หัวข้อวิทยานิพนธ์	การปรับปรุงสมรรถนะการเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาโดยแสงของสารประกอบซิลเวอร์วานาเดตภายใต้การฉายแสงที่เห็นได้
ผู้เขียน	นางสาว กัลยาวัสถ์ วังคะวงษ์
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เคมี)
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร. บูรภัทร์ อินทรีย์สังวร

บทคัดย่อ

ตัวเร่งปฏิกิริยาโดยแสงของสารประกอบซิลเวอร์วานาเดตในการย่อยสลายเมทิลลีนบลูได้ถูกพัฒนาสมรรถนะให้สูงขึ้นโดยการทำคอมโพสิทกับสารประกอบโคบอลต์ไททาเนต พบว่าสารคอมโพสิทมีความสามารถในการย่อยสลายเมทิลลีนบลูได้ดีกว่าสารบริสุทธิ์ทั้งสอง ที่เป็นองค์ประกอบของสารคอมโพสิท สารคอมโพสิทระหว่างสารประกอบซิลเวอร์วานาเดตและโคบอลต์ไททาเนตจะถูกสังเคราะห์ด้วยวิธีไฮโดรเทอมอลซึ่งจะทำให้เกิดแรงกระทำระหว่างผิวสัมผัสของสารประกอบทั้งสองได้ดี และเป็นประโยชน์ต่อการถ่ายเทประจุในระบบของตัวเร่งปฏิกิริยาโดยแสง กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่านแสดงให้เห็นว่า อนุภาคขนาดเล็กของซิลเวอร์วานาเดตเกาะอยู่บนอนุภาคโคบอลต์ไททาเนตที่มีผิวเรียบ ซึ่งบ่งชี้ถึงผิวสัมผัสของอนุภาคทั้งสอง ในงานวิจัยนี้ตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีปริมาณร้อยละโดยน้ำหนักของสารประกอบซิลเวอร์วานาเดตต่อสารประกอบโคบอลต์ไททาเนตที่ร้อยละ 10, 30, 50, 70 และ 90 จะถูกนำไปทดสอบสมรรถนะในการย่อยสลายเมทิลลีนบลูภายใต้แสงที่มองเห็นได้ จากผลการทดลองพบว่าสารประกอบซิลเวอร์วานาเดตที่ร้อยละ 50 โดยน้ำหนักมีประสิทธิภาพในการย่อยสลายเมทิลลีนบลูได้มากที่สุด ทั้งนี้เนื่องมาจากสารคอมโพสิทมีการถ่ายเทประจุที่มีประสิทธิภาพระหว่างสารประกอบทั้งสอง ส่งผลให้เกิดการแยกตัวกันของคู่อิเล็กตรอนและโฮล ทำให้คู่อิเล็กตรอนและโฮลสามารถไปเกิดอันตรกิริยากับสารอื่น เพื่อผลิตสปีชีส์ที่เกี่ยวข้องต่อการย่อยสลายเมทิลลีนบลูได้มากขึ้น จึงส่งผลให้การย่อยสลายของเมทิลลีนบลูในระบบของสารคอมโพสิทเกิดได้ดีขึ้น ทั้งนี้สามารถยืนยันได้จากปริมาณการคายแสงฟลูออเรสเซนต์ที่เกิดจากการรวมตัวกันของคู่อิเล็กตรอนและโฮลจากเทคนิคโฟโตลูมิเนสเซนส์ พบว่าในสารคอมโพสิทแสดงความเข้มแสงที่คายออกมาต่ำที่สุด เนื่องจากมีปริมาณการรวมตัวระหว่างคู่อิเล็กตรอนและโฮลน้อย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การพัฒนาการย่อยสลายเมทิลลีนบลูของสารคอมโพสิทสามารถอธิบายโดยแผนผังชั้นระดับพลังงานของสารที่นำมาคอมโพสิททั้งสอง ซึ่งคำนวณได้จากเทคนิคเอ็กซ์เรย์โฟโตอิเล็กตรอนสเปกโตรสโกปี พบว่าสารคอมโพสิทเป็นสารเฮทเทอโรจังชันแบบที่สอง

นอกจากนี้ หน้าที่ของสารประกอบแต่ละตัวในสารคอมโพสิทยังถูกทดสอบประสิทธิภาพในการดูดกลืนแสงโดยการใช้แผ่นกรองแสงที่สามารถคัดเลือกช่วงของแสงที่ทะลุผ่านได้ ทั้งนี้พบว่าโคบอลท์ไททาเนตทำหน้าที่เป็นตัวช่วยในการเพิ่มช่วงของการดูดกลืนแสงในสารคอมโพสิท และมีส่วนทำให้ประสิทธิภาพในการย่อยสลายถูกพัฒนา นอกจากนี้สปีชีส์หลักที่ทำหน้าที่ในการย่อยสลายเมทิลลีนบลูจะถูกหาโดยวิธีทางอ้อมโดยการเติมสารจับสปีชีส์ชนิดต่างๆ และศึกษาการย่อยสลายของเมทิลลีนบลูที่เปลี่ยนแปลงไป พบว่าสารคอมโพสิทย่อยสลายเมทิลลีนบลูลดลงอย่างเห็นได้ชัดเมื่อมีการเติมสารดักจับโฮล ในขณะที่การย่อยสลายลดลงเล็กน้อยเมื่อมีการเติมสารดักจับไฮดรอกซิลเรดิคอลและซุปเปอร์ออกไซด์เรดิคอล แสดงให้เห็นว่าโฮลเป็นสปีชีส์สำคัญในระบบของการย่อยสลายสีย้อมเมทิลลีนบลูเมื่อใช้สารคอมโพสิทระหว่างซิลเวอร์วานาเดตต่อโคบอลต์ไททาเนตร้อยละ 50

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Thesis Title	Improvement of Photocatalytic Performance of Silver Vanadate Compound Under Visible Light Irradiation
Author	Miss Kanlayawat Wangkawong
Degree	Master of Science (Chemistry)
Advisor	Dr. Burapat Inceesungvorn

ABSTRACT

The enhanced photoactivity of visible-light-driven Ag_3VO_4 photocatalyst in methylene blue degradation is improved through composite formation with $CoTiO_3$. The $Ag_3VO_4/CoTiO_3$ hybrid system shows significantly higher activity than the corresponding individual materials. The composite is synthesized via hydrothermal method to obtain the strong interaction between both materials which is beneficial to charge transfer in photocatalytic system. TEM images illustrate that small Ag_3VO_4 particles adhere on the smooth $CoTiO_3$ surface, indicating a close interfacial interaction between the two materials. Various ratios of Ag_3VO_4 to $CoTiO_3$ at 10, 30, 50, 70 and 90 wt% are tested for the photocatalytic activity under visible light irradiation. It is found that 50 wt% of $Ag_3VO_4/CoTiO_3$ shows the highest activity in methylene blue degradation. This excellent performance ascribes to the efficient charge transfer of the coupling system, hence an effective charge separation. Owing to these separated photoexcited electron-hole pairs, more active species are produced in the system leading to enhanced photoactivity of the composite. The improved charge separation is verified by a very low photoluminescence intensity due to poor electron-hole recombination process. Such enhanced charge transfer is ascribed to the formation of Type-II heterostructured material as investigated by X-ray photoelectron spectroscopy.

The role of individual materials in photocatalytic mechanism is investigated by using optical filters with different cut-off wavelengths. The results clearly suggest that $CoTiO_3$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

helps increase a light absorption range of the composite, leading to improved photoactivity. In addition, the main active species for methylene blue degradation process is also determined by an indirect method in which trapping scavengers of each species are added individually. It is clearly observed that reduced activity is found when hole scavenger is added; whereas, a slight decrease of photoactivity is found when hydroxyl radical and superoxide radical scavengers are added. Therefore, it can be concluded that hole is the main active species in methylene blue degradation over 50 wt% $Ag_3VO_4/CoTiO_3$.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved