

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เครื่องปฏิกรณ์จัดเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญในกระบวนการเคมี ทั้งนี้เนื่องจากเครื่องปฏิกรณ์เป็นอุปกรณ์ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงจากสารตั้งต้นมูลค่าต่ำให้กลายเป็นผลิตภัณฑ์ซึ่งมีมูลค่าสูงขึ้น การออกแบบเครื่องปฏิกรณ์ซึ่งส่งผลต่อทั้งปริมาณและคุณภาพของผลิตภัณฑ์จึงเป็นขั้นตอนที่ควรพิจารณาอย่างรอบคอบ ในขั้นตอนการออกแบบเครื่องปฏิกรณ์ จำเป็นต้องใช้สมการแสดงอัตราการเกิดปฏิกิริยา ดังนั้นเพื่อให้เข้าใจ และสามารถทำนายการทำงานของเครื่องปฏิกรณ์ที่ต้องการออกแบบได้อย่างดี เราจึงจำเป็นต้องเลือกวิธีการหาสมการแสดงอัตราการเกิดปฏิกิริยาให้เหมาะสม เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่เป็นสมการแสดงอัตราการเกิดปฏิกิริยาที่น่าเชื่อถือ

นอกจากการทราบกลไกการเกิดปฏิกิริยาที่ใกล้เคียงความเป็นจริง และสามารถใช้ทำนายพฤติกรรมของระบบได้จะมีประโยชน์ในการออกแบบเครื่องปฏิกรณ์เคมีรวมถึงกระบวนการผลิตต่างๆ แล้ว ยังมีประโยชน์ที่สำคัญอีกประการหนึ่ง คือสามารถนำไปใช้ในการออกแบบตัวเร่งปฏิกิริยาได้อีกด้วย โดยเฉพาะในกรณีที่ตัวเร่งปฏิกิริยามีราคาแพงหรือหายาก เราอาจนำข้อมูลเหล่านี้ไปใช้ในการปรับปรุงสภาวะการทำงานให้เหมาะสมกับตัวเร่งปฏิกิริยาชนิดนั้นเพื่อให้มีประสิทธิภาพในการทำงานสูงสุด หรือนำไปใช้ในการปรับปรุงตัวเร่งปฏิกิริยาชนิดใหม่เพื่อให้มีคุณสมบัติสำคัญใกล้เคียงกับตัวเร่งปฏิกิริยาชนิดเดิม

โดยทั่วไปปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในระบบต่าง ๆ มักถูกออกแบบให้ทำงานภายใต้สภาวะคงตัวเพื่อความสะดวกในการควบคุม แต่อย่างไรก็ตามในบางช่วงเวลาอาจมีความจำเป็นที่จะต้องรบกวนระบบโดยผู้ปฏิบัติงาน เช่น ในตอนเริ่มกระบวนการ (start up) การปิดเครื่องเพื่อหยุดกระบวนการ (shut down) เป็นต้น นอกจากนี้ระบบที่ปฏิบัติงานภายใต้สภาวะคงตัวเองก็อาจถูกรบกวนจากสิ่งแวดล้อมทำให้ไม่สามารถทำงานภายใต้สภาวะคงตัวได้ ในบางครั้งยังอาจเป็นธรรมชาติของระบบเองที่ไม่สามารถออกแบบให้ทำงานภายใต้สภาวะคงตัวได้ เช่น การทำงานของตัวเร่งปฏิกิริยาสามทาง (Three way catalyst) ซึ่งสภาวะการทำงานจะมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาตามลักษณะการขับเคลื่อนและไม่สามารถควบคุมได้ สำหรับรูปแบบของสภาวะไม่คงตัวอาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ สภาวะไม่คงตัวที่เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างทันทีทันใด และสภาวะไม่คงตัวที่เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง

ตัวเร่งปฏิกิริยาสามทางที่ใช้ในการบำบัดแก๊สเสียจากเครื่องยนต์นั้นทำงานภายใต้สภาวะการปฏิบัติงานแบบไม่คงตัว และมีองค์ประกอบสำคัญที่ขาดไม่ได้ คือ โรเดียม ซึ่งมีราคาแพงปริมาณน้อยแต่มีความต้องการใช้งานในอุตสาหกรรมหลายประเภท ดังนั้นจึงจำเป็นต้องออกแบบ

เครื่องบำบัดไอเสียเพื่อให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดเพื่อเป็นการประหยัดปริมาณโรเดียมที่ต้องใช้ นอกจากนี้หากทราบสมบัติสำคัญของโรเดียมที่ทำให้โรเดียมมีความสามารถในการบำบัดไอเสียสูงกว่าโลหะชนิดอื่นก็อาจนำข้อมูลนี้ไปใช้ในการปรับปรุงตัวเร่งปฏิกิริยาชนิดอื่นที่มีราคาถูกให้มีคุณสมบัตินั้นและนำมาใช้งานแทนโรเดียมได้ต่อไปในอนาคต

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วถึงความสำคัญของการศึกษาทางจลนพลศาสตร์และการออกแบบตัวเร่งปฏิกิริยาสามทาง งานวิจัยนี้เลือกปฏิกิริยาระหว่างคาร์บอนมอนอกไซด์กับไนตริกออกไซด์เมื่อใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาโรเดียมบนอะลูมินาเป็นตัวอย่างในการศึกษา ทั้งนี้เพราะปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาหลักที่เกิดขึ้นบนตัวเร่งปฏิกิริยาสามทาง (Three-way catalysts) และไม่ซับซ้อนจนเกินไป นอกจากนี้โรเดียมยังเป็นโลหะมีตระกูลที่ถูกนำไปใช้งานอย่างแพร่หลายในการเร่งปฏิกิริยาต่างๆ ดังนั้นข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยนี้ยังอาจใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาการศึกษากลไกการเกิดปฏิกิริยาสำหรับปฏิกิริยาอื่นๆ ต่อไปได้อีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์

1. ศึกษาความเป็นไปได้ในการนำข้อมูลภายใต้สภาวะคงตัวและสภาวะไม่คงตัวมาใช้ร่วมกันเพื่อศึกษาจลนพลศาสตร์ของปฏิกิริยาระหว่างคาร์บอนมอนอกไซด์กับไนตริกออกไซด์บนตัวเร่งปฏิกิริยา Rh/Al₂O₃
2. หากกลไกการเกิดปฏิกิริยา พร้อมทั้งประมาณค่าคงที่อัตราของแต่ละปฏิกิริยาย่อยที่เกิดขึ้น
3. เสนอวิธีที่มีประสิทธิภาพในการศึกษาจลนพลศาสตร์ของปฏิกิริยาเชิงเร่งแบบวิวิธพันธุ์

1.3 ขอบเขตของวิทยานิพนธ์

1. ทำการทดลองที่สภาวะคงตัวเพื่อศึกษาผลของตัวแปรต่าง ๆ ที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา ได้แก่ เวลาที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา อัตราการไหลรวมของสารตั้งต้น จำนวนครั้งของการฟื้นฟูสภาพตัวเร่งปฏิกิริยา และความเข้มข้นของสารตั้งต้น
2. เลือกกลไกการเกิดปฏิกิริยาที่เหมาะสมในการใช้อธิบายพฤติกรรมของระบบ
3. หาสมการแสดงอัตราเร็วพร้อมทั้งประมาณค่าคงที่อัตราแต่ละขั้นและตัวแปรอื่น ๆ โดยใช้ข้อมูลจากการทดลองภายใต้สภาวะคงตัวและสภาวะไม่คงตัวร่วมกัน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้สมการแสดงอัตราเร็วซึ่งประกอบด้วยค่าคงที่อัตราและตัวแปรอื่นๆ เพื่อใช้อธิบายพฤติกรรมของระบบภายใต้สภาวะต่างๆ
2. วิธีการที่นำเสนอสามารถใช้เป็นแนวทางในการศึกษาจลนพลศาสตร์ของปฏิกิริยาวิวิธพันธุ์อื่นๆ ได้