

การนำกลับอะลูมิเนียม ในรูปสารโคออร์ดิเนตจากสัจอะลูมิเนียม



นางประนอม ชำนาญ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2534

ISBN 974-578-316-1

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I16300622

017428

RECOVERY OF ALUMINUM AS A COAGULANT FROM ALUMINUM SLUDGE



Mrs. Pranom Chamnan

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science

Interdepartment of Environmental Science

Graduate School

Chulalongkorn University

1991

ISBN 949-578-316-1

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การนำกลับอะลูมิเนียมในรูปสารโคออร์ดิเนตจากสไลด์อะลูมิเนียม

โดย นางประนอม ฐานานุกูล


สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม

อาจารย์ที่ปรึกษา ศาสตราจารย์ ดร.ชงชัย พรรณสวัสดิ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัตนา เสียงประเสริฐกิจ

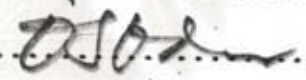


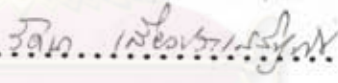
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

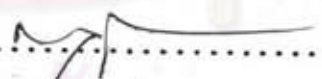
  
..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
(ศาสตราจารย์ ดร. ถาวร วัชรภักย์)


คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
..... ประธานกรรมการ  
(อาจารย์ สรณี ไรจน์อารยานนท์)

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษา  
(ศาสตราจารย์ ดร.ชงชัย พรรณสวัสดิ์)

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัตนา เสียงประเสริฐกิจ)

  
..... กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.สรนุญ ไรจน์อารยานนท์)

  
..... กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ เปรมจิตต์ แทนสถิตย์)

ศูนย์วิทยานิพนธ์  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประพนอม ชำนาญ : การนำกลับอะลูมิเนียมในรูปสารโคแอกกูแลนต์จากสลักจ์อะลูมิเนียม  
(RECOVERY OF ALUMINUM AS A COAGLANT FROM ALUMINUM SLUDGE)

อ. ที่ปรึกษา : ศ.ดร.ธงชัย พรรณสวัสดิ์, ผศ.ดร.รัตนา เสียงประเสริฐกิจ, 112 หน้า  
ISBN 974 - 578 - 316 - 1

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำกากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานผลิตผลิตภัณฑ์อะลูมิเนียม มาศึกษาขั้นต้น เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการนำกลับสารอะลูมิเนียม สำหรับเตรียมเป็นสารโคแอกกูแลนต์ อะลูมิเนียมซัลเฟตและโซเดียมอะลูมิเนต ด้วยวิธีการใช้กรดซัลฟูริก และวิธีการใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์มาทำ ปฏิกริยากับสลักจ์อะลูมิเนียมตามลำดับ พบว่า ช่วงพีเอชที่เหมาะสมในการนำกลับควรน้อยกว่า 1.25 สำหรับ วิธีการใช้กรด และควรมากกว่า 12.5 สำหรับวิธีการใช้ด่าง โดยสามารถนำกลับอะลูมิเนียมได้ประมาณร้อยละ 70-90 และ 40-65 ของปริมาณอะลูมิเนียมที่มีอยู่ในของแข็งทั้งหมดตามลำดับ เมื่อนำสารโคแอกกูแลนต์ที่นำ กลับได้นี้ไปทดสอบประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่นโดยใช้ตัวอย่างน้ำดิบจากจุดสูบน้ำดิบสำแลของการประปา นครหลวง ริมแม่น้ำเจ้าพระยา อ.เมือง จ.ปทุมธานี พบว่า สารโคแอกกูแลนต์นำกลับจากวิธีการใช้กรด ซัลฟูริก สามารถกำจัดความขุ่นจาก 33 NTU ให้เหลือต่ำกว่า 5 NTU ได้ โดยใช้สารโคแอกกูแลนต์ นำกลับ 1.64 มก. ในรูปของอะลูมิเนียมต่อลิตรของตัวอย่างน้ำรวม (หรือ 20.23 มก./ล. ในรูปของสาร สัมมน้ำ) และถ้ามีการควบคุมพีเอชให้อยู่ในช่วง 5.5-6.5 ก็สามารถลดปริมาณสารโคแอกกูแลนต์นำกลับใน รูปของอะลูมิเนียมเหลือเพียง 0.88 มก./ล. ของตัวอย่างน้ำรวม (หรือ 10.85 มก./ล. ในรูปของสาร สัมมน้ำ) ส่วนสารโคแอกกูแลนต์นำกลับจากวิธีการใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์สามารถกำจัดความขุ่นจาก 33 NTU ให้เหลือต่ำกว่า 5 NTU โดยใช้สารโคแอกกูแลนต์นำกลับ 4.5 มิลลิกรัม และ 3.15 มิลลิกรัมในรูป ของอะลูมิเนียมต่อลิตรของตัวอย่างน้ำรวม (หรือ 19.67 และ 13.77 มก./ล. ในรูปของโซเดียม อะลูมิเนต) สำหรับการทดลองที่ไม่คุมพีเอชและคุมพีเอชให้อยู่ระหว่าง 5.5-6.5 ตามลำดับ นอกจากนี้ ยังพบว่า ปริมาณโลหะหนักที่ปนเปื้อนในน้ำที่ผลิตได้ (เมื่อใช้ค่าความขุ่น 5 NTU เป็นเกณฑ์) จากการ ทดลองทั้งสองวิธีในสภาวะเหมาะสมอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำดื่ม อนึ่ง ค่าใช้จ่ายในการนำกลับสารโคแอก กูแลนต์ด้วยวิธีการใช้กรดซัลฟูริกและวิธีการใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ มีค่าเท่ากับ 513 และ 226 บาท ต่อลูกบาศก์เมตรของสารโคแอกกูแลนต์นำกลับตามลำดับ ส่วนค่าใช้จ่ายในการนำสารโคแอกกูแลนต์นำกลับ (จากวิธีการใช้กรดซัลฟูริก) ไปใช้กำจัดความขุ่น เท่ากับ 0.87 บาท/ลูกบาศก์เมตรน้ำ ซึ่งสูงกว่าค่า สารสัมบริสุทธิ์ (0.16 บาท/ลูกบาศก์เมตร) ที่การประปานครหลวงใช้อยู่เป็นปกติ อย่างไรก็ตาม การนำกลับด้วยวิธีนี้สามารถช่วยลดปัญหาด้านมลพิษจากการทิ้งกากตะกอนอะลูมิเนียมสู่สิ่งแวดล้อมได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาควิชา ..... สหสาขา .....  
สาขาวิชา ..... วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม .....  
ปีการศึกษา ..... 2533 .....

ลายมือชื่อนิสิต ..... *John Pann* .....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ..... *อ.ธงชัย* .....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาช่วย ..... *รัตน เสียงประเสริฐกิจ* .....

PRANOM CHAMNAN : RECOVERY OF ALUMINUM AS A COAGULANT FROM ALUMINUM  
SLUDGE. THESIS ADVISOR : PROF. DR. THONGCHAI PANSWAD, ASSIS. PROF.  
DR. RATANA SEANGPRASERTKIJ, 112 PP. ISBN 974-578-316-1

In a preliminary study of aluminum recovery, chemical sludges from wastewater treatment plant of an aluminum factory were used. Acid and alkali treatments were tested to determine optimum conditions of the recovery. It was found that the optimum pH of the recovery for acid treatment was less than 1.25 with the recovery percentage of 70-90 and more than 12.5 with 40-65 percent of recovery for alkali treatment. Water sample from the Chao Praya river at MWWA's Sam Lae intake station was used for testing the efficiency of turbidity removal of the reclaimed coagulants. When the recovered alum from acid treatment was used, the turbidity was reduced, without pH control, from 33 NTU to less than 5 NTU at the dosage of 1.64 mg/l in form of aluminum (or 20.23 mg/l as liquid alum) and at the dosage of 0.88 mg/l (or 10.85 mg/l as liquid alum) with pH control in the range of 5.5-6.5, Both selected dosages were less than the normal requirement in water supply process. When the recovered coagulant from alkali treatment was used, the same turbidity removal was achieved at the dosage of 4.5 and 3.15 mg/l in the form of aluminum (or 19.67 and 13.77 mg/l as sodium aluminate) without and with pH control, respectively. It was also noteworthy that the heavy metals present in the treated water could meet the MWWA drinking water standards. The cost of the recovery process using acid and alkali treatments was 513 and 226 baht/cu.m. of coagulant, respectively. Although the cost of the recovered coagulant from acid treatment used for removing turbidity in water treatment, 0.87 baht/cu.m. of water, was higher than that of the virgin alum used by MWWA (0.16 baht/cu.m.), the amount of aluminum sludge disposed to the environment could be reduced.

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา ..... สหสาขา .....  
สาขาวิชา ..... วิทยาศาสตร์สุขภาพแวดล้อม .....  
ปีการศึกษา ..... 2533 .....

ลายมือชื่อนิติ .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

กิตติกรรมประกาศ



ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร.ชงชัย พรหมสวัสดิ์ ที่ได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ เกี่ยวกับการทำวิจัยเป็นอย่างดีมาโดยตลอดและยังได้ช่วยจัดหาแหล่งเงินทุนวิจัยให้ด้วย ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัตนา เสียงประเสริฐกิจ ที่กรุณาให้ข้อคิดเห็นและคำแนะนำต่าง ๆ เป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ อาจารย์สุรภี โรจน์อาชยานนท์ ที่กรุณาเป็นประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.ธรรมบุญ โรจนะบุรานนท์ และรองศาสตราจารย์เปรมจิตต์ แทนสถิตย์ ที่กรุณาเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณบริษัท นิคเคไทย อลูมิเนียม จำกัด ที่ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยและตัวอย่างกากตะกอนรวมทั้งเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ให้รายละเอียดข้อมูลและอำนวยความสะดวกในการเก็บตัวอย่าง

ขอขอบคุณกองอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ที่ให้ความอนุเคราะห์ใช้ห้องปฏิบัติการ ขอขอบคุณ คุณภัทรา อังสุประเสริฐ คุณสมศักดิ์ ชัยนิวัฒน์ คุณมิไล เทียรเดช คุณมงคล ช่างเกวียน พี่ ๆ เพื่อน ๆ และเจ้าหน้าที่กองอนามัยสิ่งแวดล้อมทุกท่านที่ให้คำแนะนำช่วยเหลือตลอดจนอำนวยความสะดวกในด้านต่าง ๆ เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย ที่ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยส่วนหนึ่งด้วย

ขอขอบคุณ คุณนิวัฒน์ ไชยกุลวัฒนา ที่อนุเคราะห์สารเคมีบางส่วนและเอกสารประกอบการวิจัยส่วนหนึ่งด้วย ขอขอบคุณเพื่อนนิสิตทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจที่ดี

ท้ายสุดนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณ คุณประเวศน์ ชานาญ ที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่าง และเป็นกำลังใจที่ดีตลอดมา ขอขอบคุณ คุณณัฏฐา ศิลปอนันต์ คุณสมคิด แช่ว่อง และขอขอบคุณทุกท่านที่ได้มีส่วนช่วยจนส่งผลให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี สำหรับคุณประโยชน์แห่งการวิจัยนี้ ขอมอบให้แต่คุณแม่ที่เคารพรักยิ่งของผู้วิจัย

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ .....	ฉ
สารบัญตาราง .....	ณ
สารบัญรูป .....	ญ
สารบัญภาพ .....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ .....	1
1.1 วัตถุประสงค์ .....	2
1.2 ขอบเขตการศึกษา .....	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....	3
บทที่ 2 การสำรวจเอกสาร .....	4
บทที่ 3 วัสดุอุปกรณ์และวิธีการดำเนินการวิจัย .....	17
3.1 วัสดุอุปกรณ์ .....	17
3.2 วิธีการดำเนินการทดลอง .....	19
3.2.1 วิธีการใช้กรดซัลฟูริก .....	22
3.2.2 วิธีการใช้ด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ .....	22
3.2.3 ประสิทธิภาพในการนำไปใช้งาน .....	22
3.2.4 การปนเปื้อนของโลหะหนัก .....	23
3.2.5 ค่าใช้จ่าย .....	23
3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล .....	24
บทที่ 4 ผลการทดลองและการวิจารณ์ผล .....	26
4.1 ลักษณะและสมบัติของกากตะกอน .....	26
4.2 ชนิดและปริมาณของธาตุองค์ประกอบ .....	28
4.3 การนำกลับอะลูมิเนียม .....	28



สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.4 ประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่นของสารโคแอกกูแลนต์น้ำกลับ .....	35
4.5 การปนเปื้อนของโลหะหนักในสารโคแอกกูแลนต์น้ำกลับและในสารละลาย ส่วนใส่ภายหลังการทดสอบจาร์ .....	46
4.6 การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายขั้นต้น .....	51
4.6.1 ค่าใช้จ่ายในการนำกลับสารโคแอกกูแลนต์ด้วยวิธีการใช้กรดซัลฟูริก.	51
4.6.2 ค่าใช้จ่ายในการนำกลับสารโคแอกกูแลนต์ด้วยวิธีการใช้ โซเดียมไฮดรอกไซด์ .....	56
4.6.3 ค่าใช้จ่ายในการนำสารโคแอกกูแลนต์น้ำกลับ ไปใช้ในการกำจัด ความขุ่นของน้ำดิบ .....	60
4.6.4 ค่าใช้จ่ายในการนำสารโคแอกกูแลนต์น้ำกลับด้วยวิธีการใช้ กรดซัลฟูริก ไปใช้ในการกำจัดความขุ่นของน้ำดิบเปรียบเทียบกับ การใช้สารส้มน้ำของการประปานครหลวง .....	62
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ .....	64
เอกสารอ้างอิง .....	66
บรรณานุกรม .....	68
ภาคผนวก ก .....	70
ภาคผนวก ข .....	73
ภาคผนวก ค .....	97

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## สารบัญตาราง

ตารางที่	ชื่อตาราง	หน้า
4.1	ปริมาณความชื้น ปริมาณของแข็งและปริมาณอะลูมิเนียมทั้งหมดในภาคตะกอนอะลูมิเนียม .	27
4.2 ก	ชนิดและปริมาณของธาตุองค์ประกอบในรูปออกไซด์ของธาตุนั้น .....	29
4.2 ข	ชนิดและปริมาณของธาตุองค์ประกอบในรูปอะตอมของธาตุนั้น .....	30
4.3 ก	ผลการทดสอบการนำกลับอะลูมิเนียมด้วยวิธีการใช้กรดซัลฟูริก (ตัวอย่างชุดที่ 1) ...	32
4.3 ข	ผลการทดสอบการนำกลับอะลูมิเนียมด้วยวิธีการใช้กรดซัลฟูริก (ตัวอย่างชุดที่ 2) ...	33
4.4 ก	ผลการทดสอบการนำกลับอะลูมิเนียมด้วยวิธีการใช้ต่าง: โซเดียมไฮดรอกไซด์ (ตัวอย่างชุดที่ 1) .....	36
4.4 ข	ผลการทดสอบการนำกลับอะลูมิเนียมด้วยวิธีการใช้ต่าง: โซเดียมไฮดรอกไซด์ (ตัวอย่างชุดที่ 2) .....	37
4.5	ผลการทดสอบการกำจัดความขุ่น โดยใช้สาร โคแอกกูแลนที่นำกลับได้จากวิธี การใช้กรดซัลฟูริก .....	40
4.6	ผลการทดสอบการกำจัดความขุ่น โดยใช้สาร โคแอกกูแลนที่นำกลับได้จากวิธี การใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ .....	43
4.7	ข้อมูลเปรียบเทียบการทดสอบจาร์ด้วยสาร โคแอกกูแลนที่นำกลับด้วยวิธีการใช้ กรดซัลฟูริก และวิธีการใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ .....	45
4.8	ปริมาณโลหะหนักในสารโคแอกกูแลนที่นำกลับ .....	47
4.9	ปริมาณโลหะหนักในตัวอย่างน้ำดิบที่สำแล (13 กุมภาพันธ์ 2533) .....	47
4.10	ปริมาณโลหะหนักในสารละลายส่วนใสภายหลังการทดสอบจาร์ (ใช้สาร โคแอกกูแลนที่นำกลับได้จากวิธีการใช้กรดซัลฟูริก) .....	48
4.11	ปริมาณโลหะหนักในสารละลายส่วนใสภายหลังการทดสอบจาร์ (ใช้สารโคแอกกูแลนที่นำกลับได้จากวิธีการใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์) .....	49
4.12	ปริมาณโลหะหนักในน้ำที่ผลิตได้ภายหลังการทดสอบจาร์ที่สภาวะเหมาะสม .....	50

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	ชื่อตาราง	หน้า
4.13	ค่าใช้จ่ายในการนำกลับสารโคแอกกูแลนต์ด้วยวิธีการใช้กรดซัลฟูริก .....	53
4.14	ค่าใช้จ่ายในการนำกลับสารโคแอกกูแลนต์ด้วยวิธีการใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ ....	58
4.15	ค่าใช้จ่ายในการนำสารโคแอกกูแลนต์นำกลับไปใช้ในการกำจัดความขุ่น .....	61



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สารบัญรูป

รูปที่	ชื่อรูป	หน้า
2.1	แผนภาพการชုပ်อาบผิวและการชุปสีผลิตภัณฑ์อะลูมิเนียม .....	7
2.2	แผนภาพแสดงขั้นตอนของกระบวนการบำบัดน้ำเสีย .....	8
3.1	การลุ่มตัวอย่างจากลานตากตะกอน .....	20
3.2	แผนผังแสดงขั้นตอนของการทดลอง .....	21
4.1	ผลการนำกลับอะลูมิเนียมด้วยวิธีการใช้กรดซัลฟูริก เทียบกับพีเอชของปฏิกิริยา .....	37
4.2	ผลการนำกลับอะลูมิเนียมด้วยวิธีการใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ เทียบกับพีเอชของปฏิกิริยา .....	38
4.3	ผลการทดสอบจาร์ด้วยสารโคแอกกูแลนต์นำกลับจากวิธีการใช้กรดซัลฟูริก .....	41
4.4	ผลการทดสอบจาร์ด้วยสารโคแอกกูแลนต์นำกลับจากวิธีการใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ .....	44
4.5	ปริมาณกรดซัลฟูริกเข้มข้นที่ใช้ต่อปริมาณของแข็งทั้งหมด (TS) เทียบกับพีเอชของปฏิกิริยา .....	52
4.6	ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ (6 โมลาร์) ที่ใช้ต่อปริมาณของแข็งทั้งหมด (TS) เทียบกับพีเอชของปฏิกิริยา .....	57

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สารบัญภาพ

ภาพที่	ชื่อภาพ	หน้า
2.1	ถังกวนเร็ว ที่ระบบบำบัดน้ำเสีย บริษัท นิคเคไทย อลูมิเนียม จำกัด .....	9
2.2	ถังกวนช้า ที่ระบบบำบัดน้ำเสีย บริษัท นิคเคไทย อลูมิเนียม จำกัด .....	10
2.3	ถังตกตะกอน ที่ระบบบำบัดน้ำเสีย บริษัท นิคเคไทย อลูมิเนียม จำกัด .....	11
3.1	ตะกอนแห้งในลานตากตะกอน .....	18
3.2	ตะกอนแห้งในลานตากตะกอนซึ่งมีการตักออกไปบางส่วน .....	18
4.1	สารละลายที่นำมาตรวจวิเคราะห์หาปริมาณอะลูมิเนียม โดยใช้ เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ .....	31

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย