รชานนท์ กลอนดอน : การกำจัดมลพิษทางอากาศด้วยกระบวนการโฟโตคะตะไลติก โดยเคลือบสารผสมไทเทเนียมไดออกไซด์และซิลิกอนไดออกไซด์บนผิวเครื่องปั้นดินเผาด่านเกวียน (REMOVAL OF AIR POLLUTANTS BY PHOTOCATALYTIC PROCESS USING TiO_2-SiO_2 COATED DAN KWIAN POTTERY) อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์ ดร.สุพรรณี จันทร์ภิรมณ์, 180 หน้า.

งานวิจัยนี้ศึกษาการเตรียมวัสดุตัวเร่งปฏิกิริยาผสมระหว่าง ไทเทเนียมไดออกไซด์ กับซิลิกอนไดออกไซด์ และนำไปเคลือบลงบนผิวเครื่องปั้นดินเผาด่านเกวียนเพื่อกำจัดมลพิษทางอากาศ ได้แก่แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์และไอเบนซีนด้วยกระบวนการโฟโตคะตะไลซิส โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 5 ส่วนหลัก เริ่มจากส่วนแรกศึกษาการเตรียมซิลิกอนไดออกไซด์ จากแกลบข้าว โดยการนำแกลบแช่ในสารสะลายกรด 3 ชนิด ได้แก่ กรดไฮโดรคลอริก กรดซัลฟิวริก และกรดไนตริก หลังจากนั้นนำไปเผาที่อุณหภูมิ 400-1,000°C ในส่วนที่สองศึกษาการเตรียมไทเทเนียมไดออกไซด์บริสุทธิ์ด้วยวิธีการโซล-เจล และสังเคราะห์ที่อุณหภูมิ 400-600°C ในส่วนที่สามศึกษาการเตรียมวัสดุตัวเร่งปฏิกิริยาผสมระหว่างไทเทเนียมไดออกไซด์และซิลิกอนไดออกไซด์ ในสัดส่วนต่าง ๆ ด้วยวิธีการโซล-เจล ส่วนที่สี่ศึกษาการเคลือบวัสดุตัวเร่งปฏิกิริยาผสมลงบนผิวเครื่องปั้นดินเผาด่านเกวียนด้วยวิธีการจุ่มเคลือบ พ่นเคลือบ และเคลือบด้วยวิธีของชาวบ้านด่านเกวียน และทดสอบประสิทธิภาพในกระบวนการโฟโตคะตะไลซิสโดยการสลายแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์จากควันธูปและไอเบนซีน สำหรับการศึกษาในส่วนสุดท้ายคือการจำลองกระบวนการโฟโตคะตะไลซิสเบื้องต้นโดยอาศัยวิธีการมอลติคาร์โล

ผลการศึกษาเป็นดังนี้ ในส่วนแรก พบว่าซิลิกอนไดออกไซด์บริสุทธิ์ที่เหมาะสมในงานวิจัยนี้เตรียมได้จากการแช่แกลบในสารละลายกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 0.5M เผาที่อุณหภูมิ 600°C ให้ค่าพื้นที่ผิวจำเพาะสูงสุดเท่ากับ 301.76 m^2/g ความบริสุทธิ์สูงเท่ากับ 98.4% ซึ่งมีโครงสร้างผลึกเป็นอสัณฐาน ในส่วนที่สองพบว่าสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการเตรียมไทเทเนียมไดออกไซด์บริสุทธิ์ในงานวิจัยนี้คือสังเคราะห์ด้วยอุณหภูมิ 500°C ได้ไทเทเนียมไดออกไซด์บริสุทธิ์ 100% มีโครงสร้างผลึกเป็นอนาเทส 19.8% และรูไทล์ 80.2% มีขนาดอนุภาคเฉลี่ยประมาณ 10 μm และพื้นที่ผิวจำเพาะเท่ากับ 12.86 m^2/g ซึ่งผลการทดสอบประสิทธิภาพในกระบวนการโฟโตคะตะไลซิส พบว่าสามารถสลายเมทิลีนบลูสูงสุดเท่ากับ 95.2% ในเวลา 12 ชั่วโมง ในส่วนที่สาม การเตรียมวัสดุตัวเร่งปฏิกิริยาผสม ซึ่งเตรียมด้วยสภาวะเดียวกับการเตรียมไทเทเนียมไดออกไซด์บริสุทธิ์ พบว่าสัดส่วนของปริมาณไทเทเนียมไดออกไซด์ต่อซิลิกอนไดออกไซด์เท่ากับ 1 : 1 ให้ประสิทธิภาพในการสลายเมทิลีนบลูสูงสุดเท่ากับ 95.5% ในเวลา 3 ชั่วโมง และสามารถหาความสัมพันธ์กับสมการแลงเมียร์-

