บทที่ 3
การดำเนินการศึกษา

การดำเนินการศึกษาครั้งนี้เป็นการทดลองในระดับห้องปฏิบัติการ โดยทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่เพื่อศึกษาสมรรถนะของกระบวนการบำบัดสีแบบ 2 ขั้นตอนโดยกระบวนการแรกคือกระบวนการโคแอคกูเลชัน และกระบวนการที่ 2 คือกระบวนการดูดติดผิว โดยมีรายละเอียดของการทดลองดังนี้

3.1 อุปกรณ์ และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

1. ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มล.
2. บีกเกอร์ขนาด 1000 มล.
3. เครื่องเขย่า (เครื่อง GFL 3017)
4. เครื่องกวนเพื่อทำการทดลอง Jar Test ยี่ห้อ Miyamoto Riken
5. ชุดการทดลองการดูดติดแบบต่อเนื่อง
   - ถังปฏิกิริยาสร้างจากท่ออะคริลิกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 5.0 ซม.
   - ถังสำหรับบรรจุน้ำเข้า และออกจากระบบ
   - ชุดควบคุมอัตราการไหล
6. เครื่องสูบน้ำ (ยี่ห้อ Prominent)
7. ถ่านกัมมันต์ (รายละเอียดลักษณะสมบัติแสดงไว้ในตารางที่ 3.6)
   - F 300 Calgon Carbon Corporation USA
   - C 1000 K Activated Carbon Kristall
8. เครื่องวัดค่าทีโอซี TOC Analyzer (O.I. Analytical, College Station, Texas, USA)
9. เครื่องปั่นแยกของแข็งออกจากน้ำตัวอย่าง (เครื่อง Centrifuge ยี่ห้อ KOKUSAN)

3.2 ขั้นตอนและวิธีการทำการทดลอง

1) ทำการทดลองแบบ Jar Test เพื่อหาค่า Optimum พีเอชและค่า Optimum Dose ของสาร Coagulant สามชนิดคือ สารส้ม ($Al_2(SO_4)_3.18H_2O$) เฟอร์ริคคลอไรด์ ($FeCl_3$) และเฟอร์รัสซัลเฟต ($FeSO_4$) โดยมีการปรับพีเอชของน้ำเข้าและทดลองที่อุณหภูมิ 28 ± 2 °C

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2) ทำการทดลองในระดับห้องปฏิบัติการที่เป็นแบบแบทช์ (Batch) โดยใช้ตัวกลางในการดูดติด 2 ชนิดด้วยกันคือ ถ่านกัมมันต์ที่ผลิตจากถ่านหินและกะลามะพร้าว โดยทำการศึกษาดังนี้

2.1 ศึกษาผลกระทบของค่าพีเอชต่อเวลาสัมผัสที่ใช้ในการดูดติดทีโอซีโดยถ่านกัมมันต์ที่ผลิตจากถ่านหินและกะลามะพร้าวโดยควบคุมค่าพีเอช และอุณหภูมิ 28 ± 2 °C

2.2 ศึกษาผลกระทบของความเข้มข้นของน้ำเสียสีรวมต่อเวลาสัมผัสที่ใช้ในการดูดติดทีโอซี โดยถ่านกัมมันต์ที่ผลิตจากถ่านหินและกะลามะพร้าวโดยควบคุมความเข้มข้นของน้ำเสียสีรวมและอุณหภูมิ 28 ± 2 °C

2.3 การศึกษาผลกระทบของค่าพีเอชต่อค่าความสามารถในการดูดติดทีโอซีโดยถ่านกัมมันต์ที่ผลิตจากถ่านหินและกะลามะพร้าวโดยควบคุมค่าพีเอชและอุณหภูมิ 28 ± 2 °C

2.4 การศึกษาผลกระทบของความเข้มข้นของน้ำเสียสีรวมต่อความสามารถในการดูดติดทีโอซีโดยถ่านกัมมันต์ที่ผลิตจากถ่านหินและกะลามะพร้าวโดยควบคุมค่าความเข้มข้นของน้ำเสียสีรวมและอุณหภูมิ 28 ± 2 °C

3.) ทำการทดลองในระดับห้องปฏิบัติการที่เป็นแบบต่อเนื่องโดยใช้ถ่านกัมมันต์ที่ผลิตจากถ่านหินและกะลามะพร้าวเป็นตัวกลางดูดติด โดยทำการศึกษาผลของค่าอัตราการไหลของน้ำสีย้อมผ้ารวมและความลึกของชั้นตัวกลางดูดติดต่อประสิทธิภาพในการดูดติดทีโอซีโดยทำการทดลองที่อุณหภูมิ 28 ± 2 °C

3.2.1 วิธีการที่ใช้ในการศึกษา

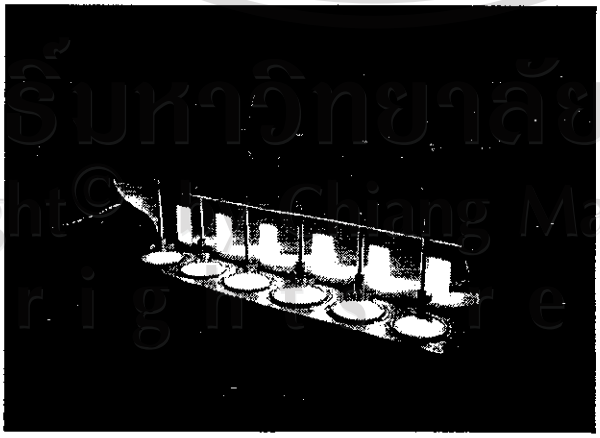
การศึกษาครั้งนี้ใช้วิธีการ 3 ขั้นตอน คือ การศึกษาด้วยกระบวนการโคแอคกูเลชัน การศึกษาด้วยกระบวนการดูดติดแบบไม่ต่อเนื่องในถังปฏิกริยาแบบเท และการศึกษาด้วยกระบวนการดูดติดแบบต่อเนื่อง (Continuous) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.2.1.1 การศึกษาด้วยกระบวนการ โคแอคกูเลชัน เป็นการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพ ของสาร โคแอคกูแลนท์ 3 ชนิดที่คือ สารส้ม เฟอร์ริคคลอไรด์ และเฟอร์รัสซัลเฟต ในการบำบัดสีในน้ำเสียสีย้อมผ้ารวมในรูปของ ทีโอซี ซึ่งการศึกษาครั้งนี้เป็นการทดลองในระดับห้องปฏิบัติการโดยในการทดลองขั้นตอนที่ 1 ของการศึกษาด้วยกระบวนการ โคแอคกูเลชันจะทำการศึกษาเพื่อหาค่าพีเอชที่เหมาะสมที่สุดของสาร โคแอคกูแลนท์ ทั้ง 3 ชนิดโดยใช้อุปกรณ์เครื่องกวนรุ่น Miyamoto Riken ทดลองแบบ Jar Test โดยนำน้ำเสียสีรวมตัวอย่าง 500 มล. ใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 1,000 มล. หลังจากนั้น เติมสารส้ม ($Al_2(SO_4)_3.18H_2O$) ที่มีความเข้มข้น 600 มก./ล. ทำการแปลผันค่าของพีเอชให้มีค่าเท่ากับ 4.5, 5.0, 5.5, 6.0, 6.5, และ 7.0 ไปพร้อมกับกระบวนการกวนเร็วที่ความเร็วรอบเท่ากับ 150 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 1 นาที แล้วจึงทำการกวนช้า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ด้วยความเร็วรอบ 20 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 20 นาที แล้วปิดเครื่องกวน ปล่อยทิ้งให้ตกตะกอนเป็นเวลา 30 นาที หลังจากนั้นดูดน้ำใสส่วนบนในแต่ละบีกเกอร์ไปวิเคราะห์หาค่าทีโอซีทำการทดลองซ้ำอีก 1 ครั้ง นำผลการทดลองที่ได้ในการทดลองครั้งที่ 1 และ 2 มาคำนวณหาค่าทีโอซีเฉลี่ยและนำค่าทีโอซีเฉลี่ยที่ได้ไปเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าทีโอซีกับค่าพีเอชที่ใช้ทำการทดลองซ้ำโดยใช้สารโคแอคกูแลนท์ ชนิดเฟอร์ริคคลอไรด์ ($FeCl_3$) และเฟอร์รัสซัลเฟต ($FeSO_4$) ตามลำดับ

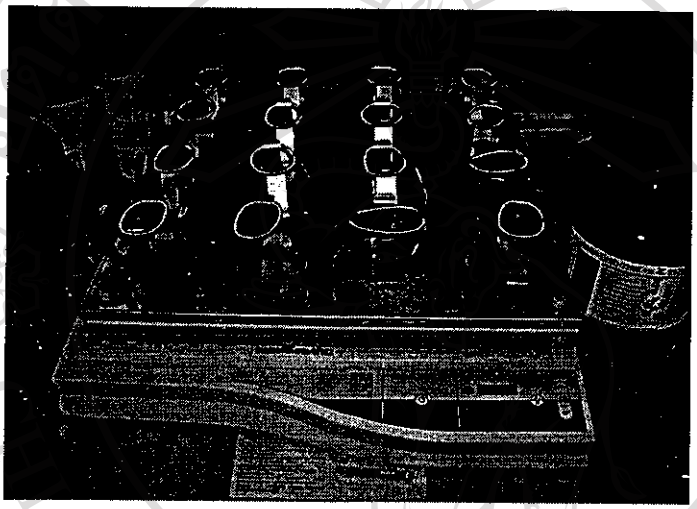
ในขั้นตอนที่ 2 ของการศึกษาด้วยกระบวนการโคแอคกูเลชันเป็นการศึกษาเพื่อหาปริมาณของสารโคแอคกูแลนท์ที่เหมาะสมที่สุดในการบำบัดสีในน้ำเสียสีย้อมผ้ารวมในรูปของทีโอซีซึ่งการศึกษาครั้งนี้เป็นการทดลองในระดับห้องปฏิบัติการโดยใช้อุปกรณ์เครื่องกวนรุ่น Miyamoto Riken ทดลองแบบ Jar Test โดยนำน้ำเสียสีรวมตัวอย่าง 500 มล. ใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 1,000 มล. หลังจากนั้นนำน้ำตัวอย่างไปกวนเร็วที่ความเร็วรอบเท่ากับ 150 รอบต่อนาที พร้อมกับเติมสารส้ม ($Al_2(SO_4)_3.18H_2O$) ที่มีความเข้มข้นต่างๆเท่ากับ 200, 400, 600, 800, 1,000 และ 1,200 มก./ล. พร้อมกับทำการปรับพีเอชให้มีค่าเหมาะสมที่สุดตามการทดลองในขั้นตอนที่ 1 เป็นเวลา 1 นาที แล้วจึงทำการกวนช้าด้วยความเร็วรอบ 20 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 20 นาทีแล้วปิดเครื่องกวน ปล่อยทิ้งให้ตกตะกอนเป็นเวลา 30 นาที หลังจากนั้นดูดน้ำใสส่วนบนในแต่ละบีกเกอร์ไปวิเคราะห์หาค่าทีโอซี ทำการทดลองซ้ำอีก 1 ครั้ง นำผลการทดลองที่ได้ในการทดลองครั้งที่ 1 และ 2 มาคำนวณหาค่าทีโอซี เฉลี่ยและนำค่าทีโอซีเฉลี่ยที่ได้ไปเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าทีโอซีกับค่าปริมาณสารส้มที่ใช้ และทำการทดลองซ้ำโดยใช้สาร Coagulant ชนิด เฟอร์ริคคลอไรด์ ($FeCl_3$) และเฟอร์รัสซัลเฟต ($FeSO_4$) ตามลำดับดังแสดงรูปเครื่องกวนที่ใช้ในการทดลอง Jar Test ในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 เครื่องกวน Miyamoto Riken ในการศึกษากระบวนการโคแอคกูเลชัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.2.1.2 การศึกษาด้วยกระบวนการดูดติดแบบไม่ต่อเนื่องในถังปฏิกริยาแบบเท เป็นการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการดูดติดสีในรูปของทีโอซีในน้ำเสียสีย้อมผ้ารวมของถ่านกัมมันต์ 2 ชนิด คือ ถ่านกัมมันต์ บิทูมินัส F300 และถ่านกัมมันต์กะลามะพร้าว C1000 ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ใช้ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มล. บรรจุน้ำเสียสีย้อมผ้ารวมและถ่านกัมมันต์แต่ละชนิดทำการเขย่าด้วยเครื่องเขย่ารุ่น GFL 3017 ที่ความเร็วรอบ 250 รอบต่อนาที ดังแสดงรูปเครื่องเขย่าในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 เครื่องเขย่ารุ่น GFL 3017 สามารถควบคุมความเร็วรอบ (10 - 400 รอบ/นาที) ในการเขย่าได้ใช้ในการศึกษากระบวนการดูดติดแบบแบทช์

ก. การทดลองศึกษาผลของพีเอชต่อเวลาสัมผัสของถ่านกัมมันต์ทั้ง 2 ชนิด การทดลองทำได้โดยการใช้ถ่านกัมมันต์เท่ากับ 0.4 และ 1.0 กรัม สำหรับถ่านกัมมันต์ F300 และ C1000 ตามลำดับใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มล. ที่มีความเข้มข้นของ ทีโอซี เท่ากับ 39.05 มก./ล. ปรับ พีเอช ให้เป็น 3 หลังจากนั้นทำการเขย่าด้วยเครื่องเขย่าที่มีความเร็วรอบ 250 รอบต่อนาที โดยการทำ การเขย่าขวดที่เวลาต่างๆ กัน (5, 10, 15, 30, 60, 120, 240 และ 300 นาที) เมื่อทำการเขย่าจนครบตามเวลาแล้วนำมาเขย่าอีกทีด้วยเครื่อง Centrifugal ที่มีความเร็วรอบประมาณ 4,000 รอบต่อนาที หลังจากนั้นทำการเก็บเอาเฉพาะน้ำใสไปหา ปริมาณของทีโอซี ที่เหลืออยู่ ทำการทดลองซ้ำอีก 1 ครั้ง หลังจากนั้นทำการทดลองซ้ำโดยใช้ค่าพีเอชเป็น 5, 7 และ 9 ตามลำดับ รายละเอียดการทดลองแสดงไว้ในตารางที่ 3.1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 3.1 การทดลองศึกษาผลของพีเอช ต่อเวลาสัมผัสของถ่านกัมมันต์ทั้ง 2 ชนิด

การทดลองที่	ชนิดของถ่านกัมมันต์	ปริมาณ ทีโอซี (มก./ล.)	พีเอช
1	F 300	39.05	3
2	F 300	39.05	5
3	F 300	39.05	7
4	F 300	39.05	9
5	C 1000	39.05	3
6	C 1000	39.05	5
7	C 1000	39.05	7
8	C 1000	39.05	9

หมายเหตุ:

-ในแต่ละการทดลองเก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์ที่เวลา 5, 10, 15, 30, 60, 120, 240 และ 300 นาที

- ในแต่ละการทดลองใช้ถ่านกัมมันต์เท่ากับ 0.4 และ 1.0 กรัม สำหรับถ่านกัม มันต์ F300 และ C1000 ตามลำดับ

- ใช้น้ำที่ผ่านกระบวนการ Coagulation ในการทดลอง Jar Test

- ทำการทดลองที่อุณหภูมิ 28 ± 2 °C

- ทำการทดลอง 2 ซ้ำ

จากตารางที่ 3.1 นำข้อมูลค่าทีโอซีเฉลี่ยที่ได้จากการทดลองไปเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพีเอชเทียบกับเวลา เพื่อหาเวลาสัมผัสที่เหมาะสม ของถ่านกัมมันต์ทั้ง 2 ชนิด ที่พีเอชที่แตกต่างกันและเพื่อแสดงถึงผลของพีเอชต่อเวลาสัมผัส

ข. การศึกษาผลของ ความเข้มข้นของน้ำสีย้อมผ้ารวม (วัดในรูปทีโอซี) ต่อเวลาสัมผัสของถ่านกัมมันต์ทั้งสองชนิดทำการทดลองเหมือนกับขั้นตอนในข้อ ก แต่ทำการทดลองที่ความเข้มข้นทีโอซีเท่ากับ 39.05, 60.76, 78.41 และ 148.20 มก./ล. โดยการทดลองจะใช้ค่าของพีเอชที่ 7 เท่านั้น รายละเอียดการทดลองแสดงไว้ในตารางที่ 3.2

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 3.2 การศึกษาผลของความเข้มข้นของน้ำสีย้อมผ้ารวม (วัดในรูปทีโอซี) ต่อเวลาสัมผัสของถ่านกัมมันต์ทั้ง 2 ชนิด

การทดลองที่	ชนิดของถ่านกัมมันต์	ปริมาณ ทีโอซี (มก./ล.)	พีเอช
1	F 300	39.05	7
2	F 300	60.76	7
3	F 300	78.41	7
4	F 300	148.20	7
5	C 1000	39.05	7
6	C 1000	60.76	7
7	C 1000	78.41	7
8	C 1000	148.20	7

หมายเหตุ:

-ในแต่ละการทดลองเก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์ที่เวลา 5, 10, 15, 30, 60, 120, 240 และ 300 นาที

- ในแต่ละการทดลองใช้ถ่านกัมมันต์เท่ากับ 0.4 และ 1.0 กรัม สำหรับถ่านกัม มันต์ F300 และ C1000 ตามลำดับ

- ใช้น้ำที่ผ่านกระบวนการ Coagulation ในการทดลอง Jar Test

- ทำการทดลองที่อุณหภูมิ 28 ± 2 °C

- ทำการทดลอง 2 ซ้ำ

จากตารางที่ 3.2 นำข้อมูลค่าทีโอซีเฉลี่ยที่ได้จากการทดลองไปเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ความเข้มข้นของทีโอซีเทียบกับเวลา เพื่อหาเวลาสัมผัสที่เหมาะสมของถ่านกัมมันต์ทั้ง 2 ชนิด ที่ค่าความเข้มข้นของทีโอซีแตกต่างกันและเพื่อแสดงถึงผลของความเข้มข้นทีโอซีต่อเวลาสัมผัส

ค. การทดลองหาผลของพีเอชต่อความสามารถในการดูดติดสีใช้น้ำสีย้อมรวมที่มีความเข้มข้น ทีโอซี เท่ากับ 39.05 มก./ล. ปรับพีเอชให้เท่ากับ 3 ใส่ลงไปในขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 มล. 8 ขวดโดยแต่ละขวดมีปริมาณของถ่านกัมมันต์ที่ต่างๆ กันเท่ากับ 0.1, 0.2, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8 และ 1.0 กรัม สำหรับถ่านกัมมันต์ F300 และ0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5 และ 4.0 กรัม สำหรับถ่านกัมมันต์ C1000 แล้วนำมาเขย่าขวดโดยใช้เวลาสัมผัสที่ได้จากการทดลอง ก นำมาเขย่าอีกทีด้วยเครื่อง Centrifuge ที่มีความเร็วรอบประมาณ 4,000 รอบต่อนาที หลังจากนั้นทำการเก็บเอาเฉพาะน้ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ใสที่ได้จากการเขย่าที่เวลาต่างๆกันนี้ไปหาปริมาณของทีโอซีที่เหลืออยู่ทำการทดลองซ้ำอีก 1 ครั้ง หลังจากนั้นทำการทดลองซ้ำโดยใช้ค่าพีเอชเป็น 5, 7 และ 9 ตามลำดับรายละเอียดการทดลองแสดงไว้ในตารางที่ 3.3

ตาราง 3.3 การศึกษาผลของพีเอช ต่อความสามารถในการดูดติดของถ่านกัมมันต์ทั้ง 2 ชนิด

ชนิดของตัวกลาง	ค่าพีเอชที่แปรผัน	ปริมาณทีโอซี (มก./ล.)	ปริมาณสารตัวกลางที่แปรผัน (กรัม)
F 300	3, 5, 7, 9	39.05	0.1, 0.2, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 1.0
C 1000	3, 5, 7, 9	39.05	0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0

หมายเหตุ:

- ใช้เวลาสัมผัสที่ได้จากการทดลอง ก
- ใช้น้ำที่ผ่านกระบวนการ Coagulation ในการทดลอง Jar Test
- ทำการทดลองที่อุณหภูมิ 28 ± 2 °C
- ทำการทดลอง 2 ซ้ำ

จากตาราง 3.3 นำค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นทีโอซีที่วัดได้จากการทดลองของถ่านกัมมันต์ ทั้ง 2 ชนิด ไปคำนวณหาค่าความสามารถในการดูดติดสูงสุดของถ่านกัมมันต์ทั้ง 2 ชนิดโดยการนำเอาค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของทีโอซีที่เหลือกับปริมาณของถ่านที่ใช้มาคำนวณตามสมการ Freundlich และ สมการ Langmuir ซึ่งค่าที่ได้จากการคำนวณสามารถนำมาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของถ่านกัมมันต์ทั้ง 2 ชนิดในการบำบัดสีในรูปทีโอซีและแสดงถึงผลของพีเอชต่อความสามารถในการดูดติด

ง. การทดลองหาผลของความเข้มข้นทีโอซีต่อความสามารถในการดูดติดสีใช้น้ำสีย้อมผ้ารวมที่มีความเข้มข้น 39.05 มก/ล ปรับ พีเอช ให้เท่ากับ 7 ใส่ลงไปในขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 มล. 8 ขวดโดยแต่ละขวดมีปริมาณของถ่านกัมมันต์ที่ต่างๆ กัน เท่ากับ 0.1, 0.2, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8 และ 1.0 กรัม สำหรับถ่านกัมมันต์ F 300 และ0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5 และ 4.0 กรัม สำหรับถ่านกัมมันต์ C1000 แล้วนำมาเขย่าขวดโดยใช้เวลาสัมผัสที่ได้จากการทดลอง ข นำมาเขย่าอีกทีด้วยเครื่อง Centrifugal ที่มีความเร็วรอบประมาณ 4,000 รอบต่อนาที หลังจากนั้นทำการเก็บเอาเฉพาะน้ำใสที่ได้จากการเขย่าที่เวลาต่างๆ กันนี้ไปหาปริมาณของทีโอซีที่เหลืออยู่ทำการทดลอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ซ้ำอีก 1 ครั้ง หลังจากนั้นทำการทดลองซ้ำโดยใช้น้ำเสียที่มีความเข้มข้นทีโอซีเท่ากับ 60.76, 78.41 และ 148.20 มก./ล. ตามลำดับ รายละเอียดการทดลองแสดงไว้ในตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 การทดลองผลของความเข้มข้นทีโอซีต่อความสามารถในการดูดติดของถ่านกัมมันต์ทั้ง 2 ชนิด

ชนิดของตัวกลาง	พีเอช	ปริมาณทีโอซีที่แปรผัน (มก./ล.)	ปริมาณสารตัวกลางที่แปรผัน (กรัม)
F300	7	39.05, 60.76, 78.41, 148.20	0.1, 0.2, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 1.0
C1000	7	39.05, 60.76, 78.41, 148.20	0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0

หมายเหตุ:

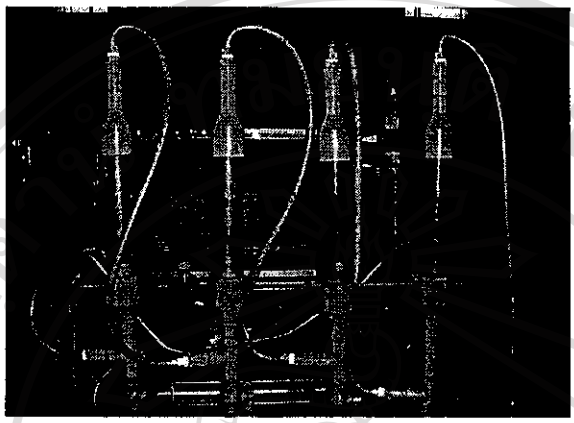
- ใช้เวลาสัมผัสที่ได้จากการทดลอง ข
- ใช้น้ำที่ผ่านกระบวนการ Coagulation ในการทดลอง Jar Test
- ทำการทดลองที่อุณหภูมิ 28 ± 2 °C
- ทำการทดลอง 2 ซ้ำ

จากตาราง 3.4 นำค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นทีโอซีที่วัดได้จากการทดลองของถ่านกัมมันต์ ทั้ง 2 ชนิด ไปคำนวณหาค่าความสามารถในการดูดติดสูงสุดของถ่านกัมมันต์ทั้ง 2 ชนิดโดยการนำเอาค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของทีโอซีที่เหลือกับปริมาณของถ่านที่ใช้มาคำนวณตามสมการ Freundlich และ สมการ Langmuir ซึ่งค่าที่ได้จากการคำนวณสามารถนำมาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของถ่านกัมมันต์ทั้ง 2 ชนิดในการบำบัดสีในรูปทีโอซีและแสดงถึงผลของความเข้มข้นทีโอซี ต่อความสามารถในการดูดติด

3.2.1.3 การศึกษาด้วยกระบวนการดูดติดแบบต่อเนื่อง เป็นการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดติดสีในน้ำเสียสีย้อมผ้ารวมในรูปทีโอซีโดยใช้ตัวกลาง 2 ชนิด คือ ถ่านกัมมันต์ บิทูมินัส F300 และถ่านกัมมันต์กะลามะพร้าว C1000 ภายใต้อัตราการไหล 4 ค่า แตกต่างกันคือ 2.0, 4.0, 6.0 และ 8.0 ลิตร/ชั่วโมง โดยทำการทดลอง 2 ซ้ำ ในทุกอัตราการไหลและทั้ง 2 ชนิดของ ถ่านกัมมันต์ ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ใช้แบบจำลองที่ทำจากท่ออะคริลิก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 5 ซม. สูง 100 ซม. มีใยแก้วรองรับชั้นตัวกลางสูง 10 ซม. ต่อกันแบบอนุกรม 4 ถัง โดยใส่ถ่านกัมมันต์ F300 และถ่านกัมมันต์ C1000 ซึ่งมีความสูงของชั้นถ่านประมาณ 20 ซม.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รายละเอียดการทดลองแสดงลักษณะแบบจำลองในการทดลองกระบวนการดูดติดแบบต่อเนื่องใน รูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 แบบจำลองถังปฏิกิริยาที่ใช้ในการศึกษาแบบต่อเนื่อง

น้ำเสียสีย้อมผ้ารวมจะถูกนำเข้าที่ด้านบนของถังโดยใช้ปั๊มไดอะแฟรมสูบน้ำเสียสีย้อมผ้ารวมจากถังพักน้ำเข้าสู่ระบบอย่างต่อเนื่องทำการทดลองโดยผ่านน้ำเสียเข้าไปในถังปฏิกิริยาทั้งสี่ที่ต่อแบบอนุกรมกันอยู่โดยตารางที่ 3.5 แสดงการทดลองแบบต่อเนื่อง

ตารางที่ 3.5 การทดลองกระบวนการดูดติดแบบต่อเนื่องของถ่านกัมมันต์ทั้ง 2 ชนิด

ชนิดของตัวกลาง	อัตราการไหลที่แปรผัน (ลิตร/ชั่วโมง)
F 300	2.0, 4.0, 6.0, 8.0
C 1000	2.0, 4.0, 6.0, 8.0

หมายเหตุ :

- ใช้น้ำที่ผ่านกระบวนการ Coagulation ในการทดลอง Jar Test
- ทำการทดลองที่อุณหภูมิ 28 ± 2°C
- ทำการทดลอง 2 ซ้ำ
- น้ำหนักของถ่านกัมมันต์ในแต่ละคอลัมน์มีค่าเท่ากับ 219 กรัม ในถ่านทั้ง 2 ชนิด

จากข้อมูลในตาราง 3.5 นำค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำที่ผ่านการบำบัดและปริมาณถ่านกัมมันต์ที่ใช้ ค่าอัตราการไหลทั้ง 4 ที่แตกต่างกันคือ 2.0, 4.0, 6.0 และ 8.0 ลิตร/ชั่วโมง มาทำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การคำนวณหา ค่าอัตราการใช้ถ่าน ความสามารถในการดูดติดและทำการคำนวณหาค่าความลึกวิกฤตของถ่านกัมมันต์ทั้ง 2 ชนิด ตามสมการของ Bohart และ Adams เพื่อทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการบำบัดสีย้อมผ้ารวมในรูปของทีโอซีของถ่านกัมมันต์ทั้ง 2 ชนิด และเพื่อแสดงถึงผลของอัตราการไหลที่มีต่อความสามารถในการดูดติด

3.2.2 การเตรียมน้ำเสียที่ใช้ในการศึกษา

ในการวิจัยครั้งนี้ใช้น้ำเสียสีย้อมผ้ารวมจากกิจกรรมการย้อมผ้าในชุมชนในจังหวัด ลำพูน โดยการใช้รถบรรทุกขนน้ำมาเพียงครั้งเดียวแล้วนำมาเก็บไว้ในห้องเย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส โดยน้ำเสียที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มีความเข้มข้นของทีโอซีเริ่มต้นเท่ากับ 420 มก./ล. และมีพีเอชเท่ากับ 6.8

Sanja Papic ได้ทำการทดลองบำบัดสีย้อมผ้าด้วยกระบวนการโคแอคกูเลชันร่วมกับกระบวนการดูดติดซึ่งวัดในรูปของประสิทธิภาพในการกำจัด COD TOC และ AOX ซึ่งทำการทดลองในน้ำเสียสีสังเคราะห์โดยสารโคแอคกูแลนซ์ที่ใช้ในการทดลองคือสารส้ม และใช้ถ่านกัมมันต์เป็นตัวกลางดูดซับในกระบวนการดูดติดผิว ซึ่งในการทดลองพบว่าค่า COD TOC และ AOX ในน้ำเสียมีค่าเท่ากับ 893 755 มก/ล. และ 5,530 ไมโครกรัม/ลิตร ตามลำดับ ผลการทดลองที่ได้นั้นพบว่าในการบำบัดในขั้นตอนแรกคือการบำบัดโดยใช้กระบวนการโคแอคกูเลชันโดยใช้สารส้มเป็นสารโคแอคกูแลนซ์พบว่าสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการทำการทดลองกระบวนการโคแอคกูเลชั่นที่พีเอชเท่ากับ 5 และที่ปริมาณความเข้มข้นสารโคแอคกูแลนซ์ 1.5 กรัม/ลิตร โดยมีประสิทธิภาพในการกำจัด (%) COD TOC และ AOX ได้เท่ากับ 93.4 98.8 และ 99.3 % ตามลำดับโดยเมื่อนำน้ำเสียที่ผ่านกระบวนการโคแอคกูเลชันมาทำการบำบัดต่อด้วยกระบวนการดูดติดผิวประสิทธิภาพในการกำจัด (%) COD TOC และ AOX เพิ่มขึ้นเท่ากับ 95.7 99.7 และ 99.8 % ตามลำดับ (Sanja Papic, Natalij Koprivanac, Ana Loncaric Bozic, Azra Metes : 2003)

3.2.3 คุณสมบัติของถ่านกัมมันต์ที่ใช้ในการทดลอง

ถ่านกัมมันต์ 2 ชนิด คือ ถ่านกัมมันต์ F 300 และถ่านกัมมันต์ C 1000 ได้นำมาใช้ในการทดลองกระบวนการดูดติด เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการบำบัดสีย้อมรวมในรูปของทีโอซี โดยถ่านกัมมันต์ทั้ง 2 ที่นำมาทำการทดลองในครั้งนี้มีคุณสมบัติ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3.6

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 3.6 ลักษณะสมบัติของกัมมันต์ที่นำมาศึกษา

ลักษณะสมบัติ	ถ่านกัมมันต์ F 300	ถ่านกัมมันต์ C 1000
ชนิดของวัตถุดิบ	Bituminous Coal	กะลามะพร้าว
ขนาด	ใหญ่กว่าตะแกรง # 8 (2.38 มม.) 8 % ใหญ่กว่าตะแกรง # 30 (0.59 มม.) 8 %	ใหญ่กว่าตะแกรง # 8 (2.38 มม.) 8 % ใหญ่กว่าตะแกรง # 30 (0.59 มม.) 8 %
ลักษณะทางกายภาพ	สีเทาดำ รูปร่างค่อนข้างกลม	สีเทาดำรูปร่างค่อนข้างเหลี่ยม
Surface Area (ตร.ม./ก.)	900-1,000	1,000-1,150
Iodine Number (มก./ก.)	950	1,150

ที่มา : บริษัท Calgon Carbon Corporation USA และบริษัท K Activated Carbon Kristall

3.2.4 การเก็บน้ำตัวอย่าง และการวิเคราะห์ลักษณะน้ำเสียที่เข้าและออกระบบ

การทดลองทั้งแบบไม่ต่อเนื่อง และแบบต่อเนื่อง มีรายละเอียดในการเก็บตัวอย่าง และการวิเคราะห์ ดังตารางที่ 3.7 และ 3.8

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 3.7 จุดเก็บตัวอย่างน้ำ รูปแบบการวิเคราะห์น้ำเสียและพารามิเตอร์ที่ตรวจวัดในการทดลองแบบไม่ต่อเนื่อง

การทดลอง	จุดเก็บน้ำตัวอย่าง	รูปแบบ	พารามิเตอร์ที่ตรวจวัด
1.ทำการทดลองหาเวลาสัมผัส ในการดูดติด	ในขวดรูปชมพู่	ก. เก็บน้ำตัวอย่างก่อนทำการเขย่าขวดรูปชมพู่ ข. น้ำตัวอย่างที่ผ่านการเขย่าที่เวลา ตามตารางที่ 3.1 และ 3.2	ทีโอซี วิเคราะห์ โดยวิธี Wet Oxidation
2. ทำการทดลองหาผลของพีเอชที่มีผลต่อค่าความสามารถในการดูดติด	ในขวดรูปชมพู่	ก. เก็บน้ำตัวอย่างก่อนทำการเขย่าขวดรูปชมพู่ ข. น้ำตัวอย่างที่ผ่านการเติมปริมาณตัวกลางตามตารางที่ 3.3	ทีโอซีวิเคราะห์ โดยวิธี Wet Oxidation
3. ทำการทดลองหาผลของความเข้มข้นทีโอซีที่มีผลต่อค่าความสามารถในการดูดติด	ในขวดรูปชมพู่	ก. เก็บน้ำตัวอย่างก่อนทำการเขย่าขวดรูปชมพู่ ข. น้ำตัวอย่างที่ผ่านการเติมปริมาณตัวกลางตามตารางที่ 3.4	ทีโอซีวิเคราะห์ โดยวิธี Wet Oxidation

ตารางที่ 3.8 จุดเก็บน้ำตัวอย่าง รูปแบบการวิเคราะห์น้ำเสีย และพารามิเตอร์ที่ตรวจวัดในการทดลองแบบต่อเนื่อง

การทดลอง	จุดเก็บน้ำตัวอย่าง	รูปแบบ	พารามิเตอร์ที่ตรวจวัด
1. การทดลองเพื่อศึกษา ผลของอัตราการไหลที่มีต่อความสามารถในการดูดติด	น้ำที่ออกจากถังปฏิกิริยา	ก. เก็บน้ำตัวอย่างในน้ำก่อนเข้าถังปฏิกิริยา ข. เก็บตัวอย่างที่ออกจากถังปฏิกิริยาในช่วงเวลาต่าง ๆ	ทีโอซีวิเคราะห์โดยวิธี Wet Oxidation

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved