หอสมุดกลาง ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย

เทคนิคฟลูอิไดซ์เบดแบบหมุนเวียน (Circulating Fluidized Bed) ได้มีการนำไปใช้ในกระบวนการต่างๆ อย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมมาเป็นระยะเวลามากกว่า 50 ปี (Xu G. และคณะ, 2000) เช่น กระบวนการเผาไหม้ของชีวมวล (Biomass Combustion), กระบวนการผลิตแก๊สจากถ่านหิน (Coal Gasification) และกระบวนการแตกตัวของไอน้ำมันด้วยตัวเร่งปฏิกิริยา (Fluid Catalytic Cracking) เนื่องจากข้อดีของเทคนิคฟลูอิไดซ์เบดแบบหมุนเวียน คือ มีการถ่ายโอนความร้อนและมวลสารที่ดี สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง กระจายความร้อนได้อย่างสม่ำเสมอ และสามารถใช้ได้กับสารตั้งต้นหลายชนิด (Nakagawa N. และคณะ,1994) เทคนิคฟลูอิไดซ์เบดแบบหมุนเวียนเป็นการนำเทคนิคฟลูอิไดซ์เบดมาประยุกต์ใช้ โดยประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน ได้แก่ ไรเซอร์ (Riser) ซึ่งเป็นส่วนที่เกิดปฏิกิริยาในแต่ละกระบวนการ โดยทำงานภายใต้สภาวะของการเกิดฟลูอิไดซ์เบดที่ความเร็วสูง (Fast Fluidized Bed) ไซโคลน ซึ่งทำหน้าที่แยกแก๊สและของแข็ง และท่อป้อนกลับ (Downcomer) ทำหน้าที่ป้อนกลับของแข็งกลับไปยังไรเซอร์ โดยทำงานภายใต้สภาวะฟลูอิไดซ์เบดแบบฟองอากาศ (Bubbling Fluidized Bed)

สำหรับเตาเผาฟลูอิไดซ์เบดในแต่ละกระบวนการ มีสภาวะการปฏิบัติที่หลากหลาย เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด เช่น ในกระบวนการเผาไหม้ของถ่านหิน ซึ่งถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงที่มีคุณภาพต่ำ และมีค่าพลังงานความร้อนต่ำ ซึ่งสภาวะที่ใช้ปฏิบัติต้องใช้ความเร็วอากาศสูงหรืออัตราการหมุนเวียนของของแข็งที่สูง เพื่อให้เกิดการถ่ายโอนมวลและความร้อนระหว่างแก๊สและถ่านหินในอัตราที่สูง หรือในกระบวนการแตกตัวของไอน้ำมันด้วยตัวเร่งปฏิกิริยาไปเป็นแก๊สโซลีน (Gasoline) ซึ่งแก๊สที่อยู่ในเบดเป็นเวลานานอาจถูกแตกไปเป็นมีเทนหรือแก๊สปิโตรเลียมเหลว ดังนั้นเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหานี้จึงต้องปฏิบัติการที่สภาวะความเร็วอากาศสูงมาก และเพื่อลดการผสมแบบไหลย้อนกลับของแก๊ส (Back Mixing) ดังนั้นสภาวะในการปฏิบัติจริงมีความสำคัญเป็นอย่างมาก เนื่องจากสภาวะในการปฏิบัติมีผลต่อการการไหลของของไหล หรือการสัมผัสกันระหว่างของแข็งและอากาศภายในระบบฟลูอิไดซ์เบดแบบหมุนเวียน (Issangya A.S. และคณะ, 1999) จึงได้มีการศึกษาปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นภายในระบบฟลูอิไดซ์เบดแบบหมุนเวียนที่อุณหภูมิห้อง เพื่อออกแบบและปรับปรุงเครื่องฟลูอิไดซ์เบดแบบหมุนเวียนให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น

โดยการศึกษาอุทกพลศาสตร์ของของแข็งในไรเซอร์ของเครื่องฟลูอิไดซ์เบดแบบหมุนเวียนมีจุดประสงค์เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นภายในไรเซอร์ เช่น รูปแบบการไหลของ

อากาศ หรือการสัมผัสกันระหว่างของแข็งและแก๊ส ส่วนใหญ่เป็นการศึกษาถึงผลของตัวแปรต่างๆ เช่น ความเร็วอากาศ ปริมาณและสมบัติของของแข็ง และอัตราการหมุนเวียนที่มีต่อรูปแบบการไหลซึ่งมีความซับซ้อน เนื่องจากแรงที่กระทำระหว่างของแข็งและแก๊สทำให้มีรูปแบบการไหลที่แตกต่างกัน (Mastellone M.L. และคณะ, 1999) ในการศึกษาอุทกพลศาสตร์ของของแข็งในเครื่องฟลูอิไดซ์เบดแบบหมุนเวียนที่อุณหภูมิห้องสามารถมองด้วยตาเปล่า แต่ในกระบวนการจริงนั้น จะเกิดขึ้นในเครื่องปฏิกรณ์ขนาดใหญ่ที่มีลักษณะปิดทึบ จึงไม่สามารถเห็นถึงลักษณะการเคลื่อนตัวของอนุภาคต่างๆ ที่เกิดขึ้นภายในเครื่องปฏิกรณ์ แต่สามารถศึกษาได้จากตัวแปรที่วัดค่าได้ เช่น ความดันลดคร่อม, สัดส่วนช่องว่าง, อัตราการหมุนเวียน และความเร็วของอนุภาค

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงศึกษาถึงรูปแบบการไหลของของแข็งในเครื่องฟลูอิไดซ์เบดแบบหมุนเวียนที่อุณหภูมิห้องที่ประกอบขึ้นจากท่ออะคริลิกใส ทำให้สามารถมองเห็นอุทกพลศาสตร์ของสารป้อนภายในเครื่องปฏิกรณ์ได้ด้วยตาเปล่า พร้อมทั้งทำการตรวจวัดตัวแปรที่วัดค่าได้ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น โดยเฉพาะความเร็วของเม็ดแก้วทั้งในแนวแกน และแนวรัศมีของไรเซอร์ เนื่องจากมีผลต่อการสัมผัสกันระหว่างของแข็งกับอากาศ การถ่ายเทความร้อนและมวล ตลอดจนการกัดกร่อนที่มักจะเกิดในฟลูอิไดซ์เบดแบบหมุนเวียน (Zhou J. และคณะ, 1995) ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบระหว่างความเร็วเม็ดแก้วที่ไม่มีการผสมอนุภาคขนาดใหญ่ กับความเร็วของเม็ดแก้วที่มีการผสมอนุภาคขนาดใหญ่ โดยงานวิจัยของ Kim S.H. (Kim S.H. และคณะ,1999) ได้ศึกษาถึงผลของอนุภาคขนาดใหญ่ต่อการกวัดไกว (Fluctuation) ของความดันภายในไรเซอร์ ซึ่งพบว่าการมีอยู่ของอนุภาคขนาดใหญ่ทำให้อนุภาคที่มีขนาดเล็กรวมตัวกันเป็นกลุ่มก้อนขนาดใหญ่ (Cluster) ลดลง ดังนั้นในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ที่ศึกษาถึงผลของอนุภาคขนาดใหญ่ที่มีต่อความเร็วของอนุภาค ซึ่งข้อมูลที่ได้จะสามารถอธิบายปรากฏการณ์ภายในเตาเผาฟลูอิไดซ์เบดแบบหมุนเวียน หรือปรับปรุงลักษณะการไหลของของไหลภายในเตาเผาฟลูอิไดซ์เบดแบบหมุนเวียนให้ดีขึ้น ซึ่งจะมีประโยชน์อย่างมากต่อการพัฒนาออกแบบและปรับปรุงเตาเผาแบบฟลูอิไดซ์เบดแบบหมุนเวียนในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์

1. ศึกษาอุทกพลศาสตร์ของของแข็งในเครื่องฟลูอิไดซ์เบดแบบหมุนเวียนที่มีไรเซอร์สูง 4 เมตร
2. ศึกษาผลของความเร็วอากาศที่มีต่อความเร็วของเม็ดแก้วโดยใช้เทคนิคกระบวนการทางภาพ (Image processing)
3. ศึกษาผลของอนุภาคขนาดใหญ่ที่มีต่ออุทกพลศาสตร์ของเม็ดแก้ว

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

1. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. สร้างเครื่องฟลูอิไดซ์เบดแบบหมุนเวียน และอุปกรณ์ที่ใช้วัดค่าตัวแปรต่าง ๆ
3. นำของแข็งชนิดต่างๆ มาหาสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ขนาด และความหนาแน่นของอนุภาค
4. หาความดันลดคร่อมท่อไรเซอร์ และอัตราการหมุนเวียนของของแข็ง
5. หาสภาวะของตัวแปรต่างๆ ที่เหมาะสมในการทดลอง
6. ทดลองหาความเร็วของแข็งตามแนวแกน และตามแนวรัศมี
7. วิเคราะห์สรุปผลการวิจัย และเขียนวิทยานิพนธ์

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

1. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างเครื่องฟลูอิไดซ์เบดแบบหมุนเวียน และอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดค่าตัวแปร
3. ดำเนินการสร้างเครื่องฟลูอิไดซ์เบดแบบหมุนเวียน พร้อมทั้งติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดค่าตัวแปร
4. นำเม็ดแก้วและเม็ดพลาสติกที่ใช้ในการทดลองมาหาสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ขนาด และความหนาแน่นของอนุภาค
5. ทำการใส่ของแข็งทางท่อป้อนกลับ ในปริมาณที่กำหนด
6. ทำการทดลองหาความดันของอากาศตลอดทั้งเครื่องฟลูอิไดซ์เบดแบบหมุนเวียน และอัตราการหมุนเวียนของของแข็ง เพื่อศึกษาหาสภาวะการทดลองสูงสุดและต่ำสุดที่ทำให้ระบบเกิดการหมุนเวียนอย่างต่อเนื่อง
7. เมื่อได้สภาวะที่เหมาะสมในการทดลอง จึงทำการทดลองหาความเร็วของเม็ดแก้ว ณ ตำแหน่งต่างๆ ตามแนวแกน และแนวรัศมีของไรเซอร์
8. ทำการทดลองหาทิศทางการเคลื่อนที่ของเม็ดแก้ว ณ.ตำแหน่งต่างๆตามแนวรัศมี โดยใช้แผ่นสีประกอบเข้ากับชุดเครื่องมือในการวัดความเร็ว
9. ทำซ้ำข้อ 5-7 โดยเปลี่ยนของแข็งที่ป้อนเป็นเม็ดแก้วผสมเม็ดพลาสติกร้อยละ 5 โดยปริมาตร
10. วิเคราะห์สรุปผลการวิจัย และเขียนวิทยานิพนธ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถอธิบายถึงอุทกพลศาสตร์ของเม็ดแก้ว และเม็ดแก้วที่ผสมเม็ดพลาสติกภายในเครื่องฟลูอิไดซ์เบดแบบหมุนเวียนเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐาน ในการออกแบบและปรับปรุงเครื่องฟลูอิไดซ์เบดแบบหมุนเวียน
2. อธิบายถึงผลของอนุภาคขนาดใหญ่ (เม็ดพลาสติก, HDPE) ที่มีต่อลักษณะการไหลของอนุภาคขนาดเล็ก (เม็ดแก้ว, Glass bead) โดยข้อมูลที่ได้สามารถนำไปอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ในระบบของผสม และปรับปรุงลักษณะการไหลของแข็งภายในเตาเผาฟลูอิไดซ์เบดแบบหมุนเวียนให้ดีขึ้น