สำนักงานวิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

การออกแบบ

3.1 การออกแบบกลีบใบพัดทดสอบ

ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบใบพัดสำหรับทดสอบจำนวน 3 ใบ ให้มีมุมที่ทางออกของกลีบใบพัด (β_2) เป็น 15, 30 และ 45 องศา โดยออกแบบให้ความเร็วสัมบูรณ์ขาเข้าอยู่ในแนวรัศมีดังนั้น V_{T1} มีค่าเป็นศูนย์ หัววรวมของสูบตามสมการของออยเลอร์ จึงเป็น

$$H_p = \frac{V_{T2}u_2}{g} \tag{3.1}$$

การจะทำดังนี้ได้ต้องทราบความเร็วสัมบูรณ์ของของเหลวที่ผ่านเข้าและออกจากใบพัดซึ่งหาได้จากอัตราการสูบของสูบนั่นเอง

การหาอัตราการสูบของสูบดังกล่าวทำได้โดยการประมาณจากข้อมูลอัตราการสูบของสูบที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางวงใบขาเข้าและออกใกล้เคียงกัน ความสูงของใบใกล้เคียงกัน และหมุนด้วยความเร็วรอบเท่ากัน สำหรับกรณีนี้พิจารณาจากกราฟเส้นโค้งแสดงคุณลักษณะของเครื่องสูบน้ำ (Characteristic Curve) ยี่ห้อ EBARA (สำหรับรายละเอียดของกราฟดูได้จากภาคผนวก ก.)

3.1.1 ความเร็วในแนวรัศมี

เพราะว่า $Q = AV$ ดังนั้นความเร็วในแนวรัศมี (V_m) มีค่า

$$V_m = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{(\pi D - ZS_u)B} \tag{3.2}$$

โดยที่ Q = อัตราการสูบ (m^3/s)

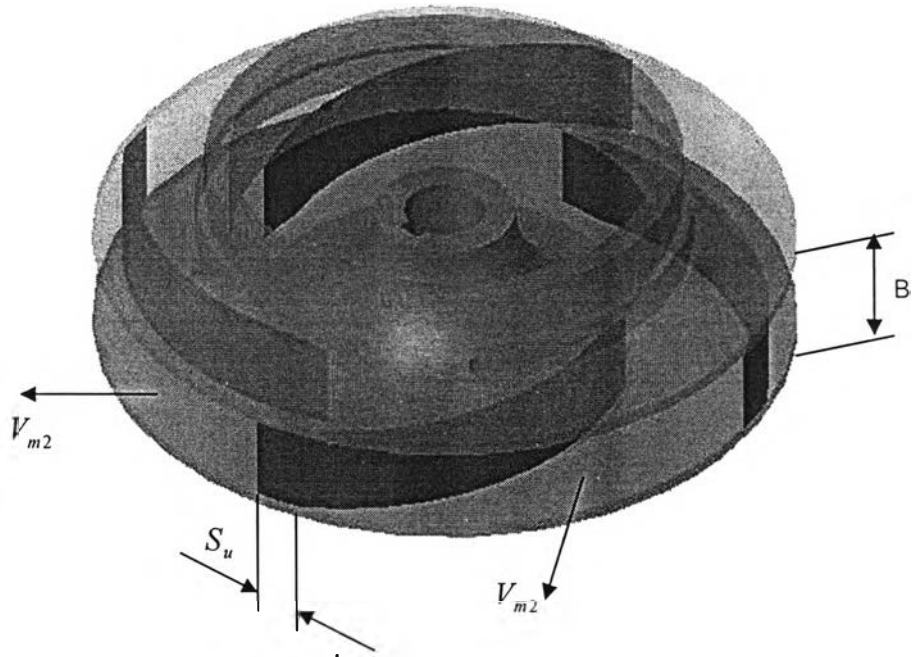
D = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (m)

Z = จำนวนกลีบใบพัด

S_u = ส่วนหนาของกลีบใบในแนวเส้นรอบวง (m)

A = พื้นที่ที่ตั้งฉากกับการไหลซึ่งหาได้จากขนาดพื้นที่ในแนวรอบวงลบด้วยพื้นที่ส่วนหนารวมในแนวเส้นรอบวงของกลีบใบ (m^2)

B = ความสูงของกลีบใบพัด (m)



รูปที่ 3.1 ความเร็วในแนวรัศมี

3.1.2 ความเร็วในแนวเส้นสัมผัส

การหาความเร็วในแนวเส้นสัมผัสสามารถหาได้จาก

$$u = \omega r \tag{3.3}$$

โดยที่ u = ความเร็วในแนวเส้นสัมผัส (m)

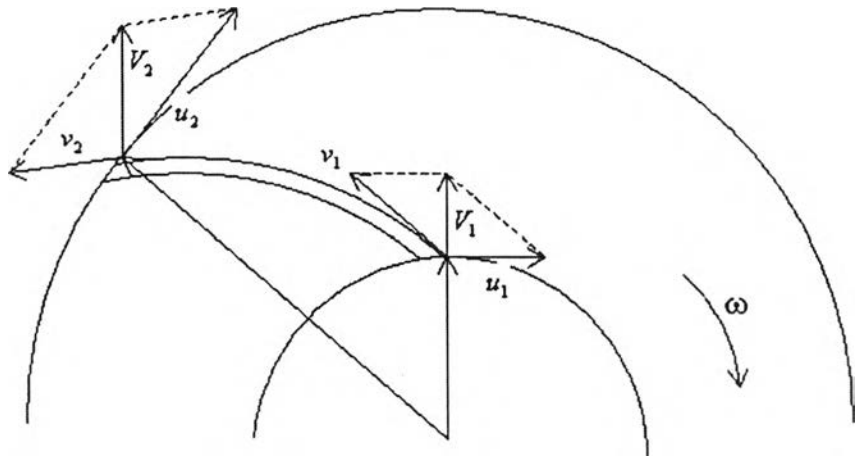
ω = ความเร็วเชิงมุม (rad/s)

r = รัศมี (m)

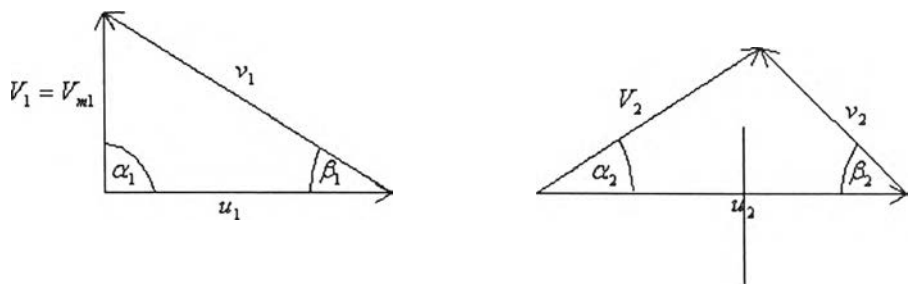
ในการหาความเร็วเชิงมุมของใบพัดพิจารณาจากความเร็วรอบของมอเตอร์โดยดูได้จากภาคผนวก ก. โดยที่

$$\omega = \frac{2\pi N}{60} \tag{3.4}$$

โดยที่ N = ความเร็วรอบของมอเตอร์ (rpm)



รูปที่ 3.2 การออกแบบกลีบใบให้ของเหลวไหลเข้าสู่ใบพัดในแนวเดียวกับรัศมี



รูปที่ 3.3 สามเหลี่ยมความเร็วที่ตำแหน่งทางเข้าและออกของใบพัด

จากรูปที่ 3.3 เราสามารถหามุมที่ทางเข้าของใบพัด (β_1) ได้จากความสัมพันธ์ทางตรีโกณมิติ ดังนั้น

$$\beta_1 = \tan^{-1}\left(\frac{V_1}{u_1}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{V_{m1}}{u_1}\right) \tag{3.5}$$

3.2 ชุดใบพัดทดสอบ

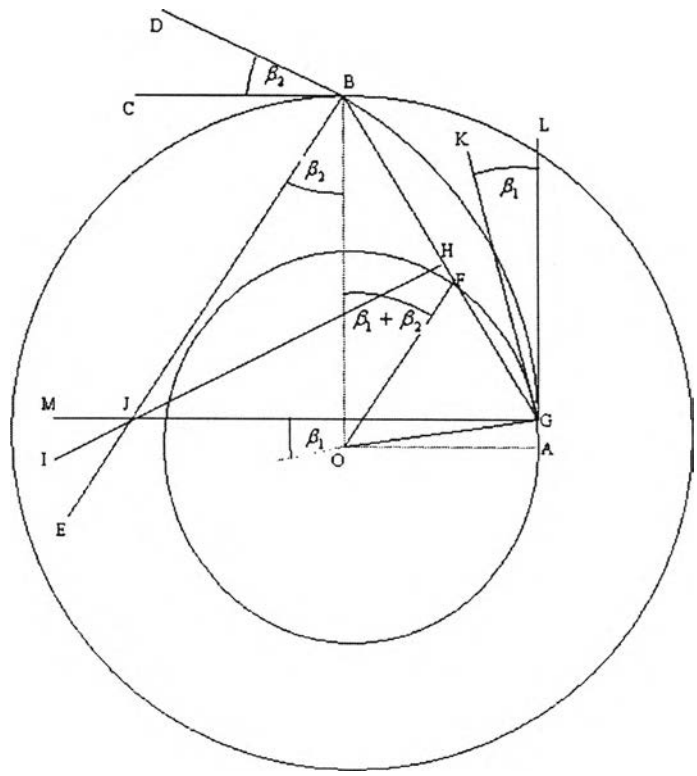
ในการออกแบบชุดใบพัดทดสอบทั้ง 3 ใบ ผู้วิจัยได้กำหนดให้แต่ละใบมีมุมที่ทางเข้าและออกของกลีบใบพัดรวมทั้งจำนวนกลีบใบดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.1 มุมใบที่ตำแหน่งทางเข้าและออกของชุดใบพัดทดสอบ

ชุดใบพัดทดสอบ	มุมใบที่ทางเข้า β_1 (องศา)	มุมใบที่ทางออก β_2 (องศา)	จำนวนกลีบใบ(ใบ)
1	19	15	4
2	19	30	5
3	19	45	5

3.3 การสร้างกลีบใบพัดทดสอบทางเรขาคณิต

เพื่อความง่ายในการสร้าง ผู้วิจัยได้ออกแบบกลีบใบโดยใช้ทฤษฎี Circular arc Method โดยมีรายละเอียดและขั้นตอนดังนี้



รูปที่ 3.4 ขั้นตอนการสร้างกลีบใบพัดทดสอบ

ขั้นตอนที่ 1 สร้างวงกลม 2 วงโดยมีรัศมีเท่ากับขอบนอกและขอบในของใบพัดโดยมีจุด O เป็นจุดศูนย์กลางร่วม

ขั้นตอนที่ 2 สร้างเส้นตรง OA และเส้นตรง OB สัมผัสส่วนโค้งที่จุด A และ B

ขั้นตอนที่ 3 ที่จุด B สร้างเส้นตรง BC ตั้งฉากกับเส้นตรง OB

ขั้นตอนที่ 4 ที่จุด B สร้างเส้นตรง BD โดยทำมุม β_2 กับเส้นตรง BC

ขั้นตอนที่ 5 ที่จุด B สร้างเส้นตรง BE ตั้งฉากกับเส้นตรง BD

ขั้นตอนที่ 6 จากความสัมพันธ์ของมุมฉากร่วม พบว่า $C\hat{B}D = E\hat{B}O = \beta_2$

ขั้นตอนที่ 7 จากจุด O สร้างเส้นตรง OF ทำมุม $\beta_1 + \beta_2$ กับเส้นตรง OB

ขั้นตอนที่ 8 ที่จุด B สร้างเส้นตรงจากจุด B ผ่านจุด F ไปสัมผัสวงกลมในที่จุด G

ขั้นตอนที่ 9 แบ่งครึ่งเส้นตรง BG ที่จุด H

ขั้นตอนที่ 10 ที่จุด H สร้างเส้นตรง HI ตั้งฉากกับเส้นตรง BG ไปตัดกับเส้นตรง BE ที่จุด J

ขั้นตอนที่ 11 ที่จุด J สร้างส่วนโค้ง BG

ขั้นตอนที่ 12 ที่จุด O สร้างเส้นตรง OG

ขั้นตอนที่ 13 ที่จุด G สร้างเส้นตรง GK ตั้งฉากกับเส้นตรง OG

ขั้นตอนที่ 14 ที่จุด G สร้างเส้นตรง GL โดยทำมุม β_1 กับเส้นตรง GK

ขั้นตอนที่ 15 ที่จุด G สร้างเส้นตรง GM ตั้งฉากกับเส้นตรง GL ผ่านจุด J

ขั้นตอนที่ 16 จากความสัมพันธ์ของมุมฉากร่วม พบว่า $K\hat{G}L = M\hat{G}O = \beta_1$

สำหรับรายละเอียดของใบพัดแต่ละใบที่มีมุมที่ทางออกของกลีบใบ 15, 30 และ 45 องศา ดูได้จากภาคผนวก ซ