บทที่ 9
การควบคุมเครื่องวัดอัตราการไหล

คำนำ

เครื่องวัดอัตราการไหล ที่โรงงานตัวอย่างใช้อยู่เป็นแบบ ลูกสูบหมุน (Oscillating Piston) มิเตอร์ดังกล่าวใช้ในการส่งผ่านน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานตามปริมาณที่กำหนดในเอกสารแสดงขั้นตอนกระบวนการผลิต หน่วยซ่อมบำรุงเป็นผู้รับผิดชอบในการทำการสอบเทียบ ความถี่การสอบเทียบกรณีเป็นมิเตอร์ติดตั้งใหม่อายุการใช้งานน้อยกกว่า 1 ปี จะทำการสอบเทียบทุกๆ 3 เดือนในปีแรก มีความละเอียดอยู่ภายใน +/- 0.05% โดยปริมาตร

ภายหลังจากการใช้งานปีแรก กรณีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ภายใน +/- 0.05% ความถี่การทดสอบจะลดลงเป็นทุกๆ6 เดือน กลับกันความถี่การสอบเทียบจะยังคงทำที่ทุกๆ 3 เดือน วิธีการสอบเทียบดำเนินการด้วยวิธีการสอบเทียบเชิงปริมาตร (Volumetric Method) เป็นการเปรียบเทียบปริมาตรที่มิเตอร์วัดกับปริมาตรในถังตวงมาตรฐาน (Standard Prover Tank)

ระบบการควบคุมเครื่องวัดอัตราการไหลที่โรงงานตัวอย่างดำเนินการอยู่ปัจจุบันมีการทำการสอบเทียบจัดทำวิธีการสอบเทียบเป็นเอกสารคู่มือ, การบันทึกผลและการแสดงสถานะ ณ. ที่ตัวเครื่องวัดแต่ละเครื่องแต่จากการศึกษาพบว่ามีประเด็นจุดอ่อนที่สามารถทำการปรับปรุงได้ดังต่อไปนี้

1)การแสดงสถานะเครื่องวัดไม่สมบูรณ์ การแสดงสถานะเครื่องวัดจะประกอบด้วย 2 จุดประสงค์ดังนี้

-การแสดงสถานะการสอบเทียบจะระบุวันที่ทำการสอบเทียบครั้งล่าสุดและวันที่ทำการสอบเทียบครั้งต่อไป ซึ่งในสภาวะการใช้งานจริงพบว่ามีการใช้งานมิเตอร์ที่เลยกำหนดเวลาการสอบเทียบ

-การแสดงสถานะการซ่อมแซม ในกรณีมิเตอร์ใช้งานไม่ได้ จะทำการแขวนป้ายพลาสติดระบุข้อความ"ห้ามใช้งานรอซ่อมแซม"ในสภาวะการใช้งานจริงพบว่ามิเตอร์ดังกล่าวเกิดการสูญเสียเวลารอการซ่อมแซมเป็นเวลานาน

2)ขาดระบบควบคุมเตือนการสอบเทียบมีผลให้มิเตอร์เลยกำหนดช่วงเวลาที่จะต้องทำการสอบเทียบ

3)การบันทึกผลการสอบเทียบอยู่ในรูปแบบที่ให้ข้อมูลที่ใช้ประโยนช์ได้น้อย

4)การกำหนดช่วงเวลาความถี่การทำการสอบเทียบที่เหมาะสมจะทำให้สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายลง

ดังนั้นผู้วิจัยจะได้เสนอขั้นตอนการจัดระบบการควบคุมเครื่องวัดอัตราการไหลในส่วนที่เกี่ยวกับจุดอ่อนดังกล่าว โดยเริ่มศึกษาถึง ธรรมชาติของของไหล, หลักการทำงานของเครื่องวัดอัตราการไหล,องค์ประกอบของระบบ, ปัจจัยที่ผลต่อประสิทธิภาพของเครื่องวัด, วิธีการสอบเทียบ, จัดระบบเตือนและแสดงสถานะการสอบเทียบ และเสนอระบบการบันทึกผล ซึ่งเป็นการประยุกต์หลักวิชาการให้เหมาะสมกับสภาพการดำเนินงานของโรงงานตัวอย่าง

9.1 ธรรมชาติของของไหล

คุณสมบัติทางกายภาพพื้นฐานของของไหลแต่ละชนิดที่ควรทราบ เพื่อใช้เป็นตัวพิจารณาเลือกใช้เครื่องมือวัดที่เหมาะสมเช่น ค่าความหนืด (Viscosity), ค่าความหนาแน่น (Density), การลดปริมาตรลงเมื่อความดันเพิ่มขึ้น (Compressibility), ความดัน, อุณหภูมิ, ค่า Reynolds' number ฯลฯ ซึ่งค่าเหล่านี้จะมีความสัมพันธ์กัน เช่นเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนไปค่าต่าง ๆ เหล่านี้จะเปลี่ยนตามไปโดยเกือบทั้งสิ้น

9.1.1 อุณหภูมิ (Temperature) ผลของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ จะทำให้ตัวแปรอื่นๆ อีกหลายตัว เช่น ค่าความหนืด, ค่าความหนาแน่น, Compressibility เปลี่ยนแปลงค่าตามไปด้วย, ในการวัด Fluid ที่เป็นของเหลว เนื่องจากอุณหภูมิในช่วงไหลผ่านตัววัดมีค่าเปลี่ยนแปลงน้อย ดังนั้นจะประมาณว่ามีค่าคงที่ แต่ใน Fluid ที่เป็นก๊าซหรือเป็นไอ อุณหภูมิจะต้องวัดและนำมาเป็นตัวแก้ไขค่าของ Flow ด้วย ในการวัดค่าแบบปริมาตร (Volumetric flow) ค่าอุณหภูมิพื้นฐาน (Temperature base) มีค่า 60°F หรือ 520°R ในหน่วยของค่าอุณหภูมิสัมบูรณ์ ค่า Flow ในระบบที่มีอุณหภูมิต่าง ๆ จะต้องเทียบมาที่อุณหภูมิพื้นฐานนี้ เพื่อสะดวกในการเปรียบเทียบและค่าที่บอกเป็นที่เข้าใจกันโดยทั่วไป

9.1.2 ความดัน (Pressure) การเปลี่ยนแปลงค่าของความดันในของเหลวจะมีผลต่อตัวแปรอื่น ๆ น้อยกว่าการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ค่าความดันพื้นฐาน (Pressure base) มีค่า 14.7 Psia สำหรับการวัด แบบกำหนดค่าเป็นปริมาตร เช่น ค่า Air Flow กำหนดไว้ 15 SCFM (Standard cubic feet per minute) หมายความว่าค่า Air flow ขณะนั้นมีค่าเท่ากับ 15 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที ที่อุณหภูมิ 60°F และความดัน 14.7 Psia แม้ว่าอุณหภูมิและความดันจะไม่เท่ากับ 60°F และความดัน 14.7 Psia ที่ต้องเทียบค่าปริมาตรมาบอกที่ความดันพื้นฐานและอุณหภูมิพื้นฐานเพื่อให้สะดวกต่อความเข้าใจ โดยยึดการบอกค่าที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน

9.1.3 ค่าความหนืด (Viscosity) คือ คุณสมบัติต่อต้านการไหลของสาร การกำหนดค่าความหนืดได้จากเครื่องมือที่รักษาระดับความสูงและอุณหภูมิของของเหลวและให้ของเหลวไหลหยดออกมาช่องแคบ ๆ (Orifice) หรือท่อแค็พพิลลารีให้ได้ปริมาตรที่กำหนด เช่น SSU กำหนด 60 cm^3, แบบ Redwood กำหนดไว้ 50 cm^3 และนับจำนวนวินาทีตั้งแต่เริ่มจนถึงปริมาตรที่กำหนดเป็นค่าความหนืด แต่ค่าความหนืดที่บอกนี้เหมาะสำหรับการเปรียบเทียบกันมากกว่าและใช้วัดค่าได้ต่ำสุดที่ 32 หรือ ค่าความหนืดของน้ำเท่านั้นต่ำกว่านั้นกำหนดไม่ได้จึงเหมาะสำหรับการเปรียบเทียบความหนืดในวงการอุตสาหกรรมน้ำมัน

9.1.4 ค่า Reynold Number ปรากฏการณ์ของของไหลโดย Reynolds พบว่าตัวเลขดรรชนีชี้บอกสภาพการไหล ขึ้นอยู่กับความเร็วในการไหล ความหนืด ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อและค่าความหนาแน่นของ fluid

9.1.4.1 Laminar flow ลักษณะการไหลจะเป็นไปอย่างราบเรียบ ชั้นของ Fluid จะขนานกันไปตลอด การไหลในลักษณะนี้เกิดจาก Fluid นั้นมีความเหนียวข้นมาก เช่น กลีเซอรีน น้ำมันเตา สารเหล่านี้จะจับตัวกันแน่น หรืออัตราการไหลมีค่าต่ำมาก ๆ การแบ่งย่าน Laminar Flow กับ Turbulent Flow พิจารณาที่ค่า Reynold Number R_D จาก 0 ถึง 2100 เป็นย่าน Laminar แต่ในช่วง R_D 2100 ถึง 4000 เป็นย่านวิกฤติ (Critical Zone) ซึ่งมีการไหลทั้งสองแบบผสมกัน

9.1.4.2 Turbulent Flow การไหลส่วนใหญ่จะเป็นแบบ Turbulent แทบทั้งสิ้นลักษณะการไหลจะเป็นไปอย่างไม่มีระเบียบไม่มีชั้นที่แน่นอน การไหลลักษณะนี้เป็นไปอยู่ในท่อซึ่งเราไม่สามารถเห็นได้ จะต้องพิจารณาที่ค่า Reynold Number R_D ถ้าค่า R_D มากกว่า 4000 ขึ้นไป การไหลจะเป็นแบบ Turbulent

9.1.5 ค่าความหนาแน่น (Density) ความหนาแน่น คือ ค่ามวลของสารต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร น้ำที่ 0°C และความดัน 1 บรรยากาศจะมีค่าความหนาแน่น 999.845 กก./ลบ.ม. ความหนาแน่นของของเหลวจะเปลี่ยนค่าตามอุณหภูมิแต่เกือบจะไม่มีผลเลยเมื่อความดันเปลี่ยนไป (ยกเว้นในช่วงความดันสูงมาก ๆ) โดยปกติจะเรียกของเหลวเป็นสารประเภทอัดตัวไม่ลง (Incompressible) ในสารที่เป็นไอของก๊าซ ความหนาแน่นจะเปลี่ยนตามทั้งค่าความดันและอุณหภูมิ ค่า Flow ส่วนใหญ่แล้วจะวัด

เป็นค่าปริมาตร (Volumetric Flow) ดังนั้น ถ้าต้องการทราบมวล (mass flow) จะต้องหาค่าความหนาแน่นก่อนจึงสามารถทราบค่ามวลได้

9.1.6 Compressibility ของเหลวเมื่อเพิ่มความดันปริมาตรของมันเกือบจะไม่เปลี่ยนเลย ดังนั้นในการคำนวณจึงถือเป็นค่าคงที่ (ยกเว้นย่านความดันสูง) แต่ในกรณีที่ Fluid เป็นก๊าซหรือไอ ค่า Compressibility นี้เป็นตัวประกอบที่มีความสำคัญมาก ค่า Compressibility Factor จะถูกนำมาคำนวณด้วยเสมอ มิฉะนั้นค่าที่ได้จะผิดพลาดมาก

9.2 เครื่องวัดอัตราการไหล (Flow Meter)

9.2.1 เครื่องมือวัด Flow แบบ Positive Displacement

หลักการของแบบ Positive Displacement

เป็นเครื่องมือวัดปริมาตรของการไหลโดยแต่ละรอบของการหมุนของเครื่องมือวัดจะแบ่งปริมาตรของเหลวออกเป็นห้วง ๆ แต่ละห้วงที่ไหลผ่านมีปริมาตรที่แน่นอน ดังนั้นอัตราการไหลขึ้นอยู่กับจำนวนห้วง (pulse) ที่ไหลผ่านในหนึ่งหน่วยเวลา อาศัยชุดเฟืองที่ติดกับแกน ทำให้อ่านค่า flow รวม (total หรือ integrated) ได้ที่หน้าปัดโดยตรง แต่ในปัจจุบันสามารถต่อเข้ากับระบบดิจิตอลได้โดยตรง ถ้าเราติดตั้งเครื่องกำเนิดสัญญาณไฟฟ้าเป็นห้วง ๆ (pluse) ให้ผลิตสัญญาตามจำนวนรอบของการหมุน ดังสมการ

$$Q = K.n. \quad \text{.....*}$$

เมื่อ Q คือ ปริมาตรทั้งหมดที่ไหลผ่านเครื่องมือวัด

K คือ ค่าคงที่

n คือ จำนวน Pluse ที่วัดได้

แต่ถ้าต้องการทราบค่าอัตราการไหล (flow rate) ก็สามารถทำได้โดยผ่านภาคคำนวนหา

$$Q = \frac{C.n}{T} \quad \text{.....*}$$

เมื่อ Q คือ อัตราการไหลมีหน่วยเป็นปริมาตรต่อหน่วยเวลา เช่น m^3/ชม.

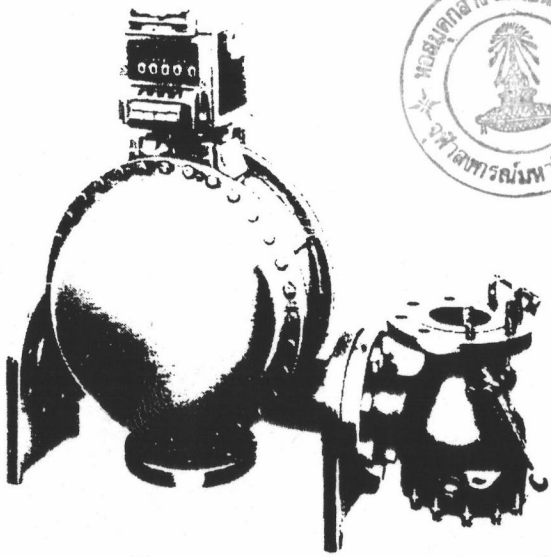
C คือ ค่าคงที่

n คือ จำนวน Pluse ที่วัดได้ ใน 1 หน่วยเวลา T

รูปแบบของเครื่องวัด flow แบบ Positive Displacement มีหลายแบบ แบ่งตามลักษณะการหมุนของตัววัด ดังนี้ แบบนิวเตติ้งดิสค์, แบบลูกสูบหมุน (oscillating piston), แบบโอวอล (oval) แบบที่โรงงานตัวอย่างใช้งานอยู่ปัจจุบันเป็นแบบลูกสูบหมุน ดังนั้นจะแสดงรายละเอียดเฉพาะแบบนี้

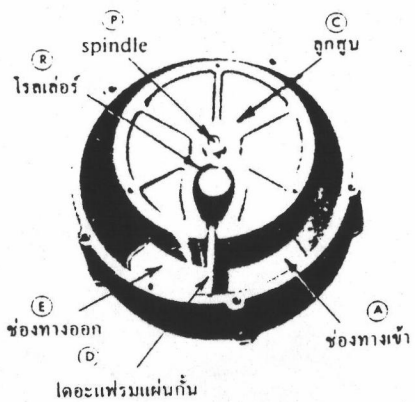
9.2.2 แบบลูกสูบหมุน (Oscillating Piston) หลักการทำงานของแบบนี้ใช้ลูกสูบที่ถูกวางเยื้องศูนย์อยู่กับกรอบวงกลมหมุนส่ายไปรอบ ๆ โรลเล่อร์ ตามรูปที่ 9.2 ด้านเข้าและด้านออกของของเหลว จะถูกกั้นด้วยไดอะแฟรมแผ่นตรง

จังหวะการทำงาน ตามรูปที่ 9.3 (ก) ของเหลวที่มีความดันจะไหลเข้าตัววัดทางช่อง A สู่ห้อง B ทางขวามือและผลักดันให้ลูกสูบ C หมุนไปในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา เมื่อตำแหน่งของลูกสูบ C หมุนไปอยู่ดังรูปที่ 9.3 (ข) จะทำให้ช่อง A ถูกปิดมากขึ้น จนกระทั่งช่องเข้า A และช่องออก E ถูกปิดสนิทในดังรูปที่ 9.3 (ค) ต่อจากนั้น ช่องออก E จะถูกเปิดออก ของเหลวที่ไหลเข้าห้อง B จะถูกสูบรัดให้ไหลออกทางช่องออก E ในจังหวะเดียวกันนั่นเอง ช่องเข้า A ก็จะเริ่มเปิดออกรับของเหลวเข้าและผลักดันให้ของเหลวที่เข้าไปในจังหวะก่อนให้
ไหลออกสู่ทางช่องออก E จนหมด จังหวะการทำงานก็จะวนเวียนไปตลอดในลักษณะนี้ การวัดปริมาตรของเหลวที่ไหลผ่านตัววัดนี้ จะใช้การวัดจำนวนรอบของลูกสูบที่หมุนไป เนื่องจากลูกสูบ C ถูกออกแบบให้หมุนไปติดกับกรอบนอกและสัมผัสกับไดอะแฟรมอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นการรั่วไหลของของเหลวจะมีน้อยมาก ยกเว้นในช่วงอัตราการไหลต่ำ ๆ เท่านั้น ขณะไม่ใช้งานควรมี วาล์วปิดไว้ตลอดเวลาเพื่อป้องกันการรั่วตามรูป 9.1

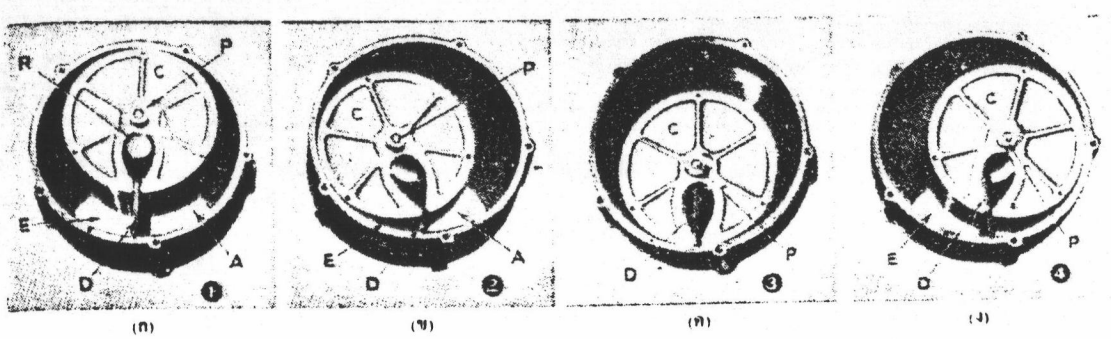


หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 9.1 แสดงรูปเครื่องวัดแบบลูกสูบหมุนและวาล์วด้านเข้าที่ปิดอัตโนมัติเมื่อไม่ใช้งาน(8)



รูปที่ 9. 2 แสดงส่วนประกอบต่างๆของเครื่องวัดแบบลูกสูบ (8)



รูปที่ 9.3 แสดง จังหวะการทำงานเครื่องวัดแบบ ลูกสูบ(8)

9.3 องค์ประกอบพื้นฐานของระบบ

องค์ประกอบขั้นพื้นฐานในการติดตั้งเครื่องวัดแบบลูกสูบ ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้

9.3.1 ส่วนกำจัดอากาศ/ไอ (Air/Vapor Eliminator)

เครื่องวัดอัตราการไหลชนิด Positive Displacement ทุกแบบขณะทำการวัดของไหลจะมีอากาศ/ไอปะปนเกิดขึ้น ทำให้ปริมาตรที่วัดได้คลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริง วิธีการแก้ไขทำได้โดยติดตั้งชุดกำจัดไอ/อากาศดังแสดงในรูปที่ 9.4

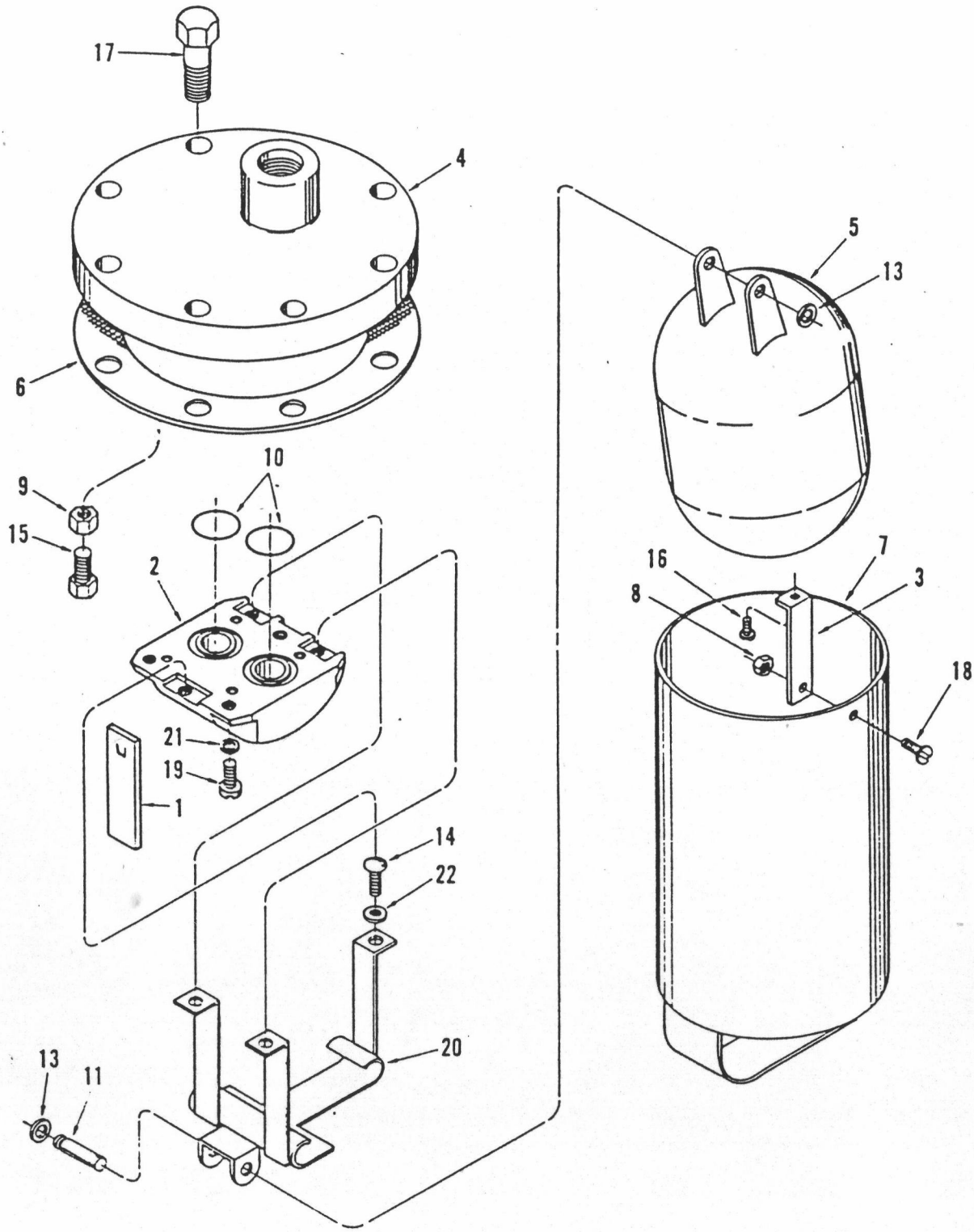
9.3.2 ชุดกรอง (Strainer)

เพื่อให้แน่ใจในคุณภาพของของไหล และความละเอียดของมิเตอร์ได้ตามที่กำหนด ที่บริเวณทางเข้าจะทำการติดตั้งตัวกรอง(Strainer)เพื่อกรองสิ่งแปลกปลอมต่างๆก่อนเข้าภายในตัวมิเตอร์ ป้องกันมิให้สิ่งแปลกปลอมต่างๆไปทำลายองค์ประกอบภายใน (ดังแสดงในรูปที่ 9.5)
ขนาดไส้กรอง ควรจะมีขนาดตามชนิดของไหลดังต่อไปนี้

1. ขนาด 80 Mesh สำหรับน้ำมันท่าอากาศยาน
2. ขนาด 40 Mesh สำหรับน้ำมันเชื้อเพลิงทั่วไป
3. ขนาด 10 Mesh สำหรับน้ำมันดำและน้ำมันหล่อลื่นต่าง ๆ

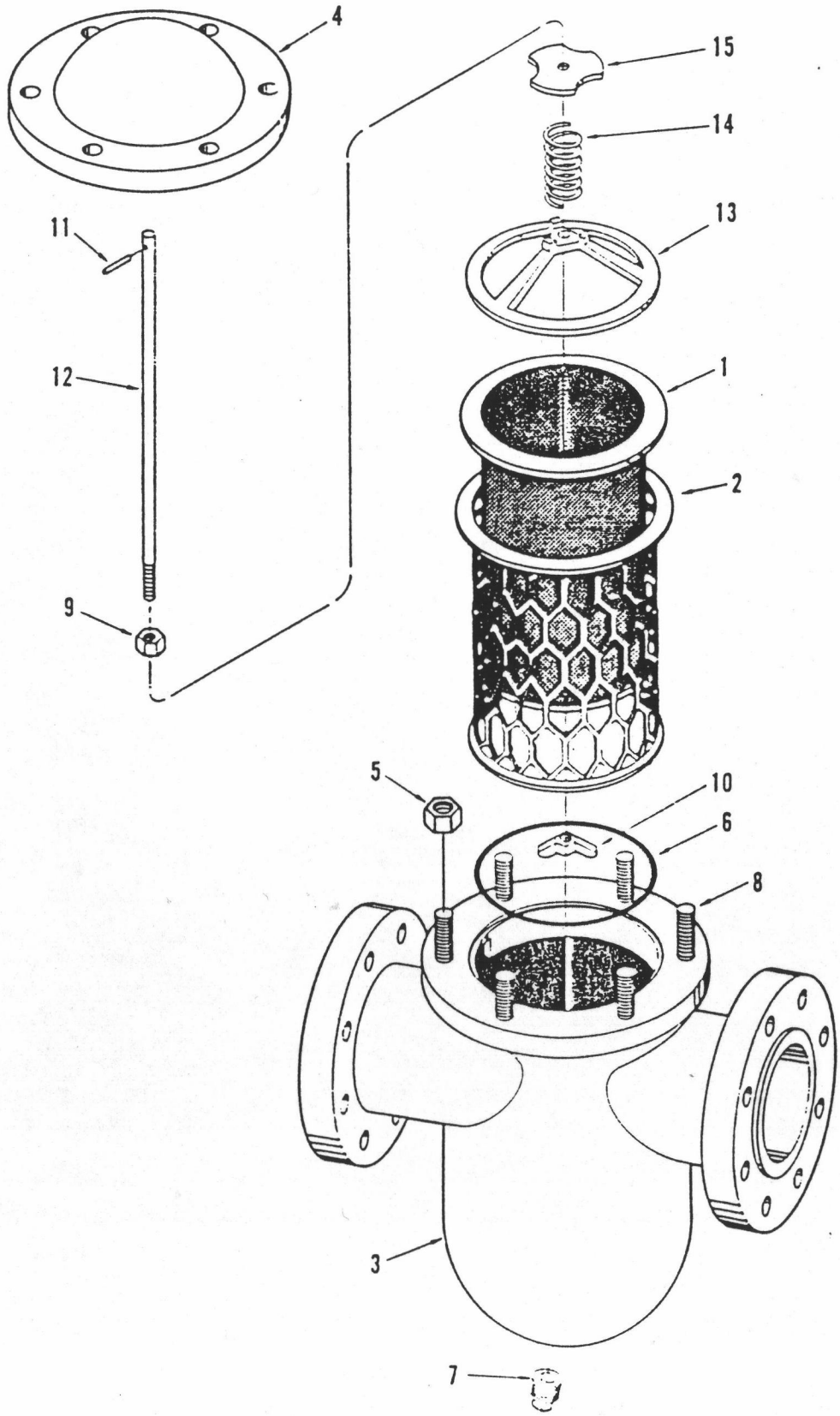
9.3.3 ชุดหยุดการทำงานของมิเตอร์ (Set-Stop Mechanisms)

เครื่องวัดอัตราการไหลแบบลูกสูบหมุน ด้านทางเข้าและด้านทางออกจะถูกกั้นด้วยแผ่นไดอะแฟรมแผ่นตรงในขณะใช้งานปกติลูกสูบจะหมุนติดขอบนอกและสัมผัสกับไดอะแฟรมตลอดเวลา ดังนั้นการรั่วไหลของๆเหลวจะเกิดขึ้นน้อยมาก แต่ในกรณีในช่วงอัตราการไหลต่ำๆ หรือในช่วงหยุดใช้งานจะมีการรั่วไหลเกิดขึ้นดังนั้นจะต้องทำการติดตั้งชุดวาล์วหยุดการทำงานป้องกันปัญหาดังกล่าว (ดังแสดงในรูปที่ 9.6)



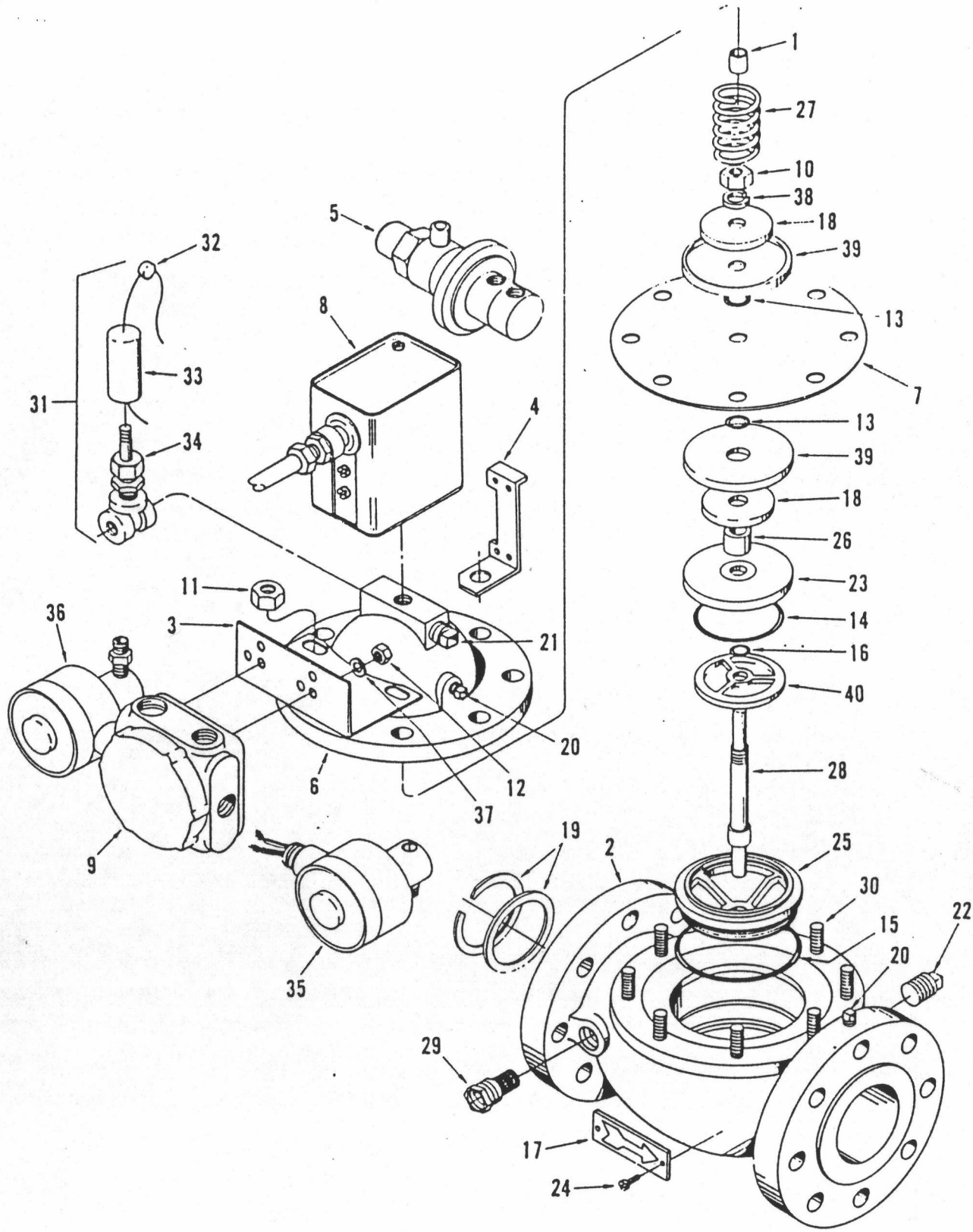
รูปที่ 9.4 แสดงชุดกำจัด อากาศและไอ

รูปที่ 9.5 แสดงชุดตัวกรอง



หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 9.6 แสดงชุดหยุดการทำงานของมิเตอร์



9.4 ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของเครื่องวัด

9.4.1 ความหนืด (Viscosity)

ความคลาดเคลื่อนของมิเตอร์เกิดขึ้นเมื่อมิเตอร์สอบเทียบสำหรับของไหลที่มีความหนืดชนิดหนึ่ง แต่ใช้กับของไหลอีกชนิดหนึ่งที่มีความหนืดต่างกัน ขนาดของความคลาดเคลื่อนขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงค่าความหนืด การเปลี่ยนแปลงความหนืดในช่วงระหว่าง 20 ถึง 200 SSU จะมีความคลาดเคลื่อนประมาณเท่ากับ 0.50%

9.4.2 อัตราการไหล (Flow Rate)

ความคลาดเคลื่อนที่มีผลมาจากการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลเกี่ยวข้องโดยตรงกับความหนืดของของไหลความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากของไหลที่มีความหนืดสูงกว่าจะมีค่าน้อยกว่าของไหลที่มีความหนืดต่ำกว่า

9.4.3 ความสึกหรอ (Wear)

ความละเอียดของมิเตอร์เปลี่ยนแปลงไปตามระยะเวลาการใช้งานและความสึกหรอที่เกิดขึ้น อิทธิพลที่ทำให้เกิดความสึกหรอไม่สามารถจะระบุได้ชัด อาจเนื่องมาจาก

- คุณลักษณะและชนิดของของไหล
- คุณภาพของน้ำมันหล่อลื่น
- ความสะอาด

องค์ประกอบของมิเตอร์ใหม่จะมี Clearance ต่ำสุด อย่างไรก็ตามมิเตอร์ตัวใหม่นี้อาจเกิดความสึกหรออย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อถูกใช้งานที่อัตรากำลังสูงสุดตลอดเวลา และถ้ามีวัตถุสิ่งแปลกปลอมในของไหลก็จะเป็นสิ่งเร่งความสึกหรอให้เกิดเร็วขึ้น

9.4.4 กำลังบิด (Torque)

กำลังบิดที่ต้องใช้ในการขับเคลื่อนชุดเครื่องวัดและอุปกรณ์ส่วนอื่นๆจะมีผลต่อความละเอียดของมิเตอร์ ผลกระทบนี้จะส่งผลต่อมิเตอร์ขนาดเล็ก (2 นิ้ว, 50 มม. และเล็กกว่า) มากกว่ามิเตอร์ขนาดใหญ่ (3 นิ้ว, 76 มม. และใหญ่กว่า) ขนาดกำลังบิด 1,000 ซม. กรัม สามารถทำให้เกิดความคลาดเคลื่อน 0.14% ในมิเตอร์ขนาดเล็ก

9.4.5 ค่า Compressibility ของๆไหล

ของไหลจะเปลี่ยนแปลงปริมาตร เมื่อสภาวะความดันเปลี่ยนแปลง
ตัวอย่าง น้ำมันที่มีค่า API Gravity = 33 ที่อุณหภูมิ 15°C เมื่อสภาวะความดันมีความแตกต่างกัน 18 บาร์ (260 ปอนด์) ระหว่างค่าความดันใช้งานและค่าความดันที่ทำการสอบเทียบ จะมีความคลาดเคลื่อน 0.1%

9.4.6 อุณหภูมิ (Temperature)

การเปลี่ยนแปลงความละเอียดของมิเตอร์ เนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของมิเตอร์ จะสัมพันธ์เป็นไปตามค่าสัมประสิทธิ์ การขยายตัวของวัสดุที่ใช้ทำมิเตอร์ ภายใต้การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิบรรยากาศ ขนาดของความคลาดเคลื่อนจะมีค่าน้อยกว่า 0.01%

9.5 วิธีการสอบเทียบเครื่องวัด (Meter Proving Method)

วิธีการทำการสอบเทียบเครื่องวัดโดยทั่วไปมี 2 วิธีดังนี้ :

9.5.1 วิธีการสอบเทียบแบบ" Gravimetric Method "มีขั้นตอนดังนี้

ปริมาตรที่ไหลผ่านมิเตอร์จะ

1) ใส่ในภาชนะบรรจุ
2) ทำการชั่งน้ำหนัก
3) หาค่าความถ่วงจำเพาะของของไหล
4) คำนวณปริมาตรและทำการเปรียบเทียบกับค่าที่แสดงบนชุดมิเตอร์

วิธีการนี้เหมาะสำหรับใช้ในการสอบเทียบมิเตอร์ที่ใช้ในการจ่ายผลิตภัณฑ์น้ำมันเตาและยางมะตอยโดยที่ปัญหาของส่วนที่ติดค้างหรือเหลืออยู่ในถังสอบเทียบจะไม่ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อน หากทำการสอบเทียบโดยใช้วิธี Volumetric Method ทำได้ยาก และไม่น่าเชื่อถือ

9.5.2 วิธีการสอบเทียบแบบ Volumetric Method มีขั้นตอนดังนี้

จะทำการเปรียบเทียบปริมาตรของของไหลที่ไหลผ่านชุดเครื่องวัดโดยตรงกับปริมาตรภายในถังสอบเทียบมาตรฐาน ระบบการสอบเทียบ แบบ Volumetric Method สามารถแบ่งย่อยออกเป็น 2 ชนิดดังนี้

9.5.2.1 การสอบเทียบเครื่องวัดด้วยวิธีการ Master Meter Provers.

การสอบเทียบโดยการใช้ Master Meter นิยมใช้กันมากในการปฏิบัติการขนส่งผลิตภัณฑ์ทางท่อ ในระบบนี้ มิเตอร์ที่ได้รับการสอบเทียบอย่างถูกต้อง ทราบค่าความคลาดเคลื่อน ถูกทำการต่ออนุกรมกับมิเตอร์ที่ต้องจะทำการสอบเทียบ หลังจากดำเนินการ อ่านค่าปริมาตรจาก Master Meters ทำการปรับแก้ค่าที่อ่านได้ตามค่าความคลาดเคลื่อนที่ทราบจากนั้น อ่านค่าปริมาตรมิเตอร์ตัวที่จะทำการสอบเทียบ ค่าความแตกต่างที่อ่านได้ แสดงค่าความคลาดเคลื่อนของมิเตอร์ที่ถูกทำการสอบเทียบ

สำหรับการปฏิบัติการขนส่งทางท่อ ระบบการสอบเทียบแบบ Master Meters นี้มีข้อดีดังนี้

1. สามารถใช้สอบเทียบในกรณีปริมาตรมาก ๆ ได้
2. สามารถทำการสอบเทียบอย่างต่อเนื่อง
3. ไม่ต้องการบุคคลากรที่ชำนาญงาน

ในการสอบเทียบ Master Meters จะใช้ Volumetric Tanks เป็นตัวสอบเทียบ

9.5.2.2 วิธีการสอบเทียบเครื่องวัดด้วยวิธีการ Volumetric Prover Tanks

การสอบเทียบโดยการใช้ Volumetric Tanks ซึ่งเป็นภาชนะเปิดได้รับการทำการสอบเทียบและรักษาอย่างถูกต้องดังแสดงในรูปที่.9.7.การสอบเทียบเป็นการเปรียบเทียบปริมาตรที่ไหลผ่านเครื่องวัดเทียบกับปริมาตรภายใน
Standard Prover Tank. เป็นวิธีที่โรงงานตัวอย่างใช้อยู่

ข้อดีของเครื่องสอบเทียบแบบ Volumetric Tank
เครื่องสอบเทียบชนิด Volumetric Tank เป็นชนิดที่ประหยัดที่สุดและมีข้อดีดังนี้

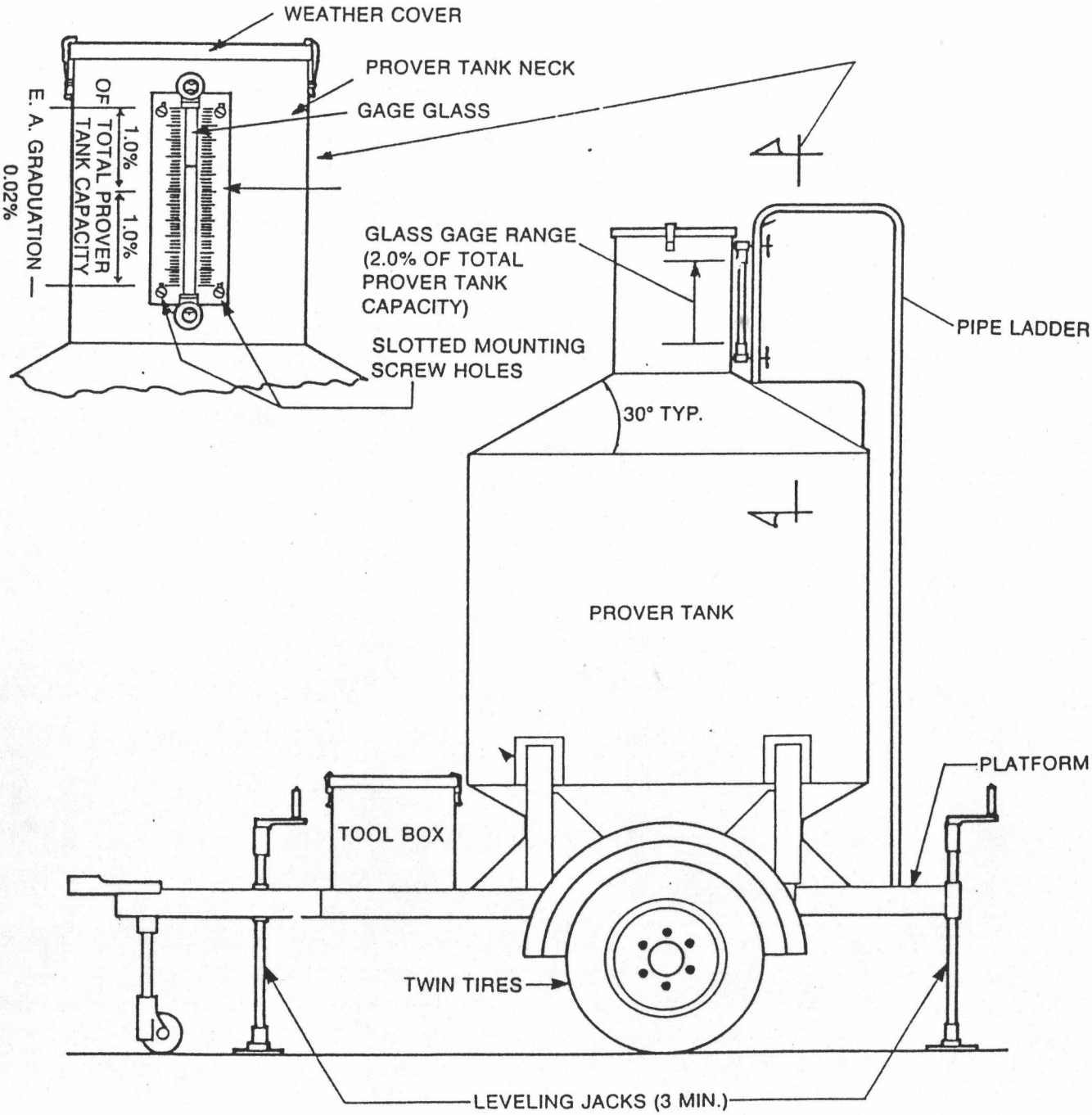
1. ต้องการการลงทุนต่ำสุด
2. ไม่ต้องการผู้ชำนาญงานพิเศษ
3. ใช้กำลังคนน้อย
4. เป็นวิธีที่ง่าย ทำให้ลดความคลาดเคลื่อน เมื่อเทียบกับระบบอื่นที่ซับซ้อนกว่า

ข้อเสียของเครื่องสอบเทียบแบบ Volumetric Tank
มีดังนี้

1. ขณะทำการสอบเทียบจะกีดขวางการปฏิบัติงาน
2. ต้องมีการติดตั้งระบบไหลกลับ เมื่อให้การใช้งานมีประสิทธิภาพสุง

วิธีการทำการสอบเทียบเครื่องวัดอัตราการไหล(Flow Meter) แสดงรายละเอียดอยู่ในภาคผนวก ฉ

รูปที่ 9.7 แสดง VOLUMETRIC PROVER TANK(19)



9.6 เสนอแนะระบบการบันทึกผลการสอบเทียบเครื่องวัดอัตราการไหล(Flow Meter)สำหรับโรงงานตัวอย่าง

ปัจจุบันภายหลังจากที่หน่วยซ่อมบำรุงทำการสอบเทียบมิเตอร์ โดยทำภายใต้การควบคุมของเจ้าหน้าที่กองชั่งตวงวัด กระทรวงพานิช จะทำการบันทึกลงในเอกสาร "Reading File Report by Meter Number" ดังแสดงในรูปที่ 9.8 มีรายละเอียดต่างๆดังต่อไปนี้

1) หมายเลขมิเตอร์
2) หมายเลขเครื่อง
3) ผลิตภัณฑ์ที่ทำการวัดอัตราการไหล
4) ตำแหน่งที่ตั้ง
5) วันที่ทำการสอบเทียบ
6) ยอดปริมาตรสะสมขณะทำการสอบเทียบ
7) ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน
8) ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนภายหลังทำการปรับมิเตอร์

รูปแบบการบันทึกผลการสอบเทียบดังกล่าวข้างต้น ข้อมูลที่ได้อยู่ในแบบฟอร์มที่ใช้ประโยนช์ได้ไม่มากนัก จากการศึกษาอ้างอิง "Exxon Research and Engineering Company, Meter Proving Handbook, 1989. พบว่า :

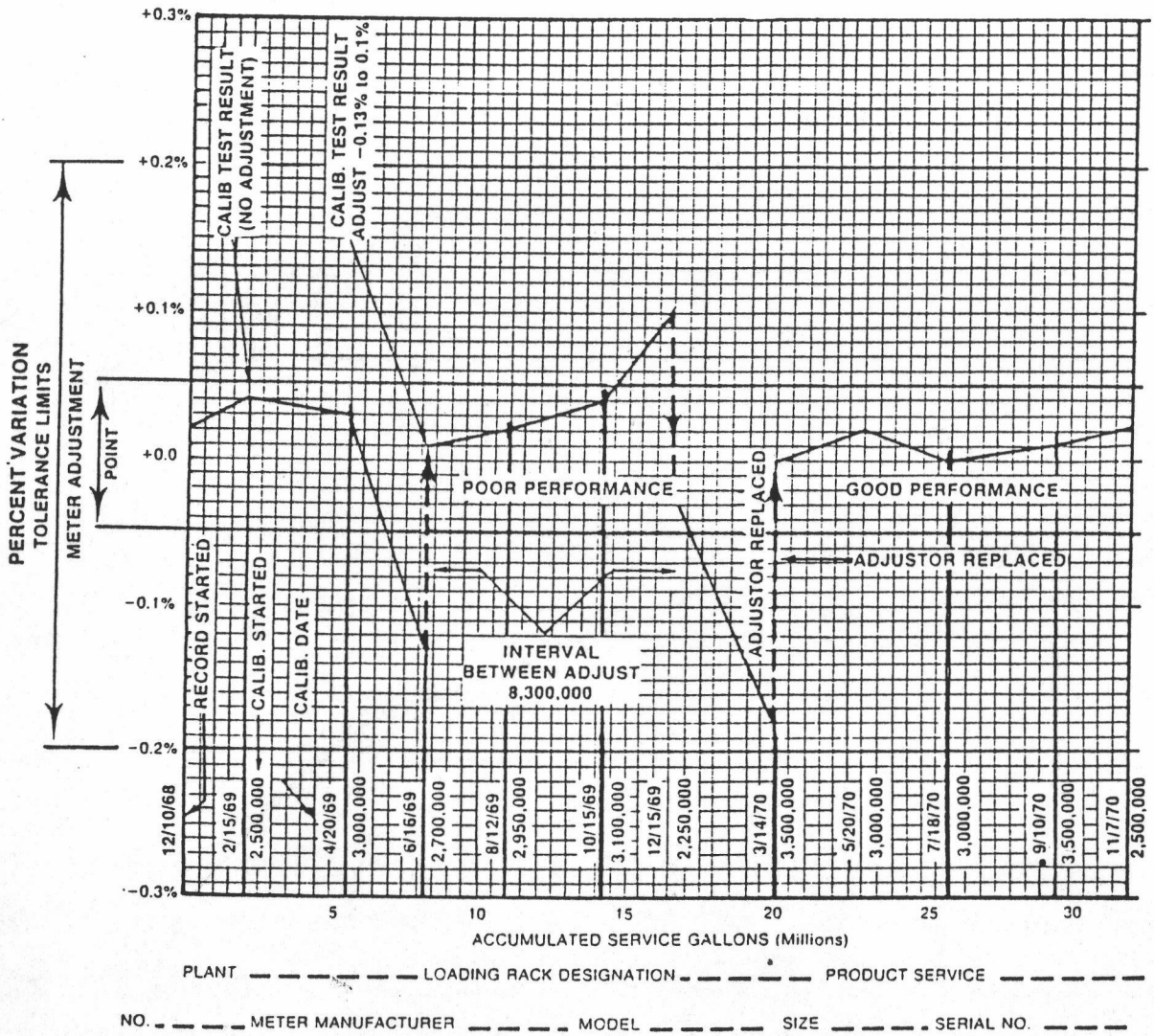
เพื่อให้การบันทึกสะสมข้อมูลที่ได้จากผลการสอบเทียบมิเตอร์แต่ละตัวสามารถใช้ในการทบทวนเป็นระยะ ๆ และใช้เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมผลการใช้งานของมิเตอร์ ผู้วิจัยจึงเสนอแนะให้นำข้อมูลที่ได้จากการสอบเทียบมาพล็อตในรูปแบบของ "Meter Performance Chart" ดังแสดงในรูปที่ 9.9 มาใช้เพิ่ม เติมนอกเหนือจากการบันทึกผลตามที่โรงงานตัวอย่างดำเนินการอยู่ ซึ่งรูปแบบการบันทึกผลใหม่นี้จะทำให้ข้อมูลที่ได้มาแสดงให้เห็นสิ่งต่าง ๆที่มีประโยนช์ต่อการควบคุมมิเตอร์เพิ่มมากขึ้นดังต่อไปนี้

1) การจดบันทึกค่าความคลาดเคลื่อนของมิเตอร์อย่างต่อเนื่อง
2) ช่วงระยะห่างของเวลาในการสอบเทียบ
3) ประวัติการปรับและการซ่อมมิเตอร์
4) ความจำเป็นของการซ่อมผลการทดแทน
5) ความจำเป็นของการปรับความถี่ของการสอบเทียบ

GREASE PLANT CHONG NON SRI TERMINAL 29/7/94
READING FILE REPORT BY METER NUMBER

METER NUMBER	METER SERIAL NUMBER	METER PRODUCT	METER LOCATION	READING DATE	METER READING	DEVIATION FROM ACTUAL	DEVIATION RESET TO
8029	195986	BASE 621	GREASE PLANT	29/5/94	4378583	-0.013	-0.013
				28/10/93	4317370	0.024	0.024
				3/4/93	4261229	0.018	0.018
				20/11/92	4208306	-0.029	-0.029
				16/5/92	4126449	0.007	0.007
				2/11/91	4081906	0.000	0.000
				27/6/91	4024100	0.005	0.005
				17/12/90	3942211	0.026	0.026
				10/6/90	3836992	-0.033	-0.033
8087	1930	STANCO 150	GREASE PLANT	28/5/94	8884509	-0.013	-0.013
				29/10/93	8403083	0.022	0.022
				9/4/93	7987457	-0.544	0.016
				22/11/92	7667410	0.378	0.030
				17/5/92	7246602	0.012	0.012
				21/11/91	6907832	0.710	0.003
				28/6/91	6650162	-0.998	0.015
				16/12/90	6321262	0.030	0.030
				15/6/90	6070411	0.015	0.015
8088	1929	STANCO 600	GREASE PLANT	29/5/94	4257152	0.016	0.016
				31/10/93	3854290	0.028	0.028
				1/4/93	3487976	-0.882	0.013
				22/11/92	3191600	-0.020	-0.020
				18/5/92	2866176	0.021	0.021
				22/11/91	2526618	-0.168	-0.009
				29/6/91	2333832	0.400	0.020
				16/12/90	2053973	0.020	0.020
				15/6/90	1797612	0.013	0.013
8157	EE18305	STANCO 2500	GREASE PLANT	1/6/94	6146614	0.017	0.017
				29/10/93	5318223	0.031	0.031
				29/3/93	4827405	-0.023	-0.023
				21/11/92	4362570	-0.013	-0.013
				18/5/92	3771474	0.016	0.016
				21/11/91	3148936	-0.290	0.006
				29/6/91	2798401	0.023	0.023
				17/12/90	2179639	0.010	0.010
				17/6/90	1749678	0.022	0.022

รูปที่ 9.8 แสดงเอกสารบันทึกผลการสอบเทียบมิเตอร์แต่ละชุด



รูปที่ 9.9 แสดง METER PERFORMANCE CHART (19)

6) เหตุผลคำอธิบายต่าง ๆ และแนวโน้มความคลาดเคลื่อนของมิเตอร์

7) Control Limit

8) Tolerance Limit

เพื่อให้เกิดความเข้าใจเพิ่มขึ้น ผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่ได้จากการทำการสอบเทียบมิเตอร์ของโรงงานตัวอย่างทั้งหมด4 ชุดมาทำการวิเคราะห์ตามรูปแบบการบันทึก "Meter Performance Chart" ดังต่อไปนี้

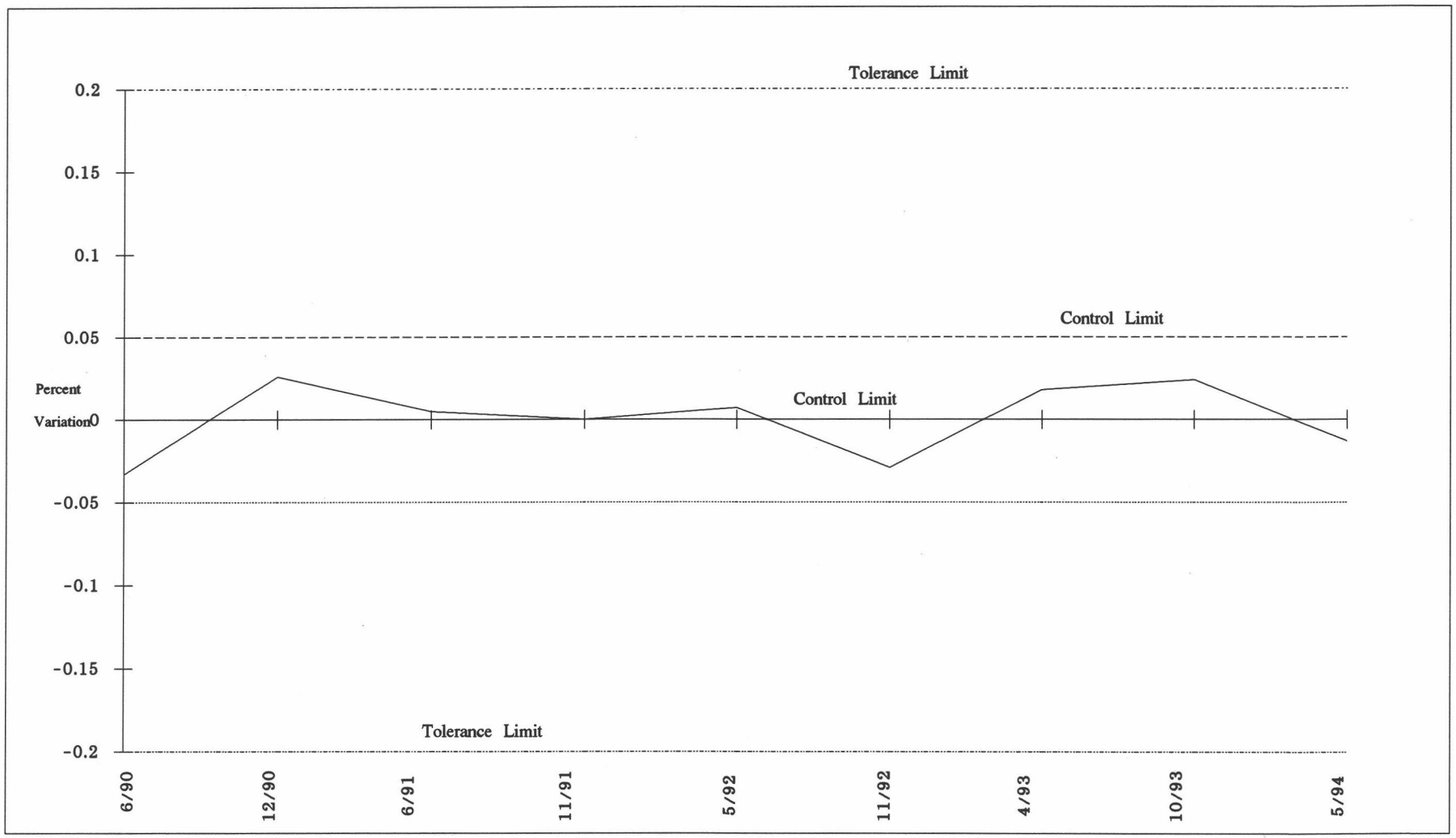
9.6.1 การวิเคราะห์ผลการใช้งานทั่วไปของมิเตอร์แต่ละชุด

จากการนำผลการสอบเทียบมิเตอร์แต่ละชุดมาทำการพล็อตเป็น" Meter Performance Chart "พบว่ากราฟของมิเตอร์หมายเลข 8029, 8087 แสดงอยู่ในรูปที่ 9.10 และ 9.11 ตามลำดับ ส่วนกราฟของมิเตอร์หมายเลข 8088 และ 8157 แสดงอยู่ในภาคผนวก ฉ ตามลำดับ

จาก Meter Performance Chart ของมิเตอร์แต่ละชุดพอสรุปผลการใช้งานมิเตอร์ได้ดังต่อไปนี้

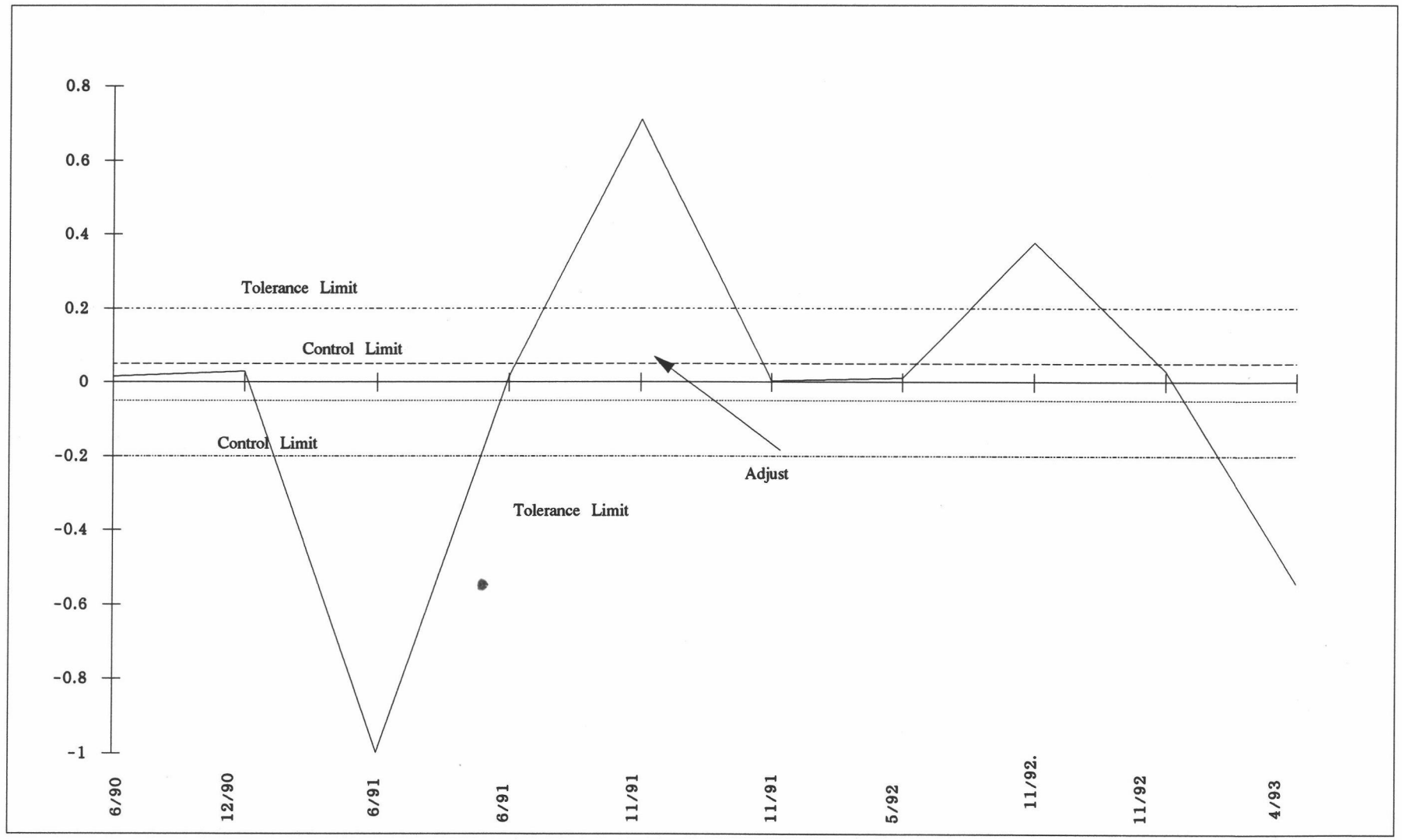
Meter No.	ผลการสอบเทียบ
8029	มีผลการใช้งานที่ดีตลอดช่วงที่ผ่านมา มีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ภายในช่วง Control Limit +/- 0.05%
8087	ผลการใช้งานที่ผ่านมาไม่ดี มีค่าความคลาดเคลื่อนในบางครั้งที่ทำการสอบเทียบสูงเกิน Tolerance Limit แต่ยังสามารถทำการปรับเข้าสู่ช่วง Control Limit เช่นในครั้งที่ 6/91, 11/91, 11/92 และ 4/93 ในครั้งที่4/93 เข้าใจว่าน่าจะมีการเปลี่ยน Adjustor ใหม่ มีผลให้ในการสอบเทียบครั้งที่ 10/93, 5/94 อยู่ภายใน Control Limit มิเตอร์ชุดนี้ควรติดตามใกล้ชิด และต้องการตั้งงบประมาณการซ่อมหรือทดแทนใหม่
8088	ผลการใช้งานมีลักษณะทำนองเดียวกับของมิเตอร์ No. 8087

METER PERFORMANCE CHART



รูปที่ 9.10 แสดง PERFORMANCE CHART ของมิเตอร์หมายเลข 8029

METER PERFORMANCE CHART



รูปที่ 9.11 แสดง PERFORMANCE CHART ของมิเตอร์หมายเลข 8087

8157	มีผลการใช้งานจัดอยู่ในเกณฑ์ดีในตลอดช่วงที่ผ่าน มา มีอยู่ครั้งที่ 11/91 ที่มีค่าความคลาดเคลื่อนสูงเกินค่า Tolerance Limit แต่ก็สามารถทำการปรับแล้วมีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ภายใน Control Limit

9.6.2 การวิเคราะห์หาช่วงความถี่การสอบเทียบของมิเตอร์แต่ละชุดที่เหมาะสม

ความถี่ของการทำการสอบเทียบมิเตอร์แต่ละชุดที่ทางโรงงานตัวอย่างกำหนดจะทำทุก ๆ 3 เดือน ในปีแรกของการติดตั้งสำหรับมิเตอร์ใหม่ และภายหลังการใช้งาน 1 ปี จะทำทุก ๆ 6 เดือน จะเห็นว่าเป็นการกำหนดตายตัว มิได้มีการคำนึงถึงปัจจัยผลการใช้งานมิเตอร์แต่ละชุดและที่สำคัญค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในการทำการสอบเทียบแต่ละครั้งซึ่งเกิดจากค่าความคลาดเคลื่อนของมิเตอร์แต่ละชุดจะไม่เท่ากัน

เพื่อให้มองเห็นผลที่เกิดจากความถี่ของการสอบเทียบชัดเจนขึ้น ผู้วิจัยจะทำการวิเคราะห์ดังนี้ -

- Meter No. 8029 พบว่าไม่ว่าจะทำการสอบเทียบครั้งใดก็ตามจะมีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ใน Control Limit ± 0.05% นั้นคือยอมรับในค่าใช้จ่ายอยู่ใน ± (0.05/100)*12 บาท/ลิตร = ± 0.06 บาท/ลิตร (ราคาน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานประมาณลิตรละ 12 บาทและการคำนวณค่าใช้จ่ายได้จากพื้นที่ใต้กราฟคูณด้วยราคาน้ำมันหล่อลื่นต่อลิตรคูณกับปริมาตรสะสมที่มิเตอร์วัดได้ในช่วงทำการสอบเทียบ)และเนื่องจากในการทำการสอบเทียบแต่ละครั้งก็จะมีค่าใช้จ่ายคงที่เกิดขึ้น ดังนั้นเพื่อเป็นการลดค่าใช้จ่ายในส่วนแปรผันลง กรณีนี้สามารถจะขยายความถี่การสอบเทียบออกไป จาก 6 เดือน เป็น 9 เดือน/ครั้ง หรือ 12 เดือน/ครั้ง ทั้งนี้ให้ทดลองสุ่มความถี่ แล้วตรวจสอบจากผลการสอบเทียบ

- Meter No. 8087 พบว่าความสูญเสียหรือค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการตรวจพบเมื่อทำการสอบเทียบในแต่ละครั้งที่ต้องทำการปรับเป็นดังต่อไปนี้

-การสอบเทียบครั้งที่ 6/91 ค่าใช้จ่าย = -1/2(0.998/100)*12*(6650162-6321262)=-19,694.53บาท

-การสอบเทียบครั้งที่11/91 ค่าใช้จ่าย = +1/2(0.71/100)*12*(6907832-6650162)=+10,976.74บาท

-การสอบเทียบครั้งที่11/92 ค่าใช้จ่าย = +1/2(0.378/100)*12*(7667410-7246602)=+9,543.93บาท

-การสอบเทียบครั้งที่4/93 ค่าใช้จ่าย = -1/2(0.544/100)*12*(7987457-7667410)=-10,446.33บาท

จากผลการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายและตวามสูญเสียที่เกิดขึ้นของแต่ละครั้งของการทำการสอบเทียบพบว่ามีทั้งค่าใช้จ่ายที่มีค่าเป็นบวกและเป็นลบ ในกรณีที่มีค่าเป็นลบมีความหมายว่ามิเตอร์ในขณะนั้นจ่ายปริมาตรของน้ำมันต่ำกว่า

ค่าที่ถูกต้องในกรณีนี้มีผลให้ทำให้เกิดการสูญหายในกระบวนการผลิตทางบัญชี (Process Loss) แต่ในความเป็นจริงจะมีน้ำมันเหลืออยู่ในถังเก็บเกิดเป็น Storage Gain ในทางบัญชี นอกจากนี้ กรณีบางครั้งใช้มิเตอร์ในการจ่ายผลิตภัณฑ์ลงในภาชนะบรรจุเพื่อขายโดยตรงจะมีผลให้ปริมาตรไม่ครบตามที่ระบุข้างภาชนะซึ่งทำให้ผิดกฎหมายโดยไม่ได้เจตนา ในกรณีที่มีค่าเป็นบวก มีความหมายว่ามิเตอร์ในขณะนั้นจ่ายปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นเกินมากกว่าความเป็นจริง กรณีนี้จะส่งผลให้เกิดผลลัพท์ตรงกันข้ามกับที่กล่าวมาแล้ว ดังนั้นจึงพอสรุปได้ว่ามิเตอร์ที่มีผลการใช้งานไม่ดี ยิ่งความถี่ของการสอบเทียบน้อยจะยิ่งมีผลให้เกิดความสูญเสียมากขึ้น ผู้วิจัยจึงขอเสนอแนะว่าความถี่การสอบเทียบ (Proving Frequency) ของมิเตอร์ชุดนี้ในช่วงเวลา 6 เดือนจะยาวเกินไป ดังนั้นเพื่อลดค่าใช้จ่ายและความสูญเสียลงจึงควรจะทดลองเพิ่มตวามถี่การสอบเทียบขึ้นจาก 6 เดือน เป็น 3 เดือนต่อครั้ง และใช้แนวทางเดียวกันนี้ปรับความถี่การสอบเทียบจนผลการใช้งานมีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ภายในช่วง +/- 0.05%

- Meter No. 8088 สรุปผลทำนองเดียวกับมิเตอร์ No. 8087

- Meter No. 8157 สรุปผลทำนองเดียวกับมิเตอร์ No. 8029

จากผลการวิเคราะห์ พอสรุปได้ว่า แนวทางในการตั้งช่วงระยะห่างเวลาสอบเทียบมิเตอร์หรือความถี่การสอบเทียบมิเตอร์แต่ละชุดที่เหมาะสม คือการจดบันทึกรักษา Meter Performance Record อย่างถูกต้องมิเตอร์ใดมีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ภายในขีดจำกัดให้สามารถทำการค่อยๆ เพิ่มช่วงระยะห่างเวลาสอบเทียบหรือความถี่จนกระทั่งค่าความคลาดเคลื่อนของมิเตอร์ชุดนั้นๆเข้าใกล้ Control Limit

ความถี่การสอบเทียบของมิเตอร์แต่ละชุดของโรงงานตัวอย่างผู้วิจัยเสนอแนะเป็นดังนี้

Meter No.	Proving Frequency (เดือน)
8029	9
8087	3
8088	3
8157	9

9.7เสนอแนะระบบการแสดงสถานะและการเตือนการสอบเทียบเครื่องวัดอัตราการไหล(Flow Meter)ของโรงงานตัวอย่าง

การประสานงานการสอบเทียบมิเตอร์ หัวหน้าโรงงานตัวอย่างจะรับผิดชอบทบทวนสถานะการใช้งานและการสอบเทียบของมิเตอร์แต่ละชุด และแจ้งต่อหน่วยซ่อมบำรุงเมื่อใกล้ถึงกำหนดการทำการสอบเทียบจากนั้นจัดเวลาหยุดการทำงานเพื่อให้หน่วยซ่อมบำรุงสามารถดำเนินการสอบเทียบ ภายหลังการสอบเทียบจะทำการบันทึกผลการสอบเทียบมิเตอร์แต่ละชุด รายละเอียดและการปรับปรุงได้กล่าวไว้ในหัวข้อ 9.6 จากนั้นจะทำการระบุแสดงสถานะ ณ.ที่มิเตอร์แต่ละชุด ในการระบุสถานะมีจุดประสงค์ 2 ประการดังต่อไปนี้

- การแสดงสถานะการสอบเทียบ จะทำการระบุวันที่ทำการสอบเทียบครั้งล่าสุด และวันที่ทำการสอบเทียบครั้งต่อไป ซึ่งปัญหาที่เกิดขึ้นคือ มีการใช้งานมิเตอร์ที่เลยกำหนดการสอบเทียบ
- การแสดงสถานะการใช้งานไม่ได้ ที่เกิดจากสาเหตุใดๆก็ตามมีผลให้ต้องทำการซ่อมแซมจะทำการแขวนป้าย " ห้ามใช้งานรอการซ่อมแซม " ในสภาวะการใช้งานจริงพบว่ามิเตอร์ดังกล่าวถูกลืมเกิดการสูญเสียเวลารอการซ่อมแซมเป็นเวลานาน

จากปัญหาที่กล่าวข้างต้นเมื่อวิเคราะห์จะพบว่าเกิดจากสาเหตุต่างๆดังนี้

1) การระบุรายละเอียดการแสดงสถานะการสอบเทียบไม่สมบูรณ์
2) การระบุรายละเอียดการแสดงสถานะการใช้งานไม่ได้ไม่สมบูรณ์
3) ขาดระบบควบคุมเตือนการสอบเทียบ

ดังนั้นผู้วิจัยจะเสนอแนะวิธีการปฏิบัติเพื่อทำการแก้ไขสาเหตุปัญหาต่างๆข้างต้น ดังต่อไปนี้

9.7.1 การแสดงสถานะการสอบเทียบ

นอกเหนือจากข้อมูลแสดง วัน/เดือน/ปีการสอบเทียบ และวัน/เดือน/ปีครบกำหนดการทำการสอบเทียบแล้วยังมีข้อมูลที่จำเป็นต้องระบุในการแสดงสถานะดังต่อไปนี้

1) ชื่อผู้รับผิดชอบควบคุมการสอบเทียบ และหมายเลขโทรศัพท์ติดต่อ ทั้งนี้กรณีที่เมื่อพนักงานกะขณะใช้งานมิเตอร์พบว่า มิเตอร์เลยกำหนดการสอบเทียบ หรือขาดการสอบเทียบ หรือเกิดผิดปรกติต่างๆมีผลต่อความเที่ยงครง สามารถติดต่อเพื่อขอคำแนะนำ ในกรณีนอกเวลาทำงานปกติ เพราะโรงงานตัวอย่างมีระบบการทำงานเป็นกะทำงาน 3 กะต่อวันดังนั้นหมายเลขโทรศัพท์ที่บ้านของหัวหน้าโรงงานเป็นสิ่งจำเป็นต้องระบุเช่นกัน

2) ชนิดน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานที่ใช้ในการสอบเทียบจากการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของเครื่องวัดพบว่าค่าความหนืดของๆไหลจะมีผลต่อความเที่ยงตรงของมิเตอร์ เมื่อทำการสอบเทียบด้วยของไหลชนิดหนึ่งแต่นำมิเตอร์ดังกล่าวทำการวัดอัตราการไหลของไหลต่างชนิดกันที่มีค่าความหนืดต่างกันจะเกิดความคลาดเคลื่อนขึ้น ดังนั้นจึงเป็นสิ่งจำเป็นต้องทำการระบุชนิดน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานเพื่อการใช้ให้ถูกต้องตรงตามชนิด

3) อัตราการไหล เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ต้องคำนึงถึง เครื่องวัดอัตราการไหลแบบลูกสูบหมุน การทำงานด้านทางเข้าและด้านทางออกจะถูกกั้นด้วยแผ่นไดอะแฟรมแผ่นตรง ในขณะใช้งานปกติลูกสูบจะหมุนติดขอบนอกและสัมผัสกับไดอะแฟรมตลอดเวลา ดังนั้นการรั่วไหลของๆเหลวจะเกิดน้อยมาก แต่ในกรณีในช่วงอัตราการไหลต่ำๆจะเกิดการรั่วไหลเกิดขึ้นทำให้มีผลต่อความเที่ยงตรงของมิเตอร์ นอกจากนี้ถ้าศึกษาจากกราฟแสดงผลการใช้งานประจำตัวมิเตอร์ที่แนบมาพร้อมกับคู่มือการใช้งานพบว่าความเที่ยงตรงของมิเตอร์มีค่าแปรผันไปตามอัตราการการไหลที่ใช้รายละเอียดแสดงในรูปที่ 9.12 ดังนั้นเป็นสิ่งจำเป็นต้องทำการระบุค่าอัตราการไหลให้ถูกต้องตรงตามที่ได้ทำการสอบเทียบไว้

4) ค่า Meter Factor (MF) คือค่าอัตราส่วนระหว่าง ปริมาตรของ Prover Tank หารด้วยค่าปริมาตรของมิเตอร์ที่ได้ทำการปรับแก้ค่าจากผลของค่าอุณหภูมิและค่าความดันแล้วค่า MFนี้จะใช้ในการคูณค่าตัวเลขปริมาตรที่อ่านได้จากมิเตอร์เพื่อปรับแก้ค่าปริมาตรให้ถูกต้อง ซึ่งเป็นค่าที่ได้จากการสอบเทียบแต่ละครั้งประจำแต่ละมิเตอร์ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทำการระบุ

รายละเอียดแผ่นป้ายการแสดงสถานะการสอบเทียบของมิเตอร์หมายเลข 8029 เป็นดังรูปที่ 9.13 ส่วนของมิเตอร์หมายเลข 8087, 8088 และ 8157 แสดงอยู่ในภาคผนวก ฉ ตามลำดับ

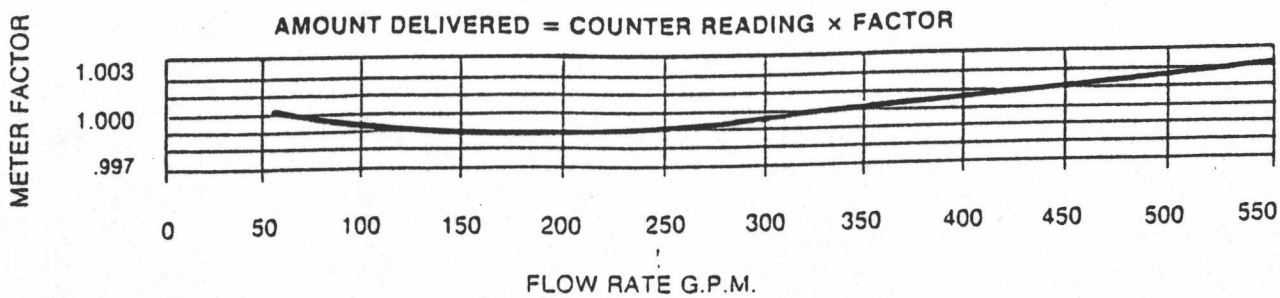
9.7.2 การแสดงสถานะการใช้งานไม่ได้

การแสดงสถานะการใช้งานไม่ได้ปัจจุบันโรงงานตัวอย่างจะทำโดยการแขวนป้าย "ห้ามใช้งานรอการซ่อมแซม" เท่านั้นซึ่งมีผลทำให้เกิดการสูญเสียเวลาการใช้งาน เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยขอเสนอแนะข้อเพิ่มเติมที่จะต้องระบุดังต่อไปนี้

