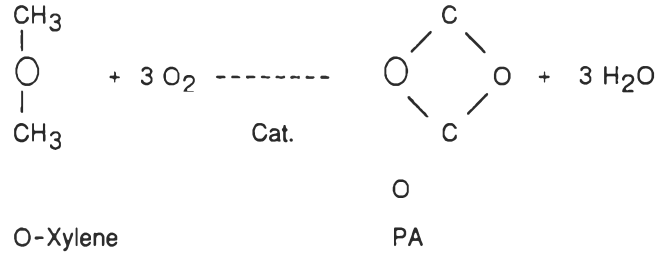
บทที่ 4

การศึกษาสภาพการผลิตของโรงงานตัวอย่าง

การศึกษานี้จะใช้โรงงานผลิต Phthalic Anhydride แห่งหนึ่งเป็นโรงงานตัวอย่าง โรงงานตัวอย่างนี้ เริ่มดำเนินการผลิตตั้งแต่ปี พ.ศ.2533 โดยกระบวนการผลิตของโรงงานเป็นประเภทกระบวนการผลิตต่อเนื่อง (Continenous Process) และผลิตผลิตภัณฑ์เพียงชนิดเดียวกันเท่านั้น โดยจะทำเป็นผงและบรรจุถุง ส่งไปจำหน่ายทั้งในและต่างประเทศ โดยมีอัตราการผลิต 30,000 ตันต่อปี วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตคือ O-Xylene โดยนำเข้าจากต่างประเทศขนส่งโดยทางเรือ

4.1 กระบวนการผลิตของโรงงาน

การผลิต PA (Phthalic Anhydride) ใช้ O-Xylene ทำปฏิกิริยา Oxidation กับ O_2 ในอากาศ เกิดปฏิกิริยาดังนี้



O-Xylene PA

ในการเกิดปฏิกิริยาของ O-Xylene กับ O_2 นอกจากได้ PA ซึ่งเป็น Main Product แล้ว ยังเกิดปฏิกิริยาข้างเคียง (Side Reaction) ได้สารอื่น ๆ อีก เช่น Benzoic Acid, Toluic Acid, Phthalide, Maleic Anhydride, Carbon Dioxide, Carbon Monooxide, Citraconic Anhydride และ อื่น ๆ

ในระบบของการผลิต PA จะแยกขั้นตอนการผลิตออกเป็น 4 ขั้นตอนคือ

1. Oxidation
2. Condensation
3. Pretreatment and Distillation
4. Storing and Faking & Bagging

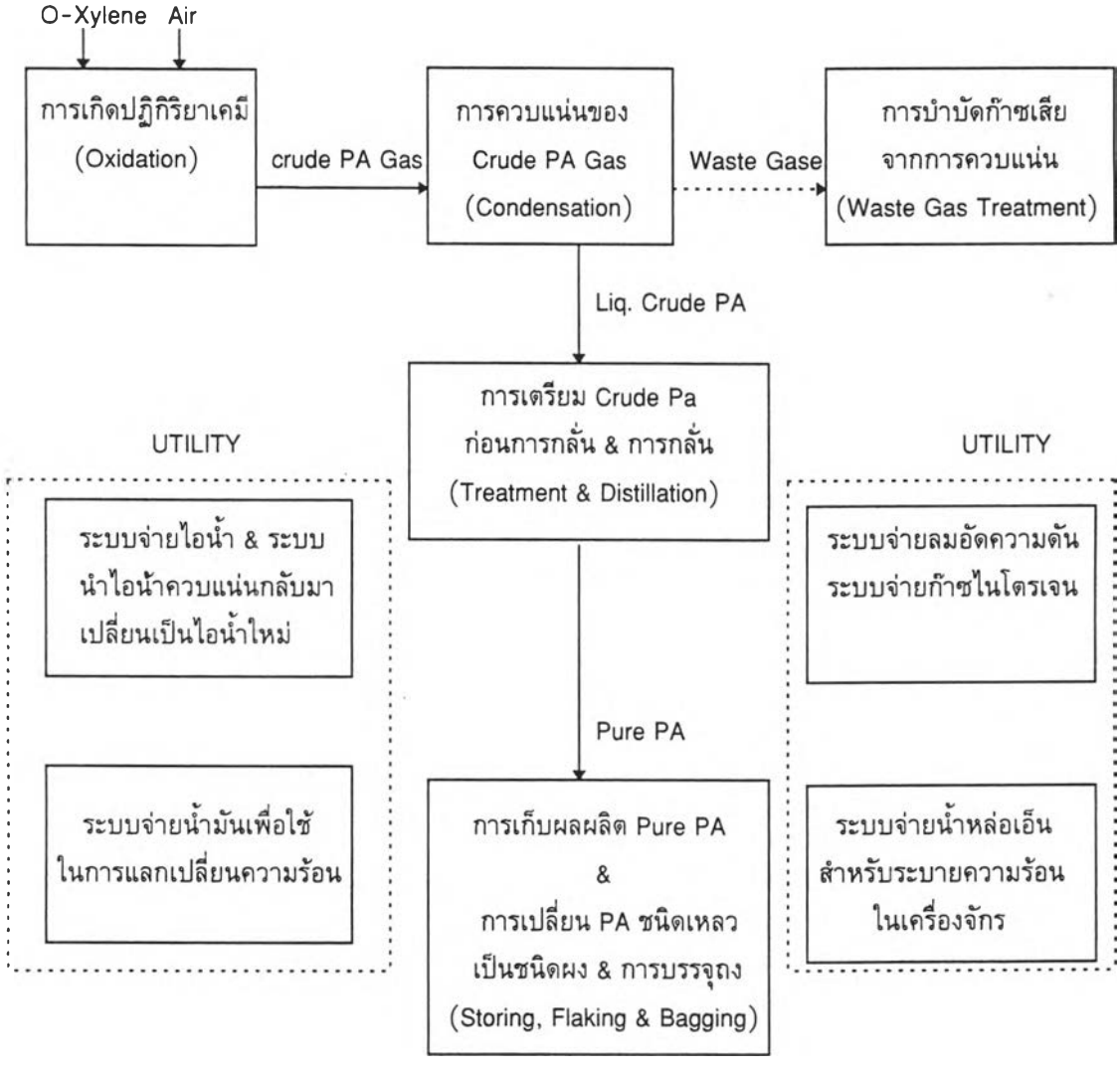
นอกจากนี้ยังมีส่วยของหน่วย Utility ช่วยในการผลิตซึ่งมี 4 ส่วนย่อย

1. Steam system
2. Heat Transfer Oil System

3. N_2-Gas and Compressed Air System

4. Cooling Water System

และหน่วยบำบัดก๊าซเสีย (Waste Gas Treatment Unit) อีกหนึ่งหน่วยเพื่อกำจัดก๊าซเสียที่มาจากกระบวนการผลิต โดยจะถูกส่งผ่านเข้าไปยัง Waste Gas Scrubber ก่อนที่จะปล่อยออกสู่บรรยากาศ



รูปที่ 2 แสดงแผนภาพกระบวนการผลิต PA

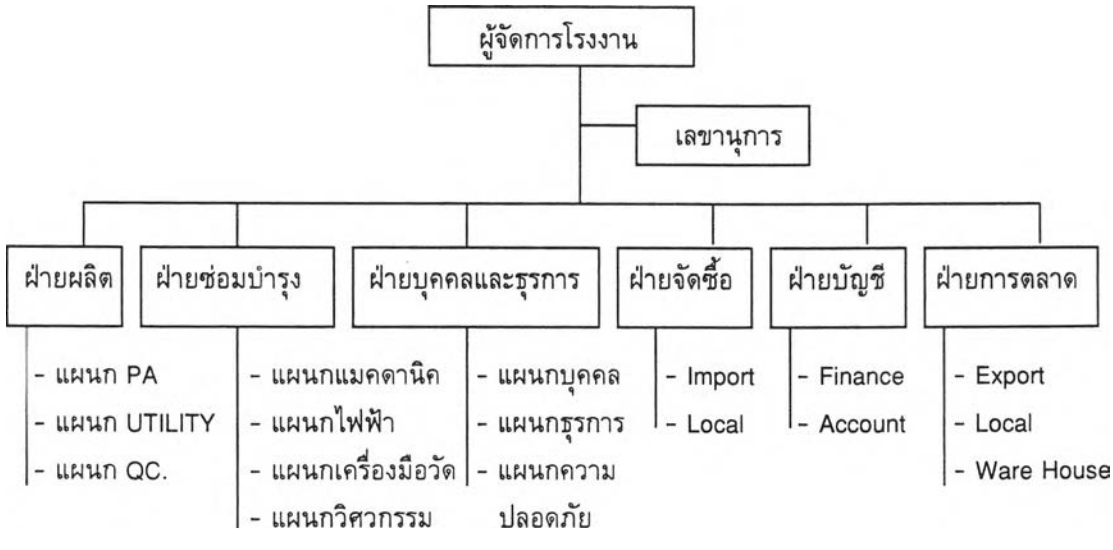
4.2 <u>การจัดองค์กรในโรงงาน</u>

โรงงานตัวอย่างได้จัดผังการทำงานออกเป็น 6 ส่วนใหญ่ ๆ โดยใน แต่ละส่วนยังได้แบ่งย่อย ไปเป็นแผนกต่าง ๆ อีก ดังแสดงในภาพที่ 3 เช่น ในส่วนการผลิตได้แบ่งหน้าที่การทำงานออกเป็นแผนกต่าง ๆ ได้แก่ แผนกการผลิต PA แผนก UTILITY และแผนกควบคุมคุณภาพ เป็นต้น นอกจากนี้

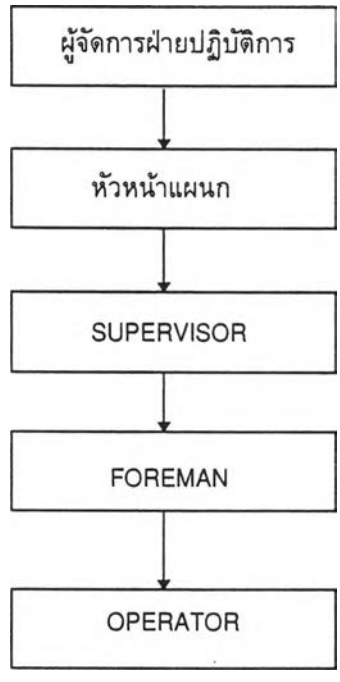
ในโรงงานจะมีส่วนที่เป็นหน่วยงานสำคัญและหน่วยงานใหญ่อยู่สองหน่วยงาน คือ ฝ่ายผลิต และฝ่ายซ่อมบำรุงรักษา การจัดแบ่งสายการบังคับบัญชาของทั้งสองหน่วยงานดังแสดงในภาพที่ 4 และภาพที่ 5 ในโรงงานมีพนักงานประจำทั้งหมด 210 คน จำนวนพนักงานในแต่ละฝ่ายและระดับวุฒิการศึกษา ดังแสดงในตารางที่ 2

เนื่องจากกระบวนการผลิตของโรงงานเป็นแบบต่อเนื่อง จะต้องเดินเครื่องทำการผลิตตลอด 24 ชั่วโมง และระบบควบคุมการผลิตเป็นแบบอัตโนมัติ จึงต้องอาศัยผู้ที่มีความรู้ ความชำนาญเข้ามาปฏิบัติงาน ในส่วนต่าง ๆ ในกระบวนการผลิต ตลอดจนการซ่อมบำรุงรักษา จากตารางที่ 2 แสดงถึงระดับวุฒิการศึกษาของพนักงาน จะเห็นว่าส่วนใหญ่มีการศึกษาอยู่ในเกณฑ์ดีแทบทั้งสิ้น พนักงานในฝ่ายผลิตและฝ่ายซ่อมบำรุงรักษาจะมีการปฏิบัติงานเป็นกะผลัดเปลี่ยนกันไปกะละ 8 ชั่วโมง ดังนี้

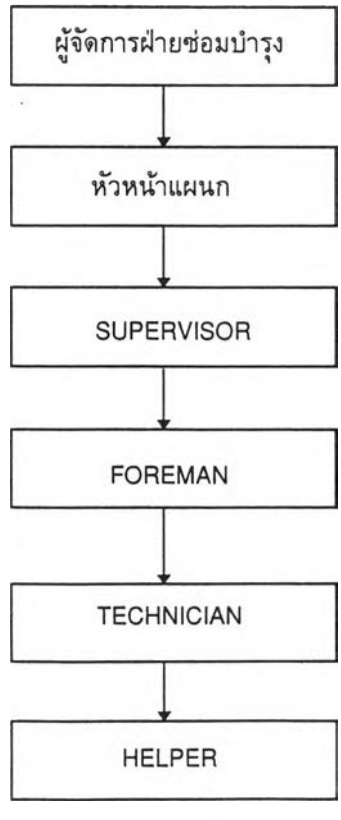
1. กะเช้า เริ่มตั้งแต่เวลา 08.00 น. ถึง 16.00 น.
2. กะบ่าย เริ่มตั้งแต่เวลา 16.00 น. ถึง 24.00 น.
3. กะดึก เริ่มตั้งแต่เวลา 24.00 น. ถึง 08.00 น.



รูปที่ 3 การจัดผังโครงสร้างองค์กรในโรงงาน



รูปที่ 4 สายการบังคับบัญชาในฝ่ายผลิต



รูปที่ 5 สายการบังคับบัญชาในฝ่ายซ่อมบำรุงรักษา

ตารางที่ 1 แสดงระดับวุฒิการศึกษาของพนักงาน

ลำดับที่	ฝ่าย	จำนวนคน	ระดับวุฒิการศึกษา							หมายเหตุ
			ต่ำกว่า ม.6	ม.6	ปวช.	ปวส	ปริญญาตรี	ปริญญาโท	ปริญญาเอก	
1	ผลิต	96	-	-	49	32	12	2	1	
2	บำรุงรักษา	47	-	3	20	21	2	1	-	
3	บุคคลและธุรการ	36	3	19	4	4	6	-	-	
4	บัญชี	9	-	-	1	4	4	-	-	
6	จัดซื้อ	6	-	-	2	2	1	-	-	
6	การตลาด	16	-	3	3	7	3	-	-	
รวม		210	3	25	79	71	28	3	1	

ด้านสวัสดิการ

บริษัท ได้จัดให้มีสวัสดิการต่าง ๆ แก่พนักงานดังนี้

1. รถรับส่งพนักงาน ผ่านตามจุดที่หนักงานอาศัยอยู่เป็นส่วนใหญ่
2. ค่ารักษาพยาบาล เบิกได้วันละ 200 บาท (กรณีคนไข้นอก)
3. ประกันชีวิตให้คนละ 100,000 บาท
4. กองทุนประกันสังคม
5. กองทุนสำรองเลี้ยงชีพ พนักงานจ่าย 3 เปอร์เซ็นต์ บริษัทจ่ายสมทบ 3 เปอร์เซ็นต์ ใน 1 ถึง 3 ปีแรก และเพิ่มขึ้นฝ่ายละ 1 เปอร์เซ็นต์ ในปีที่ 4 และ 5
6. เงินค่าครองชีพ 1,000 บาทต่อเดือน
7. เบี้ยขยัน 500 บาทต่อเดือน กรณีไม่ลา ไม่ขาย ไม่มาสาย
8. ชุดพนักงานปีละ 3 ชุด
9. เงินช่วงเหลือค่าแต่งงาน บวช หรือบิดามารดาเสียชีวิต 2,000 บาท
10. มีสวัสดิการโรงอาหารจำหน่ายราคาถูก
11. เงินปันผลประจำปี (BONUS) 2 เดือนโดยประมาณ
12. อุปกรณ์ด้านความปลอดภัยส่วนบุคคล เช่น หมวก รองเท้า เข็มขัด แว่น หน้ากาก เป็นต้น

จากสวัสดิการใน 5 ปี ที่ผ่านมา มีการลาออกของพนักงานโดยเฉลี่ย 3.5 เปอร์เซ็นต์ ต่อปี เท่านั้น ส่วนใหญ่เป็นพนักงานระดับ Operator และพนักงานฝ่ายบุคคลและธุรการ

4.3 ด้านการบำรุงรักษา

ฝ่ายซ่อมบำรุงรักษาเป็นหน่วยงานที่สำคัญอีกหน่วยงานหนึ่ง งานซ่อมบำรุงรักษาเป็นงานที่มีขอบเขตกว้าง ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องต้องเข้าใจ สนใจและร่วมมือกันอย่างจริงจัง จึงจะทำให้งานบำรุงรักษา

ดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิผล ในขณะเดียวกันงานบำรุงรักษาจะต้องสมดุลย์พอดีกับงานอื่น และเป็นที่ยอมรับของทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง แผนผังโครงสร้างองค์กรของฝ่ายซ่อมบำรุงรักษาดังแสดงในรูปที่ 4.6 ซึ่งมีการแบ่งหน่วยงานย่อยออกเป็น 4 หน่วยงาน ดังนี้

1. <u>แผนกแมคคานิค</u> **(Mechanical Section)**

ดูแลรับผิดชอบงานซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรกลต่าง ๆ งานเชื่อม งานตัด งานปรับปรุงแก้ไขระบบทางเดินท่อ งานซ่อมปั๊มและติดตั้ง ตลอดจนงานหล่อลื่นเครื่องจักรกลทุกชนิด

2. <u>แผนกไฟฟ้า</u> **(Electrical Section)**

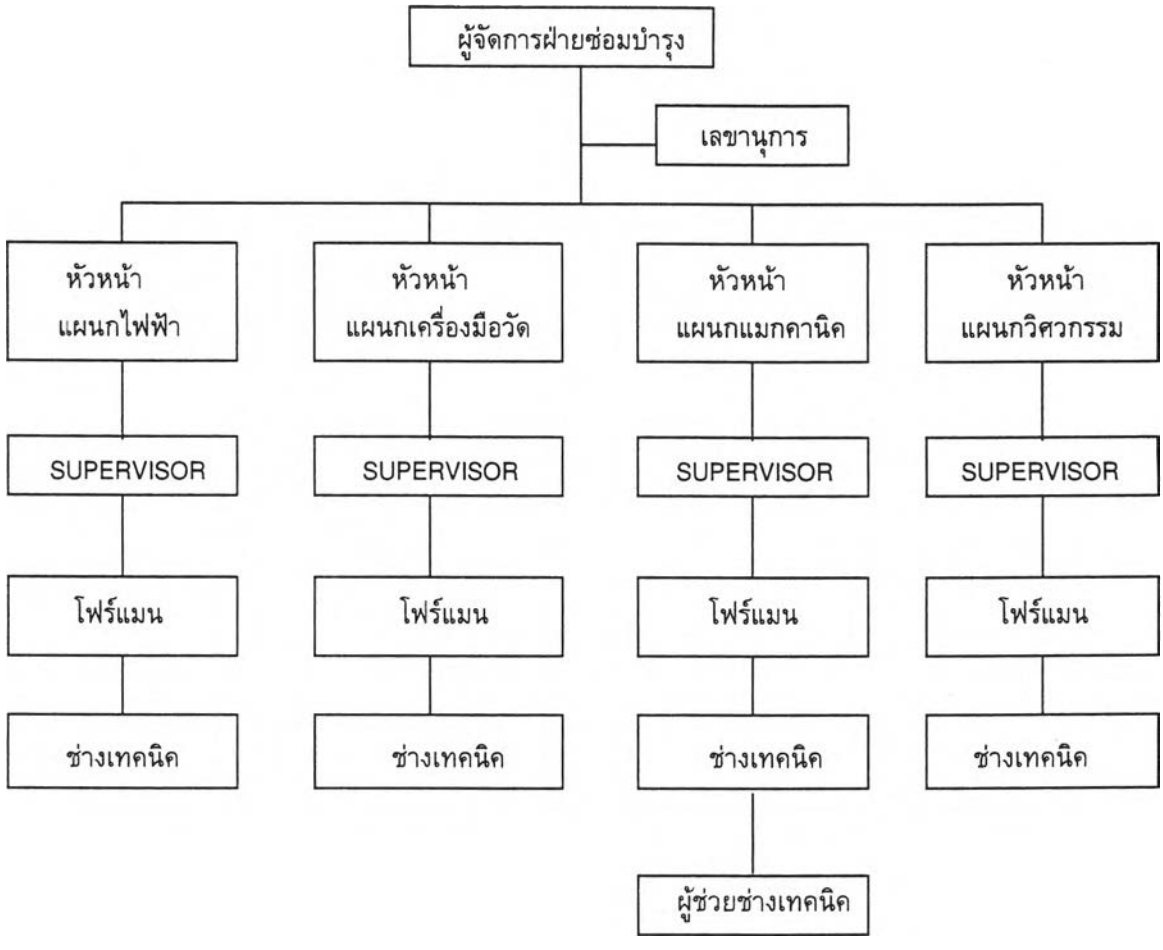
ดูแลรับผิดชอบงานระบบจ่ายกำลังไฟฟ้า ตั้งแต่สถานีจ่ายไฟฟ้าย่อย ระบบส่งกำลังไฟฟ้าตามแหล่งจ่ายทุกจุด รวมถึงการดูแลรักษามอเตอร์และวงจรควบคุมมอเตอร์ ระบบแสงสว่างภายในโรงงาน ระบบโทรศัพท์ ระบบ Paging System ที่ใช้ในพื้นที่กระบวนการผลิต

3. <u>แผนกเครื่องมือวัด</u> **(Instrument Section)**

ดูแลรับผิดชอบระบบควบคุมกระบวนการผลิตทั้งหมด เครื่องมือหรืออุปกรณ์ทุกชนิดที่ใช้ในระบบควบคุม เช่น วาล์วควบคุม (Control Valve) เครื่องส่งถ่ายสัญญาณ (Transmitter) ตัววัดต่าง ๆ (Sensor) เกจ์ชนิดต่าง ๆ (Gauge) มิเตอร์ที่ใช้ในการวัดและควบคุมทุกชนิด อุปกรณ์ควบคุม (Controller) เครื่องบันทึกค่า (Recorder) เครื่องแสดงผล (Indicator) อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในห้องทดลองของแผนกควบคุมคุณภาพ ตลอดจนงานสอบเทียบ (Calibration) ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของแผนกเครื่องมือวัด

4. <u>แผนกวิศวกรรม</u>

ดูแลรับผิดชอบงานทางด้านการออกแบบและแบบแปลนต่าง ๆ ของโรงงาน (Drawing) งานเขียนแบบ การรับปรุงแก้ไข ศึกษาความเป็นไปได้ของการปรับปรุงระบบใหม่ งานก่อสร้างต่อเติมในบริเวณโรงงาน และงานทางด้านจัดเตรียมการเบิกจ่ายและการควบคุมอะไหล่ต่าง ๆ ของทุกแผนกใน Store Room ของฝ่ายบำรุงรักษา



รูปที่ 6 แผนผังโครงสร้างองค์กรของฝ่ายซ่อมบำรุงรักษา

ฝ่ายซ่อมบำรุงรักษาจะมีสถานที่ทำงานแยกออกมาอยู่ภายนอกพื้นที่กระบวนการผลิตต่างหาก เพราะพื้นที่การผลิตจะเป็น Hazardous Area เสียส่วนใหญ่ เพื่อจะได้สะดวกในการปฏิบัติงาน และเพื่อความปลอดภัย โดยในอาคารซ่อมบำรุงจะมี workshop ของแผนกแมคคานิค แผนกไฟฟ้า และแผนกเครื่องมือวัด แยกจากกันเป็นสัดส่วน งานในฝ่ายบำรุงรักษาพอสรุปได้ดังนี้คือ

1. <u>การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน</u> **(Preventive Maintenence)**

การบำรุงรักษาเชิงป้องกันเป็นการซ่อมบำรุงที่ดำเนินการเพื่อป้องกันการหยุดของเครื่องจักร เนื่องจากเหตุเสีย (Breakdown) ที่ไม่สามารถคาดการณ์ล่วงหน้าได้ จะประกอบด้วย

1. การทำความสะอาดเครื่องจักรและบริเวณโรงงาน (Cleaning)

เป็นการทำความสะอาดเครื่องจักรและตรวจสภาพปกติของเครื่องจักรภายนอกไปด้วย ไม่ว่าจะเป็นสภาพเสียงที่เกิดขึ้น ความสั่นสะเทือน ความร้อนที่เกิดขึ้นและอื่น ๆ และจะเป็นการช่วยลดอุบัติเหตุในงานลงได้ เนื่องจากต้นเหตุของอุบัติเหตุ เช่น วัสดุหล่อลื่นหกเรี่ยราดบนพื้น ชิ้นส่วนหรือสิ่งระเกะระกะต่าง ๆ จะถูกขจัดออกไป อุบัติเหตุที่เกิดจากสิ่งเหล่านี้จึงไม่เกิดขึ้น

2. การหล่อลื่น (Lubrication)

การหล่อลื่นเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับเครื่องจักร เนื่องจากวัสดุหล่อลื่นจะทำหน้าที่ป้องกันมิให้ส่วนที่เคลื่อนไหวสัมผัสกันโดยตรง (Metal to metal contact) นอกจากจะป้องกันความเสียหายของเครื่องจักตก การสึกหรอ และความร้อนแล้ว ยังช่วยให้ประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องจักรสูงขึ้น เนื่องจากการหมุนการเคลื่อนไหวเป็นไปได้อย่างราบรื่น (Smooth) ด้วยความฝืดที่น้อยที่สุด

3. การตรวจสภาพ (Inspection)

การตรวจสภาพในงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน มีวัตถุประสงค์หลักที่จะค้นหา การชำรุด (Defect) หรือสิ่งผิดปกติซึ่งอาจนำไปสู่การล้มเหลว (Failure) ของเครื่องจักรในระยะต่อไปได้ การตรวจสภาพจะแบ่งออกได้ 2 วิธีคือ

3.1 การตรวจสภาพด้วยความรู้สึก (Subjective inspection) อาศัยประสาทสัมผัสและความรู้สึกของพนักงานที่ตรวจเป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจด้วยการฟังระดับเสียง ใช้ความรู้สึกเพื่อวัดความสั่นสะเทือน การมองเห็น การได้กลิ่น เป็นต้น ซึ่งจะอาศัยประสบการณ์และความชำนาญของผู้ตรวจ

3.2 การตรวจสภาพด้วยกรรมวิธี (Objective Inspection) อาศัยกรรมวิธีที่มีหลักเกณฑ์ และเครื่องมือที่เหมาะสมทำการวัดและประเมินค่าเทียบกับค่ามาตรฐานทางวิศวกรรมก่อนจะมีการตัดสินใจว่าอุปกรณ์ที่ทำการตรวจสภาพนั้นมีความคลาดเคลื่อนไปจากข้อกำหนดมาตรฐานอย่างไร การแก้ไข จะใช้วิธีไหน การปฏิบัติงานซ่อมบำรุงใช้ทั้งสองวิธีเข้าประกอบกัน เนื่องจากวิธีแรกทำให้ง่ายและรวดเร็ว แต่ต้องอาศัยความชำนาญเจ้าประกอบด้วยเป็นอย่างมาก วิธีหลังเป็นวิธีที่จะสนับสนุนให้เกิดความแน่ใจ และควบคุมถูกต้องในการตัดสินใจเพื่อแก้ปัญหา

4. การปรับแต่งและเปลี่ยนชิ้นส่วน (Adjustment and Part Replacement)

ในการซ่อมบำรุงเครื่องจักรแม้จะมีการรักษาความสะอาด และการหล่อลื่นดีเพียงใด ความคลาดเคลื่อน และความสึกหรอของชิ้นส่วนย่อมเป็นที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ การปรับแต่ง และการเปลี่ยนชิ้นส่วนจึงเป็นเรื่องจำเป็น ที่จะช่วยให้เครื่องจักรกลับเข้าหาสภาพที่ทำงานได้ถูกต้องตามข้อกำหนด และการ

เปลี่ยนชิ้นส่วนบางกรณีจำเป็นต้องมีการปรับแต่ง เพื่อให้เครื่องจักรทำงานอยู่ในขอบเขตที่กำหนดในเรื่องของความดัน อุณหภูมิ ความสั่นสะเทือน ฯลฯ

2. งานซ่อมฉุกเฉิน **(Emergency Repair)**

ส่วนใหญ่แล้วจะเป็นงานซ่อมในระหว่างกะหรือในช่วงกลางคืน เครื่องจักรหรืออุปกรณ์อาจเสียหรือขัดข้องและหยุดทำงานอย่างกะทันหัน ทำให้เกิดความสูญเสียในการผลิตที่ต้องหยุดชะงักลง และต้องหยุดซ่อมเครื่องจักรหรืออุปกรณ์อย่างฉุกเฉิน เพื่อที่จะทำให้การผลิตสามารถดำเนินต่อไปโดยเร็วที่สุด อีกกรณีหนึ่ง ก็คือ ทางฝ่ายผลิตได้แจ้งมาทางฝ่ายซ่อมบำรุงว่า เครื่องจักรหรืออุปกรณ์เครื่องใดเครื่องหนึ่งมีปัญหาและขอให้ทางฝ่ายซ่อมบำรุงทำงานตรวจเช็คหรือซ่อมโดยด่วน ก่อนที่จะเกิดความเสียหาย และทำให้ระบบการผลิตต้องเสียไป เป็นต้น

3. งานซ่อมทั่วไป **(General Repairing)**

โดยปกติการปฏิบัติงานบำรุงรักษาจะอยู่ในช่วงเวลาปกติ งานส่วนมากการรับใบแรงงาน (Work Order) หรือใบแจ้งซ่อมมาจากฝ่ายผลิตเพื่อทำการ ตรวจ เช็ค ซ่อม ถอดเปลี่ยน เชื่อม ตัด กวดขันน็อต สกรู และงานซ่อมอีกส่วนหนึ่งเป็นการซ่อมในแผนก เช่น งานซ่อมอุปกรณ์ที่เสีย และถอดเปลี่ยนออกจากพื้นที่การผลิต นำมาซ่อมใน workshop เป็นต้น งานซ่อมทั่วไปยังรวมถึงงานออกแบบ งานปรับปรุงแก้ไขอื่น ๆ ในกระบวนการผลิตที่ทางฝ่ายวิศวกรรมได้กำหนดโครงการขึ้นมาอีกด้วย

4. งานควบคุมอะไหล่สำรอง และวัสดุใช้สิ้นเปลือง **(Spare part and Consumable Used)**

ในการสั่งซื้อเครื่องจักรเข้ามาในครั้งแรกเริ่มก่อสร้างโรงงาน ได้มีการสั่งอะไหล่สำหรับใช้ 1 ปี เพื่อใช้ในการซ่อมบำรุงเครื่องจักรเมื่อเริ่มเดินเครื่อง หลังจากนั้นจะมีการสั่งเพิ่มเติมในชิ้นส่วนที่เสียบ่อย หรือชำรุดเสียหายบ่อย มีการกำหนดจำนวนอะไหล่สำรองไว้ต่ำสุด และสูงสุดขึ้นมาค ร่วม ๆ โดยทางสโตร์จะให้แต่ละแผนกเช็ค และสั่งเพิ่มเติมเมื่ออะไหล่ขาดจำนวน เนื่องจากโรงงานใช้เครื่องจักรจากต่างประเทศเสีย ส่วนใหญ่ จึงต้องสั่งอะไหล่มาจากต่างประเทศเกือบทั้งสิ้น บางครั้งมีปัญหาในการรออะไหล่จากต่างประเทศ มาถึงช้า ก็ต้องซ่อมของเก่าที่เสียทำมาใช้งานรอไปก่อน ซึ่งบางครั้งเป็นผลทำให้เกิดการหยุดเดินเครื่องฉุกเฉินขึ้นได้ (Emergency Shutdown) ระบบการจัดเก็บอะไหล่สำรองและวัสดุใช้สิ้นเปลือง การเบิกจ่ายเป็นระบบ ง่าย ๆ ที่ไม่สลับซับซ้อน มีการเรียงลำดับหมายเลขของอะไหล่แต่ละแผนก ขึ้นต้นด้วยอักษรภาษาอังกฤษ ตัวแรกของแผนก เช่น I หมายถึงอะไหล่แผนกเครื่องมือวัด (instrument) E หมายถึงอะไหล่ด้านไฟฟ้า เป็นต้น

5. งานด้านเอกสารต่าง ๆ **(Documentations)**

เอกสารที่สำคัญสำหรับงานบำรุงรักษาจะถูกเก็บไว้ในห้องสมุดของฝ่ายซ่อมบำรุง เช่น คู่มือการปฏิบัติงาน คู่มือการซ่อมบำรุงเครื่องจักรแต่ละเครื่องที่มีใช้ในโรงงาน และมีรายชื่อเอกสารติดไว้ที่หน้าตู้ มีการลงบันทึกการยืมเอกสาร ส่วนแบบพิมพ์เขียวของโรงงานจะจัดเก็บและดูแลโดยแผนกวิศวกรรม เพื่อความสะดวกในการปฏิบัติงานและการแก้ไขปรับปรุงแบบให้ถูกต้องสมบูรณ์อยู่ตลอดเวลา

6. งานวางแผนการบำรุงรักษา **(Maintenance Planning)**

แผนการบำรุงรักษาเป็นสิ่งพื้นฐานที่ทำให้กิจกรรมการผลิตดำเนินไปด้วยดี โดยติดตามสภาพของเครื่องจักรและอุปกรณ์อยู่เป็นประจำ ซึ่งจะเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของคำใช้ง่าย การบำรุงรักษา บุคลากร (บำรุงรักษา ซ่อม) วัสดุ (ชิ้นส่วนที่สึกหรอ) เข้ากับเครื่องจักรอุปกรณ์และทำการวางแผนการบำรุงรักษา วางมาตรฐาน และเพิ่มประสิทธิภาพ ความดีและความไม่ดีของแผนการบำรุงรักษา จะเป็นสิ่งกำหนดของระดับกิจกรรมการบำรุงรักษา ซึ่งกิจกรรมการบำรุงรักษานี้ กระทำขึ้นจากแผนการซ่อม แผนการเปลี่ยนชิ้นส่วนและแผนการซื้ออุปกรณ์ ซึ่งมีพื้นฐานจากการตรวจและการซ่อมเครื่องจักร และมาตรฐานการบำรุงรักษาแต่ละแบบ

ฝ่ายซ่อมบำรุงรักษาได้มีการวางระบบแผนการบำรุงรักษา โดยสรุปได้ดังนี้คือ

1. แบ่งแยกเครื่องจักรอุปกรณ์ตามลำดับความสำคัญโดยดูว่าเครื่องจักรแต่ละชนิดจะมีผลกระทบต่อการผลิต (จำนวนผลิต คุณภาพ) มากน้อยเพียงไร

2. มีการกำหนดและการเปลี่ยนแปลงวัฏจักร (Cycle) การบำรุงรักษา ซึ่งโดยทั่วไป Cycle ของการบำรุงรักษาจะยึดถือเอาตามเวลาเดินเครื่องของโรงงาน ปริมาณการผลิต หรือปริมาณผลผลิตที่ออกมาเป็นแนวทางในการกำหนด

3. กำหนดรูปแบบของการบำรุงรักษา ซึ่งดูจากลักษณะสมบัติของเครื่องจักร และลำดับความสำคัญของเครื่องจักรอุปกรณ์ มีการจัดทำการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenanec) การบำรุงรักษาหลังเหตุขัดข้อง (Breakdown Maintenanec) และการบำรุงรักษาเชิงแก้ไขปรับปรุง (Corrective Maintenanec) ซึ่งจะได้กล่าวโดยละเอียดอีกครั้งในงานบำรุงรักษาของแผนกเครื่องมือวัด

7. ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา **(Maintenanec Cost)**

ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงเครื่องจักรอุปกรณ์ แต่ละปีของโรงงานนักว่ามีจำนวนสูงพอสมควร ซึ่งจากสถิติที่ใช้จ่ายของโรงงานในฝ่ายซ่อมบำรุงรักษา จะพบว่าจำนวนชั่วโมงการทำงานของเครื่องจักรเพิ่มขึ้น (อายุเครื่องจักรเพิ่มขึ้น) ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาก็จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย รายการค่าใช้จ่ายในการบำรุงของแต่ละแผนกจะแบ่งออกได้ดังนี้

1. ค่าอะไหล่ที่ใช้ไปในการซ่อมบำรุงรักษา
2. ค่าแรงงาน ซึ่งเป็นต้นทุนที่เกิดจากการใช้แรงงาน เช่น
   - ค่าล่วงเวลา (overtime)
   - ค่าครองชีพและเบี้ยขยันรายเดือน
   - เงินเดือน
   - เงินปันผล (Bonus) และเงินช่วยเหลือในสวัสดิการ
   - กองทุนสำรองเลี้ยงชีพ
   - ค่าจ้างเบ็ดเตล็ด (เงินตอบแทนที่จ่ายให้ลูกจ้างชั่วคราว)
3. ค่าอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการซ่อมบำรุง เช่น
   - เครื่องกลึง เครื่องไส เครื่องเจาะ สว่านไฟฟ้า เครื่องมือสอบเทียบ มิเตอร์ชนิดต่าง ๆ ประแจ ฯลฯ
4. ค่าไฟฟ้า น้ำประปา
5. น้ำมันหล่อลื่นชนิดต่าง ๆ
6. วัสดุใช้สิ้นเปลือง เช่น ถุงมือ เทปพันสายไฟ กระดาษทราย ฯลฯ
7. ค่าใช้จ่ายในการฝึกอบรม (Training)
8. ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน (PM)
9. ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุง แก้ไข (Modification) ในกระบวนการผลิต
10. ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ

ในกระบวนการผลิต Phthalic Annydride มีความยุ่งยากสลับซับซ้อน เพราะมีตัวแปรต่าง ๆ เข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น อุณหภูมิ ความดัน ระดับ ของสารในถัง ตลอดจนอัตราการไหลของสารในท่อ เป็นต้น จึงทำให้มีระบบควบคุมการผลิตในแต่ละจุดต้องมีความสัมพันธ์กันและมีการเชื่อมโยงสัญญาณซึ่งกันและกัน (interlocking) อยู่ตลอดเวลา เนื่องจากเป็นกระบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง (Contineous process Plant) เมื่อมีจุดใดจุดหนึ่ง ในกระบวนการผลิตเสียหรือทำงานไม่ถูกต้องตามหน้าที่แล้ว จะทำให้จุดอื่นที่เชื่อมโยงสัญญาณกันไว้หยุดทำงานไปด้วย ทั้งนี้ เพื่อป้องกันความเสียหาย และเพื่อความปลอดภัยของพนักงานในการปฏิบัติงานในพื้นที่ที่มีการผลิตระบบควบคุม และอุปกรณ์การวัดและควบคุมเหล่านี้จะอยู่ในความดูแลรับผิดชอบของแผนกเครื่องมือวัด (Instrument Section) ซึ่งอาจแบ่งแยกเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ได้ดังนี้ คือ

1. วาล์วควบคุมต่าง ๆ เช่น
   - Control Valve
   - On-Off Valve
   - Motor Operate Valve
2. เครื่องวัดและส่งถ่ายสัญญาณ (Transmitter) เช่น
   - Pressure Transmitter
   - Level Transmitter
   - Differential Pressure Transmitter
   - Flow Transmitter

3. เครื่องวัดอัตราการไหล (Flowmeter) เช่น
   - Ovel Flowmeter
   - Vortex Flowmeter
   - Nutating Disk Flowmeter
4. เกจ์วัดต่าง ๆ เช่น
   - Pressure Gauge
   - Temperature Gauge
   - Level Gauge
5. อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ เช่น
   - Thermocouple
   - RTD
6. อุปกรณ์สวิทช์ตัดดอนต่าง ๆ เช่น
   - Pressure Seitch
   - Temperature Switch
   - Flowswitch
   - Level Switch
7. เครื่องมือและอุปกรณ์ในห้องควบคุม (Control Room) เช่น
   - Controller
   - Recorder
   - Indicator
   - Alarm Announciator
8. เครื่องชั่งที่ใช้ระบบไฟฟ้า ชนิดต่าง ๆ

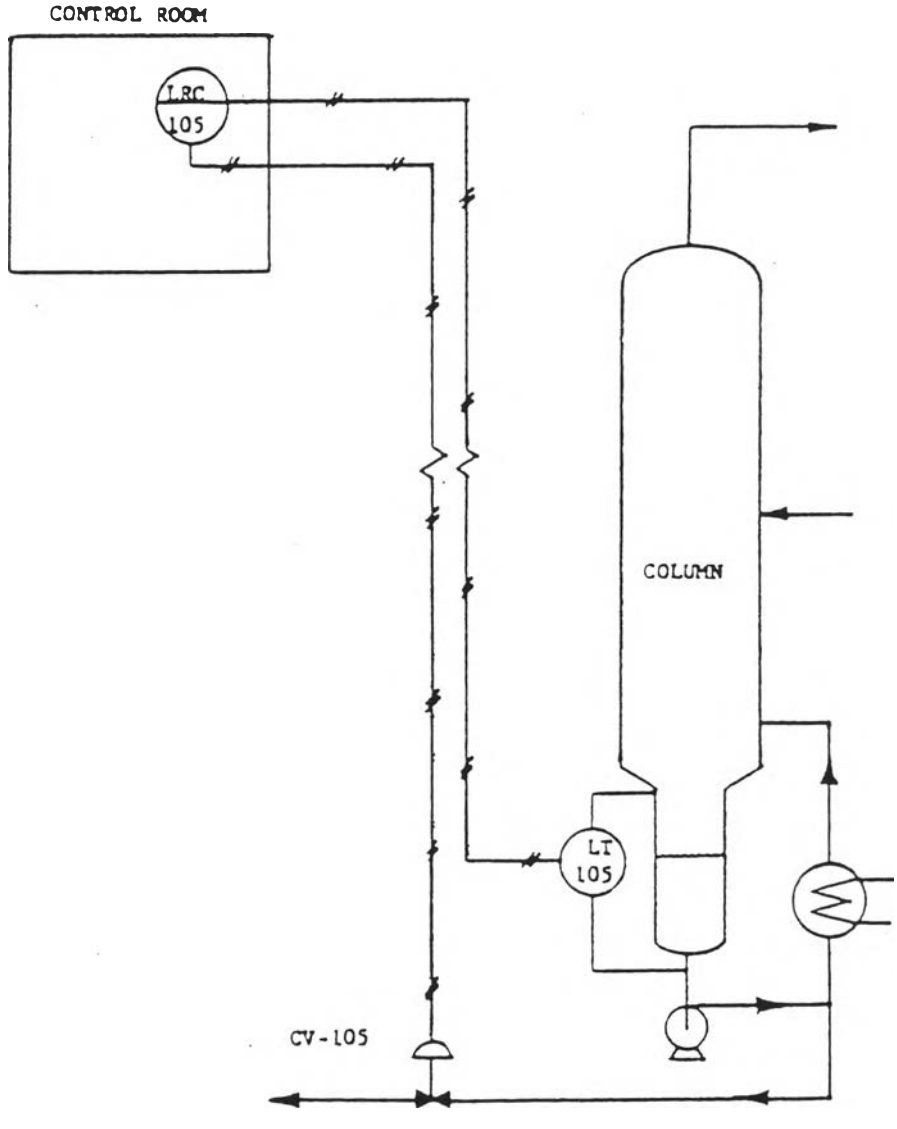
<u>ลูพควบคุมในกระบวนการผลิต</u> (Control Loop In Process)

ลูพควบคุม คือ การนำอุปกรณ์เครื่องมือวัดที่ต่อสัญญาณเชื่อมโยงถึงกัน เพื่อจุดประสงค์ในการควบคุมหรือสั่งการให้เป็นไปตามที่กำหนดและสามารถตอบสนองหรือแสดงผลกลับมายังจุดที่ ควบคุม โดยจุดที่ควบคุมหรือสั่งการอาจเริ่มต้นที่ห้องควบคุม (Control Room) หรือที่บริเวณพื้นที่ ปฏิบัติงาน ลูพควบคุมที่ใช้อยู่ในกระบวนการผลิตมากที่สุดจำแนกออกเป็นประเภทของการควบคุม ดังนี้

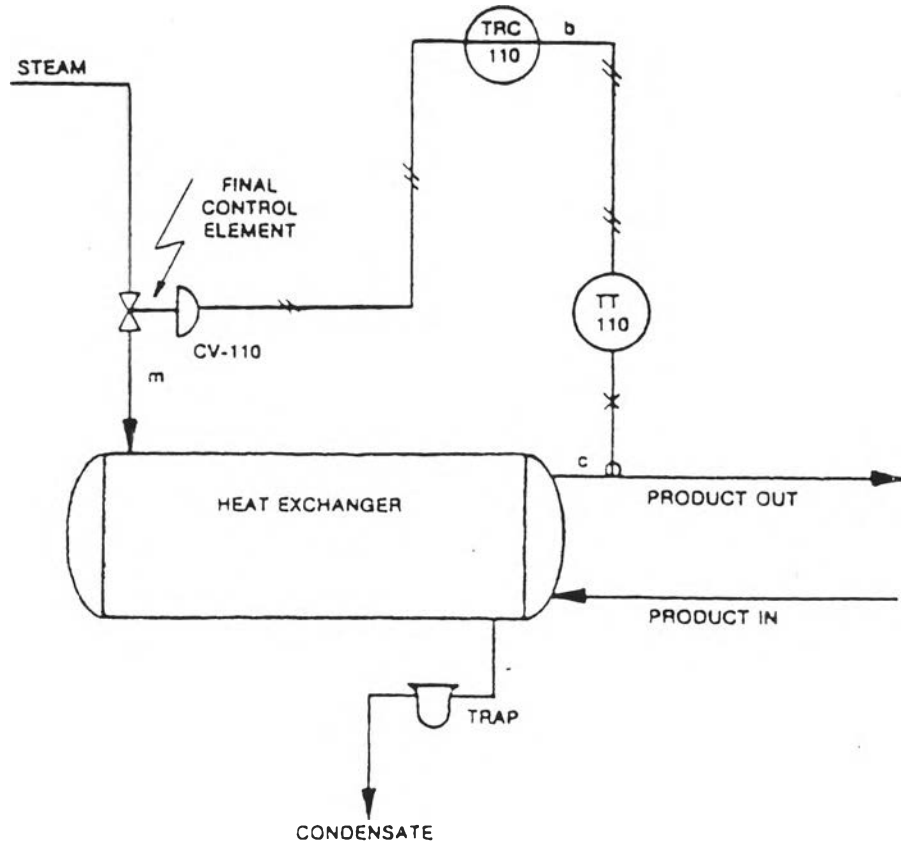
1. ลูพควบคุมความดัน (Pressure Control Loop)
2. ลูพควบคุมระดับ (Level Control Loop)
3. ลูพควบคุมอุณหภูมิ (Temperature Control Loop)
4. ลูพควบคุมการไหล (Flow Control Loop)

นอกจากนี้ในแต่ละลูพอาจประกอบด้วยอุปกรณ์เครื่องมือวัด ดังนี้

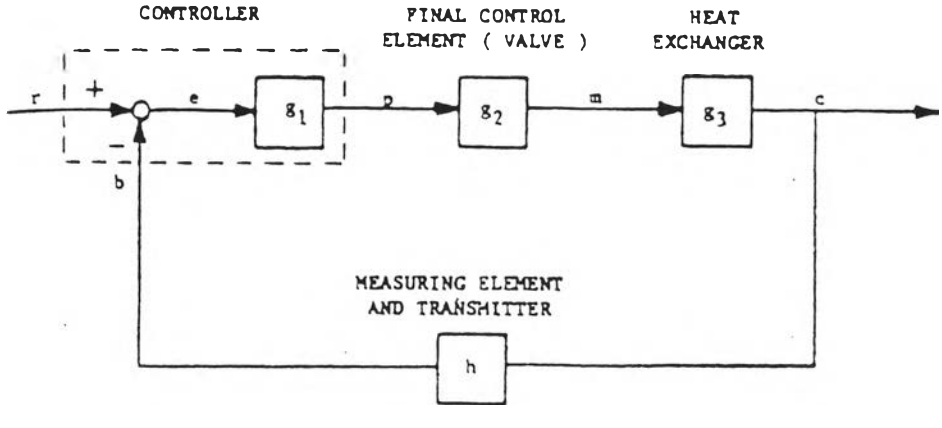
1. Controller
2. Transmitter
3. Control Valve
4. Indicator
5. Sensor
6. Swiches Device



รูปที่ 7 ตัวอย่างระบบการควบคุมระดับของหอกลั่น (column)



รูปที่ 8 ตัวอย่างระบบการควบคุมอุณหภูมิของ Heat Exchanger



รูปที่ 9 Block Diagram ของระบบควบคุมอุณหภูมิ

4.4 งานซ่อมบำรุงรักษาแผนกเครื่องมือวัด

1. งานซ่อมทั่วไป

เป็นการซ่อมอุปกรณ์ที่เสียหาย ชำรุด ให้คืนสู่สภาพเดิมและใช้งานได้ จะทำการซ่อมเมื่อได้รับใบแจ้งซ่อม (work order) จากทางฝ่ายผลิต งานซ่อมทั่วไปยังรวมถึงงานออกแบบ ตรวจ เช็ค ปรับปรุงแก้ไขอื่น ๆ ในกระบวนการผลิตที่ทางฝ่ายวิศวกรรมได้กำหนดโครงการขึ้นมาอีกด้วย

- งานกะ จะเป็นงานซ่อมเล็กน้อย หรือปรับแต่งอุปกรณ์การวัด ส่วนใหญ่จะเป็นการซ่อมที่หน้างาน (Field) หรือในพื้นที่การผลิต เป็นการแก้ปัญหาเฉพาะหน้า หรือการซ่อมฉุกเฉินเพื่อให้กระบวน การผลิตดำเนินต่อไปได้อีกระยะหนึ่งเท่านั้น

- งานเวลาปกติ เป็นการปรับแต่ง ตรวจเช็ค ซ่อมบำรุงเพื่อให้เครื่องจักรกลับเข้าสู่สภาพที่ทำงานให้ถูกต้อง บางครั้งอาจมีการเปลี่ยนชิ้นส่วนใหม่ ส่วนใหญ่ดำเนินการให้เป็นไปตามคำแนะนำและมาตรฐานที่คู่มือการบำรุงรักษาของแต่ละชนิดได้ระบุไว้ งานซ่อมเวลาปกติจะมีทั้งซ่อมที่ในพื้นที่การผลิตและถอดกลับมาซ่อมที่ workshop งานซ่อมแต่ละงานจะถูกบันทึกไว้ในบันทึกการปฏิบัติงานของแผนก (Log book) เพื่อเป็นหลักฐานในการซ่อมบำรุง

2. งานซ่อมบำรุงใหญ่ (overhaul Maintenance)

งานซ่อมบำรุงตามวาระ (Annual overhaul) จะมีการวางแผนไว้ล่วงหน้าประมาณ 2 เดือน ทั้งนี้ตามกำหนดระยะเวลา (Schedual) จะต้องสอดคล้องกับทางฝ่ายผลิตที่ได้กำหนดไว้ ทางแผนกเครื่องมือวัดจะทำการจดรายชื่ออุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จะทำการตรวจเช็ค จะมีการเตรียมอะไหล่หรือ ชิ้นส่วนที่คาดว่าจะทำการเปลี่ยนหรือใช้ซ่อม มีการสั่งซื้อเพิ่มเติมตัวอะไหล่ไม่เพียงพอ เป็นต้น

3. งานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance)

ระบบงาน PM ของแต่ละแห่งจะแตกต่างกันออกไป เพราะปัจจัยต่าง ๆ ไม่เหมือนกัน เช่น ขนาดโรงงาน กระบวนการผลิต อายุเครื่องจักร ดังนั้น จึงหา PM ที่สำเร็จรูปย่อมเป็นไปได้ยาก เนื่องจากโรงงานนี้เป็นแบบกระบวนการผลิตต่อเนื่อง และเดินเครื่องจักร 24 ชั่วโมง ทางแผนกเครื่องมือวัดจึงได้ทำการวางระบบ PM ดังนี้คือ

1. รวบรวมรายชื่อลูพควบคุมได้ทั้งหมด 180 ลูพ

2. กำหนดระยะเวลาในแต่ละลูพ จะต้องครบระยะเวลาในการทำ PM ทุก ๆ 3 เดือน

3. จัดทำแบบฟอร์ม PM ประจำวัน ดังตัวอย่างตารางที่ 4.2 และกำหนดว่าจะต้องทำ PM จำนวน 2 ลูพต่อวัน หมายเลขลูพให้ดูที่ตารางทำ PM ของแต่ละวันที่ได้กำหนดไว้

4. การทำ PM เป็นหน้าที่ของกะบ่าย และกะดึก ถ้ากะบ่ายไม่สามารถเสร็จสิ้นการทำ PM ประจำวัน กะดึกต้องรับหน้าที่ต่อและลงบันทึกใน PM Check sheet ที่ได้ออกแบบไว้ และลงบันทึกการปฏิบัติงานใน Log book

5. งาน PM ส่วนใหญ่แล้วจะเป็นงานทำความสะอาดภายนอกของอุปกรณ์ และบริเวณที่อุปกรณ์ติดตั้งอยู่ และการตรวจสภาพทั่ว ๆ ไปของอุปกรณ์ ส่วนการหล่อลื่นนั้นจะมีเฉพาะ Control Valve เท่านั้นที่จะต้องมีการปรับอัดจาระบีหล่อลื่นที่ก้านวาล์ว (Stem) ซึ่งจะต้องปฏิบัติตามที่คู่มือกำหนดไว้ อุปกรณ์อื่น ๆ นอกเหนือจากนี้จะไม่มีการหล่อลื่น เพราะส่วนใหญ่เป็นอุปกรณ์ทางด้านอีเลคโทรนิกส์ ส่วนการปรับแต่งและเปลี่ยนชิ้นส่วนนั้น จะไม่มีการทำและไม่สามารถทำได้ในขณะที่กระบวนการผลิตกำลังดำเนินอยู่ นอกเสียจากจะได้รับแจ้งจากทางฝ่ายผลิตให้เข้าไปตรวจสอบหรือปรับแต่งอุปกรณ์ให้ตามหมายเลข Loop ที่แจ้งมาในใบแจ้งซ่อม

4. งานสอบเทียบอุปกรณ์การวัดและควบคุม (Calibration)

งานสอบเทียบนับว่าเป็นหัวใจของแผนกเครื่องมือวัดเพราะงานสอบเทียบจะเป็นการตรวจสอบ ตรวจเช็คอุปกรณ์การวัดคุมต่าง ๆ ให้มีความเที่ยงตรง และแม่นยำในการวัดหรือควบคุม และส่งผลการวัดได้อย่างถูกต้องอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ อุปกรณ์สอบเทียบหลัก (Master Calibration Equipment) ของแผนกมีอยู่หลายชนิดหลายแบบ ดังแสดงในรายการดังนี้

รายชื่ออุปกรณ์สอบเทียบหลัก Master Calibration Equipment)
ที่ใช้ในการสอบเทียบ (Calibration) ใน Workshop

อุปกรณ์ตรวจสอบ Inspection Equipments)

1. เครื่องวัดและตรวจจับรังสี ยี่ห้อ OAEP รุ่น 2105 A
   (Radiation Detectors and Meters, OAEP 2105 A)
2. เครื่องวัดค่าออกซิเจน ยี่ห้อ BAGHARACH
   (oxigen Monitor with Extension Probe, BAGHARACH)
3. เครื่องวัดความถี่ ยี่ห้อ TEKTRONIX รุ่น CDC 250
   (Frequency Counter, TEKTRONIX CDC 250)

INSTRUMENT

INSPECTION & CONDITIONS CHECK SHEET

TAG NO. ..... DATE .....

LOCATION ..... INSPECTOR .....

TYPE OF INSTRUMENTS	INSPECTION PONIT						
	PRECISION	CALIBRATION	WORK CONDITION	LUBRICATION	SURROUND CHECK	BODY	MODIFICATION

REMARKS : FOR INSPECTOR

IF ABNORMAL CONDITION, INDICATE PROBLEMS AND DETAILS

ABNORMAL & IMPROVEMENT DESCRIPTION

SIGNATURE .....

INST. SUPERVISOR

SYMBOLS

✓ = NORMAL

× = URGENT REPATE

O = IMPROVE

∇ = STOP/UNUSED

⊕ = LUBRICATE/ADJUSTMENT

- = NO ITEM

ตารางที่ 2 ใบบันทึกการทำ Preventive Maintenance ประจำวัน

อุปกรณ์ทดสอบ (Testing Equipments)

1. มัลติมิเตอร์แบบตัวเลข ชนิดตั้งโต๊ะ 1 1/2 หลัก ยี่ห้อ FLUKE รุ่น 8050 A
   (Bench Top Digital Multimeter, 4 1/2 Digit, FLUKE 8050 A)
2. มัลติมิเตอร์ 3 1/2 หลัก ยี่ห้อ FLUKE รุ่น 8060 A
   (Flule Multimeter, 3 1/2 Digit, FLUKE 8060 A)
3. มัลติมิเตอร์แบบหน้าปัด ยี่ห้อ FLUKE รุ่น 73
   (Analog Multimeter, FLUKE -73)
4. เครื่องวัดุณหภูมิแบบตัวเลข ยี่ห้อ FLUKE รุ่น 51
   (Digital Thermometer, FLUKE - 51)
5. เครื่องทดสอบประจุไฟฟ้าแบบดัวเลข ยี่ห้อ BK PRECISION รุ่น 878
   (Digital Capacitance Tester, BK PRECISION 878)
6. เครื่องสอบเทียบค่าแรงดันแบบไฮดรอลิกขนาด 10~3000 psi ยี่ห้อ TRADINCO รุ่น L 1250
   (Hydraulic Dead Weight Pressure Tester 10~3000 psi, TRADINCO L 1250)
7. เครื่องวัดแรงดันแบบดัวเลข ยี่ห้อ YOKIGAWA รุ่น 2655-12
   (Digital Manometer, YOKOGAWA 2655-12)
8. เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นแบบตัวเลข ยี่ห้อ VAISARA รุ่น HM 342
   (Digital Temperature and Humidity Meters, VAISARA HM 342)
9. เครื่องป้อนสัญญาณแบบสนาม ยี่ห้อ ROSEMOUNT รุ่น 272
   (Field Calibrator Simulation, ROSEMOUNT 272)
10. เครื่องสอบเทียบดัววัดอุณหภูมิ ยี่ห้อ TRADINCO รุ่น TC-250
    (Temperature Calibrator, TRADINCO TC-250)
11. ออสซิลโลสโคป DC--20 MHZ ยี่ห้อ FLUKE รุ่น 97
    (Ossilloscope Dual Channel, DC-20 MHz., FLUKE 97)
12. เครื่องสอบเทียบแรงดันแบบสนาม ยี่ห้อ TRANSMATION รุ่น 1292 APC
    (Field Pressure Calibrator, TRANSMATION 1292 APC)
13. เกจ์มาตรฐานทดสอบความเที่ยงตรงเกจ์วัดแรงดัน ขนาด 0-25 kg/cm^2,
    ASHCROFT (Precision Test Gauge, 0-25 kg/cm^2, ASHCROFT)
14. เครื่องสอบเทียบแรงดันและสูญญากาศแบบมือถือ ยี่ห้อ AMETEK รุ่น T-740
    (Pneumatic Hand Held Pressure & Vacuum Calibrator, AMETEK T-740)
15. เครื่องปรับค่าความต้านทาน ยี่ห้อ YOKOGAWA รุ่น 2793
    (Decade Resistana Box, YOKOGAWA 2793)
16. เครื่องสอบทียบแรงดันและสูญญากาศแบบมือถือ ยี่ห้อ AMETEK รุ่น T-740
    (Pneumatic Hand Held Pressure & Vacuum Calibrator, AMETEK T-740)
17. เครื่องกำเนิดคลื่นความถี่ ยี่ห้อ TEKTRONIX รุ่น CFG 253
    (Pulse Generator, TEKTRONIX CPG 253)

18. ขั้ววัดอุณหภูมิ -50 ถึง 115° C ยี่ห้อ FLUKE รุ่น 80 PK-2A
(Temperature Probe -50° C to 115°C, FLUKE 80 PK-2A)
19. เครื่องวัดแรงดันมาตรฐาน 0 ถึง 40 ก.ก./ตร.เซนติเมตร ยี่ห้อ WIKA
(Standard Pressure Guage 0-40 kg/cm^2, WIKA)

งานสอบเทียบของแผนก จะมีทั้งการสอบเทียบที่ workshop และการสอบเทียบในพื้นที่กระบวนการผลิต (Field Calibration) ซึ่งพอจำแนกรายละเอียดได้สองลักษณะ ดังนี้

1. การสอบเทียบใน workshop เป็นการนำอุปกรณ์จากกระบวนการผลิตมาสอบเทียบใน workshop เช่น เกจ์วัดความดัน (Pressure Gauge) เครื่องวัดอัตราการไหลชนิดต่าง ๆ และ Transmitter ที่มีค่าช่วงการใช้งาน (Range) ที่สูงมากเกินกว่า 8 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร หรืออุปกรณ์อื่น ๆ ที่ไม่สามารถทำการสอบเทียบที่ Field ได้ อุปกรณ์การสอบเทียบหลักบางชนิดไม่สามารถเคลื่อนย้ายนำไปสอบเทียบในพื้นที่การผลิตได้ เช่น เครื่องสอบเทียบแรงดันของเกจ์ (Dead weight Tester) หรือชุดการสอบเทียบชนิดที่ประกอบติดตั้ง บนโต๊ะ (Calibration bench set) เป็นต้น ส่วน Control Valve บางครั้งจะมีการถอดกลับมาเพื่อตรวจเช็คหรือซ่อมใน workshop เมื่อไม่สามารถทำการสอบเทียบที่ Field ได้เนื่องจากให้ค่าของการสอบเทียบคลาดเคลื่อนไปจากความจริง โดยอาจจะต้องมีการซ่อมหรือการ Overhaul ก่อนที่จะนำกลับไปติดตั้งใช้งานได้ต่อไป

2. การสอบเทียบในพื้นที่ (Field Calibration) เป็นการนำเอาอุปกรณ์สอบเทียบหลักไปทำการสอบเทียบเครื่องมือวัดที่ใช้อยู่ในกระบวนการผลิต เพื่อให้ได้ค่าของการวัดได้ถูกต้องและแม่นยำตามที่ต้องการ เช่น การตรวจสอบตำแหน่งการปิดเปิดของ Control Valve ถูกต้องตามค่าของสัญญาณที่ป้อนเข้ามาและตรงตำแหน่งที่กำหนด หรือการสอบเทียบ Transmitter เพื่อดูว่าค่าที่ Transmitter วัดได้นั้นถูกต้องหรือไม่ ต้องมีการปรับแต่ง (Adjustment) หรือไม่ เมื่อค่าไม่อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดจากคู่มือการสอบเทียบของอุปกรณ์ นั้น ๆ เหล่านี้เป็นต้น

เครื่องมือวัดที่ใช้ในกระบวนการผลิตที่แผนกเครื่องมือวัด ต้องทำการสอบเทียบให้ถูกต้องอยู่เสมอ ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 รายการอุปกรณ์เครื่องมือวัดในกระบวนการผลิต (Measuring Equipments)

ลำดับที่	รายการอุปกรณ์เครื่องมือวัด	จำนวน	หมายเหตุ
1.	Transmitter		
	- Pressure Transmitter	20	
	- Level Transmitter	17	
	- Diff. Pressure Transmitter	9	
2.	Valve		
	- Control Valve	33	
	- ON-OFf Valve	6	
	- Moter Operating Valve	8	
	- Pressure Regulating Valve	5	
3.	Flowmeter		
	- Vortex Type	2	
	- Nutating Disk Type	6	
	- Rotameter Type	20	
	- Oval Type	2	
4.	Gauge		
	- Pressure	51	
	- Temperature	23	
	- Level	4	
5.	Temperature Sensor		
	- Thermocouple	26	
	- RTD	8	
6.	Controller	41	ติดตั้งใน Control Room
7.	Recorder	8	ติดตั้งใน Control Room
8.	Indicator	12	ติดตั้งใน Control Room
9.	เครื่องชั่งน้ำหนัก	3	

วิธีการและขั้นตอนการสอบเทียบที่ใช้ในปัจจุบัน

การสอบเทียบอุปกรณ์ต่าง ๆ ในแผนก ยังไม่มีหลักการหรือวิธีการที่แน่นอน ขึ้นอยู่กับประสบการณ์และความเข้าใจของ supervisor ที่เคยปฏิบัติมา และถ่ายทอดความรู้และวิธีการให้กับช่างเทคนิค ซึ่งเป็นผู้ทำการสอบเทียบอุปกรณ์โดยตรง โดยขั้นแรกจะมีการบอกวิธีการใช้เครื่องมือสอบเทียบหลักให้เข้าใจและสามารถใช้เครื่องมือได้ ต่อจากนั้นจึงให้ลองทำการป้อนค่าและสอบเทียบอุปกรณ์ตัวอย่าง เมื่อช่างเทคนิค ทำการสอบเทียบบ่อยครั้ง ก็จะจดจำวิธีการได้ โดยในการสอบเทียบถือเอาค่าใกล้เคียง และผิดพลาดน้อยที่สุดเป็นเกณฑ์กำหนดว่าได้ค่าที่ดีที่สุด และถูกต้องมากที่สุดแล้ว บันทึกการสอบเทียบยังไม่

ได้จัดทำขึ้น จึงไม่สามารถหาข้อมูลหรือสถิติที่ผ่านมา ทำการค้นหาสาเหตุและวิเคราะห์ได้ เมื่อเกิดปัญหาขึ้นในการสอบเทียบ และค่าที่ได้ผิดพลาดมากเกินไปจนไม่สามารถยอมรับได้จากช่างเทคนิคผู้ทำการสอบเทียบ จากนั้นจึงจะมีการซ่อมหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนเพื่อให้ใช้งานได้แล้วนำมาปรับแต่งสอบเทียบ งานสอบเทียบอุปกรณ์ในแผนกเครื่องมือวัดจึงพอสรุปวิธีการและขั้นตอนในการสอบเทียบอุปกรณ์แต่ละชนิดได้ดังนี้

1. <u>การสอบเทียบเกจ์วัดความดัน</u> (Pressure Gauge Calibration)

ผู้สอบเทียบ : ช่างเทคนิคประจำแผนกเครื่องมือวัด (instrument Technician)

สถานที่สอบเทียบ : Dead Weight Tester

<u>วิธีการและขั้นตอน</u>

1.1 เติมน้ำมัน Hydrolic ที่ Dead Weight Pester ให้ถึงระดับที่กำหนด และไล่อากาศออกที่ Priming Pump ทุกครั้งที่ใช้เครื่อง

1.2 ติดตั้ง Pressure Gauge ที่จุดต่อเกจ์ที่ต้องการสอบเทียบค่า

1.3 ตรวจสอบดู Rauge ของเกจ์ และเลือก Calibrated Weight ที่จะใช้ให้เหมาะสมกับ Range ที่จะสอบเทียบ

1.4 ใส่น้ำหนักที่ทราบค่า (Calibrated Weight) ลงบน Weight Support

1.5 หมุนปั๊มมือหมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกา เพื่ออัดน้ำมันสร้างความดันขึ้น เมื่อความดันที่สร้างขึ้นมากพอ จะทำให้เกิดแรงสมดุลย์ทำให้ลูกสูบของ Weight Support พยุงลอยตัวขึ้น

1.6 หมุนแผ่นน้ำหนัก (Calibrated Weight) เบา ๆ ทันทีในขณะที่ลูกสูบลอยตัวขึ้นถึงระยะที่กำหนด ซึ่งจะมีขีดเครื่องหมายบอก และตัวเกจที่ต้องการสอบเทียบค่า จะต้องชี้บอกค่าตามที่กำหนด

1.7 เพิ่มน้ำหนักลงบน Weight Support แล้วเริ่มขึ้นตามที่ 1.4 จนได้ค่าตามที่ต้องการ จนถึงค่าสูงสุดที่ต้องการสอบเทียบ

1.8 ถ้าค่าที่ได้ไม่ตรงกับคำที่กำหนด จะทำการปรับจุดยึดก้าน ต่อปูโครงเข้ากับจุดอ่าน ค่าความดัน หรือจุดยึดการปรับมุมของก้านต่อกับเฟืองเซ็คเตอร์ ดังแสดงในรูปที่ 4.11 แล้วทำซ้ำข้อ 1.4 อีกครั้งหนึ่ง ถ้าจุดศูนย์ไม่ตรง ปรับค่าเข็มชี้โดยถอดเข็มชี้ออกแล้วใส่ใหม่ให้ตรงกับจุดศูนย์

1.9 เมื่อได้ค่าการสอบเทียบตรงตามกำหนดหรือใกล้เคียงที่พอยอมรับได้ จึงนำกลับไปติดตั้งใช้งานต่อไป

2. การสอบเทียบ Control Valve

ผู้สอบเทียบ : ช่างเทคนิคประจำแผนกเครื่องมือวัด (Instrument Technician)

สถานที่สอบเทียบ : Workshop

อุปกรณ์หลักที่ใช้ : 4-20 mA. Signal Simulator Digital Multimeter

วิธีการและขั้นตอน

2.1 ติดตั้ง Control Valve ให้อยู่ในแนวตั้งฉาก และยึดให้แน่น

2.2 ต่อแหล่งช่วยแรงดันลม 2.8 Kg/cm^2 เข้าที่จุด Air Supply ของ Positioner

2.3 ต่อสัญญาณ 4-20 mA เข้าที่ Signal Input

2.4 ต่อ Digital Multimeter เข้าที่ Signal Outpur

2.5 ป้อนสัญญาณ 4 mA, 8 mA, 12 mA, 16 mA และ 20 mA สังเกตตำแหน่งของ indicator ที่ Control Value จะต้องชี้ที่ค่า 0%, 25%, 50%, 75%, และ 100% ตามลำดับ

2.6 ลดสัญญาณลงตามลำดับ และสังเกตตำแหน่งของ indicator

2.7 ถ้าค่า Indicator ชี้ไม่ตรงตามเปอร์เซนต์กำหนด ปรับ Stroke (ช่วงชัก) ของก้านวาล์ว ถ้ายังไม่ตรงจึงมาปรับที่ Span ของ Positioner เพื่อทำการเพิ่มหรือลด Stroke จนได้ค่าตามต้องการ

หมายเหตุ

1. การสอบเทียบ ON-OFF Valve ใช้ขั้นตอนเหมือนข้อ 2.1 ถึง 2.4 จะแตกต่างกันตรงที่การป้อนสัญญาณเข้า positicner นั้น ป้อนเข้า 4 mA และ 20 mA เพื่อดูค่าการปิดเปิด 0% และ 100% เท่านั้น
2. การสอบเทียบในบริเวณปฏิบัติงาน (Field Calibration) จะใช้วิธีการและขั้นตอนเหมือนกันทุกประการ จะแตกต่างกันเฉพาะอุณหภูมิแวดล้อมเท่านั้น

3. การสอบเทียบ Transmitter (Pressure, Level หรือ D/C Transmitter)

ผู้สอบเทียบ : ช่างเทคนิคแผนกเครื่องมือวัด
สถานที่สอบเทียบ : Workshop
อุปกรณ์หลักในการสอบเทียบ : Field Pressnre Calibrator Multimeter

วิธีการและขั้นตอน

3.1 ติดตั้งหน้าแปลนสำหรับสอบเทียบเข้าที่ด้าน High ของ Transmitter
3.2 ตรวจสอบดูช่วงการใช้งาน (Range)
3.3 เปิดด้าน Low สู่บรรยากาศ
3.4 ต่อความดันเข้าที่ด้าน High และป้อนค่าความดัน 0%, 25%, 50%, 75% และ 100% ของ Range แล้ววัดค่า mA ที่ได้จะต้องเป็น 4 mA, 8 mA, 12 mA, 16 mA และ 20 mA ตามลำดับ และลดค่าเปอร์เซนต์ค่าความดันลงตามลำดับเช่นกัน แล้ววัดดูสัญญาณที่ได้จะต้องลดลงตามลำดับ
3.5 ถ้าค่าไม่ถูกต้องให้ปรับที่จุด Zero ในกรณีค่า 0% (4 mA) ไม่ถูกต้อง และปรับที่จุด Span เมื่อค่าที่ได้ไม่ตรงกับค่ามาตรฐานที่กำหนด
3.6 กรณีที่ปรับแล้วค่าไม่ตรงตามกำหนด ส่งซ่อมยังบริษัทตัวแทนจำหน่ายต่อไป

4. การสอบเทียบ Thermocopule (T/c)

ผู้สอบเทียบ : ช่างเทคนิคแผนกเครื่องมือวัด
สถานที่สอบเทียบ : Workshop
อุปกรณ์หลักที่ใช้สอบเทียบ : Temperature Calibrator

วิธีการและขั้นตอน

4.1 ตรวจสอบช่วงการใช้งาน (Range) หรือ spec. ของ Thermocouple
4.2 ใส่ Thermocouple ลงใน Calibrate Box ของ Calibrator
4.3 ตั้งอุณหภูมิที่ต้องการสอบเทียบค่าโดยเทียบจากค่าเปอร์เซนต์ให้ได้ 0%,25%, 50%, 75% และ 100% และป้อนค่าอุณหภูมิ
4.4 เมื่ออุณหภูมิขึ้นถึงจุดที่ต้องการ โดยดูจาก Temperature Indicator ที่เครื่อง Calibraor แล้วหยุดดูผลการเปลี่ยนแปลง 5 นาที เพื่อให้อุณหภูมิคงที่เสียก่อน
4.5 วัดค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าเป็น mV. แล้วจดบันทึกค่า แล้วนำค่าไปเทียบกับตารางมาตรฐานของ Thermocouple เทียบออกมาเป็นอุณหภูมิ

4.6 ทำซ้ำข้อ 4 และ 5 โดยเพิ่มอุณหภูมินั้นไปเรื่อย ๆ และลดอุณหภูมิลงมาตามลำดับ จดบันทึกค่าและเทียบกับตารางมาตรฐาน

4.7 ถ้าค่าที่วัดได้ ใกล้เคียงกับค่ามาตรฐาน จึงนำกลับไปใช้งานต่อ

หมายเหตุ การสอบเทียบ RTD (Resistance Temperature Detector) ใช้วิธีการเดียวกับการสอบเทียบ Thermocouple

5. การสอบเทียบ Flowmeter ชนิดนิวเตติ้ง ดิสค์ หรือชนิด Over Gear

ผู้ทำการสอบเทียบ : ช่างเทคนิคแผนกเครื่องมือวัด
สถานที่สอบเทียบ : Workshop
อุปกรณ์หลักที่ใช้ : นาฬิกาจับเวลา ถังตวงมาตรฐาน 25 ลิตร และถังน้ำ 200 ลิตร

วิธีการและขั้นตอน

5.1 ตรวจสอบ Range ของมิเตอร์

5.2 ต่อท่อน้ำเข้าที่ด้าน input และต่อท่อด้าน output ลงถังน้ำ 200 ลิตร

5.3 ทำการตวงซ้ำด้วยถังตวงมาตรฐาน ลงในถัง 200 ลิตร และทำเครื่องหมายที่ 100 ลิตร 150 ลิตร และ 200 ลิตร

5.4 Set ค่า Counter ที่มิเตอร์ให้เป็นศูนย์

5.5 เปิดน้ำเข้ามิเตอร์พร้อมกับจับเวลา

5.6 จดค่าจาก Counter ตามจุดที่ทำเครื่องหมาย และจดเวลา

5.7 เปรียบเทียบดูผลที่ได้ถ้าใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานจึงนำกลับไปติดตั้งใช้งาน ถ้าค่าผิดพลาดมากเกินไปจึงทำการถอดซ่อมและหาสาเหตุต่อไป

หมายเหตุ Flowmeter ทั้งสองชนิดดังกล่าวไม่สามารถทำการปรับแต่งค่าอัตราการไหลได้ เนื่องจากขนาดและส่วนประกอบอื่น ๆ ถูกกำหนดให้คงที่มาจากบริษัทผู้ผลิต (Manufacturer)

6. การสอบเทียบ Controller

ผู้สอบเทียบ : ช่างเทคนิคแผนกเครื่องมือวัด
สถานที่สอบเทียบ : Workshop
อุปกรณ์หลักที่ใช้ : Multimeter, Sigual Simulator 4-20 mA

วิธีการและขั้นตอน

6.1 ต่อสาย Multimeter เข้าที่จุด Sigual Output
6.2 ต่อสาย Signla Simulator เข้าที่จุด Signal Input
6.3 ต่อ Power Supply 220 V. เข้าที่ Controller
6.4 ป้อนสัญญาณ 4 mA, 8 mA, 12 mA, 16 mA และ 20 mA สังเกตค่าที่ Indicator ของ Controller จะต้องชี้ที่ค่า 0%, 25%, 50%, 75% และ 100%
6.5 ลดค่า Signal Input ลงตามลำดับ และสังเกตดูค่าที่ Indicator
6.6 ถ้าค่า 0 เปอร์เซนต์ ไม่ตรงให้ทำการปรับที่ Zero
6.7 ถ้าค่าช่วง 25-100 เปอร์เซนต์ ไม่ตรงให้ทำการปรับจุด Span
6.8 ปรับค่า Signal Output ของ Controller ไปที่จุด 0%, 25%, 50%, 75% และ 100% และดูสัญญาณที่ได้รับที่ Multimeter ว่าได้ 4 mA, 8 mA, 12 mA, 16 mA และ 20 mA หรือไม่ และลดสัญญาณ output ลงตามลำดับ สังเกตค่าที่ได้จาก Multimeter อีกครั้งหนึ่ง
6.9 ถ้าค่า 4mA ไม่ตรง ปรับที่จุด Zero ค่า 8-20 mA ไม่ตรง ปรับที่จุด Span จนได้ค่าที่ถูกต้องหรือใกล้เคียงที่ยอมรับได้จึงนำกลับไปใช้งาน
6.10 ถ้าค่าที่ได้ผิดพลาดมากเกินปี ส่งซ่อมยังบริษัทผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่าย

หมายเหตุ การสอบเทียบ Indicator ที่ติดตั้งอยู่ใน Control Room ใช้วิธีการจากข้อ 2 ถึงข้อ 7 และ ข้อ 10

7. การสอบเทียบ Recorder

ผู้สอบเทียบ : ช่างเทคนิคแผนกเครื่องมือวัด
สถานที่สอบเทียบ : Workshop
อุปกรณ์หลักที่ใช้ : Signal Simulator 4-20 mA.

วิธีการและขั้นตอน

7.1 ต่อ Power Supply 220 V. เข้าที่ Recorder
7.2 ต่อ Signal Simulator เข้าที่จุด Signal Input ของ Recorder

7.3 ป้อนสัญญาณ 4mA, 8 mA, 12 mA, 16 mA และ 20 mA และดูค่าที่ Recording Pen ว่าบันทึกค่าตรงจุด 0%, 25%, 50%, 75% และ 100% ตรงหรือไม่ และลดสัญญาณลงตามลำดับ สังเกตุค่าที่ถูกบันทึกลงในกระดาษ Chart จะต้องลดลงตามลำดับเช่นกัน

7.4 ถ้าค่า 0 เปอร์เซนต์ไม่ตรง ให้ปรับที่จุด Zero และค่า 25 ถึง 100 เปอร์เซนต์ไม่ตรง ให้ปรับที่จุด Span

7.5 ทดสอบค่าต่าง ๆ จนถูกต้องหรือใกล้เคียงที่ยอมรับได้จึงนำกลับไปใช้งาน

หมายเหตุ Recorder ที่ใช้อยู่จะมี 3 ชนิด Writing Pen, 6-Pen Dot Printing และ 12-Pen Dot Printing. โดยในแต่ละ Pen จะบันทึกค่าได้ 1 ช่องสัญญาณ 4-20 mA ที่ส่งจาก Field Instrument เข้ามายัง Control Room.

8. การสอบเทียบเครื่องชั่งและบรรจุถุงขนาด 25 กิโลกรัม (Bagging Machine)

ผู้สอบเทียบ : ช่างเทคนิคแผนกเครื่องมือวัด
สถานที่สอบเทียบ : บริเวณที่เครื่องจักรติดตั้ง
อุปกรณ์หลักที่ใช้ : น้ำหนักมาตรฐานขนาด 5 kg, 10 kg และ 20 kg Multimeter ชุดเครื่องมือสนาม (ไขควงชุด ประแจชุด)

วิธีการและขั้นตอน

8.1 ตรวจสอบดู Range ของเครื่องชั่วโดยละเอียด

8.2 ใส่น้ำหนักมาตรฐาน 5 ก.ก. ลงบนแท่นรับน้ำหนักและดูค่าที่เข็มชี้ ถ้าค่าไม่ได้ 5 ก.ก. ทำการปรับ Adjustment knob

8.3 ใส่น้ำหนัก 10 ก.ก.เพิ่มลงไป ถ้าค่าไม่ตรง 15 ก.ก. ให้ปรับที่ Adjustment Knob

8.4 ใส่น้ำหนัก 10 ก.ก.เพิ่มอีก และสังเกตดูค่า ถ้าไม่ตรงให้ปรับค่าให้ถูกต้องโดยเข็มชี้บอกที่ 25 ก.ก.

8.5 ใส่น้ำหนัก 10 ก.ก.เพิ่มอีก เข็มชี้จะต้องอ่านค่าได้ที่ 35 ก.ก. ถ้าไม่ตรงให้ทำการปรับ

8.6. ใส่น้ำหนัก 5 ก.ก.เพิ่มอีก เข็มชี้จะต้องชี้ที่ค่า 40 ก.ก.ถ้าไม่ตรงให้ทำการปรับให้ตรง

8.7 ลดน้ำหนักลงให้เหลือ 35 ก.ก., 25 ก.ก., 15 ก.ก. และ 5 ก.ก.ตามลำดับ สังเกตค่าที่เข็มชี้ของสเกลว่าชี้บอกค่าได้ถูกหรือไม่

8.8 ลดน้ำหนักออกทั้งหมด เข็มชี้จะต้องชี้ที่ค่า 0 ถ้าไม่ตรงให้ปรับที่เข็มให้ตรง

8.9 ต่อ Multimeter เข้าที่ Sign Output ของ Limit Switch ซึ่งติดตั้งอยู่ในชุด 25 ก.ก.

8.10 ใส่น้ำหนักเพิ่มขึ้นจนถึง 25 ก.ก. ตรวจสอบดูการทำงานของ Limit Switch ว่าทำงาน ถูกต้องหรือไม่

8.11 เมื่อ Limit Switch ทำงานถูกต้องให้ต่อเข้ากับวงจรควบคุม Moter

5. การควบคุมการจัดเก็บ และการเคลื่อนย้ายอุปกรณ์เครื่องมือวัด

อุปกรณ์การวัดต่าง ๆ เมื่อมีการนำมาสอบเทียบใน workshop หรือเมื่อซ่อมเสร็จแล้วจะถูกนำไปเก็บไว้ใน Store Room โดยจะมีการทำใบส่งของคืนกลับเข้า Store Room ถ้าอุปกรณ์นั้น ๆ ไม่ได้นำกลับไป ใช้งานในกระบวนการผลิตอีก เนื่องจากมีอุปกรณ์สำรองและได้นำไปติดตั้งใช้งานแทนแล้ว เมื่อนำมาเก็บไว้ใน Store Room ซึ่งอยู่ในบริเวณกองคลังเก็บสินค้า (Warehouse) และไม่ได้มีการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ หรือมีการระบายอากาศ เนื่องจากด้านบนเปิดโล่ง เพียงแต่ใช้ลวดตาข่ายมากั้นแบ่งบริเวณให้เป็นที่เก็บของของ Store Room เท่านั้น บางครั้งจึงมีฝุ่นละอองจาก Worehouse เข้ามาใน Store และป้องกันไม่ได้

อุปกรณ์สำรองและอะไหร่สำรองของเครื่องมือวัด ส่วนใหญ่แล้วจะเป็นชิ้นส่วนอิเลค-ทรอนิคส์ และมีอุณหภูมิในการใช้งานหรือการเก็บรักษาค่อนข้างจำกัด ซึ่งจะมีผลต่ออายุการใช้งานและประสิทธิภาพการ ใช้งาน การเก็บรักษาเป็นเพียงการนำไปวางไว้ที่ชั้นเก็บของ หรือบางครั้งก็ใส่ในถุงพลาสติกเพื่อกันฝุ่น อุณหภูมิแวดล้อมภายใน Store Room สูงสุดประมาณ 33 °C ในฤดูร้อนช่วงเดือนมีนาคมและเมษายน

6. สาเหตุการหยุดเครื่องฉุกเฉินในกระบวนการผลิต (Emergency Shutdown)

การหยุดเดินเครื่องฉุกเฉินในกระบวนการผลิตมีสาเหตุและองค์ประกอบมากมายไม่ว่าจะเป็นเครื่องจักร อุปกรณ์ที่ใช้ สภาวะแวดล้อม ภัยธรรมชาติ การปฏิบัติงานของพนักงาน แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่มาจากภายนอก สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ล้วนมีผลกระทบต่อกระบวนการผลิตทั้งสิ้น จากสถิติที่ผ่านมาจะมีการหยุดเดินเครื่องฉุกเฉินจากสาเหตุใหญ่ ๆ พอสรุปได้ดังนี้

1. เนื่องจากแรงเคลื่อนไฟฟ้าตกหรือไฟฟ้าดับ
2. เนื่องจากอุปกรณ์เครื่องมือวัดทำงานผิดพลาด
3. เนื่องจากการปฏิบัติงานผิดพลาดของพนักงานฝ่ายผลิต
4. เนื่องจากเครื่องจักรในกระบวนการผลิตขัดข้องหรือเสีย
5. สาเหตุอื่น ๆ

จำนวนสาเหตุของการหยุดเดินเครื่องฉุกเฉินในกระบวนการผลิต ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 จำนวนสาเหตุของการหยุดเดินเครื่องฉุกเฉินในกระบวนการผลิตจาก พฤษภาคม 2537 ถึง เมษายน 2538

เดือน/ปี	แรงเคลื่อนไฟฟ้าตกหรือดับ (ครั้ง)	เครื่องมือวัดผิดพลาด (ครั้ง)	ปฏิบัติงานผิดพลาด (ครั้ง)	เครื่องจักรเสียหรือขัดข้อง (ครั้ง)	สาเหตุอื่น ๆ (ครั้ง)	หมายเหตุ
พ.ค. 2537	3	3	1	1	-	
มิ.ย. 2537	2	4	-	-	-	
ก.ค. 2537	3	2	2	-	-	
ส.ค. 2537	2	4	-	2	1	ภัยธรรมชาติ
ก.ย. 2537	4	5	1	1	-	
ต.ค. 2537	3	2	1	-	-	
พ.ย. 2537	2	3	-	-	1	ปัญหาด้านคุณภาพ
ธ.ค. 2537	1	4	2	1	-	
ม.ค. 2538	2	3	1	-	-	
ก.พ. 2538	2	4	-	-	-	
มี.ค. 2538	3	3	1	2	-	
เม.ย. 2538	3	5	-	-	-	
รวม	30	42	9	7	2	

7. ปัญหาที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์เครื่องมือวัด

ในการคอยคุมกระบวนการผลิตแต่ละขั้นตอนจะมีอุปกรณ์เครื่องมือวัดติดตั้งอยู่หลายชนิด ซึ่งลักษณะการทำงานจะแตกต่างกันออกไปตามวัตถุประสงค์ของการผลิต ปัญหาที่เกิดขึ้นกับเครื่องมือวัดส่วนใหญ่แล้วจะเป็นการวัดค่าแล้วเกิดมีความคลาดเคลื่อน (Error) ซึ่งทางฝ่ายผลิตจะแจ้งมายังแผนกเครื่องมือวัดให้เข้าไปทำการตรวจสอบหรือสอบเทียบอุปกรณ์นั้น แต่ก็มีบางครั้งที่ทางแผนกเครื่องมือวัดเข้าทำการตรวจและสอบเทียบแล้ว ปรากฏว่ายังถูกต้องและทำงานเป็นปกติ ซึ่งเป็นเพียงการสงสัยว่าอุปกรณ์ชนิดนั้นทำงานไม่ถูกต้องตามที่ฝ่ายผลิตแจ้งมา จำนวนปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์เครื่องมือวัดชนิดต่าง ๆ ในรอบหนึ่งปี ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงรายละเอียดการเกิดปัญหาขึ้นกับเครื่องมือวัดแต่ละชนิดในช่วงเดือน พฤษภาคม 2537 ถึง เดือนเมษายน 2538

ลำดับ	รายการอุปกรณ์	จำนวนปัญหาที่เกิด (ครั้ง)	ปัญหาที่เกิด	สอบเทียบใน Workshop (ครั้ง)	สอบเทียบใน File (ครั้ง)	ส่งซ่อมภายนอก (ครั้ง)	หมายเหตุ
1	Transmitter	96	ค่าผิดพลาด	30	58	8	
2	Control Value	72	ปิดเปิดไม่ถูกต้อง	21	47	4	
3	Flowmeter	28	ค่าผิดพลาด	24	3	1	
4	Thermocouple/RTD	27	ค่าผิดพลาดและเสีย	21	6	-	
5	Controller	19	ค่าผิดพลาด	5	13*	1	*สอบเทียบ
6	Switch Device	17	ทำงานผิดพลาด	13	4	-	ใน Control
7	Gauge	104	ค่าผิดพลาดและเสีย	104	-	-	Rool
รวม		363		218	131	14	

8. ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาของแผนกเครื่องมือวัด

ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงรักษาอุปกรณ์เครื่องมือวัดในแต่ละเดือนนับว่ามีจำนวนสูง เพราะโดยปกติแล้วอุปกรณ์ส่วนใหญ่จะผลิตและนำเข้ามาจากต่างประเทศ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่มีส่วนประกอบของอิเลคโทรนิคส์แทบทั้งสิ้น ราคาของอุปกรณ์แต่ละตัวจึงมีราคาแพง การนำไปใช้งานการติดตั้งจึงต้องอาศัยความชำนาญและความเข้าใจเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายแก่อุปกรณ์ รายการค่าใช้จ่ายของแต่ละแผนกจะแตกต่างกันออกไปตามลักษณะของงงานซ่อมบำรุง การวัดค่าใช้จ่ายด้านต้นทุนคุณภาพ เป็นอีกวิธีหนึ่งที่ทำให้การบริหารคุณภาพโดยใช้ต้นทุนอย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้เป็นไปตามข้อกำหนดคุณภาพและตรงตามที่ลูกค้าต้องการ

8.1 ค่าใช้จ่ายด้านต้นทุนคุณภาพ (Costs of Quality)

ค่าใช้จ่ายด้านต้นทุนคุณภาพแบ่งได้เป็น 4 ประเภท คือ

1. ต้นทุนด้านการป้องกัน (Prevention Costs) หมายถึงต้นทุนส่วนที่เกี่ยวกับกิจกรรมด้านการออกแบบ การนำไปใช้ และการดำรงไว้ซึ่งระบบการบริหารคุณภาพ ต้นทุนการป้องกันต้องมีการวางแผนและการทำล่วงหน้าของการปฏิบัติงาน เช่น การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน การปรับปรุงอุปกรณ์ การเตรียมโปรแกรมการฝึกอบรมสำหรับบุคลากรต่าง ๆ เป็นต้น

2. ต้นทุนด้านการประเมินหรือวัดผล (Appraisal Costs) หมายถึงต้นทุนส่วนที่เกี่ยวข้องกับการประเมินวัสดุที่จัดซื้อ กระบวนการผลิต สินค้านำมาประกอบ ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปและบริการต่าง ๆ เพื่อให้มั่นใจว่าตรงตามข้อกำหนด เช่น การสอบเทียบอุปกรณ์ การบำรุงรักษาอุปกรณ์ตลอดจนการตรวจเช็คและทดสอบอุปกรณ์ ต้นทุนด้านการปรับปรุงนี้เป็นกิจกรรมอันเกิดมาจากต้นทุนการตรวจความถูกต้อง

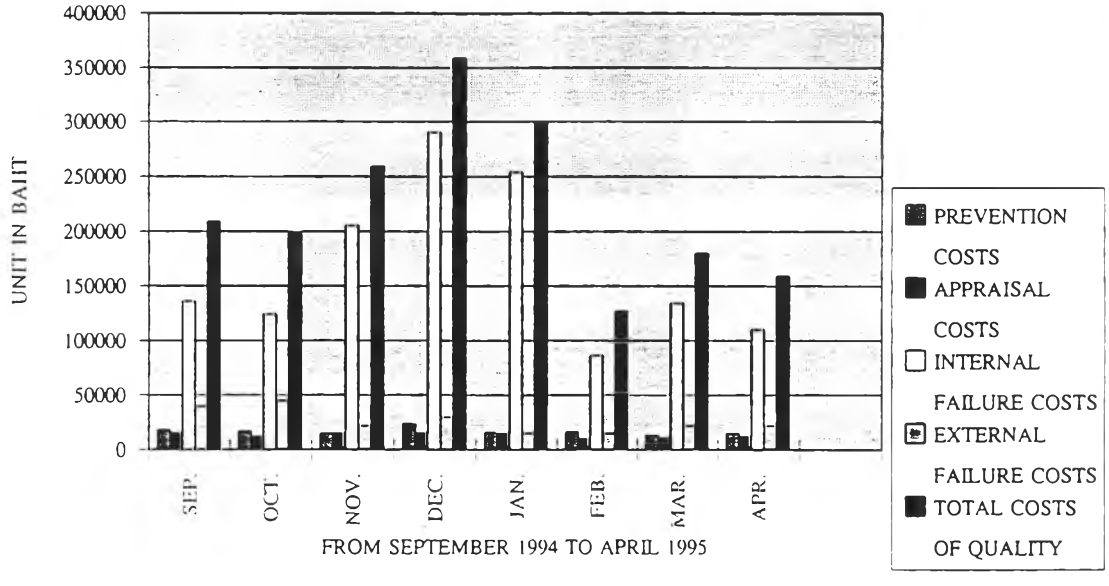
3. ต้นทุนความล้มเหลวหรือผิดพลาดภายใน (Internal Failure Costs) หมายถึง ค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์ที่ไม่อาจเป็นไปตามข้อกำหนดคุณภาพ และถูกค้นพบก่อนที่ลูกค้าจะพบ ซึ่งจะทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการที่ผลิตภัณฑ์เสียไปอันเนื่องมาจากการทำงานผิดพลาด เช่น อุปกรณ์การวัดหรือควบคุมทำงานผิดพลาด เกิดความคลาดเคลื่อนหรืออุปกรณ์ชำรุดเสียหาย ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการซ่อมหรือซื้ออะไหล่ที่ใช้ซ่อม ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพซ้ำ ผลิตภัณฑ์อาจต้องลดเกรดลงมาขายถูกลง ตลอดจนการวิเคราะห์หาสาเหตุของความผิดพลาด

4. ต้นทุนด้านความล้มเหลวภายนอก (External Failure Costs) หมายถึง ต้นทุนที่เกิดขึ้นเมื่อสินค้าหรือบริการไม่ตรงตามข้อกำหนด และเล็ดลอดจากการตรวจสอบจนตกถึงมือลูกค้า จึงต้องมีค่าใช้จ่ายในการนำสินค้ากลับมาตรวดสอบหรือซ่อม ค่าใช้จ่ายที่ต้องเปลี่ยนสินค้า ตามใบรับประกันที่ลูกค้าร้องเรียน ตลอดจนต้นทุนการขนย้าย การติดต่อ และการบริการต่าง ๆ เป็นต้น

ค่าใช้จ่ายด้านต้นทุนคุณภาพของแผนกเครื่องมือวัดนี้ ได้เก็บรวบรวมข้อมูลที่ผ่านมาตั้งแต่เดือนกันยายน 2537 ถึงเดือนเมษายน 2538 โดยต้นทุนบางส่วนได้ข้อมูลจากฝ่ายบัญชีและข้อมูลค่าใช้จ่ายส่วนที่เกี่ยวข้องกับแผนกเครื่องมือวัด ได้มาจากฝ่ายซ่อมบำรุงรักษา ค่าใช้จ่ายต้นทุนคุณภาพดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ต้นทุนคุณภาพ (Costs of Quality) ก่อนการปรับปรุงระบบ (หน่วยต้นทุน : x 1,000 บาท)

รายละเอียดต้นทุน	2537				2538				รวม
	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	ค่าใช้จ่าย
1. Prevention Costs									
1.1 การปรับปรุงอุปกรณ์	6	8	7	12	9	4	4	5	55
1.2 การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน	5	5	5	5	5	5	5	5	40
1.3 การฝึกอบรม	5	3	2	4	-	4	3	3	24
1.4 การป้องกันอื่น ๆ	2	1	1	3	2	3	1	2	15
รวมค่าใช้จ่าย	18	17	15	24	16	16	13	15	134
2. Appraisal Costs									
2.1 การสอบเทียบอุปกรณ์	7	6	8	8	3	4	5	5	46
2.2 การบำรุงรักษาอุปกรณ์	3	3	3	3	3	3	3	3	24
2.3 ตรวจเช็คและทดสอบอุปกรณ์	5	3	4	4	9	3	3	4	35
รวมค่าใช้จ่าย	15	12	15	15	15	10	11	12	105
3. Internal Failure Costs									
3.1 ผลิตภัณฑ์ไม่ได้คุณภาพ/เสีย	55	35	75	75	8	35	55	30	368
3.2 อุปกรณ์วัดและควบคุมผิดพลาด/เสีย	73	67	105	189	240	44	51	53	882
3.3 ตรวจสอบคุณภาพใหม่	4	3	6	7	2	3	4	3	32
3.4 ผลิตภัณฑ์ที่ลดเกรดลง	-	15	15	15	-	-	20	20	85
3.5 วิเคราะห์ความล้มเหลวผลิตภัณฑ์	4	4	4	4	4	4	4	4	32
รวมค่าใช้จ่าย	136	124	205	290	254	86	134	110	1,339
4. External Failure Costs									
4.1 นำสินค้ากลับมาซ่อมใหม่	9	9	9	9	9	9	9	9	72
4.2 เปลี่ยนสินค้าตามใบรับประกัน	25	30	9	15	-	-	7	7	93
4.3 ค่าขนย้าย/ติดต่อ/บริการ	6	6	6	6	6	6	6	6	48
รวมค่าใช้จ่าย	40	45	24	30	15	15	22	22	213
ต้นทุนคุณภาพรวม	209	198	259	359	300	127	180	159	1,791



รูปที่ 10 กราฟแสดงค่าใช้จ่ายต้นทุนคุณภาพของโรงงานตัวอย่าง

9. <u>อุปกรณ์เครื่องมือวัดที่ชำรุดเสียหายบ่อย</u>

1. เครื่องวัดและส่งถ่ายสัญญาณ (Transmitter) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดค่าในกระบวนการผลิตแล้วส่งค่าสัญญาณที่วัดได้ไปยังเครื่องควบคุมในห้องควบคุมการปฏิบัติงาน (Control Room) ในการใช้งานของอุปกรณ์ชนิดนี้จะต่อเข้ากับกระบวนการผลิตโดยตรง เช่น การวัดระดับ การวัดความดัน หรือการวัดอัตราการไหลโดยใช้ความดันที่แตกต่าง เป็นต้น จึงทำให้เกิดการเสียหายและชำรุดกับอุปกรณ์ โดยส่วนที่ชำรุดเสียหาย คือ ไดอะแฟรม (Diaphram) ซึ่งสัมผัสกับสารที่ทำการวัดโดยตรง ไดอะแฟรมของ Transmitter จะมีราคาค่อนข้างสูง และต้องสั่งเข้ามาจากโรงงานผลิตในต่างประเทศ

2. วาล์วควบคุม (Control Valve) เป็นอุปกรณ์ควบคุมที่สำคัญมาก ซึ่งจะสัมผัสโดยตรงกับสารที่ควบคุม วาล์วควบคุมเป็นอุปกรณ์ที่ได้รับการออกแบบมาเป็นพิเศษและใช้เฉพาะจุด ขึ้นอยู่กับสารที่จะควบคุมแรงดัน และอัตราของการไหลผ่าน เป็นต้น วาล์วควบคุมมีส่วนประกอบที่ทำงานเกี่ยวเนื่องหลาย ๆ จุดในการเคลื่อนไหว ไม่ว่าจะเป็น Actuator, Positioner, Stem, Body และ Bonnet จึงมักเกิดความเสียหายขึ้นบ่อย และส่วนประกอบแต่ละส่วนมีราคาสูงและต้องสั่งพิเศษจากโรงงานผู้ผลิตในต่างประเทศ และใช้เวลานานพอสมควร

3. อุปกรณ์วัดอุณหภูมิชนิด RTD/Thermocouple ใช้ติดตั้งอยู่ตามจุดต่าง ๆ ในกระบวนการผลิตเพื่อวัดและส่งค่าการวัดอุณหภูมิไปยัง Control Room บางจุดที่วัดจะมีอุณหภูมิสูงมาก และมีการกัด กร่อนสูง (High Corrosion) จึงมีการชำรุดเสียหายบ่อย และมีการสั่งซื้ออยู่เป็นประจำ บางชนิดต้องสั่งจากต่างประเทศเพราะเป็นแบบพิเศษ และใช้งานเฉพาะที่ เช่น วัดอุณหภูมิใน Reactor เป็นต้น

4. เกจ์วัดความดัน (Pressure Gauge) ในกระบวนการผลิตจะมีใช้อยู่เป็นจำนวนมาก แต่ละตัวจะมีช่วงการใช้งานแตกต่างกันไปตามลักษณะและความเหมาะสมกับการใช้งาน เกจ์วัดความดันที่เสียและชำรุดส่วนใหญ่แล้วเกิดจากความสั่นสะเทือนและการใช้งานไม่ถูกต้อง มีการเปิดวาล์วอย่างรวดเร็ว ทำให้มีแรงดันมากระแทกที่บูร์ดองของเกจ์ และทำให้เฟืองและชิ้นส่วนภายในสึกหรอชำรุด ทำให้ต้องเสียงบประมาณในการสั่งซื้อปีละมาก ๆ ถึงราคาจะไม่แพงมากก็ตาม อีกส่วนหนึ่งคือ การนำไปใช้งานไม่ถูกต้องกับประเภทของเกจ์ ทั้งวัสดุที่ใช้ทำและช่วงการใช้งานที่เหมาะสม ในพื้นที่ของกระบวนการผลิตส่วนจะเป็น Hazadous Area มีไอของสารที่มีการกัดกร่อนสูงจะต้องใช้เกจ์ที่ทำจากวัสดุสแตนเลส ซึ่งจะมีราคาสูงขึ้นอีกมาก บางครั้งมีการนำเกจ์วัดความดันไปใช้งานในช่วงการใช้งานไม่ถูกต้อง เช่น มีช่วงการใช้งาน 0 ถึง 6 Bar และนำไปติดตั้งใช้งานในจุดที่มีแรงดันเกือบถึง 6 Bar โดยไม่ได้มีการเผื่อไว้สำหรับกรณีแรงดันเพิ่มขึ้นอย่างกระทันหันในตอนสตาร์ทปั๊ม เป็นต้น

5. เครื่องวัดอัตราการไหล (Flowmeter) ในกระบวนการผลิตมีใช้อยู่หลายแบบตามลักษณะงาน บางแบบราคาสูงเพราะต้องการความแม่นยำในการวัดสูง และใช้วัดอัตราการไหลของสารเคมีที่มีความร้อนสูงและกัดกร่อน แบบนิวเดติ้งดิสด์ส่วนใหญ่ใช้วัดอัตราการไหลของน้ำโดยทั่ว ๆ ไป ส่วนแบบโอวัลเกียร์จะต้องการใช้ในจุดที่ต้องการความแม่นยำสูง เครื่องวัดอัตราการไหลชนิดนี้จะมีปัญหาบ่อยและต้องถอดออกมาซ่อม และสอบเทียบอยู่เป็นประจำ เนื่องจากค่าที่วัดได้คลาดเคลื่อนกับค่าความเป็นจริงที่วัดโดยตรงกับถังเก็บ อะไหล่สำรองต้องสั่งนำเข้าจากต่างประเทศและใช้เวลาในการสั่งนาน จึงต้องสั่งเข้ามาเก็บสำรองไว้ในส่วนที่เสียและเปลี่ยนบ่อย

6. เครื่องควบคุมอุปกรณ์การวัด (Controller) เป็นอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่ในห้องควบคุมการปฏิบัติการ (Control Room) โดยเป็นอุปกรณ์ในการรับสัญญาณการวัดมาจากอุปกรณ์การวัดชนิดต่าง ๆ ในกระบวนการผลิต เพื่อมาเปรียบเทียบค่า และส่งค่าที่ต้องการควบคุมไปควบคุม Control Valve ให้ปิดเปิดตามที่ต้องการ ที่ Controller จะแบ่งออกเป็นสองส่วน คือ ส่วนรับสัญญาณและแสดงผลกับส่วนของการส่งสัญญาณไปควบคุม ถ้าส่วนใดส่วนหนึ่งทำงานไม่ถูกต้อง ก็จะทำให้กระบวนการผลิตผิดพลาดด้วย อุปกรณ์ชนิดนี้ต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ ราคาแพง เพราะส่วนใหญ่เป็นไมโครโปรเซสเซอร์ทั้งสิ้น การซ่อมหรือแก้ไขทำได้ยาก ต้องส่งกลับไปยังโรงงานผู้ผลิตหรือบริษัทตัวแทนจำหน่ายที่มีอุปกรณ์การซ่อมโดยตรง และต้องใช้เวลาในการซ่อมนานนับเดือน จึงต้องมีการสั่งซื้อมาเก็บสำรองไว้ใช้งานอยู่เสมอ จุดที่เสียหรือชำรุดส่วนใหญ่เป็นจุดที่มีการเคลื่อนไหวและชุดควบคุมที่เป็นไมโครโปรเซสเซอร์

7. Switch Device เป็นอุปกรณ์ตัดตอนที่ใช้ทั่ว ๆ ไปในกระบวนการผลิต เช่น สวิทช์อุณหภูมิ สวิทช์แรงดัน และสวิทช์ระดับ แต่ละชนิดจะต้องเป็นแบบ Explosion Proof ส่วนใหญ่จะเป็นแบบ Proximity Switch และไมโครสวิทช์ ไม่มีการผลิตหรือประกอบในประเทศ ต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ

จุดประสงค์ที่ใช้ส่วนใหญ่เพื่อต่อเป็นวงจร Interlocks กับระบบควบคุมต่าง ๆ เมื่อต้องการให้ดัดดอนหรือสัญญาณเดือนต่าง ๆ บางครั้งทำให้กระบวนการผลิตหยุดกระทันหันเมื่อทำงานผิดพลาด หรือไม่ทำงานเลย จึงทำให้จุดที่ต้องการควบคุมผิดพลาดจนมีผลให้กระบวนการผลิตหยุดด้วย อุปกรณ์เหล่านี้มีราคาแพงพอสมควร จึงต้องมีการสั่งกซื้อมาเก็บสำรองไว้เป็นจำนวนมากเช่นกัน

ตารางที่ 7 แสดงอุปกรณ์ที่เสียบ่อยและค่าใช้จ่ายในการซ่อม/สั่งซื้อใหม่ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2537 ถึงเมษายน 2538

ลำดับที่	รายการอุปกรณ์ที่เสีย	จำนวนเครื่องที่เสีย (เครื่อง)	ค่าซ่อม/สั่งซื้อใหม่ (บาท)	หมายเหตุ
1	Control Valves	17	280,000.-	
2	Transmitters	20	170,000.-	
3	Flowmeters	6	130,000.-	
4	Controllers	8	120,000.-	
5	RTD/Thermocouples	19	260,000.-	
6	Gauges	37	130,000.-	
7	Switch Devices	21	70,000.-	
8	อุปกรณ์อื่น ๆ	44	140,000.-	
รวม			1,400,000.-	