ

2) หากเป็นไปได้ ให้ทำการ Run-In เฟืองชุดใหม่ในช่วง 10 ชั่งโมงแรกที่ภาระเฟืองครึ่งเดียวของค่าภาระจริง

3) ใช้ความเร็วให้สูงๆ หากมีภาระสูงๆ ให้นำไนไตรดึงที่ผิวเฟือง และให้ใช้น้ำมันหล่อลื่นที่หนืด

4) ใช้สารหล่อลื่นที่ Clean cool dry และความหนืดสูงยอมรับได้

2. ขั้นตอนการป้องกัน

2.1 ขจัดสิ่งสกปรกจากโรงงานผู้ผลิตออกจาก Gearboxes ใหม่โดยการ Draining และ Flushing ระบบก่อนใช้งานครั้งแรกและหลังใช้งานไปใน 50 ชั่วโมงแรก

2.2 ลดอนุภาคเศษโลหะเกิดขึ้นในระบบให้น้อยที่สุด โดยใช้การชุบแข็งผิวฟันเฟือง ทำให้ผิวเรียบและใช้น้ำมันหล่อลื่นที่มีความหนืดสูง

2.3 ลดโอกาสที่จะมีสิ่งสกปรกภายนอกเข้าสู่ระบบให้น้อยที่สุด โดยการติดตั้ง Reather ใช้ซีลที่มีคุณภาพดีและกรองน้ำมันใหม่ก่อนเข้าสู่ระบบหล่อลื่น

2.4 ทำให้สิ่งสกปรกเข้าสู่ระบบน้อยที่สุดในระหว่างการซ่อมบำรุง

2.5 สำหรับ Circulating-Oil System ให้ใช้ไส้กรองละเอียดกรองสิ่งสกปรก

2.6 สำหรับ Oil Bath System ให้ใช้ไส้กรองภายนอก หรือเปลี่ยนน้ำมันทุกๆ 2,500 ชั่วโมง หรือทุก 6 เดือน

2.7 ใช้ Oil Analysis เพื่อเฝ้าติดตามสภาพ Oil & Contamination Condition

Scuffing-การยึดติดอย่างรุนแรง

1) ใช้ผิวเฟืองที่เรียบ

2) ปกป้องฟันเฟืองด้วยการเคลือบผิวเฟือง ในช่วง Run-In ด้วยผิวทองแดง ผิวเงิน หรือ Iron-Manganese-Phosphate ใช้การ Run-in ในช่วง 10 ชั่วโมงแรกด้วยภาระเพียง 50% ของภาระจริง

3) ใช้สารหล่อลื่นที่มีความหนืดสูง และมีสารปรุงแต่งรับแรงกดสูง

4) มีปริมาณสารหล่อลื่นเหมาะสม และควบคุมอุณหภูมิให้เย็น

5) ออกแบบความโค้งของผิวเฟืองให้ดี

6) ใช้เหล็กกล้าไนไตรด์ เพื่อป้องกันการยึดติด อย่าใช้ Stainless Steel หรือ Aluminum

- Polishing Wear-การขัดละเอียด

6.1 ใช้สารปรุงแต่งต่อต้านการยึดติดรุนแรง ที่มีความไวต่อปฏิกิริยาที่ต่ำๆ (Borates)

6.2 กรองสิ่งสกปรกขนาดเล็กๆ ออกจากน้ำมันหรอลื่นให้หมด โดยการ

- ใช้ไส้กรองละเอียดภายนอกช่วยกรอง
- เปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่นบ่อยๆ

***การป้องกันการรับแรงบิดเกินขนาด* (Overload Prevention)**

สาเหตุที่เกิด Pitching และการเสียดสีของฟันเฟืองนั้น เกิดจากการใช้น้ำมันหล่อลื่นไม่ถูกต้อง หรือเกิดจากการเสื่อมสภาพของน้ำมัน ซึ่งสามารถป้องกันได้โดยใช้น้ำมันหล่อลื่นที่มีความหนืดค่อนข้างสูง ในบางกรณีการกระทำดังกล่าวก็ยังไม่สามารถป้องกันการเสียหายของฟันเฟืองได้ เช่น กรณีที่แรงกระทำขณะใช้งานกำลังสูงเกินกว่าที่ฟันเฟืองจะรับได้ ในกรณีนี้จำเป็นต้องใช้ FM-Telemeter และ Moving Strain Gauge เพื่อวัดแรงบิด(Torque) ที่เพลารับแรงอยู่จริง แล้วทำการแก้ไขโดยการเพิ่มความแข็งแรงของฟันเฟืองที่ต้องรับแรงให้เหมาะสม หรือลดระดับของแรงสูงสุดที่รับอยู่เพื่อป้องกันการเสียหายที่อาจเกิดขึ้นได้

วิธีการป้องกันการรับแรงเกินขนาด ต้องทราบลักษณะสมบัติของความเร่งและการลดความเร็วของมอเตอร์ แล้วพิจารณาวิธีการป้องกันดังนี้

- ใช้ Slip Coupling
- ใช้ Tire Coupling
- ใช้ Coupling ประกอบกับ Shear Pin เข้าช่วย

ซึ่งวิธีการที่กล่าวถึงนี้ สามารถแก้ปัญหาการบิดงอของเพลาได้อย่างมีประสิทธิภาพอีกด้วย

ความเสียหายของลูกปืน (Bearing)

ความเสียหายของลูกปืน สาเหตุใหญ่เกิดจากผลของการขยายตัวเนื่องจากความร้อน ช่องว่างส่วนเผื่อบริเวณประกอบไม่เพียงพอ หรือการหล่อลื่นไม่ดี เป็นต้น

การขยายตัวเนื่องจากความร้อน

เพื่อที่จะประหยัดค่าใช้จ่ายในการเจาะ (Boring) และเสื้อเฟืองทด (Casing) มักจะออกแบบให้โครงสร้างของตลับลูกปืนของเกียร์ ให้มีลักษณะรูปทรงกลมเป็นส่วนมาก ลักษณะของเกียร์นี้ถ้าอุณหภูมิโดยรอบมีการเปลี่ยนแปลงมากจะทำให้เกิดแรงดันอย่างสูงที่เพลา ด้วยสาเหตุของการขยายตัวที่ต่างกันของเพลากับเสื้อเฟืองทดทำให้เกิดความเสียหายที่ลูกปืนได้ วิธีแก้ไขกรณีนี้ คือ ใช้แผ่นแยก (Distance Piece) ช่วยในการปรับแต่ง โดยใส่ไว้ในช่องว่างในแนวทิศทางการขยายตัวของความร้อนไปยังเพลาที่ออกแบบไว้

มอเตอร์ไฟฟ้า (MOTOR)

1) สภาพการใช้งาน

มอเตอร์ไฟฟ้า เป็นมอเตอร์ขนาดใหญ่ 1,000 kw. มีหน้าที่ส่งกำลังขับให้เกียร์ทำงานเพื่อไปขับสายพานให้เคลื่อนตัวได้ ซึ่งต้องทำงานตลอด 24 ชั่วโมงต่อเนื่อง มีสภาพแวดล้อมที่มีมลพิษมากทั้งฝุ่นผง น้ำ

2) ปัญหาที่เกิดขึ้น

ในการใช้งานมอเตอร์ในอุตสาหกรรมหรือ ในทางด้านเกษตรกรรมนั้น ผู้ใช้โดยทั่วไปคิดว่า มอเตอร์นั้นแข็งแรงทนทาน ไม่จำเป็นต้องดูแลมาก ดังนั้นเมื่อติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก็จะใช้งานไปจนกว่าจะมีปัญหา คือ ขดลวดของมอเตอร์เกิดลัดวงจรเสียหาย หรืออุปกรณ์ป้องกันมีการตัดมอเตอร์ออก

เมื่อเกิดปัญหามอเตอร์ไม่ทำงาน ผู้ใช้จะให้ความสนใจที่ตัว Over-Current Relay หรือระบบควบคุมที่มีการตัดมอเตอร์ออก (Trip)โดยการป้องกันตัวเองของระบบควบคุมควรที่จะต้องถามว่าการติดของระบบควบคุมเกิดจากสาเหตุอะไร เพราะถ้าไม่ทราบสาเหตุของปัญหาเมื่อเคยเกิดการตัดระบบออกแล้วโดยปกติจะเกิดซ้ำขึ้นอีก การที่ผู้ควบคุมเครื่องจักรยังไม่ได้แก้ปัญหาที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการตัดระบบ แต่ทำการแก้ไขที่ปลายเหตุโดยทำให้เครื่องจักรทำงานต่อไปได้ ดังนั้นเมื่อใช้งานต่อไประยะหนึ่งจะเกิดการตัดการทำงานของมอเตอร์อีก ถ้ายังไม่แก้ไขก็จะเกิดปัญหาอย่างนี้ซ้ำๆ จนในที่สุดจะเสียหายอย่างรุนแรงและหาสาเหตุไม่ได้ เพราะในแต่ละครั้งของการตัดของวงจรป้องกันโดยที่ไม่ได้แก้ที่ต้นเหตุของปัญหา การใช้มอเตอร์ในอุตสาหกรรมจะพยายามเน้นให้เกิดความรู้ความเข้าใจในทางด้านเทคนิคและการบำรุงรักษาเครื่องจักรให้มีอายุยืนยาวคุ้มกับเงินลงทุน และสามารถทำงานโดยไม่ก่อให้เกิดปัญหา

มอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ ถ้าจะถามถึงอายุต้องดูองค์ประกอบหลักของมอเตอร์ในแต่ละส่วนว่า แต่ละส่วนมีอายุใช้งานกี่ปี และอะไรเป็นสาเหตุที่ทำให้แต่ละส่วนเสียหาย ซึ่งจะนำไปสู่การใช้งานที่เหมาะสมในอนาคต โดยมีส่วนประกอบหลักๆ ดังนี้คือ

1. ฉนวนของขดลวดภายในมอเตอร์

ฉนวนของขดลวดเป็นส่วนที่สำคัญส่วนหนึ่งของมอเตอร์เพราะถ้าฉนวนเสื่อมหรือเสียหายต้องทำการซ่อมขดลวดหรือพันขดลวดใหม่ อายุของฉนวนของขดลวดถ้าเกี่ยวกับอายุของฉนวน Insulation Class A ว่าถ้าใช้งานปกติอายุประมาณ 20 ปี และมีสมการความสัมพันธ์ของตัวแปร อุณหภูมิกับอายุของฉนวนซึ่งเป็นสมการที่เกิดจากการคาดการณ์ ซึ่งต้องการชี้ประเด็นว่าถ้าใช้งานที่อุณหภูมิที่สูงขึ้นอายุของฉนวนจะสั้นลง และถ้าลดอุณหภูมิที่ใช้งานให้ต่ำลงอายุก็จะยาวขึ้น

แต่ถ้ามีการใช้งานที่ทำให้อุณหภูมิของฉนวนของขดลวดสูงกว่าปกติ ก็จะเกิดผลกระทบกับฉนวนในสองแบบ คือ ถ้าสูงจนทำให้ฉนวนเสื่อมคุณภาพลงจะทำให้อายุของฉนวนสั้นลงแต่ยังคงใช้งานต่อได้ อาการอย่างนี้เกิดจากการที่กระแสไหลเข้ามอเตอร์สูงกว่าพิกัดและมี Over-load relay ช่วยตัดแต่ก็ยังยังส่งผลกระทบคือ ทำให้ฉนวนเสื่อมสภาพลง เหมือนกับวัสดุโดยทั่วไปเมื่อถูกความร้อนอาจจะไม่เสียหายทันทีแต่จะมีการเปลี่ยนสภาพไปบ้างซึ่งจะส่งผลกระทบให้อายุของฉนวนสั้นลง แต่เมื่อเกิดซ้ำๆ ช่วงระยะหนึ่งก็จะทำให้ฉนวนเสียหายจะทำให้เกิดการลัดวงจรที่ขดลวดที่เสียหาย

ส่วนในอีกกรณีอุณหภูมิสูงมากเกินโดยเกิดจากความผิดปกติแล้วไม่มีอุปกรณ์ป้องกันตัดวงจรออก จะทำให้เกิดความเสียหายที่ฉนวนของขดลวดและเกิดการลัดวงจรในที่สุด ซึ่งในกรณีนี้ครั้งเดียวก็พังทันที

ดังนั้น ในกรณีของฉนวนของมอเตอร์การเกิดกระแสไฟฟ้ามากเกินจนทำให้ Over load relay สั่งตัดไฟฟ้าป้อนเข้ามอเตอร์ป้องกันไม่ให้มอเตอร์เสียหายทันที แต่จะส่งผลให้อายุของมอเตอร์สั้นลง ส่วนจะสั้นลงมากน้อยขนาดไหนขึ้นอยู่กับจำนวนครั้งของการเกิด Over-load relay ควรจะทำการแก้ไขหรือหาสาเหตุของการเกิดกระแสป้อนเข้ามอเตอร์เกินค่าพิกัด เพื่อให้เกิดการยืนยันได้ว่าอุณหภูมิที่ใช้งานจริงไม่เกินค่าสูงสุดที่ฉนวนทนได้

2. ลูกปืนที่เป็นส่วนรองรับการเคลื่อนไหวของตัวหมุน

อายุของลูกปืนของมอเตอร์ซึ่งขึ้นอยู่กับตัวแปรหลายตัว เช่น ภาระของลูกปืน ความเร็วของมอเตอร์ อุณหภูมิขณะทำงาน เกรดของน้ำมันหล่อลื่นนอกจากตัวแปรของการใช้งานแล้วยังมีส่วนที่จำเป็นอีกอย่างคือ การบำรุงรักษาและการเปลี่ยนตามอายุของลูกปืนซึ่งถูกระบุ เพราะถ้าปล่อยจนกระทั่งลูกปืนสึกหรอจะส่งผลให้ช่องอากาศเปลี่ยนไป จนทำให้กระแสป้อนเข้าสูงขึ้นและเกิดความร้อนที่ตลับลูกปืน และถ้าลูกปืนแตกจะส่งผลให้ตัว Rotor ไปถูกับตัว Stator ซึ่งจะทำให้มอเตอร์เสียหายมาก ดังนั้นการเปลี่ยนลูกปืนตามอายุที่ระบุในแต่ละยี่ห้อรวมถึงการบำรุงรักษาตามข้อกำหนดจะช่วยยืดอายุของมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

3. สภาพแวดล้อมที่กัดกร่อน รวมไปถึงการออกแบบโครงสร้าง

สภาพแวดล้อมที่มีสารเคมี จะมีผลทำให้เกิดสนิมกัดกร่อนที่เปลือกของมอเตอร์ จะทำให้เสียสภาพการระบายความร้อนที่ดี รวมถึงระดับของการห่อหุ้ม (Enclosure) ของมอเตอร์ จะช่วยลดผลกระทบจากสภาพแวดล้อมที่จะส่งผลต่อวัสดุภายในของมอเตอร์ ดังนั้น การออกแบบเลือกชนิดของมอเตอร์ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม จะทำให้ลดความเสียหายของมอเตอร์ รวมถึงการบำรุงรักษาเพื่อให้สภาพของมอเตอร์พร้อมในการทำงานและจะช่วยลดผลกระทบจากสภาพแวดล้อม

4. การติดตั้งมอเตอร์ขับภาระทางกล

การติดตั้งมอเตอร์ขับภาระทางกล ถ้าติดตั้งได้เหมาะสมในทางด้านระดับไม่มีการบิดระหว่างอุปกรณ์ส่งกำลัง เช่น เกียร์กับมอเตอร์ สายพานกับมอเตอร์รวมถึงอุปกรณ์ต่อประกับ (Coupling) เลือกให้เหมาะสมในการถ่ายทอดกำลังจากมอเตอร์ไปสู่ภาวะทางกล ลดผลกระทบจากการที่ภาระทางกลที่สั่นสะเทือนในแบบต่างๆ กลับมาที่มอเตอร์ทำให้ชิ้นส่วนของมอเตอร์อาจจะได้รับความเสียหายจากการสั่นสะเทือนของภาระ ดังนั้น อุปกรณ์ต่อประกับก็มีความสำคัญต่อมอเตอร์ ภาระทางกลในตัวของก็อาจส่งผลต่ออายุของมอเตอร์ด้วยเหมือนกัน ถ้าภาระทางกลมีปัญหาอยู่เป็นประจำ ความเสียหายจากภาระทางกลก็ส่งผลกระทบต่อตัวมอเตอร์ทำให้มอเตอร์ต้องใช้กำลังมากขึ้นในการกระจายภาระจนเกิดการ Over-load ซึ่งจะส่งผลเสียหายถึงตัวมอเตอร์ที่ขับเคลื่อนอยู่ทั้งในลักษณะเสียหายทันทีกับในลักษณะเสื่อมสภาพเร็วกว่าปกติ การบำรุงรักษาภาระทางกลเช่นสายพานลำเลียงให้ทำงานอยู่ในสภาพที่ดีเป็นการลดภาระทางกล เพราะถ้าไม่หล่อลื่นรวมถึงการเปลี่ยนลูกกลิ้งที่เสียหายออกกจะทำให้เป็นการบำรุงรักษาภาระทางกล จึงส่งผลกระทบถึงอายุการใช้งานของมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำด้วย

5. ระบบควบคุมและป้องกันมอเตอร์

ระบบควบคุมและป้องกันมอเตอร์ก็เป็นอีกตัวแปรที่จะตอบว่ามอเตอร์ที่ใช้ขับเคลื่อนอยู่มีอายุกี่ปีหรือใช้งานได้ตามเนื้อแท้ของมอเตอร์ปกติ ในการใช้งานมอเตอร์อยู่ในภาคอุตสาหกรรมการควบคุมที่เหมาะสมจะส่งผลถึงคุณภาพของงานที่ได้รับ เวลาที่ใช้ในการผลิต ต้นทุนและความน่าเชื่อถือ ถ้ามามองถึงอายุการใช้งานมอเตอร์และอุปกรณ์ต่างๆ ที่ทำงานร่วมกับมอเตอร์ การควบคุมให้มอเตอร์หมุนและหยุดหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำเป็นช่วงคาบมีอุปกรณ์ให้เลือกใช้ตามความเหมาะสม เช่น

- Magnetic Contractor Starter
- Soft Starter
- PWM Inverter
- AC Flux Vector Inverter

และแม้ว่าจะเป็นชนิดเดียวกันแต่การออกแบบภายในของแต่ละยี่ห้อส่งผลถึงคุณภาพในการควบคุมรวมถึงส่งผลต่อตัวมอเตอร์ที่แตกต่างกัน ระบบควบคุมมอเตอร์ได้อย่างเหมาะสม ดังนั้น คำว่าเหมาะสมนั้นแสดงถึงการที่ไม่ใช้อุปกรณ์ที่ดีเกินความจำเป็น แต่ก็จะไม่เลือกอุปกรณ์ควบคุมแบบที่ใช้งานได้ไม่เหมาะ คือใช้งานได้ชั่วขณะโดยไม่พังทันทีแต่จะเสื่อมสภาพอย่างรวดเร็ว

การป้องกันก็เป็นอีกส่วนหนึ่งที่อยู่ในระบบควบคุม ดังนั้นระบบป้องกันมอเตอร์ที่ดีควรจะฉลาดและแยกแยะระหว่างการทำงานที่ปกติและผิดปกติรวมถึงจุดตัดสินใจที่เหมาะสมในการที่จะลดปัญหาของการที่ระบบควบคุมตัดบ่อยเกินไป จะทำให้เกิดความเสียหายแก่ขบวนการผลิต

ดังนั้น การตั้งจุดตัดเพื่อป้องกันของตัวอุปกรณ์ควบคุมจึงมีความจำเป็นอย่างสูงที่จะลดผลกระทบจากการใช้งานที่ผิดปกติ เพราะจุดป้องกันที่เหมาะสมจะทำให้เกิดความเสียหายไม่มากหรือน้อย ดังนั้น จุดตัดไม่ว่าจะเป็นกระแสเกินพิกัดของมอเตอร์อาจจะเป็นอุณหภูมิของมอเตอร์ หรือจะเป็น Unbalance Voltage ของมอเตอร์ จึงเป็นจุดที่ผู้ควบคุมมอเตอร์ควรให้ความสนใจ ซึ่งการตั้งค่ายังมีคำว่าความเหมาะสมเป็นตัวประกอบ นั่นก็หมายความว่า แต่ละเครื่องจักรมีความเหมาะสมที่ไม่เหมือนกันตามการประยุกต์ใช้งาน

การเลือกจาระบีสำหรับมอเตอร์ไฟฟ้า

- ไหลได้ดีในท่อหรือทางเดิน
- NLGI Grades 2-3,ISO VG 100-150
- High Dropping Point,205^{0}C min
- น้ำมันแยกตัวออกจากจาระบีได้ต่ำ
- ต้านทานการเกิดออกซิเดชั่นที่อุณหภูมิสูงได้ดีเยี่ยม
- มีทอร์คไม่สูงมากนักที่อุณหภูมิต่ำ
- ต้านทานการสึกหรอได้ดี แต่ไม่ตานทานแรงกดกระแทก

<u>ตัวอย่าง</u> จาระบีลิเธียมเชิงซ้อน Polyurea และจาระบีน้ำมันพื้นฐานแบบสารสังเคราะห์

ปัญหาเกี่ยวกับมอเตอร์ไฟฟ้ามักเกิดขึ้นเมื่อใช้งานไปถึงระยะการซ่อมบำรุง เมื่อผ่านการใช้งานหนักหรือเมื่อเกิดปัญหาในระบบไฟฟ้าจนส่งผลให้มอเตอร์ทำงานไม่เต็มประสิทธิภาพ และไม่ว่าจะด้วยสาเหตุใดก็ตาม เราสามารถยืดอายุการใช้งานมอเตอร์ให้ยาวนานได้ด้วยการดูแลรักษาและแก้ปัญหาอย่างถูกต้อง ด้วยการกำจัดฝุ่นผงและการกัดกร่อนตามกระบวนการดังต่อไปนี้

ฝุ่นผง เป็นคราบสิ่งสกปรกที่จับตัวบนตัวมอเตอร์และโครงสร้างภายในจะส่งผลเสียกับตัวมอเตอร์ได้ การทำความสะอาดเพื่อขจัดออกไปเป็นการดูแลขั้นพื้นฐานที่ทำได้ในทันที ทั้งนี้ ฝุ่นผงบางชนิดยังสามารถกัดกร่อนเนื้อโลหะ กัดกร่อนฉนวนไฟฟ้าบนขดลวดของมอเตอร์จนสร้างความเสียหายแบบที่ต้องรื้อทิ้งกันได้อย่างแน่นอน และวิธีการทำความสะอาดทั่วไปมีดังนี้

1. การปัด แปรง ดูดฝุ่นออก หรือใช้ลมแรงเป่าฝุ่นอออก วิธีการต่าง ๆ ดังกล่าวนี้ทำความสะอาดตัวมอเตอร์ได้ทั้งส่วนภายนอกและภายใน ฝุ่นสกปรกที่เข้าไปเกาะติดภายในตัวถังมอเตอร์โดยเฉพาะบริเวณช่องระบายอากาศ จะทำให้อุณหภูมิสะสมในตัวมอเตอร์สูง เพราะการระบายความร้อนทำได้ไม่ดีพอ และเมื่ออุณหภูมิสูงก็จะส่งผลต่ออายุการใช้งานของฉนวนต่างๆ และลดอายุการทำงานของมอเตอร์ลงไปในที่สุด

2. ตรวจสอบช่องระบายอากาศว่าในขณะที่มอเตอร์ทำงานนั้น มีอากาศไหลออกมาอย่างต่อเนื่องและแรงเท่าเดิมหรือไม่ ในบางครั้งพัดลมระบายอากาศอาจชำรุด บิดงอ หรือมีสิ่งอุดตัน ก็จะส่งผลให้การระบายอากาศไม่ดี

3. ตรวจสอบสัญญาณของการกัดกร่อน ให้สังเกตที่ตัวถังโลหะ ขดลวดมอเตอร์ รวมทั้งชิ้นส่วนภายในมอเตอร์ว่าถูกกัดกร่อนได้รับความเสียหายบ้างหรือไม่ เพราะในการใช้งานในสภาพแวดล้อมที่มีสารเคมีหรือกรดเกลือแพร่กระจายในอากาศอาจทำให้การกัดกร่อนตัวมอเตอร์เกิดขึ้นได้เร็วขึ้น การแก้ไขที่เราอาจทำได้คือ การทำความสะอาดแล้วพ่นสีหรือเคลือบสารป้องกันการกัดกร่อนให้กับมอเตอร์

4. ในสภาพแวดล้อมที่เปียกชื้นหรือมีไอระเหยของสารเคมี เราอาจต้องเปิดฝาขั้วต่อไฟฟ้าของมอเตอร์ เพื่อตรวจหาร่องรอยของขี้เกลือ สนิม หรือความเสียหายกับฉนวนสายไฟซึ่งมักจะเกิดการเสื่อมสภาพ จะต้องทำการแก้ไขหรือซ่อมในส่วนนี้ด้วย

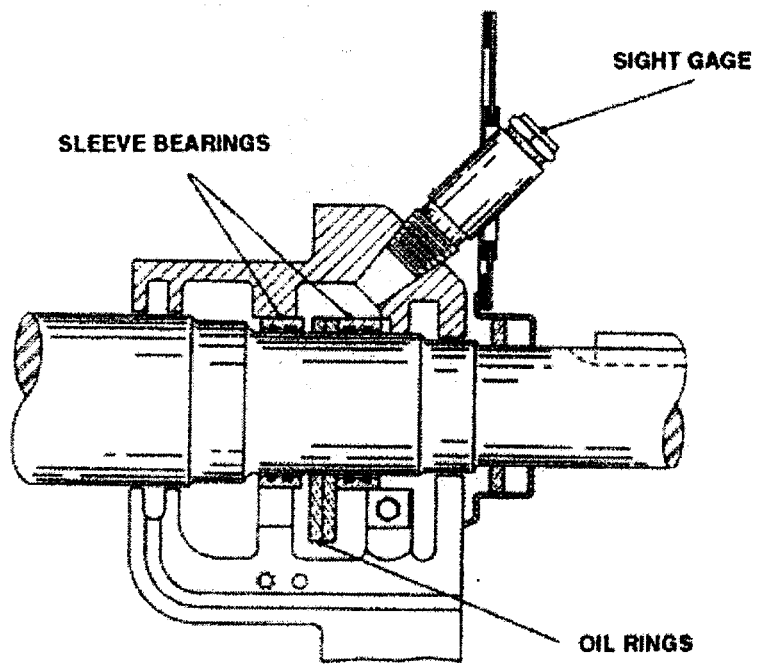
3) แนวทางการบำรุงรักษาและซ่อมแซม

3.1 การหล่อลื่นมอเตอร์ไฟฟ้า

การหล่อลื่นชิ้นส่วนเคลื่อนที่ของมอเตอร์ คือเพลา และตลับลูกปืน โดยปกติเราจะต้องจัดทำอยู่เป็นประจำ หรือทำตามตารางเวลาการซ่อมบำรุง เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดแรงเสียดทานในการหมุน และเกิดเสียงดังในขณะมอเตอร์ทำงาน อย่างไรก็ตามการหล่อลื่นตลับลูกปืนด้วยจาระบี หากมากเกินไป (Over-Lubricate) จะส่งผลเสียมากกว่าผลดี เพราะจาระบีที่อัดแน่นมากเกินไปจะทำให้ตลับลูกปืนแตกเสียหาย นอกจากนี้การเลือกใช้จาระบีให้เหมาะสมกับงานก็เป็นเรื่องสำคัญ ยกตัวอย่างเช่น จาระบีแต่ละชนิดทนทานต่ออุณหภูมิที่ต่างกัน หากเลือกใช้จาระบีอุณหภูมิต่ำเกินไปจะทำให้จาระบีละลาย และลดประสิทธิภาพการทำงานลงไป **ข้อควรระวังอีกอย่างก็คือ การไม่ใช้น้ำมันหล่อลื่นและจาระบีปะปนกัน**

3.2 การหล่อลื่นตลับลูกปืนมอเตอร์

ชิ้นส่วนของตลับลูกปืนควรที่จะได้รับการหล่อลื่นเพื่อป้องกันแรงเสียดทานและยืดอายุการใช้งานของตลับลูกปืน สำหรับตลับลูกปืนแบบ Oiling Sleeve ควรจะตรวจสอบระดับน้ำมันหล่อลื่นทุกๆ 2,000 ชั่วโมง หรืออย่างน้อยปีละครั้ง แต่หากมีการใช้งานในสภาพแวดล้อมที่มีฝุ่นสกปรกมาก ความชื้น สารเคมีกัดกร่อน หรือขับโหลดหนัก ก็อาจต้องเพิ่มความถี่ในการดูแลรักษาเป็นทุก ๆ 3 เดือน ในขณะที่มอเตอร์ขนาดใหญ่ ๆ ที่ติดตั้งอยู่กับอุปกรณ์เก็บน้ำมันหล่อลื่น จะมีช่องตรวจสอบน้ำมัน (Sight Gage) เอาไว้ให้ ดังแสดงในภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.4 ส่วนตัดแสดงระบบตลับลูกปืนของมอเตอร์ขนาดใหญ่ๆ

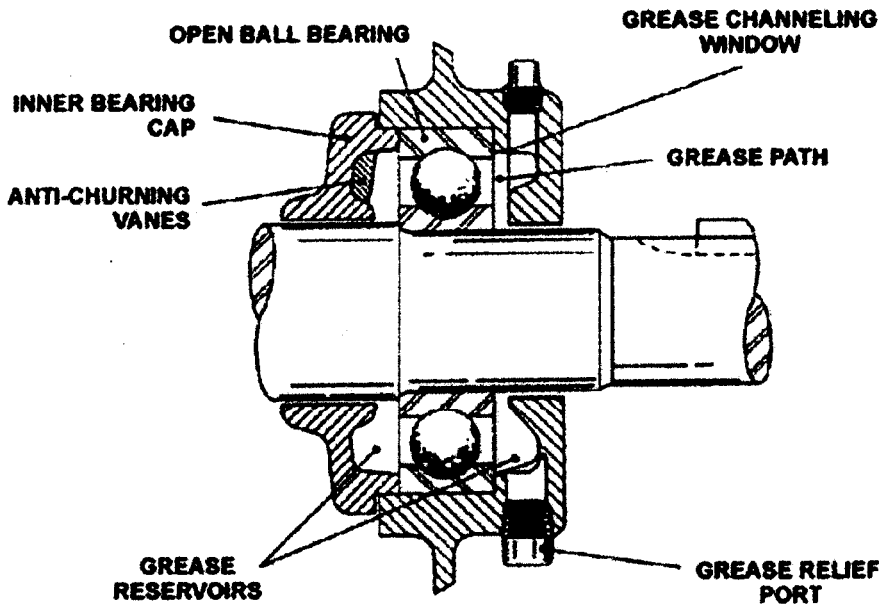
ตราบใดที่น้ำมันหล่อลื่นไม่สกปรก สีไม่เข้มดำ เราก็เพียงแค่เติมน้ำมันหล่อลื่นให้อยู่ในระดับปกติอยู่เสมอ

3.3 สำหรับตลับลูกปืนแบบ Ball หรือ Roller

ซึ่งใช้จาระบีหล่อลื่น โดยปกติตลับลูกปืนชนิดนี้ได้รับการออกแบบให้มีการหล่อลื่นที่ดีมาตั้งแต่ขั้นตอนการผลิตแล้ว นอกเสียจากเป็นตลับลูกปืนแบบเปิด ที่เราสามารถอัดจาระบีเข้าไปเพิ่มได้ในกรณีที่เกิดการสูญเสียจาระบีไปเนื่องมาจากการใช้งานหนัก ทำให้จาระบีเก่าเสื่อมสภาพ หรือระเหยออกไปมาก ทั้งนี้การอัดจาระบีใหม่ (Greasing) เป็นกระบวนการที่ต้องทำด้วยความระมัดระวัง เริ่มจากการขจัดจารบีเก่าออกให้หมดเสียก่อนเพราะจาระบีเก่าอาจเต็มไปด้วยฝุ่นผง รวมทั้งเศษโลหะ จาระบีเก่าจะไหลออกทางช่องระบาย Grease Relief ของตลับลูกปืน แต่

ต้องไม่ลืมที่จะเปิดฝาอุดทั้งทางด้านเข้า (Inlet) และด้านระบายทิ้ง (Drain) ออกด้วย จากนั้นจึงใช้ปืนอัดจาระบีมาตรฐาน ซึ่งมีแรงอัดไม่สูงมากนัก โดยเติมให้จาระบีใหม่เริ่มไหลออกทางช่องระบายพอดี ทั้งนี้เมื่ออัดจาระบีใหม่เข้าไปจะมีส่วน หนึ่ง ที่ถูกกักเก็บเอาไว้ในช่องเก็บจาระบี (Grease Reservoirs) ดังแสดงในภาพที่ 4.5

ระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับการเติมจาระบีนั้นขึ้นอยู่กับการใช้งาน และขนาดของมอเตอร์ไฟฟ้า ดังแสดงในตารางที่ 4.2 เป็นตารางแสดงระยะเวลาการดูแลรักษาสำหรับมอเตอร์ขนาดต่างๆ



ภาพที่ 4.5 รูปตัดของระบบหล่อลื่นแบบ PLS สำหรับตลับลูกปืนแบบ Ball

ตารางที่ 4.2 แสดงระยะเวลาการดูแลรักษาสำหรับมอเตอร์ขนาดต่างๆ

Motor Horsepower	Light Duty	Standard Duty	Heavy Duty	Severe Duty
Up to 7-1/2	10 Years	7 Years	4 Years	9 Months
10 to 40	7 Years	4 Years	1-1/2 Year	4 Months
50 to 150	4 Years	1-1/2 Years	9 Months	3 Months
Over 150	1 Year	6 Months	3 Months	2 Months

ปัญหาอีกอย่างที่พบได้ในการใช้งานจริงก็คือ การที่ตลับลูกปืนมีเสียงดัง และร้อน กรณีนี้จะต้องถอดตลับลูกปืนออก ทำการล้างช่องบรรจุตลับลูกปืน (Housing) ด้วยน้ำยาทำความสะอาดแล้วทำการเปลี่ยนตลับลูกปืนใหม่ เพราะตลับลูกปืนดังกล่าวอาจหลวมหรือเกิดช้อบกพร่องขึ้นภายใน เมื่อเปลี่ยนใหม่แล้วจะต้องอัดจาระบีในช่องเก็บจาระบี (Grease Cavity) ด้วยก่อนที่จะประกอบเข้ากับมอเตอร์เหมือนเดิม ในกรณีที่ไม่สามารถรื้อตลับลูกปืนออกจากแกนมอเตอร์ได้ ให้สังเกตที่เนื้อจาระบีว่ามีฝุ่นผงสิ่งสกปรกหรือไม่ เพราะอาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดเสียงดังในขณะมอเตอร์หมุน เราอาจแก้ไขได้โดยการทำความสะอาด แล้วอัดจาระบีใหม่เข้าไปแทน

3.4 การหล่อลื่นแบริ่งของมอเตอร์ แบบที่มีแผ่นกั้นด้านเดียว

การอัดจาระบีทำได้โดยในขณะเครื่องหยุดหรือขณะมอเตอร์ทำงาน อัดจาระบีเข้าไปประมาณ ¼ ของปริมาตรภายใน จนกระทั่งเป็นจาระบีใหม่ไหลออกมาจากรูเดรน รูเดรนไม่ควรมีสิ่งใดอุดตัน (ไขสบู่ของจาระบีที่แข็งตัว) <u>การอัดจาระบีครั้งแรกควรทำในขณะมอเตอร์หมุน</u>

3.5 ความร้อน เสียงดัง และการสั่นสะเทือน

ความร้อนที่เกิดขึ้นสูงผิดปกติในตัวมอเตอร์เป็นสัญญาณเตือนว่ามีปัญหาเกิดขึ้น ข้อสันนิษฐานเบื้องต้นนั้นมีสาเหตุจากการเสื่อมสภาพของฉนวนขดลวดทองแดง เมื่อความร้อนยิ่งเพิ่มสูงขึ้นโอกาสที่จะเกิดการลัดวงจรระหว่างรอบของขดลวดก็เกิดขึ้นได้ และเป็นสาเหตุให้มอเตอร์มีอายุการใช้งานสั้นลง นอกจากนี้สาเหตุที่ทำให้ตัวมอเตอร์ร้อนผิดปกติเกิดได้จากอีก 5 สาเหตุดังนี้

1. เลือกใช้มอเตอร์ผิดขนาด กล่าวคือเลือกมอเตอร์ขนาดเล็กเกินไป เมื่อนำไปขับโหลดจึงมีแรงบิดไม่เพียงพอ และกระแสไหลในขดลวดตัวนำสูงกว่าพิกัด

2. ระบบการระบายความร้อนไม่ดี ทั้งนี้โดยปกติจะมีพัดลมระบายอากาศติดอยู่กับเพลาหมุนของมอเตอร์เพื่อส่งผ่านลมเย็นไปยังขดลวดทองแดงในตัวมอเตอร์เพื่อไม่ให้เกิดความร้อนสูงในขณะการใช้งานอย่างต่อเนื่อง แต่หากมีสิ่งสกปรกหรือวัตถุมาบังช่องระบายอากาศ จะทำให้การระบายอากาศทำได้ไม่ดีจนทำให้เกิดความร้อนสะสมในตัวมอเตอร์ นอกจากนี้ในสภาพแวดล้อมการใช้งานที่ตัวมอเตอร์ต้องติดตั้งอยู่กับแหล่งกำเนิดความร้อน ที่ปล่อยลมร้อนมายังตัวมอเตอร์ เช่น ฮีตเตอร์ หรือชุดคอนเดนเซอร์ของระบบปรับอากาศ จะส่งผลเสียต่อประสิทธิภาพการทำงานของมอเตอร์

3. มอเตอร์ขับโหลดเกินพิกัด หมายถึงการนำมอเตอร์ไปขับโหลดที่ไม่คงที่ หรือเป็นการขับโหลดแบบร่วม ส่งผลให้มอเตอร์ต้องส่งแรงบิดมากขึ้น กระแสไหลสูงขึ้นกว่าระดับปกติ จนทำให้ขดลวดเกิดความร้อนสะสมขึ้นได้

4. มอเตอร์รับแรงเสียดทานมากขึ้น ทั้งนี้สาเหตุอาจเกิดได้จากเพลาหมุนเกิดการเยื้องแกน กับเพลาหมุนของโหลดที่มอเตอร์ขับเคลื่อนอยู่ ความผิดปกติของตลับลูกปืน หรือความผิดปกติของระบบส่งกำลังทางกล เมื่อมอเตอร์ต้องต่อสู้กับแรงเสียดทานมากขึ้น ก็จะเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้อุณหภูมิของมอเตอร์เพิ่มสูงขึ้น

5. เกิดความผิดปกติของระบบไฟฟ้าที่จ่ายให้มอเตอร์ ยกตัวอย่างเช่น แรงดันที่จ่ายให้มอเตอร์ต่ำกว่าพิกัดจนทำให้เกิดกระแสไหลในมอเตอร์มากขึ้นเพื่อที่จะสร้างแรงบิดที่เพียงพอในการขับโหลด นอกจากนี้อาจเป็นเพราะจุดต่อขั้วไฟฟ้า หรือจุดต่อขดลวดตัวนำของมอเตอร์หลวม เป็นสาเหตุให้เกิดความร้อนสูงขึ้นในขดลวดได้ทั้งสิ้น

เมื่อรู้สึกว่าตัวถังมอเตอร์ร้อนผิดปกติให้สังเกตว่า ขณะมอเตอร์หมุนนั้นมีการสั่นสะเทือนมากกว่าปกติ สัญญาณดังกล่าวนี้บ่งบอกว่าเริ่มมีอาการเสียของมอเตอร์ โดยเฉพาะที่ตลับลูกปืนและขดลวดมอเตอร์ ทั้งนี้การสั่นสะเทือนของมอเตอร์ในขณะหมุนอาจเป็นสาเหตุให้เกิดความเสียหายตามมาได้ เพราะมอเตอร์ที่สั่นสะเทือนมากจะทำให้ขั้วต่อวงจรไฟฟ้าภายในเกิดการหลวมหรือหลุดออกจากกัน รวมทั้งทำให้ระบบส่งกำลังทางกลเกิดความเสียหายและไม่ได้สมดุล ในที่สุดแล้วการสั่นสะเทือนจะเป็นการทำลายตลับลูกปืนได้

หากสังเกตพบการสั่นสะเทือนและเสียงดังรบกวนที่ตัวมอเตอร์ จะต้องรีบทำการแก้ไขโดยเร็ว ตัวอย่าง เช่น การแก้ไขการเยื้องแกนของเพลาหมุนที่สามารถแก้ไขได้ด้วยการเลือกใช้คับปลิ้งแบบยืดหยุ่น (Flexible Coupling) ใช้เครื่องมือจัดแนวแกนหมุน ซึ่งมีทั้งแบบใช้แสงเลเซอร์หรือแบบใช้ระบบคอมพิวเตอร์ให้เลือกใช้ หรือการแก้ไขการสั่นสะเทือนด้วยการใช้ฐานรองช่วยลดแรงสั่นสะเทือนซึ่งทำมาจากยาง สปริง หรือโช้คอัพ เป็นต้น

อย่างไรก็ตาม การสั่นสะเทือนของมอเตอร์ไฟฟ้าอาจมีสาเหตุมาจากความไม่สมดุลของระบบไฟฟ้าที่จ่ายให้มอเตอร์ ทั้งนี้ความไม่สมดุลของระบบไฟฟ้าเกิดขึ้นได้จากการที่สนามแม่เหล็กระหว่างสเตเตอร์กับโรเตอร์ไม่ราบเรียบ อันเป็นผลมาจากความผิดปกติของอุปกรณ์ในตัวมอเตอร์ เช่น ขดลวดฟิลด์ หรือสลิปริง เป็นต้น นอกจากที่กล่าวมาแล้วนั้นการสั่นสะเทือนมักมีสาเหตุมาจากการติดตั้งมอเตอร์ไม่ดี หรือชิ้นส่วนใดหลวม หรือหลุดออกไป ส่วนเสียงดังรบกวนมักเกิดจากใบพัดระบายอากาศหมุนกระทบกับฝาครอบตัวถังมอเตอร์ หรือมีวัตถุแปลกปลอมติดอยู่ในส่วนของใบพัดลม เป็นต้น

3.6 ขดลวดมอเตอร์

อาการผิดปกติของมอเตอร์ไฟฟ้าที่มีสาเหตุจากขดลวดทองแดงทั้งในส่วนของแกนโรเตอร์หรือสเตเตอร์จะแสดงออกให้เห็นอย่างชัดเจน ตัวอย่าง เช่น มอเตอร์มีแรงบิดต่ำลงมาก มอเตอร์ร้อนผิดปกติจนถึงขั้นที่ไม่ทำงานเลย อย่างไรก็ตาม เมื่อได้ถอดมอเตอร์ออกมาเพื่อซ่อมบำรุง เราสามารถตรวจสอบชิ้นส่วนของขดลวดทองแดงได้ดังนี้

1. ตรวจสอบว่ามีสิ่งสกปรกสะสมในขดลวดทองแดงหรือไม่ เพราะจะทำให้การระบายความร้อนทำได้ไม่ดี รวมทั้งฝุ่นที่เกาะอยู่บนลวดตัวนำจะเป็นตัวนำความชื้นมาให้ส่งผลให้ฉนวนที่เคลือบอยู่บนลวดทองแดงนั้นเสื่อมสภาพลง การทำความสะอาดขดลวดทองแดงนั้นสามารถใช้ลมเป่า หรือดูดฝุ่นออกด้วยแรงดันลมที่ไม่สูงจนเกินไป

2. ฝุ่นหรืออนุภาคที่กัดกร่อนได้อาจทำลายชั้นของฉนวนที่เคลือบบนขดลวด ถ้าหากตรวจพบว่าฉนวนสึกหรอหรือถูกกัดกร่อน เราอาจต้องนำไปเคลือบวานิชใหม่หรือต้องเปลี่ยนขดลวดใหม่

3. ความชื้น เป็นตัวการที่ทำให้คุณสมบัติ Dielectric Strength ของฉนวนถูกลดทอนลงไป เราจึงต้องรู้จักและเข้าใจหลักการทำความสะอาดและเป่าแห้งขอลวดของมอเตอร์

4. ขจัดคราบน้ำมันหรือจารบีออกจากขดลวด ทั้งนี้ต้องระวังการใช้น้ำยาทำความสะอาดซึ่งอาจทำลายคุณสมบัติของฉนวนขดลวดทองแดงได้

5. หากตรวจพบว่าฉนวนของขดลวดมีการเปราะ แตก มีสีคล้ำเหมือนกับรอยไหม้ จะต้องนำไปเคลือบฉนวนใหม่

6. หากตรวจพบว่าขดลวดทองแดงหรือขั้วต่อสายหลวม สามารถขยับไปมาได้ง่าย เมื่อมอเตอร์หมุนและสั่นสะเทือนจะทำให้เกิดความเสียหายกับฉนวนของขดลวด ทำให้ฉนวนขดลวดถลอก หรือจุดต่อต่างๆ หลุดออกได้

7. ตรวจสอบความแน่นหนาของขดลวดโรเตอร์ เนื่องจากในขณะหมุนขดลวดจะต้องทนทานต่อแรงเหวี่ยงหนีศูนย์ หากหลวมจะให้เกิดความเสียหายตามมาได้

นอกจากที่กล่าวมานี้ การทดสอบขดลวด ก็จะรู้ถึงสิ่งผิดปกติที่เกิดขึ้นได้ก่อนที่ความเสียหายจะเกิดขึ้นในชั่วโมงการทำงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับมอเตอร์แรงม้าสูงๆ หรือมอเตอร์ที่ติดตั้งในบริเวณที่สำคัญๆ หรือเสี่ยงอันตราย

เริ่มจากวิธีการทดสอบที่ง่ายที่สุด ด้วยการใช้เครื่องมือวัดค่าความต้านทานฉนวน และวัดการลงกราวด์ของมอเตอร์ ทั้งนี้เครื่องมือวัดค่าความต้านทานสูงๆ หรือเมกกะโอห์มมิเตอร์ (Megger) จะปล่อยแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงสูง 500-1,000 โวลต์ ให้กับมอเตอร์เพื่อวัดค่า

ความต้านทานของฉนวนออกมา โดยตามมาตรฐานของ NEMA นั้นระบุความต้านทานลงกราวด์ขั้นต่ำสุดอยู่ที่ 1 เมกกะโอห์มต่อแรงดัน 1 กิโลโวลต์ ยกตัวอย่างมอเตอร์ขนาดกลางควรจะมีค่าความต้านทานอยู่ที่ระดับไม่ต่ำกว่า 50 เมกกะโอห์ม แต่หากค่าความต้านทานที่อ่านได้นั้นต่ำกว่าผิดปกติก็แสดงให้เห็นว่าขดลวดเกิดความชื้น มีคราบน้ำมัน มีฝุ่นผงที่เป็นตัวนำไฟฟ้าได้ หรือฉนวนมีการเสื่อมสภาพตามอายุการใช้งาน

