

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความสำคัญของการบำรุงรักษา

โรงงานอุตสาหกรรมโดยทั่วไปจะมีหลักการบริหารงานที่คล้ายกันคือ พยายามควบคุมระบบการผลิตให้ได้ปริมาณที่มากและมีคุณภาพตามที่ต้องการของลูกค้า และส่งสินค้าให้กับลูกค้าได้ตามเวลาที่กำหนด พร้อมควบคุมต้นทุนในการดำเนินการให้ต่ำที่สุดเท่าที่จะทำได้ และผู้ปฏิบัติงานภายในโรงงานนั้นจะต้องทำงานอย่างปลอดภัยและมีขวัญกำลังใจ เพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายที่ได้วางไว้ และเพื่อที่สนองตามนโยบายด้านการบริหารงานนั้น จะต้องมีการประสานงานกันอย่างดีระหว่างหน่วยงานด้านการผลิตและหน่วยงานด้านบำรุงรักษา เพื่อไม่ให้มีเหตุอันไม่พึงประสงค์เกิดขึ้นกับเครื่องจักรในระบบการผลิตนั้น ถ้าเครื่องจักรในระบบการผลิตมีเหตุอันต้องหยุดทำงาน เช่น เกิดความเสียหายอย่างรุนแรงกับเครื่องจักร ก็จะทำให้ระบบการผลิตนั้นต้องหยุดชะงักตามด้วย การวางแผนการบำรุงรักษาที่ดีและมีประสิทธิภาพจะช่วยให้เครื่องจักรทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพและมีความมั่นคงต่อระบบการผลิต ซึ่งจะส่งผลให้องค์การมีผลกำไรเพิ่มขึ้นด้วย ดังนั้นการบำรุงรักษาจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อทุกระบบการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งพอจะสรุปได้ดังนี้

2.1.1 เครื่องจักรทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

การบำรุงรักษาที่ดีและสมบูรณ์จะทำให้เครื่องจักรนั้นมีประสิทธิภาพในการทำงานที่สูงตามที่ได้ออกแบบไว้ และเครื่องจักรจะได้ทำงานเต็มกำลังและตรงกับความต้องการที่ได้จัดหามาเพื่อสนองต่อระบบการผลิตนั้น ๆ

2.1.2 เพิ่มสมรรถนะการทำงานของเครื่องจักร

การบำรุงรักษาที่ดีจะทำให้เครื่องจักรมีอายุการทำงานเพิ่มขึ้น ทำให้เครื่องจักรนั้นใช้งานได้เต็มสมรรถนะ และเมื่อเครื่องจักรใช้งานไประยะเวลาหนึ่งก็จะเกิดการล้าและการสึกหรอขึ้น ถ้าขาดการดูแลและบำรุงรักษาที่ดีแล้ว เครื่องจักรนั้นอาจจะเกิดการขัดข้อง ชำรุดเสียหาย หรือทำงานได้ไม่เต็มสมรรถนะ ซึ่งจะส่งผลต่อระบบการผลิตในอนาคตได้

2.1.3 เพิ่มความน่าเชื่อถือ

เมื่อมีการบำรุงรักษาที่ดีแล้ว จะทำให้เครื่องจักรนั้นเสถียรภาพและความน่าเชื่อถือต่อระบบการผลิต ซึ่งจะส่งผลให้ระบบการผลิตนั้นผลิตสินค้าได้ทันเวลาและมีมาตรฐานตามที่ได้กำหนดไว้ และเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการบริหารในเบื้องต้น

2.1.4 มีความปลอดภัย

การบริหารงานโรงงานอุตสาหกรรมในปัจจุบันได้ให้ความสำคัญต่อระบบความปลอดภัยต่อบุคคลมาเป็นอันดับหนึ่ง ซึ่งปัจจุบันจะมีกฎหมายควบคุมความปลอดภัยในโรงงานอุตสาหกรรมกำหนดไว้ โดยทุกโรงงานอุตสาหกรรมตั้งแต่ขนาดกลางขึ้นไปจะต้องมีเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยประจำโรงงานนั้น เพื่อดูแลควบคุมดูแลด้านความปลอดภัยให้แก่บุคลากรทุกคนภายในโรงงาน ซึ่งรวมไปถึงงานด้านการบำรุงรักษาด้วย

2.2 ความเกี่ยวข้องระหว่างการบำรุงรักษากับกิจกรรมอื่น

โดยทั่วไปเมื่อจะสร้างโรงงานอุตสาหกรรมประเภทใดประเภทหนึ่ง บุคลากรทางด้านบำรุงรักษามักจะถูกเรียกเข้าทำงานในโรงงานหลังจากที่เครื่องจักรได้ถูกติดตั้งเรียบร้อยแล้วและพร้อมที่จะดำเนินการผลิตแล้วซึ่งขั้นตอนการดำเนินการเช่นนี้มักจะก่อให้เกิดปัญหาแก่การบำรุงรักษาเป็นอย่างมาก ถ้าไม่ได้มีการคำนึงถึงการบำรุงรักษาไว้ล่วงหน้าในขณะที่กำลังทำกิจกรรมอื่น ๆ ในวัฏจักรอายุของเครื่องจักร ความเกี่ยวข้องระหว่างการบำรุงรักษากับกิจกรรมอื่น ๆ ในวัฏจักรอายุของเครื่องจักรจะเป็นไปในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งไม่จำเป็นว่าจะต้องใช้บุคลากรทางด้านบำรุงรักษาเข้ามาช่วยพิจารณาทุกเรื่อง เพียงแต่ผู้ที่รับผิดชอบกิจกรรมนั้น ๆ จะต้องคำนึงอยู่เสมอว่าเครื่องจักรต้องการการบำรุงรักษาและต้องมีการบำรุงรักษาเครื่องจักร

2.2.1 การออกแบบ

เครื่องจักรและอุปกรณ์ต่าง ๆ จะเกิดการชำรุดเสียหายจากการใช้งานได้ตลอดเวลา ดังนั้นการออกแบบที่ดีจะต้องคำนึงถึงการบำรุงรักษาควบคู่กันไปด้วยเพื่อรักษาประสิทธิภาพและยืดอายุการใช้งานของเครื่องจักร เช่น

- เลือกวัสดุทำชิ้นส่วนเครื่องจักรที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในการทำงาน เพื่อลดความเสียหายจากการเสื่อมสภาพเร็วเกินไป

- ในการประกอบเครื่องจักรต้องวางตำแหน่งชิ้นส่วนให้เหมาะสมกับความ ต้องการในการบำรุงรักษา ชิ้นส่วนที่ต้องการการการบำรุงรักษาบ่อยครั้งจะต้องเข้าถึงได้ง่าย
- หลีกเลี่ยงไม่ให้ต้องรื้อเครื่องจักรทุกครั้งที่จะทำการบำรุงรักษา โดยเสริม ส่วนประกอบที่ช่วยทำให้เกิดความสะดวกในการดูแลรักษาและการตรวจตราสภาพเข้าไป
- เลือกใช้วิธีเชื่อมต่อที่ถอดเข้าออกได้สะดวกกับส่วนประกอบที่ต้องการเปลี่ยน ทดแทนหรือปรับแต่งบ่อยครั้ง

2.2.2 การติดตั้ง

ขั้นตอนการติดตั้งนี้มีความสำคัญมากต่อการบำรุงรักษา ทั้งนี้เพราะว่าโดยหลักการ ทางธุรกิจทั่วไปย่อมต้องการความพยายามที่จะประหยัดพื้นที่ และมักจะคำนึงถึงความสะดวกของ ฝ่ายผลิตเป็นสำคัญ ดังนั้น จะต้องระวังไม่ให้เกิดการติดตั้งที่กระทำภายใต้เงื่อนไขดังกล่าวข้างต้นเข้าไป ขวางการทำงานของฝ่ายบำรุงรักษาซึ่งจะต้องมีการเข้าออกพื้นที่ตลอดเวลาเพื่อการตรวจรักษา สภาพและการเข้าซ่อมแซม นอกจากนี้การมีพื้นที่คับแคบเกินไปก็จะเป็นการกีดขวางการทำงานของ ฝ่ายบำรุงรักษาด้วย แม้จะมีการซ่อมเครื่องจักรเพียงเครื่องเดียวก็ตาม

ดังนั้น ในการติดตั้งเครื่องจักร ฝ่ายบำรุงรักษาจึงต้องเข้าไปมีส่วนร่วมในการให้ ความเห็นในแง่มุมของการบำรุงรักษาว่าจะมีข้อขัดข้องอย่างไร วางเครื่องจักรแบบไหนจึงจะ สะดวกแก่การทำงาน ทำการตกลงกับฝ่ายอื่นที่เกี่ยวข้องเพื่อที่จะติดตั้งเครื่องจักรให้เหมาะสม สำหรับทุกฝ่ายมากที่สุด

2.2.3 การลองเครื่อง

โดยปกติฝ่ายบำรุงรักษามักจะเข้าไปมีส่วนร่วมในการลองเครื่องเพื่อจะได้รับรู้สภาพ ของเครื่องจักรตั้งแต่เริ่มแรกอยู่แล้ว รวมทั้งจะได้เรียนรู้กลวิธีการปรับแต่งเครื่องจักรซึ่งจะช่วยให้ สามารถเตรียมตัวสำหรับการบำรุงรักษาได้อย่างดี

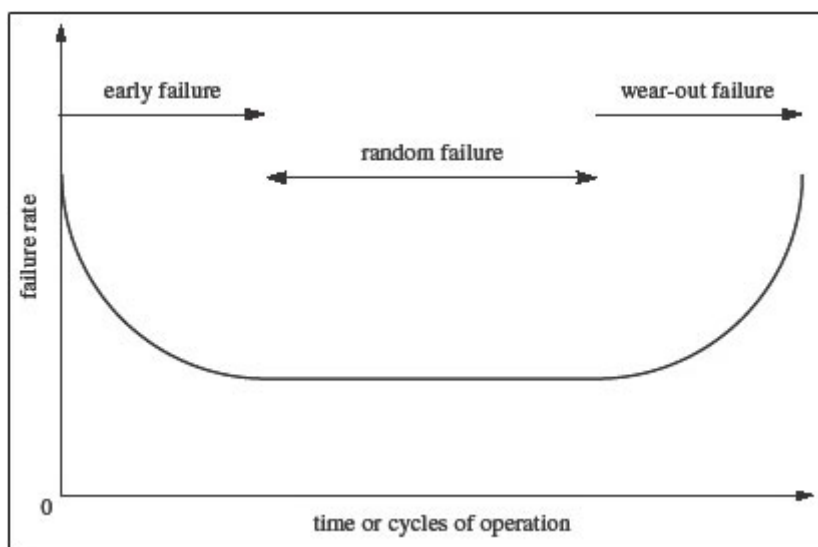
2.2.4 การใช้งาน

เมื่อเครื่องจักรถูกใช้งานในการผลิตอย่างจริงจัง ฝ่ายบำรุงรักษามีหน้าที่ที่จะต้องเข้าไปดูแลเครื่องจักร ซึ่งการดำเนินการดังกล่าวอาจจะทำให้เกิดการหยุดชะงักของกระบวนการผลิต ได้ ดังนั้นจึงต้องมีการประสานงานกันระหว่างฝ่ายผลิตกับฝ่ายบำรุงรักษาเป็นอย่างดีโดยให้ พิจารณาจากประสิทธิภาพสูงสุดของเครื่องจักรเป็นสำคัญ

2.3 วงจรชีวิตของเครื่องจักรและการเสื่อมสภาพ

วงจรชีวิตของเครื่องจักรกล (Machinery Life Cycle) ซึ่งเป็นวิธีการจะนำมาอธิบายวงจรชีวิตของเครื่องจักรในช่วงเวลาต่าง ๆ โดยเริ่มตั้งแต่การประกอบขึ้นของเครื่องจักร การเสื่อมสภาพของเครื่องจักร การชำรุด และการหมดสภาพการใช้งานของเครื่องจักร ซึ่งเป็นที่ยอมรับในทางวิศวกรรมการบำรุงรักษา คือ กราฟเส้นโค้งรูปอ่างน้ำ (Bathtub Curve) ซึ่งเป็นกราฟที่จะใช้อธิบายลักษณะเฉพาะที่เกิดขึ้นโดยทั่วไปกับเครื่องจักร จากกราฟจะทำการแบ่งช่วงวงจรชีวิตของเครื่องจักรออกเป็น 3 ช่วงด้วยกัน คือ

