

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัย เรื่อง การกำจัดทองแดงจากน้ำเสียห้องปฏิบัติการโดยใช้เคมีไฟฟ้า (removal of copper from laboratorial wastewater by electrochemistry) จัดทำขึ้นเพื่อเสนอเป็นแนวทางหนึ่งให้ผู้ปฏิบัติงาน และผู้เกี่ยวข้องกับห้องปฏิบัติการในการแก้ไขปัญหาของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ โดยใช้ความรู้ทางเคมีพื้นฐานในเรื่องปฏิกิริยาออกซิเดชัน-รีดักชัน และปฏิกิริยาเคมีไฟฟ้า เพื่อแยกทองแดงออกจากน้ำเสีย ทำให้ลดปริมาณของเสียอันตราย ลดปัญหามลพิษและการปนเปื้อนของทองแดง จากห้องปฏิบัติการเคมีสู่สิ่งแวดล้อม

ทางผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยนี้จะเป็นทางเลือกหนึ่ง เพื่อป้องกันแก้ไขปัญหามลพิษ เป็นการรักษาคุณภาพชีวิตในสถานที่ทำงานและชุมชนอย่างปลอดภัยและใส่ใจต่อสิ่งแวดล้อม

รายงานการวิจัยเล่มนี้สำเร็จลุล่วงด้วยคำแนะนำเกี่ยวกับหลักการการเขียนรายงานการวิจัยและการใช้เครื่องมือวิเคราะห์จาก ผศ.ดร.ชลอ จารุสุทธิรักษณ์ นาย สุรินทร์ เหล่าพระจันทร์ และ นางสาว กัญญา มงคลโกชน์

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินรายได้ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2555 คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ผู้วิจัยขอขอบคุณหน่วยงานดังกล่าวที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัยตลอดโครงการวิจัยนี้

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีของงานวิจัย ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่านและบิดาผู้ล่วงลับ

กนกพร สุพงษ์

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์คือ ศึกษาวิธีการกำจัดไอออนของทองแดงจากน้ำเสียในห้องปฏิบัติการเคมีโดยปฏิกิริยาออกซิเดชัน-รีดักชันร่วมกับเทคนิคเคมีไฟฟ้า โดยวิเคราะห์ปริมาณของไอออนทองแดงก่อนและ หลังการบำบัดด้วยเครื่องวิเคราะห์อะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ โดยความเข้มข้นของไอออนทองแดงในของเสียทางเคมีเริ่มต้น 4277 พีพีเอ็ม นำมากำจัดโดยการถูกรีดิวซ์ด้วยโลหะแมกนีเซียมหลังจากปรับสภาวะพีเอชกับ 2 ด้วยกรดซัลฟูริก (ไอออนทองแดงเป็นตัวรับอิเล็กตรอนได้ดีกว่าไอออนแมกนีเซียม) เกิดเป็นตะกอนสีน้ำตาลแดงของโลหะทองแดง โดยอัตราส่วนที่เหมาะสมของ Cu : Mg คือ 1 : 2 เวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยา 15 นาที โดยมีร้อยละประสิทธิภาพการกลับคืน และการกำจัดของไอออนทองแดง เท่ากับ 47.49 และ 68.79 ตามลำดับ หลังจากนั้นใช้เทคนิคเคมีไฟฟ้าโดยควบคุมแรงดันไฟฟ้ากำจัดไอออนทองแดงที่เหลือ ซึ่งพบว่าสภาวะที่เหมาะสมด้วยเทคนิคดังกล่าว คือ เวลาที่ใช้ 60 นาที , พีเอช 1 และค่าศักย์ไฟฟ้าคงที่ 3 โวลต์ ทำให้ความเข้มข้นของไอออนทองแดงเหลืออยู่โดยเฉลี่ยเท่ากับ 80.67 พีพีเอ็ม คิดเป็นร้อยละประสิทธิภาพการกำจัด อัตราการลดลง และเปอร์เซ็นต์การกลับคืนของไอออนทองแดง เท่ากับ 93.96, 1.26 กรัม/ชั่วโมง และ 90.97 ตามลำดับ

คำสำคัญ : การกำจัดทองแดง, เทคนิคเคมีไฟฟ้า, โลหะแมกนีเซียม, ปฏิกิริยาออกซิเดชัน-รีดักชัน

Project Title removal of copper from laboratorial waste by electrochemistry
Researcher Miss Kanokporn supong
Faculty: Science **Department:** Chemistry

ABSTRACT

The purpose of this paper is to study how the removal of copper ions from wastewater in chemistry laboratory by Oxidation-Reduction reactions and Electrochemical Techniques. The quantitative analysis of the copper before and after treatment using Atomic Absorption Spectrophotometer. In this experiment , having the initial copper ions concentration of 4277 ppm. Removal of copper, magnesium metal by reducing conditions by adjusting the pH with sulfuric acid (Copper ions as an electron acceptor than magnesium ions). A reddish-brown precipitate of copper. The results showed the suitable ratio of magnesium to the copper ions is 2 to 1. Effective removal and recovery of copper ions by Mg metal was 68.79 percent and 47.49 percent, respectively. Then get rid of the remaining copper ions with electrochemical techniques by controlling the voltage constant. The optimal conditions for the removal of copper ions from wastewater. The results showed the suitable time for removing copper ions to be 60 minutes , pH 1 and constant 3 Volt. After the treatment process, such that the copper ions remaining average 80.67 ppm. Effective removal of copper ions is 93.96 percent. Reduction of Copper ions is 1.26 grams per hour. Copper ions were recovered by sticking to the cathode, representing 90.97 percent.

Effective removal of copper ions by Oxidation-Reduction reactions and Electrochemical Techniques equal to 98.11 percent of the total copper ions in wastewater. The results showed that treatment with the above methods is using minor chemicals, low cost and recovered copper from wastewater.

Keywords : removal of copper, electrochemical techniques, magnesium metal, oxidation-reduction reactions.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ช
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อที่ใช้ในงานวิจัย	ซ
บทที่1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงการวิจัย.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย.....	2
1.3 ระเบียบวิธีวิจัย.....	2
1.4 ขอบเขตการวิจัย.....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
1.6 ผลผลิตหรือการนำไปใช้ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้จากงานวิจัยนี้.....	3
บทที่2 ทฤษฎีและหลักการ.....	4
2.1 แหล่งกำเนิดและชนิดของน้ำเสีย.....	4
2.2 วิธีการกำจัดโลหะหนักในน้ำเสีย.....	4
2.3 ทฤษฎีและหลักการกำจัดโลหะหนักด้วยเทคนิคทางเคมีไฟฟ้าที่ใช้ในงานวิจัย.....	7
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการกำจัดโลหะหนัก.....	11
บทที่3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	14
3.1 ลักษณะน้ำเสียที่ทำการศึกษา.....	14
3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง.....	15
3.3 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง.....	15
3.4 วิธีทำการทดลอง.....	15
บทที่4 ผลการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	19
4.1 ศึกษาคุณภาพเบื้องต้นของตัวอย่างน้ำเสีย.....	19
4.2 การทดสอบหาอัตราส่วนกับโลหะแมกนีเซียม.....	20
4.3 ศึกษาค่าความเป็นกรด ศักย์ไฟฟ้า และระยะเวลาที่เหมาะสมในการกำจัด.....	22
ไอออนของทองแดง	
4.4 สถิติวิเคราะห์.....	30
บทที่5 สรุปและข้อเสนอแนะ.....	32
5.1 สรุปผลการทดลอง.....	32
5.2 วิจารณ์ผลการทดลอง.....	33
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	33

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บรรณานุกรม.....	35
ภาคผนวก ก.....	37
ภาคผนวก ข.....	41
ภาคผนวก ค.....	42
ภาคผนวก ง.....	46
ภาคผนวก จ.....	47
ภาคผนวก ฉ.....	48
ภาคผนวก ช.....	49

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
ตารางที่ 4.1	คุณภาพเบื้องต้นของตัวอย่างน้ำเสียจากห้องปฏิบัติการเคมี	19
ตารางที่ 4.2	การทดสอบหาอัตราส่วนของทองแดงไอออนกับโลหะแมกนีเซียม	20
ตารางที่ 4.3	ประสิทธิภาพและระยะเวลาในการกำจัดไอออนของทองแดงด้วยเซลล์ไฟฟ้าเคมี ที่ศักย์ไฟฟ้า 3 โวลต์ pH =1	22
ตารางที่ 4.4	ประสิทธิภาพและระยะเวลาในการกำจัดไอออนของทองแดงด้วยเซลล์ไฟฟ้าเคมี ที่ศักย์ไฟฟ้า 3 โวลต์ pH =2	23
ตารางที่ 4.5	ประสิทธิภาพและระยะเวลาในการกำจัดไอออนของทองแดงด้วยเซลล์ไฟฟ้าเคมีที่ศักย์ไฟฟ้า 5 โวลต์ pH =1	24
ตารางที่ 4.6	ประสิทธิภาพและระยะเวลาในการกำจัดไอออนของทองแดงด้วยเซลล์ไฟฟ้าเคมีที่ศักย์ไฟฟ้า 5 โวลต์ pH =2	25
ตารางที่ 4.7	อิทธิพลของค่าความเป็นกรด และศักย์ไฟฟ้าที่มีต่อประสิทธิภาพกำจัดไอออนของทองแดง	27
ตารางที่ 4.8	ศึกษาอิทธิพลของค่าความเป็นกรด และศักย์ไฟฟ้าที่มีต่ออัตราการลดลงไอออนของทองแดง	27
ตารางที่ 4.9	ศึกษาอิทธิพลของค่าความเป็นกรด และที่มีต่อประสิทธิภาพการกลับคืนไอออนของทองแดง	28
ตารางที่ 4.10	การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบมี 2 ตัวประกอบ	30

สารบัญรูป

ภาพที่	หน้า
ภาพที่ 2.1 เซลล์ไฟฟ้าเคมี	10
ภาพที่ 3.1 เครื่องมือและการทำงานของเซลล์ไฟฟ้าเคมี	16
ภาพที่ 3.2 แผนผังขั้นตอนการกำจัดทองแดงด้วยปฏิกิริยาออกซิเดชัน-รีดักชัน และเทคนิคเคมีไฟฟ้า	18
ภาพที่ 4.1 ตัวอย่างน้ำเสียจากห้องปฏิบัติการเคมี อาคารพระเทพฯ	19
ภาพที่ 4.2 เปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพการได้ทองแดงจากการรีดิวซ์ด้วยMg	21
ภาพที่ 4.3 ประสิทธิภาพและระยะเวลาในการกำจัดไอออนของทองแดงด้วยเซลล์ไฟฟ้าเคมี ที่ศักย์ไฟฟ้า 3 โวลต์ pH =1	23
ภาพที่ 4.4 ประสิทธิภาพและระยะเวลาในการกำจัดไอออนของทองแดงด้วยเซลล์ไฟฟ้าเคมี ที่ศักย์ไฟฟ้า 3 โวลต์ pH =2	24
ภาพที่ 4.5 ประสิทธิภาพและระยะเวลาในการกำจัดไอออนของทองแดงด้วยเซลล์ไฟฟ้าเคมีที่ศักย์ไฟฟ้า 5 โวลต์ pH =1	25
ภาพที่ 4.6 ประสิทธิภาพและระยะเวลาในการกำจัดไอออนของทองแดงด้วยเซลล์ไฟฟ้าเคมีที่ศักย์ไฟฟ้า 6 โวลต์ pH =2	26
ภาพที่ 4.7 ค่าความปั่นป่วน และศักย์ไฟฟ้าที่มีต่อเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพกำจัดไอออนของทองแดง	27
ภาพที่ 4.8 ค่าความปั่นป่วน และศักย์ไฟฟ้าที่มีต่ออัตราการลดลงไอออนของทองแดง	28
ภาพที่ 4.9 ค่าความปั่นป่วน และศักย์ไฟฟ้าที่มีต่อเปอร์เซ็นต์การกลับคืนไอออนของทองแดง	29

นิยามคำศัพท์

AAS	Atomic Absorption Spectrophotometer
aq.	aqueous
pH	Potential of Hydrogen ion
มก.	มิลลิกรัม
มล.	มิลลิลิตร
Kg.	กิโลกรัม
V.	voltage
A.	ampere
SD	Standard Deviation
% RSD	Relative Standard Deviation
g/mol	grams per mole
mol/L	mole / liter
ppm.	Part per million
กก.	กิโลกรัม
ชม.	ชั่วโมง
ตร.ซม.	ตารางเซนติเมตร
นน.	น้ำหนัก
มม.	มิลลิเมตร