บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปกติจะพบว่าในอุตสาหกรรมจะใช้พัดลมชนิดต่างๆเป็นตัวขับเคลื่อนอากาศตามวัตถุประสงค์ต่างกันไป พัดลมที่พบเห็นบ่อยของระบบในอุตสาหกรรมจะเป็นพัดลมแบบเหวี่ยงและพัดลมไหลตามแกน สำหรับพัดลมแบบเหวี่ยงซึ่งมีองค์ประกอบหลักคือจานใบพัดจะถูกออกแบบให้ใช้ใบพัดแบบต่างๆกันไป เช่น ใบแพนอากาศ (Airfoil) ใบตรง (Straight) ใบโค้งหน้า (Forward curve) ใบโค้งหลัง (Backward curve) เป็นที่น่าสนใจว่าใบพัดแบบเหวี่ยงมีใช้กันมากและใบพัดตรงน่าจะทำการสร้างได้ง่าย ในเร็วๆนี้มนตรี พิรุณเกษตร (2541) เสนอไว้ว่าพัดลมแบบเหวี่ยงใบตรงสามารถให้ประสิทธิภาพสูงสุดที่ประมาณ 65 % แต่อย่างไรก็ตามหลังจากการทำการศึกษาและค้นคว้าแล้วพบว่าไม่มีเอกสารใดระบุแนวทางและวิธีการออกแบบพัดลมชนิดนี้ให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุดดังที่มนตรี พิรุณเกษตร (2541) เสนอไว้ โดยหลักการทราบว่าพัดลมเป็นเครื่องจักรที่ส่งผ่านพลังงานที่เพลาไปให้กับอากาศที่ไหลผ่านจานใบพัด ซึ่งขณะที่อากาศไหลผ่านจานใบพัดก็จะทำให้เกิดการสูญเสียพลังงาน โดยการสูญเสียนี้จะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆดังนี้คือ ขนาดของจานใบพัด ลักษณะของใบพัด มุมใบพัด จำนวนใบพัด ความเร็วรอบของการหมุน ถ้าการออกแบบไม่ดีก็จะทำให้จานใบพัดและพัดลมมีประสิทธิภาพต่ำ ในที่นี่จึงสนใจที่จะศึกษาผลของมุมใบพัดที่จะทำให้การสูญเสียน้อยหรือจานใบพัดแบบเหวี่ยงใบตรงนี้มีสมรรถนะที่สูงตามต้องการ

แนวทางหลักในการศึกษา คือ ทำการออกแบบเชิงประมาณการและสร้างจานใบพัดแบบเหวี่ยงใบตรง โดยการแปรค่ามุมใบพัดและออกแบบชุดทดสอบสมรรถนะจานใบพัดเพื่อทดลองที่ความเร็วรอบคงที่โดยการเปลี่ยนแปรอัตราการไหลของอากาศต่างๆ ซึ่งเป็นการทดลองที่ความเร็วรอบคงที่หลายความเร็วรอบ และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์การสูญเสียในเทอมสัมประสิทธิ์การสูญเสียต่างๆ เพื่อหาข้อสรุปว่าที่มุมใบพัดเท่าไรการสูญเสียจะน้อยที่สุดหรือสมรรถนะของจานใบพัดจะดีที่สุด

1.2 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ณัฐชัย ธชาศรี และ บัณฑิต สุทัศโชติ (2541) ได้ทำการออกแบบและสร้างพัดลมแบบเหวี่ยงชนิดใบเอียงตรงหลัง โดยการออกแบบที่อัตราการไหล 50 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที ที่ความเร็วรอบ 2,300 รอบต่อนาที และขับด้วยมอเตอร์ 3 เฟส ขนาด 2 แรงม้า และทำการวัดค่าคุณสมบัติต่างๆ เพื่อคำนวณประสิทธิภาพของพัดลม พบว่า เมื่อพิจารณากราฟระหว่างประสิทธิภาพกับอัตราการไหล จะได้อัตราการไหล 45-47 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที และประสิทธิภาพ 32-42 % ที่ความเร็วรอบ 2,300 รอบต่อนาที

พรเพ็ชร ภัทรประดิษฐ์ (2542) ได้ทำการเปรียบเทียบสมรรถนะจากการทดลองกับทฤษฎีของใบพัดแบบเหวี่ยงขนาดเล็กที่ผลิตในท้องถิ่น ซึ่งเป็นใบพัดชนิดโค้งไปด้านหน้าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 200 มิลลิเมตร และทดสอบกับพัดลมแบบเหวี่ยงชนิดใบโค้งหน้าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 229 มิลลิเมตร ซึ่งมีอยู่ในห้องปฏิบัติการเพื่อเป็นแนวทางในการเปรียบเทียบ โดยทดสอบที่ความเร็วคงที่ 8 ความเร็วรอบและควบคุมอัตราการไหลของอากาศที่ไหลผ่านใบพัดให้ต่างกัน 10 อัตราการไหล ซึ่งพบว่า พัดลมแบบเหวี่ยงที่ผลิตในท้องถิ่นทำงานให้ประสิทธิภาพต่ำซึ่งอยู่ในช่วง 0-20 % และต่างจากทฤษฎี ส่วนพัดลมที่อยู่ในห้องปฏิบัติการนั้นทำงานให้ประสิทธิภาพประมาณ 40 %

Kjork and Lofdahl (1989) ได้ศึกษาการวัดความเร็วและความเค้นของชุดพัดลมแบบเหวี่ยงชนิดใบพัดโค้งหลังจำนวน 3 ชุด โดยทำการวัดที่ความเร็วรอบ 890 รอบต่อนาที ความเร็วปลายใบพัด 37 เมตรต่อนาที สัมประสิทธิ์เชิงปริมาตร เท่ากับ 0.10 อัตราการไหล 1.9 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ความดันรวม 730 นิวตันต่อตารางเมตร เมื่อเส้นผ่าศูนย์กลางภายในและภายนอกพัดลมที่ศึกษา คือ 450 และ 800 มิลลิเมตร ตามลำดับ ความหนาใบพัด 125 มิลลิเมตร พบว่า การวัดความเร็วเฉลี่ยซึ่งการไหลจะเกือบเป็นการกระจายความเร็วเชิงเส้น ซึ่งในบริเวณใกล้กับด้านขาออกไปยังฝาครอบจะเป็นบริเวณความเร็วต่ำและตำแหน่งใกล้ผนังความเค้นแนวแกนมีค่าใกล้เคียงความเค้นเฉือน

Kind and Tobin (1990) ได้ทำการศึกษาการไหลของอากาศในพัดลมแบบเหวี่ยงชนิดกรงกระรอก ซึ่งทดลองโดยวัดความดันและความเร็วของอากาศที่ขาเข้าและขาออกของพัดลม โดยใช้หัววัดชนิด 5 รูวัด เมื่อทดลองที่อัตราการไหลที่ให้ประสิทธิภาพสูงสุด และที่อัตราการไหลที่ให้ประสิทธิภาพที่ต่ำกว่าและสูงกว่า พบว่า อัตราส่วนความกว้างใบพัดต่อเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน

($4b/d_1$) ที่เพิ่มขึ้นนั้นทำให้เกิดการไหลแบบแยกตัวเพิ่มขึ้นและยังทำให้เกิดการไหลแบบย้อนกลับอีกด้วย

Bommes *et al.* (1995) ได้ทำการศึกษาถึงผลกระทบของการออกแบบใบพัดที่มีผลต่อเสียงและสมรรถนะของพัดลมแบบเหวี่ยง โดยทำการแสดงแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อวิเคราะห์ผลของระดับกำลังเสียง เมื่อความเร่งทางทฤษฎีของการไหลของอากาศผ่านช่องระหว่างใบพัดคำนวณจากสมการการไหลแบบไม่แยกตัว พบว่า รูปร่างใบพัดซึ่งมีความเร่งเป็นลบเป็นสาเหตุใหญ่ในการเพิ่มระดับกำลังเสียงซึ่งเหมือนผลของการไหลแบบแยกตัว ขณะที่การเพิ่มของการสูญเสียทางการไหลของอากาศมีพอประมาณ

Chen *et al.* (1996) ได้ศึกษาการเสียการทรงตัวจากการหมุนและการไหลภายในของพัดลมแบบเหวี่ยงกับการควบคุมภายใน โดยทำการศึกษาพัดลมแบบเหวี่ยง 2 แบบ คือ แบบที่ 1 พัดลมแบบเหวี่ยงชนิดใบพัดโค้งหลัง จำนวนใบพัด 10 ใบ เส้นผ่าศูนย์กลางภายในและภายนอก คือ 440 และ 690 มิลลิเมตร ตามลำดับ มุมใบพัดขาเข้าและขาออก คือ 13.9 และ 44.1 องศา ตามลำดับ ทดสอบที่ความเร็วรอบ 1,500 รอบต่อนาที และเรย์โนล์ดนัมเบอร์ เท่ากับ 2.5×10^6 แบบที่ 2 พัดลมแบบเหวี่ยงชนิดใบพัดโค้งหลังจำนวนใบพัด 12 ใบ เส้นผ่าศูนย์กลางภายในและภายนอก คือ 440 และ 610 มิลลิเมตร ตามลำดับ ทดสอบที่ความเร็วรอบ 2,600 รอบต่อนาที และเรย์โนล์ดนัมเบอร์เท่ากับ 3.4×10^6 โดยแบบที่ 1 ทำการเปลี่ยนความเร็วรอบเพื่อทำการแบ่งประเภทระหว่างการไหลวนภายในและการเสียการทรงตัวจากการหมุน และแบบที่ 2 ทำการศึกษาเฉพาะการเสียการทรงตัวจากการหมุน พบว่า การไหลวนภายในเป็นความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างความถี่กับอัตราการไหลที่มุมใบพัดต่างๆ