1. ช่วงระยะเริ่มต้นใช้งาน (Early Failure Period หรือ Run – In Period)
2. ช่วงใช้งานปกติของเครื่องจักร (Random Failure หรือ Life Time Period)
3. ช่วงระยะการสึกหรอของเครื่องจักร (Wear – Out Failure)



ภาพที่ 2.1

กราฟเส้นโค้งรูปอ่างน้ำ (Bathtub Curve)

ที่มา : http://openlearn.open.ac.uk/file.php/2980/T839_1_007i.jpg

ระยะเวลาต่าง ๆ ตามอัตราการชำรุดของเครื่องจักรกล จากรูปพอจะอธิบายความหมาย ดังนี้

1. ช่วงระยะเริ่มต้นใช้งาน (Early Failure Period หรือ Run – In Period)

เป็นลักษณะการลดลงของอัตราการชำรุด (Decreasing Failure Rate : DFR) อัตราการชำรุดจะมีโอกาสเกิดขึ้นได้จากสาเหตุหลายประการ เช่น การใช้วัสดุที่ผลิตเครื่องจักรไม่เหมาะสมกับการใช้งานของเครื่องจักรหรือไม่ถูกต้อง การออกแบบที่ไม่เหมาะสมหรือไม่ถูกต้อง การควบคุมคุณภาพหรือเทคโนโลยีการผลิตของการประกอบเครื่องจักรไม่ดีพอ การติดตั้งเครื่องจักรผิดไปจากที่กำหนดไว้ในคู่มือเครื่องจักร และการทำงานไม่เหมาะสมหรือไม่ถูกต้อง ภายใต้นี้ อัตราการชำรุดจึงมีโอกาสดังกล่าวเกิดขึ้นได้สูงมาก ดังนั้น สำหรับการใช้งานของเครื่องจักรในระยะนี้ เมื่อเริ่มมีการชำรุดจากสาเหตุใดก็ตาม ก็ต้องดำเนินการแก้ไขปรับปรุงเพื่อให้พ้นช่วงเวลานี้ไป เมื่อผ่านพ้นระยะนี้ไปแล้วอัตราการชำรุดของเครื่องจักรจะค่อย ๆ ลดลง หากต้องการลดโอกาสการชำรุดในช่วงระยะนี้อาจจะมีทางเลือกหลายทาง ซึ่งประกอบไปด้วย

- การเลือกซื้อเครื่องจักรที่มีคุณภาพดี หรือจากบริษัทผู้ผลิตเครื่องจักรที่เชื่อถือได้ ซึ่งเครื่องจักรนั้นจะต้องได้รับการออกแบบมาอย่างดี
- ในการติดตั้ง ควรติดตั้งเครื่องจักรให้ได้ตามมาตรฐานของบริษัทผู้ผลิตนั้น ๆ
- ควรศึกษาจากคู่มือที่มากับเครื่องจักร และทำความเข้าใจหลักการใช้งานของเครื่องจักรให้ถูกต้อง
- ควรมีการดูแลและบำรุงรักษาอยู่เสมอ เมื่อมีการขัดข้องต้องรีบแก้ไขทันที และวางระบบการบำรุงรักษาที่ดี

2. ช่วงใช้งานปกติของเครื่องจักร (Random Failure หรือ Life Time Period)

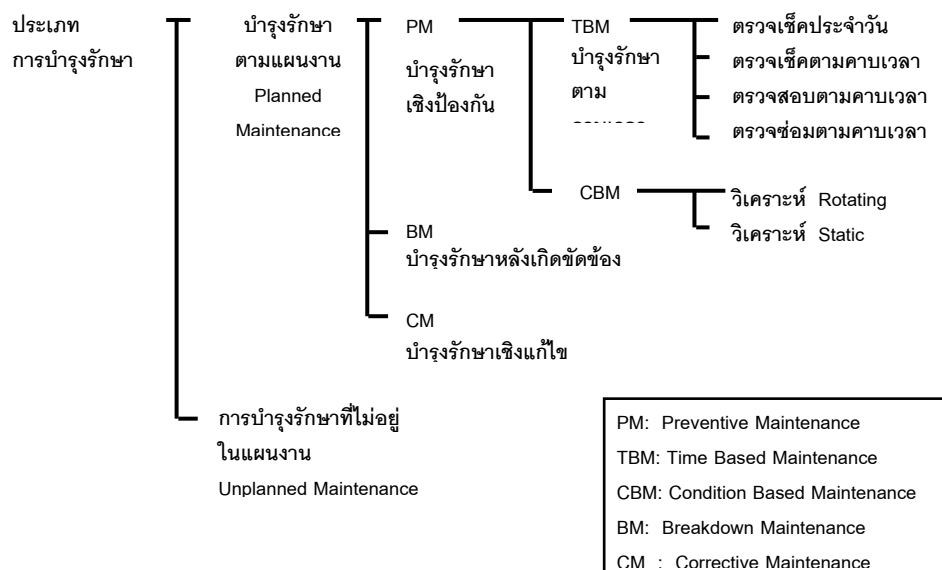
เป็นช่วงที่ต่อเนื่องจากระยะแรก เมื่อมีการใช้งานมาระยะหนึ่งแล้ว เป็นช่วงที่มีการปรับปรุงหรือมีการเปลี่ยนแปลงให้มีเสถียรภาพในการทำงานของเครื่องจักรมาแล้ว อัตราการชำรุดจะไม่ค่อยมี แต่ในบางโอกาสก็เกิดขึ้นได้ ขึ้นอยู่กับการใช้งานและการบำรุงรักษา และจะคงอยู่ในสภาพเช่นนั้นในระยะเวลาหนึ่ง ซึ่งถ้าต้องการให้ระยะเวลาการใช้งานปกติของเครื่องจักรยาวนานขึ้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่างด้วยกัน เช่น ใช้งานไม่เกินภาระที่ได้รับ การออกแบบไว้ บำรุงรักษาตามที่กำหนดไว้ คู่มือเครื่องจักร และควบคุมสภาพแวดล้อมที่เครื่องจักรติดตั้งใช้งานอยู่ให้เหมาะสมตามที่ออกแบบไว้ เมื่อมีการควบคุมสิ่งเหล่านี้ได้ โอกาสที่เครื่องจักรจะชำรุดคงมีไม่มาก และมักจะมีค่าค่อนข้างคงที่ จะเห็นได้ว่าเส้นกราฟเป็นเส้นขนานกับแกนเวลา นั่นคืออัตราการชำรุดเสียหายค่อนข้างคงที่ (CFR : Constant Failure Rate : λ Constant)

3. ช่วงระยะการสึกหรอของเครื่องจักร (Wear – Out Period)

เมื่อเครื่องจักรผ่านระยะการใช้งานมาเป็นเวลานาน ๆ ทำให้เกิดการล้าขึ้นกับชิ้นส่วนของเครื่องจักร ทำให้ชิ้นส่วนของเครื่องจักรเริ่มเสื่อมสภาพ เช่น เกิดการสึกหรอ เมื่อเสื่อมมากขึ้น ๆ

อัตราการชำรุดก็เพิ่มสูงขึ้นด้วย ซึ่งเป็นช่วงที่เรียกว่า อัตราการชำรุดเสียหายค่อย ๆ มากขึ้น
(Increasing Failure Rate : IFR)

2.4 ประเภทของการบำรุงรักษา (Type of Maintenance)



ภาพที่ 2.2

ประเภทของการบำรุงรักษา (Type of Maintenance)

2.4.1 บำรุงรักษาตามแผนงาน (Planned Maintenance)

การบำรุงรักษาตามกำหนด ตามแผนงาน ตามระบบที่วางไว้ทุกประการ งานที่สามารถคาดการณ์ได้ล่วงหน้า สามารถเตรียมการไว้ล่วงหน้าได้ สามารถกำหนดระยะวัน เวลา สถานที่ และจำนวนผู้ปฏิบัติงานที่จะเข้าได้ดำเนินการได้ แนวทางการบำรุงรักษานั้นอาจเลือกใช้ชนิดใดชนิดหนึ่งได้ เช่น การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน การบำรุงรักษาเพื่อแก้ไข เข้ามาดำเนินการ ส่วนระยะเวลาเข้าไปทำการบำรุงรักษา อาจจะกำหนดหรือวางแผนเข้าซ่อมแซมขณะเครื่องกำลังทำงานอยู่หรือขณะเครื่องชำรุด (Break Down Maintenance) หรือหยุดการใช้เครื่องเพื่อทำการบำรุงรักษา (Shutdown) การซ่อมบำรุงรักษาประเภทนี้จะมีปัญหาน้อย เพราะมีเวลาเตรียมการล่วงหน้าได้ทุกขั้นตอน

2.4.2 การบำรุงรักษาที่ไม่อยู่ในแผนงาน (Unplanned Maintenance)

การบำรุงรักษาแบบไม่มีแผนนั้นก็คือ การซ่อมฉุกเฉินนั่นเอง จะต่างจากการบำรุงรักษาเมื่อเครื่องเสีย ที่ว่าการซ่อมฉุกเฉินนั้นจะไม่มีเตรียมงานไว้ล่วงหน้าก่อน เมื่อเครื่องจักรเกิดการชำรุดเสียหายขึ้น ฝ่ายซ่อมบำรุงรักษาจะดำเนินการแก้ไขซ่อมแซมความเสียหายตามสภาพที่เกิดขึ้น โดยขั้นแรกจะตรวจสอบว่ามีชิ้นส่วนใดเสียหาย จะเปลี่ยนทดแทนโดยอะไหล่จากคลังพัสดุ หากจำเป็นอาจต้องปรับแต่งเครื่องงานต่าง ๆ ที่ต้องทำนี้เนื่องจากเป็นการซ่อมฉุกเฉิน ไม่มีการวางแผนไว้ก่อนจึงไม่สามารถบอกได้ล่วงหน้าว่าต้องทำอะไรบ้าง แต่สำหรับการบำรุงรักษาเมื่อเครื่องเสียนั้นจะมีการคาดคะเนไว้ล่วงหน้าก่อน เมื่อมีรายงานว่าเครื่องเสีย ส่วนใหญ่จะทราบได้ทันทีจากอาการที่เครื่องเสียว่าจะต้องปฏิบัติงานอะไรบ้าง ผู้ปฏิบัติงานสามารถที่จะเตรียมอุปกรณ์ อะไหล่ เครื่องมือที่ต้องใช้และอาจสามารถประมาณการได้ว่าจะใช้เวลาปฏิบัติงานสักเท่าใดด้วย

2.4.3 บำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance : PM)

เป็นระบบการบำรุงรักษาที่สมบรูณ์กว่าการบำรุงรักษาทุกประเภทที่กล่าวมาแล้วคือ ได้กล่าวถึงการให้เหตุผลของงานบำรุง รักษา รวมทั้งการรับผิดชอบในด้านการค้นคว้าและวิจัยพัฒนา เพื่อหาทางปรับปรุงระบบการทำงานที่เป็นอยู่ให้ดีขึ้น เป็นการบำรุงรักษาที่ดำเนินการเพื่อป้องกันการหยุดของเครื่องจักร โดยเหตุฉุกเฉินสามารถทำได้ด้วยการตรวจสอบสภาพเครื่องจักรและอุปกรณ์การทำความสะอาด และหล่อลื่นโดยถูกวิธี การปรับแต่งให้เครื่องจักรทำงานที่จุดทำงาน (Operating Point) ตามคำแนะนำของคู่มือ รวมถึงการเปลี่ยนชิ้นส่วนอะไหล่ตามที่กำหนดเวลา

2.4.4 บำรุงรักษาหลังเกิดขัดข้อง (Breakdown Maintenance : BM)

หมายถึง การซ่อมแซมหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องจักรเมื่อเครื่องจักรนั้นเกิดขัดข้องหรือเสียหายในขณะที่เครื่องจักรกำลังทำงานอยู่โดยไม่รู้มาก่อนว่าจะเกิดการเสียหายขึ้น และเมื่อเกิดขึ้นแล้วทำให้ต้องหยุดเครื่องจักรเพื่อทำการซ่อมแซม หรือเปลี่ยนชิ้นส่วนที่เสียโดยส่วนใหญ่จะใช้กับเครื่องจักร หรืออุปกรณ์ที่ไม่มีผลกระทบกับสายการผลิตถ้าหากเกิดการเสียหายขึ้น ข้อดีของการบำรุงรักษาแบบแก้ไข คือ ใช้ประโยชน์อายุการใช้งานของเครื่องจักรอย่างคุ้มค่า ไม่ต้องเสียกำลังคนและค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาแต่เราไม่สามารถวางแผนและกำหนดเวลาในการซ่อมแซมหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนได้บางครั้งจำเป็นต้องรีบทำจึงทำให้คุณภาพของงานออกมาไม่ค่อยดี และเมื่อเกิดการเสียหายแล้วมักค่อนข้างรุนแรงการซ่อมแซมจะเสียค่าใช้จ่ายสูงกว่า

2.4.5 บำรุงรักษาเชิงแก้ไข (Corrective Maintenance : CM)

เป็นการดำเนินการเพื่อการดัดแปลงปรับปรุงแก้ไขเครื่องจักรหรือส่วนของเครื่องจักร เพื่อขจัดเหตุขัดข้องที่เกิดขึ้นบ่อย ๆ จนเป็นปัญหาการขัดข้องซ้ำซากจนเกิดการรื้อรังของเครื่องจักรให้หมดไปโดยสิ้นเชิง การปรับปรุงสมรรถนะของเครื่องจักรให้สามารถผลิตได้ด้วยคุณภาพและปริมาณที่สูงขึ้น สำหรับข้อมูลที่ได้นั้นมักจะเป็นข้อมูลที่ได้หลังจากเกิดเหตุขัดข้องแล้วเท่านั้น ผู้ให้บริการในหน้าที่การวิเคราะห์ หาสาเหตุตลอดจนการดัดแปลงปรับปรุงแก้ไขนี้ ต้องเป็นผู้ที่มีความรู้ความชำนาญสูงเท่านั้น

2.4.6 บำรุงรักษาตามคาบเวลา (Time Base Maintenance : TBM)

เป็นการวางแผนการบำรุงรักษาโดยกำหนดระยะเวลาการตรวจสอบและการบำรุงรักษาเครื่องจักรรวมทั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อป้องกันความเสียหาย หรือวางแผนป้องกันไว้ล่วงหน้าซึ่งจะไม่ทำให้กระบวนการผลิตต้องหยุดฉุกเฉิน สิ่งที่สำคัญของการบำรุงรักษาเพื่อป้องกัน คือ การประเมินอายุการใช้งานของเครื่องจักรและทำการบำรุงรักษาก่อนเครื่องจักรเสียหาย โดยทั่วไประยะเวลาทำ PM ดังกล่าวสามารถหาข้อมูลอ้างอิงได้จากคู่มือของเครื่องจักรจากผู้ผลิต หรือจากประวัติของเครื่องจักรที่ผ่านมา

2.4.7 การบำรุงรักษาตามสภาพ (Condition Base Maintenance : CBM)

การบำรุงรักษาตามสภาพ เป็นวิธีบำรุงรักษาอุปกรณ์เครื่องจักรอย่างเหมาะสมตามสภาพและเวลา กลยุทธ์การบำรุงรักษาตามสภาพจึงได้ถูกพัฒนาขึ้น โดยมีพื้นฐานอยู่ที่ข้อมูลปัจจุบันและอดีตย้อนหลังเพื่อที่จะกำหนดความสำคัญในการบำรุงรักษาให้ดีที่สุด โดยอาศัยสัญญาณเตือนจากเครื่องจักร ซึ่งโดยทั่วไปเครื่องจักรจะให้สัญญาณเตือนก่อนที่จะเกิดความเสียหาย เช่น ความร้อน เสียง การสั่นสะเทือน เศษผงโลหะต่าง ๆ ถ้าหากเราสามารถตรวจสอบสัญญาณเตือนจากเครื่องจักรได้ เราก็สามารถที่จะกำหนดการบำรุงรักษาที่จำเป็นก่อนที่จะเกิดความเสียหายได้ ทำให้เราลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงได้เช่นการเปลี่ยนยางรถยนต์โดยดูตามสภาพของดอกยางว่าสึกมากน้อยแค่ไหน แล้วจึงค่อยตัดสินใจเปลี่ยน สิ่งที่สำคัญของการบำรุงรักษาแบบตามสภาพ คือ เราต้องเลือกเทคโนโลยีให้เหมาะสมกับชนิดของเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ และต้องกำหนดความถี่ในการตรวจสอบให้เพียงพอที่จะสามารถตรวจสอบปัญหาที่เกิดขึ้นได้ การตรวจสอบสภาพรวมของเครื่องจักรจะใช้ระบบตรวจวัด ซึ่งไว้ประเมินหาสภาพปัจจุบันของเครื่องจักร และใช้เพื่อทำการวางแผนการบำรุงรักษาเท่าที่จำเป็นเป็นต้น ดังนั้น กลยุทธ์ CBM จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์เครื่องมือตรวจวัดรวมทั้งเครื่องมือพิเศษสำหรับวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อไว้

ใช้สำหรับพนักงานบำรุงรักษาทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพที่สุด ค่าใช้จ่ายอุปกรณ์และอะไหล่สำรองน้อยที่สุด เวลาลงเครื่องและเวลาที่ใช้สำหรับบำรุงรักษาดีที่สุด อย่างไรก็ตาม CBM ก็ยังมีประเด็นที่ท้าทายบางประการ อย่างแรกที่สำคัญที่สุด ในการเริ่มใช้กลยุทธ์ CBM ค่อนข้างที่จะมีรายจ่ายสูง เพราะต้องการอุปกรณ์ตรวจวัดเพิ่มพิเศษสำหรับเครื่องจักร โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับเครื่องจักรที่มีความซับซ้อน ดังนั้น จึงต้องมีการวางแผนว่าอุปกรณ์ชนิดใดที่มีความสำคัญที่จะลงทุนติดตั้งเครื่องมือตรวจวัด บางองค์กรกลยุทธ์ CBM ในขั้นแรกได้พุ่งเป้าไปที่การตรวจวัดความสั่นสะเทือน (Vibration) สำหรับเครื่องจักรขนาดใหญ่ที่หมุนด้วยความเร็วสูงเท่านั้น ขั้นที่สอง การนำ CBM มาประยุกต์ใช้จะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงในการปฏิบัติงานบำรุงรักษาอย่างมาก อาจจะครอบคลุมทั้งองค์กรบำรุงรักษา ซึ่งการเปลี่ยนแปลงในลักษณะเช่นนี้ค่อนข้างจะกระทำลำบาก รวมไปถึงประเด็นด้านเทคนิคบางประการ แม้ว่าอุปกรณ์บางชนิดสามารถตรวจวัดค่าต่างๆ ออกมา อาทิเช่น ค่าความสั่นสะเทือน อุณหภูมิ หรือความดัน แต่ค่าเหล่านี้ถ้าหากจะนำมาแปลผลออกมาเป็นสภาพเครื่องก็ไม่ใช่ง่ายนัก ประโยชน์ที่เห็นได้ชัดจากกลยุทธ์ CBM คือ ลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง ลดการเสียหายของเครื่องจักรลง ใช้ประโยชน์อายุการใช้งานของเครื่องจักรหรืออุปกรณ์มากขึ้นเมื่อเทียบกับการบำรุงรักษาเพื่อป้องกัน เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรแต่เราจำเป็นต้องลงทุนในการจัดหาเครื่องมือหรือจ้างผู้รับเหมาจากภายนอกเข้ามาตรวจสอบซึ่งเครื่องมือบางตัวค่าใช้จ่ายจะค่อนข้างสูงมากอาจไม่คุ้มต่อการลงทุน อาจต้องจ้างผู้รับเหมาภายนอกเข้ามาตรวจสอบเป็นครั้งคราว จะทำให้เราไม่ต้องแบกรับภาระเรื่องต้นทุนคงที่ นอกจากนี้ หลังจากซื้อเครื่องมือมาแล้วเราอาจต้องลงทุนเกี่ยวกับการฝึกอบรมบุคลากรเพื่อให้มีความสามารถในการใช้เครื่องมือซึ่งค่าใช้จ่ายอาจอยู่ที่ประมาณ 30% ของเครื่องมือเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบสภาพเครื่องจักรมีอยู่ด้วยกันหลายชนิด ผู้เขียนจะขอลำถึงบางกลุ่มที่ใช้กันค่อนข้างแพร่หลายในบ้านเราเท่านั้น การตรวจสอบสภาพเครื่องจักรจากการสั่นสะเทือน ด้วยการใช้ Vibration Analysis การตรวจสอบสภาพเครื่องจักรจากการสั่นสะเทือน เป็นการตรวจสอบความผิดปกติ และความเสียหายของเครื่องจักรเชิงกล เป็นส่วนใหญ่โดยมีเครื่องมือวัดความสั่นสะเทือน (Vibration Analyzer) เป็นตัวเก็บข้อมูลและแปลงเป็นข้อมูลทางความถี่ ซึ่งเราสามารถ ทราบถึงปัญหาของเครื่องจักรได้จากความถี่ที่เราเก็บได้ดังนั้นคนที่ จะสามารถอ่านข้อมูลทางความถี่และประเมินผลได้ต้อง มีความเข้าใจเรื่องของการวิเคราะห์ความสั่นสะเทือน ถึงจะสามารถประเมินผลระดับความรุนแรงของการเสียหายและหาสาเหตุของการเสียหายได้เพื่อจะนำข้อมูลไปวางแผนการซ่อมและจัด เตรียมอะไหล่ต่อไปการตรวจสอบสภาพเครื่องจักรจากอุณหภูมิ ด้วยการใช้ Infrared Thermograph กล้องถ่ายภาพทางความร้อนเป็น

เทคโนโลยีที่ใช้บอกสภาพ ของอุปกรณ์ทางไฟฟ้าและทางกลโดยไม่ต้องสัมผัสเครื่องจักรที่ทำให้เราเห็นสภาพของเครื่องจักร ระบุปัญหาโดยการตรวจสอบ ความผิดปกติของอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงทำให้เราสามารถ แก้ไขปัญหาได้ ซึ่งเครื่องมือชนิดนี้จะมีประโยชน์มากในการนำไปตรวจสอบอุปกรณ์ทางไฟฟ้า ในปัจจุบันนี้มีการนำไปใช้งานอย่างแพร่หลายมากในหลายๆอุตสาหกรรมเช่น อุตสาหกรรมอาหาร ปีโตรเคมี ยานยนต์การตรวจสอบสภาพเครื่องจักรด้วยสายตาด้วยการใช้ Stroboscope เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบสภาพเครื่องจักรจากการมองเห็นขณะเครื่องจักรทำงานโดยอาศัยการปล่อยแสงที่เท่ากับความเร็วรอบของเครื่อง จักรจึงทำให้เราสามารถมองเห็นภาพสะท้อนเหมือนหยุดนิ่งเราจึงสามารถตรวจสอบสภาพเครื่องจักรหรือชิ้นส่วนหมุนได้ในขณะทำงาน ใช้ในการตรวจสอบสภาพสายพาน ใบพัดลม คับปลั๊ก และชิ้นส่วนหมุนอื่นๆ อีกจุดประสงค์หนึ่งของ Stroboscope คือ ใช้ในการวัดความเร็วรอบของเครื่องจักรการตรวจสอบสภาพเครื่องจักรจากการฟัง ด้วยการ ใช้ Ultrasonic ใช้ในการตรวจสอบและวิเคราะห์ปัญหาการรั่วซึมตามข้อต่อ ท่อ วาล์ว และใช้ในการบอก สภาพของเครื่องจักรหมุนที่เกิดปัญหาจากการเสียดสีของโลหะได้ ซึ่งในขณะนี้ต้นทุนของพลังงานมีค่าสูงขึ้น เราจำเป็นที่จะต้องให้ความสำคัญเกี่ยวกับเรื่องของพลังงานการตรวจสอบสภาพเครื่องจักรจากสารหล่อลื่น ด้วยการ ใช้ Oil Analysis การวิเคราะห์น้ำมัน (Oil Analysis) สามารถบอกถึงสมรรถนะหรือสภาพของเครื่องจักรและอุปกรณ์จากการตรวจสอบสภาพการสึกหรบ การเสื่อมสภาพของ น้ำมันหล่อลื่นและสิ่งสกปรกปนเปื้อนต่างๆ โดยจะทำการเก็บตัวอย่างของน้ำมันที่จะตรวจสอบไปตรวจสอบหาคุณสมบัติของสารหล่อลื่นและจะทำการวิเคราะห์พิเศษโลหะ เพื่อดูหาสาเหตุของการเสียหายและระดับความรุนแรงประโยชน์ที่ได้รับคือ เราเปลี่ยนน้ำมันตามสภาพของน้ำมันใช้น้ำมันได้อย่างคุ้มค่าและมีผลทำให้เครื่องจักรมีอายุการใช้งานมากขึ้น

2.5 หลักการบำรุงรักษาแบบพยากรณ์ตามสภาพ

หลักการบำรุงรักษาแบบพยากรณ์ตามสภาพนั้น จะเป็นการคอยตรวจวัดสภาพของเครื่องจักรเป็นคาบเวลาอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งหลักการทำงานประกอบไปด้วย

2.5.1 การตรวจสอบขั้นพื้นฐาน

เป็นการตรวจสอบที่นิยมทำกันมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ซึ่งปัจจุบันผู้เชี่ยวชาญด้านการตรวจสอบเครื่องจักรยังใช้อยู่เป็นบางครั้ง จะทำการตรวจสอบโดยอาศัยประสบการณ์ของแต่ละบุคคล โดยใช้ประสาทสัมผัสของผู้ตรวจสอบเป็นเครื่องมือช่วย เช่น ตาตรวจเผ้าดู หู

ตรวจฟังเสียง และมือคอยสัมผัส เพื่อตรวจสอบสภาพของเครื่องจักรขณะนั้นว่ายังอยู่ในสภาพปกติดีหรือไม่ ซึ่งการตรวจสอบลักษณะนี้จะไม่ราบรื่นเสมอไป เนื่องจากประสบการณ์ในการทำงานของแต่ละบุคคล และการตัดสินใจว่าสภาพเครื่องจักรนั้นมีความผิดปกติรุนแรงแค่ไหน ในการตรวจสอบลักษณะนี้จะรู้สภาพเครื่องจักรได้ก็ต่อเมื่อสภาพเครื่องจักรนั้นเข้าสู่สภาวะสุดท้ายของช่วงอายุการใช้งานแล้ว ทำให้กลับไปเป็นการบำรุงรักษาและแบบซ่อมเมื่อเสีย (Breakdown Maintenance) และสุดท้ายก็จะเป็นองค์กรถูกควบคุมด้วยเครื่องจักร

2.5.2 การตรวจสอบสภาพเครื่องจักร

การตรวจสอบสภาพเครื่องจักรในที่นี้จะเป็นการตรวจโดยการนำเครื่องมือสำหรับตรวจสอบสภาพโดยตรงมาช่วยในการวัดค่า เช่น เครื่องมือวัดอุณหภูมิ เครื่องมือตรวจวัดการสั่นหรือเครื่องมือการวัดการสั่นสะเทือน ซึ่งจะช่วยให้สามารถประเมินสภาพของเครื่องจักรนั้นได้

2.5.3 การตรวจดูแลแนวโน้มสภาพเครื่องจักร

การตรวจเฝ้าดูแลแนวโน้มสภาพของเครื่องจักร (Trend Monitoring) สามารถตรวจเฝ้าดูได้หลายวิธีด้วยกัน เช่น การเฝ้าดูแนวโน้มของอุณหภูมิของแบร์ริง การเฝ้าดูแนวโน้มสภาพการสั่นหรือของชิ้นส่วนในเครื่องจักร และการเฝ้าดูแนวโน้มของการสั่นสะเทือนในเครื่องจักรหมุน เป็นต้น ในการตรวจเฝ้าดูแนวโน้มของสภาพเครื่องจักรนี้จะต้องตั้งค่าระดับการเตือนภัยไว้ 2 ระดับด้วยกันคือ ระดับเตือนระวัง (Alert Level) เมื่อความรุนแรงถึงระดับเตือนระวังแล้ว ผู้ดูแลเครื่องจักรจะต้องคอยระวังอย่างใกล้ชิด หรือเพิ่มความถี่ในการตรวจวัดสภาพของเครื่องจักรนั้น และควรวางแผนไว้ล่วงหน้าว่าจะเข้าดำเนินการซ่อมบำรุงตอนไหน ก่อนที่สภาพของเครื่องจักรนั้นจะเข้าสู่ระดับอันตราย (Alarm Level) ซึ่งเมื่อถึงระดับนี้แล้วควรทำการหยุดเครื่องจักรไว้ก่อนเพื่อทำการเข้าแก้ไข เพราะถ้าขึ้นปล่อยให้เครื่องจักรทำงานต่อไป อาจจะทำให้เกิดความเสียหายแก่ส่วนอื่นของเครื่องจักรได้ หรืออาจทำให้เกิดอันตรายแก่ผู้ปฏิบัติงานที่อยู่บริเวณนั้นได้ ดังนั้น การตรวจเฝ้าดูแนวโน้มสภาพของเครื่องจักรจึงเป็นผลดีต่อระบบการผลิตของโรงงาน และยังช่วยลดต้นทุนในการบำรุงรักษาอีกทางหนึ่ง

2.6 กลุ่มประเภทเครื่องจักรกับการบำรุงรักษาแบบพยากรณ์ตามสภาพ

เครื่องจักรและอุปกรณ์ต่าง ๆ ตามโรงงานอุตสาหกรรมทั่วไปประกอบไปด้วย เครื่องสูบลม (Pump) เครื่องอัดลม (Blower) พัดลม (Fan) หม้อไอน้ำ (Boiler) ถังเก็บ (Storage Tank)

กังหัน (Turbine) เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generation) ชุดเกียร์ (Gearbox) ไม่บดถ่าน (Pulverized) เป็นต้น เมื่อพิจารณาถึงการบำรุงรักษาแบบพยากรณ์ตามสภาพแล้ว สามารถจำแนกออกเป็นกลุ่ม 2 กลุ่มด้วยกัน คือ กลุ่มที่เป็นเครื่องจักรหมุน (Rotating Machine) และกลุ่มภาชนะความดัน (Pressure Vessel) โดยเทคนิคของการบำรุงรักษาแบบพยากรณ์ตามสภาพสำหรับการตรวจวัดความบกพร่องของกลุ่มเครื่องจักรสามารถจำแนกได้ ดังนี้

2.6.1 กลุ่มเครื่องจักรกลหมุน (Rotating Machine)

กลุ่มเครื่องจักรกลหมุนโรงงานอุตสาหกรรมทั่ว ๆ ไป ได้แก่ เครื่องสูบลม (Pump) มอเตอร์ไฟฟ้า (Motor) เครื่องอัดลม (Blower) พัดลม (Fan) กังหัน (Turbine) เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) ชุดเกียร์ (Gearbox) ไม่บดถ่าน (Pulverized) เป็นต้น เทคนิคการบำรุงรักษาตามสภาพที่เหมาะสม คือ การวิเคราะห์การสั่นสะเทือน (Vibration Analysis) ซึ่งเป็นปัญหาของเครื่องจักรกลหมุนหลายรูปแบบจะถูกวิเคราะห์ออกมาได้จากการเฝ้าระวัง โดยการตรวจวัดด้วยวิธีการวิเคราะห์การสั่นสะเทือน เช่น การไม่สมดุล (Unbalance) การเยื้องแกนเพลลา (Misalignment) การหลวมคลอนทางกล (Mechanical Looseness) ขำรูดของฟันเกียร์ (Gear Tooth Defect) การขำรูดของตลับลูกปืน (Bearing Defect) การคดของเพลลา (Bent Shaft) เป็นต้น

ข้อดีหรือข้อได้เปรียบของการตรวจสอบแบบนี้ คือ การตรวจสอบวัดสภาพเครื่องจักรได้ในขณะที่เครื่องจักรกำลังทำงานอยู่เทคนิคการตรวจสอบสภาพแบบนี้ ๆ ที่สามารถนำมาใช้กับกลุ่มเครื่องจักรกลหมุนได้อีก เช่น

- การตรวจสอบสภาพความร้อน (Thermal Monitoring)
- การวิเคราะห์น้ำมันหล่อลื่น (Oil Analysis)
- การวิเคราะห์การไหล (Flow Analysis)
- การวิเคราะห์คลื่นเสียง (Sound Analysis)

2.6.2 กลุ่มภาชนะความดัน (Pressure Vessel)

กลุ่มภาชนะความดัน ได้แก่ ท่อไอน้ำ (Steam Tube) ถึงพักไอน้ำ (Header) ถังแยกไอน้ำ (Steam Drum) เครื่องปฏิกรณ์ (Reactor) หอกลิ้น (Column) ระบบท่อทาง (Piping) เป็นต้น อุปกรณ์นี้จะมีวิธีการตรวจสอบหลายวิธี ซึ่งประกอบไปด้วย

- การตรวจสอบโดยไม่ทำลาย (Non – Destructive Test) การตรวจสอบอุปกรณ์ด้วยวิธีนี้มีหลายวิธีด้วยกัน เช่น Radiography, Surface Methods, Ultrasonic วิธีเหล่านี้จะช่วยให้การประเมินสภาพอุปกรณ์ คือการตรวจหารอยร้าวและข้อบกพร่องของโครงสร้าง ซึ่งจะช่วยให้การประเมินอายุที่เหลือของอุปกรณ์ได้ (Life Assessments) การตรวจสอบด้วยวิธีนี้จะทำได้ในช่วงที่เครื่องจักรและอุปกรณ์หยุดเท่านั้น

- การตรวจวัดรังสีความร้อนด้วยกล้องอินฟราเรด (Thermal Infrared Testing) การตรวจสอบสภาพอุปกรณ์ด้วยวิธีนี้กับกลุ่มภาชนะความดัน สามารถตรวจสอบการรั่วของผนังภาชนะความดันและการเสื่อมสภาพของฉนวนที่ใช้หุ้มผนังเตาเผาต่าง ๆ ได้ หรือสามารถตรวจวัดระดับของเหลวภายในภาชนะความดันนั้นได้ด้วย

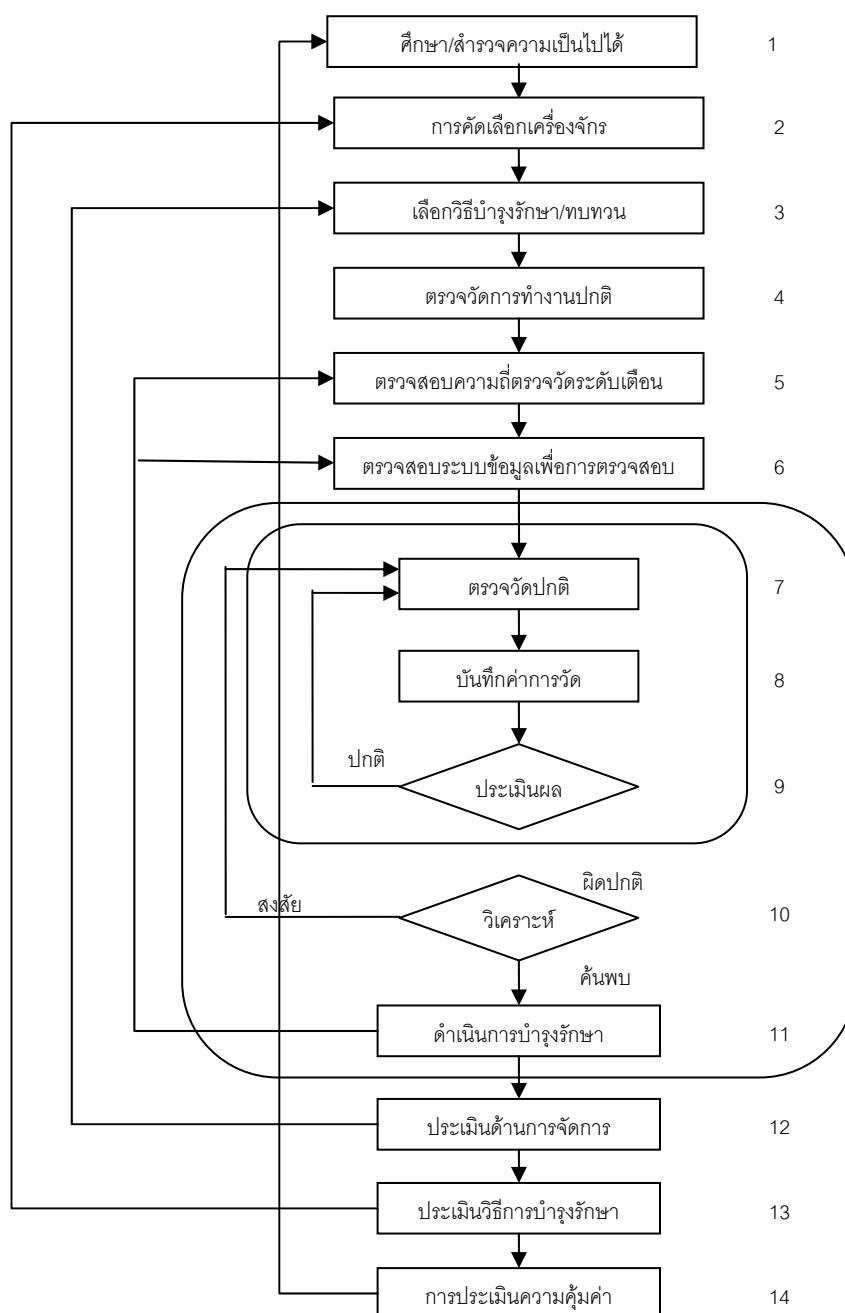
- การวิเคราะห์คลื่นเสียง (Sound Analysis) เป็นการใช้คลื่นเสียงตรวจวัดสิ่งผิดปกติในชิ้นส่วนหรือระบบต่าง ๆ เช่น การตรวจสอบการขยายตัวของรอยร้าวภายในชิ้นส่วน

- การวิเคราะห์ความเค้น (Stress Analysis) จะช่วยในการวิเคราะห์สภาพของชิ้นส่วนและยังสามารถบอกถึงสภาพการเปลี่ยนแปลงของแรงที่กระทำต่อชิ้นส่วน รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการขยายตัวของชิ้นส่วนด้วย

-

2.7 การจัดตั้งระบบในการบำรุงรักษาแบบพยากรณ์ตามสภาพ

ในการดำเนินการจัดตั้งระบบการบำรุงรักษาแบบพยากรณ์ตามสภาพนั้น มีแนวทางปฏิบัติโดยทั่วไปดังแผนภูมิต่อไปนี้



ภาพที่ 2.3

แผนภูมิขั้นตอนการจัดตั้งระบบการบำรุงรักษาแบบพยากรณ์ตามสภาพ
ที่มา : หนังสือการวิเคราะห์การสันสะเทือน, ประดิษฐ์ หมู่เมืองสง

1. ศึกษาและสำรวจความเป็นไปได้ การศึกษาและการสำรวจความเป็นไปได้เป็นขั้นตอนแรกในการดำเนินการเลือกวิธีการบำรุงรักษา เพื่อดูความเหมาะสมกับสภาพของเครื่องจักร ว่าวิธีการบำรุงรักษาแบบพยากรณ์ตามสภาพนี้เหมาะสมหรือไม่

2. การคัดเลือกเครื่องจักร เมื่อศึกษาและสำรวจความเป็นไปได้แล้ว พบว่า วิธีการบำรุงรักษาแบบพยากรณ์ตามสภาพเหมาะสมที่จะดำเนินการ ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการเลือกเครื่องจักรเพื่อพิจารณาว่าควรที่จะใช้วิธีการบำรุงรักษานี้กับเครื่องจักรประเภทใดภายในโรงงาน พร้อมทั้งกำหนดกลุ่มของเครื่องจักรที่จะดำเนินการในขั้นต่อไป

3. เลือกวิธีการบำรุงรักษา เมื่อดำเนินการเลือกและกำหนดกลุ่มเครื่องจักรแล้ว ขั้นตอนต่อไปจะทำการศึกษาความเป็นไปได้ของเครื่องจักรว่า วิธีการบำรุงรักษาแบบใดจะเหมาะสมกับสภาพของการทำงานของเครื่องจักรในขณะเวลานั้น จากนั้นก็ดำเนินการเลือกวิธีการบำรุงรักษากับเครื่องจักรชนิดนั้น ๆ

4. ตรวจวัดระดับการทำงานปกติ เมื่อเลือกวิธีการบำรุงรักษากับเครื่องจักรได้แล้ว ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการจัดหาอุปกรณ์และเครื่องมือที่จะทำการตรวจวัด พร้อมเตรียมบุคลากรตรวจวัดที่เหมาะสมกับวิธีการที่ได้เลือกไว้ หลังจากจัดเตรียมเครื่องมือและบุคลากรแล้ว ควรดำเนินการตรวจวัดค่าเริ่มต้นหรือค่าครั้งแรกเพื่อเป็นมาตรฐานใช้อ้างอิงกับค่าที่จะทำการตรวจวัดครั้งต่อไป

5. กำหนดความถี่ในการตรวจวัดและระดับเตือน การกำหนดความถี่ในการออกตรวจวัดนั้นควรกำหนดให้เหมาะสมกับสภาพและความสำคัญของเครื่องจักรและอัตรากำลังของบุคคลกรที่มีอยู่ ถ้ากำหนดความถี่ในการตรวจวัดถี่เกินไป ก็เป็นการสิ้นเปลืองงบประมาณค่าใช้จ่ายด้านอัตรากำลัง และถ้ากำหนดความถี่ในการตรวจวัดห่างเกินไป ก็อาจทำให้เครื่องจักรเกิดความเสียหายก่อนที่จะตรวจพบก็เป็นได้ ดังนั้นควรศึกษาเหมาะสมในการกำหนดความถี่ในการตรวจวัดให้สอดคล้องกับสภาพของเครื่องจักรด้วย

6. จัดเตรียมข้อมูลและลำดับการออกตรวจวัด การจัดเตรียมข้อมูลและลำดับการออกตรวจวัด เป็นการกำหนดวิธีในการตรวจวัดให้เป็นมาตรฐาน เพื่อที่จะทำให้ข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดมีความเที่ยงตรงและน่าเชื่อถือ พร้อมทั้งบันทึกไว้เพื่อเป็นข้อมูลในการอ้างอิงและวิเคราะห์หาความบกพร่องในเครื่องจักรนั้น

ขั้นตอน 6 ขั้นตอนทีกล่าวนมาข้างต้นนั้นเป็นเพียงการก่อนการเข้าสู่วิธีการบำรุงรักษาแบบพยากรณ์ตามสภาพตามปกติเท่านั้น ในขั้นตอนต่อจากนี้ไปจะเป็นขั้นตอนการบำรุงรักษาแบบพยากรณ์ตามสภาพจริง ๆ ที่ทำเป็นประจำแล้วแต่การกำหนดค่าความถี่ในการตรวจวัด

7. การออกตรวจวัดปกติ การออกตรวจวัดสภาพเครื่องจักรตามปกติ เป็นการออกตรวจวัดตามความถี่ที่ได้กำหนดไว้แล้ว ในการออกตรวจวัดปกตินี้จะเป็นหน้าที่ของบุคลากรในด้านบำรุงรักษา โดยอาศัยเครื่องมือตรวจวัดที่ได้จัดเตรียมเอาไว้แล้ว เช่น การตรวจวัดการสั่นสะเทือน การออกไปเก็บตัวอย่างน้ำมัน เป็นต้น

8. การบันทึกค่าการวัด เมื่อทำการออกตรวจวัดแล้ว ข้อมูลที่ได้จากการวัดค่ามาจะต้องถูกเก็บไว้อย่างเป็นระบบและสมบูรณ์ที่สุด เพื่อความสะดวกในการนำข้อมูลที่วัดให้มาทำการตรวจสอบและประเมินผลต่อไป

9. การประเมินผล เมื่อทำการบันทึกค่าที่วัดมาได้อย่างเป็นระบบและสมบูรณ์แล้ว ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการประเมินผลที่วัดมาว่าค่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้หรือไม่ ถ้าค่ายังคงในเกณฑ์ปกติก็ออกตรวจวัดตามปกติ แต่ถ้าค่าที่วัดมาได้เกินเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ ก็ดำเนินการวิเคราะห์หาสาเหตุตามขั้นตอนที่ 10 ต่อไป

จากขั้นตอนที่ 7 ถึงขั้นตอนที่ 9 นี้ ถ้าหากเครื่องจักรยังไม่แสดงอาการของการเสื่อมสภาพใด ๆ วงจร (Cycle) ก็จะดำเนินการหมุนเวียนกลับไปดังนี้ $7 \rightarrow 8 \rightarrow 9 \rightarrow 7$ ดำเนินการอย่างนี้ไปเรื่อย ๆ ถ้าหากพบความผิดปกติเกิดขึ้นก็จะเข้าสู่ขั้นตอนต่อไป

10. การวิเคราะห์หาสาเหตุ จากขั้นตอนที่ 9 เมื่อทำการประเมินแล้วพบว่าค่าที่ได้มีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด จึงทำการวิเคราะห์หาสาเหตุความบกพร่องของเครื่องจักรหรือถ้ายังมีข้อสงสัยในข้อมูลที่วัดเก็บมานั้น ก็ควรทำการเก็บค่าซ้ำอีกครั้งเพื่อความแน่ใจ แล้วค่อยดำเนินการวิเคราะห์หาสาเหตุเพื่อค้นหาความบกพร่องของเครื่องจักร เพื่อที่จะจัดทำรายงานให้ผู้ที่เกี่ยวข้องในการบำรุงรักษาตามขั้นตอนที่ 11

11. การบำรุงรักษา เมื่อผู้เกี่ยวข้องที่จะดำเนินการบำรุงรักษาได้รับรายงานผลการวิเคราะห์แล้ว ก็จะเข้าสู่กระบวนการประเมินสภาพเครื่องจักรก่อน เพื่อจะได้วางแผนที่จะเข้าบำรุงรักษา ซึ่งต้องมีการเตรียมทั้งกำลังคน อะไหล่ และเครื่องมือที่เกี่ยวข้องในการดำเนินการ

12. การประเมินด้านการจัดการ การประเมินด้านการจัดการเป็นการประเมินเพื่อที่จะตรวจสอบว่าการจัดการเกี่ยวกับการดำเนินการต่าง ๆ มีความบกพร่องหรือไม่ ถ้ายังมีความบกพร่องในการตรวจวัดอยู่ ก็ทำการปรับปรุงขั้นตอนที่ยังไม่สมบูรณ์ เช่น ปรับปรุงความถี่ในการออกตรวจวัดเก็บค่า หรือปรับปรุงการจัดระบบข้อมูลที่เกี่ยวข้องที่จะช่วยในการวิเคราะห์หาความบกพร่องของเครื่องจักร

13. การประเมินวิธีการบำรุงรักษา การประเมินวิธีการบำรุงรักษานี้เป็นการประเมินว่าวิธีการบำรุงรักษาแบบพยากรณ์ตามสภาพที่ใช้อยู่นี้ให้ประโยชน์ต่อระบบบำรุงรักษามากน้อยแค่ไหน ถ้าประเมินดูแล้วว่าให้ประโยชน์น้อย ก็ควรทบทวนวิธีการบำรุงรักษาใหม่ แต่ถ้าผลประเมินแล้วปรากฏว่าให้ประโยชน์ต่องานบำรุงรักษามาก ก็อาจจะดำเนินการปรับปรุงคุณภาพการทำงานให้ดียิ่งขึ้น

14. การประเมินความคุ้มค่าภาพรวม เป็นการประเมินทางด้านเศรษฐศาสตร์ ซึ่งก็คือการประเมินในด้านการลงทุนเกี่ยวกับวิธีการบำรุงรักษาตามสภาพแบบนี้ ถ้าจากการประเมินผลเป็นที่น่าพอใจแล้ว ก็ควรทำการขยายขอบเขตของงานที่ทำอยู่ หรือเพิ่มวิธีในการบำรุงรักษาแบบพยากรณ์ตามสภาพขึ้นมาอีก เพื่อที่จะเพิ่มประสิทธิภาพของงานบำรุงรักษา ทั้งด้านความเชื่อมั่นและความมั่นคงของระบบการผลิตต่อไป

โดยทั่วไป 3 กลยุทธ์สำคัญและนิยมใช้ในงานซ่อมบำรุงเครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรม ประกอบไปด้วยการซ่อมบำรุงเมื่อเสื่อมสภาพ (Breakdown Maintenance) การซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) และการซ่อมบำรุง (เชิงคาดการณ์) ตามสภาพของเครื่องจักร (Condition Based Maintenance) ซึ่งแต่ละกลยุทธ์มีจุดเด่นในการนำไปใช้กับเครื่องจักรต่าง ๆ กันไป การเลือกกลยุทธ์งานซ่อมบำรุงให้เหมาะสมกับเครื่องเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่งที่จะทำให้สามารถควบคุมประสิทธิภาพ (Efficiency) และความน่าเชื่อถือ (Reliability) รวมถึง Safety ของเครื่องจักรให้อยู่ในระดับที่ต้องการ ภายใต้งบประมาณที่เหมาะสม ซึ่งเป็นปรัชญาทางด้านการจัดการงานซ่อมบำรุง (Maintenance Management) เราพบว่า ปัจจุบันอุตสาหกรรมในประเทศไทยได้พัฒนาและปรับตัวทั้งทางด้านขนาดของโรงงาน และเทคโนโลยีที่นำมาใช้อย่างมาก โรงงานอุตสาหกรรมในปัจจุบันจึงมีเครื่องจักรที่มีขนาดใหญ่ เทคโนโลยีที่ซับซ้อนมากขึ้น เพื่อให้กำลังการผลิตสูงขึ้น สามารถผลิตชิ้นส่วนหรือผลิตภัณฑ์ได้จำนวนมากมาต่อชั่วโมงการผลิต เมื่อมองทางด้านงานซ่อมบำรุงเครื่องจักรเหล่านี้ เราต้องให้ความสนใจใฝ่ที่มากขึ้นด้วยเช่นกัน เพราะเมื่อเครื่องจักรที่ซับซ้อนและมีกำลังการผลิตสูงมีการ Breakdown นั้นหมายถึงความสูญเสียอย่างมากอันเนื่องจาก ค่าเสียโอกาสในการผลิตชิ้นส่วนหรือผลิตภัณฑ์จำนวนมาก และค่าใช้จ่ายที่จะต้องใช้ในการซ่อมแซมเครื่องจักรประเภทนี้ที่มีค่าใช้จ่ายสูงอีกด้วย ซึ่งกลยุทธ์ที่เรียกว่าการซ่อมบำรุงตามสภาพ (Condition Based Maintenance) CBM นี้เองที่มีบทบาทมากขึ้นที่จะช่วยจัดการและดูแลเครื่องจักรประเภทนี้ หัวใจสำคัญในกลยุทธ์งานซ่อมบำรุงตามสภาพคือการตรวจสอบสภาพของเครื่องจักร (Inspection) เพื่อให้ทราบสภาพที่แท้จริงของเครื่องจักรเป็นข้อมูลนำมาใช้ในการคาดการณ์และวางแผน ป้องกันและแก้ไขความผิดปกติของเครื่องจักรที่

เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้อง ในเวลาที่เหมาะสมก่อนที่จะเครื่องจักรจะมีการ Breakdown ขึ้น หนึ่งในวิธีการตรวจสอบที่ได้เปรียบวิธีอื่น ๆ และเป็นที่ยอมรับอย่างแพร่หลาย คือ การวิเคราะห์ความสั่นสะเทือนของเครื่องจักร (Vibration Analysis) การวิเคราะห์ความสั่นสะเทือนของเครื่องจักรสำหรับงานซ่อมบำรุงตามสภาพนี้ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการ (ตรวจสอบสภาพ) อื่น ๆ เช่น Oil Analysis, Ultrasonic, Infrared, Thermography แล้วพบว่า การวิเคราะห์ความสั่นสะเทือนมีความโดดเด่นในด้านสามารถทำการตรวจสอบเครื่องจักรได้ครอบคลุมทั้งประเภทของเครื่องจักร ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1

ความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของเครื่องจักรกับตัวแปรในการวัดประสิทธิภาพของเครื่องจักร

Performance Parameter:	Machine Types								
	Elec. Motor	Steam TB	Aero GT*	Pump	Compressor	Elec. Gen*	RIC* Engine	Fan	Gear
Vibration									
Pressure / Head									
Pressure Ratio									
Air/Fluid Flow									
Fuel Flow									
Current / Volt / Res									
Power (in or Out)									
Oil Press/Cons									
Temperature									
Efficiency									
TB* = Turbine									
RIC* = Reciprocating Internal Compression Engine									
GT* = Gas Turbine									
Gen* = Generator									

ที่มา : http://www.9engineer.com/9Article/vibration_analysis_for_maintenan.htm

ตารางที่ 2.2

ความสัมพันธ์ระหว่างความผิดปกติต่าง ๆ ในปั๊มกับตัวแปรที่แสดงการเปลี่ยนแปลง

Faults of Pump	Parameter Change									
	Fluid Leak	Length Meas.	Power	Press Vacm.	Speed	Vibration	Temp	Coast Down	Oil Debris	Oil Leak
Damaged Impeller										
Damage Seals										
Eccentric Impeller										
Bearing Damage										
Bearing Wear										
Mounting Fault										
Unbalance										
Misalignment										

ที่มา : http://www.9engineer.com/9Article/vibration_analysis_for_maintenan.htm

จะเห็นได้ว่าประโยชน์การซ่อมบำรุงตามสภาพโดยใช้การวิเคราะห์ความสั่นสะเทือนนั้น สามารถใช้ได้ครอบคลุมกับเครื่องจักรหลายประเภท และในการวิเคราะห์ยังบ่งชี้สาเหตุประเภทความผิดปกติต่าง ๆ ของเครื่องจักรได้อย่างชัดเจนและรวดเร็ว อันจะส่งผลต่อระบบซ่อมบำรุงที่มีประสิทธิภาพทำให้เครื่องจักรที่มีประสิทธิภาพและความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับที่สูงและสามารถทำงานได้ยาวนานตลอดอายุการทำงานที่แท้จริง (Run to Failure) คุ่มค่าต่อการลงทุนของเครื่องจักรที่มีกำลังการผลิตและเทคโนโลยีที่สูงเหล่านั้น และนอกจากนี้ยังมีข้อดีอีกบางประการ

เช่น การนำและวิเคราะห์ความสั่นสะเทือนของเครื่องจักรสำหรับงานซ่อมบำรุงนั้นจะไม่ใช่เป็นการรบกวนขั้นตอนในการผลิตแต่อย่างใด เพราะไม่ต้องมีการสั่งหยุดเครื่องขณะที่ทำการตรวจสอบ และการวิเคราะห์แนวโน้มความเสียหายจากความสั่นสะเทือนของเครื่องจักรทำให้สามารถจัดช่วงเวลาในการเข้าไปซ่อมแซมแก้ไขเครื่องจักรไม่ให้รบกวนฝ่ายการผลิต และการวางแผนการในการสั่งซื้อ Spare Part ได้อย่างถูกต้องไม่สิ้นเปลืองอีกด้วย

2.8 การสั่นสะเทือน

การสั่นสะเทือน คือ ปรากฏการณ์ของการเคลื่อนที่กลับไปกลับมาของวัตถุได้แรงกระทำ ซึ่งอาจเป็นแรงภายในหรือแรงภายนอกก็ได้ โดยทั่วไปแล้วการสั่นสะเทือนเป็นสิ่งที่ไม่ต้องการ แต่มักหลีกเลี่ยงไม่ได้ อย่างดีที่สุดก็คือ การพยายามจำกัดขนาดของการสั่นสะเทือนให้อยู่ในขอบเขตที่ยอมรับได้ สำหรับเครื่องจักรแล้วสาเหตุของการสั่นสะเทือนมีอยู่หลายสาเหตุ การไม่สมดุลของเครื่องจักรที่หมุนนั้นก็เป็นสาเหตุใหญ่สาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการสั่นสะเทือน การสั่นสะเทือนยังอาจเกิดได้จากการที่ชิ้นส่วนเครื่องจักรเคลื่อนที่ตามแนวเส้นตรงด้วยความเร่ง ชิ้นส่วนเครื่องจักรสองชิ้นที่เสียดสีหรือถูกกันก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งของการสั่นสะเทือน ซึ่งการสั่นสะเทือนนี้จะเกิดจากความไม่เรียบของผิวหน้าของชิ้นส่วนสองชิ้นที่สัมผัสกัน การหลุดหลวมของชิ้นส่วนของเครื่องจักรที่เข้าคู่กันจะก่อให้เกิดการกระแทก ซึ่งก็จะทำให้เกิดการสั่นสะเทือนเช่นกัน การสั่นสะเทือนเหล่านี้ของเครื่องจักรมักมีผลต่อสมรรถนะและสภาพการใช้งานของเครื่องจักร ดังนั้นในการทำให้เครื่องจักรทำงานมีประสิทธิภาพสูงสุดนั้นจึงจำเป็นต้องมีความเข้าใจถึงพฤติกรรมของการสั่นสะเทือนเพื่อจะได้สามารถจำกัดขนาดการสั่นสะเทือนให้มีค่าน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้

2.9 ประเภทของการสั่นสะเทือน

การสั่นสะเทือนนั้นมีหลายรูปแบบ แต่สามารถแบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 2 ประเภท คือ

2.9.1 การสั่นสะเทือนแบบอิสระ (Free Vibration)

คือ การเคลื่อนที่กลับไปกลับมาของมวลในระบบภายใต้การกระทำของแรงภายในระบบ โดยปราศจากแรงภายนอกกระทำ

2.9.2 การสั่นสะเทือนแบบถูกกระตุ้น (Forced Vibration)

คือ การเคลื่อนที่ที่กลับไปกลับมาของมวลในระบบอันเกิดจากแรงภายนอก และการสั่นสะเทือนนี้จะขึ้นอยู่กับลักษณะของแรงภายนอกและความถี่ของแรงที่มากระตุ้นระบบ หากความถี่ของแรงภายนอกที่มากระทำนั้นตรงกับความถี่ธรรมชาติ (Natural Frequency) ของระบบเข้า ก็จะทำให้เกิดปรากฏการณ์เรโซแนนซ์ (Resonance) ขึ้น นั่นคือ ขนาดของการสั่นสะเทือนจะถูกขยายขึ้นอย่างมากจนทำให้เกิดความเสียหายแก่ระบบได้ ความเสียหายที่เกิดกับโครงสร้างใหญ่ ๆ อาทิ สะพาน อาคารสูง หรือปีกเครื่องบินในหลาย ๆ เหตุการณ์เกิดจากปรากฏการณ์เรโซแนนซ์เป็นสาเหตุหลักสาเหตุหนึ่ง ดังนั้น การคำนวณหาค่าความถี่ธรรมชาติของระบบจึงมีความสำคัญในการวิเคราะห์เป็นอย่างยิ่ง

2.10 เครื่องมือวัดการสั่นสะเทือน

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดการสั่นสะเทือนประกอบด้วย หัวทรานสดิวเซอร์ สายเคเบิลและเครื่องประมวลผลและอ่านผล สำหรับเครื่องประมวลผลและอ่านผลนั้นมีหลายแบบ อาทิ มิเตอร์วัดการสั่นสะเทือน (Vibration Meter) เครื่องเฝ้าตรวจการสั่นสะเทือน (Vibration Monitor) เครื่องวิเคราะห์แบบตัวกรองกวาด (Swept Filter Analyzer) เครื่องวิเคราะห์และเก็บข้อมูลชนิดเอฟเอฟที (FFT Data Collector And Analyzer) เครื่องวิเคราะห์สเปกตรัมแบบเวลาจริง (Real Time Spectrum Analyzer) และอื่น ๆ แต่เครื่องที่นิยมใช้ในการบำรุงรักษาเครื่องจักรและวิเคราะห์ข้อบกพร่องนั้น จะเป็นมิเตอร์วัดการสั่นสะเทือนและเครื่องวิเคราะห์และเก็บข้อมูลชนิดเอฟเอฟที เนื่องจากใช้ง่ายและมักเป็นเครื่องมือที่มีขนาดกะทัดรัดหิ้วไปมาได้ ในที่นี้จะกล่าวถึงเครื่องมือทั้ง 2 ประเภท

2.10.1 มิเตอร์วัดการสั่นสะเทือน (Vibration Meter)

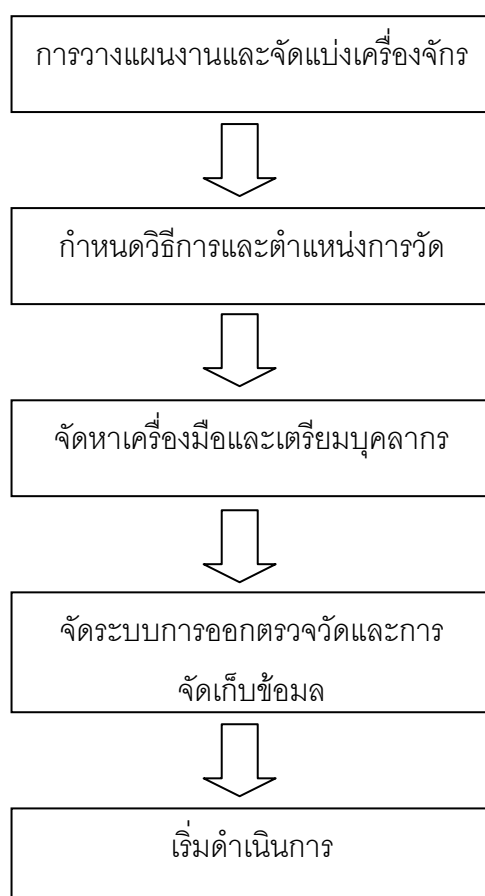
จะเป็นเครื่องมือวัดขนาดเล็กแบบมือถือ สามารถเคลื่อนย้ายไปมาได้ ทำงานด้วยแบตเตอรี่ สามารถวัดขนาดการสั่นสะเทือนเป็นขนาดรวม (Overall Value) โดยจะแสดงผลด้วยเข็มบนมาตรวัด และสามารถเลือกผลข้อมูลได้ทั้งข้อมูลที่เป็นการจัด ความเร็ว ความเร่ง หากใช้หัววัดเป็นทรานสดิวเซอร์แบบความเร่ง

2.10.2 เครื่องวิเคราะห์และเก็บข้อมูลชนิด เอฟเอฟที (FFT Data Collector and Analyzer)

จะเป็นเครื่องที่มีความสามารถสูงกว่ามิเตอร์วัดการสั่นสะเทือน ตัวเครื่องจะสามารถวัดสัญญาณการสั่นสะเทือนเป็นทั้งแบบรวม (Overall Value) และสัญญาณบนโดเมนความถี่เป็นอย่างน้อย เครื่องบางเครื่องจะสามารถวัดข้อมูลเฟสและทำสมมูลได้ด้วย และมักจะยังสามารถแสดงผลเป็นกราฟของสัญญาณการสั่นสะเทือนบนโดเมนความถี่บนจอภาพ ในเครื่องที่มีราคาแพงจะมีฟังก์ชันการใช้งานที่ซับซ้อนขึ้น อาทิสามารถเก็บข้อมูลได้จำนวนมาก และสามารถถ่ายข้อมูลเข้าสู่คอมพิวเตอร์ได้ เครื่องมือนี้มักถูกออกแบบให้เป็นแบบหิ้วไปมาได้

2.11 ขั้นตอนการดำเนินการวัดการสั่นสะเทือน

การบำรุงรักษาแบบพยากรณ์ตามสภาพโดยวิธีการวัดการสั่นสะเทือนในเครื่องจักรกล จะมีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้



ภาพที่ 2.4

ขั้นตอนการดำเนินการวัดการสั่นสะเทือน

2.11.1 การวางแผนงานและจัดแบ่งเครื่องจักร

เมื่อตกลงใช้วิธีการบำรุงรักษาแบบพยากรณ์ตามสภาพในโรงงาน วิธีที่ดีที่สุด คือ การจัดให้มีหน่วยงานรับที่รับผิดชอบโดยตรง ซึ่งพร้อมที่จะทุ่มเทความรู้ความสามารถให้กับการวางแผนงาน ตรวจสอบ วิเคราะห์ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างเต็มที่ เริ่มต้นด้วยการตรวจสอบประวัติการบำรุงรักษาเครื่องจักร ความถี่ของการขัดข้องของเครื่องจักร ประสิทธิภาพของการทำงาน ความสำคัญต่อกระบวนการผลิต และจำนวนเครื่องจักรทั้งหมดที่มีอยู่ เมื่อตรวจสอบเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก็ทำการแบ่งกลุ่มเครื่องจักรออกตามหลักการดังนี้

กลุ่มที่ 1 ต้องการความถี่ในการตรวจสอบมาก เครื่องจักรประเภทนี้ต้อง

- มีความสำคัญต่อกระบวนการผลิตมากถึงมากที่สุด ขาดเสียมิได้ (Critical Machine)
- ถ้าเกิดความเสียหายอย่างรุนแรง อาจเกิดอันตรายต่อบุคคลหรืออุปกรณ์รอบข้างได้
- ไม่มีเครื่องจักรอื่นที่จะทำงานทดแทนได้ เมื่อเกิดการเสียหาย จะทำให้ทั้งระบบหยุดตาม

เครื่องจักรในกลุ่มนี้ต้องให้ความสำคัญและดูแลเป็นพิเศษ เพราะถ้าหากเกิดการขัดข้องหรือเสียหายจนเครื่องจักรไม่สามารถทำงานต่อไปได้ จะเป็นผลทำให้ทั้งระบบการผลิตต้องหยุดทำงานไปด้วย ดังนั้นจะต้องมีการตรวจสอบและดูแลอย่างใกล้ชิดและต่อเนื่อง

กลุ่มที่ 2 ต้องการความถี่ในการตรวจสอบปานกลาง เครื่องจักรประเภทนี้ประกอบไปด้วย

- มีความสำคัญในระบบการผลิต แต่มีเครื่องสำรองสำหรับการทำหน้าที่เดียวกันได้
- ถ้าเกิดความเสียหายอย่างรุนแรง อาจเกิดอันตรายกับบุคคลหรืออุปกรณ์รอบข้างได้

กลุ่มที่ 3 ต้องการความถี่ในการตรวจสอบน้อย เครื่องจักรประเภทนี้ประกอบด้วย

- มีความสำคัญต่อระบบการผลิตค่อนข้างน้อย
- มีเครื่องสำรองเพื่อที่จะทำหน้าที่เดียวกันได้

2.11.2 การกำหนดตำแหน่งวัดความสั่นสะเทือน

เครื่องจักรกลแต่ละประเภทอาจจะมีรูปร่างหน้าตาไม่เหมือนกัน แต่ตำแหน่งที่วัดความสั่นสะเทือนจะต้องเป็นตำแหน่งที่เหมาะสม โดยต้องคำนึงถึง

1. ตำแหน่งที่ใกล้ลูกปืนมากที่สุด
2. ตำแหน่งที่ตรงเข้าสู่ศูนย์กลางลูกปืน
3. ตำแหน่งที่รับภาระ (Load) มากที่สุด
4. ตำแหน่งที่เป็นเนื้อเดียวกันกับ Bearing Housing
5. ตำแหน่งที่ให้สัญญาณ Vibration แรงที่สุด

2.11.3 การจัดหาเครื่องมือและจัดเตรียมบุคลากร

การเริ่มต้นสำหรับระบบงานวัดการสั่นสะเทือนนั้น ถ้ามีงบประมาณสำหรับเครื่องมือค่อนข้างจำกัด เพียงแค่จัดหาเครื่องวัดการสั่นสะเทือนแบบธรรมดาไปก่อน (Vibration Meter) โดยเป็นการวัดค่าการสั่นสะเทือนโดยรวม เพื่อทำการตรวจสอบเครื่องจักรโดยการวัดการสั่นสะเทือนได้เบื้องต้น แล้วนำค่าที่ตรวจวัดได้นั้นมาจัดทำเป็นกราฟแนวโน้มของการสั่นสะเทือนของเครื่องจักร อาจจะมีเครื่องอื่น ๆ ประกอบด้วย เช่น เครื่องช่วยสำหรับการฟังเสียง เพื่อที่จะช่วยในการประเมินสภาพการทำงานของเครื่องจักรและตรวจหาความผิดปกติ เมื่อเริ่มดำเนินการในตรวจวัดด้วยเครื่องมือวัดอย่างง่ายไปได้ช่วงเวลาหนึ่งแล้ว ก็ควรดำเนินการจัดหาเครื่องมือวัดและวิเคราะห์การสั่นสะเทือนที่มีความสามารถหลากหลายตามกำลังตามกำลังงบประมาณที่พอจะหาได้อย่างน้อยที่สุดควรเป็นเครื่องมือที่วัดและวิเคราะห์แบบสเปกตรัมได้ (Spectrum Analysis) เนื่องจากค่าการสั่นสะเทือนโดยรวมจะทราบแต่เพียงแนวโน้มของความผิดปกติเท่านั้น ไม่สามารถหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาได้ ทำให้ต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญมาช่วยในการตรวจสอบหาสาเหตุที่เกิดขึ้น

ในการวิเคราะห์การสั่นสะเทือนแบบสเปกตรัมนั้น เป็นการวิเคราะห์ในรูปของสัญญาณความถี่ที่เกิดจากการสั่นสะเทือนของชิ้นส่วนภายในเครื่องจักรทั้งหมด โดยอาศัยกราฟสเปกตรัมวิเคราะห์ตรวจดูสัญญาณความถี่ที่เกิดขึ้นว่าสาเหตุที่ทำให้เกิดการสั่นสะเทือนกับเครื่องจักรนั้นมีสาเหตุมาจากชิ้นส่วนไหนของเครื่องจักรที่เกิดความบกพร่องขึ้น เพื่อที่จะได้ทำการแก้ไขตรงจุดต่อไป

2.11.4 จัดระบบการออกตรวจวัดและการจัดเก็บข้อมูล

ปัจจุบันนี้มีเครื่องมือวัดและวิเคราะห์การสั่นสะเทือนที่ทันสมัยออกมามากมาย โดยแต่ละยี่ห้อจะมีซอฟต์แวร์สำหรับต่อเชื่อมกับคอมพิวเตอร์เพื่อทำการส่ง – ถ่าย ข้อมูลระหว่างกันของเครื่องมือวัดและระบบคอมพิวเตอร์ ในการจัดเก็บระบบข้อมูลที่ทำกรวัดค่ามานั้น จะต้องอาศัยซอฟต์แวร์ช่วย จึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการจัดเตรียมข้อมูลในส่วนของเครื่องจักรด้วย

และควรมีการจัดการบันทึกข้อมูลที่จำเป็นต่าง ๆ ของเครื่องจักรไว้ พร้อมทั้งทำการสังเกตสภาพของเครื่องจักรคร่า ๆ เพื่ออำนวยความสะดวกสำหรับการวิเคราะห์สภาพของเครื่องจักรนั้น กำหนดเส้นทางในการตรวจวัดตามที่กำหนดไว้ แล้วจัดทำตารางสำหรับทำการบันทึกข้อมูลที่จำเป็นของเครื่องจักรแต่ละชนิดไว้เพื่อใช้ประโยชน์สำหรับการทำงานต่อไป

2.11.5 การตรวจสอบและบันทึกข้อมูล

การตรวจสอบและบันทึกข้อมูลตามที่ได้วางแผนไว้แล้ว เป็นการตรวจวัดค่าการสั่นสะเทือนของเครื่องจักรภาคสนามโดยการตรวจวัดตามที่ได้กำหนดจุดและตำแหน่งการวัดไว้ในการตรวจวัดค่านั้น ผู้ที่ทำการตรวจวัดและผู้ทำการวิเคราะห์ควรมีความเข้าใจตรงกัน และควรทำเป็นลำดับขั้นตอนที่ได้วางไว้แล้ว เพื่อไม่เป็นการสับสนในการดำเนินงาน ถ้าข้อมูลที่ได้มา มีการสับสน ก็จะส่งผลให้การวิเคราะห์นั้นเกิดความคลาดเคลื่อนได้ และจะส่งผลทำให้ผลของการวิเคราะห์นั้นไม่ตรงกับความเป็นจริง

2.11.6 การจัดทำกราฟแนวโน้ม (Trend Plot)

การจัดทำกราฟแนวโน้มการสั่นสะเทือนของเครื่องจักร จะทำได้เมื่อมีข้อมูลที่วัดและบันทึกค่าจากจุดเดียวกันหลาย ๆ ครั้งตามที่ได้จัดทำตารางการตรวจวัดไว้ การจัดทำกราฟแนวโน้มการสั่นสะเทือนของเครื่องจักรควรจัดทำกับทุก ๆ ตำแหน่งที่ทำการตรวจวัด เนื่องจากข้อมูลแต่ละตำแหน่งของการตรวจวัดจะช่วยเอื้อประโยชน์ในการวิเคราะห์หาความบกพร่องของเครื่องจักรได้เช่นกัน

2.11.7 การเปรียบเทียบค่าการสั่นสะเทือนว่าเกินระดับที่กำหนดหรือไม่

มาตรฐานสำหรับการเปรียบเทียบค่าการสั่นสะเทือนที่วัดได้ คือมาตรฐานการสั่นของตัวเรือน (Casing Vibration) ใช้เกณฑ์มาตรฐานของ ISO 2372

ตารางที่ 2.3

มาตรฐานสำหรับการเปรียบเทียบค่าการสั่นสะเทือน ใช้เกณฑ์มาตรฐานของ ISO 2372

กลุ่มเครื่องจักร	ระดับที่เริ่มสงสัย (ผู้การวิเคราะห์) mm/s (rms)	ระดับที่ต้องหยุดเครื่อง mm/s (rms)
- กลุ่ม 1 เครื่องจักรที่มีขนาด < 15 kW	1.8	4.5
- กลุ่ม 2 เครื่องจักรที่มีขนาด 15 -75 kW	2.8	7.1
- กลุ่ม 3 เครื่องจักรที่มีขนาด > 75 kW	4.5	11.0
- กลุ่ม 4 เครื่องจักรที่มีขนาด > 75 kW และติดตั้งบนฐานที่ อ่อนตัวได้รวมทั้งเครื่องจักรประเภทอัดลมด้วย	7.1	18.0

ที่มา : หนังสือการวิเคราะห์การสั่นสะเทือน, ประดิษฐ์ หมูเมืองสง

2.11.8 การวิเคราะห์สถานะปัจจุบันของเครื่องจักร

การเปลี่ยนแปลงระดับการสั่นสะเทือนของเครื่องจักรกลนั้น จะแสดงถึงความบกพร่องอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลาย ๆ อย่างภายในเครื่องจักร ซึ่งจำเป็นต้องหาข้อบกพร่องเพื่อที่จะดำเนินการแก้ไขต่อไป หากผลจากการวิเคราะห์กราฟแนวโน้มการสั่นสะเทือนไม่แสดงอาการที่ผิดปกติ ๆ ก็ทำการเก็บข้อมูลเข้าแฟ้มไว้สำหรับอ้างอิงและก็ดำเนินการตรวจวัดต่อไปตามตารางการออกตรวจวัด

2.11.9 การวิเคราะห์การสั่นสะเทือนกับงานบำรุงรักษา

เมื่อผลการวิเคราะห์สภาพการสั่นสะเทือนของเครื่องจักรนั้นพบว่าน่าจะมีความผิดปกติเกิดขึ้นกับเครื่องจักร ดังนั้นขั้นตอนต่อไปจะต้องทำการวิเคราะห์เพื่อค้นหาต้นตอของความบกพร่องนั้น โดยการใช้การวิเคราะห์แบบกราฟสเปกตรัม (FFT) เพื่ออำนวยความสะดวกในการตรวจหาสาเหตุที่แท้จริงภายในเครื่องจักร พร้อมทั้งเสนอแนะวิธีการแก้ไขให้หน่วยซ่อมและประเมินสภาพของเครื่องจักรชุดนั้นว่าจะสามารถทำงานได้อีกนานเท่าใด เพื่อทางหน่วยซ่อมจะได้กำหนดช่วงเวลาที่จะทำซ่อมบำรุงและต้องส่งผลกระทบต่อบรรยากาศการผลิตน้อยที่สุด

เมื่อหน่วยซ่อมดำเนินการซ่อมบำรุงเครื่องจักรนั้นแล้วเสร็จ ควรดำเนินการตรวจวัดค่าอีกครั้งหนึ่ง (Test Run) เพื่อเปรียบเทียบค่าการสั่นสะเทือนของเครื่องจักรนั้นว่าค่าการสั่นสะเทือนก่อนการซ่อมและหลังการซ่อมเสร็จแล้วจะมีผลต่างกันมากน้อยแค่ไหน และเพื่อเป็นข้อมูลของค่าการสั่นสะเทือนสำหรับอ้างอิงในการซ่อมบำรุงครั้งต่อไปด้วย

2.12 หลักการวิเคราะห์การสั่นสะเทือน

หลักการวิเคราะห์การสั่นสะเทือนของเครื่องจักรกลในหัวข้อนี้ จะเป็นการอธิบายถึงหลักการที่จะทำการวิเคราะห์การสั่นสะเทือน โดยจะลำดับเป็นขั้นตอนเพื่อให้เข้าใจได้ง่ายในการบำรุงรักษาเครื่องจักรกลแบบพยากรณ์ตามสภาพโดยวิธีการวิเคราะห์การสั่นสะเทือนนั้น จะมีลำดับขั้นตอนในการดำเนินการดังต่อไปนี้

1. วัดและบันทึกข้อมูลการสั่นสะเทือนลงเครื่องมือ
2. ถ่ายโอนข้อมูลการสั่นสะเทือนจากเครื่องมือสู่ระบบคอมพิวเตอร์
3. ตรวจสอบกราฟแนวโน้มการสั่นสะเทือน
4. ประเมินค่าการสั่นสะเทือน (อยู่ในเกณฑ์หรือไม่)
5. วิเคราะห์หาสาเหตุ
6. สรุปและรายงานผลการวิเคราะห์
7. วางแผนกำหนดการบำรุงรักษา
8. ดำเนินการบำรุงรักษา

เมื่อเริ่มดำเนินการวัดการสั่นสะเทือน จำเป็นต้องใช้เครื่องมือที่มีคุณภาพ พร้อมทั้งบุคลากรที่มีความรู้และความเข้าใจในวิธีการวัดการสั่นสะเทือน เพื่อบรรลุผลสำเร็จของการดำเนินการ เมื่อดำเนินการตรวจวัดเก็บข้อมูลมาแล้ว ขั้นตอนต่อไปก็จะเป็นการถ่ายโอนข้อมูลเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ หลังจากนั้นผู้ที่จะการวิเคราะห์ก็ทำการตรวจสอบกราฟแนวโน้มของการสั่นสะเทือนถ้าเกินค่ามาตรฐานก็ดำเนินการวิเคราะห์หาสาเหตุพร้อมสรุปทำเป็นรายงานต่อไปโดยในปัจจุบันโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลและช่วยวิเคราะห์การสั่นสะเทือนมีประสิทธิภาพสูงมากและมีให้เลือกใช้ได้หลายรูปแบบ

2.13 การวัดผลการจัดทำระบบการบำรุงรักษาตามสภาพ (Condition Base Maintenance)

การวัดผลการจัดทำระบบการบำรุงรักษาตามสภาพ (Condition Base Maintenance) ในงานวิจัยนี้ ได้เลือกใช้วิธีการวัดผล 3 วิธี คือ

2.13.1 การวัดผลโดยใช้เปอร์เซ็นต์ความพร้อมใช้งานเครื่องจักร (% Machine Availability)

$$\% \text{ Machine Availability} = \frac{\text{เวลาการทำงานของเครื่องจักร} - \text{เวลาที่เครื่องจักรหยุดการทำงาน}}{\text{เวลาการทำงานของเครื่องจักร}} * 100$$

การวัดผลโดยใช้ค่า % Machine Availability มีความหมายว่าหลังจากทำการปรับปรุงแล้วคำนวณได้ค่า % Machine Availability มีค่าเพิ่มขึ้น กว่าช่วงก่อนการปรับปรุง หมายถึงการปรับปรุงนี้ให้ ผลดีขึ้น

2.13.2 การวัดผลโดยใช้ค่าระยะเวลาเฉลี่ยระหว่างการเกิดเหตุขัดข้องของเครื่องจักร (Mean Time between Failures : MTBF)

$$\text{MTBF} = \frac{\text{เวลาที่เครื่องจักรทำงานโดยเกิดผลิต (ชม.)}}{\text{จำนวนครั้งที่เกิดเหตุขัดข้องในช่วงเวลานั้น (ครั้ง)}}$$

การวัดผลโดยใช้ MTBF ถ้าปรับปรุงแล้วคำนวณได้ค่า MTBF มีค่ามากขึ้น กว่าช่วงก่อนการปรับปรุงหมายความว่า การปรับปรุงนี้ทำให้ได้ผลที่ดีขึ้น

2.13.3 การวัดผลโดยใช้ เวลาเฉลี่ยการซ่อมแซม (Mean time to repair; MTTR)

$$\text{เวลาเฉลี่ยการซ่อมแซม} = \frac{\text{เวลาเครื่องจักรหยุดจากการขัดข้อง (ชม.)}}{\text{จำนวนครั้งที่เครื่องจักรหยุด(ครั้ง)}}$$

ซึ่งค่าการวัดโดยใช้ค่า เวลาเฉลี่ยการซ่อมแซม นี้มีความหมายว่าถ้าทำการปรับปรุง แล้วคำนวณได้ค่า เวลาเฉลี่ยการซ่อมแซม มีค่าลดลง กว่าช่วงก่อนการปรับปรุงหมายถึง การปรับปรุงนี้ทำให้ ได้ผลดีขึ้น การวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุของการขัดข้องจะต้องมีการดำเนินการอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นไปอย่างมีระบบ อันจะนำมาซึ่งข้อมูลที่ได้ไปสู่การกำหนดแนวทางในการจัดทำแผนการบำรุงรักษาอย่างมีประสิทธิภาพ

2.14 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นายพิชิต สอนดงบัง [1] ได้ทำการวิจัยเกี่ยวเป็นการศึกษาเกี่ยวกับการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของระบบลำเลียงด้วยสายพานในอุตสาหกรรมการผลิตอาหารสัตว์ ซึ่งในการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดเวลาสูญเสียในกระบวนการผลิตลง และป้องกันการขัดข้องของเครื่องจักร ซึ่งที่ผ่านมาการดำเนินงานของโรงงานตัวอย่างด้านการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเครื่องจักรยังไม่มี ความชัดเจนมากนัก จึงได้มีการศึกษาเกี่ยวกับข้อมูลเครื่องจักร คือ เหตุขัดข้อง ระยะเวลาการหยุดของ

เครื่องจักร เพื่อนำมาทำการวิเคราะห์เหตุขัดข้องของเครื่องจักรและดำเนินการแก้ไข เพื่อปรับระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเครื่องจักร ผลปรากฏว่าความพร้อมใช้งานหลังการปรับปรุงสูงขึ้นร้อยละ 2.87 อัตราการขัดข้องของเครื่องจักรลดลงร้อยละ 63.70

นายอนุวัฒน์ ผลวัฒนา [2] การวิจัยนี้มีจุดประสงค์ เพื่อเพิ่มความพร้อมใช้งานเครื่องจักรในแผนกรอตัด้าย โดยตอบสนองการพัฒนาประสิทธิภาพภายในแผนก โดยการนำวิธีการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน มาประยุกต์ใช้ เนื่องจากทางบริษัทกรณีศึกษาประสบปัญหาของแผนกทอผ้าซึ่งได้รับผลกระทบโดยตรงจากแผนกรอตัด้ายโดยแผนกรอตัด้ายไม่สามารถผลิตตัด้ายพุ่งๆได้ทันความต้องการของแผนกทอผ้า และหาแนวทางปฏิบัติเพื่อลดความสูญเสียโอกาสในการผลิตผลการวิจัยพบว่า หลังจากการนำเสนอวิธีการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน และนำวิธีการไปปฏิบัติในแผนกรอตัด้ายนั้น สามารถลดความสูญเสียโอกาสในการผลิตได้ทั้งหมด และสามารถลดเวลาการผลิตของแผนกรอตัด้ายจากวันละ 22 ชั่วโมง เหลือเพียงวันละ 16 ชั่วโมง ซึ่งเพิ่มประสิทธิภาพของแผนกรอตัด้ายจาก 48.30% เป็น 58.33% หรือเพิ่มขึ้น 10.03% และเพิ่มความพร้อมใช้งานเครื่องจักรจาก 45.31% เป็น 56.61% หรือเพิ่มขึ้น 11.30% และสามารถใช้เครื่องจักรได้อย่างมีประสิทธิภาพ

นายพลวัฐฐ์ อนันต์วัฒนาศิริ [3] การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อแก้ปัญหาในอุตสาหกรรมผลิตฟิล์มถนอมอาหารโดยมุ่งที่การเพิ่มค่าอัตราการเดินเครื่อง โดยนำการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเข้ามาประยุกต์ใช้ในการดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อลดเวลาขัดข้องของเครื่องจักรจากการวิจัยในครั้งนี้ทำให้สามารถเพิ่มค่าอัตราการเดินเครื่องจาก 83% เป็น 91% หรือเพิ่มเป็น 8% จากการปรับปรุงในครั้งนี้สามารถปรับปรุงมูลค่าเพิ่มที่บริษัทได้ควรได้รับการผลิตทุก ๆ 1% จะสามารถทำให้ได้มูลค่าเพิ่มของผลิตภัณฑ์กลับมาถึง 1,396,495 บาท/ปี หลังปรับปรุงเพิ่ม 8% ทำให้ได้รับมูลค่าเพิ่มของผลิตภัณฑ์กลับมาถึง 11,171,960 บาท/ปี จากการสรุปสามารถเพิ่มผลผลิตจากเดิม 97,304.89 กิโลกรัมเป็น 107,068.2 กิโลกรัมหรือเพิ่มขึ้นถึง 10.03%