บทที่ 5

การกำหนดระดับของปัจจัยนำเข้า สำหรับทดสอบสมมติฐาน

5.1 บทนำ

นำข้อมูลปัจจัยนำเข้าที่สำคัญ 9 ปัจจัยซึ่งมีค่า RPN มากกว่า 150 คะแนน จากการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่อง (FMEA) มากำหนดระดับของปัจจัยนำเข้าก่อนนำไปทดสอบสมมติฐาน ซึ่งรายละเอียดในบทนี้ ได้แสดงถึงรายละเอียดของกระบวนการกำหนดระดับปัจจัยนำเข้าที่สำคัญทั้ง 9 ปัจจัย

5.2 ปัจจัยนำเข้าที่นำมาทดสอบสมมติฐาน

จากขั้นตอนการวัดเพื่อกำหนดสาเหตุของปัญหาได้สรุปปัจจัยนำเข้าที่ทดสอบทั้งหมด 9 ปัจจัย ได้แก่

- การทำความสะอาดท่อความร้อนและวัสดุพรุน
- ขนาดช่องว่างของวัสดุพรุน (Mesh) ชั้นกลาง
- ขนาดช่องว่างของวัสดุพรุน (Mesh) ชั้นนอก
- ระยะห่างระหว่างวัสดุพรุนกับท่อความร้อน (Gap)
- อุณหภูมิการอบไนโตรเจน
- เวลาในการไล่ก๊าซออก
- ชนิดของอีพอกซี่
- ชนิดของจาระบี
- น้ำหนักน้ำ

ในการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานของทั้ง 9 ปัจจัยนั้น จะทำการทดสอบสมมติฐานระดับของแต่ละปัจจัยใน 2 ระดับที่แตกต่างกัน ทั้งนี้เพื่อประหยัดค่าใช้จ่ายในการทดลองและสามารถทำการทดลองได้ง่าย ซึ่งมีรายละเอียดของขั้นตอนการดำเนินการทดสอบสมมติฐานดังนี้

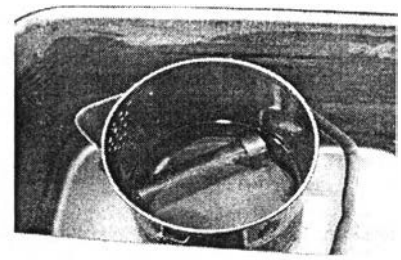
5.2.1 การทำความสะอาดท่อความร้อนและวัสดุพรุน

ประดิษฐ์ เทอดทูล (2536) ศึกษาว่าการทำความสะอาดชิ้นส่วนของท่อความร้อนเป็นสิ่งจำเป็น ทั้งนี้เพื่อให้แน่ใจว่าของไหลทำงานจะเปียกชุ่มวัสดุพรุนเสมอและไม่เกิดการอุดตันกีดขวางทางเดินในคาปิลลารี

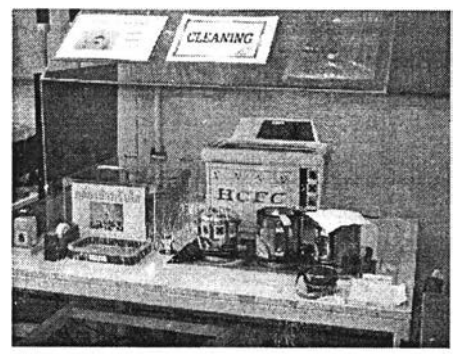
ดังนั้น จึงได้ดำเนินการทดสอบสมมติฐานโดยการวัดค่าผลต่างของการถ่ายเทความร้อน (Dt) ของชิ้นงานที่มีการล้างภายในท่อความร้อนโดยการทำความสะอาดวัสดุพรุน (Mesh) และท่อความร้อนด้วยฟรีออนกับชิ้นงานในกระบวนการปกติที่ไม่มีการทำความสะอาดภายในว่าเท่ากันหรือไม่ เนื่องจากในกระบวนการทำงานปกติ มีการทำความสะอาดชิ้นงานเฉพาะภายนอกเท่านั้น

ขั้นตอนในการทดลองการทำความสะอาดวัสดุพรุน (Mesh) และท่อความร้อนด้วยฟรีออน

- เตรียมวัสดุพรุน (Mesh) เบอร์ 50 ที่ตัดได้ตามขนาดจำนวน 30 ชิ้นสำหรับเป็นวัสดุพรุน (Mesh) ชั้นใน
- เตรียมวัสดุพรุน (Mesh) เบอร์ 100 ที่ตัดได้ตามขนาดจำนวน 30 ชิ้นสำหรับเป็นวัสดุพรุน (Mesh) ชั้นกลาง
- เตรียมวัสดุพรุน (Mesh) เบอร์ 200 ที่ตัดได้ตามขนาดจำนวน 30 ชิ้นสำหรับเป็นวัสดุพรุน (Mesh) ชั้นนอก
- เตรียมท่อความร้อน จำนวน 30 ชิ้น
- นำฟรีออนเทลงในบีกเกอร์แล้วนำวัสดุพรุน (Mesh) และท่อความร้อนที่จัดเตรียมไว้ใส่ลงในบีกเกอร์ ในจำนวนที่ฟรีออน ยังคงท่วมวัสดุ
- นำบีกเกอร์ข้างต้นใส่ลงในอ่างสำหรับทำความสะอาด โดยกำหนดเวลาที่เครื่องทำงาน 5 นาที โดยเครื่องจะเริ่มสั่นเพื่อทำความสะอาดดังแสดงในรูปที่ 5.1 และรูปที่ 5.2
- เมื่อครบตามจำนวนเวลา นำวัสดุพรุน (Mesh) และท่อความร้อนขึ้นมาผึ่งกับแผ่นรองเพื่อให้ฟรีออนระเหยออกจากวัสดุพรุน (Mesh) และท่อความร้อน
- เมื่อวัสดุพรุน (Mesh) และ ท่อความร้อนแห้ง ทำการเก็บโดยการปิดผนึกลงในถุงพลาสติกที่บรรจุแผ่นความชื้น เพื่อรอนำวัสดุพรุน (Mesh) และท่อความร้อนไปใช้ในกระบวนการบรรจุต่อไป



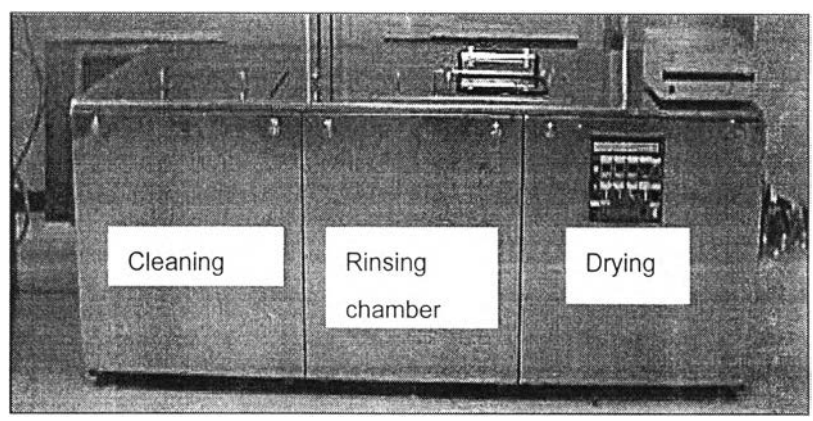
รูปที่ 5.1 วิธีการล้างด้วยฟรีออน



รูปที่ 5.2 เครื่องล้างด้วยฟรีออน

ขั้นตอนในการทดลองการทำความสะอาดวัสดุพรุน (Mesh) และท่อความร้อนด้วยเครื่องทำความสะอาดในกระบวนการทำงานปกติ

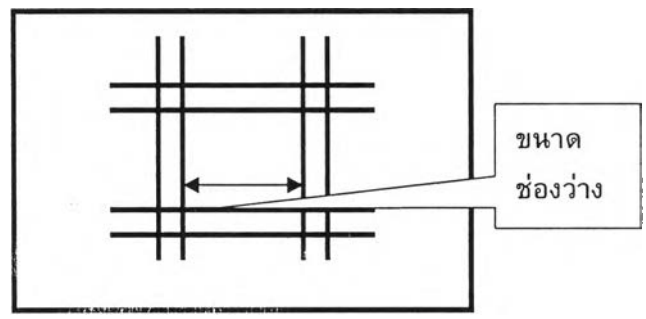
- ทำความสะอาดวัสดุพรุน (Mesh) และท่อความร้อนด้วยเครื่องล้าง Ultrasonic ดังแสดงในรูปที่ 5.3 หลังจากชิ้นงานผ่านกระบวนการบรรจุวัสดุพรุน (Mesh) ลงในท่อความร้อนตามขั้นตอนการปฏิบัติงานปกติ



รูปที่ 5.3 เครื่องล้าง Ultrasonic ในกระบวนการทำงานปกติ

5.2.2 ขนาดช่องว่างของวัสดุพรุน (Mesh) ชั้นกลาง

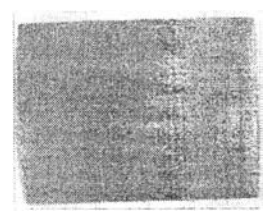
ประดิษฐ์ เทอดทูล (2536) ศึกษาว่าจุดประสงค์ของการใช้วัสดุพรุนคือการทำให้เกิดความดันคาปิลลารีที่จะขนถ่ายของไหลทำงานจากส่วนควบแน่นไปยังส่วนทำระเหยต้องสามารถกระจายของเหลวที่อยู่ในส่วนทำระเหยให้ออกไปสู่พื้นที่ที่มีการรับความร้อนเข้ามา ซึ่งแรงคาปิลลารีสูงสุดที่เกิดจากวัสดุพรุนนั้นจะเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดของช่องว่างลดลง ดังแสดงในรูปที่ 5.4



รูปที่ 5.4 ภาพขนาดช่องว่างของวัสดุพรุน

ในกระบวนการทำงานปกติ ใช้วัสดุพรุน 3 ชั้น ดังนี้

- วัสดุพรุนชั้นใน มีขนาดช่องว่างเทียบเท่ากับเบอร์ 50 ดังรูปที่ 5.5 ซึ่งมีขนาดช่องว่างรูพรุน เท่ากับ 0.29 มิลลิเมตร
- วัสดุพรุนชั้นกลางและนอก มีขนาดช่องว่างเทียบเท่ากับเบอร์ 100 ซึ่งมีขนาดช่องว่างรูพรุน เท่ากับ 0.14 มิลลิเมตร
- มีการวางเรียงซ้อนกันก่อนพันรอบแกนแท่งเหล็ก



รูปที่ 5.5 แผ่น วัสดุพรุน (Mesh) เบอร์ 50

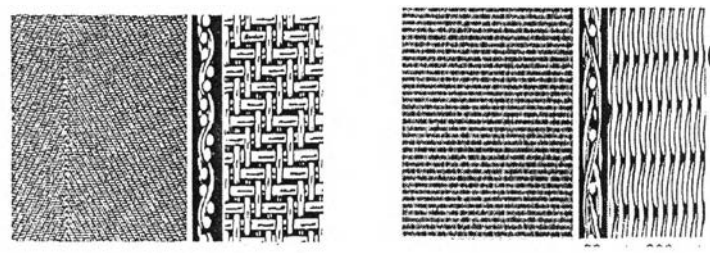
จากข้อจำกัดทางการคงตัวของแผ่นวัสดุพรุนที่เรียงซ้อนกันภายในท่อความร้อนนั้น พบว่า วัสดุพรุนชั้นในสุดต้องมีความแข็งแรงและมีความแข็งที่สุด ดังนั้น จึงกำหนดให้วัสดุพรุนชั้นในมีขนาดช่องว่างเทียบเท่ากับเบอร์ 50 ซึ่งมีขนาดช่องว่างรูพรุนเท่ากับ 0.29 มิลลิเมตร เท่านั้น อีกทั้งช่องว่างขนาดใหญ่จะทำให้ของเหลวไหลกลับมาด้วยอัตราสูง

ดังนั้น จากสมมติฐานที่ว่าวัสดุพรุน (Mesh) เป็นปัจจัยหนึ่งในการดึงดูดน้ำภายในและสมมติฐานที่ว่าขนาดของรูพรุนที่เล็กลงจะสามารถดึงดูดน้ำได้ดีขึ้น อาจส่งผลต่อค่าความแตกต่างของการถ่ายเทความร้อน (Dt) ทำให้ได้ค่าที่ต่ำลงดังแสดงช่วงของขนาดช่องว่างที่มีการผลิตจากผู้ผลิตในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 *ตารางแสดงช่วงของขนาดช่องว่างที่มีการผลิตจากผู้ผลิต*

วัสดุพรุน (Mesh)	Dia.(มิลลิเมตร)	ขนาดช่องว่าง (มิลลิเมตร)	Ratio Open Area (%)
50	0.22	0.29	32.1
100	0.11	0.14	31.2
120	0.08	0.13	38.7
130	0.08	0.12	34.9
150	0.06	0.11	41.7
165	0.05	0.1	45.6
180	0.05	0.09	41.7
190	0.05	0.08	37.87
200	0.05	0.077	36.8

แสดงตัวอย่างภาพขยายของวัสดุพรุน (Mesh) เบอร์ 50 และเบอร์ 200 ซึ่งใช้ในกระบวนการผลิตปกติ ดังรูปที่ 5.6



รูปที่ 5.6 ภาพขยายของวัสดุพรุน (Mesh) เบอร์ 50 และ เบอร์ 200 ซึ่งใช้ในกระบวนการผลิตปกติ

หลังจากนั้น ทำการทดสอบสมมติฐานค่าผลต่างของการถ่ายเทความร้อน (Dt) ของชิ้นงานที่มีความยาวของด้านรูพรุนเท่ากับ 0.077 มิลลิเมตรและชิ้นงานที่มีความยาวของด้านรูพรุนเท่ากับ 0.14 มิลลิเมตรว่ามีค่าเท่ากันหรือไม่

ขั้นตอนในการทดลองหาขนาดช่องว่างของวัสดุพรุน (Mesh) ชั้นกลาง

- จัดเตรียมวัสดุพรุน (Mesh) ชั้นกลาง โดยใช้เบอร์ 200 ซึ่งมีความยาวของด้านรูพรุนเท่ากับ 0.077 มิลลิเมตร ตัดให้ได้ขนาดเดียวกับวัสดุพรุน (Mesh) ชั้นกลาง เบอร์ 100 ซึ่งมี ความยาวของด้านรูพรุนเท่ากับ 0.14 มิลลิเมตร ในขณะที่วัสดุพรุนชั้นในและชั้นนอกใช้ในกระบวนการทำงานปกติ
- จากนั้นนำมาบรรจุลงในท่อความร้อนแล้วดำเนินการเหมือนในกระบวนการทำงานปกติต่อไป จากนั้นนำไปทดสอบค่าผลต่างของการถ่ายเทความร้อน (Dt)

5.2.3 ขนาดช่องว่างของวัสดุพรุน (Mesh) ชั้นนอก

ทำการทดสอบสมมติฐานค่าผลต่างของการถ่ายเทความร้อน (Dt) ของชิ้นงานที่มีความยาวของด้านรูพรุนเท่ากับ 0.077 มิลลิเมตรและชิ้นงานที่มีความยาวของด้านรูพรุนเท่ากับ 0.14 มิลลิเมตรว่ามีค่าเท่ากันหรือไม่ ในลักษณะเดียวกันกับการทดสอบสมมติฐานเรื่องของความยาวของด้านรูพรุนของวัสดุพรุน (Mesh) ชั้นกลาง

ขั้นตอนในการทดลองหาขนาดช่องว่างของวัสดุพรุน (Mesh) ชั้นนอก

- จัดเตรียมวัสดุพรุน (Mesh) ชั้นนอก โดยใช้เบอร์ 200 ซึ่งมีความยาวของด้านรูพรุนเท่ากับ 0.077 มิลลิเมตร ดัดให้ได้ขนาดเดียวกับวัสดุพรุน (Mesh) ชั้นนอก เบอร์ 100 ซึ่งมีความยาวของด้านรูพรุนเท่ากับ 0.14 มิลลิเมตร ในขณะที่วัสดุพรุนชั้นในและชั้นนอกใช้ในกระบวนการทำงานปกติ
- จากนั้นนำมาบรรจุลงในท่อความร้อนแล้วดำเนินการเหมือนในกระบวนการทำงานปกติต่อไป จากนั้นนำไปทดสอบค่าผลต่างของการถ่ายเทความร้อน (Dt)

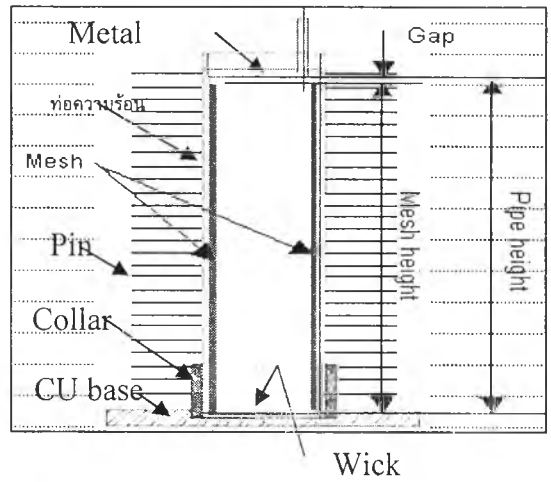
5.2.4 ระยะห่างระหว่างวัสดุพรุนกับท่อความร้อน (Gap)

จากการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ซึ่งไม่สามารถผ่านการทดสอบที่ QA. Thermal Checking พบว่า มีประเภทของชิ้นงาน 3 ประเภทดังนี้ คือ

1. ผลิตภัณฑ์ที่มีเสียงเมื่อเขย่าจะมีค่าผลต่างของการถ่ายเทความร้อน (Dt) ที่สูงอยู่ประมาณ 40 องศาเซลเซียสขึ้นไป
2. ผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีเสียงเมื่อเขย่าแม้ว่าจะมีค่าผลต่างของการถ่ายเทความร้อน (Dt) ที่สูง
3. ผลิตภัณฑ์ที่มีเสียงเมื่อเขย่าแต่มีค่าผลต่างของการถ่ายเทความร้อน (Dt) ที่ไม่สูงมากนักสูงไม่ถึง 30 องศาเซลเซียส

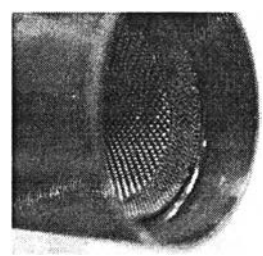
จากข้างต้น จึงมีข้อสังเกตว่าการเกิดเสียงเมื่อมีการเขย่าผลิตภัณฑ์นั้น อาจเกี่ยวข้องกับ

1. การที่วัสดุพรุน (Mesh) ภายในเกิดการเคลื่อนที่ได้ เนื่องจาก การเกิดช่องว่าง (Gap) ระหว่างวัสดุพรุน (Mesh) กับท่อความร้อน ซึ่งทำให้วัสดุพรุน (Mesh) ส่วนล่างไม่สัมผัสกับ Wick เป็นผลให้ชิ้นงานมีเสียงเมื่อมีการเขย่าตัวชิ้นงาน โดยที่ H. ช่องว่าง (Gap) = ขอบบน Cap – ปลายวัสดุพรุน (Mesh) ที่สั้นที่สุด ดังแสดงในรูปที่ 5.7



รูปที่ 5.7 ภาพแสดงส่วนประกอบภายในท่อความร้อน

2. การไม่แนบสนิทของวัสดุพรุน (Mesh) แต่ละชั้นภายในหรือหมายความว่าวัสดุพรุน (Mesh) แต่ละชั้นนั้นมีความยาวไม่เท่ากันเมื่ออยู่ภายในท่อความร้อน เสียงที่ได้ยินนั้นเกิดเนื่องมาจากการเคลื่อนที่ของตัววัสดุพรุน (Mesh) ชั้นในที่สั้นกว่าวัสดุพรุน (Mesh) ชั้นนอกแสดงดังรูปที่ 5.8



รูปที่ 5.8 แสดงชั้นวัสดุพรุน (Mesh) มีความยาวไม่เท่ากัน

3. การเกิดช่องว่าง (Gap) ระหว่างวัสดุพรุน (Mesh) นอกสุดที่ต้องแนบกับผนังท่อความร้อน รวมถึงช่องว่าง (Gap) ระหว่างวัสดุพรุน (Mesh) ทั้ง 3 ชั้น เป็นผลให้อาจเกิดเสียงได้ เนื่องมาจากการเกิดช่องว่างระหว่างชั้นของวัสดุพรุน(Mesh) พบว่า ยิ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลางของวัสดุพรุน (Mesh) น้อยยิ่งมีโอกาสที่เกิดเสียงได้มากหรืออาจเกิดจากเส้นผ่าศูนย์กลางวัสดุพรุน (Mesh) ชั้นในยิ่งสูงจะแสดงถึงความแน่น ทำให้ไม่เกิดเสียงเมื่อเขย่า ในทางกลับกันถ้ามีค่าต่ำแสดงว่าวัสดุพรุน (Mesh) ยิ่งหลวมยิ่งเกิดช่องว่าง (Gap) ด้านข้างจะทำให้เกิดเสียงเมื่อมีการเขย่าชิ้นงาน

ประดิษฐ์ เทอดทูล (2536) ศึกษาว่าการที่วัสดุพรุนไม่เชื่อมต่อกับท่อความร้อนเป็นผลทำให้เกิดจุดความร้อนสูงได้ จึงทำการทดสอบสมมติฐานค่าผลต่างของการถ่ายเทความร้อน (Dt) ของชิ้นงานที่มีช่องว่าง (Gap) บน เท่ากับ 0 มิลลิเมตรและชิ้นงานที่มีช่องว่าง (Gap) บน เท่ากับ 5 มิลลิเมตรว่ามีค่าเท่ากันหรือไม่

ขั้นตอนในการทดลองหาระยะห่างระหว่างวัสดุพรุนกับท่อความร้อน (Gap)

สำหรับชิ้นงานที่มีช่องว่าง (Gap) บนเท่ากับ 0 มิลลิเมตรนั้น จะเท่ากับชิ้นงานที่บรรจุด้วยวัสดุพรุน (Mesh) ในกระบวนการทำงานปกติ โดยให้ตัดเป็นขนาด

- วัสดุพรุน (Mesh) # 50 ขนาด 66x90 มิลลิเมตร
- วัสดุพรุน (Mesh) # 100 ขนาด 70x90 มิลลิเมตร
- วัสดุพรุน (Mesh) # 100 ขนาด 68x90 มิลลิเมตร

ส่วนชิ้นงานที่มีช่องว่าง (Gap) บน เท่ากับ 5 มิลลิเมตรนั้น ในขั้นตอนการตัดวัสดุพรุน (Mesh) ให้ตัดเป็นขนาด

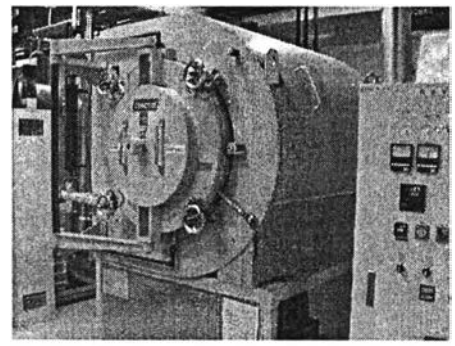
- วัสดุพรุน (Mesh) # 50 ขนาด 66x85 มิลลิเมตร
- วัสดุพรุน (Mesh) # 100 ขนาด 70x85 มิลลิเมตร
- วัสดุพรุน (Mesh) # 100 ขนาด 68x85 มิลลิเมตร

จากนั้นให้ดำเนินการบรรจุลงภายในท่อความร้อนตามขั้นตอนการทำงานปกติ

5.2.5 อุณหภูมิการอบไนโตรเจน

หลักการทำงานของการอบไนโตรเจน

การอบด้วยไนโตรเจนดังรูปที่ 5.9 โดยการพ่นไนโตรเจนที่ความร้อนสูง 575 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 8 ชม. ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อทำความสะอาดภายในท่อความร้อน อีกทั้งยังทำให้ไม่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการกัดกร่อน ซึ่งจะเกิดก๊าซที่ไม่ควบแน่น เพราะก๊าซดังกล่าว เมื่อสะสมอยู่ในท่อความร้อนในส่วนควบแน่นมากจะเป็นการปิดทางการถ่ายเทความร้อน (ท่อความร้อนตาย) เนื่องจากเกิดปฏิกิริยาเคมีของน้ำกับท่อบรรจุทำให้เกิดก๊าซไฮโดรเจนเป็นผลให้เกิดสนิม อีกทั้งยังทำให้สมรรถนะของท่อความร้อนต่ำลงด้วย



รูปที่ 5.9 การอบไนโตรเจน

ประดิษฐ์ เทอดทูล (2536) ศึกษาว่าการทำความสะอาดภาชนะบรรจุและวัสดุพรุนเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อให้แน่ใจว่าของไหลทำงานจะเปียกชุ่มวัสดุพรุนเสมอและไม่เกิดการอุดตันกีดขวางทางเดินในคาปิลลารีและการทำที่อุณหภูมิสูงๆ จะทำให้ขบวนการเป็นไปอย่างรวดเร็ว

ในกระบวนการทำงานปกติจะใช้อุณหภูมิสูงและเวลาในการอบไนโตรเจนเป็นเวลานาน ซึ่งเป็นความสูญเสียทั้งทางด้านพลังงานและเวลาสูญเปล่าเป็นอย่างมาก หากสามารถลดการสูญเสียเหล่านี้ได้โดยไม่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการทำงานของชิ้นงานจะเป็นการดี จึงมีข้อสังเกตว่าน่าจะลดอุณหภูมิที่ใช้อบลงให้อยู่ที่ 495 องศาเซลเซียส เนื่องจากเวลาในการอบนั้นไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เพราะขีดจำกัดของตู้อบที่ต้องใช้เวลาในการ Heat Up และ Cooling ประมาณ 6 – 7 ชั่วโมง ซึ่งใช้เวลาในการอบไนโตรเจนจริงๆ เพียง 1.30 ชั่วโมงเท่านั้น

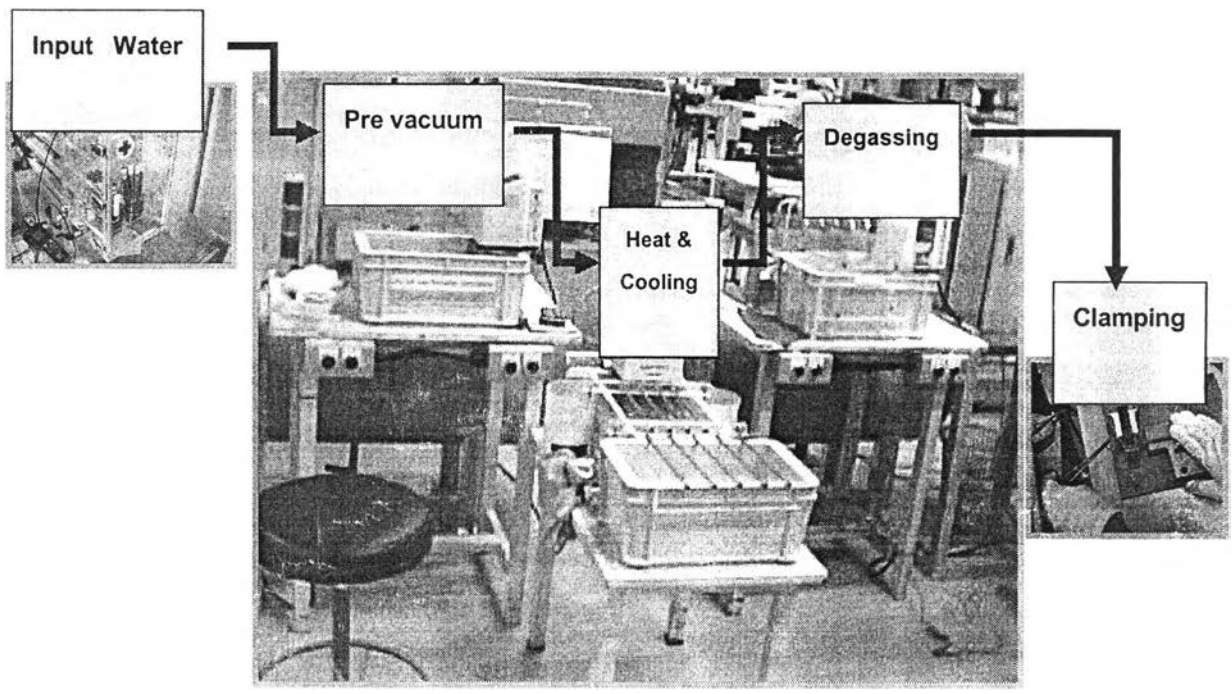
จึงทำการทดสอบสมมติฐานค่าผลต่างของการถ่ายเทความร้อน (Dt) ของชิ้นงานที่ผ่านการอบไนโตรเจนโดยใช้อุณหภูมิ 575 องศาเซลเซียสและชิ้นงานที่ผ่านการอบไนโตรเจนโดยใช้อุณหภูมิ 495 องศาเซลเซียสว่ามีค่าเท่ากันหรือไม่

