การลดการใช้พลังงานสำหรับอุปกรณ์เครื่องทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อน

ด้วยน้ำ ด้วยวิธีการบำรุงรักษาทวีผล: กรณีศึกษาโรงงานผลิตนาฬิกา

Energy Saving for Water Cooled Chiller by Total Productive Maintenance:

A Case Study of factory manufacturing watches

นายบุญธรรม กล้าหาญ

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสยาม

พุทธศักราช 2561

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสยาม

ใบรับรองสารนิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสยาม

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ปริญญา

การจัดการงานวิศวกรรม (สาขาวิชา) บัณฑิตวิทยาลัย (คณะ)

เรื่อง การลดการใช้พลังงานสำหรับอุปกรณ์เครื่องทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ ด้วยวิธีการบำรุงรักษาทวีผล: กรณีศึกษาโรงงานผลิตนาฬิกา

Energy Saving for Water Cooled Chiller by Total Productive Maintenance: A Case Study of factory manufacturing watches

ผู้แต่ง นายบุญธรรม กล้าหาญ

Mr. Boontum Klahan

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาทิตย์ โสตรโยม

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาทิตย์ โสตรโยม)

อาจารย์ที่ปรึกษา

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร. ยุทธชัย บรรเทิงจิตร)

ผู้อำนวยการหลักสูตร

วันที่ 13 เดือน ก.ค. พ.ศ. 61

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่อง : การลดการใช้พลังงานสำหรับอุปกรณ์เครื่องทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ ด้วยวิธีการบำรุงรักษาทวีผล: กรณีศึกษาโรงงานผลิตนาฬิกา

โดย : นายบุญธรรม กล้าหาญ

ชื่อปริญญา : วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา : การจัดการงานวิศวกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา : อาทิตย์ โสตรโยม .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาทิตย์ โสตรโยม)

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้า ในเครื่องทำน้ำเย็นสำหรับระบบปรับอากาศ ในโรงงานประกอบนาฬิกาแห่งหนึ่ง จากการศึกษาพบว่าระบบดังกล่าวมีการใช้งานมาแล้วกว่า 10 ปี จำนวน 6 เครื่อง เครื่องละ 250 ตัน มีการใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับผลิตน้ำเย็นในระบบปรับกาศอยู่ที่เฉลี่ย 1.08 kW/ton ซึ่งเป็นค่าที่ค่อนข้างสูงเพราะค่านี้เมื่อเริ่มต้นใช้งานใหม่มีค่าเฉลี่ย 0.68 kW/ton จึงจำเป็นต้องศึกษาเพื่อลดอัตราการใช้พลังงานในระบบนี้

วิธีการศึกษาโดยใช้หลักของการบำรุงรักษาเชิงป้องกันแบบทุกคนมีส่วนร่วม (TPM) โดยหลังจากการวัดค่าอัตราการใช้พลังงานแล้วจึงได้ศึกษารายละเอียดสาเหตุของการสิ้นเปลืองดังกล่าว พบว่าชุดระบายความร้อนของเครื่องทำน้ำเย็นทำงานไม่สมบูรณ์โดยมีค่าอัตราการแลกเปลี่ยนความร้อนเฉลี่ย 9.8 °F ซึ่งค่ามาตราฐานคือ 5 °F รวมทั้งอัตราการไหลของน้ำเย็นมีค่า 746 GPM ซึ่งค่าที่ถูกต้องคือ 600 GPM จึงได้ทำความสะอาดชุดระบายความร้อนของเครื่องทำน้ำเย็นให้ดีขึ้นและปรับแต่งวาล์วน้ำควบคุมอัตราการไหลของน้ำเย็นเฉลี่ยอยู่ที่ 600 GPM ตลอดจนให้ความรู้ความเข้าใจแก่ผู้ใช้งานและช่างซ่อมบำรุง หลังจากการปรับปรุงดังกล่าววัดได้ค่าอัตราการใช้พลังงานเฉลี่ย 0.86 kW/ton หรือลดลง 0.22 kW/ton คิดเป็นร้อยละ 20.3

คำสำคัญ :เครื่องทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ , การบำรุงรักษาทวีผล

Abstract

Title : Energy Saving for Water Cooled Chiller by Total Productive Maintenance: A Case Study of factory manufacturing watches

By : Mr. Boomtum Klahan

Degree : Master of Engineering

Major Field : Engineering Management

IS Advisor : .....

(Asst. Prof. Dr. Arthit Sode -Yome)

..... 17 ...../..... ธ.ค. ...../..... 61 .....

The aim of this work was to reduce electricity consumption of water cooling system for air conditioning in a watch assembly factory. According to preliminary study, this system has been used for more than 10 years. In this work, six water cooled chillers of 250 tons each were selected to measure the consumption. After the measurement, it was found that the electricity used to produce cold water in the refrigerating system was average of 1.08 kW/ton. This was a relatively high consumption because this value was only 0.68 kW/ton at the beginning. Therefore, it was necessary to reduce this consumption.

In this study, the principle of Total Productive Maintenance (TPM) was utilized. After careful consideration, causes of the problem were identified. Firstly, the cooling tower did not work properly. Secondly, the average heat exchange rate was 9.8 °F which was higher than the standard value of 5 °F. Thirdly, the flow rate of cold water was 746 GPM while the valid value is 600 GPM. From above observation the cooling tower had been cleaned up and the water valve was set at the average cold water flow rate of 600 GPM. Also, useful knowledge was provided to concerned staff members. After this improvement, the average electrical consumption was 0.86 kW/ton. or 0.22 kW/ton decreased or 20.3 Percent reduction.

Keywords: Energy Saving for Water Cooled Chiller, Total Productive Maintenance

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยเรื่องการศึกษาการประยุกต์ใช้เทคนิคการบำรุงรักษาทวีผลกับอุปกรณ์ทำความเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำเพื่อการประหยัดพลังงาน สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือและคำแนะนำจาก ผศ.ดร.อาทิตย์ โสตรโยม และ รศ.ดร.วันชัย ริจิรวนิช ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำช่วยเหลือปรับปรุงเนื้อหาและชี้แนวทางอย่างต่อเนื่อง ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ผู้วิจัยขอขอบคุณทีมงานดำเนินกิจกรรม TPM ของโรงงานประกอบชิ้นส่วนนาฬิกาข้อมือแห่งหนึ่งในนิคมอุสาหกรรมบางพลีที่เอื้อเฟื้อข้อมูลและให้การสนับสนุนและส่งเสริมการศึกษาการค้นคว้าหาข้อมูล

ผู้วิจัยขอขอบคุณเพื่อนๆ นักศึกษา ปริญญาโท สาขาการจัดการงานวิศวกรรม มหาลัยสยามซึ่งช่วยแนะนำแนวทางในการประมวลผลงานวิจัย

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครูบาอาจารย์ทั้งมีชีวิตอยู่และล่วงลับไปแล้ว และครอบครัวของข้าพระเจ้า ที่คอยช่วยเหลือและเป็นกำลังใจที่ดีเสมอมา ขอความดีทั้งหลายอันจะเกิดประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจศึกษาค้นคว้านี้เป็นประโยชน์ทั้งในปัจจุบันและอนาคต แด่ทุกคนที่กล่าวมาข้างต้น และจะปรับปรุงให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น และหากมีข้อบกพร่องใด ๆในงานวิจัยนี้ ผู้จัดทำวิจัยขอน้อมรับไว้และปรับปรุง ณ โอกาสต่อไป

นายบุญธรรม กล้าหาญ

พ.ศ. 2561

สารบัญ

	หน้าที่
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญรูป	ฉ
สารบัญตาราง	ช

บทที่ 1 บทนำ

1.1	ที่และความสำคัญของปัญหา	1
1.2	วัตถุประสงค์ของการศึกษา	3
1.3	ขอบเขตของการศึกษา	3
	1.3.1 ตัวแปรเชิงกายภาพของอุปกรณ์	3
	1.3.2 การสัมภาษณ์	6
1.4	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	7
1.5	ข้อจำกัดในการวิจัย	7
1.6	คำนิยามศัพท์เฉพาะ	7
1.7	ระยะการดำเนินการ	8

บทที่ 2 ทฤษฎี และหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1	หลักการทำความเย็นและปรับอากาศ	9
2.2	วงจรทำความเย็น	10
2.3	อุปกรณ์หลักภายในวงจรการทำงานของสารทำความเย็น	11
2.4	ชนิดของเครื่องปรับอากาศ	19
2.5	แนวคิดและทฤษฎีการทำความเย็นและปรับอากาศ	21
2.6	การผลิตเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller)	23
2.7	การบำรุงรักษาเชิงทวีผล (Total Productive Maintenance :TPM)	24
2.8	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	25

บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 ขั้นตอนการดำเนินการ 29

3.2 การดำเนินกิจกรรมของอุปกรณ์เชิงกายภาพ 29

3.3 การสัมภาษณ์ 30

3.4 สรุปผลการดำเนินการ 31

3.5 เปรียบเทียบผลการทำและหลังทำ 32

3.6 สรุปผลการดำเนินการ 32

บทที่ 4 ผลการศึกษา

4.1 ศึกษาขั้นตอนการทำงานและปัญหาที่เกิดขึ้นภายในโรงงาน 33

4.2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 33

4.3 การเก็บรวมรวมข้อมูล 33

4.4 วิเคราะห์ปัญหาและหามาตรการแก้ไขปัญหาการใช้พลังงานไฟฟ้าเกินความจำเป็น 34

4.4.1มาตรการปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องทำน้ำเย็น 33

4.4.2 มาตรการลดจำนวนการเปิดใช้งานเครื่องทำน้ำเย็นลง 1 ชุด 38

4.4.3 มาตรการลดอัตราการไหลของน้ำเย็นโดยการหรี่วาล์วด้านส่งของปั๊ม 42

4.4.4 มาตรการเพิ่มประสิทธิภาพChiller โดยการปรับอัตราการไหลน้ำเย็นที่เข้า Chiller ให้ได้ตามพิกัด 44

บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย 49

5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยครั้งต่อไป 49

5.3 ปัญหาและอุปสรรคในการทำ TPM 50

บรรณานุกรม 51

ประวัติผู้วิจัย 52

สารบัญรูป

หน้าที่

รูปที่ 1.1 การใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงานที่ทำการศึกษาวิจัยปี 2559 2
รูปที่ 1.2 แผนผังระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ระบายความร้อนด้วยน้ำของโรงงานที่วิจัย 4
รูปที่ 1.3 เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller)ที่ทำการศึกษาวิจัย 6
รูปที่ 2.1 วงจรทำความเย็น 10
รูปที่ 2.2 คอมเพรสเซอร์แบบลูกสูบ 12
รูปที่ 2.3 คอมเพรสเซอร์แบบสกรู 12
รูปที่ 2.4 คอมเพรสเซอร์แบบก้นหอย 13
รูปที่ 2.5 เครื่องระเหยชนิดท่อและครีบ 14
รูปที่ 2.6 เครื่องระเหยชนิดเปลือกและท่อ 14
รูปที่ 2.7 อุปกรณ์ลดความดัน (Expansion Valve) 16
รูปที่ 2.8 ดรายเออร์ 16
รูปที่ 2.9 ไส้กรองภายในดรายเออร์ 17
รูปที่ 2.10 อุปกรณ์แยกน้ำยาเหลว (Accumulator) 17
รูปที่ 2.11 ถังพักสารทำความเย็นเหลว (Receiver tank) 18
รูปที่ 2.12 อุปกรณ์แยกน้ำมันหล่อลื่น (Oil separator) 18
รูปที่ 2.13 สวิซ์ควบคุมความดัน (Pressure Switch) 19
รูปที่ 2.14 เครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก 19
รูปที่ 2.15 เครื่องปรับอากาศแบบหน้าต่าง (Window) 20
รูปที่ 2.16 เครื่องทำน้ำเย็นระบายความร้อนด้วยน้ำ 21
รูปที่ 2.17 วงจรทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ 22
รูปที่ 2.18 วงจรทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ 23
รูปที่ 4.1 การทำความสะอาดชุดระบายความร้อน Chiller 36
รูปที่ 4.2 Chiller No : 2, 4, 5 40
รูปที่ 4.3 การวัดพลังงานของปั๊มน้ำเย็น 43
รูปที่ 4.4 การปรับอัตราการไหลของปริมาณน้ำ 45

สารบัญตาราง

หน้าที่

ตารางที่ 1.1 จำนวนบุคคลที่สัมภาษณ์ 6
ตารางที่ 1.2 ขั้นตอนและระยะเวลาการดำเนินงานวิจัยโดยเริ่มจาก เม.ย 2560 - ต.ค. 2561 8
ตารางที่ 4.1 การใช้พลังงานก่อนและหลังการปรับปรุงเครื่องทำน้ำเย็น 3 เครื่อง 35
ตารางที่ 4.2 ผลการตรวจวัดพลังงานขณะทำงาน 4 เครื่อง 38
ตารางที่ 4.3 ผลการตรวจวัดพลังงานขณะทำงาน 3 เครื่อง 39
ตารางที่ 4.4 ผลการวัดพลังงานเปรียบเทียบของปั๊มน้ำเย็น 43
ตารางที่ 4.5 ตารางแสดงพลังงานเปรียบเทียบของเครื่องทำน้ำเย็น 44
ตารางที่ 4.6 ตารางแสดงผลการประหยัดพลังงานหลังดำเนินกิจกรรม TPM 46
ตารางที่ 4.7 ตารางสรุปค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้ในการดำเนินกิจกรรม TPM 47

มหาวิทยาลัยสยาม SIAM UNIVERSITY

บทที่ 1

บทนำ

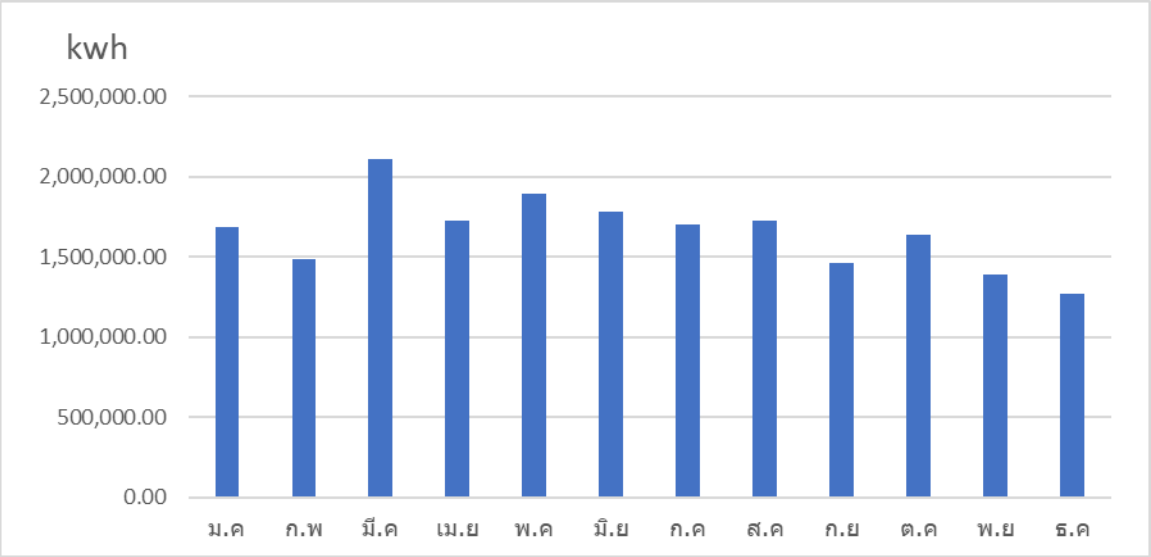
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในสังคมปัจจุบันมนุษย์มีวิถีชีวิตที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วมีการผลิตสินค้าเพื่อตอบสนองความต้องการต่างๆของมนุษย์ ทำให้เกิดการดำเนินกิจกรรมการผลิตกลายเป็นภาคอุตสาหกรรมเมื่อสังคมอุตสาหกรรมขยายตัวจะกระตุ้นให้ผู้บริโภคสินค้ามากขึ้นทำให้ความต้องการในการใช้พลังงานโดยเฉพาะพลังงานไฟฟ้าเพิ่มปริมาณมากขึ้นอย่างมาก

จากเหตุผลข้างต้นพลังงานจึงเป็นปัจจัยหลักในการดำเนินธุรกิจอุตสาหกรรมทุกประเภทและราคาพลังงานในปัจจุบันก็มีความไม่แน่นอนประกอบกับสภาวะเศรษฐกิจที่กำลังถดถอยทำให้ผู้ประกอบการต้องปรับตัวกันอย่างหนัก ยิ่งยอดการสั่งซื้อสินค้าลดลงเท่าไรก็เป็นเหตุให้ โรงงานอุตสาหกรรมต้องแบกรับต้นทุนทางพลังงานที่เพิ่มขึ้นอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ จึงเป็นปัญหาที่ทำให้ต้นทุนการผลิตสินค้าที่เพิ่มขึ้น เป็นผลให้ราคาสินค้าขยับตัวสูงขึ้น อีกทั้งยังส่งผลต่อดุลการค้าของประเทศ เพราะพลังงานบางชนิดไม่สามารถหาหรือผลิตได้ในประเทศต้องมีการนำเข้าจากต่างประเทศ ด้วยเหตุนี้รัฐบาลจึงมีนโยบายส่งเสริมการอนุรักษ์การใช้พลังงาน โดยจัดให้มีพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 โรงงานอุตสาหกรรมจึงต้องมีการดำเนินมาตรการการอนุรักษ์พลังงาน โดยมีการกำหนดขนาดของโรงงานอุตสาหกรรมตามพระราชกฤษฎีการกำหนดโรงงานควบคุมมีการส่งเสริมให้ดำเนินกิจกรรมด้านการอนุรักษ์พลังงาน