นอกจากนี้ยังอาจต้องใช้การทดสอบขดลวดแบบ "AC High Potential Ground Test" ซึ่งเป็นรูปแบบการทดสอบที่ให้ความแม่นยำมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะกับมอเตอร์ขนาดใหญ่ ๆ ซึ่งแรงดันจากเมกกะโอห์มมิเตอร์ นั้นสูงไม่เพียงพอ วิธีการดังกล่าวจะใช้แรงดันสูง 2 เท่าของแรงดันใช้งานมอเตอร์บวกกับ 1,000 โวลต์ เพื่อทดสอบการลงกราวด์ระหว่างขดลวด และตัวถังมอเตอร์ อย่างไรก็ตามการทดสอบแบบนี้จะไม่สามารถตรวจพบว่าฉนวนขดลวดนั้นยังดีอยู่หรือเสื่อมสภาพแล้ว และยังเป็นการทดสอบที่ใช้แรงดันสูงจึงเสี่ยงอันตรายมาก **เพราะแรงดังสูงอาจทำให้เกิดการอาร์กลงกราวด์ ทำให้ฉนวนขดลวดเกิดการไหม้**

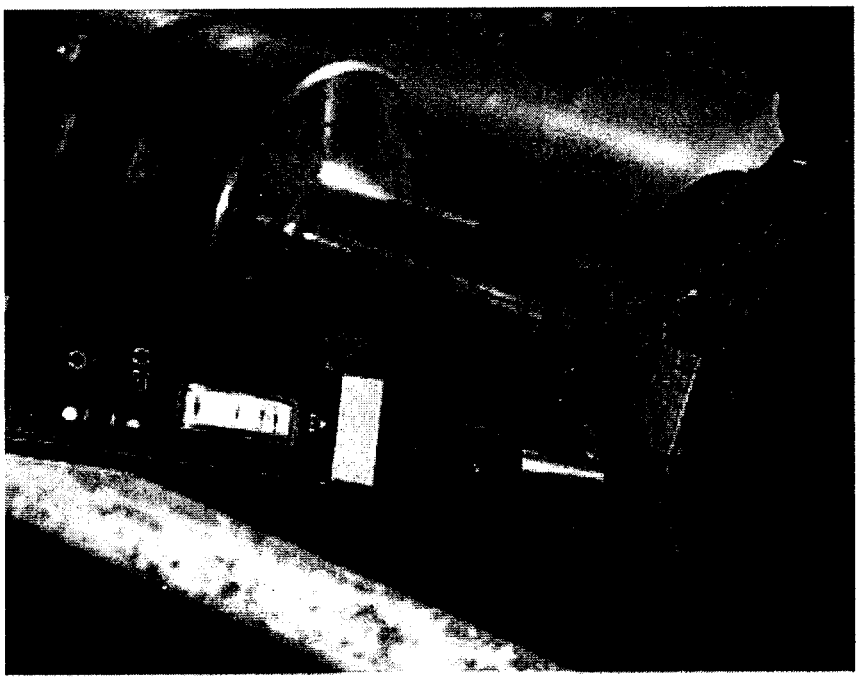
เมื่อมีความชื้นในตัวมอเตอร์ โดยเฉพาะเมื่อวัดค่าความต้านทานลงกราวด์ได้ค่าต่ำ เราจะต้องทำความสะอาดเพื่อขจัดสิ่งสกปรกที่ติดอยู่กับขดลวดตัวนำออกไป และเป่าแห้งเพื่อไล่ความชื้น ทั้งนี้จะใช้วิธีการต่างๆ ขึ้นอยู่กับเครื่องมือที่มีอยู่ ตัวอย่าง เช่น หัวฉีดน้ำอุ่น และน้ำยาซักล้าง สามารถนำมาใช้ล้างคราบฝุ่นสกปรกได้ รวมทั้งคราบน้ำมัน คราบขี้เกลือบริเวณตัวถังและบริเวณขั้วต่อสาย ก็จะต้องทำความสะอาดออกด้วย และหลังจากการทำความสะอาดแล้วจะต้องเป่าให้แห้งด้วยลม หรือนำเข้าในเตาอบ โดยเฉพาะบริเวณขดลวดทองแดงที่ต้องแห้งสนิท

3.7 เทคโนโลยีการซ่อมบำรุงมอเตอร์ไฟฟ้า

ในปัจจุบันมีการนำเอาเทคโนโลยีของเซนเซอร์มาช่วยตรวจสอบสภาพของมอเตอร์โดยเฉพาะในส่วนที่มีการเคลื่อนที่และสึกหรอ เช่น แกนหมุน และตลับลูกปืน ทั้งนี้ในบรรดาตัวเลือกของเทคโนโลยีต่างๆ นั้น ที่จะขอกล่าวถึงในที่นี้ก็คือการใช้เซนเซอร์ตรวจฟังเสียงอัลตราโซนิก (Ultrasonic) ในตลับลูกปืน เพื่อนำมาวิเคราะห์ถึงสภาพของตลับลูกปืน อันเป็นผลดีต่องานซ่อมบำรุงเป็นอย่างมาก

เทคโนโลยีดังกล่าวนี้จะดักฟังเสียงความถี่สูงระดับอัลตราโซนิก ซึ่งเป็นเสียงที่เกิดจากการเกิดแรงเสียดทานของเพลาหมุน, เสียงจากลมที่ต้านการหมุน และเสียงจากการคายประจุไฟฟ้า ในขณะที่มอเตอร์หมุนจะเกิดแรงเสียดทานที่แกนหมุนของมอเตอร์กระทำกับตลับลูกปืน นอกจากแรงเสียดทานแล้วยังทำให้เกิดความร้อนขึ้นด้วย อย่างไรก็ตามแรงเสียดทานที่เกิดเป็นเรื่องปกติที่เราแก้ไข และลดลงได้ด้วยการใส่จารบีหล่อลื่นเอาไว้ แต่หากจาระบีแห้ง หรือเกิดสิ่ง

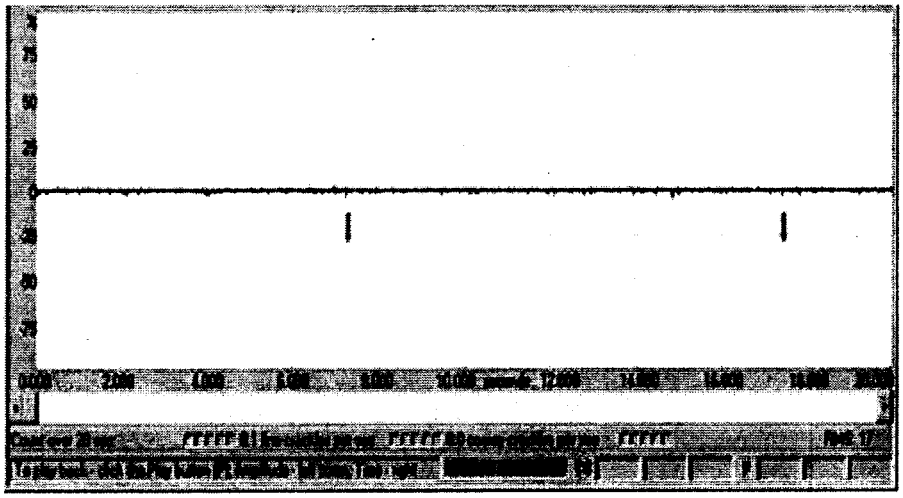
ผิดปกติ เช่น เพลาหมุนเอียงหรือตลับลูกปืนไม่สมดุล เสียงที่เกิดขึ้นก็จะผิดปกติจากแรงเสียดทานที่มากขึ้น และจากการที่มอเตอร์สั่นสะเทือนมากขึ้นด้วย



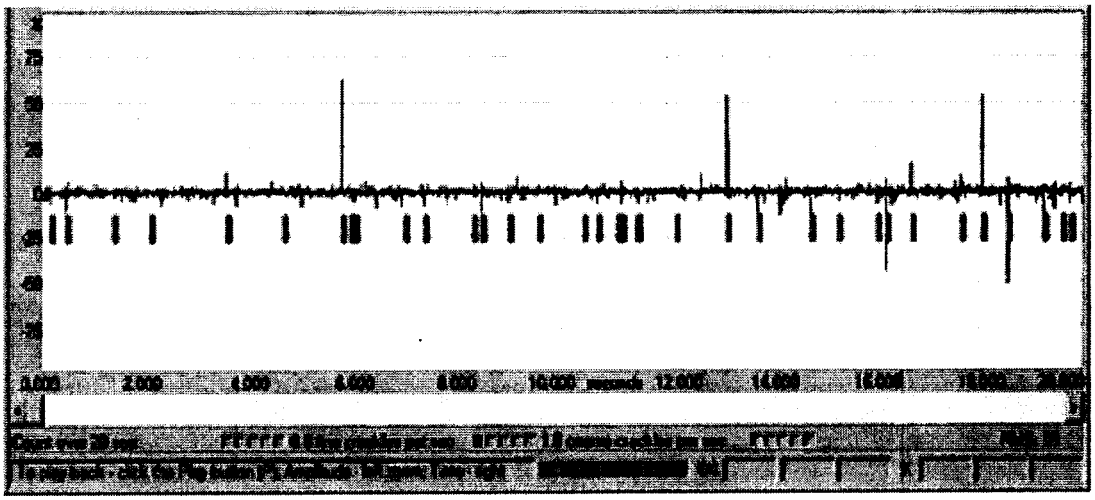
ภาพที่ 4.6 การใช้เซนเซอร์อัลตราโซนิกตรวจสอบตลับลูกปืนมอเตอร์

เสียงความถี่สูงที่เกิดขึ้นนั้นอยู่ในย่านความถี่ที่หูของมนุษย์ไม่สามารถจะได้ยินแต่เซนเซอร์อัลตราโซนิก ซึ่งใช้ไมโครโฟนเป็นตัวรับเสียงนั้นสามารถตรวจจับเสียงได้ ทั้งนี้คลื่นความถี่ที่เกิดอยู่ในระดับ 40 KHz ที่ตรวจจับได้จะถูกแปลงให้อยู่ในย่านความถี่ที่ต่ำลงพอที่จะรับฟังได้ด้วยหูฟัง และส่งให้คอมพิวเตอร์ประมวลผลต่อไป

ด้วยการรับฟังเสียงจากหูฟัง และข้อมูลจากการวิเคราะห์ของคอมพิวเตอร์จะบอกเราได้ว่ามีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้น เช่น การสะดุดของตลับลูกปืนในขณะหมุน จาระบีหล่อลื่นมีน้อยหรือการไม่สมดุลของเพลาหมุน และด้วยการวิเคราะห์นี้เองจะช่วยให้การซ่อมบำรุงมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เพราะเราสามารถตรวจพบปัญหาได้ทันก่อนที่อุปกรณ์จะได้รับความเสียหาย



ภาพที่ 4.7 ลักษณะรูปคลื่นความถี่เสียงที่คอมพิวเตอร์แสดงเมื่อตลับลูกปืนทำงานเป็นปกติ



ภาพที่ 4.8 ลักษณะของรูปคลื่นความถี่เสียงที่วิเคราะห์ได้ว่าตลับลูกปืนเสียหาย

5. ตลับลูกปืนหรือแบริ่ง (Bearing)

5.1 สภาพการใช้งาน

แบริ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของเครื่องจักรที่ต้องการ การหล่อลื่น และแทบจะกล่าวได้ว่าเครื่องจักรเกือบทุกเครื่องจะต้องมี แบริ่ง "แบริ่ง" คือสิ่งที่ช่วยรองรับหรือช่วยยึดชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องจักรที่มีการหมุนให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง แบริ่ง สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ แบริ่งกาบ (Plain Bearings) และ แบริ่งลูกปืน (Rolling Bearing)

แบริ่งกาบ (Plain bearings) มีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอกกลวงโดยมีแกนหมุนอยู่ภายในส่วนของแกนหมุนหรือเพลาที่หมุนอยู่ภายใน ส่วนของแกนหมุนหรือเพลาที่หมุนอยู่ในแบริ่ง เรียกว่า เจอร์นอล (Joumal) ส่วนรูปทรงกระบอกกลวงเรียกว่า เจอร์นอลแบริ่ง (Journal Bearing) ซึ่งมักทำด้วยโลหะหรือส่วนผสมของโลหะที่มีเนื้ออ่อนกว่าเจอร์นอล แบริ่งกาบ ยังสามารถแบ่งออกเป็น ทรัสต์แบริ่ง (Trust Bearing) ซึ่งตัวเจอร์นอลได้รับแรงกดและหมุนอยู่ภายในเจอร์นอลแบริ่ง กับ ไกด์แบริ่ง (Guide Bearing) ซึ่งตัวเจอร์นอลเคลื่อนที่กลับไปกลับมาตามแนวยาวของเจอร์นอลแบริ่ง แบริ่งกาบ โดยทั่วไปจะใช้ น้ำมัน เป็นตัวหล่อลื่นมากกว่า จาระบี และมักใช้จาระบี ในกรณีที่แบริ่งไม่มีระบบป้องกันหรือซีลที่เพียงพอสำหรับน้ำมัน ในขณะที่ตัวเจอร์นอลหมุนอยู่ภายในแบริ่ง น้ำมันจะถูกเหวี่ยงเข้ามาเป็นฟิล์มป้องกันไม่ให้ผิวของเจอร์นอลและแบริ่งมาสัมผัสกัน ความหนืดของน้ำมันไม่ควรจะต่ำเกินไปจนฟิล์ม น้ำมันไม่สามารถแยกผิวสัมผัสทั้งสองออกจากกันได้ ความหนืดของน้ำมันหล่อลื่นสูงขนาดน้ำมันหล่อลื่นลูกสูบ การเลือกความหนืดของน้ำมัน ขึ้นอยู่กับความเร็วรอบ แรงกด และอุณหภูมิในขณะที่ใช้งาน

แบริ่งลูกปืน (Rolling Bearing) การเคลื่อนไหวของ แบริ่งกาบ จะเกิดในลักษณะเลื่อนสัมผัส (Sliding) ของผิวสัมผัสทั้งสอง ซึ่งจะทำให้เกิดแรงเสียดทานขึ้น แรงเสียดทานนี้สามารถลดลงได้โดยการเปลี่ยนการเคลื่อนไหวแบบเลื่อนสัมผัส (Rolling) โดยการติดตั้งวงแหวนซึ่งประกอบด้วย ลูกปืน ที่ทำด้วยโลหะแข็ง อาจจะมีลักษณะกลมเหมือนลูกบอลล์ หรือเป็นแบบลูกกลิ้งเคลื่อนที่อยู่ระหว่างวงแหวนชั้นในและชั้นนอก ในทางทฤษฎีการหมุนสัมผัสนั้นไม่จะ เป็นต้องอาศัย น้ำมันหล่อลื่น แต่ในทางปฏิบัติแล้วแบริ่งลูกปืนยังมีการเคลื่อนไหวแบบเลื่อนสัมผัสอยู่บ้างโดยเฉพาะอย่างยิ่งแบริ่งลูกปืนบางชนิดจะเกิดการบิดเมื่อได้รับแรงกด นอกจากนี้ยังเกิดการเลื่อนสัมผัสระหว่างตัวลูกปืนกับตัววัสดุที่ยึดลูกปืนนั้น ดังนั้นการหล่อลื่นจึงยังเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อลดแรงเสียดทานที่เกิดจากการเลื่อนสัมผัส เป็นเกราะหรือซีลป้องกันความชื้น การกัดกร่อนตลอดจนสิ่งสกปรกต่างๆ ที่จะเข้าไปในแบริ่ง

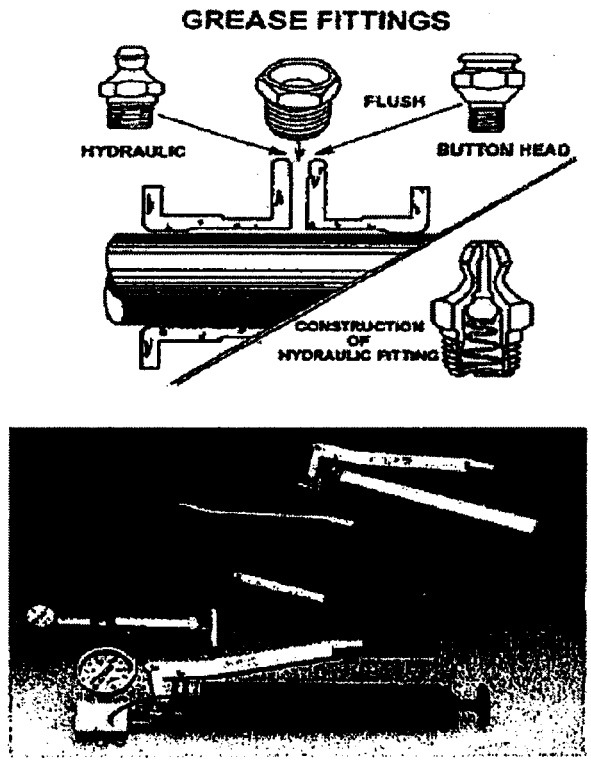
5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้น

แบริ่งลูกปืนส่วนใหญ่จะใช้ จาระบี เป็นตัวหล่อลื่น จารบียังทำหน้าที่เป็นซีลป้องกันไม่ให้ความชื้นหรือสิ่งสกปรกต่างๆ เข้าไปทำความเสียหายแก่ลูกปืน การเลือกชนิดของ จาระบีขึ้นอยู่กับความเร็วรอบแรงกดและอุณหภูมิของแบริ่งในขณะใช้งาน โดยทั่วไปมักใช้จาระบีเอนกประสงค์ ที่ทำด้ายสบู่ลิเทียมในงานบางประเภทอาจมีความต้องการจาระบีที่สามารถทนต่ออุณหภูมิสูงและอุณหภูมิต่ำคือ ไม่เหลวและไม่ทำปฏิกิริยาอ๊อคซิเดชั่นในขณะที่ใช้งานภายใต้อุณหภูมิต่ำ เช่น จาระบีสำหรับเครื่องบิน เป็นต้น ในบางสภาวะจาระบียังต้องมีคุณสมบัติทนต่อการถูกชะล้างโดยน้ำและน้ำมันจะต้องไม่แยกตัวออกจาระบี เป็นต้น แบริ่งลูกปืนหมุนรอบจัดซึ่งมีความร้อนเกิดขึ้นสูงจำเป็นต้องใช้น้ำมันในการหล่อลื่น ขณะเดียวกันช่วยระบายความร้อนอีกด้วย แบริ่งเหล่านี้มักเป็นแบบปิดแช่อยู่ในอ่างน้ำมันหรือใช้วิธีฉีดพ่นหรือหยดน้ำมันก็ได้

5.3 แนวทางการบำรุงรักษาและซ่อมแซม

การหล่อลื่นโดยปืนอัดจาระบีและหัวอัดจาระบี

1. เช็คความสะอาด Fitting โดยใช้ผ้าที่สะอาด หรือผ้าแบบ Lint Free
2. ตรวจเช็ค Grease Fitting ให้เปลี่ยนหากพบว่าชำรุด
3. ถ้าเป็นไปได้ สร้างมาตรฐานของ Fitting เช่น จาระบีแบบหนึ่งใช้ Fitting แบบหนึ่ง
4. ทำป้ายหรือสัญญลักษณ์ ระบุการใช้ Grease Fitting กับชนิดของจาระบี และหลีกเลี่ยงการเปลี่ยนแปลงโดยไม่จำเป็น
5. เรียนรู้การใช้งานของปืนอัดจาระบี และควรรู้ปริมาณของจาระบีในการอัดแต่ละครั้ง เช่น หนึ่งช้อนชา ต่อ หนึ่งการอัด และควรทำ Calibration เป็นประจำ
6. ปืนอัดจาระบีบางอย่างอาจสร้างแรงดันถึง 15000 PSI ดังนั้นควรระมัดระวังการอัดจาระบีที่มากเกินไป และระวังการชำรุดเสียหายของซีล
7. ดูแลรักษาปืนอัดจาระบีให้สะอาด หลีกเลี่ยงการวางในพื้นที่ๆ สกปรกใช้ Loader Fitting ในการเติมจาระบี และทำในบริเวณที่สะอาด
8. คลายแรงดันของปืนอัดจาระบี และปิดจุกให้เรียบร้อย

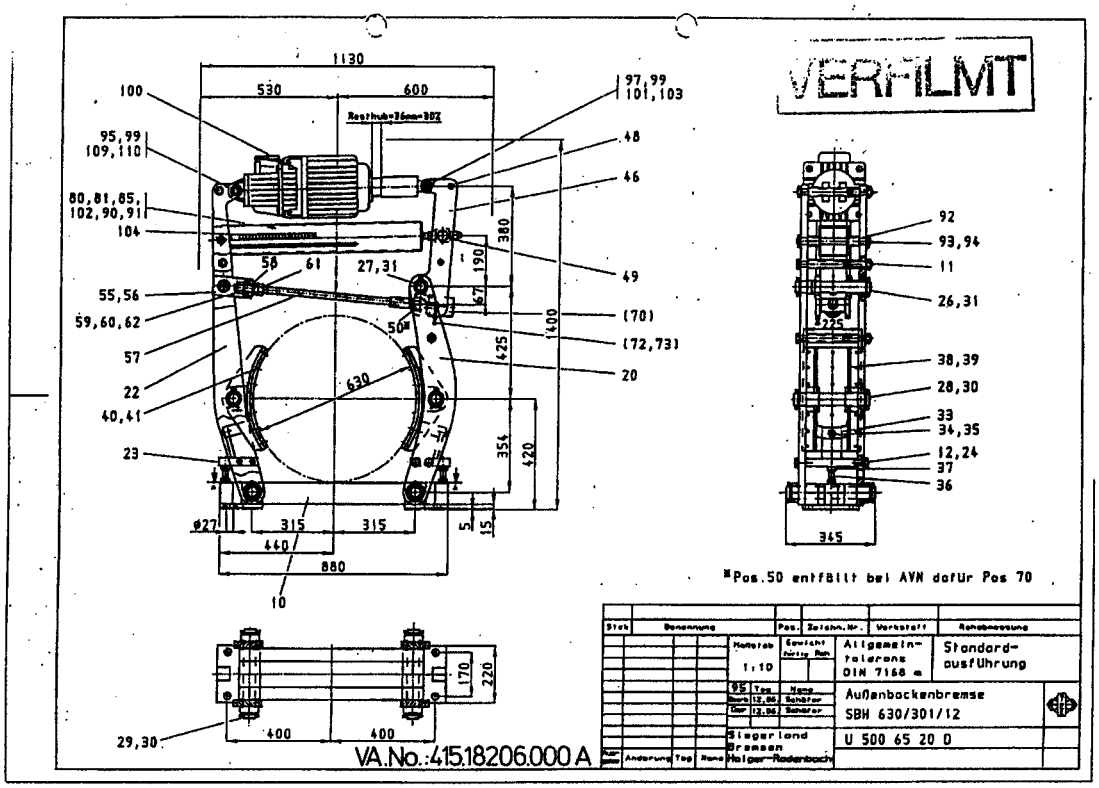


ภาพที่ 4.9 แสดงปืนอัดจาระบีและหัวอัดจาระบีแบบต่างๆ

ผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้น เมื่อเกิดการขาดสารหล่อลื่น

