รายงานการวิจัย

เรื่อง

การกำจัดตะกั่วในน้ำเสียสังเคราะห์ และน้ำเสียจริงจากโรงงานน้ำตาล โดยวิธีอิเล็กโตรไลซิส

Removal of Lead in Synthetic Waste Water and Waste Water from Sugar Cane Factory by Electrolysis

ดร.สิรวัลภ์ เรืองช่วย ตู้ประกาย

ผศ.ดร.เสรีย์ ตู้ประกาย

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

2557

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

รายงานการวิจัย

เรื่อง

การกำจัดตะกั่วในน้ำเสียสังเคราะห์ และน้ำเสียจริงจากโรงงานน้ำตาล โดยวิธีอิเล็กโตรไลซิส

Removal of Lead in Synthetic Waste Water and Waste Water from Sugar Cane Factory by Electrolysis

ดร.สิรวัลภ์ เรืองช่วย ตู้ประกาย

(คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต)

ผศ.ดร.เสรีย์ ตู้ประกาย

(คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง)

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

2557

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

(งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากงบประมาณแผ่นดินด้านการวิจัย ปีงบประมาณ 2549)

หัวข้อวิจัย	การกำจัดตะกั่วในน้ำเสียสังเคราะห์ และน้ำเสียจริงจากโรงงานน้ำตาล โดยวิธีอิเล็กโตรไลซิส
ผู้ดำเนินการวิจัย	ดร.สิรวัลภ์ เรืองช่วย ตู้ประกาย ผศ.ดร.เสรีย์ ตู้ประกาย
หน่วยงาน	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต
ปี พ.ศ.	2557

การศึกษาวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการกำจัดตะกั่วในน้ำเสียสังเคราะห์และน้ำเสียจริงจากโรงงานน้ำตาลโดยวิธีอิเล็กโตรไลซิส โดยใช้เครื่องมือที่ประดิษฐ์ขึ้น โดยศึกษาผลของปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อประสิทธิภาพการจำกัดตะกั่วโดยวิธีอิเล็กโตรไลซิส ซึ่งสามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ประสิทธิภาพในการกำจัดตะกั่วของเครื่องอิเล็กโตรไลซิส ที่พัฒนาขึ้น ประสิทธิภาพการบำบัดที่มากที่สุด ที่เวลาทำปฏิกิริยา 2 ชม. pH 2 ความเข้มข้นเริ่มต้นที่ 500 mg/L น้ำหนักตะกั่วเกาะติดแผ่นขั้วลบมากที่สุด ที่ pH 2 ที่ความเข้มเริ่มต้น 1,100 mg/L ของแข็งทั้งหมด คือของแข็งแขวนลอยรวมกับของแข็งละลายเกิดขึ้นมากที่สุด ที่ pH 9 ที่ความเข้มเริ่มต้น 1,100 mg/L

2. ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีต่อประสิทธิภาพของเครื่องอิเล็กโตรไลซิส ในการกำจัดตะกั่ว ได้แก่ อัตราการไหล ความต่างศักย์ และจำนวนแผ่นอิเล็กโทรด พบว่า จำนวนแผ่นอิเล็กโทรด 4 แผ่น ระยะห่างระหว่างแผ่นเท่ากับ 2 ซม. มีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียสูงสุด ที่ร้อยละ 83.86 อัตราการไหล 0 มล./นาที เมื่อทำการปรับ pH ของน้ำเสีย ให้มีค่าเท่ากับ pH 2 เวลาทำปฏิกิริยา 2 ชม. ความเข้มข้นตะกั่วในน้ำเสียเริ่มต้นมีค่า 3,126.96 mg/L น้ำหนักตะกั่วที่เกาะติดแผ่นอิเล็กโทรดสูงสุดเท่ากับ 23.91 กรัม ค่าความสึกของแผ่นอลูมิเนียม เท่ากับ 0.44 กรัม เมื่อทำการทดลองสิ้นสุดค่า pH เท่ากับ 2.06

3. การเปรียบเทียบการกำจัดตะกั่วในน้ำเสียสังเคราะห์และน้ำเสียจริงจากโรงงานน้ำตาล มีความสอดคล้องกัน โดยค่าการประสิทธิภาพในการบำบัดของน้ำเสียสังเคราะห์สามารถนำค่ามาใช้ในการกำหนดเป็นข้อกำหนดเบื้องต้นในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียจริงได้ ที่ค่า pH 2 จำนวนแผ่นอิเล็กโทรดมีระยะห่างระหว่างแผ่นเท่ากับ 2 ซม.

Research Title	Removal of Lead in Synthetic Waste Water and Waste Water from Sugar Cane Factory by Electrolysis
Researcher	Sirawan Ruangchuay Tuprakay
	Seree Tuprakay
Organization	Faculty of Science
	Suan Dusit Rajabhat University
Year	2014

The purpose of this research was study lead removal from synthetic wastewater and wastewater from sugar cane factory by electrolysis process which invented reactor. Study effect of many factors to lead removal efficiency. The results as follow:

1. Maximum of lead removal efficiency of invent electrolysis reactor at 2 hr. of reaction time, pH 2, initial concentration of lead is 500 mg/L. Maximum of lead at anode at pH 2, initial concentration of lead is 1,100 mg/L. Total solid is suspended solid and dissolved solid, maximum, at pH 9 and initial concentration of lead is 1,100 mg/L.

2. Factors affect to removal efficiency were flow rate, electrode potential and number of electrode. The result found that, maximum removal efficiency is 83.86% at 4 electrodes, 2 cm of distance between each electrode, flow rate of 0 ml/min. The maximum of lead at electrode is 23.91 g when adjust to pH 2, reaction time of 2 hr. and initial concentration of lead is 3,126.96 mg/L, and aluminum corrosive is 0.44 g, the final pH is 2.06.

3. Lead removal trend of synthetic wastewater cohere wastewater from sugar cane factory. It possible used to set up a prerequisite in the design of wastewater treatment plant at pH 2 and distance between each electrode of 2 cm.

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องด้วยได้รับการสนับสนุนทุนอุดหนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ ที่ได้ให้โอกาสและสนับสนุนบุคลากรได้สร้างสรรค์งานวิจัยที่มีประโยชน์ต่อการศึกษา และขอขอบคุณอาจารย์และบุคลากรทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือ ประสานงานและอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูลมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ท้ายสุดนี้ หากรายงานการวิจัยฉบับนี้มีความดีก่อเกิดประโยชน์แก่ส่วนรวม ขอมอบให้เป็นความดีของ พ่อแม่ ครูบาอาจารย์ ที่อบรมสั่งสอนมา หากมีข้อผิดพลาดประการใด คณะผู้วิจัยขอน้อมรับไว้แก้ไข และคณะผู้วิจัยต้องขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

คณะผู้วิจัย

2557

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญ	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	1
ขอบเขตการวิจัย	2
คำจำกัดความที่ใช้ในงานวิจัย	2
ประโยชน์ที่ได้รับ	2
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
เลดสับอะซีเตท (Lead Subacetate) ในน้ำเสียของโรงงานน้ำตาล	3
แนวทางการจัดการสารเคมีเลดสับอะซีเตท	4
การกำจัดสารพิษที่มีตะกั่วเป็นองค์ประกอบ	4
มาตรฐานการปนเปื้อนของตะกั่วในน้ำทิ้ง	5
การกำจัดตะกั่วในน้ำเสีย	9
กระบวนการไฟฟ้าเคมี	11
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	18
กรอบแนวคิดของการวิจัย	31
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	32
อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง	32
น้ำเสียตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง	34
การเตรียมขั้วอิเล็คโทรดจากแผ่นอลูมิเนียม	34
วิธีดำเนินการทดลอง	35
การต่อขั้วไฟฟ้าของชุดการทดลอง	36

หน้า

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผล 40

การกำจัดตะกั่วในน้ำเสียสังเคราะห์ 40

การกำจัดตะกั่วในน้ำเสียจริงจากโรงงานน้ำตาล 55

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 67

สรุปผลการศึกษา 67

อภิปรายผล 67

ข้อเสนอแนะ 71

เอกสารอ้างอิง 72

ภาคผนวก 77

ภาคผนวก ก ผลการศึกษา 78

ประวัติผู้วิจัย 93

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4.1	ความสัมพันธ์ระหว่างพีเอชเริ่มต้นกับพีเอชหลังการบำบัด	50
4.2	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลา ที่ความเข้มข้นของตะกั่วเริ่มต้น 500 มก./ลิตร	51
4.3	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลา ที่ความเข้มข้นของตะกั่วเริ่มต้น 700 มก./ลิตร	51
4.4	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลา ที่ความเข้มข้นของตะกั่วเริ่มต้น 900 มก./ลิตร	52
4.5	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลา ที่ความเข้มข้นของตะกั่วเริ่มต้น 1100 มก./ลิตร	52
4.6	ค่าแรงดันไฟฟ้า(โวลต์)น้ำเสียสังเคราะห์ หลังการบำบัด	54
4.7	สมบัติทางเคมีและทางกายภาพน้ำเสียจากโรงงานน้ำตาล	55
4.8	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนแผ่นอิเลกโทรดกับค่าความสึกกร่อนของแผ่นอลูมิเนียมที่อัตราการไหลต่างกัน	62
4.9	อัตราการไหลต่างกันระหว่างจำนวนแผ่นอิเล็กโทรดกับพีเอชหลังการบำบัด	62
4.10	ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนแผ่นอิเลกโทรดกับอุณหภูมิ ที่อัตราการไหลต่างกัน	63
4.11	ค่าแรงดันไฟฟ้า (โวลต์) น้ำเสียจริงหลังการบำบัด	64
4.12	สมบัติทางเคมีและทางกายภาพน้ำเสียจริงหลังการบำบัด	66

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	เซลล์อิเล็กโทรไลซิส (Electrolysis Cell)	12
2.2	ลักษณะโครงสร้างของอิเล็กโทรดที่ช่วยในหารถ่ายเทฟองก๊าซที่เกิดจากปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมี	13
2.3	องค์ประกอบการเกิดปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมี	14
2.4	กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย	31
3.1	ถังปฏิกิริยา (Reactor) ขนาด 300×120×150 มิลลิเมตร	32
3.2	เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง	33
3.3	แผ่นอลูมิเนียมขนาด 300×100×1.5 มิลลิเมตร	35
3.4	การเตรียมชุดการทดลองสำหรับน้ำเสียสังเคราะห์	37
3.5	การขั้วไฟฟ้าจากต่อแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง จำนวน 2 แผ่น	37
3.6	การต่อขั้วไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง จำนวน 3 แผ่น	38
3.7	การต่อขั้วไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง จำนวน 4 แผ่น	38
3.8	การต่อขั้วไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง จำนวน 5 แผ่น	38
3.9	การต่อขั้วไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง จำนวน 6 แผ่น	39
3.10	การต่อขั้วไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง จำนวน 7 แผ่น	39
4.1	ความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับประสิทธิภาพในการกำจัดตะกั่ว	41
4.2	ประสิทธิภาพในการบำบัดตะกั่วในน้ำเสียสังเคราะห์ ณ เวลา 2 ชั่วโมง ที่พีเอชต่างๆ	43
4.3	พีเอชที่ต่ำสุดที่ใช้ในการไทเทรตของไอออนของโลหะต่าง ๆ	43
4.4	ความสัมพันธ์ระหว่างพีเอชของน้ำเสีย ความเข้มข้นของตะกั่วในน้ำเสียเริ่มต้น และน้ำหนักตะกั่วที่เกาะติดบนแผ่นอลูมิเนียมที่ต่อเข้ากับขั้วบวก	44
4.5	ความสัมพันธ์ระหว่างพีเอชของน้ำเสีย ความเข้มข้นของตะกั่วในน้ำเสียเริ่มต้น และน้ำหนักตะกั่วที่เกาะติดบนแผ่นอลูมิเนียมที่ต่อเข้ากับขั้วลบ	45
4.6	ความสัมพันธ์ระหว่างพีเอชของน้ำเสีย ความเข้มข้นของตะกั่วในน้ำเสียเริ่มต้น และ ปริมาณของแข็งแขวนลอย	47
4.7	ความสัมพันธ์ระหว่างพีเอชของน้ำเสีย ความเข้มข้นของตะกั่วในน้ำเสียเริ่มต้น และปริมาณของแข็งละลายน้ำ	48
4.8	ความสัมพันธ์ระหว่างพีเอชของน้ำเสีย ความเข้มข้นของตะกั่วในน้ำเสียเริ่มต้น และปริมาณของแข็งทั้งหมด	49
4.9	ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนแผ่นอิเลกโทรดกับประสิทธิภาพในการบำบัดตะกั่ว	56
4.10	ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนแผ่นอิเลกโทรดกับน้ำหนักตะกั่วที่เกาะติดที่แผ่นอลูมิเนียม	58

4.11	ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนแผ่นอิเลกโทรดกับน้ำหนักตะกั่วที่เกาะติดที่แผ่นอลูมิเนียม	59
4.12	ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนแผ่นอิเลกโทรดของน้ำเสียต่อปริมาณของแข็งละลายน้ำ	60
4.13	ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนแผ่นอิเลกโทรดของน้ำเสียต่อปริมาณของแข็งทั้งหมด	61
4.14	กราฟระหว่างความเข้มข้นน้ำเสียสังเคราะห์ถูกบำบัดกับเวลาที่ต่าง ๆ กัน ที่ pH 2 ความเข้มข้นเริ่มต้น 500 mg/L	65