Maximizing Fan Performance for Cooling Tower

ศักดา อนุรักษ์สุนทร

ใบพัดที่เราใช้กับคูลลิ่งทาวเวอร์นั้น โดยทั่วๆ ไปถ้าจะพูดถึงสมรรถนะสูงที่สุดของใบพัดแล้ว ตัวแปรสำคัญที่เราต้องการมากที่สุด คือ ต้องการให้มันทำงานโดยได้อัตราการไหลของอากาศ (airflow) สูงที่สุด ในขณะที่ใช้แรงม้าน้อยที่สุด แต่สมรรถนะสูงที่สุดนั้นยังอาจหมายถึง ใบพัดที่ใช้งานยาวนาน, มีเสียงไม่ดังเกินกว่ากำหนด หรืออาจหมายถึง การใช้งานที่เกิดการสั่นสะเทือนน้อยกว่าที่สเป็คกำหนดก็ได้

ดังนั้นจึงเป็นที่น่าศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลต่อสมรรถนะของใบพัด เช่น การเลือก, การติดตั้ง สิ่งแวดล้อมอื่นๆ ตลอดจนวิธีการปฏิบัติเพื่อให้ได้มาซึ่งสมรรถนะที่สูงที่สุด

การเลือกใบพัด

สิ่งที่กำหนดการเลือกใบพัดก็คือ ใบพัดต้องสามารถทำงานได้ตามที่เราต้องการ แต่ทางเลือกที่ดีที่สุดจำเป็นต้องคำนึงถึงราคาที่เหมาะสม (Optimizing cost) แรงม้า และ ระดับความดังของเสียงด้วย ซึ่งแรงม้าที่ต้องการสามารถคำนวณได้จากปริมาณการไหลอากาศที่เราต้องการ (m^2/S,CFM) แรงต้านอากาศที่เกิดจากฟิลเลอร์ และผิวคูลลิ่งทาวเวอร์ (เรียกว่า Static Pressure)

ประสิทธิภาพของใบพัด

หน้าที่ของใบพัดก็คือ การดูดอากาศให้เคลื่อนที่ผ่านแรงต้านต่างๆ เกิดจากฟิลเลอร์ เหลี่ยมมุม, คาน, โครงเหล็กต่างๆ เป็นต้น ซึ่งแรงต้านเหล่านี้รวมเรียกว่า Static Pressure (N/m^2, in-H_2O) หน้าที่อีกอย่างหนึ่งของใบพัดก็คือ การดูดอากาศรอบๆ ใบพัดให้เคลื่อนที่ผ่านออกไป ซึ่งเรียกว่า Velocity Pressure (N/m^2, In-H_2O) ซึ่งถือเป็นงานสูญเสีย (parasitic loss) ดังนั้นงานที่ใบพัดต้องทำ ก็จะเท่ากับงานที่เกิดจากการเอาชนะ Static Pressure และ Velocity Pressure รวมเรียกว่า Total Pressure ซึ่งใช้พิจารณา Total Efficiency ของใบพัด

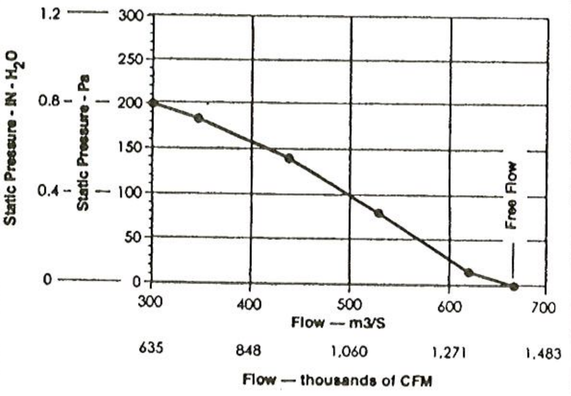


Figure 1
Operating Points
10° Pitch

จาก Figure 1 เราพิจารณาสมรรถนะของใบพัดชุดหนึ่งซึ่งปรับมุมเอียง 10 องศาโดยพิจารณาระหว่าง Static Pressure กับ Air flow พบว่าถ้า Static Pressure ลดลง เราจะได้ Air flow เพิ่มขึ้น แต่ที่จุดทำงานจุดหนึ่งอาจต้องการแรงม้ามากขึ้น ถ้าพิจารณาถึง Parasitic loss ด้วย จึงทำให้เกิดคำถามว่า เราควรพิจารณาที่ Total Efficiency หรือ Static Efficiency เพื่อการใช้งานใบพัด

การคำนวณประสิทธิภาพของใบพัด คำนวณได้จาก

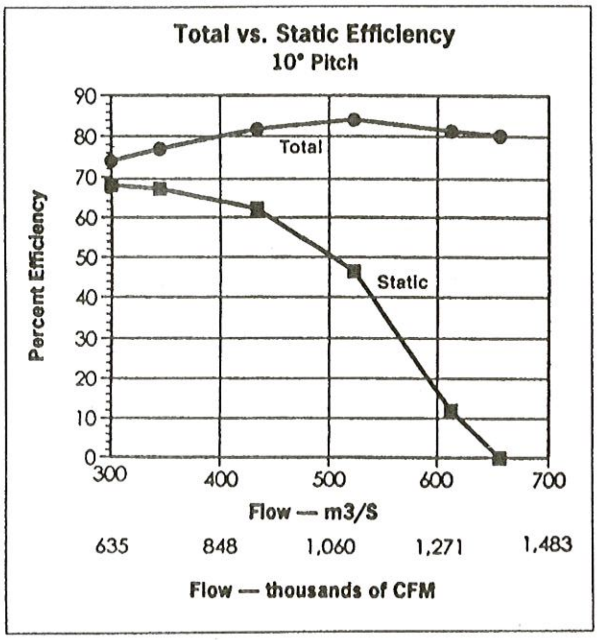
$$\text{Total Efficiency} = \frac{\text{Total Press. (Pa)} \times m^3/s}{1000 \times kW}$$

$$= \frac{\text{Total Press. (in-}H_2O) \times CFM}{6356 \times HP}$$

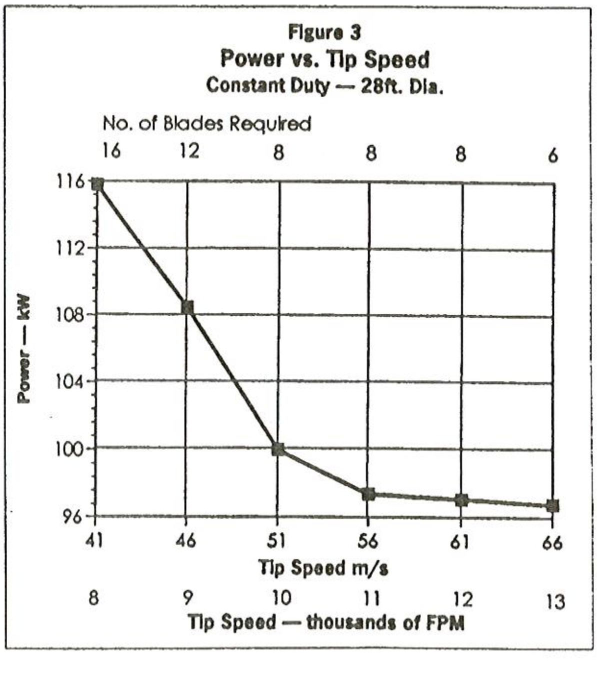
$$\text{Static Efficiency} = \frac{\text{Static Press (Pa)} \times m^3/s}{1000 \times kW}$$

$$= \frac{\text{Static Press. (in-}H_2O) \times CFM}{6356 \times HP}$$

จาก Figure 1 ที่มุมใบพัดชุดหนึ่งมีค่า 10 องศา และแสดงจุดทำงานของใบพัด 5 จุด พบว่าจุดที่ Static Pressure เป็นศูนย์ การไหลของอากาศจะเป็นแบบอิสระ (free flow) ไม่มีแรงต้านใดๆ เนื่องจาก Total Pressure และ Velocity Pressure ก็เป็นศูนย์เช่นกัน