ปัญหาและการใช้พลังงานเกินความจำเป็นในภาคอุตสาหกรรมนั้นถือว่าเป็นปัญหาที่ทำให้เกิดความสูญเสียในองค์กรและเกิดความสิ้นเปลืองพลังงาน อันเป็นผลทำให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้น หลายๆหน่วยงานก็มีปัญหาการใช้พลังงานมากเกินความจำเป็น เช่นเดียวกับโรงงานที่ผู้วิจัยให้ความสนใจที่ทำการวิจัยนี้ก็มีปัญหาการใช้พลังงานที่สูงมาก โรงงานดังกล่าวเป็นโรงงานประกอบนาฬิกาให้กับแบรนด์ชั้นนำในท้องตลาดมีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่จ่ายในส่วนการผลิต และส่วนสนับสนุนการผลิตรวมกันสูงมาก ดังจะเห็นจากข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของปีที่ผ่านมาของโรงงานมีการใช้พลังงานไฟฟ้ามากถึงประมาณ 19 ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง (หน่วย) ต่อปีคิดเป็นเงินที่จะต้องจ่ายค่าพลังงานไฟฟ้า

อย่างเดียวเกือบ 60 ล้านบาทต่อปี ซึ่งนับว่าสูงมาก รูปที่ 1.1 แสดงถึงการใช้พลังงานไฟฟ้าแต่ละเดือนของโรงงานศึกษา



รูปที่ 1.1 การใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงานที่ทำการศึกษาวิจัยปี 2559

ปัญหาการใช้พลังงานเกินความจำเป็นดังกล่าว เป็นปัญหาใหญ่ซึ่งมีหลายหน่วยงานได้หาวิธีการและแนวทางในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ กันไป เช่นทำเป็นรูปแบบของการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วมกับองค์กรต่าง ๆ ทั้งภาครัฐและเอกชน ซึ่งผู้วิจัยเห็นว่าแนวทางการดำเนินการที่หลากหลายเช่นนี้น่าจะมีแนวทางที่ชัดเจนในการดำเนินการการประหยัดพลังงาน จึงเป็นที่มาของการวิจัยนี้ ที่มุ่งเน้นแสวงหาแนวทางหรือมาตรการเพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบยั่งยืน ซึ่งผู้วิจัยคิดว่าการนำเอาเทคนิคการจัดการแบบการบำรุงรักษาทวีผล (Total Productive Maintenance) หรือ TPMมาประยุกต์ใช้กับเครื่องจักรเพื่อการลดการใช้พลังงานน่าจะเป็นแนวทางที่เหมาะสม

เทคนิคการจัดการบำรุงรักษาทวีผล (TPM) เป็นเทคนิคการจัดการที่มุ่งเน้นให้พนักงานที่ปฏิบัติงานทุกคนได้มีส่วนร่วมในการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อลดปัญหาความสูญเสียในตัวเครื่องจักร หรือการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักรซึ่งจะช่วยสร้างผลกำไรให้บริษัท โดยการจัดตั้งทีมงานที่ประกอบไปด้วยทุกฝ่ายในโรงงานตั้งแต่ผู้บริหาร ผู้ควบคุมงาน จนถึงพนักงานผลิต ต้องทำกิจกรรมร่วมกัน ทีมงานนี้จะมีหน้าที่ตั้งแต่การค้นหาปัญหา สาเหตุ รวมทั้งดำเนินการเพื่อแก้ปัญหาที่เป็นอุปสรรคขัดขวางต่อการสร้างผลกำไรให้แก่บริษัท (สุรชาต วิชัยดิษฐ์ และ กิตติ เจิดรังษี , 2551)

จากสภาพปัญหาดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทำงานศึกษาวิจัย เรื่องการประยุกต์ใช้เทคนิคการบำรุงรักษาทวีผล (TPM) กับเครื่องทำน้ำเย็นของระบบปรับอากาศขนาดใหญ่เพื่อลดการใช้พลังงาน เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษานี้ไปปรับประยุกต์ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมและเพื่อลดต้นทุนการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ และประสิทธิผลในลำดับต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

การวิจัยนี้ผู้วิจัยได้เข้าไปศึกษาการดำเนินกิจกรรม TPM เพื่อการลดการใช้พลังงานของโรงงานประกอบนาฬิกาแห่งหนึ่งในนิคมอุตสาหกรรมบางพลี จ.สมุทรปราการ ซึ่งได้กำหนดวัตถุประสงค์ในการวิจัย โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. เพื่อศึกษาเทคนิคการบำรุงรักษาทวีผลในรูปแบบที่ทำให้เกิดการอนุรักษ์พลังงาน

2. เพื่อศึกษาแนวทางการประยุกต์ใช้เทคนิคการบำรุงรักษาทวีผลกับเครื่องทำน้ำเย็น ชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water Cool Water Chiller) ขนาด 250 ตัน เพื่อการลดการใช้พลังงานไฟฟ้า

3. วิเคราะห์ผลตอบแทนการลงทุนเบื้องต้นเพื่อการประหยัดพลังงาน

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

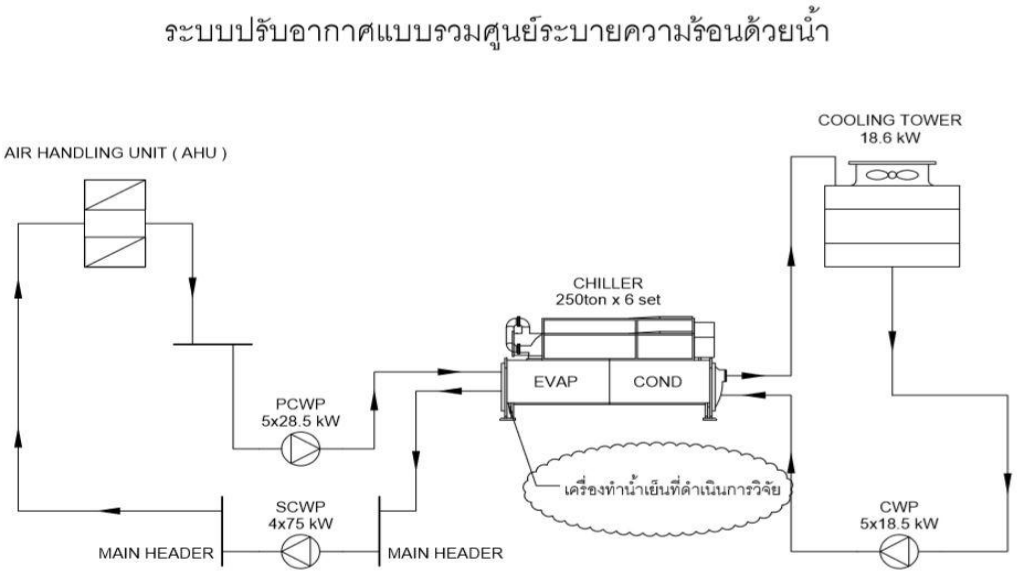
การวิจัยนี้ได้วางขอบเขตการวิจัยไว้คือ การศึกษาเฉพาะตัวอุปกรณ์ทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water Cool Chiller) และจะดำเนินการวิเคราะห์ 2 แบบคือ ตัวแปรเชิงกายภาพของอุปกรณ์ และการสัมภาษณ์

1.3.1 ตัวแปรเชิงกายภาพของอุปกรณ์

การวิเคราะห์ตัวแปรเชิงกายภาพของอุปกรณ์จะดำเนินการศึกษาระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ระบายความร้อนด้วยน้ำ ซึ่งเป็นตัวอุปกรณ์หลักของระบบทำความเย็นในที่นี้ และใช้พลังงานมากที่สุดของอุปกรณ์ในระบบปรับอากาศ โดยการวัดผลการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องทำน้ำเย็นและเปรียบเทียบผลก่อนหลังในการประยุกต์ใช้เทคนิค TPM ตัวอุปกรณ์ที่จะทำการวิเคราะห์เชิงปริมาณจะเป็นไปตามรูปภาพประกอบด้านล่างนี้จากรูปที่ 1.2 จะเป็นแผนผังของระบบปรับอากาศ

แบบรวมศูนย์ชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ ที่ผู้วิจัยให้ความสนใจที่จะทำการวิจัย โดยแผนผังจะประกอบไปด้วยอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

- เครื่องน้ำน้ำเย็น (Chiller Machine) มีนำจวน 6 เครื่อง แต่ละเครื่องทำหน้าที่ผลิตน้ำเย็น
- ปั๊มส่งน้ำเย็นขั้นต้น (PCWP) มีจำนวน 6 ชุด แต่ละชุดทำหน้าที่ส่งผ่านน้ำเย็นเข้าสู่เครื่องทำน้ำเย็น
- ปั๊มส่งน้ำเย็นขั้นสอง (SCWP) มีทั้งหมด 4 ชุด แต่ละชุดทำหน้าที่ส่งผ่านน้ำเย็นสู่เครื่องส่งสมเย็น (AHU)
- เครื่องส่งลมเย็น (AHU) เป็นเครื่องส่งลมเย็นซึ่งจะกระจายอยู่ส่วนต่าง ๆ ตามโรงงานที่ต้องการความเย็น
- หอผึ่งน้ำ (Cooling Tower) เป็นหอระบายความร้อนออกจากน้ำโดยน้ำที่ได้จากหอระบายความร้อนจะไประบายความร้อนให้กับเครื่องทำน้ำเย็น
- ปั๊มส่งน้ำระบายความร้อน (CWP) มีทั้งหมด 6 ชุด ใช้ในการส่งผ่าน้ำที่ระบายความร้อนแล้ให้กับเครื่องทำน้ำเย็น



รูปที่ 1.2 แผนผังระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ระบายความร้อนด้วยน้ำของโรงงานที่วิจัย

จากแผนผังระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ระบายความร้อนด้วยน้ำแสดงให้เห็นถึงลักษณะทางกายภาพของระบบ หลักการทำงานจากรูปแผนผังจะเห็นแนวเส้นอยู่ 2 วงจร โดยวงจรแรกจะเรียกว่าวงจรน้ำเย็น ส่วนวงจรที่ 2 เรียกว่าวงจรน้ำร้อน การทำงานของวงจรน้ำเย็นโดยเริ่มจากปั๊มส่งน้ำเย็นขั้นต้น (PCWP) จะดูดน้ำที่ไหลกลับมาจากโรงงานซึ่งจะมีอุณหภูมิสูง ส่งเข้าสู่เครื่องทำน้ำเย็น (Chillers) เครื่องทำน้ำเย็นจะทำหน้าที่ถ่ายความร้อนออกจากน้ำโดยผ่านตัวกลางซึ่งเป็นสารทำความเย็นส่งต่อไปยังวงจรที่ 2 (วงจรน้ำร้อน) เมื่อน้ำผ่านเครื่องทำน้ำเย็นจะถูกถ่ายพลังงานความร้อนออกมา จะทำให้ได้น้ำเย็นตามที่ต้องการ น้ำเย็นจะถูกปั๊มขั้นที่ 2 ดูดและส่งต่อไปยังเครื่องส่งลมเย็น (AHU) ที่อยู่ในโรงงานเครื่องส่งลมเย็นจะมีหน้าที่แลกเปลี่ยนความร้อนโดยจะจ่ายลมเย็น แล้วจะดึงอุณหภูมิสูงสู่น้ำเย็นทำให้เป็นน้ำเย็นที่ไหลออกมาจากเครื่องส่งลมเย็นจะมีอุณหภูมิสูงขึ้น น้ำส่วนนี้จะถูกดูดกลับและส่งเข้าเครื่องทำน้ำเย็นเพื่อถ่ายเทความร้อนอีกต่อไป ส่วนวงจรที่ 2 (วงจรน้ำร้อน) น้ำที่ดูดความร้อนมาจากเครื่องทำน้ำเย็นจะถูกแรงดันของปั๊มน้ำระบายความร้อน (CWP) ส่งต่อไประบายความร้อนที่หอผึ่งน้ำเมื่อน้ำผ่านหอผึ่งน้ำจะทำให้อุณหภูมิลดลง และจะถูกดูดกลับไปแลกเปลี่ยนความร้อนที่เครื่องทำน้ำเย็นอีกครั้งต่อไป (อัคเดช สินธุภัค , 2537)

สำหรับในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะทำการวิจัยเฉพาะชุดเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller Machine) และปั๊มส่งน้ำเย็นจำนวน 5 ชุด เท่านั้นรูปที่ 1.2 เป็นรูปของตัวเครื่องทำน้ำเย็นขนาด 250 ตัน ความเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำซึ่งมีทั้งหมดจำนวน 6 ชุด โดยก่อนที่ผู้วิจัยจะเข้าไปดำเนินการวิจัยนั้นสภาพการบำรุงรักษาจำเนินการโดยทีมงานช่างประจำโรงงาน จะมีการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) และการบำรุงรักษาหลังเกิดเหตุ (Breakdown Maintenance) อยู่แล้ว มีการตรวจเช็คและบันทึกประจำวัน แต่ไม่มีการนำผลการตรวจเช็คไปวิเคราะห์หาสาเหตุที่แท้จริง

รูปที่ 1.3 เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller)ที่ทำการศึกษาวิจัย

1.3.2 การสัมภาษณ์

การสัมภาษณ์ถึงข้อดี ข้อเสียของกลุ่มทีมงานดำเนินงานกิจกรรม (TPM) กับอุปกรณ์ทำน้ำเย็นเพื่อลดการใช้พลังงานดังกล่าวเพื่อหาข้อสรุปด้านบวกและลบของกิจกรรมการบำรุงรักษาทวีผล โดยจะมีการสัมภาษณ์ทั้งหมด จำนวนสมาชิกในกลุ่มที่ดำเนินกิจกรรมนี้มีสมาชิกของกลุ่มจำนวนทั้งหมด 7 ท่าน ดังนั้นผู้วิจัยจึงจะดำเนินการสัมภาษณ์รวมทั้งหมด 7 ท่านดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1.1 จำนวนบุคคลที่สัมภาษณ์

ตำแหน่งงาน	จำนวน (คน)
1. ผู้จัดการฝ่ายผลิตและวิศกรรม	1
2. ผู้จัดการส่วนโรงงาน	1
3. หัวหน้างาน	1
4. วิศกร	2
5. พนักงานที่เกี่ยวข้อง	2
รวม	7

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

การศึกษาวิจัยใช้เป็นแนวทางของผู้ประกอบการ ในภาคอุตสาหกรรมที่สนใจแนวคิดการนำระบบการบำรุงรักษาทวีผล ไปประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิต หรือเพื่อเป็นแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้า รวมถึงสามารถเป็นแนวทางที่จะนำไปประยุกต์ใช้กับเครื่องจักรอื่น ๆ และสามารถใช้อ้างอิงเพื่อประโยชน์ในการศึกษาในด้านประหยัดพลังงานไฟฟ้า หรือการเพิ่มผลประสิทธิภาพการผลิต และเพื่อนการพัฒนาระบบการบำรุงรักษาให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น

1.5 ข้อจำกัดในการวิจัย

เนื่องจากการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาการดำเนินการของกิจกรรมกลุ่ม (TPM) ในโรงงานซึ่งผู้วิจัยเข้าไปศึกษาพบว่าอุปสรรคของการดำเนินการคือราคาเครื่องมือวัดที่ค่อนข้างสูง ซึ่งทางโรงงานไม่ได้ลงทุนในจุดนี้ และมีอุปสรรคในข้อจำกัดด้านเวลาจึงทำการศึกษาวิจัยได้เพียงระบบทำความเย็นเท่านั้น โดยใช้เวลาศึกษาวิจัยทั้งหมดเป็นเวลา 6 เดือน นับตั้งแต่เดือน มิถุนายน 2560 ถึง ธันวาคม 2560

1.6 นิยามศัพท์

คำนิยามศัพท์มีดังต่อไปนี้

- TPM :เป็นคำย่อซึ่งมาจากตัวอักษรแรกของคำในภาษาอังกฤษว่า (Total Productive Maintenance) การบำรุงรักษาทวีผลซึ่งทุกคนมี
- หอผึ่งน้ำ (Cooling Tower) หมายถึง หอผึ่งน้ำ มีหน้าที่ระบายความร้อนออกจากน้ำ
- เครื่องสูบน้ำหล่อเย็น (CWP : condenser water pump) หมายถึง เครื่องสูบน้ำหล่อเย็น
- เครื่องสูบน้ำเย็นขั้นแรก (PCWP: Primary chill water pump)
- เครื่องสูบน้ำเย็นขั้นสอง (SCWP (Secondary chill water pump)
- เครื่องส่งลมเย็น (AHU (Air Handling unit)
- ตันความเย็น มีค่าเท่ากับ 12000 BTU/ชม (TR =Tons Refrigeration)
- น้ำเข้าอีแวปเปอร์เรเตอร์ (Evap Entering Water)

- น้ำออกจากอีแวปเปอร์เรเตอร์ (Evap Leaving Water)
- น้ำเข้าคอนเด็นเซอร์ (Cond Entering Water)
- น้ำออกจากคอนเด็นเซอร์ (Cond Leaving Water)
- แกลอนต่อนาที (อเมริกา) (GPM)
- อัตราส่วนพลังงานกิโลวัตต์ต่อตันความเย็น (KW/TR)

1.7 ระยะการดำเนินการ

ศึกษางานวิจัยมีขั้นตอนและระยะเวลาการดำเนินงานดังนี้

ตารางที่ 1.2 ขั้นตอนและระยะเวลาการดำเนินงานวิจัยโดยเริ่มจาก เม.ย 2560 - ต.ค. 2561

ขั้นตอน	เม.ย	พ.ค	มิ.ย	ก.ค.	ส.ค	ก.ย	ต.ค	พ.ย	ธ.ค	ม.ค	ก.พ	มี.ค
1.ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	←	→										
2. ศึกษาการทำงานของอุปกรณ์กรณีศึกษา		←	→									
3. วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา				←	→							
4. กำหนดแนวทางการปรับปรุง						←	→					
5. ดำเนินกิจกรรมการปรับปรุง						←						→
6. สรุปผลการวิจัย										←	→	
7. จำทำรูปเล่ม											←	→

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้องในบทนี้ จะมีการกล่าวถึงเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยฉบับนี้ เพื่อให้ตรงตามจุดประสงค์ที่คาดว่าจะได้รับ ในส่วนของบทนี้จะกล่าวถึง

2.1 หลักการทำความเย็นและปรับอากาศ

2.2 วงจรทำความเย็น

2.3 อุปกรณ์หลักภายในวงจรการทำงานของสารทำความเย็น

2.4 ชนิดของเครื่องปรับอากาศ

2.5 เครื่องทำน้ำเย็น

2.6 การผลิตเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller)

2.7 การบำรุงรักษาเชิงทวีผล (Total Productive Maintenance :TPM)

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักการทำความเย็นและปรับอากาศ

การทำความเย็น หมายถึง กระบวนการในการดึงความร้อนออกจากสิ่งใดสิ่งหนึ่งมีผลให้อุณหภูมิลดลงโดยปกติจะหมายถึง ขบวนการเก็บรักษาอาหาร การขจัดความร้อนจากวัตถุในอุตสาหกรรมทางเคมี ปิโตรเลียม และการทำความเย็นในรูปแบบอื่นๆในวงการอุตสาหกรรม เช่น การแช่แข็ง เป็นต้น

การปรับอากาศ หมายถึง การปรับสภาวะอากาศให้ได้ตามเงื่อนไขที่ต้องการ โดยปกติจะมีความหมายมากกว่าการทำให้อากาศเย็น แต่จะหมายรวมถึงการควบคุมอุณหภูมิ และความชื้น การควบคุมคุณภาพ และความสะอาดของอากาศ การควบคุมการไหลเวียนของอากาศ ระดับเสียงในพื้นที่ปรับอากาศ ทั้งนี้เพื่อจุดประสงค์เฉพาะอย่าง ได้แก่

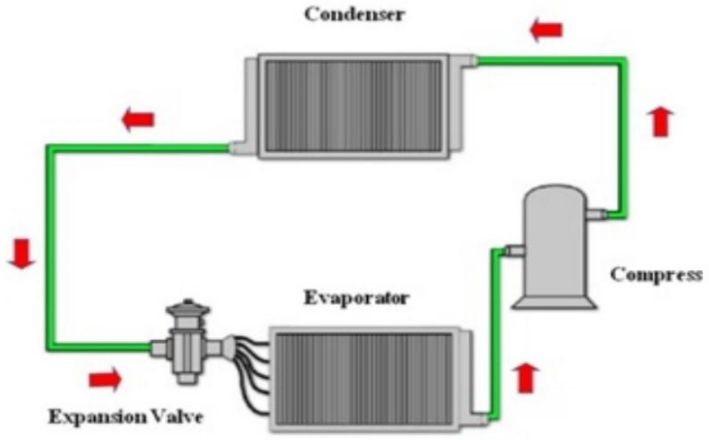
1. เพื่อความสุขสบายต่อผู้อาศัยหรือปฏิบัติงานในบริเวณนั้นๆ ด้วยความสุขสบายที่กล่าวถึงนี้จะหมายถึงความสุขสบายของคนส่วนใหญ่ทั้งนี้เพราะแต่ละคนจะรู้สึกสบายในสภาวะอากาศ แตกต่างกัน

2. เพื่อประโยชน์ทางอุตสาหกรรม ผลิตภัณฑ์บางชนิดต้องการความเที่ยงตรงสูงจะมีการนำระบบปรับอากาศมาช่วย เช่น อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรมคอมพิวเตอร์ อุตสาหกรรมสิ่งทอ อุตสาหกรรมผลิตลูกกวาด เป็นต้น

3. เพื่อวัตถุประสงค์พิเศษ เช่น การผลิต และเก็บรักษายา การปรับอากาศในห้องผ่าตัดและ ICU ที่ต้องการความสะอาดสูง การปรับอากาศ ในห้องดมยาสลบที่ต้องการการหมุนเวียนอากาศที่ดี

2.2 วงจรทำความเย็น

หลักการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศนั้น ก็คือการนำเอาความร้อนจากที่ที่ต้องการทำความเย็น (โดยทั่วไปคือภายในอาคาร) ถ่ายเทไปสู่ที่ที่ไม่ต้องการทำความเย็น (นอกอาคาร) โดยผ่านตัวกลางคือสารทำความเย็นหรือที่เรียกกันว่าน้ำยา เริ่มต้นจากคอมเพรสเซอร์ จะทำหน้าที่ดูดน้ำยาที่เป็นไอ (Vapor) จากเครื่องระเหย (Evaporator) หรือคอยล์เย็น (Cooling Coil) ไอสารทำความเย็นที่ดูดเข้ามาจะมีความดันต่ำ และมีอุณหภูมิต่ำด้วย ไอน้ำยาจะถูกดูดเข้าคอมเพรสเซอร์ทางท่อดูด (Suction Line) และตัวคอมเพรสเซอร์จะอัดน้ำยาที่เป็นไอนี้ให้ความดันสูงขึ้น และขณะที่ไอมีความดันสูงขึ้นก็จะมีอุณหภูมิสูงขึ้น การที่ไอน้ำยามีความดันสูงขึ้นนี้จะมีผลให้จุดเดือดสูงขึ้นด้วย จากนั้นไอน้ำยาจะถูกดันออกทางท่อทางส่ง (Discharge Line) และส่งผ่านไปยังคอนเดนเซอร์ (Condenser) ตัวคอนเดนเซอร์มีหน้าที่รับเอาไอน้ำยา ไว้และระบายความร้อนออกจากไอน้ำยาผ่านตัวกลาง (ชูชัย ต.ศิริวัฒนา, 2546)



รูปที่ 2.1 วงจรทำความเย็น

ซึ่งปกติคืออากาศ ไอน้ำยาจะมีอุณหภูมิต่ำลงจนควบแน่นเป็นของเหลว แต่ยังคงมีความดันสูง และอุณหภูมิสูง สารทำความเย็นเหลวจะถูกส่งไปอุปกรณ์ลดความดัน (Expansion Valve) ซึ่งมีหน้าที่ลดความดันน้ำยาก่อนเข้าเครื่องระเหย มีผลให้สารทำความเย็นมีความดันต่ำ และมีอุณหภูมิต่ำเมื่อไหลเข้าเครื่องระเหยก็จะรับความร้อนผ่านตัวกลาง ซึ่งปกติคืออากาศมีผลให้สารทำความเย็นเดือดกลายเป็นไอ ไอสารทำความเย็นที่ออกจากเครื่องระเหยจะมีความดันต่ำ และมีอุณหภูมิต่ำ และไหลกลับเข้าคอมเพรสเซอร์เพื่อทำการเพิ่มความดันต่อไป ระบบการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศจะทำงานวนเวียนเป็นวัฏจักรตลอดเวลาที่คอมเพรสเซอร์ยังคงทำงานอยู่ และน้ำยาที่มีอยู่ในระบบจะไม่มีการสูญเสียไปไหนเลยนอกเสียจากว่าเกิดการรั่วซึม (Leak) ที่ใดที่หนึ่งเท่านั้น เนื่องจากในระบบทำความเย็นเบื่องต้นนี้มีทั้งน้ำยาที่อยู่ในสภาพความดันสูง และอุณหภูมิสูง กับความดันต่ำอุณหภูมิต่ำจึงมีการแบ่งออกเป็น 2 ทาง

1. ทางด้านสูง (High Side) ซึ่งจะเริ่มจากทางอัดของคอมเพรสเซอร์ ผ่านคอนเดนเซอร์จนถึงทางเข้าของอุปกรณ์ลดความดัน ส่วนนี้สารทำความเย็นจะมีทั้งความดัน และอุณหภูมิสูง

2. ทางด้านต่ำ (Low Side) ซึ่งจะเริ่มตั้งแต่ทางออกของอุปกรณ์ลดความดันผ่านเครื่องระเหยจนไปถึงทางเข้าของคอมเพรสเซอร์ ส่วนนี้จะมีทั้งความดัน และอุณหภูมิต่ำ จึงเรียกว่าทาง (Low Side) ระบบปรับอากาศที่ใช้อยู่โดยทั่วๆไปจะทำงานเป็นวัฏจักร โดยมักจะมีสิ่งที่ประกอบกันขึ้นมาเป็นระบบปรับอากาศอยู่หลายสิ่งหลายอย่างด้วยกัน (สนอง อิ่มเอม, 2552)

2.3 อุปกรณ์หลักภายในวงจรการทำงานของสารทำความเย็น

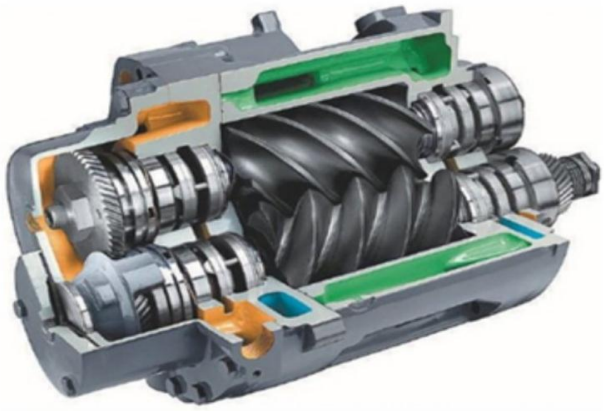
2.3.1 คอมเพรสเซอร์ (Compressors)

เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญที่สุดของระบบการทำความเย็น ทำหน้าที่เพิ่มความดันของสารทำความเย็นที่อยู่ในนสถานะที่เป็นก๊าซ โดยคอมเพรสเซอร์จะดูดสารทำความเย็นที่เป็นก๊าซความดันต่ำ และอุณหภูมิต่างจากเครื่องระเหย (Evaporator) ที่ผ่านเข้ามาทางท่อดูดเข้ายังทางดูดของคอมเพรสเซอร์ และอัดก๊าซนี้ให้ความดัน และอุณหภูมิที่สูงขึ้นส่งเข้าไปยังคอนเดนเซอร์ (Condenser) โดยผ่านเข้าทางท่อบรรจุเพื่อส่งไปกลั่นตัวเป็นของเหลวในคอนเดนเซอร์ด้วยการระบายความร้อนออกจากสารความเย็น อีกทีหนึ่งจะเห็นได้ว่าคอมเพรสเซอร์เป็นอุปกรณ์ที่แบ่งความดันระบบระหว่างด้านความดันสูง และความดันต่ำสารทำความเย็นจะถูกดูดเข้ามาในคอมเพรสเซอร์จะมีสถานะเป็นก๊าซความดันต่ำ และสารความเย็นที่อัดออกส่งออกจากคอมเพรสเซอร์จะมีสถานะเป็นก๊าซ ที่มีความดันสูง

คอมเพรสเซอร์จำแนกตามวิธีการอัด ได้ 3 ประเภท การจำแนกคอมเพรสเซอร์ตามวิธีการอัดนี้แบ่งออกได้เป็นการอันเชิงปริมาตร เช่น แบบลูกสูบ แบบก้นหอย แบบเกลียว แบบการอัดแบบใช้แรงเหวี่งหนีศูนย์กลาง แบบอัดครั้งเดียว และแบบอัดหลายครั้งดังมีรายละเอียดดังนี้ (TRANE Air Condition Manual, 1994)

รูปที่ 2.2 คอมเพรสเซอร์แบบลูกสูบ

คอมเพรสเซอร์แบบลูกสูบ(Reciprocating Type) อาศัยการทำงานของเพลาข้อเหวี่ยง (Crank Shaft) ขับลูกสูบให้เกิดการดูดอัด มีใช้กับเครื่องทำความเย็นขนาดเล็กต่ำกว่า 1 HP จนถึงมีขนาดใหญ่มากกว่า 100 HP เป็นแบบที่นิยมใช้มากที่สุดในปัจจุบัน



รูปที่ 2.3 คอมเพรสเซอร์แบบสกรู

คอมเพรสเซอร์แบบสกรู (Screw Type) ทำงานโดยอาศัยสกรู 2 ตัว คือสกรูตัวเมีย (Female Rotor) และสกรูตัวผู้ (Male Rotor) โดยสกรูตัวเมียจะอาศัยช่องเกลียวเป็นช่องเก็บน้ำยา ส่วนสกรูตัวผู้จะใช้สันเกลียวรีดน้ำยาออกตามแกนของสกรูทั้งสอง และเนื่องจากต้องใช้น้ำมันหล่อลื่นทำหน้าที่ป้องกันการรั่วระหว่างช่องว่างของเกลียวทั้งสองขณะทำงานจึงมีน้ำมันหล่อลื่นไหลไปกับน้ำยาจำนวนมาก ที่ทางออกของคอมเพรสเซอร์แบบสกรูจึงตั้งติดอุปกรณ์แยกน้ำมัน (Oil Separator) ไว้ด้วยเสมอ

รูปที่ 2.4 คอมเพรสเซอร์แบบก้นหอย

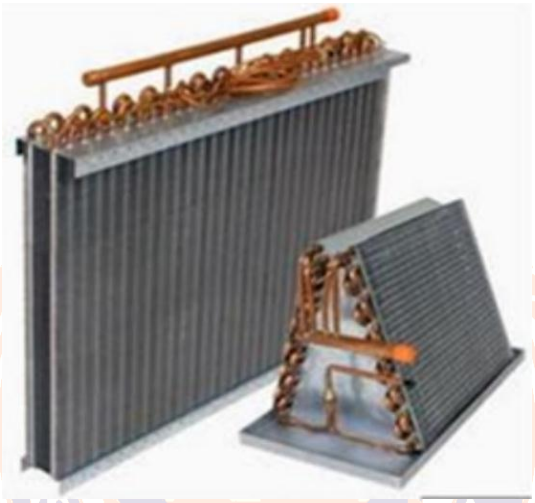
คอมเพรสเซอร์แบบก้นหอยหรือแบบสโครล์ (Scroll Type) เป็นคอมเพรสเซอร์แบบใหม่ล่าสุดที่ออกแบบมาใช้งานในระบบทำความเย็นแบบอัดไอ การทำงานจะประกอบไปด้วยชิ้นส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือส่วนที่มีลักษณะเป็นก้นหอยอยู่กับที่และส่วนที่เคลื่อนที่ ซึ่งจะเคลื่อนที่ในลักษณะเยื่องศูนย์โดยไม่มีการเคลื่อนที่ในลักกษณะหมุนรอบแกน (Not Rotate) โดยความดันจะเพิ่มจากภายนอกและถูกอัดมากสุดเมื่ออยู่ที่แกนกลาง ลักษณะเคลื่อนไหวเทียบได้กับพายุทอร์นาโด (Tornado) ปัจจุบันนำมาใช้กับระบบปรับอากาศที่ใช้ในที่พักอาศัย ในสำนักงาน รวมทั้งระบบปรับอากาศในรถยนต์เนื่องจากการทำงานมีการเคลื่อนไหวน้อย ไม่ต้องใช้ลิ้นทางดูด ทางส่ง จึงทำงานได้เรียบและเงียบกว่า

2.3.1 เครื่องระเหย (Evaporator)

เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งของระบบทำความเย็นทำหน้าที่ดูดปรับปริมาณความร้อนจากในบริเวณหรือในเนื้อที่ที่ต้องการทำความเย็น ขณะที่สารทำความเย็นภายในระบบนี้เดือดจะเปลี่ยน

สถานะเป็นก๊าซก็จะดูดรับปริมาณความร้อนผ่านผิวท่อทางเดินสารความเย็นเข้าไปยังสารความเย็นในระบบทำให้อุณหภูมิโดยรอบคอยล์เย็นลดลง เครื่องระเหยโดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ

1. เครื่องระเหยชนิดท่อและครีบ (Finned-Tube Evaporator) มีโครงสร้างและหลักการทำงานเหมือนกันกับคอนเดนเซอร์คือมีท่อและครีบอะลูมิเนียมบางเป็นโครงสร้างหลังทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแต่ทำงานในลักษณะตรงข้ามกันคือคอนเดนเซอร์ทำหน้าที่ระบายความร้อนให้กับอากาศแต่เครื่องระเหยดูดความร้อนจากอากาศที่ผ่าน



รูปที่ 2.5 เครื่องระเหยชนิดท่อและครีบ

2. เครื่องระเหยชนิดเปลือกและท่อ (Shell and Tube Evaporator) มีโครงสร้าง และหลักการทำงานเหมือนกันที่ใช้เป็นคอนเดนเซอร์นิยมใช้กับระบบปรับอากาศแบบใช้น้ำเย็นโดยเรียกเครื่องระเหย ชนิดนี้ว่าเครื่องทำน้ำเย็น ซึ่งมีทั้งที่เป็นเครื่องทำน้ำเย็น แบบแห้งและแบบเปียก

รูปที่ 2.6 เครื่องระเหยชนิดเปลือกและท่อ

2.3.3 คอนเดนเซอร์ (Condenser)

คอนเดนเซอร์หรืออุปกรณ์ควบแน่นเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งของระบบทำความเย็นทำหน้าที่ระบายความร้อนในสถานะก๊าซที่มีความดันสูงและอุณหภูมิสูงที่ถูกอัดตัวส่งมาจากคอมเพรสเซอร์ เพื่อให้ลั่นตัวเป็นน้ำเหลวในคอนเดนเซอร์ด้วยการระเหยความร้อนออกแต่ยังคงมีความดันและอุณหภูมิสูงอยู่เช่นเดิมคอนเดนเซอร์แบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะคือการจำแนกตามลักษณะโครงสร้าง และ การจำแนกตามวิธีระบายความร้อนการจำแนกตามวิธีระบายความร้อนได้ 3 ประเภทดังนี้ (Daikin, 1990)

1. การระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air Cooled Condenser) คอนเดนเซอร์ชนิดนี้จะใช้อากาศเป็นตัวกลางในการระบายความร้อนออกจากน้ำยาเพื่อให้น้ำยาในสถานะก๊าซกลั่นตัวเป็นของเหลวตามปกติแล้วคอนเดนเซอร์ชนิดนี้มักจะทำด้วยท่อทองแดงหรือท่อเหล็กมีครีบเป็นตัวช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวในการระบายความร้อนออกจากน้ำยาภายในคอนเดนเซอร์แบ่งออกได้เป็นแบบใช้อากาศหมุนเวียนอากาศโดยรอบคอนเดนเซอร์จะมีอุณหภูมิสูงกว่าอากาศปกติจึงลอยตัวสูงขึ้นส่วนอากาศที่เย็นกว่าจะไหลเข้ามาแทนที่ จึงระบายความร้อนออกจากผิวของคอนเดนเซอร์แบบมีพัดลมช่วยคอนเดนเซอร์ชนิดนี้จะใช้ลม หรือโบลเวอร์ช่วยในการเพิ่มปริมาณลมที่ผ่านผิวของคอนเดนเซอร์ จึงช่วยลดขนาดรูปร่างของคอนเดนเซอร์ลงได้มากขึ้น

2. การระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water Cooled Condenser) คอนเดนเซอร์ชนิดนี้จะใช้น้ำเป็นตักลางในการระบายความร้อนออกจากน้ำยาโดยผ่านหอผึ่งลมเย็น (Cooling Tower) เพื่อให้น้ำยากลั่นตัวเป็นน้ำยาเหลว และก็เช่นเดียวกันคอนเดนเซอร์ทั้งสองชนิดนี้จะรับความร้อนที่ถูกคายออกจากน้ำยาใสถานะก๊าซเพื่อการกลั่นตัวเป็นน้ำยาเหลว ทำให้อุณหภูมิของอากาศหรือน้ำที่ใช้เป็นตัวกลางมีอุณหภูมิสูงขึ้น

3. การระบายด้วยน้ำและอากาศ (Water and Air Cooled Condenser) คอนเดนเซอร์ชนิดนี้จะใช้ทั้งอากาศ และน้ำเป็นตัวกลางในการระบายความร้อนออกจากน้ำยาเพื่อให้น้ำยาในสถานะก๊าซในคอนเดนเซอร์กลั่นตัวเป็นน้ำยาเหลวโดยการฉีดน้ำเย็นให้เป็นฝอยผ่านลงบนคอนเดนเซอร์อากาศนี้จะสวนทางกับสเปรย์น้ำตกลงมาผ่านอิลิมิเนเตอร์ซึ่งเป็นอุปกรณ์ป้องกันไม่ให้เปรย์ติดออกไปกับอากาศซึ่งน้ำบางส่วนจะระเหยตัวขณะที่ได้รับบความร้อนจากแผงคอนเดนเซอร์ ทำให้สเปรย์น้ำที่ตกกลับลงมาในถังนั้นมีอุณหภูมิลดต่ำลง

2.3.4 อุปกรณ์ลดความดัน (Expansion Valve)

ทำหน้าที่ควบคุมอัตราการไหลของสารทำความเย็นก่อนเข้าอีวาพอเรเตอร์ ซึ่งมีหลักการในการทำงานง่ายๆ คือการลดพื้นที่หน้าตัดลงเหมือนกับการนำสายยางไปต่อกับก๊อกน้ำแล้วเปิดน้ำให้แรง จากนั้นใช้มือปิดที่ปลายสายยางจะเกิดเป็นฝอยละอองซึ่งก็ใช้หลักการคล้ายกัน

รูปที่ 2.7 อุปกรณ์ลดความดัน (Expansion Valve)

เพียงแต่ว่าอุปกรณ์ลดความดันจะควบคุมอัตราการไหลของสารทำความเย็นตามความต้องการของระบบปรับอากาศ ซึ่งผลที่ตามมาก็คือความดันจะลดลง และสถานะจะเปลี่ยนจากแก๊สอุณหภูมิสูงความดันสูงให้เป็นฝอยละออง และความดันลดลงจนสามารถเปลี่ยนเป็นไอได้ แต่ที่บริเวณทางออกของอุปกรณ์ลดความดันแต่ยังไม่เป็นไอ (ARI Guideline, 1990)

2.3.5 อุปกรณ์ช่วยภายในระบบทำความเย็นได้แก่

รูปที่ 2.8 ดรายเออร์

1. ดรายเออร์ (Dryer) ทำหน้าที่ดูดซับความชื้นจากสารทำความเย็น และกรองสิ่งสกปรกมีทั้งขนาดใหญ่ จนไปถึงขนาดเล็ก การเลือกใช้ต้องคำนึงถึงชนิดของน้ำยา ขนาดเครื่องทำความเย็น ขนาดท่อน้ำยา

รูปที่ 2.9 ไส้กรองภายในดรายเออร์

2. แอคคิวมูเลเตอร์(Accumulator)

รูปที่ 2.10 อุปกรณ์แยกน้ำยาเหลว (Accumulator)

อุปกรณ์แยกน้ำยาเหลวหรือแอคคิวมูเลเตอร์ (Accumulator) ติดตั้งระหว่างเครื่องระเหย และคอมเพรสเซอร์ ทำหน้าที่ป้องกันของเหลวเข้าสู้คอมเพรสเซอร์ โดยน้ำยาที่ยังเดือดไม่หมดจากเครื่องระเหยจะตกลงสู่ด้านล่าง คอมเพรสเซอร์จะดูดเฉพาะน้ำยาที่เป็นไอจากด้านบน

3. ถังพักสารทำความเย็นเหลว (Receiver tank)

รูปที่ 2.11 ถังพักสารทำความเย็นเหลว (Receiver tank)

ถังพักสารทำความเย็นเหลวหรือรีซีฟเวอร์ (Receiver tank) ติดตั้งที่ทางออกคอนเดนเซอร์ ทำหน้าที่รับน้ำยาเหลวที่ควบแน่นจากคอนเดนเซอร์เพื่อส่งสารทำความเย็นเหลวไปยังเครื่องระเหยได้ต่อเนื่องสม่ำเสมอ ใช้ในเครื่องทำความเย็นขนาดใหญ่

4. อุปกรณ์แยกน้ำมันหล่อลื่น(Oil separator)

รูปที่ 2.12 อุปกรณ์แยกน้ำมันหล่อลื่น (Oil separator)

ติดตั้งที่ทางออกคอมเพรสเซอร์ทำหน้าที่แยกน้ำมันหล่อลื่นที่ปนออกมากับไอน้ำยาให้กลับไปอ่างน้ำมันหล่อลื่นในคอมเพรสเซอร์ ไอน้ำยาที่ถูกแยกออกจึงถูกส่งไปเข้าคอนเดนเซอร์ต่อไป

5. สวิซ์ควบคุมความดัน (Pressure Switch)

รูปที่ 2.13 สวิซ์ควบคุมความดัน (Pressure Switch)

สวิตช์ควบคุมความดันมีหลักการทำงาน คือทำหน้าที่ในการตัด และต่อวงจรไฟฟ้าให้มอเตอร์คอมเพรสเซอร์ทำงาน และหยุดทำงานโดยอัตโนมัติ โดยอาศัยความดันของน้ำยาด้านความดันสูง และด้านความดันต่ำของคอมเพรสเซอร์

2.4 ชนิดของเครื่องปรับอากาศ

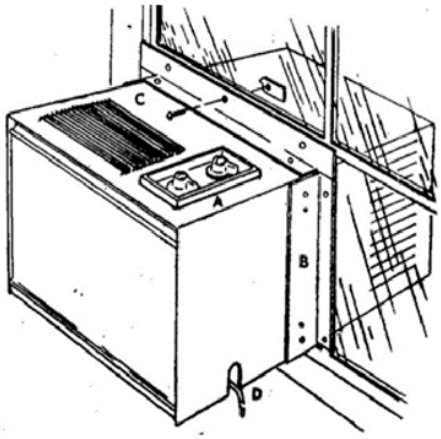
เครื่องปรับอากาศมีวิธีในการแบ่งประเภทออกได้หลายวิธีด้วยกัน แต่วิธีที่นิยมใช้ ประเภทของเครื่องปรับอากาศ ได้แก่ การแบ่งตามลักษณะการใช้าน การแบ่งตามลักษณะการระบายความร้อนของคอนเดนเซอร์ ซึ่งการแบ่งตามชนิดของคอมเพรสเซอร์ และการแบ่งตามขนาดซึ่ง วิธีนี้เป็นที่นิยมมากที่สุด ชนิดของเครื่องปรับอากาศมีอยู่ 4 ประเภทดังต่อไปนี (ชูชัย ต.ศิริวัฒนา, 2546)

2.4.1 เครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก

รูปที่ 2.14 เครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก

เครื่องปรับอากาศขนาดเล็กเป็นเครื่องปรับอาการที่เราเห็นใช้อยู่ตามบ้านเรือนและสำนักงานขนาดเล็ก เครื่องปรับอากาศขนาดเล็กมักเป็นเครื่องเดี่ยวๆ จึงมักเรียกว่า Unitary เครื่องแบบนี้ สามารถปรับอากาศได้โดยไม่จำเป็นต้องต่อพ่วงอุปกรณ์อื่น เช่น หอผึ่งลมเย็น เครื่องเป่าลม ท่อลม เป็นต้น

2.4.2 เครื่องปรับอากาศแบบหน้าต่าง (Window)



รูปที่ 2.15 เครื่องปรับอากาศแบบหน้าต่าง (Window)

เครื่องปรับอากาศแบบหน้าต่างจะรวมอุปกรณ์ทั้ง 4 อย่างเข้าไว้ในตัวเครื่องเดียวกัน การติดตั้งจึง ต้องติดตั้งโดยให้ด้านหนึ่งอยู่ภายในห้อง ส่วนอีกด้านอยู่ภายนอกเพื่อทำหน้าที่ระบายความร้อน ฉะนั้นในการติดตั้งจึงต้องติดตั้งบริเวณช่องหน้าต่างหรือเจาะช่องที่ผนังด้านที่แข็แรง ในกรณีที่เป็นบ้านไม้อาจมีเสียงดัง ข้อดีของเครื่องปรับอากาศประเภทนี้คือประหยัดเนื้อที่ไม่จำเป็นต้องมีที่สำหรับตั้งคอนเด็นซิ่งยูนิต และความสามารถในการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศชนิดนี้ จะสูงกว่าแบบอื่นๆ ดังแสดงในรูปที่ 2.17

2.4.3 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Spilt Type)

เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนจะแยกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนทำความเย็นที่เรียกว่าแฟนคอยล์ยูนิต (Fan Coil Unit) จะเป็นส่วนที่อยู่ภายในห้อง ซึ่งภายในประกอบด้วย อีวาพอเรเตอร์ (Evaporator Coil) และอุปกรณ์ลดความดัน (บางรุ่นจะติดตั้งไว้ในคอนเดนซิ่ง) อีกส่วนหนึ่งคือคอนเดนซิ่งยูนิต (Condensing Unit) จะตั้งอยู่ภายนอกประกอบด้วยคอนเดนเซอร์คอยล์(Condenser Coil) และคอมเพรสเซอร์ (Compressor) ทั้งสองส่วนนี้จะต่อถึงกันโดยระบบท่อน้ำยา เครื่องปรับอากาศ แบบแยกส่วนมีข้อดีคือส่วนที่ปรับอากาศจะเงียบ

2.4.4 เครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่

รูปที่ 2.16 เครื่องทำน้ำเย็นระบายความร้อนด้วยน้ำ

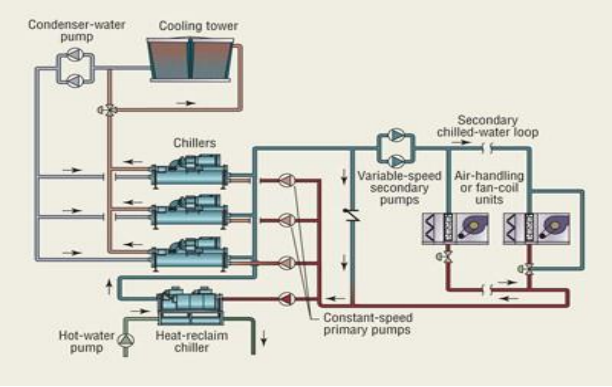
เครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่เป็นเครื่องปรับอากาศที่ใช้กันในอุสาหกรรม และอาคารขนาดใหญ่ เช่น โรงงาน โรงแรม ห้างสรรพสินค้า โรงพยาบาล เป็นต้น เครื่องปรับอากาศประเภทนี้มักประกอบด้วยวงจรทำความเย็น 2 ส่วน จึงต้องมีอุปกรณ์มาต่อพ่วงเพื่อให้ระบบสมบูรณ์ เครื่องปรับอากาศแบบนี้จะมีราคาแพงแต่ประสิทธิภาพสูง เช่น ระบบปรับอุณหภูมิด้วยน้ำเย็น เครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่แบ่งตามการระบายความร้อนได้ดังนี้

1. ระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นระบายความร้อนด้วยน้ำ

2. ระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นระบายความร้อนด้วยอากาศ

2.5 เครื่องทำน้ำเย็น

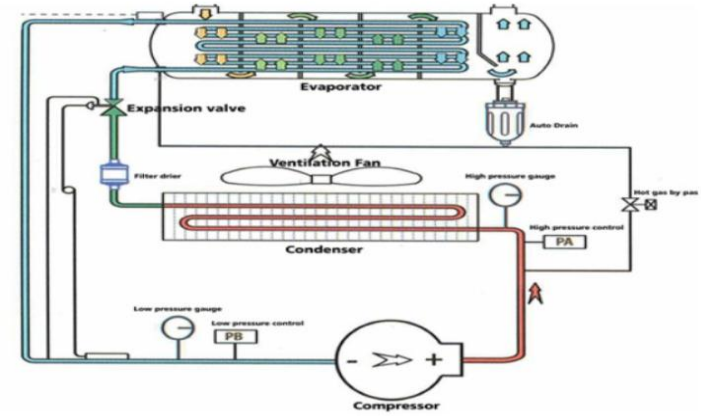
เครื่องทำน้ำเย็น คือเครื่องทำความเย็นขนาดใหญ่ที่มีหน้าที่ในการผลิตน้ำเย็นหรือปรับอุณหภูมิน้ำ เย็นและส่งไปยังเครื่องปรับอากาศที่มีอยู่ ในห้องต่างๆ ของอาคารแต่ละอาคาร หรืออาจใช้น้ำเย็นไปหล่อเย็นอุณหภูมิของเครื่องจักรภายในโรงงานอุสาหกรรม (อัคเดช สินธุภัค, 2537)



รูปที่ 2.17 วงจรทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ

หลักการทำงานของระบบปรับอากาศสำหรับโรงงานและอาคารธุรกิจขนาดใหญ่ ระบบปรับอากาศที่นิยมติดตั้งและใช้มักเป็นระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ (Central Air-conditioning System) โดยเครื่องทำน้ำเย็น (Water Chiller) เป็นแบบระบายความร้อนด้วยน้ำซึ่งมีประสิทธิภาพการทำงานสูงกว่าแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ เครื่องทำน้ำเย็นแบบอัดไอประกอบด้วย คอมเพรสเซอร์ (Compressor) คอนเดนเซอร์ (Condenser) เครื่องระเหย (Evaporator) และ อุปกรณ์ลดความดัน (Expansion Valve) โดยมีสารทำความเย็น เช่น R22 หรือ R134 a บรรจุอยู่ภายในวงจรสารทำความเย็น [2] เมื่อป้อนไฟฟ้าให้คอมเพรสเซอร์ คอมเพรสเซอร์จะดูดไอสารทำความเย็นจากเครื่องระเหยแล้วอัดส่งไปที่คอนเดนเซอร์ ที่เครื่องระเหยสารทำความเย็นจะมีความดัน และอุณหภูมิต่ำ สารทำความเย็นจะดูดความร้อนจากน้ำเย็นที่ไหลผ่านเครื่องระเหย และระเหยกลายเป็นไอในขณะเดียวกันที่คอนเดนเซอร์ สารทำความเย็น จะมีความดัน และอุณหภูมิสูงความร้อนจากสารทำความเย็นจะถ่ายเทให้น้ำหล่อเย็นทำให้สารทำความเย็น กลั่นตัวกลายเป็นของเหลวที่ความดันสูงเมื่อสารทำความเย็นไหลผ่านอุปกรณ์ลดความดัน ความดันก็จะลดลงเท่ากันความดันต่ำที่ เครื่องระเหยสารทำความเย็นก็จะไหลครบวัฏจักรสารทำความเย็น น้ำหล่อเย็นเมื่อได้รับความร้อนจากคอนเดนเซอร์จะมีอุณหภูมิสูงขึ้น เมื่อถูกเครื่องสูบน้ำหล่อเย็นส่งไปที่หอผึ่งลมเย็น (Cooling Tower) ก็จะถ่ายเทความร้อนให้อากาศโดยการระเหยน้ำ ทำให้น้ำที่เหลือเย็นลง แล้วไหลกลับไปรับความร้อนที่คอนเดนเซอร์อีกทำให้ครบวัฏจักรน้ำหล่อเย็น น้ำเย็นเมื่อถ่ายเทความร้อนให้กับเครื่องระเหย ก็มีอุณหภูมิต่ำลง เมื่อถูกเครื่องสูบน้ำเย็นส่งไปที่เครื่องส่งลมเย็น (Air Handling Unit) ก็จะถ่ายเทความร้อนให้กับอากาศทำให้น้ำร้อนขึ้นแล้วไหลกลับไปถ่ายเทความร้อนให้กับเครื่องระเหยอีก ทำให้ครบวัฏจักรน้ำเย็นเครื่องส่งลมเย็นจะดูดอากาศร้อนจากห้างปรับอากาศผ่านระบบท่อลมไปถ่ายเทความร้อนให้กับน้ำเย็น ทำให้อากาศมีอุณหภูมิต่ำลงแล้วส่งกลับไปที่

ห้องปรับอากาศทำให้ครบวัฏจักรลมเย็น ทำให้อากาศมีอุณหภูมิต่ำลงแล้วส่งกลับไปที่ห้องปรับอากาศ ทำให้ครบวัฏจักรลมเย็น



รูปที่ 2.18 วงจรทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ

หลักการทำงานของเครื่องทำน้ำเย็นแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ ก็จะเหมือนเครื่องทำน้ำเย็นแบบระบายความร้อนด้วยน้ำแต่แตกต่างกันที่เครื่องควบแน่นที่มีลักษณะเป็นครีบท่อ เมื่อป้อนไฟฟ้าให้คอมเพรสเซอร์คอมเพรสเซอร์จะดูดไอสารทำความเย็นจาก เครื่องระเหยแล้วอัดส่งไปที่เครื่องควบแน่น สารทำความเย็นจะมีความดันและอุณหภูมิสูง ความร้อนจากสารทำความเย็นจะถ่ายเทให้น้ำหล่อเย็นทำให้สารทำความเย็น กลั่นตัวกลายเป็นของเหลวที่ความดันสูง และมีการระบายความร้อนของสารทำความเย็นโดยการใช้ลมดูดอากาศรอบๆ เครื่องให้ไหลผ่านแผงคอยล์ร้อน และดูดอากาศที่มีความร้อนระบายออกด้านบน

2.6 การผลิตน้ำเย็นในระบบปรับอากาศ (Chilled Water Cool)

เครื่องทำน้ำเย็นมีความสำคัญเป็นอย่างมากที่ในประเทศต้องการ เครื่องจักรที่ใช้ทำน้ำเย็นได้เกือบตลอด 24 ชั่วโมง เราจึงต้องผลิตเครื่องทำน้ำเย็น ที่มีประสิทธิสูงเพื่อรองรับความต้องการของบริษัทขนาดเล็กและขนาดใหญ่ หรือโรงงานอุตสาหกรรม ในการผลิตเครื่องทำน้ำเย็น จึงต้องผลิตให้ได้ตามมาตราฐาน ความต้องการของสถานประกอบการน้ำหล่อเย็นเมื่อได้รับความร้อนจากคอนเดนเซอร์จะมีอุณหภูมิสูงขึ้น เมื่อถูกเครื่องสูบน้ำหล่อเย็นส่งไปที่หอทำความเย็น (Cooling Tower) ก็จะถ่ายเทความร้อนให้กับอากาศโดยการระเหยน้ำทำให้น้ำที่เหลือเย็นลง แล้วไหลกลับไป รับความร้อนที่คอนเดนเซอร์อีกทำให้ครบ วัฏจักรน้ำหล่อเย็น น้ำเย็นเมื่อถ่ายเทความร้อนให้กับอีวาพอเรเตอร์

(Evaporator) ก็มีอุณหภูมิต่ำลง เมื่อถูกเครื่องสูบน้ำเย็นส่งไปที่เครื่องส่งลมเย็น (Air Handling Unit) ก็จะถ่ายเทความร้อนให้กับอากาศทำให้น้ำร้อนขึ้นแล้วไหลกลับไปถ่ายเทความร้อนให้กับอีวาพอเรเตอร์ (Evaporator) อีกทำให้ครบวัฏจักรน้ำเย็นเครื่องส่งลมเย็นจะดูดอากาศร้อนจากห้องปรับอากาศผ่านระบบท่อลมไปถ่ายเทความร้อนให้กับน้ำเย็น ทำให้อากาศมีอุณหภูมิต่ำลงแล้วส่งกลับไปที่ห้องปรับอากาศทำให้ครบวัฏจักรลมเย็น

2.7 การบำรุงรักษาเชิงทวีผล (Total Productive Maintenance :TPM)

การบำรุงรักษาทวีผล เกิดขึ้นเพราะเราไม่สามารถใช้การบำรุงรักษาแบบใดแบบหนึ่งที่ผ่านมาเพียงแบบเดียวได้จึงต้องมีการรวมการบำรุงรักษาแบบต่าง ๆ เข้าด้วยกัน การบำรุงรักษาทวีผลสามารถช่วยแก้ปัญหาการบำรุงรักษาเกินความจำเป็นได้ การบำรุงรักษาทวีผลเป็นพื้นฐานการบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วม แตกต่างกันตรงที่การบำรุงรักษาทวีผลเป็นหน้าที่ของฝ่ายซ่อมบำรุงแต่การบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วมเป็นหน้าที่ของทุกคน ในทางเทคนิคแล้ว การบำรุงรักษาทวีผลไม่ใช่รูปแบบการบำรุงรักษาด้วยตัวของมันเองแต่เป็นการรวมเอาการบำรุงรักษาแบบต่าง ๆ เข้าไว้ด้วยกัน ได้แก่การบำรุงรักษาเมื่อขัดข้อง การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน การบำรุงรักษาเชิงแก้ไขปรับปรุงและการป้องกันการบำรุงรักษา ทั้งนี้เพื่อให้เกิดผลมากขึ้นในการเตรียมความพร้อม การป้องกันการปรับปรุง และการออกแบบเพื่อหลีกเลี่ยงการบำรุงรักษา ดังชื่อที่ว่า “ทวีผล”

ความจำเป็นในการบำรุงรักษาทวีผล

วิวัฒนาการในการบำรุงรักษา ตั้งแต่การบำรุงรักษาเมื่อขัดข้องมาจนถึงการบำรุงรักษาทวีผลยังไม่มีการบำรุงรักษารูปแบบใดที่สามารถใช้ได้ด้วยลำพังเพียงอย่างเดียว กล่าวคือ การบำรุงรักษาเมื่อขัดข้องก็ไม่สามารถใช้ได้กับกระบวนการผลิตที่ไม่มีเครื่องจักรสำรอง และไม่สามารถใช้ได้กระบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง จึงต้องมีการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน แต่ก็ไม่ได้หมายความว่าเครื่องจะไม่มีโอกาสเสียอีกเลย ดังนั้นอย่างไรก็ทิ้งการบำรุงรักษาเมื่อขัดข้องไม่ได้

ในธุรกิจอุตสาหกรรมที่ใช้เครื่องจักรเป็นหลักในการผลิตมักไม่ได้สนใจหาวิธีการใช้และบำรุงรักษาอย่างถูกต้อง ผลที่ตามมาก็คือเครื่องจักรเสียบ่อย ต้องเสียเวลาซ่อมและเวลาการผลิตเครื่องจักรไม่มีสมรรถนะการทำงานที่ดี ผลิตชิ้นงานออกมาไม่ได้ตามข้อกำหนดอย่างสม่ำเสมอ สัมพันธภาพที่ไม่ดีระหว่างหน่วยงานผลิต และหน่วยงานซ่อมบำรุง ทำให้เกิดการแก้ไขงานที่มีผลทำให้ต้นทุนสูง การส่งมอบไม่ทันเวลา ซึ่งส่งผลให้ขาดความสามารถในการแข่งขัน เทคนิคที่สามารถช่วยทำ

ให้เครื่องจักรเสียเป็นศูนย์ (Zero Breakdown) เป็นเทคนิคการบำรุงรักษาที่เป็นความร่วมมือระหว่างพนักงานหน่วยซ่อมบำรุง และพนักงานหน่วยผลิตซึ่งถูกพัฒนาขึ้นในประเทศญี่ปุ่น และเป็นที่นิยมใช้ในประเทศต่าง ๆ คือการบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วม ซึ่งสามารถทำให้ใช้เครื่องจักรได้อย่างมีประสิทธิผล ลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงรักษาและผลิตสินค้าได้คุณภาพและปริมาณตามความต้องการของลูกค้า

การบำรุงรักษาเครื่องจักรทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance TPM) เป็นการบำรุงรักษาที่ไม่ได้หวังผลเพียงแค่เครื่องจักรไม่เสียหากแต่เป็นการบำรุงรักษาที่หวังผลไปถึงสมรรถนะขององค์กรที่ดีขึ้นในรูปแบบของคุณภาพสินค้า (Quality) ต้นทุนการผลิต (Cost) การส่งมอบ (Delivery) ความปลอดภัย (Safety) ขวัญและกำลังใจของพนักงาน (Morale) และรักษาสิ่งแวดล้อม (Environment) จึงนับเป็นระบบการบำรุงรักษาที่มีความจำเป็น ระบบการบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance TPM) เป็นเทคนิคอย่างหนึ่งที่ลดการสูญเสียที่เกิดจากเครื่องจักรและอุปกรณ์ในกระบวนการผลิตส่งผลให้มีการใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพและยังสามารถลดต้นทุนการผลิตการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์หรือพนักงานให้มีจิตสำนึกที่ดีในการทำงานมีเป้าหมายในการปฏิบัติงานอย่างชัดเจนตลอดจนการสร้างบรรยากาศของการมีส่วนร่วมหรือเสริมสร้างมนุษย์สัมพันธ์ภายในองค์กรให้ดีขึ้น นอกจากนี้ยังเป็นการป้องกันการเกิดอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นเนื่องจากการทำงานของเครื่องจักรที่ขาดประสิทธิภาพ สามารถตรวจสอบเครื่องจักรได้อย่าเป็นระบบรวมถึงกำหนดระยะเวลาในการซ่อมบำรุงได้อย่างถูกต้องโดยไม่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิต (สุวิทย์ ภูลี , ปารเมศ ชุติมา , 2555)

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. การวิเคราะห์ผลการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (กฤษณะ ธรรมมิกานนท์ และ มนต์ศักดิ์ พิมสาร, 2556)โดยทำการทดลอง 2 กรณี คือ การติดตั้งท่อสารทำความเย็นที่ความยาวต่างๆ และอุณหภูมิภายนอกที่ต่างกันออกไป ในการทดลองต้องควบคุมอุณหภูมิให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเครื่องปรับอากาศสำหรับห้องแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ (มอก. 1155) หลังจากนั้นนำผลการทดลองมาวิเคราะห์หาค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER) จากผลการทดลองพบว่า ในกรณีการติดตั้งท่อสารทำความเย็นที่ความยาวต่างๆ ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพ พลังงานลดลง 6.69, 14.01 และ 17.65 % (เปรียบเทียบกับค่าความยาวท่อ 7.5 เมตร) เมื่อท่อสารทำความเย็นยาว 10, 17 และ 19 เมตร ตามลำดับ และในกรณีเมื่ออุณหภูมิภายนอกมีค่าต่างกัน ค่า

อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานเพิ่มขึ้น 3.26 % (เปรียบเทียบกับค่าที่อุณหภูมิ 35 °C) ที่อุณหภูมิภายนอก 30 °C และมีค่าลดลง 15.66 และ 24.28 % (เปรียบเทียบกับค่าที่อุณหภูมิ 35 °C) ที่อุณหภูมิภายนอกเป็น 40และ 45 °C ตามลำดับ

2. การลดอัตราการเสียหายของเครื่องจักรโดยการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (ฉัตรชัย เปล่งสะอาด และ วิทยา ยงเจริญ, 2547)ทำการวิจัยเพื่อลดอัตราการเสียหายของเครื่องจักรโดยการบำรุงรักษาเชิงป้องกันด้วยการศึกษาข้อมูลเดิม ซึ่งพบว่าความเสียหายที่เกิดขึ้นมีสาเหตุมาจากแผนงานซ่อมบำรุงเดิมนั้นมีรายละเอียด ที่ต้องให้มีการบำรุงรักษาเชิงป้องกันน้อยเกินไป ไม่ครอบคลุมงานที่จำเป็นต้องดูแลเครื่องจักรได้ทั้งหมด ดังนั้นการปรับปรุงแผนงานการบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่ต้องให้ครอบคลุมการทำงานมากขึ้น จึงเป็นวิธีหนึ่งในการบริการเครื่องจักรให้มีประสิทธิภาพเพื่อช่วยให้ลดช่วงเวลา (เฉลี่ย) ที่จะทำให้เกิดความเสียหายกับเครื่องจักรออกไปให้ยาวนานขึ้น ซึ่งจะเป็นการส่งผลให้ลดเวลา (เฉลี่ย) ที่ต้องทำการซ่อมบำรุงรักษาน้อยลง โดยได้ตั้งเป้าหมายหลังการปรับปรุงนี้แล้ว ปัญหาที่เครื่องจักรเกิดความเสียหายขึ้นมาอีกจะไม่ควรเกิน 5% การศึกษาและปรับปรุงโครงการนี้ได้ดำเนินการพัฒนาแผนเดิม โดยเพิ่มรายละเอียดที่จำเป็น เช่น ระยะเวลาบำรุงรักษาให้ถี่ขึ้น เพิ่มหัวข้อใหม่ สำหรับการตรวจสอบเครื่องจักรให้มากขึ้นโดยวิธีการบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่เคยปฏิบัติอยู่แล้วร่วมกันวิธีการบำรุงรักษาเครื่องจักรด้วยตนเองจากฝ่ายผลิต ผลที่ได้จากการปฏิบัติงานหลังจากปรับปรุงมาแล้ว 4 เดือน พบว่า เครื่องจักรลดความเสียหายลงเหลือ 5.13%

3. อิทธิพลของการเคลือบครีบด้วยสารไฮโดรไพลิกต่ออัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนในปัจจุบันธุรกิจเครื่องปรับอากาศมีการแข่งขันค่อนข้างสูง โดยตัวชี้วัดคุณภาพของเครื่องปรับอากาศคือค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (Energy efficiency ratio, EER) ซึ่งเป็นตัวบ่งบอกถึงประสิทธิภาพของเครื่องในการทำความเย็น งานวิจัยนี้เน้นศึกษาการพัฒนาในส่วนของ การเพิ่มสมรรถนะของเครื่องระเหยด้วยการใช้ครีบอลูมิเนียมแบบบานเกล็ด ตัวแปรระยะห่างของครีบที่คอยล์เครื่องระเหยและอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศถูกนำมาศึกษาด้วยวิธีการทดลองเพื่อหาค่าที่เหมาะสม และทำการเปรียบเทียบคอยล์ที่ใช้ครีบอลูมิเนียมแบบบานเกล็ดธรรมดากับ ครีบอลูมิเนียมแบบบานเกล็ดเคลือบสารไฮโดรไพลิก ในการทดลองใช้เครื่องปรับอากาศขนาด 30,000 Btu / hr ระยะห่างของครีบมีค่า 2.117 1.814 และ 1.588 mm และอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศในช่วง 700-1170 ft^3 /min การศึกษาแสดงให้เห็นผลของตัวแปรทั้งสองและชนิดของครีบต่อค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนในรูปแบบของ j โคเบิร์นแฟกเตอร์และค่าตัวประกอบแรงเสียดทาน (Friction factor)

ที่คอยล์เครื่องระเหย และค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ผลทดลองพบว่า ความหนาแน่นของครีบที่เพิ่มขึ้นสามารถเพิ่มอัตราการถ่ายเทความร้อน และค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน j โคเบิร์นแฟกเตอร์ให้เพิ่มมากขึ้น แต่ค่าตัวประกอบแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นก็มีค่าเพิ่มขึ้นตาม และการเพิ่มขึ้นของอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศที่เครื่องระเหยทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนเพิ่มขึ้นได้ แต่ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนj โคเบิร์นแฟกเตอร์และค่าตัวประกอบแรงเสียดทานลดลงค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องปรับอากาศจะขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของตัวแปรทั้งสองเมื่อเปรียบเทียบคอยล์ที่ใช้ครีบสองชนิดพบว่าคอยล์ที่ใช้ครีบอลูมิเนียมเคลือบสารไฮโดรไพลิกมีสมรรถนะดีกว่าและได้ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานมากกว่าที่อัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศมีค่า 990 min / ft3 และระยะห่างของครีบมีค่า1.814 mm จะทำให้ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องปรับอากาศสูงสุดที่ค่า13.47

4. ระบบการบำรุงรักษาแบบทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance, TPM) (สุรชาต วิชัยดิษฐ , กิตติ เจิดรังษี , สิงห์ชัย กลิ่นพิกูล, 2551) ได้ถูกประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องดื่มอัดแก๊ส เพื่อลดเวลาหยุดชะงักของเครื่องจักร และปรับปรุงประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Efficiency) การศึกษานี้เริ่มจากการจัดกลุ่มเครื่องจักร และรวบรวมบันทึกข้อมูลการหยุดชะงักของเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตเครื่องดื่มอัดแก๊สบรรจุขวด PET ซึ่งเป็นระบบการผลิตแบบต่อเนื่อง ใช้เครื่องจักรในการผลิตจำนวน 16 เครื่อง จากนั้นได้พัฒนาระบบ TPM ขึ้นตามหลักการเสาหลัก 8 ประการของระบบ TPM ในการทดลองประยุกต์ใช้ระบบ TPM เป็นเวลา 3 เดือน พบว่าค่า OEE สูงขึ้นเฉลี่ย 21.18% อัตราการหยุดชะงักของเครื่องจักรลดลง 15% นอกจากนี้ค่าเวลาเฉลี่ยก่อนเครื่องจักรจะชำรุด (Mean Time between Failures, MTBF) หรือเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการซ่อมเครื่องจักร (Mean Time to Repair, MTTR) ของเครื่องจักรแต่ละ ตัวสามารถนำมาใช้จัดกลุ่มเครื่องจักรเพื่อใช้ในการจัดทำแผนการบำรุงรักษาต่อไป

5. วิธีการแก้ปัญหาเวลาสูญเปล่าจากการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ และมุ่งเน้นเพื่อลดความสูญเสียที่เกิดขึ้นเนื่องจากการปรับตั้งเครื่องจักร และการปรับแต่งเครื่องจักร ทั้งนี้แนวทางในการลดความสูญเสียเนื่องจากการปรับตั้งเครื่อง ซึ่งแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ กิจกรรมการล้างและฆ่าเชื้ออุปกรณ์ และกิจกรรมการติดตั้งเครื่อง โดยทำการวิเคราะห์ด้วยหลักการ 5W 1H เพื่อให้เข้าใจถึงปัญหาและมองเห็นแนวทางการแก้ปัญหา และนำหลักการ Single Minute Exchange of Die (SMED) ซึ่งเป็นหลักการในการลดเวลาสูญเสียของการปรับตั้งชิ้นงานมาประยุกต์ใช้ปรับปรุงการทำงาน ส่วนแนวทางในการลดความสูญเสีย

เนื่องจากการปรับแต่งเครื่องจักร ผลจากการทำงานวิจัยในครั้งนี้ คือสามารถลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรร้อยละ 63.05 และลดเวลาการปรับแต่งเครื่องจักรเพื่อแก้ไขปัญหาหลอดแตก จากร้อยละ 20.49 เหลือร้อยละ 5.01 ของปัญหา

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาการประยุกต์การใช้เทคนิคการบำรุงรักษาเชิงทวีผล เพื่อการประหยัดพลังงานกับอุปกรณ์ทำน้ำเย็นในโรงงานประกอบชิ้นส่วนนาฬิกาซึ่งผู้วิจัยได้ทำการศึกษาจากทีมงานที่ทำกิจกรรม TPM ของโรงงานดังกล่าว การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อความสำเร็จของการประยุกต์ใช้เทคนิค TPM โดยทำการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ จากหนังสือ เอกสารทางวิชาการ และงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

3.1 ประชากร และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกกลุ่มประชากรคือเครื่องทำน้ำเย็นปรับอากาศจำนวน 6 ชุด และตัวอย่างที่เป็นกลุ่มดำเนินการกิจกรรมย่อยของ TPM จำนวนหนึ่งกลุ่มโดยในกลุ่มมีจำนวนสมาชิกทั้งหมด 7 ท่านดังแสดงในตารางที่ 1-1 การวิจัยครั้งนี้จะทำการวัดเปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องทำน้ำเย็นก่อนหลังการดำเนินกิจกรรม และจากการสัมภาษณ์ถึงข้อดีข้อเสียของการดำเนินกิจกรรมจากกลุ่มการดำเนินงานจากนั้นจึงสรุปการดำเนินการหลังจากการดำเนินการจะนำข้อมูลมาวิเคราะห์และสรุปผลการดำเนินงานและนำเสนอข้อเสนอแนะ

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูล และศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์เครื่องทำน้ำเย็นทั้งก่อน และหลังดำเนินการ เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการค้นคว้าศึกษาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

1.ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) เป็นข้อมูลที่ผู้วิจัยเก็บรวบรวมขึ้นโดยตรงจากแหล่งข้อมูล โดยใช้วิธีการศึกษาและตรวจสอบบันทึกรายงานการปฏิบัติงานรายวัน (Daily Operation Log Sheet) ข้อมูลการจดบันทึกการจ่ายค่าพลังงานไฟฟ้า จากกลุ่มประชากรตัวอย่างของโรงงาน

2.ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) ผู้วิจัยได้ค้นคว้าและเก็บรวยรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ที่เป็นหนังสือ เอกสารที่หน่วยงานต่าง ๆ ได้เก็บรวบรวมไว้ได้แก่

- ห้องสมุดของมหาวิทยาลัย สถาบันการศึกษาต่าง ๆ และห้องสมุดของโรงงานที่ทำการวิจัย
- รายงานประจำปี วารสาร และเอกสารเพยแพร่ของโรงงาน
- เอกสารรายงานการวิจัย และวิทยานิพนธ์ที่เกี่ยงข้อง
- หนังสือทางวิชาการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
- วาสราร นิตยสาร เช่น Masci Insight คู่มือการสร้างแรงจูงใจในการอนุรักษ์พลังงาน ฯลฯ

3. การสัมภาษณ์

ผู้วิจัยได้เข้าไปสัมภาษณ์รายบุคคล ซึ่งจะเป็นการสอบถามความเห็นจากทีมงานดำเนินกิจกรรมซึ่งจะประกอบไปด้วยผู้บริหารระดับต้นและกลาง ได้แก่ ผู้จัดการฝ่ายผลิตและวิศวกรรม , ผู้จัดการส่วนโรงงาน ,หัวหน้างาน , วิศวกรและพนักงานที่เกี่ยวข้อง โดยการสอบถามผลของการประยุกต์ใช้เครื่องมือ TPM เพื่อการลดการใช้พลังงานไฟฟ้า

1. การสัมภาษณ์ทีมงานดำเนินกิจกรรมกลุ่ม TPM

ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์ทีมงานดำเนินกิจกรรมกลุ่ม TPM โดยใช้บทสัมภาษณ์ดังต่อไปนี้

•ท่านคิดว่ากิจกรรม TPM ลดการสูญเสียเพื่อการประหยัดพลังของเครื่องทำน้ำเย็นมาใช้มีข้อดี-ข้อเสีย และอุปสรรค อย่างไร

•ท่านคิดว่ากิจกรรม TPM การลดการเดินเครื่องที่ไม่จำเป็นเพื่อการประหยัดพลังงานของเครื่องทำน้ำเย็น มาใช้ มีข้อดี-ข้อเสีย และอุปสรรค อย่างไร

•ท่านคิดว่ากิจกรรม TPM ลดต้นทุนด้านพลังงาน มีข้อดี-ข้อเสีย และอุปสรรคอย่างไร

•ท่านมีข้อเสนอแนะต่อมาตรการบำรุงรักษาทวีผลเพื่อการประหยัดพลังงานอะไรบ้าง

2. ดำเนินการสัมภาษณ์

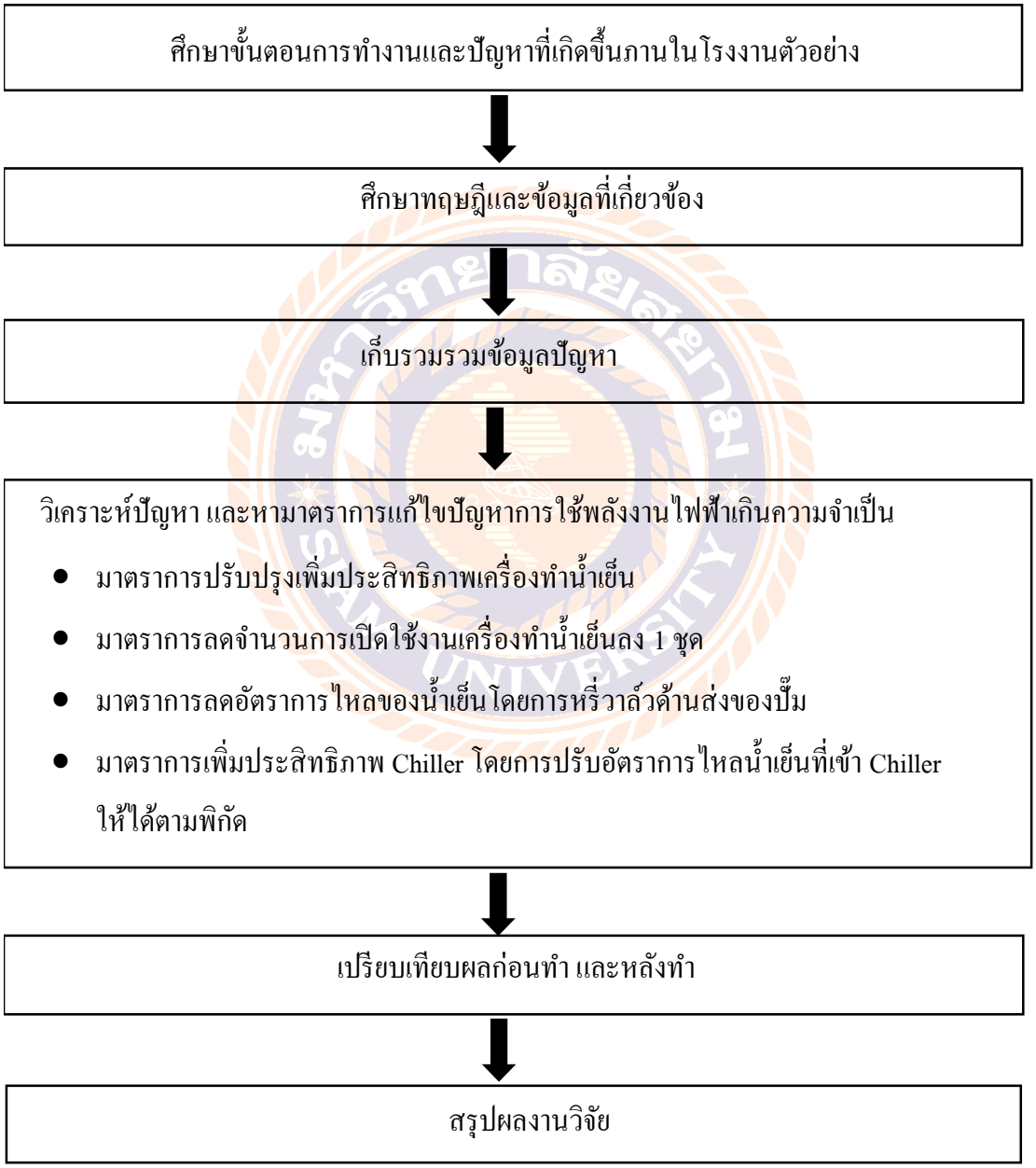
ดำเนินการสัมภาษณ์ตามบุคคลที่กำหนด และรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์

3.3 ขั้นตอนการดำเนินการ

1. ศึกษาขั้นตอนการทำงานและปัญหาที่เกิดขึ้นภายในโรงงานตัวอย่าง
2. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
3. เก็บรวบรวมข้อมูลปัญหา

4. วิเคราะห์ปัญหา และหาวิธีการแก้ปัญหา
5. เปรียบเทียบผลก่อนทำ และหลังทำ
6. สรุปงานวิจัย

3.4 ไดอะแกรมขั้นตอนการดำเนินการ



3.5 เปรียบเทียบผลการทำและหลังทำ

นำข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบปรับอากาศก่อนดำเนินการบำรุงรักษาแบบทวีผลเปรียบเทียบกับหลังดำเนินการและวิเคราะห์ผลที่ได้ว่าคุ้มค่ากับเงินทุนที่ใช้ในการดำเนินการหรือไม่

3.6 สรุปผลการดำเนินการ

หลังจากที่ได้นำเครื่องมือการบำรุงรักษาเชิงทวีผล (TPM) มาประยุกต์ใช้จะทำการเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการดำเนินงานวิจัย และนำเสนอเพื่อใช้เป็นกรณีศึกษาเป็นวิธีการซึ่งสามารถแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ในส่วนของการลดการสูญเสียในกระบวนการผลิตหรือการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักรและเป็นแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงต่อไป

มหาวิทยาลัยสยาม SIAM UNIVERSITY

บทที่ 4

ผลการศึกษา

การวิจัยเรื่องการประยุกต์ใช้เทคนิคการบำรุงรักษาทวีผลกับอุปกรณ์ทำความเย็นของระบบปรับอากาศขนาดใหญ่เพื่อการประหยัดพลังงานนี้ ผู้วิจัยได้เข้าไปทำการศึกษาเทคนิคการอนุรักษ์พลังงานโดยวิธีการบำรุงรักษาทวีผล (TPM) ตามแนวทางของงานวิจัยจะศึกษาถึงแนวทางการดำเนินกิจกรรมการวิเคราะห์และนำมาตราการต่างๆมาใช้ดำเนินการดังนี้

4.1 ศึกษาขั้นตอนการทำงานและปัญหาที่เกิดขึ้นภายในโรงงาน

ผู้วิจัยได้ศึกษาการทำงานและปัญหาทีเกิดขึ้นภายในโรงงาน ทำให้ทราบว่าโรงงานที่ทำการวิจัยประสบปัญหาเรื่องการใช้พลังงานไฟฟ้าเกินความจำเป็นเกิดความสูญเสียในองค์กรและเกิดความสิ้นเปลืองพลังงานอันเป็นผลทำให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้น

4.2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาการประยุกต์ใช้เทคนิคการบำรุงรักษาเชิงทวีผลกับอุปกรณ์ทำความเย็นขนาดใหญ่เพื่อการประหยัดพลังงานในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารตำรา ผลงานวิจัย และงานเขียนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อศึกษาข้อมูลต่าง ๆดังที่กล่าวมาแล้วในบทที่ 2

4.3 การเก็บรวมรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูล และศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์เครื่องทำน้ำเย็นทั้งก่อน และหลังดำเนินการ เป็นข้อมูลที่ผู้วิจัยเก็บรวบรวมขึ้นโดยตรงจากแหล่งข้อมูล โดยใช้วิธีการศึกษาและตรวจสอบบันทึกรายงานการปฏิบัติงานรายวัน (Daily Operation Log Sheet) ข้อมูลการจดบันทึกการจ่ายค่าพลังงานไฟฟ้า จากกลุ่มประชากรตัวอย่างของโรงงาน

4.4 วิเคราะห์ปัญหาและหามาตรการแก้ไขปัญหาการใช้พลังงานไฟฟ้าเกินความจำเป็น

4.4.1มาตรการปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องทำน้ำเย็น

- **ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน**

โรงงานประกอบชิ้นส่วนนาฬิกา มีการใช้งานระบบทำน้ำเย็นเพื่อใช้ในการปรับอากาศในกระบวนการผลิตโดยติดตั้งเครื่องทำน้ำเย็นระบายความร้อนด้วยน้ำ ขนาด 250 ตัน จำนวน 6 ชุด และหอผึ่งน้ำ (Cooling Tower) ขนาด 750 ตัน จำนวน 4 ชุด โดยทำการเปิดใช้งานเครื่องทำน้ำเย็น จำนวน 4 ชุด หอผึ่งน้ำ (Cooling Tower) จำนวน 3 ชุด/วัน ใช้งานวันละ 2 กะ ประมาณ 9 ชั่วโมงต่อกะ 250 วันต่อปี

- **ปัญหาของอุปกรณ์ / ระบบก่อนปรับปรุง**

จากการที่ทีมงาน TPM เข้าดำเนินการสำรวจและตรวจวัดพบว่า ประสิทธิภาพของเครื่องทำน้ำเย็นมีค่าค่อนข้างต่ำ อีกทั้งการระบายความร้อนคอนเดนเซอร์ ค่อนข้างต่ำ เมื่อสอบถามกับทางทีมงานพบว่ายังไม่ได้มีการล้างคอนเดนเซอร์ มาเป็นเวลานานแล้ว ทางทีมงานจึงกำหนดมาตรการดำเนินการโดยใช้เทคนิคการปรับปรุงเฉพาะเรื่อง เพื่อลดการสูญเสียในตัวอุปกรณ์ โดยจะใช้วิธีการตรวจวัดการใช้พลังงานก่อนและหลังทำ

- **แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ**

โรงงานได้ดำเนินการล้างชุดคอนเดนเซอร์ระบายความร้อนของเครื่องทำน้ำเย็น พบว่ามีตะกรันโคลนค่อนข้างมาก ดังนั้นทางทีม TPM จึงแนะนำว่าโรงงานควรทำแผนในการล้างคอนเดนเซอร์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการระบายความร้อนครั้งต่อไปโดยการเพิ่มแบบตรวจสอบเครื่องจักร (Check Sheet) ที่มีอยู่แล้วให้ตรวจสอบค่าความแตกต่างของอุณหภูมิของสารทำความเย็นและน้ำระบายความร้อน (Condenser Approach Temp) โดยถ้าค่าที่ตรวจสอบได้มีค่าเกิน 6-8 องศาฟาเรนไฮร์ ก็ให้ดำเนินการทำความสะอาดคอนเดนเซอร์พร้อมทั้งทำการปรับตั้งค่าพิกัดของเครื่องทำน้ำเย็นเพิ่มจาก 43 องศาฟาเรนไฮร์ เป็น 45 องศาฟาเรนไฮร์

ตารางที่ 4.1 การใช้พลังงานก่อนและหลังการปรับปรุงเครื่องทำน้ำเย็น 3 เครื่อง (CH-4 , CH-5, CH-6)

รายละเอียด	CH-4		CH- 5		CH- 6	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
ขนาดพิกัด (TR)	250	250	250	250	250	250
Evap Entering Water (F)	49.3	50.0	49.3	50	49.4	50
Evap Leaving Water (F)	43.6	44.6	43.7	44.8	44	44.8
Evap Water Flow (GPM)	680	680	630	630	720	720
Cond Entering Water (F)	84.5	84.6	84.6	84.7	84.7	84.8
Cond Leaving Water (F)	91.5	91.1	90.9	90.5	91.5	91.3
Cond Water Flow (GPM)	680	680	758	758	650	650
Cooling (TR)	161.5	153.0	147.0	136.5	162.0	156.0
Electric (kW)	163.0	117.0	148.5	121.0	167.0	115.0
KW/TR	1.01	0.76	1.01	0.89	1.03	0.74

- **สภาพหลังการปรับปรุง**

จากตารางที่ 4.3 โรงงานดำเนินการล้างคอนเดนเซอร์ของเครื่องทำน้ำเย็นทั้ง 3 ชุด (CH-4 CH-5, CH-6) พร้อมทั้งทำการปรับตั้งอุณหภูมิ (Set Point) ของเครื่องทำน้ำเย็นจาก 43 องศาฟาเรนไฮร์ เป็น 45 องศาฟาเรนไฮร์จะเห็นความแตกต่างคือ ค่ากิโลวัตต์ต่อตัน จากก่อนดำเนินการมีค่าสูงถึงประมาณ 1 กิโลวัตต์ต่อตัน หลังจากการดำเนินการแล้วพบว่าค่ากิโลวัตต์ต่อตันลดลงมาอยู่ที่ประมาณ 0.8 กิโลวัตต์ต่อตัน นั้นหมายความว่าประหยัดการใช้พลังงานไปได้ประมาณ 0.2 กิโลวัตต์ต่อตัน

รูปที่ 4.1 รูปการทำความสะอาด Chiller

เวลาดำเนินการ	มี.ค. 2560	
เงินลงทุน	72,000.00	บาท
ผลประหยัดที่ได้	512,745.00	บาท / ปี
ระยะเวลาคืนทุน	0.14	ปี

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมโรงงานควรดำเนินการทำความสะอาดคอนเดนเซอร์ (Condenser) ของเครื่องทำน้ำเย็นทุกเครื่อง เพื่อให้การแลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องดีขึ้น และยิ่งเครื่องทำน้ำเย็นระบายความร้อนได้มากก็จะทำให้พลังไฟฟ้าลดลงด้วย และปรับตั้งอุณหภูมิ (Set Point) ของเครื่องที่ 45องศาฟาเรนไฮร์ตามการออกแบบเพราะถ้าตั้งอุณหภูมิต่ำกว่าจะทำให้เครื่องทำความเย็นต้องใช้พลังเพิ่มขึ้นเพื่อที่จะต้องทำอุณหภูมิให้ได้ตามที่ตั้งไว้

- **ข้อดี**

1. ทำให้การใช้พลังงานของเครื่องทำน้ำเย็นลดลง และทำงานได้เต็มประสิทธิภาพมีการทำงานเป็นทีมมากขึ้น

2. ทำให้ต้นทุนการผลิตจะต่ำลง การทำงานลดลงไม่ทำงานซ้ำซ้อนลดงานสูญเปล่าลดของเสีย

3. ได้มีการพัฒนาการทำงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น และผู้ทำงานได้แลกเปลี่ยนความคิดต่อกัน รวมทั้งความรู้ ความชำนาญระหว่างกันภายในบริษัท และเกิดการส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ใสสิ่งใหม่

- **ข้อเสีย**

1. ทีมงานที่เกี่ยวข้องทุกระดับต้องทำงานประจำของตนเองด้วย ต้องทำกิจกรรม TPM ด้วย ทำให้เกิดปัญหาความล่าช้าในการทำกิจกรรม TPM

2. ปัญหาในการปฏิบัติการแก้ไขในช่วงเริ่มต้นพนักงานยังรู้สึกไม่เข้าใจในการทำกิจกรรม TPM พนักงานส่วนใหญ่ยังมองว่ากิจกรรม TPM เป็นแผนกซ่อมบำรุง

3. เนื่องจากบริษัทปฏิบัติงานเป็นกะคือ กะเช้า (8.00-18.00) และกะดึง (22.00-8.00) ดังนั้นการควบคุมในกะดึก อาจจะไม่มีประสิทธิภาพเท่าในการปฏิบัติงานของกะเช้า

- **ข้อเสนอแนะและการปรับปรุง**

1. การสร้างแรงจูงใจให้กับกลุ่มพนักงานที่ปฏิบัติงาน เป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้พนักงานตอบรับ กับการปรับปรุง และสร้างให้เกิดขวัญและกำลังใจในการทำงาน ซึ่งการสร้างแรงจูใจสามารถทำได้หลายแบบ เช่นให้โบนัสกับกลุ่มพนักงานเฉพาะที่เพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานหรือลดต้นทุนการผลิตได้ตามเป้าหมาย โดยคิดตามสัดส่วนของค่าใช้จ่ายที่ลดลงได้ การให้เงินก้อนกับแผนกที่ได้งานตามเป้าหมาย เพื่อนำไปเลี้ยงสังสรรค์ หรือการนำไปคิดเป็นสัดส่วนเงินในการขึ้นเงินเดือนประจำปีหรืออื่น ๆ ตามวัฒนธรรม และตามเหมาะสมในแต่ละหน่วยงานซึ่งการให้รางวัลจูงใจที่เหมาะสมในแต่ละหน่วยงาน ซึ่งการให้รางวัลจูงใจที่เหมาะสมกับพนักงาน ที่ทำกิจกรรมการปรับปรุงนั้น จะทำให้บริษัทรับการตอบรับจากพนักงานที่ดี และส่งผลให้ประสิทธิภาพการดำเนินงานดีด้วยในทุก ๆ น

2. กลุ่มผู้ดำเนินงานปรับปรุง ควรจะเป็นกลุ่มบุคคลที่มีหน้าที่ และอำนาจควบคุมสั่งการให้กระบวนการที่ดำเนินการวิจัยเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพและการยอมรับในส่วนของพนังงานที่ปฏิบัติงานในกรบวนการนั้น ๆ รวมทั้งเป็นการลดความขัดแย้งที่จะเกิดขึ้นกับกลุ่มผู้ดำเนินการปรับปรุง

3. ทีมงาน TPM ควรจะมีสมาชิกมากกว่าที่มีอยู่คือ ฝ่ายซ่อมบำรุง, ฝ่ายวิศวกรรม, ฝ่ายผลิต ควรจะมีฝ่ายอื่นที่เกี่ยวข้องด้วยคือ ฝ่ายการเงินและบัญชี ฝ่ายไดที, ฝ่ายควบคุมคุณภาพ และฝ่ายฝึกอบรม เพื่อนการทำงานจะไครบวงจรที่เกี่ยวข้อง เช่นเรื่องของค่าใช้จ่ายที่จะเกิดขึ้นในการปฏิบัติกิจกรรม เรื่องของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ หรือเทคโนโลยีใหม่ ๆ เข้ามาช่วยในการทำงาน เรื่องการใช้ความรู้ในการทำงานต่าง ๆ

4. กิจกรรม TPM จะหยุดชะงัก ถ้าผู้บริหารไม่ผลักดันกิจกรรมอย่างจริงจัง และไม่ลงมือในการทำงนด้วย ฉะนั้นผู้บริหารจะต้องให้ความช่วยเหลือในทุก ๆ บทบาทในการประสานงาน ติดต่อสื่อสาร และทำรายงานความคืบหน้าของกิจกรรมไคเซ็นเสนอต่อผู้บริหารระดับสูง

4.4.2 มาตรการลดจำนวนการเปิดใช้งานเครื่องทำน้ำเย็นลง 1 ชุด

- **ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน**

โรงงานประกอบชิ้นส่วนนาฬิกาแห่งหนึ่งมีการใช้งานระบบทำน้ำเย็น เพื่อใช้ในการปรับอากาศในกระบวนการผลิตโดยติดตั้งเครื่องทำน้ำเย็นระบายความร้อนด้วยน้ำ ขนาด 250 ตัน จำนวน 6 ชุด และหอผึ่งน้ำ (Cooling Tower) ขนาด750 ตัน จำนวน 4 ชุด โดยทำการเปิดใช้งานเครื่องทำน้ำเย็น จำนวน 4 ชุด Cooling Tower จำนวน 3 ชุด/วัน ใช้งานวันละ 8 ชั่วโมง 300 วันต่อปี

- **ปัญหาของอุปกรณ์ / ระบบก่อนปรับปรุง**

จากการเข้าดำเนินการสำรวจและตรวจวัดของทีม TPM พบว่า ประสิทธิภาพของเครื่องทำน้ำเย็นมีค่าค่อนข้างต่ำ อีกทั้งการระบายความร้อนของคอนเดนเซอร์ ค่อนข้างต่ำ และหลังจากได้มีการทำความสะอาดคอนเดนเซอร์และปรับลดอัตราการไหลแล้ว ทำให้อัตราการทำความเย็นดีขึ้น ดังนั้นโรงงานน่าจะลดการเดินเครื่องทำน้ำเย็นลงได้ 1 ชุด

ตารางที่ 4.2 ผลการตรวจวัดพลังงานขณะทำงาน 4 เครื่อง

รายละเอียด	CH-1	CH-2	CH-3	CH-4
ขนาดพิกัด (TR)	250	250	250	250
Evap Entering Water (F)	51.9	50.8	51.9	51.9
Evap Leaving Water (F)	45.4	46.4	44.7	44.7
Evap Water Flow (GPM)	613.7	665.0	683.0	650.1
Cond Entering Water (F)	84.8	84.6	84.6	84.4
Cond Leaving Water (F)	92.0	92.3	91.1	91.4
Cond Water Flow (GPM)	700.0	724.5	686.8	780.0
Cooling (TR)	166.2	121.9	205.1	195.0
Electric (kW)	143.1	145.7	139.0	124.5
KW/TR	0.86	1.20	0.68	0.64

จากตารางที่ 4.4 เป็นผลการตรวจวัดการใช้พลังงานของเครื่องทำน้ำเย็น (Chillers) ขณะทำงานจำนวน 4 เครื่องพร้อมกัน ซึ่งเป็นการใช้งานปกติของโรงงานจะเห็นว่าค่าของภาระความเย็น (Cooling Ton) รวมอยู่ที่ 688.2 ตัน และมีค่าการใช้พลังงานเฉลี่ยอยู่ที่ 0.85 กิโลวัตต์ต่อตัน

- **แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ**

หลังจากทีมงานได้ดำเนินการทำความสะอาดคอนเดนเซอร์แล้ว ทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องทำความเย็นสูงขึ้นจึงได้ทำการลดการเดินเครื่องทำน้ำเย็นลง 1 ชุด และปรับตั้ง Set Point ของเครื่องให้สูงขึ้นจาก 45องศาฟาเรนไฮร์ เป็น 47องศาฟาเรนไฮร์ เครื่องทำน้ำเย็นยังทำงานเป็นปกติ และไม่มีผลกระทบต่อส่วนของการผลิต

ตารางที่ 4.3 ผลการตรวจวัดพลังงานขณะทำงาน 3 เครื่อง

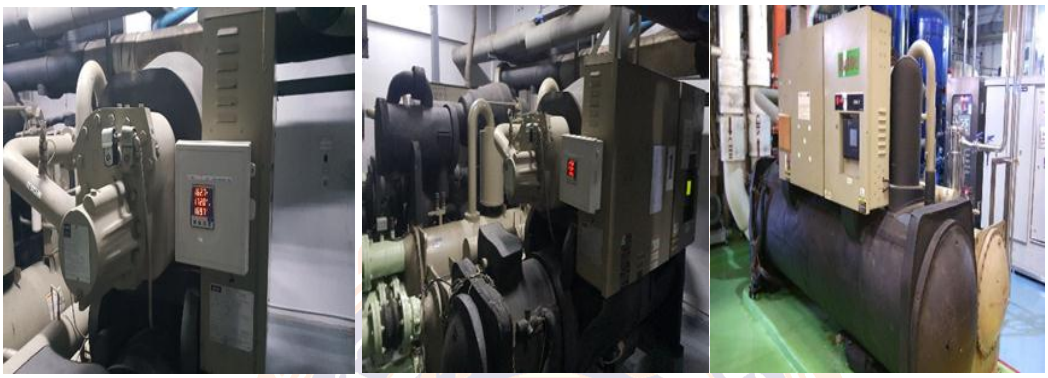
รายละเอียด	CH-2	CH-4	CH-5
ขนาดพิกัด (TR)	250	250	250
Evap Entering Water (F)	53.6	53.9	53.5
Evap Leaving Water (F)	47.8	47.0	47.0
Evap Water Flow (GPM)	665.0	683.0	628.8
Cond Entering Water (F)	84.9	84.9	84.6
Cond Leaving Water (F)	90.0	91.8	90.5
Cond Water Flow (GPM)	724.5	680.0	758.0
Cooling (TR)	160.7	196.9	170.3
Electric (kW)	196.2	125.9	136.1
KW/TR	1.22	0.64	0.80

จากตารางที่ 4.5 เป็นผลการตรวจวัดการใช้พลังงานของเครื่องทำน้ำเย็นขณะใช้งานพร้อมกัน 3 เครื่อง จะเห็นได้ว่าค่าภาระความเย็นลดลงมาอยู่ที่ 527.9 ตัน และค่าการใช้พลังงานเพิ่มขึ้น

ไปอยู่ที่ 0.89 กิโลวัตต์ต่อตัน ซึ่งจากภาระโหลดความเย็นที่เป็นอยู่ก็ยังเพียงพอต่อการใช้งานในขบวนการผลิตของโรงงาน

- **สภาพหลังการปรับปรุง**

ทีมงานดำเนินการปรับตั้งอุณหภูมิ (Set Point) ของเครื่องทำน้ำเย็น จาก 45องศาฟาเรนไฮร์ เป็น 47องศาฟาเรนไฮร์และทำการปิดเครื่องทำน้ำเย็นลง 1 ชุด เหลือเดินใช้งานจำนวน 3 ชุด สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้ 207,252.00Kwh/ปี



รูปที่ 4.2 Chiller No : 2, 4, 5

ระยะเวลาดำเนินการ ทุก ๆ วัน

เงินลงทุน	-	บาท
ผลประหยัดที่ได้	681,859.08	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน		ปี

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ทีมงานควรนำเครื่องทำน้ำเย็นชุดที่มีประสิทธิภาพสูงมาเดินเป็นหลัก ก็จะสามรถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้อีก

- **ข้อดี**

1. ทำให้การใช้พลังงานลดลง เครื่องจักรไม่ทำงานหนักมาก
2. ทำให้ต้นทุนการผลิตต่ำลงเนื่องจากยอดการผลิตต่อชั่วโมง ต่อหน่วยพลังงานลดลง
3. การทำงานลดลงไม่ทำงานซ้ำซ้อน เสียเวลา ลดงานสูญเปล่า
4. ทำให้เปอร์เซ็นต์ Down time ของเครื่องจักรลดลงเพราะมีเครื่องสำรอง
5. เป็นการสร้างคุณภาพของบุคลากร ซึ่งเป็นเป้าหมายรวม คือให้ขายสินค้าได้ และองค์กรอยู่รอด มีผลกำไรซึ่งท้ายสุดจะเป็นความพึงพอใยทั้งผู้ผลิต และผู้ซื้อสินค้า

6. เพิ่มประสิทธิภาพของงาน ช่วยประหยัดแรงงานเวลาค่าใช้จ่าย และวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ รวมทั้งช่วยให้เกิดความสะดวกและรวดเร็วในการปฏิบัติงาน

7. พนักงานทุกระดับในบริษัท สามารถดำเนินกิจกรรม TPM ได้ ซึ่งมีต้นทุนต่ำ หรือบางครั้งอาศัยความชาญฉลาดไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย หรือลงทุนอะไร เพียงแต่ปรับปรุงวิธีการทำงานสามารถลดต้นทุนลงได้อย่างมหาศาล เรียกปัญหาแบบเส้นผมบังภูเขา

- **ข้อเสีย**

1. การทำ TPM นั้นต้องอาศัยเวลาและการฝึกอบรมแก่พนักงานมาก และต้องการความร่วมมือกับทุกฝ่าย

2. เป็นเรื่องของเวลาในการทำงาน โดยต้องแบ่งเวลาออกจากหน้าที่ประจำเป็นเวลา 1-2 ชั่วโมงทุกวัน ซึ่งในขณะนั้นงานในหน้าที่ประจำอาจจะมีปัญหาที่หน้างาน เช่น เครื่องจักรเสีย, ไฟไหม้, ชิ้นส่วนขาดหายไป ทำให้พนักงานต้องรีบกลับมาทำการแก้ไขโดยเฉพาะระดับหัวหน้า ทำให้งานของ TPM หยุดชะงักไปไม่ต่อเนื่อง

3. การลดเวลาหรือจำนวนเครื่องทำน้ำเย็น ทำให้เครื่องจักรทำงานได้เต็มประสิทธิภาพมากขึ้น แต่ถ้าหากขาดการดูแลที่ดีก็จะเป็นการที่เครื่องจักรทำงานหนักในบางเครื่อง

4. ข้อมูลที่ได้รับจากการเก็บข้อมูลของการทำกิจกรรม เป็นช่วงเวลากลางวัน ยังไม่มีผลการเก็บข้อมูลในช่วงเวลาการปฏิบัติงานกลางคืนที่ต้องปฏิบัติให้เหมือนกัน

5. ระยะเวลาในการทำกิจกรรมค่อนข้างสั้นเพียง 1-2 สัปดาห์ ต้องให้มีผลงานแต่การเตรียมการและวางแผนการศึกษา การรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูลทำให้บางครั้งต้องดำเนินการด้วยความเร่งรีบ หรือบางครั้งทางสายการผลิตเป็นช่วงเร่งกำลังในการผลิตไม่สามารถส่งคนมาประชุม หรือให้ยืมเครื่องจักรทดลองได้ ซึ่งอาจจะทำให้ผลการศึกษาไม่ครบถ้วนสมบูรณ์

- **ข้อเสนอแนะและการปรับปรุง**

1. ในการปรับปรุงการลดเวลาในการปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ของเครื่องจักร ควรให้พนักงานที่ทำหน้าที่ ที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อการปรับปรุงงานมีส่วนร่วมในการปรับปรุงงานด้วย เพื่อให้เกิดผลมากที่สุดเนื่องจากพนักงานที่ปรับตั้งเครื่องจะรู้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ดีที่สุด และควรมีหัวหน้า หรือผู้นำที่มีจิตใจในการปรับปรุงงานอย่างต่อเนื่อง

2. ในธุรกิจทั่วไปมีการปรับเปลี่ยนวิธีการทำงาน เทคนิคการทำงานเครื่องไม้เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำงาน ทำให้การปฏิบัติงานได้รวดเร็วขึ้น
มีผลผลิตสูงขึ้น ซึ่งทางธุรกิจมักจะเลือกทางด้านนี้ แต่ว่าลืมเรื่องการปรับเปลี่ยนทัศนคติ และทักษะของบุคลากรที่เป็นประโยชน์ต่อการสร้างความร่วมมือ และต้องประสานงานกันทำกิจกรรม

3. ทางบริษัทควรจะมีการจัดการอบรมในหัวข้อความสำคัญของการเพิ่มผลผลิตในองค์กร แนวคิด และหลักการของระบบการผลิตแบบ TPM

4.พนักงานที่ส่งมาจากหน่วยงานต่าง ๆ ของบริษัทนั้นควรจะเป็นคนที่มีความรู้ และทักษะในเชิงวิศวกรรม หรือทางช่างเทคนิคด้วย เพื่อนความรวดเร็วในการทำกิจกรรม

4.4.3 มาตรการลดอัตราการไหลของน้ำเย็นโดยการหรี่วาล์วด้านส่งของปั๊ม

- **ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน**

โรงงานประกอบชิ้นส่วนจากการตรวจวัดอัตราการไหลของน้ำเย็นที่เข้าเครื่องทำน้ำเย็น พบว่ามีอัตราการไหลเกินพิกัด โดยพิกัดของเครื่องทำน้ำเย็นต้องการที่ภาระเต็มพิกัด 600 GPM ซึ่งจากการหรี่วาล์วให้น้ำเย็นที่เข้าเครื่องทำน้ำเย็นใกล้เคียงกับพิกัด ส่งผลให้พลังไฟฟ้าที่ปั๊มใช้ลดต่ำลง

- **ปัญหาของอุปกรณ์ / ระบบก่อนปรับปรุง**

ขณะที่ปั๊มส่งน้ำที่อัตราการไหลสูงจะใช้พลังไฟฟ้ามากกว่าขณะที่ส่งน้ำด้วยอัตราการไหลต่ำ ดังนั้นการลดอัตราการไหลของปั๊มส่งผลให้ลดการใช้พลังไฟฟ้าได้

ตารางที่ 4.4 ผลการวัดพลังงานเปรียบเทียบของปั๊มน้ำเย็น

ปั๊มน้ำเย็น	ก่อนปรับลดอัตราการไหล		หลังปรับลดอัตราการไหล	
	พลังไฟฟ้า (kW)	อัตราการไหล (GPM)	พลังไฟฟ้า (kW)	อัตราการไหล (GPM)
PCWP - 1	19.0	761	17.6	613.0
PCWP - 2	17.7	760.3	16.7	665.5
PCWP - 4	18.5	786.0	17.4	683.6
PCWP - 6	18.9	726.9	16.9	650.1

- **แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ**

การลดอัตราการไหลของปั๊มน้ำ โดยวิธีการหรี่วาล์วจะส่งผลให้พลังไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ใช้กับปั๊มน้ำลดลงแต่จะลดลงน้อยกว่าการลดรอบของปั๊มน้ำ

- **สภาพหลังการปรับปรุง**

ปรับวาล์วด้านส่งของปั๊มน้ำเย็นทุกชุดลงโดยวัดอัตราการไหลของน้ำที่เข้าเครื่องทำน้ำเย็นให้ได้ใกล้เคียงกับพิกัดมากที่สุด ส่งผลให้ลดการใช้พลังงานได้ 12,375.00 kWh/ปี

รูปที่ 4.3 การวัดพลังงานของปั๊มน้ำเย็น

ระยะเวลาคืนทุน	ทุกวัน	
เงินลงทุน	ไม่มี	บาท
ผลประหยัดที่ได้	40,713.75	บาท
ระยะเวลาคืนทุน	-	ปี

4.4.4 มาตรการเพิ่มประสิทธิภาพChiller โดยการปรับอัตราการไหลน้ำเย็นที่เข้า Chiller ให้ได้ตามพิกัด

- **ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน**

โรงงาน ประกอบชิ้นส่วนแห่งหนึ่งจากการตรวจวัดอัตราการไหลของน้ำเย็นที่เข้าเครื่องทำน้ำเย็นมีค่าเกินพิกัดส่งผลให้ประสิทธิภาพการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างสารทำความเย็นและน้ำลดต่ำลง และทำให้ค่า kw/TR ของ Chiller มีค่าสูงขึ้น

- **ปัญหาของอุปกรณ์ / ระบบก่อนปรับปรุง**

มาตรการ เพิ่มประสิทธิภาพ Chiller โดยการปรับอัตราการไหลน้ำเย็นที่เข้า Chiller ให้ได้ตามพิกัด

ตารางที่ 4.5 ตารางแสดงพลังงานเปรียบเทียบของเครื่องทำน้ำเย็น

รายละเอียด	CH - 1		CH - 2		CH - 4		CH - 6	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
ขนาดพิกัด (TR)	250	250	250	250	250	250	250	250
Evap Entering Water (F)	50.2	51.9	50.5	50.8	51.6	51.6	51.9	51.1
Evap Leaving Water (F)	45.0	45.4	46.7	46.4	45.2	44.7	44.7	44.7
Evap Water Flow (GPM)	761.0	613.7	760.3	665.0	786.0	683.0	726.9	650.1
Cond Entering Water (F)	84.9	84.8	84.5	84.6	84.7	84.6	84.6	84.4
Cond Leaving Water (F)	92.7	92.0	92.4	92.3	92.4	91.1	91.4	91.4
Cond Water Flow (GPM)	700.0	700.0	724.5	724.5	686.8	686.8	780	750
Cooling (TR)	164.9	166.2	120.4	121.9	209.6	205.1	193.8	15
Electric (kW)	147.9	143.1	147.3	145.7	148.5	139.0	168.0	124.5
KW/TR	0.90	0.86	1.22	1.20	0.71	0.68	0.87	0.64

- **แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ**

อัตราการไหลที่เกินพิกัด สงผลให้ความเร็วของน้ำสูงเกินไปซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพในการแลกเปลี่ยนความร้อนลดต่ำลงดังนั้นจึงทำการหรี่วาล์วน้ำของปั๊มน้ำเย็นลดลงให้ได้อัตราการไหลที่ใกล้เคียงกับพิกัดของเครื่อง

รูปที่ 4.4 การปรับอัตราการไหลของปริมาณน้ำ

- **สภาพหลังการปรับปรุง**

ลดอัตราการไหลของน้ำเย็นโดยการหรี่วาล์วของเครื่องทำน้ำเย็นชุดที่ 1,2,4 และ 6 ลง ทำให้ลดการใช้พลังงานที่เครื่องทำน้ำเย็นได้ 99,144.00 kWh/ปี

ระยะเวลา	ทุกวัน	
เงินลงทุน	ไม่มี	บาท
ผลประหยัดที่ได้	326,160.07	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	-	ปี

จากการดำเนินการตามมาตราต่างๆ ดังกล่าวมาแล้ว สามารถสรุปผลการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของแต่ละกิจกรรมได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.6 ตารางแสดงผลการประหยัดพลังงานหลังดำเนินกิจกรรม TPM

สรุปพลังงานที่ประหยัดได้ในการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานด้วยเทคนิค TPM			
ลำดับที่	มาตรการ	พลังงานที่ประหยัด	หน่วย
1	การปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องทำน้ำเย็น	155,756.70	Kwh/ปี
2	การลดจำนวนการเปิดใช้งานเครื่องทำน้ำเย็นลง 1 ชุด	207,252.00	Kwh/ปี
3	ลดอัตราการรำหลของน้ำเย็นโดยการหรี่วาล์วด้านส่งของปั๊ม	12,375.00	Kwh/ปี
4	เพิ่มประสิทธิภาพ Chiller โดยการปรับอัตราการไหลน้ำเย็น	99,136.80	Kwh/ปี
5	รวมพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้หน่วย กิโลวัตต์-ชั่วโมง ต่อปี	474,516.00	Kwh/ปี
6	ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ต่อปีหน่วยบาท (3.29 บาทต่อ Kwh)	1,561,172.45	บาท/ปี

- **ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ (บาท)**

จากตารางแสดงผลการดำเนินกิจกรรม TPM จะเห็นได้ว่าหลังจากการดำเนินการแล้ว ผลปรากฏว่าสามารถประหยัดพลังงานในส่วนของเครื่องทำน้ำเย็นได้ถึง 1,489,172.45 บาทต่อปี คิดเป็นเปอร์เซ็นต์แล้วสามารถประหยัดพลังงานได้สูงถึง 14.66%

ตารางที่ 4.7 ตารางสรุปค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้ในการดำเนินกิจกรรม TPM

มาตรการ	ก่อน ดำเนินการ	หลังดำเนินการ	ลงทุน	พลังงาน ประหยัด	หน่วย
การปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องทำน้ำเย็น	722,144.70	566,388.00	72,000.00	155,756.70	Kwh/ปี
การลดจำนวนการเปิดใช้งานเครื่องทำน้ำเย็นลง 1 ชุด	1,052,946.00	845,694.00	-	207,252.00	Kwh/ปี
การลดอัตราการไหลของน้ำเย็นโดยการหรี่วาล์วด้านส่งของปั๊ม	166,725.00	154,350.00	-	12,375.00	Kwh/ปี
เพิ่มประสิทธิภาพ Chiller โดยการปรับอัตราการไหลน้ำเย็นที่เข้า Chiller ให้ได้ตามพิกัด	1,146,269.25	1,047,132.45	-	99,136.80	Kwh/ปี
รวมพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ หน่วย กิโลวัตต์-ชั่วโมง ต่อปี	3,088,084.95	2,613,564.45	-	474,520.50	Kwh/ปี
ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ต่อปีหน่วย บาท (ค่าไฟเฉลี่ยของโรงงานคือ 3.29 บาทต่อKwh)	10,159,799.49	8,598,627.04	-	1,561,172.45	บาทต่อปี
คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ประหยัดต่อปี				153.7	%
ผลการประหยัดสุดท้าย				1,489,172.45	บาทต่อปี
คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ประหยัดสุดท้ายต่อปี				14.66	%

- **ข้อดี**

1.ลดความสูญเปล่าของการใช้พลังงานที่ไม่จำเป็น

2.ทำให้ต้นทุนพลังงานต่อหน่วยสินค้าลดลง

3.ทำให้ประหยัดเงินลงทุนทางด้านพลังงาน

4.เป็นการเพิ่มผลกำไรให้โรงงานอีกทางหนึ่ง

5.เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของการทำงานของพนักงานที่เกี่ยวข้อง

- **ข้อเสียและอุปสรรค**

1.การลดการใช้พลังงานบางครั้งอาจทำให้พนักงานบางส่วนมีผลกระทบเช่นอุณหภูมิในพื้นที่ทำงานสูงขึ้นอาจจะทำให้ขวัญกำลังใจของพนักงานลดลง

2.พนักงานจะต้องปรับตัวหรือสภาพการทำงานที่อาจมีผลกระทบจากการดำเนินกิจกรรม

3.ต้องใช้เวลามากพอสมควรในการสร้างจิตสำนึกให้พนักงานมีความรู้สึกเป็นเจ้าของ และดูแลและเอาใจใส่เครื่องจักรไม่มองว่าเครื่องจักรมีปัญหาเป็นหน้าที่ของซ่อมบำรุง

- **ข้อเสนอแนะและการปรับปรุง**

1.สร้างความเข้าใจให้แก่พนักงานในแง่ของต้นทุนพลังงาน เช่นให้ความรู้แก่พนักงานว่าถ้าเราดับไฟหนึ่งหลอดที่ไม่จำเป็นเราจะประหยัดได้กี่บาทเป็นต้น

2.ต้องพยายามให้พนักงานทุก ๆ คน หรือทุก ๆ หน่วยงานในองค์กรเข้ามามีส่วนร่วม

3.แสวงหาการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา

4.ผู้บริหารทุกระดับต้องให้ความร่วมมือและมีส่วนร่วม

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่องการประยุกต์ใช้เทคนิคการบำรุงรักษาเชิงทวีผลกับอุปกรณ์ทำความเย็นของระบบปรับอากาศขนาดใหญ่เพื่อการประหยัดพลังงานแนวทางของการวิจัยจะเข้าไปศึกษาวิธีการดำเนินกิจกรรมาของทีม TPM มาเป็นเครื่องมือในการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานและสามารถสรุปได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการที่ได้ศึกษาวิจัยเรื่องการประยุกต์ใช้เทคนิคการบำรุงรักษาเชิงทวีผลกับอุปกรณ์ทำความเย็นของระบบปรับอากาศขนาดใหญ่เพื่อการประหยัดพลังงานของโรงงานที่ทำการวิจัยพบว่าปัญหาการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศเกินความจำเป็นก่อให้เกิดความสูญเสียในองค์กรและเกิดความสิ้นเปลืองพลังงานอันเป็นผลทำให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้นเกิดจากการขาดความรู้ความเข้าใจในการบำรุงรักษาเชิงทวีผลกับอุปกรณ์ทำความเย็นของระบบปรับอากาศอย่างเป็นระบบเครื่องจักรขาดการบำรุงรักษาทำให้ประสิทธิภาพไม่เป็นไปตามคุณสมบัติและข้อกำหนดของโรงงานผู้ผลิตเครื่องทำน้ำเย็น

สรุปผลการดำเนินการ TPM พบว่า หลังจากได้นำเอามาตราการต่างๆ ใช้กับอุปกรณ์ทำน้ำเย็นของระบบทำความเย็นเพื่อลดการใช้พลังงานของโรงงานพบว่าสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ลดลงเป็นจำนวน 474,516.00 Kwh/ปี คิดเป็นเปอร์เซ็นต์พลังงานที่ลดลงประมาณ 15% หรือทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานลงได้ถึงปีละ 1,561,172.45 บาท/ปี คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ได้ประมาณ 14.6 %

5.2 อภิปรายผลกานวิจัย

ในการดำเนินกิจกรรม TPM ครั้งนี้ ส่งผลให้บริษัทมีความสามารถในการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานเครื่องจักร ลดต้นทุนด้านพลังงานมากขึ้น และทำให้บริษัทมีความสารถในด้านการแข่งขันเพิ่มมากขึ้น สิ่งที่สำคัญที่สุดในการจัดทำการดำเนินการปรับปรุงคือ ทัศนคติของผู้ร่วมงานซึ่งต้องสร้างความเข้าใจให้ตระหนักถึงความสำคัญในการปรับปรุงและสร้างความยอมรับในการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นผลการดำเนินการต้องรายงานให้ผู้ร่วมงานทราบถึงความก้าวหน้าเป็น

ระยะๆ และในช่วงแรกต้องให้มีการประชุมร่วมกันทุกวัน เพื่อกระตุ้นให้เห็นถึงประโยชน์ที่จะได้รับทั้งในแง่ส่วนรวมและส่วนบุคคล

5.3 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยครั้งต่อไป

ในการศึกษาครั้งต่อไปผู้วิจัยขอเสนอแนะดังนี้

1. ในการวิจัยควรจะศึกษาในอุตสาหกรรประเภทอื่นๆเครื่องจักรยี่ห่ออื่นๆ เพื่อเปรียบเทียบการใช้พลังพลังในรูปแบบต่างๆ ว่ามีความเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร
2. ความต่อเนื่องในการดำเนินกิจกรรม TPM นี่เป็นปัญหาใหญ่ขององค์กร เพราะมีเครื่องมือ (Tool) มากมายที่นำมาใช้ หรือดำเนินการ แต่ไม่ค่อยประสบความสำเร็จก็เพราะความไม่ต่อเนื่องของโครงการ เมื่อไหร่ผู้บริหารไม่ใส่ใจ สุดท้ายโครงการทุก ๆ อย่างก็เป็นเหมือนไฟไหม้ฟาง
3. การดำเนินการ TPM นั้นผู้วิจัยเห็นว่าองค์กรควรเริ่มดำเนินการตั้งแต่แรกเริ่ม เพราะจะเป็นการสร้างพฤติกรรมองค์กร หรือค่านิยมของพนักงานตั้งแต่เริ่มต้นจะได้เป็นมาตรฐานการทำงาน
4. ควรมีการจัดฝึกอบรมพนักงานโดยการให้ความรู้พื้นฐานการดำเนินการ TPM รวมถึงความรู้เฉพาะด้านของแต่ละหน่วยงาน หรือต่างหน่วยงานแล้วแต่กรณี เช่น พนักงานฝ่ายผลิตที่ดูแลหรือปฏิบัติอยู่กับเครื่องจักร ก็ควรได้รับการฝึกอบรมเกี่ยวกับการดูแลหรือบำรุงรักษาเบื้องต้นเกี่ยวกับตัวเครื่องจักร

   การดำเนินการ

บรรณานุกรม

กฤษณะ ธรรมมิกานนท์ และ มนต์ศักดิ์ พิมสาร. (2556). การวิเคราะห์อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน, *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 51*, (น. 291-298). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ฉัตรชัย เปล่งสะอาด และ วิทยา ยงเจริญ. (2547). การหาสภาพที่เหมาะสมของลำดับการเดินเครื่องทำความเย็น, *การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 18*, (น. 36-38). ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ชูชัย ต.ศิริวัฒนา. (2546). *การทำความเย็นและการปรับอากาศ.* กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

สนอง อิ่มเอม. (2552). *การทำความเย็นและการปรับอากาศ.* กรุงเทพฯ: บริษัท อมรินทร์พริ้นติ้ง แอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน).

สุรชาต วิชัยดิษฐ , กิตติ เจิดรังษี , สิงห์ชัย กลิ่นพิกูล. (2551). การประยุกต์ใช้เทคนิค TPM ในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตในกระบวนการผลิตแก๊ส. *การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 46*, (น. 193-203). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุวิทย์ ภูลี , ปารเมศ ชุติมา . (2555, มิถุนายน 26). การปรับปรุงงานบำรุงรักษาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในกระบวนการผลิต, *วารสารวิจัยพลังงาน*. 9, 30-45.

อัคเดช สินธุภัค. (2537). *การทำความเย็น.* กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ARI Guideline. (1990). *Air Condition and Refrigerant Institute.* USA: McGRAW-Hill Book Company.

Daikin, S. M. (1978). *Air Condition and Refrigerant Equipment.* JAPAN: Reston Publishing Company, Inc.

TRANE Air Condition Manual. (1968). USA: McGill Graphic Arts.

ประวัติผู้เขียนสารนิพนธ์

ชื่อ	นายบุญธรรม กล้าหาญ
วัน เดือน ปี เกิด	29 มีนาคม 2519
ภูมิลำเนา	49/9 หมู่ 1 ตำบลบางกระทึก อำเภอสามพราน จ. นครปฐม
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี อุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีการศึกษา 2545
ประวัติการทำงาน	ปี พ.ศ. 2540 - ปัจจุบัน บริษัท แปซิฟิค อี.เอ็น.จี. (1996) จำกัด ตำแหน่ง Operation Manager

สถาบันวิทยบริการ SIAM UNIVERSITY