ขั้นตอนในการทดลองหาอุณหภูมิการอบไนโตรเจน

- นำชิ้นงานจำนวน 30 ชิ้นงานเข้าตู้อบโดยปรับตั้งค่าต่างๆ เหมือนกระบวนการทำงานปกติซึ่งค่าอุณหภูมิที่ตู้อบอยู่ที่ 575 องศาเซลเซียส
- นำชิ้นงานจำนวน 30 ชิ้นงานเข้าตู้อบโดยปรับตั้งค่าต่างๆ เหมือนกระบวนการทำงานปกติแต่เปลี่ยนแปลงค่าอุณหภูมิที่ตู้อบอยู่ที่ 495 องศาเซลเซียส
- จากนั้นนำมาบรรจุลงในท่อความร้อนแล้วดำเนินการเหมือนในกระบวนการทำงานปกติต่อไปแล้วนำไปทดสอบค่าผลต่างของการถ่ายเทความร้อน (Dt)

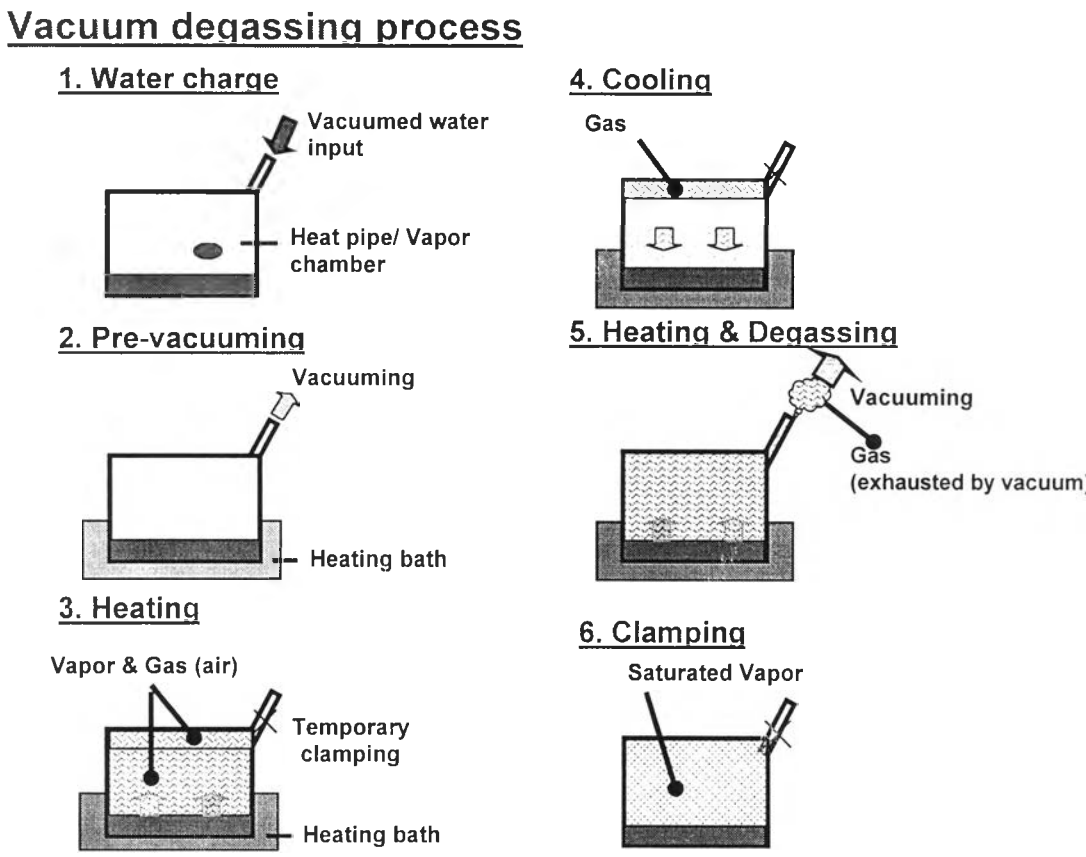
5.2.6 น้ำหนักน้ำ

การเติมน้ำเป็นขั้นตอนย่อยในกระบวนการ Water Charging โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ชิ้นงานเกิดเป็นระบบสุญญากาศ ซึ่งมีหลักการทำงานของการทำให้เป็นระบบสุญญากาศแสดงดังรูปที่ 5.10



รูปที่ 5.10 ระบบการทำให้เป็นสุญญากาศด้วยวิธีการ Exhaust

หลักการในการทำให้เป็นระบบสุญญากาศดังแสดงในรูปที่ 5.11

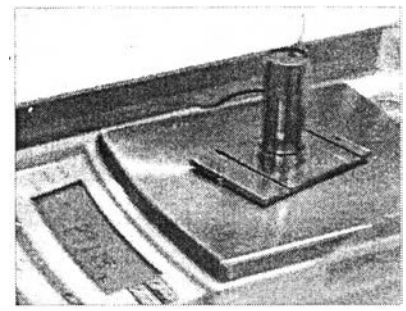


รูปที่ 5.11หลักการทำงานของการทำให้เป็นระบบสุญญากาศด้วยการไล่ก๊าซออก

- การเติมน้ำ (Water Charging)
- การทำให้เป็นสุญญากาศเบื้องต้น (Pre-Vaccuuming)
- การให้ความร้อน (Heating)
- การทำให้เย็น (Cooling)
- การให้ความร้อนพร้อมกับทำให้เป็นสุญญากาศ (Heating & Degassing)
- การปิดให้สนิท (Clamping)

ทำการทดสอบสมมติฐานค่าผลต่างของการถ่ายเทความร้อน (Dt) ของชิ้นงานที่มีน้ำหนักน้ำเท่ากับ 2 กรัมและชิ้นงานที่มีน้ำหนักน้ำเท่ากับ 3 กรัมว่ามีค่าเท่ากันหรือไม่

ขั้นตอนในการทดลองหาน้ำหนักน้ำ



รูปที่ 5.12 การชั่งน้ำหนักน้ำ

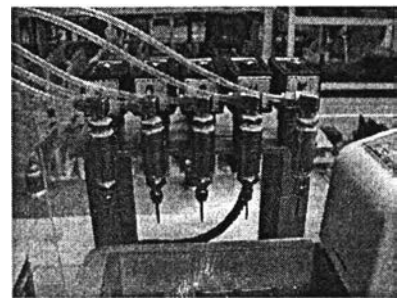
ในขั้นตอนการเติมน้ำทำการชั่งน้ำหนักน้ำดังรูปที่ 5.12 โดยปริมาณน้ำ คิดจาก

น้ำหนักสุดท้ายที่ตัดได้ + น้ำหนักNozzle ที่ตัดออกทั้งหมด - น้ำหนักก่อนการเติมน้ำ

- เติมน้ำด้วยกระบวนการทำงานปกติให้ชิ้นงานมีปริมาณน้ำอยู่ที่ 2 กรัม จำนวน 30 ชิ้นงาน
- เติมน้ำด้วยกระบวนการทำงานปกติให้ชิ้นงานมีปริมาณน้ำอยู่ที่ 3 กรัม จำนวน 30 ชิ้นงาน
- จากนั้นดำเนินการตามกระบวนการทำงานปกติและวัดด้วยค่าผลต่างของการถ่ายเทความร้อน (Dt)

5.2.7 เวลาในการไล่ก๊าซออก (Degassing Time)

การไล่ก๊าซออกเป็นขั้นตอนย่อยของการทำให้เป็นสุญญากาศดังอธิบายไว้เบื้องต้นในขั้นตอนการหาน้ำหนักน้ำ จึงได้เปลี่ยนมาใช้เครื่องจักรในการทำให้เป็นสุญญากาศโดยดูเวลาจากกราฟที่ได้จากการบันทึกของนาฬิกาจับเวลา (Timer) ในการไล่ก๊าซออกตรงบริเวณหัวไล่อากาศ ดังแสดงในรูปที่ 5.13



รูปที่ 5.13 รูปหัวไล่อากาศ

จึงทำการทดสอบสมมติฐานค่าผลต่างของการถ่ายเทความร้อน (Dt) ของชิ้นงานที่ใช้เวลาในการไล่ก๊าซออก 30 วินาทีและชิ้นงานที่ใช้เวลาในการไล่ก๊าซออก 45 วินาที ว่ามีค่าเท่ากันหรือไม่

ขั้นตอนในการทดสอบเวลาในการไล่ก๊าซออก (Degassing Time)

- เลือกชิ้นงานที่ใช้เวลาในการไล่อากาศออก 30 วินาที มาทั้งสิ้น 30 ชิ้นแล้วทำเครื่องหมายเป็นตัวเลขไว้ตั้งแต่ 1 ถึง 30 จากนั้นดำเนินการตามกระบวนการทำงานปกติและวัดด้วยค่าผลต่างของการถ่ายเทความร้อน (Dt)
- เลือกชิ้นงานที่ใช้เวลาในการไล่อากาศออก 45 วินาที มาทั้งสิ้น 30 ชิ้นแล้วทำเครื่องหมายเป็นตัวเลขไว้ตั้งแต่ 1 ถึง 30 จากนั้นดำเนินการตามกระบวนการทำงานปกติและวัดด้วยค่าผลต่างของการถ่ายเทความร้อน (Dt)

5.2.8 ชนิดของอีพอกซี่

อีพอกซี่เป็นตัวกลางช่วยส่งผ่านความร้อนระหว่างท่อความร้อนกับฟินโดยที่ฟินทำหน้าที่เป็นตัวช่วยระบายความร้อน ดังนั้น วัสดุที่นำมาใช้เป็นกลางจะต้องทำหน้าที่ส่งผ่านความร้อนให้เร็วที่สุด โดยการเลือกชนิดของอีพอกซี่ขึ้นอยู่กับค่าความหนืด ทั้งนี้เพื่อให้สะดวกและง่ายต่อการนำมาทำการอบรูของแผ่นฟินในปริมาณที่ไม่มากหรือน้อยเกินไป เนื่องจากหากค่าความหนืดมากเกินไป จะทำให้อีพอกซี่ไหลเยิ้มชิ้นงานยากแก่การทำความสะอาด และหากชิ้นงานผ่านการอบแล้วจะไม่สามารถเช็ดคราบอีพอกซี่ออกได้ เป็นผลให้ชิ้นงานเป็นของเสียในลักษณะภายนอกได้ และมีความหนาทำให้มีสภาพการเป็นตัวกลางช่วยส่งผ่านความร้อนอย่างไม่ดีนัก

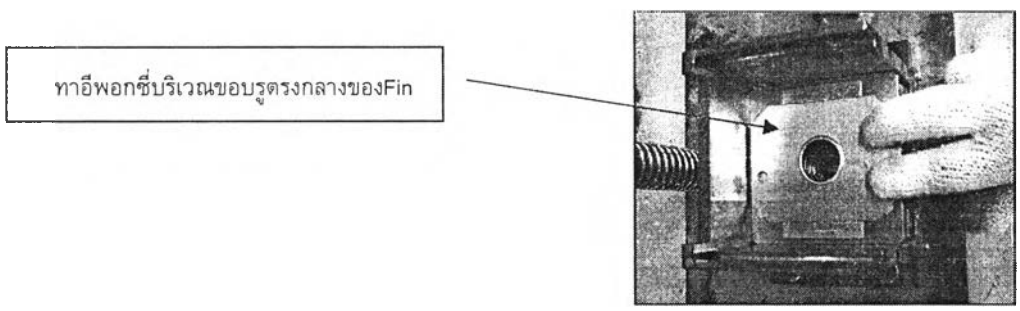
จึงทำการทดสอบสมมติฐานค่าผลต่างของการถ่ายเทความร้อน (Dt) ของชิ้นงานที่ใช้อีพอกซี่ ชนิด XNR 3501 และ ชิ้นงานที่ใช้อีพอกซี่ ชนิด H-67 ว่ามีค่าเท่ากันหรือไม่

ขั้นตอนในการทดลองเพื่อเปรียบเทียบชนิดของอีพอกซี่

- ใช้อีพอกซี่ชนิด XNR 3501 ทาบริเวณโดยอบรูของแผ่นฟินดังรูปที่ 5.14 ในขั้นตอนการใส่ฟินของกระบวนการทำงานปกติจะ เป็นจำนวน 30 ชิ้นงาน

- ใช้อีพอกซี่ชนิด H-67 ทาบริเวณโดยรอบรูของแผ่นฟิน ในขั้นตอนการใส่ฟินของกระบวนการทำงานปกติจะ เป็นจำนวน 30 ชิ้นงาน

- จากนั้นดำเนินการตามกระบวนการทำงานปกติและวัดด้วยค่าผลต่างของการถ่ายเทความร้อน (Dt)



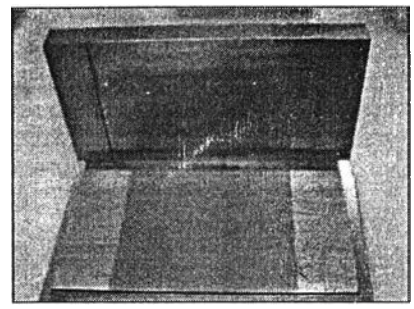
*รูปที่ **5.14** แสดงการตำแหน่งทาอีพอกซี่*

5.2.9 ชนิดของจาระบี

จาระบี จะใช้ใน 2 กระบวนการ คือ

1. ใช้ในกระบวนการทดสอบค่าผลต่างของการถ่ายเทความร้อน (Dt) ที่ QA. Themal Checking ซึ่งจะทาจาระบีลงที่ฮีทเตอร์แล้วนำชิ้นงานตั้ง หลังจากนั้นจะทำการทดสอบให้ความร้อน ซึ่งจะทำในลักษณะจำลองการที่ลูกค้านำไปใช้งานจริง

2. ในกระบวนการทาจาระบีจะใช้ชนิดเดียวกันกับที่ทดสอบที่ QA. Themal Checking และจะพิจารณาเฉพาะลักษณะภายนอกของการทาให้อยู่ในพื้นที่ที่กำหนดเท่านั้น ดังรูปที่ 5.15



รูปที่ 5.15 ลักษณะการทาจาระบี

ดังนั้น จึงทำการทดสอบสมมติฐานค่าผลต่างของการถ่ายเทความร้อน (Dt) ของชิ้นงานที่ใช้จาระบีชนิด G-749 และชิ้นงานที่ใช้ จาระบีชนิด TIG-7500 ว่ามีค่าเท่ากันหรือไม่ เฉพาะที่ QA. Themal Checking

การเลือกชนิดของจาระบีจะพิจารณาค่าการเหนี่ยวนำความร้อนจาก ตารางที่ 5.2 ซึ่งหากยิ่งมีค่ามากก็จะช่วยเหนี่ยวนำความร้อนได้ดี เป็นผลให้เพิ่มสมรรถนะการทำงานของชิ้นงานได้ดียิ่งขึ้น

ตารางที่ 5.2 ตารางแสดงคุณสมบัติของจาระบีทั้ง 2 ชนิด

คุณสมบัติ	ชนิดของ จาระบี	
	G- 749	G - 7500
Viscosity	3000 poise max	2 RPM 500,000
Appearance	Gray	Gray
Pentration(unworked)	265	-
Pentration(worked)	274	-
Bleed	< 0.01 %	-
Volarile Content	0.05%	-
Specific Gravity	2.73	2.5
Thermal Conductivity *	2.9 (W/mK)	> 7.5
Electrical Resistivity		> 1.0 x 10E10 cm

ค่า Thermal Conductivity คือ ค่าการเหนี่ยวนำความร้อน

ขั้นตอนในการทดลองการเปรียบเทียบชนิดของจาระบี

ทำการทดลองที่กระบวนการทดสอบค่าผลต่างของการถ่ายเทความร้อน (Dt)

- ทาจาระบีชนิด G-749 ซึ่งเป็นชนิดที่ใช้ในกระบวนการปกติลงที่ฐานของฮีทเตอร์ให้เต็มพื้นที่โดยไม่ให้เกิดช่องว่างหรือเกิดเป็นฟองอากาศ และต้องทาให้พอดีไม่น้อยหรือไหลเยิ้มเกินไป
- ทาจาระบีชนิด TIG-7500 ลงที่ฐานของฮีทเตอร์ให้เต็มพื้นที่โดยไม่ให้เกิดช่องว่างหรือเกิดเป็นฟองอากาศ และต้องทาให้พอดีไม่น้อยหรือไหลเยิ้มเกินไป
- จากนั้นดำเนินการตามกระบวนการทำงานปกติและวัดด้วยค่าผลต่างของการถ่ายเทความร้อน (Dt)

5.3 สรุประดับของแต่ละปัจจัยนำเข้าที่นำมาทดสอบสมมติฐาน

สามารถสรุประดับของแต่ละปัจจัยนำเข้าได้ดังตารางที่ 5.3 โดยจะดำเนินการทดสอบสมมติฐานด้วยค่าระดับของแต่ละปัจจัยนำเข้าดังกล่าว ซึ่งจะแสดงผลการทดสอบสมมติฐานในบทต่อไป จากนั้นคัดเลือกเฉพาะปัจจัยนำเข้าที่ให้ค่าผลการทดสอบสมมติฐานที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญไปดำเนินการออกแบบการทดลองเพื่อทำการปรับปรุงกระบวนการต่อไป

ตารางที่ 5.3 *ตารางสรุปปัจจัยและระดับของปัจจัยในการทดสอบสมมติฐาน*

ปัจจัย	ระดับ		หน่วย
	1	2	
การทำความสะอาดท่อความร้อนและวัสดุพรุน	ขั้นงานปกติ	ฟรีออน	-
ขนาดช่องว่างของวัสดุพรุน (Mesh) ชั้นกลาง	0.14	0.077	มิลลิเมตร
ขนาดช่องว่างของวัสดุพรุน (Mesh) ชั้นนอก	0.14	0.077	มิลลิเมตร
ระยะห่างระหว่างวัสดุพรุนกับท่อความร้อน (Gap)	ไม่มี	มี	มิลลิเมตร
อุณหภูมิการอบไนโตรเจน	495	575	องศาเซลเซียส
น้ำหนักน้ำ	2	3	กรัม
เวลาในการไล่ก๊าซออก	45	30	วินาที
ชนิดของอีพอกซี่	XNR3501	H-67	-
ชนิดของจาระบี	G-749	TIG-7500	-