ฮินเชลวูด โดยมีค่าคงที่ K_{LH}=0.261 L/mg และค่า k_r=0.135 mg/L-min ผลการศึกษาในส่วนที่สี่ซึ่งทำการเคลือบตัวเร่งปฏิกิริยาผสมสัดส่วน 1:1 ลงบนผิวเครื่องปั้นดินเผาด่านเกวียนด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน 3 วิธี พบว่าวิธีการเคลือบแบบจุ่มเคลือบและพ่นเคลือบ ด้วยสูตรผสมที่ 2 (ตัวเร่งปฏิกิริยาผสม 4 กรัมและผงดินละเอียด 3 กรัม) มีประสิทธิภาพในการสลายแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ใกล้เคียงกัน คือ 6.7 และ 7.4% ในเวลา 5 ชั่วโมง ตามลำดับ สำหรับการทดสอบการสลายไอเบนซีน ทดสอบโดยใช้ชิ้นงานเครื่องปั้นดินเผาด่านเกวียนที่เคลือบด้วยสูตรที่ 2 ของวิธีจุ่มเคลือบ พบว่ามีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้นจากการสลายไอเบนซีนเท่ากับ 0.3% และผลการศึกษาในส่วนท้ายสุดการจำลองกระบวนการโฟโตคะตะไลซิสอย่างง่าย พบว่าตัวแปรที่มีผลต่อประสิทธิภาพของกระบวนการโฟโตคะตะไลซิสคือขนาดของระบบจำลอง ระยะทางในการจำลองการเคลื่อนที่ของแต่ละโมเลกุล และปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาในระบบจำลอง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี ลายมือชื่อนักศึกษา_____

ปีการศึกษา 2556 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา_____

RACHANON KLONDON : REMOVAL OF AIR POLLUTANTS BY PHOTOCATALYTIC PROCESS USING TiO_2-SiO_2 COATED DAN KWIAN POTTERY. THESIS ADVISOR : SUPUNNEE JUNPIROM, Ph.D., 180 PP.

PHOTOCATALYTIC PROCESS/SEMICONDUCTOR/TiO_2/SiO_2/DAN-KWIAN POTTERY/MONTE CARLO SIMULATION

This work aimed to study the preparation of TiO_2-SiO_2 composite photocatalyst. This photocatalyst was coated on Dan Kwian pottery and applied to degrade air pollutants i.e. carbon monoxide (CO) and benzene vapor (C_6H_6) by photocatalysis. There are five main parts of this work. The first part is the preparation of SiO_2 from rice husk by impregnation in different 3 acids and further calcination at temperature in the range of 400-1,000°C. These acids are HCl, H_2SO_4 and HNO_3. The second part is TiO_2 preparation by using sol-gel method with variation of calcination temperature between 400-600°C. The third part is the preparation of composite photocatalyst by adding SiO_2 into TiO_2 preparation process with variation the mass ratio of TiO_2 and SiO_2. The fourth part is the study of the coating effect of composite photocatalyst on the Dan Kwian pottery surface by using dip coating, spray coating and hand coating. The photocatalytic activity of coated samples was investigated by degradation of CO generated from incense and C_6H_6. Finally, the last part is the preliminary study on simple simulation of pollutant degradation by the photocatalysis based on Monte Carlo algorithms.

The first part gave the optimum condition to prepare the SiO_2 which is the impregnation with 0.5M of H_2SO_4 and calcination at 600°C. The obtained SiO_2 has

highest specific surface area of 301.76 m^2/g, 98.4% purity with an amorphous structure. The second part provided the optimum condition to produce TiO_2 is calcination at 500°C. Structure of this TiO_2 was found to consist of 19.8% anatase and 80.2% rutile, with an average particle size of 10 μm and specific surface area of 12.86 m^2/g. Its photocatalytic activity for methylene blue (MB) degradation is 95.2% for 12 hours. In the third part, the composite photocatalyst of the TiO_2-SiO_2 mass ratio 1:1 gave the highest efficiency of 95.5% MB degradation within 3 hours. The experimental data are in good agreement with Langmuir-Hinshelwood equation with the optimized parameters of K_{LH}=0.261 L/mg and k_r=0.135 mg/L-min. This best composite photocatalyst was then selected to coat on the surface of Dan Kwian pottery with 3 different methods for coating. It was found that the dip coating and spray coating with the coated slip No.2 (4g of composite photocatalyst and 3g of clay) gave the similar efficiency of CO degradation for 6.7 and 7.4% within 5 hours, respectively. The dip coated surface was further used to degrade the C_6H_6 vapor. It was observed that the CO_2 was generated about 0.3% during the C_6H_6 degradation. From the last part, the photocatalytic process can be simulated by the Monte Carlo simulation. The main parameters of the simulation are the system volume, the moving distance of molecules and the catalyst loading.

School of Chemical Engineering Student's Signature _____

Academic Year 2013 Advisor's Signature _____