การกำจัดโครเมียม (ประจุ+6) ในน้ำเสีย
โดยใช้ตัวกลางทรายเคลือบแมกนีไทต์

นายอดิศักดิ์ ปิยสถิตย์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2543

ISBN 974-13-0499-4

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

19 มิ.ย. 2545
I14704665

REMOVAL OF CHROMIUM (VI) FROM WASTEWATER USING MAGNETITE – COATED SAND

Mr. Adisak Piyasathit

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Environmental Engineering
Department of Environmental Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 2000

ISBN 974-13-0499-4

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การกำจัดโครเมียม (ประจุ+6) ในน้ำเสีย โดยใช้ตัวกลางทรายเคลือบแมกนีไทต์
โดย	นาย อดิศักดิ์ ปิยสถิตย์
สาขาวิชา	วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร. สุธา ขาวเธียร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร. สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ ดร. สุธา ขาวเธียร)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธเรศ ศรีสถิตย์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ อรทัย ชวาลภาฤทธิ์)

นายอดิศักดิ์ ปิยสถิตย์ : การกำจัดโครเมียม (ประจุ +6) ในน้ำเสียโดยใช้ตัวกลางทรายเคลือบแมกนีไทต์. (REMOVAL OF CHROMIUM (VI) FROM WASTEWATER USING MAGNETITE - COATED SAND) อ.ที่ปรึกษา: อาจารย์ ดร. สุธา ขาวเธียร, 240 หน้า. ISBN 974-13-0499-4

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาความเป็นไปได้ในการกำจัดโครเมียม (ประจุ+6) ในน้ำเสียสังเคราะห์และน้ำเสียจริงจากโรงงานด้วยตัวกลางทรายเคลือบแมกนีไทต์ การวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนแรก ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมและความสามารถในการกำจัดโครเมียม (ประจุ+6) โดยทดลองกับน้ำเสียสังเคราะห์โครเมียม (ประจุ+6) ที่ความเข้มข้น 50 มก./ล.,100 มก./ล. และ 200 มก./ล. พีเอชเท่ากับ 4, 6 และ 8 ตามลำดับ ขั้นตอนที่สอง ศึกษาความเป็นไปได้ในกรณีฟื้นอำนาจตัวกลางด้วยสารละลายกรดซัลฟุริค พีเอช 4

จากการทดลองในขั้นตอนแรก พบว่า ทรายเคลือบแมกนีไทต์มีประสิทธิภาพในการกำจัดโครเมียม (ประจุ+6) ได้ดีที่สุดที่ความเข้มข้นเท่ากับ 100 มก./ล. พีเอชเท่ากับ 4 ซึ่งปริมาณโครเมียม (ประจุ+6) ที่ทรายเคลือบแมกนีไทต์สามารถกำจัดได้ เท่ากับ 1.74 มก. ต่อทรายเคลือบแมกนีไทต์ 1 กรัม

จากการทดลองในขั้นตอนที่สอง พบว่า การฟื้นอำนาจตัวกลางด้วยสารละลายกรดซัลฟุริค pH 4 สามารถนำกลับโลหะหนักได้ โดยที่ตัวกลางทรายเคลือบแมกนีไทต์สามารถนำกลับมาใช้งานได้ต่อ โดยประสิทธิภาพจะลดลงประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ในครั้งแรก และ 50 เปอร์เซ็นต์ในครั้งต่อๆไป

ภาควิชา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2543 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

4070495621 : MAJOR ENVIRONMENTAL ENGINEERING

KEY WORD : MAGNETITE / COATED - SAND / CHROMIUM (VI) / REMOVAL

ADISAK PIYASATHIT : REMOVAL OF CHROMIUM (VI) FROM WASTEWATER USING MAGNETITE COATED–SAND. THESIS ADVISOR : SUTHA KHAODHIAR, Ph.D. 240 pp. ISBN 974-13-0499-4

This research studied about possibility and suitability of pH and concentration of chromium (VI) synthetic wastewater and wastewater from factory by magnetite coated - sand. The experiment was divided into 2 steps, the first step was carried out to find the suitable pH and concentration with synthetic wastewater concentration 50 mg./l., 100 mg./l. and 200 mg./l. at pH 4, 6 and 8 respectively. The second step was about possibility to regenerate media with sulfuric acid solution pH 4.

The results from the first step has shown that and removal by magnetite coated - sand was at concentration of 100 mg./l. pH 4 which corresponded to 1.74 mg. treated chromium (VI) per 1 g. of magnetite coated - sand.

The result in the second step has shown that the regeneration with sulfuric acid solution pH 4 can recovered metal and magnetite coated - sand can be reused efficiency.

Department Environmental Engineering	Student's signature Adisak Piyasathit
Field of study Environmental Engineering	Advisor's signature
Academic year 2000	Co-advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ อาจารย์ ดร.สุธา ขาวเธียร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัยมาด้วยดีตลอด ขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.มั่นสิน ตัณฑุลเวศน์ รองศาสตราจารย์ ดร.ธเรศ ศรีสถิตย์ และรองศาสตราจารย์ อรทัย ชวาลภาฤทธิ์ ที่กรุณาตรวจสอบและให้คำชี้แนะจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณบริษัท วอเตอร์อินเด็กซ์ แอนด์ คอนซัลแทนท์ จำกัด ที่ให้ความช่วยเหลือในการใช้เครื่องสเปคโทรโฟโตมิเตอร์ รวมไปถึงอุปกรณ์ต่าง ๆ ขอขอบคุณ เพื่อนๆ พี่ๆ และน้องๆ ที่ให้กำลังใจและช่วยเหลือผู้วิจัยมาโดยตลอด และขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่ได้ช่วยเหลือให้ทุนอุดหนุนการวิจัยในครั้งนี้

ท้ายนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ บิดา-มารดา และอาจารย์ทุกท่าน ซึ่งสนับสนุนและให้กำลังใจผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

อดิศักดิ์ ปิยสถิตย์

สารบัญเรื่อง

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญเรื่อง ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ฎ

