บทที่ 1
บทนำ

1.1 การผสมกันของก๊าซ

การผสมกันของก๊าซสองชนิดหรือมากกว่าจะพบได้โดยทั่วไปในโรงงานอุตสาหกรรม ส่วนมากการผสมกันเป็นกระบวนการแรกก่อนที่จะเข้าสู่กระบวนการทำปฏิกริยา ดังนั้นถ้าสารตั้งต้นที่อยู่ในสถานะก๊าซผสมกันได้อย่างทั่วถึงมากเท่าใด ก็จะเป็นผลดีต่อการเกิดปฏิกริยาของสารตั้งต้นมากขึ้นเท่านั้น ตัวอย่างของการผสมกันของก๊าซที่เกิดขึ้นในกระบวนการทางด้านอุตสาหกรรมและกระบวนการทางด้านสิ่งแวดล้อม เช่น

1. การคลอริเนชั่นของก๊าซไฮโดรคาร์บอน (chlorination of gaseous hydrocarbons) [Groll และคณะ [1939]]

อัลคิลคลอไรด์ (alkyl chloride) เป็นสารอินเตอร์มีเดียต (intermediate) สำหรับนำไปผลิตอิพิคลอโรไฮดรีน (epichlorohydrin) และกลีเซอรีนสังเคราะห์ (synthetic glycerine) ซึ่งอัลคิล-คลอไรด์เกิดจากปฏิกริยาระหว่างโพรพิลีน (propylene) กับคลอรีน (chlorine) ที่มีปฏิกริยาแบบอนุกรมและแบบขนานที่อาจจะเกิดขึ้นได้จำนวนมาก ดังนั้นผลผลิตที่ได้จะขึ้นอยู่กับการผสมกันของโพรพิลีนกับคลอรีนว่าผสมกันดีหรือไม่

2. การออกซิเดชั่นของก๊าซเอธิลีน (oxidation of ethylene) [Fairburn และคณะ [1947]]

เอธิลีนออกไซด์ (ethylene oxide) เกิดจากปฏิกริยาระหว่างอากาศหรือออกซิเจนกับเอธิลีนบนตัวเร่งปฏิกริยา โดยก๊าซสองชนิดนี้จะผสมกันก่อนที่จะป้อนเข้าสู่เครื่องปฏิกรณ์เคมี นอกจากจะคำนึงถึงในแง่ผลผลิตที่ได้แล้วซึ่งขึ้นอยู่กับการผสมกันของเอธิลีนกับออกซิเจนว่าผสมกันดีหรือไม่ ยังต้องคำนึงถึงในแง่ของความปลอดภัยเพราะว่าเอธิลีนกับออกซิเจนจะกลายเป็นสารผสมที่เกิดการระเบิดได้ถ้าผสมกันไม่ดี

3. การออกซิเดชั่นของก๊าซแอมโมเนีย (air oxidation of ammonia) [Smith [1981]]

ในการเกิดออกซิเดชั่นของแก๊สแอมโมเนียจะทำให้ได้กรดไนตริก (nitric acid) การผสมกันของอากาศและแอมโมเนียในระยะเวลาที่สั้นที่สุดเป็นสิ่งจำเป็นเพราะช่วยป้องกันการสูญเสียของผลิตผลที่ได้ซึ่งเกิดขึ้นจากปฏิกริยาข้างเคียง

4. มลพิษทางอากาศ (air pollution) [Simitovic [1977]]

เช่น การปล่อยก๊าซเสียออกจากปล่องควันในโรงงานอุตสาหกรรมสู่บรรยากาศภายนอก โดยไม่ทำให้สิ่งแวดล้อมบริเวณใกล้เคียงเกิดอากาศเป็นพิษ เนื่องจากก๊าซเสียที่ปล่อยออกมามีค่าเกินมาตรฐานที่กำหนด ดังรูปที่ (1.1)

5. การหล่อเย็นบริเวณใกล้ๆผนังภายในห้องสันดาป (combustion chamber wall) [Hawthrone และคณะ [1944]]

โดยจะทำการพ่นอากาศเข้าไปในรูที่เจาะไว้บริเวณผนังทางด้านข้าง เพื่อเป็นการหล่อเย็นบริเวณใกล้ๆผนัง จากก๊าซร้อนที่ได้จากปฏิกริยาการเผาไหม้ ดังรูปที่ (1.2)

6. การหล่อเย็นภายในใบพัดของเครื่องกังหันไอพ่น (gas turbine blade) [Stoy และ Benhaim [1973]]

โดยจะทำการพ่นอากาศเข้าไปในรูที่เจาะไว้ภายในใบพัดของเครื่องกังหันไอพ่น เพื่อเป็นการหล่อเย็นผนังภายในใบพัดของเครื่องกังหันไอพ่น ดังรูปที่ (1.3)

1.2 <u>การผสมในท่อส่งสาร</u> (pipeline mixing)

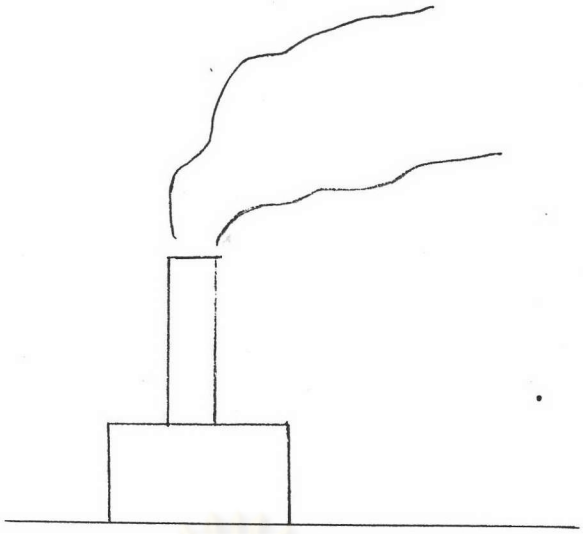
การผสมในท่อส่งเป็นวิธีปกติที่ใช้ผสมก๊าซสองชนิดหรือมากกว่านั้น แต่จะผสมได้ช้าและต้องใช้ท่อส่งสารที่มีความยาวเพียงพอที่จะทำให้เกิดการผสมกันอย่างทั่วถึง [Simpson [1974]] อย่างไรก็ตามถ้าทำการเชื่อมต่อท่อส่งสารทางด้านข้างด้วยท่อซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่เล็กกว่าท่อส่งสารมากคล้ายหัวฉีด (nozzle) ซึ่งสามารถทำการฉีดก๊าซชนิดหนึ่งให้อยู่ในรูปของเจ็ตเข้าไปผสมกับก๊าซอีกชนิดหนึ่งในท่อส่งสาร โดยเรียกการผสมแบบนี้ว่า การผสมเป็นรูปตัวที (tee mixing) ดังรูปที่ (1.4) และเรียกอุปกรณ์ชนิดนี้ว่า เครื่องผสมรูปตัวที (tee mixer) ด้วยลักษณะเช่นนี้จะทำให้ประสิทธิภาพการผสมเพิ่มขึ้นและความยาวของท่อส่งสารที่ใช้สามารถลดลงเหลือ 2-10 เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อส่งสาร ซึ่งแต่เดิมต้องใช้ท่อส่งสารที่มีความยาว 30 ถึง 100 เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อส่งสาร [Simpson [1974]]

ในอุตสาหกรรมนั้นมักออกแบบเครื่องผสมรูปตัวที ที่มีลักษณะเฉพาะในแต่ละกระบวนการจาก Simpson [1974] ดังรูปที่ 1.5

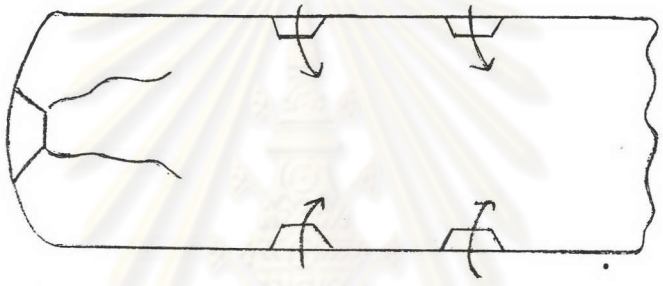
แบบ A เป็นแบบที่ใช้ผสมก๊าซสองชนิดเข้าด้วยกัน

แบบ B เป็นแบบที่ใช้เจือจางของเหลวที่มีความหนืดต่ำ

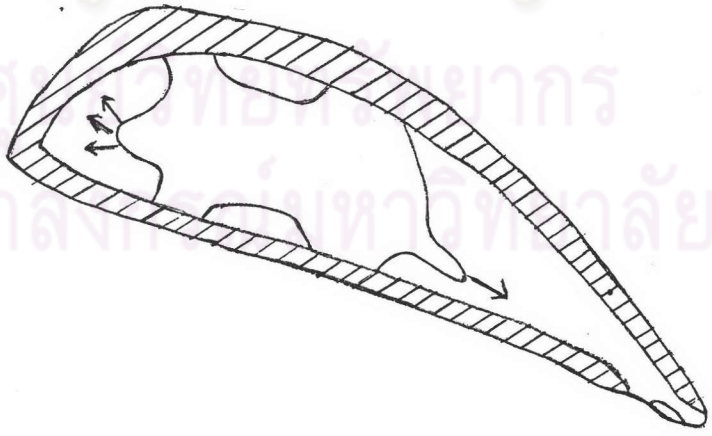
แบบ C เป็นแบบเพิ่มประสิทธิภาพการผสมได้ทั่วถึงยิ่งขึ้น โดยใช้สแตติกมิกเซอร์ (static mixer) ซึ่งมีรูปร่างโครงสร้างภายในที่ซับซ้อนเพื่อช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวการสัมผัส



รูปที่ 1.1 แสดงการปล่อยก๊าซเสียออกจากปล่องควันโรงงาน Gosman และ Simitovic [1986]

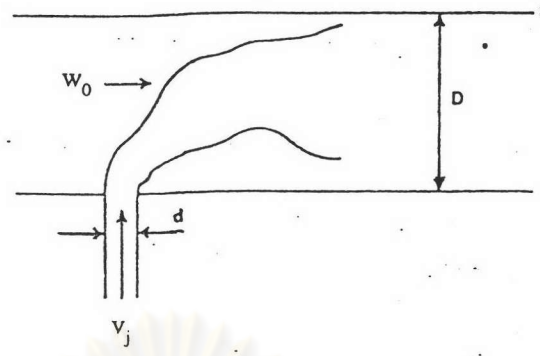


รูปที่ 1.2 แสดงการฉีดหล่อเย็นของผนังภายในห้องสันดาป Hawthrone และคณะ [1944]

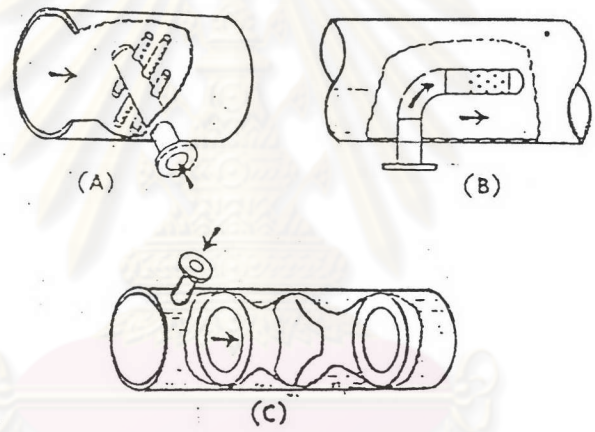


รูปที่ 1.3 แสดงการฉีดหล่อเย็นในใบพัดของเครื่องกังหันไอพ่น Stoy และ Ben-haim [1973]

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

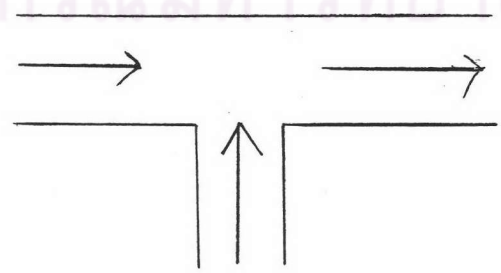


รูปที่ 1.4 แสดงการผสมกันเป็นรูปตัวที Simpson [1974]



รูปที่ 1.5 แสดงเครื่องผสมกันรูปตัวทีที่มีลักษณะเฉพาะของแต่ละกระบวนการ Simpson [1974]

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 1.6 แสดงการหล่อเย็นอากาศร้อนบริเวณทางเชื่อม Kamotani และ Greber [1974]

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เนื่องจากได้มีผู้ทำการวิจัยศึกษาปรากฏการณ์การผสมเป็นรูปตัวที โดยศึกษาตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการผสมกันของของไหลเป็นรูปตัวที เช่น ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อที่ใช้ หรือความเร็วของของไหลที่ไหลในท่อ ซึ่งในการทำการทดลองมีข้อจำกัดในรายละเอียดของข้อมูลที่ได้จากการวัดซึ่งขึ้นอยู่กับเครื่องมือที่ใช้ทำการวัด ความละเอียดและความถูกต้องในการทำการวัด

สำหรับงานวิจัยนี้จะศึกษาปรากฏการณ์การผสมกันรูปตัวทีโดยใช้การจำลอง ซึ่งมีข้อได้เปรียบที่สามารถให้รายละเอียดของข้อมูลได้มากกว่ารายละเอียดที่ได้จากการทดลอง ทำให้สามารถประหยัดเวลา และค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการสร้างเครื่องมือเพื่อทำการทดลอง นอกจากนี้ยังสามารถประยุกต์ปรากฏการณ์การผสมกันเป็นรูปตัวทีนี้ไปใช้กับการลดอุณหภูมิของก๊าซร้อนบริเวณทางเชื่อมโดยผสมกับอากาศเย็นก่อนปล่อยทิ้ง ซึ่งมีท่อด้านข้างต่อเชื่อมเข้ากับท่อหลักดังแสดงในรูปที่ 1.6

1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาถึงปรากฏการณ์การผสมกันของของไหลที่เกิดขึ้นในเครื่องผสมรูปตัวทีที่มีพื้นที่หน้าตัดของท่อหลักเป็นรูปสี่เหลี่ยม
2. เพื่อประยุกต์ใช้เทคนิค Computational Fluid Dynamic (CFD) มาช่วยในการศึกษาการผสมกันของของไหล

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย

1. นำเทคนิค CFD มาจำลองการผสมกันของของไหลที่เกิดขึ้นในเครื่องผสมรูปตัวทีที่มีพื้นที่หน้าตัดของท่อหลักเป็นรูปสี่เหลี่ยม
2. เปรียบเทียบความถูกต้องของผลจากการจำลอง กับ ผลจากข้อมูลการทดลอง
3. อธิบายปรากฏการณ์การผสมกันของของไหลที่เกิดขึ้นในเครื่องผสมรูปตัวทีที่มีพื้นที่หน้าตัดของท่อหลักเป็นรูปสี่เหลี่ยม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย