หัวข้อวิทยานิพนธ์	การใช้ไททาเนียมไดออกไซด์เป็นสารเคลือบผิวดูดกลืนของระบบทำน้ำร้อนพลังงานรังสีอาทิตย์ เพื่อยับยั้งแบคทีเรียในน้ำเสีย
หน่วยกิต	12
ผู้เขียน	นางสาวฟิสิกส์ อุดมทรัพย์
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ. ดร.ศิริชัย เทพา
	ผศ. ดร.จิรศักดิ์ คงเกียรติขจร
หลักสูตร	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีพลังงาน
สายวิชา	เทคโนโลยีพลังงาน
คณะ	พลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ
พ.ศ.	2555

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาประสิทธิภาพของตัวรวมรังสีอาทิตย์รูปประกอบพาราโบลาแบบไม่สมมาตร (ACPC) โดยการใช้ความร้อนจากรังสีอาทิตย์เป็นตัวกลางในการเพิ่มอุณหภูมิให้แก่น้ำภายในระบบ และผลของการใช้ไททาเนียมไดออกไซด์ (TiO_2) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาแบบใช้แสงร่วม (Photocatalysis) เพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียในน้ำเสีย โดยมีการประยุกต์ใช้ตัวรวมรังสีอาทิตย์แบบ ACPC ซึ่งตัวรวมรังสีอาทิตย์ขนาดใหญ่มีพื้นที่ 0.30 x 0.58 m^2 วางหันมาทางทิศใต้ และตัวรวมรังสีอาทิตย์ขนาดเล็กมีพื้นที่ 0.30 x 0.30 m^2 วางหันมาทางทิศเหนือ ซึ่งทั้งสองขนาดได้ทำการหุ้มฉนวนด้านหลัง และใช้แผ่นดูดกลืนรังสีอาทิตย์ที่เคลือบด้วยไททาเนียมไดออกไซด์ (TiO_2) ซึ่งทำด้วยแผ่นสแตนเลสที่มีความหนา 3 nm ขนาด 0.22 x 0.25 m^2 เคลือบด้วย TiO_2 หนา 250 nm บรรจุอยู่บนฐานของกล่องอะคริลิกใสขนาดกล่อง0.24 x 0.27 m^2 โดยอะคริลิกที่นำมาทำกล่องนั้นมีความหนา 0.5 mm ซึ่งบรรจุน้ำเสีย 4.93 L โดยผลการทดสอบของการใช้ตัวรวมรังสีอาทิตย์แบบ ACPC ร่วมกับชุดทดสอบที่มีแผ่นดูดกลืนรังสีอาทิตย์เคลือบ TiO_2 มีค่าประสิทธิภาพทางความร้อนสูงกว่าชุดทดสอบที่มีแผ่นดูดกลืนรังสีอาทิตย์เคลือบสีดำด้านเป็นชุดควบคุม มีค่าเท่ากับ 47.38 และ 40.98 ตามลำดับ โดยอุณหภูมิน้ำที่ได้จากตัวรวมรังสีอาทิตย์แบบ ACPC ร่วมกับแผ่นดูดกลืนรังสีอาทิตย์เคลือบ TiO_2 มีค่าสูงกว่า ชุดทดสอบที่มีแผ่นดูดกลืนรังสีอาทิตย์เคลือบสีดำด้าน ณ เวลา 13.33 น. อุณหภูมิน้ำมีค่าสูงสุดเท่ากับ 52.3 ^{O}C มีค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 975.6 W/m^2 และ มีค่าสูงสุดเท่ากับ 44.8 ^{O}C มีค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 997.71 W/m^2 ณ เวลา 13.03 น. ตามลำดับ ดังนั้น ความแตกต่างของอุณหภูมิน้ำของชุดทดสอบที่มีแผ่นดูดกลืนรังสีอาทิตย์เคลือบ TiO_2 และชุดควบคุม เท่ากับ 1.0-7.5 ^{O}C

ในกรณีของการทดสอบการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียในน้ำเสีย พบว่า การทดลองที่ใช้ตัวรวมรังสีอาทิตย์แบบ ACPC ร่วมกับแผ่นดูดกลืนรังสีอาทิตย์เคลือบ TiO_2 มีประสิทธิภาพสามารถลดจำนวนของเชื้อแบคทีเรียในน้ำเสียได้จากเริ่มต้น 1.70×10^6 CFU/ml หลังผ่านกระบวนการเป็น 3.4×10^5 CFU/ml เมื่ออุณหภูมิแผ่นดูดกลืนรังสีอาทิตย์ที่เคลือบด้วย TiO_2 และอุณหภูมิน้ำเสีย เท่ากับ 48.66 ^{O}C และ 46.25 ^{O}C ตามลำดับ และค่าความเข้มรังสีอาทิตย์เฉลี่ยเท่ากับ 659.38 W/m^2 ซึ่งลดลงมากถึง 5 เท่าของการทดสอบที่ใช้ตัวรวมรังสีอาทิตย์แบบ ACPC ร่วมกับแผ่นดูดกลืนรังสีอาทิตย์ที่เคลือบสีดำด้านเป็นชุดควบคุม ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อใช้ทำนายการถ่ายโอนความร้อนของน้ำในระบบทำน้ำร้อน ซึ่งผลของการศึกษาพบว่า ผลของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เมื่อเทียบกับการทดลองมีความสอดคล้องกัน โดยความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของอุณหภูมิน้ำที่ใช้แผ่นดูดกลืนรังสีอาทิตย์เคลือบสีดำเป็นชุดควบคุม มีค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุด 2.5% และอุณหภูมิน้ำที่ใช้แผ่นดูดกลืนรังสีอาทิตย์เคลือบ TiO_2 มีค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุด 3.3% และเมื่อนำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ศึกษาต่อเพื่อทำนายอุณหภูมิน้ำเมื่อมีการเพิ่มพื้นที่ขนาดของอุปกรณ์ต่างๆ ของระบบ พบว่า สามารถทำอุณหภูมิน้ำได้สูงสุดเมื่อใช้ชุดทดสอบที่มีแผ่นดูดกลืนรังสีอาทิตย์เคลือบ TiO_2 เท่ากับ 50.6 ^{O}C มีค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 929.4 W/m^2 ณ เวลา 12.03 น. และอุณหภูมิน้ำสูงสุดเมื่อใช้ชุดทดสอบที่มีแผ่นดูดกลืนรังสีอาทิตย์เคลือบสีดำด้านเป็นชุดควบคุม เท่ากับ 54 ^{O}C มีค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ 1000 W/m^2 ณ เวลา 12.33 น. รวมทั้งแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการทำนายอุณหภูมิน้ำของระบบทำน้ำร้อนในแต่ละเดือนตลอดทั้งปี พบว่า เดือนที่สามารถทำอุณหภูมิน้ำให้ได้สูงที่สุด คือ เมษายน โดยอุณหภูมิน้ำของชุดทดสอบที่มีแผ่นดูดกลืนรังสีอาทิตย์เคลือบสีดำด้านเป็นชุดควบคุม และชุดทดสอบที่มีแผ่นดูดกลืนรังสีอาทิตย์เคลือบ TiO_2 มีค่าเท่ากับ 50.73 ^{O}C และ 50.72 ^{O}C ตามลำดับ และมีค่ารังสีอาทิตย์เฉลี่ยเท่ากับ 902 W/m^2

คำสำคัญ: การยับยั้งเชื้อแบคทีเรียในน้ำเสีย/ตัวรวมรังสีอาทิตย์รูปประกอบพาราโบลาไม่สมมาตร/ไททาเนียมไดออกไซด์/ประสิทธิภาพตัวรวมรังสีอาทิตย์

Thesis Title	Inhibit Bacteria in Wastewater with Solar Water Heating System, which Use Titanium Dioxide as Coating Materials for Absorbers
Thesis Credits	12
Candidate	Miss Physics Udomsup
Thesis Advisors	Assoc. Prof. Dr. Sirichai Thepa
	Asst. Prof. Dr. Jirasak Kongkiattikajorn
Program	Master of Science
Field of Study	Energy Technology
Department	Energy Technology
Faculty	School of Energy, Environment and Materials
B.E.	2555

Abstract

This research aims to study thermal efficiency of Asymmetry Compound Parabolic Concentrator (ACPC), which obtained heat from solar radiation to increase water temperature and using ACPC with titanium dioxide (TiO_2) as a catalyst in photocatalysis for inhibiting bacterial in waste water. The larger area of ACPC was 0.30x0.58 m^2, which was placed to orientate on south and the smaller area of it was 0.3x0.3 m^2, which was placed to orientate north. The back of both plate were covered by insulation and using 0.22X0.25 m^2 stainless steel plate with a thickness of 3 mm, which was coated with TiO_2 with a thickness of 250 nm as an absorber plate. It was placed on bottom of acrylic box, which its area was 0.24x0.27 m^2 with a thickness of 0.5 mm and was contained 4.93 L of waste water. There are 2 ACPC systems were studies in this research. The result found that water temperature of ACPC system with coated TiO_2 on stainless steel were 47.38°C and 40.98°C, respectively and was higher value than ACPC control system (ACPC system with coated flat black on stainless steel). The highest water temperature was obtained from the ACPC system with coated TiO_2 on stainless steel was 52.3°C at solar radiation was 975.6 W/m^2 on 01:33 P.M. and for the ACPC control system with was 44.8°C at solar radiation was 997.71 W/m^2 on 01:03 P.M. So, the water temperature of the ACPC system with coated TiO_2 on stainless steel was higher than the ACPC control system as 1-7.5°C. For testing of inhibiting bacterial in waste water found that using the ACPC system with coated TiO_2 on stainless steel could reduce amount of bacterial in waste water from 1.70 x 10^6 CFU/ml to be 3.4 x 10^5 CFU/ml when the absorber temperature and the water

temperature were 48.66°C and 46.25 °C, respectively at average solar radiation was 659.38 W/m^2. The reduction of bacterial from the ACPC system with coated TiO_2 on stainless steel was 5 times of the ACPC control system. In addition to this research studied mathematical model for predicting heat transfer of water in hot water system. The result found that comparing data obtained from experiment and mathematical model was consistent. The highest average error of water temperature obtained from the ACPC control system and the ACPC system with coated TiO_2 on stainless steel were 2.5% and 3.3%, respectively. When increasing scale of equipments in this system, water temperature was studies and predicted by mathematical model. The result found that the highest water temperature was 50.6°C at solar radiation was 929.4 W/m^2 on 12:03 P.M. for the ACPC system with coated TiO_2 on stainless steel and was 54°C at solar radiation was 1000 W/m^2 on 12:33 P.M. for the ACPC control system. For predicting water temperature in each month a year found that the month could produce the highest water temperature was March. So, the water temperature of the ACPC control system and the ACPC system with coated TiO_2 on stainless steel were 50.73°C and 50.72°C, respectively at average solar radiation was 902 W/m^2

Keywords: Inhibiting of bacterial in waste water/Asymmetry Compound Parabolic Concentrator/ Titanium dioxide/Efficiency of ACPC