Vadari *et al.* (1996) ทำการออกแบบเครื่องนำวงแหวน (Annular guide) แบบง่าย โดยศึกษาผลการออกแบบต่อสมรรถนะของพัดลมแบบเหวี่ยงชนิดความเร็วต่ำเพื่อนำไปปรับปรุงประสิทธิภาพของพัดลม พบว่า การออกแบบเครื่องนำภายในสามารถลดความถี่ผ่านใบพัดได้ 6 เดซิเบล ลดที่ฮาร์มอนิคที่สองได้ 10 เดซิเบล และลดได้ 3 เดซิเบล ในช่วงความถี่กว้างที่ช่วงความถี่ 0-2,000 เฮิร์ต ที่ปราศจากความสูญเสียประสิทธิภาพด้านการไหลของอากาศโดยการวัดความดันสถิตย์ในท่อขาเข้าของพัดลม

Fehse and Neise (1999) ได้ศึกษาถึงชิ้นส่วนของพัดลมแบบเหวี่ยงที่ทำให้เกิดเสียง โดยทำการศึกษาพัดลมแบบเหวี่ยงจำนวน 5 ชุด และความเกี่ยวข้องของความดันที่ไม่สม่ำเสมอในจานใบพัด ซึ่งเข้าใจว่าเสียงของพัดลมแบบเหวี่ยงที่เกิดขึ้นนั้นมาจากการไหลแบบแยกกันบนฝาครอบและข้างด้านดูดของจานใบพัด โดยทำการปรับปรุงความหนาของจานใบพัดด้านขาออกให้เล็กลงตลอดการไหลผ่านฝาครอบ พบว่า การไหลแบบแยกตัวลดลง การไหลที่ออกจากจานใบพัดเป็นไปอย่างสม่ำเสมอและปั่นป่วนลดลง และเสียงก็ลดลงด้วย

1.3 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.3.1 เพื่อศึกษาผลของมุมใบพัดที่มีผลต่อสมรรถนะของจานใบพัดแบบเหวี่ยงใบตรง

1.3.2 เพื่อหามุมใบพัดที่ให้ประสิทธิภาพสูงสุด ณ ความเร็วรอบที่ทดลอง

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษา

1.4.1 เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาสมรรถนะของจานใบพัดแบบเหวี่ยงใบตรง

1.4.2 เพื่อใช้เปรียบเทียบสมรรถนะกับจานใบพัดแบบเหวี่ยงชนิดใบอย่างอื่น

1.4.3 ได้ทราบสัมประสิทธิ์การสูญเสียของการไหลที่มุมใบพัดต่างๆ

1.4.4 เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการออกแบบพัดลมที่ดีสำหรับแบบเหวี่ยงใบตรง

1.5 ขอบเขตของการศึกษา

1.5.1 จานใบพัดเป็นแบบเหวี่ยงใบตรง ความกว้างของใบพัดและอัตราส่วนเส้นผ่าศูนย์กลาง (d_1/d_2) คงที่

1.5.2 การออกแบบเชิงประมาณการเพื่อการกำหนดขนาดของจานใบพัด จะเริ่มจากขนาดของเครื่องมือวัดอัตราการไหลของอากาศผ่านจานใบพัดซึ่งมีใช้ในห้องปฏิบัติการ

1.5.3 จำนวนใบพัดจะคำนวณโดยใช้สมการการออกแบบเชิงประมาณการ

1.5.4 จานใบพัดอย่างน้อย 5 ชุด โดยแต่ละชุดมีมุมใบพัด (β) ต่างๆกัน โดยค่ากลางจะคำนวณจากสมการการออกแบบเชิงประมาณการ

1.5.5 การทดลองจะทำที่สภาวะอากาศของห้องปฏิบัติการของภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล