รายงานการวิจัย

เรื่อง

การกำจัดทูโลอีนในอากาศด้วยไททาเนียมไดออกไซด์ (TiO_2) ในปฏิกรณ์โฟโตคะตะไลติก

Toluene Removal from Air by Titanium Dioxide (TiO_2) in Photocatalytic Reactor

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
วิทยาเขตหาดใหญ่

คณะผู้วิจัย ผศ.ดร.จันทิมา ชั่งสิริพร (หัวหน้าโครงการ)
รศ.ดร.จรัญ บุญกาญจน์
นางจรรยา อินทมณี

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย จากเงินรายได้
คณะวิศวกรรมศาสตร์ ประจำปีงบประมาณ 2550

บทคัดย่อ

โทลูอีนเป็นสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายที่มีการใช้เป็นตัวทำละลายในโรงงานอุตสาหกรรมในปริมาณมาก จึงทำให้เกิดการระเหยของโทลูอีนและปล่อยสู่บรรยากาศ ส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อสิ่งแวดล้อมในรูปแบบต่างๆ ได้แก่ เป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของคนและสัตว์ ทำลายพืช ทำลายชั้นบรรยากาศของโลก และทำให้เกิดภาวะโลกร้อน เป็นต้น เทคโนโลยีที่ใช้สำหรับการกำจัดมลพิษในอากาศจึงเป็นสิ่งจำเป็น งานวิจัยนี้จึงทำการศึกษากระบวนการโฟโตคะตะไลติก (photocatalytic) ที่ใช้คะตะลิสต์ชนิดไททาเนียมไดออกไซด์ (TiO_2) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ในการบำบัดอากาศเสียที่ปนเปื้อนด้วยโทลูอีน ซึ่งเป็นการทำให้โทลูอีนเปลี่ยนเป็นสารที่ไม่มีอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมจากการดำเนินการ 2 ขั้นตอนหลัก คือ การดูดซับโทลูอีนจากอากาศเสียลงบนพื้นผิวของคะตะลิสต์และการเกิดปฏิกิริยาโฟโตออกซิเดชันของโทลูอีนโดยใช้หลอด UV เป็นแหล่งกำเนิดแสง มีการเตรียมคะตะลิสต์ด้วยเทคนิคโซล-เจล ด้วยสัดส่วนการเตรียมโซลที่เหมาะสมของ TIPO: 2-Propanol เป็น 1:40 มีอุณหภูมิการเผาเจลที่ทำให้คะตะลิสต์มีโครงสร้างผลึก 100% อะนาเทส (anatase) ที่ 500°C การใช้เทคนิคโซล-เจลทำให้ได้ฟิล์มของคะตะลิสต์ที่สามารถยึดเกาะบนตัวกลางโดยไม่ต้องใช้สารเชื่อมประสาน ตัวกลางชนิดใยแก้วเป็นตัวกลางที่เหมาะสมสำหรับการเคลือบคะตะลิสต์ด้วยวิธีการจุ่มในโซลของคะตะลิสต์ เพื่อการนำตัวกลางคะตะลิสต์ไปบรรจุในปฏิกรณ์โฟโตคะตะลิสต์สำหรับการบำบัดโทลูอีนในกระแสอากาศเสีย และเผาตัวกลางใยแก้วที่อุณหภูมิ 500°C จากการศึกษาผลของตัวแปรดำเนินการต่อการกำจัดโทลูอีนในอากาศเสียของปฏิกรณ์โฟโตคะตะลิสต์ที่ความเข้มข้น 100-700 ppm พบว่า ระบบมีประสิทธิภาพในการกำจัดโทลูอีนที่สูงขึ้นเมื่อลดอัตราการไหลของอากาศเสียให้ต่ำลง เพิ่มปริมาณคะตะลิสต์ในปฏิกรณ์ในปริมาณที่มากขึ้น เพิ่มจำนวนหลอด UV ที่ติดตั้งที่รอบปฏิกรณ์ และลดความเข้มข้นของโทลูอีนในอากาศเสีย โดยเมื่อความเข้มข้นของโทลูอีนในอากาศเสียลดลงจะทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาลดลง เนื่องจากการลดความเข้มข้นของสารตั้งต้นจะส่งผลให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาลดต่ำลงด้วย จากผลการดำเนินการทำให้ได้สภาวะที่เหมาะสมในการกำจัดโทลูอีนในอากาศเสีย คือ การใช้คะตะลิสต์ในปฏิกรณ์ 9.0 g/l ใช้ปริมาณหลอด UV 6 หลอด ซึ่งมีกำลัง 48 วัตต์ ค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเสียที่ป้อนเข้าระบบเป็น 20-40% และอัตราการไหลของอากาศเสียเป็น 2.3 l/min ซึ่งจะทำให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุดในการกำจัดโทลูอีนในอากาศเสียเป็น 60% และมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันเป็น 3.5 $mol/m^3.h$

Abstract

Air pollution caused by releasing of toluene, volatile organic compounds (VOCs), is an important environmental problem effect to environment and human health. The toluene emission indirectly influences climate change as the formation of the greenhouse gas in the presence of nitrogen oxides. Therefore, efficient and economical of air pollution treatment has increased attention. Photocatalytic oxidation is one method that can degrade the toluene using titanium dioxide (TiO_2) as a catalyst. Therefore, this study was to investigate in preparation of the catalyst by sol-gel technique and determination of toluene removal efficiency in waste air by the photocatalytic plug flow reactor. The reactant mole ratio (titanium isopropoxide (TIPO):2–Propanol) for TiO_2 sol-gel formation was 1:40. The sol-gel of TiO_2 was deposited to form thin films on the substrate of fiberglass by dip-coating and calcined at temperature of 500°C to transform to anatase phase. The toluene concentration in the waste air used in the photocatalytic reactor study was controlled at 100-700 ppm. The dependency of the toluene removal efficiency on several key influence factors was studied in the photocatalytic reactor. The lower air flow rates favour higher degree of toluene disappearance with constant reaction rate. The percent of toluene removal decreased with the increase in toluene inlet concentration and air flow rate. The increasing in catalyst loading and UV light intensity was increase the toluene removal efficiency. All the results illustrate that all studied parameters play an important role in the oxidation of toluene. The catalyst could be regenerated by UV irradiation to give a constant toluene removal efficiency. The optimal conditions were relative humidity of 20-40%, 6 UV lamps (48 W), air flow rate of 2.3 l/h, and catalyst loading of 9 g/l with the highest toluene removal efficiency of 60% and oxidation rate of 3.5 $mol/m^3.h$.