บทที่ 5

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลองสังเคราะห์ตัวเร่งปฏิกิริยาไทเทเนียมไดออกไซด์แบบท่อนาโน

การทดลองสังเคราะห์ตัวเร่งปฏิกิริยานั้นสารละลายที่เหมาะสมที่ใช้ในการศึกษา คือ 0.30 M NH_4F ใน Glycerol:H_2O(60:40) โดยกำหนดค่าความต่างศักย์ที่ 20 โวลต์ เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ในการทดลองขยายพื้นที่ผิวของไทเทเนียมให้มีขนาดใหญ่ขึ้น โดยสังเคราะห์แผ่นไทเทเนียมขนาดต่างๆ คือ 1.00 2.25 4.00 และ 6.25 ตารางเซนติเมตร พบว่า ลักษณะพื้นผิวของไทเทเนียมไดออกไซด์แบบท่อนาโน จากทั้งหมด 4 ขนาด มีลักษณะไม่แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด และเมื่อทำการทดลองแอโนไดเซชันแบบใช้จุดเชื่อมต่อต่างกัน 1 และ 2 จุด พบว่า การเชื่อมต่อ 1 จุด มีการเรียงต่อกันของท่อที่เป็นระเบียบมากกว่า ไม่เกิดการกระจุกกันของท่อ ผู้ศึกษาจึงเลือกพื้นที่ขนาดกลาง คือ ขนาด 4 ตารางเซนติเมตร และการเชื่อมต่อแบบ 1 จุด เพื่อใช้ในการศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการแอโนไดเซชัน โดยมีการทดลองที่เวลาต่างกันคือ 1 3 และ 5 ชั่วโมง พบว่า ในการวิเคราะห์โครงสร้างของพื้นผิวด้วย FESEM นั้นโครงสร้างของพื้นผิวไทเทเนียมไดออกไซด์แบบท่อนาโนที่ได้มีลักษณะคล้ายกัน ไม่แตกต่างกันอย่างชัดเจน และในส่วนของการวิเคราะห์ค่า Photocurrent density เพื่อวัดอิเล็กตรอนที่เกิดขึ้นในรูปของกระแสไฟฟ้าที่เกิดจากการฉายแสงผ่านตัวเร่งปฏิกิริยา พบว่า ที่สภาวะการทดลองแอโนไดเซชันที่ระยะเวลาการสังเคราะห์ต่างกัน 1 3 และ 5 ชั่วโมง ที่ค่าความต่างศักย์ 1.2 โวลต์ เท่ากับ 0.029 0.039 และ 0.044 มิลลิแอมแปร์ต่อตารางเซนติเมตร โดยระยะเวลา 5 ชั่วโมง ทำให้เกิดอิเล็กตรอนมากที่สุด ทางผู้ศึกษาจึงเลือกตัวเร่งปฏิกิริยาไทเทเนียมไดออกไซด์แบบท่อนาโนที่สภาวะการทดลองแอโนไดเซชัน 5 ชั่วโมง มาทำการศึกษาต่อไปในการทดลองบำบัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ด้วยกระบวนการโฟโตคะตะไลซิส

5.2 สรุปผลการทดลองบำบัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ด้วยกระบวนการโฟโตคะตะไลซิส โดยใช้ ไทเทเนียมไดออกไซด์แบบท่อนาโนเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

5.2.1 การศึกษากระบวนการบำบัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ในกระบวนการโฟโตคะตะไลซิส

การศึกษากระบวนการบำบัดก๊าซมลพิษนั้นได้มีการทดสอบเบื้องต้น โดยมีการนำ

ไทเทเนียมไดออกไซด์แบบท่อนาโนที่สังเคราะห์ได้มาทำการทดลองบำบัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในกระบวนการโฟโตคะตะไลซิส โดยใช้ถังปฏิกิริยาที่ใช้วัสดุต่างกัน คือ พลาสติก โหลแก้ว ปิ๊บโลหะ และโถกรอง มีแสงยูวีซี และแสงยูวีเอ เป็นแหล่งกำเนิดแสง พบว่า การบำบัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ โดยฉายแสงยูวีเอและยูวีซีนั้นค่าความเข้มข้นเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ โดยมีปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มขึ้นของคาร์บอนมอนอกไซด์ คือ 1) ความร้อนภายในถังปฏิกิริยา เนื่องจากความร้อนจากหลอดไฟไปทำปฏิกิริยากับอุปกรณ์ต่างๆ ทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ขึ้น ซึ่งถังปฏิกิริยาที่ทำจากพลาสติกจะทำให้มีการเพิ่มขึ้นของก๊าซมากที่สุด 2) การเจือจางด้วย Air zero ที่มีส่วนผสมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งทำปฏิกิริยาในกระบวนการเร่งปฏิกิริยาด้วยแสงแล้วสามารถกลายเป็นก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ได้

ในด้านของประสิทธิภาพในการบำบัดนั้นพื้นผิวของไทเทเนียมไดออกไซด์แบบท่อนาโนที่มากกว่าก็จะทำให้ประสิทธิภาพการบำบัดเพิ่มขึ้นแต่จะมีค่าต่ำเมื่อเทียบกับค่าเริ่มต้น ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากแผ่นไทเทเนียมไดออกไซด์แบบท่อนาโนที่ใช้มีพื้นที่ผิวน้อยเกินไป เมื่อเทียบกับปริมาณของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่อยู่ในถังปฏิกิริยา จึงส่งผลให้มีประสิทธิภาพในการบำบัดน้อย จากการทดลองที่ค่าความเข้มข้นของคาร์บอนมอนอกไซด์ที่เพิ่มขึ้นนั้นได้ทำการควบคุมอุณหภูมิโดยการหล่อน้ำบริเวณด้านล่างโถกรอง และบริเวณรอบๆ โถกรอง ยกเว้นบริเวณที่มีตัวเร่งปฏิกิริยาจะไม่มีน้ำไหลผ่านซึ่งส่งผลให้โถกรองมีอุณหภูมิเย็นลง และเปลี่ยนจากการเจือจางด้วย Air zero เป็นก๊าซออกซิเจนแทน พบว่า ไม่มีการเพิ่มขึ้นของคาร์บอนมอนอกไซด์เกิดขึ้น

5.2.2 การทดลองบำบัดคาร์บอนมอนอกไซด์ด้วยกระบวนการโฟโตคะตะไลซิส

การศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดคาร์บอนมอนอกไซด์ด้วยกระบวนการโฟโตคะตะไลซิส โดยที่ศึกษาปัจจัย คือ ตัวเร่งปฏิกิริยาไทเทเนียมไดออกไซด์แบบท่อนาโน ที่สังเคราะห์เวลาต่างกันคือ 1 3 และ 5 ชั่วโมง โดยมีการฉายแสงจากแหล่งกำเนิดแสงยูวีเอ พบว่า ความเข้มข้นของคาร์บอนมอนอกไซด์ลดลง โดยประสิทธิภาพในการบำบัดของตัวเร่งปฏิกิริยาไทเทเนียมไดออกไซด์แบบท่อนาโนที่สังเคราะห์ที่เวลาต่างกันคือ 1 3 และ 5 ชั่วโมง มีประสิทธิภาพการบำบัดที่เวลา 300 นาที ร้อยละ 25 32 และ 44 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าตัวเร่งปฏิกิริยาไทเทเนียมไดออกไซด์แบบท่อ นาโน ที่สังเคราะห์เป็นเวลา 5 ชั่วโมง มีประสิทธิภาพดีที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอื่น ซึ่งสอดคล้องกับการวิเคราะห์หาค่า Photocurrent density พบว่า ที่ค่าความต่างศักย์ 1.2 โวลต์ ที่ระยะเวลาการสังเคราะห์ 5 ชั่วโมง ทำให้เกิดอิเล็กตรอนมากที่สุด เท่ากับ 0.044 มิลลิแอมแปร์ต่อตารางเซนติเมตร ซึ่งด้วยคุณสมบัตินี้จึงทำให้สามารถบำบัดคาร์บอนมอนอกไซด์ได้ประสิทธิภาพมากที่สุดตามไปด้วย

5.3 การศึกษาค่าจลนพลศาสตร์ในการบำบัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ด้วยกระบวนการโฟโตคะตะไลซิส

การทดลองบำบัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ความเข้มข้นเริ่มต้นต่างกัน คือ 50 100 200 300 400 และ 500 พีพีเอ็ม เพื่อศึกษาจลนพลศาสตร์ของกระบวนการโฟโตคะตะไลซิส โดยใช้สมการแลงเมียร์– ฮินเชลวูด (Langmuir-Hinshelwood equation) เพื่อบำบัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ พบว่าสามารถคำนวณค่าคงที่ของอัตราการเกิดปฏิกิริยา (k_r) เท่ากับ 0.4604 พีพีเอ็มต่อนาที และคำนวณค่าคงที่ของการดูดซับของสมการแลงเมียร์ (K_L) เท่ากับ 0.0056 ต่อพีพีเอ็ม โดยที่ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มข้นเริ่มต้นของคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาการย่อยสลายก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์สามารถตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างค่า r_0 ที่ได้จากสมการ Langmuir-Hinshelwood กับ r_0 ที่ได้จากสมการ Pseudo first-order พบว่า มีความสัมพันธ์กัน

การศึกษาระยะเวลาครึ่งชีวิตของปฏิกิริยา พบว่า เมื่อเปรียบเทียบ $t_{1/2}$ และ $t^*_{1/2}$ ที่ความเข้มข้นเริ่มต้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่แตกต่างกัน จะเห็นได้ว่าในช่วงความเข้มข้นต่ำๆ ค่า $t_{1/2}$ และ $t^*_{1/2}$ มีค่าชิดกัน และจะแยกออกจากกันที่ความเข้มข้นสูงๆ ซึ่งเนื่องมาจากการเกิดกระบวนการโฟโตคะตะไลซิสบนพื้นผิวไทเทเนียมไดออกไซด์แบบท่อนาโน มีความซับซ้อนมากมีทั้งปฏิกิริยาดูดซับและย่อยสลายก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ไปพร้อมๆ กัน ที่ค่าความเข้มข้นสูงๆ ซึ่งมีอนุภาคจำนวนมากที่ต้องการทำปฏิกิริยาบนพื้นผิวไทเทเนียมไดออกไซด์แบบท่อนาโน ทำให้ปฏิกิริยาในการบำบัดช้ากว่าที่ค่าความเข้มข้นเริ่มต้นน้อย

5.4 ข้อเสนอแนะ

5.4.1 ในการสังเคราะห์ตัวเร่งปฏิกิริยาต้องคำนึงถึงพื้นที่ผิวของแพลทินัมซึ่งเป็นขั้วไฟฟ้าร่วมให้มีพื้นที่มากกว่าหรือเท่ากับพื้นที่ผิวของตัวเร่งปฏิกิริยา เนื่องจากส่งผลต่อการเกิดออกไซด์บนผิวของตัวเร่งปฏิกิริยา

5.4.2 อุณหภูมิมีผลต่อค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ เนื่องจากก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์เป็นก๊าซที่เกิดจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ของสารประกอบคาร์บอน วัสดุต่างๆ ที่จะนำมาใช้ในการทดลองต้องควบคุมเป็นพิเศษไม่ให้เผาไหม้แล้วเกิดเป็นก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ออกมา ซึ่งส่งผลให้ไม่สามารถควบคุมความเข้มข้นของคาร์บอนมอนอกไซด์ได้

5.4.3 พื้นที่ผิวของตัวเร่งปฏิกิริยาส่งผลต่อการบำบัดอย่างมาก โดยควรกำหนดขนาดพื้นที่ผิวตัวเร่งปฏิกิริยาให้มีขนาดสมดุลกับความเข้มข้นและปริมาตรของก๊าซที่จะบำบัด