

รายงานปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

โครงการ การนำกรดไฮโดรคลอริกใช้แล้วกลับมาใช้ซ้ำในระบบบำบัดน้ำเสีย

โดย

นางสาวรสริน ฑูโคกกรวด

B 4607335

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชา 432491 สหกิจศึกษา
สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สิงหาคม 2550

รายงานปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

โครงการ การนำกรดไฮโดรคลอริกใช้แล้วกลับมาใช้ซ้ำในระบบบำบัดน้ำเสีย

โดย

นางสาวรสริน ทุโคกกรวด

B 4607335

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ

ผศ. ดร. บุญชัย วิจิตรเสถียร

ผู้ประสานงานและที่ปรึกษา

คุณดารานภาเพ็ชร

บริษัท ไทยปาร์คเกอร์โรซิง จำกัด

570 ซ.12 นิคมอุตสาหกรรมบางปู

ถนนสุขุมวิท ตำบลแพรงษา อำเภอเมือง

จังหวัดสมุทรปราการ 10280

วันที่ 3 สิงหาคม พ.ศ 2550

เรื่อง ขอส่งรายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

เรียน อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

ตามที่ข้าพเจ้า นางสาวสรินทุโคกกรวด นักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สำนัก
วิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ได้ปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ระหว่างวันที่ 18
เมษายน พ.ศ. 2550 ถึงวันที่ 3 สิงหาคม พ.ศ. 2550 ในตำแหน่งผู้ช่วยวิศวกรสิ่งแวดล้อม ณ บริษัท
ไทยปาร์คเกอร์โรซิง จำกัด ได้รับมอบหมายให้ทำการศึกษาเรื่อง การศึกษาการนำกรดไฮโดรคลอ
ริก (HCl) ใช้แล้วกลับมาใช้ซ้ำในระบบบำบัดน้ำเสียแทนกรดซัลฟูริก (H_2SO_4)

บัดนี้ การปฏิบัติงานสหกิจศึกษาได้สิ้นสุดลงแล้ว ข้าพเจ้าจึงขอส่งรายงานดังกล่าวมา
พร้อมกันนี้จำนวน 1 เล่ม เพื่อขอรับคำปรึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

สริน ทุโคกกรวด

(นางสาวสริน ทุโคกกรวด)

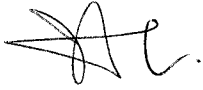
หนังสือรับรอง

รายงานสหกิจศึกษาและพัฒนาอาชีพ
ภาคการศึกษาที่ 1/2550

ของ

นักศึกษา..... น.ส. รสโรจน์ ทุโตกกกวาด.....
ชื่อสถานประกอบการ..... ไทย ปราร์คเกอร์ไทยซิ่ง จำกัด.....

ข้าพเจ้า (..... น.ส. อชรา นพทเพ็ญ.....) ในฐานะของผู้ประสานงานได้
ตรวจสอบรายงานฉบับนี้แล้ว เมื่อวันที่..... 3 / 8 / 07..... และขอรับรองว่ารายงาน
ดังกล่าวมีความสมบูรณ์ และถูกต้องในเนื้อหาทุกประการ

ลงชื่อ..... .....
(..... น.ส. อชรา นพทเพ็ญ.....)
วันที่..... 3 / 8 / 2550

ลงชื่อ..... วิศโรจน์ ทุโตกกกวาด.....
(..... รสโรจน์ ทุโตกกกวาด.....)
วันที่..... 3 / 8 / 2550

กิตติกรรมประกาศ
(Acknowledgement)

การที่ข้าพเจ้าได้มาปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ บริษัท ไทยปาร์คเกอร์โรซิง จำกัด ตั้งแต่วันที่ 18 เมษายน พ.ศ 2550 ถึงวันที่ 3 สิงหาคม พ.ศ. 2550 ส่งผลให้ข้าพเจ้าได้รับความรู้และประสบการณ์ต่างๆ ที่มีคุณค่ายิ่งสำหรับการเรียนและการทำงานจริง ได้เรียนรู้การปรับตัวเข้ากับบุคคลอื่นๆ และวัฒนธรรมองค์กรของสถานประกอบการ พร้อมทั้งได้รับการแนะนำ และความร่วมมือจากบุคลากรทุกฝ่าย และส่วนงานต่างๆ ของสถานประกอบการ ในระหว่างการทำงานในครั้งนี้ ทำให้การปฏิบัติงานสหกิจศึกษาครั้งนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ข้าพเจ้าขอขอบคุณบุคลากรของบริษัท ไทยปาร์คเกอร์โรซิง จำกัด ที่ได้ให้คำปรึกษา คำแนะนำในการปฏิบัติงาน คำแนะนำในการปฏิบัติงาน และการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา อันประกอบไปด้วย

- | | | |
|---|-----------------|-----------------------------------|
| 1. คุณวรรณรวี | เจียร์สุคนธ์ | เจ้าหน้าที่สิ่งแวดล้อม |
| 2. คุณดารา | นภาพิษฐ์ | เจ้าหน้าที่สิ่งแวดล้อม |
| 3. คุณจักริน | นักไร่ | เจ้าหน้าที่สิ่งแวดล้อม |
| 4. คุณจิราวรรณ | จำปานิล | นักวิจัยสิ่งแวดล้อม |
| 5. คุณวรรณวิษา | กาวิชัย | นักวิจัยสิ่งแวดล้อม |
| 6. คุณกฤษณา | ศุภจิตรานนท์ | เจ้าหน้าที่ความปลอดภัย |
| 7. คุณศรีรัตนา | วาณิชชอติศักดิ์ | เจ้าหน้าที่ความปลอดภัย |
| 8. คุณจรัญชัย | ทองสุข | เจ้าหน้าที่ความปลอดภัย |
| 9. คุณชนัญธิดา | ช่อมแก้ว | เจ้าหน้าที่ office |
| 10. คุณสุรสิทธิ์ | สงวนรัตน์ | เจ้าหน้าที่ควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย |
| 11. คุณเกรียงไกร | ตั้วสูงเนิน | เจ้าหน้าที่ควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย |
| 12. คุณธวัช | ทิตา | เจ้าหน้าที่ควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย |
| 13. คุณวันชัย | เสาวฤทธิ์ | เจ้าหน้าที่ควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย |
| 14. คุณอนิรุต | เทพเจริญ | เจ้าหน้าที่ควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย |
| 16. เจ้าหน้าที่แผนกเคมีวิเคราะห์ทุกท่าน | | |
| 17. เจ้าหน้าที่แผนก IT ทุกท่าน | | |

และบุคคลท่านอื่นๆ ที่ไม่ได้กล่าวชื่อนามที่ได้ให้คำแนะนำและความช่วยเหลือในการจัดทำรายงาน

ข้าพเจ้าใคร่ขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่าน ที่มีส่วนร่วมให้ข้อมูล เป็นที่ปรึกษา ในการจัดทำรายงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ตลอดจนให้การดูแลและให้ความเข้าใจเกี่ยวกับชีวิต ของการทำวานจริง ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้

นางสาวรสริน ทูโคกกรวด

ผู้จัดทำรายงาน

3 สิงหาคม 2550

บทคัดย่อ

(Abstract)

บริษัท ไทยปาร์คเกอร์โรซิง จำกัด เป็นบริษัทที่ดำเนินธุรกิจการผลิตและจำหน่ายเคมีภัณฑ์ป้องกันสนิม รับจ้างชุบเคลือบผิวโลหะ และชุบแข็งชิ้นงาน จากการได้ออกปฏิบัติในโครงการสหกิจศึกษา ณ บริษัท ไทยปาร์คเกอร์โรซิง จำกัด ซึ่งได้รับมอบหมายให้ปฏิบัติหน้าที่ในแผนกความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม (Safty & Environment) ตำแหน่งผู้ช่วยวิศวกรสิ่งแวดล้อมประจำโรงงาน ในช่วงระยะเวลา 16 สัปดาห์ที่ผ่านมาได้รับการเรียนรู้และความเข้าใจในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับงานด้านสิ่งแวดล้อมของโรงงาน โดยได้เลือกทำโครงการนำกรด HCl ใช้แล้วกลับมาใช้ซ้ำในระบบบำบัดน้ำเสียแทนกรด H_2SO_4 โดยเริ่มจากการนำกรด HCl ที่ใช้แล้วจากกระบวนการฟอสเฟตไปตรวจสอบปริมาณโลหะหนักที่ปะปนในกรด ซึ่งมีปริมาณโลหะหลายชนิดปะปนอยู่ ต่อจากนั้นก็ทำการศึกษาระบบบำบัดน้ำเสียซึ่งเป็นระบบบำบัดน้ำเสียทางเคมีแล้วออกแบบการทดลองโดยคำนวณปริมาณสารที่ต้องเติม และเวลาเก็บกักที่ต้องใช้ในระบบบำบัดขนาดทดลอง ต้องใช้กรด HCl ในขั้นตอนการเติมเข้าไปทำให้น้ำมันในน้ำเสียแตกตัวโดยการลด pH ลดลงเป็น 2-3 และใช้ $FeCl_3$, $Ca(OH)_2$ และ Kuriflock เพื่อช่วยให้เกิดการตกตะกอน เมื่อทำการทดลองเสร็จแล้วต้องมีการส่งตัวอย่างน้ำที่ทดลองแล้วไปวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่างๆ คือ โลหะหนัก, COD, Oil Content และ TDS ตามที่นิคมฯ กำหนดไว้ ซึ่งเมื่อทำการตรวจสอบแล้วจะพบว่าค่าพารามิเตอร์ผ่านเกณฑ์ที่นิคมกำหนดไว้ จากการทดลองจึงสรุปได้ว่าสามารถนำกรด HCl ใช้แล้วไปใช้แทนในระบบบำบัดน้ำเสียได้ ทั้งยังสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายในการส่งกำจัดและเป็นการลดการใช้วัตถุดิบ (กรด H_2SO_4)

สารบัญ

	หน้า
จดหมายนำส่งรายงาน	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
บทคัดย่อ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูปภาพ	ณ
บทที่ 1 แนะนำสถานประกอบการ	
1.1 ชื่อและที่ตั้ง	1
1.2 ลักษณะสถานประกอบการ	3
1.3 รูปแบบการจัดการองค์กรและการบริหารงาน	4
1.3.1 นโยบายคุณภาพ (Quality Policy)	4
1.3.2 นโยบายสิ่งแวดล้อม (Environmental Policy)	5
1.4 รายละเอียดของการผลิต และการให้บริการ	6
1.4.1 กระบวนการผลิตของโรงชุบเคลือบผิวด้วยฟอสเฟต	6
1.4.2 ระบบบำบัดน้ำเสียของบริษัท (Waste Water Treatment Plant)	8
1.5 ลักษณะปัญหาสิ่งแวดล้อมของสถานประกอบการและกระบวนการผลิตที่ได้ ตรวจประเมิน	13
1.6 ตำแหน่งและลักษณะงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย	14
1.7 ชื่อและตำแหน่งงานของพนักงานที่ปรึกษา	14
1.8 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน	14
บทที่ 2 งานประจำที่ได้รับมอบหมาย	
2.1 การตรวจดูการขนส่งของเสีย	15
2.2 การจัดทำบอร์ดในกิจกรรม CCCF	15
2.3 การทำกิจกรรม KYT ที่พื้นที่ระบบบำบัดน้ำเสียของบริษัท	16
2.4 เข้าร่วมการสังเกตการณ์ การฝึกซ้อมแผนฉุกเฉิน	16
2.5 การทำสถิติพารามิเตอร์ของน้ำเสียของบริษัท	16

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 โครงการการนำกรดไฮโดรคลอริกใช้แล้วจากกระบวนการชุบเคลือบผิวโลหะด้วยฟอสเฟตมาใช้ซ้ำในระบบบำบัดน้ำเสียแทนกรดซัลฟูริก	
3.1 บทนำ/ความเป็นมา	17
3.2 วัตถุประสงค์	17
3.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	17
3.3.1 น้ำมันและไขมัน (Fat, Oil and Grease หรือ FOG)	17
3.3.2 โลหะหนัก	21
3.3.3 กระบวนการบำบัดน้ำเสียทางเคมี	21
3.3.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการตกตะกอนทางเคมี	33
3.3.5 การทำให้ตะกอนลอย (Flotation)	34
3.4 วิธีการดำเนินงานโครงการ	35
3.4.1 การออกแบบการทดลอง	38
3.5 ผลการดำเนินงานโครงการ	42
3.5.1 ผลการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ในน้ำเสีย	42
3.5.2 ค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องในการดำเนินโครงการ	53
3.6 สรุปผลการดำเนินงาน	53
3.7 ข้อเสนอแนะสำหรับโครงการในอนาคต	54
บทที่ 4 สรุปผลการปฏิบัติงาน	
4.1 สรุปผลการปฏิบัติงาน	55
4.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ	56
เอกสารอ้างอิง	
ภาคผนวก ก รายละเอียดข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง	
ภาคผนวก ข รายละเอียดการคำนวณต่างๆ ของโครงการที่ศึกษา	
ภาคผนวก ค วิธีการวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่างๆ ในน้ำเสียตามที่บริษัทได้วิเคราะห์ในระบบบำบัดน้ำเสียจริง	
ภาคผนวก ง รายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับการทดลอง	

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 3-1 ความสามารถในการละลายน้ำของไฮโดรคาร์บอน แบบ Straight Chain และ Cyclic	19
ตารางที่ 3-2 ค่าคงที่ผลคูณการละลาย (แสดงเฉพาะค่าที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง)	31
ตารางที่ 3-3 ค่าใช้จ่ายของกรดซัลฟูริก(H_2SO_4) กับกรดไฮโดรคลอริก (HCl)	53

