บทที่ 5

ขั้นตอนการดำเนินการและสรุปผล

การดำเนินการเพื่อลดต้นทุนภายในหน่วยผลิตสิ่งสาธารณูปการ สามารถดำเนินการได้ด้วยวิธีการศึกษาการทำงานและการใช้หลักอนุรักษ์พลังงานเข้ามาประยุกต์ ทำให้ได้วิธีการปรับปรุงระบบต่างๆ ที่พิจารณาแล้วและเห็นว่าสามารถนำมาใช้เพื่อลดต้นทุนการผลิตได้ดังนี้

1.การดำเนินการเพื่อลดปริมาณการใช้น้ำมันเตา ประกอบด้วย

1.1 เพิ่มประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ

1.2 ปรับปรุงการระบายน้ำทิ้งที่หม้อไอน้ำ

1.3 นำคอนเดนเสตกลับมาใช้ใหม่

1.4 ลดความดันในการผลิตไอน้ำให้เหมาะสมกับความดันใช้งาน

1.5 การจัดทำแผนการทำความสะอาดท่อไฟและหัวฉีดน้ำมัน

2.การดำเนินการเพื่อลดปริมาณการใช้ไฟฟ้า ประกอบด้วย

2.1 การลดการรั่วไหลของลมอัดความดันภายในโรงงาน

2.2 การลดชั่วโมงการทำงานของปั๊มส่งน้ำหล่อเย็นและพัดลมที่ระบบผลิตน้ำหล่อเย็น

2.3 การลดชั่วโมงการทำงานของปั๊มน้ำและเครื่องเป่าลมที่ระบบบำบัดน้ำเสีย

3.การดำเนินการเพื่อลดปริมาณการใช้สารเคมีและน้ำประปา ประกอบด้วย

3.1 การลดการสูญเสียน้ำหล่อเย็นในระบบท่อส่งน้ำหล่อเย็น

3.2 การปรับปรุงระบบปรับค่าpHน้ำเสียที่ระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์

3.3 การเปลี่ยนแปลงวิธีการปล่อยทิ้งน้ำด่างลงระบบบำบัดน้ำเสีย

4.การดำเนินการเพื่อลดค่าจ้างเงินเดือน ประกอบด้วย

4.1 การลดจำนวนพนักงานลงด้วยวิธีเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน

5.การดำเนินการเพื่อลดค่าซ่อมบำรุง

5.1 การปรับปรุงระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

จากวิธีการดำเนินการต่างๆ ข้างต้น นำมาจัดทำเป็นแผนลำดับขั้นตอนการปรับปรุงเพื่อ ลดต้นทุนภายในหน่วยผลิตสิ่งสาธารณูปการได้ดังนี้

ตารางที่ 5.1 แผนการดำเนินการเพื่อลดต้นทุนการผลิตสิ่งสาธารณูปการ

แผนการดำเนินการ	ระยะเวลา													
	2541												2542	
	มค.	กพ.	มีค.	เมย.	พค.	มิย.	กค.	สค.	กย.	ตค.	พย.	ธค.	มค.	กพ.
1.การลดปริมาณน้ำมันเตา														
1.1 เพิ่มประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ														
1.2 ปรับปรุงการระบายน้ำทิ้งที่หม้อไอน้ำ														
1.3 นำคอนเดนเสตกลับมาใช้ใหม่														
1.4 ลดความดันในการผลิตไอน้ำ														
1.5 จัดทำแผนทำความสะอาดท่อไฟและหัวฉีดน้ำมัน														
2.การลดปริมาณไฟฟ้า														
2.1 ลดการรั่วไหลของลมอัดอากาศ														
2.2 ลดชั่วโมงการทำงานของปั๊มและพัดลมที่ระบบผลิตน้ำหล่อเย็น														
2.3 ลดชั่วโมงการทำงานของปั๊มน้ำและเครื่องเป่าลมที่ระบบบำบัดน้ำเสีย														
3.การลดปริมาณสารเคมีและน้ำประปา														
3.1 ลดการสูญเสียน้ำหล่อเย็น														
3.2 ปรับปรุงระบบปรับค่าpHน้ำเสียที่ระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์														
3.3 เปลี่ยนแปลงวิธีการปล่อยน้ำต่าง														
4.การลดค่าจ้างเงินเดือน														
4.1 การลดจำนวนพนักงาน														
5.การลดค่าซ่อมบำรุง														
5.1 การปรับปรุงระบบการบำรุงเชิงป้องกัน														

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.1 การดำเนินการเพื่อลดปริมาณการใช้น้ำมันเตา

ตามแผนการดำเนินการเพื่อลดปริมาณการใช้น้ำมันเตา จะเริ่มด้วยการทดลองปรับลดความดันในการผลิตไอน้ำ เนื่องจากสามารถดำเนินการและวัดผลความสำเร็จได้โดยทันที จากนั้นจึงดำเนินการต่อเติมท่อเพื่อนำคอนเดนเสตที่ปล่อยทิ้งกลับเข้าถังน้ำป้อนหม้อไอน้ำ ส่วนการเพิ่มประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำและการปรับปรุงการระบายน้ำทิ้งที่หม้อไอน้ำ จะดำเนินการเป็นขั้นตอนสุดท้าย เพราะต้องมีระยะเวลาในการดำเนินการสั่งซื้อ และมีระยะเวลาในการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมต่างๆ ดังนั้นลำดับการดำเนินการจะเป็นดังนี้

5.1.1 การดำเนินการเพื่อลดความดันในการผลิตไอน้ำที่หม้อไอน้ำ

5.1.2 การดำเนินการเพื่อนำคอนเดนเสตกลับมาใช้

5.1.3 การดำเนินการจัดทำแผนทำความสะอาดท่อไฟและหัวฉีดน้ำมัน

5.1.4 การดำเนินการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ

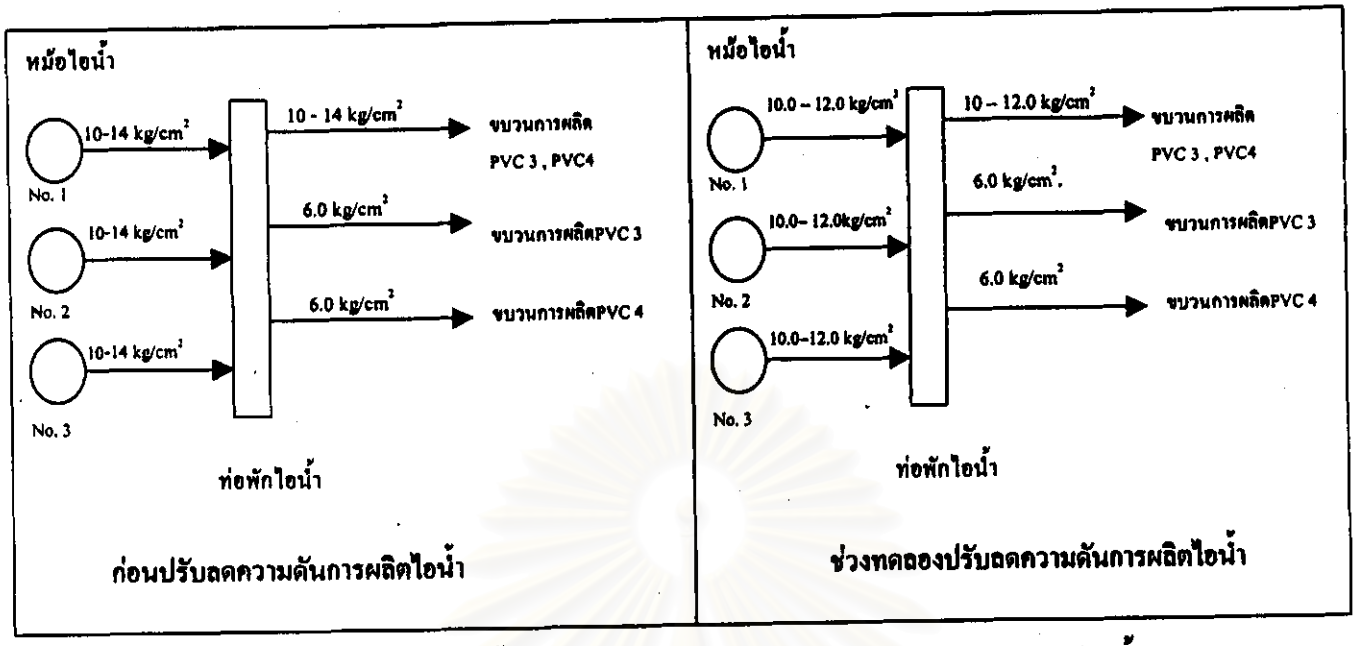
5.1.5 การดำเนินการเพื่อปรับปรุงการระบายน้ำทิ้งที่หม้อไอน้ำ

5.1.1 การดำเนินการเพื่อลดความดันในการผลิตไอน้ำที่หม้อไอน้ำ

จากการศึกษาหาแนวทางในการลดการใช้ปริมาณการใช้น้ำมันเตาโดยวิธี ลดความดันสูงสุดในการผลิตไอน้ำที่หม้อไอน้ำ จะสามารถลดความสิ้นเปลืองน้ำมันเตาเพื่อผลิตไอน้ำที่ความดันสูงเกินความจำเป็นได้ โดยแนวทางที่ได้เสนอไว้ในบทที่4 คือการลดค่าความดันไอน้ำผลิตสูงสุด จาก 14.0 kg/cm^2 ลงมาที่ค่าความดันไอน้ำผลิตสูงสุด 12.0 kg/cm^2

จากการทดลองปรับให้หม้อไอน้ำหยุดผลิตไอน้ำ ที่ค่าความดันไอน้ำในหม้อไอน้ำทั้ง 3 ชุด เท่ากับ 12.0 kg/cm^2 และตั้งค่าควบคุมการเริ่มผลิตไอน้ำคงไว้ที่ 10.0 kg/cm^2 ตามรูปที่ 5.1

พบว่ายังคงสามารถจัดส่งไอน้ำที่ความดันตามที่หน่วยผลิตพีวีซีต้องการได้ตามปกติและสามารถควบคุมความดันที่หม้อไอน้ำไม่ให้ต่ำกว่า 10.0 kg/cm^2 ตามข้อมูลการบันทึกผลการทดลองในตารางที่ 5.2 แต่เมื่อพิจารณาถึงความถี่ในการหยุดและการเดินของหม้อไอน้ำที่เดินเป็นหลักทั้ง 2 ชุด ในขณะที่ทำการทดลอง จะพบว่ามีความถี่ในการเดินและการหยุดเดินบ่อยมาก ซึ่งการที่หม้อไอน้ำเดินและตัดดับบ่อยครั้งมากเกินไป จะส่งผลให้สิ้นเปลืองน้ำมันเตาและแก๊สมากในช่วงเริ่มเดิน อีกทั้งทำให้หม้อไอน้ำทั้ง 2 ชุด ทำงานได้ไม่เต็มกำลัง



รูปที่5.1 แสดงสภาวะการผลิตไอน้ำก่อนปรับและช่วงทดลองปรับลดความดันการผลิตไอน้ำ
ที่มา:จากสภาพการผลิตไอน้ำของหน่วยผลิตไอน้ำของโรงงานตัวอย่าง

ตารางที่ 5.2 สรุปบันทึกข้อมูลการทดลองปรับลดความดันการผลิตไอน้ำที่หม้อไอน้ำชุดที่1,2

วันที่ทดลอง	ช่วงค่า ความดันที่ท่อพักไอน้ำ (kg/cm^2)	ค่าเฉลี่ย ความดันที่ท่อพักไอน้ำ (kg/cm^2)	ช่วงค่าความดันไอน้ำส่งPVC3 (kg/cm^2)	ช่วงค่าความดันไอน้ำส่งPVC4 (kg/cm^2)	หมายเหตุ
6 เม.ย. 2541	10 - 12	11.2	6.0	6.0	หม้อไอน้ำเดินและหยุดเดิน
7 เม.ย. 2541	10 - 12	11.4	6.0	6.0	บ่อยครั้งมาก

ที่มา:ข้อมูลจากใบบันทึกการทำงานของระบบผลิตไอน้ำของโรงงานตัวอย่าง

สาเหตุที่ทำให้เมื่อปรับลดช่วงความดันในการเดินหม้อไอน้ำแล้วทำให้หม้อไอน้ำเดิน หยุดบ่อยครั้ง เนื่องจากลักษณะการใช้ไอน้ำของหน่วยผลิตพีวีซีเรซิน จะมีอัตราการใช้ไอน้ำผันแปรอยู่ตลอดเวลา ซึ่งหม้อไอน้ำจะมีการเดินๆหยุดๆ บ่อยครั้งในช่วงที่หน่วยผลิตพีวีซีเรซิน มีอัตราการใช้ไอน้ำน้อย เมื่อหม้อไอน้ำเริ่มทำงานทั้ง 2 ชุดพร้อมกัน จะทำให้ความดันในหม้อไอน้ำสูงขึ้นถึงค่าความดันควบคุม(12.0 kg/cm^2) ส่งผลให้หม้อไอน้ำหยุดเดินอย่างรวดเร็ว และผลจากการปรับลดให้ช่วงห่างของค่าความดันควบคุมการทำงานของหม้อไอน้ำแคบลง จึงทำให้เมื่อไอน้ำถูกใช้ไปเรื่อยๆ ความดันในหม้อไอน้ำจะลดต่ำลงถึงค่าความดันควบคุมให้หม้อไอน้ำเริ่มทำงานใหม่(10.0kg/cm^2)เร็วขึ้น

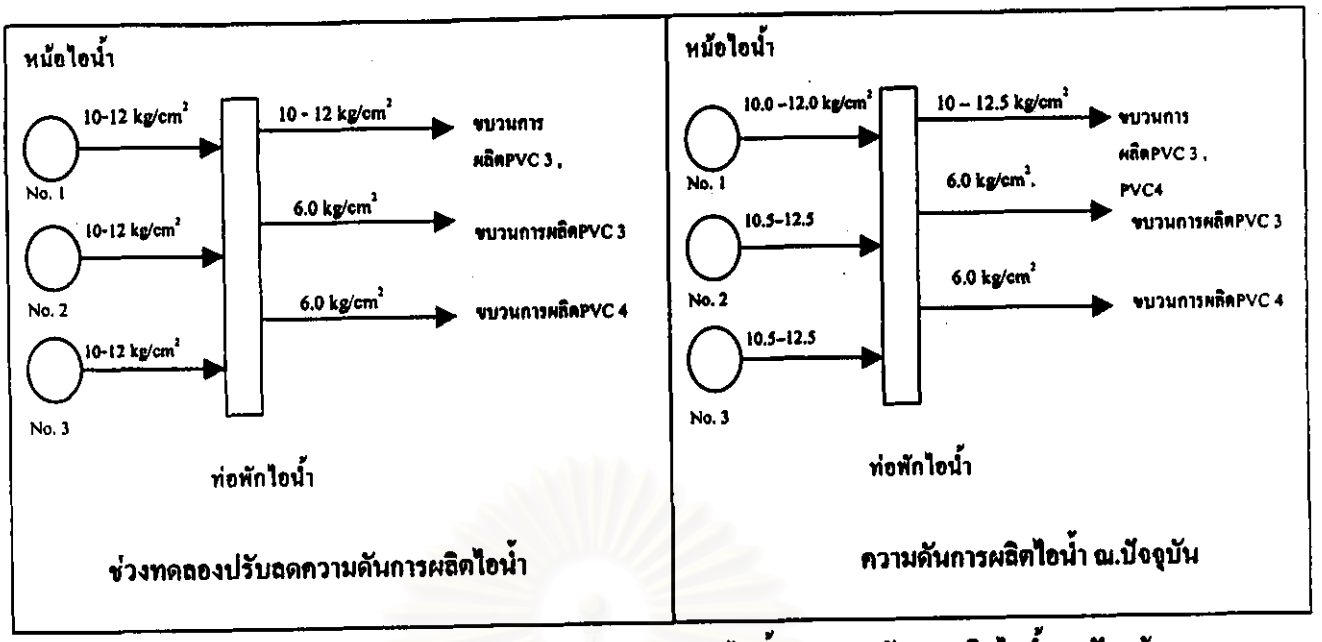
อัตราการใช้ไอน้ำสูง (ประมาณ 12 -18.0 Ton / Hr) ของหน่วยผลิตพีวีซีจะเกิดขึ้นในช่วงที่หน่วยผลิตพีวีซีเข้ากระบวนการเกิดปฏิกิริยา(Reaction)ในถังปฏิกิริยา และในช่วงที่มีการแยกวีซีเอ็มกลับคืน (Recovery) ซึ่งใน 1 วัน จะเกิดขึ้นประมาณ 12 ครั้ง ครั้งละประมาณ 30 นาที รวมมีการใช้ไอน้ำในอัตราสูง 6 ชั่วโมงต่อวัน นอกนั้นจะมีอัตราการใช้ไอน้ำน้อยถึงปานกลาง(4 – 10 Ton/Hr)

เพื่อแก้ปัญหาหม้อไอน้ำมีความถี่การเดินและหยุดเดินมากเกินไป จึงได้ปรับการทดลองใหม่ โดยตั้งค่าความดันควบคุมหม้อไอน้ำชุดที่ 1 ให้ทำงานที่ความดันไอน้ำ 10.0 – 12.0 kg/cm^2 และหม้อไอน้ำชุดที่2,3 ทำงานที่ความดันไอน้ำ 10.5 – 12.5 kg/cm^2 โดยหม้อไอน้ำชุดที่2,3 จะใช้สลับเดินเป็นหลักทุกๆ 2 เดือน โดยจะเดินเป็นหลักคู่กับหม้อไอน้ำชุดที่1. ซึ่งใช้เดินเสริม ตามรูปที่ 5.2

ซึ่งการตั้งค่าความดันควบคุมหม้อไอน้ำที่ชุดเดินเป็นหลักมีค่าสูงกว่าชุดที่เดินเสริมอยู่ 0.5kg/cm^2 เพื่อให้ หม้อไอน้ำชุดที่เดินเป็นหลักทำงานเพียงชุดเดียว ในช่วงที่มีการใช้อัตราไอน้ำน้อยถึงปานกลาง ส่วนในช่วงที่มีอัตราการใช้ไอน้ำสูงมากจึงค่อยเดินหม้อไอน้ำชุดเสริมเพิ่มขึ้นอีก 1 ชุด โดยเมื่อมีการใช้ไอน้ำในอัตราที่สูงมาก จนกระทั่งหม้อไอน้ำชุดที่เดินเป็นหลักผลิตไอน้ำได้ไม่เพียงพอกับอัตราการใช้ไอน้ำได้ทัน จะส่งผลให้ความดันที่ท่อพักไอน้ำ ที่หม้อไอน้ำทั้งชุดที่เดินเป็นหลักและชุดที่เดินเสริมมีค่าต่ำลงมาเรื่อยๆ เมื่อความดันที่ท่อพักไอน้ำมีค่าเหลือ 10.0kg/cm^2 หม้อไอน้ำชุดที่เดินเสริมจะเริ่มทำงานผลิตไอน้ำส่งเข้าท่อพักไอน้ำ เพื่อควบคุมไม่ให้ความดันที่ท่อพักไอมีค่าต่ำกว่า 10.0kg/cm^2 และจะหยุดผลิตไอน้ำเมื่อความดันที่ท่อพักไอน้ำมีค่า 12.0 kg/cm^2

<u>ผลการปรับลดค่าความดันการผลิตไอน้ำ</u>

ผลการปรับลดค่าความดันควบคุมการทำงานของหม้อไอน้ำแบบมีชุดทำงานเป็นหลัก และชุดที่เดินเสริม รวมทั้งการปรับลดค่าความดันการผลิตไอน้ำสูงสุด ลงมาที่12.5 kg/cm^2 ทำให้สามารถลดความสิ้นเปลืองน้ำมันในการผลิตไอน้ำที่ความดันสูงเกินความจำเป็นได้ อีกทั้งยังทำให้สามารถลดปัญหาหม้อไอน้ำเดินและหยุดเดินบ่อยครั้งได้ และทำให้หม้อไอน้ำมีการทำงานอย่างเต็มกำลังมากขึ้น ซึ่งจะส่งผลต่อการลดปริมาณการใช้น้ำมันต่อการผลิตไอน้ำได้ส่วนหนึ่ง ตามข้อมูลในตารางที่5.3



รูปที่ 5.2 แสดงความดันช่วงทดลองปรับลดความดันการผลิตไอน้ำและความดันการผลิตไอน้ำ ณ. ปัจจุบัน

ตารางที่ 5.3 บันทึกข้อมูลผลการปรับลดความดันการผลิตไอน้ำที่หม้อไอน้ำชุดที่1,2 ณ.ปัจจุบัน

วันที่ทดลอง	ช่วงค่า ความดันที่ท่อพักไอน้ำ (kg/cm^2)	ค่าเฉลี่ย ความดันที่ท่อพักไอน้ำ (kg/cm^2)	ช่วงค่าความดันไอน้ำส่งPVC3 (kg/cm^2)	ช่วงค่าความดันไอน้ำส่งPVC4 (kg/cm^2)	หมายเหตุ
8-30 เม.ย. 2541	10 - 12.5	10.7	6.0	6.0	ความถี่ของหม้อไอน้ำเดินและหยุดเดินลดลง

<u>สรุปผลการปรับลดความดันการผลิตไอน้ำ</u>

จากการปรับลดค่าความดันควบคุมการผลิตไอน้ำสูงสุดที่หม้อไอน้ำ และการปรับการเดินหม้อไอน้ำแบบเดินเป็นหลักและเดินเสริม สามารถลดความดันในการผลิตไอน้ำสูงสุดจาก 14.0 kg/cm^2 ลงมาที่ 12.5kg/cm^2 ได้ ซึ่งทำให้สามารถลดปริมาณการใช้น้ำมันเตาต่อการผลิตไอน้ำ 1 ตัน จากค่าเฉลี่ยตั้งแต่ เดือนมกราคม 2541 ถึง มีนาคม 2541 ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 78.1ลิตรต่อตันไอน้ำ ลงมาอยู่ที่ ค่าเฉลี่ย 77.4 ลิตรต่อตัน ในเดือนเมษายน และเดือนพฤษภาคมมีค่าเฉลี่ย 76.7 ลิตรต่อตัน ซึ่งค่าเฉลี่ย 2 เดือนเท่ากับ 77.05 ลิตร/ตัน

ดังนั้นสามารถประหยัดค่าน้ำมันเตาได้ = 1.05 ลิตร/ไอน้ำ x 74,703 ตันไอน้ำต่อปี

= 78,438.2ลิตร/ปี x 4.32 บาท/ลิตร

= 338,853 บาท/ปี

โดยไม่ต้องใช้เงินลงทุนในการปรับลดค่าความดันควบคุมการผลิตไอน้ำสูงสุด

5.1.2 การดำเนินการเพื่อนำคอนเดนเสตกลับมาใช้

จากการสำรวจการปล่อยทิ้งน้ำคอนเดนเสตทิ้งช่วงเดือนเมษายน พบว่ามีปริมาณการปล่อยทิ้งคอนเดนเสตจากสตีมแทรปรวมทั้งสิ้น 913.2 ลิตรต่อชั่วโมง ตามข้อมูลแสดงในตารางที่4.9 ซึ่งวิธีการแก้ไขสามารถกระทำได้ โดยวิธีการต่อท่อนำน้ำคอนเดนเสตกลับเข้าถังพักน้ำร้อนที่ติดตั้งอยู่ในแต่ละหน่วยผลิตพีวีซีเรซิน 3,4 ที่ถังพักน้ำร้อนนี้จะมีปั๊มน้ำร้อน ทำหน้าที่ควบคุมระดับน้ำในถังเพื่อส่งน้ำร้อนกลับเข้าถังพักน้ำป้อน เมื่อน้ำในถังพักน้ำร้อนมีระดับสูง

เมื่อพิจารณาปริมาณคอนเดนเสตที่ปล่อยทิ้งทั้งหมด จะเห็นได้ว่าบริเวณระบบ Dryer PVC Line 3 ระบบ Dryer PVC Line 4 และระบบ Aeration PVC Line 3 มีปริมาณคอนเดนเสตปล่อยทิ้งมากถึง 360.0 , 230.0 และ 172.0 ลิตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ ซึ่งผลรวมของทั้ง 3 บริเวณแล้วเปรียบเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ของปริมาณคอนเดนเสตทั้งหมด พบว่าจะมีค่าเท่ากับ 83.4 %

ดังนั้นในการดำเนินการเพื่อส่งคอนเดนเสตที่ปล่อยทิ้งเข้าถังพักน้ำร้อน ได้จัดแบ่งกลุ่มการแก้ไขเป็นดังนี้

1. กลุ่มที่ต้องเร่งแก้ไข คือบริเวณที่มีการปล่อยทิ้ง คอนเดนเสตจำนวนมากกว่า 100 ลิตรต่อชั่วโมง ได้แก่ บริเวณระบบ Dryer PVC Line 3 ระบบ Dryer PVC Line 4และระบบ Aeration PVC Line 3

2. กลุ่มที่ต้องดำเนินการแก้ไขคือบริเวณที่มีการปล่อยทิ้งคอนเดนเสตจำนวนน้อยกว่า 100 ลิตรต่อชั่วโมงจะต้องดำเนินการให้เสร็จตามแผน

3. กลุ่มที่ไม่ดำเนินการแก้ไขคือ บริเวณที่มีการปล่อยทิ้งคอนเดนเสตน้อยมาก และอยู่ห่างไกลจากถังพักน้ำร้อนมาก ๆ ซึ่งจะไม่คุ้มต่อการดำเนินการ ได้แก่ บริเวณถังเตรียมวัตถุดิบก่อนผสมPVC Line3 , บริเวณใต้ท่อส่งไอน้ำเข้าPVC Line4 ,ระบบเตรียมVCMและบริเวณใต้Headerไอน้ำส่งเข้าPVC Line3

ในการดำเนินเพื่อส่งคอนเดนเสตกลับ ได้เริ่มดำเนินการต่อท่อส่งคอนเสตกลับตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2541 โดยเริ่มทำการต่อท่อแก้ไขในกลุ่มแรก และดำเนินการแล้วเสร็จช่วงกลางเดือนมิถุนายน 2541 ขาดแต่การหุ้มฉนวน จากนั้นจึงเริ่มทยอยแก้ไขในกลุ่มที่สอง โดยเริ่มแก้ไขช่วงปลายเดือนมิถุนายน แล้วเสร็จครบทุกบริเวณในเดือนกรกฎาคมและเริ่มดำเนินการหุ้มฉนวนท่อต่าง ๆ ตั้งแต่ปลายเดือนกรกฎาคม จนกระทั่งแล้วเสร็จช่วงกลางเดือนสิงหาคม 2541

ผลการแก้ไขปรับปรุงนำคอนเดนเสตกลับมาใช้

ตารางที่ 5.4 ข้อมูลปริมาณและอุณหภูมิของน้ำป้อนเข้ามาหม้อไอน้ำ

เดือน	ปริมาณไอน้ำ (ตัน)	ปริมาณน้ำบริสุทธิ์ (ลูกบาศก์เมตร)	ปริมาณน้ำคอนเดนเสต (ลูกบาศก์เมตร)	% คอนเดนเสตส่งกลับ (%)	อุณหภูมิน้ำป้อนเฉลี่ย (°C)
เฉลี่ย ม.ค.-ธ.ค. 2540	6,225	2,482	3,743	60.1	63
ม.ค. 2541	6,102	2,521	3,581	58.7	60
ก.พ.2541	5,724	2,220	3,504	61.2	63
มี.ค.2541	7,055	2,852	4,203	59.6	58
เม.ย.2541	6,420	2,564	3,856	60.1	61
พ.ค.2541	5,533	2,257	3,676	61.9	60
มิ.ย.2541	6,205	2,030	4,175	67.3	69
ก.ค.2541	6,449	2,061	4,388	68.0	69
ส.ค.2541	5,827	1,895	3,932	67.5	70
ก.ย.2541	5,561	1,707	3,854	69.3	71

ที่มา:บันทึกการทำงานของระบบผลิตไอน้ำ ของโรงงานตัวอย่าง

ผลการส่งคอนเสตกลับมาใช้เพิ่มขึ้นตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคมเป็นต้นมา ทำให้อุณหภูมิในถังน้ำป้อนเข้าหม้อไอน้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้นจาก 63°C เป็น 69°C โดยในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงกันยายนจะมีอุณหภูมิสูงถึง 71°C ซึ่งเป็นผลมาจากการเพิ่มปริมาณคอนเดนเสตส่งกลับเพิ่มขึ้นจาก 60 % เป็น 69 % ตามข้อมูลดังตารางที่ 5.4 โดยมีปริมาณการผลิตไอน้ำเฉลี่ย 9เดือนเท่ากับ 8,468 kg/วัน

สรุปผลการดำเนินการนำคอนเดนเสตกลับมาใช้

การนำคอนเดนเสตส่งกลับโดยการต่อท่อส่งกลับคอนเสตให้มากที่สุด ทำให้สามารถเพิ่มอุณหภูมิของน้ำป้อนจาก 63°C เป็น 71°C และทำให้ปริมาณการใช้น้ำบริสุทธิ์ป้อนเข้าหม้อไอน้ำลดลง ซึ่งเป็นผลมาจากการนำคอนเดนเสตกลับมากขึ้นจาก 60% เพิ่มขึ้นเป็น 69%

สามารถประหยัดค่าน้ำมันเตาลงได้ = $\frac{8,468 \text{ kg/day} \times (71^{\circ}C - 63^{\circ}C)}{0.93 \text{kg/litre} \times 10,350 \text{ kcal/kg} \times 0.8033}$

= 8.76 litre / Hr

= 75,686 litre / Year x 4.32 บาท/litre

= 326,964 บาท/ ปี

สามารถประหยัดค่าน้ำบริสุทธิ์ลงได้ = 0.09 x 6,097 m^3/เดือน

= 5,48.7 m^3/เดือน

= 6,585 m^3/ปี x 28.08 บาท/m^3

= 184,907 บาท/ปี

รวมประหยัดค่าน้ำมันเตาและค่าน้ำบริสุทธิ์ได้ทั้งหมดเท่ากับ 511,871 บาทต่อปี โดยใช้เงินลงทุนทั้งหมดเท่ากับ 50,000 บาท

5.1.3 การดำเนินการจัดทำแผนทำความสะอาดท่อไฟและหัวฉีดน้ำมัน

การจัดทำแผนทำความสะอาดท่อไฟและหัวฉีดน้ำมันที่หม้อไอน้ำ มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. กำหนดชั่วโมงการทำความสะอาดท่อไฟและหัวฉีดน้ำมัน โดยประมาณจากการปฏิบัติจริงในอดีตจนถึงปัจจุบัน
2. ปรับชั่วโมงการทำความสะอาดใหม่ให้เหมาะสมยิ่งขึ้นและกำหนดเป็นชั่วโมงทำความสะอาดเพื่อปฏิบัติและบันทึกผลการปฏิบัติ
3. นำผลจากการปฏิบัติมาใช้ในการกำหนดชั่วโมงเพื่อปฏิบัติในครั้งต่อไป
4. เมื่อได้ข้อมูลชั่วโมงการทำความสะอาดที่เหมาะสม จึงทำเป็นแผนในการปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอ
5. จัดทำใบบันทึกการทำความสะอาดเพื่อใช้ตรวจสอบการปฏิบัติการ

จากข้อมูลการทำความสะอาดท่อไฟ และหัวฉีดน้ำมันที่หม้อไอน้ำในอดีตพบว่าจะมีการทำความสะอาดท่อไฟ 1 ครั้งต่อปีที่หม้อไอน้ำทั้ง 3 ตัว(หม้อไอน้ำจะสลับชุดเดินทุก ๆ 2 เดือน) ซึ่งจะพบว่ามีเขม่าเกาะอยู่ในท่อไฟมากพอสมควร ส่วนการทำความสะอาดหัวฉีดน้ำมันประมาณระยะเวลาในการทำความสะอาดหัวฉีดน้ำมันจากข้อมูลในอดีตจะประมาณ 240 ชั่วโมงการทำงานของหม้อไอน้ำแต่ละชุด จากข้อมูลในอดีตได้นำมากำหนดชั่วโมงการทำความสะอาดที่ท่อไฟและหัวฉีดน้ำมันดังนี้

1.การทำความสะอาดท่อไฟกำหนดให้ทำความสะอาดท่อไฟทุกครั้งเมื่อหม้อไอน้ำถูกใช้งานครบ 2 เดือน ซึ่งจะต้องสลับการเดินอยู่แล้ว จึงทำให้สะดวกในการทำความสะอาดท่อไฟและกำหนดให้หม้อไอน้ำอีกชุดทำความสะอาดเมื่อถูกใช้งานครบ 4 เดือน

2.การทำความสะอาดหัวฉีด กำหนดให้ทำความสะอาดหัวฉีดน้ำมัน ที่ 180 ชั่วโมงทำงานของหม้อไอน้ำ เพื่อป้องกันการเกิดปัญหาหม้อไอน้ำตัดดับผิดปกติเพราะหัวฉีดน้ำมันสกปรก ถ้าตรวจพบหัวฉีดน้ำมันสกปรกมาก ให้ลดระยะเวลาการทำความสะอาดลง จนได้ระยะเวลาที่เหมาะสมกับการทำความสะอาด

จากตารางที่ 5.5 พบว่าระยะการทำความสะอาดท่อไฟที่เหมาะสมคือ ทำความสะอาดท่อไฟทุก ๆ 4 เดือนเพราะเริ่มมีปริมาณเขม่าจับหนาปานกลางส่วนกลางทำความสะอาดทุก 2 เดือน พิจารณาแล้วพบว่าไม่เหมาะสมในการดำเนินการเพราะมีปริมาณเขม่าน้อยมาก และต้องสูญเสียค่าส่วงเวลาในการดำเนินการมากเกินความจำเป็น

ตาราง5.5 ผลการทำความสะอาดท่อไฟและหัวฉีดน้ำมันเปรียบเทียบกับระยะเวลา

เวลาที่เก็บข้อมูล	การดำเนินการ	หม้อไอน้ำชุดที่	ระยะเวลาดำเนินการต่อครั้ง	ลักษณะที่พบ
ปี2540 – 1มีค.2541	การทำความสะอาดท่อไฟ	1,2,3	1 ปี	มีเขม่าจับที่ท่อไฟหนามาก ใช้นิ้วมือลูป เขม่าติดปลายนิ้วมาก
1พค. - 1 กค.2541	การทำความสะอาดท่อไฟ	2,3	2 เดือน	มีเขม่าจับที่ท่อไฟน้อยมาก ใช้นิ้วมือลูป เขม่าติดปลายนิ้วเล็กน้อย
10 กค. 2541	การทำความสะอาดท่อไฟ	1	4 เดือน	มีเขม่าจับที่ท่อไฟหนาปานกลาง ใช้นิ้วมือลูป เขม่าติดปลายนิ้วปานกลาง
ปี2540 – 1มี.ค.2541	การทำความสะอาดหัวฉีด	1,2,3	240 ชั่วโมงทำงาน	มีกากน้ำมันเกาะที่หัวฉีดน้ำมันขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 –6 ซม. มีปัญหาตัดดับบ่อยครั้ง โดยเฉพาะชุดเดินเสริม
1มีค. – 1 เม.ย 2541	การทำความสะอาดหัวฉีด	1,2	180 ชั่วโมงทำงาน	ชุดที่2 มีกากน้ำมันเกาะที่หัวฉีดน้ำมันขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง3 -4ซม. มีเปลวไฟไม่นิ่ง ชุดที่1 มีกากน้ำมันเกาะที่หัวฉีดน้ำมันขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง4- 5 ซม. มีเปลวไฟไม่นิ่ง ตัดดับบางครั้ง
1 เมย. - 1 พค. 2541	การทำความสะอาดหัวฉีด	1,2	150 ชั่วโมงทำงาน	ชุดที่2 มีกากน้ำมันเกาะที่หัวฉีดน้ำมันขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง2- 3 ซม. มีเปลวไฟปกติ ชุดที่1 มีกากน้ำมันเกาะที่หัวฉีดน้ำมันขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง3 – 4 ซม. มีเปลวไฟไม่นิ่ง
1พค. – 1 มิย. 2541	การทำความสะอาดหัวฉีด	1,3	120 ชั่วโมงทำงาน	ชุดที่3 เริ่มมีกากน้ำมันเกาะที่หัวฉีดน้ำมันเล็กน้อย มีเปลวไฟปกติ ชุดที่1 มีกากน้ำมันเกาะที่หัวฉีดน้ำมันขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 –3 ซม. มีเปลวไฟปกติ
1 มิย. – 1กค. 2541	การทำความสะอาดหัวฉีด	1,3	100 ชั่วโมงทำงาน	ชุดที่3 เริ่มมีกากน้ำมันเกาะที่หัวฉีดน้ำมันเล็กน้อย มีเปลวไฟปกติ ชุดที่1 เริ่มมีกากน้ำมันเกาะที่หัวฉีดน้ำมันเล็กน้อย มีเปลวไฟปกติ

ที่มา:ข้อมูลจากการทดลองจริงที่ระบบผลิตไอน้ำของโรงงานตัวอย่าง

ระยะเวลาในการทำความสะอาดหัวฉีดน้ำมันสำหรับหม้อไอน้ำที่เดินเป็นหลัก ที่เหมาะสมคือ 120 ชั่วโมง เพราะเริ่มมีกากน้ำมันเกาะที่หัวฉีดน้ำมันจึงกำหนดระยะเวลาในการทำความสะอาดหัวฉีดน้ำมันเป็น 100 – 120 ชั่วโมง ขณะที่หม้อไอน้ำที่เดินเสริมจะกำหนดการทำความสะอาดหัวฉีดไว้ที่ 80- 100 ชั่วโมง เพื่อควบคุมให้เปลวไฟนิ่งเป็นปกติและไม่มีปัญหาจากการตัดดับ

เมื่อกำหนดระยะเวลาในการทำความสะอาดท่อไฟและหัวฉีดน้ำมันแล้ว เพื่อควบคุมให้มีการปฏิบัติตามระยะเวลาที่ถูกต้อง จึงกำหนดระยะเวลาในใบบันทึกการทำงานเพื่อตรวจสอบระยะเวลาการทำงานของหม้อไอน้ำ ดังตารางที่ 5.6

ตารางที่5.6 ใบบันทึกการทำงานของหม้อไอน้ำเพื่อตรวจสอบระยะเวลาการทำความสะอาดหัวฉีดน้ำมัน

ใบบันทึกการทำงานของหม้อไอน้ำ

หม้อน้ำดินเป็นหลัก ชุดที่ 2 วันที่ 16 กันยายน 2541

เวลา	ความดันไอน้ำ			อุณหภูมิ			ระดับน้ำ		มิเตอร์		ชั่วโมง	ชั่วโมงล้าง
	หม้อไอน้ำ	ท่อหัวไอน้ำส่งPVC3	หัวฉีดน้ำมัน	ปล่องไอเสีย	น้ำในถังน้ำป้อน	น้ำมันเข้าหัวฉีด	หม้อไอน้ำ	ถังน้ำป้อน	น้ำป้อน	น้ำมันดา	หม้อไอน้ำ	หัวฉีดน้ำมัน
	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²	°C	°C	°C	นิ้ว	%	m³	ลิตร	ชั่วโมง	ชั่วโมง
07:00	12.0	6.0	2.1	230	69	85	5	55	1,365	121,367	34	78
10:00	11.5	6.0	2.0	220	72	85	4	65	1,385	122,865	37	81
13:00	12.5	6.0	2.2	225	70	85	5	70	1,405	124,427	40	84
16:00	12.0	6.0	2.1	220	71	85	4	70	1,422	125,879	43	87
19:00	11.0	6.0	1.8	235	68	85	5	65	1,440	127,259	46	90
22:00	12.0	6.0	2.1	230	72	85	5	70	1,457	128,708	49	93
01:00	10.5	6.0	1.7	225	70	85	4	55	1,476	130,205	51	95
04:00	11.0	6.0	1.8	230	68	85	5	65	1,497	131,591	54	98
07:00	12.5	6.0	2.2	230	69	85	5	70	1,517	132,942	57	101
รวม									152	11,575	23	-

หม้อน้ำดินเสริม ชุดที่ 1

เวลา	ความดันไอน้ำ			อุณหภูมิ			ระดับน้ำ		มิเตอร์		ชั่วโมง	ชั่วโมงล้าง
	หม้อไอน้ำ	ท่อหัวไอน้ำส่งPVC4	หัวฉีดน้ำมัน	ปล่องไอเสีย	น้ำในถังน้ำป้อน	น้ำมันเข้าหัวฉีด	หม้อไอน้ำ	ถังน้ำป้อน	น้ำป้อน	น้ำมันดา.	หม้อไอน้ำ	หัวฉีดน้ำมัน
	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²	°C	°C	°C	นิ้ว	%	m³	ลิตร	ชั่วโมง	ชั่วโมง
07:00	12.0	6.0	2.5	210	69	85	5	55	3,301	360,115	87	30
10:00	11.5	6.0	2.4	220	72	85	4	65	3,305	360,555	88	31
13:00	12.5	6.0	2.6	230	70	85	5	70	3,310	360,980	88	31
16:00	12.0	6.0	2.5	225	71	85	4	70	3,314	361,406	89	32
19:00	11.0	6.0	2.3	210	68	85	5	65	3,317	361,869	89	32
22:00	12.0	6.0	2.5	220	72	85	5	70	3,321	362,318	89	33
01:00	10.5	6.0	2.1	215	70	85	4	55	3,326	362,819	90	34
04:00	11.0	6.0	2.3	230	68	85	5	65	3,330	363,261	91	35
07:00	12.5	6.0	2.7	235	69	85	5	70	3,335	363,635	92	35
รวม									34	3,520	92	-

หม้อไอน้ำชุดดินเป็นหลัก ชุดที่ 2 pH = 10.9 Conductivity = 960
ทำความสะอาดท่อไฟครั้งสุดท้ายเมื่อ 1 มิ.ย. 2541
การล้างหัวฉีดน้ำมันที่ 100- 120ชั่วโมง = ล้าง / ไม่ล้าง

หม้อไอน้ำชุดดินเสริม ชุดที่ 1 pH = 10.6 Conductivity = 980
ทำความสะอาดท่อไฟครั้งสุดท้ายเมื่อ 1 ก.ย. 2541
การล้างหัวฉีดน้ำมันที่ 80- 100ชั่วโมง = ล้าง / ไม่ล้าง

หมายเหตุ: -

	ตะ	เจ๊า	น่าย	ลึก
	พนักงาน	สนุขา	ศรารุธ	รัษระ
	หัวหน้างาน	ปรีชา	ชำนง	วิชัย

<u>สรุปผลการดำเนินการ</u> จัดทำแผนทำความสะอาดท่อไฟและทำความสะอาดหัวฉีดน้ำมันเตา

เมื่อปฏิบัติตามแผนการทำความสะอาดท่อไฟ เมื่อหม้อไอน้ำทำงานครบ 4 เดือน และทำความสะอาดหัวฉีดน้ำมันเมื่อหม้อไอน้ำมีชั่วโมงการทำงาน 100 – 120 ชั่วโมง และ 80- 100 ชั่วโมง สำหรับหม้อไอน้ำที่เดินเป็นหลักและเดินเสริมตามลำดับทำให้สามารถลดปัญหาการตัดดับเนื่องจากการเกิดตะกรันน้ำมันที่หัวฉีดน้ำมันและทำให้การควบคุมการเผาไหม้ดีขึ้น

5.1.4<u>การดำเนินการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ</u>

การเพิ่มประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำสามารถดำเนินการได้ด้วยวิธีปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้ของหม้อไอน้ำ โดยการลด % ออกซิเจนในก๊าซไอเสียให้เหลือต่ำกว่า 3.0 % ซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำสูงขึ้นประมาณ 2 % ตามแนวทางที่เสนอไว้ในหัวข้อ 4.1.1 ในการดำเนินการต้องจัดซื้ออุปกรณ์วัดปริมาณออกซิเจนที่ก๊าซไอเสียเพื่อใช้วัด % ออกซิเจนในก๊าซไอเสียควบคู่กับการปรับอัตราส่วนอากาศต่อปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในการเผาไหม้

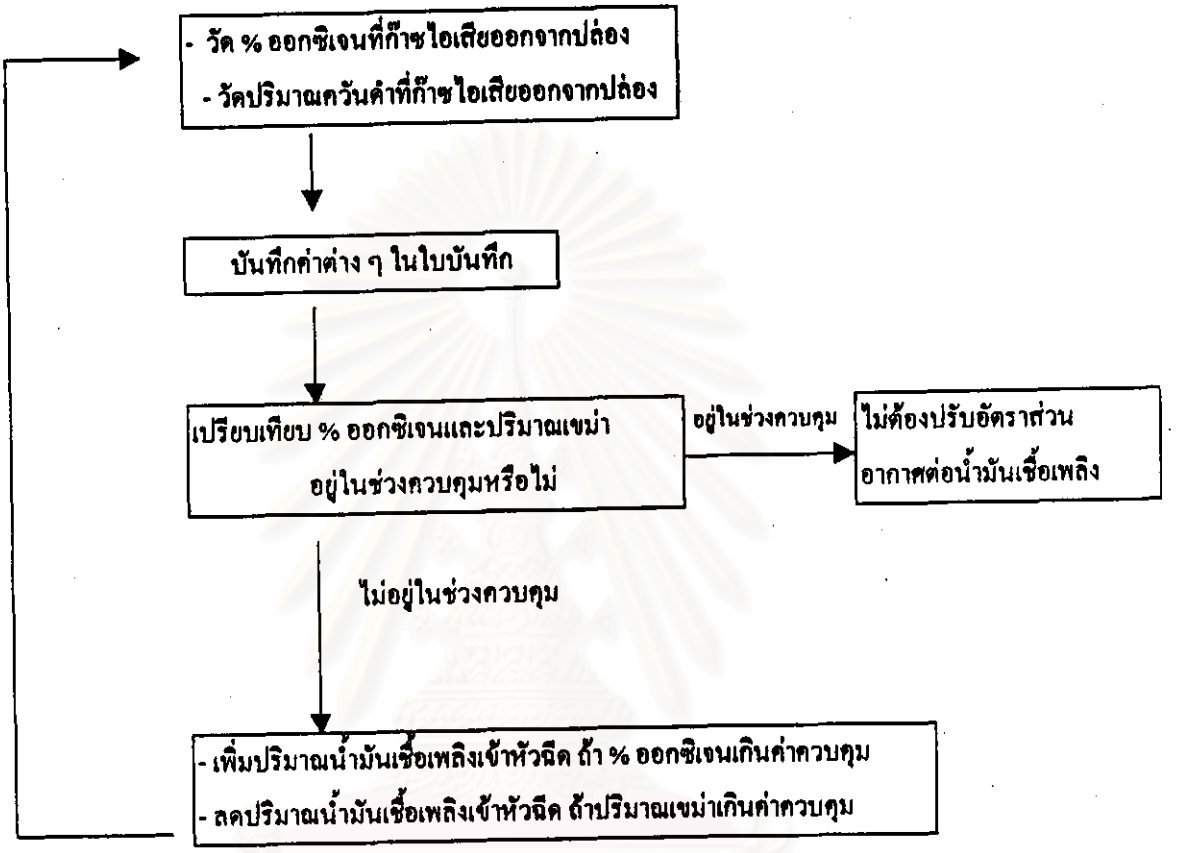
การดำเนินการเพื่อควบคุมให้ปริมาณ % ออกซิเจนในก๊าซไอเสีย ให้มีค่าต่ำกว่า 3 % มีขั้นตอนดังนี้

1. จัดทำวิธีการใช้ อุปกรณ์วัดปริมาณออกซิเจนในก๊าซไอเสีย
2. จัดทำใบบันทึก % ออกซิเจนก่อนปรับอัตราส่วนอากาศต่อน้ำมันเชื้อเพลิง
3. จัดทำแผนการควบคุม % ออกซิเจนที่ก๊าซไอเสีย
4. ติดตามผลการควบคุมด้วยค่าอัตราส่วนปริมาณน้ำมันต่อปริมาณไอน้ำที่ผลิตได้ 1 ตัน ต่อวัน
5. จัดทำการควบคุมประสิทธิภาพการเผาไหม้ของหม้อไอน้ำ โดยใช้ค่าอัตราส่วนน้ำมันเชื้อเพลิงต่อไอน้ำ 1 ตัน เป็นค่าควบคุมการปรับอัตราส่วนอากาศต่อน้ำมันเชื้อเพลิง ด้วยวิธีการควบคุมประสิทธิภาพการเผาไหม้เชิงสถิติ

การจัดทำวิธีการใช้อุปกรณ์วัดปริมาณออกซิเจนในก๊าซไอเสีย ได้จัดทำเป็นคู่มือการปฏิบัติงาน (ภาคผนวก ฉ.)และอบรมให้หัวหน้างานและพนักงานควบคุมการผลิตไอน้ำสามารถใช้งานได้ โดยมีลำดับขั้นตอนการควบคุมประสิทธิภาพการเผาไหม้ดังรูปที่ 5.3 การปรับอัตราส่วนอากาศต่อน้ำมันเชื้อเพลิงจะทำการปรับทุก DAMPER ที่ใช้งาน เพื่อควบคุมให้เกิดประสิทธิภาพการเผาไหม้ดีที่สุด

วิธีการปรับอัตราส่วนอากาศต่อน้ำมันเชื้อเพลิงที่หม้อไอน้ำแต่ละชุด จะใช้วิธีคงปริมาณอากาศให้คงที่และใช้การเพิ่มและลดปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าหัวฉีดโดยการปรับวาล์วปรับน้ำมัน
เอซีวาล์ว (A.C Valve) ซึ่งจะอาศัยค่าความดันน้ำมันเชื้อเพลิงก่อนเข้าหัวฉีดน้ำมันเป็นตัวเปรียบเทียบว่าน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าหัวฉีดน้ำมันมากขึ้นหรือน้อยลงเพียงใด

การปรับแต่งอัตราส่วนอากาศต่อน้ำมันเชื้อเพลิงทุกครั้งจะมีการบันทึกค่าต่าง ๆ ในใบบันทึกการควบคุมประสิทธิภาพการเผาไหม้ตามรูปที่ 5 .4 ซึ่งมีค่าควบคุม % ออกซิเจนและปริมาณเขม่าที่จะทำให้หม้อไอน้ำมีประสิทธิภาพการเผาไหม้ดีที่สุดแสดงไว้ เพื่อใช้เปรียบเทียบในการปรับแต่งอัตราส่วนอากาศต่อน้ำมันเชื้อเพลิงในแต่ละครั้ง



รูปที่ 5.3 แสดงขั้นตอนการปรับอัตราส่วนอากาศต่อน้ำมัน

วันที่ 20 ตุลาคม 2541 — ใบบันทึกการปรับประสิทธิภาพการเผาไหม้

หม้อไอน้ำชุดที่ 3	DAMPER ที่ปรับแต่ง	ก่อน ปรับปรุง	หลัง ปรับปรุง	$\%O_2$	ปริมาณเขม่า	ความดันน้ำมัน	อุณหภูมิน้ำมัน	อุณหภูมิก๊าซไอเสีย	ผลการปรับ	
				%	0 – 5	kg/cm²	°C	°C	ดี	ไม่ดี
ค่ามาตรฐานของไอเสียที่ดี	0	/		5.7	0	2.1	85	235		/
$\%O_2$ = 2.5 – 3.5	0		/	3.5	1	2.3	85	230	/	
เขม่า = 0 – 2	1	/		3.3	2	2.4	85	225	/	
	2	/		4.2	0	2.4	85	240		/
	2		/	3.1	2	2.6	85	230	/	
- ผู้ใช้งาน (พนักงาน)	สิทธิพร	หมายเหตุ:								
-ผู้ตรวจสอบ (หัวหน้างาน)	วิรัช									

รูปที่ 5.4 แสดงใบบันทึกการปรับประสิทธิภาพการเผาไหม้ที่ใช้ควบคุม % ออกซิเจนในปัจจุบัน

การปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้ของหม้อไอน้ำเริ่มดำเนินการเมื่อได้รับเครื่องวัด %ออกซิเจน ตั้งแต่ เดือนสิงหาคม 2541 ในช่วงแรกได้กำหนดให้มีการปรับแต่งส่วนอากาศต่อน้ำมันเชื้อเพลิงทุก ๆ วันอังคารและวันศุกร์ในแต่ละสัปดาห์เป็นระยะเวลา 2 เดือน เพื่อเก็บข้อมูลอัตราส่วนน้ำมันเชื้อเพลิงต่อไอน้ำ 1 ตัน ของหม้อไอน้ำแต่ละชุดจากนั้นจะใช้เป็นข้อมูลในการจัดทำการควบคุมประสิทธิภาพการเผาไหม้เชิงสถิติ (SPC)

การควบคุมประสิทธิภาพการเผาไหม้เชิงสถิติ (SPC) ที่หม้อไอน้ำแต่ละชุด จะทำให้สามารถควบคุมประสิทธิภาพการเผาไหม้ได้ทุกวันโดยอาศัยค่าอัตราส่วนน้ำมันเชื้อเพลิง คือ ถ้าวันใดตรวจพบค่าบ่งชี้มีค่าออกนอกเส้นควบคุมจะต้องทำการวัดค่า % ออกซิเจนเพื่อปรับแต่งอัตราส่วนอากาศต่อน้ำมันให้ได้ % ออกซิเจนให้อยู่ในค่ามาตราฐานโดยทันที

<u>ปัญหาในการดำเนินการ</u>

1.การปรับแต่งในแต่ละครั้งต้องใช้เวลามากเนื่องจากอัตราการใช้ไอน้ำไม่คงที่

ในการดำเนินการปรับแต่งอัตราส่วนอากาศต่อน้ำมันเชื้อเพลิง จะใช้ระยะเวลาในการปรับแต่งมากในแต่ละครั้งเนื่องจากอัตราใช้ไอน้ำของหน่วยผลิตพีวีซีเรซินมีลักษณะไม่คงที่ ทำให้ในช่วงที่มีการใช้อัตราไอน้ำต่ำ ๆ จะไม่สามารถปรับแต่งได้ ในการปรับแต่งอัตราส่วนน้ำมันเชื้อเพลิงต่ออากาศแต่ละครั้งที่แต่ละอัตราการผลิตไอน้ำ (DAMPER) จะต้องคงอัตราการผลิตไอน้ำ ที่ตำแหน่งนั้น ๆ ไว้ ระยะหนึ่งเพื่อวัด % ออกซิเจนในก๊าซไอเสีย ซึ่งถ้าขณะที่ทำการปรับแต่ง มีการใช้ไอน้ำอัตราต่ำ ๆ จะทำให้ความดันในหม้อไอน้ำสูงถึงค่าควบคุมหยุดผลิตไอน้ำ ก่อนที่จะปรับแต่งอัตราส่วนอากาศต่อน้ำมันเชื้อเพลิงเสร็จ จึงจำเป็นต้องรอปรับแต่งในช่วงที่มีอัตราการใช้ไอน้ำปานกลางขึ้นไป ส่งผลให้การติดตามผลหลังการปรับแต่งแต่ละครั้งจะไม่สามารถเห็นผลได้ทันทีภายในวันนั้น ต้องรอดูผลในวันถัดไปอีก 1 วัน

2.ไม่สามารถปรับแต่งให้ก๊าซไอเสียมีค่า%ออกซิเจนต่ำกว่า 3.0%

ในการปรับแต่งอัตราส่วนอากาศต่อน้ำมันเชื้อเพลิงให้มีค่า % ออกซิเจนต่ำกว่า 3.0 % ไม่สามารถดำเนินการได้ทุกครั้งเนื่องจากที่ %ออกซิเจนต่ำกว่า 3.0 % จะมีปริมาณควันดำเกินช่วงควบคุมบ่อยครั้งและก่อให้เกิดปัญหาควันดำออกจากปล่องควันบ่อยครั้งด้วย ซึ่งเป็นผลของอุปกรณ์ของหม้อไอน้ำและการออกแบบของตัวหม้อไอน้ำเองประกอบกับหม้อไอน้ำมีอายุการใช้งานมานานอุปกรณ์ปรับแต่งจึงไม่ค่อยดี ทำให้ไม่สามารถแก้ไขได้ จึงจำเป็นต้องขยายช่วงควบคุม % ออกซิเจนจาก 1.5 % - 3.0 % เป็น 2.0 % - 3.5 % เพื่อให้เหมาะสมต่อการปฏิบัติได้จริง โดยค่า % ออกซิเจนที่ 3.5 ยังคงเป็นค่าที่ยอมรับได้ (จากข้อมูล

กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงานกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมกำหนดปริมาณออกซิเจนต่ำสุดไว้ที่ประมาณ 3% - 4%)

3.อัตราส่วนน้ำมันต่อไอน้ำ 1 ตัน ของหม้อไอน้ำชุดที่เดินเสริมจะสูงกว่าชุดที่เดินเป็นหลัก

อัตราส่วนน้ำมันต่อไอน้ำ 1 ตัน ของหม้อไอน้ำชุดที่เดินเป็นหลักและชุดที่เดินเสริม จะมีค่าแตกต่างกันมากแม้ว่าจะทำการปรับแต่งอัตราส่วนของอากาศต่อน้ำมันเชื้อเพลิงเหมือนกันทั้ง 2 ชุด โดยหม้อไอน้ำชุดที่เดินเสริมจะมีค่าอัตราส่วนน้ำมันต่อไอน้ำ สูงกว่าหม้อไอน้ำชุดที่เดินเป็นหลักมาก อีกทั้งมีช่วงของค่าที่กว้างมากเนื่องจากการเดินเสริมบ่อยครั้ง หรือการเดิน ๆ หยุด ๆ บ่อยครั้งจะมีปริมาณการใช้น้ำมันมากกว่าปกติ ทำให้การควบคุมประสิทธิภาพการเผาไหม้ด้วยวิธีการควบคุมเชิงสถิติไม่สามารถดำเนินการได้ จึงต้องใช้การกำหนดการปรับแต่งอัตราส่วนอากาศต่อน้ำมันเชื้อเพลิงทุก ๆ วันอังคารและวันศุกร์เหมือนเดิมที่หม้อไอน้ำชุดเดินเสริม

ผลการปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้ของหม้อไอน้ำ

ผลการปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้ของหม้อไอน้ำโดยการควบคุม % ออกซิเจนที่ก๊าซไอเสียของหม้อน้ำแต่ละชุดควบคู่กับการตรวจวัดปริมาณควันดำและการควบคุมอัตราส่วนน้ำมันเชื้อเพลิงต่อไอน้ำเชิงสถิติซึ่งได้ผลตามตารางที่ 5.7

ตารางที่ 5.7 แสดงผลการเปรียบเทียบก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้

หัวข้อ	% ออกซิเจนค่าเฉลี่ย	% ออกซิเจนช่วง Range	อัตราส่วนน้ำมันต่อไอน้ำ ลิตรน้ำมัน/ ตันไอน้ำ	หมายเหตุ
ก่อนปรับปรุง 1ม.ค. 2540 –31 พ.ค. 2541	6.7	5.0 –8.2	78.0	ข้อมูล % ออกซิเจนใช้ค่าที่ได้จากการทดลองเก็บค่าในช่วงเดือน กุมภาพันธ์
ขณะทดลองปรับปรุง 1 ส.ค. 2541 –31 ก.ย. 2541	4.1	2.8 –6.4	73.3	ข้อมูล% ออกซิเจนใช้ค่าที่วัดก่อนปรับและหลังปรับอัตราส่วนอากาศต่อน้ำมัน
หลังทดลองปรับปรุง 1ต.ค. 2541 – 31 พ.ย. 2541	3.4	2.9 – 4.7	70.5	ข้อมูล% ออกซิเจนใช้ค่าที่วัดก่อนปรับและหลังปรับอัตราส่วนอากาศต่อน้ำมันและเป็นช่วงที่มีการควบคุมเชิงสถิติ

ที่มา: ใบบันทึกอัตราการใช้น้ำมันต่อไอน้ำประจำเดือนของหน่วยผลิตไอน้ำโรงงานตัวอย่าง

<u>สรุปผลการดำเนินการปรับปรุงประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ</u>

จากการปรับปรุงประสิทธิภาพหม้อไอน้ำโดยการเพิ่มประสิทธิภาพการเผาไหม้ด้วยวิธีปรับอัตราส่วนอากาศต่อน้ำมันเชื้อเพลิงควบคุม % ออกซิเจนในก๊าซไอเสียไม่ให้มีค่าเกิน 3.5 % ช่วยให้สามารถลดปริมาณการใช้น้ำเตาต่อไอน้ำ 1 ตัน ลงจาก 78.0 ลิตรน้ำมัน/ตันไอน้ำ ลดลงเป็น 72.5 ลิตร น้ำมัน/ตันไอน้ำ โดยในการหาค่าน้ำมันเตาที่ลดลงได้ต้องคิดจาก 76.7 ลิตร/ตันไอน้ำ ที่ลดลงได้จากการปรับลดความดันการผลิตไอน้ำสูงสุด

ดังนั้น สามารถประหยัดค่าน้ำมันเตาลงได้ = (76.7 – 72.5) ลิตร/ ตันไอน้ำ x 6,097 ตันไอน้ำ/เดือน

= 25,607.4ลิตร/เดือน x 4.32 บาท/ลิตร

= 110,623 บาท /เดือน

= 1,327,476 บาท/ปี

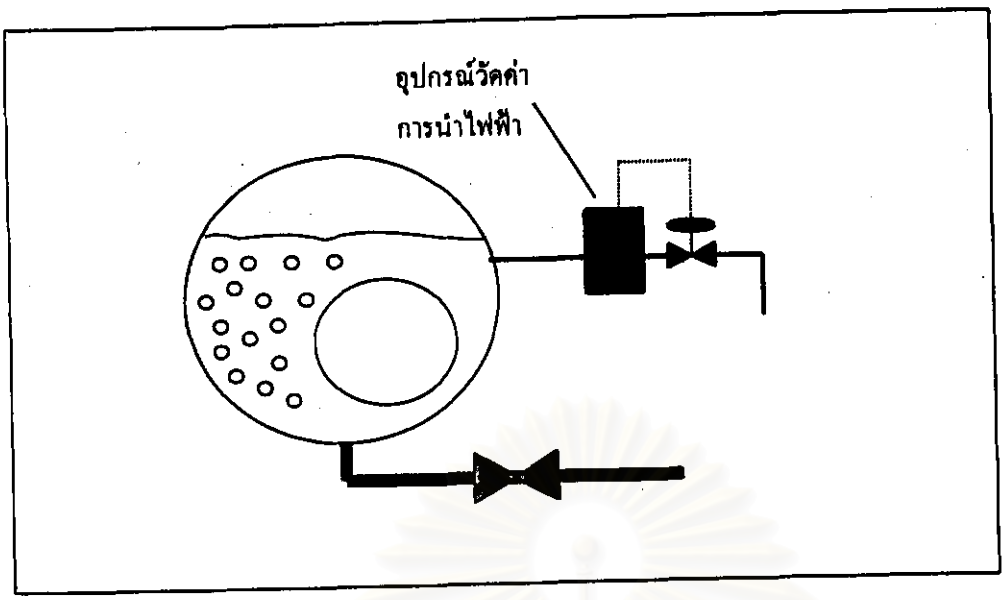
โดยมีเงินลงทุนในการจัดหาอุปกรณ์วัดปริมาณออกซิเจนในก๊าซไอเสีย เท่ากับ 39,800 บาท

5.1.5 <u>การดำเนินการเพื่อปรับปรุงการระบายน้ำทิ้งที่หม้อไอน้ำ</u>

การปรับปรุงการระบายน้ำทิ้งที่หม้อไอน้ำโดยวิธีการติดตั้งชุดควบคุมการระบายน้ำในหม้อไอน้ำทิ้งอัตโนมัติเพื่อควบคุมการนำไฟฟ้าของน้ำในหม้อไอน้ำให้มีค่าขึ้นลงในช่วงแคบ ๆ ซึ่งจะทำให้ลดปริมาณการระบายน้ำในหม้อไอน้ำทิ้งลงได้

อุปกรณ์ควบคุมการระบายน้ำในหม้อไอน้ำทิ้งอัตโนมัติ (Automatic Blowdown) จะทำงานโดยการวัดค่าการนำไฟฟ้าของน้ำในหม้อไอน้ำซึ่งมีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของสารละลายในน้ำค่าที่วัดได้จะถูกนำไปเปรียบเทียบกับค่าการนำไฟฟ้าที่ตั้งเอาไว้ (Set point) ถ้าค่าที่วัดได้มีค่าต่ำกว่าค่าที่ตั้งไว้ (Set Point) โบล์ดาว์ลจะปิดเมื่อสิ้นสุดช่วงการระบายทิ้ง(ปกติ 10 วินาที) แต่ถ้าเมื่อใดค่าที่วัดได้มีค่าสูงกว่าค่าที่ตั้งไว้ (Set Point) โบล์ดาว์ลวาล์วจะเปิดระบายน้ำทิ้งเป็นเวลา 10 วินาที และปิดวาล์วเป็นเวลา 10 วินาที สลับกันไปจนกว่าค่าที่วัดได้จะต่ำกว่าค่าที่ตั้งไว้ (Set Point)รูปที่ 5.5 แสดงอุปกรณ์ควบคุมโบล์ดาว์ลอัตโนมัติ

การติดตั้งชุดควบคุมการโบล์ดาวน์อัตโนมัติที่หม้อไอน้ำทั้ง 3 ชุด ได้ติดตั้งเสร็จช่วงต้นเดือนกรกฎาคม 2541 เริ่มใช้งานตั้งแต่วันที่ 10 ก.ค. 2541 โดยได้ทดลองตั้งค่าการนำไฟฟ้าเพื่อระบายทิ้งที่ 950 us/cm ขณะที่ค่ายอมรับได้หรือค่ามาตราฐานมีค่า 1,000 us/cm เพื่อให้โบล์ดาวน์วาล์วทำงานระบายน้ำในหม้อไอน้ำทิ้งเมื่อน้ำในหม้อไอน้ำมีค่าเท่ากับหรือมากกว่า 950 us/cm ส่วนการระบายตะกอนหนักในหม้อไอน้ำจะใช้วิธีการระบายจากวาล์วใต้หม้อไอน้ำ (Bottom Blowdown) 1 ครั้งต่อวัน ครั้งละ 5 วินาที โดยจะเปิดระบายตะกอนหนักทิ้งในช่วงเช้า



รูปที่ 5.5 แสดงอุปกรณ์ควบคุมการโบล์ดาว์ลอัตโนมัติ
ที่มา:อุปกรณ์ควบคุมการโบล์ดาว์ลอัตโนมัติของบริษัท สไปแร็กซ์ บุญเยี่ยม ติดตั้งใช้งานที่โรงงานตัวอย่าง

ผลจากการทดลองติดตั้งชุดควบคุมการระบายน้ำทิ้งอัตโนมัติที่หม้อไอน้ำตั้งแต่วันที่ 10 ก.ค. 2541 และทำการบันทึกค่าการนำไฟฟ้าของหม้อไอน้ำทุกเช้า พบว่าค่าการนำไฟฟ้าจะแกว่งอยู่ในช่วงแคบลง แต่ในบางวันจะมีค่าการนำไฟฟ้าเกินค่ามาตราฐาน 1,000 us/cm อยู่เล็กน้อยสาเหตุเนื่องมาจากการตั้งค่าการนำไฟฟ้าเพื่อระบายทิ้งที่ 950 มีค่าใกล้กับค่ามาตราฐาน 1,000 us/cm มากเกินไป ทำให้ในช่วงที่ค่าการนำไฟฟ้าในหม้อไอน้ำมีค่าเพิ่มสูงขึ้นมากจนอัตราการโบล์ดาวน์อัตโนมัติระบายทิ้งเพื่อรักษาค่าการนำไฟฟ้าของน้ำไม่ให้เกินค่ามาตราฐานได้ทันในเวลาอันสั้นจึงส่งผลให้ในบางช่วงจะมีค่าการนำไฟฟ้าเกินมาตราฐาน

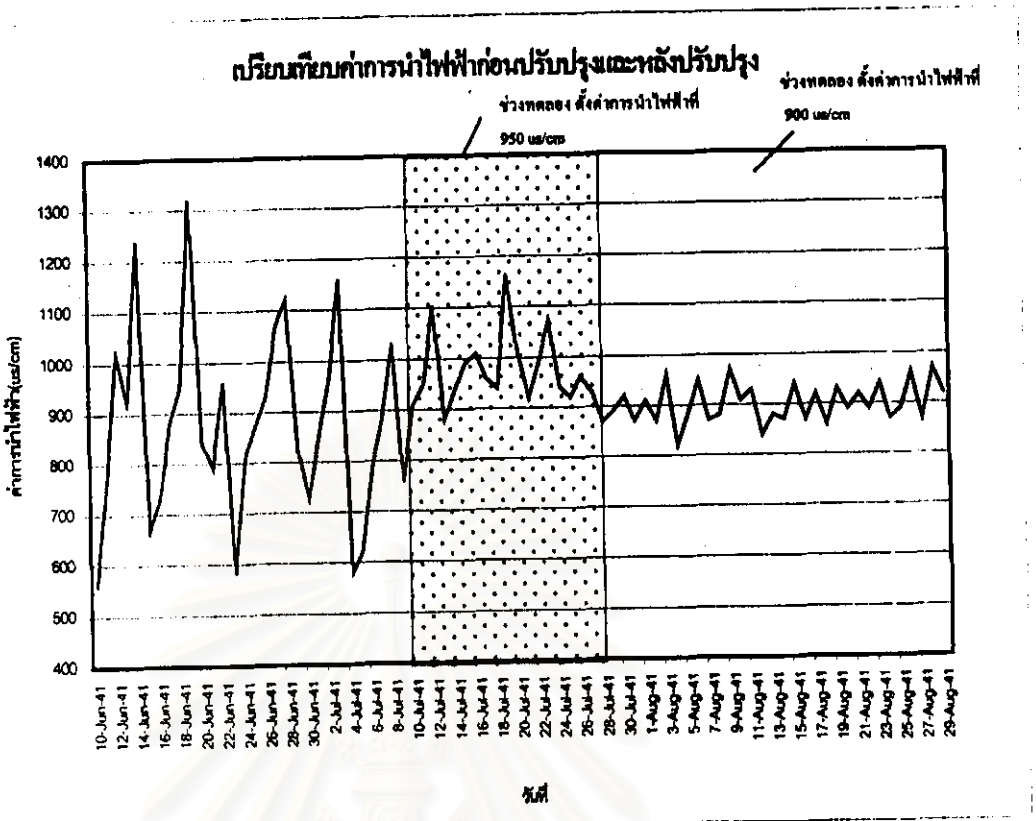
ดังนั้นเพื่อควบคุมให้ค่าการนำไฟฟ้าของหม้อไอน้ำมีค่าไม่ให้เกินค่ามาตราฐาน จึงได้ทำการปรับค่าการนำไฟฟ้าระบายทิ้งลดลงจาก 950 us/cm เหลือ 900 us/cm จากนั้นทดลองเก็บค่าการนำไฟฟ้าทุก ๆ เช้าจะพบว่าสามารถควบคุมค่าการนำไฟฟ้าของน้ำในหม้อไอน้ำมีค่าไม่เกินค่ามาตราฐาน 1,000 us/cm ได้ ดังตารางที่5.8 และรูปที่5.6

ตารางที่ 5. 8 แสดงค่าการนำไฟฟ้าของหม้อไอน้ำก่อนและหลังติดตั้งชุดควบคุมการโบล์ดาวน์อัตโนมัติ

หม้อไอน้ำชุดที่ 2

ก่อนดำเนินการติดตั้ง		ช่วงทดลองตั้งค่าที่ 950 us/cm		ช่วงทดลองตั้งค่าที่ 900 us/cm	
วันที่	ค่าการนำไฟฟ้า (us/cm)	วันที่	ค่าการนำไฟฟ้า (us/cm)	วันที่	ค่าการนำไฟฟ้า (us/cm)
10 มิ.ย.41	560	10 ก.ค. 41	910	28 ก.ค. 41	870
11 มิ.ย.41	750	11 ก.ค.41	950	29 ก.ค. 41	890
12 มิ.ย.41	1020	12 ก.ค. 41	1100	30 ก.ค. 41	920
13 มิ.ย.41	920	13 ก.ค. 41	880	31 ก.ค. 41	870
14 มิ.ย.41	1240	14 ก.ค. 41	940	1 ส.ค. 41	910
15 มิ.ย.41	670	15 ก.ค. 41	990	2 ส.ค. 41	870
16 มิ.ย.41	730	16 ก.ค. 41	1010	3 ส.ค. 41	960
17 มิ.ย.41	880	17 ก.ค. 41	960	4 ส.ค. 41	820
18 มิ.ย.41	950	18 ก.ค. 41	940	5 ส.ค. 41	880
19 มิ.ย.41	1320	19 ก.ค. 41	1060	6 ส.ค. 41	950
20 มิ.ย.41	840	20 ก.ค. 41	1010	7 ส.ค. 41	870
21 มิ.ย.41	790	21 ก.ค. 41	920	8 ส.ค. 41	880
22 มิ.ย.41	960	22 ก.ค. 41	990	9 ส.ค. 41	970
23 มิ.ย.41	580	23 ก.ค. 41	1070	10 ส.ค. 41	910
24 มิ.ย.41	810	24 ก.ค. 41	940	11 ส.ค. 41	930
25 มิ.ย.41	870	25 ก.ค. 41	920	12 ส.ค. 41	840
26 มิ.ย.41	930	26 ก.ค. 41	960	13 ส.ค. 41	880
27 มิ.ย.41	1070	27 ก.ค. 41	930	14 ส.ค. 41	870
28 มิ.ย.41	1120			15 ส.ค. 41	940
29 มิ.ย.41	820			16 ส.ค. 41	870
30 มิ.ย.41	730			17 ส.ค. 41	920
1ก.ค. 41	850			18 ส.ค. 41	860
2ก.ค. 41	970			19 ส.ค. 41	930
3ก.ค. 41	1160			20 ส.ค. 41	890
4ก.ค. 41	580			21 ส.ค. 41	920
5ก.ค. 41	620			22 ส.ค. 41	890
6ก.ค. 41	790			23 ส.ค. 41	940
7ก.ค. 41	880			24 ส.ค. 41	870
8ก.ค. 41	1030			25 ส.ค. 41	890
9 ก.ค. 41	760			26 ส.ค. 41	960
				27 ส.ค. 41	870
				28 ส.ค. 41	970
				29 ส.ค. 41	920
เฉลี่ย	873	เฉลี่ย	977	เฉลี่ย	901

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่5.6แสดงค่าการนำไฟฟ้าของหม้อไอน้ำชุดที่2 ก่อนและหลังการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมการระบายทิ้งอัตโนมัติ

ตารางที่ 5.9 เปรียบเทียบผลก่อนและหลังการปรับปรุงติดตั้งชุดควบคุมการระบายน้ำทิ้งอัตโนมัติ

รายการ	ช่วงเวลา	ปริมาณการระบายน้ำในหม้อไอน้ำทิ้ง	ค่าการนำไฟฟ้า(us/cm)	
		m^3/Month	ช่วง	ค่าเฉลี่ย
ก่อนปรับปรุง	1 ม.ค.2541 –1 ก.ค.2541	232	540 –1690	763
ช่วงทดลอง	1ก.ค. 2541 – 1ก.ย. 2541	43	580 –1160	915
หลังทดลอง	1ก.ย.2541 – 1พ.ย. 2541	36	810 –970	892

ที่มา: ใบจดบันทึกการทำงานของระบบผลิตไอน้ำของหน่วยผลิตสาธารณูปการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สรุปผลการปรับปรุงการระบายน้ำทิ้งที่หม้อไอน้ำ

จากการปรับปรุงการระบายน้ำทิ้งที่หม้อไอน้ำโดยการติดตั้งชุดควบคุมการระบายน้ำทิ้งอัตโนมัติ พบว่าสามารถลดปริมาณการระบายน้ำทิ้ง จาก 232 m^3/month ลงมาเหลือเพียง 36 m^3/month หรือลดลง 196m^3/month ตามข้อมูลในตารางที่ 5.11 และทำให้ช่วงแกว่งของค่าการนำไฟฟ้าของน้ำในหม้อไอน้ำแคบลง ทำให้การควบคุมคุณภาพน้ำในหม้อไอน้ำดีขึ้นซึ่งสามารถประหยัดค่าน้ำมันเตาลงได้ 120,905บาท/ปี โดยใช้เงินลงทุนติดตั้งอุปกรณ์ระบายน้ำทิ้งอัตโนมัติที่หม้อไอน้ำจำนวน 145,000 บาท

5.2 การดำเนินการลดปริมาณไฟฟ้า

ตามแผนการดำเนินการเพื่อลดปริมาณการใช้ไฟฟ้า ในช่วงแรกเป็นการซ่อมรูรั่วไหลของอากาศอัด เนื่องจากมีการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าปริมาณมากที่สุด ต้องเร่งดำเนินการโดยทันที ที่สำรวจพบการรั่วของอากาศอัด จากนั้นจึงเริ่มดำเนินการลดชั่วโมงการทำงานของปั๊มส่งน้ำขึ้นหอลดอุณหภูมิที่ระบบบำบัดน้ำเสีย เนื่องจากสามารถดำเนินการได้ง่ายลงทุนน้อย ส่วนการลดชั่วโมงการทำงานของปั๊มและพัดลมที่ระบบน้ำหล่อเย็นจะดำเนินการเป็นอันดับสุดท้าย เนื่องจากจะต้องสั่งซื้ออุปกรณ์ชุดควบคุมอุณหภูมิ ชุดควบคุมความดันและต้องเผื่อเวลาในการติดตั้งติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ ดังนั้นลำดับการดำเนินการเป็นดังนี้

5.2.1 การดำเนินการเพื่อลดการรั่วของอากาศอัด
5.2.2 การดำเนินการเพื่อลดชั่วโมงการทำงานของปั๊มส่งน้ำและเครื่องเป่าอากาศ
5.2.3 การดำเนินการเพื่อลดชั่วโมงการทำงานของปั๊มและพัดลมที่ระบบน้ำหล่อเย็น

5.2.1 การดำเนินการลดการรั่วไหลของอากาศอัด

จากการสำรวจตรวจพบปริมาณการรั่วไหลของอากาศอัดจากระบบท่อส่งและอุปกรณ์ใช้ลมต่าง ๆ เป็นปริมาณทั้งหมด 112.21 ลิตร/นาที ตามข้อมูลตารางภาคผนวก ค.1 การลดการรั่วของอากาศอัดจะส่งผลให้สามารถลดปริมาณไฟฟ้าในการผลิตอากาศอัดได้ เนื่องจากการผลิตอากาศอัดจะต้องใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นต้นกำลังในการผลิตโดยตรง

การลดการรั่วไหลของอากาศอัดได้มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. หลังจากสำรวจพบตำแหน่งที่มีการรั่วของอากาศแล้ว (ทุกรูรั่วจะมีป้ายแสดงการรั่วแขวนไว้) ได้จัดทำเป็นใบรายงานการรั่วไหลของอากาศอัดและเปรียบเทียบปริมาณอากาศอัดเป็นจำนวนเงินส่งให้แต่ละหน่วยงานดำเนินการซ่อม

2. ดำเนินการซ่อมรูรั่วของอากาศอัดโดยให้แต่ละหน่วยงานออกใบสั่งงานเพื่อซ่อมแซมรูรั่วไปยังหน่วยซ่อมบำรุง

3. จัดการอบรมการใช้อากาศอัดให้ผู้เกี่ยวข้องทราบ เพื่อให้ผู้เกี่ยวข้องรับทราบถึงค่าการสูญเสียพลังงานต่อรูรั่ว 1แห่ง และช่วยตรวจสอบแก้ไขการรั่วทันทีที่พบจุดรั่ว

4. จัดทำแผนการสำรวจ การใช้อากาศอัดและการรั่วของอากาศอัดประจำเดือน เพื่อตรวจติดตามแก้ไขและค้นหารูรั่วที่หน่วยงานต่าง ๆ โดยพนักงานสาธารณูปการจะหมุนเวียนสำรวจรูรั่วของอากาศอัด ให้ครบทุกหน่วยผลิตในเวลา 3 เดือน ตามตารางที่ 5.10 และส่งรายงานการสำรวจให้แต่ละหน่วยงานรับทราบแผนการสำรวจรูรั่วของอากาศอัดประจำเดือน

ตารางที่ 5.10 แผนการสำรวจรูรั่วของอากาศอัดประจำเดือน

หน่วยงาน	เดือนที่สำรวจ											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
ผลิตสิ่งสาธารณูปการ	x			X			x			X		
ผลิตพีวีซีเรซิน		x			X			x			x	
ผลิตพีวีซีคอมเปานด์			x			X			x			x

5. เปรียบเทียบผลการแก้ไขก่อนการดำเนินการแก้ไขและหลังจากการดำเนินการแก้ไข โดยวิธีเปรียบเทียบปริมาณการใช้อากาศอัดผลิตของแต่ละหน่วยผลิต ตามตารางที่ 5.11 ซึ่งจะพบว่าปริมาณการผลิตอากาศเฉลี่ยต่อเดือนจะมีค่าลดลงตั้งแต่เดือน เมษายน2541 เนื่องจากเริ่มมีการซ่อมแซมจุดรั่วของอากาศอัดตั้งแต่เดือนเมษายน2541 เป็นผลให้อัตราการใช้ลมต่อผลผลิตของพีวีซีเรซินและพีวีซีคอมเปานด์ลดลงจาก 157 NM^3/TON ,162 NM^3/TON ตามลำดับ (ข้อมูลเฉลี่ย ม.ค. 41 – มี.ค. 41) เหลือเพียง 139 NM^3/TON, 128 NM^3/TON (ข้อมูลเฉลี่ย เม.ย41 – ต.ค.41)

ตารางที่ 5.11 เปรียบเทียบปริมาณการใช้อากาศอัดต่อผลผลิต 1 หน่วย

เดือน	ปริมาณอากาศอัด	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ผลิตอากาศอัด	หน่วยผลิตพีวีซีเรซิน			หน่วยผลิตพีวีซีเปานด์		
			ปริมาณอากาศอัด	ผลผลิต	อากาศอัดต่อผลผลิต	ปริมาณอากาศอัด	ผลผลิต	อากาศอัดต่อผลผลิต
	NM^3	KW	NM^3	TON	NM^3/TON	NM^3	TON	NM^3/TON
ม.ค.	1,288,000	211,148	854,050	5,510	155	433,950	2,630	165
ก.พ.	1,243,640	197,402	831,480	5,330	156	412,160	2,560	161
มี.ค	1,259,970	203,221	873,600	5,460	160	386,370	2,430	159
เม.ย	1,222,940	200,482	829,260	5,420	153	393,680	2,590	152
พ.ค.	1,122,650	187,108	781,100	5,350	146	341,550	2,530	135
มิ.ย	1,006,510	162,340	713,770	5,210	137	292,740	2,460	119
ก.ค.	1,056,320	174,250	761,720	5,480	139	301,200	2,510	120
ส.ค.	1,056,320	173,168	733,920	5,560	132	322,400	2,600	124
ก.ย.	1,013,970	163,558	710,220	5,340	133	303,750	2,430	125
ต.ค	1,045,110	171,433	730,350	5,410	135	314,760	2,580	122

ปัญหาในการดำเนินการ

1. ในหน่วยผลิตต่าง ๆ มักจะไม่สนใจการรั่วไหลของอากาศอัดทำให้การดำเนินการแก้ไขเกิดความล่าช้า
2. ตำแหน่งที่เกิดการรั่วไหลในบางตำแหน่งไม่สามารถดำเนินการแก้ไขได้ทันที ต้องรอดำเนินการในช่วงหน่วยผลิตต่างๆ หยุดซ่อม (Shut Down) จึงเกิดความล่าช้าในการดำเนินการ
3. หน่วยซ่อมบำรุงดำเนินการแก้ไขจุดรั่วได้ช้าเนื่องจาก บ่อยครั้งที่มีงานซ่อมเร่งด่วนต้องดำเนินการและผลกระทบต่อกระบวนการผลิตสูงกว่า จึงทำให้ต้องเร่งซ่อมงานอื่น ๆ ก่อน

สรุปผลในการซ่อมแซมจุดรั่วไหล

จากผลการซ่อมแซมรูรั่วของอากาศอัด ทำให้สามารถลดปริมาณการผลิต อากาศอัดลงได้เฉลี่ยเดือนละ188,096 NM^3 และประหยัดพลังงานไฟฟ้าในการผลิตลมจำนวนนี้เท่ากับ 27,875 kW/เดือน (หาจากข้อมูลเฉลี่ยในตาราง 5.11 โดยก่อนปรับปรุงคิดที่ ม.ค.41 – มี.ค.41 และหลังปรับปรุงแก้ไขคิดที่ เม.ย.41 – ต.ค.41) คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ = 27,875 kW/month x 12 month/ปี x 1.7 บาท/kW

= 568,650 บาท/ปี

โดยมีค่าใช้จ่ายในการซ่อมรูรั่วของอากาศอัดทั้งหมดเท่ากับ 62,000 บาท

5.2.2การดำเนินการลดปริมาณไฟฟ้าที่ระบบบำบัดน้ำเสีย

ตามแนวทางที่ได้นำเสนอไปในบทที่ 4 การลดปริมาณไฟฟ้าที่ระบบบำบัดน้ำเสียมี 2 แนวทางคือ

1. การลดชั่วโมงการทำงานของปั๊มส่งน้ำขึ้นหอลดอุณหภูมิที่ระบบบำบัดน้ำเสีย
2. การลดชั่วโมงการทำงานของเครื่องเป่าลมที่ระบบบำบัดน้ำเสีย

การดำเนินการในแต่ละแนวทาง มีดังนี้

1. การดำเนินการเพื่อลดชั่วโมงการทำงานของปั๊มส่งน้ำขึ้นหอลดอุณหภูมิที่ระบบบำบัดน้ำเสีย

สามารถทำได้โดยการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิภายในบ่อปรับสภาพ เพื่อใช้อุณหภูมิเป็นตัวควบคุมการทำงานของปั๊มสูบน้ำขึ้นหอลดอุณหภูมิ โดยในช่วงแรกได้ทดลองตั้งค่าอุณหภูมิควบคุมให้ปั๊มทำงานที่ 39°C มากกว่าแนวทางที่นำเสนอไว้ 1°C ส่วนอุณหภูมิควบคุมให้ปั๊มหยุดทำงานที่ 35°C เพื่อติดตามผลและการปรับค่าอุณหภูมิควบคุมให้เหมาะสมยิ่งขึ้น การติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิติดตั้งเสร็จ

สมบูรณ์และเริ่มทดลองใช้งานได้ในช่วงปลายเดือนเมษายน โดยติดตั้งชั่วโมงการทำงาน(Hour Meter) ที่ปั๊มส่งน้ำขึ้นหอลดอุณหภูมิทั้ง 2 ชุดด้วย เพื่อใช้ติดตามผลการดำเนินการซึ่งสามารถเปรียบเทียบผลการดำเนินการได้ดัง ตารางที่ 5.12

ตารางที่ 5.12 เปรียบเทียบชั่วโมงการทำงานของปั๊มส่งน้ำขึ้นหอก่อนและหลังติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ

รายการ	อุณหภูมิน้ำเสียก่อนเข้าบ่อปรับสภาพ		อุณหภูมิน้ำเสียก่อนออกจากบ่อปรับสภาพ		ชั่วโมงการทำงานของปั๊มส่งน้ำขึ้นหอลดอุณหภูมิ
	ช่วง Range °C	ค่าเฉลี่ย °C	ช่วง Range °C	ค่าเฉลี่ย °C	Hr/Month
ก่อนดำเนินการ (1 มี.ค. 2541 – 31 มี.ค. 2541)	28 -46	37..2	26 - 38	34..3	740
ช่วงทดลอง (16 เม.ย. 2541 –30 เม.ย.2541)	27 -46	38..5	26 -42	36..8	552
หลังดำเนินการ (1 พ.ค. 2541 – 31 พ.ค. 2541)	27 -46	38.7	26 –40	36..1	434

ที่มา: ใบบันทึกการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานตัวอย่าง

<u>ผลการดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิที่บ่อปรับสภาพ</u>

ผลจากการทดลองตั้งค่าอุณหภูมิควบคุมให้ปั๊มส่งน้ำขึ้นหอเริ่มทำงานที่ 39 °C เป็นระยะเวลา 7 วัน พบว่าช่วงที่น้ำเสียไหลเข้าบ่อปรับสภาพน้ำมีอุณหภูมิสูงประมาณ 48 °C บ่อปรับสภาพน้ำไม่สามารถลดอุณหภูมิของน้ำเสีย ที่จะไหลออกจากบ่อปรับสภาพน้ำได้ทัน ทำให้อุณหภูมิของน้ำเสียสูงเกินค่าควบคุม (ค่าควบคุมเท่ากับ 40°C)

จึงได้ทำการทดลองใหม่โดยปรับค่าอุณหภูมิควบคุมให้ปั๊มส่งน้ำขึ้นหอเริ่มทำงานที่ 38 °C ตรงตามแนวทางที่เสนอไว้ ซึ่งพบว่าสามารถควบคุมให้อุณหภูมิของน้ำเสีย มีค่าไม่เกินค่าควบคุมโดยจะมีค่าอุณหภูมิสูงที่สุด 40°C ดังนั้นในการตั้งค่าอุณหภูมิควบคุมจริงจึงตั้งค่าให้ปั๊มทำงานที่ 38°Cเมื่อพิจารณาจากข้อมูลก่อนดำเนินการและหลังดำเนินการจะพบว่าหลังติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมภายในบ่อปรับสภาพสามารถลดชั่วโมงการทำงานของปั๊มส่งน้ำขึ้นหอได้ 306 ชั่วโมงต่อเดือน ตามข้อมูลตารางที่5.12 และสามารถควบคุมอุณหภูมิไม่ให้มีค่าเกิน 40 °C ได้เป็นผลสำเร็จ

2.การดำเนินการเพื่อลดชั่วโมงการทำงานของเครื่องเป่าลมที่ระบบบำบัดน้ำเสีย

โดยอาศัยผลจากการทดลองในช่วงเดือนเมษายน2541 ซึ่งเป็นการทดลองหยุดเดินเครื่องเป่าอากาศที่บ่อปรับสภาพ 30 นาทีสลับกับการเดิน 30 นาทีตลอดทั้งวัน โดยพบว่า การดำเนินการดังกล่าวไม่มีผลกระทบต่อปริมาณการใช้กรดซัลฟูริก 50% ขณะที่ค่าเฉลี่ยของ pH ที่ออกจากบ่อมีค่ามากกว่าก่อนทดลองอยู่เพียงเล็กน้อย

ดังนั้นจึงอ้างอิงผลการทดลองในช่วงเดือนเมษายน แต่ใช้การติดตั้งเครื่องควบคุมการทำงานด้วยเวลา (Timer Control) ที่เครื่องเป่าอากาศทั้ง 2 เครื่องเพิ่มเติม แทนการควบคุมด้วยวิธี Manual การติดตั้งได้ดำเนินการเสร็จและสามารถใช้งานได้ในช่วงต้นเดือนพฤษภาคม2541 โดยได้ผลหลังติดตั้งเครื่องควบคุมการทำงานด้วยเวลา (Timer Control) แตกต่างจากผลการทดลองเล็กน้อยตามตารางที่ 5.13

<u>ผลการดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมเวลาการทำงานที่เครื่องเป่าลม</u>

ผลที่ได้รับหลังจากติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมเวลาการทำงาน ของเครื่องเป่าลมที่บ่อปรับสภาพ พบว่าน้ำเสียที่ออกจากบ่อปรับสภาพมีค่าสูงขึ้นเพียงเล็กน้อย ซึ่งเป็นผลมาจากการหยุดระบบสูบน้ำขึ้นหอลดอุณหภูมิหายไป ในช่วงที่มีการหยุดระบบปรับอุณหภูมิเนื่องจากน้ำในบ่อมีอุณหภูมิต่ำ ทำให้การผสมของน้ำเสียในบ่อมีความเป็นเนื้อเดียวกันลดลง ส่งผลให้ค่า pH เฉลี่ยสูงขึ้น และปริมาณการใช้กรดสูงขึ้นเล็กน้อย

ตารางที่ 5.13 เปรียบเทียบผลก่อนและหลังติดตั้งเครื่องควบคุมการทำงานด้วยเวลาที่เครื่องเป่าอากาศบ่อปรับสภาพ

รายการ	ชั่วโมงการทำงานของเครื่องเป่าอากาศต่อวัน Hr / วัน	ค่า pH ออกจากบ่อเฉลี่ย	ช่วงค่าแตกต่างของ pH ทุก ๆ 1 ชั่วโมง	ปริมาณการใช้กรดซัลฟูริค 50 % เฉลี่ยต่อวัน ก.ก/วัน
ก่อนปรับปรุง (17 เม.ย 41 – 20 เม.ย. 41)	24	9.82	0.02 – 0.81	380
ขณะทำการทดลอง (25 เม.ย..41 – 28 เม.ย. 41)	12	9.88	0.00 –0.85	380
หลังปรับปรุง (10 พ.ค. 41 –31 พ.ค. 41)	12	10.05	0.00 –1.06	400

ผลหลังจากการปรับปรุงพบว่ามีการใช้ปริมาณกรดซัลฟูริค 50% เฉลี่ยต่อวันสูงขึ้น 20 กิโลกรัมต่อวัน เนื่องจาก ค่า pH ที่ออกจากบ่อปรับสภาพมีค่าสูงขึ้น ส่วนผลกระทบในด้านอื่น ๆ ไม่มี จากการที่ใช้กรดมากขึ้นจึงทำให้ระยะเวลาคืนทุนยาวมากขึ้น เพราะจำนวนเงินที่ประหยัดได้จะต้องหักลบค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นของปริมาณการใช้เพิ่มขึ้น ซึ่งค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นจากการใช้กรดซัลฟูริค 50% มากขึ้นเท่ากับ
20 กก. / วัน x 30 วัน/เดือน x3.5 = 2,100 บาท / เดือน หรือ 25,200 บาท/ ปี

ดังนั้น คำนวณหาระยะเวลาคืนทุนใหม่ = $\frac{8,000}{(40,152 - 25,200)}$

= 0.54 ปี

ระยะเวลาคืนทุนยาวนานขึ้นจาก 0.2 ปี เป็น 0.54 ปี โดยมีผลตอบแทน = 14,952 บาท/ปี

<u>สรุปผลการดำเนินการลดพลังงานไฟฟ้าที่ระบบบำบัดน้ำเสีย</u>

จากการดำเนินการลดพลังงานไฟฟ้าที่ระบบบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีการลดชั่วโมงการทำงานของปั๊มส่งน้ำขึ้นหอลดอุณหภูมิโดยการติดตั้งชุดควบคุมอุณหภูมิที่ปั๊มสูบน้ำขึ้นหอโดยตั้งอุณหภูมิให้ปั๊มที่ 38 °C และหยุดการทำงานที่ 35 °C ซึ่งสามารถลดชั่วโมงการทำงานของปั๊มลงได้ 306 ชั่วโมงต่อเดือนในช่วงฤดูร้อน ซึ่งถ้าเป็นฤดูอื่นคาดว่าจำนวนชั่วโมงการทำงานของปั๊มต่อเดือนน่าจะลดลงได้มากกว่านี้ ส่วนการลดพลังงานไฟฟ้าที่ระบบบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีการติดตั้งชุดควบคุมการทำงานด้วยเวลา (Timer Control) ที่เครื่องเป่าอากาศบ่อปรับสภาพ สามารถลดจำนวนชั่วโมงการทำงานจาก 24 ชั่วโมงเหลือเพียง 12ชั่วโมงได้ตามแผน

ซึ่งสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าจากการติดตั้งชุดควบคุมอุณหภูมิ

= 2,295 kW/เดือน x 1.7บาท/kW x 12 เดือน/ปี

= 46,818 บาท/ปี

และสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าจากการติดตั้งชุดควบคุมการทำงานด้วยเวลา

= 1,980 kW/เดือน x 1.7 บาท/ kW x 12 เดือน/ปี

= 40,392 บาท/ปี

ดังนั้นสามารถประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าได้ทั้งหมด 87,210 บาท/ปี
โดยใช้เงินลงทุนในการติดตั้งชุดควบคุมทั้งหมด เท่ากับ 31,000 บาท/ปี

5.2.3 การดำเนินการเพื่อลดชั่วโมงการทำงานของปั๊มและพัดลมที่ระบบผลิตน้ำหล่อเย็น

ขั้นตอนการดำเนินการ มีดังนี้

1.ติดตั้งระบบควบคุมความดันที่ปั๊มส่งน้ำหล่อเย็น

ได้ทำการติดตั้งระบบควบคุมความดันที่ปั๊มส่งน้ำหล่อเย็น จำนวน 1 ชุด เพื่อใช้เดินเป็นปั๊มเดินเสริมที่คูลลิ่งเทาเวอร์ชุดที่2 และคูลลิ่งเทาเวอร์ชุดที่3 โดยตั้งความดันควบคุมให้ปั๊มเริ่มเดินเสริมและหยุดเดินดังตารางที่ 5.14

ตารางที่5.14 แสดงค่าในการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมความดัน

การทำงาน	ค่าความดัน (kg/cm^2)	ระยะเวลาตรวจสอบค่าความดัน(วินาที)
ปั๊มส่งน้ำหล่อเย็น เริ่มเดินเสริม	น้อยกว่า 4.0	10
ปั๊มส่งน้ำหล่อเย็น หยุดเดินเสริม	มากกว่า 5.5	60

ที่มา:ข้อมูลการติดตั้งระบบควบคุมความดันที่ระบบผลิตน้ำหล่อเย็นของโรงงานตัวอย่าง

การตั้งระยะเวลาตรวจสอบความดันเพื่อใช้ยืนยันความดันในระบบท่อให้แน่นอนยิ่งขึ้น เพื่อป้องกันปั๊มเดินและหยุดบ่อยครั้งมากจนเกินไป การติดตั้งระบบควบคุมความดัน ได้ดำเนินการติดตั้งจนเริ่มทดลองใช้งานได้ ช่วงเดือนมิถุนายน2541 ซึ่งพบว่าไม่ก่อให้เกิดปัญหาต่อหน่วยงานพีวีซี

2.ติดตั้งระบบควบคุมอุณหภูมิที่พัดลมระบายความร้อน

การติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นในบ่อคูลลิ่งเทาเวอร์ เพื่อควบคุมไม่ให้อุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นมีค่าสูงกว่า 32 °C โดยได้ทำการทดลองตั้งค่าให้พัดลมเริ่มทำงานที่อุณหภูมิ 31 °C และหยุดทำงานที่ 28°C ซึ่งพบว่าในช่วงที่น้ำหล่อเย็นไหลกลับเข้าระบบมีอุณหภูมิสูงมาก จะไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นให้ต่ำกว่า 32°Cได้

จึงได้ทำการทดลองปรับค่าอุณหภูมิควบคุมให้พัดลมเริ่มเดินเสริมที่ 30°C และ หยุดทำงานที่ 27°C ซึ่งพบว่าการตั้งค่าให้พัดลมเริ่มทำงานที่อุณหภูมิต่ำลง สามารถควบคุมให้อุณหภูมิน้ำหล่อเย็นมีอุณหภูมิต่ำกว่า 32°C ตลอดเวลาได้

ผลการดำเนินการเพื่อลดการทำงานของปั๊มและพัดลมที่ระบบผลิตน้ำหล่อเย็น

ผลการดำเนินการเพื่อลดการทำงานของปั๊มและพัดลมที่ระบบผลิตน้ำหล่อเย็น พบว่าสามารถลดชั่วโมงการทำงานของปั๊มลงได้ ทั้ง 2 คูลลิ่งเทาเวอร์รวมกันได้ 106 ชั่วโมง และลดชั่วโมงการทำงานของพัดลมลงได้รวม 144 ชั่วโมง ตามตารางที่5.15

ตารางที่5.15แสดงผลการปรับปรุงเพื่อลดชั่วโมงการทำงานของปั๊มและพัดลม

รายการ	คูลลิ่งเทาเวอร์ ชุดที่2			คูลลิ่งเทาเวอร์ ชุดที่3		
	ก่อนดำเนินการ (ม.ค.41 – เม.ย.41)	หลังดำเนินการ (พ.ค.41 –ก.ค.41)	ลดลง	ก่อนดำเนินการ (ม.ค.41 – เม.ย.41)	หลังดำเนินการ (พ.ค.41 –ก.ค.41)	ลดลง
ชั่วโมงการทำงานเฉลี่ยต่อเดือนของปั๊มส่งน้ำหล่อเย็น	926	887	39	1574	1507	67
ชั่วโมงการทำงานเฉลี่ยต่อเดือนของพัดลม	1360	1329	31	2360	2247	113

ที่มา:ใบบันทึกชั่วโมงการทำงานของปั๊มและพัดลมในระบบหอหล่อเย็นประจำเดือนของโรงงานตัวอย่าง

สรุปผลการดำเนินการลดชั่วโมงการทำงานของปั๊มและพัดลม

จากผลการลดชั่วโมงการทำงานของปั๊มและพัดลมที่ระบบคูลลิ่งเทาเวอร์ชุดที่2และชุดที่3 ทำให้สามารถลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าในระบบผลิตน้ำหล่อเย็นได้เท่ากับการใช้ไฟฟ้าเดินปั๊ม 106 ชั่วโมงและพัดลม 144ชั่วโมง รวมแล้วคิดเป็นพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงได้เท่ากับ 15,980 kW/เดือน ซึ่งเทียบเป็นค่าพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้เท่ากับ 325,992 บาท/ปี โดยใช้เงินลงทุนในการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมต่างๆเป็นจำนวนเงิน 126,000 บาท

5.3 การดำเนินการเพื่อลดปริมาณการใช้สารเคมีและน้ำประปา

วิธีการลดปริมาณการใช้สารเคมีและน้ำประปา ตามแนวทางที่สามารถดำเนินการได้ มี 3แนวทาง จัดตามลำดับการดำเนินการได้ดังนี้

5.3.1 การดำเนินการเปลี่ยนแปลงวิธีการปล่อยน้ำด่าง

5.3.2 การดำเนินการลดการสูญเสียน้ำหล่อเย็น

5.3.3 การดำเนินการปรับปรุงระบบปรับค่า pH น้ำเสียที่ระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์

5.3.1 การเปลี่ยนแปลงวิธีการปล่อยน้ำด่างเข้มข้นเข้าระบบบำบัดน้ำเสีย

ตามแนวทางในการลดปริมาณการใช้กรดซัลฟูริกเข้มข้น 50 % ด้วยวิธีการปรับการปล่อยทิ้งน้ำด่างจากกระบวนการกลั่นวีซีเอ็มให้บริสุทธิ์ โดยจากเดิมปล่อยน้ำด่างทิ้งวันละครั้งๆ ละ100 ลิตร ปรับมาเป็นการปล่อยทิ้งแบบค่อย ๆ ปล่อยที่ละน้อยเข้าระบบบำบัดน้ำเสีย เพื่อให้มีความเข้มข้นของน้ำด่างที่ทิ้งถูกเจือจางลงด้วยน้ำส่วนอื่นๆ ให้มากที่สุด ซึ่งจะทำให้สามารถลดปริมาณการใช้ด่างในช่วงที่น้ำทิ้งเข้าระบบบำบัดน้ำเสียมีค่าpH สูงมากๆ โดยข้อมูลการใช้กรดซัลฟูริก 50% เฉลี่ยต่อวันปี2540 เท่ากับ 525 ก.ก. ต่อวัน

ขั้นตอนการดำเนินการ

1. ทดลองหาอัตราการทิ้งน้ำด่างเข้มข้นที่เหมาะสม

ปริมาณน้ำด่างเข้มข้นที่ทิ้งจากกระบวนการกลั่นวีซีเอ็มให้บริสุทธิ์ มีปริมาณ 100ลิตรต่อวัน ซึ่งจะถูกกักเก็บไว้ที่ถังรองรับน้ำด่างเข้มข้นขนาด 250 ลิตร มีใบกวนทำหน้าที่กวนไม่ให้น้ำด่างตกตะกอนในถัง เพื่อระบายทิ้งเข้าระบบบำบัดน้ำเสียจนหมดช่วง 8:00 – 9:00น. ในการทดลองปรับเปลี่ยนวิธีการระบายน้ำด่างเข้มข้นทิ้งจะใช้วิธีการระบายทิ้งทีละน้อย แต่ระบายทิ้งหลายๆ ครั้ง จนสามารถระบายหมด 100 ลิตร ภายใน 1 วัน แนวทางการทดลองและผลการทดลอง แสดงในตารางที่ 5.16 การทดลองจะเลือกเวลาในการปฏิบัติช่วงเวลาการทำงานปกติ 8:00 – 17:00 น. เนื่องจากมีความสะดวกในการตรวจสอบสีน้ำหลังจากน้ำด่างเข้มข้นถูกเจือจางด้วยน้ำเสียอื่นๆ แล้ว

ผลจากการทดลอง พบว่าการเปิดระบายน้ำด่างเข้มข้นครั้งละ25 ลิตรกับครั้งละ20 ลิตร มีผลปริมาณการใช้กรดซัลฟูริก 50% แตกต่างกันเพียง10 กิโลกรัมต่อวัน จึงไม่ทดลองเพิ่มความถี่ในการระบายต่อไป เพราะผลไม่น่าแตกต่างจากนี้มากนักและความถี่ในการปฏิบัติจะมากจนเกินไป จนทำให้พนักงานไม่มีเวลาไปทำงานประจำและงานอื่นๆ ได้

ดังนั้นจึงเลือกวิธีการที่5 คือ เปิดระบายน้ำด่างเข้มข้นทิ้งครั้งละ20 ลิตรทุกๆ 2 ชั่วโมง เพราะมีชั่วโมงความถี่ในการเปิดระบายตรงกับเวลาดูแลระบบบำบัดน้ำเสียในใบบันทึกอยู่แล้ว และมีปริมาณการใช้กรดน้อยกว่าวิธีการที่ 4 ซึ่งจะทำให้ลดอัตราการใช้กรดซัลฟูริกลดลงจาก550 กิโลกรัมต่อวัน เหลือเพียง 370 กิโลกรัมต่อวัน หรือใช้ลดลง155กิโลกรัมต่อวัน

ตารางที่ 5.16 แสดงผลการทดลองหาปริมาณการเปิดระบายน้ำด่างเข้มข้นทิ้งที่เหมาะสม

วิธีการเปิดระบายน้ำด่างเข้มข้นทิ้ง	วันที่ทดลอง	ผลการดำเนินการ
1.หรี่วาล์วให้ด่างเข้มข้นค่อยๆ ไหลเข้าระบบบำบัดน้ำเสียในอัตรา 5 - 6 ลิตร / ชั่วโมง	10ม.ค.2541 – 11ม.ค.2541	ด่างเข้มข้นตกผลึกอุดตันบริเวณวาล์วระบายทิ้งทำให้ต้องกลับมาระบายทิ้งแบบเดิม
2.ผสมน้ำประปาในถังรองรับน้ำด่างเข้มข้นจนเต็มถัง และหรี่วาล์วให้ด่างเข้มข้นค่อยๆ ไหลเข้าระบบบำบัดน้ำเสียในอัตรา 10 – 12 ลิตร / ชั่วโมง	12ม.ค. 2541 – 13ม.ค.2541	ผลเหมือนวิธีการที่ 1
3.เปิดวาล์วระบายเต็มที่ 2 ครั้ง / วัน ครั้งละ 50 ลิตร ณ เวลา 8.00 น. , 16.00 น.	15ม.ค.2541 – 20ม.ค.2541	ระบายด่างเข้มข้นได้ตามปกติ ปริมารการใช้กรดซัลฟูริกเฉลี่ย/ วัน เท่ากับ 450กก./วัน
4.เปิดวาล์วระบายเต็มที่ 4 ครั้ง / วัน ครั้งละ25 ลิตร ณ เวลา 8.00น. , 11.00 น. , 14.00น , 17.00 น.	21ม.ค.2541 – 31ม.ค.2541	ระบายด่างเข้มข้นได้ตามปกติ ปริมาณการใช้กรดซัลฟูริกเ ฉลี่ย / วัน เท่ากับ 380 กก./วัน
5.เปิดวาล์วระบายเต็มที่ 5 ครั้ง / วัน ครั้งละ 20 ลิตร ณ เวลา 8.00 น. ,10.00 น., 12.00 น., 14.00 น. , 16.00 น.	1ก.พ.2541 – 28ก.พ.2541	ระบายด่างเข้มข้นได้ตามปกติ ปริมาณการใช้กรดซัลฟูริกเฉลี่ยต่อวันเท่ากับ 370 กก./วัน

ที่มา:ข้อมูลการทดลองปรับการระบายทิ้งน้ำด่างเข้มข้นของโรงงานตัวอย่าง

<u>สรุปผลการดำเนินการปรับเปลี่ยนวิธีการปล่อยน้ำด่างเข้มข้น</u>

จากการปรับเปลี่ยนวิธีการเปิดระบายน้ำด่างเข้มข้นลงระบบบำบัดน้ำเสียจากการระบายแบบครั้งเดียว100 ลิตรต่อวัน เป็นระบายทิ้งครั้งละ 20ลิตร จำนวน 5 ครั้งต่อวัน สามารถลดการใช้กรดซัลฟูริก 50% ลงได้ 155 กิโลกรัม ต่อวัน

คิดเป็นเงินที่ลดลงได้ = 155 กก. / วัน x 3.5 บาท / วัน

= 5,42.5 บาท/ วัน หรือ 16,275 บาท / เดือน

= 195,300 บาท/เดือน

โดยไม่ใช้เงินลงทุนในการปรับปรุง

5.3.2 การดำเนินการเพื่อลดการสูญเสียน้ำหล่อเย็น

ขั้นตอนการลดปริมาณการสูญเสียน้ำหล่อเย็น ในระบบท่อส่งของคูลลิ่งเทาเวอร์ชุดที่ 2 มีดังนี้

1.สำรวจแหล่งที่มีการสูญเสียน้ำหล่อเย็น

จากการสำรวจหาสาเหตุที่ทำให้น้ำหล่อเย็นไม่กลับส่งกลับเข้าระบบคูลลิ่งเทาเวอร์ พบว่าสาเหตุมาจากการใช้น้ำผิดประเภทในหน่วยผลิต พีวีซีเรซินที่3 โดยมีการต่อท่อแยกจากท่อประธานน้ำหล่อเย็นไปใช้แทนน้ำประปา ทำให้น้ำหล่อเย็นส่วนนี้ไม่ถูกส่งกลับเข้าระบบ เนื่องจากจะถูกใช้ไปในการฉีดล้างพื้นล้างอุปกรณ์ ใช้เป็นน้ำเลี้ยงคอเพลาปั๊มต่างๆ เป็นต้น

โดยพบว่ามีจุดจ่ายน้ำใช้ทั่วไปที่เป็นน้ำหล่อเย็นมากถึง21 จุด ขณะที่มีจุดจ่ายน้ำใช้ทั่วไปที่เป็นน้ำประปาเพียง 3จุด

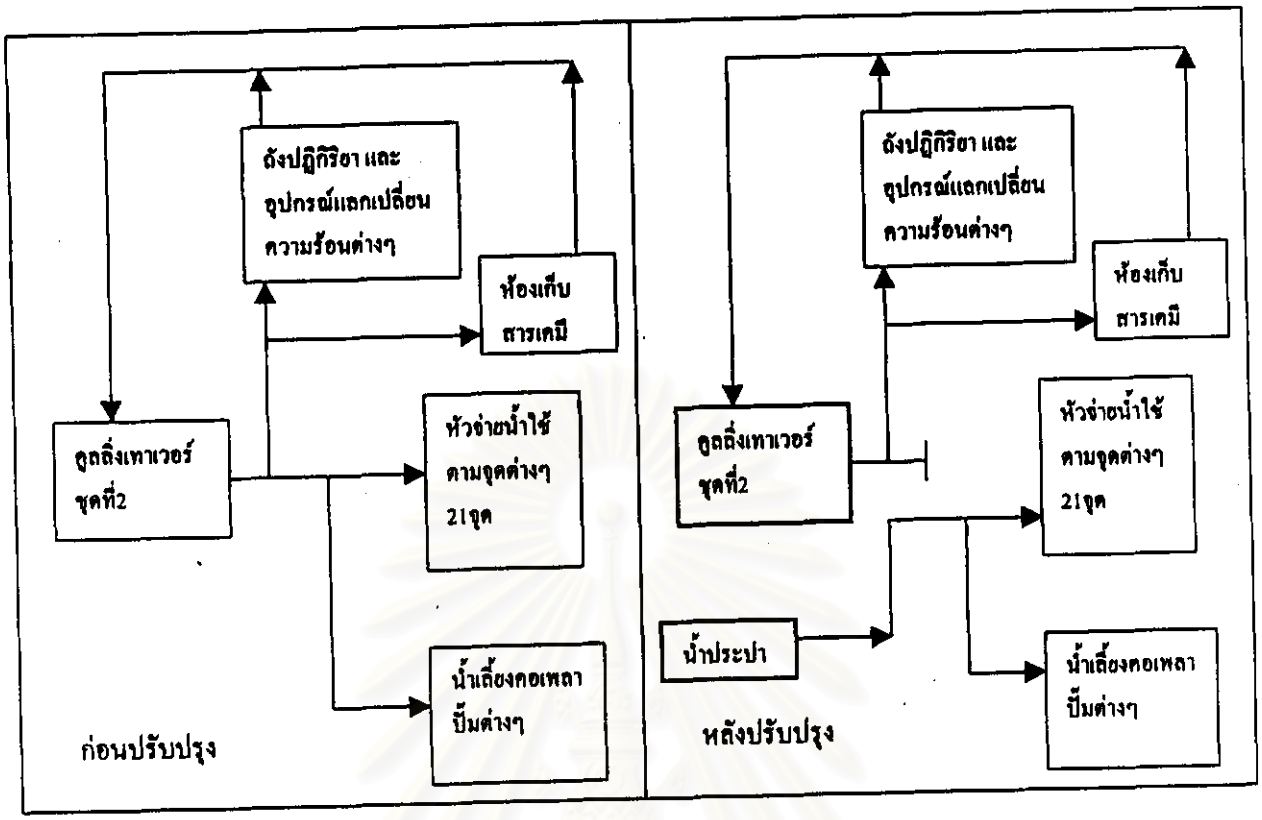
2.แก้ไขแหล่งที่มีการสูญเสียน้ำหล่อเย็น

การแก้ไขดำเนินการโดยวิธีการปรับปรุงโดยเดินท่อน้ำประปาจ่ายเข้าแทน น้ำหล่อเย็น และปิดท่อน้ำหล่อเย็น เพื่อป้องกันไม่ให้นำน้ำหล่อเย็นไปใช้ผิดวัตถุประสงค์ทั้ง21 จุด ดังรูปที่ 5 .7 โดยได้ออกเป็นใบสั่งงานให้หน่วยซ่อมบำรุงดำเนินการแก้ไข ในช่วงหน่วยผลิตพีวีซีเรซิน3 หยุดผลิต ซึ่งได้ดำเนินการแก้ไขปรับเปลี่ยนโดยเดินท่อน้ำประปาเข้าแทนที่หัวจ่ายน้ำใช้ต่างๆ และเข้าแทนน้ำเลี้ยงคอเพลาปั๊มต่างๆ เสร็จในช่วงเดือนมกราคม2542 โดยมีค่าใช้จ่ายในการตัดต่อท่อและติดตั้งระบบท่อน้ำประปาใหม่ เป็นเงิน 46,000 บาท

3.อธิบายให้พนักงานภายในหน่วยผลิตพีวีซี

อธิบายให้พนักงานภายในหน่วยผลิตพีวีซีเรซิน ทราบถึงข้อแตกต่างระหว่างน้ำหล่อเย็นกับน้ำประปา โดยเน้นให้ทราบถึงราคาของน้ำหล่อเย็นมีราคาแพงกว่าราคาน้ำประปา ซึ่งตามแนวทางที่วางไว้ในบทที่4 จะใช้การอบรมให้พนักงานทราบ แต่ในการดำเนินการจริงได้ปรับเปลี่ยนเป็นการอธิบายให้หัวหน้างานควบคุมการผลิตรับทราบแทน เพื่อให้หัวหน้างานอธิบายให้พนักงานของตนรับทราบต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.7 แสดงการปรับปรุงโดยเดินท่อน้ำประปาจ่ายแทนน้ำหล่อเย็นตามจุดต่างๆ

ผลการดำเนินการ

ตารางที่ 5.17 แสดงผลของน้ำประปาและสารเคมีที่มีการใช้ลดลงหลังปรับปรุง

หัวเรื่อง	ก่อนปรับปรุง (ม.ค.41 – ธ.ค.41)	หลังปรับปรุง (ม.ค.42 – เม.ย. 42)	ลดลง
	ปริมาณเฉลี่ยต่อเดือน	ปริมาณเฉลี่ยต่อเดือน	ปริมาณเฉลี่ยต่อเดือน
ปริมาณน้ำหล่อเย็น (ลูกบาศก์เมตร)	472,147	459,040	13,107
น้ำประปา(ลูกบาศก์เมตร)	6,552	3850	2,702
โซเดียมไฮโปรคลอไรด์ 10% (ก.ก.)	430	420	10
สารเคมีป้องกันตะกรัน(ก.ก.)	46	32	14
สารเคมีป้องกันการกัดกร่อน(ก.ก.)	32	20	12
สารเคมีฆ่าจุลชีพ (ก.ก.)	48	45	3

ที่มา:ข้อมูลการผลิตน้ำหล่อเย็นประจำเดือนของโรงงานตัวอย่าง

สรุปผลการดำเนินการลดการสูญเสียน้ำหล่อเย็น

จากการดำเนินการแก้ไขปรับปรุงการเดินท่อน้ำประปาเข้าแทนน้ำหล่อเย็น ที่จุดใช้งานต่างๆ พบว่าสามารถลดปริมาณน้ำประปาเติมเข้าระบบน้ำหล่อเย็นและลดการใช้สารเคมีในน้ำประปาลงได้ เฉลี่ยต่อเดือน 2,702 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน และ ลดการใช้สารเคมีแต่ละประเภทลงได้ประเภทละ ประมาณ10 กิโลกรัมต่อเดือน ข้อมูลตามตารางที่ 5.17

ซึ่งสามารถประหยัดค่าน้ำประปาได้ เท่ากับ 309,973 บาท/ปี และสามารถประหยัดค่าสารเคมีได้เท่ากับ 52,026 บาท/ปี รวมแล้วสามารถลดต้นทุนได้ทั้งหมดเท่ากับ 362,000 บาท/ปี โดยใช้เงินลงทุนในการปรับปรุงระบบท่อน้ำประปาทั้งหมด 125,000 บาท

5.3.3 การดำเนินงานเพื่อปรับปรุงระบบปรับค่า pH น้ำเสียที่ระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์

เนื่องจากน้ำเสียที่เกิดจากการล้างฟื้นฟูประสิทธิภาพเรซิ่นที่ระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์มีสภาพเป็นกรด – ด่าง ทำให้ต้องสูญเสียสารเคมีประเภทกรดและประเภทด่างจำนวนหนึ่ง ในการปรับสภาพน้ำเสียให้มีค่าเป็นกลาง (pH = 6.5 ถึง 7.5) แนวทางในการแก้ไข คือ การแบ่งแยกน้ำเสียทั้ง 2ประเภทออกจากกันแล้วจึงสูบน้ำเสียแต่ละประเภทมารวมกันตามอัตราส่วน ซึ่งจะทำให้สามารถลดการใช้กรดเกลือและโซดาไฟลงได้

ขั้นตอนการดำเนินการปรับปรุงระบบปรับค่า pHน้ำเสียที่ระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์

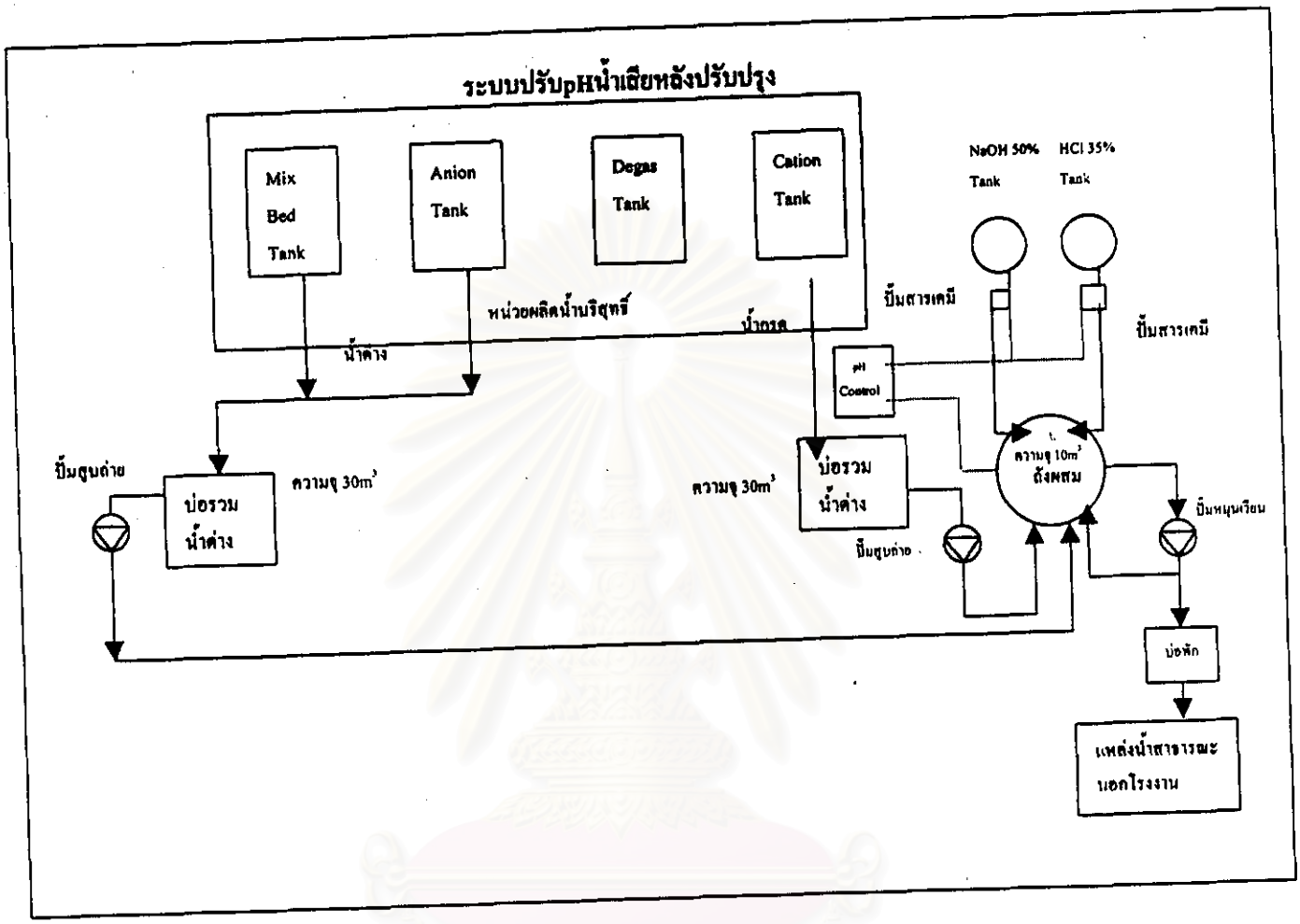
1. แบ่งแยกบ่อรวบรวมน้ำเสียออกเป็น 2ประเภท

ทำการแบ่งแยกบ่อรวบรวมน้ำเสียเดิมที่มีอยู่ 2บ่อ แบ่งเป็นบ่อรวบรวมน้ำเสียประเภทกรด 1 บ่อ และบ่อรวบรวมน้ำเสียประเภทด่าง1 บ่อ

2. ต่อท่อระบายน้ำเสียจากถังเรซินประจุบวก(Cation Resin) แยกต่างหากจากระบบระบายน้ำเสียเดิม

ทำการต่อท่อระบายน้ำเสียจากถังเรซินประจุบวก (Cation Tank) ซึ่งจะมีสภาพเป็นกรดมากักเก็บไว้ที่บ่อรวบรวมน้ำเสียประเภทกรด และปิดท่อระบายน้ำเสียประเภทด่างมายังบ่อรวบรวมน้ำเสียประเภทกรด เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำเสียทั้ง2ประเภทผสมกันก่อน ซึ่งจะทำให้น้ำเสียจากถังเรซินประจุลบ(Anion Tank)

และถังผสมเรซิน 2 ประเภท(Mix Bed Tank) จะถูกกักเก็บไว้ในบ่อรวบรวมน้ำเสียประเภทด่างเท่านั้น ซึ่งจะมีลักษณะ ดังรูที่ 5.8



รูปที่5.8 แสดงการแบ่งแยกน้ำเสียที่มีสภาพความเป็นกรด – ด่าง ออกจากกัน

3. กำหนดวิธีการนำน้ำด่างและน้ำกรดมาใช้ปรับสภาพน้ำเสีย

วิธีการนำน้ำด่างและน้ำกรดมาใช้ปรับสภาพน้ำเสียที่ระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์ดังนี้

1. ตรวจสอบปริมาณน้ำเสียที่บ่อรวบรวมน้ำด่างและบ่อรวบรวมน้ำกรด ทุกกะเช้าและบันทึกปริมาณในสมุดบันทึก
2. การปรับสภาพน้ำเสียให้มีสภาพเป็นกลางปฏิบัติดังนี้
   2.1 สูบน้ำเสียจากบ่อรวบรวมน้ำด่างและจากบ่อรวบรวมน้ำกรดไปกักเก็บไว้ที่ถังผสม (Mixing Tank)ในอัตราส่วน กรด : ด่าง เท่ากับ 40 : 60 ของปริมาณถังผสม จนน้ำเสียเต็มถังผสมจึงหยุดการสูบน้ำเข้าถัง

2.2 เดินปั๊มหมุนเวียน (Circulating pump) เพื่อช่วยในน้ำกรดและด่างผสมกัน จนมีค่าเป็นกลางเร็วขึ้นในขั้นตอนนี้ ถ้าเดินปั๊มหมุนเวียนนานเป็นระยะเวลา 5นาที แล้วน้ำในถังผสมมีค่า pH เกินค่าควบคุมปั๊มสารเคมีกรดเกลือ (HCl 35 %) หรือปั๊มสารเคมีโซดาไฟ (NaOH 50%) จะเริ่มทำงานปรับค่าความเป็นกรด – ด่างให้ได้ค่าควบคุม(pH =6.5 - 7.5) ก่อนที่จะปล่อยสู่บ่อระบายน้ำออกนอกโรงงาน แต่ถ้าเดินปั๊มหมุนเวียนเป็นเวลา 5นาที แล้วน้ำมีค่า (pH = 6.5 - 7.5) จะทำการปล่อยสู่บ่อระบายน้ำออกนอกโรงงานทันที

2.3 ถ้าน้ำกรดในบ่อรวบรวมน้ำกรดหมด ให้ทำการสูบน้ำในบ่อรวบรวมน้ำด่างเข้าถังผสมจนเต็ม แล้วใช้ปั๊มสารเคมีในการเติมกรดเกลือ (HCl35%) เพื่อปรับค่าความเป็นกรด – ด่างให้ได้ตามกำหนดแทน

<u>ผลการดำเนินการปรับปรุงระบบปรับpHน้ำเสียที่ระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์</u>

จากการแบ่งแยกน้ำเสียที่ระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์ ออกเป็น 2 ประเภท คือ ประเภทน้ำกรด และประเภทน้ำด่าง ซึ่งได้ปรับปรุงและใช้งานในช่วงต้นเดือนมิถุนายน พบว่ายังมีการใช้ปริมาณโซดาไฟมาก เนื่องจากการเดินปั๊มสูบน้ำกรดและน้ำด่าง ให้ได้อัตราส่วน40 : 60 โดยอาศัยระดับน้ำในถังผสมเป็นตัวบ่งชี้ควบคุมปริมาณการสูบได้ไม่แน่นอน ทำให้ในบ่อยครั้งที่มีการสูบน้ำกรดหรือน้ำด่างเข้าถังผสมมากเกินไป

จึงได้แก้ไขระบบใหม่โดยการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมระยะเวลาที่ปั๊มสูบน้ำกรดน้ำด่างทำงานในแต่ละครั้ง โดยตั้งระยะเวลาให้ได้ปริมาณน้ำกรดต่อน้ำด่างในถังผสมเป็น 40 : 60ทุกครั้ง ซึ่งสามารถแก้ไขปัญหาการใช้โซดาไฟมากเกินไปลงได้ โดยตั้งให้ปั๊มสูบถ่ายน้ำกรดทำงาน 8 นาที ส่วนปั๊มสูบถ่ายน้ำด่างทำงาน 12 นาที (ปั๊มสูบถ่ายน้ำเสียมีกำลังสูบ 30 m^3/hr)

ผลการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียสามารถลดการใช้กรดเกลือ(HCl 35 %)และโซดาไฟ (NaOH50 % ลงได้ดังตารางที่ 5.18

ตารางที่ 5.18 เปรียบเทียบปริมาณการใช้สารเคมีในระบบปรับ pH น้ำเสียของระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์

หัวเรื่อง	ก่อนปรับปรุง (ม.ค.41 – พ.ค. 41)		ช่วงทดลอง (1 มิ.ย 41 – 30มิ.ย.41)0		หลังปรับปรุง (ก.ค.41 – ส.ค.41)	
ปริมาณที่ใช้เฉลี่ยต่อเดือน	ทั้งหมด	เฉพาะระบบปรับpH	ทั้งหมด	เฉพาะระบบปรับpH	ทั้งหมด	เฉพาะระบบปรับpH
โซดาไฟ(NaOH50 %)	16,320	920	15,980	550	15,600	100
กรดเกลือ(HCl35%)	22,150	5,310	21,060	4,220	20,580	3,700

สรุปผลจากการปรับปรุงระบบปรับสภาพน้ำเสียของระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์

สามารถลดปริมาณการใช้สารเคมีได้ดังนี้

1. ลดปริมาณการใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ 50% ต่อเดือน = 920 - 100 กก. / เดือน
= 820 กก. / เดือน

คิดเป็นเงิน = 820 กก. / เดือน x 3.41 บาท / กก.
= 2,796 บาท / เดือน

2. ลดปริมาณใช้กรดไฮโดรครอริก 35 % ต่อเดือน = 5,310 - 3,700 กก. / เดือน
= 1,610 กก. / เดือน

คิดเป็นเงิน = 1,610 กก. / เดือน x 3.17 บาท / กก.
= 5,104 บาท / เดือน

รวมลดค่าใช้จ่ายด้านสารเคมีที่ระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์ลงได้ = 7,900 บาท / เดือน
= 94,800 บาท / ปี

โดยใช้เงินลงทุนในการปรับปรุงทั้งหมดเท่ากับ 43,000 บาท

5.4 การดำเนินการเพิ่มลดค่าจ้างเงินเดือน

การเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานให้สูงขึ้น โดยวิธีการเพิ่มความสามารถให้พนักงานสามารถควบคุมดูแลระบบผลิตได้ทุกระบบผลิต และปรับปรุงเปลี่ยนแปลงการทำงานให้สามารถทำงานได้ โดยใช้จำนวนพนักงานลดลง ซึ่งจากการศึกษาการทำงานพบว่ามีความเป็นไปได้ในการปรับลดจำนวนพนักงานดูแลควบคุมระบบผลิต จากกะละ 5 คน เหลือกะละ 3 คน

ขั้นตอนการดำเนินการ

1. วางแผนเพื่อฝึกให้พนักงานควบคุมดูแลได้ทุกระบบผลิตและลดจำนวนพนักงาน
2. ประกาศแผนให้พนักงานทุกคนทราบ
3. ดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์ช่วยในการทำงาน
4. ดำเนินการอบรมเชิงทฤษฎีและเชิงปฏิบัติ
5. สลับหน้าที่การดูแลควบคุมระบบผลิต
6. ปรับลดจำนวนพนักงานควบคุมระบบผลิต

1. การวางแผนเพื่อฝึกให้พนักงานควบคุมดูแลได้ทุกระบบผลิต และลดจำนวนพนักงาน แผนการดำเนินการเพื่อลดจำนวนพนักงานแสดงดังตารางที่ 5.19

ตารางที่5.19 แผนการฝึกอบรมพนักงาน

ปี2541 ตำแหน่งงาน	ช่วงที่1		ช่วงที่2		ช่วงที่3	
	1ก.พ. –28 ก.พ. ฝึกควบคุม	1 มี.ค. – 30 เม.ย. ควบคุมระบบ	1พ.ค. – 311 พ.ค. ฝึกควบคุม	1 มิ.ย. – 31 ก.ค. ควบคุมระบบ	1 ส.ค. – 31 ส.ค. ฝึกควบคุม	1 ก.ย. – 31 ต.ค. ควบคุมระบบ
พนักงานควบคุมระบบผลิตลมความดันสูง	ระบบผลิตไอน้ำ	ระบบผลิตไอน้ำ	ระบบผลิตน้ำหล่อเย็น	ระบบผลิตน้ำหล่อเย็น	ระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์	ระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์
พนักงานควบคุมระบบผลิตไอน้ำ	ระบบผลิตลมความดันสูง	ระบบผลิตลมความดันสูง	ระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์	ระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์	ระบบผลิตน้ำหล่อเย็น	ระบบผลิตน้ำหล่อเย็น
พนักงานควบคุมระบบผลิตน้ำหล่อเย็น	ระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์	ระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์	ระบบผลิตลมความดันสูง	ระบบผลิตลมความดันสูง	ระบบผลิตไอน้ำ	ระบบผลิตไอน้ำ
พนักงานควบคุมระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์	ระบบผลิตน้ำหล่อเย็น	ระบบผลิตน้ำหล่อเย็น	ระบบผลิตไอน้ำ	ระบบผลิตไอน้ำ	ระบบผลิตลมความดันสูง	ระบบผลิตลมความดันสูง

2. ประกาศแผนให้พนักงานทุกคนรับทราบ

เพื่อให้พนักงานทุกคนรับทราบถึงแนวทางในการอบรม และช่วงเวลาในการสลับหน้าที่การดูแลควบคุมระบบผลิต โดยจัดทำเป็นใบประกาศแจ้งช่วงเวลาในการอบรม และช่วงเวลาในการสลับหน้าที่ควบคุมระบบผลิต ได้เริ่มประกาศให้พนักงานรับทราบในวันที่ 25 มกราคม 2541

3. การดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์ช่วยในการทำงานและปรับวิธีการทำงาน

เพื่อให้สามารถควบคุมระบบผลิตต่าง ๆ ได้ตามปกติ ในช่วงที่ลดจำนวนผู้ควบคุมดูแลการทำงานของเครื่องจักรเพิ่มเติม ในห้องศูนย์กลางควบคุมการผลิต โดยปรับปรุงห้องหัวหน้างานให้เป็นห้องศูนย์กลางควบคุมการผลิต เพื่อให้พนักงานทุกคนอยู่รวมกันภายในห้องควบคุม และช่วยดูแลระบบแทนกันได้ ทดแทนระบบเดิมที่พนักงานแต่ละคนจะประจำอยู่เฉพาะระบบผลิตของตนเอง

โดยในห้องศูนย์กลางควบคุมได้ติดตั้งแผงแสดงสภาวะการทำงานของระบบผลิตต่างๆ และสัญญาณเตือนเมื่อระบบผลิตมีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้น ตัวอย่างเช่น ติดตั้งหน้าจอแสดงอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นและสัญญาณเตือนอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นมีค่าสูงเกินค่าควบคุม ติดตั้งแผงแสดงระดับน้ำสูงและน้ำต่ำของบ่อสำรองน้ำ เพื่อผลิตทุกบ่อติดตั้งแผงสัญญาณเตือนต่างๆ ของหม้อไอน้ำ ติดตั้งแผงแสดงค่า pH ของน้ำเสียที่ระบบบ่อสะเทินและสัญญาณเตือน เมื่อมีค่าสูงหรือต่ำกว่าผิดปกติ เป็นต้น

การติดตั้งอุปกรณ์ช่วยต่างๆ ได้ ดำเนินการแล้วเสร็จสมบูรณ์และสามารถใช้งานได้ ในช่วงปลายเดือน พฤษภาคม2541 ซึ่งทำให้การควบคุมดูแลระบบทำได้ง่ายและสะดวกขึ้น และลดข้อผิดพลาดต่างๆ ที่จะเกิดขึ้น เมื่อลดจำนวนพนักงานลง นอกจากนี้ได้ทำงานรับลดความถี่และหัวข้อในการจดบันทึกการทำงานของระบบผลิตต่างๆ ลง เพื่อให้เหมาะสมกับจำนวนของพนักงานที่ลดลง

ตัวอย่างเช่น ลดหัวข้อการบันทึกที่ไม่จำเป็น และไม่ได้ใช้ประโยชน์ลง ลดความถี่ในการจดบันทึกการทำงานของระบบลงจากการบันทึกทุกๆ 1 ชั่วโมง เป็นการจดบันทึกทุกๆ 3 ชั่วโมง ลดใบบันทึกการทำงานที่ซ้ำซ้อน และไม่ได้ใช้ประโยชน์จากข้อมูลที่บันทึก ซึ่งจากการปรับลดใบบันทึกการผลิต ทำให้สามารถลดจำนวนใบบันทึกการผลิตรวมภายในหน่วยงานจากทั้งหมด 20 ใบ เหลือจำนวนใบบันทึกในปัจจุบันที่ใช้งาน 11 ใบ ลดลงทั้งหมด 9 ใบ และได้จัดหาวิทยุติดตามตัวให้พนักงานภายในกะใช้เพื่อเพิ่มความเร็วในการแก้ปัญหาการผลิตจำนวน 3 เครื่อง

4. การดำเนินการอบรมเชิงทฤษฎีและเชิงปฏิบัติ

การอบรมแบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ

1. อบรมเชิงทฤษฎีจะเป็นหน้าที่ของวิศวกรกระบวนการผลิตสาธารณูปการ
2. อบรมเชิงปฏิบัติจะเป็นหน้าที่ของหัวหน้างานและพนักงานที่ดูแลระบบผลิตในขณะนั้น

ในการอบรมฝึกสอนช่วงที่ 1 จะเป็นการอบรมให้พนักงานผลิตลมความดันสูงกับพนักงานผลิตไอน้ำและพนักงานผลิตน้ำบริสุทธิ์กับพนักงานผลิตน้ำหล่อเย็น สามารถดูแลควบคุมระบบผลิตแทนกันได้ โดยวิศวกรได้ดำเนินการสอนหลักการทำงานเชิงทฤษฎีของกระบวนการผลิตต่างๆ ให้กับพนักงานทุกคนรับทราบตามแผนที่วางไว้ การอบรมได้ใช้วิธีการสอนบรรยาย ควบคู่กับจัดเตรียมเอกสารความรู้พื้นฐานของระบบผลิตต่างๆให้พนักงานศึกษา จากนั้นจึงให้พนักงานทำข้อสอบเพื่อประเมินผลการเรียนรู้ ในการฝึกอบรมเชิงทฤษฎีในช่วงที่ 1 จะเริ่มตั้งแต่วันที่1 กุมภาพันธ์ 2541 - 12 กุมภาพันธ์ 2541 จากการประเมินผลการอบรมเชิงทฤษฎีพบว่าพนักงานทุกคน มีความรู้เชิงทฤษฎีเพียงพอต่อการปฏิบัติงาน

ในการอบรมฝึกสอนเชิงปฏิบัติในช่วงแรก หัวหน้างานได้ทำการฝึกสอนอบรมเชิงปฏิบัติให้พนักงานควบคุมระบบผลิตลมความดันสูงกับพนักงานผลิตไอน้ำทำหน้าที่ทดแทนกันได้ และพนักงานผลิตน้ำหล่อเย็นกับพนักงานผลิตน้ำบริสุทธิ์ทำหน้าที่แทนกันได้ โดยการฝึกปฏิบัติจะฝึกการปฏิบัติควบคุมระบบการผลิตตามคู่มือมาตรฐานการปฏิบัติงาน ฝึกการกรอกข้อมูลในใบบันทึกการผลิต ฝึกการแก้ไขปัญหาการผลิตในเบื้องต้น

ปัญหาที่พบในช่วงการฝึกอบรม

1. พนักงานต้องควบคุมระบบผลิตที่ตนเองรับผิดชอบอยู่ ทำให้ระยะเวลาในการฝึกปฏิบัติมีน้อย การฝึกสอนจึงทำได้ช้า ส่งผลให้พนักงานไม่พร้อมในการรับหน้าที่ควบคุมระบบตามแผนได้

2. พนักงานบางคนมีอายุมาก ทำให้ต้องใช้เวลาในการเรียนรู้นานกว่าคนอื่นๆ

3. จำนวนพนักงานลดลงก่อนที่จะดำเนินการฝึกสอนตามแผนสำเร็จ ทำให้ถ้าจะฝึกสอนให้พนักงานที่เหลือดำเนินการตามแผนจะต้องมีค่าทำงานล่วงเวลาสูงมาก เนื่องจากโรงงานมีแผนไม่รับพนักงานใหม่ และเปิดโอกาสให้พนักงานเกษียณการทำงานก่อนครบอายุงาน อีกทั้งมีความต้องการพนักงานผลิตสาธารณูปการจำนวน 3 คน เพื่อไปปฏิบัติงานที่หน่วยงานอื่นในเดือน มิถุนายน2541 ซึ่งเป็นพนักงานผลิตระบบผลิตไอน้ำ 2 คน และพนักงานผลิตน้ำบริสุทธิ์1 คน ที่ต้องการย้ายไปปฏิบัติงานที่หน่วยงานอื่น โดยมีพนักงานผลิตลมความดันสูง 1คน กับพนักงานผลิตน้ำหล่อเย็น 1 คน ขอเกษียณก่อนครบอายุงานในเดือนกรกฎาคม

จากปัญหาดังกล่าว ทำให้ต้องปรับแผนการฝึกการปฏิบัติงานใหม่ดังนี้

1. เพิ่มระยะเวลาในการฝึกปฏิบัติควบคุมระบบอีก 1 เดือน เป็นครบกำหนดการฝึกปฏิบัติใน วันที่ 31 มีนาคม2541 เนื่องจากพนักงานยังมีความสามารถ ไม่เพียงพอต่อการสลับการควบคุมดูแลระบบผลิตได้

2. ยกเลิกการฝึกอบรมเรียนรู้ในช่วงที่2 และช่วงที่ 3 เพื่อใช้ระยะเวลาของส่วนที่เหลือในการฝึกให้พนักงาน 1คน ดูแลระบบผลิต 2ระบบ คือ ระบบผลิตความดันสูงและระบบผลิตไอน้ำใช้พนักงาน 1คน ควบคุมระบบผลิตน้ำหล่อเย็นและระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์ใช้พนักงาน 1 คน ควบคุม

5.สลับหน้าที่การดูแลควบคุมระบบผลิต

ได้เริ่มทำการสลับหน้าที่ควบคุมระบบผลิตตามแผน ตั้งแต่วันที่ 1 เมษายน2541 โดยสลับหน้าที่ ดังนี้

1. พนักงานควบคุมระบบผลิตลมความดันสูง	ย้ายไปควบคุม	ระบบผลิตไอน้ำ
2. พนักงานควบคุมระบบผลิตไอน้ำ	ย้ายไปควบคุม	ระบบผลิตลมความดันสูง
3. พนักงานควบคุมระบบผลิตน้ำหล่อเย็น	ย้ายไปควบคุม	ระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์
4. พนักงานควบคุมระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์	ย้ายไปควบคุม	ระบบผลิตน้ำหล่อเย็น

ซึ่งพบว่าพนักงานสามารถควบคุมระบบผลิตต่างๆ ได้ตามปกติ

6.การปรับลดจำนวนพนักงานควบคุมระบบผลิต

ได้ยกเลิกตำแหน่งพนักงานดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย โดยโอนย้ายพนักงานไปปฏิบัติงานยังหน่วยงานอื่นและให้หัวหน้างานดูแลควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียแทน แต่วันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2541 จากนั้น ได้เริ่มปรับลดจำนวนพนักงาน จากกะละ 5 คน เหลือเพียง 3 คน ตั้งแต่วันที่1 มิถุนายน 2541 โดยได้โอนย้ายพนักงานที่เหลือให้หน่วยงานอื่น ส่วนพนักงานที่ขอเกษียณก่อนกำหนดได้ปรับเปลี่ยนหน้าที่เป็นพนักงานทำงานในเวลาปกติจนถึงวันเกษียณ

<u>ผลจากการดำเนินการรับลดจำนวนพนักงาน</u>

ผลจากการลดจำนวนพนักงานควบคุมระบบผลิตสิ่งสาธารณูปการลงโดยวิธีเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานและการเปลี่ยนแปลงวิธีการทำงาน พบว่าพนักงานที่เหลือสามารถควบคุมระบบการผลิตสิ่งสาธารณูปการต่างๆได้เป็นปกติ และไม่เกิดปัญหาในการผลิต อีกทั้งยังทำให้พนักงานมีประสิทธิภาพการทำงานสูงขึ้นเป็น 80.8% แสดงได้ดังตารางที่ 5.20

ตารางที่ 5.20 สรุปข้อมูลการสุ่มงานตามเวลาสุ่มหลังปรับปรุง

จำนวนการบันทึก 5,673 ครั้ง		วันที่ 16/06/41 - 29/06/41		
ตำแหน่งงาน กิจกรรม	หัวหน้างาน	พนักงานผลิตไอน้ำและผลิตลมความดันสูง	พนักงานผลิตน้ำบริสุทธิ์และผลิตน้ำหล่อเย็น	เฉลี่ย
เวลาทำงาน	4,123	3,858	3,656	3,879.0
เวลาไม่ทำงาน	677	942	1,144	921.0
%ประสิทธิภาพ	85.9	80.3	76.2	80.8
			% เวลาว่าง	19.2

ที่มา : จากภาคผนวก ตารางที่ ง.3

ตารางที่ 5.21 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง

รายการ	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	เปลี่ยนแปลง
จำนวนพนักงานทั้งหมด	24 คน	15 คน	ลดลง 9 คน
%ประสิทธิภาพการทำงาน	53.5%	80.8%	เพิ่มขึ้น 27.3%
%เวลาว่าง	46.5%	19.2%	ลดลง 27.3%

สรุปผลจากการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน

จากการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานและปรับปรุงวิธีการควบคุมการผลิตต่างๆ ทำให้ สามารถลดพนักงานลงได้จำนวน 9 คน และทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานเพิ่มขึ้น 27.3 % ซึ่งทำให้สามารถลดต้นทุนการผลิตลงได้เท่ากับ 1,713,312 บาท/ปี โดยใช้เงินลงทุนในการปรับปรุงระบบทั้งหมดเท่ากับ 352,000 บาท

5.5 การดำเนินการเพื่อลดค่าซ่อมบำรุง

การดำเนินการเพื่อลดค่าซ่อมบำรุงตามแนวทางที่เสนอไว้ในบทที่4 มีดังนี้

5.5.1 ปรับปรุงระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน
5.5.2 ลดจำนวนการออกใบสั่งซ่อม

5.5.1 การดำเนินการเพื่อปรับปรุงระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

การดำเนินการปรับปรุงระบบการบำรุงรักษาเครื่องจักร ได้มีการดำเนินการดังนี้

1.จัดทำแผนการสลับเดินเครื่องจักรประจำเดือน เพื่อให้เครื่องจักรสำรองได้ถูกใช้งานใกล้เคียงกับเครื่องจักรหลัก โดยแผนการสลับเดินเครื่องจักรจะจัดทำโดยวิศวกรผลิตสาธารณูปการทุกๆ เดือน และจัดส่งให้ หัวหน้างานกระจายแผนการสลับเดินเครื่องจักรไปยังพนักงานควบคุมการผลิต ได้เริ่มดำเนินการตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2541

2.ได้ยกเลิกงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่ พิจารณาแล้วพบว่าทางหน่วยผลิต สามารถดำเนินการได้เอง เพื่อลดค่าซ่อมบำรุงในระบบลง ตัวอย่างงานที่ยกเลิกจากแผนการบำรุงรักษาของหน่วยซ่อมบำรุง และทางหน่วยผลิตดำเนินการเอง ได้แก่ งานทำความสะอาดกรองอากาศของเครื่องอัดอากาศ งานถอดล้างมาตรวัดอัตราการไหลน้ำและสารเคมี ที่ระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์ งานถอดล้างไส้กรองเศษผงในระบบท่อน้ำหล่อเย็น งานเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องของปั๊มน้ำ เป็นต้น ซึ่งการดำเนินการดังกล่าวสามารถลดรายการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรของหน่วยงานซ่อมบำรุงลงได้เป็นจำนวน 32 รายการ

3.นำเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้งาน เข้าระบบซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน จำนวน 23 รายการ

4.ได้จัดทำระบบบันทึกประวัติซ่อมเครื่องจักรแต่ละเครื่อง โดยเริ่มดำเนินการตั้งแต่ต้นเดือนมิถุนายน2541 โดยเก็บข้อมูลย้อนหลังเท่าที่จะค้นหาได้และบันทึกข้อมูลงานซ่อมล่าสุดอยู่เสมอ

5.ได้ลดจำนวนการออกใบสั่งงานซ่อมต่อเดือนลง โดยให้หัวหน้างานและพนักงานดำเนินการซ่อมเอง ถ้าพิจารณาแล้วพบว่าสามารถดำเนินการซ่อมเองได้ ซึ่งส่วนมากจะเป็นงานประเภท งานซ่อมรูรั่วของ ท่อน้ำ ท่อพีวีซี งานต่อท่อน้ำขนาดเล็ก งานเปลี่ยนประเก็นของฝาถังกรอง และงานอื่นๆ ที่ไม่ต้องใช้อุปกรณ์พิเศษและทักษะในการซ่อมมากนัก

<u>สรุปผลจากากดำเนินการเพื่อลดค่าซ่อมบำรุง</u>

จากการพยายามลดค่าซ่อมบำรุงโดยวิธีการข้างต้น ทำให้จำนวนงานซ่อมในช่วงนอกเวลาทำงานปกติลดลง ซึ่งเป็น ผลมาจากการสลับเดินเครื่องจักร และทำให้พนักงานใส่ใจในการดูแลเครื่องจักรมากขึ้น นอกจากนี้การดำเนินการเพื่อลดจำนวนใบสั่งซ่อม ทำให้สามารถลดใบสั่งซ่อมเฉลี่ยต่อเดือนลงได้เฉลี่ยต่อเดือน 7 งานต่อเดือน ตามตารางที่ 5.22 แต่เมื่อพิจารณาถึงค่าซ่อมบำรุงจะพบว่าจะมีค่าสูงขึ้น ซึ่งสาเหตุเกิดจาก การลงทุนปรับปรุงเพื่อลดต้นทุนภายในหน่วยผลิตต่างๆในปี 2541 ทำให้ต้นทุนในส่วนนี้สูงขึ้น และจะมีค่าลดลงในปี2542

ตารางที่ 5.22 แสดงจำนวนใบสั่งซ่อมเฉลี่ยต่อเดือนก่อนและหลังดำเนินการ

รายการ	ก่อนปรับปรุงระบบ (ม.ค.40 – มิ.ย.41)	หลังปรับปรุงโดยดำเนินการซ่อมเอง (พ.ค.41 – ธ.ค.41)
จำนวนใบสั่งซ่อม เฉลี่ยต่อเดือน(ใบ)	21	14

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.23 สรุปผลการดำเนินการทั้งหมด

แนวทางการดำเนินการ	เงินลงทุน (บาท)	ค่าพลังงานที่ประหยัดได้ (บาท/ปี)
การลดค่าน้ำมันเตา		
1.การเพิ่มประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ โดยปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้	39,800	1,327,476
2.การควบคุมการระบายน้ำทิ้งที่หม้อไอน้ำโดยติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมการระบายน้ำทิ้งอัตโนมัติ	145,000	120,905
3.การนำคอนเดนเสตส่งกลับเพิ่มให้มากที่สุด	50,000	511,871
4.การปรับลดความดันในการผลิตไอน้ำให้เหมาะสมกับการใช้งาน	ไม่มี	338,853
5.การจัดทำแผนทำความสะอาดท่อไฟ และ ตรวจสอบหัวฉีด	ไม่มี	ไม่มี
การลดค่าไฟฟ้า		
1.การซ่อมจุดรูรั่วของอากาศอัด	62,000	568,650
2.การลดชั่วโมงการทำงานของปั๊มน้ำและพัดลมที่ระบบผลิตน้ำหล่อเย็น	126,000	325,992
3.การลดชั่วโมงการทำงานของปั๊มน้ำและเครื่องเป่าลมที่ระบบบำบัดน้ำเสีย	31,000	87,210
การลดค่าสารเคมี		
1.การลดการใช้สารเคมีที่ระบบปรับpHโดยแยกน้ำเสียจากระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์เป็น2ประเภท คือกรด – ด่าง	43,000	94,800
2.การลดการสูญเสียน้ำหล่อเย็น โดยแก้ไขการใช้น้ำหล่อเย็นผิดประสงค์	125,000	362,000
3.การปรับเปลี่ยนวิธีการปล่อยน้ำด่างเข้มข้น โดยใช้วิธีการเจือจางให้มากที่สุด	ไม่มี	195,300
การลดเงินเดือนค่าจ้าง		
1.การลดจำนวนพนักงานโดยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน	352,000	1,713,312
การลดค่าซ่อมบำรุง		
1.การปรับปรุงระบบPM.	ไม่มี	ไม่ทราบผล