ข้อมูลข่าวสาร วศ.

ข้อมูลข่าวสารของกรมวิทยาศาสตร์บริการ
ตาม พ.ร.บ. ข้อมูลข่าวสารของราชการ พ.ศ. 2540

วศ
กฟ
อว 23

รายงานการศึกษาทดลอง

เรื่อง

การพัฒนาวิธีการทดสอบเพื่อทดสอบความทนเปลวไฟของท่อยางส่งก๊าซปิโตรเลียมเหลวในสภาพก๊าซ

โดย

นายอภินันท์ อุปการะกุล
นักวิทยาศาสตร์ 6 ว

ขอประเมินเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์ 7 ว
กลุ่มงานเทคโนโลยีและผลิตภัณฑ์ 2
กองฟิสิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

รายงานการศึกษาทดลอง

เรื่อง

การพัฒนาวิธีการทดสอบเพื่อทดสอบ ความทนเปลวไฟของท่อยางส่งก๊าซปิโตรเลียมเหลวในสภาพก๊าซ

เลขหมู่ ทฟ
อ่ 23
เลขทะเบียน -9918
วันที่ 11 พ.ค. 44

โดย

ด้วยอภินันทนาการ
จาก
.....

นายอภินันท์ อุปการะกุล
นักวิทยาศาสตร์ 6 ว

2537

บทคัดย่อ

ผลงานนี้เป็นการพัฒนาวิธีการทดสอบความทนแปลวไฟของท่อยางส่งก๊าซปิโตรเลียมเหลวในสภาพก๊าซ โดยการหาชนิดของก๊าซ อัตราส่วนผสมและค่าพลังงานความร้อนต่อปริมาตรของก๊าซแต่ละชนิดที่ผสมรวมกันเป็นก๊าซแอลพีจีที่บรรจุอยู่ในถังก๊าซที่ใช้ในการทดสอบ เพื่อต้องการคำนวณหาอัตราการไหลของก๊าซแอลพีจีที่ออกจากตะเกียงบุนเซน ที่ให้ค่าพลังงานความร้อนประมาณ 1800 กิโลจูลต่อชั่วโมง และสามารถหาอัตราการไหลของก๊าซ โดยวิธีการใช้ก๊าซแทนที่น้ำหรือการใช้เครื่องวัดอัตราการไหล ซึ่งสามารถตรวจสอบความถูกต้องด้วยการใช้วิธีการถ่ายเทความร้อนให้กับน้ำกลั่นและอุปกรณ์อื่นๆ เพื่อแก้ปัญหาการที่มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมท่อยางส่งก๊าซปิโตรเลียมเหลวในสภาพก๊าซไม่ได้กำหนดวิธีการหาพลังงานความร้อนสำหรับใช้ในการทดสอบเอาไว้ กรมวิทยาศาสตร์บริการจึงได้พัฒนาวิธีทดสอบขึ้น เพื่อใช้ทดสอบผลิตภัณฑ์ท่อยางส่งก๊าซปิโตรเลียมเหลวในสภาพก๊าซ ที่ส่งมาจากหน่วยงานของรัฐและเอกชน ผลการดำเนินการพัฒนาวิธีการทดสอบพบว่าพลังงานความร้อนของก๊าซแอลพีจี ที่วัดได้ตามวิธีที่พัฒนาขึ้นต่ำกว่าผลการคำนวณตามคุณภาพของก๊าซประมาณร้อยละ 40 ซึ่งสอดคล้องกับวิธีการวัดซึ่งไม่รวมการสูญเสียจากการนำ การพา ความร้อนของอากาศขณะทำการทดลองและไม่รวมผลจากคุณภาพของก๊าซ ซึ่งอาจมีค่าความร้อนต่ำกว่าค่าที่กำหนด แสดงให้เห็นว่าวิธีการทดลองที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถนำไปใช้เพื่อตรวจสอบปริมาณความร้อนของก๊าซโดยประมาณตามเกณฑ์กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมท่อยางส่งก๊าซปิโตรเลียมเหลวในสภาพก๊าซได้ แต่ไม่สามารถนำไปใช้เป็นวิธีการมาตรฐานในการวัดปริมาณความร้อนอย่างละเอียดของก๊าซได้โดยตรง

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
สารบัญรูป	ค
สารบัญตาราง	ง
บทที่ 1 บทนำ	1
1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.1 คำจำกัดความ	1
1.2 ขั้นตอนการผลิต	1
1.3 ความสำคัญของปัญหา	2
1.4 วัตถุประสงค์	3
1.5 เป้าหมาย	3
1.6 ขอบเขตและข้อจำกัดของการศึกษา	3
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ	5
2. วิธีการหาอัตราการไหลของก๊าซแอลพีจี	5
2.1 วิธีการหาอัตราการไหลของก๊าซแอลพีจี	5
2.1.1 วิธีการคำนวณ	5
2.1.2 วิธีการทดลอง	6
2.2 วิธีการถ่ายเทความร้อน	7
2.2.1 วิธีการทดลอง	7
2.2.2 วิธีการคำนวณ	7
2.3 วิธีการทดสอบ	10
2.3.1 การเตรียมชิ้นทดสอบ	10
2.3.2 วิธีทดสอบ	10
บทที่ 3 ผลการทดสอบ	12
3. ผลการทดสอบท่อยางส่งก๊าซปิโตรเลียมเหลวในสภาพก๊าซ	12

หน้า

บทที่ 4 ข้อวิจารณ์, สรุปและข้อเสนอแนะ 14

4. ข้อวิจารณ์และสรุป 14

4.1 วิจารณ์ผล 14

4.2 สรุป 14

คำขอบคุณ 15

เอกสารอ้างอิง 16

ภาคผนวก

ก. การใช้ก๊าซแทนที่น้ำ 17

ข. การใช้เครื่องวัดอัตราการไหล 19

ค. การถ่ายเทความร้อน 21

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1	แสดงขั้นตอนการผลิตและการควบคุมคุณภาพการผลิตท่อยางส่งก๊าซปิโตรเลียมเหลว ในสภาพก๊าซ	4
2	แสดงการทดสอบท่อยางส่งก๊าซปิโตรเลียมเหลว ในสภาพก๊าซ	11

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

1 แสดงผลการทดสอบรายการความทนเปลวไฟของท่อยางส่งก๊าซปิโตรเลียมเหลว ในสภาพก๊าซ 12

บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

1.1 คำจำกัดความ

ท่อยางส่งก๊าซปิโตรเลียมเหลว ในสภาพก๊าซหมายถึง ท่อที่ทำจากยางหรือวัสดุอื่นที่ทนต่อก๊าซปิโตรเลียมเหลว ใช้สำหรับส่งผ่านก๊าซปิโตรเลียมเหลวที่อยู่ในสภาพก๊าซและอุณหภูมิใช้งานไม่เกิน 60 องศาเซลเซียส

ท่อยางส่งก๊าซปิโตรเลียมเหลว ในสภาพก๊าซ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก. 895-2532) แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

ชนิดไม่มีวัสดุเสริมแรง เป็นท่อยางที่ใช้กับความดันใช้งานไม่เกิน 5 กิโลพาสคาล

ชนิดมีวัสดุเสริมแรง เป็นท่อยางที่กับความดันใช้งานไม่เกิน 1.75 เมกะพาสคาล

1.2 ขั้นตอนการผลิต (รูปที่ 1)

1.2.1 การเตรียมยางผสม (Compound rubber)

