บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและการวิจารณ์ผลการทดลอง

5.1) สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองในงานวิจัยนี้ สามารถสรุปได้ดังนี้

5.1.1) เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลของแก๊สออกซิเจน พบว่าปริมาณความเข้มข้นโอโซนจะไม่เป็นสัดส่วนโดยตรงกับอัตราการไหลของแก๊สออกซิเจน แต่จะมีค่าสูงสุดที่อัตราการไหลค่าหนึ่ง ซึ่งจากผลการทดลอง อัตราการไหลของแก๊สออกซิเจนที่เหมาะสมสำหรับเครื่องกำเนิดโอโซนในงานวิจัยนี้มีค่าเท่ากับ 8 ลิตรต่อนาที สำหรับเครื่องกำเนิดโอโซนขนาด 15.34-119.02 มิลลิกรัมต่อลิตร

5.1.2) เมื่อความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ให้กับเครื่องกำเนิดโอโซนเปลี่ยนไป ปริมาณโอโซนที่ได้จะเปลี่ยนไปด้วย โดยเมื่อความต่างศักย์ไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ปริมาณโอโซนที่ได้จะเพิ่มขึ้นด้วย สำหรับในงานวิจัยนี้ เมื่อให้ความต่างศักย์ไฟฟ้าแก่เครื่องกำเนิดโอโซน 9 kV , 10 kV และ 11 kV ที่อัตราการไหลของออกซิเจน 8 ลิตรต่อนาที เมื่อเวลาผ่านไป 3 นาที ปริมาณโอโซนที่ได้ มีค่าเท่ากับ 15.34 , 63.92 และ 119.02 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

5.1.3) เมื่อความต่างศักย์ไฟฟ้าและอัตราการไหลของแก๊สออกซิเจนที่ให้แก่เครื่องกำเนิดโอโซนมีค่าต่าง ๆ กัน กระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นขณะเกิดการดิสชาร์ตโอโซนจะมีค่าเกือบคงที่ โดยมีค่ากระแสดิสชาร์ตประมาณ 0.834 แอมแปร์ และมีค่า rise time ประมาณ 1.7 นาโนวินาที ส่วนตัวแปรที่ต่างกันเมื่อมีการเปลี่ยนค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ให้แก่เครื่องกำเนิดโอโซน คือค่า duration time ของ พัลส์แต่ละลูก หรือช่วงเวลาที่เกิดพัลส์แต่ละลูก คือ เมื่อความต่างศักย์ไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ค่า duration time ระหว่างพัลส์แต่ละลูกจะลดลง

5.1.4) การประยุกต์ใช้โอโซนในการบำบัดสีน้ำทิ้งจากการย้อมสีเสื่อกระจูด พบว่า การใช้โอโซนสามารถลดปริมาณความเข้มสีลงได้ (40%) รวมทั้งทำให้คุณภาพของน้ำดีขึ้นอีกด้วย (COD ลดลง 29%)

5.1.5) การใช้โอโซนร่วมกับการตกตะกอนด้วยสารส้มในการบำบัดสีย้อมเสื่อกระจูด พบว่าวิธีนี้มีประสิทธิภาพในการลดความเข้มสี (70%) และเพิ่มคุณภาพของน้ำทิ้ง (63%) ได้ดีกว่าการบำบัดด้วยโอโซนหรือการตกตะกอนด้วยสารส้มเพียงอย่างเดียว (การดูดกลืนแสงลดลง 33%, COD ลดลง 28%)

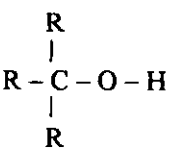
5.1.6) การใช้ระบบการกรองแบบ Reverse Osmosis แบบ cross flow ในการบำบัดน้ำสีเสื่อกระจูด พบว่าวิธีนี้สามารถลดปริมาณความเข้มสี (95%) และทำให้คุณภาพน้ำดีขึ้นมากที่สุด(67%) เมื่อเทียบกับวิธีอื่นที่ใช้ในงานวิจัยนี้ แต่วิธีนี้ก็มีข้อจำกัดบางประการ ดังนี้

5.1.6.1) น้ำสีย้อมที่จะทำการบำบัด จะต้องทำการเจือจาง เพื่อลดการอุดตันของอุปกรณ์การกรอง ทำให้ต้องทำการกรองน้ำในปริมาตรสูงขึ้น ซึ่งในการทดลองนี้ต้องทำการเจือจางน้ำสีถึง 1,000 เท่า

5.1.6.2) เนื่องจากเครื่องกรองที่ใช้ อยู่ในระดับห้องปฏิบัติการ ทำให้สามารถทำการกรองอย่างต่อเนื่องได้สูงสุด ประมาณ 3 ชั่วโมง เท่านั้น เพราะในระหว่างทำการกรอง น้ำสีจะมีอุณหภูมิสูงขึ้น หากทำการกรองอย่างต่อเนื่องในระยะเวลานานเกินไป อาจทำให้อุปกรณ์การกรองเกิดการเสียหายได้

5.1.7) การหาโครงสร้างสีย้อมเสื่อกระจูดโดยเครื่อง FTIR สามารถสรุปคร่าว ๆ ได้ดังนี้

5.1.7.1) หมู่ฟังก์ชันที่เหมือนกันของสีเขียวและสีชมพูทั้งก่อนและหลังการบำบัดด้วยโอโซน คือแอลกอฮอล์ (หมู่ OH และหมู่ C – O) ซึ่งมีโครงสร้างเป็น



กลุ่มที่มีลักษณะเป็นวงแหวนอะโรมาติก (หมู่ - C = C – และหมู่ = C – H) และสารประกอบพวกคลอไรด์ (C – Cl)

5.1.7.2) หมู่ฟังก์ชันที่แตกต่างกันระหว่างสีเขียวก่อนและหลังการบำบัด คือ สีเขียวก่อนการบำบัดจะมีกลุ่มเมธิล (CH_3) ในขณะที่สีเขียวหลังการบำบัดจะไม่มีกลุ่มเมธิลนี้ นอกจากนี้สีเขียวก่อนการบำบัดจะประกอบด้วยพีกเล็ก ๆ จำนวนมากในช่วง wavenumber 1000 ถึง 790 พีคเหล่านี้จะหายไปหลังทำการบำบัดด้วยโอโซน ทำให้รูปร่างของพีคหลังการบำบัดมีลักษณะเด่นชัดยิ่งขึ้น

5.1.7.3) หมู่ฟังก์ชันที่แตกต่างกันระหว่างสีชมพูก่อนและหลังการบำบัด คือกลุ่มเมธีลีน (CH_2) กลุ่มเมธิล (CH_3) และกลุ่มคาร์บอกซิเลต (C = O) ในขณะที่สีชมพูหลังการบำบัดจะไม่มีกลุ่มฟังก์ชันเหล่านี้ นอกจากนี้สีชมพูก่อนการบำบัดจะมีลักษณะคล้ายสีเขียวก่อนการบำบัด นั่นคือจะประกอบด้วยพีคเล็ก ๆ จำนวนมากในช่วง wavenumber 1470 ถึง 430 พีคเหล่านี้จะหายไปหลังทำการบำบัดด้วยโอโซน ทำให้รูปร่างของพีคหลังการบำบัดมีลักษณะเด่นชัดยิ่งขึ้น

5.2) วิจารณ์ผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

1) เนื่องจากขนาดพื้นที่ของระบบการกรองที่ใช้ในการทดลองนี้ค่อนข้างเล็ก และจากการที่ต้องทำการเจือจางน้ำสีก่อนทำการกรอง ทำให้ต้องใช้ระยะเวลานานมากในการบำบัดน้ำสี เมื่อเทียบกับวิธีใช้โอโซนหรือการตกตะกอนด้วยสารส้ม ในปริมาตรเท่ากัน ดังนั้นวิธีการกรองในระบบ

Reverse Osmosis จึงน่าจะเหมาะสำหรับการกรองน้ำเพื่อใช้ในงานที่ต้องการความบริสุทธิ์ของน้ำสูง เช่น เพื่อการบริโภคมากกว่าการใช้เพื่อบำบัดน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม

2) จากงานวิจัยนี้ วิธีที่คิดว่าเหมาะสมสำหรับใช้ในการบำบัดน้ำสีย้อมเสื่อกระจูดคือ การใช้โอโซนร่วมกับการตกตะกอนด้วยสารส้ม ซึ่งวิธีนี้จะทำให้น้ำมีคุณภาพดีขึ้นโดยใช้เวลาไม่นานเกินไป และถึงแม้ว่าน้ำสีย้อมที่ได้จากการบำบัดอาจยังไม่สามารถปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมได้ เนื่องจากคุณภาพน้ำอาจยังไม่ดีเพียงพอ แต่เมื่อทำการเจือจางประมาณ 10 เท่า ก็จะทำให้น้ำที่ได้มีคุณภาพดีเพียงพอที่จะปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมได้

3) การวิเคราะห์ค่า COD ของน้ำสีย้อมหลังผ่านการกรองด้วยเมมเบรนระบบ RO ในงานวิจัยนี้จะมีความคลาดเคลื่อนค่อนข้างสูง เนื่องจากต้องทำการเจือจางน้ำสีย้อมก่อนทำการกรองถึง 1,000 เท่า ทำให้น้ำที่กรองได้มีลักษณะเหมือนน้ำบริสุทธิ์ ค่า COD ที่ได้จะต่ำ แต่เมื่อคูณค่า COD ที่ได้ด้วย 1,000 (เนื่องจากเจือจาง 1,000 เท่า) จะทำให้ผลที่ได้มีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นค่อนข้างสูง

4) ในการหากระแสดิสชาร์ตยังขาดอุปกรณ์ที่มีความไวเพียงพอที่จะหาค่า duration time ของพัลส์กระแสแต่ละครั้งได้ เนื่องจากเมื่อความต่างศักย์ที่ให้แก่เครื่องกำเนิดโอโซนมีค่าสูงขึ้น ค่า duration time จะต่ำมาก โดยบางครั้งอาจอยู่ในระดับมิลลิวินาที (Eliasson, 1991)

5) การหาโครงสร้างของอนุภาคสีย้อมด้วยเครื่อง FTIR ยังไม่สามารถสรุปได้อย่างแน่ชัดว่าโครงสร้างหรือหมู่ฟังก์ชันใดที่เปลี่ยนแปลงไปหลังจากการบำบัดด้วยโอโซน ผลที่ได้เป็นเพียงการคาดคะเนเท่านั้น

6) การที่จะเลือกใช้วิธีใดในการดำเนินการบำบัดน้ำเสียสีย้อมเสื่อกระจูด ปัจจัยสำคัญในการประกอบการพิจารณา คือ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ ดังนั้น จึงได้ทำการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายคร่าว ๆ ที่ใช้ในการดำเนินการบำบัดน้ำเสียสีย้อมเสื่อกระจูดในงานวิจัยนี้ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 7

ตาราง 7 แสดงค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียสีย้อมเสื่อกระจูดปริมาตร 500 มิลลิลิตรด้วยวิธีต่าง ๆ

วิธีการ	ค่าใช้จ่าย	รวมเป็นเงิน
การใช้โอโซน	ค่าไฟฟ้า 2ชั่วโมง 0.06 หน่วยไฟ เป็นเงิน 10.8สตางค์ ค่าแก๊สออกซิเจน เป็นเงิน 25.66 บาท	25.76 บาท
การตกตะกอนด้วยสารส้ม	สารส้ม 20 มิลลิกรัม เป็นเงิน 0.016 สตางค์	0.016 สตางค์
การกรองด้วยเมมเบรนระบบ RO	ค่าไฟฟ้า10ชั่วโมง 14.92หน่วยไฟ เป็นเงิน 26.90บาท แผ่นเมมเบรนขนาด 4.27 เซนติเมตร เป็นเงิน 4 บาท	30.90 บาท

จากตารางที่ 7 จะเห็นว่า การใช้สารส้ม เสียค่าใช้จ่ายในการดำเนินการบำบัดน้อยที่สุด แต่วิธีนี้จะมีกากตะกอนเกิดขึ้น ซึ่งจะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการกำจัดกากตะกอนเพิ่มขึ้นอีก ดังนั้น หากเลือกวิธีนี้ในการนำไปบำบัดจริง จะต้องศึกษาหาทางแก้ปัญหากำจัดกากตะกอนด้วย