- แบริ่งและสารหล่อลื่น อุณหภูมิสูงขึ้น
- ชั้นของเขม่าถ่าน Coke น้ำมันไหม้
- คราบของยางเหนียม Gums and Resins
- ควันที่ซีลคอเพลา และเสียงดัง
- เกิดการแยกตัวของน้ำมันพื้นฐานจากสารอุ้มน้ำมัน
- คราบสีน้ำตาลแดงบนเกียร์ และรางวิ่งแบริ่ง
- น้ำมันมีสีเข้มขึ้นและมีกลิ่นไหม้

6. เบรค (Brakes for Conveyor&Crawler Drive Units)



ภาพที่ 4.10 แสดงการทำงานของระบบเบรค

6.1 สภาพการใช้งาน

เบรกทำหน้าที่ห้ามหรือหยุดการทำงานของสายพาน เมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน

6.2 ปัญหาที่เกิดขึ้น

เนื่องจากการใช้เป็นเวลานานอายุของเบรกน้อยลงและสึกหรอ ถ้าไม่เปลี่ยนจะส่งผลเสียต่อจานดิสเบรคสึกหรอ คดงอ และต้องเปลี่ยนในที่สุด

6.3 แนวทางการบำรุงรักษาและซ่อมแซม

การบำรุงรักษา

- เบรคของเครื่องจักรเป็นแบบ Electo-hydraulic Brake Thrustor ต้องเปลี่ยนถ่ายน้ำมันทุกๆ 8,000 – 10,000 ชั่วโมงการทำงาน หรือทุกๆ 5 ปี
- จำนวนน้ำมันที่ตอ้งเปลี่ยน 4.2 ลิตรต่อเครื่อง เบอร์ของน้ำมัน Oil 10
- ควรเปลี่ยนผ้าเบรกเมื่อสึกมากเกินไป เพื่อป้องกันจานเบรคเสียหายได้

7. อุปกรณ์ทำความสะอาดสายพาน (Scraper and Belt Cleaner)

7.1 สภาพการใช้งาน

การติดตั้งอุปกรณ์ทำความสะอาดสายพานนั้น นอกจากจะช่วยทำความสะอาดสายพานแล้วยังทำให้เครื่องสายพานลำเลียง (Belt Conveyor) มีความต้องการกำลังม้าในการขับเคลื่อนเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน

การขูดเอาวัสดุเกาะติดย้อนกลับออกจากสายพานด้วยอุปกรณ์ทำความสะอาดสายพาน ซึ่งเป็นการอาศัยแรงกดที่สม่ำเสมอโดยใบทำความสะอาดสายพานกระทำต่อสายพาน และแรงกดที่กระทำโดยใบทำความสะอาดสายพานนี้จะก่อให้เกิดแรงต้านหรือแรงเสียดต่อการหมุนขับเคลื่อนให้สายพานทำงานอย่างต่อเนื่อง เป็นการสิ้นเปลืองพลังงานเพิ่มขึ้น

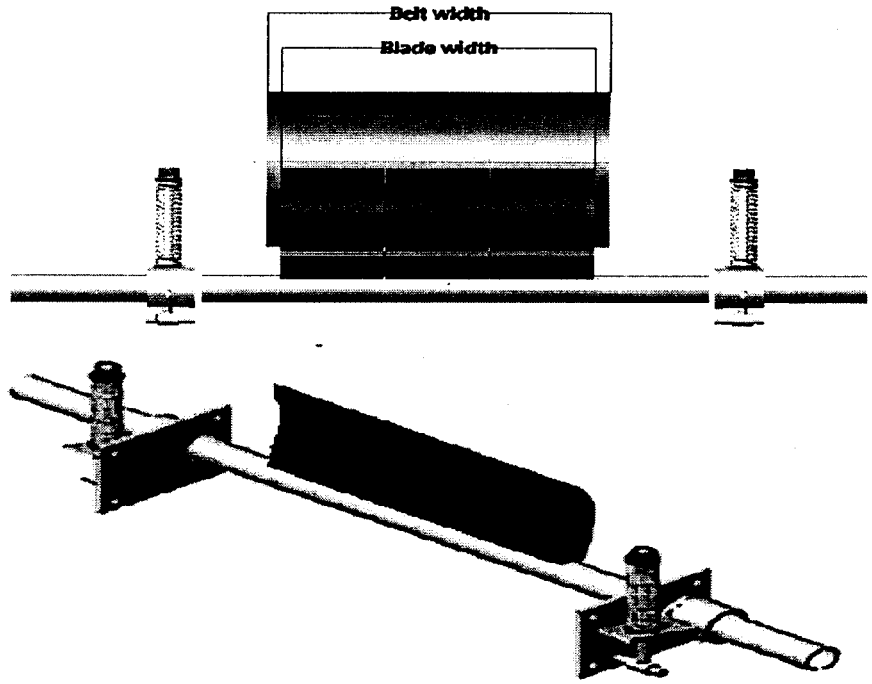
การติดตั้งอุปกรณ์ทำความสะอาดสายพานที่ตำแหน่งพูเล่ย์หัวขับเหมาะสมที่สุด เนื่องจากเป็นตำแหน่งที่ทำให้สามารถขูดเอาวัสดุเกาะติดผิวสายพานออกได้ง่ายที่สุด เพราะ ณ ที่นี่สายพานนิ่งอยู่บนพูเล่ย์หัวขับ สายพานไม่มีการสบัดและสั่นสะเทือน และวัสดุที่ถูกขูดออกนั้นก็สามารถล่วงลงชู้ดเข้าสู่กระบวนการต่อไปได้เลย และเพื่อการปกป้องสายพาน และรอยต่อของสายพานไม่ให้เกิดความเสียหายนั้น มีข้อแนะนำอีกเล็กน้อย คือ ถ้าใบทำความสะอาดทำจากอีลาสโตเมอร์ เช่น โพลียูรีเทน (PU) หรือยาง (Rubber) สามารถให้ใบทำความสะอาดทำมุมป้านกับทิศทางการเคลื่อนที่ของสายพานได้ แต่ถ้าหากใบทำความสะอาดทำจากโลหะใบทำความสะอาดต้องทำมุมฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ของสายพาน ห้ามทำมุมป้านโดยเด็ดขาดเพราะมีโอกาสประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์ทำความสะอาดสายพานขั้นต้นจะขึ้นอยู่กับ การออกแบบ การติดตั้งให้ตรงตามตำแหน่งที่ออกแบบมาให้มากที่สุด วัสดุที่ใช้ในการทำใบทำความสะอาด และปริมาณของวัสดุที่เกาะติดตามผิวสายพานมา (Carryback) นั่นเองทำความเสียหายต่อสายพานอย่างมากออกแบบมาเพื่อขูดเอาวัสดุเกาะติดผิวสายพาน (Carryback) ที่เหลือสามารถผ่านมาจากอุปกรณ์ทำความสะอาดขั้นต้นมาได้ ซึ่งวัสดุที่สามารถผ่านมาได้นั้นจะมีความสามารถในการยึดเกาะสูง ความชื้นสูง และอนุภาคขนาดละเอียดมาก โดยในบางครั้งอาจต้องใช้อุปกรณ์ทำความสะอาดสายพานขั้นที่สอง (Secondary Cleaner) มากกว่าหนึ่งชุด ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับว่าเราต้องการความสะอาดในระดับไหน

ตำแหน่งการติดตั้งที่เหมาะสมที่สุดคือ จุดที่สายพานเริ่มเคลื่อนที่ผ่านพ้นพูเล่ย์หัวขับสายพานออกมาแล้ว เพราะวัสดุที่ขูดออกจะได้ไม่ตกสะสมตามผนังชู้ด และสามารถตกลงไปตามแนวการไหลของวัสดุหลักลงสู่กระบวนการถัดไปได้ง่าย แต่ถ้าหากชู้ดแคบจนไม่สามารถติดตั้งในตำแหน่งที่แนะนำไว้ในข้างต้นได้

ก็ควรจะติดตั้งอุปกรณ์ทำความสะอาดสายพานขั้นที่สอง (Secondary Cleaner) ให้อยู่ในตำแหน่งก่อนถึงสนับพูเล่ย์ (Snub Pulley) ลูกกลิ้งรีเทริ์น (Return roller) หรือส่วนประกอบอื่น ๆ ของเครื่องสายพานลำเลียง (Belt Conveyor) เพื่อขูดเอาวัสดุออกก่อนที่จะไปสะสมตามชิ้นส่วนที่กล่าวมา ในบางครั้งอาจต้องใช้ลูกกลิ้งดันสายพานด้านตรงข้ามกับที่ใบทำความสะอาดสายพานสัมผัส (Opposite roller to stabilize) กับสายพาน เพื่อลดการสั่นและการสะบัดของสายพาน เพื่อให้อุปกรณ์ทำความสะอาดสายพานมีประสิทธิภาพมากขึ้น

วัสดุที่ทำใบทำความสะอาดสายพานขั้นที่สอง (Secondary Cleaner) ส่วนมากมักจะทำจากโลหะ เช่น เหล็ก หรือ ทังสเตน เพื่อให้สามารถขูดวัสดุที่เหนียวติดผิวสายพานออกได้ง่ายขึ้น แต่ก็มีบางกรณีที่ไม่สามารถใช้วัสดุแข็งเหล่านี้ได้เพราะ สายพานมีข้อจำกัด เช่น การต่อสายพานด้วยกิ๊บต่อสายพานไม่สามารถใช้ใบทำความสะอาดที่ทำจากทังสเตนได้ ถ้าเกิดกรณีเช่นนี้ขึ้น ก็ต้องเลือกใช้ใบทำความสะอาดที่ทำจากอีลาสโตเมอร์ จะเหมาะมากกว่า

มุมที่ใบทำความสะอาดสายพานทำกับทิศทางการเคลื่อนที่ของสายพาน สำหรับวัสดุแข็ง หรือโลหะ ควรทำมุมฉาก หรือมุมแหลม เพราะถ้าใช้มุมป้านกับทิศทางการเคลื่อนที่ของสายพานจะทำให้สายพานมีการสึกหรอ และเกิดความเสียหายกับสายพานได้สูง ส่วนในการทำจากวัสดุพวกอีลาสโตเมอร์ (ยาง หรือ โพลียูรีเทน) ปกติจะทำมุมฉากกับสายพาน ใบทำความสะอาดทำจากวัสดุโพลียูริเทน (Polyurethane) มีคุณสมบัติลื่น และทนต่อการสึกหรอได้ดีกว่ายาง (Rubber) ทุกชนิดหลายเท่า



ภาพที่ 4.11 แสดงการประกอบ Scraper and Belt Cleaner

ภาพที่ 4.12 แสดงการติดตั้งใช้งาน

7.2 ปัญหาที่เกิดขึ้น

ถ้าไม่มีอุปกรณ์ทำความสะอาดสายพาน จะทำให้ดินติดสายพานจนไปขัดลูกกลิ้งสึกหรอ ระบบสายพานสกปรก

7.3 แนวทางการบำรุงรักษาและซ่อมแซม

การบำรุงรักษา Scraper and Belt Cleaner

- ตรวจเช็คการสึกหรอของวัสดุ เนื่องจากใช้ไปนานๆ จะสึกและสั้นลง
- เมื่อพบว่าสึกมากจนไม่สามารถทำงานต่อไปได้ให้ถอดเปลี่ยน แล้วนำของใหม่มาเปลี่ยนทันที
- อย่าปล่อยวัสดุที่สึกไว้นาน อาจส่งผลให้กำลังขับสายพานลดลงและสิ้นเปลืองพลังงานมาก

8. สายพาน (Conveyor Belt)

ตารางที่ 4.3 แสดงขนาดของสายพาน

ขนาดสายพาน Belt Width (mm)	น้ำหนักโดยประมาณ Approximate Belt Weight (Kg/m) ความหนาสายพาน Total Belt Thickness (mm)																	
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	22	24
300	1.9	2.3	2.6	3.0	3.3	3.7	4.2	4.5	4.9	5.2	5.6	6.0	6.4	6.8	7.1	7.5	8.2	8.9
350	2.2	2.6	3.0	3.5	4.0	4.4	4.8	5.2	5.7	6.1	6.6	7.0	7.4	7.9	8.3	8.7	9.6	10.5
400	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.4	7.0	7.5	8.0	8.5	8.9	9.5	10.0	11.0	12.0
450	2.8	3.3	4.0	4.5	5.0	5.6	6.1	6.8	7.3	7.9	8.4	8.9	9.6	10.0	11.0	11.2	12.0	14.0
500	3.1	3.7	4.3	5.0	5.6	6.2	6.8	7.5	8.1	8.7	9.4	10.0	11.0	11.2	11.9	12.5	13.7	15.0
550	3.4	4.2	4.8	5.5	6.1	6.9	7.6	8.2	8.9	9.6	10.2	11.0	11.7	12.4	13.0	13.7	15.0	16.4
600	3.7	4.5	5.2	6.0	6.7	7.5	8.2	8.9	9.8	10.5	11.2	12.0	12.7	13.5	14.2	15.0	16.4	18.0
650	4.0	4.9	5.7	6.4	7.3	8.1	8.9	9.8	10.5	11.3	12.1	13.0	13.8	14.6	15.4	16.2	17.9	19.4
700	4.3	5.2	6.1	7.0	7.9	8.7	9.6	10.5	11.3	12.3	13.1	13.9	14.9	15.7	16.6	17.4	18.2	21.0
750	4.7	5.6	6.6	7.5	8.4	9.4	10.3	11.2	12.2	13.1	14.0	14.9	16.0	16.8	17.8	18.7	20.6	22.5
800	5.0	6.0	7.0	8.0	8.9	10.0	11.0	12.0	13.0	13.9	15.0	16.0	17.0	18.0	19.0	19.9	21.9	23.9
900	5.6	6.8	7.9	8.9	10.0	11.2	12.3	13.5	14.6	15.7	16.8	18.0	19.1	20.1	21.3	22.4	24.7	26.9
1000	6.2	7.5	8.7	10.0	11.2	12.5	13.7	15.0	16.3	17.5	18.7	20.0	21.3	22.5	23.7	25.0	27.5	30.6
1200	7.5	8.9	10.5	12.0	13.5	15.0	16.4	18.0	19.4	21.0	22.5	24.0	25.5	26.9	28.5	30.0	33.0	36.0
1350	8.4	10.1	11.8	13.5	15.2	16.8	18.6	20.3	21.9	23.6	25.3	27.0	28.7	30.4	32.0	33.8	37.1	40.5
1400	8.7	10.5	12.3	13.9	15.7	17.5	19.2	21.0	22.8	24.4	26.5	28.0	29.7	31.4	33.3	34.9	38.5	41.9
1500	9.4	11.3	13.1	15.0	16.8	18.6	20.6	22.5	24.4	26.3	28.1	30.0	31.9	33.8	35.6	37.5	41.3	45.0
1600	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	22.0	24.0	26.0	28.0	30.0	32.0	34.0	36.0	38.0	40.0	44.0	48.0
1800	11.3	13.5	15.8	18.0	20.3	22.5	24.8	27.0	29.3	31.5	33.8	36.0	38.3	40.5	42.8	45.0	49.5	54.0
2000	12.5	15.0	17.5	20.0	22.5	25.0	27.5	30.0	32.5	35.0	37.5	40.0	42.5	45.0	47.5	50.0	55.0	60.0

8.1 สภาพการใช้งาน

สายพานลำเลียงที่มีความเหมาะสม จะต้องมีความกว้างมากพอต่อการขนวัสดุในปริมาณที่ต้องการของผู้ใช้งานได้โดยวัสดุจะต้องไม่อยู่ชิดขอบของสายพานมากเกินไป ดังนั้นขนาดความกว้างของสายพานจะต้องลำเลียงวัสดุได้อย่างไม่แออัดจนเกินไป การเลือกขนาดความกว้างของสายพานลำเลียงที่เหมาะสมจะขึ้นอยู่กับปัจจัยดังนี้

- ชนิดของวัสดุที่ลำเลียง + คุณสมบัติของวัสดุ
- ขนาดก้อนโตของวัสดุ (Lump Size)
- ความเร็วสายพาน (Belt Speed) ที่ใช้งาน (m/min, m/sec)
- อัตราการขนถ่าย ลำเลียง (cu.ft/hr)

ความเสียของผิวสายพานทั้งผิวบนและผิวล่าง เกิดขึ้นได้หลายกรณี และหลายสาเหตุ วิธีการที่จะยืดอายุการใช้งานของสายพานให้ยืนยาวขึ้นก็คือ ต้องรีบซ่อมแผลที่เกิดขึ้นโดยเร่งด่วนที่สุด อย่านิ่งนอนใจว่า รอยเปิดของสายพานเป็นเรื่องเล็กน้อยหรือแผลทะลุสายพานเป็นเพียงรูเล็กๆเป็นสัดส่วนที่มีขนาดน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับหน้าตัดสายพานทั้งเส้น ความสามารถ

รับแรงของสายพานลดลงอย่างมหาศาล เพราะรูเล็กๆอันนี้บางครั้ง อาจทำให้สายพานอาจจะขาดทั้งเส้นได้

8.2 ปัญหาที่เกิดขึ้น

สายพานที่ดีนั้นต้องค่อยๆ สึกหรอ (Smooth Wear) เรื่อยๆ อย่างสม่ำเสมอทั่วทั้งผิวหน้าตามเวลาของการใช้งาน ยิ่งการสึกหรอเกิดขึ้นช้าขึ้นเท่าไร เราก็จะถือว่าสายพานยี่ห้อนั้นดีเท่านั้น ในการใช้สายพานโดยทั่วไปนั้นจะแบ่งประเภทการสึกหรอออกได้ง่ายๆ 2 แบบตามสาเหตุที่ทำให้สายพานสึกหรอ

ประเภทแรก ผิวของสายพานสึกหรอเนื่องจากผิวหน้า (Cover) ของสายพานขัดสีกับวัสดุ (Material Rubbing) หากการสึกหรอประเภทนี้เกิดขึ้นแบบค่อยเป็นค่อยไป อย่างสม่ำเสมอและเกิดขึ้นทั่วทั้งหน้าของสายพานด้วยอัตราที่ยอมรับกันได้ของผู้ใช้ ก็ถือว่าสายพานยี่ห้อนั้นเส้นนั้น อยู่ในขั้นที่คบหาสมาคมกันต่อไปได้ แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นก็ต้องพิจารณาปัจจัยอื่นพ่วงเข้าไปด้วย เช่น สายพานที่บรรทุกถ่านหิน (Coal) ซึ่งตัววัสดุเอาจะไม่มีความแหลมคมนัก เมื่อเปรียบเทียบกับสายพานขนิดเดียวกันที่บรรทุกหินแข็ง (Hard Rock) ที่มีขนาดใหญ่และแหลมคม แน่นนอนว่าสายพานเส้นหลัง ย่อมเสียหายและต้องเปลี่ยนก่อนสายพานเส้นแรก แต่มิได้หมายความว่าสายพานเส้นหลังไม่ดีเมื่อเทียบทานสายพานเส้นแรก นอกจากนี้ความเร็วของสายพาน น้ำหนักของวัสดุ ตลอดจนการบำรุงรักษาระบบลำเลียงที่ถูกต้อง ก็เป็นปัจจัยที่เกี่ยวเนื่องเกี่ยวกับความทนทาน ของการใช้งานสายพานทั้งสิ้น

*ประเภทที่สอง*ของความเสียหายของผิวสายพาน ก็มาจากเกิดการฉีกขาด (Cutting) หรือเจาะ (Gouging) ของวัสดุที่มีความแข็งและแหลมคม เช่น หินแกรนิต Limestone หรือสินแร่ประเภทต่างๆ ที่ตกจากที่สูง กระทบกับผิวสายพานทำให้ผิวสายพาน มีรอยฉีดขาดหรือบางครั้งส่วนของผิวสายพานอาจถึงกับหลุดออกมา ความเสียหายอาจอาจลามถึงชั้นผ้าใบ บางครั้งชั้นผ้าใบอาจขาด ถึงกับเจาะทะลุสายพานเป็นรูได้ ทีมงานของสายพานไทยได้รับการว่าจ้างให้ซ่อมความเสียหายของสายพานประเภทนี้บ่อยมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในอุตสาหกรรมโรงโม่และย่อยหิน ที่จะนำหินมาทำเป็นซีเมนต์หรือหินผสมคอนกรีต ดังนั้น ท่านต้องระมัดระวังให้ดี หากเกิดมีแผลบนสายพาน แล้วต้องรีบซ่อมก่อนที่มันจะลุกลามจนถึงชั้นผ้าใบขาด เพราะถ้าถึงขั้นนั้นล่ะก็จะอันตรายมากเพราะแรงดึงทำให้สายพานขาดทั้งเส้นได้

ความเสียของผิวสายพานทั้งผิวบนและผิวล่าง เกิดขึ้นได้หลายกรณี และหลายสาเหตุ วิธีการที่จะยืดอายุการใช้งานของสายพานให้ยืนยาวขึ้นก็คือ ต้องรีบซ่อมแผลที่เกิดขึ้นโดยเร่งด่วนที่สุด อย่านิ่งนอนใจว่า รอยเปิดของสายพานเป็นเรื่องเล็กน้อย หรือ แผลทะลุสายพานเป็นเพียงรูเล็กๆ เป็นสัดส่วนที่มีขนาดน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับหน้าตัดสายพานทั้งเส้น แต่ท่านทราบ

ไหมว่าความสามารถรับแรงของสายพานลดลงอย่างมหาศาล (ความสามารถในการรับแรงดึงของสายพาน ลดลงอย่างมากเมื่อสายพานขาด เช่น หากสายพานขาดเพียง 15% ของหน้าตัด ก็ต้องเปลี่ยนสายพานเส้นใหม่ได้แล้ว) เพราะรูเล็กๆ อันนี้บางครั้งอาจทำให้สายพานอาจจะขาดทั้งเส้นได้เพราะรูรูเดียว

8.3 แนวทางการบำรุงรักษาและซ่อมแซม

ปรกติแล้วสายพานลำเลียงต้องได้รับการตรวจสอบและบำรุงรักษาอยู่เสมอทั้งก่อนและหลังการใช้งาน แม้ว่าขณะที่ระบบสายพานลำเลียงสามารถทำงานได้อย่างดี แต่ความเสียหายของผิวสายพาน (Cover Rubber) และชั้นสลิงจะสามารถพบเห็นได้ถ้ามีการตรวจสอบอย่างละเอียด ความเสียหายจากจุดเล็กๆบนสายาพาน สามารถที่จะทำให้อายุการใช้งานของสายพานสั้นลงไปได้มากหากไม่ได้รับการซ่อมแซมที่ถูกต้อง และทันเวลา เนื่องจาก น้ำ ความชื้น สารเคมีและสิ่งสกปรก สามารถเข้าไปทำลายชั้นผ้าใบให้เสียหายได้อย่างรวดเร็ว

ดังนั้น การตรวจสอบความเสียหายของสายพานตั้งแต่เนิ่นๆ และซ่อมแซมทันทีเมื่อมีโอกาส จะเป็นการยืดอายุการใช้งานของสายพานได้อย่างยืนยาวทีเดียว การซ่อมจะทำได้อย่างมีประสิทธิภาพเมื่อแผลความเสียหายของสายพานมีขนาดน้อยกว่า 20 % ของหน้ากว้างของสายพาน หากมากกว่านั้นแนะนำให้ทำการตัดแล้วต่อสายพานใหม่จะได้ผลดีกว่า

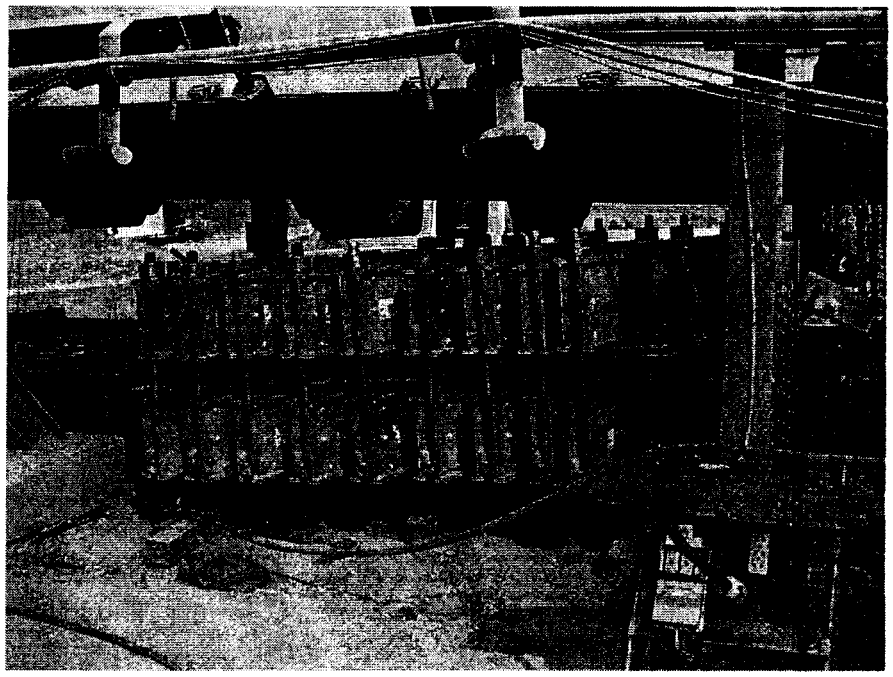
การซ่อมแผลสายพานแบบซ่อมร้อน คือการซ่อมสายพานให้คืนสภาพเดิมแบบ Hot Vulcanization เครื่องมือที่ใช้สำหรับแผลขนาดเล็กคือเครื่องซ่อมแบบ Spot โดยใช้ความร้อนและความดันคล้ายกับการทำ Hot Splicing ส่วนแผลที่มีขนาดใหญ่ก็ต้องใช้เตาขนาดใหญ่ซ่อม โดยใช้ความดันและอุณหภูมิเหมือนกับการต่อร้อนเช่นกันเนื่องจากสายพานบริเวณที่ทำการซ่อมชั้นผ้าใบได้แยกออกจากกันเป็นโพลงขนาดใหญ่ ดังนั้นแผลซ่อมจึงมีลักษณะและขนาดใหญ่เป็น พิเศษและต้องใช้เตาขนาดใหญ่เป็นเครื่องมือไปซ่อม (ใช้เครื่องซ่อมแบบ Spot ไม่ได้) การซ่อมร้อนเป็นการซ่อมคืนสภาพของเนื้อยางที่ดีที่สุด เพราะเป็นวิธีที่ใช้ความร้อนทำให้เนื้อยางและน้ำกาวละลายติดเป็นเนื้อเดียวกัน และการซ่อมร้อนนี้เมื่อซ่อมเสร็จแล้วก็ยังสามารถใช้งานได้ทันที

การซ่อมสายพานแบ่งง่ายๆ ดังนี้

1. การซ่อมสายพานเฉพาะผิวที่ถลอก หรือลอกออก โดยแผลนั้นยังไม่ทะลุชั้นผ้าใบหรือชั้น Steel Cord ไม่ทะลุผิวล่าง
2. การซ่อมสายพานที่แผลทะลุจนกระทั่งถึงผิวล่าง
3. การซ่อมเฉพาะขอบสายพานที่เสียหาย
4. การซ่อมสายพานแตกตามยาว (ส่วนมากเกิดจากอุบัติเหตุ)

5. การซ่อมเพื่อฟื้นฟูสภาพของสายพาน การซ่อมในกรณีนี้จะใช้กับสายพานที่มีราคาสูง ที่ผิวบนและผิวล่างสึกหรอไปมากจากการงาน แต่ชั้นผ้าใบหรือ Steel Cord ที่ใช้รับแรงยังคงมีสภาพดี และคุ้มค่าที่จะทำการซ่อม

การซ่อมที่ดีที่สุดก็คือการซ่อมร้อน (Hot Process) ที่ให้ความแข็งแรงและทนทานในการซ่อมได้ดีกว่าแบบอื่นๆ ส่วนขนาดของแผลที่จะทำการซ่อมหากมีขนาดใหญ่มาก ช่างของสายพานไทยอาจจะพิจารณาแนะนำให้ท่านใช้วิธีการตัด-ต่อใหม่ (Splice) แทนการซ่อมก็ได้ ทั้งนี้ก็เพื่อความปลอดภัยในการใช้งาน และเพื่อประโยชน์สูงสุด



ภาพที่ 4.13 การซ่อมต่อร้อน

การลาก ดึง ม้วนเก็บสายพาน

ซึ่งในการลากดึงจะมีการใช้อุปกรณ์ช่วยในการดึงเข้าออก เช่น รอกไฟฟ้า เครน เป็นต้น ขึ้นอยู่กับขนาดของสายพาน ลำเลียง และสภาพพื้นที่ที่ติดตั้งระบบสายพาน ดังนั้น ก่อนทำการลากดึงจะต้องทำการสำรวจสภาพพื้นที่ติดตั้งก่อน เพื่อจะได้เตรียมการเรื่องเครื่องมืออุปกรณ์แต่เนิ่นๆ

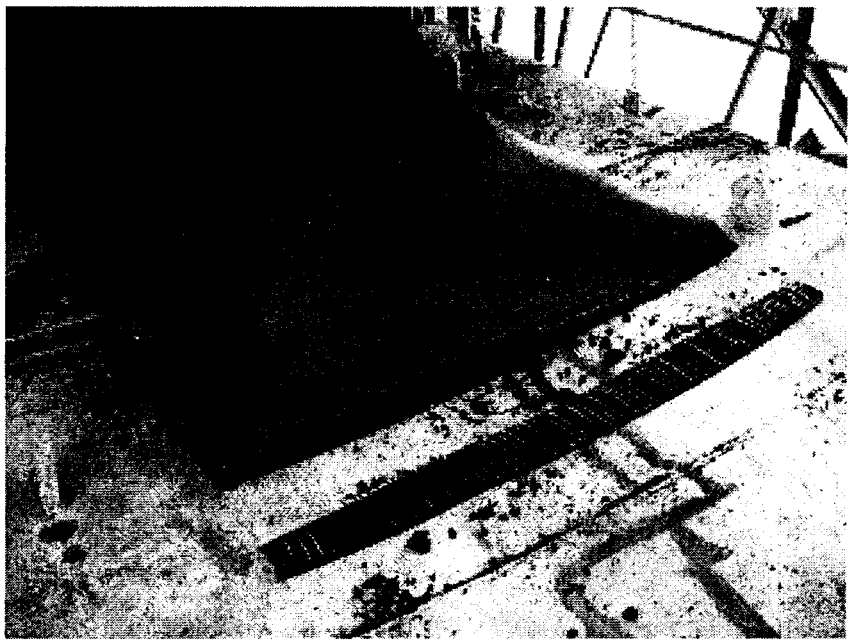
ส่วนในการม้วนเก็บจะใช้เครื่องม้วนสายพานที่เป็นไฮดรอลิกส์ปั๊มและ รีล (Reel) ในการม้วนสายพานให้เป็นม้วนกลมๆ เพื่อให้ง่ายต่อการเคลื่อนย้าย

โดยเราจะขอยกตัวอย่างกรณี ลาก-ดึง สายพาน เส้นเก่าออก Line สายพานเดิม โดยจะมีขั้นตอนคร่าวๆ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ใช้เครื่องมือตัด แกน สายพาน เส้นเก่าออก

ในขั้นตอนนี้เริ่มแรกต้องทำการเลาะ ยาง ผิว สายพาน ด้านบน (Belt Cover) ออกก่อน เพราะผิวด้านบนของ สายพาน จะมีคุณสมบัติพิเศษเช่น ทนการเจาะทะลุ ทนการขีดข่วน เป็นต้น ในการเลาะเนื้อสายพาน ให้เลาะเป็นแนวยาวความกว้างประมาณ 2 นิ้ว แล้วเปิดผิวสายพานออกให้ถึงแกนสายพาน แล้วจึงใช้เครื่องมือตัดตัดแกนสายพานให้ขาดออกจากกัน

ภาพที่ 4.14 แสดงการเลาะผิวยางชั้นบน และการตัดสายพาน

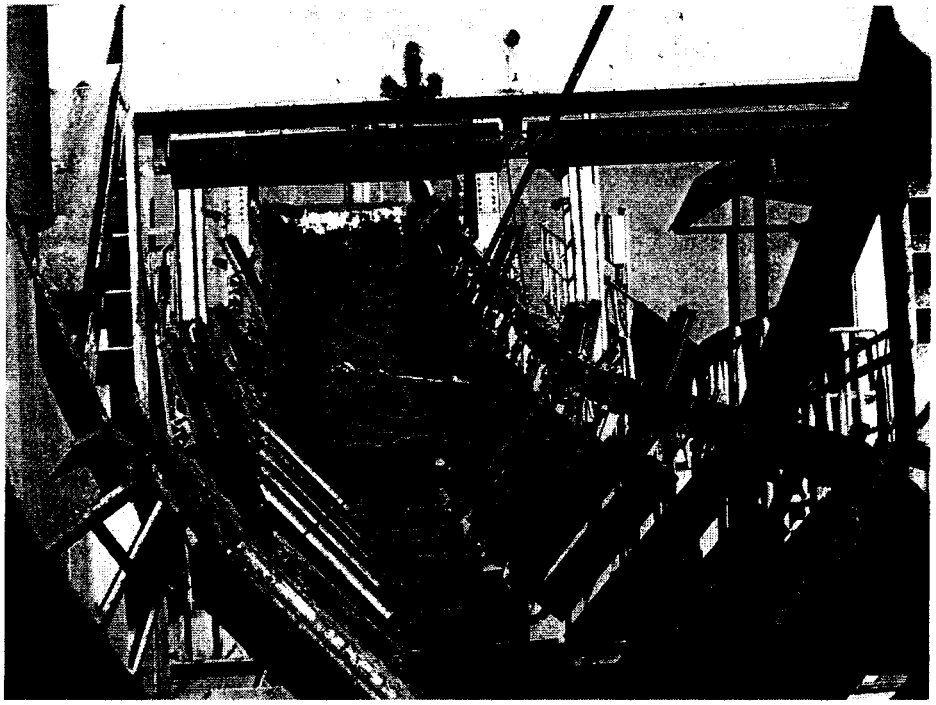


ภาพที่ 4.14 แสดงการเลาะผิวยางชั้นบน และการตัดสายพาน (ต่อ)

ขั้นตอนที่ 2 ติดแผ่นเหล็กเอาไว้ที่ปลาย สายพาน ใช้สำหรับผ่อนแรงกระชากของสายพาน ขณะลากดึง

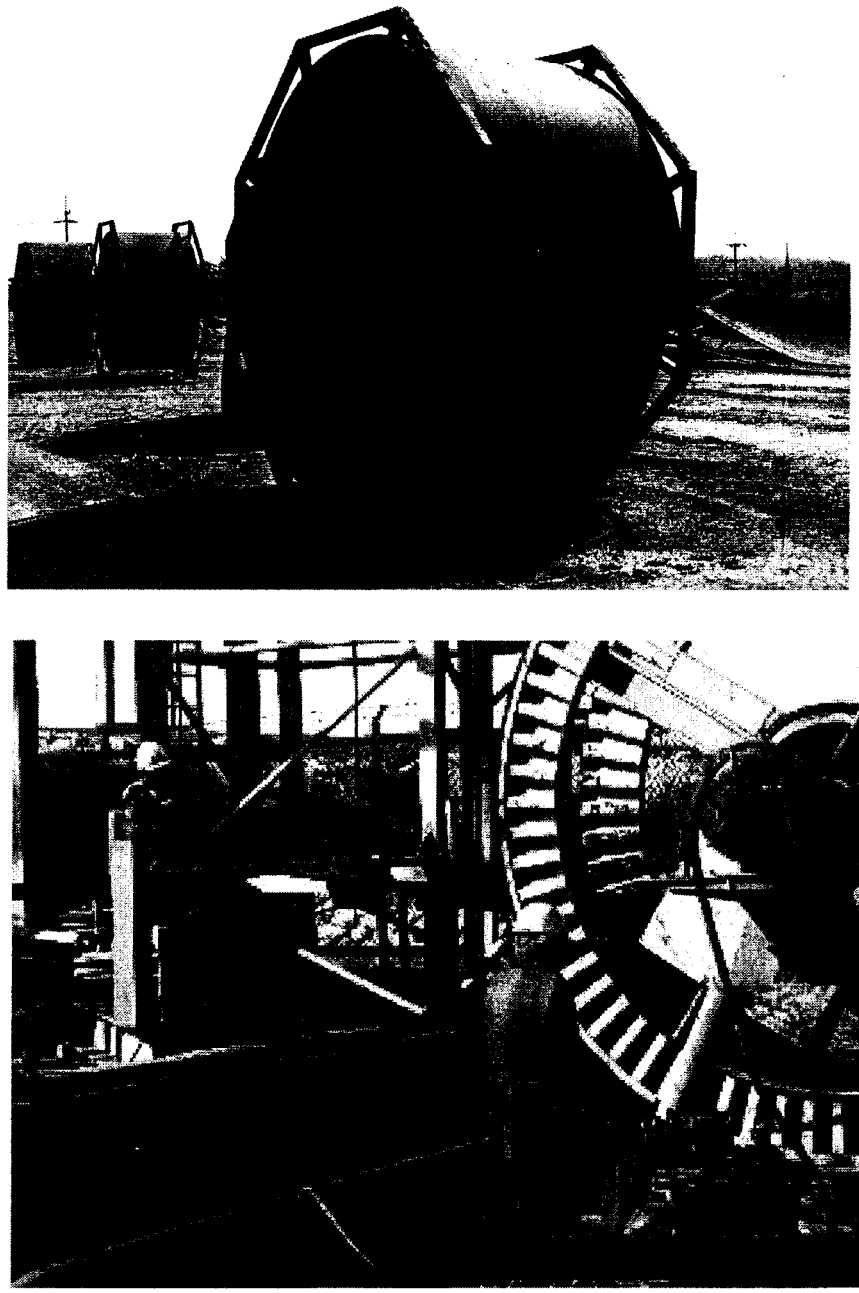
ภาพที่ 4.15 แสดงการติดตั้งแผ่นเพลทไว้ที่ปลายสายพาน

ขั้นตอนที่ 3 ติดลวดสลิงที่ปลายอีกด้านของสายพาน ในขั้นตอนนี้จะใช้ปลายสายพานอีกด้านหนึ่งที่ไม่ได้ติดแผ่นเพลทมายึดกับลวดสลิงไว้ โดยให้ปลายอีกด้านหนึ่งของสลิงจะมัดไว้ที่รีลสายพาน



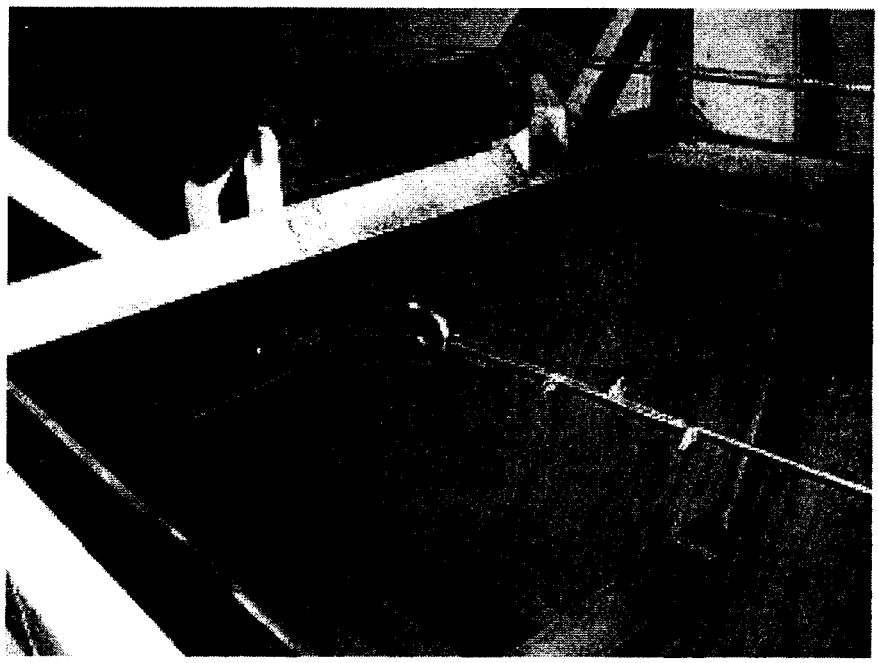
ภาพที่ 4.16 แสดงการยึดปลายสายพานด้วยสลิงเพื่อเตรียมการดึงเข้า

ขั้นตอนที่ 4 ดึงเข้าเครื่องม้วนสายพาน (Reel) โดยต้องประคองสายพานไว้กันสายพานม้วนเข้าไม่ตรงแนว Center



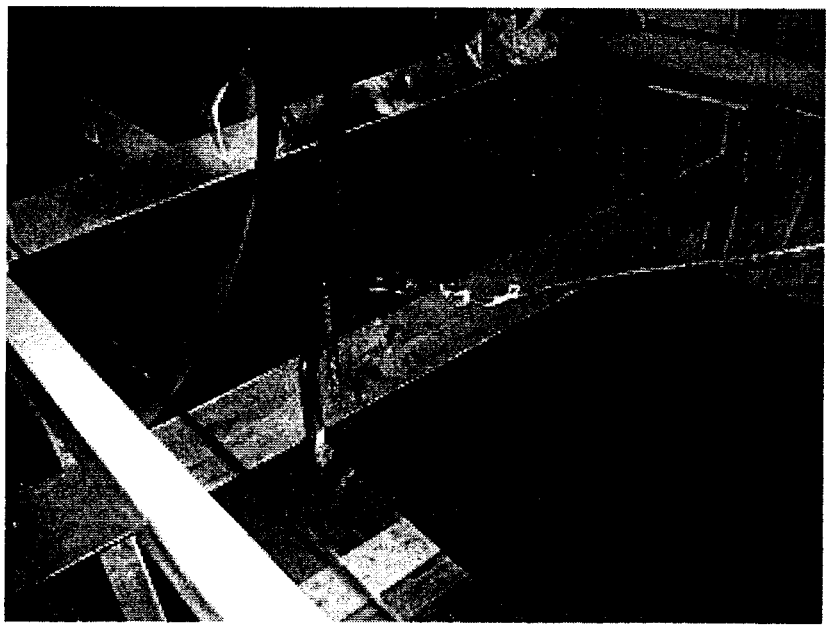
ภาพที่ 4.17 แสดงการดึงสายพานเข้า เข้า Reel ด้วยเครื่องม้วนสายพาน

ขั้นตอนที่ 5 ค่อยๆผ่อนลวดสลิงให้สายพานค่อยๆไหลไปทีละช่วงสั้นๆ



ภาพที่ 4.18 แสดงการผ่อนแรงการไหลของสายพานด้วยลวดสลิง

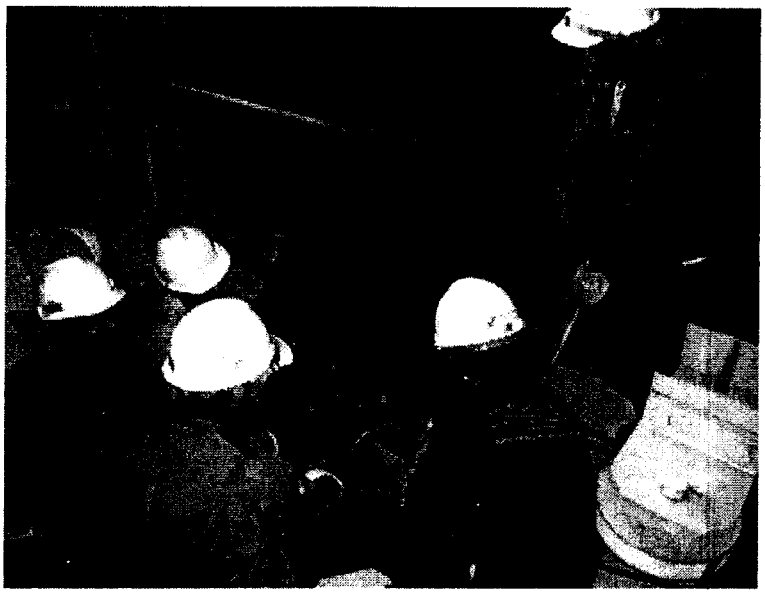
ขั้นตอนที่ 6 ใช้บาร์ยึดสายพานกับโครงสร้างไว้ ขั้นตอนนี้จะต้องใช้เหล็กบาร์หนีบสายพานแล้วล็อคกับโครงสร้างของระบบสายพานไว้เพื่อป้องกันสายพานไหลลงมาทีเดียว ซึ่งจะทำให้เกิดอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานได้ โดยเฉพาะ Line สายพานที่มีความลาดเอียงต้องระมัดระวังเป็นพิเศษ เพราะสายพานจะไหลลงมาด้วยความเร็วสูง บวกกับน้ำหนักต่อความยาวของสายพานเองจะทำให้สายพานไหลลงมาฟาดกับพูลเล่ย์อย่างรุนแรง



ภาพที่ 4.19 แสดงการยึดสายพานด้วยบาร์

สายพานในรูปเป็นสายพานแกนลวด (Steel Cord) หน้ากว้าง 1.80 เมตร ความยาว 1 เมตร น้ำหนักทั้งเส้น1 ตัน (100 kg/m.) ถ้ามันเกิดไหลลงมาทีเดียวจะเกิดความเสียหายสูง

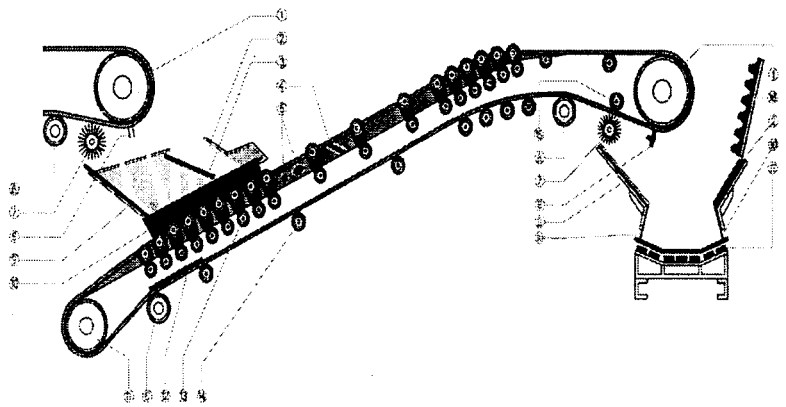
ขั้นตอนที่ 7 เอาแผ่นเพลทออกจาก สายพานก่อนจะม้วนเก็บปลายสายพานเข้าม้วน Roll ต้องเอาแผ่นเพลทออกก่อน ปกติแล้วที่แผ่นเพลทจะถูกยึดไว้ด้วยสลักเกลียวเพื่อให้ง่ายต่อการถอดออก แต่เนื่องจากระหว่างการลากดึงทำให้แผ่นเพลทถูกกระแทกทำให้สลักเกลียวเสียรูปร่าง ก็เลยต้องใช้เครื่องมือตัดสลักเกลียวออกอย่างที่เห็น



