

การศึกษาการเกิดฟลูอิดไดซ์เซชัน ในเครื่องปฏิกรณ์ฟลูอิดไดซ์เบดแบบ สองสถานะที่มีการปรับเปลี่ยนแผ่นกระจาย

ศิลลาพันธุ์ ประทุมทิพย์¹⁾ สมิทธิ์ เอี่ยมสะอาด¹⁾ และดร. วิษณุ มีอยู่²⁾

¹⁾ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร, กรุงเทพฯ, 10530

²⁾ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมเคมี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร, กรุงเทพฯ, 10530

บทคัดย่อ

การศึกษาพฤติกรรมการเกิดฟลูอิดไดซ์เซชันแบบสองสถานะได้ถูกนำเสนอในบทความฉบับนี้ โดยทำการทดลองกับของเหลวที่เป็นน้ำในขณะที่ของแข็งเป็นเม็ดพลาสติกสองขนาดที่มีค่าความหนาแน่นเท่ากันซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 4 มิลลิเมตร และ 5 มิลลิเมตร ตามลำดับ ในการทดลองได้ทดสอบกับหอคอยที่มีความสูงเท่ากับ 1,000 มิลลิเมตร โดยได้ทำการปรับเปลี่ยนรูเจาะของแผ่นช่วยการกระจายด้วยกันทั้งหมด 5 แบบ คือ แบบ A, B, C, D และ E ดังรายละเอียดในตารางที่ 4 จากผลการทดลองเมื่อพิจารณาโดยรวม ณ จุดที่เริ่มเกิดฟลูอิดไดซ์เซชันของแต่ละแผ่นสามารถชี้ชัดได้ว่าแผ่นกระจาย A และ D มีคุณภาพดีกว่าแผ่นกระจาย B, C, E เนื่องจากแผ่นกระจาย A และ D มีค่า U_{mf} , P_{source} และ ΔP_{bed} น้อยกว่าแผ่นกระจาย B, C, และ E หรือใช้พลังงานในการทำให้เกิดฟลูอิดไดซ์เซชันน้อยกว่า และยังพบว่าเม็ดพลาสติกที่มีขนาดใหญ่จะใช้พลังงานที่สูงกว่าเม็ดพลาสติกที่มีขนาดเล็กกว่า

Experimental Study of Fluidization in Two-Phase Flow Fluidized Beds with Various Distributor Plates

Srilaphun Pratumtip¹⁾ Smith Eiamsa-ard¹⁾ and Dr. Visanu Meeyu²⁾

¹⁾ Department of Mechanical Engineering, Mahanakorn University of Technology, Bangkok, 10530

²⁾ Assistant Professor, Department of Chemical Engineering, Mahanakorn University of Technology, Bangkok, 10530

Abstract

A study behavior of fluidization in two-phase flows, a solid and liquid phase is proposed in this paper. This study provides basic knowledge on designing of fluidization bed system. In the experiments, water represents as a liquid phase and glass bed with diameter of 4 mm and 5 mm as a solid phase. A 1,000 mm height tower bed with diameter of 150 mm is constructed. At the inlet of tower is instructed with 5 different distributor plates, which are distributor plate A, B, C, D and E, respectively (as show in Table 4). From the experimental results was found that the main criterion of the minimum fluidization of distributor plates A and D are given a smaller value of U_{mf} , P_{source} and ΔP_{bed} than plates B, C, and E that mean it is used energy less. The bigger size of solid phase is used more energy to produce the minimum fluidization than the smaller one.

บทนำ

กระบวนการฟลูอิดไดเซชันมีความสำคัญมากต่อ กระบวนการผลิตในอุตสาหกรรม เนื่องจากการทำงานด้วยฟลูอิดไดเซชันจะมีการสูญเสียพลังงานต่ำ มีการผสมกันอย่างรวดเร็วและสม่ำเสมอ ขณะที่อุณหภูมิภายในเบดคงที่ สามารถนำไปใช้ในการแยกขนาดของเม็ดของแข็งได้และสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง ทั้งยังประโยชน์ในการใช้งานที่มีการถ่ายเทความร้อนและการถ่ายเทมวล โดยทั่วไปสามารถแยกกระบวนการฟลูอิดไดเซชันออกเป็น 2 ชนิดคือ ฟลูอิดไดเซชันแบบสองสถานะ ที่มีสถานะของแข็งและของไหลรวมกัน โดยที่ของไหลนี้อาจเป็นก๊าซหรือของเหลวก็ได้ ดังนั้น ฟลูอิดไดเซชันยังสามารถแบ่งออกได้อีกเป็นสองประเภทคือ ก๊าซฟลูอิดไดเซชัน และฟลูอิดไดเซชันของเหลว ชนิดที่สองคือ ฟลูอิดไดเซชันแบบสามสถานะ โดยภายในหอทดลองจะประกอบด้วยสามสถานะในเวลาเดียวกันคือ สถานะของแข็ง ของไหลและก๊าซ สำหรับฟลูอิดไดเซชัน

แบบสามสถานะ เป็นกระบวนการที่ได้ถูกพัฒนามาจากฟลูอิดไดเซชันแบบสองสถานะ (พล สาเกทอง, 2526 สมศักดิ์ ดำรงเลิศ, 2528 และ Mazzone, 1986) ในบทความฉบับนี้จะทำการศึกษาถึงอิทธิพลของการเจาะรูที่แผ่นช่วยการกระจายแบบต่างๆ ที่มีต่อค่าความดันตกคร่อมที่เกิดขึ้นภายในเบด ความดันที่ทางเข้าและค่าระยะการเกิดฟลูอิดไดเซชันที่มีผลต่อการเกิดฟลูอิดไดเซชันภายในเบด

ทฤษฎี

ในการเกิดฟลูอิดไดเซชันได้มีตัวแปรที่สำคัญคือ ความเร็วของไหลที่เบด แผ่นกระจาย ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหอยทาลอง ลักษณะของเม็ดของแข็ง ความหนาแน่นของไหลและเม็ดของแข็ง ความหนืดของไหล และความสูงของเบด (พล สาเกทอง, 2526 สมศักดิ์ ดำรงเลิศ, 2528 Mazzone, 1986 และ Kunii and Levenspiel, 1991) ปรากฏการณ์ฟลูอิดไดเซชันเริ่มเกิดขึ้น ขณะที่เม็ดของแข็งเริ่มลอยตัวเป็นอิสระในเบดนั่นเอง ซึ่งช่วงที่เม็ดของแข็งอยู่ในสภาวะสมดุลระหว่าง 2 แรงที่เกิดขึ้นบนเม็ดของแข็งคือ แรงที่เกิดขึ้นจากน้ำหนักของเม็ดของแข็งเองกับแรงพยุงจากของไหล โดยสามารถที่จะเขียนได้เป็น

$$\Delta PA = W = (AL_{mf})(1 - \epsilon_{mf})(\rho_s - \rho_w) \frac{g}{g_c} \quad (1)$$

สามารถจัดรูปใหม่ได้คือ

$$\frac{\Delta P}{L_{mf}} = (1 - \epsilon_{mf})(\rho_s - \rho_w) \frac{g}{g_c} \quad (2)$$

จากสมการที่ (2) เป็นความดันตกคร่อมที่ผ่านแผ่นกระจาย โดยพบว่าความดันตกคร่อมนี้เป็นสัดส่วนกับตัวแปร 2 ตัว คือ

$$\frac{\Delta P}{L} g_c = 150 \frac{(1 - \epsilon_{mf})^2 \mu_w U_T}{\epsilon_{mf}^3 (\phi_s d_p)^2} + 1.75 \frac{(1 - \epsilon_{mf}) \rho_w U_T^2}{\epsilon_{mf}^3 \phi_s d_p} \quad (3)$$

ในสมการที่ (3) เทอมแรกทางขวาคือ การสูญเสียของความหนืด และเทอมที่สองคือ การสูญเสียพลังงานจลน์ ซึ่งสามารถนำมาเขียนตามความสัมพันธ์ใหม่ได้ โดยการนำมา

