บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการปรับปรุงตัวเร่งปฏิกิริยาไทเทเนียมไดออกไซด์รูปท่อนาโน (TiO_2 nanotubes) ที่สังเคราะห์ด้วยเทคนิคแอโนดไดซ์เซชัน (anodization) การปรับปรุงตัวเร่งปฏิกิริยาจะใช้แอนติโมนีไตรซัลไฟด์ (Sb_2S_3) ด้วยวิธีโฟโตเดปโพซิชัน (photodeposition) จะได้ตัวเร่งปฏิกิริยาที่ตอบสนองต่อแสงวิซิเบิลหลังการปรับปรุงแล้ว และจะถูกใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาแสงในการศึกษาการฆ่าเชื้อโรคในน้ำด้วยกระบวนการโฟโตคะตะไลซิส (photocatalysis) ผลจากการวิเคราะห์ด้วยกล้อง FE-SEM พบว่า ทั้งไททาเนียมไดออกไซด์ (TiO_2) และไททาเนียมไดออกไซด์ที่ปะติดด้วยแอนติโมนีไตรซัลไฟด์ (TiO_2/Sb_2S_3) มีลักษณะพื้นผิวเห็นเป็นท่อชัดเจน อย่างไรก็ตามการใช้โหมด EDX ในเทคนิค XRF พบว่า ตัวเร่งปฏิกิริยา TiO_2/Sb_2S_3 มีธาตุของ Sb และ S กระจายอยู่ทั่วผิวของตัวเร่งปฏิกิริยา ปริมาณธาตุ Sb และ S จะมีสัดส่วนเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการโฟโตเดปโพซิชัน สำหรับการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค XRD พบผลึกแบบอนาเทสของไททาเนียมไดออกไซด์ และเกิดเป็นโครงสร้างผลึกคริสตัลของแอนติโมนีไตรซัลไฟด์ การใช้เทคนิค UV-VIS (DRS) พบว่า เส้นการดูดกลืนแสงของ TiO_2/Sb_2S_3 ตอบสนองต่อช่วงแสงวิซิเบิลได้มากกว่า TiO_2 แต่การดูดกลืนแสงของทั้งสองตัวอย่างจะใกล้เคียงกันตั้งแต่หลังจากระยะเวลาการโฟโตเดปโพซิชันที่ 15 นาที ดังนั้นในการศึกษาต่อไปตัวเร่งปฏิกิริยา TiO_2/Sb_2S_3 ที่ใช้เวลาการโฟโตเดปโพซิชันที่ 15 นาที จะถูกนำไปศึกษาการฆ่าเชื้อโรคในน้ำด้วยกระบวนการโฟโตคะตะไลซิส ผลการศึกษาพบว่า ในการศึกษาผลของตัวเร่งปฏิกิริยาการฆ่าเชื้อโรคในน้ำ TiO_2/Sb_2S_3 จะให้ประสิทธิภาพที่ดีกว่า TiO_2 ทั้งในการศึกษากับเชื้อ *E.coli* และ *Fecal Streptococcus* ในการศึกษาพื้นที่ผิวของ TiO_2/Sb_2S_3 ในช่วง 0- 75 ตารางเซนติเมตรต่อประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อโรค พบว่ายิ่งมีปริมาณของพื้นที่ผิวมากประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรค (*E.coli*) ในน้ำก็จะสูงขึ้นตามไปด้วย ในการศึกษาอัตราการไหลของน้ำที่ไหลผ่าน TiO_2/Sb_2S_3 ในช่วง 130 -500 มิลลิลิตร/นาที พบว่ายิ่งใช้อัตราการไหลที่สูงขึ้นประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรคในน้ำก็จะสูงขึ้นตามไปด้วย จากการศึกษาเสถียรภาพของตัวเร่งปฏิกิริยาพบว่า TiO_2/Sb_2S_3 สามารถใช้ได้เป็นระยะเวลานานและใช้ซ้ำได้หลายรอบ โดยที่ตัวเร่งปฏิกิริยาไม่มีการหลุดของตัวเร่งปฏิกิริยาและยังคงรักษาสมรรถนะในการฆ่าเชื้อโรคได้ดี การศึกษาค่าจลนพลศาสตร์ในการฆ่าเชื้อโรคด้วยกระบวนการโฟโตคะตะไลซิสโดยใช้สมการแลงเมียร์-ฮินเชลวูด พบว่า k_r เท่ากับ 2.5×10^5 เซลล์/100 มิลลิลิตร-นาที และ K_L เท่ากับ 1.4×10^{-21} เซลล์/100 มิลลิลิตร-นาที

Abstract

This research aims to study the modification of titanium dioxide nanotube photocatalyst which was synthesized by anodization technique. The catalyst modification was conducted by using antimony trisulfide (Sb_2S_3) via photodeposition process. The visible light responsive photocatalyst was expected after modification and using as photocatalyst in the water disinfection study by photocatalysis process. The FE-SEM analyzer shows that both of TiO_2 and TiO_2/Sb_2S_3 clearly formed nanotube on the surface. However, when using the EDX mode in XRF technique found that, TiO_2/Sb_2S_3 catalysts have Sb and S elements scattered throughout the catalyst surface. The number of Sb and S elements increased with the times in the photodeposition process. For XRD analysis found that the anatase phase structure of titanium dioxide was obtained and crystallinity structure of antimony trisulfide was occurred. The UV-VIS (DRS) technique shown that the absorption spectra of TiO_2/Sb_2S_3 response to the visible region more than bare TiO_2, but the spectra were close together after 15 minutes photodeposition. So in the next experiment, TiO_2/Sb_2S_3 15 minutes used on water disinfection by photocatalysis. The results show that, TiO_2/Sb_2S_3 shows better disinfection efficacy more than bare TiO_2 for both *E. coli* bacteria and *Fecal Streptococcus* bacteria. The effect of catalyst surface areas in the range of 0-75 cm^2 on the disinfection efficiency found that, the higher surface area of TiO_2/Sb_2S_3 lead to the higher disinfection efficacy of the photocatalysis process. For the effect of water flow rate over the TiO_2/Sb_2S_3 in the range of 130-500 ml/min on the disinfection efficiency found that at the higher flow rate shows the higher disinfection efficiency. From catalysts stabilities study found that TiO_2/Sb_2S_3 could be used for a long time and can be reuse in several times without damages of the catalyst and still keep good disinfection performances. The study on the kinetics of water disinfection by photocatalysis process using the Langmuir-Hinshelwood equation found that k_r was 2.5×10^5 cell/100 ml-min and K_L was 1.4×10^{-21} cell/100 ml-min.