ภาพที่ 4.20 แสดงการปลดแผ่นเพลทอกจากสายพาน

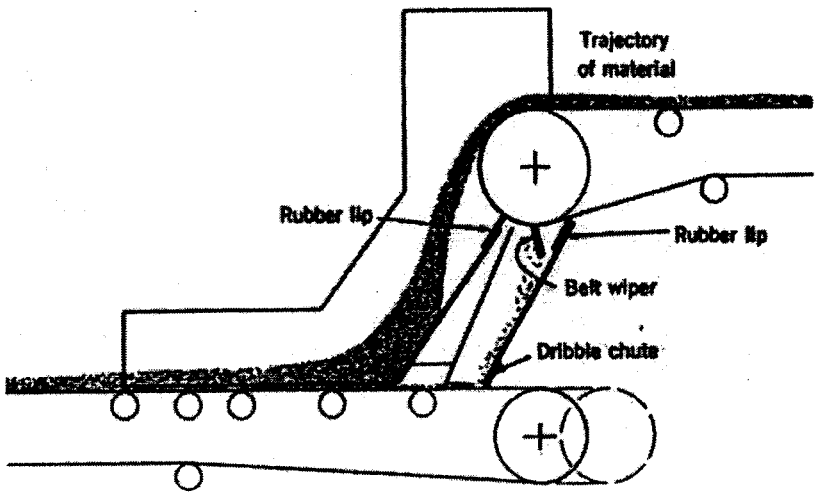
9. ปล่อง (Chutes)

9.1 สภาพการใช้งาน



ภาพที่ 4.21 แสดงการทำงานของสายพานที่หัว Drive

Chute ซึ่งปกติโครงสร้างของ Chute จะทำด้วยเหล็ก เมื่อวัสดุที่ขนมาถึงตำแหน่งสิ้นสุดของสายพานที่หัว Drive สุดท้ายนี้แล้ว วัสดุก็จะพุ่ง (Trajectory) ออกจากหัว Drive ตกลงสู่ Chute ถ้า Chute ได้รับการออกแบบมาอย่างดีอย่างเหมาะสม



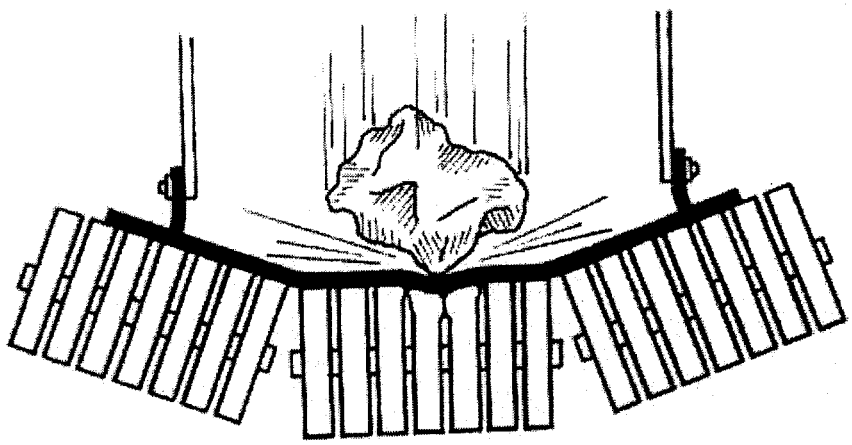
ภาพที่ 4.22 แสดงการทำงานของสายพานที่หัว Chute

9.2 ปัญหาที่เกิดขึ้น

เป็นต้นว่า ผนังของ Chute เอียงเป็นมุมอย่างพอดิบพอดี ที่ทำให้วัสดุสามารถตกลงบนสายพานด้วยอัตราที่สม่ำเสมอ หรือส่งวัสดุลงบนสายพานด้วยความเร็วที่ใกล้เคียงกับความเร็วสายพานมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ดูเหมือนว่าทุกอย่างจะสมบูรณ์เพียงพอแล้ว แต่ในข้อเท็จจริงแล้ว หากมองในแง่การบำรุงรักษาระบบสายพาน ยังมีข้อพิจารณาอื่นๆ ที่ยังสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพเพื่อให้ความคุ้มค่าแก่ระบบลำเลียงโดยรวมอีก ลองพิจารณาข้อเท็จจริงดังต่อไปนี้เป็นส่วนประกอบด้วย

ประการแรก วัสดุที่สายพานลำเลียงมานั้น ย่อมมีทั้งก้อนเล็กและก้อนใหญ่ เมื่อวัสดุตกลงบนผนัง Chute วัสดุก้อนเล็กย่อมไม่ใคร่สร้างปัญหาอะไรมากนัก แต่หากวัสดุนั้นมีก้อนขนาดใหญ่วันแล้ววันเล่า ผนัง Chute หรือจะทนทาน ยิ่งวัสดุที่ทั้งก้อนใหญ่ หนัก แถมยังแหลมคมซะอีก ผนัง Chute จะเหลืออะไรล่ะครับท่าน นอกจากจะถูกเจาะ ถูกกระแทก ถูกเสียดสี จนทำให้ผนัง Chute บางลง ทะลุเสียหายและใช้งานไม่ได้ในที่สุด ผลที่ตามมาก็คือ การสูญเสียผลผลิต เนื่องจากจะต้องหยุดเครื่องซ่อมแซม Chute ให้ใช้การได้ตามปกติเสียก่อน ผู้รับผิดชอบต่อการบำรุงรักษาระบบสายพานลำเลียง จะป้องกันปัญหานี้หรือช่วยบรรเทาความเสียหายต่อการผลิตให้น้อยที่สุด ทำการบุผนัง (Lining) ด้วยยาง หรือ Ceramic หรือพลาสติกที่มีคุณสมบัติที่เหมาะสมกับการใช้งานของท่าน ตัวอย่าง เช่น ใช้ยางที่มีคุณสมบัติป้องกันการเสียดสีเพื่อลดพลังงานที่ตกกระทบผนัง Chute เนื่องจากก้อนวัสดุที่มีขนาดใหญ่และมีความเร็วสูง ย่อมมีพลังงาน (Kinetic Energy) ที่มีอานุภาพใน (การทำความเสียหายให้แก่ผนัง Chute ได้สูงมาก) การเลือกประเภทของวัสดุบุผนัง อาจจะมีรูปแบบ (Pattern) ที่แตกต่างกันตามความเหมาะสมกับสภาพการของความเสียหาย แต่จุดประสงค์หลักของวัสดุบุผนังเหล่านี้ก็เพื่อจะดูดซับพลังงานจากการตกกระทบของวัสดุที่มีขนาดใหญ่ให้เหลือน้อยลงและช่วยป้องกันไม่ให้ผนัง Chute เสียหาย เนื่องจากถูกกระทบกับวัสดุโดยตรง หากเลือกรูปแบบและชนิดของยางบุผนัง Chute ที่ถูกต้อง ก็สามารถยืดอายุการใช้งานของผนัง Chute ลดการบำรุงรักษา ลด Downtime ตลอดจนลดเสียงรบกวนอันเกิดจากเสียงวัสดุตกกระทบกับผนังเหล็ก เป็นการช่วยรักษาสุขภาพหูให้ดี ค่าใช้จ่ายในเรื่องนี้จะมีค่าน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับเงินลงทุนทั้งระบบและความเสียหายที่ต้องหยุดเดินเครื่องที่ไม่ได้อยู่ในแผนการบำรุงรักษา

การที่วัสดุแหลมคม ก้อนใหญ่ๆ ตกลงมาจากที่สูงๆ ยอมมีพลังจลน์ (Kinetic Energy) สูงมาก สูงจนกระทั่งหากตกกระทบบนสายพานโดยตรง สายพานอาจถึงกับฉีกขาด ทะลุได้ ดังนั้นการติดตั้งวัสดุกัน กระแทกที่ผนัง Chute เป็นเพียงวิธีการหนึ่งที่จะลดความเสียหายของ Chute และสายพานเท่านั้น แต่ยังมีวิธีการอื่นๆ ที่เป็นส่วนประกอบสำคัญที่จะป้องกันไม่ให้สายพานเสียหาย เช่น การเสริม Impact Bar หรือการใช้ Impact Roller แบบพิเศษที่สามารถลดพลังงานการตกกระทบของวัสดุ



ภาพที่ 4.23 แสดงการตกของดิน

9.3 แนวทางการบำรุงรักษาและซ่อมแซม

ผนังของ Chute เมื่อใช้ไปชักระยะหนึ่งจะเกิดการสึกหรอเนื่องจักการขัดถูของดินและแตกของรอยเชื่อมถ้าปล่อยไว้จะทำให้โครงสร้างแตกเสียหายมาก จึงต้องมีการซ่อมแซมบำรุงรักษาให้คงสภาพเดิมได้ และทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

10. ระบบไฮดรอลิก (Hydraulic)

10.1 สภาพการใช้งาน

ระบบไฮดรอลิกมีใช้ในเครื่องจักรระบบสายพานลำเลียง ซึ่งเป็นตัวส่งกำลังให้กับชุดกระบอกยก Discharge Stacker with Tripper Car ให้ยกขึ้นยกลงได้ ใน Semi-mobile Crusher นั้นมีระบบไฮดรอลิกช่วยในการขับเคลื่อนให้ชุด Feeder ลำเลียงดินเข้าโม่ได้ และยังมีระบบไฮดรอลิกใช้สำหรับขยับโม่เข้าออกได้

ซึ่งระบบไฮดรอลิกที่ใช้อยู่ต้องทำงานอย่างหนักตลอด 24 ชั่วโมง และมีสภาพแวดล้อมที่มีฝุ่นผงมาก

10.2 ปัญหาที่เกิดขึ้น

ระบบน้ำมันหล่อลื่นของเครื่องจักรไฮดรอลิกเมื่อถูกการปนเปื้อนหรือสิ่งแปลกปลอม เช่น ฝุ่นผง น้ำ อนุภาคเศษโลหะที่สึก เศษวัสดุซีล อนุภาคเศษโลหะจากรอยต่อเชื่อมฯ ที่ไหลหมุนเวียนอยู่ในระบบน้ำมันไฮดรอลิก ทำให้เกิดการชำรุดสึกหรอและสิ่งสกปรกแปลกปลอมเหล่านี้จะก่อให้เกิดปฏิกิริยาลูกโซ่ของการสึกหรอต่อๆ ไปได้ ซึ่งต้องมีการป้องกันสิ่งสกปรกดังกล่าว

10.3 แนวทางการบำรุงรักษาและซ่อมแซม

คุณสมบัติของน้ำมันไฮดรอลิก

- ความหนืดเหมาะสม
- ดัชนีความหนืดเหมาะสม
- ปกป้องการสึกหรอ/มีความลื่น
- เสถียรภาพต่ออุณภูมิและปฏิกิริยาออกซิเดชั่น
- ปกป้องการกัดกร่อน
- ต่อต้านการเกิดฟอง
- ต่อต้านการมีฟองอากาศเล็กๆ ปะปนในน้ำมัน
- แยกตัวจากน้ำมันได้ดี

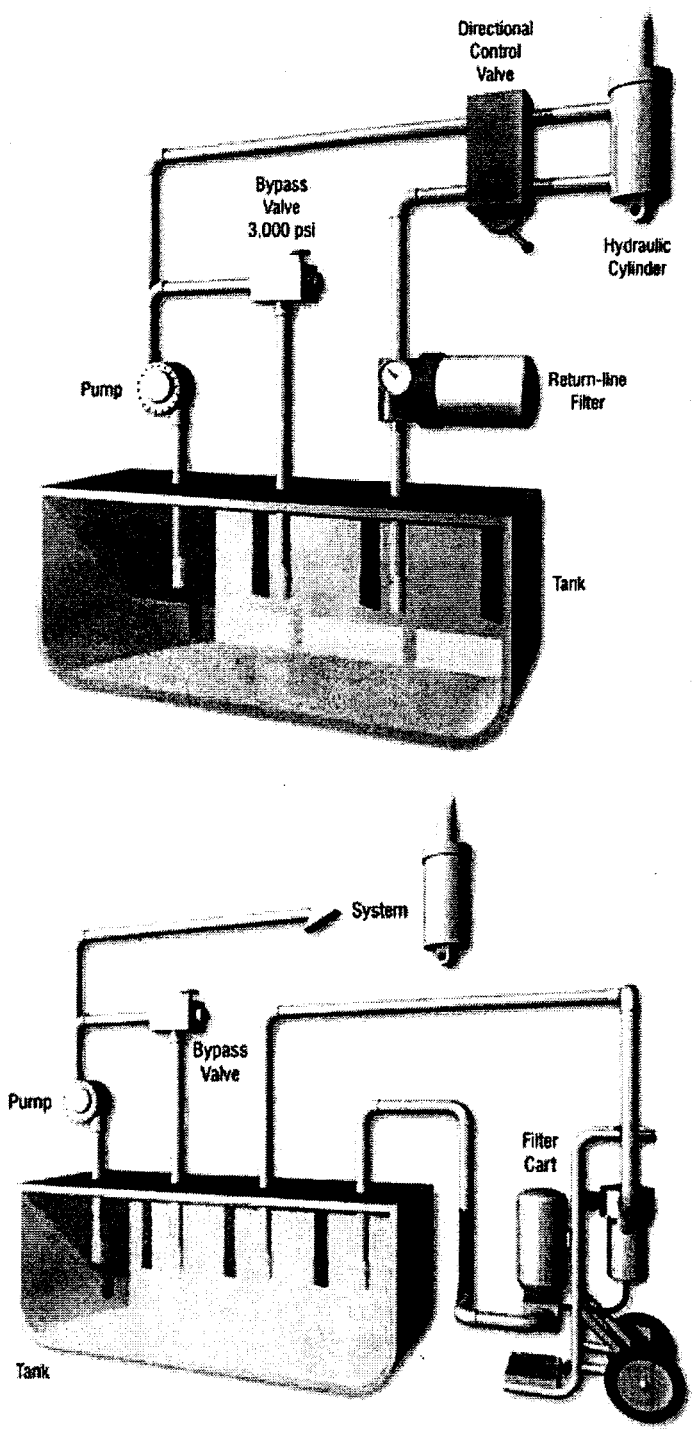
ข้อพิจารณาคุณสมบัติและการเลือกน้ำมันไฮดรอลิก

ตารางที่ 4.4 แสดงคุณสมบัติและการเลือกน้ำมันไฮดรอลิก

คุณสมบัติ	ปัจจัยสำคัญที่ต้องพิจารณา
ความหนืดตามที่ต้องการ	เลือกความหนืดตรงตามความต้องการของระบบ
ดัชนีความหนืดสูง	ความหนืดเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลง
ความหล่อลื่นสูง	ฟิล์มน้ำมันจะลดแรงเสียดทาน
Low Compressibility/อัดตัวได้ยาก	การที่อัดตัวได้ยาก จะเพิ่มการตอบสนองของระบบได้ดี
ความถ่วงจำเพาะต่ำ	Density affects pressure drop in orifices and contributes to the system's weight
การนำความร้อนได้สูง	ช่วยถ่ายเทความร้อน
เกิดฟองได้ยาก	ฟองอากาศทำให้เกิน Cavitation และน้ำมันถูกอัดตัวได้ง่าย
การระเหยตัวต่ำ	ระเหยตัวยิ่งต่ำ จะลดการสูญเสียน้ำมัน
ทนความร้อนและติดไฟ	ป้องกันรุกติดไฟ เกิดเปลวไฟ
เสถียรภาพต่อสารเคมี	รักษาคุณสมบัติต่างๆ ไว้ในขณะใช้งาน
เข้ากันได้ดีกับวัสดุทั่วไป	ไม่มีผลกระทบต่อ ซีล ปะเก็น ท่อ และโลหะ
ไม่เป็นพิษ สลายตัวง่าย	ผ่านมาตรฐาน OSHA
ราคาถูก	ลดต้นทุนของทั้งระบบ

ข้อควรปฏิบัติในการบำรุงรักษาระบบไฮดรอลิก

- ควรระมัดระวังในเรื่องเกี่ยวกับความสะอาดของน้ำมัน โดยดูแลภาชนะ ปั๊มดูด ถังเก็บให้สะอาดอยู่เสมอ นอกจากนี้ต้องหมั่นทำความสะอาด ระบบกรองน้ำมัน หรือเมื่อเปลี่ยนไส้กรองชำรุด เมื่อล้างไส้กรองควรสังเกตดูสิ่งสกปรกที่ติดอยู่ตามไส้กรองว่าเป็นอะไร หากมีเศษโลหะมากแสดงว่าระบบมีการสึกหรอชนิดของสิ่งสกปรก อาจใช้เป็นแนวทางในการวิเคราะห์หาสาเหตุของการชำรุดสึกหรอ และจะได้เป็นแนวทางในการป้องกันต่อไปใช้น้ำมันไฮดรอลิกที่มีคุณภาพและความหนืดถูกต้อง
- ติดตั้งกรองน้ำมันในจุดที่ถูกต้อง และ Upgrade เมื่อจำเป็น
- ติดตั้ง Offline Filter ที่มีประสิทธิภาพ หรือใช้ Filter Cart
- เปลี่ยนกรองน้ำมัน โดยขึ้นกับประสิทธิภาพของสภาพและ/หรือ Pressure Differential
- ป้องกันอากาศไม่ให้รั่วเข้าสู่ระบบ-ตรวจสอบข้อต่อต่างๆ
- เมื่อมีการซ่อมบำรุงรักษา และเปลี่ยนถอดประกอบ ควรมีฝาปิดปลายท่อต่างๆ
- ติดตั้งตำแหน่งเก็บตัวเอย่างน้ำมัน Primary และ Secondary
- ทำ Oil Analysis อยู่เป็นประจำสม่ำเสมอ
- Flush ระบบใหม่ ก่อนใช้งาน
- Flush ล้างทำความสะอาดระบบด้วย น้ำมันไฮดรอลิค ระบบไฮดรอลิคใหม่หรือหลังจากมีการถอดซ่อมบำรุงรักษา อาจมีสี โลหะ สนิม ตลอดจนฝุ่นและทราย ที่ติดค้างอยู่ในระบบ
- บางครั้งถอด Servo Valves และ Actuators ออกมาฟลัชชิ่ง เป็นครั้งคราว
- ตรวจและซ่อมว่ามีการรั่วของน้ำมันและน้ำ
- ติดตั้ง Air Breather และ/หรือ Desiccant Breather
- ตรวจสอบให้มั่นใจว่า Retune line และ Drain Lien (ถ้ามี) จมอยู่ในระดับน้ำมัน
- ติดตั้ง Diffusers ที่ Drain Lines (ถ้ามี)
- เช็คระดับน้ำมันเป็นประจำสม่ำเสมอ
- เช็คอุณหภูมิน้ำมันเป็นประจำสม่ำเสมอ
- ติด Cooler ถ้าจำเป็น
- ในการเติมน้ำมันในระบบ ให้ใช้ Portable Filtration
- หมั่นตรวจเช็คปั๊มและมอเตอร์ มีการติดตั้งไม่เยื้องศูนย์หรือไม่
- หมั่นตรวจตราการทำงานของระบบไฮดรอลิค ตลอดจนเสียงที่ดังผิดปกติ ซึ่งอาจบ่งบอกถึงอาการที่มีการรั่วของอากาศตามข้อต่อ หรือซีล หรือการเกิดโพรงอากาศในเรือนปั๊ม



ภาพที่ 4.24 Off-Line Filtration System

ข้อควรปฏิบัติในการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันระบบไฮดรอลิก

- เปลี่ยนถ่ายทุกการทำงาน 2,000 ชม. หรือไม่เกิน 12 เดือน
- ใช้น้ำมันไฮดรอลิก 2,000 ลิตร
- ควรเปลี่ยนกรองน้ำมันทุกครั้ง ที่เปลี่ยนถ่ายน้ำมัน
- เน้นความสะอาด

11. สารหล่อลื่น (Lubricants and Lubrication Units)

11.1 สภาพการใช้งาน

การหล่อลื่นในอุปกรณ์ต่างๆ มีวัตถุประสงค์หน้าที่ที่หลากหลายตามการออกแบบอุปกรณ์ของวิศวกรการ หล่อลื่นมีความจำเป็นมากในการใช้หล่อลื่นผิววัตถุที่เป็นเหล็กหรือโลหะ 2 พื้นผิว เนื่องจากผิวเหล็กจะไม่เรียบและมีการขรุขระที่พื้นผิว อีกทั้งยังมีทั้งพื้นผิวที่สูงและต่ำ มีทั้งส่วนที่ยื่นออกมา (Peak) และส่วนที่ลึกเป็นหลุมลงไป (Valleys) ซึ่งหากไม่มีระบบหล่อลื่นที่ถูกต้อง ส่วนที่เป็น Peak จะเกิดการเกี่ยวติดและขัดกัน

11.2 ปัญหาที่เกิดขึ้น

เมื่อชิ้นส่วนเคลื่อนที่จะส่งผลทำให้เกิดการ สูญเสียพลังงานในการออกแรงต้านความฝืดเพิ่มขึ้น ซึ่งเหล่านี้ จะถูกขจัดได้โดยการใช้สารหล่อลื่นเข้ามาในระบบโดยจะอาศัยผิวฟิล์มของสารหล่อลื่น (Lubricant Films) นั่นเอง

เมื่อฟิล์มของสารหล่อลื่นมีการกระจายทั้ง ชิ้นส่วนของอุปกรณ์ โดยมีฟิล์มที่หนา เพื่อป้องกันไม่ให้ผิวของโลหะสัมผัสกัน ซึ่งเรียกการหล่อลื่นในลักษณะนี้ว่า อยู่ในสภาพ Hydrodynamic Lubrication (HDL) แต่หากเมื่อสารหล่อลื่นทำหน้าที่คล้ายของแข็งอยู่ระหว่างกลางของผิวที่ต้องการหล่อลื่นทั้งสองผิวและผิวชิ้นส่วน ในขณะที่แรงดันบนผิวโลหะส่งผลให้ผิวโลหะมีอาการ ยืดหยุ่น (Elastically Deform) คล้าย ๆ กับเป็นผิววัตถุทยืดหยุ่นได้ เรียกขบวนการนี้ว่า Elastohydrodynamic Lubrication (EHD) มักพบการหล่อลื่นลักษณะนี้ในตลับลูกปืนแบบแบริ่งลูกกลิ้ง และหากในกรณีที่มีพื้นที่สัมผัสระหว่างพื้นผิวน้อย การมีแรงกระทำต่อวัตถุมากเกินไป การที่ค่าความหนืดของสารหล่อลื่นตกลง ตลอดจนการเลือกใช้ชนิดและปริมาณของสารหล่อลื่นที่ไม่ถูกต้อง จะส่งผล ทำให้ผิวชิ้นงานถูกบีบเข้าหากันอย่างรวดเร็ว ซึ่งจะส่งผลให้ต้องใช้พลังงานมากขึ้น ในการออกแรงเพื่อเคลื่อนที่เรียกกระบวนการนี้ว่า Boundary Lubrication นอกจากนี้ยังมีการหล่อลื่นที่ใช้ในอุปกรณ์ที่ทำงานที่อุณหภูมิสูงมาก ๆ ทำให้สารหล่อลื่นปกติไม่สามารถทนได้ ต้องใช้ Graphite หรือ Molybdenumdisulfide แทน เรียกการหล่อลื่น ในลักษณะนี้ว่า Solid Film

11.3 แนวทางการบำรุงรักษาและซ่อมแซม

การตัดสินใจเลือกใช้สารหล่อลื่น

โดยทั่วไปแล้วการตัดสินใจในการเลือกใช้สารหล่อลื่นให้มีความเหมาะสมกับชนิดการทำงาน ควรที่จะเลือกใช้ตามการออกแบบของเครื่องจักรนั้นๆ แต่หากไม่ทราบข้อมูลใดๆ เกี่ยวกับอุปกรณ์ที่ต้องใช้สารหล่อลื่นเลย เราจะตัดสินใจอย่างไรดี

คำถามตามมาที่ควรมีของวิศวกรหรือช่างเทคนิคเพื่อใช้ในการเลือกใช้สารหล่อลื่นที่ถูกต้องที่มักจะถามคือ เราควรใช้สารหล่อลื่นแบบน้ำมัน (Oil Lubricant) หรือจารบี (Grease) และเราควรเลือกสารหล่อลื่นแบบธรรมชาติ (Mineral) หรือสารหล่อลื่นแบบสังเคราะห์ (Synthetic) ซึ่งมีประโยชน์ในการใช้งานต่างกัน ดังนี้คือ

จารบี (Grease)

จารบี เป็นสารหล่อลื่นแบบผสมที่ได้มาจากการรวมกันของสารหล่อลื่นแบบน้ำมันและสารแข็งตัวจำพวกสบู่แบบ Metal Hydroxide Alkali (ซึ่งมีส่วนประกอบของสารโซเดียม ลิเธียม และกรดไขมัน เป็นหลัก) ทำให้เมื่อสังเกตลักษณะทางกายภาพภายนอกจะพบว่า จารบีมีลักษณะคล้ายสารกึ่งเหลวกึ่งแข็งในขณะทำงานจารบีจะทำหน้าที่เปรียบเสมือนฟองน้ำ นั่นคือ เมื่อเกิดความร้อนขึ้นในเครื่องจักร จารบีจะละลายเป็นน้ำมันมาหล่อลื่นผิวสัมผัสและรับความร้อนมาจากส่วนนั้นจนกระทั่งเมื่อเย็นตัวลง จารบีจะเปลี่ยนสภาพกลับมาสู่สารกึ่งแข็งตามเดิม ผลจากคุณลักษณะที่คล้ายฟองน้ำของจารบีนี้ จะทำให้ชุดตลับลูกปืนที่ใช้จารบีในการหล่อลื่นจะทำงานที่อุณหภูมิสูงกว่าชุดตลับลูกปืนที่ใช้น้ำมันเป็นสารหล่อลื่น

ตารางที่ 4.5 เปรียบเทียบการหล่อลื่นด้วยน้ำมันและจารบี

จารบี	น้ำมัน
เกาะจับได้ดีเหมาะกับชิ้นส่วนที่เปิด	อาจไหลออกได้ต้องอยู่ในส่วนที่ปิด
เหมาะกับการใช้งานหนัก	เหมาะกับเครื่องจักรที่ปราณีต
ไม่ต้องเติมบ่อยครั้ง	เหมาะกับเครื่องที่ต้องระบายความร้อน

สารหล่อลื่นแบบน้ำมัน (Oil Lubricant)

เป็นผลผลิตจากการกลั่นน้ำมันดิบในอุตสาหกรรมปิโตรเลียม ซึ่งเกิดขึ้นในโรงกลั่นน้ำมันทั่วไป ซึ่งสาร หล่อลื่นแบบน้ำมันมีข้อดีคือ หาซื้อได้ง่าย ทำความสะอาดได้ง่าย รวมถึงยังช่วยชำระล้างสิ่งสกปรกได้ดีมาก ทำให้ ชิ้นส่วนสะอาดและความร้อนในการทำงานลดลงอีกด้วย วิศวกรหรือช่างเทคนิคทั่วไปควรเลือกใช้สารหล่อลื่นแบบน้ำมันก่อน หากไม่ได้ผลจึงควรเปลี่ยนมาใช้จารบี

สารหล่อลื่นธรรมชาติ (Mineral Lubricant)

สารหล่อลื่นธรรมชาติจะเกิดมาจากการนำ น้ำมันที่ผ่านการกลั่นมาใส่ส่วนผสมพิเศษ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วเรียกกระบวนการ Paraffinic หรือกระบวนการ Napthenic ซึ่งเป็นกระบวนการกลั่นทั้งสองกระบวน

สารหล่อลื่นธรรมชาติ (Mineral Lubricant)

สารหล่อลื่นธรรมชาติจะเกิดมาจากการนำ น้ำมันที่ผ่านการกลั่นมาใส่ส่วนผสมพิเศษ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วเรียกกระบวนการ Paraffinic หรือกระบวนการ Napthenic ซึ่งเป็นกระบวนการกลั่นทั้งสองกระบวน

สารหล่อลื่นสังเคราะห์ (Synthetic Lubricant)

สารสังเคราะห์จะถูกสังเคราะห์จากของเหลว ซึ่งจะทำให้มีการจัดเรียงโครงสร้างทางโมเลกุลของ สารหล่อลื่นเปลี่ยนแปลงไป โดยทั่วไปแล้วจะทำให้ สารมีความบริสุทธิ์มากกว่าเดิมประมาณ 1 ถึง 1.5 เท่า รวมทั้งมีความเสถียรและคงตัวในการทำงานในสภาวะ ทำงานต่างๆ ได้ดีกว่าเดิม แต่ราคาของสารหล่อลื่น แบบสังเคราะห์จะสูงกว่าแบบธรรมชาติถึงกว่า 4 เท่า ซึ่งในการใช้งานทั่วไป แม้ว่าราคาของน้ำมันสังเคราะห์จะ สูงกว่า แต่มักจะคุ้มทุนในระยะเวลาที่เหมาะสม โดย ในตารางที่ 4.4 ได้แสดงข้อดีของสารหล่อลื่นแบบสังเคราะห์เมื่อเทียบกับสารหล่อลื่นชนิดอื่นๆ

สารเติมแต่งในสารหล่อลื่น (Additive)

ในกระบวนการกลั่นน้ำมันเพื่อให้ได้มาซึ่ง สารหล่อลื่นที่ใช้งานได้อย่างยาวนานและมีประโยชน์สูงสุด ทางผู้ผลิตจะใส่สารพิเศษบางชนิดเพื่อยกระดับประสิทธิภาพของสารหล่อลื่น โดยทั่วไปแล้วสารพิเศษเหล่านี้มักอยู่ในรูปของของแข็ง เช่น แกรไฟท์ โมลิบดีนัมไดซัลไฟด์ และ PTFE เป็นต้น ซึ่งหน้าที่ของสารหรือแร่ธาตุเหล่านี้จะเปรียบเสมือนกำแพงกั้นสำหรับผิวโลหะสองพื้นผิวที่จะสัมผัสกัน และแร่ธาตุเหล่านี้ยังทำหน้าที่เติมผิวส่วนที่เป็นหลุมของโลหะให้มีสภาพทางกายภาพที่ดีขึ้น เมื่อผิวโลหะต่างๆ มีสภาพที่ดีขึ้นแล้วผลที่ตามมาคือ การใช้สารหล่อลื่นในเครื่องจักรที่น้อยลงใน เครื่องจักรนั่นเอง

เทคนิคการเลือก 4R

โดยทั่วไปแล้ว การตัดสินใจเลือกสารหล่อลื่นที่มีประสิทธิภาพมักจะนิยมใช้หลักการง่าย ๆ 4 อย่าง ซึ่ง รู้จักกันในชื่อของ 4R โดยมีผลต่อการประหยัดพลังงานในเครื่องจักรเป็นอย่างยิ่ง หากเลือกใช้อย่างถูกวิธี ซึ่งใน 4R มีรายละเอียดดังนี้

1) R - Right Lubricant Type

เลือกชนิดของสารหล่อลื่นให้ถูกต้อง โดยยึดหลักเบื้องต้นดังนี้

* เลือกค่าความหนืดของสารหล่อลื่นให้ตรงตามวัตถุประสงค์และการใช้งานของเครื่องจักร

* เลือกใช้ลักษณะของสารหล่อลื่น แบบน้ำมันหล่อลื่นหรือจารบีให้ถูกต้อง

* เลือกสารหล่อลื่นที่ส่งผลกระทบต่ออุปกรณ์และสภาพการทำงานร่วมให้น้อยที่สุด

2) R - Right Place

* เลือกใช้สารหล่อลื่นให้เหมาะสมกับสภาพพื้นผิวต่าง ๆ เช่น ในส่วนของชุดตลับลูกปืนมักจะถูกออกแบบ ให้มีร่องภายในเพื่อให้สารหล่อลื่นสามารถไหลผ่าน ไปยังพื้นผิวสัมผัสต่างๆ เพื่อลดแรงเสียดทานได้ เป็นต้น

* ในการหล่อลื่นอุปกรณ์ฟันเฟืองต่างๆ ควรใช้วิธีการหยดสารหล่อลื่นในจุดร่วมของฟันเฟือง 2 ฟันเฟืองที่ขบกันอยู่

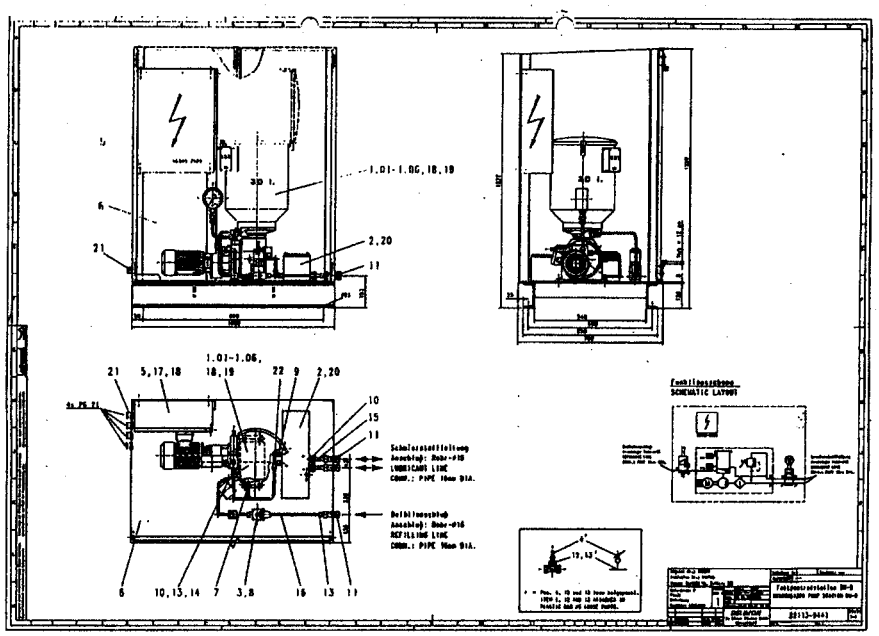
3) R - Right Amount

* ต้องพิจารณาปัจจัยต่างๆ เพื่อหาความต้องการของสารหล่อลื่นในอุปกรณ์ต่างๆ ซึ่งแน่นอนว่าต่างอุปกรณ์ก็ย่อมมีความต้องการสารหล่อลื่นที่ต่างกัน โดยพิจารณาปัจจัยต่างๆ จากการออกแบบในชุดตลับลูกปืน, ความฟิต (หลวม-แน่น) ของอุปกรณ์ ความเร็วของเครื่องจักร ภาระงาน (Load) ของเครื่องจักร ชนิดของสารหล่อลื่น สภาพแวดล้อมของงาน และพื้นที่ผิวของส่วนที่ต้องการหล่อลื่น

4) R- Right Time

* วิศวกรและช่างเทคนิคควรมีตารางการบำรุงรักษาเครื่องจักรต่าง ๆ โดยนำช่วงเวลาในการเปลี่ยน สารหล่อลื่นเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญของการบำรุงรักษาด้วย

* โดยทั่วไปแล้ว การเติมสารหล่อลื่นที่พร่อง หายไปหรือหมดอายุใช้งาน ควรเติมในจำนวนน้อย แต่เติมบ่อย จะให้ประโยชน์มากกว่าการเติมสารหล่อลื่นแต่ละครั้งเป็นจำนวนมากแต่นานนานครั้งจึงจะเติม



ภาพที่ 4.25 แสดงขั้นตอนการบำรุงรักษาเครื่องจักร

ข้อปฏิบัติในการเติมจารบีในถัง

เมื่อจาระบีในถังหมด มีขั้นตอนการเปลี่ยนดังนี้

1. คลายน็อตหางปลา แล้วถอดฝาครอบออกจากถังจาระบี
2. เติมจาระบีลงไปในถัง ไม่ควรเติมล้นถังออกมา
3. ในการเติมจาระบี ควรระวังฝุ่นหรือดินเข้าไปในจาระบี เนื่องจากจะทำให้แบริ่งเสียหายได้
4. ปิดฝาครอบถังจาระบีกลับเข้าที่เดิม

12. การตรวจสอบและขันโบล์ทและนัท

12.1 สภาพการใช้งาน

โบล์ทและนัทเป็นอุปกรณ์ชิ้นส่วนชนิดหนึ่งทำหน้าที่ยึดงานหรือโครงสร้างให้ติดกันโดยไม่ต้องเชื่อม สามารถที่จะถอดออกได้เมื่อต้องการโบล์ทและนัทจึงมีประโยชน์และนิยมมากในงานโครงสร้าง สามารถยืดหยุ่นให้กับชิ้นส่วนเครื่องจักรโครงสร้าง

12.2 ปัญหาที่เกิดขึ้น

เนื่องจากเครื่องจักรทำงานมีการสั่นสะเทือนเมื่อใช้งานไปซักระยะหนึ่ง จุดต่อหรือชุดยึดต้องเกิดการคลายตัวหลวมคอนเกิดขึ้น จึงต้องมีการตรวจสอบเพราะถ้าปล่อยไว้จะสร้างความเสียหายให้กับโครงสร้างได้

12.3 แนวทางการบำรุงรักษาและซ่อมแซม

ควรมีการตรวจสอบทุกๆ 250 ชั่วโมง ควรขันให้ได้แรงบิดที่แสดงในตาราง ในกรณีที่หลวมหรือเสียหายควรดำเนินการเปลี่ยนด้วยระดับคุณภาพเดิมหรือคุณภาพที่ดีกว่า

ควรทำความสะอาดเกลียวโบล์ทและนัทก่อนที่จะใส่กลับ และควรทาสารหล่อลื่นที่บริเวณโบล์ทและนัทเพื่อลดแรงเสียดสี

ตารางที่ 4.6 การขันน๊อตตามมาตรฐาน

Thread size	Tightening torque	Initial tensioning force
M 42	4070 Nm	526000 N
M 48	6140 Nm	693000 N
M 56	9840 Nm	959000 N
M 64	14300 Nm	1268000 N
M 72 x 6	20800 Nm	1600000 N
M 80 x 6	28900 Nm	1950000 N
M 90 x 6	41650 Nm	2550000 N
M 100 x 6	57800 Nm	3200000 N

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

Thread size	Tightening torque (with $\mu = 0.14$)	
	Strength class 8.8	Strength class 10.9
M 10	49 Nm	69 Nm
M 12	86 Nm	120 Nm
M 16	210 Nm	295 Nm
M 20	410 Nm	580 Nm
M 24	710 Nm	1000 Nm
M 30	1450 Nm	2000 Nm
M 36	2530 Nm	3560 Nm
M 42	4070 Nm	5720 Nm
M 48	6140 Nm	8640 Nm
M 56	9840 Nm	13850 Nm
M 64	14300 Nm	21000 Nm

13. งานเปลี่ยนสารหล่อลื่น

13.1 สภาพการใช้งาน

สารหล่อลื่นเป็นสิ่งจำเป็นมากเพื่อป้องกันการสึกหรอของเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ ที่สำคัญ สารหล่อลื่นย่อมมีการเสื่อมสภาพของตัวมันเองเมื่อใช้งานไประยะหนึ่ง คุณสมบัติของสารหล่อลื่นจะลดลง จากสภาวะความร้อนสูง ฝุ่น น้ำ ทำให้ไม่สามารถปกป้องชิ้นส่วนเครื่องจักรได้ถ้าไม่มีการเปลี่ยนสารหล่อลื่นเข้าไปใหม่ จะส่งผลทำให้ชิ้นส่วนเครื่องจักรพังในที่สุด

13.2 ปัญหาที่เกิดขึ้น

ความสำคัญของระยะเวลาเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่อง

น้ำมันหล่อลื่นผลิตขึ้นจากน้ำมันพื้นฐานและสารเพิ่มคุณภาพในปริมาณที่พอเหมาะหลายชนิดพอสรุปได้ดังนี้

- สารเพิ่มดัชนีความหนืด (Viscosity Index Improvers)
- สารชะล้างและกระจายคราบเขม่า (Detergency and Dispersancy Additives)
- สารป้องกันปฏิกิริยาอ๊อคซิเดชั่น (Oxidation Inhibitors)
- สารป้องกันการกัดกร่อน (Corrosion Inhibitors)
- สารเพิ่มความเป็นด่าง (Alkaline Additives)
- สารป้องกันการสึกหรอ (Anti-wear Additives)
- สารรับแรงกดสูง (Extreme Pressure Additives)
- สารป้องกันฟอง (Anti-foam Additives)
- สารลดจุดไหลเท (Pour Point Depressants)

น้ำมันพื้นฐานและสารเพิ่มคุณภาพบางตัวข้างบนจะถูกใช้หมดสภาพไปเรื่อยๆ เพื่อรักษาและปกป้องเครื่องจักรให้อยู่ในสภาพปกติ ดังนั้นน้ำมันหล่อลื่นเมื่อถูกใช้งานไประยะหนึ่ง น้ำมันพื้นฐานจะเริ่มเสื่อมสภาพลงเป็นผลให้ความหนืดเปลี่ยนแปลงไป และเกิดสารเคมีจำพวกกรดที่มีอำนาจการกัดกร่อน พร้อมทั้งสารเพิ่มคุณภาพจะเริ่มหมดไป เป็นสาเหตุให้เราต้องเปลี่ยนถ่ายน้ำมันใหม่ที่มีความหนืดถูกต้องและมีสารเพิ่มคุณภาพเต็มจำนวน เพื่อให้เครื่องจักรทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพต่อไป

สิ่งเจือปนในน้ำมันหล่อลื่นอื่นๆ เช่น เศษโลหะจากการสึกหรอ เขม่า น้ำ และตัวเนื้อน้ำมันพื้นฐานที่เสื่อมคุณภาพแล้ว จะเพิ่มปริมาณขึ้นอยู่ตลอดเวลาถึงแม้ว่าจะมีกรองน้ำมันช่วยกรองสารเหล่านี้แล้ว แต่ยังมีสิ่งเจือปนขนาดเล็กแขวนลอยอยู่ในน้ำมันได้ แต่อย่างไรก็ตามเมื่อใช้น้ำมันหล่อลื่นไประยะหนึ่งสารเจือปนเหล่านี้จะมีเกินกำหนด ทำให้น้ำมันเสื่อมสภาพและต้องเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องในที่สุด

จากการเสื่อมสภาพของน้ำมันข้างต้นเป็นการยากที่ผู้ใช้น้ำมันจะสังเกตได้ว่าน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้อยู่ได้เสื่อมสภาพไปมากน้อยเท่าไรแล้ว ผู้ใช้จึงควรเปลี่ยนถ่ายน้ำมันหล่อลื่นตามระยะเวลาที่ผู้ผลิตได้กำหนดไว้ ซึ่งระยะเวลาดังกล่าวได้มาจากประสบการณ์ของผู้ผลิตเครื่องจักรและคุณภาพของน้ำมันหล่อลื่นตามที่ผู้ผลิตเครื่องจักรได้แนะนำไว้

13.3 แนวทางการบำรุงรักษาและซ่อมแซม

ในการบำรุงรักษานั้นจะต้องเปลี่ยนถ่ายสารหล่อลื่นเป็นประจำ ตามที่ผู้ผลิตเครื่องจักรกำหนดมา ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 แสดงระยะเวลาการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันและสารหล่อลื่นของ Stacker with Tripper Car

Stacker with Tripper Car				
Equipment Description	**Grade**	**Number of units**	**Quantity per machine (liter)**	**Frequency of Change**
Long Travel Drives				
Bevel Helical	ISO VG 220	22	213.4	ทุกๆ 5,000 ชม. หรือ 12 เดือน
Rail clamp hydraulic	ISO VG 46	2	4	
Conveyor drive				
Gear reducer	ISO VG 320	4	980	ทุกๆ 8,000 ถึง 10000 ชม. หรือ
Fluid Coupling	ISO VG 32	4	148	5 ปี
Electro-hydraulic Brake Thrustor	ISO VG 10	4	36.8	
Slew / Luffing Drive				
Planetary Gearbox-Slew	ISO VG 220	3	103.5	ทุกๆ 2,000 ชม. หรือ 12 เดือน
Planetary Gearbox-brake	Automatic transmission fluid	3	0.3	
Hydraulic System	ISO VG 46	1	2000	
Crawler Drive				
Planetary Gear box	ISO VG 320	2	362	ทุกๆ 8,000 ถึง 10000 ชม. หรือ
Electro-hydraulic Brake Thrustor	ISO VG 10	2	8.4	5 ปี

ตารางที่ 4.7 (ต่อ)

Stacker with Tripper Car				
Equipment Description	**Grade**	**Number of units**	**Quantity per machine (liter)**	**Frequency of Change**
Rope winch				
Planetary Gearbox	ISO VG 220	1	24	ทุกๆ 2,000 ชม. หรือ 12 เดือน
Angular Gear Box	ISO VG 220	1	0.75	
Crawler chain Tensioning Device				
Hydraulic System				ทุกๆ 2,000 ถึง 5,000 ชม. หรือ
	ISO VG 46	2	50	12 เดือน
Conveyor Belt Tensioning Device				
Hydraulic System				ทุกๆ 2,000 ถึง 5,000 ชม. หรือ
	ISO VG 46	2	30	12 เดือน

ตารางที่ 4.8 แสดงระยะเวลาการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันและสารหล่อลื่นของ Conveyor System

Conveyor System				
Equipment Description	**Grade**	**Number of units**	**Quantity per machine (liter)**	**Frequency of Change**
Conveyor drive				
Gear Box	ISO VG 320	26	338	ทุกๆ 5000 ชม. หรือ 12 เดือน
Conveyor drive				
Electro-hydraulic Brake Thrustor	ISO VG 10	26	6	ทุกๆ 8000 ถึง 10000 ชม. หรือ 5 ปี
Central				
Lubrication Unit	EP-multipurpose grease ,lithiumbased	10	100 kg.	ทุกๆ ครั้ง

ตารางที่ 4.9 แสดงระยะเวลาการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันและสารหล่อลื่นของ Semi-Mobile Crusher

Semi-mobile Crusher				
Equipment Description	**Grade**	**Number of units**	**Quantity per machine (liter)**	**Frequency of Change**
Sizer Drives				
Gear box	ISO VG 320	2	418	ทุกๆ 5000 ชม. หรือ 12 เดือน
Feeder				
Hydraulic System	ISO VG 46	1	800	ทุกๆ 5000 ชม. หรือ 12 เดือน
Discharge Drive				
Gear box	ISO VG 460	1	74	ทุกๆ 4000 ชม. หรือ 12 เดือน

14. รางรถไฟ และ ประกับรางรถไฟ (Rail Clamp)

14.1 สภาพการใช้งาน

รางรถไฟและประกับรางรถไฟออกแบบมาสำหรับรองรับการทำงานของ Stacker with Tripper Car โดยที่ส่วนของ Tripper Car จะเคลื่อนตัวบนโต๊ะสายพานมีรางรถไฟเป็นตัวรองรับอยู่

การติดตั้งรางรถไฟจะมีตัวยึดอยู่ซึ่งเรียกว่าประกับรางรถไฟ ออกแบบมาเพื่อยึดระหว่างรางรถไฟที่นำมาต่อกัน

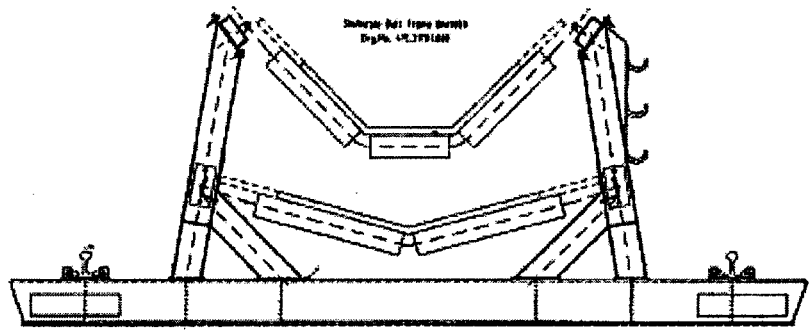
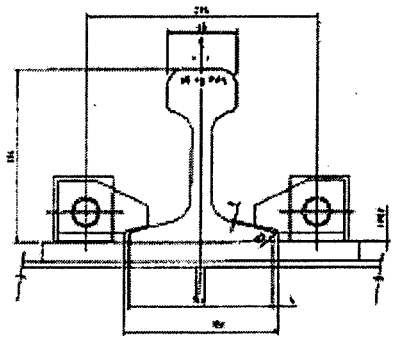


Figure: Rails at shiftable belt frame.



Fixation of the rails by rail clamps.

ภาพที่ 4.26 แสดงการติดตั้งรางรถไฟ

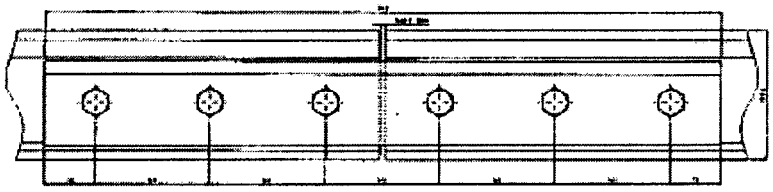


Figure: Rail Connection.

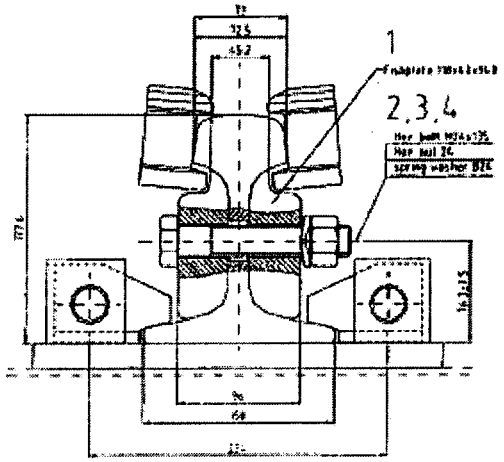


Figure: Rail Connection (Cross Section).

ภาพที่ 4.27 แสดงการติดตั้งประกับรางรถไฟ

14.2 ปัญหาที่เกิดขึ้น

จากปัญหาที่เกิดขึ้นจากการที่โบล์ทและนัทขาดหรือเสียหาย ประกับรางรถไฟแตกหรือหักนั้น ส่งผลต่อความแข็งแรงของรางรถไฟเนื่องจากรางรถไฟต้องนำมาต่อกัน เมื่อประกับรางรถไฟชำรุดทำให้เครื่องจักร Tripper Car เคลื่อนตัวได้

14.3 แนวทางการบำรุงรักษาและซ่อมแซม

การบำรุงรักษาชุดรางรถไฟและประกับรางรถไฟ

- ตรวจเช็คสลักโบล์ระหว่างประกับ ท้าเสียหายให้เปลี่ยนใหม่ทันที
- ตรวจเช็คสลักโบล์เกิดการคลายตัว ให้ขันให้แน่นตามตาราง
- หล่อลื่นรางรถไฟด้วยน้ำมันเก่า
- ตรวจเช็ครายแตกร้าวบนประกับ ถ้าพบให้แก้ไขเปลี่ยนใหม่ทันที

15. พูลเล่ย์ (Conveyor Pulleys)

15.1 สภาพการใช้งาน

การส่งกำลังด้วยสายพาน (Pulley)

การส่งกำลังด้วยสายพาน นิยมใช้ในงานอุตสาหกรรมเหมืองแร่เช่นกัน เนื่องจากบำรุงรักษาง่าย อะไหล่ราคาถูกและน้ำหนักเบา การส่งกำลังลักษณะนี้จะประกอบด้วยพูลเล่ย์สายพาน(Pulley) 2 ตัวคือ ตัวขับและตัวตาม และต้องมีสายพาน (Belt) เป็นตัวส่งถ่ายกำลังขับเคลื่อน

ภาพที่ 4.28 แสดงการส่งกำลังด้วยสายพาน

15.2 ปัญหาที่เกิดขึ้น

จากปัญหาที่เกิดขึ้นพบว่าความเสียหายของพูลเล่ย์มาจากการโดนขัดสีจากสายพาน และดินทำให้ยางของพูลเล่ย์สึกบางจนหมดเกิดเสียงดังอาจทำให้พูลเล่ย์แตกได้ต่อไป ซึ่งจะเป็นปัญหาต้องถอดพูลเล่ย์ออกหรือไม่สามารถใช้งานได้ในที่สุด

15.3 แนวทางการบำรุงรักษาและซ่อมแซม

การบำรุงรักษา

- ตรวจเช็คความผิดปกติ การสึกหรอของ Lagging ถ้าสึกหรอมากจนบางควรส่งหล่อ Lagging ใหม่ และหาสาเหตุของการสึกหรอ แล้วแก้ไขโดยด่วน
- ตรวจเช็คความผิดปกติ ของเสียง ถ้าเกิดเสียงผิดปกติ หาสาเหตุการเกิดเสียงแล้วแก้ไขก่อที่ Pulley จะเสียหาย
- อัดจาระบีที่ Plummer block ก่อนทำงานครั้งแรกทุกครั้ง และประจำ เพื่อป้องกัน แบริ่ง เสียหาย และทำให้เพลาชำรุด
- ตรวจเช็คความร้อนสม่ำเสมอด้วย Temp gun ไม่ให้ความร้อนสูงเกิน 80 °C
- ตรวจเช็คความผิดปกติ ของเสื้อ Pulley เช่นเกิดรอยแตกร้าว ต้องถอดออกเพื่อแก้ไขโดยด่วน

16. ปะเก็น (Packing)

16.1 สภาพการใช้งาน

ปะเก็นเป็นชิ้นส่วนที่สำคัญมากส่วนหนึ่งที่ช่วยป้องกันการไหลออกหรือการแทรกซึมของวัสดุเหลว, ก๊าซหรือของแข็ง (เช่น ฝุ่น) ในบริเวณที่ชิ้นส่วนมาเชื่อมต่อกัน

ประเภทของปะเก็น

ปะเก็นจะแบ่งออกเป็นลักษณะของปะเก็นสถิตย์ (Static) และปะเก็นพลวัตหรือปะเก็นแบบหยุ่นตัว (Dynamic) ปะเก็นที่กล่าวมาทั้งสองนี้จะนำมาใช้งานในลักษณะเป็นปะเก็นรับแรงดัน และปะเก็นป้องกัน

1. ปะเก็นแรงดัน มีหน้าที่อุดกั้นช่องว่างต่างๆ ของชิ้นส่วนที่ยึดเข้าด้วยกันที่มีแรงดันมากระทำ ดังนั้น ปะเก็นจะมีผลของประสิทธิภาพของปั๊มและกำลังงานที่ได้จากเครื่องต้นกำลังเป็นอย่างมาก

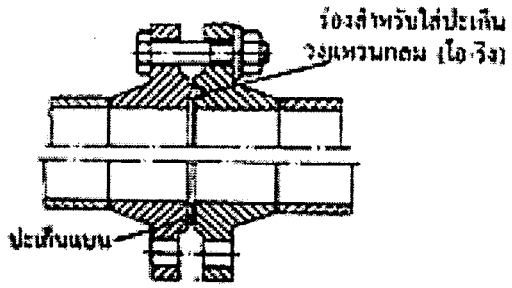
2. ปะเก็นป้องกัน มีหน้าที่ป้องกันการแทรกซึมของวัสดุภายนอก (เช่น ฝุ่น) หรือป้องกันการไหลซึมออกของน้ำมันหล่อลื่นจากรอยต่อของชิ้นส่วนที่ยึดเข้าด้วยกัน

ในการใช้งานในหลายลักษณะ ปะเก็นจะทำหน้าที่ทั้งสองได้

ปะเก็นรับแรงดันลักษณะปะเก็นสถิตย์ ผิวโลหะที่ผ่านการปาดผิวจะมีความหยาบมากน้อยไม่เท่ากันด้วยเหตุนี้ผิวหน้าที่มาสัมผัสกันจะมีผิวสัมผัสไม่เพียงพอที่จะป้องกันการรั่วเล็ดลอดของของเหลวหรือก๊าซได้ แต่ถ้าหากมีการเจียระไนผิวที่สัมผัสกันแล้ว ก็จะทำให้ผิวนี้สามารถอุดป้องกันการรั่วได้มากขึ้นจนไม่จำเป็นต้องใช้น้ำยาทากันการรั่วก็ได้ ปะเก็นโลหะบนผิวโลหะจะมีข้อดีว่าสารที่ใช้ทำงานจะไม่สามารถทำให้วัสดุปะเก็นสกปรก ได้ปะเก็นนี้นิยมนำมาใช้ระหว่างลิ้นเรียวและบ่าลิ้นในเครื่องยนต์เผาไหม้ แต่ก็มีข้อเสียคือ การจะเจียระไนให้ผิวบริเวณเล็กๆ สัมผัสกันได้อย่างแม่นยำจะต้องใช้เวลามากและทำให้ต้นทุนสูงขึ้นด้วย ด้วยเหตุนี้จึงนิยมใช้ปะเก็นมีไส้สอดอยู่ ปะเก็นนี้จะประกอบไปด้วยวัสดุที่สามารถเปลี่ยนรูปได้ที่สามารถอัดบนผิวที่ไม่เรียบได้ดังภาพที่ MC-PACKING1 นั่นคือ ปะเก็นที่ยิ่งบางก็ยิ่งมีผิวจับผิวงานน้อยลง ซึ่งจะทำให้ถูกอัดทำลายได้ง่าย วัสดุปะเก็นจะต้องมีการเลือกให้เหมาะกับภาวะระดับความดันภายใน อุณหภูมิและปฏิกิริยาทางเคมี

ปะเก็นอ่อน

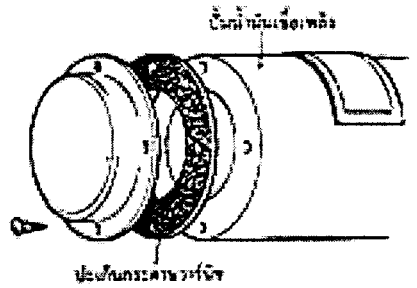
จะผลิตจากยาง หนัง วัลเคไนซ์ไฟเบอร์ กระดาษ (ส่วนมากจะจุ่มชุมในน้ำมันหรือเรซินพลาสติก) และวัสดุแอสเบสตอส (60 ถึง 90 %)โดยให้ยางเทียมหรือพลาสติกเรซินเป็นสารเชื่อมประสาน รวมทั้งเศษหิน แป้งที่ใช้ในการเติมรูพรุน ปะเก็นอ่อนจึงเหมาะใช้กับงานที่รับแรงดันต่ำและปานกลาง เมื่อใส่ปะเก็นวงแหวนกลม ดังภาพที่ MC-PACKING2 ก็จะทำให้สามารถป้องกันแรงดันภายในได้โดยที่ไม่จำเป็นต้องขันอัดปะเก็นนี้มากๆ แต่อย่างใด



ภาพที่ 4.29 หน้าแปลนยึดต่อกันที่มีปะเก็นวงแหวนกลมและปะเก็นแบน

ปะเก็นกระดาษวาร์นิช (Varnished Paper)

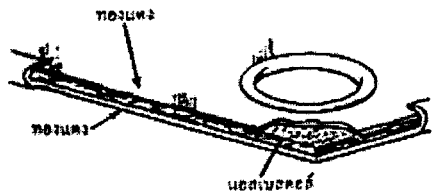
เหมาะสำหรับใช้งานบริเวณที่สามารถดูดซับของเหลวให้เข้าไปอยู่ในปะเก็นได้ ด้วยเหตุนี้ปะเก็นกระดาษวาร์นิชจึงห้ามมีรอยร้าวหรือเกิดการเสียหายแต่อย่างใดก่อนทำการประกอบ



ภาพที่ 4.30 ปะเก็นกระดาษวาร์นิช

ปะเก็นโลหะวัสดุอ่อน

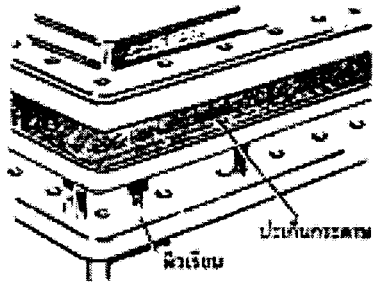
จะทำจากวัสดุอ่อนที่มีเปลือกโลหะหุ้มอยู่หรือสอดอยู่ข้างใน เช่น ปะเก็นทองแดงแอสเบสตอส โดยวัสดุอ่อนจะทำหน้าที่อุดป้องกันการรั่วซึม ส่วนที่เป็นโลหะจะเพิ่มความแข็งแรงให้กับปะเก็น ใช้งานที่อุณหภูมิสูงได้ดี ก่อนประกอบให้ทาจาระบีเสียก่อน



ภาพที่ 4.31 ปะเก็นทองแดงหุ้มแอสเบสตอส

ปะเก็นกระดาษ

จะใช้งานในที่อุณหภูมิไม่สูงมีความหนา-บางแตกต่างกัน (ดูภาพที่ MC-PACKING4)



ภาพที่ 4.32 ปะเก็นกระดาษ

16.2 ปัญหาที่เกิดขึ้น

ปะเก็นเมื่อใช้ไปเป็นเวลานาน หรือถอดชิ้นส่วนเครื่องจักรออกทำให้ปะเก็นชำรุดเสียหายถ้าไม่เปลี่ยนนำไปใช้ต่อ จะมีการรั่วซึมของสารหล่อลื่น เนื่องจากปะเก็นไม่สามารถกักสารหล่อลื่นได้

16.3 แนวทางการบำรุงรักษาและซ่อมแซม

การบำรุงรักษา

- ควรใส่ปะเก็นให้ถูกชนิดและหน้าที่การใช้งาน ปะเก็นบางชนิดอาจไม่ทนความร้อนถ้านำไปใช้กับเครื่องจักรที่มีความร้อนสูงอาจเสียหายได้
- ควรทาสารหล่อลื่นก่อนประกอบ
- ควรประกอบและติดตั้งอย่างระมัดระวัง
- เมื่อถอดปะเก็นออกมาควรจะเปลี่ยนของใหม่แทน
- ควรใช้ปะเก็นให้ถูกขนาดและเป็นของแท้มีคุณภาพสูง

บทที่ 5
สรุปการศึกษา อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

กิจการร่วมค้า เอ็นดับเบิ้ลยูอา-เอสบีซีซี ดำเนินธุรกิจขุด-ขนดินและถ่านหิน ปริมาณประมาณ 240.0 ล้านลูกบาศก์เมตรแน่น ด้วยระบบสายพานลำเลียง (Conveyor System) ความยาว17 กิโลเมตร ที่เหมืองแม่เมาะ จังหวัดลำปาง โดยการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยเป็นเจ้าของงาน จากการศึกษา การทำคู่มือการบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบสายพานลำเลียง ของกิจการร่วมค้า เอ็นดับเบิ้ลยูอา-เอสบีซีซี เนื่องจากเครื่องจักรต้องทำงาน 24 ชั่วโมง เพื่อให้เครื่องจักรทำงานได้ตลอดเวลา ไม่ส่งผลกระทบต่อการทำงานของบริษัท จึงได้นำระบบบำรุงรักษาเครื่องจักร กระบวนการซ่อมบำรุงรักษาเพื่อป้องกันความเสียหาย หรือที่เรียกว่า การบำรุงรักษาเพื่อป้องกัน (Preventative Maintenance) โดยมีขั้นตอนในการทำกิจกรรมบำรุงรักษาประกอบด้วย 16 ขั้นตอน ด้วยกันคือ 1) การเตรียมการ 2) โครงสร้างเหล็ก 3) เกียร์เปิดขับหมุน 4) ชุดขับ 5) ตลับลูกปืนหรือแบริ่ง 6) เบรก 7) ชุดกวาดดิน 8) สายพาน 9) ปล่อง 10) ระบบไฮดรอลิก 11) สารหล่อลื่น 12) การตรวจสอบและขันโบล์ทและนัท 13) งานเปลี่ยนสารหล่อลื่น 14) รางรถไฟ และ ประกับรางรถไฟ 15) พูลเล่ย์ และ 16) ปะเก็น

ซึ่งในการทำกิจกรรมบำรุงรักษานั้น ทำในส่วนของเครื่องจักรในระบบสายพานลำเลียง

สรุปการศึกษา

การศึกษาเรื่อง คู่มือบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบสายพานลำเลียง ของกิจการร่วมค้า เอ็นดับเบิ้ลยูอา-เอสบีซีซี มีวัตถุประสงค์ คือ เพื่อจัดทำคู่มือการบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบสายพานลำเลียง ตามสภาพการใช้งาน ปัญหาที่เกิดขึ้น และแนวทางการบำรุงรักษา

คู่มือการบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบสายพานลำเลียง มีขั้นตอนในการทำกิจกรรมบำรุงรักษา ที่ครอบคลุม ประกอบด้วย 16 ขั้นตอนดังนี้

1. การเตรียมการ
2. โครงสร้างเหล็ก (Steel Structure)
3. เกียร์เปิดขับหมุน (Slew Bearing and Slew Gear)
4. ชุดขับ (Gear Boxes and Motors)
5. ตลับลูกปืนหรือแบริ่ง (Bearing)
6. เบรค (Brakes for Conveyor and Crawler Drive Units)
7. ชุดกวาดดิน (Scraper and Belt Cleaner)
8. สายพาน (Conveyor Belt)
9. ปล่อง (Chutes)
10. ระบบไฮดรอลิก (Hydraulic)
11. สารหล่อลื่น (Lubricants and Lubrication Units)
12. การตรวจสอบและขันโบล์ทและนัท
13. งานเปลี่ยนสารหล่อลื่น
14. รางรถไฟ และ ประกับรางรถไฟ (Rail Clamp)
15. พูลเล่ย์ (Conveyor Pulleys)
16. ปะเก็น (Packing)

อภิปรายผล

เนื่องจากการการทำคู่มือบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบสายพาน มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดทำคู่มือบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบสายพานลำเลียง พัฒนาระบบและกระบวนการของการบำรุงรักษาเครื่องจักร ของแผนกสายพานลำเลียง และสนับสนุนการซ่อมบำรุงเครื่องจักรในระบบสายพานลำเลียงที่มีประสิทธิภาพ ของแผนกสายพานลำเลียง ยังไม่ถือว่าเป็นคู่มือเชิงลึก แต่เป็นคู่มือพื้นฐานงานบำรุงรักษาเครื่องจักร เพราะชิ้นส่วนบางจุดมีความซับซ้อนของการออกแบบมากยากที่จะเข้าถึง และเข้าใจเหมือนผู้ผลิตเครื่องจักรโดยตรง

ข้อเสนอแนะ

การบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบสายพานลำเลียง ผู้บริหารในทุกระดับชั้นต้องมองเห็นความสำคัญของการบำรุงรักษา และต้องให้การสนับสนุน ให้คำปรึกษาและให้กำลังใจในการทำงานแก่พนักงานทุกระดับชั้น เพื่อที่จะได้เป็นขวัญและกำลังใจในการทำงาน

จะเห็นได้ว่า การทำการบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบสายพานลำเลียง ของกิจการร่วมค้า เอ็นดับเบิ้ลยูอา-เอสบีซีซี จะสามารถสัมฤทธิผลได้ก็ต่อเมื่อได้มีการร่วมมือร่วมใจจากพนักงานผู้บำรุงรักษาเครื่องจักร ในการที่ทำความเข้าใจหลักการ ให้ความรู้ความเข้าใจแก่ผู้เกี่ยวข้องได้อย่างถูกต้องอย่างต่อเนื่อง

การทำให้ระบบมีการทำงานที่ดีขึ้นในอนาคตนั้น จะต้องมีการรักษาระบบการบำรุงรักษาที่ทำอยู่ให้มั่นคง มีการพัฒนาอยู่ตลอดไม่หยุดนิ่ง โดยการส่งเสริมหาความรู้วิธีการและเทคโนโลยีใหม่

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

ชลัท อุยถาวรเจริญ และส่งเสริม ไชยสุนทร (2541) *งานชิ้นส่วนเครื่องจักรกลทั่วไป* กรุงเทพมหานคร สำนักพิมพ์เอมพันธ์

ธานี อวมออ (2546) *การบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีสวนรวม* กรุงเทพมหานคร พีค บลูส

สุรพล ราษฎร์นุ้ย (2545) *วิศวกรรมการบำรุงรักษา* กรุงเทพมหานคร ซีเอ็ดยูเคชั่น บมจ.

Erection Manual Spreader VASP 2200 with Tripper Car VATR 2200. 2004.

Installation, Operation, Spare Parts, and Maintenance Manual Crusher. 2004.

Machinery Lubrication I & II NOAIR. 2004.

Oil Analysis I & II NORIA. 2007.

Operation and Maintenance Manual Belt Conveyor System VABCS 1800. 2004.

Trainings & Operation Manual VASP 2200/50+50 VATR 2200. 2004.

ภาคผนวก

หนังสือรับรอง
(คู่มือบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบสายพานลำเลียง)

ที่ 01 / 2552 ฝ่ายระบบสายพาน

หนังสือฉบับนี้ออกไว้เพื่อรับรองว่า การศึกษาค้นคว้าอิสระเรื่อง คู่มือบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบสายพานลำเลียง ของกิจการร่วมค้า เอ็นดับเบิ้ลยูอา-เอสบีซีซี จัดทำโดย นายนาวิน เสริมทรัพย์ นั้น

สามารถนำมาใช้ในงานบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบสายพานลำเลียงได้จริง ให้เกิดประโยชน์สูงสุด กับฝ่ายระบบสายพานและบริษัท

ให้ไว้ ณ วันที่ 16/11/52

16/11/52

(นายนพวัน เรือนสุข)

นายช่างโครงการ

ประวัติผู้ศึกษา

ชื่อ	นาวิน เสริมทรัพย์
วัน เดือน ปีเกิด	13 กันยายน 2519
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น
ประวัติการศึกษา	อุตสาหกรรมบัณฑิต (การผลิต) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนครเหนือ พ.ศ. 2545
สถานที่ทำงาน	บริษัท กิจการร่วมค้า เอ็นดับเบิ้ลยูอา-เอสบีซีซี
ตำแหน่ง	วิศวกรซ่อมบำรุง