เรื่อง “การบำบัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในห้องจำลอง
โดยใช้กระบวนการออกซิเดชันขั้นสูง”

โดย นายสันติ แสงสีดา

บทคัดย่อ

โครงงานนี้ ได้ศึกษาการบำบัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ซึ่งจัดเป็นมลพิษทางอากาศภายในอาคารที่พบโดยทั่วไป ซึ่งการบำบัดใช้ กระบวนการโฟโตคะตาไลซิส ในการศึกษาได้สร้างห้องจำลองขนาด 45 เซนติเมตร x 35 เซนติเมตร x 23 เซนติเมตร เพื่อหาอัตราการระบายของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ที่เกิดจากแหล่งที่มา 2 ชนิด คือ บุหรี่และก้อนแอลกอฮอล์อุ่นอาหาร แล้วทำการบำบัดโดยใช้เครื่องฟอกอากาศที่สร้างขึ้น ซึ่งประกอบด้วยตัวเร่งปฏิกิริยา P25 Degussa Titanium Dioxide หลอด UVC ที่มีความยาวคลื่น 256 นาโนเมตรเป็นแหล่งพลังงานที่ใช้ในการกระตุ้นตัวเร่งปฏิกิริยา และกระดาษกรองที่เคลือบด้วยตัวเร่งปฏิกิริยา ซึ่งในการทดลองนี้ได้ศึกษาถึงผลกระทบของปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา และขนาดรูพรุนของกระดาษกรองที่ใช้ในเครื่องฟอกอากาศที่สร้างขึ้น สำหรับอัตราการระบายของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์นั้นพบว่าบุหรี่มีอัตราการระบายก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่มากกว่าก้อนแอลกอฮอล์อุ่นอาหารประมาณ 2 เท่า ส่วนในการทดลองหาประสิทธิภาพในการบำบัดนั้นพบว่าประสิทธิภาพในการบำบัดที่ดีที่สุดจะใช้ปริมาณไททาเนียมไดออกไซด์ 0.01 กรัม เคลือบลงบนกระดาษกรอง whatman เบอร์ 5 ที่มีขนาดรูพรุน 2.5 ไมโครเมตร อัตราการไหลของปั๊มเท่ากับ 3 ลิตรต่อนาที หลอดUV ที่ใช้ ความเข้มแสง 0.8 มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร โดยมีประสิทธิภาพในการบำบัดเท่ากับ 77% โดยเวลาที่ใช้ในการทดลองเท่ากับ 120 นาที

Project Title: “Treatment of Carbon Monoxide in a Air Contaminated
Modeling Room using Advanced Oxidation Process”

By Mr.Santi Sangseeda

ABSTRACT

This research focuses on treatment of carbon monoxide (CO), which is commonly found in indoor air environments, using photocatalysis. The modeling room with the size of 45cm x 35cm x 23cm was built. Emission rate of CO from two different sources; cigarette and food heating alcohol, were estimated. CO contaminated in the modeling room air was treated using an air cleaner built in this study.The air cleaner composes of the P25 Degussa titanium dioxide (TiO_2) catalyst, UV-C lamps with 256 nm wavelength (an energy source for activating catalyst), and a filter coated with the catalyst. Set of experiments were conducted to study the impact of catalyst dosage and filter pore size. Results show that cigarette yields CO emission rate as twice as that from food heating alcohol. It was found that the highest CO removal efficiency of 77% was obtained when using 0.01 g TiO_2 coated on the Whatman No.5 filter having pore size of 2.5 μm.The experimental conditions were set at air flow rate of 3 L/min, UV light intensity of 0.8 mW/cm^2, and treatment time of 120 minutes.

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ ผศ. ดร.วิภาดา สนองราษฎร์ อาจารย์ที่ปรึกษาที่คอยให้ความรู้ ให้ความช่วยเหลือ ตลอดจนคำแนะนำต่าง ๆ ที่มีค่ายิ่ง ผศ.ดร.สมภพ สนองราษฎร์และ ดร.สุกัญญา
ศรีสง่า คณะกรรมการสอบ ที่ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อโครงการ จนทำให้โครงการนี้เสร็จสมบูรณ์ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ คณาจารย์ บุคลากร พร้อมทั้งเจ้าหน้าที่ประจำภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ทุกท่าน ที่กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำ และให้ความช่วยเหลือในการทำโครงการครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานีทุกท่าน ที่คอยให้ความสะดวกในด้านการเบิกอุปกรณ์และสารเคมีต่าง ๆ พร้อมทั้งให้คำปรึกษา จนการทดลองผ่านไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่วิศวกรรมโรงงาน ภาควิชาอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานีทุกท่าน ที่คอยให้ความสะดวกในการเบิกอุปกรณ์ต่าง ๆ

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และขอบคุณเพื่อน ๆ วิศวกรรมเคมีและชีวภาพ รุ่นที่ 2 มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่คอยให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจ สนับสนุนในทุก ๆ ด้าน ที่ทำให้สามารถผ่านพ้นอุปสรรคจนสำเร็จในครั้งนี้

นายสันติ แสงสีดา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ข

กิตติกรรมประกาศ ค

สารบัญ ง

สารบัญรูป จ

สารบัญตาราง ฉ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา 7

1.3 ขอบเขตของการศึกษา 7

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน 7

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษาวิจัย 8

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 9

2.1 คาร์บอนมอนอกไซด์ 9

2.2 คุณสมบัติของสารกึ่งตัวนำในกระบวนการโฟโตคะตาไลซิส 11
2.3 กระบวนการโฟโตคะตาไลซิส
15
บทที่ 3 วัสดุอุปกรณ์และวิธีการศึกษาวิจัย
19
3.1 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง 19
3.2 วัสดุอุปกรณ์ และเครื่องมือ 19
3.3 วิธีการศึกษาวิจัย 25
3.4 การวิเคราะห์ตัวอย่างอากาศ
27
บทที่ 4 ผลการศึกษา
28
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ
37
บรรณานุกรม 39
ภาคผนวก
ภาคผนวก ก การใช้เครื่องวัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์รุ่น CO-220
ก-1
ภาคผนวก ข การคำนวณหาอัตราการระบายก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ข-1
ภาคผนวก ค ผลการทดลอง ค-1

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 ช่องพลังงาน(energy gaps) ระหว่าง valence band
10
และ conduction band ในตัวนำไฟฟ้า สารกึ่งตัวนำ และฉนวน
รูปที่ 2.2 ค่าของช่องว่างพลังงานของสารกึ่งตัวนำชนิดต่าง ๆ 11
รูปที่ 2.3 ค่าของช่องว่างพลังงานของไททาเนียมไดออกไซด์
12
รูปที่ 2.4 ลักษณะโครงสร้างผลึกรูไทล์และแอนาเทส
13
รูปที่ 2.5 กระบวนการโฟโตคะตาไลซิสที่เกิดขึ้นเมื่อมีการฉายแสงลงบน
14 อนุภาคของคะตาลิส
รูปที่ 3.1 ปั๊มดูดอากาศที่ใช้ในการทดลอง
18
รูปที่ 3.2 หลอดยูวีชนิดซี (UV-C) ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร
18
รูปที่ 3.3 เครื่องชั่งสาร
19

รูปที่ 3.4 เครื่องวัดความเข้มแสง
19
รูปที่ 3.5 เครื่องดูดสุญญากาศ (Vaccum Pump)
20
รูปที่ 3.6 กระดาษกรอง Whatman ที่ใช้ในการทดลอง
20
รูปที่ 3.7 ห้องจำลอง ขนาด 23 ซม. x 45 ซม.x 35 ซม.
21
รูปที่ 3.8 เครื่องฟอกอากาศ
22
รูปที่ 3.9 ครื่องวัดก๊าซ CO-220 Carbon Monoxide Meter
23
รูปที่ 3.10 ห้องจำลองที่ใช้ในการหาอัตราการระบาย
26
รูปที่ 3.11 ห้องจำลองต่อกับเครื่องฟอกอากาศ
27
รูปที่ 4.1 อัตราการระบายก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่เกิดจากบุหรี่
และก้อนแอลกอฮอล์อุ่นอาหาร
29
รูปที่ 4.2 ประสิทธิภาพการบำบัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์
ที่เกิดจากบุหรี่โดยใช้กระดาษกรอง whatman เบอร์ 5
31
รูปที่ 4.3 ประสิทธิภาพการบำบัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์
ที่เกิดจากบุหรี่โดยใช้กระดาษกรอง whatman เบอร์ 40
32
รูปที่ 4.4 ประสิทธิภาพการบำบัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์
ที่เกิดจากบุหรี่โดยใช้กระดาษกรอง whatman เบอร์ 41
34
รูปที่ 4.5 การลดลงของความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่เกิดจากก้อน
แอลกอฮอล์อุ่นอาหาร 35

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.6 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการบำบัด
โดยใช้กระบวนการโฟโตคะตาไลซิส 36
รูปที่ ก.1 ส่วนประกอบของมีเตอร์ตรวจหาก๊าซ CO – Fluke CO-220 ก-6

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 มลภาวะอากาศ แหล่งกำเนิด ปริมาณที่อาจพบในอาคาร
และผลกระทบต่อสุขภาพ 3
ตารางที่ ก.1 ข้อมูลเพื่อความปลอดภัย ก-3
ตารางที่ ก.2 ข้อมูลจำเพาะของเครื่องวัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์
รุ่น Fluke CO-220
ก-7
ตารางที่ ค.1 ปริมาณไททาเนียมไดออกไซด์ที่เคลือบลงบนกระดาษกรอง
Whatman เบอร์ 5
ค-2
ตารางที่ ค.2 น้ำหนักและเวลาในการเผาไหม้ของสาร ค-2
ตารางที่ ค.3 ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ต่อเวลาและอัตราการระบาย
ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ของสารตัวอย่างในห้องจำลอง ค-3
ตารางที่ ค.4 ประสิทธิภาพการบำบัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์
โดยกระบวนการโฟโตคะตาไลซิส ค-5
ตารางที่ ค.5 ปริมาณไททาเนียมไดออกไซด์ที่เคลือบลงบนกระดาษกรอง

Whatman เบอร์ 5
ค-6
ตารางที่ ค.6 น้ำหนักและเวลาในการเผาไหม้ของสาร ค-6
ตารางที่ ค.7 ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ต่อเวลาและอัตราการระบาย
ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ของสารตัวอย่างในห้องจำลอง ค-6
ตารางที่ ค.8 ประสิทธิภาพการบำบัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์
โดยกระบวนการโฟโตคะตาไลซิส ค-8
ตารางที่ ค.9 ปริมาณไททาเนียมไดออกไซด์ที่เคลือบลงบนกระดาษกรอง
Whatman เบอร์ 5
ค-10
ตารางที่ ค.10 น้ำหนักและเวลาในการเผาไหม้ของสาร
ค-10
ตารางที่ ค.11 ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ต่อเวลาและอัตราการระบาย
ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ของสารตัวอย่างในห้องจำลอง
ค-10
ตารางที่ ค.12 ประสิทธิภาพการบำบัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์
โดยกระบวนการโฟโตคะตาไลซิส
ค-12

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ ค.13 ปริมาณไททาเนียมไดออกไซด์ที่เคลือบลงบนกระดาษกรอง
Whatman เบอร์ 40
ค-14
ตารางที่ ค.14 น้ำหนักและเวลาในการเผาไหม้ของสาร
ค-14
ตารางที่ ค.15 ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ต่อเวลาและอัตราการระบาย
ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ของสารตัวอย่างในห้องจำลอง
ค-14
ตารางที่ ค.16 ประสิทธิภาพการบำบัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์
โดยกระบวนการโฟโตคะตาไลซิส
ค-16
ตารางที่ ค.17 ปริมาณไททาเนียมไดออกไซด์ที่เคลือบลงบนกระดาษกรอง
Whatman เบอร์ 40
ค-18
ตารางที่ ค.18 แสดงน้ำหนักและเวลาในการเผาไหม้ของสาร
ค-18
ตารางที่ ค.19 ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ต่อเวลาและอัตราการระบาย

ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ของสารตัวอย่างในห้องจำลอง
ค-18
ตารางที่ ค.20 ประสิทธิภาพการบำบัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์
โดยกระบวนการโฟโตคะตาไลซิส
ค-20
ตารางที่ ค.21 ปริมาณไททาเนียมไดออกไซด์ที่เคลือบลงบนกระดาษกรอง
Whatman เบอร์ 40
ค-22
ตารางที่ ค.22 น้ำหนักและเวลาในการเผาไหม้ของสาร
ค-22
ตารางที่ ค.23 ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ต่อเวลาและอัตราการระบาย
ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ของสารตัวอย่างในห้องจำลอง
ค-22
ตารางที่ ค.24 ประสิทธิภาพการบำบัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์
โดยกระบวนการโฟโตคะตาไลซิส
ค-24
ตารางที่ ค.25 ปริมาณไททาเนียมไดออกไซด์ที่เคลือบลงบนกระดาษกรอง
Whatman เบอร์ 41
ค-26
ตารางที่ ค.26 น้ำหนักและเวลาในการเผาไหม้ของสาร
ค-26
ตารางที่ ค.27 ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ต่อเวลาและอัตราการระบาย
ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ของสารตัวอย่างในห้องจำลอง
ค-26
ตารางที่ ค.28 ประสิทธิภาพการบำบัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์
โดยกระบวนการโฟโตคะตาไลซิส
ค-28

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ ค.29 ปริมาณไททาเนียมไดออกไซด์ที่เคลือบลงบนกระดาษกรอง
Whatman เบอร์ 41
ค-30
ตารางที่ ค.30 น้ำหนักและเวลาในการเผาไหม้ของสาร
ค-30
ตารางที่ ค.31 ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ต่อเวลาและอัตราการระบาย
ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ของสารตัวอย่างในห้องจำลอง
ค-30
ตารางที่ ค.32 ประสิทธิภาพการบำบัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์

โดยกระบวนการโฟโตคะตาไลซิส
ค-32
ตารางที่ ค.33 ปริมาณไททาเนียมไดออกไซด์ที่เคลือบลงบนกระดาษกรอง
Whatman เบอร์ 41
ค-34
ตารางที่ ค.34 น้ำหนักและเวลาในการเผาไหม้ของสาร
ค-34
ตารางที่ ค.35 ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ต่อเวลาและอัตราการระบาย
ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ของสารตัวอย่างในห้องจำลอง
ค-34
ตารางที่ ค.36 ประสิทธิภาพการบำบัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์
โดยกระบวนการโฟโตคะตาไลซิส
ค-36