

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ในปัจจุบัน มลพิษทางอากาศเป็นปัญหาที่สำคัญอีกประการหนึ่ง เนื่องจากการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีและอุตสาหกรรม เพื่อตอบสนองความต้องการและความสะดวกสบายของมนุษย์ กิจกรรมเหล่านี้ส่วนก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งทำให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ สัตว์ พืช และวัสดุต่างๆ ไอเสียของยานพาหนะ กระบวนการผลิตจากโรงงานอุตสาหกรรมและการเผาไหม้เชื้อเพลิงเป็นตัวการสำคัญที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพอากาศในบรรยากาศ ซึ่งมีส่วนประกอบที่สำคัญได้แก่ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) สารประกอบไฮโดรคาร์บอน ฝุ่นละอองขนาดเล็ก สารตะกั่ว (Pb) และก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2)

ไนโตรเจนออกไซด์หรือ NO_x เกิดจากปฏิกิริยาระหว่าง N_2 และ O_2 จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่อุณหภูมิสูงและมีออกซิเจนเพียงพอ NO_x เป็นมลพิษทางอากาศที่สำคัญ มีฤทธิ์ในการกัดกร่อน ทำให้พืชลดอัตราการสังเคราะห์แสงและสามารถทำปฏิกิริยากับไอน้ำในอากาศทำให้เกิดกรดไนตริก ซึ่งเป็นอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจ ในเบื้องต้นการลดปริมาณ NO_x สามารถกระทำได้โดยการลดอุณหภูมิสูงสุดของการเผาไหม้ แต่วิธีนี้จะมีผลกระทบทางลบต่อประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องยนต์ ปัจจุบันนักวิจัยให้ความสนใจในการพัฒนาเทคโนโลยีกำจัด NO_x ระบบการกรองไอเสียแบบสามทาง (Three way catalyst, TWC) เป็นทางเลือกหนึ่งในการกำจัดสารประกอบไฮโดรคาร์บอนและ NO_x แต่วิธีนี้ไม่สามารถลด NO_x ได้อย่างมีประสิทธิภาพในสภาวะที่ยังคงมีออกซิเจนเหลืออยู่ในไอเสีย ดังนั้นการรีดิวซ์ NO_x ในสภาวะที่ยังคงมีออกซิเจนเหลืออยู่จึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจในขณะนี้

การลดปริมาณ NO_x ในก๊าซเสียในสถานะที่ยังคงมีออกซิเจนเหลืออยู่ ด้วยปฏิกิริยารีดักชันของก๊าซไนโตรเจนออกไซด์แบบเลือกเกิด (Selective catalytic reduction, SCR) เป็นกระบวนการที่ใช้กันอย่างแพร่หลายและมีประสิทธิภาพสูง ในปฏิกิริยานี้ นิยมใช้ซีโอไลต์ที่ผ่านการแลกเปลี่ยนไอออนกับโลหะทรานซิชันเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา และใช้แอมโมเนีย (NH_3 -SCR) เป็นตัวรีดิวซ์ แต่เนื่องจากแอมโมเนียเป็นก๊าซที่มีความเป็นพิษในกระบวนการ จากการศึกษาพบว่าก๊าซไฮโดรเจน (H_2) มีประสิทธิภาพที่ดีในการเป็นตัวรีดิวซ์ NO_x ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจนมากเกินไป โดยไม่มีความเป็นพิษในกระบวนการ

จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าซีโอไลต์ SUZ-4 มีประสิทธิภาพที่ดีในการกำจัด NO_x ในงานวิจัยนี้จึงสนใจศึกษาการสังเคราะห์ซีโอไลต์ SUZ-4 และปรับปรุงสมบัติของซีโอไลต์ด้วยการแลกเปลี่ยนไอออนกับโลหะ Fe(II) จากนั้นพัฒนาเป็นเมมเบรนซีโอไลต์ โดยการนำมาเคลือบบนตัวรองรับมัลดีต์ ศึกษาประสิทธิภาพในการกำจัด NO ด้วยปฏิกิริยารีดักชันของก๊าซไนโตรเจนออกไซด์แบบเลือกเกิดด้วยก๊าซไฮโดรเจน (H_2 -SCR) กระทำในเครื่องปฏิกรณ์แบบเบดนิ่ง (Fixed bed reactor) และเครื่องปฏิกรณ์เมมเบรน (Catalytic Membrane Reactor, CMR) ผู้วิจัยให้ความสำคัญเกี่ยวกับการศึกษาทางทฤษฎีควบคู่ไปกับทางปฏิบัติ เพื่อใช้ประกอบการอธิบายเกี่ยวกับความสามารถในการเร่งปฏิกิริยาและความสามารถในการกำจัด NO ตลอดจนนำองค์ความรู้ที่ได้ไปพัฒนาและประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์เชิงอุตสาหกรรมในการลดมลพิษจากการเผาไหม้ ซึ่งเป็นทางเลือกหนึ่งในการช่วยรักษาสภาพแวดล้อมและสุขภาพอนามัยของประชากร

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาการสังเคราะห์ซีโอไลต์ SUZ-4 และ Fe/SUZ-4

1.2.2 เพื่อพัฒนาเทคนิคการเตรียมซีโอไลต์ Fe/SUZ-4 เคลือบบนตัวรองรับที่เป็นเซรามิกส์ ด้วยเทคนิค spin dip coating

1.2.3 เพื่อศึกษาสภาวะในการกำจัด NO ของซีโอไลต์ Fe/SUZ-4 และ เมมเบรนซีโอไลต์ Fe/SUZ-4

1.2.4 เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ที่เป็นพื้นฐานต่อการพัฒนางานวิจัยด้านการสังเคราะห์เมมเบรนซีโอไลต์

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

- 1.3.1 ศึกษาทฤษฎีและข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเตรียม Fe/SUZ-4 และ เมมเบรนซีโอไลต์ Fe/SUZ-4
- 1.3.2 สังเคราะห์ซีโอไลต์ SUZ-4 ด้วยเทคนิคโซล-เจล ที่อัตราส่วนโดยโมลของ $\text{SiO}_2:\text{Al}_2\text{O}_3$ เท่ากับ 21.2 ที่อุณหภูมิ 150 °C ระยะเวลา 4 วัน
- 1.3.3 สังเคราะห์ซีโอไลต์ Fe/SUZ-4 ด้วยเทคนิค conventional ion-exchange โดยใช้ปริมาณ Fe ที่ 1 3 5 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก
- 1.3.4 เตรียมเมมเบรนซีโอไลต์ 5 wt.% Fe/SUZ-4 ด้วยวิธี spin dip coating บนตัวรองรับที่เป็น ทอแมลไลต์
- 1.3.5 ทดสอบประสิทธิภาพในการกำจัด NO ของซีโอไลต์ Fe/SUZ-4 ด้วยเครื่องปฏิกรณ์แบบ เบนนิ่ง (Fixed bed reactor) โดยใช้ก๊าซ H_2 เป็นตัวรีดิวซ์ ที่อุณหภูมิ 100-400 °C
- 1.3.6 ทดสอบประสิทธิภาพในการกำจัด NO ของเมมเบรนซีโอไลต์ Fe/SUZ-4 ด้วยเครื่อง ปฏิกรณ์เมมเบรน (Catalytic Membrane Reactor, CMR) โดยใช้ก๊าซ H_2 เป็นตัวรีดิวซ์
- 1.3.7 วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และจุลภาคของซีโอไลต์ Fe/SUZ-4 และเมมเบรน ซีโอไลต์ Fe/SUZ-4

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย

- 1.4.1 ทราบถึงสถานะที่ใช้ในการเตรียม Fe/SUZ-4 และเมมเบรนซีโอไลต์ Fe/SUZ-4 เพื่อใช้ในการกำจัด NO
- 1.4.2 ซีโอไลต์ Fe/SUZ-4 ที่สังเคราะห์ได้ สามารถใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในการกำจัด NO
- 1.4.3 เมมเบรนซีโอไลต์ Fe/SUZ-4 ที่สังเคราะห์ได้ สามารถใช้ในกระบวนการแยกก๊าซและ เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในการกำจัด NO
- 1.4.4 ได้องค์ความรู้ใหม่เกี่ยวกับการกำจัด NO โดยใช้เครื่องปฏิกรณ์แบบเบนนิ่ง และเครื่อง ปฏิกรณ์เมมเบรน
- 1.4.5 เพิ่มขีดความสามารถและพัฒนางานวิจัยเกี่ยวกับเมมเบรนซีโอไลต์ และสามารถนำ งานวิจัยไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์เชิงอุตสาหกรรมได้