บทที่ 7

การทดลองสร้างฮีทไปป์

7.1 ลักษณะของฮีทไปป์ที่ทดลองสร้าง

การออกแบบฮีทไปป์ที่จะทดลองสร้างในขั้นต้นนี้ ต้องคำนึงถึงเทคโนโลยีเกี่ยวกับฮีทไปป์ที่มีอยู่ในประเทศในปัจจุบัน เพื่อให้ง่ายต่อการศึกษาและตรวจสอบเทคนิคในการสร้าง จึงเลือกใช้ท่อเป็นท่อแก้ว (สังเกตเห็นปรากฏการณ์ภายในท่อ) ใช้วิกค์เป็นแบบตาข่าย และใช้ของไหลใช้งานเป็นน้ำ ซึ่งฮีทไปป์แก้วนี้มีรายละเอียดทั่วไปดังนี้

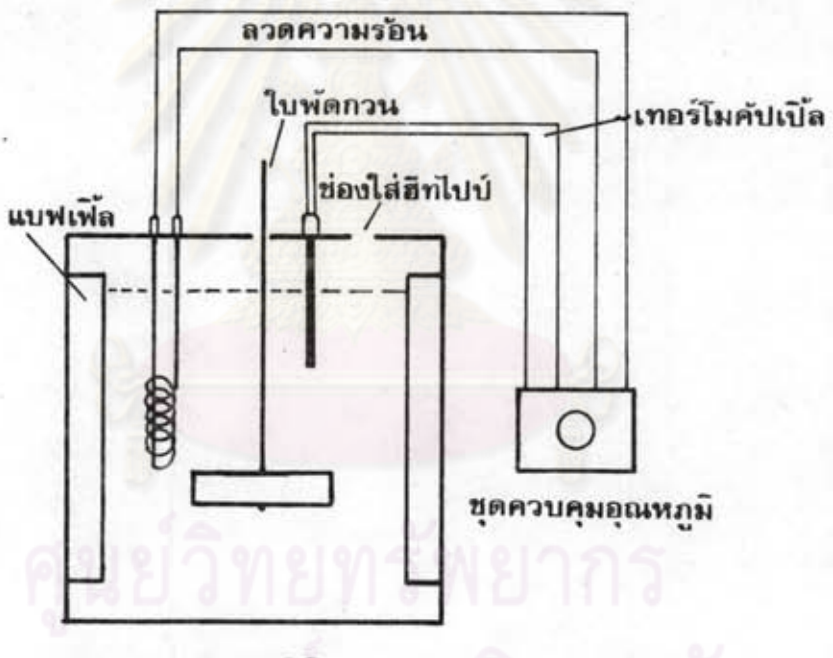
วัสดุที่ใช้ทำท่อ	แก้วแข็ง (Pyrex)
ความยาวของฮีทไปป์	0.3 เมตร
เส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกท่อ	10×10^{-3} เมตร
เส้นผ่าศูนย์กลางภายในท่อ	8×10^{-3} เมตร
เส้นผ่าศูนย์กลางที่ไอไหลผ่าน	6.854×10^{-3} เมตร
ความหนาของผนังท่อ	1×10^{-3} เมตร
วัสดุที่ใช้ทำวิกค์	ทองแดง
รูปแบบของวิกค์	ลวดตาข่าย
ขนาดของตาข่าย 80 mesh	3.15×10^{3} เมตร$^{-1}$
เส้นผ่าศูนย์กลางของลวดตาข่าย	1.31×10^{-4} เมตร
ความพรุนของวิกค์	0.66
จำนวนชั้นของวิกค์	3 ชั้น
ความหนาของชั้นวิกค์	5.727×10^{-4} เมตร
ของไหลใช้งาน	น้ำกลั่น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

7.2 กรรมวิธีที่ใช้ในการสร้างฮีทไปป์

ดังที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 6 กรรมวิธีที่ใช้สร้างฮีทไปป์ในงานวิจัยนี้ เป็นกรรมวิธีแบบที่ใช้ออยบาธให้ความร้อนต่อฮีทไปป์ เพื่อไล่ที่อากาศที่อยู่ในท่อด้วยไอของน้ำที่เดือด เพราะสามารถควบคุมปริมาณของไหลใช้งานที่เหลืออยู่ภายในท่อฮีทไปป์ได้ และสะดวกต่อการผลิตในจำนวนมาก (mass production) ปริมาณของเหลวใช้งานที่เหลืออยู่ในท่อฮีทไปป์จะขึ้นกับเวลาที่ลุ่มอยู่ในออยบาธ

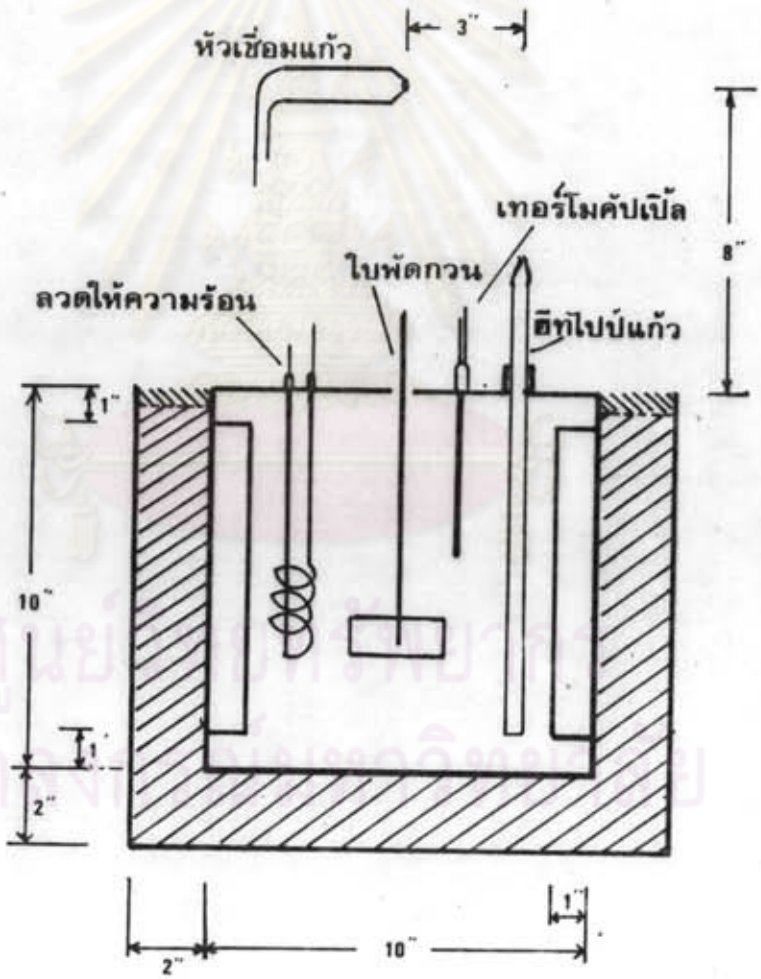
7.2.1 ลักษณะของออยบาธที่ใช้สร้างฮีทไปป์ ออยบาธที่ใช้ประกอบด้วย ชุดควบคุมอุณหภูมิ ลวดให้ความร้อน ใบพัดกวนและภาชนะบรรจุน้ำมันร้อน ดังรูปที่ 7.1



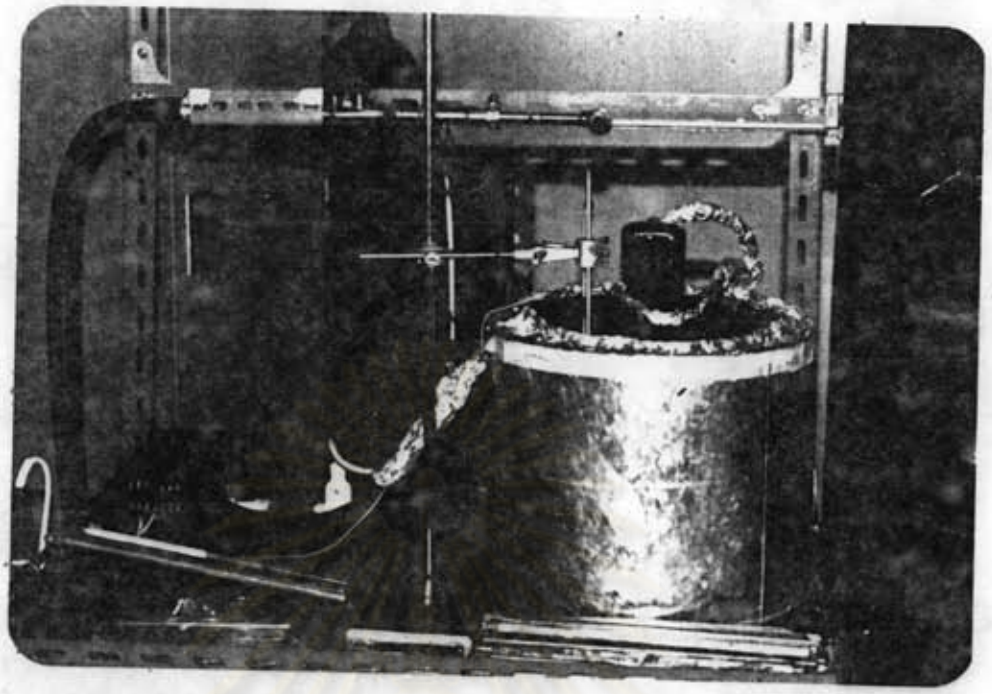
รูปที่ 7.1 รูปร่างของออยบาธที่ใช้

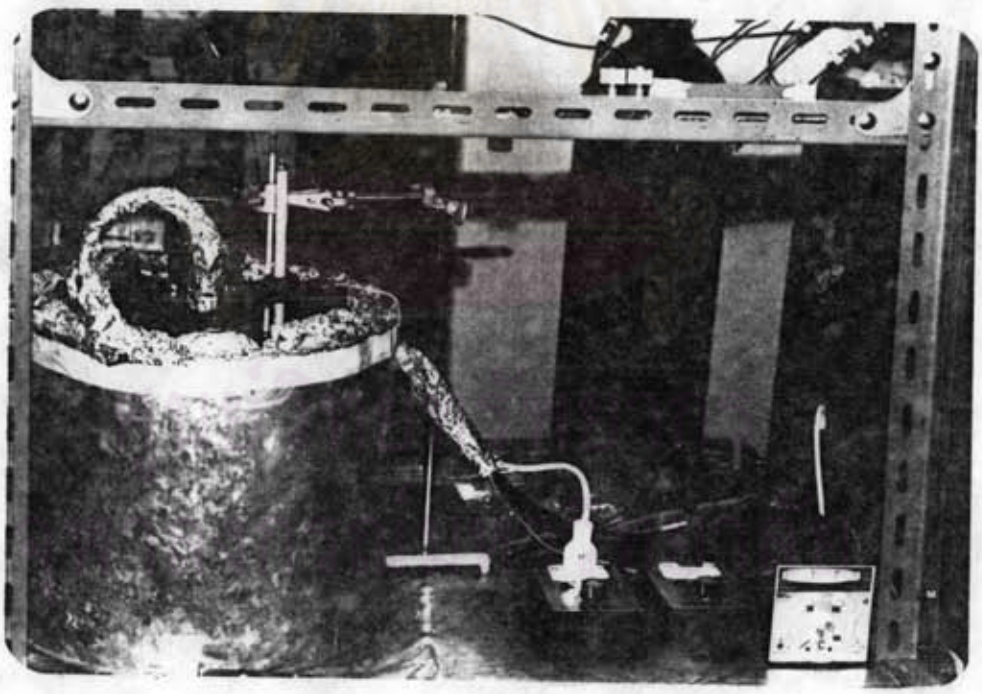
ในการออกแบบออยบาธ สิ่งที่ต้องคำนึงถึงเสมอคือ จะต้องควบคุมอุณหภูมิของออยบาธให้คงที่ได้ และการกระจายของอุณหภูมิที่ทุกจุดภายในออยบาธควรจะสม่ำเสมอ และมีผลต่างน้อยที่สุดเท่าที่ทำได้ นั่นคือจะต้องมีระบบการกวนน้ำมันให้ความร้อนอย่างสมบูรณ์และชุดควบคุมอุณหภูมิจะต้องไวต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิด้วย