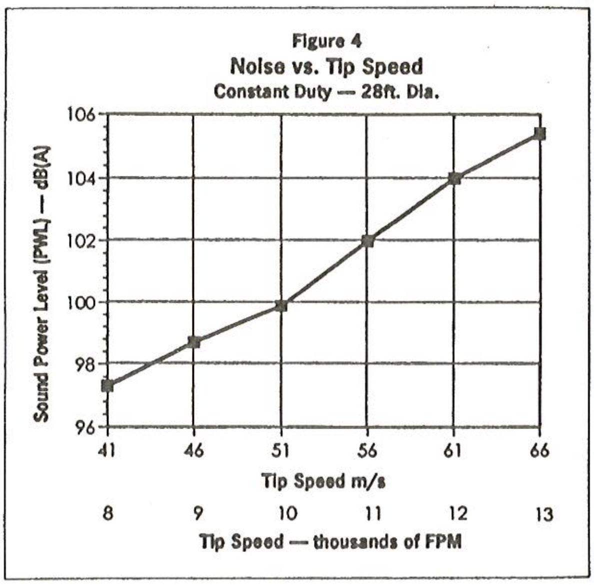


ถ้ากลับมาพิจารณาความสัมพันธ์ของประสิทธิภาพทั้งสองค่าซึ่งดูได้จาก Performance Curve ของใบพัดรุ่นหนึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8.5 m. (28 ft), 1 ชุดมี 8 ใบพัด, มุมเอียง 10 องศา ดัง Figure 2 จะสังเกตถึงการเปลี่ยนแปลงของ Total Efficiency และ Static Efficiency เมื่อ Air Flow เพิ่มขึ้น เป็นที่น่าสังเกตว่า Total Efficiency จะมีค่าค่อนข้างคงที่ ส่วน Static Efficiency จะสูง ที่ flow ต่ำๆ ซึ่งจุด Optimum ไม่ได้แสดงให้เห็นใน Curve นี้



ถ้าเรามีข้อมูล 2 ค่า คือ Static Pressure และ flow ของอากาศที่เหมาะสมต่อการทำงานและลักษณะของคูลลิ่งทาวเวอร์ เราสามารถเลือกชุดใบพัดได้หลายลักษณะ เพื่อให้ได้ Static Pressure และ Air Flow ตามที่เราต้องการ โดยการเปลี่ยนจำนวนและความเร็วของใบพัด แต่เราก็ควรทราบว่าจำนวนและความเร็วใบพัดเท่าใด ที่ให้สมรรถนะสูงที่สุด

Figure 3 แสดงกำลังที่ใช้เปรียบเทียบกับความเร็วและจำนวนใบพัดต่างๆ โดยทำงานที่ flow 566 m^3/s,Static Pressure 79.6 Pa ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัด 8.5 m (28 ft) จุดสำคัญที่น่าสนใจก็คือ การใช้จำนวนใบพัดเท่าเดิม การเปลี่ยนความเร็วปลายใบพัด (tip speed) จะไม่มีผลต่อกำลังที่ใช้มากเท่าใดนัก และ เราต้องเพิ่มจำนวนใบพัดให้มากขึ้นถ้าต้องการให้ใบพัดทำงานที่ความเร็วต่ำ แต่ถ้าทำงานที่ความเร็วสูงขึ้นก็สามารถลดจำนวนใบพัดลงได้อีก แต่โดยทั่วไป เมื่อเพิ่มจำนวนใบพัดมากขึ้น ประสิทธิภาพจะตกลง และต้องการกำลังขับสูงขึ้นด้วย ดังนั้นเราควรเลือกใช้งานใบพัดที่ความเร็วที่เหมาะสม



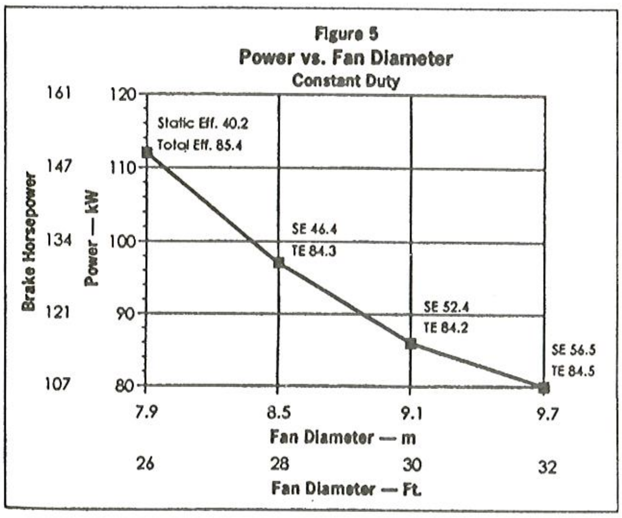
ตัวแปรสำคัญอีกตัวหนึ่งที่ต้องคำนึงถึงก็คือ ระดับความดังของเสียง จาก Figure 4 ที่ความเร็ว 66 m/s (13,000 FPM) ระดับความดัง Sound Power Level (PnL) มีค่า 105 dB(A) ขณะที่ 41 m/s (8,000 FPM) มีความดังลดลง เหลือ 97 dB(A) แต่ก็อย่าลืมว่าที่ความเร็ว 41 m/s ต้องใช้ ใบพัดจำนวนถึง 16 ใบ เพื่อให้ได้งานตามที่เราต้องการซึ่งทำให้การลงทุนสูงขึ้นด้วยแต่ถ้าเราไม่ต้องคำนึงถึงขนาด FAN CYLINDER เราอาจเปลี่ยนขนาด ใบพัดก็อาจเป็นทางแก้อีก วิธีหนึ่งก็ได้ Figure 5 เป็นการแสดงให้เห็นกำลังที่ต้องใช้ เมื่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดเปลี่ยนไป โดยแต่ละจุด สามารถทำงานได้ตามที่ต้องการ (ในที่นี้คือ Static Pressure 79.6 Pa, air flow 566 m^3/s) จากจุดทำงาน (Operating Point) ต่างๆ จะพบว่า

เมื่อขนาดใบพัดมากขึ้น จะใช้กำลังขับน้อยลง ในขณะที่ Static Efficiency เพิ่มมากขึ้นด้วย

นอกจากนี้ ปัจจัยที่รองลงไปที่มีผลต่อกำลังม้าที่ใช้ได้แก่มุมใบพัดไม่ใช่ (pitch angle) เนื่องจากถึงแม้ใบพัดจะเป็นชุดเดียวกัน ถ้าปรับมุมได้ถูกต้องจะทำให้ประสิทธิภาพสูงขึ้นด้วย

ดังนั้น จึงสามารถสรุปเกี่ยวกับประสิทธิภาพของใบพัดได้ดังนี้

- Static Efficiency เป็นตัวบ่งชี้การทำงานของใบพัด ไม่ใช่ Total Efficiency
- ที่มุมใบพัดหนึ่งๆ ใบพัดจะมี Static Efficiency สูงสุด ที่ความดันสูงๆ และ flow ต่ำ
- ที่มุมใบพัดเดียวกันประสิทธิภาพ จะเปลี่ยนแปลงตาม CFM และ ASP ที่เปลี่ยนไป (ดู Figure 2)
- ปัจจัยแรกที่มีผลต่อประสิทธิภาพใบพัดที่จะได้รับคือการเลือกใบพัดและจุดที่ทำงาน ซึ่งขึ้นอยู่กับความต้านอากาศของคูลลิ่งทาวเวอร์แต่ละตัว
-ถ้าเราต้องการให้ใช้กำลังม้าน้อยๆ แต่ให้ได้งานเท่าเดิม ถึงแม้จะมีการปรับที่ความเร็วใบพัด ก็ไม่มีผลมากนักเมื่อใช้จำนวนใบพัดเท่ากัน
-ถ้าเป็นไปได้เราควรใช้ใบพัดที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากที่สุด เพื่อให้ได้ Static Pressure สูงสุดและ Velocity Pressure ต่ำสุด จากนั้นจึงทำการปรับความเร็ว และมุมใบพัดให้เหมาะสมกับขนาดใบพัดที่เลือก



นอกจากนี้ยังต้องพิจารณาเพิ่มเติมเกี่ยวกับ

- โหลดที่ใบพัดได้รับ (Blade Load) ถ้าเราใช้จำนวนใบพัดน้อยลง ในขณะที่ภาวะการทำงานเท่าเดิม เพื่อเป็นการลดต้นทุน แต่มันจะมีผลทำให้แรงม้าต่อใบพัดแต่ละใบสูงขึ้น ดังนั้นถ้าเป็นไปได้ เราควรใช้จำนวนใบพัดมากขึ้น เพื่อให้แต่ละใบ load น้อยกว่าที่ผู้ผลิตกำหนด ซึ่งจะมีผลทำให้อายุการใช้งานยาวนานขึ้นและการสั่นสะเทือนน้อยลง
- ความถี่ที่ทำให้เกิด Resonance ใบพัดเป็นอุปกรณ์ที่เกิดความล้า (Fatigue) มากชนิดหนึ่ง และถ้าเกิด Resonance ขึ้นจะทำให้ใบพัดเสียหายในเวลาอันรวดเร็ว เช่น ถ้าเราพิจารณา \ใบพัดซึ่งทำงานที่ 136 RPM, 24 ชม. ต่อวัน, 50 สัปดาห์ต่อปี

ดังนั้นจำนวนรอบที่จะเกิด Fatigue Stresses ใน 1 ปีก็คือ

$$\text{Stresses Cycle} = \frac{136\text{rev}}{\text{min}} \times \frac{60\text{ min}}{\text{hr}} \times \frac{24\text{hr}}{\text{Day}} \times \frac{7\text{day}}{\text{wk}} \times \frac{50\text{wks}}{\text{yr}}$$

$$= 68{,}544{,}000 \quad \text{stress cycles / year}$$

จะเห็นว่าเกิด stresses สูงอยู่มากแล้ว เราจึงควรหลีกเลี่ยงการเกิด Resonance เพราะมันจะทำให้ stresses เพิ่มขึ้น 10-20 เท่า ดังนั้น เราควรใช้งานตามคำแนะนำของผู้ผลิต เพื่อความปลอดภัยในการทำงาน และเป็นการหลีกเลี่ยงการเกิด Resonance แต่เนื่องจากบางครั้ง ความถี่ที่ทำให้เกิด Resonance ที่ผู้ผลิตกำหนดมา อาจได้จากการที่ผู้ผลิตขณะวัดสภาพ Static แต่เมื่อชุดใบพัดหมุน แรงเหวี่ยงอาจทำให้ความถี่ธรรมชาติเพิ่มขึ้น ความถี่ที่ทำให้เกิด Resonance เพิ่มขึ้นด้วย ดังนั้นเราจึงไม่ควรใช้งานใบพัดที่ความถี่สูงกว่าผู้ผลิตกำหนดมาเด็ดขาด

Static Pressure

ภาวะการทำงานที่เหมาะสมที่สุดก็คือ บริเวณพื้นที่ใต้ curve ระหว่าง SP กับ CFM หรือ TP กับ CFM ซึ่งความชันของเส้นเปลี่ยนจากลบเป็นบวก สำหรับผู้ผลิตบางรายจะมีการเลือกภาวะการทำงานที่เหมาะสมโดยจะมี curve มาให้พร้อมกับอุปกรณ์ หรืออาจใช้หลักการง่ายๆ โดยเพิ่มมุมใบพัดอีกอย่างน้อย 2 องศา จากที่กำหนด ซึ่งใบพัดจะสามารถทำงานได้ Static Pressure ตามที่เราต้องการได้อย่างแน่นอน

เสียงของใบพัด (Fan Noise)

การวัดระดับของเสียงทำได้ 2 ทาง คือ Sound Power Level และ Sound Pressure Level ซึ่งจะวัดระดับความดังเป็น dB(A) ซึ่งหมายถึงระดับของเสียงเมื่อวัดที่ A scale เมื่อเราพูดถึงความดังของเสียงที่จุดๆ หนึ่ง เราจะวัดโดย Sound Pressure Level ซึ่งบ่งบอกถึงการได้ยิน ส่วน Sound Power Level เป็นค่าที่คำนวณจากพลังงาน

- วิธีที่จะลดเสียงได้ดีที่สุด คือ การลดความเร็วของใบพัด
- เส้นผ่านศูนย์กลางใบพัด, ความกว้างของใบพัด, พลังงานที่ใช้, มุมเอียงของใบพัด ล้วนแล้วแต่มีผลต่อความดังของเสียง ถ้าลดค่าเหล่านี้ลง เสียงก็จะเบาขึ้น

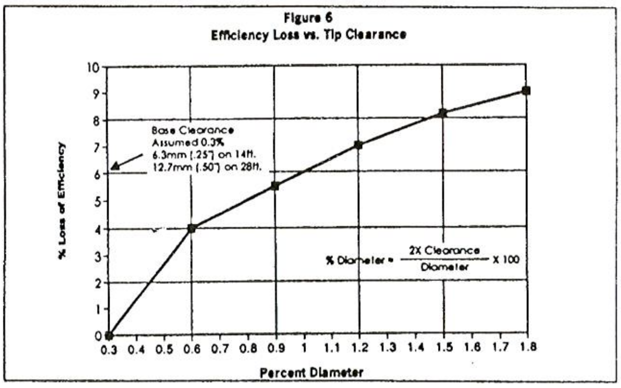
- ถ้าต้องการเสียงที่เงียบเป็นพิเศษ เมื่อ Static Pressure ที่ต้องใช้มีค่าน้อยๆ เราสามารถลดเสียงได้โดยปรับความเร็วปลายใบพัด จะช่วยให้ลดเสียงลงได้มาก

ปัจจัยแวดล้อมอื่น ๆ ที่มีผลต่อสมรรถนะของใบพัด ได้แก่

Tip Clearance

Tip Clearance คือ ระยะห่างระหว่างปลายใบพัดกับปล่อง Cooling Tower ถ้าระยะห่างมากเกินไปจะทำให้เกิดการไหลวนของอากาศ จะเกิดความดันแตกต่างสูงที่บริเวณปลายใบพัด จาก Figure 6 เป็นผลการทดสอบใบพัดขนาด 4.3 m (14 ft) เมื่อ Tip Clearance เปลี่ยนไป ในการทดสอบจะเห็นว่า Tip Clearance จะเริ่มมีผลทำให้ประสิทธิภาพลดลงที่ 0.3% ของ Diameter ใบพัด ซึ่งก็ถือว่าเป็นระยะห่างที่น้อยมากและคงเป็นไปไม่ได้ในทางปฏิบัติ จาก Curve จะสามารถหาค่า Tip Clearance ที่แท้จริงได้จากสูตร

$$\% \text{ Diameter} = \frac{2 \times \text{Clearance}}{\text{Diameter} \times 100}$$



การกัดกร่อนของใบพัด

ถ้าใบพัดมีการเคลือบสารป้องกันไม่ดีพอ จะทำให้ใบพัดสึกหรอลงได้ เนื่องจากเมื่อใบพัดหมุนด้วยความเร็วสูงๆ ปะทะกับหยดน้ำที่กระทบใบพัด อาจทำให้ใบพัดสึกเป็นหลุมได้ทีเดียว ซึ่งมีผลต่อประสิทธิภาพของใบพัดอย่างมาก การซ่อมแซมเบื้องต้นอาจใช้กาวยาง อุดบริเวณที่เกิดหลุม ถ้าเป็นมากๆ ก็ต้องทำ Dynamic Balance

การสั่นสะเทือน (Vibration)

การเกิดการสั่นของใบพัดเกิดขึ้นได้จากหลายสาเหตุ เช่น การปรับมุมใบพัดไม่ดี, ร่องสำหรับใส่ใบพัดไม่ดี, การต่อชุดใบพัดไม่สมดุลและไม่ได้ศูนย์ (Unbalance & misalignment), ชุดใบพัดเกิด Resonance, มีน้ำหรือฟองอากาศเกาะที่ใบพัด, น๊อตที่ Gear box หลวม หรือชุดใบพัดไม่สมดุล เป็นต้น หลังจากการตรวจสอบการติดตั้งเรียบร้อยแล้ว ยังจำเป็นต้องวิเคราะห์ หาความถี่ที่อาจทำให้เกิด การสั่นสะเทือนจาก Resonance ขณะใบพัดทำงานด้วย

นอกจากนี้ถ้าเกิดการสั่นสะเทือนขึ้น เราสามารถนำความถี่ที่ทำให้เกิดการสั่นมาวิเคราะห์สาเหตุได้ โดยใช้หลักการพื้นฐาน คือ

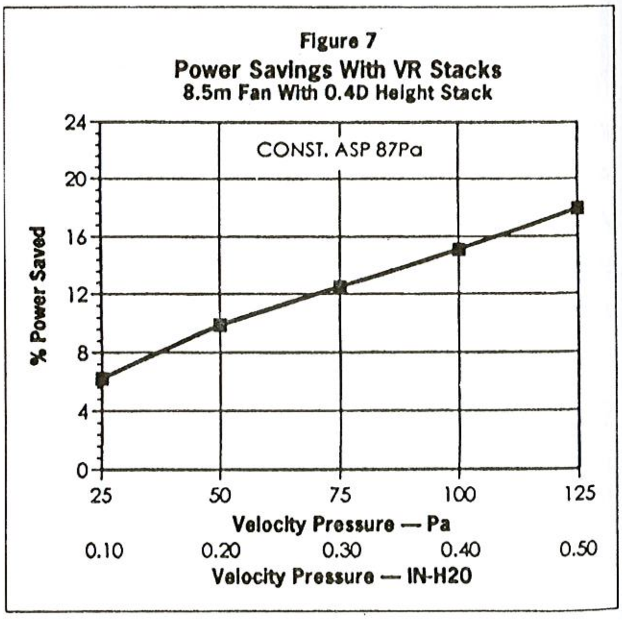
- ถ้าความถี่ที่ทำให้เกิดการสั่นเท่ากับ 1 x RPM ทำงาน (เท่ากับความเร็วรอบใบพัดขณะทำงาน)

สาเหตุการสั่นสะเทือนจะเกิดจากชุดใบพัดไม่สมดุล

ถ้าสาเหตุเกิดจากการปรับสมดุลใบพัด อันดับแรกให้ปรับมุมเอียงและตรวจสอบร่องใส่ใบพัดก่อนว่าถูกต้องดีหรือไม่ ถ้าใบพัดติดตั้งถูกต้องแล้ว ต้องตรวจสอบน้ำหนักของใบพัด โดยให้ใบพัดที่อยู่ตรงกันข้ามกันมีน้ำหนักใกล้เคียงกันมากที่สุด ถ้ายังไม่ได้ผล วิธีแก้ที่ดีที่สุดก็คือ การทำ Dynamic Balance

- ถ้าความถี่ที่เกิดการสั่นเกิดที่ Blade Pass Frequency โดย Blade Pass Frequency = No, Blade x RPM 60 สาเหตุของการสั่นจะเกิดจากลักษณะสิ่งแวดล้อมภายนอก ซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างของใบพัด เช่น น๊อตโครงสร้างหลวม จากสาเหตุพื้นฐานข้างต้น เราอาจจำเป็นต้องเปลี่ยนจำนวนใบพัด เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิด Resonance หรืออาจแก้ไขโดยการปรับความเร็วใบพัดก็ได้แต่ไม่เป็นที่นิยม เพราะการเปลี่ยนอัตราทด (Gear Ratio) โดยเปลี่ยนชุด Gear box มีค่าใช้จ่ายที่สูงมาก นอกจากนี้ยังอาจแก้ไขโดยปรับให้ปล่องหรือโครงสร้างคูลลิ่งทาวเวอร์มีความยืดหยุ่นมากขึ้น

- ค่าการสั่นเกิดที่ความเร็วมอเตอร์ (1800/60) Hz สาเหตุส่วนใหญ่มักจะเกิดจากการต่อชุดเกียร์ ไม่ได้ศูนย์หรือไม่สมดุล (misalignment & unbalance)



Velocity Recovery Stack

จุดประสงค์ที่มีการออกแบบความเร็วช่วงที่ลมผ่านปล่องนี้ก็เพื่อการเปลี่ยน Velocity Pressure ให้เป็น Static Pressure ซึ่งถือว่าเป็นสิ่งสำคัญมาก โดยเฉพาะเมื่อใบพัดทำงานที่ Velocity Pressure สูงกว่า 50 Pa (0.2 in-H_2O) Figure 7 แสดงกำลังที่ประหยัดได้เมื่อมีการออกแบบ Velocity Recovery Stack (VR Stack) เมื่อปล่องสูง 0.4 เท่าของ diameter ใบพัด

ผลการติดตั้งชุดใบพัดที่มีต่อสมรรถภาพ การปรับมุมเอียงใบพัด

(Blade Pitch Variation)

การที่ใบพัดจะหมุนได้อย่างราบเรียบได้นั้น มุมใบพัดแต่ละใบต้องแตกต่างกันไม่เกิน 0.2 องศา ซึ่งการจัดมุมให้ได้ละเอียดขนาดนี้ ต้องอาศัยเครื่องวัดมุมระบบ Digital (Digital Protractor) เมื่อปรับมุมได้ตามต้องการแล้ว จะต้องขันน็อตใบพัด (U-bolts) ให้แน่นด้วย จากนั้นต้องทำการตรวจสอบมุมใบพัดอีกครั้งหนึ่ง เนื่องจากมุมเอียงอาจจะเคลื่อนไประหว่างการขันน็อตก็ได้

การปรับร่องใส่ใบพัด

(Blade Track Variation)

เนื่องจากตามปกติดุมใบพัด (Hub) และใบพัดจะต้องมีระยะ Clearance เสมอ ดังนั้น การติดตั้งใบพัดที่ไม่ดี อาจทำให้ใบพัดไม่ได้ระดับ โดยเฉพาะอย่างยิ่งใบพัดที่ยาวและหนักเป็นพิเศษ การติดตั้งจะต้องมีการรองรับที่ปลายใบพัด และทำตามขั้นตอนใน Figure 8 คือ เริ่มจากต้องดึงใบพัดออกให้สุด จากนั้นยกปลายใบพัดให้ได้ระดับเดียวกับรัศมีของใบพัด ทำการบิดเพื่อปรับมุมให้ได้ตามต้องการ แล้วจึงทำการขันให้แน่น

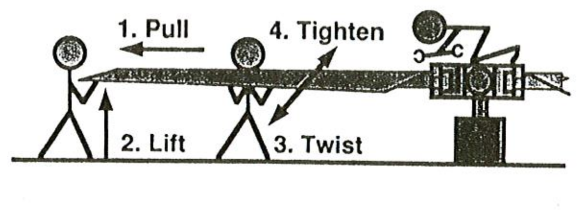


Figure 8
Installing Blades

การออกแบบและการสร้างใบพัด (Fan Design and Construction)

ผลของการออกแบบที่มีผลต่อสมรรถนะของใบพัดเช่น

- ใบพัดที่ออกแบบให้ทำจาก Fiberglass Reinforced Plastic (FRP) จะสามารถทนต่อการล้า (Fatigue Strenght) ได้สูงกว่าใบพัดที่ทำจาก Aluminum ต่างๆ

-การที่ใบพัดจะมีประสิทธิภาพสูงได้นั้น เกิดจากการออกแบบอย่างระมัดระวัง โดยทั่วๆ ไป ถ้าออกแบบให้ชิ้นส่วนของใบพัด ซึ่งเป็นส่วนที่ต้องต่อกับดุม (Hub) มีขนาดสั้นลง และให้ใบพัดมีลักษณะเป็น airfoil มากขึ้น จะทำให้ Static Efficiency สูงขึ้น และ Velocity

Air Recirculation at the Hub

ลักษณะเฉพาะของใบพัดแบบ axial flow ซึ่งมักเกิดปัญหา ก็คือ การหมุนวนของอากาศ (Swirl) คือการที่อากาศที่ออกจากคูลลิ่งทาวเวอร์มีทิศทางหักเหไปทำมุมสัมผัสกับทิศการเคลื่อนที่ของใบพัด แทนที่จะออกไปตรงๆ ซึ่งเป็นผลจากทอร์คของใบพัดนั่นเอง แต่ในส่วนของใจกลางการหมุนวนอากาศกลับมีการไหลในทิศทางตรงกันข้าม จึงทำให้อากาศไหลออกไปได้น้อยลง ปัจจุบันจึงมีการออกแบบแผ่นจานกลวงเพื่อติดตั้งเพิ่มเติมระหว่างใบพัดกับดุม เป็นการป้องกันการไหลวนกลับของอากาศและคงจะเป็นอุปกรณ์มาตรฐานสำหรับใบพัดแบบ axial flow ในอนาคตอันใกล้นี้

ข้อแนะนำอื่น ๆ เกี่ยวกับการทำงาน ของใบพัด

- วัสดุที่ใช้ทำดุม (Hub) ควรเป็น Stainless Steel หรือ Monei K-500 เนื่องจากมีความต้านทานการกัดกร่อนสูง ถึงแม้จะใช้งานเป็นเวลานาน Galvanizing Alloy Steel ก็ยังคงใช้ได้ แต่อาจสึกกร่อนเป็นสนิมเมื่อใช้ไปนานๆ

- ใบพัดควรมีการผลิตให้สามารถทนต่อการกัดเซาะหรือ ปะทะของน้ำได้

- ถ้าใบพัดทำจาก FRP ควรมีการเคลือบสารเพื่อให้ทนต่อแสงแดด (UV) ทำให้อายุการใช้งานยาวนานขึ้น ถ้าเป็นใบพัดอลูมิเนียมก็ควรมีการป้องกัน corrosion ด้วย

บทสรุป

การที่จะทำให้ใบพัดมีสมรรถณะการใช้งานดีที่สุดต้องอาศัยการศึกษา รายละเอียดตั้งแต่การออกแบบใบพัด, การเลือกภาวะการทำงานที่เหมาะสม, การพิจารณาสิ่งแวดล้อมอื่นๆ ประกอบ สุดท้ายต้องคำนึงถึง การติดตั้งอย่างถูกต้องเหมาะสม ซึ่งการพิจารณาถึงสิ่งต่างๆ เหล่านี้จะช่วยให้อายุการใช้งานของใบพัดยาวนานขึ้นอีกด้วย