บทที่ 5

สรุปผลและเสนอแนะ

จากผลการทดลองทดสอบสมรรถนะเชิงกลของเครื่องกังหันต่าง ๆ ในบทที่ 4 นั้น สรุปผลได้ดังนี้

1. อัตราหมุนขณะไม่มีภาระของเครื่องกังหัน จะแปรผันตามความดันอากาศอัดที่ใช้ (แปรผันตามความเร็วของลำอากาศที่เข้าสู่ใบกังหัน) ในลักษณะเกือบเป็นเส้นตรง

2. อัตราไหลของมวลของอากาศที่ไหลผ่านเครื่องกังหัน จะแปรผันตามความดันอากาศอัดที่ใช้ในลักษณะเป็นเส้นตรง ยกเว้นสำหรับหัวฉีดที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.38 และ 2.5 มิลลิเมตร ซึ่งมีลักษณะเป็นเส้นโค้งเล็กน้อย เนื่องจากมีการสูญเสียต่าง ๆ ภายในหัวฉีดมากกว่าหัวฉีดที่มีขนาดเล็กกว่า สำหรับเครื่องกังหันเครื่องที่ 1 หัวฉีดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.38 มิลลิเมตร มีประสิทธิภาพต่ำกว่าหัวฉีดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.59 และ 2.0 มิลลิเมตร โดยที่หัวฉีดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.0 มิลลิเมตร มีประสิทธิภาพดีที่สุดสำหรับเครื่องกังหันเครื่องที่ 2 หัวฉีดที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 มิลลิเมตร มีประสิทธิภาพต่ำสุดและหัวฉีดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 มิลลิเมตร มีประสิทธิภาพสูงที่สุด หัวฉีดที่ใช้ในเครื่องกังหันเครื่องที่ 1 มีลักษณะเป็นกรวยเรียวเล็กลงจากทางเข้าถึงส่วนลำคอมีประสิทธิภาพดีกว่าหัวฉีดที่ใช้ในเครื่องกังหันเครื่องที่ 2 ซึ่งไม่มีลักษณะเป็นกรวยเรียวแต่อย่างใด

3. เมื่อความเร็วและอัตราไหลของมวลของอากาศที่เข้าสู่ใบกังหันมีค่าคงที่ ความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิดกับอัตราหมุนมีลักษณะเกือบเป็นเส้นตรง โดยเฉพาะในช่วงที่มีอัตราหมุนใกล้เคียงกับอัตราหมุนที่ให้กำลังงานสูงสุดจะมีลักษณะเป็นเส้นตรง และความสัมพันธ์ระหว่างกำลังงานกับอัตราหมุนมีลักษณะโค้งแบบพาราโบลา ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎี

4. การเพิ่มความเร็วและอัตราไหลของมวลของอากาศที่เข้าสู่ใบกังหันด้วยการเพิ่มความดันอากาศอัดที่ใช้ ทำให้เครื่องกังหันมีแรงบิด กำลังงาน และอัตราหมุนสูงขึ้น และจุดที่เครื่องกังหันให้กำลังงานสูงสุดจะมีอัตราหมุนสูงขึ้นตามความเร็วของลำอากาศที่เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้อง

กับอัตราส่วนความเร็วของเครื่องกังหัน สำหรับอัตราไหลของมวลเท่ากันการใช้ความเร็วของลำอากาศสูงกว่า (ความดันอากาศอัดสูงกว่า) จะให้แรงบิดและกำลังงานได้สูงกว่า กล่าวคือมีสมรรถนะสูงกว่า และมีอัตราหมุนที่เหมาะสมสูงกว่า

5. การเพิ่มปริมาณอัตราไหลของมวลของอากาศด้วยการเพิ่มขนาดพื้นที่ภาคตัดขวางของหัวฉีด (เพิ่มขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของหัวฉีด) เมื่อใช้ความดันอากาศอัดเท่ากัน จะทำให้แรงบิดและกำลังงานของเครื่องกังหันเพิ่มขึ้น และที่อัตราหมุนเท่ากันการเพิ่มของแรงบิดและกำลังงาน จะเพิ่มขึ้นในลักษณะเพิ่มเร็วขึ้นเมื่ออัตราไหลมีอัตราสูงขึ้น และอัตราหมุนที่ให้กำลังงานสูงสุดก็เพิ่มขึ้นด้วย

6. การลดปริมาณอัตราไหลของมวลของอากาศด้วยการลดจำนวนหัวฉีด จากการทดลองเมื่อลดจำนวนหัวฉีดจากจำนวน 4 รู เหลือ 2 รู พบว่าแรงบิดและกำลังงานที่อัตราหมุนเท่ากันลดลงอย่างมาก ในลักษณะเดียวกันกับการลดปริมาณอัตราไหลของมวลด้วยการลดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของหัวฉีด

7. ความสามารถในการผลิตกำลังงานของเครื่องกังหันจะสูงขึ้น เมื่อใช้ความดันอากาศอัดสูงขึ้นหรือเพิ่มปริมาณอัตราไหลของมวลของอากาศด้วยเพิ่มขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของหัวฉีด และถ้าให้เครื่องกังหันทำงานด้วยความดันอากาศอัดต่ำ ๆ หรืออัตราไหลของมวลต่ำ ๆ ก็จะมีสมรรถนะต่ำมาก เนื่องจากการสูญเสียต่าง ๆ ของเครื่องกังหนเมื่อเทียบกับกำลังงานที่เครื่องกังหันจะสามารถให้ได้แล้วจะมีค่ามากหรือเป็นสัดส่วนที่มาก ทำให้กำลังงานที่ได้จากเครื่องกังหันน้อยลงไปตามลำดับ

8. เครื่องกังหันเครื่องที่ 2 เมื่อใช้ใบหมุนแถวเดียว ที่อัตราหมุนสูง ๆ จะให้แรงบิดและกำลังงานได้สูงกว่าหรือมีสมรรถนะสูงกว่าเมื่อใช้ใบหมุน 2 แถว แต่ที่อัตราหมุนต่ำจะมีสมรรถนะต่ำกว่าเมื่อใช้ใบหมุน 2 แถว

9. เครื่องกังหันเครื่องที่ 1 สร้างต่างไปจากที่คำนวณออกแบบไว้มากกว่าเครื่องที่ 2 ทำให้เครื่องกังหันเครื่องที่ 1 มีสมรรถนะด้อยกว่าเครื่องที่ 2 มาก

10. เครื่องกังหันชนิด 1 ขั้นความเร็ว (มีใบหมุน 1 แถว) มีสมรรถนะดีที่อัตราหมุนสูง ๆ คือสามารถทำงานได้ดีที่อัตราหมุนสูง ๆ แต่มีแรงบิดต่ำ ถ้าเพิ่มขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของวงล้อใบกังหันให้โตขึ้น สำหรับภาวะที่เข้าสู่ใบกังหันคงที่แล้ว เครื่องกังหันจะมีอัตราหมุนต่ำลงแต่มีแรงบิดมากขึ้น

11. เครื่องกังหันแบบไหลตามแนวรัศมี มีสมรรถนะดีที่อัตราหมุนสูง ๆ เช่นเดียวกับชนิด 1 ขั้นความเร็ว จากการเปรียบเทียบความสามารถในการผลิตกำลังงาน พบว่าเครื่องกังหันแบบไหลตามแนวรัศมีมีสมรรถนะสูงกว่าชนิด 1 ขั้นความเร็ว โดยที่มีอัตราหมุนใกล้เคียงกันแต่แบบไหลตามแนวรัศมีมีแรงบิดสูงกว่าเล็กน้อย จากการเปรียบเทียบนี้อาจจะกล่าวได้ว่าเครื่องกังหันแบบไหลตามแนวรัศมีมีแนวโน้มที่จะมีสมรรถนะสูงกว่าแบบชนิด 1 ขั้นความเร็ว

เนื่องจากเครื่องกังหันขนาดเล็กที่ทำงานด้วยความดันไอต่ำ ๆ การสูญเสียต่างๆ ภายในเครื่องกังหันเมื่อเทียบกับกำลังงานของเครื่องกังหันที่จะให้ได้แล้วจะเป็นสัดส่วนที่มาก ทำให้มีประสิทธิภาพต่ำมาก จากการทดลองเครื่องกังหันด้วยอากาศอัดโดยใช้ความดันขนาดต่าง ๆ ระหว่าง 0.5 ถึง 4.0 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรของความดันเกจ จะเห็นว่าเครื่องกังหันชนิด 1 ขั้นความเร็ว (มีใบหมุน 1 แถว) มีความน่าสนใจมากกว่าเครื่องกังหันชนิด 2 ขั้นความเร็ว (มีใบหมุน 2 แถว) เนื่องจากการสร้างเครื่องกังหันชนิด 2 ขั้นความเร็ว ทำได้ยากกว่าเพราะต้องการความละเอียด โดยเฉพาะมุมเข้าและมุมออกของใบกังหันแต่ละแถวจะต้องให้สอดคล้องรับกันพอดีตามที่ได้ออกแบบไว้ ถ้าไม่เป็นเช่นนี้แล้วก็จะเกิดการสูญเสียมากในการไหลผ่านใบกังหันแต่ละแถว และบางครั้งอาจจะมีการสูญเสียมากจนกระทั่งใบหมุนแถวที่ 2 ไม่ช่วยให้เกิดประโยชน์แต่อย่างใด หรือได้กำลังงานเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยไม่คุ้มค่ากับการลงทุนที่เพิ่มขึ้น ส่วนเครื่องกังหันชนิด 1 ขั้นความเร็ว สร้างได้ง่ายกว่ามาก ถึงแม้เครื่องกังหัน 1 ขั้นความเร็วนี้จะมีอัตราหมุนสูงมาก ก็สามารถใช้วิธีทดรอบให้มีอัตราหมุนต่ำลงเหมาะกับการใช้งาน หรืออาจจะใช้วิธีลดอัตราหมุนลงด้วยการสร้างให้วงล้อใบกังหันมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมากขึ้น โดยที่อัตราเร็วใบกังหันยังคงเท่าเดิม ตามความสัมพันธ์ $U = \frac{\pi D_m N}{60}$ และวิธีนี้จะทำให้ได้แรงบิดสูงขึ้นด้วย นอกจากนี้แล้วถ้ามีแหล่งพลังงานความดันไอขนาดหนึ่งที่จะใช้กับเครื่องกังหันขนาดเล็กและเครื่องกังหันมีความต้องการอัตราไหลของมวลของไอขนาดหนึ่ง ควรเลือกใช้ความดันไอสูงสุดเท่าที่จะทำได้ด้วยการใช้หัวฉีดขนาดเล็กลง เพราะจะทำให้ได้กำลังงานดีกว่าแต่มีอัตราหมุนสูงขึ้น ถ้าอัตราหมุนที่สูงขึ้นนี้ไม่เป็นอุปสรรคต่อการใช้งาน แต่ถ้ามีแหล่งพลังงานความดันไอต่ำจำกัดขนาดหนึ่งควรเลือกใช้วิธีเพิ่มปริมาณอัตราไหลของมวลด้วยการใช้หัวฉีดที่มี

ขนาดใหญ่ขึ้น เพราะถ้าให้เครื่องกังหันทำงานด้วยอัตราไหลของมวลต่ำ ๆ แล้วจะมีประสิทธิภาพต่ำมาก สำหรับเครื่องกังหันแบบไหลตามแนวรัศมีชนิดมีใบหมุน 1 แถว ก็เป็นแบบที่น่าสนใจ ควรจะได้ออกแบบสร้างให้มีจำนวนใบกังหันมากขึ้น และมุมของหัวฉีดเล็กลงอีก เพื่อศึกษาว่าจะมีสมรรถนะสูงกว่าชนิด 1 ขั้นความเร็วมากเพียงใด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย