บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

เจ็ทตกกระทบ (Jet Impingement) เป็นวิธีการระบายความร้อนรูปแบบหนึ่งที่มีประสิทธิภาพสูงโดยใช้การกระแทกของเจ็ทลงบนพื้นผิวเป้าหมาย (Target Surface) และเป็นที่แพร่หลายในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น ในอุตสาหกรรมเหล็กหรืออุตสาหกรรมผลิตแก้ว ได้มีการนำเจ็ทตกกระทบ ไปลดอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์หลังจากผ่านกระบวนการการรีดร้อนมาแล้ว นอกจากนี้ยังมีการนำเจ็ทตกกระทบไปใช้ในกังหันก๊าซ เพื่อลดอุณหภูมิใบพัดหรือใบกังหัน และในกระบวนการเลเซอร์หรือกระบวนการพลาสมาได้มีการนำเจ็ทตกกระทบไปใช้ เพื่อลดการผิดรูปร่างของผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากความร้อน เป็นต้น

การศึกษาการไหลของเจ็ทไปตกกระทบลงบนแผ่นเป้าหมายได้มีการศึกษามาเป็นเวลานาน โดยรูปแบบการศึกษามีลักษณะที่แตกต่างกันออกไป แต่สิ่งสำคัญของการศึกษาก็เพื่อพัฒนาความสามารถในการถ่ายความร้อนของแผ่นเป้าหมายให้ดีที่สุด ซึ่งก็ได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน Obot และ Trabold [1] ได้ศึกษาผลของลักษณะการไหลออกของเจ็ทอากาศ (Arrays of Circular Jets) หลังตกกระลงพื้นผิว 3 รูปแบบ คือ 1.ตกกระทบแล้วสามารถไหลออกสู่บรรยากาศได้โดยอิสระ 2. บังคับให้ออกได้ 2 ทาง 3. บังคับให้ออกได้ทางเดียว จากการศึกษาพบว่าความสามารถในการถ่ายเทความร้อนของแผ่นเรียบ (Flat Surface) จะสูงที่สุดเมื่อเจ็ทตกกระทบแล้วสามารถไหลออกสู่บรรยากาศได้โดยอิสระ และความสามารถในการถ่ายเทความร้อนลดลงเมื่อบังคับให้ออก 2 ทาง และทางเดียวตามลำดับ Gardon และ Akfirat [2] ได้ศึกษาผลของตัวเลขเรย์โนลด์ (Reynolds Number , Re) และระยะระหว่างทางออกจากหัวฉีดถึงแผ่นเป้าหมาย (jet-to-plate spacing , H/D_j) ที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนโดยพิจารณาเจ็ทอากาศ (Air Jet) เป็นแบบ Slot Jet 1 เจ็ท ตกกระทบลงบนแผ่นเรียบ เมื่อตกกระทบลงบนแผ่นเรียบแล้วสามารถไหลออกสู่บรรยากาศได้ โดย Angioletti และคณะ [3] ได้ทำการศึกษาเชิงตัวเลขด้วยระเบียบวิธีปริมาตรสืบเนื่อง (Finite volume) และการทดลองการถ่ายเทความร้อนของแผ่นเป้าหมายจากการกระตกกระทบของเจ็ทที่ค่าตัวเลขเรย์โนลด์ในช่วง 1000 ถึง 4000 และระยะระหว่างทางออกจากหัวฉีดถึงแผ่นเป้าหมายมีค่าเท่ากับ 4.5 พบว่า การถ่ายเทความร้อนมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน Baydar [4] ได้ศึกษาการกระแทกของเจ็ทอากาศที่ทางออกเจ็ทเป็นแบบ confined jet ที่ค่าตัวเลขเรย์โนลด์ในช่วง 300 ถึง 10000 และค่าระยะระหว่างทางออกจากหัวฉีดถึงแผ่นเป้าหมายอยู่ในช่วง 0.5 ถึง 4 Glynn และคณะ [5] ได้ทำการศึกษาวัดค่าและเปรียบเทียบลักษณะเจ็ทแบบ confined jet ของอากาศ ที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเจ็ทเท่ากับ 0.5 ถึง 1.5 มิลลิเมตร ,ค่าตัวเลขเรย์โนลด์เท่ากับ 1000 ถึง 20000 และ H/D_j

เท่ากับ 0.5 ถึง 6 จักรพันธ์ ถาวรงามยิ่งสกุล และ กุลยา ถนกจารุวิจิตร [6] ได้ทำการประยุกต์ใช้กระบวนการทางไฟไนต์เอลิเมนต์ (Finite Element) ในการหาผลเฉลยของสมการนาเวียร์-สโตกส์แบบอัดตัวไม่ได้ (Incompressible Navier-Stokes Equations) กับการจำลองของเจ็ทแบบราบเรียบและสมมาตรตามแกนตกกระทบลงพื้นผิวรอยปุ่มเพื่อศึกษาผลกระทบของตัวเลขเรย์โนลด์ , ระยะระหว่างทางออกจากหัวฉีดถึงแผ่นเป้าหมาย และความลึกของรอยปุ่มที่ทดสอบ (d/D_j) จากนั้นนำผลไปอธิบายผลการถ่ายเทความร้อนของเจ็ทที่ตกกระทบลงบนพื้นผิวรอยปุ่มแบบเจ็ทหลังตกกระทบสามารถไหลออกสู่บรรยากาศได้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. ศึกษาลักษณะกายภาพของการกระแทกของเจ็ทแบบราบเรียบ (Jet Impingement) ได้แก่ สนามการไหลซึ่งแสดงโดยขนาดความเร็วและการถ่ายเทความร้อนแสดงด้วยตัวเลขนัสเซิลท์ (Nusselt Number)
2. ศึกษาตัวแปรที่มีผลกระทบต่อค่าการถ่ายเทความร้อนของการกระแทกของเจ็ท ได้แก่ ค่าตัวเลขเรย์โนลด์ (Reynolds Number , Re) และระยะระหว่างทางออกจากหัวฉีดถึงแผ่นเป้าหมาย (jet-to-plate spacing , H/D_j) โดยกำหนดให้เส้นผ่านศูนย์กลางของหัวฉีดและค่าตัวเลขแพรทเทิล (Prandtl Number) คงที่ สุดท้ายสร้างความสัมพันธ์ระหว่างค่าตัวเลขเรย์โนลด์และระยะห่างระหว่างทางออกจากหัวฉีดถึงแผ่นเป้าหมายโดยอาศัย Logarithmic linear regression

1.3 ขอบเขต

ในการศึกษาเชิงตัวเลขการกระแทกของเจ็ทเป็นการใช้เทคนิคทางไฟไนต์เอลิเมนต์ในการวิเคราะห์การไหลแบบราบเรียบของการกระแทกของเจ็ทแบบสมมาตรตามแกนสองมิติที่สภาวะคงที่ (steady state) โดยใช้สมการนาเวียร์-สโตกส์ (Navier-stokes Equation) คำนวณโจทย์การไหลและสมการพลังงานเพื่อคำนวณอุณหภูมิที่พื้นผิวตกกระทบ โดยใช้ค่าตัวเลขเรย์โนลด์ (Reynolds number) 400 ถึง 1500 และค่าระยะระหว่างทางออกจากหัวฉีดถึงแผ่นเป้าหมาย (jet-to-plate spacing , H/D_j) จะใช้ 2 ถึง 6 เส้นผ่านศูนย์กลางของหัวฉีดและค่าฟลักซ์ความร้อน (Heat flux) คงที่เท่ากับ 1500 W/m^2 เพื่อนำเสนอในรูปของอัตราส่วนของความเร็วตามแกนและความเร็วที่ทางออกของเจ็ท (U/U_j) และตัวเลขนัสเซิลท์ (Nusselt Number) ทั้งเฉพาะที่และเฉลี่ย สุดท้ายหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวเลขนัสเซิลท์เฉลี่ย ($\overline{Nu}$) และตัวเลขเรย์โนลด์ (Re) กับระยะระหว่างทางออกจากหัวฉีดถึงแผ่นเป้าหมาย (H/D_j) โดยอาศัย Logarithmic linear regression

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายเทความร้อนและการไหลสำหรับการกระแทกของเจ็ทแบบราบเรียบลงบนแผ่นเรียบจากบทความ (Literature Review) เพื่อเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการคำนวณและเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม COMSOL (Validation)
2. สร้างแบบจำลองการกระแทกของเจ็ทลงบนแผ่นเรียบ โดยพิจารณาให้เจ็ทเป็นแบบสมมาตรตามแกนสองมิติและประมวลผลโดยใช้โปรแกรม COMSOL นอกจากนี้พิจารณาผลกระทบของ Re และ H/D_j ที่มีต่อการไหลและการถ่ายเทความร้อน
3. หาความสัมพันธ์ของการถ่ายเทความร้อนในรูปของตัวเลขนัสเซิลท์เฉลี่ยกับ Re และ H/D_j โดยอาศัย Logarithmic linear regression

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. เข้าใจลักษณะกายภาพของการกระแทกของเจ็ท (Jet Impingement)
2. เข้าใจถึงผลกระทบของค่าตัวเลขเรย์โนลด์และค่าระยะระหว่างทางออกจากหัวฉีดถึงแผ่นเป้าหมาย (H/D_j) ที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนของการกระแทกของเจ็ทและสร้างความสัมพันธ์ระหว่างค่าตัวเลขนัสเซิลท์เฉลี่ยกับค่าตัวเลขเรย์โนลด์และระยะห่างระหว่างทางออกจากหัวฉีดถึงแผ่นเป้าหมาย

1.6 งบประมาณ

ถ่ายเอกสาร	1000	บาท
Print บทความ	500	บาท
Print ต้นฉบับโครงงาน	500	บาท
<u>รวมเป็นเงิน</u>	2000	บาท

หมายเหตุ ขอเบิกจ่ายโดยถัวเฉลี่ยทุกรายการ

ตารางที่ 1.7 แผนการดำเนินโครงงาน

	2549								
	ม.ค	ก.พ	มี.ค	เม.ย	พ.ค	มิ.ย	ก.ค	ส.ค	ก.ย
ค้นคว้าและศึกษาข้อมูล, ทฤษฎี	←	—	→						
ทบทวนบทความ (Literature Review)				←	—	→			
สร้างรูปแบบ, กำหนดขอบเขต, ทำการทดลอง สนามการไหล และสนามอุณหภูมิจากโปรแกรม COMSOL						←	—	—	→
วิเคราะห์,สรุปผลของสนามการไหลจากรูปแบบที่สร้างขึ้นและความสัมพันธ์ของการถ่ายเทความร้อน								←	→