บทที่ 5
การคำนวณชุดใบกวนของเหลว

5.1 ถัง Formalin

มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1700 มิลลิเมตร ใบกวนที่นิยมใช้ควรมีขนาดประมาณ 1/3 ของเส้นผ่านศูนย์กลางของถังขึ้นไป และขนาดความกว้างของใบกวนควรมีขนาดน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1/5 เท่าของขนาดของใบกวน ดังนั้นใบกวนจะมีขนาด ยาวประมาณ 80 เซนติเมตร และกว้างประมาณ 10 เซนติเมตร เลือกใบกวนแบบใบตรง 4 ใบ (Straight – blade)

จากคุณสมบัติของ Formalin เราทราบ

ความหนาแน่น (ρ) = 1108 kg/m^3

ความหนืด (ν) = 4.5 $Pa \bullet s$

เราจะสามารถหากำลังที่มอเตอร์ใช้ขับใบกวนได้จาก

$$N_p = \frac{P}{\rho N^3 D^5} \qquad (5.1)$$

เมื่อ N_p คือ ตัวเลขกำลังหรือตัวประกอบกำลัง

P คือ กำลังที่ใช้ขับใบกวน(kW)

N คือ ความเร็วรอบของใบกวน(rpm)

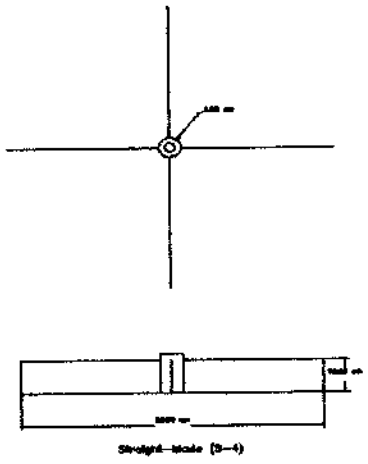
D คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของใบกวน(m)

โดยที่ค่า N_p เป็นค่าคงที่จะขึ้นอยู่กับลักษณะของใบกวนและขนาดของใบกวนหาได้โดยเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน (จากค่ามาตรฐาน N_p ของใบกวนแบบ Straight – blade 4 ใบ N_p มีค่าเท่ากับ 2.96 ที่ $w/d = 1/6$ = จากชุดใบกวนที่ได้กำหนดไว้ในตอนแรกได้ $w/d = 1/8$ ซึ่งเราสามารถหาค่า N_p ที่แท้จริงได้จากสมการ

$$(N_p)_{actaul} = (N_p)_{standard}\left[\frac{(w/d)_{actaul}}{(w/d)_{standard}}\right]^{1.25} \qquad (5.2)$$

$$(N_p)_{actaul} = 2.96 \times \left(\frac{1/8}{1/6}\right)^{1.25}$$

$$= 2.06$$



รูปที่ 5.1 ใบกวน

แต่ค่า N_p ไม่ได้ขึ้นอยู่กับรูปร่างของใบกวนเพียงอย่างเดียวเท่านั้นค่า N_p ยังขึ้นอยู่กับสภาวะการทำงานด้วย คือ

$$N_p = (N_p)_{actual} \times f_\mu \tag{5.3}$$

เมื่อ f_μ คือ ตัวประกอบกำลังที่แปรตามความหนืดของของเหลว ซึ่งเราสามารถหาค่า f_μ ได้จากกราฟระหว่าง f_μ กับ N_{Re} โดยที่

$$N_{Re} = \frac{D^2 N \rho}{\mu} \tag{5.4}$$

เมื่อ D คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของใบกวน , m

N คือ ความเร็วรอบของใบกวน , r/s

ρ คือ ความหนาแน่นของของเหลว , kg/m^3

μ คือ ความหนืดของของเหลว , $Pa \cdot s$

N_{Re} คือ ตัวเลขเรย์โนลด์ของใบกวน

แทนค่า

$$N_{Re} = \left(\frac{(0.8)^2 \times \frac{80}{60} \times 1108}{4.5} \right)$$

$$= 210.11$$

จาก Chat ที่ N_{Re} = 110.85 จะได้ค่า f_μ ประมาณ 1.4

$$N_p = 2.06 \times 1.4 = 2.88$$

เมื่อได้ค่า N_p แล้วเราสามารถคำนวณหากำลังที่ใช้ขับใบกวนได้จากสมการที่กล่าวไว้ในตอนแรก คือ

$$P = N_p \rho N^3 D^5 \qquad (5.5)$$

แทนค่า

$$P = 2.88 \times 1108 \times \left(\frac{80}{60} \right)^3 \times (0.8)^5$$

$$= 2.47 \quad kW$$

เนื่องจากชุดใบกวนมีการทดรอบด้วยเฟืองทดในส่วนนี้จะมีการสูญเสียของกำลังประมาณ 8 % และมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้งานกันทั่วๆไปจะให้ใช้งานที่ประมาณ 85 % ของกำลังงานสูงสุด

ดังนั้นขนาดมอเตอร์ที่ใช้ขับชุดใบกวนที่แท้จริงจึงเท่ากับ $\frac{2.95}{0.85 \times 0.82} = 3.55 \quad kW$

และการกวน Formalin 1 ถังต้องใช้ใบกวนทั้งหมด 2 ใบใช้มอเตอร์ขนาด 3.55× 2 = 7.1 kW

หาแรงต้านที่กระทำต่อชุดใบกวนสาร

จากสมการทาง Fluid เราพบว่า เมื่อวัตถุไหลในของเหลวพบว่าจะเกิดแรงฉุดเนื่องมาจากแรงดัน

$$F_D = \int_A p dA \qquad (5.6)$$

ซึ่งมีค่าโดยการประมาณเป็น

$$F_D = \frac{1}{2} C_D \rho U^2 A \qquad (5.7)$$

ป
TJ
212
N1937n
2547

สำนักหอสมุด
24 ก.ย. 2547
4740545

เมื่อ C_D คือ สัมประสิทธิ์แรงฉุด

ρ คือ ความหนาแน่นของของเหลว

U คือ ความเร็วของของเหลวในขณะนั้น (m/s)

A คือ พื้นที่ที่ด้านการไหล (m^2)

ซึ่งค่า C_D สามารถเปิดได้จาก Chat ระหว่างอัตราส่วนรูปทรง (b/h)

ซึ่งในกรณีนี้อัตราส่วนรูปทรง b/h = 80/10 = 8

จะได้ค่า

$$C_D = 1.25$$

จาก

$$V = \varpi \cdot r \qquad (5.8)$$

$$= 0.4\times\left(80\frac{2\pi}{60}\right)$$

$$= 3.35 \quad m/s$$

แทนค่า

$$F_D = \frac{1}{2}\times 1.25\times 1150\times(3.35)^2\times(0.8\times 0.1)$$

$$= 516.3 \quad N$$

5.2 ถัง Sulfuric Acid

ขนาดบรรจุของ Sulfuric ที่ต้องการคือถังละ 400 ลิตร หรือประมาณ 0.4 m^3 จากการคำนวณหาขนาดถังเราจะทราบค่าเส้นผ่านศูนย์กลางและความสูงของถัง เท่ากับ 0.75 เมตร และ 1 เมตรตามลำดับ ได้ ใบกวน Straight – blade 4 ใบ

เส้นผ่านศูนย์กลางใบกวน 350 มิลลิเมตร กว้าง 70 มิลลิเมตร

$$(N_p)_{actual} = 3.71$$

$$N_{Re} = 48.96$$

จากสมการที่ 5.3

$$N_p = (N_p)_{actual}\times f_\mu$$

$$= 7.42$$

$$P = 0.185 \quad kW$$

5.3 ถัง Urea และ Dicy

เนื่องจาก Urea และ Dicy เป็นของแข็งจึงต้องนำมาผสมน้ำก่อนนำไปเข้าสู่กระบวนการผสม Resin ซึ่งเราจะใช้ค่าความหนืดและความแน่นของน้ำในการคำนวณหาขนาดมอเตอร์และใบกวนสาร คิดที่ถังผสม 3000 ลิตร เราจะได้เส้นผ่านศูนย์กลางถังเท่ากับ 1.4 เมตร และสูง 1.7 เมตร ได้ใบกวน Straight – blade 4 ใบ เส้นผ่านศูนย์กลางใบกวน 650 มิลลิเมตร กว้าง 130 มิลลิเมตร

$(N_p)_{actaul}$ = 3.71

N_{Re} = 56.33

จากสมการที่ 5.3

$N_p = (N_p)_{actaul} \times f_\mu$

= 4.08

P = 1.61 kW

คิดที่ถังเก็บ 2000 ลิตร เราจะได้เส้นผ่านศูนย์กลางถังเท่ากับ 1.2 เมตร และสูง 1.45 เมตร ได้ใบกวน Straight – blade 4 ใบ เส้นผ่านศูนย์กลางใบกวน 550 มิลลิเมตร กว้าง 100 มิลลิเมตร

$(N_p)_{actaul}$ = 3.3

N_{Re} = 40.33

จากสมการที่ 5.3

$N_p = (N_p)_{actaul} \times f_\mu$

= 3.80

P = 0.65 kw

5.4 ถัง Reactor

ถังผสมเรซิ่นมีขนาด 4000 ลิตร เราจะได้เส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 1.6 เมตรและสูง 2 เมตร ได้ใบกวน Straight – blade 4 ใบ 2 ชุด เส้นผ่านศูนย์กลาง 750 มิลลิเมตร กว้าง 100 มิลลิเมตร

$(N_p)_{actaul}$ = 2.36

N_{Re} = 73.7

จากสมการที่ 5.3

$N_p = (N_p)_{actaul} \times f_\mu$

= 4.01

P = 7.6 kw

5.5 ถังผสม Binder และ Ammonium Sulphate

มีการผสมน้ำเหมือนกับถังผสมของ Urea และ Dicy และมีขนาด 3000 ลิตรเท่ากันดังนั้นให้ใช้ถังและใบกวนในลักษณะเดียวกัน คือ เราจะได้เส้นผ่านศูนย์กลางถังเท่ากับ 1.4 เมตร และสูง 1.7 เมตร ได้ใบกวน Straight – blade 4 ใบ เส้นผ่านศูนย์กลางใบกวน 650 มิลลิเมตร กว้าง 130 มิลลิเมตร

$(N_p)_{actaul}$ = 3.71

N_{Re} = 56.33

จากสมการที่ 5.3

N_p = $(N_p)_{actaul} \times f_\mu$

= 4.08

P = 1.61 kw

5.6 สรุปและวิจารณ์

ในที่นี้ได้ออกแบบใบกวนใหม่ดังรูปที่ 5.1 ซึ่งสามารถใช้งานได้และทำให้สามารถลดขนาดของมอเตอร์ให้มีขนาดเล็กลง ใบกวนเดิมที่ใช้มีจำนวนใบพัดมากกว่าใบพัดใหม่ที่ทำการออกแบบดังรูปที่ 5.2 และ 5.3

รูปที่ 5.2 ใบกวนสารของน้ำยาไบน์เดอร์

รูปที่ 5.2 ใบกวนสารของถังผสมสาร