1) สาเหตุการใช้งานไม่ได้

2) การแก้ไข เช่น การรออะไหล่ เป็นต้น

3) วัน/เดือน/ปีการเริ่มงาน



รูปที่ 9.12 **แสดงกราฟความเที่ยงตรงแปรผันไปตามอัตราการไหล** (19)

O
มิเตอร์หมายเลข 8029 วันที่ทำการสอบเทียบล่าสุด : 29/5/94 วันที่กำหนดการสอบเทียบ : 29/2/95 อัตราการไหลทำการสอบเทียบ : 325 GPM น้ำมันหล่อลื่นทำการสอบเทียบ : BASE 621 METER FACTOR : 1.00013
ลงชื่อหน่วยซ่อมบำรุง_____โทร._4589_ ลงชื่อหัวหน้าโรงงาน_____โทร_2624408_
พบสิ่งผิดปกติแจ้งปรึกษาก่อนใช้งานทุกครั้ง

รูปที่ 9.13 แสดงป้ายแสดงสถานะการสอบเทียบมิเตอร์หมายเลข 8029

4) วัน/เดือน/ปี กำหนดเสร็จ

5) หน่วยงานหรือผู้รับผิดชอบทำการซ่อมแซม

6) หมายเลขโทรศัพท์ที่สามารถติดตาม

7) ผู้รับผิดชอบติดตามงานซ่อมแซม

ข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้นล้วนเป็นข้อมูลที่จำเป็นในการติดตามควบคุมการซ่อมแซม ทราบกำหนดการเสร็จเพื่อเป็นข้อมูลที่อาจต้องใช้ในการวางแผนการเช่าหรือการยืมมิเตอร์, สามารถติดตามจากหน่วยงานหรือผู้รับผิดชอบเพื่อทราบสถานะการซ่อมแซม, ทราบสาเหตุการใช้งานไม่ได้, ทราบวิธีการแก้ไขเพื่อเป็นข้อมูลลดเวลาการแก้ไขในอนาคต หรือการหาทางป้องกันไม่ให้เกิดขึ้นอีกในอนาคต หรือเป็นข้อมูลในการจัดเก็บอะไหล่ชิ้นส่วนที่จำเป็น

ดังนั้นผู้วิจัยขอเสนอแผ่นป้ายแสดงสถานะการใช้งานไม่ได้ดังแสดงในรูปที่ 9.14 ซึ่งใช้ได้กับเครื่องวัด/เครื่องทดสอบทุกชนิดของโรงงานตัวอย่าง

9.7.3 ระบบการเตือนการสอบเทียบ

ปัญหาการใช้งานมิเตอร์ที่เลยกำหนดเวลาการสอบเทียบ และการสูญเสียเวลารอการซ่อมแซม สาเหตุหนึ่งคือการแสดงสถานะการสอบเทียบและการใช้งานไม่ได้อย่างไม่สมบูรณ์ ดังที่ได้เสนอแนะวิธีการแก้ไขไปแล้วในหัวข้อ9.7.2อีกสาเหตุหนึ่งคือการขาดระบบที่มีประสิทธิภาพที่จะมาควบคุมติดตามมิให้มิเตอร์เลยกำหนดการสอบเทียบและการสูญเสียเวลารอการซ่อมแซม ปัจจุบันการรับผิดชอบควบคุมติดตามเป็นหน้าที่ของหัวหน้าโรงงานเพียงผู้เดียว จากสภาพการทำงานจริงหัวหน้าโรงงานมีความรับผิดชอบงานทั้งหมดในโรงงาน ซึ่งตามแผนผังการจัดองค์การพบว่า ภายใต้หัวหน้าโรงงานก็จะเป็นพนักงานกะทั้งหมด ซึ่งจะรับผิดชอบการผลิตเป็นหลักงานนอกจากการผลิต หัวหน้าโรงงานตัวอย่างเป็นผู้รับผิดชอบทั้งหมดแต่ผู้เดียว ดังนั้นนี่ก็เป็นสาเหตุของปัญหาประการหนึ่งเช่นกัน เมื่อทราบสาเหตุของปัญหา ผู้วิจัยจะขอเสนอระบบการแก้ไขดังต่อไปนี้

9.7.3.1 เสนอแนะ Check List ติดตามควบคุมเตือนการสอบเทียบและการใช้งานไม่ได้ของมิเตอร์

Check List จะเป็นเครื่องมือและแนวทางการตรวจเช็คอย่างเป็นระบบ คลอบคลุมสิ่งที่ต้องการทั้งหมด สะดวกต่อการนำไปใช้ และไม่ต้องการบุคลากรที่มีความรู้เฉพาะด้าน สิ่งที่สำคัญอยู่ที่การกำหนดรายละเอียด ในกรณีนี้ ผู้วิจัยจะกำหนดจากข้อมูลที่จำเป็นที่กำหนดในแผ่นป้ายแสดงสถานะการสอบเทียบและการใช้งานไม่ได้ รายละเอียดแสดงอยู่ในรูปที่ 9.15

O
โปรดระวัง.....! กำลังดำเนินการซ่อมแซม
หมายเลข_____ เครื่องวัด/เครื่องทดสอบ_____ สาเหตุ_____ การแก้ไข_____ วัน/เดือน/ปีเริ่มงาน_____ วัน/เดือน/ปีกำหนดเสร็จงาน_____
ลงชื่อหน่วยซ่อมบำรุง_____โทร_4589_ ลงชื่อหัวหน้าโรงงาน_____โทร_2624408_
ขออภัยในความไม่สะดวก

รูปที่ 9.14 แสดงแผ่นป้ายแสดงสถานะการใช้งานไม่ได้ของเครื่องวัด/เครื่องทดสอบ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Check List เตือนการสอบเทียบและการซ่อมแซมมิเตอร์

เลขที่_____ วัน____เดือน____ปี_____

ส่วนที่ 1 การสอบเทียบมิเตอร์

มิเตอร์หมายเลข_____

1)นับตั้งแต่วัน/เดือน/ปีที่มิเตอร์ได้รับการสอบเทียบจนกระทั่งถึงวัน/เดือน/ปีที่กำหนดต้องทำการสอบเทียบคงเหลือเวลาอีกกี่วัน ?_____

2)เวลาคงเหลือในข้อ 1) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 เดือน ใช่ หรือ ไม่ใช่ ?
ใช่____ รายงานหัวหน้าโรงงาน เมื่อ วัน__เดือน__ปี__ลงชื่อ_____

3)มิเตอร์(ถึงกำหนด/เลยกำหนด)การทำการสอบเทียบ แต่ยังไม่ได้ทำการสอบเทียบ เป็นมิเตอร์ที่เคยรายงานกับหัวหน้าโรงงาน เมื่อ วัน__เดือน__ปี__ ผู้รายงาน_____ใช่ หรือ ไม่ใช่ ?ใช่____ ห้ามการใช้งานมิเตอร์ !
ในเวลาทำงานปกติ(8.00-17.00น.) โทร4589 ขอคำแนะนำหน่วยซ่อมบำรุง คำแนะนำ_____
ในเวลานอกเวลาทำงาน โทร.2624408 ขอคำนะนำหัวหน้าโรงงาน คำแนะนำ_____

4)มิเตอร์ใช้จ่ายน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานชนิดตรงกับที่ทำการสอบเทียบ ใช่ หรือ ไม่ใช่ ?
5)มิเตอร์จ่ายน้ำมันพื้นฐานในอัตราการไหลเท่ากับหรือใกล้เคียงตรงกับที่ทำการสอบเทียบ ใช่ หรือ ไม่ใช่ ?
6)ใช้ค่า Meter Factor คำนวณปรับแก้ค่าปริมาตรค่าตรงกับที่ทำการสอบเทียบ ใช่ หรือ ไม่ใช่ ?
7)มิเตอร์ใช้งานได้อย่างปกติ ใช่ หรือ ไม่ใช่ ?
ไม่ใช่_____ ระบุอาการ_____

ส่วนที่ 2 การซ่อมแซมมิเตอร์

1)มิเตอร์กำลังถูกดำเนินการซ่อมแซม ใช่ หรือ ไม่ใช่ ?

ไม่ใช่____ ไม่ต้องตอบคำถามข้อ 2) และ 3)

2)นับตั้งแต่วัน/เดือน/ปีที่มิเตอร์เริ่มงานซ่อมแซม จนกระทั่งถึงปัจจุบันเป็นเวลาจำนวนกี่วัน ?_____

3)จำนวนวันในข้อ 2) เท่ากับหรือมากกว่า 2 วัน ใช่ หรือ ไม่ใช่ ?

ใช่____ รายงานหัวหน้าโรงงาน วัน___เดือน_____ปี____

ลงชื่อ_____

4)มิเตอร์ใช้งานได้ปกติ ใช่ หรือ ไม่ใช่ ?

ไม่ใช่_____ระบุอาการ_____

รายงานหัวหน้าโรงงาน วัน___เดือน_____ปี_____

ลงชื่อ_____

ลงชื่อผู้รายงาน_____

ลงชื่อหัวหน้าโรงงาน_____

รูปที่ 9.15 แสดง Check List เตือนการสอบเทียบและการซ่อมแซมมิเตอร์

9.7.3.2 การมอบหมายหน้าที่ให้ทำแทน (Delegate)

จากที่กล่าวมาแล้ว ผู้วิจัยได้เสนอระบบการแสดงสถานะการสอบเทียบ และการซ่อมแซมมิเตอร์ ในหัวข้อ 9.7.1 และ 9.7.2 ตามลำดับ จากนั้นได้เสนอแนะระบบเตือนการสอบเทียบ ในแบบ Check List ในหัวข้อ 9.7.3.1

ระบบที่เสนอแนะจะไม่สำริดผลตามเป้าหมายถ้าขาดผู้ดำเนินปฏิบัติที่เหมาะสมตามระบบต่างๆที่เสนอแนะไว้ จากที่กล่าวมาแล้ว หัวหน้าโรงงานตัวอย่างต้องรับงานหลายหน้า จึงขาดการสนใจเต็มที่ส่งผลให้เกิดปัญหาตามที่กล่าวมาแล้ว ดังนั้นเพื่อต้องการให้ทุกอย่างถูกต้องลงตัว จะทำการมอบหมายหน้าที่ให้พนักงานแต่ละกะทำแทนในการทำการตรวจสอบ Check List และรายงานผลต่อหัวหน้าโรงงานในการรับผิดชอบติดตามประสานกับหน่วยซ่อมบำรุงต่อไป

งานส่วนนี้จะไม่เป็นการเป็นการเพิ่มงานกับพนักงานกะ เพราะปกติพนักงานกะจะดำเนินการผลิตตามเอกสารแสดงขั้นตอนการผลิตอยู่แล้ว ซึ่งก็เปรียบเสมือน Check List กระบวนการผลิตอยู่แล้ว งานส่วนนี้จะเพียงแต่ทำในส่วนตอนเริ่มงานใช้เวลาไม่เกิน 2-3 นาทีเท่านั้น เพียงแต่ก่อนการเริ่มการใช้จะต้องเรียกประชุม ทำความเข้าใจ