ประยุกต์ใช้หาความเร็วต่ำสุดที่ทำให้เกิดฟลูอิดไดเซชัน ได้คือ

$$\frac{1.75(d_p U_{mf} \rho_w)^2}{\phi_s \varepsilon_{mf}^3 \mu_w} + \frac{150(1-\varepsilon)(d_p U_{mf} \rho_w)}{\phi_s^2 \varepsilon_{mf} \mu_w} = \frac{d_p^3 \rho_L (\rho_s - \rho_w)}{\mu_w^2} g \quad (4)$$

ในเบดที่ใช้เม็ดของแข็งที่มีขนาดเล็ก จะสามารถใช้ความเร็วของของไหลเพียงเล็กน้อยก็สามารถทำให้เกิดฟลูอิดไดเซชันได้แล้ว ฉะนั้นความเร็วต่ำสุดที่ทำให้เกิดฟลูอิดไดเซชันสามารถเขียนได้คือ

$$U_{mf} = \frac{(\phi_s d_p)^2 (\rho_s - \rho_w) \varepsilon_{mf}^3}{150 \mu (1 - \varepsilon_{mf})} g_c \quad \text{ที่ช่วง } Re < 20 \quad (5)$$

และสำหรับเบดที่ใช้เม็ดของแข็งขนาดใหญ่ต้องใช้ความเร็วที่สูงมากขึ้น เพื่อจะสามารถทำให้เม็ดของแข็งลอยเป็นอิสระได้ ดังนั้นความเร็วต่ำสุดของของไหลที่ทำให้เกิดฟลูอิดไดเซชันเขียนได้เป็น

$$U_{mf} = \frac{(\phi_s d_p) (\rho_s - \rho_w) \varepsilon_{mf}^3}{1.75 \rho_w} g_c \quad \text{ช่วง } Re < 100 \quad (6)$$

และความเร็วสุดท้ายที่ทำให้เกิดฟลูอิดไดเบด คือ

$$U_{T,spherical} = \frac{g(\rho_s - \rho_w) d_p^2}{18 \mu} \quad \text{ที่ช่วง } Re < 0.4 \quad (7)$$

$$U_{T,spherical} = \left[\frac{4(\rho_s - \rho_w)^2 g^2}{225 \rho_w \mu} \right]^{1/3} d_p \quad \text{ที่ช่วง } 0.4 < Re < 500 \quad (8)$$

$$U_{T,spherical} = \left[\frac{3.1g(\rho_s - \rho_w) d_p}{\rho_w} \right]^{1/2} \quad \text{ที่ช่วง } 500 < Re < 20,000 \quad (9)$$

โดยที่

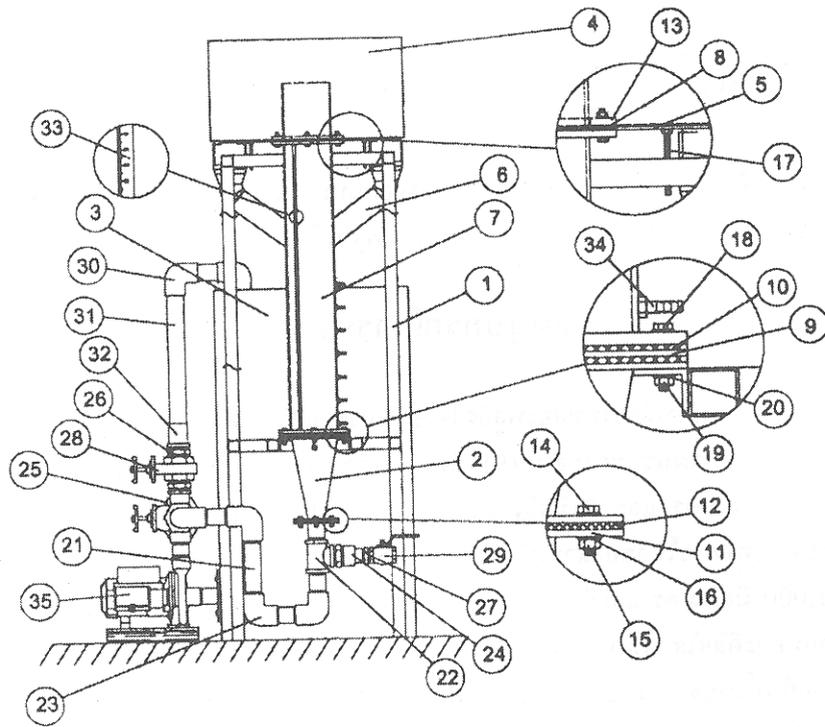
$$\text{Re}_p = \frac{d_p \rho_w U_T}{\mu} \quad \text{และ} \quad U_o = 1.3 U_{mf} \quad (10)$$

จากสมการที่ (10) เป็นความเร็วที่ใช้ในการออกแบบแผ่นกระจายที่จะทำให้เกิดฟลูอิดไดเซชันซึ่งเป็น 1.3 เท่า ของความเร็วต่ำสุดที่เกิดฟลูอิดไดเซชัน

ชุดอุปกรณ์การทดลอง

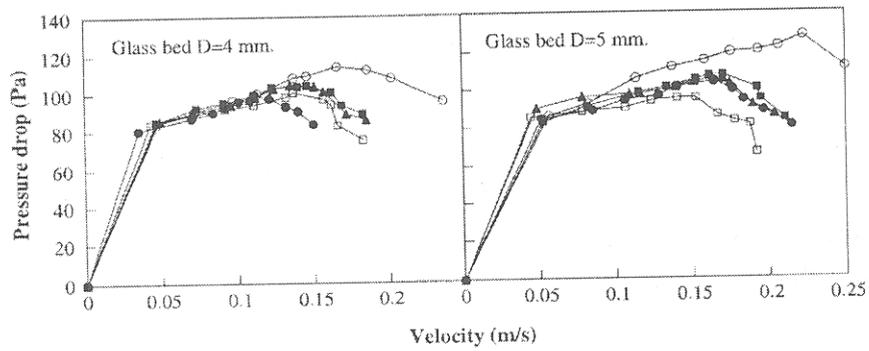
ชุดอุปกรณ์การทดลองฟลูอิดไดเซชันประกอบไปด้วยส่วนหลักๆ ดังในรูปที่ 1 คือ ชุดเบด (7) แผ่นช่วยกระจาย (9) เม็ดพลาสติก (glass bed) ในเบดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตร และ 5 มิลลิเมตร ตามลำดับ บัมพ์น้ำ (35) และ โกลบวาล์ว (28) สำหรับควบคุมการไหลของน้ำที่เข้าสู่เบด โดยเบดได้ถูกทำการออกแบบให้มีความสูงเท่ากับ 1,000 มิลลิเมตร และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเบดเท่ากับ 150 มิลลิเมตร โดยทำจากท่ออะคริลิกใส ในการทดลองได้นำแผ่นช่วยการกระจายมาติดอยู่ที่ด้านล่างของเบดที่มีด้วยกันทั้งหมด 5 แบบ คือแบบ A, B, C, D และ E ที่มีการเจาะรูที่แผ่นด้วยกันแบบต่างๆ คือ แบบ LH (รูเอียงข้างซ้ายตามแนว PCD) RH (รูเอียงข้างขวาตามแนว PCD) ST (รูตรง) และ OC (รูเอียงออกจากจุดศูนย์กลาง PCD) ตามตารางที่ 4 ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางและความหนาของแผ่นเท่ากับ 252 มิลลิเมตร และ 8 มิลลิเมตร โดยมีขนาดรูเจาะในแต่ละรูเท่ากับ 4 มิลลิเมตร และมีจำนวนรูเจาะทั้งหมดด้วยกัน 40 รูต่อ 1 แผ่น รูปที่ 6 และ 7

สำหรับชุดเบดจะถูกทำการวัดความดันด้วยกันทั้งหมด 8 จุด ที่ระดับความสูงต่างกันตามรูปที่ 1 โดยจุดแรกและจุดถัดไปห่างจากแผ่นกระจายด้วยกันคือ 20 100 180 280 340 420 และ 500 มิลลิเมตร ตามลำดับ และทำการวัดความดันที่ก่อนทางเข้าแผ่นกระจายอีก 1 จุด โดยความเร็วของน้ำจะถูกทำการวัดโดยการตวงปริมาตรของน้ำเทียบกับเวลาที่ทางออกของเบด ซึ่งทั้งความเร็วของน้ำภายในเบด ความดันที่ตกร่อมระหว่างแผ่นกระจาย และ ระยะการเกิดฟลูอิดไดเซชัน เป็นส่วนที่สำคัญมากต่อการเลือกแผ่นช่วยกระจายที่จะถูกทำการพิจารณาต่อไป



รูปที่ 1 ชุดการทำงานของฟลูอิดไดเซชั่น

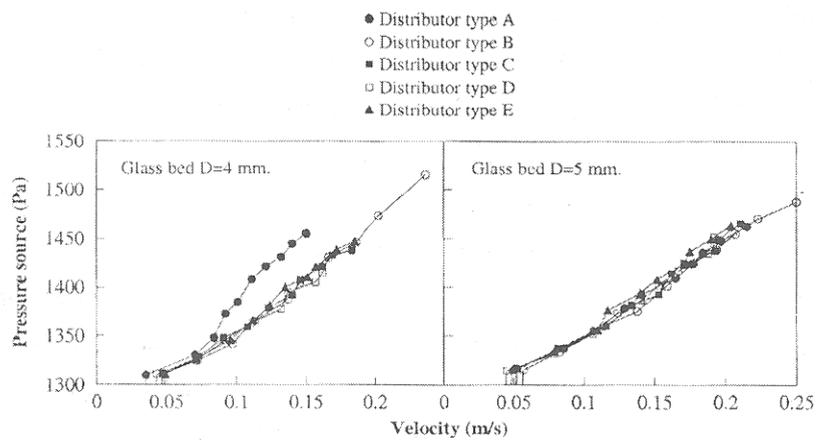
- Distributor type A
- Distributor type B
- Distributor type C
- Distributor type D
- ▲ Distributor type E



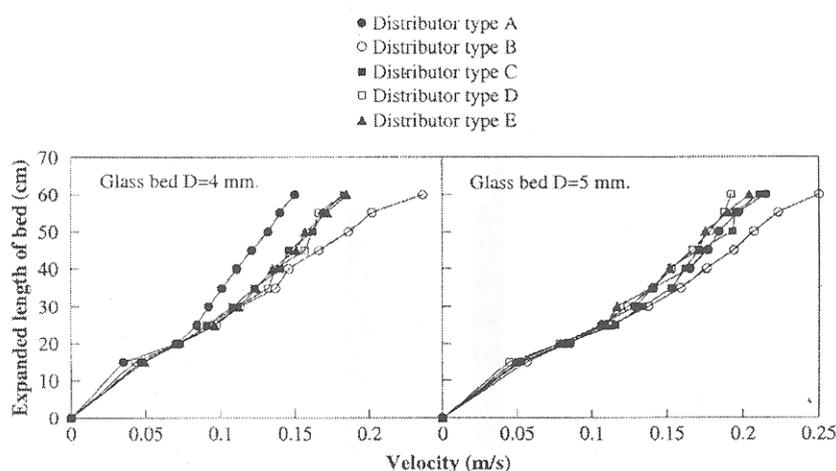
รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วภายในเบดและความดันตกคร่อม
ที่ตำแหน่ง 2 และ 8



รูปที่ 3 การเกิดฟลูอิดไดซ์เซชันที่เบดของแผ่นกระจายแบบ C



รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วภายในเบดและความดันที่ทางเข้าแผ่นกระจาย



รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วภายในเบดและระยะการกระจายตัว

ผลการทดลอง

จากผลการทดลอง เราได้ค่าความดันตกคร่อม ณ ค่าความเร็วของน้ำแตกต่างกันไปซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะของแผ่นกระจาย และขนาดของเม็ดอนุภาคที่ทำการทดลอง จากรูปที่ 2 ได้ถูกนำเสนอถึงความสัมพันธ์ระหว่างความดันตกคร่อมที่เกิดขึ้นภายในเบด (ΔP_{bed}) และความเร็วของน้ำ (V) ภายในแผ่นช่วยกระจาย โดยพบว่าแนวโน้มของกราฟที่ได้จะมีลักษณะเป็นไปตามทฤษฎีคือ ในช่วงแรกที่เราเริ่มให้ความเร็วของน้ำต่ำๆ พบว่าเบดจะยังไม่ขยับตัว ซึ่งเป็นช่วงที่เรียกว่า เบดนิ่ง และเมื่อเพิ่มความเร็วสูงขึ้น เม็ดอนุภาคเริ่มขยับตัวตามความเร็วที่เพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งพบว่าความดันตกคร่อม (ΔP_{bed}) จะแปรเปลี่ยนตามความเร็วของน้ำทำให้ได้กราฟเส้นตรงและมีความชัน เมื่อเราเพิ่มความเร็วน้ำจนถึงความเร็วค่าช่วงหนึ่งๆ จนสังเกตได้ว่าเม็ดอนุภาคหลุดลอยเป็นอิสระต่อกัน เรียกช่วงนี้ว่า เป็นจุดเริ่มฟลูอิดไดเซชัน (bed at minimum fluidization) ณ จุดนี้ความเร็วของน้ำเป็นความเร็วของน้ำที่ต่ำสุดที่เริ่มการเกิดฟลูอิดไดเซชัน (U_{mf}) เมื่อเราเพิ่มความเร็วจากจุดนี้ไปเรื่อยๆ จะพบว่าเส้นกราฟที่ได้มีลักษณะเป็นเส้นขนานกับแกนของความเร็ว เนื่องจากค่าความดันตกคร่อมจะเริ่มคงที่ ในช่วงนี้ความเร็วของน้ำจะไม่มีผลหรือมีผลน้อยมากกับค่าความดันตกคร่อมภายในเบด (ΔP_{bed}) ลักษณะการ

เคลื่อนที่ของเม็ดอนุภาคจะเคลื่อนที่ไปตามรูปแบบการไหลของน้ำ ที่ตั้งสมมุติฐานไว้ใน การออกแบบแผ่นกระจายแผ่นกระจายแบบต่างๆ ได้ถูกออกแบบให้ลักษณะการไหลของ น้ำเป็นการไหลหมุนวนภายในหอทดลองดังแสดงในรูปที่ 3 จากการทดลองพบว่า เม็ด อนุภาคมีการเคลื่อนที่หมุนวนอยู่ภายในหอทดลองเช่นกันทุกแผ่น โดยในช่วงที่เม็ด อนุภาคเคลื่อนที่อยู่นี้จะเรียกช่วงนี้ว่า ฟลูอิดไดเซชันหรือสภาวะเสมือนของไหล และจาก การทดลองทั้งหมดนั้นสามารถนำมาสรุปได้ดังนี้

จากรูปที่ 4 พบว่า ความดันที่ทางเข้าสู่ Bed ในแต่ละแผ่นกระจายจะมีค่าที่ไม่ แตกต่างกันนัก สำหรับค่าที่ถูกแสดงในตารางที่ 1 และ 2 ซึ่งค่า U_{mf} , ΔP_{bed} และ P_{source} จะเรียงลำดับจากค่าที่น้อยไปหามากเนื่องจากการเกิดสภาวะเสมือนของไหล การที่มีค่า U_{mf} , ΔP_{bed} และ P_{source} น้อยๆ นั้นย่อมหมายถึง เราสูญเสียพลังงานน้อย ลงด้วยในการทำให้เกิดสภาวะเสมือนของไหล จากรูปที่ 5 แสดงส่วนของการขยายตัวของ เบตนั้นจะเรียงลำดับจากค่ามากไปหาน้อย เพราะเมื่อพิจารณา ณ จุดเริ่มเกิดฟลูอิดไดเซ ชันเหมือนๆ กัน เบตที่มีการขยายตัวได้มากกว่าย่อมมีคุณลักษณะที่ดีกว่าเบตที่มีการ ขยายตัวน้อย ที่เม็ดพลาสติกเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตร จะมีค่าการขยายตัวของเบต (L_{EX}) ที่แผ่นกระจายแบบ A มากสุด และที่เม็ดพลาสติกเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร จะมีค่าการขยายตัวของเบต (L_{EX}) ที่ใกล้เคียงมากระหว่างแผ่นกระจายแบบ A, C, D, และ E

ดังนั้น จากค่าในตารางที่ 1 และ 2 ทำให้เราสามารถสรุปผลการพิจารณาโดย รวม ณ จุดเริ่มเกิดฟลูอิดไดเซชันเหมือนกัน โดยพบว่าแผ่นกระจายแบบ A และ D จะมี คุณลักษณะโดยรวมคือ U_{mf} , ΔP_{bed} และ P_{source} น้อยกว่าแผ่นอื่นๆ จึงเป็นคุณ ลักษณะของแผ่นกระจายที่ดี ถึงแม้ว่าการขยายของเบตจะน้อยก็ตาม แต่เมื่อพิจารณาโดย รวมที่แฟกเตอร์ต่างๆแล้ว แผ่นกระจายแบบ A และ D จะมีคุณลักษณะที่ดีกว่า คือแผ่น กระจายแบบ B, C และ E ที่มีคุณลักษณะใกล้เคียงกัน สำหรับในกรณีขนาดของเม็ด อนุภาคซึ่งมีค่าความหนาแน่นเดียวกัน แต่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่างกัน จากการ ทดลองพบว่า เม็ด glass Bed ขนาด 5 มิลลิเมตร จะต้องใช้ความเร็วและพลังงานมาก กว่าเม็ด glass Bed ขนาด 4 มิลลิเมตร เพื่อทำให้เกิดสภาวะเสมือนของไหล เมื่อ พิจารณาที่จุดเริ่มฟลูอิดไดเซชันเดียวกัน ในส่วนของการเบี่ยงเบนของผลการทดลองเมื่อทำ การเปรียบเทียบกับทฤษฎี โดยพบว่า มีเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจะอยู่ใน ช่วงตั้งแต่ 5%-38% ตามตารางที่ 3 ซึ่งเปอร์เซ็นต์ของความผิดพลาดในตารางนั้นจะ

พิจารณาที่ค่า U_{mf} ในทางทฤษฎีกับ U_{mf} ที่ได้จากการทดลอง

สรุป

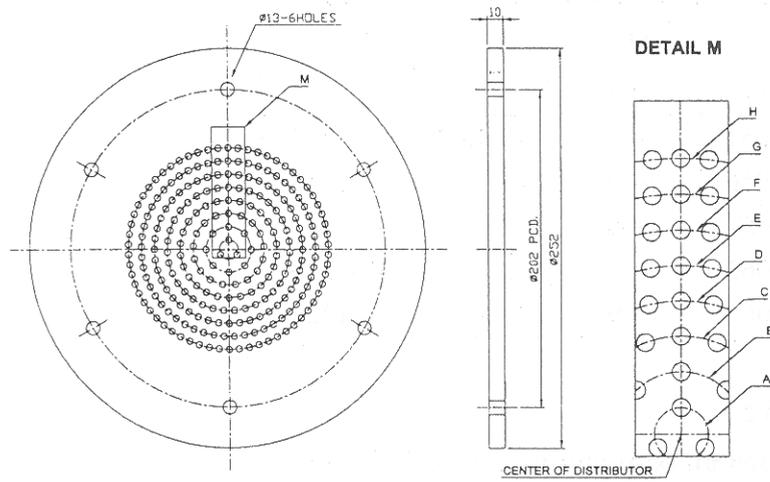
ในการเลือกลักษณะของแผ่นกระจายที่เหมาะสมต่อการใช้งาน ควรจะต้องมีค่า U_{mf} ΔP_{bed} และ P_{source} น้อยๆ เนื่องจากจะทำให้มีการสูญเสียพลังงานน้อยลงด้วย จากผลการทดลองพบว่าแผ่นกระจายแบบ A และ D จะมีค่า U_{mf} ΔP_{bed} และ P_{source} ก่อนข้างต่ำกว่าแผ่นกระจายแบบ B, C, และ E ตามลำดับ แต่ในการเลือกใช้งานยังคงมีค่าตัวแปรต่างๆที่มีผลต่อการเกิดฟลูอิดไดเซชัน ดังเช่น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความสูงของเบด, ลักษณะของเม็ดของแข็ง, และความหนาแน่นและความหนืดของไหล และเม็ดของแข็ง ดังต้องมีการศึกษาต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

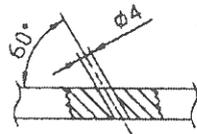
บทความฉบับนี้สำเร็จด้วยดีจากความช่วยเหลือของ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล ที่ให้การสนับสนุนทางด้านอุปกรณ์และเครื่องมือวัด

เอกสารอ้างอิง

- พล สาเกทอง, ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับฟลูอิดไดเซชัน, มกราคม 2526.
 สมศักดิ์ ดำรงเลิศ, ฟลูอิดไดเซชัน, สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528.
 D. Kunii and O. Levenspiel, *Fluidization Engineering*, 2nd ed., United States of America: Butterworth - Heinemann, Boston, USA, 1991.
 D. N. Mazzone, *Agglomeration of Particles in Fluidized Beds*, Ph.D. thesis, the City University of New York, 1986.

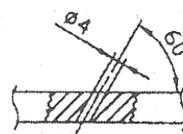


รูปที่ 6 แผ่นกระจายในเครื่องปฏิกรณ์ฟลูอิดไดซ์เบด



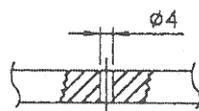
DETAIL LH

ก. แผ่นกระจายแบบ LH



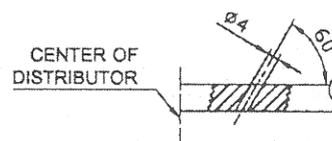
DETAIL RH

ข. แผ่นกระจายแบบ RH



DETAIL ST

ค. แผ่นกระจายแบบ ST



DETAIL OC

ง. แผ่นกระจายแบบ OC

รูปที่ 7 การเจาะรูที่แผ่นกระจายแบบ LH, RH, ST, และ OC

ตารางที่ 1

Glass Bed ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตร

U_{ref} (m/s)	ΔP_{bed} (Pa)	L_{EX} (cm)	P_{source} (Pa)
A=0.051	A=89	B=18.7	E=1317
D=0.056	B=90	C=18.2	D=1318
E=0.057	D=91	D=17.4	A=1320
C=0.063	E=91	A=17.3	B=1322
B=0.065	C=93	E=16.9	C=1323

ตารางที่ 2

Glass Bed ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร

U_{ref} (m/s)	ΔP_{bed} (Pa)	L_{EX} (cm)	P_{source} (Pa)
D=0.058	A=90	C=18.7	D=1322
A=0.065	D=90	E=18.5	A=1326
E=0.070	C=91	B=17.8	B=1326
B=0.072	B=92	A=17	E=1329
C=0.075	E=97	D=16.6	C=1333

ตารางที่ 3

ความคลาดเคลื่อนของผลที่ได้เมื่อทำการเปรียบเทียบกับค่าทางทฤษฎีโดย

พิจารณาที่ค่า U_{mf}

Glass Bed ϕ 4 (มิลลิเมตร) แผ่นกระจาย	%Error	Glass Bed ϕ 5 (มิลลิเมตร) แผ่นกระจาย	%Error
แบบ A	6	แบบ A	20
แบบ B	35	แบบ B	33
แบบ C	30	แบบ C	38
แบบ D	16	แบบ D	7
แบบ E	18	แบบ E	30

ตารางที่ 4

สัดส่วนและขนาดของแผ่นกระจายแบบต่าง ๆ

PCD	φ ของ PCD (mm)	จำนวนรูเจาะ	แบบรูเจาะแผ่นกระจาย				
			A	B	C	D	E
A	12	3	ST	LH	RH	OC	RH
B	28	8	ST	LH	LH	OC	LH
C	44	17	ST	LH	RH	OC	RH
D	60	26	ST	LH	LH	OC	LH
E	76	35	ST	LH	RH	OC	RH
F	92	44	ST	LH	LH	OC	LH
G	108	53	ST	LH	RH	OC	RH
H	124	62	ST	LH	LH	OC	ST