7.2.2 <u>ลักษณะของออยบาร์ที่ใช้สร้างท่ออีทไปป์แก้ว</u> ออยบาร์ที่ใช้สร้างอีทไปป์นี้มีอุปกรณ์เชื่อมแก้วซึ่งใช้ในการปิดผนึกปลายท่ออีทไปป์แก้ว ตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์เชื่อมแก้วนี้มีความสำคัญต่อการสร้างท่ออีทไปป์นี้มาก เพราะว่าในขณะที่ทำการเชื่อมปิดผนึก ถ้าปลายของท่ออีทไปป์อยู่ไม่ตรงบริเวณที่ร้อนที่สุดของเปลวไฟ ในการปิดผนึกจะทำได้ยาก เพราะแก้วหลอมตัวช้าเกินไป อีกทั้งยังเป็นสาเหตุที่ทำให้วิกฤติปลายท่อใกล้ ๆ บริเวณปิดผนึกเกิดการไหม้ได้ ออยบาร์ที่ใช้ในการทดลองสร้างท่ออีทไปป์ในงานวิจัยนี้มีขนาดและรูปร่างตามรายละเอียดในรูปที่ 7.2 ก,ข



<u>รูปที่</u> 7.2 ก. แสดงขนาดของส่วนต่าง ๆ ของออยบาร์



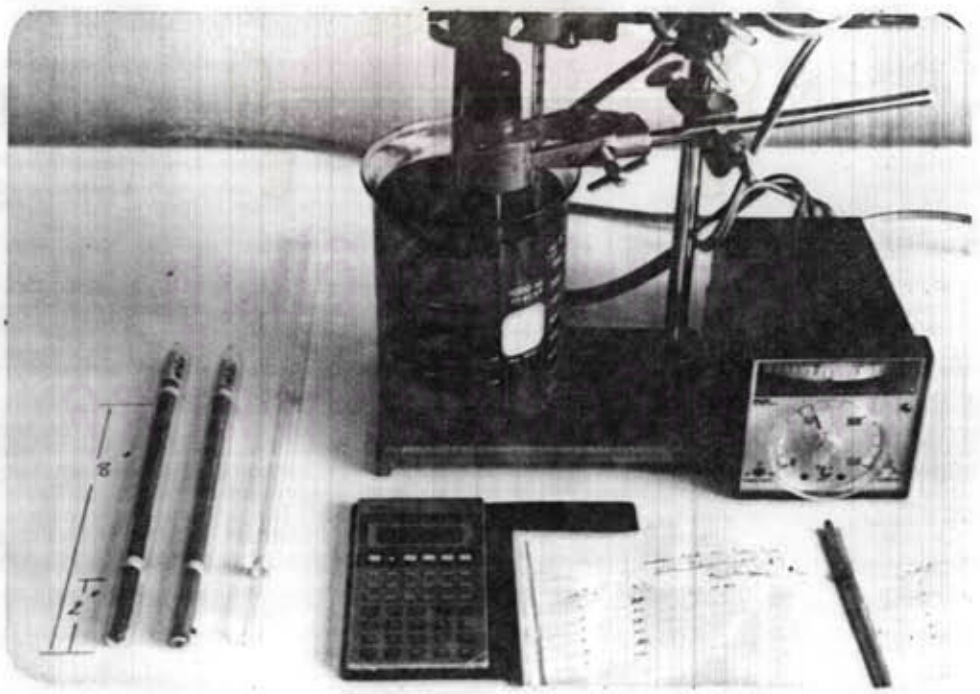


รูปที่ 7.2 ข. ภาพถ่ายของออยบาธที่ใส่ล้างยีทไปป์แก้ว

7.3 การทดลอบคุณภาพของฮีทไปป์แก้วยั่นต้น

การทดลองสร้างฮีทไปป์แก้วด้วยกรรมวิธีใช้ออยบาธนี้ ถึงแม้ว่าจะช่วยให้สร้างฮีทไปป์ที่มีสมรรถนะใกล้เคียงกันได้ในจำนวนมากในเวลาอันสั้นก็ตาม แต่ไม่ได้หมายความว่าจะได้ฮีทไปป์ที่มีสมรรถนะที่ดีเลยไป เพราะว่าในการสร้างฮีทไปป์อาจมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นได้ง่าย เป็นเหตุให้สมรรถนะของฮีทไปป์ต่ำ แต่ถ้าจะนำเอาฮีทไปป์แก้วที่สร้างขึ้นทุกแห่งไปตรวจสอบสมรรถนะก็จะทำให้เสียเวลามาก การทดสอบคุณภาพของฮีทไปป์แก้วในขั้นต้นจึงมีความสำคัญต่อการสร้างฮีทไปป์แก้วมาก

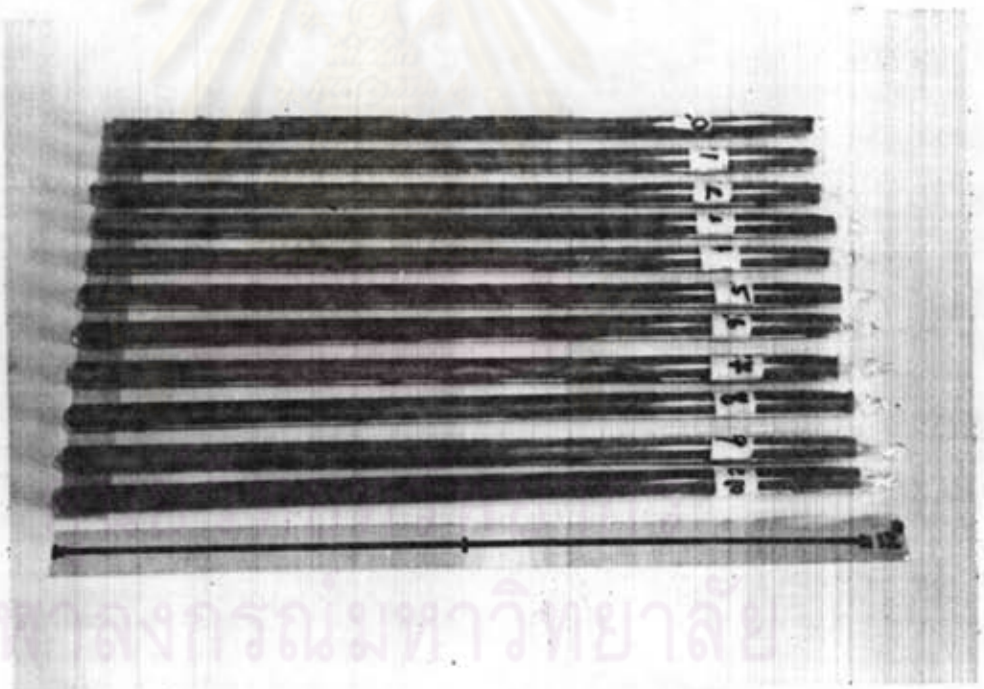
กรรมวิธีการทดสอบคุณภาพฮีทไปป์แก้วขั้นต้น สามารถทำได้โดยการนำเอาปลายข้างหนึ่งของฮีทไปป์ที่สร้างขึ้นจุ่มลงในออยบาธที่ร้อนประมาณ 80 °c ดังในรูปที่ 7.3 แล้วจับเวลาที่ใช้ในการส่งผ่านความร้อนมายังอีกปลายข้างหนึ่งของฮีทไปป์ ถ้าฮีทไปป์แท่งใด เวลาที่ใช้นี้จะมีค่าน้อย ๆ



รูปที่ 7.3 การทดสอบคุณภาพของฮีทไปป์แก้วยั่นต้น

7.4 ผลการทดลองสร้างอีทไปป์แก้ว

การสร้างอีทไปป์แก้วจำเป็นที่ต้องใช้เคล็ดและความชำนาญในการเชื่อมแก้ว (เพื่อปิดผนึกปลายท่ออีทไปป์) มาก ในช่วงแรก ๆ ของการทดลองสร้างอีทไปป์ ซึ่งยังขาดความชำนาญและประสบการณ์อยู่ อัตราของจำนวนอีทไปป์ที่สร้างสำเร็จต่อจำนวนอีทไปป์ทั้งหมดที่ทดลองสร้างจึงมีค่าต่ำมาก คือประมาณ 5-10% อีกทั้งคุณภาพของอีทไปป์ยังไม่เป็นที่น่าพอใจนัก หลังจากการทดลองสร้างมาเป็นเวลา 4 เดือน (ส.ค.-พ.ย.) ปรากฏว่าได้อีทไปป์แก้วที่มีคุณภาพดีเพียง 10 แท่ง (หมายเลย 1-10 ในรูปที่ 7.4) จากจำนวนทั้งหมดประมาณ 120 แท่ง อีทไปป์ที่ดีทั้ง 10 แท่งนี้สร้างขึ้นในช่วงวันที่ 21-26 พย.2526



รูปที่ 7.4 อีทไปป์แก้วหมายเลย 1-10 เป็นอีทไปป์ที่ดี อีทไปป์แก้วหมายเลย 0 เป็นอีทไปป์ที่มีคุณภาพดี แต่วิกค์เกิดรอยไหม้เล็กน้อย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

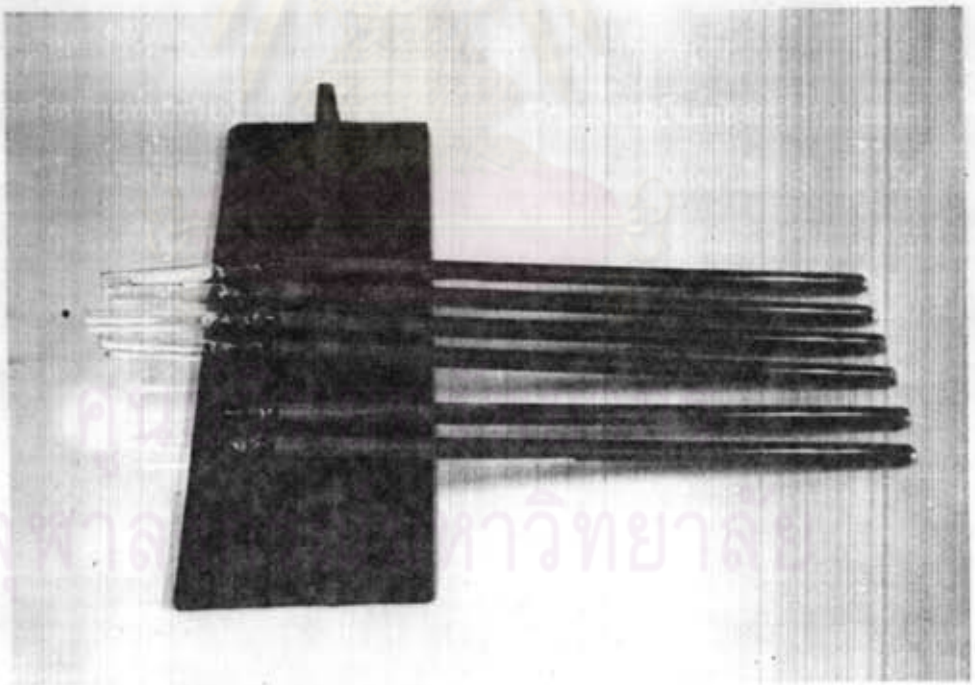
ตารางที่ 7.1 แสดงถึงข้อมูลในการสร้างที่สำคัญของฮีทไปป์แก้วทั้ง 10 แท่งที่แสดงไว้ในรูปที่ 7.4

แท่งที่	วันที่สร้าง	ปริมาณน้ำเริ่มต้น (กรัม)	อุณหภูมิของออยบาธ (°ซ)	เวลาที่ใช้ (นาที)	น้ำที่เหลือในฮีทไปป์	เวลาที่ใช้ในการทดลองขั้นต้น (วินาที)
1	21 พย.26	4.0	110	10	1.18	3
2	21 พย.26	4.0	110	9.5	1.5	3
3	24 พย.26	4.0	110	9	1.76	3
4	24 พย.26	4.0	110	9	1.76	3
5	24 พย.26	4.0	110	9	1.80	3
6	26 พย.26	4.0	110	6	2.02	3
7	26 พย.26	4.0	110	6	2.24	3
8	26 พย.26	4.0	110	6	2.24	3
9	26 พย.26	4.0	110	5.5	2.51	3
10	26 พย.26	4.0	110	5.5	2.67	3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

7.5 สรุปผลการทดลองสร้างฮีทไปป์แก้วและข้อเสนอแนะ

จากการทดลองสร้างฮีทไปป์ที่ใช้ท่อเป็นแก้วแข็ง วิกค์เป็นลวดตาข่ายทองแดง และของไหลใช้งานเป็นน้ำในงานวิจัยนี้ พบว่าขั้นตอนที่ยุ่งยากและใช้ความสำเร็จคือขั้นตอนการปิดผนึกปลายท่อฮีทไปป์ ทั้งนี้เพราะว่าการปิดผนึกท่อฮีทไปป์จะต้องกระทำในขณะที่ของไหลใช้งานในท่อฮีทไปป์กำลังเดือดอยู่ ความดันไอของของไหลใช้งานในขณะนั้นมีสูงค่ามาก ในขณะที่เชื่อมปิดผนึก แก้วที่หลอมตัวต้องมีขนาดของแรงดึงผิวพอที่จะเอาชนะความดันไอของของไหลใช้งานได้ หลังจากทำการศึกษาทดลองและมีประสบการณ์มากขึ้นก็สามารถแก้ไขปัญหานี้ได้ โดยการลดขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของบริเวณปลายท่อที่ทำการเชื่อมเสียก่อนดังที่แสดงไว้ในรูปที่ 7.5



รูปที่ 7.5 ท่อฮีทไปป์แก้วที่ทำการลดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเรียบร้อยแล้ว

การลดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของปลายท่อฮีทไปป์ไว้ล่วงหน้าต้องใช้เทคนิคในการเชื่อมมาก บริเวณปลายท่อที่ลดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางควรมีคุณสมบัติดังนี้

1. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ลดไว้ควรมีค่าใกล้เคียงกันทุกแท่งและควรมีค่าที่น้อยที่สุดเท่าที่ทำได้

2. ผนังท่อส่วนที่ลดขนาดต้องหนาที่สุดเท่าที่สามารถทำได้ และควรจะหนาสม่ำเสมอโดยรอบ

3. ตำแหน่งที่ลดขนาดควรอยู่ห่างจากวิกค์น้อยที่สุด โดยไม่ทำให้วิกค์ไหม้

เวลาที่ใช้ในการไล่อากาศออกจากท่อฮีทไปป์ ก็มีความสำคัญเช่นกัน เวลาที่ใช้ไล่อากาศนี้ จะต้องนานพอที่จะแน่ใจว่า อากาศที่อยู่ภายในท่อและก๊าซที่ละลายอยู่ในน้ำถูกไล่ออกหมดสิ้น แต่ต้องไม่นานเกินควร นั่นคือปริมาณของน้ำที่ใส่ในตอนแรกจะต้องมีปริมาณพอเหมาะ การทดลองสร้างฮีทไปป์ครั้งนี้ใช้ปริมาณน้ำเริ่มต้น 4.0 กรัม ใช้เวลาไล่อากาศออก 6.0 นาที โดยรักษาอุณหภูมิของออยบาธเป็น 110°c

เวลาที่ใช้ในการเชื่อมปิดผนึกปลายท่อฮีทไปป์แต่ละแท่งมักไม่เท่ากัน ขึ้นกับความชำนาญของผู้สร้างในการเชื่อมปิด ถ้าความชำนาญมีไม่พอ การกระจายของเวลาที่ใช้เชื่อมปิดท่อนี้จะมีค่ามาก และเป็นเหตุให้ปริมาณน้ำที่เหลือในฮีทไปป์แต่ละแท่งแตกต่างกันได้ การทดลองสร้างฮีทไปป์ครั้งนี้มีปริมาณของน้ำที่เหลืออยู่ภายในท่อฮีทไปป์แต่ละแท่งต่างกันไม่เกิน $\pm$ 10% (ดูค่าในตารางที่ 7.1)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย