แบบสรุปสำหรับผู้บริหาร/เผยแพร่
แบบสรุปย่อการวิจัย

เทคโนโลยีการบำบัดของเสียอุตสาหกรรม

(Technology of Industrial Waste Treatment)

(กลุ่มเรื่อง เทคโนโลยีใหม่และเทคโนโลยีที่สำคัญเพื่ออุตสาหกรรม)

โดย

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

นายพรรคพงษ์ ศรีประเสริฐ และคณะ

กันยายน 2555

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
และผลงานนี้เป็นความรับผิดชอบของผู้วิจัยแต่ผู้เดียว
ปีงบประมาณ 2553

แบบสรุปสำหรับผู้บริหาร/เผยแพร่

.....

1. รายละเอียดเกี่ยวกับโครงการวิจัย

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) เทคโนโลยีการบำบัดของเสียอุตสาหกรรม

(ภาษาอังกฤษ) Technology of Industrial Waste Treatment

ได้รับทุนอุดหนุนวิจัยประจำปี งบประมาณ 2553 จำนวนเงิน 770,000 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี 10 เดือน เริ่มทำการวิจัยเมื่อ กรกฎาคม 2553 ถึง พฤษภาคม 2555

หน่วยงานและผู้ดำเนินการวิจัยพร้อมหน่วยงานที่สังกัดและหมายเลขโทรศัพท์

ชื่อผู้วิจัย (นายพรรคพงษ์ ศรีประเสริฐ)[1] วศ.ม.(วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม) คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทรศัพท์/โทรสาร 0-4374-2135,08-1307-9668 E-mail: neo14nio@yahoo.com

(นางนันทณัฐ ศรีประเสริฐ)[2] วศ.ม.(วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม) คณะสิ่งแวดล้อมและ ทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทรศัพท์/โทรสาร 0-4374-2135, 08-4036-3287

E-mail: sensory_nun@yahoo.com

2. สรุปโครงการวิจัย

ประเทศไทยในปัจจุบันมีการขยายตัวของภาคอุตสาหกรรมอย่างกว้างขวาง ส่งผลให้เกิดการใช้ทรัพยากรในปริมาณมาก นำไปสู่ปัญหาการเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติและก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม ในด้านต่างๆ เช่น มลพิษทางน้ำ มลพิษขยะมูลฝอย และกากของเสียอันตรายเป็นต้น ดังนั้นการศึกษานี้จึงได้นำเสนอโครงการวิจัยซึ่งประกอบไปด้วย 2 โครงการเดี่ยว ภายใต้งานวิจัยชื่อ “เทคโนโลยีการบำบัดของเสียอุตสาหกรรม” เพื่อนำเสนอกรณีศึกษาเกี่ยวกับการบำบัดของเสียอุตสาหกรรมอันได้แก่ น้ำเสียจากอุตสาหกรรมการพิมพ์ซิลค์สกรีนและโลหะทองแดงในแผ่นวงจรไฟฟ้าจากของเสียอิเลคทรอนิคส์ มีวัตถุประสงค์หลักคือ ต้องการทราบประสิทธิภาพ ปัจจัยและสภาวะที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสียสีย้อมการพิมพ์ซิลค์สกรีนด้วยกระบวนการโคแอกกูเลชั่นร่วมกับเฟนตันออกซิเดชั่น รวมถึงแนวทางการนำกลับโลหะทองแดงจากเศษแผ่นวงจรไฟฟ้าด้วยผงเหล็กโดยการชะละลายทางเคมีร่วมกับเทคนิคซีเมนเทชั่น โดยมีผลการศึกษาของแต่ละโครงการดังนี้

การบำบัดน้ำเสียสีย้อมการพิมพ์ซิลค์สกรีนด้วยกระบวนการโคแอกกูเลชั่นร่วมกับเฟนตันออกซิเดชั่นมีสภาวะที่เหมาะสมคือ การใช้สารส้มความเข้มข้น 0.4 g/L จากนั้นเติมสารเฟนตันในอัตราส่วน H_2O_2/Fe^{2+} 1.5 mol/mol โดยใช้ Fe^{2+} 4.0 mmol/L และ H_2O_2 6.0 mmol/L พีเอชเริ่มต้น 5 ระยะเวลาทำปฏิกิริยา 90 นาที ร่วมกับการใช้โพลีเมอร์ประจุลบ 1 mg/L สามารถบำบัดน้ำเสียสีย้อมการพิมพ์ซิลค์สกรีนได้อย่างมีประสิทธิภาพผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานของกฎหมาย โดยมีประสิทธิภาพการบำบัด COD สีและความขุ่น คิดเป็นร้อยละ 98.99 99.90 และ 99.90 ตามลำดับ มีราคาต้นทุนค่าสารเคมีคิดเป็นเงิน 2,116.15 บาทต่อการบำบัดน้ำเสียการพิมพ์ซิลค์สกรีน 1 ลบ.ม.

การนำกลับทองแดงจากแผ่นวงจรไฟฟ้าด้วยผงเหล็กโดยใช้วิธีการชะละลายทางเคมีร่วมกับเทคนิคซีเมนเทชัน พบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการชะละลายแผ่นวงจรไฟฟ้า คือการใช้กรดไนตริก 4 mol/L สัดส่วนแผ่นวงจรไฟฟ้า 20 g/กรดไนตริก 50 ml สามารถชะทองแดงได้ความเข้มข้น 386,820 mg/L หรือคิดเป็นร้อยละ 96.71 โดยน้ำหนัก จากนั้นจึงนำกลับทองแดงจากน้ำชะแผ่นวงจรไฟฟ้าโดยเทคนิคซีเมนเทชันด้วยผงเหล็ก พบว่า ควรปรับพีเอชเริ่มต้นของน้ำชะเป็น 3 ใช้ผงเหล็ก 1 เท่าของสตอยชิโอเมตริก ความเร็วในการกวนทำปฏิกิริยา 750 รอบ/นาที อุณหภูมิ 70° C ขนาดอนุภาคผงเหล็ก 53 - 125 µm ใช้ระยะเวลาในการ

เกิดปฏิกิริยาอย่างน้อย 20 นาที โดยให้ประสิทธิภาพการนำกลับสูงถึงร้อยละ 94.65 และมีปริมาณทองแดงในตะกอนร้อยละ 95.80 โดยน้ำหนัก พบสารประกอบทองแดงในรูป Cu^0 และ Cu_2O

จากผลการศึกษาเทคโนโลยีการบำบัดของเสียอุตสาหกรรมทั้งสองชนิด พบว่าเป็นเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพสูง สามารถบำบัดของเสียให้ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานก่อนปล่อยระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม เป็นวิธีการที่ทำได้ง่าย ราคาไม่แพง และมีแนวโน้มสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในการปฏิบัติงานจริง ดังนั้นกลุ่มผู้วิจัยจึงขอเสนอว่า ควรนำผลการศึกษานี้ใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบก่อสร้างถังปฏิกรณ์เพื่อนำไปใช้งานในการปฏิบัติจริง รวมถึงศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับมลภาวะทางชีวภาพหรือในเชิงพิษวิทยาที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม จากการนำเทคโนโลยีไปใช้ของกลุ่มผู้ประกอบที่เกี่ยวข้อง เช่น กลุ่มผู้ประกอบกิจการร้านพิมพ์ซิลค์สกรีน อุตสาหรรมกรรมสิ่งทอและฟอกย้อม กลุ่มธุรกิจโรงพิมพ์ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนด้านการทอผ้า ย้อมผ้าขนาดเล็ก (OTOP) กลุ่มธุรกิจรับกำจัดและบำบัดของเสียอันตราย กลุ่มผู้รับซื้อและนำกลับของมีค่าจากของเสีย อุตสาหกรรมผลิตแผ่นวงจรไฟฟ้า และผู้ประกอบการรายย่อยที่ก่อให้เกิดของเสียประเภทแผ่นวงจรไฟฟ้าเป็นต้น เป็นการมุ่งหาแนวทางใหม่ๆในการจัดการและควบคุมมลพิษต่างๆที่เกิดขึ้น ด้วยหลักการเทคโนโลยีสะอาด โดยมุ่งหวังให้เกิดการบำบัดของเสียเหล่านั้น อีกทั้งช่วยเพิ่มมูลค่าและใช้ประโยชน์ของเสียเท่าที่จะเป็นไปได้เพื่อเป็นการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรอย่างสูงสุด เพิ่มรายได้และลดต้นทุนค่าใช้จ่ายในการกำจัดของเสีย อันเป็นเป้าหมายสำคัญของภาคอุตสาหกรรม นอกจากนี้ยังเป็นการอนุรักษ์ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมซึ่งเป็นทรัพยากรต้นทุนหลักที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืนสืบไปในอนาคต

3. บทคัดย่อภาษาไทยและบทคัดย่อภาษาอังกฤษ (Abstract)

ภาษาไทย งานวิจัยนี้มุ่งศึกษาเกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีเพื่อการบำบัดของเสียจากอุตสาหกรรมสองประเภท คือ น้ำเสียจากอุตสาหกรรมการพิมพ์ซิลค์สกรีนและเศษแผ่นวงจรไฟฟ้าจากของเสียอิเลคทรอนิคส์ โดยมีผลการศึกษาดังนี้

การศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพและสภาวะที่เหมาะสมในการบำบัดสีย้อมจากการพิมพ์ซิลค์สกรีนด้วยการใช้กระบวนการโคแอกกูเลชั่นร่วมกับกระบวนการเฟนตันออกซิเดชั่นโดยน้ำเสียจากอุตสาหกรรมการพิมพ์ซิลค์สกรีนมีลักษณะเบื้องต้น คือ มีกลิ่นฉุนของตัวทำละลาย มีความขุ่นและปนเปื้อนสีย้อม ค่าของ COD ทั้งหมด 3776 mg/L การดูดกลืนแสง ณ ความยาวคลื่น 526 nm คือ 1.012 และค่าความขุ่น 1000 NTU (เจือจาง 5 เท่า ด้วยน้ำกลั่น) จากผลการศึกษาพบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการบำบัดด้วยกระบวนการสร้างตะกอนทางเคมี คือการใช้สารส้มเป็นสารสร้างตะกอนด้วยความเข้มข้น 0.4 g/L มีประสิทธิภาพในการบำบัด COD สี และความขุ่นคิดเป็นร้อยละ 90.70 78.66 และ 90.20 ตามลำดับ จากนั้นน้ำเสียจะถูกบำบัดต่อด้วยกระบวนการเฟนตันออกซิเดชั่นตามสภาวะที่เหมาะสม คือ การเติมสารเฟนตันในอัตราส่วน H_2O_2 / Fe^{2+} 1.5 mol/mol โดยใช้ Fe^{2+} เข้มข้น 4.0 mmol/L และใช้ H_2O_2 6.0 mmol/L ค่า pH เริ่มต้น 5 ระยะเวลาการทำปฏิกิริยานาน 90 นาที และใช้โพลิเมอร์ประจุลบความเข้มข้น 1 mg/L เพื่อกำจัดอนุภาคเฟนตัน กระบวนการเฟนตันออกซิเดชั่น มีประสิทธิภาพการบำบัด COD สีและความขุ่น คิดเป็นร้อยละ 89.17 99.54 และ 98.98 ตามลำดับ การใช้กระบวนการโคแอกกูเลชั่นร่วมกับกระบวนการเฟนตันออกซิเดชั่น สามารถบำบัดน้ำเสียสีย้อมการพิมพ์ซิลค์สกรีนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ความขุ่นและของแข็งแขวนลอยถูกกำจัดด้วยกลไกการสร้างและการรวมตะกอน สารอินทรีย์ละลายและสีแท้ถูกกำจัดด้วยกลไกการเกิดออกซิเดชั่น โดยคิดเป็นประสิทธิภาพการบำบัดรวม ของการบำบัด COD สี และความขุ่น คิดเป็นร้อยละ 98.99 99.90 และ 99.90 ตามลำดับ ราคาต้นทุนค่าสารเคมีทั้งหมดคิดเป็นเงิน 2116.15 บาท ต่อการบำบัดสีย้อมจากการพิมพ์ซิลค์สกรีน 1 ลบ.ม.

การศึกษาเกี่ยวกับการนำกลับทองแดงจากแผ่นวงจรไฟฟ้าด้วยผงเหล็กโดยใช้วิธีการชะละลายทางเคมีร่วมกับเทคนิคซีเมนเทชันมีวัตถุประสงค์เพื่อการนำกลับทองแดงจากแผ่นวงจรไฟฟ้าจากของเสียอิเลคทรอนิคส์ โดยทำการชะละลายแผ่นวงจรไฟฟ้าทางเคมี ตามสภาวะที่เหมาะสมคือการใช้กรดไนตริกเข้มข้น 4 โมลต่อลิตร สัดส่วนแผ่นวงจรไฟฟ้า 20 กรัมต่อกรดไนตริก 50 มิลลิลิตร สามารถชะทองแดงได้ความเข้มข้น 386,820 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือคิดเป็นร้อยละ 96.71 โดยน้ำหนัก จากนั้นจึงทำการนำกลับทองแดงจากน้ำชะแผ่นวงจรไฟฟ้าโดยเทคนิคซีเมนเทชันด้วยผงเหล็ก พบว่า ควรปรับพีเอชเริ่มต้นของน้ำชะแผ่นวงจรไฟฟ้าให้เท่ากับ 3 ปริมาณผงเหล็ก 1 เท่าของสตอยชิโอเมตริก ความเร็วในการกวนเพื่อเกิดปฏิกิริยา 750 รอบ/นาที อุณหภูมิปฏิกิริยา 70 องศาเซลเซียส ขนาดอนุภาคผงเหล็ก 53 - 125 ไมโครเมตร และใช้ระยะเวลาในการเกิดปฏิกิริยาซีเมนเทชันที่สมบูรณ์อย่างน้อย 20 นาที สภาวะดังกล่าวให้ประสิทธิภาพการนำกลับสูงถึงร้อยละ 94.65 และมีปริมาณทองแดงในตะกอนคิดเป็นร้อยละ 95.80 โดยน้ำหนัก พบสารประกอบทองแดงในรูป Cu^0 และ Cu_2O ความเร็วในการตกตะกอนของผงทองแดงเท่ากับ 0.00638 เมตร/นาที และอัตราน้ำล้นผิวเท่ากับ 9.187 ลูกบาศก์เมตร/ตารางเมตร.วัน

Abstract

ภาษาอังกฤษ The aim of this research is to study of using technology for 2 types of industrial waste treatment e.g. dyed wastewater from silkscreen printed industry and copper recovery from scrap printed circuit boards (PCBs) from electronics waste. The results were as follow :

Study of efficiency and optimun condition for treatment of dyed silkscreen printed wastewater by coagulation and fenton oxidation process was found that the initial characteristic of dyed silkscreen printed wastewater were contaminated by solvent, dyed and suspended particles, COD 3,776 mg/L, 526 nm absorbance 1.012 and turbidity 1,000 NTU (5- fold DI water dilution). From the result of coagulation treatment process, the optimum condition was using alum concentration 0.4 g/L as coagulant which gave the efficiency of COD, colour and turbidity treatment 90.70%, 78.66% and 90.20% respectively. After that silkscreen printed wastewater was treated by fenton oxidation process which optimum conditions were using fenton reagent H_2O_2 / Fe^{2+} ratio 1.5 mol/mol by Fe^{2+} 4.0 mmol/L and H_2O_2 6.0 mmol/L, initial pH 5, reaction time 90 minutes and precititated fenton particle by anionic polyelectrolyte 1 mg/L. The efficiency of fenton oxidation process for COD, colour and turbidity treatment were 89.71%, 99.54% and 98.98% respectively. Turbidity and suspended paticles were removed by coagulation mechanism while soluble organic substance and true colour were removed by oxidation mechanism. Using coagulation combined with fenton oxidation process for silkscreen printed wastewater gave overall efficiency of COD, colour and turbidity removal 98.99%, 99.90% and 99.90% respectively and the cost of chemical reagents was 2,116.15 Baht/1 m^3 wastewater.

The study of copper recovery from printed circuit boards (PCBs) by iron powder using chemical hydrometallurgy combined with cementation technique have the main objective about the recovery of copper from electronics waste. PCBs were leached by chemical hydrometallurgy stage under suitable condition of nitric acid concentration at 4 mol/L,

PCB/nitric acid ratio was 20 g/50 mL, which reached high copper concentration of 386,820 mg/L or 96.71% by weight of dry sludge. The next step is the copper recovery from leaching solution by cementation technique stage. The result found that the optimum conditions were initial pH of PCB leaching solution at 3, iron powder quantity was 1-fold stoichiometric, mixing velocity was 750 rpm, reaction temperature was 70 $^{\circ}$C, average iron powder particle size was 53-125 μm and the reaction time at least 20 minutes. The recovery efficiency was 94.65% and the copper in dry sludge was 95.80%. There were metallic copper and copper (I) oxide form in composition, which settling velocity at 0.00638 m/min and overflow rate at 9.187 m^3/m^2.day.

แบบสรุปย่อการวิจัย

.....

1. รายละเอียดเกี่ยวกับโครงการวิจัย

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) เทคโนโลยีการบำบัดของเสียอุตสาหกรรม

(ภาษาอังกฤษ) Technology of Industrial Waste Treatment

ได้รับทุนอุดหนุนวิจัยประจำปี งบประมาณ 2553 จำนวนเงิน 770,000 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี 10 เดือน เริ่มทำการวิจัยเมื่อ กรกฎาคม 2553 ถึง พฤษภาคม 2555

หน่วยงานและผู้ดำเนินการวิจัยพร้อมหน่วยงานที่สังกัดและหมายเลขโทรศัพท์

ชื่อผู้วิจัย (นายพรรคพงษ์ ศรีประเสริฐ)[1] วศ.ม.(วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม) คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทรศัพท์/โทรสาร 0-4374-2135,08-1307-9668 E-mail: neo14nio@yahoo.com

(นางนันทณัฐ ศรีประเสริฐ)[2] วศ.ม.(วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม) คณะสิ่งแวดล้อมและ ทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทรศัพท์/โทรสาร 0-4374-2135, 08-4036-3287 E-mail: sensory_nun@yahoo.com

2. ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย

ปัจจุบันประเทศไทยซึ่งเป็นประเทศกำลังพัฒนาได้มีการเจริญเติบโตและมีการขยายตัวทางเศรษฐกิจเพื่อก่อให้เกิดการพัฒนาประเทศในทุกๆด้านอย่างกว้างขวางทั้งในภาคอุตสาหกรรม ภาคเกษตรกรรม และภาคชุมชน ซึ่งผลจากการพัฒนาดังกล่าวทำให้เกิดความต้องการใช้ทรัพยากรของประเทศในปริมาณมาก นำไปสู่ปัญหาการขาดแคลน การเสื่อมโทรม และปัญหามลพิษต่อสิ่งแวดล้อมในด้านต่างๆ เช่นมลพิษทางน้ำ มลพิษดินเสื่อมโทรม มลพิษอากาศเสีย มลพิษขยะมูลฝอยและกากของเสียอันตรายเป็นต้น ซึ่งมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องใช้เงินทุน และความรู้ด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีในการปรับปรุงคุณภาพและการบำบัดฟื้นฟูมลพิษที่เกิดขึ้นดังกล่าว ให้ได้มาตรฐานผ่านตามเกณฑ์ข้อกำหนดของกฎหมายซึ่งการพัฒนาในรูปแบบของการเร่งอัตราการบริโภคทรัพยากรธรรมชาติ แล้วมุ่งบำบัดของเสียที่เกิดขึ้นแต่ด้านเดียวนั้น มิใช่รูปแบบของการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืน การหาแนวทางใหม่ๆในการจัดการและควบคุมมลพิษต่างๆที่เกิดขึ้นด้วยหลักการของเทคโนโลยีสะอาด (Cleaner Technology : CT) หรือ การพัฒนาด้วยกลไกที่สะอาด (Clean Development Mechanism : CDM) ย่อมเป็นเรื่องที่น่าสนใจและควรให้ความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง โดยหลักการพัฒนาดังกล่าวมิได้มุ่งเน้นการบำบัดมลพิษแต่เพียงอย่างเดียว หากแต่มุ่งเน้นการจัดการมลพิษแบบบูรณาการด้วยการลดของเสีย ณ แหล่งกำเนิด การนำกลับ และการใช้ซ้ำ (Reduce / Reuse / Recycle & Recovery : $3R_s$) การเพิ่มมูลค่าและการใช้ประโยชน์จากของเสีย (Value Added Waste and Waste Utilization) ก่อนการบำบัดของเสียที่เลี่ยงไม่ได้แล้วปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อม (Treatment of unavoidable residual) เพื่อการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรอย่างสูงสุด เพิ่มรายได้และลดต้นทุนค่าใช้จ่ายในการกำจัดของเสีย อันเป็นเป้าหมายสำคัญต่อการสร้างประโยชน์และภาคอุตสาหกรรม ภาคเกษตรกรรม และภาคชุมชน นอกจากนี้ยังเป็นการอนุรักษ์รักษาธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอันเป็นทรัพยากรต้นทุนหลักที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืนสืบไป

ดังนั้นในแผนงานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอโครงการวิจัยซึ่งประกอบไปด้วย 2โครงการเดี่ยวภายใต้แผนงานวิจัยชื่อ “**เทคโนโลยีการบำบัดของเสียอุตสาหกรรม**” ซึ่งเป็นหัวข้อที่ครอบคลุม โครงการดังกล่าวโครงการที่ได้นำเสนอมานี้เป็นกรณีศึกษาสำหรับประเด็นต่างๆเกี่ยวกับการบำบัดของเสียอุตสาหกรรม อันได้แก่น้ำเสียและของเสียอันตราย โดยมุ่งหวังให้เกิดการบำบัดของเสียเหล่านั้น อีกทั้งเพิ่มมูลค่าและใช้

ประโยชน์จากของเสียเท่าที่จะเป็นไปได้ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานต่อการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ๆและสามารถนำผลการวิจัยเพื่อนำไปประยุกต์ในภาคส่วนต่างๆ ทั้งในภาคอุตสาหกรรม ภาคเกษตรกรรม และภาคชุมชนได้ในลำดับต่อไป

3. วัตถุประสงค์การวิจัย

วัตถุประสงค์หลักคือ ต้องการทราบประสิทธิภาพ ปัจจัยและสภาวะที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสียสีย้อมการพิมพ์ซิลค์สกรีนด้วยกระบวนการโคแอกกูเลชั่นร่วมกับเฟนตันออกซิเดชั่น รวมถึงแนวทางการนำกลับโลหะทองแดงจากเศษแผ่นวงจรไฟฟ้าด้วยผงเหล็กโดยการชะละลายทางเคมีร่วมกับเทคนิคซีเมนเทชั่น

4. ระเบียบวิธีการวิจัย

การใช้กระบวนการโคแอกกูเลชันร่วมกับเฟนตันออกซิเดชันเพื่อการบำบัดสีย้อมในน้ำเสียพิมพ์ซิลค์สกรีน

1. ศึกษาลักษณะสมบัติเบื้องต้นของน้ำเสียสีย้อม โดยศึกษาพารามิเตอร์ต่างๆ ได้แก่ pH ORP COD ค่าความยาวคลื่นที่สามารถดูดกลืนแสงได้สูงสุด หรือ λmax (เครื่อง UV spectrophotometer) ค่าการดูดกลืนแสง ของแข็งแขวนลอย ความขุ่น

2. ศึกษาชนิดและปริมาณสารสร้างตะกอนที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการบำบัดสีย้อม โดยทำการทดลองด้วยวิธี jar test สารสร้างตะกอน 3 ชนิด คือ สารส้ม เฟอริคคลอไรด์และเฟอรัสซัลเฟต โดยใช้ปริมาณความเข้มข้นในช่วง 1-10 กรัม/ลิตร ชนิดและปริมาณสารสร้างตะกอนที่เหมาะสม พิจารณาเลือกจากประสิทธิภาพในการบำบัด COD สี และความขุ่นประกอบกัน

3. ศึกษาอัตราส่วนและปริมาณของ H_2O_2 และ Fe^{2+} ที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียสีย้อมโดยใช้ทำการทดลองด้วยวิธี jar test

4. ศึกษาค่าพีเอชเริ่มต้นที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียสีย้อม โดยทดลองด้วยวิธี jar test

5. ศึกษาผลของระยะเวลาการทำปฏิกิริยาของสารเฟนตันต่อประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสีย สีย้อม โดยพิจารณาจากประสิทธิภาพในการบำบัด COD pH และ ORP ประกอบกัน

6. ศึกษาปริมาณสารสร้างตะกอนที่เหมาะสมในการกำจัดอนุภาคเฟนตันด้วยวิธี jar test โดยใช้สารสร้างตะกอน 2 ชนิด คือ สารส้ม และโพลิอิเลคโตรไลท์ประจุลบ

7. ศึกษาและปรียบเทียบลักษณะของน้ำเสียสีย้อมการพิมพ์ซิลค์สกรีนภายหลังการบำบัดตามสภาวะที่เหมาะสมในแต่ละขั้นตอน

8. ศึกษาราคาต้นทุนที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียสีย้อม โดยคำนวณตามชนิดและปริมาณการใช้สารเคมีตามสภาวะที่เหมาะสมที่ได้จากผลการศึกษา

การนำกลับทองแดงจากแผ่นวงจรไฟฟ้าด้วยผงเหล็ก:การชะละลายทางเคมีร่วมกับเทคนิคซีเมนเทชัน

1) การชะละลายแผ่นวงจรไฟฟ้าเป็นการชะละลายทางเคมี (Chemical Hydrometallurgy) โดยพิจารณาปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการชะละลายโลหะจากแผ่นวงจรไฟฟ้า ดังนี้คือ

- ชนิดของสารชะละลาย ได้แก่ กรดไนตริก กรดซัลฟิวริก กรดไฮโดรคลอริก และ กรดกัดทอง
- ความเข้มข้นของสารชะละลายทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ 2 4 และ 6 โมล/ลิตร
- อัตราส่วนของแข็งต่อของเหลว (แผ่นวงจรไฟฟ้า/สารชะละลาย) ได้แก่ 10 20 30 กรัม/50 มิลลิลิตร

เศษแผ่วงจรไฟฟ้าบด (เฉพาะส่วนที่เป็นโลหะ) ซึ่งได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัท นาโมยะ ชินโปเนชั่น กรุ๊ป จำกัด ทำการชะละลายภายใต้อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 120 นาที และตรวจวัดปริมาณโลหะที่ถูกชะละลาย 4 ชนิดได้แก่ ทองแดง ตะกั่ว นิกเกิล และ เหล็ก

2) การนำกลับทองแดงจากน้ำชะแผ่นวงจรไฟฟ้าโดยเทคนิคซีเมนเทชันด้วยผงเหล็ก

2.1 ขั้นตอนการศึกษาลักษณะสมบัติเบื้องต้นของน้ำชะเศษแผ่นวงจรไฟฟ้าบด ได้แก่ ค่าพีเอช โออาร์พี ความเข้มข้นของทองแดงในน้ำเสีย (ทองแดงทั้งหมดและทองแดงละลาย) เครื่องมือที่ใช้คือ pH meter, ORP meter และ Atomic Adsorption Spectrophotometer ตามลำดับ

2.2 ขั้นตอนการศึกษาลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของผงเหล็ก (Iron Powder) ได้แก่ ลักษณะการกระจายตัวของผงเหล็ก เพื่อทราบขนาดอนุภาคของผงเหล็ก โดยใช้วิธีตะแกรงร่อน (Sieve Analysis) ลักษณะสัณฐานวิทยาของผงเหล็กด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็คตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope : SEM) และองค์ประกอบธาตุกึ่งเชิงปริมาณด้วย SEM-EDS Technique

2.3 ขั้นตอนการศึกษาประสิทธิภาพและปัจจัยที่มีผลต่อการนำกลับทองแดงจากน้ำชะเศษแผ่นวงจรไฟฟ้าด้วยเทคนิคซีเมนเทชันโดยใช้ผงเหล็ก มีรายละเอียดปัจจัยและขอบเขตการศึกษาดังนี้

2.3.1) ศึกษาระยะเวลาในการเกิดปฏิกิริยาซีเมนเทชันที่สมบูรณ์ (0 5 10 20 40 60 90 120 นาที)

2.3.2) ศึกษาปริมาณการใช้ผงเหล็กในการนำกลับทองแดง (1 2 และ 3 เท่าของจำนวนสตอยชิโอเมตริก)

2.3.3) ศึกษาผลของพีเอชของน้ำชะต่อการนำกลับทองแดง (พีเอช 1 2 3 และ 4)

2.3.4) ศึกษาผลของอุณหภูมิต่อการนำกลับทองแดง (30 50 และ 70 องศาเซลเซียส)

3) ขั้นตอนการศึกษาการตกตะกอนของตะกอนทองแดงที่ได้จากกระบวนการซีเมนเทชันโดยใช้ผงเหล็กในสภาวะที่ดีที่สุด โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.3 ศึกษารูปแบบการตกตะกอน (Sedimentation Pattern)

3.3 ศึกษาความเร็วในการตกตะกอน (Settling Velocity)

4) ขั้นตอนการศึกษาองค์ประกอบเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณของตะกอนที่ได้ภายหลังการนำกลับทองแดง

4.1 ศึกษาชนิดของสารประกอบทองแดงในตะกอนโดยการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง X-ray diffractometer : XRD

4.2 ศึกษาปริมาณของทองแดงในตะกอนโดยรายงานผลเป็นร้อยละโดยน้ำหนักของทองแดงในตะกอน โดยการย่อย แล้ววิเคราะห์ด้วย Atomic Adsorption Spectrophotometer ; AAS เพื่อระบุความบริสุทธิ์ของตะกอนทองแดงที่ได้

4.3 ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของตะกอนทองแดงภายหลังการนำกลับโดยการวิเคราะห์ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่องกราด (SEM)

4.4 ศึกษาองค์ประกอบธาตุกึ่งเชิงปริมาณด้วย SEM-EDS Technique

5. ผลการวิจัย ผลการศึกษาของแต่ละโครงการดังนี้

การใช้กระบวนการโคแอกกูเลชันร่วมกับเฟนตันออกซิเดชันเพื่อการบำบัดสีย้อมในน้ำเสียพิมพ์ซิลค์สกรีน

1. การบำบัดน้ำเสียสีย้อมการพิมพ์ซิลค์สกรีนด้วยกระบวนการโคแอกกูเลชั่น เพื่อการบำบัดคอลลอยด์และของแข็งแขวนลอยเบื้องต้น โดยการสร้างและรวมตะกอนทางเคมีตามสภาวะที่เหมาะสมพบว่า สารเคมีที่เหมาะสมคือสารส้ม โดยใช้ในอัตราส่วน 0.4 กรัม/ลิตร สามารถบำบัดสีปรากฏและความขุ่นได้ดี มีประสิทธิภาพการบำบัด COD สี ความขุ่น และของแข็งแขวนลอยคิดเป็นร้อยละ 90.70 78.66 90.20 และ 83.69 ตามลำดับ

2. การบำบัดน้ำเสียสีย้อมการพิมพ์ซิลค์สกรีนภายหลังกระบวนการโคแอกกูเลชั่น ด้วยกระบวนการเฟนตันออกซิเดชั่น เพื่อการกำจัดสีแท้และสารอินทรีย์ละลาย พบว่า สภาวะที่เหมาะสมคือ การใช้สารเฟนตันในอัตราส่วน H_2O_2/Fe^{2+} คือ 1.5 mol/mol ปริมาณการใช้ H_2O_2 และ Fe^{2+} คือ 6 mmol/L และ 4 mmol/L ค่าพีเอชเริ่มต้นน้ำเสียคือ 5 ระยะเวลาการกวนทำปฏิกิริยาคือ 90 นาที และการใช้สารรวมตะกอนเพื่อการกำจัดอนุภาคเฟนตันคือการใช้โพลีอิเลคโตรไลท์ประจุลบ อัตราส่วน 1 mg/L สามารถบำบัดสารอินทรีย์ สีแท้และความขุ่นได้ดี โดยมีประสิทธิภาพการบำบัด COD สี ความขุ่น และของแข็งแขวนลอยคิดเป็นร้อยละ 89.17 99.54 98.98 และ 95.65 ตามลำดับ

3. การใช้กระบวนการโคแอกกูเลชั่นร่วมกับกระบวนการเฟนตันออกซิเดชั่นเพื่อการบำบัดน้ำเสียสีย้อมการพิมพ์ซิลค์สกรีน ถือเป็นวิธีการที่ประสิทธิภาพสูง ความขุ่น ของแข็งแขวนลอย และสีปรากฏ ถูกกำจัดด้วยกลไกการสร้างและการรวมตะกอนทางเคมี สารอินทรีย์ละลายและสีแท้ถูกกำจัดด้วยกลไกการเกิดออกซิเดชั่น โดยคิดเป็นประสิทธิภาพการบำบัดรวม ของการบำบัด COD สี ความขุ่น และของแข็งแขวนลอยคิดเป็นร้อยละ 98.99 99.90 99.90 และ 99.29 ตามลำดับ

4. การใช้กระบวนการโคแอกกูเลชั่นร่วมกับกระบวนการเฟนตันออกซิเดชั่นเพื่อการบำบัดน้ำเสียสีย้อมการพิมพ์ซิลค์สกรีน มีราคาต้นทุนสำหรับค่าสารเคมี 5 ชนิด สารส้มชนิดผง ($Al_2(SO_4)_3.18H_2O$) สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 35% (H_2O_2) เฟอรัสซัลเฟตชนิดผง ($FeSO_4.7H_2O$) โซดาไฟชนิดเม็ด (NaOH)และโพลีอิเลคโตรไลท์ประจุลบ คิดเป็นเงิน 2,116.15 บาทต่อการบำบัดน้ำเสียสีย้อมการพิมพ์ซิลค์สกรีน 1 ลบ.ม.

5. ผู้ประกอบการด้านสิ่งทอ ฟอกย้อม และสิ่งพิมพ์ สามารถประยุกต์ใช้วิธีการโคแอกกูเลชั่นร่วมกับกระบวนการเฟนตันออกซิเดชั่นเพื่อการบำบัดน้ำเสียที่เกิดจากสถานประกอบการของตนได้

การนำกลับทองแดงจากแผ่นวงจรไฟฟ้าด้วยผงเหล็ก: การชะละลายทางเคมีร่วมกับเทคนิคซีเมนเทชัน

งานวิจัยนี้ได้แบ่งการศึกษาเป็น 2 ขั้นตอนหลักคือ

1. การชะละลายแผ่นวงจรไฟฟ้าเป็นการชะละลายทางเคมี (Chemical Hydrometallurgy)
2. การนำกลับทองแดงจากน้ำชะแผ่นวงจรไฟฟ้าโดยเทคนิคซีเมนเทชันด้วยผงเหล็ก

<u>การชะละลายแผ่นวงจรไฟฟ้าเป็นการชะละลายทางเคมี (Chemical Hydrometallurgy)</u>

ศึกษา องค์ประกอบต่างๆของแผ่นวงจรไฟฟ้า ปริมาณคาร์บอนคงตัว และปัจจัยที่มีผลต่อการชะละลาย ได้แก่ ชนิดของสารชะละลาย ความเข้มข้นของสารชะละลาย และอัตราส่วนระหว่างแผ่นวงจรไฟฟ้าต่อสารชะละลาย (S/L Ratio) โดยทำการชะละลายที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จากการทดลองสามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. องค์ประกอบแผ่นวงจรไฟฟ้าประกอบด้วย โลหะ แผ่นวงจรไฟฟ้า ตัวเก็บประจุ ตัวต้านทาน พลาสติกและอื่นๆ คิดเป็นร้อยละ 36, 30, 21, 11 และ 2 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ
2. ขนาดอนุภาคแผ่นวงจรไฟฟ้าที่ผ่านการบด (เฉพาะส่วนที่เป็นโลหะ) มีการกระจายตัวโดยมีขนาดอนุภาคอยู่ระหว่าง 0.125 – 1.000 มิลลิเมตร และพบว่าอนุภาคแผ่นวงจรไฟฟ้าส่วนใหญ่ร้อยละ 44.17 โดยน้ำหนักมีขนาดอนุภาคอยู่ระหว่าง 0.250 – 0.600 มิลลิเมตร
3. แผ่นวงจรไฟฟ้า มีปริมาณความชื้นร้อยละ 0.0389 โดยน้ำหนัก ปริมาณเถ้าร้อยละ 16 โดยน้ำหนัก ปริมาณสารระเหยร้อยละ 1.65 โดยน้ำหนัก และปริมาณคาร์บอนคงตัวร้อยละ 82.31 โดยน้ำหนัก แผ่นวงจรไฟฟ้ามีความเป็นไปได้ที่สามารถให้ค่าพลังงานความร้อนที่สูงหรือใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ แต่ในทั้งนี้แผ่นวงจรไฟฟ้าไม่เหมาะสมที่จะนำมาทำเป็นถ่านอัดแท่งเชื้อเพลิงในการให้พลังงานความร้อนในการประกอบกิจกรรมในครัวเรือน เนื่องจากเกิดสารไดอ๊อกซิน (ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็ง) และ ฟิวแรน ระหว่างการเผา ควรเลือกนำแผ่นวงจรไฟฟ้าใน

ส่วนที่ไม่ใช่โลหะมาใช้ประโยชน์เป็นเชื้อเพลิงในเตาเผาโรงปูน เพราะมีการเผาที่อุณหภูมิสูงๆ สามารถลดปัญหามลพิษทางอากาศ และเป็นวิธีการกำจัดของเสียอีกทางหนึ่ง

4. ปัจจัยที่มีผลต่อการชะละลายโลหะหนักจากแผ่นวงจรไฟฟ้า ต้องพิจารณารวมทั้ง ชนิดของสารชะละลาย ความเข้มข้นของสารชะละลาย รวมทั้งอัตราส่วนของแผ่นวงจรไฟฟ้ากับปริมาณสารชะละลาย (S/L Ratio) รวมถึงอุณหภูมิและเวลาในการชะละลาย

4.1 ชนิดของสารชะละลายมีความสามารถในการชะละลายโลหะออกจากแผ่นวงจรไฟฟ้าได้ไม่เท่ากัน ดังนี้

1) กรดที่มีประสิทธิภาพในการชะละลายโลหะตะกั่วได้ดีสุดคือ กรดไนตริก รองลงมาคือ กรดไฮโดรคลอริก Aqua regia และกรดซัลฟิวริก ตามลำดับ

2) กรดที่มีประสิทธิภาพในการชะละลายโลหะนิกเกิลได้ดีสุดคือ Aqua regia รองลงมาคือ กรดซัลฟิวริก กรดไฮโดรคลอริก และกรดไนตริก ตามลำดับ

3) กรดที่มีประสิทธิภาพในการชะละลายโลหะเหล็กได้ดีสุดคือ Aqua regia รองลงมาคือ กรดซัลฟิวริก กรดไฮโดรคลอริก และกรดไนตริก ตามลำดับ

4) กรดที่มีประสิทธิภาพในการชะละลายโลหะทองแดงได้ดีสุดคือ กรดไนตริก รองลงมาคือ Aqua regia กรดไฮโดรคลอริก และกรดซัลฟิวริก ตามลำดับ

4.2 โลหะแต่ละชนิด ถูกชะละลายได้แตกต่างกัน โลหะที่ถูกชะละลายได้มากที่สุดคือ ทองแดง รองลงมาคือ เหล็ก ตะกั่ว และนิกเกิล ตามลำดับ

1) สภาวะที่เหมาะสมในการชะละลายโลหะจากแผ่นวงจรไฟฟ้า โลหะทองแดงสามารถชะละลายได้ดีที่สุดในกรดไนตริก ที่ความเข้มข้นของสารชะละลาย 4 โมลต่อลิตร อัตราระหว่างแผ่นวงจรไฟฟ้าต่อกรด 20 กรัม

2) โลหะเหล็กสามารถชะละลายได้ดีที่สุดใน Aqua regia ที่ความเข้มข้นของสารชะละลาย 4 โมลต่อลิตร อัตราระหว่างแผ่นวงจรไฟฟ้าต่อกรด 30 กรัม

3) โลหะตะกั่วสามารถชะละลายได้ดีที่สุดในกรดไนตริก ที่ความเข้มข้นของสารชะละลาย 6 โมลต่อลิตร อัตราระหว่างแผ่นวงจรไฟฟ้าต่อกรด 30 กรัม

4) โลหะนิกเกิลสามารถชะละลายได้ดีที่สุดใน Aqua regia ที่ความเข้มข้นของสารชะละลาย 4 โมลต่อลิตร อัตราระหว่างแผ่นวงจรไฟฟ้าต่อกรด 30 กรัม

5. โลหะทองแดงสามารถชะละลายออกมาได้ดีถึงร้อยละ 96.71โดยน้ำหนัก โลหะเหล็กสามารถชะละลายได้ร้อยละ 0.15 โดยน้ำหนัก โลหะตะกั่วสามารถชะละลายได้ร้อยละ 0.06 โดยน้ำหนัก โลหะนิกเกิลสามารถชะละลายได้ร้อยละ 0.02 โดยน้ำหนัก

ควรที่จะเลือกนำกลับโลหะทองแดง เพราะเพราะคุ้มค่าต่อการลงทุน เนื่องจากการชะละลายจากแผ่นวงจรไฟฟ้าทำได้ง่าย ให้ความเข้มข้นในการชะละลายและให้ร้อยละโดยน้ำหนักสูงที่สุด อีกทั้งเป็นโลหะที่มีศักยภาพในการนำกลับสูง

<u>การนำกลับทองแดงจากน้ำชะแผ่นวงจรไฟฟ้าโดยเทคนิคซีเมนเทชันด้วยผงเหล็ก</u>

การวิจัยในขั้นนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพและสภาวะที่เหมาะสมในการนำกลับทองแดงในน้ำชะแผ่นวงจรไฟฟ้า โดยใช้ผงเหล็ก ศึกษาการตกตะกอนของตะกอนทองแดง พร้อมทั้งศึกษาองค์ประกอบเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพของทองแดงในตะกอนทองแดงที่ได้จากนำกลับทองแดง กลไกหรือกระบวนการที่

เกิดขึ้นในการนำกลับทองแดงในน้ำเสีย คือ การแทนที่ด้วยโลหะ (metallic replacement) หรือกระบวนการซีเมนเทชัน (cementation process)

โดยพบว่าลักษณะเบื้องต้นของน้ำชะแผ่นวงจรไฟฟ้า คือมีความเข้มข้นของทองแดงละลายทั้งหมด 102,552.15 มิลลิกรัมต่อลิตร พีเอช 0.87 ในการทดลองกระบวนการซีเมนเทชันได้เจือจางน้ำชะแผ่นวงจรไฟฟ้าด้วยกรดไนตริกได้ความเข้มข้นของทองแดงเท่ากับ 20,510.43 มิลลิกรัมต่อลิตร ผงเหล็กที่ใช้มีขนาด 53 - 500 ไมโครเมตร โดยส่วนใหญ่ร้อยละ 38.38 มีขนาด 125 – 250 ไมโครเมตร พีเอชเริ่มต้นของน้ำชะแผ่นวงจรไฟฟ้าเท่ากับ 3 ปริมาณ ผงเหล็ก 1 เท่าของสตอยชิโอเมตริกความเร็วในการกวน 750 รอบ/นาที ผงเหล็กขนาด 53 – 125 ไมโครเมตร อุณหภูมิปฏิกิริยา 70 องศาเซลเซียส และระยะเวลาในการเกิดปฏิกิริยาที่สมบูรณ์อย่างน้อย 20 นาที เป็นสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการนำกลับทองแดงจากน้ำชะแผ่นวงจรไฟฟ้าเพราะมีประสิทธิภาพในการนำกลับทองแดงสูงถึงร้อยละ 94.65 พบทองแดงในรูปของโลหะทองแดง (metallic copper), ทองแดง (I) ออกไซด์ (Cu_2O) และพบว่าปริมาณทองแดงในตะกอนคิดเป็นร้อยละ 22.17 และ 95.80 (AAS และ SEM-EDS) โดยสามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการออกแบบถังปฏิกรณ์ที่ใช้แยกทองแดงออกจากน้ำชะแผ่นวงจรไฟฟ้าโดยมีความเร็วในการตกตะกอนเท่ากับ 0.00638 เมตรต่อนาที อัตราน้ำล้นผิวเท่ากับ 9.187 ลูกบาศก์เมตรต่อตารางเมตร.วัน

6. ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

การใช้กระบวนการโคแอกกูเลชันร่วมกับเฟนตันออกซิเดชันเพื่อการบำบัดสีย้อมในน้ำเสียพิมพ์ซิลค์สกรีน

1. ใช้ผลการศึกษาในครั้งนี้เป็นข้อมูลในการออกแบบและก่อสร้างถังปฏิกรณ์เพื่อการปฏิบัติการจริงในการบำบัดน้ำเสียสีย้อมการพิมพ์ซิลค์สกรีนสำหรับสถานประกอบการ
2. ศึกษาการบำบัดน้ำเสียที่ยากต่อการย่อยสลายทางชีวภาพ เช่น น้ำเสียอุตสาหกรรมฟอกย้อมและสิ่งพิมพ์ น้ำเสียที่มีการปนเปื้อนน้ำมันหรือตัวทำละลาย น้ำเสียปนเปื้อนยาฆ่าแมลง น้ำเสียที่มีความเป็นพิษทางชีวภาพโดยการใช้กระบวนการเฟนตันออกซิเดชั่นร่วมกับกระบวนการโคแอกกูเลชั่น
3. ศึกษาการเพิ่มความสามารถในการย่อยสลายทางชีวภาพในน้ำเสียที่มีความเป็นพิษสูง (High Strength Wastewater)ด้วยการใช้กระบวนการเฟนตันออกซิเดชั่นร่วมกับกระบวนการโคแอกกูเลชั่น โดยศึกษาปริมาณสารอินทรีย์ในรูป BOD COD TOC อัตราส่วน BOD/COD และ COD/TOC
4. ศึกษาน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดด้วยกระบวนการโคแอกกูเลชั่นร่วมกับกระบวนการเฟนตันออกซิเดชั่นในเชิงพิษวิทยาเพิ่มเติม

การนำกลับทองแดงจากแผ่นวงจรไฟฟ้าด้วยผงเหล็ก: การชะละลายทางเคมีร่วมกับเทคนิคซีเมนเทชัน

<u>การชะละลายแผ่นวงจรไฟฟ้าเป็นการชะละลายทางเคมี (Chemical Hydrometallurgy)</u>

1. ศึกษาการนำกลับทองแดง จากสภาวะการชะละลายแผ่นวงจรไฟฟ้าที่เหมาะสม เพื่อใช้เป็นสารอิเล็กโตรไลท์ในการแยกทองแดงออกจากสารชะละลายด้วยวิธีอื่นต่อไป เช่น เทคนิคซีเมนเทชัน กระบวนการไฟฟ้าเคมีหรือกระบวนการรีดักชั่น

2. การชะละลายโลหะจากของเสียที่จะเป็นทางเลือกในการนำกลับโลหะหนัก ควรพิจารณาปริมาณโลหะหนักแต่ละชนิดในองค์ประกอบนั้นๆ และความสามารถในการละลายในสภาวะต่างๆ เนื่องจากส่งผลต่อความเข้มข้นที่ได้ในสารชะละลาย

3. แผ่นวงจรไฟฟ้ามีความเป็นไปได้ที่สามารถให้ค่าพลังงานความร้อนที่สูงหรือใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ แต่ในทั้งนี้แผ่นวงจรไฟฟ้าไม่เหมาะสมที่จะนำมาทำเป็นถ่านอัดแท่งเชื้อเพลิงในการให้พลังงานความร้อนในการประกอบกิจกรรมในครัวเรือน ควรเลือกนำแผ่นวงจรไฟฟ้าในส่วนที่ไม่ใช่โลหะมาใช้ประโยชน์เป็นเชื้อเพลิงใน

เตาเผาโรงปูน เพราะมีการเผาที่อุณหภูมิสูงๆ สามารถลดปัญหามลพิษทางอากาศ และเป็นวิธีการกำจัดของเสียอีกทางหนึ่ง

การนำกลับทองแดงจากน้ำชะแผ่นวงจรไฟฟ้าโดยเทคนิคซีเมนเทชันด้วยผงเหล็ก

1. ทำการทดลองภายใต้สภาวะที่ไม่มีออกซิเจนเพื่อป้องกันตะกอนถูกออกซิไดซ์ด้วยออกซิเจนในบรรยากาศ
2. อาจประยุกต์ใช้ผลการศึกษาเพื่อนำกลับโลหะมีค่าชนิดอื่นในของเสียอุตสาหกรรมชนิดอื่นๆ

จากผลการศึกษาเทคโนโลยีการบำบัดของเสียอุตสาหกรรมทั้งสองชนิด พบว่าเป็นเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพสูง สามารถบำบัดของเสียให้ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานก่อนปล่อยระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม เป็นวิธีการที่ทำได้ง่าย ราคาไม่แพง และมีแนวโน้มสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในการปฏิบัติงานจริง ดังนั้นกลุ่มผู้วิจัยจึงขอเสนอว่า ควรนำผลการศึกษานี้ใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบก่อสร้างถังปฏิกรณ์เพื่อนำไปใช้งานในการปฏิบัติจริง รวมถึงศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับมลภาวะทางชีวภาพหรือในเชิงพิษวิทยาที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

7. การนำไปใช้ประโยชน์

กระบวนการใหม่ ได้แนวทางการบำบัดของเสียอุตสาหกรรมที่แตกต่างกันด้วยเทคโนโลยีที่หลากหลาย ได้แก่ กระบวนการชะละลาย กระบวนการรีดักชัน กระบวนการซีเมนเทชัน กระบวนการโคแอกกูเลชัน และกระบวนการเฟนตันออกซิเดชัน

องค์ความรู้ ได้ข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาองค์ความรู้ด้านการบำบัดของเสียอุตสาหกรรมสู่ภาคอุตสาหกรรมในอนาคต และเป็นการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อประยุกต์ใช้ในบำบัดจัดการมลพิษได้หลากหลายวิธีและหลากหลายอุตสาหกรรม

การใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์

1. สามารถลดความเป็นพิษของของเสียไม่ว่าจะเป็นน้ำเสียหรือกากของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิต
2. เป็นการลดค่าใช้จ่ายในการบำบัดและกำจัดของเสีย
3. เป็นแนวทางในการใช้ประโยชน์ของเสีย
4. เป็นวิธีที่สามารถทำได้ง่ายและการดูแลระบบไม่ยุ่งยาก มีต้นทุนอุปกรณ์กำจัดและต้นทุนการดำเนินการต่ำ ทำให้ค่าใช้จ่ายต่อหน่วยการผลิตลดลง

การใช้ประโยชน์ในเชิงสาธารณะ

1. เป็นข้อมูลเผยแพร่ทางวิชาการ
2. สามารถใช้กับธุรกิจและกลุ่มธุรกิจที่มีลักษณะของของเสียคล้ายคลึงหรือมีองค์ประกอบใกล้เคียงกัน
3. นอกจากจะเป็นการบำบัดของเสียแล้วยังเกิดผลพลอยได้คือได้ใช้ประโยชน์ของเสีย (Waste Utilization) และเพิ่มมูลค่าให้กับของเสีย (Value added Waste)ได้อีกทางหนึ่งด้วย

หน่วยงานที่นำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

การใช้กระบวนการโคแอกกูเลชันร่วมกับเฟนตันออกซิเดชันเพื่อการบำบัดสีย้อมในน้ำเสียพิมพ์ซิลค์สกรีน

สถานประกอบขนาดเล็ก กลางและใหญ่ ได้แก่

1. ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมตัดเย็บ สิ่งทอและฟอกย้อม
2. กลุ่มธุรกิจร้านพิมพ์ซิลค์สกรีนขนาดเล็กเช่นร้านตัดเย็บชุดกีฬา
3. กลุ่มธุรกิจโรงพิมพ์
4. กลุ่มฟอกย้อมและสิ่งทอขนาดเล็ก เช่น กลุ่มทอผ้า OTOP

การนำกลับทองแดงจากแผ่นวงจรไฟฟ้าด้วยผงเหล็ก : การชะละลายทางเคมีร่วมกับเทคนิคซีเมนเทชัน

สถานประกอบการขนาดเล็ก กลาง ใหญ่ ได้แก่

1. กลุ่มธุรกิจรับกำจัดและบำบัดกากของเสียอันตราย
2. กลุ่มผู้รับซื้อและนำกลับโลหะมีค่าจากของเสีย
3. ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมผลิตแผ่นวงจรไฟฟ้า (Printed Circuit Board Manufacturing)
4. ผู้ประกอบการรายย่อยที่ก่อให้เกิดของเสียประเภทแผ่นวงจรไฟฟ้า

การนำเทคโนโลยีไปใช้กับกลุ่มผู้ประกอบที่เกี่ยวข้อง เช่น กลุ่มผู้ประกอบกิจการร้านพิมพ์ซิลค์สกรีน อุตสาหรรมกรรมสิ่งทอและฟอกย้อม กลุ่มธุรกิจโรงพิมพ์ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนด้านการทอผ้า ย้อมผ้าขนาดเล็ก (OTOP) กลุ่มธุรกิจรับกำจัดและบำบัดของเสียอันตราย กลุ่มผู้รับซื้อและนำกลับของมีค่าจากของเสีย อุตสาหกรรมผลิตแผ่นวงจรไฟฟ้า และผู้ประกอบการรายย่อยที่ก่อให้เกิดของเสียประเภทแผ่นวงจรไฟฟ้าเป็นต้น เป็นการมุ่งหาแนวทางใหม่ๆในการจัดการและควบคุมมลพิษต่างๆที่เกิดขึ้น ด้วยหลักการเทคโนโลยีสะอาด โดยมุ่งหวังให้เกิดการบำบัดของเสียเหล่านั้น อีกทั้งช่วยเพิ่มมูลค่าและใช้ประโยชน์ของเสียเท่าที่จะเป็นไปได้เพื่อเป็นการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรอย่างสูงสุด เพิ่มรายได้และลดต้นทุนค่าใช้จ่ายในการกำจัดของเสีย อันเป็นเป้าหมายสำคัญของภาคอุตสาหกรรม นอกจากนี้ยังเป็นการอนุรักษ์ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมซึ่งเป็นทรัพยากรต้นทุนหลักที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืนสืบไปในอนาคต