หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

การพบแก๊สธรรมชาติในอ่าวไทยเป็นจำนวนมากนั้น นับว่าเป็นผลดีต่อประเทศไทยก่อให้เกิดแนวทางการพัฒนาอุตสาหกรรมยุคใหม่ที่ใช้แก๊สธรรมชาติเป็นวัตถุดิบในการผลิตวัตถุเคมีพื้นฐาน (Basis Chimicals) เพื่อใช้ในการผลิตเคมีภัณฑ์ต่าง ๆ ในอุตสาหกรรมต่อเนื่องขั้นต่อ ๆ ไป ซึ่งช่วยลดการสูญเสียเงินตราต่างประเทศในการสั่งซื้อวัตถุเคมีพื้นฐาน และเคมีภัณฑ์เป็นจำนวนมาก สิ่งที่สำคัญคือ ควรมีการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อรองรับอุตสาหกรรมปิโตรเคมีที่กำลังดำเนินการและที่จะเกิดขึ้นใหม่ในอนาคต สิ่งหนึ่งได้แก่ เทคโนโลยีของตัวเร่งปฏิกิริยา (Catalyst Technology) อาจกล่าวได้ว่า ตัวเร่งปฏิกิริยาเป็นกุญแจดอกสำคัญในอุตสาหกรรมเคมี (1) เห็นได้ชัดในช่วงที่มีการพบตัวเร่งปฏิกิริยา มีอุตสาหกรรมเคมีเกิดขึ้นตามมามากมาย ทั้งนี้เป็นเพราะตัวเร่งปฏิกิริยาช่วยให้ปฏิกิริยาเร็วขึ้น ทำให้เกิดภาวะเหมาะสมยิ่งขึ้นของปฏิกิริยา ลดต้นทุน ลดภาวะการเสี่ยงอันตราย ก่อให้เกิดผลิตภัณฑ์มากขึ้นเมื่อเทียบกับวัตถุดิบที่ป้อนเข้าไป ดังนั้นการพัฒนาเทคโนโลยีของตัวเร่งปฏิกิริยาจึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจ

ในการศึกษาเกี่ยวกับตัวเร่งปฏิกิริยาต้องคำนึงถึงสิ่งหนึ่งอยู่ตลอดเวลา คือ การทดสอบคุณสมบัติทางเคมี และทางกายภาพของตัวเร่งปฏิกิริยา เพื่อให้เกิดความมั่นใจเสมอว่าตัวเร่งปฏิกิริยายังคงอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ คุณสมบัติที่สำคัญ เช่น สัดส่วนของช่องว่าง (Void fraction) การกระจายขนาดของรูพรุน (Pore Size Distribution) ฯลฯ คุณสมบัติที่สำคัญอย่างหนึ่ง_ คือ พื้นที่ผิวของตัวเร่งปฏิกิริยา เนื่องจากตัวเร่งปฏิกิริยาเป็นสารเชิงซ้อนโดยมากมีลักษณะเป็นรูพรุน มีพื้นที่ผิวสูง ความว่องไวเชิงปฏิกิริยา (activity) ของตัวเร่งปฏิกิริยาจะแปรผันตามพื้นที่ผิวของตัวเร่งปฏิกิริยา (2) ดังนั้นในทางปฏิบัติ เราจึงต้องการเตรียมตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีพื้นที่ผิวสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งพื้นที่ผิวส่วนที่ว่องไวต่อการเกิดปฏิกิริยา (Active Surface Area)

โดยทั่วไป การเตรียมตัวเร่งปฏิกิริยามีลักษณะเป็นศิลปะมากกว่า วิทยาศาสตร์ (3) ทุกๆ ขั้นตอนของการเตรียมจะมีความสำคัญต่อคุณสมบัติของตัวเร่งปฏิกิริยาที่เตรียมได้ ขั้นตอนที่มีความสำคัญมากที่สุดขั้นตอนหนึ่ง ได้แก่ การเผาที่อุณหภูมิสูง (Calcination) ภาวะของการเผาจะมีผลต่อคุณสมบัติของตัวเร่งปฏิกิริยาที่เตรียมได้ ในบรรดาตัวเร่งปฏิกิริยาต่าง ๆ ตัวเร่งปฏิกิริยานิกเกิลจัดว่าเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีความสำคัญมากตัวหนึ่ง และมีการใช้งานอย่างกว้างขวาง ตัวอย่างของปฏิกิริยาที่มีการใช้ตัวเร่งปฏิกิริยานิกเกิลได้แก่ปฏิกิริยาสตีมรีฟอร์มมิงของแก๊สมีเธน (Methane Steam Reforming) เพื่อการผลิตแก๊สสังเคราะห์ (Synthesis Gas)(3), ปฏิกิริยาไฮโดรจีเนชันของไขมันและน้ำมัน (Hydrogenation of Fats and Oils) (4), ปฏิกิริยากำจัดแก๊สออกซิเจนในบรรยากาศของแก๊สไฮโดรเจน (Deoxygenation) (5) เป็นต้น อย่างไรก็ดีเท่าที่ผ่านมาปรากฏว่ายังมิได้มีการหาภาวะที่เหมาะสมในการเตรียม โดยเฉพาะอย่างยิ่งภาวะการเผาที่อุณหภูมิสูง ภาวะที่ใช้งานกันทั่วไปมักเป็นภาวะที่กำหนดขึ้นในช่วงกว้าง ๆ และอยู่ในระดับที่มากเกินพอ ซึ่งนอกจากจะมีผลเสียในด้านของการสิ้นเปลืองพลังงานและเวลาในการเตรียมโดยใช่เหตุแล้ว ตัวเร่งปฏิกิริยาที่ได้ยังอาจมีคุณสมบัติไม่เหมาะสมต่อการใช้งานอีกด้วย

ด้วยเหตุนี้จึงเห็นความสำคัญที่จะได้มีการศึกษาถึงภาวะที่เหมาะสมของการเผาที่อุณหภูมิสูง เพื่อให้ได้ตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีพื้นที่ผิวสูงสุด และเนื่องจากในการศึกษาเกี่ยวกับตัวเร่งปฏิกิริยานั้น มีปัจจัยและตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมากมาย จึงมีความจำเป็นที่จะต้องกำหนดขอบเขตการศึกษาวิจัยลงไปให้แน่ชัด ซึ่งในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ มีจุดมุ่งหมายที่จะศึกษาหาภาวะที่เหมาะสมของการเผาที่อุณหภูมิสูงสำหรับตัวเร่งปฏิกิริยานิกเกิลที่มีอัตราส่วนความเข้มข้น 8% โดยน้ำหนัก บนตัวรองรับอะลูมินาที่มีพื้นที่ผิวรวม 8.1, 32.2, 67.4 และ 342.5 เมตร^2/กรัม ซึ่งจากงานวิจัยของ น.ส.วราภรณ์ เอกพันธ์ นิสิตปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมเคมี (5) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พบว่าตัวเร่งปฏิกิริยานิกเกิลในอัตราส่วนดังกล่าวมีความสามารถในการกำจัดออกซิเจนในบรรยากาศของแก๊สไฮโดรเจนได้สูงสุด คือสามารถเปลี่ยนรูปออกซิเจนได้ 50% เมื่อสัดส่วนโมลของออกซิเจนเป็น 0.036 สัดส่วนโมลของไฮโดรเจนเป็น 0.6 และสัดส่วนโมลของไนโตรเจนเป็น 0.36 ที่อุณหภูมิปฏิบัติการ 175 °ซ

1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาวิธีการเตรียมตัวเร่งปฏิกิริยานิกเกิล
2. ศึกษาผลของการเผาที่อุณหภูมิสูงในภาวะต่าง ๆ ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ผิวของตัวเร่งปฏิกิริยานิกเกิล
3. ทดสอบหาพื้นที่ผิวของตัวเร่งปฏิกิริยานิกเกิลโดยใช้เครื่องมือสำหรับหาพื้นที่ผิวของโลหะแบบการดูดซับทางเคมีของแก๊สคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO-Adsorption)* และเครื่องมือสำหรับหาพื้นที่ผิวทั้งหมดของตัวเร่งปฏิกิริยาแบบเบท(BET)** ที่สร้างขึ้นในห้องปฏิบัติการ
4. ศึกษาหาภาวะที่เหมาะสมของการเผาที่อุณหภูมิสูงเพื่อให้ได้ตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีพื้นที่ผิวสูงสุด
5. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของพื้นที่ผิวของตัวรองรับอะลูมินาที่ใช้กับตัวแปรที่กำหนดภาวะของการเผาที่อุณหภูมิสูง
6. หาสมการแสดงอัตราการรวมตัวเนื่องจากความร้อน (Sintering Rate Equation) ของตัวเร่งปฏิกิริยานิกเกิลที่เตรียมขึ้น

1.2 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. ทำให้เข้าใจถึงความสำคัญของภาวะการเผาที่อุณหภูมิสูงว่ามีผลต่อตัวเร่งปฏิกิริยา อย่างไรช่วยให้การเตรียมตัวเร่งปฏิกิริยามีลักษณะเป็นวิทยาศาสตร์มากขึ้น
2. ผลงานของการวิจัยนี้เป็นพื้นฐานของความพยายามที่จะทำการทดสอบพื้นที่ผิวของตัวเร่งปฏิกิริยาที่เตรียมขึ้น โดยใช้เครื่องมือที่ประกอบขึ้นในห้องปฏิบัติการ

---

* CO-Adsorption :- เครื่องมือนี้ประกอบขึ้นเองในห้องวิจัยคาตาไลซิส โดยได้รับความช่วยเหลือจากศาสตราจารย์ ที อีนูเอะ แห่งห้องปฏิบัติการวิจัย วิศวกรรมตัวเร่งปฏิกิริยา ภาควิชาเคมีไฮโดรคาร์บอน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกียวโต ประเทศญี่ปุ่น

** BET :- เครื่องมือนี้ประกอบขึ้นเองภายในห้องวิจัยโดยได้รับคำแนะนำจาก ดร. จรัญญา พิชิตกุล ซึ่งปัจจุบันทำงานอยู่ที่ บริษัท ไทยโพลีเอทีลีน จำกัด

3. ความรู้ที่ได้รับทางตัวเร่งปฏิกิริยา สามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อรองรับอุตสาหกรรมปิโตรเคมีที่กำลังดำเนินการ และที่กำลังจะเกิดขึ้นใหม่ในประเทศไทย
4. เป็นการปูทางการศึกษาตัวเร่งปฏิกิริยาในประเทศไทย