ประสิทธิผลของตัวเร่งปฏิกิริยาซีโอไลต์แบบแลกเปลี่ยนไอออนและตัวเร่งปฏิกิริยาโลหะซิลิเกต ต่อการสลายตัวของแก๊สไนตริกออกไซด์

นายวิทยา เอ็งโอภาสนันท์

วิทยานิพนธ์เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2537

ISBN 974-584-929-4

PERFORMANCE OF ION-EXCHANGED ZEOLITE AND METALLOSILICATE CATALYSTS ON NITRIC OXIDE DECOMPOSITION

Mr. Wittaya Engopasanan

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Chemical Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1994

ISBN 974-584-929-4

Thesis Title	Performance of Ion-Exchanged Zeolite and Metallosilicate Catalysts on Nitric Oxide Decomposition
By	Wittaya Engopasanan
Department	Chemical Engineering
Thesis Advisor	Prof. Piyasan Praserthdam, Dr. Ing.
Thesis Co-Advisor	Dr.Suphot Phatanasri, Dr.Eng.

Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University in Partial Fulfillment of the Requirements for the Master's Degree

..... Dean of Graduate School

(Associate Professor Santi Thoongsuwan, Ph.D.)

Thesis Committee

.....Chairman

(Associate Professor Chirakarn Muangnapoh, Dr. Ing.)

.....Thesis Advisor

(Professor Piyasan Praserthdam, Dr. Ing.)

.....Thesis Co-Advisor

(Dr. Suphot Phatanasri, Dr. Eng.)

.....Member

(Assistant Professor Vichitra Chongvisal, Ph.D.)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

C416638 : MAJOR CHEMICAL ENGINEERING
KEY WORD: NO_x DECOMPOSITION/ ION-EXCHANGED ZEOLITES/ METALLOSILICATE/ EXHAUST GASES
WITTAYA ENGOPASANAN : PERFORMANCE OF ION-EXCHANGED ZEOLITE AND METALLOSILICATE CATALYSTS ON NITRIC OXIDE DECOMPOSITION, THESIS ADVISOR : PROF. PIYASAN PRASERTHDAM, Dr. Ing., THESIS CO-ADVISOR : DR. SUPHOT PHATANASRI, Dr. Eng. 172 pp. ISBN 974-584-929-4

In this study, the decomposition of NO over metal ion-exchanged zeolite and metallosilicate catalysts was investigated. NO in an atmosphere containing propane and large excess of O_2 was selectively reduced using ZSM-5, Cu-silicate and Fe-silicate catalysts. H-form, Cu/H-form, and Pt/H-forms of all the three catalysts were used in the experiments. Experimental results revealed that the catalytic activity for the decomposition of NO was in the following order: H-form > Cu/H-form > Pt/H-form. The results also indicated that the catalytic activity for the combustion of propane of Pt/H-form was the highest followed by H-form and Cu/H-form. For the ZSM-5 catalysts, the amount of Cu ion that can be exchanged was affected by time, temperature, and pH. It was observed that at the same pH value, the amount of Cu in Na-ZSM-5 and NH_4-ZSM-5 was approximately the same and higher than that of H-ZSM-5. The catalytic activity of Cu ion-exchanged ZSM-5 catalysts for the decomposition of NO was found to be dependent on the forms of ZSM-5 used in the copper ion exchange process. Maximum conversion of each catalyst was observed during the temperature of 300-450 °C. It was demonstrated, using NH_4-ZSM-5, H-ZSM-5, Na-ZSM-5, and Cu ion-exchanged catalysts, that the absence of oxygen increased the temperature for the maximum conversion of NO. The activities for NO + C_3H_8 reaction on Cu ion-exchanged ZSM-5 catalysts were affected by remaining cations, i.e., Na^+, NH_4^+, and H^+ in absence of O_2. The Cu/NH_4-ZSM-5 catalyst having NH_4^+ ion exhibited the highest activity for this reaction condition. On the other hand, the activities for the NO + C_3H_8 + O_2 system on Cu ion-exchanged ZSM-5 catalysts depended on copper content of catalysts.

ภาควิชา วิศวกรรมเคมี ลายมือชื่อนิสิต วิทยา เอ็งโอภาสนันท์

สาขาวิชา วิศวกรรมเคมี ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2537 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

วิทยา เอ็งโอภาสนันท์ : ประสิทธิผลของตัวเร่งปฏิกิริยาซีโอไลต์แบบแลกเปลี่ยนไอออนและตัวเร่งปฏิกิริยาโลหะซิลิเกตต่อการสลายตัวของแก๊สไนตริกออกไซด์ (PERFORMANCE OF ION-EXCHANGED ZEOLITE AND METALLOSILICATE CATALYSTS ON NITRIC OXIDE DECOMPOSITION) อ. ที่ปรึกษา : ศาสตราจารย์ ดร. ปิยะสาร ประเสริฐธรรม, อ. ที่ปรึกษาร่วม : อ. ดร. สุพจน์ พัฒนะศรี, 172 หน้า. ISBN 974-584-929-4

ในการศึกษานี้ได้ทำการวิจัยการสลายตัวของแก๊สไนตริกออกไซด์บนตัวเร่งปฏิกิริยาซีโอไลต์แบบแลกเปลี่ยนไอออนโลหะ (metal ion-exchanged zeolite) และ โลหะซิลิเกต (metallosilicate) แก๊สไนตริกออกไซด์ได้ถูกรีดิวซ์แบบเลือกเกิดในบรรยากาศที่มีแก๊สโพรเพนและแก๊สออกซิเจน โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา ZSM-5, ทองแดง-ซิลิเกต และ เหล็ก-ซิลิเกต ไฮโดรเจน-ฟอร์ม, ทองแดง/ไฮโดรเจน-ฟอร์ม, และ แพลทินัม/ไฮโดรเจน-ฟอร์ม ของตัวเร่งปฏิกิริยาทั้งสามแบบได้ถูกใช้ในการทดลอง ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ความว่องไวในการเร่งปฏิกิริยาสำหรับการสลายตัวของแก๊สไนตริกออกไซด์ เป็นตามลำดับดังนี้ ไฮโดรเจน-ฟอร์ม > ทองแดง/ไฮโดรเจน-ฟอร์ม > แพลทินัม/ไฮโดรเจน-ฟอร์ม ผลการทดลองได้แสดงความว่องไวในการเร่งปฏิกิริยาสำหรับ การเผาไหม้ของแก๊สโพรเพนของ แพลทินัม/ไฮโดรเจน - ฟอร์ม เป็นตัวสูงสุด ตามด้วย ไฮโดรเจน-ฟอร์ม, และ ทองแดง/ไฮโดรเจน-ฟอร์ม สำหรับตัวเร่งปฏิกิริยา ZSM-5 ปริมาณของทองแดงที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ ขึ้นอยู่กับผลของ เวลา, อุณหภูมิ, และ พีเอช พบว่าที่ค่าพีเอชเดียวกันปริมาณทองแดงใน Na-ZSM-5 และ NH_4-ZSM-5 มีค่าใกล้เคียงกันและสูงกว่า H-ZSM-5 ความว่องไวในการเร่งปฏิกิริยาของตัวเร่งปฏิกิริยา ZSM-5 แบบแลกเปลี่ยนไอออนทองแดง สำหรับการสลายตัวของ แก๊สไนตริกออกไซด์ได้พบว่าขึ้นอยู่กับฟอร์มของ ZSM-5 ที่ในกระบวนการแลกเปลี่ยนไอออนของทองแดง การเปลี่ยนแปลงสูงสุด (maximum conversion) ของแต่ละตัวเร่งปฏิกิริยาสังเกตได้อยู่ระหว่างช่วงอุณหภูมิ 300-450 °C จากการใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา NH_4-ZSM-5, H-ZSM-5, Na-ZSM-5 และ ตัวเร่งปฏิกิริยา ZSM-5 แบบแลกเปลี่ยนไอออนทองแดง ได้แสดงว่าในภาวะไม่มีออกซิเจนทำให้อุณหภูมิของการเปลี่ยนแปลงสูงสุดของแก๊สไนตริกออกไซด์จะเพิ่มขึ้น ความว่องไวสำหรับปฏิกิริยาแก๊สไนตริกออกไซด์ + แก๊สโพรเพน บนตัวเร่งปฏิกิริยา ZSM-5 แบบแลกเปลี่ยนไอออนทองแดง ได้รับผลจากแคต-ไอออนที่คงเหลือได้แก่ Na^+, NH_4^+, และ H^+ ภายใต้ภาวะที่ไม่มี แก๊สออกซิเจน ตัวเร่งปฏิกิริยา Cu/NH_4-ZSM-5 ที่มีไอออน NH_4^+ เป็นไอออนที่คงเหลือแสดงความว่องไวในการเร่งปฏิกิริยาสูงสุด ในทางตรงกันข้ามความว่องไวในการเร่งปฏิกิริยาสำหรับระบบแก๊ส ไนตริกออกไซด์ + โพรเพน + ออกซิเจน บนตัวเร่งปฏิกิริยา ZSM-5 แบบแลกเปลี่ยนไอออนทองแดง ขึ้นอยู่กับปริมาณของทองแดงของตัวเร่งปฏิกิริยา

ภาควิชา วิศวกรรมเคมี ลายมือชื่อนิสิต วิทยา เอ็งโอภาสนันท์

สาขาวิชา วิศวกรรมเคมี ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2537 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

ACKNOWLEDGMENTS

The author would like to express his gratitude to Professor Dr. Piyasan Praserthdam, his advisor, for his greatest guidance, valuable help, suggestions and supervision during this study. He wishes to give his sincerest gratitude to Dr. Suphot Phatanasri, his co-advisor, for his guidance, his kind help and encouragement. He is also grateful to Associate Professor Chirakarn Muangnapoh and Assistant Professor Vichitra Chongvisal for serving as chairman and members of the thesis evaluating committee, respectively.

His sincere thanks are made to Professor Tomoyuki Inui for his valuable help, Professor Masakazu Iwamoto for providing the articles from many journals from Japan, Mr. Thawatchai Majitnapakul for his valuable help and to the wonderful team of Catalysis Research Laboratory at the Department of Chemical Engineering, which had instantly provided encouragement and cooperation throughout this study.

Finally, the author would like to give his greatest thanks to his parents and everyone in his family for their continuous support and encouragement throughout this study.

CONTENTS

CHAPTER PAGE

CHAPTER PAGE

CHAPTER PAGE

LIST OF TABLES

TABLE PAGE

TABLE PAGE

LIST OF FIGURES

FIGURE PAGE

FIGURE PAGE

FIGURE PAGE

FIGURE PAGE

FIGURE PAGE