

เทคนิคการจัดการด้านพลังงานและการซ่อมบำรุงเพื่อลดต้นทุนการผลิต

Technic of Energy and Maintenance Management for Lower Production Cost

รัชชัย นาคพิพัฒน์¹ และ อำนาจ บุญลอย²

^{1,2} ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3 ถ.ฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

*E-mail: kntawatc@kmitl.ac.th

Tawatchai Nakpipat¹ and Amnart Boonloi²

^{1,2} Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

3 Chalongkrung Rd, Ladkrabang Bangkok 10520 Thailand

*E-mail: kntawatc@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานรูปแบบต่างๆ ที่เป็นส่วนหนึ่งของต้นทุนการผลิตในอุตสาหกรรมต่างๆ ได้มีส่วนเพิ่มขึ้นอย่างมากและมีแนวโน้มจะสูงขึ้นเรื่อยๆ ในเมื่อน้ำมันปิโตรเลียมซึ่งเป็นพลังงานส่วนใหญ่ในการนำมาใช้กำลังจะหมดสิ้นไปในอีก 20 - 30 ปี ข้างหน้า ดังนั้นการเลือกใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงชีวมวลทดแทนการใช้น้ำมันจึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจในการศึกษาอย่างมาก ซึ่งการวางแผนงานเลือกใช้เชื้อเพลิงและการวางแผนงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกันที่เหมาะสม จะช่วยให้ค่าใช้จ่ายด้านการใช้พลังงานลดลง ซึ่งเดิมพบว่าโรงงานที่ใช้เป็นข้อมูลศึกษาวิจัยมีการใช้เชื้อเพลิงน้ำมันเตาเป็นหลักสำหรับการผลิตพลังงานความร้อนของหม้อไอน้ำ แต่เนื่องจากในกระบวนการผลิตกะทิจะมีเชื้อเพลิงชีวมวล (กะลามะพร้าว) เหลืออยู่จำนวนมาก ดังนั้นจึงได้มีการวางแผนงานเลือกใช้เชื้อเพลิงชีวมวลเป็นเชื้อเพลิงทดแทนในหม้อไอน้ำแบบใช้เชื้อเพลิงแข็ง ซึ่งการลดกำลังเดินเครื่องของหม้อไอน้ำที่ใช้ น้ำมันเตาลงและเพิ่มกำลังเดินเครื่องสำหรับหม้อไอน้ำที่ใช้เชื้อเพลิงชีวมวลทำให้ค่าใช้จ่ายรวมของการใช้เชื้อเพลิงมีค่าลดลงถึง 12.08 % จากเดิม 23,869,778.70 บาทต่อปี เหลือเพียง 20,987,257.02 บาทต่อปี ซึ่งการวางแผนงานซ่อมบำรุงที่เหมาะสมทำให้อัตราการขัดข้องของเครื่องจักรลดลงและค่าดัชนีการใช้พลังงานลดลง 6.68 % จากเดิม 7,272.38 kJ/kgมวลผลผลิต เหลือเพียง 6,786.45 kJ/kgมวลผลผลิต ซึ่งการวางแผนงานซ่อมบำรุงด้วยโปรแกรมสามารถตรวจสอบและเตือนด้วยค่าใช้จ่ายที่ต่ำและมีประสิทธิภาพสูง จากการนำไปใช้งานได้ผลเป็นที่น่าพอใจสามารถลดค่าใช้จ่าย และเวลาที่เสียไปเนื่องจากเครื่องจักรเกิดการขัดข้องได้

Abstract

Nowadays, energy cost that is one of the capital costs in manufacturing tends to increase because of the decreasing of Petroleum resources. The biomass energy is an interesting alternative choice. Suitable choice of fuel and preventive maintenance planning play important roles to minimize the energy

cost. The case study of this research is a factory, which use fuel oil to produce heat for boiler. The by-product of the manufacturing process of the coconut cream is the coconut shell. This research studies the strategic planning in order to use biomass fuel as the alternative fuel in the solid-fuel boiler. The decrement of total energy cost due to the reduction of the fuel oil boiler operation and the addition of the biomass boiler operation is 12.08%, from 23,869,778.70 baht per annual to 20,987,257.02 baht per annual. Moreover, the suitable maintenance planning decreases the malfunction of the machine. The energy index also decreases for 6.68%, from 7,272.38 kJ/kg product mass to 6,786.45 kJ/kg product mass. Nevertheless, this software based maintenance planning is operated at low cost and high efficiency. The test results are satisfaction; the cost and the time consumed by the error of the machine are decreased.

1. บทนำ

เนื่องจากในปัจจุบัน การเจริญเติบโตของอุตสาหกรรมเป็นไปอย่างต่อเนื่องเห็นได้จากการสร้างนิคมอุตสาหกรรมใหม่ๆ ขึ้นมาเพื่อรองรับการขยายตัว ซึ่งส่วนใหญ่โรงงานอุตสาหกรรมจะประกอบด้วยสายงานการผลิตต่างๆ โดยเครื่องจักรเป็นส่วนสำคัญอย่างมากในการดำเนินงานดังนั้นเมื่อมีโรงงานอุตสาหกรรมเกิดขึ้นอย่างมาก ความต้องการทางด้านพลังงานก็จะเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกันซึ่งความต้องการด้านพลังงานของโรงงานอุตสาหกรรมจะเป็นรูปแบบของพลังงานที่ใช้แล้วหมดไป เช่น พลังงานไฟฟ้า หรือ พลังงานในรูปแบบเชื้อเพลิงตัวอย่างเช่น น้ำมัน เป็นต้น ซึ่งจะต้องมีการนำเข้าจากต่างประเทศและการได้มาซึ่งพลังงานดังกล่าวมีค่าใช้จ่ายด้านการผลิตที่สูงมาก จึงทำให้ราคาขายด้านเชื้อเพลิงมีราคาสูงเช่นเดียวกัน ดังนั้นถ้าสามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานลงได้ ไม่เพียงแต่ต้นทุนของการผลิตสินค้าของอุตสาหกรรมจะลดลง แต่ยังช่วยลดการนำเข้าของวัตถุดิบในการผลิตเชื้อเพลิงอีกด้วย

ค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานของเครื่องจักรจะสูงขึ้นเมื่อเครื่องจักรมีสภาพไม่สมบูรณ์ หรือมีการใช้เชื้อเพลิงที่มีคุณภาพไม่เหมาะสม ซึ่งจะเป็นในส่วนของ การขาดการดูแลการบำรุงรักษาอย่างถูกวิธีและต่อเนื่องสม่ำเสมอ ดังนั้นหากมีการวางแผนงานบำรุงรักษาอย่างถูกวิธีจะสามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานได้ขั้นหนึ่ง และเป็นข้อมูลในการวิเคราะห์เพื่อเลือกใช้เชื้อเพลิงให้เหมาะสมเพื่อให้เครื่องจักรมีประสิทธิภาพการทำงานที่ดีขึ้น ตลอดจนยังช่วยลดโอกาสที่จะเกิดเหตุขัดข้องของเครื่องจักรในสายการผลิตลงด้วย

2. ศึกษาข้อมูลการใช้พลังงานในโรงงานที่ใช้ศึกษาวิจัย

โรงงานอุตสาหกรรมที่ใช้ศึกษาวิจัยมีการผลิตน้ำกะทิบรรจุกระป๋อง ซึ่งโรงงานดังกล่าวมีการใช้พลังงานอยู่ 2 ประเภท คือ พลังงานจากไฟฟ้า และพลังงานความร้อนจากการสันดาปของเชื้อเพลิง ซึ่งในส่วนของพลังงานจากไฟฟ้าจะใช้สำหรับมอเตอร์ต้นกำลังในกระบวนการผลิต เช่น การลำเลียง การขูด การคั้นน้ำกะทิ เป็นต้น ส่วนพลังงานความร้อนจากการสันดาปของเชื้อเพลิงจะใช้สำหรับให้ความร้อนเพื่อผลิตไอน้ำของหม้อไอน้ำ ซึ่งโรงงานที่ใช้ทำการศึกษามีหม้อไอน้ำอยู่ 3 เครื่อง คือ หม้อไอน้ำ (เชื้อเพลิงแข็ง) กำลังการผลิตไอน้ำ 15 ตันต่อชั่วโมง, หม้อไอน้ำ (น้ำมันเตา) กำลังการผลิตไอน้ำ ขนาด 6 ตันและ 16 ตันต่อชั่วโมง ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานที่มีมูลค่าสูงที่สุดมาจาก ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อน นั่นก็คือค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิงของหม้อไอน้ำ ซึ่งแผนผังกระบวนการผลิตและการใช้พลังงานแสดงดังรูปที่ 1

3. ทฤษฎีการวิเคราะห์พลังงาน

ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องจักร ประสิทธิภาพการผลิตพลังงานความร้อนหม้อไอน้ำและดัชนีพลังงาน จะใช้หลักการสมดุลพลังงาน กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิกส์ สมการหลักที่ใช้ในการวิเคราะห์ คือ ประสิทธิภาพทางความร้อนตามกฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิกส์

$$\text{ประสิทธิภาพ } (\eta) = \frac{\text{พลังงานที่ใช้ประโยชน์}}{\text{พลังงานความร้อนที่ป้อนเข้าระบบ}}$$

ดัชนีพลังงานจำเพาะในแต่ละระบบหรืออุปกรณ์

$$\text{ดัชนีพลังงาน} = \frac{\text{พลังงานที่ป้อนเข้าระบบ}}{\text{มวลผลผลิตที่ได้ทั้งหมด}}$$

4. การวิเคราะห์ข้อมูลก่อนการปรับปรุง

4.1 ตรวจสอบการใช้พลังงานของกระบวนการผลิต

การใช้พลังงานส่วนใหญ่จะมาจากพลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อน ซึ่งพลังงานไฟฟ้าใช้สำหรับมอเตอร์ต้นกำลังของเครื่องจักรในกระบวนการผลิต มอเตอร์ที่ใช้จะมีหลายขนาด ตั้งแต่ 0.5 hp จนถึง 100 hp ส่วนพลังงานความร้อนจะมาจากพลังงานความร้อนจากการสันดาปของเชื้อเพลิงที่ป้อนเข้าหม้อไอน้ำ จากการตรวจสอบพบหม้อไอน้ำ 6 ตันต่อชั่วโมงและ 16 ตันต่อชั่วโมงใช้น้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งค่าความร้อนของน้ำมันเตาเท่ากับ 43.75 MJ/kg ความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 0.94 และหม้อไอน้ำขนาด 15 ตันต่อชั่วโมง ซึ่งใช้เชื้อเพลิงแข็ง สำหรับการเผาไหม้เนื่องจากที่โรงงานที่ใช้เป็นข้อมูลศึกษามีกระบวนการผลิตเกี่ยวกับการแปรรูปมะพร้าวเป็นน้ำกะทิ

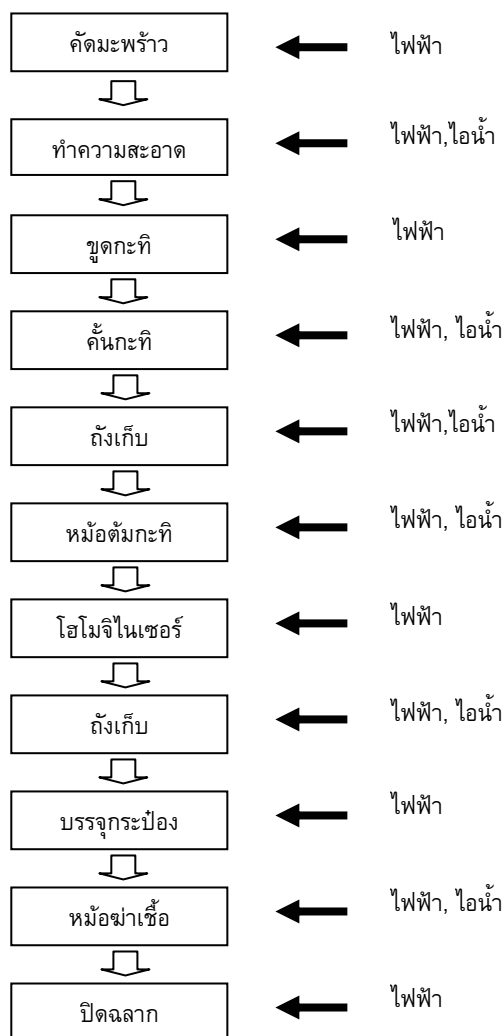
เพราะฉะนั้นวัสดุที่เหลือจากการผลิต คือกะลามะพร้าวซึ่งทางโรงงานได้นำไปเป็นเชื้อเพลิงสำหรับหม้อไอน้ำ โดยมีการผสมกะลาปาล์มลงไปด้วยเพื่อให้เชื้อเพลิงมีค่าความร้อนสูงขึ้น ซึ่งส่วนผสมเชื้อเพลิง 1 กิโลกรัม ใช้อัตราส่วน กะลามะพร้าว 70 % ต่อ กะลาปาล์ม 30 % จากการค้นคว้าพบว่ากะลามะพร้าวมีค่าความร้อน 17.93 MJ/kg และกะลาปาล์มมีค่าความร้อน 18.46 MJ/kg ดังนั้นค่าความร้อนของเชื้อเพลิงผสมจะหาได้จาก

$$Q_{f(mix)} = m_{f1}(Q_{LHV1}) + m_{f2}(Q_{LHV2})$$

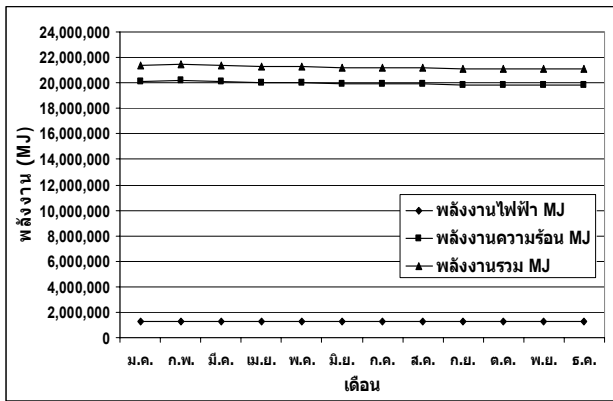
จะได้

$$Q_{f(mix)} = 0.7(17.93) + 0.3(18.46) = 18.089 \text{ MJ / kg}$$

ซึ่งพลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิง จะคิดจากปริมาณการใช้เชื้อเพลิง สำหรับการสันดาปของหม้อไอน้ำในแต่ละเดือนและค่าความร้อนของเชื้อเพลิง ซึ่งค่าการใช้พลังงานของข้อมูลปี 2545 แสดงดังรูปที่ 2



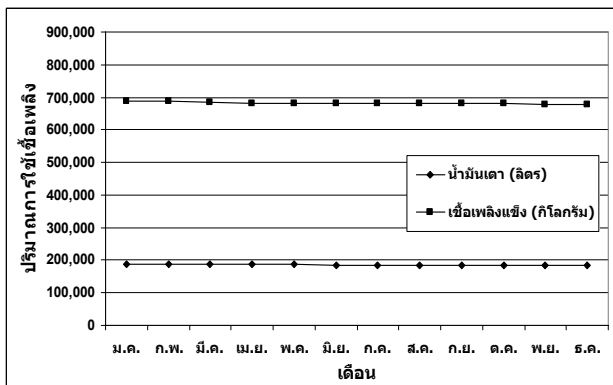
รูปที่ 1 แผนผังกระบวนการผลิตและการใช้พลังงาน



รูปที่ 2 แสดงค่าการใช้พลังงานของกระบวนการผลิต ปี 2545

4.2 ตรวจสอบการใช้เชื้อเพลิงเพื่อการผลิตพลังงาน

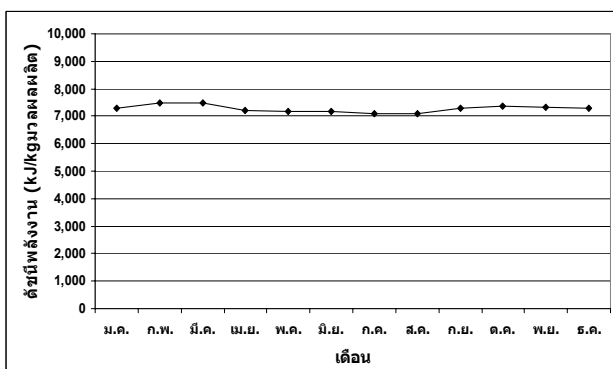
การใช้เชื้อเพลิงเพื่อการผลิตพลังงานความร้อนของหม้อไอน้ำสามารถที่จะส่งผลต่อค่าใช้จ่ายต้นทุนการผลิตซึ่งจากการตรวจสอบการใช้เชื้อเพลิงเพื่อการผลิตพลังงานความร้อนของปี 2545 แสดงดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 แสดงปริมาณการใช้เชื้อเพลิงเพื่อการผลิตพลังงานความร้อน

4.3 ตรวจสอบค่าการใช้พลังงานต่อผลผลิตที่ได้

เพื่อให้เห็นความชัดเจนของประสิทธิภาพของการใช้พลังงาน ทั้งพลังงานความร้อนและพลังงานไฟฟ้าจะใช้วิธีการแสดงค่าการใช้พลังงานรวมต่อมวลผลผลิตรวมที่ได้ในรูปแบบของดัชนีพลังงาน ซึ่งทำให้วิเคราะห์ประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตได้ ซึ่งจากข้อมูลมีการใช้พลังงานจำเพาะโดยเฉลี่ย เท่ากับ 7,272.38 kJ/kgมวลผลผลิตรวม แสดงดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 แสดงค่าดัชนีพลังงานกระบวนการผลิต ของปี2545

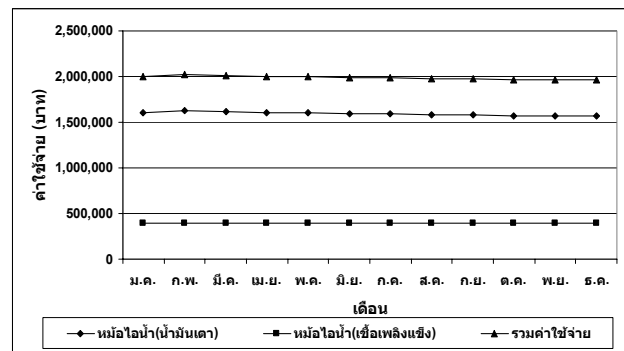
4.4 ตรวจสอบค่าใช้จ่ายของเชื้อเพลิงสำหรับผลิตพลังงานความร้อน

การได้มาซึ่งพลังงานความร้อนเป็นค่าใช้จ่ายส่วนหนึ่งที่มีมูลค่าที่สูงมาก ซึ่งเชื้อเพลิงที่ใช้สำหรับการผลิตพลังงานความร้อนจะต้องมีอย่างเพียงพอและต่อเนื่องให้ทันต่อความต้องการ ซึ่งวัสดุที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงจะขึ้นอยู่กับลักษณะของการออกแบบและประเภทชนิดของหม้อไอน้ำค่าใช้จ่ายของเชื้อเพลิงมีข้อมูลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลชนิดของเชื้อเพลิงสำหรับหม้อไอน้ำ

ชนิดของหม้อไอน้ำ	เชื้อเพลิงที่ใช้	ราคาเชื้อเพลิง (บาท)
หม้อไอน้ำ(File Tube)	น้ำมันเตา	8.60 บาทต่อลิตร
หม้อไอน้ำ(Water Tube)	เชื้อเพลิงแข็ง(กะลาปาล์ม + กะลามะพร้าว)	0.58 บาท ต่อกิโลกรัม

ค่าใช้จ่ายของเชื้อเพลิงสำหรับหม้อไอน้ำจะขึ้นอยู่กับปริมาณการใช้และปริมาณการใช้เชื้อเพลิงก็จะขึ้นอยู่กับปริมาณความต้องการเชื้อเพลิงและค่าความร้อนของเชื้อเพลิง ซึ่งค่าใช้จ่ายของเชื้อเพลิงสำหรับผลิตพลังงานความร้อนแสดงดังรูปที่ 5 จากรูปจะเห็นว่าหม้อไอน้ำเชื้อเพลิงแข็ง (กะลาปาล์ม + กะลามะพร้าว) มีค่าใช้จ่ายที่น้อยมากเมื่อเทียบกับหม้อไอน้ำที่ใช้ น้ำมันเตา

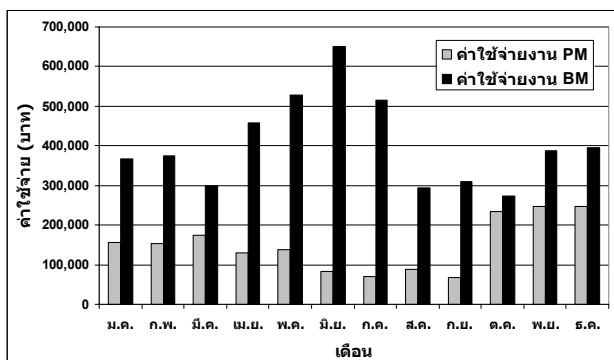


รูปที่ 5 แสดงค่าใช้จ่ายสำหรับการผลิตพลังงานความร้อนของหม้อไอน้ำ

4.5 ตรวจสอบค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับงานซ่อมบำรุง

ค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับงานซ่อมบำรุง จะเป็นค่าใช้จ่ายด้านงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (PM) และงานบำรุงรักษาหลังเหตุขัดข้อง (BM) ของเครื่องจักรในแต่ละสายงานการผลิต ซึ่งจากการศึกษาพบว่าส่วนใหญ่จะมีการใช้เครื่องจักรไปจนกระทั่งมีการชำรุดของอุปกรณ์ หรือเกิดการเสื่อมการทำงานชิ้นส่วนของเครื่องจักรจึงจะทำหยุดเพื่อทำการแก้ไขและไม่มีการเก็บข้อมูลหลังการซ่อมอย่างเป็นระบบ ดังนั้นทำให้ไม่สามารถที่จะพยากรณ์หรือคาดการณ์ล่วงหน้าถึงช่วงเวลาที่จะมีความจำเป็นต้องเปลี่ยนชิ้นส่วนหรือบำรุงรักษาเพื่อป้องกันการหยุดฉุกเฉินของเครื่องจักรได้ ค่าใช้จ่ายส่วนใหญ่มักเกิดจากการบำรุงรักษาหลังเหตุขัดข้อง (BM) จากข้อมูลพบว่าค่าใช้จ่ายของงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน มีค่าน้อยกว่าค่าใช้จ่ายจากงานบำรุงรักษาหลังเหตุขัดข้องซึ่งเป็นผลมาจากการที่มีการใช้อะไหล่จนหมดอายุการทำงานแทนที่จะมีการเปลี่ยนชิ้นส่วนนั้นก่อนเพื่อป้องกันการหยุดอย่างฉุกเฉินของเครื่องจักร ซึ่งทำให้การซ่อมบำรุงเพื่อแก้ไขปัญหาเหล่านั้นมีค่าใช้จ่าย

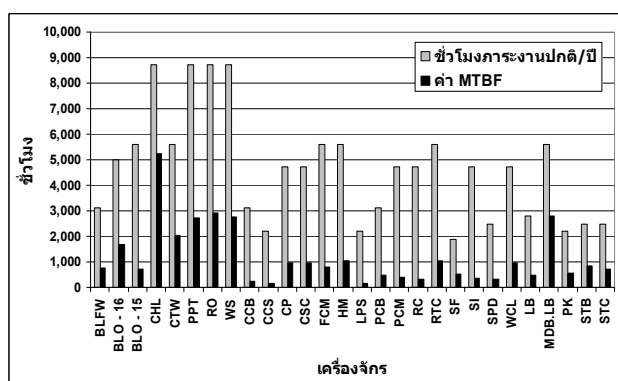
ที่สูงมากและการปล่อยให้ชิ้นส่วนต่างๆของเครื่องจักรหมดสภาพอายุการทำงานจะเกิดผลหรือปัญหากับชิ้นส่วนอื่นๆ ของเครื่องจักรอันเกิดจากชิ้นส่วนที่หมดสภาพอายุการทำงานนั้นด้วย ดังนั้นในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว หลังจากที่มีการเก็บข้อมูลอายุการทำงานชิ้นส่วนของเครื่องจักรทำให้สามารถประเมินอายุการทำงานของชิ้นส่วนต่างๆของเครื่องจักรที่เป็นชิ้นส่วนที่มีความสำคัญได้และทำการเปลี่ยนชิ้นส่วนนั้นก่อนที่จะเกิดความเสียหายแก่เครื่องจักร แสดงข้อมูลดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 แสดงค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุงของปี 2545

4.6 ตรวจสอบสภาพความน่าเชื่อถือของเครื่องจักรในส่วนของค่าอัตราเฉลี่ยการขัดข้อง

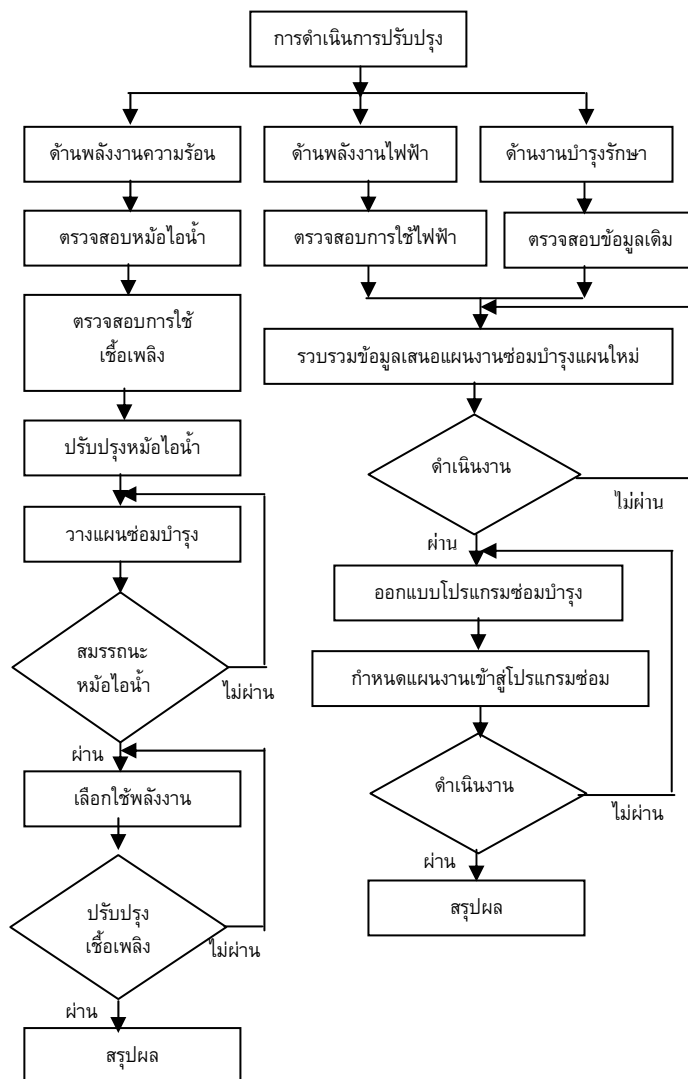
การวัดข้อของเครื่องจักร จะส่งผลต่อดัชนีค่าความน่าเชื่อถือของเครื่องจักร ซึ่งจากโรงงานที่ทำการศึกษ พบว่าเครื่องจักรบางเครื่องมือมีอัตราการขัดข้องที่สูงหรือบางเครื่องมือมีจำนวนครั้งที่ขัดข้องไม่สูงมาก แต่เป็นเครื่องจักรที่สำคัญซึ่งการหยุดแต่ละครั้งจะส่งผลกระทบต่อเครื่องจักรตัวอื่นทำให้ทั้งสายงานการผลิตหยุดชะงักได้ ค่าอัตราเฉลี่ยการขัดข้อง (Mean Time Between Failures : MTBF) สามารถแสดงถึงช่วงความถี่ของการเกิดการขัดข้องของเครื่องจักรได้จากข้อมูลสามารถแสดงการเปรียบเทียบชั่วโมงภาระงานปกติกับค่าอัตราการเฉลี่ยการขัดข้องของเครื่องจักร(MTBF) แสดงดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 ดัชนีสภาพความน่าเชื่อถือของเครื่องจักรในกระบวนการผลิต

5. วิเคราะห์หาแนวทางปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตและลดการใช้พลังงานโดยใช้การวางแผนงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกันที่เหมาะสม

การลดการใช้พลังงานทั้งในด้านพลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อน จะมีวิธีการดำเนินงานแสดงดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 แสดงวิธีการดำเนินงานปรับปรุงแผนงานซ่อมบำรุง

5.1 การจัดการด้านพลังงานไฟฟ้าของเครื่องจักร

พลังงานในส่วนของพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ขับเคลื่อนมอเตอร์ต้นกำลังของเครื่องจักรเป็นตัวแปรหนึ่งที่มีผลกระทบต่อค่าใช้จ่ายมาก ซึ่งพลังงานไฟฟ้าจะอยู่ในรูปแบบของความต้องการกระแสไฟฟ้าซึ่งเมื่อเครื่องจักรมีภาระ (โหลด) มากมอเตอร์ก็จะมีความต้องการกระแสไฟฟ้ามากขึ้นเช่นกันและกรณีที่มีการงานอยู่ในระดับคงที่ค่าความต้องการกระแสไฟฟ้าที่สูงเกินจะมาจากเครื่องจักรมีสภาพไม่สมบูรณ์ มีการบำรุงรักษาชิ้นส่วนที่มีการเคลื่อนไหวไม่เหมาะสม ซึ่งความเสียหายของชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่ เช่น ลูกปืนถ้าไม่มีการอัดจารบี หรือปล่อยให้ลูกปืนหมดสภาพการทำงานก็จะเป็นการเพิ่มภาระงานที่สูญเสียให้กับเครื่องจักร ทำให้เครื่องจักรมีความต้องการกระแสไฟฟ้ามากขึ้น ทำให้เกิดความสิ้นเปลืองโดยรวมอย่างมาก และการเลือกชิ้นส่วนอะไหล่ที่ไม่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่การทำงาน ก็เป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้ามากขึ้นเช่นกัน ดังนั้นจึงมีการจัดการดูแลและจัดในส่วนของภาระงานที่สูญเสียโดยการวางแผนงานซ่อมบำรุงชิ้นส่วนที่มีการเคลื่อนที่ การหมั่น หรือในส่วนของมอเตอร์ อย่างสม่ำเสมอและมีการเปลี่ยนอะไหล่เมื่อตรวจสอบดูแลถึงรอบการเปลี่ยน ซึ่งทำให้ค่าความต้องการกระแสไฟฟ้าที่สูงจากภาระงานที่สูญเสียลดลง ทำให้สามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าโดยรวมของเครื่องจักรลดลงด้วย

5.2 การจัดการด้านพลังงานความร้อนของเครื่องจักร

พลังงานความร้อนจัดว่าเป็นค่าใช้จ่ายต้นทุนที่สูงมากเนื่องจากจะมีการใช้เชื้อเพลิงในปริมาณที่สูงในการผลิตไอของหม้อไอน้ำ หม้อไอน้ำในโรงงานที่ใช้ศึกษาวิจัยจะมีอยู่ 3 เครื่องคือ หม้อไอน้ำ 6 ตัน (น้ำมันเตา), หม้อไอน้ำ 16 ตัน (น้ำมันเตา) และหม้อไอน้ำ 15 ตัน (เชื้อเพลิงแข็ง) ซึ่งหม้อไอน้ำที่มีค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิงสูงมากคือหม้อไอน้ำ 6 ตัน และ 16 ตัน ที่มีการใช้น้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิง เพราะวามหม้อไอน้ำมีปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในปริมาณที่สูงมากเฉลี่ย 60,000 ลิตรต่อเดือนสำหรับหม้อไอน้ำ 6 ตัน และ 125,000 ลิตรต่อเดือนสำหรับหม้อไอน้ำ 16 ตัน ส่วนหม้อไอน้ำ 15 ตันที่มีการใช้เชื้อเพลิงแข็งในการสันดาปในห้องเผาไหม้มีปริมาณการใช้ปริมาณเชื้อเพลิงแข็งอยู่ที่เฉลี่ยประมาณ 682,000 กิโลกรัมต่อเดือน ซึ่งราคาต้นทุนด้านเชื้อเพลิงของน้ำมันเตาเท่ากับ 8.60 บาทต่อลิตร และเชื้อเพลิงแข็ง (กะลามะพร้าว + กะลาปาล์ม) เท่ากับ 0.58 บาทต่อกิโลกรัม จะเห็นได้ว่าราคาของเชื้อเพลิงต่างกันมากอันเนื่องมาจากน้ำมันเตาจะต้องมีการสั่งซื้อและนำเข้าจากต่างประเทศและมีราคาสูงกว่า ส่วนกะลามะพร้าวและกะลาปาล์มเป็นวัสดุที่เป็นพลังงานชีวมวลในประเทศซึ่งมีราคาถูกกว่ามาก ดังนั้นในการลดค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิงจึงเห็นสมควรที่จะมีการใช้งานหม้อไอน้ำ 15 ตัน (เชื้อเพลิงแข็ง) เป็นหลัก ส่วนหม้อไอน้ำ 6 ตัน และ 15 ตัน (น้ำมันเตา) จะมีการเดินเครื่องเพียงแค่ช่วยรักษาระดับความดันไอน้ำเพื่อป้องกันความดันไอน้ำตกเท่านั้น ซึ่งจะสามารถลดปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในส่วนของน้ำมันเตาได้ส่วนหนึ่ง ในส่วนของอุปกรณ์ของหม้อไอน้ำถ้าขาดการดูแลรักษาอย่างถูกวิธีและสม่ำเสมอ ก็จะทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานของหม้อไอน้ำลดลงและทำให้ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงสำหรับการเผาไหม้มากขึ้น ค่าใช้จ่ายก็จะมากขึ้นดุงกัน ดังนั้นในส่วนของการจัดการทำฟอร์มสำหรับการเก็บข้อมูลสภาพการทำงานของหม้อไอน้ำเพิ่มเติมนอกเหนือจากแผนงานซ่อมบำรุงหม้อไอน้ำตามปกติทั้งในส่วนของการปริมาณน้ำที่ใช้ปริมาณเชื้อเพลิง อุณหภูมิปล่อง ความดันไอน้ำ เป็นต้น ซึ่งในส่วนนี้จะมีการเก็บฐานข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์สภาพของหม้อไอน้ำว่าขณะนี้หม้อไอน้ำมีการใช้เชื้อเพลิงมากน้อยเพียงใดหรือประสิทธิภาพการเปลี่ยนเชื้อเพลิงเป็นไอน้ำมีค่าเท่าใดและยังสามารถนำข้อมูลมาเพื่อวิเคราะห์ความสูญเสียของหม้อไอน้ำได้ ซึ่งเมื่อทราบข้อมูลดังกล่าวก็จะมีการจัดทีมงานซ่อมบำรุงเข้าไปตรวจสอบและแก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการทำ ความสะอาด เปลี่ยนชิ้นส่วน ปรับแต่ง เป็นต้นซึ่งหลังจากที่มีการจัดการและดูแลบำรุงรักษาหม้อไอน้ำอย่างเป็นระบบทำให้หม้อไอน้ำมีการทำงานที่เสถียรยิ่งขึ้น สามารถผลิตไอน้ำได้ตามความต้องการของฝ่ายผลิตและมีปริมาณการใช้เชื้อเพลิงลดลงอันเกิดจากมีประสิทธิภาพในการแลกเปลี่ยนความร้อนมากขึ้นและลดการสูญเสียความร้อนต่างๆ

5.3 การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการวางแผนและควบคุมงานบำรุงรักษาเครื่องจักร

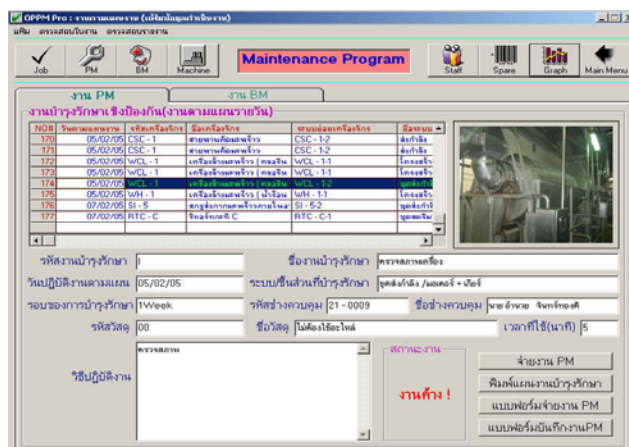
หลังจากที่ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์ความต้องการของระบบแล้วจึงได้ทำการออกแบบโปรแกรม

(1) ออกแบบ User Interface ของโปรแกรม ซึ่งประกอบด้วยหน้าต่างการใช้งานต่างๆ เช่น เมนูแสดงแผนงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกันเมนูวิเคราะห์อัตราเฉลี่ยขัดข้อง แสดงดังรูปที่ 9

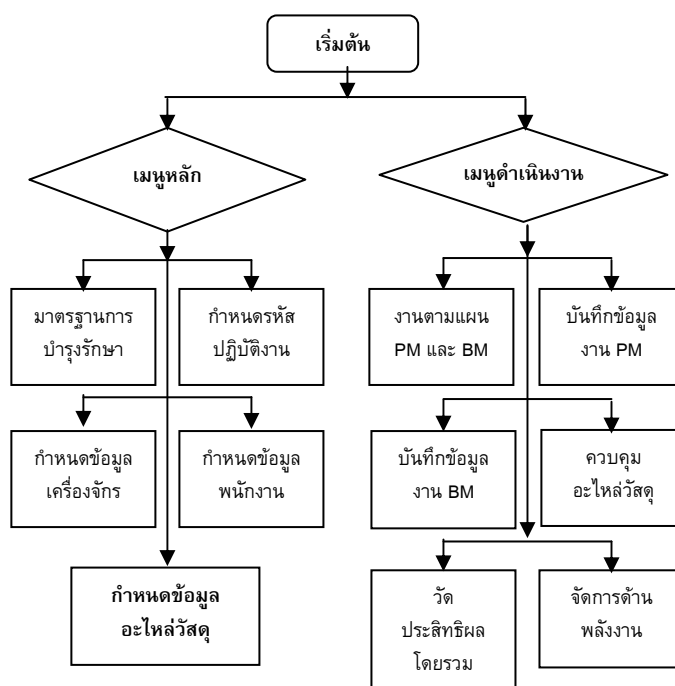
(2) ออกแบบระบบฐานข้อมูลโดยทำการสร้างฐานข้อมูลการทำงานระหว่างโปรแกรมกับระบบฐานข้อมูล ให้ข้อมูลต่างๆเกิด

ความสัมพันธ์กัน

(3) การออกแบบการทำงานของโปรแกรม แสดงดังรูปที่ 10



รูปที่ 9 แสดงเมนูตารางแผนงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน

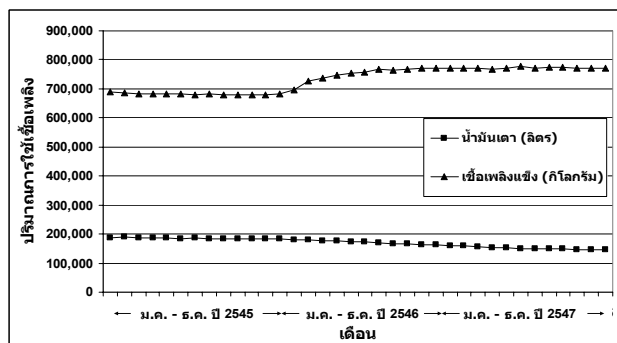


รูปที่ 10 แสดงแผนภูมิการทำงานของโปรแกรม

6. ผลการวิจัย

6.1 การใช้เชื้อเพลิงเพื่อการผลิตพลังงานความร้อน

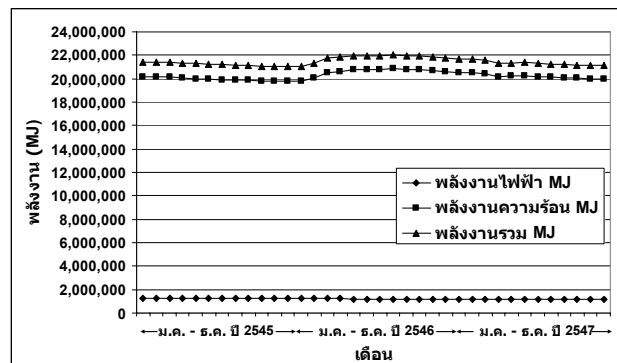
จากข้อมูล พบว่าหลังจากที่มีเน้นการใช้เชื้อเพลิงแข็งทำให้ปริมาณการใช้น้ำมันเตาลดลง ซึ่งทำให้ต้นทุนการใช้พลังงานสำหรับผลิตพลังงานความร้อนมีค่าลดลง แต่การใช้เชื้อเพลิงแข็งมีการใช้เฉลี่ยของปี 2546 และ ปี 2547 มีค่าการใช้เพิ่มขึ้นจากปี 2545 ซึ่ง แสดงดังรูปที่ 11



รูปที่ 11 แสดงการใช้เชื้อเพลิงเพื่อผลิตพลังงานความร้อน

6.2 การใช้พลังงานของกระบวนการผลิต

การใช้พลังงานของกระบวนการผลิต พบว่าเดิมมีปริมาณการใช้พลังงานที่ค่อนข้างสูง โดยเฉพาะระบบหรือเครื่องจักรขนาดใหญ่ที่มีความต้องการพลังงานจำนวนมากในการทำงาน เช่น หม้อไอน้ำ เครื่องทำความเย็น เป็นต้น ซึ่งหลังจากที่มีการวางแผนงานการใช้เชื้อเพลิงและการวางแผนงานซ่อมบำรุงจากข้อมูลประวัติการขัดข้องและมีการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้น เข้าไปช่วยในการควบคุมงานซ่อมบำรุงตามแผนงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่ได้จัดทำขึ้นใหม่ ทำให้ปริมาณการใช้พลังงานของเครื่องจักรลดลงอย่างชัดเจน อันเป็นผลจากการดูแลบำรุงรักษาที่ดี การตรวจสอบอย่างเป็นระบบ และแก้ไขจุดบกพร่องก่อนที่เครื่องจักรจะได้รับความเสียหาย โดยสามารถแสดงค่าการใช้พลังงานได้ดังรูปที่ 12



รูปที่ 12 แสดงค่าการใช้พลังงานรวมของกระบวนการผลิต

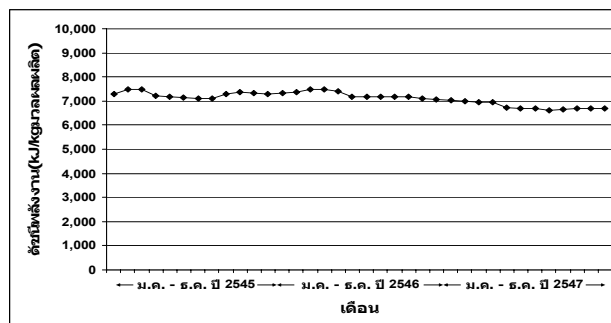
6.3 ดัชนีการใช้พลังงาน

ดัชนีการใช้พลังงานสามารถแสดงถึงค่าพลังงานที่ป้อนสู่กระบวนการผลิตต่อผลผลิตที่ได้ ซึ่งหลังจากมีการวางแผนงานซ่อมบำรุงและปฏิบัติงานตามแผนงาน ทำให้อัตราการผลิตรวมมีค่าสูงขึ้น อีกทั้งมีการเลือกใช้เชื้อเพลิงสำหรับผลิตพลังงานความร้อนที่เหมาะสมทำให้ดัชนีการใช้พลังงานมีค่าลดลงจากปี 2545 เท่ากับ 6.68 % แสดงดังรูปที่ 13

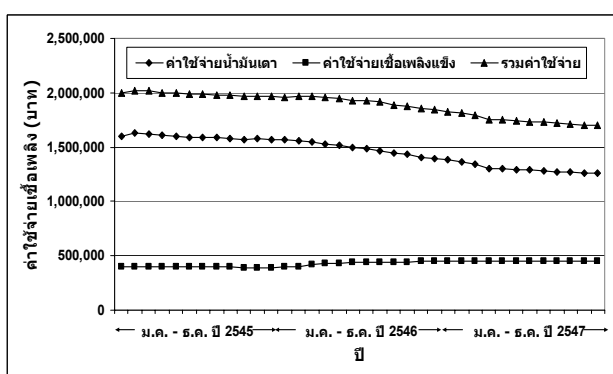
6.4 ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อน

จากข้อมูล พบว่าค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อนของปี 2546 และ ปี 2547 มีค่าใช้จ่ายที่ลดลงจากปี และค่าใช้จ่ายของน้ำมันเตาของปี 2546 และ ปี 2547 มีค่าใช้จ่ายที่ลดลงจากปี 2545 คิดเป็น 6.75 % และ 18.35 % โดยที่ค่าใช้จ่ายของเชื้อเพลิงแข็งของปี 2546 และ

ปี 2547 มีค่าใช้จ่ายที่สูงกว่าค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิงแข็งของปี 2545 คิดเป็น 9.2 % และ 13.19 % แสดงดังรูปที่ 14



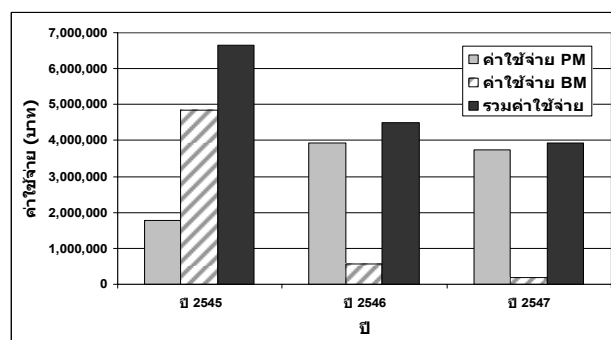
รูปที่ 13 แสดงค่าดัชนีการใช้พลังงานของกระบวนการผลิต



รูปที่ 14 แสดงค่าใช้จ่ายสำหรับผลิตพลังงานความร้อนของหม้อไอน้ำ

6.5 ค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับงานซ่อมบำรุง

ค่าใช้จ่ายที่จะใช้ในการวัดผลของแผนงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกันนั้น จะเป็นในส่วนของค่าใช้จายรวมของงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันและงานบำรุงรักษาหลังเหตุขัดข้องซึ่งพบว่าเมื่อมีการจัดการบำรุงรักษาที่ดีเป็นผลให้เกิดการหยุดฉุกเฉินของเครื่องจักรน้อยลง ซึ่งส่งผลให้ค่าใช้จ่ายด้านการบำรุงรักษาที่ลดลงด้วยเช่นกัน แสดงดังรูปที่ 15

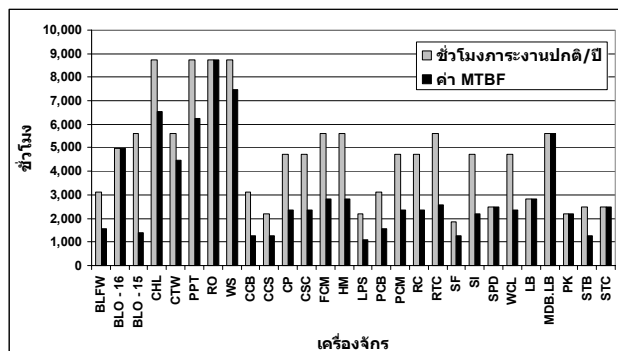


รูปที่ 15 แสดงค่าใช้จ่ายของงานซ่อมบำรุง ปี 2545 ถึง ปี 2547

6.6 ผลความน่าเชื่อถือของเครื่องจักรในส่วนของอัตราเฉลี่ยการขัดข้อง

การขัดข้องของเครื่องจักรจะส่งผลต่อค่าดัชนีความน่าเชื่อถือของเครื่องจักร ซึ่งพบว่าจากเดิมเครื่องจักรในกระบวนการผลิตมีการขัดข้องบ่อยครั้ง แต่หลังจากที่มีการวางแผนงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

และมีการปฏิบัติงานอย่างเป็นระบบ ทำให้เครื่องจักรมีอัตราการขัดข้องที่ลดลงและดัชนีสภาพความน่าเชื่อถือในส่วนของการอัตราเฉลี่ยขัดข้อง (Mean Time Between Failures : MTBF) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า “ระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการเสียหายแต่ละครั้ง” มีค่าที่สูงขึ้นจนกระทั่งปัจจุบันมีการหยุดของเครื่องจักรฉุกเฉินน้อยลง แสดงดังรูปที่ 16



รูปที่16 ดัชนีความน่าเชื่อถือของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตปี 2547

7. สรุปผลการวิจัย

7.1 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงเพื่อการผลิตพลังงาน

เชื้อเพลิงชีวมวล เช่น กะลามะพร้าว กะลาปาล์ม สามารถที่จะใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับการผลิตพลังงานความร้อนของหม้อไอน้ำได้อย่างเหมาะสมโดยที่มีค่าใช้จ่ายที่น้อยกว่า ซึ่งการผลิตไอน้ำ 1 ตัน (น้ำ 1 m³) หม้อไอน้ำที่ใช้เชื้อเพลิงชีวมวลเสียค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิงในการผลิตไอน้ำน้อยกว่าหม้อไอน้ำที่ใช้ น้ำมันเตาถึง 531.99 บาทต่อการผลิตไอน้ำ 1 ตัน และการเพิ่มกำลังทำงานของหม้อไอน้ำที่ใช้เชื้อเพลิงชีวมวล สามารถลดการใช้เชื้อเพลิงของหม้อไอน้ำที่ใช้ น้ำมันเตาได้ถึง 18.35 % จากเดิมปริมาณรวมของการใช้น้ำมันเตาเท่ากับ 2,223,555.59 ลิตร/ปี เหลือเพียง 1,815,548.79 ลิตร/ปี

7.2 ผลการวิเคราะห์การใช้พลังงานของกระบวนการผลิต

การใช้พลังงานจะสัมพันธ์กับประสิทธิภาพของแผนงานซ่อมบำรุงและความต่อเนื่องของการบำรุงรักษา ซึ่งการลดความเสียหายหรือการป้อนภาระงานในระดับที่เหมาะสมจะเป็นผลให้มีการใช้พลังงานที่ลดลง ซึ่งค่าการใช้พลังงานไฟฟ้ามีการใช้ที่ลดลง 9.20 % จากเดิมเฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 1,260,487.86 MJ เหลือเพียง 1,144,547.28 MJ แต่ค่าการใช้พลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิง เพิ่มขึ้น 1.15 % จากเดิมเฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 19,958,257.36 MJ เพิ่มขึ้นเป็น 20,187,829.870 MJ แต่ค่าการใช้พลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิง น้ำมันเตาลดลง 18.35 % จากเดิมเฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 7,620,310.32 MJ เหลือเพียง 6,222,037.00 MJ สรุปผลรวมของการใช้พลังงานรวมของกระบวนการผลิตปี 2547 มีค่าการใช้พลังงานรวมเพิ่มขึ้นจากปี 2545 เท่ากับ 0.54 % จากเดิมเฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 21,218,715.22 MJ เพิ่มขึ้นเป็น 21,332,377.15 MJ แต่ผลรวมการใช้พลังงานรวมของกระบวนการผลิตปี 2547 มีค่าการใช้ที่ลดลงจากปี 2546 เท่ากับ 2.02 % จากเดิมเฉลี่ยต่อเดือนที่ 21,772,595.19 MJ เหลือเพียง 21,332,377.15 MJ

7.3 พลังงานต่อผลผลิตที่ได้

ดัชนีการใช้พลังงาน จะขึ้นอยู่กับผลรวมของการใช้พลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อนในกระบวนการผลิตต่อผลผลิตมวลรวม ซึ่งดัชนีการใช้พลังงานลดลง 6.68 % จากเดิม 7,272.38 kJ/kgมวลผลผลิตรวม เหลือเพียง 6,786.45 kJ/kgมวลผลผลิตรวม

7.4 ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อน

ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อน จะขึ้นอยู่กับทางเลือกใช้เชื้อเพลิงที่เหมาะสมและประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ เชื้อเพลิงชีวมวล เช่น กะลามะพร้าว กะลาปาล์ม สามารถที่จะใช้เป็นเชื้อเพลิงในการสันดาปของหม้อไอน้ำได้ซึ่งจะช่วยลดการใช้ น้ำมันเตาซึ่งมีราคาแพง ซึ่งค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อนจากการวิจัยในโรงงานที่ใช้เป็นข้อมูลศึกษาพบว่าสามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อนได้ถึง 12.08 % จากเดิม 23,869,778.70 บาท/ปี เหลือเพียง 20,987,257.02 บาท/ปี หรือจากเดิมเฉลี่ยที่ 1,989,148.22 บาท/เดือน เหลือเพียง 1,748,938.08 บาท/เดือน

7.5 ค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับงานบำรุงรักษา

การบำรุงรักษาเชิงป้องกันโดยการทำทำความสะอาด เปลี่ยนชิ้นส่วนอะไหล่ตามระยะที่เหมาะสม การตรวจสอบและการควบคุมงานซ่อมบำรุงอย่างเป็นระบบจะมีค่าใช้จ่ายรวมที่น้อยกว่าการบำรุงรักษาหลังเหตุขัดข้อง

7.6 ผลความน่าเชื่อถือของเครื่องจักรในส่วนของการอัตราเฉลี่ยขัดข้อง

ผลการวิจัยด้านดัชนีสภาพความน่าเชื่อถือของเครื่องจักรในสายการผลิต สามารถวิเคราะห์ได้ว่าอัตราการขัดข้องของเครื่องจักรจะส่งผลต่อสายการผลิตและความเชื่อมั่นในการเดินเครื่องของเครื่องจักร ซึ่งเมื่อนำข้อมูลสภาพความชำรุดของชิ้นส่วนหรือเครื่องจักรนำมาวิเคราะห์และทำการแก้ไขจุดบกพร่องต่างๆ เช่น การเปลี่ยนชิ้นส่วนอะไหล่ก่อนที่จะเกิดความเสียหายหรือการหยุดการทำงานอย่างฉุกเฉิน จะทำให้ค่าอัตราเฉลี่ยการขัดข้องของเครื่องจักรมีค่าที่สูงขึ้นกว่าเดิมและอัตราการชำรุดหรือโอกาสที่เครื่องจักรจะเกิดการเสียหายมีค่าที่ลดลง

8. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ บริษัท บริษัทเทพพุดงพระพร้าวจากัด ที่ให้ความอนุเคราะห์และช่วยเหลือด้านข้อมูลต่างๆของเครื่องจักร และนำไปโปรแกรมไปใช้งาน

เอกสารอ้างอิง

- [1] Lindley R .Higgins "Maintenance Engineering Handbook" NewYork : McGraw – Hill Book,1998
- [2] กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน. แฟคเตอร์ของการใช้เป็นพลังงานสำหรับปาล์มน้ำมัน รายงานผลการสำรวจวัสดุเหลือใช้จากปาล์มน้ำมัน, 2538
- [3] กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน. แฟคเตอร์ของการใช้เป็นพลังงานสำหรับมะพร้าว, รายงานผลการสำรวจวัสดุเหลือใช้จากมะพร้าว, 2537