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ ..... ธ

บทที่ 1 บทนำ 1

บทที่ 2 วัตถุประสงค์และขอบเขตการวิจัย

2.1 วัตถุประสงค์ 2

2.2 ขอบเขตการวิจัย 2

บทที่ 3 ทบทวนเอกสาร

3.1 ลักษณะทั่วไปของโครเมียม 3

3.2 สถานะของโครเมียมในน้ำเสีย 3

3.3 อันตรายของพิษโครเมียมในน้ำ 5

3.4 เคมีของโครเมียม 7

3.4.1 สารเคมีที่ใช้รีดิวส์โครเมียม (ประจุ+6) 13

3.4.2 ปริมาณสารเคมีที่ใช้รีดิวส์โครเมียม (ประจุ+6) 16

3.4.3 ปัจจัยที่มีผลต่อปฏิกิริยารีดักชัน 16

3.5 การกำจัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตหลอดภาพ 22

3.6 ตัวกลางทรายเคลือบแมกนีไทต์ 24

บทที่ 4 ขั้นตอนและการดำเนินงานวิจัย

4.1 การเตรียมตัวกลาง 31

4.2 อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการวิจัย 34

4.3 น้ำเสียสังเคราะห์โครเมียม 38

4.4 การดำเนินการทดลอง 38

4.5 การวิเคราะห์สักษณะสมบัติของน้ำเสีย 39

สารบัญเรื่อง

หน้า

บทที่ 5 ผลการณ์ทดลองและวิจารณ์
ผลของการเคลือบทรายด้วยแมกนีไทต์ 42
ผลการทดลองและวิจารณ์ในกรณีที่ใช้น้ำตัวอย่างสังเคราะห์ 42
ผลการทดลองและวิจารณ์ในกรณีที่ใช้น้ำเสียจริง 101
บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง 119
บทที่ 7 ข้อเสนอแนะในการวิจัยเพิ่มเติม 121
รายการอ้างอิง 122
ภาคผนวก ตารางข้อมูลที่ได้จากการทดลอง 129
ประวัติผู้เขียน 240

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3-1 คุณสมบัติของโครเมียม.....4
ตารางที่ 3-2 ลักษณะออกซิเดชันสเตทของโครเมียม.....4
ตารางที่ 3-3 ปริมาณสารเคมีที่ต้องใช้ในการกำจัดโครเมียม 1 mg/l (ตามทฤษฎี) 17
ตารางที่ 3-4 ประสิทธิภาพการรีดิวส์โครเมียม (ประจุ +6) ของสารรีดิวส์แต่ละชนิด 19
ตารางที่ 3-5 ระดับพีเอชและ ORP ที่เหมาะสมในการรีดิวส์โครเมียม.....20
ตารางที่ 4-1 ตัวแปรต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดลอง (ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาหาประสิทธิภาพ ในการกำจัดโลหะหนัก).....40
ตารางที่ 4-2 ตัวแปรต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดลอง (ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาหาประสิทธิภาพ ในการฟื้นอำนาจตัวกลาง)..... 41
ตารางที่ 5-1 ปริมาณน้ำเสียสังเคราะห์ทั้งหมดที่สามารถบำบัดได้โดยใช้ตัวกลางทราย เคลือบแมกนีไทต์.....58
ตารางที่ 5-2 เปรียบเทียบปริมาณน้ำเสียสังเคราะห์ที่บำบัดได้ในแต่ละการทดลองและ ปริมาณ Cr^{6+} ที่ออกมากับน้ำออกของระบบ ที่ความเข้มข้นเริ่มต้นของ น้ำเสียสังเคราะห์เท่ากับ 50 มก./ล.....59
ตารางที่ 5-3 เปรียบเทียบปริมาณน้ำเสียสังเคราะห์ที่บำบัดได้ในแต่ละการทดลองและ ปริมาณ Cr^{6+} ที่ออกมากับน้ำออกของระบบ ที่ความเข้มข้นเริ่มต้นของ น้ำเสียสังเคราะห์เท่ากับ 100 มก./ล.....60
ตารางที่ 5-4 เปรียบเทียบปริมาณน้ำเสียสังเคราะห์ที่บำบัดได้ในแต่ละการทดลองและ ปริมาณ Cr^{6+} ที่ออกมากับน้ำออกของระบบ ที่ความเข้มข้นเริ่มต้นของ น้ำเสียสังเคราะห์เท่ากับ 200 มก./ล.....61
ตารางที่ 5-5 เปรียบเทียบปริมาณของ Cr^{6+} ที่กำจัดได้ในแต่ละการทดลองที่ความเข้มข้น เริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์เท่ากับ 50 มก./ล.....62
ตารางที่ 5-6 เปรียบเทียบปริมาณของ Cr^{6+} ที่กำจัดได้ในแต่ละการทดลองที่ความเข้มข้น เริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์เท่ากับ 100 มก./ล.....64
ตารางที่ 5-7 เปรียบเทียบปริมาณของ Cr^{6+} ที่กำจัดได้ในแต่ละการทดลองที่ความเข้มข้น เริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์เท่ากับ 200 มก./ล.....65
ตารางที่ 5-8 เปรียบเทียบปริมาณของ Cr^{6+} ที่กำจัดได้ต่อ 1 กรัมของตัวกลางทรายเคลือบ แมกนีไทต์ ที่พีเอชของน้ำเสียสังเคราะห์เท่ากับ 4.....66

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 5-9 เปรียบเทียบปริมาณของ Cr^{6+} ที่กำจัดได้ต่อ 1 กรัมของตัวกลางทรายเคลือบแมกนีไทต์ ที่พีเอชของน้ำเสียสังเคราะห์เท่ากับ 6.....66

ตารางที่ 5-10 เปรียบเทียบปริมาณของ Cr^{6+} ที่กำจัดได้ต่อ 1 กรัมของตัวกลางทรายเคลือบแมกนีไทต์ ที่พีเอชของน้ำเสียสังเคราะห์เท่ากับ 8.....66

ตารางที่ 5-11 เปรียบเทียบปริมาณรีเจนเนอแรนต์ที่ใช้ และปริมาณ Cr^{3+} ที่ออกมากับน้ำออกของระบบ ที่ความเข้มข้นเริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์เท่ากับ 50 มก./ล.....88

ตารางที่ 5-12 เปรียบเทียบปริมาณรีเจนเนอแรนต์ที่ใช้ และปริมาณ Cr^{3+} ที่ออกมากับน้ำออกของระบบ ที่ความเข้มข้นเริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์เท่ากับ 100 มก./ล.....89

ตารางที่ 5-13 เปรียบเทียบปริมาณรีเจนเนอแรนต์ที่ใช้ และปริมาณ Cr^{3+} ที่ออกมากับน้ำออกของระบบ ที่ความเข้มข้นเริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์เท่ากับ 200 มก./ล.....90

ตารางที่ 5-14 เปรียบเทียบปริมาณรีเจนเนอแรนต์ทั้งหมดที่ใช้ และปริมาณ Cr^{3+} ที่ออกมาหลังการฟื้นอำนาจตัวกลาง.....91

ตารางที่ 5-15 เปรียบเทียบปริมาณน้ำเสียสังเคราะห์ที่บำบัดได้ต่อปริมาณรีเจนเนอแรนต์ที่ใช้ในแต่ละการทดลอง ที่ความเข้มข้นเริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์เท่ากับ 50 มก./ล.....98

ตารางที่ 5-16 เปรียบเทียบปริมาณน้ำเสียสังเคราะห์ที่บำบัดได้ต่อปริมาณรีเจนเนอแรนต์ที่ใช้ในแต่ละการทดลอง ที่ความเข้มข้นเริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์เท่ากับ 100 มก./ล.....99

ตารางที่ 5-17 เปรียบเทียบปริมาณน้ำเสียสังเคราะห์ที่บำบัดได้ต่อปริมาณรีเจนเนอแรนต์ที่ใช้ในแต่ละการทดลอง ที่ความเข้มข้นเริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์เท่ากับ 200 มก./ล.....100

ตารางที่ 5-18 เปรียบเทียบปริมาณน้ำเสียจริงที่บำบัดได้และปริมาณ Cr^{6+} ที่ออกมากับน้ำออกของระบบ ที่ความเข้มข้นเริ่มต้นของน้ำเสียจริงเท่ากับ 8 มก./ล., พีเอช เท่ากับ 5.5.....102

ตารางที่ 5-19 เปรียบเทียบปริมาณน้ำเสียจริงที่บำบัดได้ต่อปริมาณรีเจนเนอแรนต์ที่ใช้ในแต่ละการทดลอง ที่ความเข้มข้นเริ่มต้นของน้ำเสียจริงเท่ากับ 8 มก./ล., พีเอช เท่ากับ 5.5.....115

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 3-1 ความสามารถในการละลายของโครเมียม ที่ 10-6 M, 25 องศาเซลเซียส.....6

ภาพที่ 3-2 ความสามารถในการละลายของโครเมียมไฮดรอกไซด์ ($Cr(OH)_3$) 8

ภาพที่ 3-3 โครเมียม (ประจุ +3) ที่พีเอชต่าง ๆ 10

ภาพที่ 3-4 การกำจัดโครเมียม (ประจุ +3) ด้วยไฮดรอกไซด์เทียบกับพีเอช 11

ภาพที่ 3-5 การตกตะกอนเกลือโลหะต่าง ๆ ที่ค่าพีเอชต่าง ๆ กัน 14

ภาพที่ 3-6 ผลของพีเอชและเวลาในการทำปฏิกิริยาเพื่อเปลี่ยนรูปโครเมียม (ประจุ +6) เป็นโครเมียม (ประจุ +3) 18

ภาพที่ 3-7 แผนผังแสดงขั้นตอนการกำจัดโครเมียม (ประจุ +6) ของโรงงานผลิตหลอดภาพ..... 23

ภาพที่ 3-8 โครเมียมที่ถูกกำจัดเทียบกับเวลา ที่ความเข้มข้นเริ่มต้นของโครเมียมเท่ากับ 20 mg/l, ความเข้มข้นของตัวกลางทรายเคลือบแมกนีไทต์เท่ากับ 20 g/l, พีเอช 6.....26

ภาพที่ 4-1 แผนภาพแสดงแผนการวิจัยและขั้นตอนการวิจัย 32

ภาพที่ 4-2 แสดงลักษณะทางกายภาพของทรายก่อนและหลังเคลือบด้วยแมกนีไทต์และทรายที่หมดสภาพในการใช้งาน.....33

ภาพที่ 4-3 แบบจำลองคอลัมน์ทดลอง ∅ 2 x 100 ซม.....35

ภาพที่ 4-4 แสดงคอลัมน์และอุปกรณ์ทดลอง..... 37

ภาพที่ 5-1 กราฟแสดงค่า Cr^{6+} ในน้ำออกของระบบเมื่อ pH เริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์เท่ากับ 4, 6 และ 8 ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 50 mg./l., RUN ครั้งที่ 1.....43

ภาพที่ 5-2 กราฟแสดงค่า Cr^{6+} ในน้ำออกของระบบเมื่อ pH เริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์เท่ากับ 4, 6 และ 8 ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 50 mg./l., RUN ครั้งที่ 2.....43

ภาพที่ 5-3 กราฟแสดงค่า Cr^{6+} ในน้ำออกของระบบเมื่อ pH เริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์เท่ากับ 4, 6 และ 8 ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 50 mg./l., RUN ครั้งที่ 3.....44

ภาพที่ 5-4 กราฟแสดงค่า Cr^{6+} ในน้ำออกของระบบเมื่อ pH เริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์เท่ากับ 4, 6 และ 8 ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 50 mg./l., RUN ครั้งที่ 4.....44

ภาพที่ 5-5 กราฟแสดงค่า Cr^{6+} ในน้ำออกของระบบเมื่อ pH เริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์เท่ากับ 4, 6 และ 8 ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 50 mg./l., RUN ครั้งที่ 5.....45

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 5-6 กราฟแสดงค่า Cr^{6+} ในน้ำออกของระบบเมื่อ pH เริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์ เท่ากับ 4, 6 และ 8 ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 100 mg./l., RUN ครั้งที่ 1.....46
ภาพที่ 5-7 กราฟแสดงค่า Cr^{6+} ในน้ำออกของระบบเมื่อ pH เริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์ เท่ากับ 4, 6 และ 8 ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 100 mg./l., RUN ครั้งที่ 2.....46
ภาพที่ 5-8 กราฟแสดงค่า Cr^{6+} ในน้ำออกของระบบเมื่อ pH เริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์ เท่ากับ 4, 6 และ 8 ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 100 mg./l., RUN ครั้งที่ 3.....47
ภาพที่ 5-9 กราฟแสดงค่า Cr^{6+} ในน้ำออกของระบบเมื่อ pH เริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์ เท่ากับ 4, 6 และ 8 ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 100 mg./l., RUN ครั้งที่ 4.....47
ภาพที่ 5-10 กราฟแสดงค่า Cr^{6+} ในน้ำออกของระบบเมื่อ pH เริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์ เท่ากับ 4, 6 และ 8 ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 200 mg./l., RUN ครั้งที่ 1.....48
ภาพที่ 5-11 กราฟแสดงค่า Cr^{6+} ในน้ำออกของระบบเมื่อ pH เริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์ เท่ากับ 4, 6 และ 8 ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 200 mg./l., RUN ครั้งที่ 2.....48
ภาพที่ 5-12 กราฟแสดงค่า Cr^{6+} ในน้ำออกของระบบเมื่อ pH เริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์ เท่ากับ 4, 6 และ 8 ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 200 mg./l., RUN ครั้งที่ 3.....49
ภาพที่ 5-13 กราฟแสดงค่า Cr^{6+} ในน้ำออกของระบบเมื่อ pH เริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์ เท่ากับ 4, 6 และ 8 ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 200 mg./l., RUN ครั้งที่ 4.....49
ภาพที่ 5-14 กราฟแสดงค่า Cr^{3+} ในน้ำออกของระบบเมื่อ pH เริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์ เท่ากับ 4, 6 และ 8 ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 50 mg./l., RUN ครั้งที่ 1.....50
ภาพที่ 5-15 กราฟแสดงค่า Cr^{3+} ในน้ำออกของระบบเมื่อ pH เริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์ เท่ากับ 4, 6 และ 8 ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 50 mg./l., RUN ครั้งที่ 2.....50
ภาพที่ 5-16 กราฟแสดงค่า Cr^{3+} ในน้ำออกของระบบเมื่อ pH เริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์ เท่ากับ 4, 6 และ 8 ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 50 mg./l., RUN ครั้งที่ 3.....51
ภาพที่ 5-17 กราฟแสดงค่า Cr^{3+} ในน้ำออกของระบบเมื่อ pH เริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์ เท่ากับ 4, 6 และ 8 ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 50 mg./l., RUN ครั้งที่ 4.....51
ภาพที่ 5-18 กราฟแสดงค่า Cr^{3+} ในน้ำออกของระบบเมื่อ pH เริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์ เท่ากับ 4, 6 และ 8 ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 50 mg./l., RUN ครั้งที่ 5.....52
ภาพที่ 5-19 กราฟแสดงค่า Cr^{3+} ในน้ำออกของระบบเมื่อ pH เริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์ เท่ากับ 4, 6 และ 8 ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 100 mg./l., RUN ครั้งที่ 1.....53

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 5-20 กราฟแสดงค่า Cr^{3+} ในน้ำออกของระบบเมื่อ pH เริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์ เท่ากับ 4, 6 และ 8 ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 100 mg./l., RUN ครั้งที่ 2.....53
ภาพที่ 5-21 กราฟแสดงค่า Cr^{3+} ในน้ำออกของระบบเมื่อ pH เริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์ เท่ากับ 4, 6 และ 8 ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 100 mg./l., RUN ครั้งที่ 3.....54
ภาพที่ 5-22 กราฟแสดงค่า Cr^{3+} ในน้ำออกของระบบเมื่อ pH เริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์ เท่ากับ 4, 6 และ 8 ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 100 mg./l., RUN ครั้งที่ 4.....54
ภาพที่ 5-23 กราฟแสดงค่า Cr^{3+} ในน้ำออกของระบบเมื่อ pH เริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์ เท่ากับ 4, 6 และ 8 ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 200 mg./l., RUN ครั้งที่ 1.....55
ภาพที่ 5-24 กราฟแสดงค่า Cr^{3+} ในน้ำออกของระบบเมื่อ pH เริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์ เท่ากับ 4, 6 และ 8 ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 200 mg./l., RUN ครั้งที่ 2.....55
ภาพที่ 5-25 กราฟแสดงค่า Cr^{3+} ในน้ำออกของระบบเมื่อ pH เริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์ เท่ากับ 4, 6 และ 8 ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 200 mg./l., RUN ครั้งที่ 3.....56
ภาพที่ 5-26 กราฟแสดงค่า Cr^{3+} ในน้ำออกของระบบเมื่อ pH เริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์ เท่ากับ 4, 6 และ 8 ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 200 mg./l., RUN ครั้งที่ 4.....56
ภาพที่ 5-27 กราฟแสดงค่า pH ในน้ำออกของระบบเมื่อ pH เริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์ เท่ากับ 4, 6 และ 8 ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 50 mg./l., RUN ครั้งที่ 1.....67
ภาพที่ 5-28 กราฟแสดงค่า pH ในน้ำออกของระบบเมื่อ pH เริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์ เท่ากับ 4, 6 และ 8 ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 50 mg./l., RUN ครั้งที่ 2.....67
ภาพที่ 5-29 กราฟแสดงค่า pH ในน้ำออกของระบบเมื่อ pH เริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์ เท่ากับ 4, 6 และ 8 ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 50 mg./l., RUN ครั้งที่ 3.....68
ภาพที่ 5-30 กราฟแสดงค่า pH ในน้ำออกของระบบเมื่อ pH เริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์ เท่ากับ 4, 6 และ 8 ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 50 mg./l., RUN ครั้งที่ 4.....68
ภาพที่ 5-31 กราฟแสดงค่า pH ในน้ำออกของระบบเมื่อ pH เริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์ เท่ากับ 4, 6 และ 8 ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 50 mg./l., RUN ครั้งที่ 5.....69
ภาพที่ 5-32 กราฟแสดงค่า pH ในน้ำออกของระบบเมื่อ pH เริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์ เท่ากับ 4, 6 และ 8 ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 100 mg./l., RUN ครั้งที่ 1.....70
ภาพที่ 5-33 กราฟแสดงค่า pH ในน้ำออกของระบบเมื่อ pH เริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์ เท่ากับ 4, 6 และ 8 ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 100 mg./l., RUN ครั้งที่ 2.....70

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 5-34 กราฟแสดงค่า pH ในน้ำออกของระบบเมื่อ pH เริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์ เท่ากับ 4, 6 และ 8 ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 100 mg./l., RUN ครั้งที่ 3.....71
ภาพที่ 5-35 กราฟแสดงค่า pH ในน้ำออกของระบบเมื่อ pH เริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์ เท่ากับ 4, 6 และ 8 ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 100 mg./l., RUN ครั้งที่ 4.....71
ภาพที่ 5-36 กราฟแสดงค่า pH ในน้ำออกของระบบเมื่อ pH เริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์ เท่ากับ 4, 6 และ 8 ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 200 mg./l., RUN ครั้งที่ 1.....72
ภาพที่ 5-37 กราฟแสดงค่า pH ในน้ำออกของระบบเมื่อ pH เริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์ เท่ากับ 4, 6 และ 8 ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 200 mg./l., RUN ครั้งที่ 2.....72
ภาพที่ 5-38 กราฟแสดงค่า pH ในน้ำออกของระบบเมื่อ pH เริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์ เท่ากับ 4, 6 และ 8 ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 200 mg./l., RUN ครั้งที่ 3.....73
ภาพที่ 5-39 กราฟแสดงค่า pH ในน้ำออกของระบบเมื่อ pH เริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์ เท่ากับ 4, 6 และ 8 ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 200 mg./l., RUN ครั้งที่ 4.....73
ภาพที่ 5-40 กราฟแสดงค่า ORP ในน้ำออกของระบบเมื่อ pH เริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์ เท่ากับ 4, 6 และ 8 ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 50 mg./l., RUN ครั้งที่ 1.....74
ภาพที่ 5-41 กราฟแสดงค่า ORP ในน้ำออกของระบบเมื่อ pH เริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์ เท่ากับ 4, 6 และ 8 ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 50 mg./l., RUN ครั้งที่ 2.....74
ภาพที่ 5-42 กราฟแสดงค่า ORP ในน้ำออกของระบบเมื่อ pH เริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์ เท่ากับ 4, 6 และ 8 ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 50 mg./l., RUN ครั้งที่ 3.....75
ภาพที่ 5-43 กราฟแสดงค่า ORP ในน้ำออกของระบบเมื่อ pH เริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์ เท่ากับ 4, 6 และ 8 ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 50 mg./l., RUN ครั้งที่ 4.....75
ภาพที่ 5-44 กราฟแสดงค่า ORP ในน้ำออกของระบบเมื่อ pH เริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์ เท่ากับ 4, 6 และ 8 ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 50 mg./l., RUN ครั้งที่ 5.....76
ภาพที่ 5-45 กราฟแสดงค่า ORP ในน้ำออกของระบบเมื่อ pH เริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์ เท่ากับ 4, 6 และ 8 ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 100 mg./l., RUN ครั้งที่ 1.....77
ภาพที่ 5-46 กราฟแสดงค่า ORP ในน้ำออกของระบบเมื่อ pH เริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์ เท่ากับ 4, 6 และ 8 ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 100 mg./l., RUN ครั้งที่ 2.....77
ภาพที่ 5-47 กราฟแสดงค่า ORP ในน้ำออกของระบบเมื่อ pH เริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์ เท่ากับ 4, 6 และ 8 ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 100 mg./l., RUN ครั้งที่ 3.....78

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 5-48 กราฟแสดงค่า ORP ในน้ำออกของระบบเมื่อ pH เริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์ เท่ากับ 4, 6 และ 8 ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 100 mg./l., RUN ครั้งที่ 4.....78

ภาพที่ 5-49 กราฟแสดงค่า ORP ในน้ำออกของระบบเมื่อ pH เริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์ เท่ากับ 4, 6 และ 8 ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 200 mg./l., RUN ครั้งที่ 1.....79

ภาพที่ 5-50 กราฟแสดงค่า ORP ในน้ำออกของระบบเมื่อ pH เริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์ เท่ากับ 4, 6 และ 8 ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 200 mg./l., RUN ครั้งที่ 2.....79

ภาพที่ 5-51 กราฟแสดงค่า ORP ในน้ำออกของระบบเมื่อ pH เริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์ เท่ากับ 4, 6 และ 8 ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 200 mg./l., RUN ครั้งที่ 3.....80

ภาพที่ 5-52 กราฟแสดงค่า ORP ในน้ำออกของระบบเมื่อ pH เริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์ เท่ากับ 4, 6 และ 8 ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 200 mg./l., RUN ครั้งที่ 4.....80

ภาพที่ 5-53 กราฟแสดงค่า Cr^{3+} ในน้ำออกของระบบหลังการ REGENERATE น้ำเสียสังเคราะห์ ที่ความเข้มข้นเริ่มต้นของ Cr^{6+} ในน้ำเข้าเท่ากับ 50 mg./l. ที่พีเอชเท่ากับ 4, 6 และ 8 RUN ครั้งที่ 1.....82

ภาพที่ 5-54 กราฟแสดงค่า Cr^{3+} ในน้ำออกของระบบหลังการ REGENERATE น้ำเสียสังเคราะห์ ที่ความเข้มข้นเริ่มต้นของ Cr^{6+} ในน้ำเข้าเท่ากับ 50 mg./l. ที่พีเอชเท่ากับ 4, 6 และ 8 RUN ครั้งที่ 2.....82

ภาพที่ 5-55 กราฟแสดงค่า Cr^{3+} ในน้ำออกของระบบหลังการ REGENERATE น้ำเสียสังเคราะห์ ที่ความเข้มข้นเริ่มต้นของ Cr^{6+} ในน้ำเข้าเท่ากับ 50 mg./l. ที่พีเอชเท่ากับ 4, 6 และ 8 RUN ครั้งที่ 3.....83

ภาพที่ 5-56 กราฟแสดงค่า Cr^{3+} ในน้ำออกของระบบหลังการ REGENERATE น้ำเสียสังเคราะห์ ที่ความเข้มข้นเริ่มต้นของ Cr^{6+} ในน้ำเข้าเท่ากับ 50 mg./l. ที่พีเอชเท่ากับ 4, 6 และ 8 RUN ครั้งที่ 4.....83

ภาพที่ 5-57 กราฟแสดงค่า Cr^{3+} ในน้ำออกของระบบหลังการ REGENERATE น้ำเสียสังเคราะห์ ที่ความเข้มข้นเริ่มต้นของ Cr^{6+} ในน้ำเข้าเท่ากับ 100 mg./l. ที่พีเอชเท่ากับ 4, 6 และ 8 RUN ครั้งที่ 1.....84

ภาพที่ 5-58 กราฟแสดงค่า Cr^{3+} ในน้ำออกของระบบหลังการ REGENERATE น้ำเสียสังเคราะห์ ที่ความเข้มข้นเริ่มต้นของ Cr^{6+} ในน้ำเข้าเท่ากับ 100 mg./l. ที่พีเอชเท่ากับ 4, 6 และ 8 RUN ครั้งที่ 2.....84

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 5-59 กราฟแสดงค่า Cr^{3+} ในน้ำออกของระบบหลังการ REGENERATE น้ำเสียสังเคราะห์ ที่ความเข้มข้นเริ่มต้นของ Cr^{6+} ในน้ำเข้าเท่ากับ 100 mg./l. ที่พีเอชเท่ากับ 4, 6 และ 8 RUN ครั้งที่ 3.....85

ภาพที่ 5-60 กราฟแสดงค่า Cr^{3+} ในน้ำออกของระบบหลังการ REGENERATE น้ำเสียสังเคราะห์ ที่ความเข้มข้นเริ่มต้นของ Cr^{6+} ในน้ำเข้าเท่ากับ 200 mg./l. ที่พีเอชเท่ากับ 4, 6 และ 8 RUN ครั้งที่ 1.....86

ภาพที่ 5-61 กราฟแสดงค่า Cr^{3+} ในน้ำออกของระบบหลังการ REGENERATE น้ำเสียสังเคราะห์ ที่ความเข้มข้นเริ่มต้นของ Cr^{6+} ในน้ำเข้าเท่ากับ 200 mg./l. ที่พีเอชเท่ากับ 4, 6 และ 8 RUN ครั้งที่ 2.....86

ภาพที่ 5-62 กราฟแสดงค่า Cr^{3+} ในน้ำออกของระบบหลังการ REGENERATE น้ำเสียลังเคราะห์ ที่ความเข้มข้นเริ่มต้นของ Cr^{6+} ในน้ำเข้าเท่ากับ 200 mg./l. ที่พีเอชเท่ากับ 4, 6 และ 8 RUN ครั้งที่ 3.....87

ภาพที่ 5-63 กราฟแสดงค่า pH ในน้ำออกของระบบหลังการ REGENERATE น้ำเสียสังเคราะห์ ที่ความเข้มข้นเริ่มต้นของ Cr^{6+} ในน้ำเข้าเท่ากับ 50 mg./l. ที่พีเอชเท่ากับ 4, 6 และ 8 RUN ครั้งที่ 1.....92

ภาพที่ 5-64 กราฟแสดงค่า pH ในน้ำออกของระบบหลังการ REGENERATE น้ำเสียสังเคราะห์ ที่ความเข้มข้นเริ่มต้นของ Cr^{6+} ในน้ำเข้าเท่ากับ 50 mg./l. ที่พีเอชเท่ากับ 4, 6 และ 8 RUN ครั้งที่ 2.....92

ภาพที่ 5-65 กราฟแสดงค่า pH ในน้ำออกของระบบหลังการ REGENERATE น้ำเสียสังเคราะห์ ที่ความเข้มข้นเริ่มต้นของ Cr^{6+} ในน้ำเข้าเท่ากับ 50 mg./l. ที่พีเอชเท่ากับ 4, 6 และ 8 RUN ครั้งที่ 3.....93

ภาพที่ 5-66 กราฟแสดงค่า pH ในน้ำออกของระบบหลังการ REGENERATE น้ำเสียสังเคราะห์ ที่ความเข้มข้นเริ่มต้นของ Cr^{6+} ในน้ำเข้าเท่ากับ 50 mg./l. ที่พีเอชเท่ากับ 4, 6 และ 8 RUN ครั้งที่ 4.....93

ภาพที่ 5-67 กราฟแสดงค่า pH ในน้ำออกของระบบหลังการ REGENERATE น้ำเสียลังเคราะห์ ที่ความเข้มข้นเริ่มต้นของ Cr^{6+} ในน้ำเข้าเท่ากับ 100 mg./l. ที่พีเอชเท่ากับ 4, 6 และ 8 RUN ครั้งที่ 1.....94

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 5-68 กราฟแสดงค่า pH ในน้ำออกของระบบหลังการ REGENERATE น้ำเสีย สังเคราะห์ ที่ความเข้มข้นเริ่มต้นของ Cr^{6+} ในน้ำเข้าเท่ากับ 100 mg./l. ที่พีเอชเท่ากับ 4, 6 และ 8 RUN ครั้งที่ 2.....94

ภาพที่ 5-69 กราฟแสดงค่า pH ในน้ำออกของระบบหลังการ REGENERATE น้ำเสีย สังเคราะห์ ที่ความเข้มข้นเริ่มต้นของ Cr^{6+} ในน้ำเข้าเท่ากับ 100 mg./l. ที่พีเอชเท่ากับ 4, 6 และ 8 RUN ครั้งที่ 3.....95

ภาพที่ 5-70 กราฟแสดงค่า pH ในน้ำออกของระบบหลังการ REGENERATE น้ำเสีย สังเคราะห์ ที่ความเข้มข้นเริ่มต้นของ Cr^{6+} ในน้ำเข้าเท่ากับ 200 mg./l. ที่พีเอชเท่ากับ 4, 6 และ 8 RUN ครั้งที่ 1.....96

ภาพที่ 5-71 กราฟแสดงค่า pH ในน้ำออกของระบบหลังการ REGENERATE น้ำเสีย สังเคราะห์ ที่ความเข้มข้นเริ่มต้นของ Cr^{6+} ในน้ำเข้าเท่ากับ 200 mg./l. ที่พีเอชเท่ากับ 4, 6 และ 8 RUN ครั้งที่ 2.....96

ภาพที่ 5-72 กราฟแสดงค่า pH ในน้ำออกของระบบหลังการ REGENERATE น้ำเสีย สังเคราะห์ ที่ความเข้มข้นเริ่มต้นของ Cr^{6+} ในน้ำเข้าเท่ากับ 200 mg./l. ที่พีเอชเท่ากับ 4, 6 และ 8 RUN ครั้งที่ 3.....97

ภาพที่ 5-73 กราฟแสดงค่า Cr^{6+} ในน้ำออกของระบบ ของน้ำเสียจริงจากโรงงาน ที่ความเข้มข้น ของ Cr^{6+} เริ่มต้นในน้ำเข้าเท่ากับ 8 mg./l. พีเอชเท่ากับ 5.5 RUN ครั้งที่ 1.....103

ภาพที่ 5-74 กราฟแสดงค่า Cr^{6+} ในน้ำออกของระบบ ของน้ำเสียจริงจากโรงงาน ที่ความเข้มข้น ของ Cr^{6+} เริ่มต้นในน้ำเข้าเท่ากับ 8 mg./l. พีเอชเท่ากับ 5.5 RUN ครั้งที่ 2.....103

ภาพที่ 5-75 กราฟแสดงค่า Cr^{6+} ในน้ำออกของระบบ ของน้ำเสียจริงจากโรงงาน ที่ความเข้มข้น ของ Cr^{6+} เริ่มต้นในน้ำเข้าเท่ากับ 8 mg./l. พีเอชเท่ากับ 5.5 RUN ครั้งที่ 3.....104

ภาพที่ 5-76 กราฟแสดงค่า Cr^{6+} ในน้ำออกของระบบ ของน้ำเสียจริงจากโรงงาน ที่ความเข้มข้น ของ Cr^{6+} เริ่มต้นในน้ำเข้าเท่ากับ 8 mg./l. พีเอชเท่ากับ 5.5 RUN ครั้งที่ 4.....104

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 5-77 กราฟแสดงค่า Cr^{6+} ในน้ำออกของระบบ ของน้ำเสียจริงจากโรงงาน ที่ความเข้มข้น ของ Cr^{6+} เริ่มต้นในน้ำเข้าเท่ากับ 8 mg./l. พีเอชเท่ากับ 5.5 RUN ครั้งที่ 5.....105

ภาพที่ 5-78 กราฟแสดงค่า Cr^{6+} ในน้ำออกของระบบ ของน้ำเสียจริงจากโรงงาน ที่ความเข้มข้น ของ Cr^{6+} เริ่มต้นในน้ำเข้าเท่ากับ 8 mg./l. พีเอชเท่ากับ 5.5 RUN ครั้งที่ 6.....105

ภาพที่ 5-79 กราฟแสดงค่า Cr^{3+} ในน้ำออกของระบบ ของน้ำเสียจริงจากโรงงาน ที่ความเข้มข้น ของ Cr^{6+} เริ่มต้นในน้ำเข้าเท่ากับ 8 mg./l. พีเอชเท่ากับ 5.5, RUN ครั้งที่ 1.....106

ภาพที่ 5-80 กราฟแสดงค่า Cr^{3+} ในน้ำออกของระบบ ของน้ำเสียจริงจากโรงงาน ที่ความเข้มข้น ของ Cr^{6+} เริ่มต้นในน้ำเข้าเท่ากับ 8 mg./l. พีเอชเท่ากับ 5.5, RUN ครั้งที่ 2.....106

ภาพที่ 5-81 กราฟแสดงค่า Cr^{3+} ในน้ำออกของระบบ ของน้ำเสียจริงจากโรงงาน ที่ความเข้มข้น ของ Cr^{6+} เริ่มต้นในน้ำเข้าเท่ากับ 8 mg./l. พีเอชเท่ากับ 5.5, RUN ครั้งที่ 3.....107

ภาพที่ 5-82 กราฟแสดงค่า Cr^{3+} ในน้ำออกของระบบ ของน้ำเสียจริงจากโรงงาน ที่ความเข้มข้น ของ Cr^{6+} เริ่มต้นในน้ำเข้าเท่ากับ 8 mg./l. พีเอชเท่ากับ 5.5, RUN ครั้งที่ 4.....107

ภาพที่ 5-83 กราฟแสดงค่า Cr^{3+} ในน้ำออกของระบบ ของน้ำเสียจริงจากโรงงาน ที่ความเข้มข้น ของ Cr^{6+} เริ่มต้นในน้ำเข้าเท่ากับ 8 mg./l. พีเอชเท่ากับ 5.5, RUN ครั้งที่ 5.....108

ภาพที่ 5-84 กราฟแสดงค่า Cr^{3+} ในน้ำออกของระบบ ของน้ำเสียจริงจากโรงงาน ที่ความเข้มข้น ของ Cr^{6+} เริ่มต้นในน้ำเข้าเท่ากับ 8 mg./l. พีเอชเท่ากับ 5.5 RUN ครั้งที่ 5.....108

ภาพที่ 5-85 กราฟแสดงค่า pH ในน้ำออกของระบบ ของน้ำเสียจริงจากโรงงาน ที่ความเข้มข้น ของ Cr^{6+} เริ่มต้นในน้ำเข้าเท่ากับ 8 mg./l. พีเอชเท่ากับ 5.5 RUN ครั้งที่ 1.....109

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 5-86 กราฟแสดงค่า pH ในน้ำออกของระบบ ของน้ำเสียจริงจากโรงงาน ที่ความเข้มข้น ของ Cr^{6+} เริ่มต้นในน้ำเข้าเท่ากับ 8 mg./l. พีเอชเท่ากับ 5.5 RUN ครั้งที่ 2.....109

ภาพที่ 5-87 กราฟแสดงค่า pH ในน้ำออกของระบบ ของน้ำเสียจริงจากโรงงาน ที่ความเข้มข้น ของ Cr^{6+} เริ่มต้นในน้ำเข้าเท่ากับ 8 mg./l. พีเอชเท่ากับ 5.5 RUN ครั้งที่ 3.....110

ภาพที่ 5-88 กราฟแสดงค่า pH ในน้ำออกของระบบ ของน้ำเสียจริงจากโรงงาน ที่ความเข้มข้น ของ Cr^{6+} เริ่มต้นในน้ำเข้าเท่ากับ 8 mg./l. พีเอชเท่ากับ 5.5 RUN ครั้งที่ 4.....110

ภาพที่ 5-89 กราฟแสดงค่า pH ในน้ำออกของระบบ ของน้ำเสียจริงจากโรงงาน ที่ความเข้มข้น ของ Cr^{6+} เริ่มต้นในน้ำเข้าเท่ากับ 8 mg./l. พีเอชเท่ากับ 5.5 RUN ครั้งที่ 5.....111

ภาพที่ 5-90 กราฟแสดงค่า pH ในน้ำออกของระบบ ของน้ำเสียจริงจากโรงงาน ที่ความเข้มข้น ของ Cr^{6+} เริ่มต้นในน้ำเข้าเท่ากับ 8 mg./l. พีเอชเท่ากับ 5.5 RUN ครั้งที่ 6.....111

ภาพที่ 5-91 กราฟแสดงค่า ORP ในน้ำออกของระบบ ของน้ำเสียจริงจากโรงงาน ที่ความเข้มข้น ของ Cr^{6+} เริ่มต้นในน้ำเข้าเท่ากับ 8 mg./l. พีเอชเท่ากับ 5.5 RUN ครั้งที่ 1.....112

ภาพที่ 5-92 กราฟแสดงค่า ORP ในน้ำออกของระบบ ของน้ำเสียจริงจากโรงงาน ที่ความเข้มข้น ของ Cr^{6+} เริ่มต้นในน้ำเข้าเท่ากับ 8 mg./l. พีเอชเท่ากับ 5.5 RUN ครั้งที่ 2.....112

ภาพที่ 5-93 กราฟแสดงค่า ORP ในน้ำออกของระบบ ของน้ำเสียจริงจากโรงงาน ที่ความเข้มข้น ของ Cr^{6+} เริ่มต้นในน้ำเข้าเท่ากับ 8 mg./l. พีเอชเท่ากับ 5.5 RUN ครั้งที่ 3.....113

ภาพที่ 5-94 กราฟแสดงค่า ORP ในน้ำออกของระบบ ของน้ำเสียจริงจากโรงงาน ที่ความเข้มข้น ของ Cr^{6+} เริ่มต้นในน้ำเข้าเท่ากับ 8 mg./l. พีเอชเท่ากับ 5.5 RUN ครั้งที่ 4.....113

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 5-95 กราฟแสดงค่า ORP ในน้ำออกของระบบ ของน้ำเสียจริงจากโรงงาน ที่ความเข้มข้น ของ Cr^{6+} เริ่มต้นในน้ำเข้าเท่ากับ 8 mg./l. พีเอชเท่ากับ 5.5 RUN ครั้งที่ 5.....114

ภาพที่ 5-96 กราฟแสดงค่า ORP ในน้ำออกของระบบ ของน้ำเสียจริงจากโรงงาน ที่ความเข้มข้น ของ Cr^{6+} เริ่มต้นในน้ำเข้าเท่ากับ 8 mg./l. พีเอชเท่ากับ 5.5 RUN ครั้งที่ 6.....114

ภาพที่ 5-97 กราฟแสดงค่า Cr^{3+} ในน้ำออกของระบบ หลังการ REGENERATE ของน้ำเสียจริง จากโรงงาน ที่ความเข้มข้นของ Cr^{6+} เริ่มต้นในน้ำเข้า เท่ากับ 8 mg./l. พีเอชเท่ากับ 5.5, RUN ครั้งที่ 1.....116

ภาพที่ 5-98 กราฟแสดงค่า Cr^{3+} ในน้ำออกของระบบ หลังการ REGENERATE ของน้ำเสียจริง จากโรงงาน ที่ความเข้มข้นของ Cr^{6+} เริ่มต้นในน้ำเข้า เท่ากับ 8 mg./l. พีเอชเท่ากับ 5.5, RUN ครั้งที่ 2.....116

ภาพที่ 5-99 กราฟแสดงค่า Cr^{3+} ในน้ำออกของระบบ หลังการ REGENERATE ของน้ำเสียจริง จากโรงงาน ที่ความเข้มข้นของ Cr^{6+} เริ่มต้นในน้ำเข้า เท่ากับ 8 mg./l. พีเอชเท่ากับ 5.5, RUN ครั้งที่ 3.....117

ภาพที่ 5-100 กราฟแสดงค่า Cr^{3+} ในน้ำออกของระบบ หลังการ REGENERATE ของน้ำเสียจริง จากโรงงาน ที่ความเข้มข้นของ Cr^{6+} เริ่มต้นในน้ำเข้า เท่ากับ 8 mg./l. พีเอชเท่ากับ 5.5, RUN ครั้งที่ 4.....117

ภาพที่ 5-101 กราฟแสดงค่า Cr^{3+} ในน้ำออกของระบบ หลังการ REGENERATE ของน้ำเสียจริง จากโรงงาน ที่ความเข้มข้นของ Cr^{6+} เริ่มต้นในน้ำเข้า เท่ากับ 8 mg./l. พีเอชเท่ากับ 5.5, RUN ครั้งที่ 5.....118

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

MCS	Megnetite – Coated Sand ทรายเคลือบแมกนีไทท์
mV.	milivolt
mg.	milligram
mg./l.	milligram per litre
pH	พีเอช ค่าความเป็นกรด – ด่าง
ml.	millilitre.
ml./hr.	millilitre per hour