

การบำบัดน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมฟอกย้อมโดยวิธี Photo-Fenton oxidation process (Treatment of textile wastewater by Photo-Fenton oxidation process)

จันทนภา สหุณิล, จิตติมา แก้วโบราณ, สงบทิพย์ พงศ์สถาปดี และ มะลิ หุ่นสม *

ภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย Email : mali@sc.chula.ac.th

บทคัดย่อ

การทดลองนี้ศึกษาเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมฟอกย้อมโดยวิธี Photo - Fenton oxidation process ในเครื่องปฏิกรณ์แบบกะที่อุณหภูมิห้อง โดยใช้แสง UV ที่ความยาวคลื่น 465 nm เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา โดยตัวแปรที่ศึกษาคือค่า pH เริ่มต้น ปริมาณเฟอร์รัสไอออน ปริมาณเพอร์ริกไอออน กำลังไฟฟ้าของหลอด UV และเวลาที่ใช้ในการบำบัด ที่มีผลต่อการลดลงของ COD และสี โดยในแต่ละการทดลองจะใช้ตัวอย่างน้ำเสียประมาณ 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร และกวนด้วยความเร็วคงที่ 420 รอบต่อนาที

การศึกษากการทดลองพบว่าภาวะที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานฟอกย้อม คือ pH = 3 ปริมาณเฟอร์รัสไอออน 80 มิลลิกรัมต่อลิตรและใช้กำลังไฟฟ้า 90 วัตต์ ซึ่งสามารถลด COD และสีได้ 50 และ 90 % ตามลำดับ เวลาที่เหมาะสมในการบำบัด คือ 5 นาที ซึ่งเกิดตะกอน 0.00058 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยที่ภาวะดังกล่าวจะเสียค่าใช้จ่ายในการบำบัดประมาณ 15.75 บาทต่อลูกบาศก์เมตรของน้ำเสีย เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสีย พบว่าเฟอร์รัสไอออนมีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียได้ดีกว่าเพอร์ริกไอออนซึ่งสามารถลด COD และสีได้ดีกว่า 4-5%
คำสำคัญ : อุตสาหกรรมฟอกย้อม, Photo-Fenton, การบำบัดน้ำเสีย

1. บทนำ

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมฟอกย้อมมีการขยายตัวอย่างต่อเนื่อง ซึ่งมักจะมีผลเสียตามมา เช่น ปัญหาน้ำเสีย ปัญหอากาศเป็นพิษ รวมถึงกากของเสียอื่น ๆ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของพืช สัตว์และมนุษย์เป็นอย่างยิ่งหากปล่อยสู่สิ่งแวดล้อมโดยไม่ได้ผ่านการบำบัดก่อน อุตสาหกรรมฟอกย้อมเป็นอุตสาหกรรมที่ต้องการใช้น้ำในปริมาณสูง โดยมีการใช้น้ำตั้งแต่ 200-2000 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน น้ำทิ้งของอุตสาหกรรมฟอกย้อมส่วนใหญ่มาจากกระบวนการผลิต ซึ่งสิ่งสกปรกที่เจือปนอยู่ในน้ำเสียได้แก่ สีและสารเคมีที่ใช้ในการย้อม ปริมาณของสีและสารเคมีที่เหลือในน้ำย้อมจะถูกปล่อยออกมาในรูปของน้ำเสียซึ่งจะต้องผ่านการบำบัดก่อน

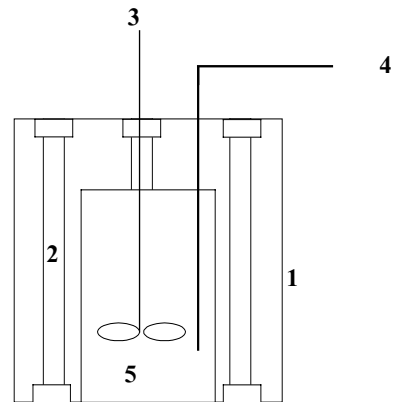
ปล่อยลงสู่สิ่งแวดล้อม การบำบัดน้ำเสียจากโรงงานฟอกย้อมมีอยู่หลายวิธีด้วยกัน แต่ที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายเป็นวิธีที่ใช้ถ่านกัมมันต์มาช่วยในการดูดซับสีร่วมกับวิธี coagulation ซึ่งให้ซึ่งให้ผลที่ไม่น่าพอใจในการลดสี โดยพบว่า “วิธีการดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์นั้นสามารถลดสีได้เพียง 10-20% (Venceslau และคณะ, 1994)” ส่วนวิธี coagulation นั้นเป็น “วิธีที่ไม่สามารถบำบัดโมเลกุลของสีย้อมที่สามารถละลายในน้ำได้ (Vendevivere และคณะ, 1998)” ดังนั้นทางภาคอุตสาหกรรมจึงต้องดำเนินการหาวิธีการบำบัดที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงสุดเพื่อลดความเป็นพิษของของเสียนั้น

การบำบัดน้ำเสียโดยวิธี Photo-Fenton Oxidation จะอาศัยแสง UV และ Fe^{2+} ทำให้ H_2O_2 แตกตัวเป็นไฮดรอกซิล ซึ่งวิธีทาง Photo-Fenton oxidation เป็นส่วนหนึ่งของวิธี Advance oxidation process โดยกระบวนการดังกล่าวจะเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาที่ทำให้เกิดไฮดรอกซิลแรดิคัล (HO^*) ซึ่งได้แก่ ปฏิกิริยาการสลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ด้วยแสง ($\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV}$) และปฏิกิริยา Fenton ($\text{H}_2\text{O}_2/\text{Fe}^{2+}$) จากการศึกษาพบว่าการใช้ ปฏิกิริยา $\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV}$ หรือปฏิกิริยา Fenton เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสำหรับการบำบัดสีในน้ำเสียจากโรงงานฟอกย้อม (Liao และคณะ, 1999) ดังนั้นงานวิจัยของเราจึงทำการศึกษากการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานฟอกย้อมโดยวิธี Photo-Fenton oxidation process ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้ปฏิกิริยาทั้งสองร่วมกัน

ปริมาณไฮดรอกซิลแรดิคัลที่เกิดจากปฏิกิริยา Photo-Fenton oxidation เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ค่า COD และสีในน้ำเสียลดลง ซึ่งการลดลงของ COD และสีจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณไฮดรอกซิลแรดิคัลที่เกิดขึ้น สำหรับงานวิจัยนี้จะทำการศึกษาผลของค่า pH เริ่มต้น ปริมาณ Fe^{2+} ปริมาณ Fe^{3+} และกำลังไฟฟ้าของหลอด UV ที่มีต่อการลดลงของ COD และสี โดยน้ำเสียที่นำมาวิจัยเป็นน้ำเสียจากโรงงานเอเซียไฟเบอร์ จำกัด (มหาชน) ซึ่งเป็นโรงงานฟอกย้อมขนาดกลาง

2. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ชุดเครื่องมือประกอบด้วยตู้ป้องกันแสง UV กว้าง 68.58 เซนติเมตร ยาว 68.58 เซนติเมตร สูง 78.74 เซนติเมตร ซึ่งติดตั้งหลอด UV ไว้จำนวน 8 หลอด โดยแต่ละหลอดมีความยาวคลื่น 465 นาโนเมตร กำลังไฟฟ้า 15 วัตต์ พร้อมด้วยเครื่องกวนที่มีความเร็วรอบคงที่ 420 รอบต่อนาที ที่เก็บสารตัวอย่างและเครื่องปฏิกรณ์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12.7 เซนติเมตร สูง 22.86 เซนติเมตร แสดงดังรูปที่ 1



- | | |
|---------------------|-----------------------|
| 1. ตู้ป้องกันแสง UV | 2. หลอด UV |
| 3. เครื่องกวน | 4. ที่เก็บสารตัวอย่าง |
| 5. เครื่องปฏิกรณ์ | |

รูปที่ 1 ชุดเครื่องมือการทดลอง photo-fenton oxidation Process

สำหรับขั้นตอนการบำบัด นำน้ำเสียปริมาตร 1 ลิตร ใส่ในเครื่องปฏิกรณ์ จากนั้นทำการเติมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์และเฟอร์รัสหรือเฟอร์ริกไอออนลงในน้ำเสีย ทำการปรับค่า pH โดยการเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์หรือกรดซัลฟูริกเข้มข้น ทำการเดินเครื่องและเก็บสารตัวอย่าง 20 มิลลิลิตร ที่เวลา 5, 10, 20, 30 และ 60 นาที แล้วทำการหยุดปฏิกิริยาทันทีโดยการปรับ pH ให้มีค่าสูงกว่า 11 จากนั้นปรับ pH กลับมาที่ 4 อีกครั้ง เสร็จแล้วนำมาวิเคราะห์ค่า COD และสีของน้ำเสียหลังการบำบัด

ทำการวิเคราะห์สมบัติของน้ำเสียก่อนการบำบัด โดยวิเคราะห์ค่า COD BOD สี ความขุ่น ค่าการนำไฟฟ้าและ pH แสดงดังตารางที่ 1 โดยค่า COD จะทำวิเคราะห์ตามวิธีมาตรฐานส่วนสีจะทำการวิเคราะห์โดยเครื่อง UV/Vis spectrophotometer (Jasco V-520) เปรียบกับสารละลายสีมาตรฐานที่เตรียมจากโพแทสเซียมคลอโรแพลททินेट (K_2PtCl_6) และโคบอลต์สคลอไรด์ ($\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) ที่ความยาวคลื่น 465 นาโนเมตร สำหรับเฟอร์รัสไอออนที่ใช้ในการวิจัยเตรียมจากเฟอร์รัสซัลเฟต (FeSO_4) และเฟอร์ริกไอออนเตรียมจากเฟอร์ริกออกไซด์ (FeO_3)

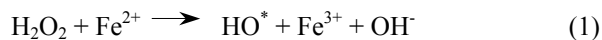
ตารางที่ 1 สมบัติน้ำเสียจากโรงงานฟอกย้อมก่อนการบำบัด

สมบัติ	ค่า
COD (mg/l)	6,500 – 27,000
BOD (mg/l)	8,500 – 10,000
สี (หน่วยสี)	1,584 – 2,310
ค่าการนำไฟฟ้า (ms/cm)	1.74 – 2.63
ความขุ่น (NTU)	105 – 164
pH	6.68 – 8.36

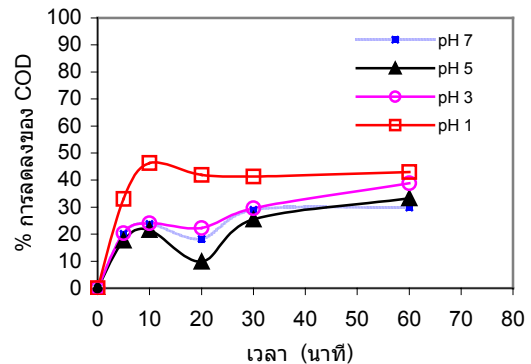
3. ผลการทดลองและอภิปรายผล

3.1 ผลของ pH เริ่มต้น

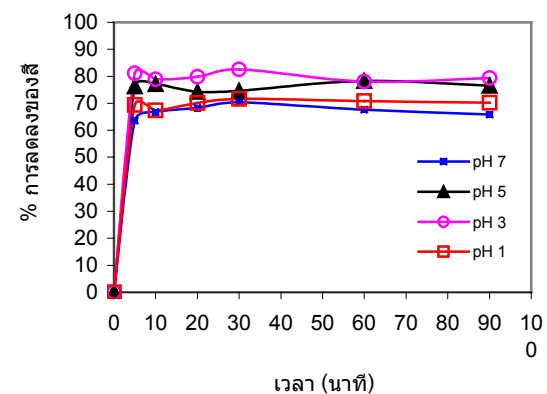
ปฏิกิริยาที่ทำให้เกิดไฮดรอกซิลแรดิคัลในกระบวนการ Photo-Fenton ประกอบไปด้วย “ปฏิกิริยา Fenton, ปฏิกิริยาการสลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ด้วยแสง และปฏิกิริยา Photoreduction of ferric ion (Faust และคณะ, 1990)” แสดงดังสมการ (1)-(3) ตามลำดับ



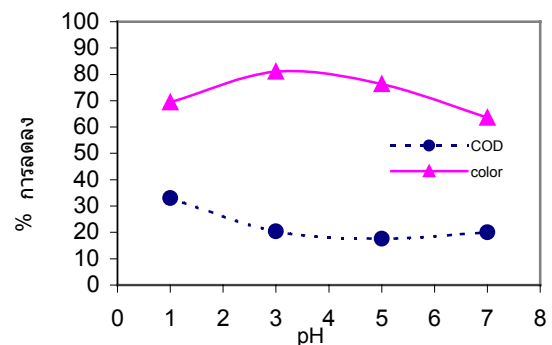
จากสมการที่ (2) พบว่า ปริมาณไฮดรอกซิลแรดิคัลที่เกิดขึ้นในกระบวนการ Fenton ขึ้นอยู่กับ pH โดยเกิดขึ้นได้ดีในภาวะที่เป็นกรดเช่นเดียวกับปฏิกิริยาการสลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ด้วยแสงในสมการที่ (3) จากการศึกษาพบว่ากระบวนการ Photo-Fenton สามารถลดความเป็นพิษ และสารประกอบอินทรีย์ในน้ำเสีย (Kim et al., 1997 and Kang et al., 1999) ได้ดีที่ pH = 3



รูปที่ 2 ผลของ pH ต่อการลดลงของค่า COD ($\text{H}_2\text{O}_2 = 100$ มิลลิกรัมต่อลิตร, $\text{Fe}^{2+} = 20$ มิลลิกรัมต่อลิตร, UV = 60 วัตต์)



รูปที่ 3 ผลของ pH ต่อการลดลงของสี ($\text{H}_2\text{O}_2 = 100$ มิลลิกรัมต่อลิตร, $\text{Fe}^{2+} = 20$ มิลลิกรัมต่อลิตร, UV = 60 วัตต์)



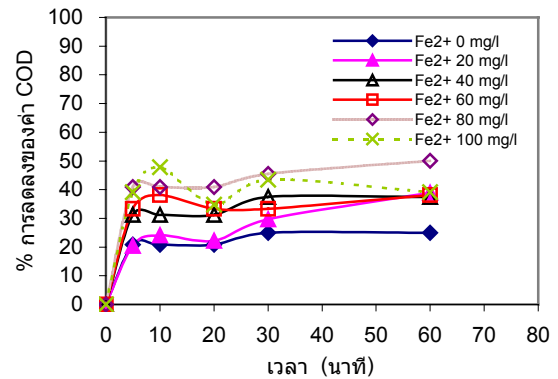
รูปที่ 4 เปรียบเทียบการลดลงของ COD และสี ที่ pH ต่าง ๆ ที่เวลา 5 นาที

จากการทดลองในรูปที่ 2 และรูปที่ 3 แสดงการลดลงของ COD และสีในกระบวนการ Photo-Fenton oxidation ที่ pH 1, 3, 5 และ 7 จากการทดลองพบว่า COD จะลดลงได้ดีที่สุดในช่วง 20 – 30 นาที หลังจากนั้นการลดลงของค่า COD จะค่อนข้างคงที่เนื่องจากปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ลดลงเพราะถูกใช้ไปในการทำปฏิกิริยา ส่วนสีพบว่าจะมีการลดลงอย่างรวดเร็วในช่วง 5 นาทีแรก หลังจากนั้นจะไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงมากนัก โดยที่ช่วง pH 3-5 จะสามารถลดสีได้ดีที่สุด ซึ่งสามารถลดสีได้ประมาณ 78 - 83% แต่พิจารณาที่ภาวะเป็นกลาง (pH = 7) พบว่าการบำบัดไม่ค่อยได้ผลดีเนื่องจากที่ pH สูงจะทำให้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์สลายตัวเป็น H_2O และ O_2 ซึ่งทำให้เกิดไฮดรอกซิลแรดิคัลได้น้อยลง เป็นผลให้การลดลงของสีและ COD น้อยลงตามไปด้วย ดังนั้นเมื่อพิจารณาการลดลงของสีและ COD พบว่า pH ที่เหมาะสมในการบำบัดโดยใช้ Photo-Fenton คือ pH=3

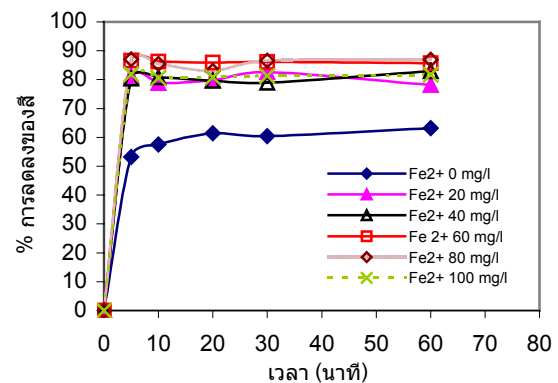
3.2 ผลของปริมาณ Fe^{2+}

รูปที่ 5 และ 6 แสดงผลของปริมาณ Fe^{2+} ที่มีต่อการลดลงของ COD และสี โดยพบว่าทั้ง COD และสีจะลดลงได้อย่างรวดเร็วในช่วง 5-10 นาทีแรก ซึ่งจะสังเกตเห็นว่าเปอร์เซ็นต์การลดลงของ COD และสีค่อนข้างคงที่แต่มีการเปลี่ยนแปลงบ้างเล็กน้อยเนื่องจากเฟอร์รัสไอออนจะมีการเปลี่ยนไปเป็นเฟอร์ริกไอออนหลังจากทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เป็นผลให้สีบางส่วนกลับคืนมาดังสมการที่ 1 ซึ่งจะสังเกตเห็นว่าเปอร์เซ็นต์การลดลงของ COD และสีจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีการสร้างไฮดรอกซิลแรดิคัลเพิ่มขึ้นจากปฏิกิริยา Fenton แต่เมื่อมีปริมาณเฟอร์รัสไอออนมากเกินไปจะไม่มีผลต่อการลดลงของ COD และสี

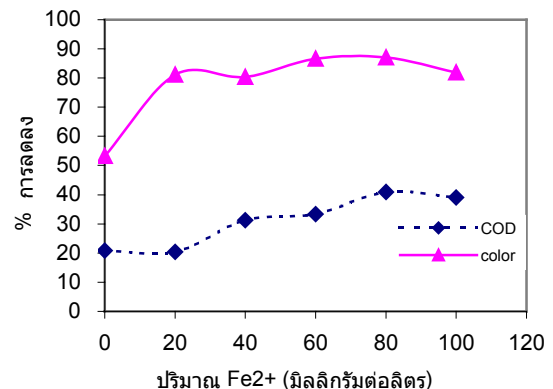
จากผลการทดลองพบว่าที่ปริมาณเฟอร์รัสไอออน 80 มิลลิกรัมต่อลิตรสามารถลด COD และสีได้สูงสุด 50 และ 87% ตามลำดับ



รูปที่ 5 ผลของ Fe^{2+} ต่อการลดลงของ COD ($H_2O_2=100$ มิลลิกรัมต่อลิตร , UV = 60 วัตต์, pH = 3)



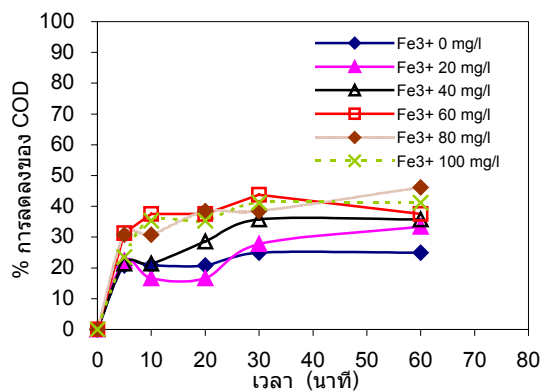
รูปที่ 6 ผลของ Fe^{2+} ต่อการลดลงของสี ($H_2O_2 = 100$ มิลลิกรัมต่อลิตร , UV = 60 วัตต์, pH = 3)



รูปที่ 7 เปรียบเทียบการลดลงของ COD และสี ที่ปริมาณ Fe^{2+} ต่าง ๆ ที่เวลา 5 นาที

3.3 ผลของปริมาณ Fe^{3+}

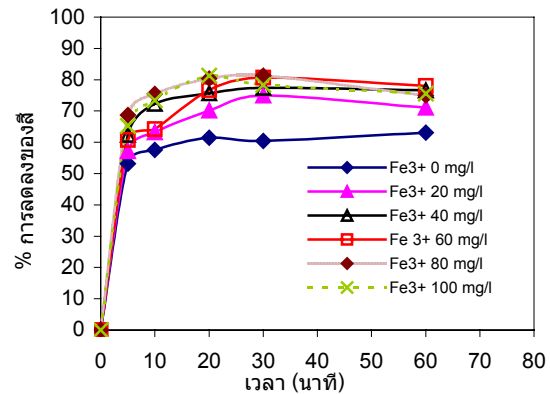
รูปที่ 8 แสดงผลของ Fe^{3+} ต่อการลดลงของค่า COD ซึ่งจะเห็นว่าการลดลงของ COD จะค่อยๆ เพิ่มขึ้นตามเวลา สำหรับการลดลงของสีนั้นจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงแรก และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ แต่หลังจาก 30 นาทีจะมีการลดลงเล็กน้อยดังรูปที่ 9 เมื่อเพิ่มปริมาณเฟอร์ริกไอออนพบว่าความสามารถในการลดลงของ COD และสีจะเพิ่มขึ้น แต่เมื่อเพิ่มปริมาณเฟอร์ริกไอออนในปริมาณที่เกินพอที่จะทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์จะไม่ส่งผลต่อการลดลงของ COD และสีซึ่งให้ผลเช่นเดียวกับการเพิ่มปริมาณเฟอร์ริกไอออน จากการพิจารณาถึงความสามารถในการลดลงของ COD และสีร่วมกันพบว่าปริมาณเฟอร์ริกไอออน 80 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นปริมาณที่มีความเหมาะสมในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานฟอกย้อมโดยวิธี Photo-Fenton oxidation process ดังรูปที่ 10 โดยที่เวลา 30 นาที สามารถลด COD และ สีได้สูงที่สุด 46% และ 81% ที่ ตามลำดับ



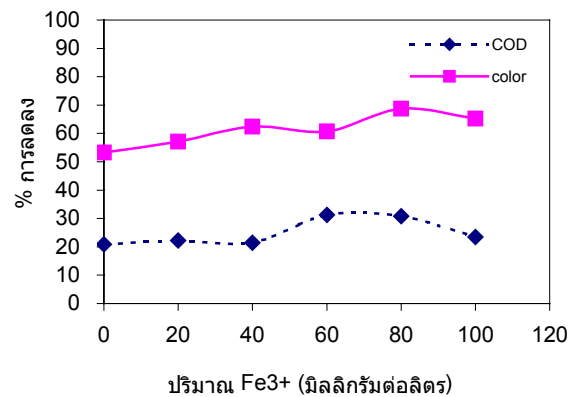
รูปที่ 8 ผลของ Fe^{3+} ต่อการลดลงของ COD ($\text{H}_2\text{O}_2 = 100$ มิลลิกรัมต่อลิตร , UV = 60 วัตต์, pH = 3)

จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดลงของ COD และสีของเฟอร์ริกไอออนและเฟอร์ริกไอออนพบว่าเฟอร์ริกไอออนสามารถลด COD และสีได้สูงกว่าเฟอร์ริกไอออนในปริมาณเท่ากัน และใช้เวลาในการบำบัดน้อย

กว่าเช่นกัน ทั้งนี้เนื่องจากอัตราการเกิดปฏิกิริยาของเฟอร์ริกไอออนมีค่าสูงกว่าเฟอร์ริกไอออนดังสมการที่ 6 และ 7



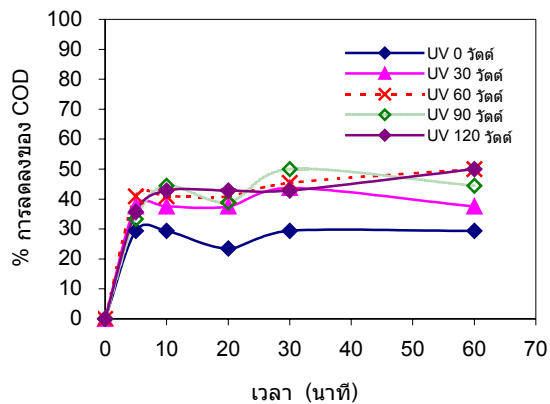
รูปที่ 9 ผลของ Fe^{3+} ต่อการลดลงของสี ($\text{H}_2\text{O}_2 = 100$ มิลลิกรัมต่อลิตร , UV = 60 วัตต์, pH = 3)



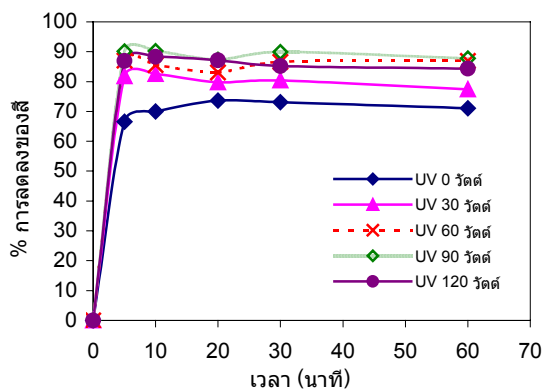
รูปที่ 10 เปรียบเทียบการลดลงของ COD และสี ที่ปริมาณ Fe^{3+} ต่าง ๆ ที่เวลา 5 นาที

3.4 ผลของกำลังไฟฟ้า

การทดลองในตอนนี้เป็นการศึกษาผลของกำลังไฟฟ้าของหลอด UV ที่กำลังไฟฟ้าต่างๆ จากการทดลองพบว่าเมื่อกำลังไฟฟ้าของหลอด UV เพิ่มขึ้นการลดลงของ COD ไม่ค่อยมีการเปลี่ยนแปลงมากนัก ดังรูปที่ 11 แต่การลดลงของสีมีค่าเพิ่มขึ้น ดังรูปที่ 12



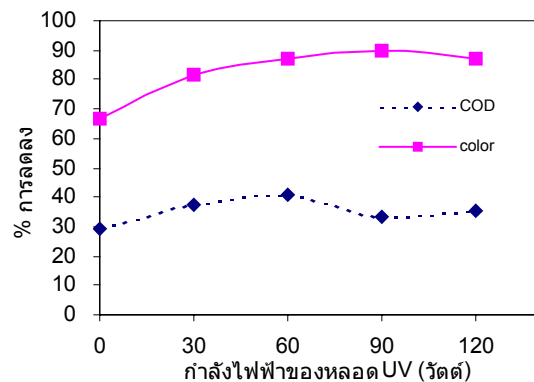
รูปที่ 11 ผลของกำลังไฟฟ้าต่อการลดลงของ COD ($H_2O_2 = 100$ มิลลิกรัมต่อลิตร, $Fe^{2+} = 80$ มิลลิกรัมต่อลิตร, pH = 3)



รูปที่ 12 ผลของกำลังไฟฟ้าต่อการลดลงของสี ($H_2O_2 = 100$ มิลลิกรัมต่อลิตร, $Fe^{2+} = 80$ มิลลิกรัมต่อลิตร, pH = 3)

โดยพบว่าค่ากำลังไฟฟ้าที่ 90 วัตต์ การลดลงของ COD และสีให้ค่าใกล้เคียงกับที่ กำลังไฟฟ้า 120 วัตต์ ดังนั้นเมื่อพิจารณาการลดลงของ COD และสี จากรูปที่ 13 โดยพิจารณาในด้านความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ร่วมด้วย กำลังไฟฟ้าที่ 90 วัตต์เป็นกำลังไฟฟ้าที่มีความเหมาะสม

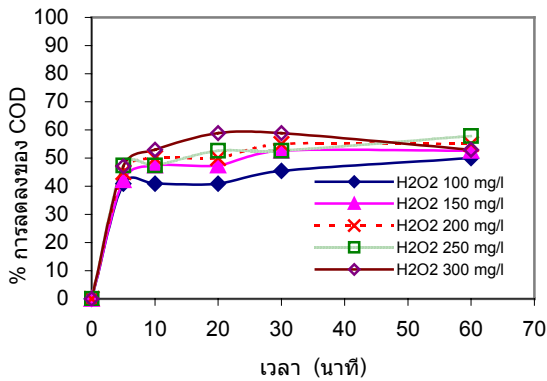
ในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานฟอกย้อมโดยวิธี Photo-Fenton oxidation process ซึ่งสามารถลดค่า COD และสีได้สูงที่สุด 50% และ 90% ตามลำดับ ซึ่งใช้ระยะเวลาในการบำบัดเพียง 5 นาที



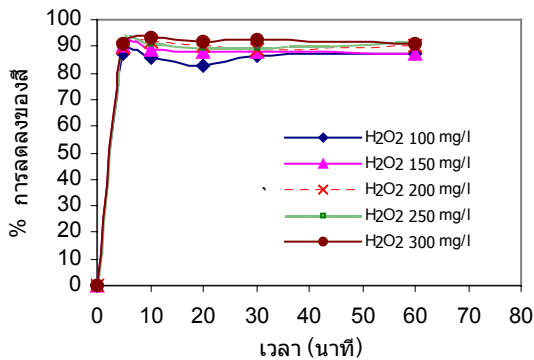
รูปที่ 13 เปรียบเทียบการลดลงของ COD และสี ที่กำลังไฟฟ้าของหลอด UV ต่าง ๆ ที่เวลา 5 นาที

3.5 ผลของปริมาณ H_2O_2

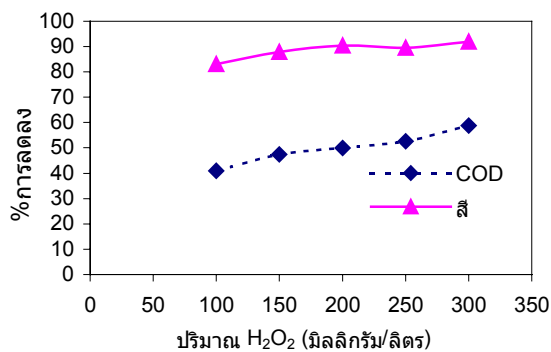
การทดลองในตอนนี้เป็นการศึกษาผลของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่มีต่อประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานฟอกย้อม จากการทดลองพบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์จะทำให้ประสิทธิภาพในการบำบัดสีมีประสิทธิภาพในการบำบัดสูงขึ้นดังรูปที่ 16 โดยสามารถลดลงได้สูงถึง 59% สำหรับการลดลงของสีนั้นจะเพิ่มขึ้นจากเดิมเล็กน้อย โดยสามารถลดลงได้ 93% เนื่องจากเกิดไฮดรอกซิลเรดิเคิลมากขึ้นทำให้สามารถทำลายโมเลกุลของสารประกอบอินทรีย์และโมเลกุลของสีย้อมได้ดีขึ้นนั่นเอง ซึ่งจะสังเกตได้ชัดจากการลดลงของ COD เมื่อเติมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ปริมาณ 300 มิลลิกรัมต่อลิตร



รูปที่ 14 ผลของ H_2O_2 ต่อการลดลงของ COD ($Fe^{2+} = 80$ มิลลิกรัมต่อลิตร, UV = 90 วัตต์, pH = 3)



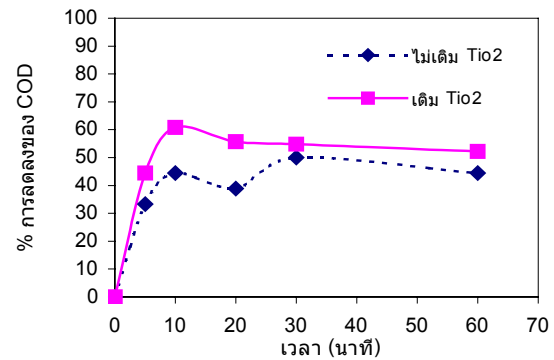
รูปที่ 15 ผลของ H_2O_2 ต่อการลดลงของสี ($Fe^{2+} = 80$ มิลลิกรัมต่อลิตร, UV = 90 วัตต์, pH = 3)



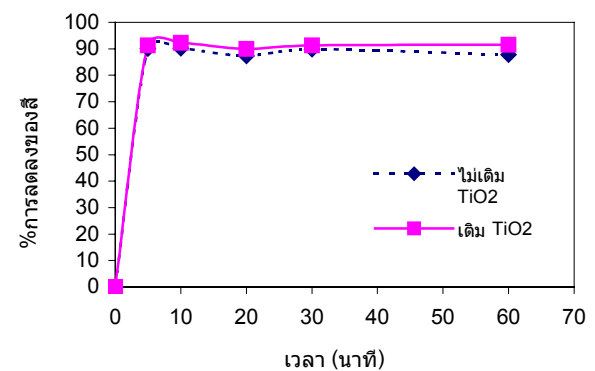
รูปที่ 16 เปรียบเทียบการลดลงของ COD และสี ที่ ปริมาณของ H_2O_2 ต่าง ๆ ที่เวลา 20 นาที

3.6 ผลของการเติม TiO_2

จากรูปที่ 17 และ 18 จะแสดงผลของการเติมไทเทเนียมไดออกไซด์ต่อการลดลงของสี พบว่าเมื่อมีการเติมไทเทเนียมไดออกไซด์จะทำให้การลดลงของ COD สูงขึ้น



รูปที่ 17 เปรียบเทียบผลของการเติม TiO_2 ต่อการลดลงของ COD ($H_2O_2 = 100$ มิลลิกรัมต่อลิตร, $Fe^{2+} = 80$ มิลลิกรัมต่อลิตร, UV = 90 วัตต์, pH = 3, $TiO_2 = 100$ มิลลิกรัมต่อลิตร)



รูปที่ 18 เปรียบเทียบผลของการเติม TiO_2 ต่อการลดลงของสี ($H_2O_2 = 100$ มิลลิกรัมต่อลิตร, $Fe^{2+} = 80$ มิลลิกรัมต่อลิตร, UV = 90 วัตต์, pH = 3)

“เนื่องจากไทเทเนียมไดออกไซด์จะไปช่วยเร่งปฏิกิริยา (Parra และคณะ, 2000)” ดังสมการ



ทำให้เกิดไฮดรอกซิลแรดิเคิลมากขึ้นซึ่งส่งผลต่อประสิทธิภาพในการบำบัดนั่นเอง ส่วนสื่อนั้นจากการทดลองพบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนักเมื่อมีการเติมไทเทเนียมไดออกไซด์

4. สรุปผลการทดลอง

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานฟอกย้อมด้วยวิธี Photo-Fenton oxidation process โดยศึกษาผลของค่า pH ปริมาณเฟอร์ริกไอออน ปริมาณเพอร์ริกไอออน กำลังไฟฟ้าของหลอด UV ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่มีต่อการลดลงของ COD และสี จากการวิจัยพบว่า การบำบัดน้ำเสียจากโรงงานฟอกย้อมโดยวิธีดังกล่าวจะมีประสิทธิภาพสูงเมื่อทำการบำบัดในภาวะที่เป็นกรด โดยภาวะที่เหมาะสมสำหรับการบำบัดที่ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ปริมาณ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร คือ pH = 3 ปริมาณเฟอร์ริกไอออนและเพอร์ริกไอออนเท่ากับ 80 มิลลิกรัมต่อลิตร และกำลังไฟฟ้าของหลอด UV เท่ากับ 90 วัตต์ โดยที่ภาวะดังกล่าวสามารถลด COD และสีได้สูงสุด 50% และ 90% ตามลำดับที่เวลา 5 นาที และเสียค่าใช้จ่ายในการบำบัด 15.75 บาทต่อลูกบาศก์เมตร อีกทั้งยังพบว่าการลดลง COD และสีจะเพิ่มขึ้น เมื่อกำลังไฟฟ้าของหลอด UV ปริมาณเฟอร์ริกไอออนหรือเพอร์ริกไอออน และปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เพิ่มขึ้น โดยพบว่าเฟอร์ริกไอออนมีประสิทธิภาพในการลด COD และสีได้ดีกว่าเพอร์ริกไอออน 4%-5% ตามลำดับ เมื่อเติมไทเทเนียมไดออกไซด์พบว่าประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียจะเพิ่มขึ้น

จากการทดลองยังพบว่าการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานฟอกย้อมโดยวิธี Photo-Fenton oxidation process มีประสิทธิภาพในการบำบัดสีได้ดีกว่า COD

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ทางคณะผู้ทำวิจัยขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยฝ่ายอุตสาหกรรม โครงการโครงการงานอุตสาหกรรมสำหรับปริญญาดุษฎี ประจำปี 2546 ที่ได้ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยในโครงการ IRPUS และบริษัทเอเชียไฟเบอร์ จำกัด (มหาชน) ที่เอื้อเฟื้อตัวอย่างน้ำเสียและสารเคมีบางชนิด

เอกสารอ้างอิง

- Barlas, H.; Akgun, T. Colour removal from the textile wastewaters by adsorption Techniques. *Fresenius Environmental Bulletin*. 2000, 9(9-10), 597-602.
- Ciardelli, G.; Capannelli, G.; Bottino, A. Ozone treatment of textile wastewaters for reuse. *Water Science and Technology*. 2001, 44(5), 61-67.
- Faust, B. C.; Hoigne, J. Photolysis of Fe complexes as sources of OH radicals in clouds, fog and rain. *Atmos. Environ.* 1990, A24, 79-89.
- Kim, S. M.; Geissen, S.; Vogelpohl, A. Landfill leachate treatment by a photoassisted fenton reaction. *Water Science Technology*. 1999, 35, 239-248.
- Kobyas, M.; Taner, O. C.; Bayramoglu, M. Treatment of textile wastewaters by electrocoagulation using iron and aluminum electrodes. *Journal of Hazardous Materials*. 2003, B100, 163-178.
- Kos, L.; Perkowski, J.; Ledakowicz, S. The effect of temperature on advanced oxidation of dyeing wastewater. *Fibres and Textiles in Eastern Europe*. 2001, 9 (2), 66 – 69.
- Liao, C. H.; Lu, M. C.; Yang, YH.; Lu, I. C. UV-catalyzed hydrogen peroxide treatment of textile wastewater. *Environmental Engineering Science*. 2000, 17(1), 9-18.
- Parra, S.; Sarrua, V.; Malato, S.; Peringer, P.; Pulgarin, C. Photochemical versus coupled photochemical-biological flow system for the treatment of two biorecalcitrant herbicides: metobromuron and isoproturon. *Applied Catalysis B: Environmental*. 2000, 27, 153-168.

- Philippopoulos, C. J.; Pouloupoulos, S. G. Photo-assisted oxidation of an oily wastewater using hydeogenperoxide. *Journal of Hazardous Materials*. 2003, B98, 201-210.
- Sheng, H. L.; Ming, L. C. Purification of textile wastewater effluents by combined Fenton processs and ion exchange. *Desalination*. 1997, 109, pp. 121-130.
- Shyh, F. K.; Liao, C. H.; Hung, P. H. Peroxidation treatment of dye manufacturing waste water in presence of ultraviolet light and ferrous ions. *Journal of Hazadous Materials*. 1999, B65, 317-333.
- Shyh F.K.; Liao, C.H.; Shei, T. P. Decolorization of textile wastewater by photo-fenton oxidation technology. *Chemosphere*. 2000, 41, 1287-1294.
- Venceslau, P. C.; Tom, S.; Simon J. J. Characterization of textile wastewater. *Environmental Technology*. 1994, 15, 917-929.
- Vendevivere, P.C.; Bianchi, R.; Verstraete, W. Treatment and reuse of wastewater from the textile wet-processing industry. *Journal of Chemical Technology*. 1998, 72, 289-302.