วิธีเตรียมคือ ผสมยางสังเคราะห์และสารเคมีชุดแรกในเครื่องผสมแบบแบนเบอรี่โดยสารเคมีชุดแรกที่ใช้ประกอบด้วย คาร์บอนแบล็ค น้ำมันช่วยผสม ยากันเสื่อม สารผสมเพิ่มและสารกระตุ้น ส่วนผสมที่ได้นำออกมาผ่านลูกกลิ้ง เพื่อรีดเป็นแผ่น ๆ แล้วนำไปผึ่งลมคลายความร้อนบนรางตะแกรง แล้วนำแต่ละแผ่นมาวางเก็บรอโดยเรียงซ้อนกันและระหว่างแผ่นจะโรยแป้ง เพื่อป้องกันการเกาะติดกันของผิวยางที่นำมาเรียงซ้อน ส่วนผสมครั้งแรกที่ได้จะเป็น master batch รอนำไปผสมในขั้นต่อไป โดยเก็บไว้ได้ประมาณ 1 สัปดาห์การผสมในขั้นต่อมาจะนำ master batch มาผสมกับสารเคมีชุดที่สอง ได้แก่ ยาเร่ง และยาสุก โดยวิธีโรยสารเคมีดังกล่าวบน two roll mills และลูกกลิ้งผสมจนเป็นเนื้อเดียวกันในลูกกลิ้งผสมยาง ส่วนผสมที่ได้นำมาผึ่งลมคลายความร้อน และส่วนผสมนี้เรียกว่า ยางผสม (Compound rubber)

1.2.2 การขึ้นรูปท่อยาง

วิธีการขึ้นรูปท่อยางชนิดมีวัสดุเสริมแรงทำโดย นำส่วนประกอบช้างต้นมาเข้าเครื่องฉีดยาง (Extruder) เพื่อฉีดยางออกมาเป็นท่อ เพื่อทำเป็นยางชั้นใน (Intertube) แล้วผ่านเข้าตู้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส แล้วจึงนำไปผ่านอ่างน้ำเย็นอุณหภูมิห้องเพื่อคลายความร้อนลง จากนั้นจึงเป่าลมให้พอง แล้วทากาวที่ผิวภายนอกของท่อ นำมาเข้าเครื่องถักเส้นด้าย เพื่อทอเป็นเส้น

ด้ายเสริมแรง (reinforcment) จากนั้นจึงเป่าลมให้พอง แล้วทากาวที่เส้นด้ายเสริมแรง ผ่านเข้าเครื่องฉีดยาง (Extruder) เพื่อดูดอากาศออกแล้วเคลือบยางชั้นนอก (Outer Tube) และปั๊ม code number ตรวจสอบความเรียบร้อยและสุ่มตัวอย่างตรวจสอบ ก่อนการบรรจุหีบห่อ

1.3 ความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันได้มีการนำก๊าซหุงต้ม หรือก๊าซปิโตรเลียมเหลว หรือก๊าซแอลพีจี มาเป็นเชื้อเพลิงกันอย่างแพร่หลายทั้งในครัวเรือน ร้านอาหาร พาณิชยกรรม อุตสาหกรรมและในรถยนต์ ด้วยเหตุผลที่ว่า ก๊าซแอลพีจีเป็นเชื้อเพลิงที่สะอาด การเผาไหม้ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะ สะดวกและง่ายต่อการใช้ อุปกรณ์ประกอบสำหรับการใช้งานมีราคาไม่แพงและหาซื้อได้ง่าย ในแง่ของรถยนต์ก๊าซแอลพีจีเป็นเชื้อเพลิงทดแทนที่มีราคาถูกกว่าน้ำมันเบนซินถึงครึ่งหนึ่ง แต่ให้สมรรถนะที่ใกล้เคียงกัน ดังนั้นความนิยมในการใช้ก๊าซแอลพีจีจึงเพิ่มขึ้นเป็นลำดับ

ก๊าซปิโตรเลียมเหลว หรือก๊าซแอลพีจี หมายถึงก๊าซไฮโดรคาร์บอนดังต่อไปนี้อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างผสมกันเป็นส่วนใหญ่ และอาจจะอยู่ในสภาพก๊าซหรือของเหลวก็ได้ คือ โพรเพน โพรพีนหรือโพรพิลีน บิวเทน บิวทีนหรือบิวทิลีน แต่ในประเทศไทยอยู่ในเขตร้อนจึงเหมาะที่จะใช้โพรเพนผสมกับบิวเทน โดยทั่วไปก๊าซแอลพีจีของการปิโตรเลียม แห่งประเทศไทย มีอัตราส่วนผสมระหว่าง โพรเพนและบิวเทน ในอัตราส่วน 70:30

ก๊าซแอลพีจีจะมีคุณประโยชน์ในการใช้อย่างกว้างขวาง แต่ก็ควรใช้อย่างระมัดระวัง เนื่องจากก๊าซแอลพีจีมีสถานะเป็นก๊าซ ณ อุณหภูมิบรรยากาศหากผู้ใช้ไม่เข้าใจถึงวิธีการนำไปใช้อย่างถูกต้องและ/หรือ อุปกรณ์ที่ใช้ไม่ได้มาตรฐานแล้ว อาจเกิดการรั่วของก๊าซได้ กอปรกับก๊าซแอลพีจีมีน้ำหนัก (ถ.พ.) มากกว่าอากาศ เมื่อเกิดการรั่วขึ้นจะทิ้งตัว และแผ่กระจายไปตามพื้น หากมีเปลวไฟหรือประกายไฟเกิดขึ้นในบริเวณที่ก๊าซรั่ว จะทำให้เกิดเพลิงไหม้หรือระเบิดอย่างรุนแรงได้ ดังปรากฏเป็นข่าวได้ยินกันอยู่เนือง ๆ

การนำเอาก๊าซแอลพีจีหรือก๊าซปิโตรเลียมเหลวมาใช้งานนั้นจำเป็นต้องใช้ท่อยางหรือท่อพลาสติก เพื่อส่งก๊าซแอลพีจีไปยังอุปกรณ์ต่าง ๆ แต่ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะท่อยางเท่านั้น เพื่อเป็นการส่งเสริมให้มีการทำผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพและเป็นการคุ้มครองผู้บริโภครักษาผลประโยชน์ของประชาชนโดยทั่วไป กรมวิทยาศาสตร์บริการซึ่งเป็นหน่วยงานให้บริการทดสอบ รับรองคุณภาพผลิตภัณฑ์ท่อยางส่งก๊าซปิโตรเลียมเหลว ในสภาพก๊าซ ที่หน่วยงานของรัฐและเอกชนส่งมาให้ทดสอบเพื่อหาคุณลักษณะต่าง ๆ โดยใช้วิธีทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมท่อยางส่งก๊าซปิโตรเลียมเหลว ในสภาพก๊าซ (มอก. 895-2532) มาเป็นแนวทางในการทดสอบ

ความทนเปลวไฟเป็นคุณลักษณะที่สำคัญของท่อยางส่งก๊าซปิโตรเลียมเหลว ในสภาพก๊าซ ทั้งชนิดไม่มีวัสดุเสริมแรงและมีวัสดุเสริมแรง การทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กำหนดให้ใช้เปลวไฟจากตะเกียงบุนเซน ให้ความร้อนประมาณ 1800 กิโลจูลต่อชั่วโมง มาเผาชิ้นทดสอบโดยไม่ได้กำหนดวิธีการหาความร้อนที่ใช้ในการทดสอบเอาไว้ ดังนั้นจึงได้ศึกษาพัฒนาวิธีการทดสอบ เพื่อทดสอบความทนเปลวไฟของท่อยางส่งก๊าซปิโตรเลียมเหลว ในสภาพก๊าซชื้น

1.4 วัตถุประสงค์

1.4.1 เพื่อให้ได้วิธีการทดสอบรายการทนเปลวไฟของท่อยางส่งก๊าซปิโตรเลียมเหลว ในสภาพก๊าซ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

1.4.2 เพื่อเป็นการเผยแผ่ความรู้แก่ห้องปฏิบัติการและบุคคลผู้สนใจทั่วไป

1.5 เป้าหมาย

เพื่อให้มีวิธีการทดสอบ การพัฒนาคุณภาพ ปรับปรุงคุณภาพอุตสาหกรรมการผลิตท่อยางส่งก๊าซปิโตรเลียมเหลว ในสภาพก๊าซให้มีคุณภาพดี เหมาะสมกับการนำไปใช้งาน เพื่อความปลอดภัยของชีวิตและทรัพย์สิน

1.6 ขอบเขตและข้อจำกัดของการศึกษา

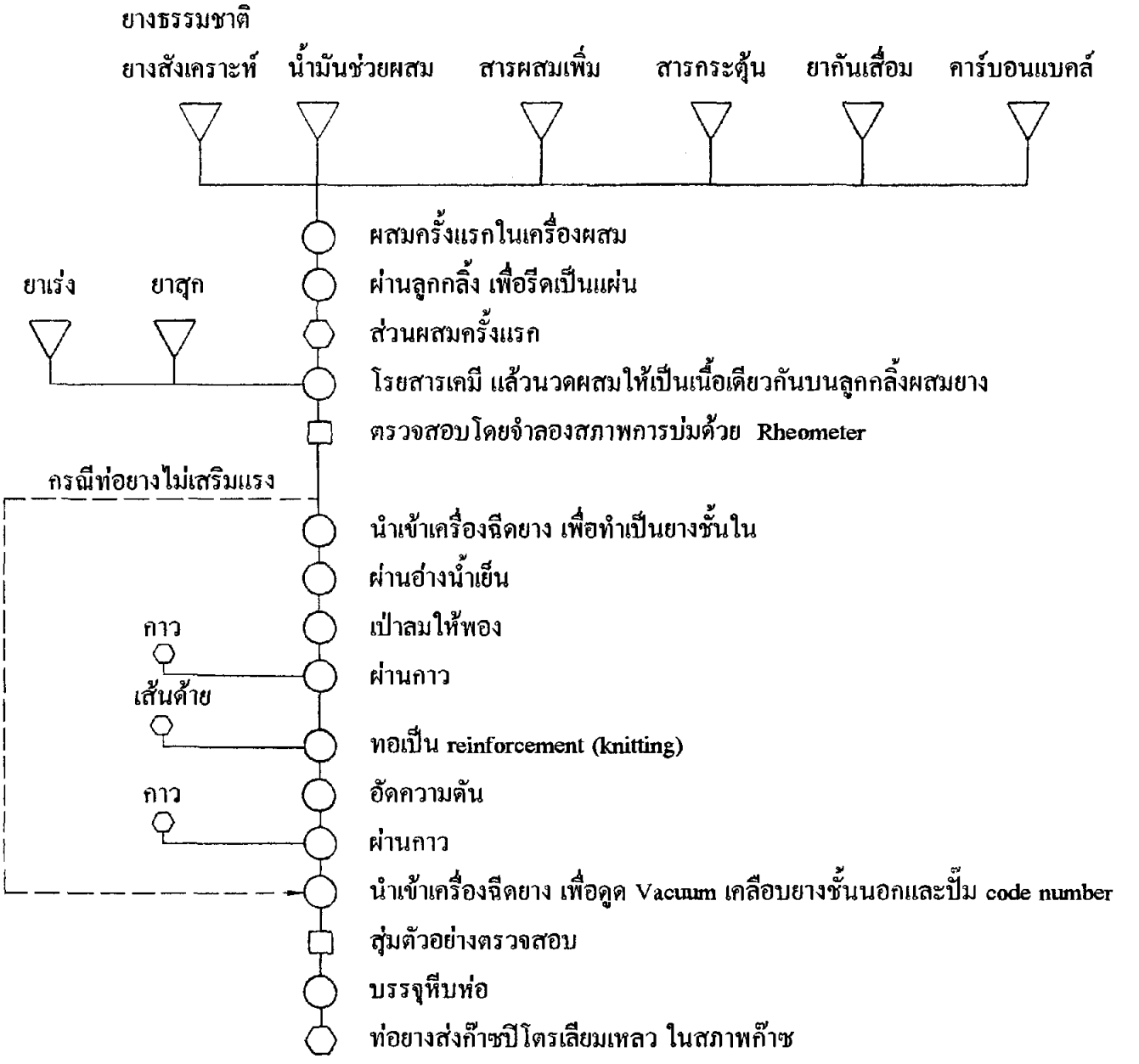
1.6.1 ใช้ก๊าซแอลพีจี จากถังบรรจุก๊าซของการปิโตรเลียมแห่งประเทศไทยเป็นเชื้อเพลิง สำหรับให้พลังงานความร้อน

1.6.2 การหาปริมาตรของก๊าซแอลพีจี ที่ได้จากการควบคุมอัตราการไหลของก๊าซ ได้ศึกษาทดลอง 2 วิธีคือ การใช้ก๊าซแทนที่น้ำและการใช้เครื่องวัดอัตราการไหลของก๊าซ

1.6.3 ใช้วิธีการส่งผ่านความร้อน เป็นวิธีตรวจสอบความถูกต้อง

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผลของการพัฒนาวิธีการทดสอบ สามารถนำไปทดสอบรายการความทนเปลวไฟของท่อยางส่งก๊าซปิโตรเลียมเหลว ในสภาพก๊าซ สามารถเผยแผ่ความรู้ให้แก่ห้องปฏิบัติการทดสอบและผู้สนใจโดยทั่วไป เพื่อจะได้นำไปพัฒนาคุณภาพ ปรับปรุงคุณภาพและรับรองคุณภาพ เป็นการแข่งขันของอุตสาหกรรมนี้ในตลาดทั้งภายในและภายนอกประเทศ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการทดสอบผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ที่มีการกำหนดแบบเดียวกัน และเพื่อคุ้มครองผู้บริโภค



รูปที่ 1 แสดงขั้นตอนการผลิตและการควบคุมคุณภาพการผลิตท่อยางส่งก๊าซปิโตรเลียมเหลว ในสภาพก๊าซ

บทที่ 2

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

2. วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมท่อยางส่งก๊าซปิโตรเลียมเหลว ในสภาพก๊าซ กำหนดให้การทดสอบรายการความทนเปลวไฟของท่อยาง โดยใช้เปลวไฟจากตะเกียงบุนเซน ให้ความร้อนประมาณ 1800 กิโลจูลต่อชั่วโมง ลนชิ้นทดสอบตรงจุดกึ่งกลาง โดยให้เปลวไฟอยู่ในแนวระดับและตั้งฉากกับแนวแกนของชิ้นทดสอบเป็นเวลา 5 วินาทีและหยุด 1 วินาที แล้วทำซ้ำเช่นเดียวกันนี้จนกระทั่งชิ้นทดสอบติดไฟและลุกไหม้ หรือจนกระทั่งเป็นเวลา 45 วินาที ตั้งแต่เริ่มทดสอบ

จากข้อกำหนดมาตรฐาน จะเห็นว่าไม่ได้กำหนดวิธีการหาความร้อนสำหรับใช้ในการวิเคราะห์ทดสอบท่อยางส่งก๊าซปิโตรเลียมเหลว ในสภาพก๊าซเอาไว้ จึงได้ทำการพัฒนาวิธีวิเคราะห์ทดสอบขึ้น โดยการใช้ก๊าซแอลพีจีจากถังบรรจุก๊าซของการปิโตรเลียม แห่งประเทศไทย เป็นเชื้อเพลิงสำหรับให้ความร้อน โดยวิธีการหาอัตราการไหลของก๊าซแอลพีจี ซึ่งมีวิธีการคิด การคำนวณและการทดลอง ดังนี้

2.1 วิธีการหาอัตราการไหลของก๊าซแอลพีจี

ให้รู้ชนิดของก๊าซ อัตราส่วนผสมและค่าพลังงานความร้อนต่อปริมาตรของก๊าซแต่ละชนิดที่ผสมรวมกันเป็นก๊าซแอลพีจี ที่บรรจุอยู่ในถังก๊าซที่ใช้ในการทดสอบเผาชิ้นตัวอย่างเพื่อต้องการหาอัตราการไหลของก๊าซแอลพีจีที่ออกจากตะเกียงบุนเซน และให้ค่าพลังงานความร้อนประมาณ 1800 กิโลจูลต่อชั่วโมง

2.1.1 วิธีคำนวณ

จากความต้องการพลังงานความร้อนที่ใช้ในการเผาชิ้นตัวอย่าง ประมาณ 1800 กิโลจูลต่อชั่วโมง เราใช้ก๊าซแอลพีจีจากการปิโตรเลียม แห่งประเทศไทยเป็นแหล่งจ่ายพลังงานความร้อนให้กับชิ้นตัวอย่าง

จากเอกสารทางวิชาการ เกี่ยวกับก๊าซแอลพีจีของการปิโตรเลียม แห่งประเทศไทย ถังบรรจุก๊าซแอลพีจี มีส่วนผสมของก๊าซ 2 ชนิดคือ โพรเพนและบิวเทน ในอัตราส่วน 70:30 ซึ่งก๊าซแต่ละชนิด สามารถให้พลังงานความร้อนดังนี้

ค่าพลังงานความร้อนของโพรเพน = 22250 กิโลแคลลอรี่/ลูกบาศก์เมตร

ค่าพลังงานความร้อนของบิวเทน = 29400 กิโลแคลลอรี่/ลูกบาศก์เมตร

ดังนั้น

ค่าพลังงานความร้อนที่ 100% = (22250x0.7) + (29400x0.3)

= 24395 กิโลแคลลอรี่/ลูกบาศก์เมตร

จาก 1 กิโลแคลลอรี่ = 4.1868 กิโลจูล

ดังนั้น 24395 กิโลแคลลอรี่/ลูกบาศก์เมตร = (4.1868 x 24395)/1 กิโลจูล/ลูกบาศก์เมตร

= 102137 กิโลจูล/ลูกบาศก์เมตร

จะได้ว่า

ก๊าซแอลพีจีที่ให้พลังงานความร้อน 102137 กิโลจูล มีปริมาตร 1 ลูกบาศก์เมตร

พลังงานความร้อนที่ต้องการ 1800 กิโลจูล/ชั่วโมง

ดังนั้น

ปริมาตรของก๊าซที่ต้องใช้ = (1x1800)/102137 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง

= 0.017623 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง

= 17623 ลูกบาศก์เซนติเมตร/ชั่วโมง

หรือ คิดเป็นอัตราการไหล = 293.7 ลูกบาศก์เซนติเมตร/นาที

ดังนั้น

เมื่อใช้ก๊าซแอลพีจีของการปิโตรเลียม แห่งประเทศไทย เป็นแหล่งจ่ายพลังงาน ความร้อนที่ใช้ในการเผาตัวอย่างประมาณ 1800 กิโลจูลต่อชั่วโมง จะต้องเปิดวาล์วถังบรรจุก๊าซแอลพีจีให้มีปริมาตรของก๊าซเท่ากับ 17623 ลูกบาศก์เซนติเมตร ในเวลา 1 ชั่วโมง แล้วจุดเปลวไฟ จะให้ความร้อนได้เท่ากับ 1800 กิโลจูล โดยมีอัตราการไหลของก๊าซเท่ากับ 293.7 ลูกบาศก์เซนติเมตร/นาที

2.1.2 วิธีการทดลอง

จากการคำนวณ สามารถหาอัตราการไหลของก๊าซได้ 2 วิธี คือ

- การใช้ก๊าซแทนที่น้ำ (ภาคผนวก ก.)
- การใช้เครื่องวัดอัตราการไหล (ภาคผนวก ข.)

การคำนวณและการทดลองเพื่อหาอัตราการไหลของก๊าซแอลพีจีที่ได้นี้เมื่อนำตะเกียงบุนเซนมาจุดเปลวไฟ จะให้พลังงานความร้อนประมาณ 1800 กิโลจูลต่อชั่วโมง เราสามารถนำไปทำการทดสอบท่อยางส่งก๊าซปิโตรเลียมเหลว ในสภาพก๊าซ ได้ตามข้อกำหนดรายการทดสอบความทนเปลวไฟ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แต่เพื่อให้แน่ใจว่าการคำนวณและการทดลองเพื่อหาอัตราการไหลของก๊าซแอลพีจีนั้นถูกต้อง จึงได้ทำการตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง โดยวิธีการถ่ายเทความร้อนตรวจสอบ ซึ่งมีวิธีการคิด การทดลอง และการคำนวณ ดังนี้

2.2 วิธีการถ่ายเทความร้อน

ใช้น้ำกลั่นใส่ในบีเกอร์ วางบนที่รองรับภาชนะที่ทำด้วยเหล็ก แล้วใช้เปลวไฟจากตะเกียงบุนเซน ที่ผ่านการควบคุมให้มีอัตราการไหลของก๊าซแอลพีจี 293.7 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อนาที มาต้มน้ำกลั่นเป็นเวลา 1 ชั่วโมง จะใช้ปริมาตรของก๊าซแอลพีจีไปทั้งหมด 17623 ลูกบาศก์เซนติเมตร และจะให้ความร้อนประมาณ 1800 กิโลจูล คำนวณหาพลังงานความร้อนที่น้ำกลั่นและอุปกรณ์อื่น ๆ ได้รับทั้งหมด

2.2.1 วิธีการทดลอง

สามารถทำการทดลองได้ตามภาคผนวก ค.

จากการทดลองจะได้ว่า เมื่อใช้เปลวไฟจากตะเกียงบุนเซนที่มีอัตราการไหลของก๊าซแอลพีจี 293.7 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อนาที ต้มน้ำกลั่นมวล 2.0 กิโลกรัม ที่บรรจุในบีเกอร์ที่มีมวล 0.41739 กิโลกรัม มีพื้นที่ผิวภายนอก 0.092 ตารางเมตร วางบีเกอร์บนที่รองรับภาชนะที่ทำด้วยเหล็กมีมวล 0.45195 กิโลกรัม มีพื้นที่ผิว 0.031 ตารางเมตร วัดอุณหภูมิขณะนั้นได้ 25 องศาเซลเซียส เมื่อให้ความร้อนครบเวลา 1 ชั่วโมง วัดอุณหภูมิได้ 90 องศาเซลเซียส มวลของน้ำหายไป 0.10861 กิโลกรัม สามารถคำนวณหาพลังงานความร้อนทั้งหมดได้ ดังนี้

2.2.2 วิธีการคำนวณ

พลังงานความร้อนทั้งหมด = พลังงานความร้อนที่น้ำได้รับ + พลังงานความร้อนที่บีเกอร์ได้รับ + พลังงานความร้อนที่ทำให้น้ำกลายเป็นไอ + พลังงานความร้อนที่ที่รองรับภาชนะได้รับ + พลังงานความร้อนที่บีเกอร์แผ่รังสีความร้อน + พลังงานความร้อนที่ที่รองรับภาชนะแผ่รังสีความร้อน + พลังงานความร้อนที่สูญเสียเนื่องจากสิ่งแวดล้อม

ให้

Q = พลังงานความร้อนทั้งหมด

Q_1 = พลังงานความร้อนที่น้ำได้รับ

Q_2 = พลังงานความร้อนที่บีเกอร์ได้รับ

Q_3 = พลังงานความร้อนที่ทำให้น้ำกลายเป็นไอ

Q_4 = พลังงานความร้อนที่ที่รองรับภาชนะได้รับ

Q_5 = พลังงานความร้อนที่บีเกอร์แผ่รังสีความร้อน

Q_6 = พลังงานความร้อนที่ที่รองรับภาชนะแผ่รังสีความร้อน

α = พลังงานความร้อนที่สูญเสียเนื่องจากสิ่งแวดล้อม

m_1 = มวลของน้ำกลั่น

m_2 = มวลของบีเกอร์

m_3 = มวลของน้ำที่ระเหยกลายเป็นไอ

m_4 = มวลของที่รองรับภาชนะ

A_5 = พื้นที่ผิวภายนอกของบีเกอร์

A_6 = พื้นที่ผิวของที่รองรับภาชนะ

C_1 = ความจุความร้อนจำเพาะของน้ำ

C_2 = ความจุความร้อนจำเพาะของแก้ว

C_4 = ความจุความร้อนของเหล็ก

L = ความร้อนแฝงจำเพาะของไอน้ำ

ε_5 = ค่าการแผ่รังสีของแก้ว

ε_6 = ค่าการแผ่รังสีของเหล็ก

T_1 = อุณหภูมิเริ่มต้น

T_2 = อุณหภูมิสุดท้าย

C = ค่าความร้อนที่แผ่ออกมาจากวัตถุดำ

เมื่อ

$Q = Q_1+Q_2+Q_3+Q_4+Q_5+\alpha$

$Q_1 = m_1C_1(T_2-T_1)$

$Q_2 = m_2C_2(T_2-T_1)$

$Q_3 = m_3L$

$Q_4 = m_4C_4(T_2-T_1)$

$Q_5 = A_5\varepsilon_5C[(T_2)^4-(T_1)^4]$

$Q_6 = A_6\varepsilon_6C[(T_2)^4-(T_1)^4]$

จากผลการทดลอง

m_1	=	2.0	กิโลกรัม
m_2	=	0.41739	กิโลกรัม
m_3	=	0.10861	กิโลกรัม
m_4	=	0.45195	กิโลกรัม
A_5	=	0.092	ตารางเมตร
A_6	=	0.031	ตารางเมตร
T_1	=	25	องศาเซลเซียส
หรือ	=	298	องศาเคลวิล
T_2	=	90	องศาเซลเซียส

หรือ = 363 องศาเคลวิล

และ C_1 = 4200 จูล/กิโลกรัม . องศาเคลวิล

C_2 = 837 จูล/กิโลกรัม . องศาเคลวิล

C_4 = 494 จูล/กิโลกรัม . องศาเคลวิล

L = 2260000 จูล/กิโลกรัม

ε_5 = 0.95

ε_6 = 0.69

C = 5.67×10^{-8} วัตต์/ตร.ม. . องศาเคลวิล

ดังนั้น เวลา 1 ชั่วโมง

พลังงานความร้อนทั้งหมด Q = 1800 กิโลจูล

= 1800000 จูล

พลังงานความร้อนที่น้ำได้รับ Q_1 = 2.0x4200x(363-298)

= 546000 จูล

พลังงานความร้อนที่บีเกอร์-ได้รับ Q_2 = 0.41739x837x(363-298)

= 22708.1 จูล

พลังงานความร้อนที่ทำให้น้ำ-กลายเป็นไอ Q_3 = 0.10861x2260000

= 245458.6 จูล

พลังงานความร้อนที่ที่รองรับ-ภาชนะได้รับ Q_4 = 0.45195x494x(363-298)

= 14512.1 จูล

พลังงานความร้อนที่บีเกอร์-แผ่รังสีความร้อน Q_5 = $0.092 \times 0.95 \times 5.67 \times 10^{-8}[(363)^4-(298)^4]$

= 46.9636 วัตต์

= 169055.4 จูล

พลังงานความร้อนที่ที่รองรับ-ภาชนะแผ่รังสีความร้อน Q_6 = $0.031 \times 0.69 \times 5.67 \times 10^{-8}[(363)^4-(298)^4]$

= 11.4937 วัตต์

= 41374 จูล

1800000 = 546000+22708.1+245458.6+14512.1+169055.4+41374+α

= 1039108.2+α จูล

พลังงานความร้อนสูญเสีย = 1800000-1039108.2 จูล

= 760891.8 จูล

คิดเป็นร้อยละ = 42.3

จากการนำก๊าซแอลพีจีที่มีอัตราการไหล 293.7 ลูกบาศก์เมตรต่อนาทีมาทดลองต้มน้ำกลั่นที่บรรจุในบีเกอร์เป็นเวลา 1 ชั่วโมง วัดอุณหภูมิเริ่มต้นและอุณหภูมิสุดท้าย สามารถคำนวณหาพลังงานความร้อนได้เท่ากับ 1039108.2 จูล มีความร้อนที่สูญเสียเนื่องจากสิ่งแวดล้อมอื่นๆเท่ากับ 760891.8 จูล คิดเป็นร้อยละ 42.3 เมื่อเทียบกับพลังงานความร้อน 1800000 จูลต่อชั่วโมง เป็นพลังงานความร้อนสูญเสียที่ค่อนข้างมาก ซึ่งตามปกติแล้วการนำพลังงานความร้อนไปต้มน้ำตามวิธีนี้เป็นระบบเปิดจะมีพลังงานความร้อนสูญเสียที่ค่อนข้างมาก

ดังนั้น จากผลการทดลอง แสดงให้เห็นว่าผลการหาค่าพลังงานความร้อนโดยใช้วิธีการถ่ายเทความร้อนแบบระบบเปิด มีความคลาดเคลื่อนได้มากถึง 42.3 % ซึ่งโดยทั่วไปวิธีการวัดค่าปริมาณความร้อนของก๊าซแอลพีจีในระบบเปิดจึงไม่สมควรนำมาใช้ อย่างไรก็ดีตามเกณฑ์กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมท่อยางส่งก๊าซปิโตรเลียมเหลวในสภาพก๊าซ ความร้อนที่ใช้ 1800 กิโลจูลต่อชั่วโมงเป็นเกณฑ์โดยประมาณ เพื่อใช้ในการทดสอบความทนต่อเปลวไฟของท่อยาง จึงไม่จำเป็นจะต้องหาค่า calorie value ของก๊าซโดยตรง การคำนวณหาพลังงานความร้อนจากตารางค่าความร้อนของก๊าซและการควบคุมอัตราการไหลของก๊าซก็เป็นการเพียงพอแล้ว สำหรับการคำนวณและการทดลองตามวิธีการถ่ายเทความร้อนนี้ อาจเป็นการตรวจสอบโดยประมาณเพียงเพื่อให้แน่ใจว่าพลังงานความร้อนที่ใช้อยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกับเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมท่อยางส่งก๊าซปิโตรเลียมเหลวในสภาพก๊าซกำหนด โดยใช้เปลวไฟจากตะเกียงบุนเซน ที่ให้ความร้อนประมาณ 1800 กิโลจูลต่อชั่วโมง มาทำการทดสอบความทนเปลวไฟของท่อยางส่งก๊าซปิโตรเลียมเหลวในสภาพก๊าซเท่านั้น

2.3 วิธีการทดสอบ

2.3.1 การเตรียมชิ้นทดสอบ

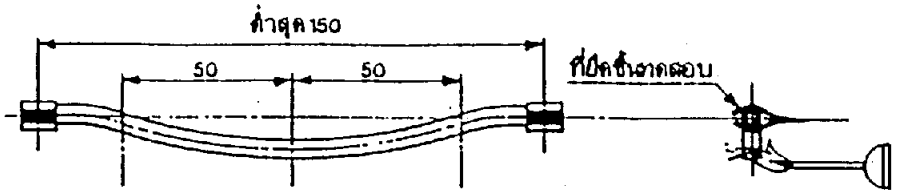
ตัดตัวอย่างเป็นชิ้นทดสอบความยาวไม่น้อยกว่า 150 มิลลิเมตร

2.3.2 วิธีทดสอบ

2.3.2.1 ทำเครื่องหมายที่กึ่งกลางของชิ้นทดสอบ และอีก 2 ตำแหน่ง โดยให้แต่ละตำแหน่งห่างจากจุดกึ่งกลางของชิ้นทดสอบข้างละ 50 มิลลิเมตร แล้วยึดชิ้นทดสอบไว้ในแนวระดับ

2.3.2.2 ใช้เปลวไฟจากตะเกียงบุนเซนที่ให้ความร้อนประมาณ 1800 กิโลจูลต่อชั่วโมง ลนชิ้นทดสอบตรงจุดกึ่งกลางโดยให้เปลวไฟอยู่ในแนวระดับ และตั้งฉากกับแนวแกนของชิ้นทดสอบ (รูปที่ 2) เป็นเวลา 5 วินาที และหยุด 1 วินาที แล้วทำซ้ำเช่นเดียวกันนี้จนกระทั่งชิ้นทดสอบติดไฟและลุกไหม้ หรือจนกระทั่งเป็นเวลา 45 วินาที ตั้งแต่เริ่มทดสอบ

2.3.2.3 ถ้าชิ้นทดสอบติดไฟและลุกไหม้ต่อไป โดยไม่ได้ใช้เปลวไฟจากตะเกียง ให้บันทึกว่า เปลวไฟลุกไหม้ถึงเครื่องหมายข้างใดข้างหนึ่งหรือไม่ภายในเวลา 45 วินาที ตั้งแต่เริ่มทดสอบ



รูปที่ 2 แสดงการใช้เปลวไฟลนชิ้นทดสอบตรงจุดกึ่งกลาง โดยให้เปลวไฟอยู่ในแนวระดับและตั้งฉากกับแนวแกนของชิ้นทดสอบ

บทที่ 3

ผลการทดสอบ

3. ผลการทดสอบท่อยางส่งก๊าซปิโตรเลียมเหลวในสภาพก๊าซ

การทดสอบรายการทนเปลวไฟของท่อยางส่งก๊าซปิโตรเลียมเหลวในสภาพก๊าซโดยใช้เปลวไฟจากตะเกียงบุนเซน ให้ความร้อนประมาณ 1800 กิโลจูลต่อชั่วโมง ที่ได้จากการคำนวณและทดลองหาอัตราการไหลของก๊าซแอลพีจี ได้ผลการทดสอบตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงผลการทดสอบรายการความทนเปลวไฟของท่อยางส่งก๊าซปิโตรเลียมเหลวในสภาพก๊าซ

ตัวอย่างที่	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน มม.	ชนิดของท่อยาง	ผลการทดสอบ
1.	9.5	มีวัสดุเสริมแรง	ผ่านเกณฑ์กำหนด
2.	8.0	ไม่มีวัสดุเสริมแรง	ผ่านเกณฑ์กำหนด
3.	9.0	มีวัสดุเสริมแรง	ผ่านเกณฑ์กำหนด
4.	8.0	มีวัสดุเสริมแรง	ผ่านเกณฑ์กำหนด
5.	9.5	มีวัสดุเสริมแรง	ผ่านเกณฑ์กำหนด
6.	8.0	ไม่มีวัสดุเสริมแรง	ติดไฟ
7.	9.5	มีวัสดุเสริมแรง	ผ่านเกณฑ์กำหนด
8.	9.5	มีวัสดุเสริมแรง	ติดไฟ
9.	8.0	ไม่มีวัสดุเสริมแรง	ผ่านเกณฑ์กำหนด
10.	10.0	มีวัสดุเสริมแรง	ผ่านเกณฑ์กำหนด
11.	9.5	ไม่มีวัสดุเสริมแรง	ติดไฟ

จากตารางที่ 1 ท่อยางที่ส่งมาทดสอบมี 2 ประเภทคือ ท่อยางชนิดมีวัสดุเสริมแรง จำนวน 7 ตัวอย่าง ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในตั้งแต่ 8.0 ถึง 10.0 มิลลิเมตร ผลการทดสอบปรากฏว่าผ่านเกณฑ์กำหนด 6 ตัวอย่าง และไม่ผ่านเกณฑ์กำหนด (ติดไฟ) 1 ตัวอย่าง สำหรับท่อยางชนิดไม่มีวัสดุเสริมแรง จำนวน 4 ตัวอย่าง ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 8.0 และ 9.5 มิลลิเมตร ผลการทดสอบปรากฏว่าผ่านเกณฑ์กำหนด 2 ตัวอย่าง และไม่ผ่านเกณฑ์กำหนด (ติดไฟ) 2 ตัวอย่าง

เนื่องจากผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมชนิดนี้ ไม่ได้เป็นผลิตภัณฑ์ที่บังคับ ทำให้มีผู้ผลิตสามารถส่งขายลูกค้า ได้โดยไม่ต้องมีการรับรองคุณภาพ และเครื่องหมายผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เมื่อนำมาใช้งานอาจเป็นอันตรายแก่ชีวิตและทรัพย์สินได้ ดังนั้นการนำเอาท่อยางมาใช้งาน ต้องระมัดระวังไม่ให้ท่อยางโดนเปลวไฟ หรือพลังงานความร้อนลนท่อยางจนเกิดอันตรายได้

บทที่ 4

ข้อวิจารณ์และสรุป

4. ข้อวิจารณ์และสรุป

4.1 วิจารณ์ผล

การหาพลังงานความร้อนประมาณ 1800 กิโลจูลต่อชั่วโมง มาเผาชิ้นทดสอบด้วยวิธีการหาอัตราการไหลของก๊าซ หลังจากการคำนวณหาอัตราการไหลของก๊าซแอลพีจีได้แล้ว การใช้เครื่องวัดอัตราการไหลของก๊าซเป็นวิธีที่ดีที่สุด และสะดวกที่สุด เพราะสามารถจุดเปลวไฟที่ตะเกียงบุนเซนทำการเผาชิ้นตัวอย่างได้ทันทีที่สามารถควบคุมอัตราการไหลของก๊าซได้ สำหรับการใช้ก๊าซแทนที่น้ำ เหมาะสำหรับในกรณีที่ไม่มีเครื่องวัดอัตราการไหลของก๊าซ การเลือกใช้วิธีนี้จะต้องตรวจสอบหลาย ๆ ครั้ง เพื่อความถูกต้องและจะต้องระมัดระวังอันตรายจากการรั่วไหลของก๊าซแอลพีจีในระหว่างการหาอัตราการไหลของก๊าซแอลพีจี

การใช้วิธีถ่ายเทความร้อนมาตรวจสอบความถูกต้องด้วยการนำก๊าซแอลพีจี ที่มีอัตราการไหล 293.7 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อนาทีมาให้ความร้อนแก่น้ำกลั่นและอุปกรณ์อื่น ๆ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง คำนวณหาพลังงานความร้อนที่น้ำกลั่น, อุปกรณ์อื่น ๆ ได้รับ และพลังงานความร้อนสูญเสียเนื่องจากสิ่งแวดล้อม ปรากฏว่ามีพลังงานความร้อนที่สูญเสียค่อนข้างมากเนื่องมาจากมีความชื้นสัมพัทธ์ค่อนข้างสูง พลังงานความร้อนสามารถถ่ายเทให้ไอน้ำในอากาศมาก การควบคุมสภาพแวดล้อมไม่ดีพอ และใช้ขนาด, ชนิดของภาชนะบรรจุที่ไม่ดีพอ

4.2 สรุป

การพัฒนาวิธีวิเคราะห์ทดสอบ เพื่อใช้สำหรับทดสอบความทนเปลวไฟของท่อยางส่งก๊าซปิโตรเลียมเหลว ในสภาพก๊าซตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ ด้วยการคิดการคำนวณและการทดลอง โดยใช้ก๊าซแอลพีจีจากถังบรรจุก๊าซของการปิโตรเลียม แห่งประเทศไทย เป็นเชื้อ-เพลิงให้พลังงานความร้อน เพื่อหาปริมาตรของก๊าซแอลพีจีที่ใช้ทั้งหมดในเวลา 1 ชั่วโมง ด้วยการควบคุมอัตราการไหลของก๊าซ ชี้ให้เห็นว่า การวัดปริมาณความร้อนของก๊าซแอลพีจี โดยใช้ระบบเปิดมีความคลาดเคลื่อนได้สูง นอกจากจะคำนวณหาปริมาณความร้อนที่สูญหายจากการนำและพาของอากาศ ซึ่งจะยุ่งยากทำได้ไม่ชัดเจน ขึ้นอยู่กับการเคลื่อนไหวของอากาศ จึงไม่ควรนำมาใช้เป็นวิธีการวัดค่าปริมาณความร้อนของก๊าซ เพื่อให้ได้ค่าอย่างละเอียด นอกจากการตรวจสอบอย่างประมาณตามข้อกำหนดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเท่านั้น

คำขอบคุณ

ผู้จัดทำผลงานขอขอบคุณผู้บังคับบัญชา ที่ให้การสนับสนุน และขอขอบคุณ ดร. พีระวัฒน์ สมนึก ที่ได้ให้คำแนะนำเรื่องการแผ่รังสีความร้อนของวัตถุในรายงานฉบับนี้

ภาควิทยาศาสตร์บริการ

เอกสารอ้างอิง

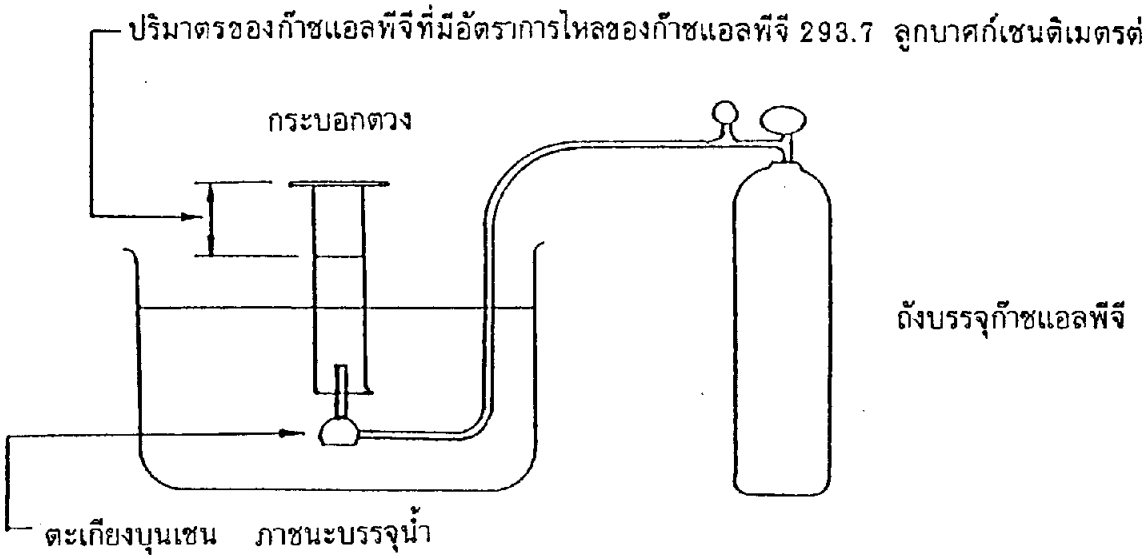
1. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมท่อยางส่งก๊าซปิโตรเลียมเหลว ในสภาพก๊าซ. : ความทนเปลวไฟ. มอก. 895-2532, 18-19
2. สุวิทย์ ชวเดช. การแลกเปลี่ยนความร้อน. ฟิสิกส์คำนวณ 2, 2532, 50-70
3. นักสิทธิ์ คูวัฒนาชัย. การแผ่รังสีความร้อนจากวัตถุเทา. การถ่ายเทความร้อน, 2533, 358-359 439-444
4. การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย. ก๊าซปิโตรเลียมเหลว. ความรู้เรื่องผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม, 2532, 10
5. การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย. ค่าความร้อนของการเผาไหม้ก๊าซแอลพีจี. เอกสารวิชาการเกี่ยวกับก๊าซหุงต้ม, 23
6. Norman, A., Waterman and Michael, F. Physical properties of matals and ceramics. Elsevier material selector volume 1, London, C1991, 182

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

การใช้ก๊าซแทนที่น้ำ

ก. 1 วิธีการใช้ก๊าซแทนที่น้ำ (รูปที่ 1)



รูปที่ 1 แสดงก๊าซแอลพีจีจากถังบรรจุก๊าซผ่านการควบคุมการไหล มีปริมาตรของก๊าซที่ออกจากตะเกียงบุนเซนเท่ากับ 293.7 ลูกบาศก์เซนติเมตร โดยแทนที่น้ำในกระบอกตวงภายในเวลา 1 นาที

ก. 2 เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ถังบรรจุก๊าซแอลพีจี พร้อมอุปกรณ์ควบคุม
2. กระบอกตวงที่มีความจุ 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร มีขีดบอกความจุละเอียด 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร
3. ภาชนะบรรจุน้ำ
4. ท่อยาง
5. นาฬิกาจับเวลา

ก. 3 วิธีทดลอง

1. เติมน้ำลงในกระบอกตวงจนเต็ม แล้วคว่ำปากกระบอกตวงลงในน้ำที่บรรจุในภาชนะ
2. นำปลายของท่อยางด้านที่ต่ออยู่กับตะเกียงบุนเซน สอดเข้าไปภายในปากกระบอกตวง
3. เปิดอุปกรณ์ควบคุมการไหลของถังบรรจุก๊าซ เพื่อให้ก๊าซไหลผ่านท่อยางเข้าสู่กระบอกตวงก๊าซจะค่อย ๆ แทนที่น้ำ
4. เริ่มจับเวลาตั้งแต่ก๊าซเริ่มแทนที่น้ำในกระบอกตวง จนกระทั่งครบเวลา 1 นาที
5. อ่านค่าปริมาตรของก๊าซจากขีดบอกความจุของกระบอกตวง

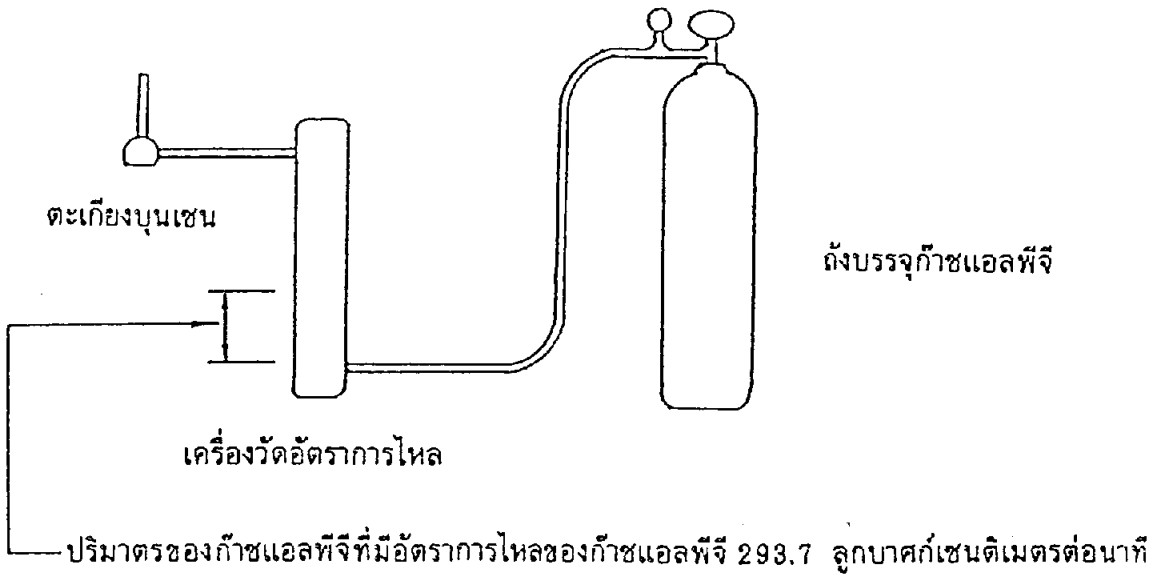
เมื่อสามารถอ่านค่าปริมาตรของก๊าซในกระบอกตวงที่ได้จากการแทนที่น้ำ ได้เท่ากับ 293.7 ลูกบาศก์เซนติเมตร โดยใช้เวลา 1 นาที แสดงว่าอัตราการไหลของก๊าซแอลพีจี ขณะนี้ให้พลังงานความร้อนประมาณ 1800 กิโลจูลต่อชั่วโมง สามารถนำไปใช้ทดสอบได้เลย

ถ้าปริมาตรของก๊าซต่อนาทีไม่ได้ตามกำหนด ให้ปรับอุปกรณ์ควบคุมของถังบรรจุก๊าซ แล้วทำการทดลองใหม่จนกว่าจะได้อัตราการไหลของก๊าซตามต้องการ แล้วนำไปใช้ทดสอบ

ภาคผนวก ข.

การใช้เครื่องวัดอัตราการไหล

ข. 1 วิธีการใช้เครื่องวัดอัตราการไหล (รูปที่ 2)



รูปที่ 2 แสดงก๊าซแอลพีจีจากถังบรรจุผ่านการควบคุมให้มีอัตราการไหล 293.7 ลูกบาศก์เซนติ-เมตรต่อนาทีสามารถอ่านค่าได้จากเครื่องวัดอัตราการไหล

ข. 2 เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ถังบรรจุก๊าซแอลพีจีพร้อมอุปกรณ์ควบคุม
2. เครื่องวัดอัตราการไหลของก๊าซ ช่วง 0-1000 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อนาที
3. ท่อยาง

ข. 3 วิธีทดลอง

1. ปรับอุปกรณ์ควบคุมอัตราการไหลของถังบรรจุก๊าซ เพื่อให้ก๊าซไหลผ่านท่อยางเข้าสู่

เครื่องวัดอัตราการไหลของก๊าซ

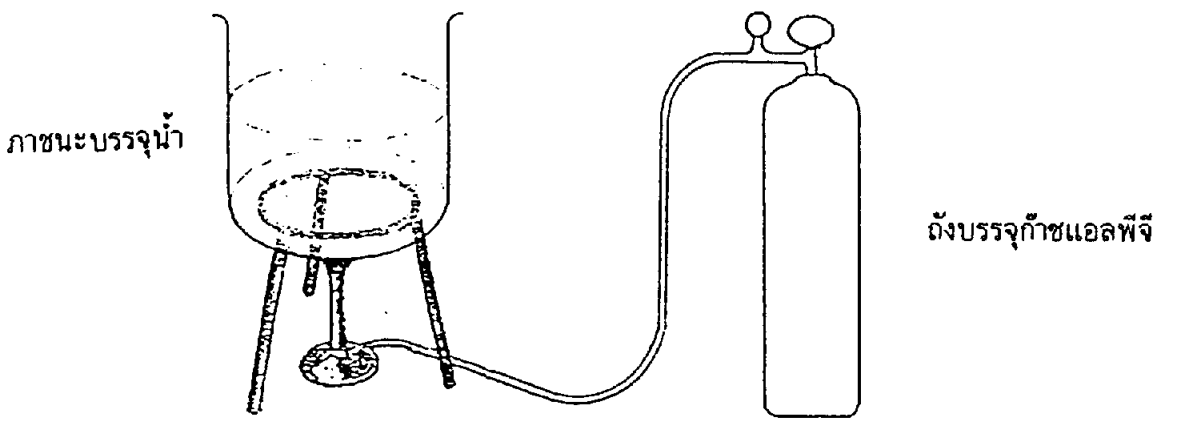
2. ให้อ่านค่าอัตราการไหลของก๊าซ ที่เครื่องวัดอัตราการไหลของก๊าซที่เพิ่มสูงขึ้น
3. ปรับอุปกรณ์ควบคุมการไหลของก๊าซ จนกระทั่งอ่านค่าอัตราการไหลของก๊าซได้เท่ากับ 293.7 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อนาที

เมื่อสามารถอ่านค่าอัตราการไหลของก๊าซ ที่เครื่องวัดอัตราการไหลได้เท่ากับ 293.7 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อนาที แสดงได้ว่าอัตราการไหลของก๊าซแอลพีจีขณะนี้ให้พลังงานความร้อนประมาณ 1800 กิโลจูลต่อชั่วโมง สามารถนำไปใช้ทดสอบได้

ภาคผนวก ค.

การถ่ายเทความร้อน

ค. 1 วิธีการถ่ายเทความร้อน (รูปที่ 3)



รูปที่ 3 แสดงการนำก๊าซแอลพีจีจากถังบรรจุก๊าซที่ผ่านการควบคุมให้มีอัตราการไหล 293.7 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อนาที มาให้ความร้อนแก่น้ำกลั่นและอุปกรณ์อื่น ๆ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

ค. 2 เครื่องมือและอุปกรณ์

- บีเกอร์
- น้ำกลั่น
- ถังบรรจุก๊าซแอลพีจี พร้อมทั้งอุปกรณ์ควบคุม
- ตะเกียงบุนเซน
- เทอร์โมมิเตอร์
- นาฬิกาจับเวลา
- ที่รองรับภาชนะ

ค. 3 วิธีทดลอง

- ชั่งน้ำหนักบีเกอร์
- เติมน้ำกลั่น 2.0 กิโลกรัมลงในบีเกอร์
- ใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิ
- วางบีเกอร์บนที่รองรับภาชนะ
- ปรับอุปกรณ์ควบคุมให้มีอัตราการไหลของก๊าซแอลพีจี ที่ตะเกียงบุนเซน 293.7 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อนาที จุดเปลวไฟ เพื่อให้พลังงานความร้อนกับน้ำกลั่นและบีเกอร์
- ใช้นาฬิกาเริ่มจับเวลาตั้งแต่เริ่มให้ความร้อน จนครบเวลา 1 ชั่วโมง
- ใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิ
- ชั่งน้ำหนักของบีเกอร์ที่บรรจุน้ำกลั่นอีกครั้ง เพื่อหามวลของน้ำกลั่นส่วนที่หายไป
- ชั่งน้ำหนักที่รองรับภาชนะ
- วัดมิติของบีเกอร์และที่รองรับภาชนะเพื่อคำนวณหาพื้นที่ผิว