บทที่ 7.

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

7.1 บทสรุป

เราสามารถสรุปผลของการทดลองหาอัตรามวลการไหลของข้าวสารและถั่วเขียวผ่านรูกลมของท่อทรงกระบอกและกรวย และอิทธิพลต่าง ๆที่มีต่ออัตรามวลการไหลดังนี้คือ

1. อิทธิพลของความสูงของเมล็ดพืชทั้งหมดที่อยู่ในท่อทรงกระบอกและกรวย

ความสูงของเมล็ดพืชทั้งหมดที่ถูกบรรจุอยู่ในภาชนะนั้น ไม่มีอิทธิพลต่ออัตรามวลการไหล

2. อิทธิพลของความขรุขระของผนังของภาชนะ

ความขรุขระของผนังของภาชนะ มีอิทธิพลต่ออัตรามวลการไหลน้อยมาก ในกรณีที่ภาชนะนั้นคือท่อทรงกระบอก ความขรุขระของผนังของท่อจะทำให้อัตรามวลการไหลของเมล็ดพืช มีค่ามากขึ้น ถ้าเส้นผ่าศูนย์กลางของรูมีค่ามากเมื่อเปรียบเทียบกับเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อ.

สำหรับข้าวสาร ความขรุขระของผนังท่อจะมีอิทธิพลต่ออัตรามวลการไหลอย่างเด่นชัดเมื่อ $D_o/T > 0.4$

สำหรับถั่วเขียว ความขรุขระของผนังท่อจะมีอิทธิพลต่ออัตรามวลการไหลอย่างเด่นชัดเมื่อ $D_o/T > 0.6$

3. อิทธิพลของ β (angle of approach) ของเมล็ดพืชที่มีต่ออัตรามวลการไหล

β ของข้าวสารมีค่าน้อยกว่า β ของถั่วเขียว ดังนั้นอัตรามวลการไหลของข้าวสารผ่านรูกลมของท่อทรงกระบอก จึงมีค่ามากกว่าอัตรามวลการไหลของถั่วเขียว ยกเว้นที่ $D_o/T \simeq 0.4$ อัตรามวลการไหลของข้าวสารจะเริ่มน้อยกว่าอัตรามวลการไหลของถั่วเขียว ทั้งนี้เนื่องมาจากอิทธิพลของความขรุขระของผนังของท่อ และอิทธิพลของรูปร่างของเมล็ดพืช.

4. อิทธิพลของ α (มุมครึ่งของกรวย)

เมื่อ α ของข้าวสารและถั่วเขียว มีค่าเท่ากัน อัตรามวลการไหลของข้าวสารผ่านรูกลมของกรวยมีค่าน้อยกว่าอัตรามวลการไหลของถั่วเขียว

เมื่อ α มีค่าน้อยลง อัตรามวลการไหลของเมล็ดพืชจะมีค่ามากขึ้น.

5. สมการที่ได้มาจากการทดลองกับท่อทรงกระบอก

จากสูตรของเบเวอร์ลู[1] และจากผลของการทดลองเราสามารถสร้างสมการสำหรับคำนวณหาอัตรามวลการไหลของเมล็ดพืชผ่านรูกลมของท่อทรงกระบอกได้ดังนี้คือ

ข้าวสาร ; $$W = 0.50\ \rho_f g^{1/2} (D_o - 2.04d)^{5/2} \quad ; D_o/T \leq 0.4 \quad (7.1.1)$$

ถั่วเขียว ; $$W = 0.42\ \rho_f g^{1/2} (D_o - 1.02d)^{5/2} \quad ; D_o/T \leq 0.6 \quad (7.1.2)$$

โดย W, ρ_f, g, D_o, d คืออัตรามวลการไหล, ความหนาแน่นเฉลี่ยขณะไหล, ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก, เส้นผ่าศูนย์กลางของรู, และเส้นผ่าศูนย์กลางของเมล็ดพืช ตามลำดับ.

6. สมการที่ได้มาจากการทดลองกับกรวย

จากสูตรของทฤษฎีนาคิกาทราย[2] และจากผลของการทดลอง เราสามารถสร้างสมการสำหรับคำนวณหาอัตรามวลการไหลของเมล็ดพืชผ่านรูกลมของกรวยได้ดังนี้คือ

ข้าวสาร ; $$W = 0.35\ \rho_f\ g^{1/2} (D_o - 1.72d)^{5/2} / \sin^{1/2}\alpha \quad (7.1.3)$$

ถั่วเขียว ; $$W = 0.41\ \rho_f\ g^{1/2} (D_o - 1.04d)^{5/2} / \sin^{1/2}\alpha \quad (7.1.4)$$

เมื่อเรานำสมการ (7.1.3-4) มาคำนวณหา β ของเมล็ดพืช โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการทดลองกับท่อทรงกระบอก เราพบว่า

β ของข้าวสารคือ 34.0 ± 5 องศา และ β ของถั่วเขียวคือ 64.2 ± 8 องศา $(\beta = \alpha)$

7. k (empty annulus)

k ของข้าวสารมีค่ามากกว่า k ของถั่วเขียว รูปร่างของเมล็ดพืชมีอิทธิพลต่อค่าของ k ถ้าเมล็ดพืชมีรูปร่างยาวขึ้น k จะมีค่ามากขึ้น.

8. สูตรของทฤษฎีนาคิกาทราย ที่ได้รับการปรับปรุงแล้ว

เมื่อ นำทฤษฎีนาคิกาทรายมาเปลี่ยนแปลงสมมุติฐานดังนี้คือ

$$\sigma_\theta \neq \sigma_\varphi$$

และ $$\sigma_\theta > \sigma_\varphi > \sigma_r \quad , \beta' >> \phi \quad , \beta' \rightarrow \pi/2$$

จะได้สมการใหม่ ดังนี้คือ

$$W = 0.39 \rho_f g^{1/2} (D_o - kd)^{5/2} / \sin^{1/2} \alpha \quad (7.1.5)$$

โดย k ข้าวสาร = 1.72 k ถั่วเขียว = 1.04

สมการ (7.1 5) จะให้ผลของการคำนวณที่ดีกว่าผลของการคำนวณโดยใช้สูตรของทฤษฎีนาฬิกา-ทราย มาก

7.2 ข้อเสนอแนะ.

1. เม็ดของแข็งที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้คือ เม็ดของแข็งที่ไม่มีแรงยึดเกาะระหว่างกัน (cohesionless granular materials) แต่ในงานอุตสาหกรรมส่วนมาก จะเกี่ยวข้องกับ เม็ดของแข็งที่มีแรงยึดเกาะระหว่างกัน (cohesion granular materials) ดังนั้น จึงเป็นปัญหาว่าสูตรสำหรับคำนวณหา W ของเม็ดของแข็งทั้งสองชนิดนี้จะเหมือนกันหรือไม่

2. เนื่องจาก k ของเม็ดของแข็งที่มีรูปร่างต่างกัน จะมีค่าแตกต่างกันไป และเรายังไม่สามารถหาความสัมพันธ์ที่แน่นอนของ k ที่มีต่อสมการที่ใช้ในการคำนวณหาอัตรามวลการไหลได้ ดังนั้น การศึกษาอิทธิพลต่างๆที่มีต่อ k จึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจ

3. ในการศึกษาครั้งนี้เราศึกษา สูตรที่ใช้ในการคำนวณหาอัตรามวลการไหลของเม็ดของแข็ง แต่ในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตยาเม็ด จะเกี่ยวข้องกับจำนวนเม็ดของยาเม็ด มากกว่าน้ำหนัก ดังนั้นจึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจว่าเราจะสามารถดัดแปลงสูตรของอัตรามวลการไหลมาเป็นสูตรของ-ปริมาณการไหลได้หรือไม่