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1-1 สถานที่ตั้งบริษัท ไทยปาร์คเกอร์โรซิง จำกัด	2
รูปที่ 1-2 แสดงภาพผลิตภัณฑ์หลักของบริษัท ไทยปาร์คเกอร์โรซิง จำกัด	3
รูปที่ 1-3 แผนภาพกระบวนการผลิตของฟอสเฟต	7
รูปที่ 1-4 แสดงแผนภาพกระบวนการในการบำบัดน้ำเสียภายในโรงงาน	9
รูปที่ 1-5 แสดงแผนผังกิจกรรมที่เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม	9
รูปที่ 3-1 ความคงตัวของเมื่อน้ำมันที่เกิดจากสารซักฟอก	21
รูปที่ 3-2 แสดงรูปร่างโพลีเมอร์ประกอบด้วยน้ำหนักโมเลกุลในปริมาณล้านหน่วย	28
รูปที่ 3-3 ความสามารถในการละลายน้ำของโลหะซัลไฟด์กับโลหะไฮดรอกไซด์	32
รูปที่ 3-4 แผนการดำเนินการ	37
รูปที่ 3-5 การทดลองขั้นตอนที่ 1	40
รูปที่ 3-6 การทดลองขั้นตอนที่ 2	41
รูปที่ 3-7 (ก) กราฟเปรียบเทียบระหว่างปริมาณ Zinc ในน้ำเสียที่ขั้นตอนต่างๆ กับค่ามาตรฐานของนิคม ฯ	43
รูปที่ 3-7 (ข) กราฟเปรียบเทียบระหว่างปริมาณ Nickel ในน้ำเสียที่ขั้นตอนต่างๆ กับค่ามาตรฐานของนิคม ฯ	45
รูปที่ 3-7 (ค) กราฟเปรียบเทียบระหว่างปริมาณ Copper ในน้ำเสียที่ขั้นตอนต่างๆ กับค่ามาตรฐานของนิคม ฯ	46
รูปที่ 3-7 (ง) กราฟเปรียบเทียบระหว่างปริมาณ Chromium ในน้ำเสียที่ขั้นตอนต่างๆ กับค่ามาตรฐานของนิคม ฯ	47
รูปที่ 3-7 (จ) กราฟเปรียบเทียบระหว่างปริมาณ Lead ในน้ำเสียที่ขั้นตอนต่างๆ กับค่ามาตรฐานของนิคม ฯ	48
รูปที่ 3-8 กราฟเปรียบเทียบระหว่างปริมาณ Oil content ในน้ำเสียที่ขั้นตอนต่างๆ กับค่ามาตรฐานของนิคม ฯ	49
รูปที่ 3-9 กราฟเปรียบเทียบระหว่างปริมาณ COD ในน้ำเสียที่ขั้นตอนต่างๆ กับค่ามาตรฐานของนิคม ฯ	51
รูปที่ 3-10 กราฟเปรียบเทียบระหว่างปริมาณ TDS ในน้ำเสียที่ขั้นตอนต่างๆ กับค่ามาตรฐานของนิคม ฯ	52

บทที่ 1

แนะนำสถานประกอบการ

1.1 ชื่อและที่ตั้ง

บริษัท ไทยปาร์คเกอร์โรซิง จำกัด ได้เริ่มก่อตั้งบริษัทฯ ขึ้นเมื่อ วันที่ 22 กรกฎาคม 2522 มีทุนในการจดทะเบียน 28,000,000 บาท โดยการร่วมทุนระหว่าง บริษัท นิซอนปาร์คเกอร์โรซิง จำกัด (ประเทศญี่ปุ่น) บริษัท เอ พี ไฮลด์ดิ้ง จำกัด และบริษัทเงินทุนหลักทรัพย์ โตเกียว-มิตซูบิชิ จำกัด โดยมีประวัติการก่อตั้ง และการขยายกิจการของบริษัทฯ ดังนี้

ก.ย. 2522	ก่อตั้งโรงงานเคลือบผิวโลหะ
ธ.ค. 2524	ผลิตเคมีเคลือบผิวโลหะ
ส.ค. 2533	ผลิตน้ำมันป้องกันสนิม
เม.ย. 2533	เริ่มรับจ้างชุบโลหะ, เคลือบผิวโลหะ
ต.ค. 2535	พิธีเปิดโรงงานใหม่สำหรับเคมีเคลือบผิวโลหะ
มิ.ย. 2537	พิธีเปิด Technical Center Services
ก.ค. 2540	พิธีเปิดโรงงานชุบ Gas Heat Treatment
ม.ค. 2540	โรงงานเคมีผ่านการรับรอง ISO 9002
พ.ย. 2541	โรงงานชุบผ่านการรับรอง ISO 9002
ก.ค. 2543	เปิด Asia Center
พ.ค. 2544	เปิด Pallube Factory
พ.ย. 2544	เปิด Rolling Oil Plant

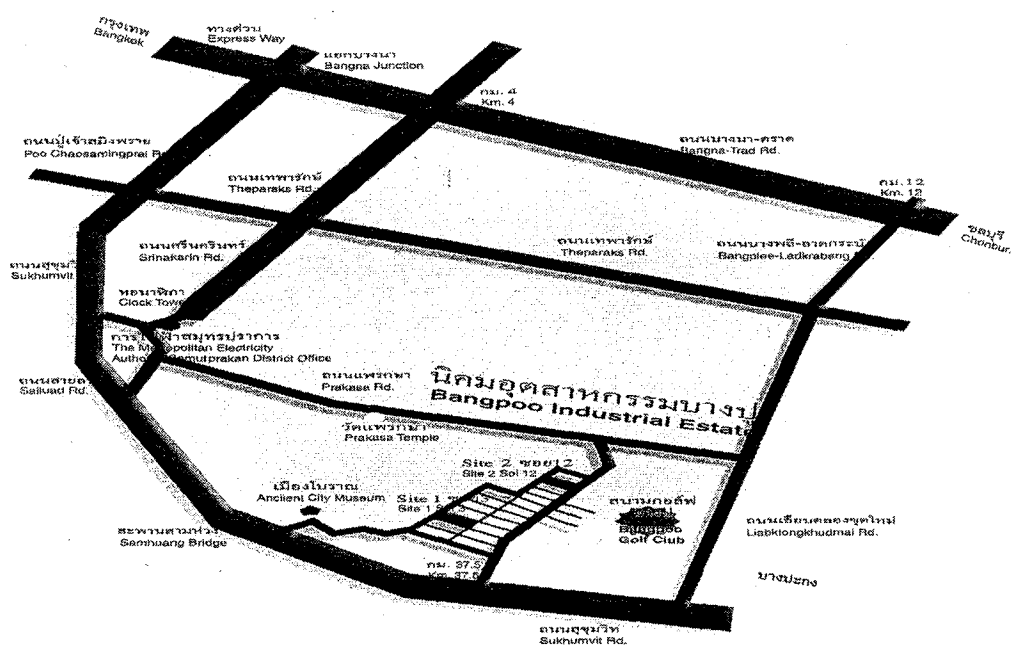
จากความชำนาญและประสบการณ์ที่ยาวนาน รวมทั้งการใช้เทคโนโลยีชั้นนำในการผลิตน้ำยาเคมีเคลือบผิวโลหะป้องกันสนิม ดังนั้น ทำให้บริษัท ไทยปาร์คเกอร์โรซิง จำกัด ในปัจจุบันเป็นที่ยอมรับของลูกค้าโดยทั่วไป ซึ่งในปัจจุบันมีสถานที่ตั้งอยู่ 4 Sites ดังนี้

1) Sites ที่ 1 ตั้งอยู่ในนิคมอุตสาหกรรมบางปูซอย 12 ดังแสดงในรูปที่ 1-1 ซึ่งเป็นสถานที่ตั้งของสำนักงานใหญ่ ตั้งอยู่ที่ 570 ซ.12 นิคมอุตสาหกรรมบางปู ถนนสุขุมวิท ตำบลแพรกษา อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ 10280

2) Sites ที่ 2 ตั้งอยู่ในนิคมอุตสาหกรรมบางปูซอย 3 ดังแสดงในรูปที่ 1-1 ซึ่งเป็นสถานที่ตั้งของโรงงาน Tuffride ตั้งอยู่ที่ 397 ซ. 3 นิคมอุตสาหกรรมบางปู ถนนสุขุมวิท ตำบลแพรกษา อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ 10280

3) Sites ที่ 3 ตั้งอยู่ในนิคมอุตสาหกรรมแปลงยาว (เกตเวย์ซิตี้) ตั้งอยู่ที่ 188 หมู่ 7 นิคมอุตสาหกรรมแปลงยาว (เกตเวย์ซิตี้) ตำบลหัวสำโรง อำเภอแปลงยาว จังหวัดฉะเชิงเทรา 24190

4) Sites ที่ 4 ตั้งอยู่ในนิคมอุตสาหกรรมบางปูซอย 8 ดังแสดงในรูปที่ 1-1 ซึ่งเป็นสถานที่ตั้งของโรงงานเคมี ตั้งอยู่ที่ 619 ซ. 8 นิคมอุตสาหกรรมบางปู ถนนสุขุมวิท ตำบลแพรกษา อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ 10280



ที่มา : บริษัท ไทยปาร์เกอร์โรตึง จำกัด, 2550

รูปที่ 1-1 สถานที่ตั้งบริษัท ไทยปาร์เกอร์โรตึง จำกัด

1.2 ลักษณะสถานประกอบการ

บริษัท ไทยปาร์คเกอร์ไรซิง จำกัด เป็นบริษัทที่ดำเนินธุรกิจการผลิตและจำหน่าย เคมีภัณฑ์ สำหรับป้องกันสนิม ล้างคราบน้ำมัน และเคลือบผิวโลหะป้องกันสนิม ซึ่งดำเนินการผลิตโดยฝ่ายเคมี และมีฝ่ายเทคนิคและฝ่ายการตลาดที่คอยให้บริการทางด้านข้อมูล เทคนิคการป้องกันสนิม การใช้สารเคมีเคลือบผิวเพื่อรองพื้นดี และการเคลือบสารหล่อลื่น เป็นต้น อีกทั้งยังช่วยแก้ไขปัญหาที่เกิดจากกระบวนการป้องกันสนิมของลูกค้า ซึ่งเทคนิคเหล่านี้เป็นที่นิยมและจำเป็นในอุตสาหกรรมสมัยใหม่ในหลายๆ ประเภท นอกจากนี้ ทางบริษัทฯ ยังให้ความสำคัญเกี่ยวกับทางด้านสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างมากเพราะในปัจจุบันนั้นมีการแข่งขันกันเพิ่มมากขึ้น สำหรับผลิตภัณฑ์หลักของบริษัทฯ มีหลายประเภท ได้แก่ (ดังแสดงในรูปที่ 1-2)

- 1) ผลิตภัณฑ์เคมี สำหรับล้างคราบไขมัน
- 2) ผลิตภัณฑ์เคมี สำหรับเคลือบผิวโลหะ
- 3) น้ำมันกันสนิม (Nox Rust)
- 4) พลาสติกไอระเหยป้องกันสนิม (Pipak) และสารดูดความชื้น
- 5) น้ำมัน Rolling Oil



รูปที่ 1-2 แสดงภาพผลิตภัณฑ์หลักของบริษัท ไทยปาร์คเกอร์ไรซิง จำกัด

นอกจากนี้ ทางบริษัทฯ ยังให้บริการแก่ลูกค้าทางด้านอบชุบแข็งด้วยความร้อน ชุบเคลือบผิวป้องกันสนิม ชุบเคลือบผิวหล่อลื่น และการเตรียมผิวขั้นสุดท้าย (Finishing) เป็นต้น ซึ่งดำเนินการโดยฝ่าย Heat & Surface Treatment โดยแบ่งออกเป็น 2 แผนกด้วยกัน คือ

- 1) Surface Treatment มี 2 กระบวนการ ได้แก่ กระบวนการชุบเคลือบผิวโลหะ และกระบวนการพ่นฟิล์มหล่อลื่นแข็ง หรือกระบวนการ Pallube
- 2) Heat Treatment มี 3 กระบวนการ ได้แก่ กระบวนการทัฟไทด์ (Tufftride) หรือ Salt Bath Nitriding, กระบวนการ Gas Carburizing, กระบวนการ Gas Soft Nitriding

1.3 รูปแบบการจัดการองค์กรและการบริหารงาน

1.3.1 นโยบายคุณภาพ (Quality Policy) บริษัทฯมีความมุ่งมั่นที่จะปฏิบัติตามที่ท่านประธานได้ให้ไว้ คือ

มุ่งมั่นสู่ความเป็นหนึ่ง
มอบความพึงพอใจทั้งคุณภาพ และบริการให้กับลูกค้า
พัฒนาคุณภาพอย่างต่อเนื่อง
เน้นเรื่องการพัฒนาบุคลากร

โดยมีคำอธิบายดังนี้

- 1) สำหรับพนักงานทุกคน ความพึงพอใจของลูกค้าต้องมาก่อน ดังนี้
 - * มีคุณภาพที่วางใจได้
 - * มีเทคโนโลยีที่ล้ำหน้า
 - * มีการส่งมอบตรงตามเวลา
 - * มีราคาที่แข่งขันได้
 - * มีความซื่อตรงและจริงใจ
 - * มีความร่วมมือระดับโลกาภิวัตน์กับกลุ่ม Nihon Parkerizing

=====

2) มุ่งสู่ความเป็นผู้ผลิตอันดับหนึ่งด้าน Surface Treatment และ Heat Treatment

- * ตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้เป็นอย่างดี
- * ได้รับ ISO 14000 และมีความรับผิดชอบต่อสังคม และสิ่งแวดล้อม
- * ทำงานได้สำเร็จตามเป้าหมาย พัฒนาและเพิ่มกำลังความสามารถของบุคลากรและพัฒนากิจกรรม Kaizen

- * มุ่งสู่ความเป็นหนึ่งแห่งศูนย์บริการเทคนิค

3) ใส่ใจบุคลากรทุกคน มีการสื่อสารอย่างเปิดเผยจริงใจ และช่วยกันสร้างบริษัทให้เป็นสถานที่ทำงานที่น่าทำงานโดยยึดหลัก

- * ปลอดภัยไว้ก่อน โดยไร้อุบัติเหตุ และอุบัติเหตุ
- * ส่งเสริมการทำ 5ส และสถานที่ทำงานที่สะอาดสวยงาม
- * สนับสนุนการศึกษาและฝึกอบรมให้มีความสามารถเพิ่มขึ้น

1.3.2 นโยบายสิ่งแวดล้อม (Environmental Policy) บริษัทฯ ตระหนักถึงความรับผิดชอบต่อการพัฒนาสังคมที่คำนึงถึงสิ่งแวดล้อมของประเทศและของโลกเป็นหลัก บริษัทฯ มีความมุ่งมั่นที่จะลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม อันเนื่องมาจากการดำเนินงานของบริษัทฯ และกำหนดเป็นนโยบายการบริหารจัดการด้านสิ่งแวดล้อม ดังนี้

1) บริษัทฯ จะให้พนักงานทุกคนตระหนักถึงความสำคัญในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

2) บริษัทฯ จะดำเนินกิจกรรมและการบริหารต่างๆ ให้สอดคล้องกับกฎหมายด้านสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัย ข้อกำหนดของลูกค้าด้านสิ่งแวดล้อมรวมถึงข้อกำหนดด้านสิ่งแวดล้อมขององค์กรที่บริษัทฯ เป็นสมาชิกอยู่

3) บริษัทฯ จะมุ่งมั่นในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมให้น้อยที่สุด

4) บริษัทฯ จะดำเนินการโดยใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า

5) บริษัทฯ จะดำเนินการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อมให้ถูกลง พร้อมทั้งมีการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง

บริษัทฯ กำหนดให้นโยบายการจัดการสิ่งแวดล้อมเป็นหน้าที่ความรับผิดชอบของพนักงานทุกคนทุกระดับ ครอบคลุมไปถึงการปฏิบัติงานของผู้รับจ้างช่วง ผู้ส่งมอบ ลูกค้า และผู้มาติดต่องานภายในบริษัททั้งหมด เจตจำนงตามนโยบายนี้พร้อมที่จะเปิดเผยสู่สาธารณชน และมีความมุ่งมั่นในการดำเนินงาน อันควบคู่ไปกับการป้องกันมลพิษให้ประสบความสำเร็จ

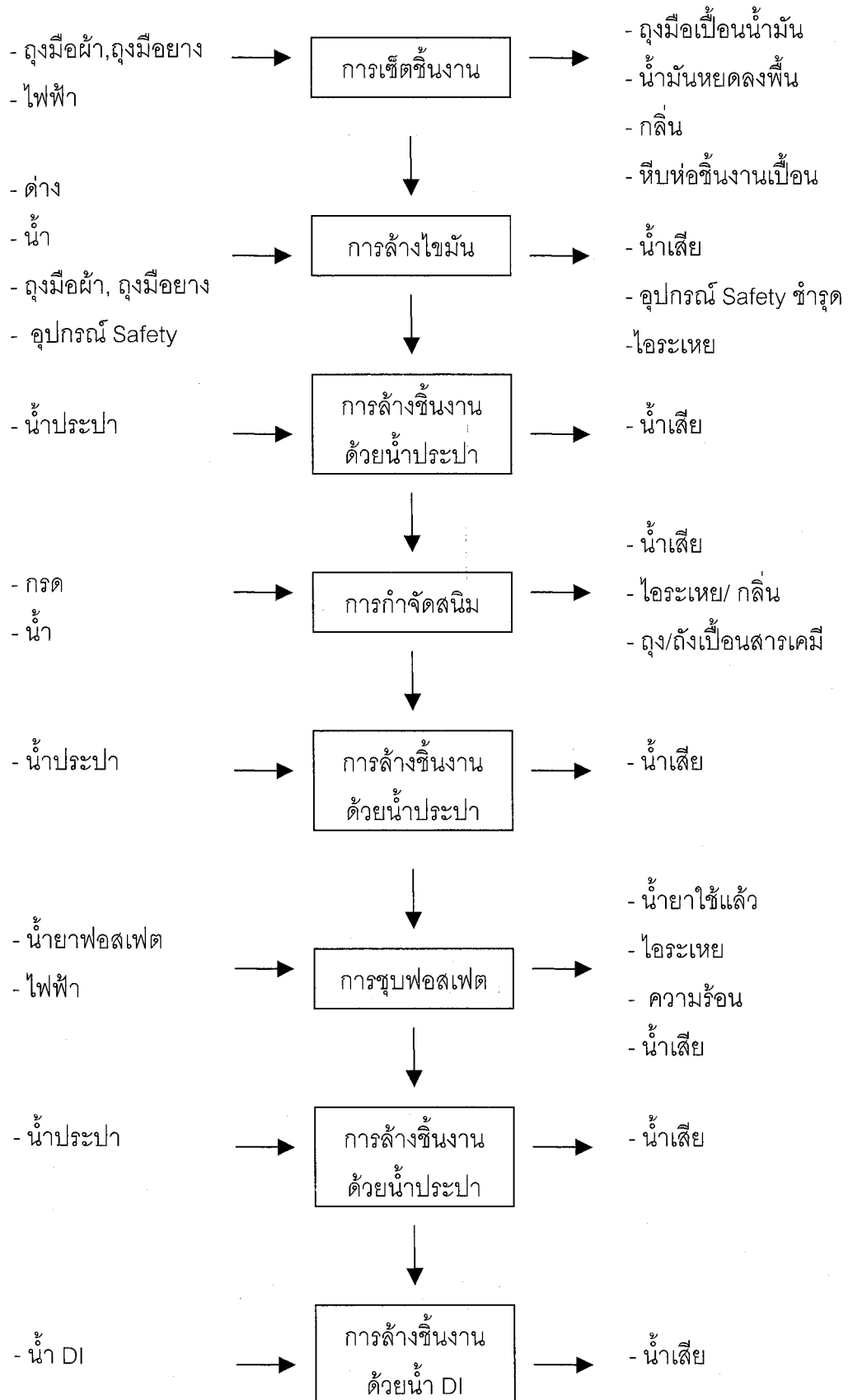
1.4 รายละเอียดของการผลิต และการให้บริการ

1.4.1 กระบวนการผลิตของโรงชุบเคลือบผิวด้วยฟอสเฟต

1.4.1.1 ข้อมูลเบื้องต้น

โรงงานชุบโลหะ เป็นการรับจ้างชุบผิวโลหะประเภทฟอสเฟต ซึ่งกระบวนการผลิตแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ 1) ขั้นตอนการเข้ตชิ้นงาน 2) ขั้นตอนการชุบโลหะ 3) ขั้นตอนการล้าง และ 4) ขั้นตอนการอบแห้ง โดยในแต่ละขั้นตอนหลักมีวิธี/กระบวนการย่อย พร้อมทั้งแสดงดังรูปที่ 1-3 ดังต่อไปนี้

- 1) การเข้ตชิ้นงาน โดยมีพนักงานจัดชิ้นงานใส่ Jig แล้วส่งต่อลูกกลิ้งไปเตรียมลงบ่อล้างไขมัน
- 2) การล้างไขมันด้วยด่าง โดยจุ่มชิ้นงานลงในบ่อสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่อุณหภูมิประมาณ 80 °C ซึ่งต้องมีการถ่ายสารละลายทิ้งเมื่อระยะเวลาหนึ่ง
- 3) การล้างชิ้นงาน (Rinsing) ด้วยน้ำประปาเพื่อกำจัดสารเคมีก่อนเข้าสู่กระบวนการต่อไปโดยจุ่มชิ้นงานลงในบ่อน้ำแบบเปิดน้ำล้นทิ้งตลอด (Flow Rinsing)
- 4) การกำจัดสนิม โดยการจุ่มชิ้นงานลงในบ่อกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 15 % เมื่อใช้งานไประยะหนึ่งกรดจะเสื่อมสภาพและโรงงานมีการถ่ายทิ้งใหม่
- 5) การล้างชิ้นงาน ด้วยน้ำประปาเพื่อกำจัดสารเคมีก่อนเข้าสู่กระบวนการต่อไปโดยจุ่มชิ้นงานลงในบ่อน้ำแบบเปิดน้ำล้นทิ้งตลอด (Flow Rinsing)
- 6) กระบวนการชุบฟอสเฟต โดยจุ่มชิ้นงานลงในบ่อฟอสเฟต
- 7) การล้างชิ้นงาน ด้วยน้ำประปา
- 8) การล้างชิ้นงาน ด้วยน้ำ DI



รูปที่ 1-3 แผนภาพกระบวนการผลิตของฟอสเฟต

=====

1.4.1.2 ข้อสังเกตลักษณะการจัดการของกระบวนการผลิต

- 1) ระบบการทำงานใช้คอนในยก/เคลื่อนย้ายชิ้นงานโดยใช้คนควบคุม
- 2) ในป้อล่างชิ้นงานทั้งหมดต้องมีการปล่อยน้ำทิ้งทุกวัน
- 3) ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงาน จะมีการปรับสภาพน้ำก่อนปล่อยสู่ระบบบำบัดรวมของบริษัท
- 4) การทิ้งสารเคมีเป็นการทิ้งตามระยะเวลาที่กำหนดในแผนการผลิตนั้นคือ ทำการล้างป้อกรดและป้อล่างทุกสัปดาห์
- 5) การจะย้ายชิ้นงานใช้คอนยกชิ้นงานจากป้อหนึ่งไปอีกป้อหนึ่งของพนักงานเป็นการย้ายโดยทันที
- 6) มีเครื่องมือวัดตามป้อที่ต้องกำหนดอุณหภูมิ
- 7) การใช้น้ำส่วนใหญ่เป็นการใช้ในกระบวนการล้างชิ้นงาน

1.4.2 ระบบบำบัดน้ำเสียของบริษัทฯ (Waste Water Treatment Plant)

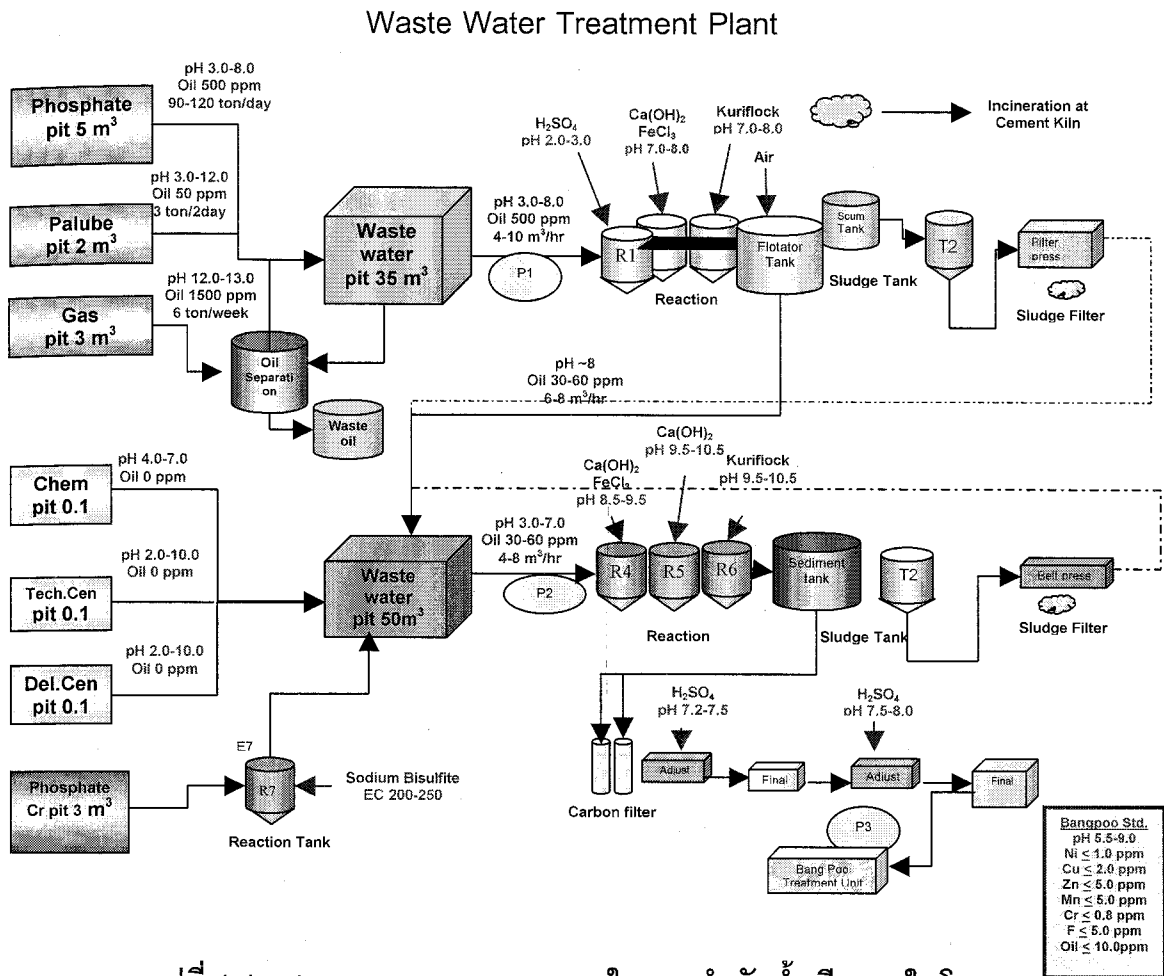
บริษัท ไทยปาร์คเกอร์โรติง จำกัด เป็นบริษัทฯ ที่ดำเนินการผลิต และจำหน่ายเคมีภัณฑ์ในการล้างและเคลือบป้องกันสนิม น้ำยากันสนิม การรับจ้างชุบโลหะ การรับจ้างชุบแข็ง โดยในทุกกระบวนการผลิตภายในโรงงานจะมีของเสียเกิดขึ้น ซึ่งส่วนใหญ่มักจะเป็นพวกสารเคมีเป็นหลัก จึงมีความจำเป็นที่จะต้องมียระบบบำบัดน้ำเสียโดยใช้สารเคมี เพื่อบำบัดของเสียที่เกิดขึ้นจากสารเคมีและกากของเสียที่เกิดขึ้น ก่อนที่จะปล่อยออกไปกำจัดภายนอกโรงงานต่อไป โดยมีลำดับขั้นตอนของการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียแสดงดังรูปที่ 1-4

สำหรับกิจกรรมที่เกิดจากการดำเนินการของระบบบำบัดน้ำเสียสามารถเขียนแผนผังแสดงได้ดังรูปที่ 1-5

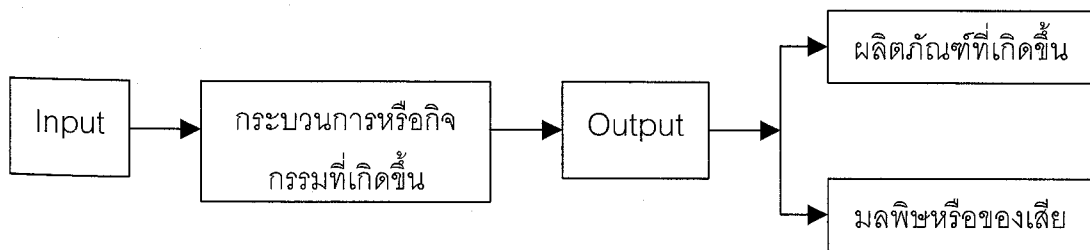
1.4.2.1 กิจกรรมที่เกิดขึ้นในระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงาน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- 1) การรับ การจัดเก็บ และการเคลื่อนย้ายสารเคมี โดยการรับสารเคมี จะรับมาจากบริษัทข้างนอกที่จะเข้ามาส่งภายในบริษัท โดยการเคลื่อนย้ายสารเคมีลงจากรถที่มาส่ง จะทำโดยให้พนักงานขับรถ Forklift ขนย้ายสารเคมีลงจากรถที่บรรทุกสารเคมีที่มาส่ง เพื่อจัดเก็บในพื้นที่จัดเก็บสารเคมี

=====



รูปที่ 1-4 แสดงแผนภาพกระบวนการในการบำบัดน้ำเสียภายในโรงงาน



รูปที่ 1-5 แสดงแผนผังกิจกรรมที่เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม

2) สารเคมีที่ใช้ในระบบบำบัดน้ำเสีย มีดังนี้

- Ca(OH)_2 (แคลเซียมไฮดรอกไซด์)
- FeCl_3 (เฟอริคคลอไรด์)
- H_2SO_4 (กรดซัลฟูริก)
- Kuriflock
- Kurita
- Sodium Bisulfite

โดยที่สารเคมีทุกตัวจะต้องมีการเตรียมก่อนนำไปใช้ในการบำบัดน้ำเสีย ด้วยอัตราส่วนที่เหมาะสมในถังเตรียม

3) การรับน้ำเสียจากท่อระบายน้ำเสียจากกระบวนการผลิตต่างๆ โดยการทำงานในส่วนของการสูบน้ำเข้ามาที่ระบบบำบัดน้ำเสียจะเป็นแบบ Auto คือ เมื่อน้ำที่บ่อพักน้ำที่อยู่ที่กระบวนการผลิตถึงระดับที่กำหนด น้ำก็จะถูกสูบน้ำมาที่ระบบบำบัดโดยอัตโนมัติ

4) การบำบัดน้ำเสียในส่วนของ Oil Treatment Line จะเริ่มต้นจากน้ำที่ผ่านการปรับค่า pH มาแล้วจากแหล่งกำเนิดในเบื้องต้น คือที่ โรงงาน Phosphate, Pallube และ Gas จะถูกสูบน้ำเข้ามารวมกันที่บ่อ pit 35 m³ โดยที่ค่า pH ที่ตำแหน่งนี้จะต้องมีค่าอยู่ในช่วงประมาณ 3.0 – 8.0 และอัตราการไหล 8 – 10 m³/hr ต่อจากนั้น น้ำจะไหลเข้าสู่ถึงปฏิกิริยาที่ 1 โดยถึงปฏิกิริยานี้จะทำหน้าที่ปรับ pH ในน้ำ โดยการเติม H_2SO_4 ให้ค่า pH ของน้ำอยู่ในช่วง 2.0 - 3.0 เพื่อให้ไขมันแยกตัวออกจากน้ำ ต่อจากนั้นน้ำจะไหลต่อไปยังถึงปฏิกิริยาที่ 2 เพื่อเติม Ca(OH)_2 และ FeCl_3 ซึ่งจะทำการปฏิกิริยาให้สารแขวนลอยที่อยู่ในน้ำจับตัวกันเป็นก้อน โดยภายในถังปฏิกิริยาทั้งสองจะมีการกวนเร็วอยู่ตลอดเวลา จากนั้นน้ำจะไหลไปต่อที่ถึงปฏิกิริยาที่ 3 ซึ่งจะเติม Kuriflock และมีการกวนช้าอยู่ตลอดเวลา เพื่อให้ตะกอนรวมตัวกันเป็นก้อนใหญ่ขึ้น แล้วจะส่งน้ำต่อมาที่ Scum Tank เพื่อให้ตกตะกอนตามแรงโน้มถ่วงของโลกลงสู่ก้นถัง โดยน้ำในส่วนที่อยู่ด้านบนของถังตกตะกอนจะไหลผ่านต่อไปที่ Flotation Tank โดยในส่วนนี้จะมีการเป่าลมส่วนทางขึ้นมาจากใต้ถัง เพื่อทำให้น้ำมันซึ่งมีน้ำหนักเบาที่ลอยตัวขึ้นมาอยู่เหนือผิวน้ำ แล้วใช้ใบกวาดกวาดน้ำมันที่ผิวน้ำออก ให้เหลือแต่ส่วนที่เป็นน้ำส่งต่อไปที่ Circulate Tank เพื่อรอที่จะส่งน้ำที่เหลือไปบำบัดต่อไปในส่วนของ Heavy Metal Treatment Line

5) การบำบัดน้ำเสียในส่วนของ Heavy Metal Treatment Line จะเริ่มต้นจากน้ำที่มาจากโรงงาน Chemical, Technical Center, Delivery Center, Phosphate บางส่วน และน้ำที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นมาแล้วจากส่วนของ Oil Treatment Line จะมารวมกันที่บ่อ Pit 50 m³ โดยค่า pH ของบ่อนี้จะอยู่ในช่วงประมาณ 3.0 – 7.0 และอัตราการไหล 4 – 8 m³/hr ต่อจากนั้นน้ำจะถูกสูบเข้าไปที่ถังปฏิกิริยาที่ 4 เพื่อเติม Ca(OH)₂ และ FeCl₃ ซึ่งจะทำปฏิกิริยาให้ตะกอนจับตัวกันเป็นก้อน โดยค่า pH ในช่วงนี้ประมาณ 8.5 – 9.5 ต่อจากนั้นน้ำจะไหลต่อไปที่ถังปฏิกิริยาที่ 5 เพื่อเติม Ca(OH)₂ อีกครั้งหนึ่ง เพื่อให้มั่นใจได้ว่าโลหะหนักที่ปนอยู่ในน้ำเสียได้แยกตัวออกจากน้ำหมดแล้ว โดยค่า pH ภายในถังนี้จะอยู่ในช่วงประมาณ 9.0 - 9.5 ต่อจากนั้นน้ำจะไหลต่อไปที่ถังปฏิกิริยาที่ 6 ซึ่งจะเติม Kuriflock เพื่อให้ตะกอนรวมตัวกันเป็นก้อนใหญ่ขึ้น จากนั้นน้ำจะไหลไปสู่ Sedimentation Tank โดยจะควบคุมให้น้ำในส่วนนี้ให้มากที่สุด เพื่อให้ตะกอนตกลงสู่ก้นถังตามแรงโน้มถ่วงของโลก ส่วนน้ำที่ไหลล้นออกมาจาก Sedimentation Tank จะถูกส่งต่อไปกรองด้วย Carbon Filter ซึ่งตัวกรองของ Carbon Filter จะมีการเปลี่ยนผ้ากรองเป็นประจำทุกๆ 6 เดือน จากนั้นเมื่อน้ำผ่านการกรองออกมาแล้ว จะต้องมีการปรับค่า pH ของน้ำให้ได้มาตรฐานที่บ่อ Adjust Tank 1 และ 2 ก่อนที่จะปล่อยออกสู่นิคมอุตสาหกรรมบางปู เพื่อบำบัดต่อไป

6) การเก็บและการเคลื่อนย้าย Sludge จากระบบบำบัดของทั้ง Heavy Metal Treatment Line และ Oil Treatment Line จะมีเครื่องรีด และ เครื่องอัดตะกอน เพื่อเป็นการรีดน้ำออกจากตะกอน ให้เหลือแต่ตะกอนที่แห้ง นำมาบรรจุใส่ถุงจนเต็ม จากนั้นใช้รถ Forklift ในการขนย้าย Sludge เพื่อนำไปเก็บไว้ที่พื้นที่จัดเก็บ แล้วรอรถขนส่งจากบริษัทข้างนอกมารับไปส่งกำจัดต่อไป

7) การตรวจประสิทธิภาพน้ำหน้างานของระบบบำบัดน้ำเสีย จะมีการตรวจวัดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ เพื่อให้แน่ใจว่าน้ำที่ผ่านการบำบัดมาแล้ว มีค่าพารามิเตอร์ที่ไม่เกินค่ามาตรฐานตามที่นิคมฯ กำหนด โดยการตรวจวัดจะใช้ pH-paper, Ni-paper, Zn-paper และ Mn-paper เพื่อให้ทราบประสิทธิภาพของระบบบำบัดในเบื้องต้น ว่าทำงานได้ดีหรือไม่ หากมีเหตุการณ์ฉุกเฉินจะได้แก้ไขได้ทันเวลา

8) การซ่อมบำรุง จากการที่กระบวนการผลิตมีการผลิตตลอดเวลาทำให้น้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตมีอยู่ตลอด ฉะนั้นเครื่องมือที่ใช้ในระบบบำบัดน้ำเสียย่อมเสื่อมสภาพไปตามเวลาเป็นธรรมดา จึงต้องมีการซ่อมบำรุงอยู่เรื่อยๆ ยกตัวอย่างเช่น การเกิดตะกอนที่

=====
เกิดจากการเติมปูนขาวในระบบบำบัด ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการอุดตันในเส้นท่อ และทำให้ Pump เกิดความเสียหาย เป็นต้น

1.4.2.2 ข้อสังเกตลักษณะการจัดการของโรงงาน

- 1) การขนย้ายวัตถุต่างๆ เช่น ถังสารเคมี ถังใส่สลัดจ์ จะใช้รถ Forklift ในการขนย้ายไปจัดเก็บในพื้นที่
- 2) จะมีพื้นที่ในการเก็บสารเคมีแต่ละส่วนที่ชัดเจน เช่น มีพื้นที่ในการจัดเก็บ Sludge ที่ใส่ถุงไว้แล้ว เพื่อรอที่จะส่ง Sludge ออกไปกำจัดภายนอกบริษัทต่อไป
- 3) ในแต่ละขั้นตอนที่พนักงานต้องทำงาน โดยสัมผัสกับสารเคมีโดยตรง จะต้องใช้อุปกรณ์ Safety ป้องกันทุกครั้ง
- 4) การทำงานของระบบบำบัดเป็นการทำงานแบบอัตโนมัติ ควบคุมโดยมีตู้ Control
- 5) มีการตรวจวัดค่าพารามิเตอร์หน้างานเป็นประจำโดยใช้ pH-paper, Ni-paper, Zn-paper และ Cr-paper
- 6) มีการซ่อมบำรุงและเปลี่ยนอุปกรณ์ต่างๆ ที่เกิดการสึกหรอจากการใช้งานอยู่เสมอ เช่น เมื่อก่อ PVC ที่เกิดการอุดตันเนื่องจากตะกอนของปูนขาว เป็นต้น

1.4.2.3 ปัญหาในเบื้องต้นภายในระบบบำบัดน้ำเสีย

- 1) เกิดตะกอนลอยในบ่อ Final Tank ถือว่าการบำบัดน้ำเสียยังไม่ได้ประสิทธิภาพเท่าที่ควร
- 2) เกิดการอุดตันตามท่อ PVC เป็นต้นเหตุที่ทำให้น้ำล้นบ่ออยู่บ่อยครั้ง เนื่องจากปูนขาวที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดตะกอนตามท่อ ทำให้ท่ออุดตันจึงต้องเปลี่ยนท่อใหม่อยู่บ่อยๆ
- 3) สารเคมี (ปูนขาว) ที่เก็บไว้หน้างานรั่วหกออกจากถังหกตามพื้น เนื่องจากพื้นที่ในการจัดเก็บสารเคมียังไม่เป็นสัดส่วนและมีดิด
- 4) ถังเก็บน้ำใสที่ใช้ในการกระบวนการผลิตมีสถานที่จัดเก็บอยู่ใกล้ถังบำบัดน้ำเสียมาก อาจทำให้น้ำใสเกิดการปนเปื้อนได้
- 5) การเติมปูนขาวในระบบบำบัดเป็นการเติมลงไปเลยที่เดียวเป็นจำนวนมากๆ โดยไม่ค่อยๆเติมตามที่ออกแบบเอาไว้ในเบื้องต้น อาจทำให้ต้องใช้สารเคมีมากเกินไปเกินความต้องการที่แท้จริง

6) ไม่มีการติดตั้งมิเตอร์ เพื่อวัดปริมาณน้ำที่เข้าระบบให้ครบทุกจุดที่น้ำเข้า จะทำให้ไม่ทราบค่าน้ำที่เข้าสู่ระบบที่แน่นอนยากแก่การดำเนินการควบคุม

7) จากผลค่าการวิเคราะห์น้ำเสียจะเห็นว่ามีส่วนที่ค่า Oil Content ในน้ำที่ออกจากระบบบำบัดมีค่าเกินที่นิคมฯกำหนดไว้

1.5 ลักษณะปัญหาสิ่งแวดล้อมของสถานประกอบการและกระบวนการผลิตที่ได้ตรวจประเมิน

เนื่องจากบริษัทฯ ประกอบกิจการเกี่ยวกับการผลิต และจำหน่ายเคมีภัณฑ์ป้องกันสนิม รับจ้างชุบเคลือบผิวโลหะ และชุบแข็งเพื่อป้องกันสนิม ซึ่งต้องก่อให้เกิดกระบวนการผลิตต่างๆ เป็นผลทำให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมในด้านต่างๆ ดังนี้

- 1) อากาศเสีย
- 2) ด้านน้ำเสีย
- 3) ด้านของเสียต่างๆ

ซึ่งทางบริษัทฯ ได้มีมาตรการรองรับเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นอยู่แล้ว แต่เนื่องมาจากกระบวนการผลิตในโรงงานฟอสเฟตได้มีการปรับปรุงกระบวนการผลิตของโรงงานนี้จึงส่งผลให้มีการปล่อยกรดมากเกินปริมาณในการนำไปปรับสภาพน้ำของโรงงานนี้และจากการตรวจประเมินในโรงงานนี้จะพบปัญหาสิ่งแวดล้อมทั้ง 3 ด้านเช่นกัน ซึ่งแยกย่อยได้ดังนี้

- 1) น้ำมันหยดลงพื้น
- 2) ไอรระเหย
- 3) กลิ่นของสารระเหย
- 4) ความร้อน
- 5) กรด HCl รั่วแล้ว
- 6) น้ำล้างชิ้นงาน
- 7) ด่างรั่วแล้ว
- 8) น้ำยาฟอสเฟตรั่วแล้ว
- 9) ขยะอุปกรณ์ Safety เก่า
- 10) ขยะจากการหีบห่อ
- 11) ขยะเศษผ้าเช็ดพื้น

ซึ่งในบางปัญหาทางบริษัทได้มีการจัดการสิ่งแวดล้อมที่รองรับไว้แล้ว

1.6 ตำแหน่งและลักษณะงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย

ตำแหน่งที่ได้รับมอบหมายในการออกปฏิบัติงานสหกิจศึกษาในครั้งนี้ คือ
ตำแหน่งผู้ช่วยวิศวกรสิ่งแวดล้อมประจำโรงงาน

1.7 ชื่อและตำแหน่งงานของพนักงานที่ปรึกษา

คุณดารานภาเพ็ชร เจ้าหน้าที่สิ่งแวดล้อมประจำโรงงาน บริษัท ไทยปาร์คเกอร์
โรซิง จำกัด

1.8 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน

ออกปฏิบัติงานสหกิจศึกษาตั้งแต่วันที่ 18 เมษายน พ.ศ. 2550 จนถึงวันที่ 3 สิงหาคม
พ.ศ. 2550

บทที่ 2

งานประจำที่ได้รับมอบหมาย

2.1 การตรวจดูการขนส่งของเสีย

ทางบริษัทจะมีการก่อให้เกิดของเสียต่างๆ จากกระบวนการผลิตของบริษัท เช่น ผงเหล็กจากกระบวนการ Shot Blast น้ำมันใช้แล้วจากโรงก๊าซ พาเลทไม้ปนเปื้อนน้ำมัน ขยะปนเปื้อนต่างๆ จากกระบวนการผลิต และของเสียอื่นๆ ซึ่งเป็นหน้าที่รับผิดชอบของเจ้าหน้าที่สิ่งแวดล้อมประจำโรงงานที่ต้องจัดการควบคุมดูแลการขนส่ง โดยต้องดำเนินการจัดหาบริษัทที่จะมารับขนส่งหรือกำจัดของเสียจากทางบริษัทก่อนซึ่งต้องตรวจดูวิธีการกำจัดของเสียของทางบริษัทที่รับกำจัดด้วยว่าทางกรมโรงงานให้การรับรองถูกต้องหรือไม่ เมื่อหาบริษัทที่จะมารับขนส่งและ/หรือกำจัดของเสียได้แล้วก็ต้องดำเนินการขออนุญาตไปทางกรมโรงงาน เมื่อกรมโรงงานอนุญาตจึงสามารถทำการขนส่งของเสียได้ เมื่อทางบริษัทที่ขนส่งและ/หรือกำจัดของเสียมารับของเสียต้องมีเอกสารใบกำกับการขนส่งของเสีย (Uniform Hazardous Waste Manifest) ติดมาด้วย ทางเจ้าหน้าที่สิ่งแวดล้อมประจำโรงงานก็ต้องไปตรวจดูการขนส่งโดยต้องตรวจดูความถูกต้องเกี่ยวกับ ชื่อบริษัทผู้ก่อกำเนิดและผู้รับขนส่งและ/หรือกำจัดของเสีย เลขประจำตัวผู้ก่อกำเนิด เลขประจำตัวผู้รับขนส่งและ/หรือกำจัดของเสีย ปริมาณการขนส่งออกนอกบริเวณของเสีย วันเดือนปี และต้องเผื่อเวลาให้รถขนส่งออกนอกบริษัทไว้ด้วย

2.2 การจัดทำบอร์ดในกิจกรรม CCCF (Completely Check Completely Find Out)

CCCF Activity เป็นกิจกรรมการค้นหาและประเมินอันตรายจากงานและสถานที่ โดยมุ่งเน้นงาน Law Frequency งานที่ผิดปกติ งานซ่อมบำรุงรักษา และงานที่นานๆ จะทำซ้ำครั้ง โดยมีขั้นตอนหลักๆ ดังนี้

- 1) ขั้นตอนการค้นหาอันตราย
- 2) ขั้นตอนการประเมินอันตราย
- 3) ขั้นตอนการกำหนดมาตรฐานการแก้ไขและการป้องกันที่เป็น Rank A
- 4) ขั้นตอนการจัดทำบอร์ดแสดงจุดอันตราย Rank A และติดตามความคืบหน้า

โดยได้มีส่วนร่วมในการจัดทำบอร์ดแสดงจุดอันตราย Rank A ซึ่งในการจัดทำกิจกรรม CCCF ต้องมีการดำเนินการ 2 ครั้งต่อปี

2.3 การทำกิจกรรม KYT ที่พื้นที่ระบบบำบัดน้ำเสียของบริษัท

KYT เป็นการเตือนสติก่อนปฏิบัติงาน เพื่อขจัดความผิดพลาดที่เกิดจากคน โดยมีความหมายดังนี้

K คือ KIKEN (คิเคน) แปลว่า อันตราย

Y คือ YOCHI (โยชิ) แปลว่า คาดการณ์อันตรายล่วงหน้า

T คือ TRAINING (เทรนนิ่ง) แปลว่า ฝึกอบรมให้มีความชำนาญและหาทางป้องกัน โดยมีขั้นตอนในการปฏิบัติ 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 (R1): หาอันตรายและสาเหตุจากรูป (รูปให้แนบติดมากับแบบบันทึก)

ขั้นตอนที่ 2 (R2): เลือกอันตรายจาก (R1) จำนวน 2-3 ข้อ และทำเครื่องหมาย ©

ล้อมรอบเลขข้อ

ขั้นตอนที่ 3 (R3): หากเป็นท่านจะแก้ไขอย่างไร หามาตรการป้องกันอันตรายจาก (R2) ประมาณ 3-4 ข้อ

ขั้นตอนที่ 4 (R4): เลือกมาตรการป้องกันจาก (R3) แล้วทำเครื่องหมาย * หน้าข้อนั้น

ต่อจากนั้นให้คิดเป็นสโลแกนสั้น แล้วเตือนความจำโดยการตะโกนคำว่า "อุบัติเหตุต้องเป็นศูนย์ OK" และทำท่าประกอบท่าซ้ำ 2 ครั้ง

2.4 เข้าร่วมการสังเกตการณ์ การฝึกซ้อมแผนฉุกเฉิน

เป็นการซ้อมแผนฉุกเฉินในการควบคุมการรั่วไหลของสารเคมีปี 2550 ครั้งที่ 1 ณ แผนกโรงงานเคมี (ชอย 12) บริษัทไทยปาร์คเกอร์ไรซิ่ง จำกัด วันศุกร์ที่ 29 มิถุนายน 2550 ต้องสังเกตการณ์ปฏิบัติหน้าที่ของผู้รับผิดชอบ, ต้องดูการติดต่อประสานงานกับผู้ที่เกี่ยวข้อง ระยะเวลาในการฝึกซ้อมเป็นไปตามที่กำหนดให้ และต้องดูควบคุมสถานการณ์ต้องเป็นไปขั้นตอนและวิธีกำหนด เมื่อระยับเหตุเสร็จแล้วก็ต้องมีการสรุปแผนการฝึกซ้อมโดยเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยประจำโรงงานว่าแผนการฝึกซ้อมเป็นไปอย่างไรเรียบร้อยรวดเร็ว ซึ่งเจ้าหน้าที่ก็สรุปเลยว่าการฝึกซ้อมครั้งนี้ผ่าน

2.5 การทำสถิติค่าพารามิเตอร์ของน้ำเสียของบริษัท

เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่างๆ ของน้ำเสียของบริษัท ที่มีการเก็บค่าวิเคราะห์ 2 ครั้งต่อเดือน ทำเป็นกราฟสถิติเพื่อเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่นิคมฯ กำหนดไว้ เช่น โลหะหนัก, COD, BOD, TDS และ Oil Content เพื่อทำเป็นรายงานสรุปผลพารามิเตอร์น้ำเสียให้หัวหน้างานฟัง

บทที่ 3

โครงการนำกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ใช้แล้วกลับมาใช้ซ้ำในระบบบำบัดน้ำเสีย
แทนกรดซัลฟูริก (H_2SO_4)

3.1 บทนำ/ความเป็นมาโครงการ

จากการออกปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ บริษัท ไทยปาร์คเกอร์โรซิง จำกัด ซึ่งเป็นบริษัทที่ดำเนินธุรกิจการผลิตและจำหน่ายเคมีภัณฑ์ป้องกันสนิม รับจ้างชุบเคลือบผิวโลหะ และชุบแข็งชิ้นงาน จากการตรวจประเมินเบื้องต้นพบว่าทางบริษัทฯ มีประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นทั้งทางด้านอากาศ ทางด้านของเสีย และทางด้านน้ำเสีย ซึ่งปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นทำให้ผู้ปฏิบัติงานสหกิจศึกษามีความสนใจที่จะศึกษาการนำกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ที่ถ่ายทิ้งจากกระบวนการฟอสเฟต ซึ่ง กรดซัลฟูริก (H_2SO_4) ที่ถ่ายทิ้งจากกระบวนการฟอสเฟตนั้น มีส่วนผสมของโลหะหนักและสารต่างๆ ในปริมาณที่สูง หากนำมาใช้ทดแทนกรดซัลฟูริก (H_2SO_4) ที่ใช้ในระบบบำบัดน้ำเสียของบริษัทฯ จะส่งผลกระทบต่อด้านคุณภาพน้ำที่บำบัดได้หรือไม่ หากสามารถนำมาใช้ได้ โดยไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพน้ำหลังการบำบัด จะสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายในการส่งกำจัดและเป็นการลดการใช้วัตถุดิบ (กรด H_2SO_4)

3.2 วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำกรด HCl ที่ใช้แล้วจากกระบวนการชุบเคลือบผิวฟอสเฟตกลับมาใช้ซ้ำในระบบบำบัดน้ำเสียแทนกรด H_2SO_4
- 2) เพื่อช่วยลดค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสีย
- 3) เพื่อเป็นการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า

3.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.3.1 น้ำมันและไขมัน (Fat, Oil and Grease หรือ FOG)

การใช้น้ำมันและไขมันมีอย่างหลากหลาย ในกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรม นานาชนิด จึงมักพบน้ำมันและไขมันในน้ำเสียต่างๆ น้ำมันและไขมันมักเป็นสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายทางชีวภาพได้ยากและเป็นปัจจัยที่รบกวนการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียทุกชนิด สารอินทรีย์เคมีที่เป็นพิษจำนวนมากที่ละลายในน้ำมันและไขมันได้ดีกว่าน้ำ

น้ำมัน หรือไขมันอาจลอยหรือจมน้ำก็ได้ ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่นวิธีใช้ วิธีผลิต และคุณสมบัติของน้ำเสีย น้ำมันและไขมันมักมีกลิ่นน่ารังเกียจ และชอบจับตัวอยู่ตามผนังของถัง หรือภาชนะต่างๆ น้ำมันที่รั่วอยู่ในทะเลมีผลร้ายต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ และนกที่หากินอยู่ในทะเลเป็นอย่างมาก การเกาะจับของน้ำมันตามเหงือกของปลาและขนนก ทำให้ปลาและนกตายเป็นจำนวนมาก น้ำมันและไขมันที่ตกตะกอนลงก้นบ่อหรือสระน้ำอาจจะไปยับยั้งการย่อยสลายตามปกติของก้นบ่อได้

3.3.1.1 ประเภทของน้ำมัน FOG อาจจำแนกได้ดังนี้

- 1) ไฮโดรคาร์บอนชนิดเบา (Light Hydrocarbon) น้ำมันและไขมันประเภทนี้ ได้แก่ น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดเบา เช่น น้ำมันเบนซิน น้ำมันก๊าด และน้ำมันเครื่องบิน รวมทั้งสารทำละลายต่างๆ ที่ใช้ในกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรม เช่น เฮกเซน (Hexane), คลอโรฟอร์ม (Chloroform) เป็นต้น ไฮโดรคาร์บอน ชนิดเบาในน้ำเสียอาจทำให้การกำจัดไฮโดรคาร์บอนชนิดหนักทำได้ยากขึ้น
- 2) ไฮโดรคาร์บอนชนิดหนัก (Heavy Hydrocarbon) น้ำมันและไขมันชนิดนี้ ประกอบด้วยน้ำมันดิบ, น้ำมันดีเซล, Slop Oil, รวมทั้งน้ำมันแอสฟัลท์ที่ใช้ลาดถนน
- 3) น้ำมันหล่อลื่น และ Cutting Fluid น้ำมันและไขมันชนิดนี้แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ น้ำมันอิสระ เช่น น้ำมันและไขมันหล่อลื่นชนิดต่างๆ
- 4) น้ำมันที่กลายเป็นอิมัลชันได้ (Emulsifiable Oil) เช่น Cutting Oil, Rolling Oil รวมทั้งสบู่ และไขมันต่างๆ
- 5) น้ำมันและไขมันจากพืชและสัตว์ น้ำมันและไขมันชนิดนี้มักได้จากกระบวนการผลิตอาหารและวัสดุธรรมชาติ

3.3.1.2 ลักษณะของน้ำมันในน้ำเสีย (น้ำเสียที่มีน้ำมัน) น้ำเสียที่มีน้ำมันสามารถแบ่งออกได้ 4 ประเภท คือ

- 1) น้ำมันละลายน้ำ โดยทั่วไปมักคิดว่าน้ำมันไม่ละลายน้ำ แต่ที่จริงแล้วน้ำมันสามารถละลายน้ำได้ ความสามารถในการละลายน้ำขึ้นอยู่กับลักษณะสมบัติประจำตัวของน้ำมัน ไฮโดรคาร์บอนที่ระเหยได้ง่าย (มักมีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ) มักละลายน้ำได้ดี โมเลกุลที่ไม่อิ่มตัว โดยเฉพาะอย่างยิ่งไฮโดรคาร์บอนที่มีวงแหวนเบนซินจะละลายน้ำได้ดี ตัวอย่าง เช่น น้ำมันเบนซินละลายน้ำได้ถึง 1,650 มิลลิกรัม/ลิตร ดังตารางที่ 3-1

อาจสรุปได้ว่า ไฮโดรคาร์บอนที่มีโพลาริตีสูงและน้ำหนักโมเลกุลต่ำจะละลายน้ำได้ดี น้ำมันละลายน้ำมักมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า แต่อาจจะรับรู้ได้ด้วยการดม หรือการชิม นอกจากนี้ยังพบว่าน้ำมันละลายน้ำมักเป็นพิษและเป็นต้นเหตุของมะเร็ง น้ำเสียใหม่ๆ จากแหล่งกำเนิดอาจพบน้ำมันละลายได้มาก แต่เมื่อน้ำเสียไหลเข้าระบบบำบัดน้ำเสียผ่านเครื่องสูบน้ำแบบหยอโขง น้ำมันละลายมักถูกใบพัดของเครื่องสูบบดอัดจนเกิดเป็นน้ำมันอิมัลชัน

ตารางที่ 3-1 ความสามารถในการละลายน้ำของไฮโดรคาร์บอนแบบ Straight Chain และ Cyclic

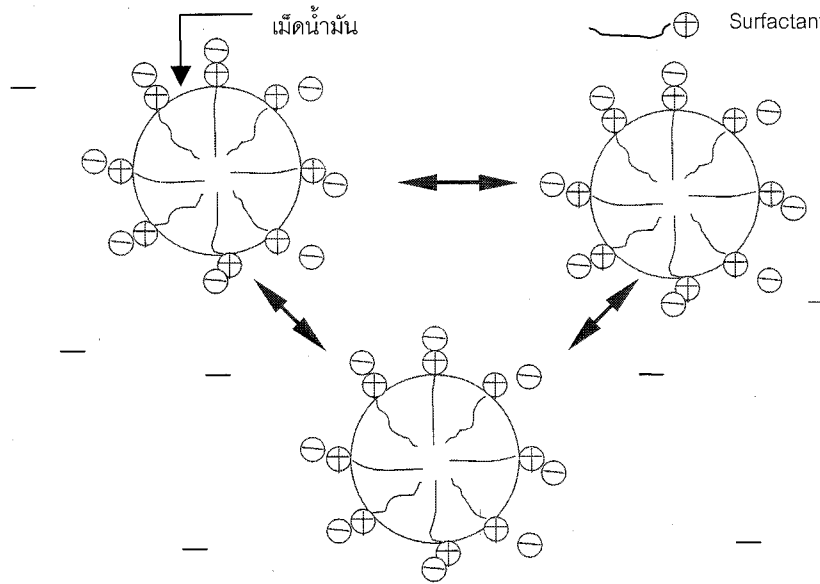
ชนิดของไฮโดรคาร์บอน	ความสามารถในการละลายน้ำ (มก./ล.)
Straight Chain, C8	
n-Octane	0.66
Octene-1	2.7
Octyne-1	24
Straight Chain, C6	
n-Hexane	9.5
Hexene-1	50
Hexyne-1	360
Cyclic C6	
Cyclohexane	55
Cyclohexene	213
Benzene	1,650

2) น้ำมันในรูปอิมัลชัน เป็นน้ำมันที่อยู่ในรูปอนุภาคขนาดเล็ก คล้ายคอลลอยด์ ดังนั้นจึงมองเห็นเป็นความขุ่นในน้ำ น้ำมันละลายน้ำอาจกลายเป็นอิมัลชันได้เมื่อถูกกระทำด้วยแรงภายนอก เช่น ถูกบดอัด เป็นต้น ขนาดของเม็ดน้ำมันมีตั้งแต่เล็กกว่า 20 ไมครอนจนถึงขนาดใหญ่กว่า 100 ไมครอน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประเภทของไฮโดรคาร์บอน ไฮโดรคาร์บอนที่มีแรงดึงดูดต่ำ ในกระบวนการกลั่นน้ำมัน จะพบได้ทั้งน้ำมันอิสระและน้ำมันอิมัลชัน ตัวอย่างเช่น ในกระบวนการกำจัดสารละลายเกลือแร่ออกจากน้ำมันดิบ (Crude Oil Desalting) จะต้องล้างน้ำมันดิบด้วยน้ำ

=====

(ประมาณ 5 %ของน้ำมัน) และมีการกวนผสมกัน เป็นผลทำให้เกิดอิมัลชันที่ต้องกำจัดทิ้ง หรือ การกลั่นแบบใช้ไอน้ำ น้ำควบแน่นที่เกิดขึ้นเป็นน้ำเสียที่มีอิมัลชันซึ่งเกิดจากความร้อน เมื่อน้ำมันมี ขนาดเล็กมากเพียงไม่กี่ไมครอน และมีสีขาวขุ่นคล้ายสีของนํ้านม สำหรับการกลั่นซึ่งใช้วิธีลด ความดันด้วยการฉีดไอน้ำผ่าน Ejector จะพบน้ำมันที่ระเหยง่ายผสมมากับไอน้ำ ส่วนน้ำเสียที่มี น้ำมันอิสระ (น้ำมันละลายหรือฟิล์มน้ำมัน) เกิดจากการระบายน้ำทิ้งจากก้นถังน้ำมันดิบ น้ำ อับเฉาเรือขนน้ำมัน เป็นต้น ในกรณีน้ำมันละลายน้ำเป็นฟิล์ม น้ำมันอิสระอาจกลายเป็นอิมัลชัน เมื่อถูกสูบลผ่านเครื่องสูบน้ำแบบหอยโข่ง ใบพัดของเครื่องสูบน้ำแบบหอยโข่ง ใบพัดของเครื่องสูบล น้ำจะบดตदनํ้ามันทำให้เกิดอิมัลชัน จึงมักพบว่าน้ำเสียมีเมื่อน้ำมันแบบอิมัลชันเสมอ เนื่องจากมี การใช้เครื่องสูบน้ำ ณ ตำแหน่งต่างๆ ของโรงงานอุตสาหกรรมหรือภายในระบบบำบัดน้ำเสีย การ กำจัดน้ำมันอิมัลชันออกจากน้ำเสียสามารถกระทำได้ด้วยวิธีที่คล้ายกับการกำจัดตะกอน แหวนลอยหรือคอลลอยด์ เช่นการตกตะกอนที่ใช้หรือไม่ใช้โคแอกกูเลชัน เป็นต้น

ในโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท มีการใช้สารซักฟอกหรือ Surfactant ในงาน ขำระล้างน้ำมันหรืองานอื่นๆ ลักษณะของน้ำมันที่พบในน้ำจึงอาจมี Surfactant อยู่ด้วย เมื่อน้ำมัน อิมัลชันเป็นเมื่อน้ำมันมีความคงตัวมาก คือ สารซักฟอกทำให้เมื่อน้ำมันมีประจุชนิดเดียวกัน (อาจ เป็น+หรือ-ก็ได้) และลดแรงตึงผิวของเมื่อน้ำมัน ทำให้อนุภาคมีขนาดเล็กมาก (มักเล็กกว่า 20 ไมครอน) รูปที่ 3-1 อธิบายความคงตัวที่เกิดจากสารซักฟอก หรือ Surfactant มักเป็นโมเลกุล โพลาร์ขนาดใหญ่ ส่วนหนึ่งของโมเลกุลละลายได้ดีในน้ำ และอีกส่วนหนึ่งละลายดีในน้ำมัน ดูรูป จะเห็นส่วนหางของผงซักฟอกจุ่มอยู่ในเมื่อน้ำมันและมีส่วนหัวอยู่ในน้ำ ส่วนที่ละลายในน้ำมักเป็น กลุ่ม Carboxyl ($\text{COO}^- \text{Na}^+$) กลุ่มซัลเฟต ($\text{SO}_4^- \text{Na}^+$) กลุ่มไฮดรอกซิล (OH^-) หรือกลุ่มซัลโฟเนต ($\text{SO}_3^- \text{Na}^+$) จะเห็นว่าผงซักฟอกทำให้เมื่อน้ำมันมีประจุบวกที่ผิว ลักษณะเช่นนี้ทำให้เมื่อน้ำมันมี ความคงตัวเนื่องจากประจุบวกจะผลัดกันทำให้เมื่อน้ำมันไม่สามารถรวมตัวเป็นเม็ดใหญ่ซึ่งตก ตะกอนได้ง่าย



รูปที่ 3-1 ความคงตัวของเม็ดน้ำมันที่เกิดจากสารซักฟอก

3) น้ำมันลอยบนผิวน้ำ (เป็นฟิล์ม) น้ำมันหรือไฮโดรคาร์บอนส่วนใหญ่ก็มีความหนาแน่นต่ำกว่าน้ำ จึงเป็นเรื่องปกติที่จะพบว่ามีน้ำมันลอยอยู่เหนือน้ำเป็นฝ้าหรือเป็นฟิล์ม ซึ่งขวางกั้นการถ่ายเทออกซิเจนหรือรังแสง น้ำมันปริมาณเล็กน้อยก็สามารถสร้างฟิล์มปิดพื้นที่ผิวน้ำได้มากมาย เนื่องจากฟิล์มเหล่านี้มักเป็นโมเลกุลเดี่ยว โดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำมันที่มีความหนืดต่ำ

3.3.2 โลหะหนัก

โลหะหนักที่พบมากในน้ำเสียอุตสาหกรรม ได้แก่ Pb^{2+} , Zn^{2+} , Fe^{2+} , Ni^{2+} , Cr^{2+} , Mn^{2+} , Cd^{2+} , Cu^{2+} โลหะหนักที่พบในน้ำเสียจะอยู่ในรูปไอออนประจุบวก ที่มีวาเลนซ์ = 2 ซึ่งสามารถทำให้ออกซิเดชันเป็นสารประกอบไฮดรอกไซด์ (OH) หรือ คาร์บอเนต (CO_3) หรือซัลไฟด์ ยกเว้นโครเมียมที่มักพบในรูป +6 (Cr^{6+} จะมีสีเหลือง ส่วน Cr^{3+} จะมีสีเขียว) Cr^{6+} ไม่สามารถตกผลึกได้ และต้องรีดิวซ์ให้เป็น Cr^{3+} จึงจะทำให้ตกผลึกได้ โรงงานอุตสาหกรรมที่มีโลหะหนักในน้ำเสีย ได้แก่ โรงงานชุบโลหะ, โรงงานผลิตท่อเหล็ก, โรงงานแบตเตอรี่, โรงงานฟอกหนัง, โรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น

3.3.3 กระบวนการบำบัดน้ำเสียทางเคมี

กระบวนการบำบัดน้ำเสียทางเคมีเหมาะสมสำหรับน้ำเสียที่มีลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้

- * มีกรดหรือด่างสูงเกินไป (พีเอชต่ำหรือสูงเกินไป)
- * มีโลหะหนักที่เป็นพิษ เช่น สังกะสี ดีบุก ฯลฯ
- * มีสารแขวนลอยที่ตกตะกอนได้ยาก
- * มีสารประกอบอินทรีย์ละลายน้ำที่เป็นพิษ เช่น ซัลไฟด์
- * มีไขมันหรือน้ำมันละลายน้ำ

กระบวนการทางเคมีที่ใช้บำบัดน้ำเสีย ได้แก่ โคแอกกูเลชัน (Coagulation) การตกตะกอนผลึก (Precipitation) การทำให้เป็นกลาง (Neutralization) การแลกเปลี่ยนไอออน (Ion Exchange) และ ออกซิเดชัน-รีดักชัน (Oxidation-Reduction) ซึ่งจะกล่าวถึงเฉพาะบางกระบวนการที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

3.3.3.1 กระบวนการโคแอกกูเลชัน (Coagulation) และฟล็อกคูเลชัน (Flocculation)

1) คำจำกัดความของโคแอกกูเลชัน (Coagulation)

มาจากภาษาละตินว่า Coagulare ซึ่งหมายความว่า “to drive together” คือ การเข้ารวมกัน กระบวนการนี้อาจกล่าวถึงผลซึ่งเกิดจากการเติมสารเคมีลงในน้ำที่มีสารห้อยแขวนอยู่ ทำให้การอยู่ตัวของอนุภาคถูกทำลายไป โดยการลดแรงให้อนุภาคที่อยู่ห่างกันเสีย เนื่องจากการตกตะกอนทางเคมีเกิดขึ้นโดยการเติมสารเคมีที่เหมาะสม ซึ่งจะทำให้อนุภาคต่างๆ เข้ามาเกาะกัน เมื่อสารเคมีสัมผัสกับอนุภาคต่างๆ ฉะนั้น ในการผสมอย่างรวดเร็วจึงเป็นสิ่งที่สำคัญมาก ที่จะทำให้การกระจายของสารเคมีเป็นไปได้อย่างดี และเป็นการเพิ่มโอกาสที่จะทำให้อนุภาคต่างๆ มาเจอกัน กระบวนการนี้จะเกิดขึ้นในระยะเวลาย่นสั้น อาจจะน้อยกว่าวินาที ผลที่ได้คือ เกิดอนุภาคที่มีขนาดใหญ่ขึ้น

หลังจากการสูญเสียการอยู่ตัว (Destabilized) ของคอลลอยด์แล้วก็จะถึงขั้นที่ 2 คือการเกิดกลุ่มปุยหรือที่เรียกว่า Flocculation คำนี้มาจากภาษาละตินว่า Flocculare แบบว่า “to from a floc” หรือการเกิดปุยซึ่งมีลักษณะคล้ายกับขนสัตว์เป็นปุย Coagulation เกิดจาก Electrostatic หรือ Interionic Force แต่ Flocculation เกิดโดย Chemical Bridging Mechanism ซึ่ง Flocculation เกิดโดยการผสมเบาๆ และใช้เวลานานเพื่อจะเปลี่ยนอนุภาคจากชิ้นเล็กๆ ให้เป็นชิ้นใหญ่ ซึ่งมองเห็นได้ และตกตะกอนอย่างรวดเร็ว

กระบวนการที่ทำให้เกิดขึ้นเมื่อเติมสารเคมีลงไปใต้น้ำหรือน้ำโสโครก เพื่อทำลายประจุลบของอนุภาคคอลลอยด์ทำให้เกาะกันเป็นอนุภาคใหญ่ เพื่อเร่งอัตราเร็วของการตกตะกอนให้เร็วยิ่งขึ้น เรียกว่า การตกตะกอนทางเคมี (Chemical Coagulation) และเรียกสารเคมีที่เติมลงไปว่าตัวทำให้ตกตะกอน (Coagulant หรือ Flocculating agent)

2) หลักการของกระบวนการโคแอกกูเลชัน (Coagulation)

อนุภาคขนาดเล็ก ซึ่งเรียกว่าอนุภาคคอลลอยด์ โดยทั่วไปมีขนาดของอนุภาคอยู่ในช่วง 10^6 จนนถึง 10^3 มม. เนื่องจากมีขนาดเล็กจึงไม่สามารถตกตะกอนได้ด้วยตัวเองในเวลาที่ยอมรับได้ นอกจากนี้อนุภาคคอลลอยด์เมื่ออยู่ในน้ำจะมีประจุประจําตัว โดยพวกที่ชอบน้ำ (Hydrophilic) จะมีประจุบวก เช่น สารอินทรีย์, สบู่ หรือสารจําพวก Detergent ส่วนพวกที่ไม่ชอบน้ำ (Hydrophobic) มักมีประจุเป็นลบ เช่น อนุภาคของดินเหนียว และเนื่องจากอนุภาคดังกล่าวมีประจุ ทำให้อนุภาคที่มีประจุชนิดเดียวกันเกิดแรงผลักรันระหว่างอนุภาค ทำให้อนุภาคเหล่านั้นมีความเสถียรสูง

จึงมีการนำหลักการของกระบวนการโคแอกกูเลชันมาใช้ ซึ่งเป็นกระบวนการประสานคอลลอยด์ คือ การเติมสารโคแอกกูแลนต์ (Coagulant) เช่น สารส้ม (Aluminum Sulfate $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$) ลงไปใต้น้ำเสียทำให้คอลลอยด์หลายๆ อนุภาคจับตัวกันเป็นกลุ่ม เรียกว่า ฟล็อก (Floc) จนมีน้ำหนักมากและสามารถตกตะกอนลงมาได้รวดเร็ว สารโคแอกกูแลนต์ทำหน้าที่เสมือนเป็นตัวประสานให้อนุภาคมารวมตัวกันเป็นฟล็อก

ส่วนประกอบสำคัญของกระบวนการโคแอกกูเลชันมี 2 ส่วน คือ ดังกวนเร็ว และ ดังกวนช้า ดังกวนเร็วเป็นที่เติมสารเคมีและเป็นทางเข้าของน้ำเสีย สารเคมีและน้ำเสียจะผสมกันทันทีอย่างรวดเร็วในถังนี้ ส่วนดังกวนช้าเป็นที่สำหรับกระบวนการสร้างฟล็อก (Flocculation) ที่เกิดจากการรวมตัวของอนุภาคคอลลอยด์ เพื่อนำไปตกตะกอนในถังตกตะกอนซึ่งอยู่ตามหลังดังกวนช้า หรือ อาจอยู่รวมในถังเดียวกับดังกวนช้า อนุภาคคอลลอยด์ที่ไม่ถูกบําบัดโดยดังกวนช้า จะถูกส่งไปบําบัดในถังกรอง น้ำที่ออกจากถังกรองจึงมีความใสสูงมาก

นอกจากนี้ยังสามารถเติมสารจําพวกโคแอกกูแลนต์เอ็ด (Coagulant aid) ซึ่งเป็นสารเคมีประเภท Polyelectrolyte ซึ่งเป็นสาร Polymer ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง โดยโคแอกกูแลนต์เอ็ดจะทำหน้าที่เป็นสะพานเชื่อมระหว่างอนุภาค หรือฟล็อกขนาดใหญ่ และตกตะกอนได้ง่าย สาร

=====

Polyelectrolyte ที่ใช้ในกระบวนการโคแอกกูเลชัน (Coagulation) มีอยู่ 3 ประเภท คือ โพลีเมอร์ประจุบวก (Cationic Polymer), โพลีเมอร์ประจุลบ (Anionic Polymer) และโพลีเมอร์ไม่มีประจุ (Non-ionic Polymer)

ดังนั้นจะสามารถสรุปการทำให้อนุภาคต่างๆ รวมตัวกัน และจับกับเป็นก้อนจะมี 2 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 ทำลายเสถียรภาพ (Destabilization) ของคอลลอยด์ โดยกลไกวิธีใดวิธีหนึ่งดังนี้

1.1) กลไกลดความหนาของชั้นกระจาย (Diffuse Layer) โดยการเพิ่มประจุตรงข้ามกับคอลลอยด์ในชั้นกระจายให้มากขึ้น ซึ่งจะทำให้ค่าศักย์ไฟฟ้า (Zeta Potential) ที่ผิวนอกสุดของน้ำลดตามไปด้วย การทำลายเสถียรภาพโดยการลดความหนาของชั้นกระจายด้วยการเติมสารละลายของเกลือต่างๆ มีข้อที่น่าสนใจดังนี้

(ก) ปริมาณสารตัวนำไฟฟ้า (ที่มีไอออนประจุบวก) ที่เติมเพื่อทำลายเสถียรภาพของคอลลอยด์ ด้วยวิธีลดความหนาของชั้นกระจาย ไม่ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของคอลลอยด์

(ข) ไม่ว่าจะเติมไอออนบวกมากเพียงใด ก็จะไม่สามารถทำให้คอลลอยด์เปลี่ยนประจุไฟฟ้าจากลบเป็นบวก (Charge Reversal)

1.2) กลไกดูดติดผิวและทำลายประจุของอนุภาคคอลลอยด์ (Adsorption and Charge Neutralization) โดยใส่สารเคมีบางหมู่ที่ความสามารถให้ประจุตรงกันข้ามกับอนุภาคคอลลอยด์ และดูดติดผิวได้ ซึ่งจะมีผลในการลดศักย์ไฟฟ้าของคอลลอยด์ ซึ่งเป็นการทำลายเสถียรภาพนั่นเอง

1.3) กลไกการสร้างผลึกขึ้นมาเพื่อให้อนุภาคคอลลอยด์มาเกาะจับ (Sweep Coagulation) เช่น การใส่สารส้มให้เกิดผลึก $Al(OH)_3$ เหมือนวุ้นสีขาว เพื่อให้อนุภาคมาเกาะแล้วรวมกันเป็นฟล็อก ได้กลไกการใช้ผลึกสารอินทรีย์ในการทำลายเสถียรภาพของคอลลอยด์มีลักษณะที่แตกต่างจากกลไก 2 แบบแรกคือ ปริมาณโคแอกกูเลชันที่เหมาะสม (Optimum Dosage) แปรผกผันกับความเข้มข้นของคอลลอยด์กล่าวคือ น้ำที่มีความขุ่นน้อยต้องให้โคแอกกู-

=====

=====

แลนที่จำนวนมากจึงจะเกิดโคแอกกูเลชันที่ดี ในทางตรงกันข้ามน้ำที่มีความขุ่นสูงอาจใช้โคแอกกู-แลนที่น้อยกว่า เหตุผลคือ น้ำที่มีความขุ่นต่ำจะโอกาสสัมผัสอนุภาคน้อย ดังนั้นแม้ว่าการทำลายเสถียรภาพจะเกิดขึ้นแล้วก็ตาม โคแอกกูเลชันอาจขึ้นได้ไม่เต็มที่ควร การใช้โคแอกกูแลนที่ปริมาณสูงก็เพื่อสร้างผลึกจำนวนมากๆ สำหรับเป็นสารเป่าสัมผัสให้กับอนุภาคคอลลอยด์ แต่กรณีที่น่ามีความขุ่นสูง โอกาสสัมผัสย่อมมีมาก จึงไม่จำเป็นต้องอาศัยเป่าสัมผัสจากภายนอกเท่ากับกรณีแรก

1.4) กลไกสร้างสะพานเชื่อมต่ออนุภาคคอลลอยด์ โดยใช้สารโพลีเมอร์ที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ เพื่อใส่ลงในน้ำจะให้ก้อนเป็นจำนวนมากเพื่อเกาะจับกับอนุภาคคอลลอยด์ และยังมีแขนเชื่อมติดกับอนุภาคคอลลอยด์ตัวอื่นๆ เพื่อทำให้เกิดฟล็อก

ขั้นตอนที่ 2 ทำให้อนุภาคคอลลอยด์หมดเสถียรภาพ แล้วเคลื่อนที่มาสัมผัสและเกาะจับกันเป็นกลุ่มก้อน หรือฟล็อกคูลชัน (Flocculation) วิธีสร้างสัมผัสให้กับอนุภาคคอลลอยด์มีหลายวิธี

2.1) ทำให้อนุภาคคอลลอยด์เคลื่อนที่ไปมาในน้ำ จนกว่าจะมีการสร้างสัมผัสเกิดขึ้น วิธีปฏิบัตินี้เป็นที่นิยมมากที่สุด คือ กวนน้ำให้เคลื่อนที่ในลักษณะที่ส่วนต่างของน้ำ มีอัตราเร็วในการไหลแตกต่างกันเป็นเหตุให้อนุภาคต่างๆ มีอัตราการเร็วในการเคลื่อนที่ไม่เท่ากันจึงมีการสัมผัสเกิดขึ้น การเคลื่อนที่ของน้ำต้องไม่เร็วจนเกินไป มิฉะนั้นแล้วฟล็อกที่เกิดขึ้นอาจแตกหรือหลุดออกจากกันได้ วิธีนี้เป็นวิธีธรรมดาที่นิยมใช้กันทั่วไป ซึ่งอุปกรณ์ในการสร้างสัมผัสแบบนี้มีชื่อเทคนิคว่า Orthokinetic Flocculation อนุภาคคอลลอยด์ที่มีฟล็อกคูลชันแบบนี้ควรมีขนาดใหญ่กว่า 0.1-1 ไมครอน มีความเข้มข้นไม่น้อยกว่า 50 มิลลิกรัม/ลิตร ในทางปฏิบัติอนุภาคที่ขนาดดังกล่าวอาจเกิดฟล็อกคูลชันมาก่อนแล้วครั้งหนึ่ง เมื่อมาถึงการตกตะกอนจึงเกิดฟล็อก-คูลชันอีกในขณะที่มีการตกตะกอน

2.2) การสัมผัสของอนุภาคคอลลอยด์ อาจเกิดขึ้นได้เองโดยอาศัยการเคลื่อนที่แบบบราวเนียน ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากอนุภาคคอลลอยด์กระทบกันเองหรือถูกชนโดยโมเลกุลของน้ำ เนื่องจากการเคลื่อนที่ของโมเลกุลของน้ำขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ การสัมผัสแบบนี้จึงขึ้นอยู่กับอุณหภูมิด้วย จึงอาจกล่าวได้ว่าการเคลื่อนที่แบบบราวเนียน เรียกว่า Perikinetic Flocculation

=====

2.3) การสัมผัสระหว่างอนุภาคเกิดขึ้น เนื่องจากการตกตะกอนที่มีอัตราไม่เท่ากันของอนุภาคต่างๆ ฟล็อกคูเลชันด้วยวิธีนี้เกิดขึ้นพร้อมๆ กับการตกตะกอน ทำให้สามารถกำจัดอนุภาคคอลลอยด์ออกจากน้ำได้โดย อนุภาคที่สามารถสร้างฟล็อกคูเลชันแบบนี้ได้ต้องมีขนาดใหญ่กว่า 5 ไมครอน และมีความเข้มข้นไม่น้อยกว่า 50 มิลลิกรัม/ลิตร ในทางปฏิบัติอนุภาคที่มีขนาดดังกล่าวอาจเกิดฟล็อกคูเลชันมาก่อนแล้วครั้งหนึ่ง เมื่อมาถึงการตกตะกอนจึงเกิดฟล็อกคูเลชันอีกในขณะที่มีการตกตะกอน

2.4) ในกรณีที่อนุภาคที่มีอนุภาคคอลลอยด์มีขนาดใหญ่กว่า 0.1-1 ไมครอน แต่เล็กกว่า 5 ไมครอน และมีความเข้มข้นน้อยกว่า 50 มิลลิกรัม/ลิตร ฟล็อกคูเลชันอาจเกิดขึ้นโดยการสร้างสัมผัสแบบ Orthokinetic Flocculation แต่อาจเกิดขึ้นช้า เนื่องจากโอกาสสัมผัสน้อย วิธีนี้อาจกระทำดังนี้

(ก) ใช้ถังกรองทรายแบบกรองเร็วหรือถังกรองแบบ 2 ชั้น ชั้นกรองช่วยเพิ่มอัตราสัมผัสให้ และยังบังคับให้อนุภาคต่างๆ เคลื่อนที่เข้ามาชิดกันด้วย การใช้ถังกรองสร้างฟล็อกคูเลชันเช่นนี้ เรียกว่ากรองสัมผัส (Contact Filtration) แต่เนื่องจากช่องว่างในชั้นกรองมีจำนวนจำกัด วิธีนี้จึงใช้ได้กับอนุภาคที่มีความเข้มข้นไม่เกิน 50 มิลลิกรัม/ลิตร การใช้กรวดขนาดเล็กแทนทรายอาจเพิ่มปริมาตรช่องว่างได้ แต่เป็นการลดพื้นที่สัมผัส ดังนั้นจึงอาจได้ผลในการฟล็อกคูเลชันไม่ดีเท่าชั้นทราย

(ข) ใช้อนุภาคที่จับตัวกันเป็นฟล็อกแล้วเป็นเป้าสัมผัสให้อนุภาคใหม่ ในทางปฏิบัติที่สามารถกระทำได้ 2 วิธีคือ ทำให้ฟล็อกจับตัวกันเป็นฟล็อกสลัดจ์ (Sludge Blanket) และบังคับให้อนุภาคคอลลอยด์เคลื่อนที่ผ่านชั้นสลัดจ์ อีกวิธีหนึ่ง คือเอาฟล็อกกลับมาสวมกับอนุภาคคอลลอยด์ จากนั้นจึงสร้างสัมผัสตามแบบ Orthokinetic Flocculation ไปตามปกติ การใช้ถึงตกตะกอนแบบ Solids Contact Clarifier ก็ใช้หลักการนี้

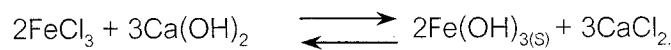
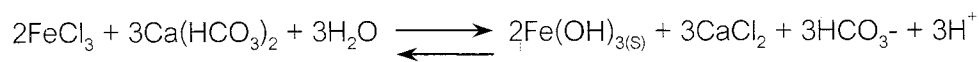
2.5) ในกรณีที่อนุภาคคอลลอยด์มีขนาดใหญ่กว่า 3 ไมครอน แต่มีความเข้มข้นต่ำ การสร้างสัมผัสอาจใช้วิธีกรองได้เช่นกัน แต่สารกรองที่ใช้ควรมีขนาดใหญ่กว่าทราย

3) กลไกโคแอกกูเลชันด้วยเฟอริกคลอไรด์

เฟอริกคลอไรด์ (Ferric chloride) มีสูตรทางเคมีว่า $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ หรือ $FeCl_3$ anhydrous มีลักษณะเป็นผลึกสีน้ำตาลหรือเหลือง เป็นเม็ดสีขาวหรือดำ และมีรูปสารละลายสี

น้ำตาลแกมเหลือง ปกติจะละลายน้ำได้ดี และเมื่อเติมน้ำดิบในรูปของสารละลาย สารละลายจะมีฤทธิ์เป็นกรดและกัดกร่อน ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นจะได้ตะกอนเฟอร์ริกไฮดรอกไซด์ ($\text{Fe}(\text{OH})_3$)

เฟอร์ริกคลอไรด์เป็นสารเคมีที่แตกตัวในน้ำ รูปแบบของสารประกอบเหล็กเมื่อละลายน้ำนั้นจะมีประจุบวก สามารถทำให้เป็นกลางได้โดยใช้ประจุลบ ที่เกิดจากของแข็งในน้ำ ตะกอน ด้วยเหตุนี้จึงเป็นสาเหตุของการรวมกลุ่มของตะกอนเฟอร์ริกคลอไรด์ จะทำปฏิกิริยากับ Bicarbonate alkalinity ในน้ำตะกอน และเปลี่ยนรูปเป็นเหล็กไฮดรอกไซด์กับ Bicarbonate alkalinity ดังนี้



การสร้างโคแอกกูเลชันด้วยสารส้มไม่อาจได้ผลดีมากนักกับน้ำอ่อนที่มีสีเข้มกรณีเช่นนี้ เฟอร์ริกคลอไรด์ให้ผลดีกว่า เมื่อเติมเฟอร์ริกคลอไรด์ให้กับน้ำ จะมีผลเหล็กไฮดรอกไซด์เกิดขึ้น ดังนี้



ข้อดีอีกประการหนึ่งของสารเคมีชนิดนี้ คือ สามารถสร้างโคแอกกูเลชันกับน้ำที่มี H_2S ได้ดี เฟอร์ริกคลอไรด์จะทำหน้าที่เป็นสารสร้างตะกอนในกระบวนการตกตะกอนได้ทั้ง 2 ขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 1 Coagulation เฟอร์ริกคลอไรด์นี้จะทำหน้าที่สะเทินประจุบนผิวของอนุภาคต่างๆ ทั้งที่แขวนลอยและละลายอยู่ในน้ำให้กลายเป็นกลางโดยการดูดซับประจุ และทำปฏิกิริยากับประจุบนผิวของอนุภาคนั้นๆ ซึ่งเป็นผลให้แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคอ่อนลง และอนุภาคมีขนาดใหญ่ขึ้นเกิดเป็นตะกอนเล็กๆ ขนาดระหว่าง 10^{-9} – 10^{-7} ม.

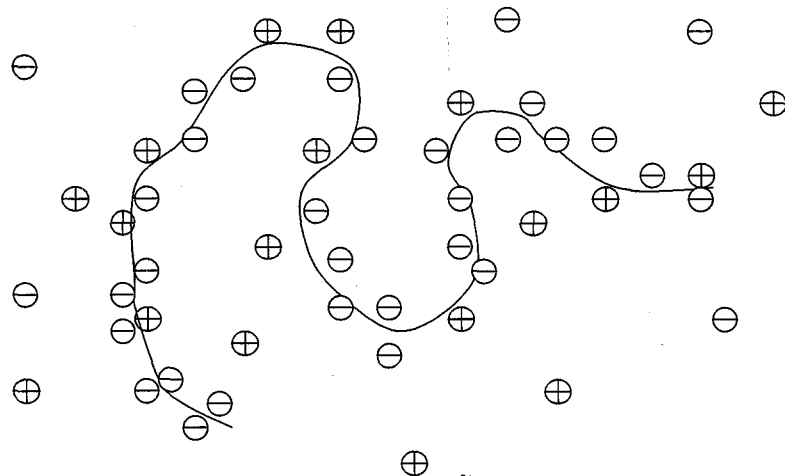
ขั้นตอนที่ 2 Flocculation เฟอร์ริกคลอไรด์จะทำหน้าที่รวมตะกอนเล็กๆ ซึ่งเกิดขึ้นจากขั้นตอนที่ 1 ให้เป็นตะกอนที่มีขนาดใหญ่ขึ้น ขนาดมากกว่า 10^{-7} ม. ซึ่งถือว่าเป็นขนาดของตะกอนที่ใหญ่และหยาบทำให้ง่ายต่อกระบวนการแยกตะกอนออกจากน้ำในกระบวนการต่อไป

4) การใช้สารช่วยสร้างตะกอน (Coagulation Aid)

โพลีเมอร์สามารถแบ่งได้อย่างกว้างๆ 2 ชนิด คือ

4.1) โพลีเมอร์ที่ได้จากธรรมชาติใช้ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำมีหลายชนิด เช่น เซลลูโลส (Cellulose) เจลาติน (Gelatin) และแป้ง (Starch) เป็นต้น

4.2) โพลีเมอร์ที่ได้จากการสังเคราะห์ ในปี ค.ศ.1979 ได้มีการสังเคราะห์โพลีเมอร์ขึ้นอย่างสมบูรณ์ และนิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง Polyacrylamide ที่สร้างขึ้นจาก Monomer ที่รวมกันเป็นสายโซ่ยาวจำนวนโมเลกุลจะประกอบด้วยน้ำหนักโมเลกุลในปริมาณเป็นล้านหน่วย แสดงดังภาพที่ 3-2



รูปที่ 3-2 แสดงรูปร่างโพลีเมอร์ประกอบด้วยน้ำหนักโมเลกุลในปริมาณล้านหน่วย

องค์ประกอบและรูปแบบทางด้านกายภาพของโพลีเมอร์มีรูปร่างเป็นโซ่ยาว (Long Chain) เป็นสารเคมีชนิดพิเศษ สามารถสังเคราะห์ขึ้นได้อย่างสมบูรณ์จาก Monomers หลายๆ อันรวมกันหรือสามารถทำได้จากการเพิ่มสารเคมีลงไป เพื่อเพิ่มหน้าที่ของ Monomers ซึ่งเป็นตัวแบ่งประเภทของโพลีเมอร์ที่เกิดขึ้น ดังนั้น Monomer จึงเป็นส่วนประกอบหนึ่งของโพลีเมอร์ แขนของ Monomer ค่อนข้างกว้างจึงใช้ในการสังเคราะห์สารอินทรีย์โพลีเมอร์ เช่น Acrylamide สารอินทรีย์สังเคราะห์โพลีเมอร์ สามารถแบ่งเป็นชนิดต่างๆ ดังนี้

4.2.1) Cationic Polymer มีประจุบวกบนส่วนของสารอินทรีย์ ระดับของประจุบนโพลีเมอร์ขึ้นอยู่กับจำนวนอิออนของ Nitrogen Groups มีประสิทธิภาพสูงในการปรับ

สภาพตะกอนซึ่งมีประจุลบ ตัวอย่าง Cationic Polymer เช่น Polydiallyldimethyl Ammonium (PDADMA, cat-floc) สารรวมตะกอน Polyacrylamide ประเภท Cationic เตรียมได้โดยการเปลี่ยนแปลงรูปแบบสารเคมีชนิด Non-Ionic polyacrylamide หรือเป็นการรวม Cationic Monomer ด้วย Acrylamide Polymer ชนิด Cationic Polymer จะนิยมใช้ในงานปรับสภาพตะกอน เนื่องจากของแข็งในน้ำตะกอนสดนั้นมีประจุลบ

4.2.2) Anionic Polymer มีประจุลบบนส่วนที่เป็นสารอินทรีย์ จำนวนประจุลบขึ้นอยู่กับจำนวนกลุ่มของ Acrylamide ที่ละลายอยู่ใน Acrylic Acid ชนิดของ Anionic Polymer เช่น Polyacrylamide Acid (PAA), Hydrolyzed Polyacrylamide (HPAM) และ Polystyrene Sulfate (PSS) สารรวมตะกอน Polyacrylamide ประเภท Anionic มีประจุไฟฟ้าเป็นลบเมื่อละลายน้ำและทำให้เกิดกลุ่ม Amide Group (NH_2) หรือเกิดจากการรวมกลุ่มของ Anionic Monomer จนเป็น Acrylamide Polymer

4.2.3) Nonionic Polymer ไม่ละลายน้ำแต่มีประสิทธิภาพในการเชื่อมอนุภาคของตะกอนให้เกิดการรวมกลุ่มกันได้ดีในทางปฏิบัติ Nonionic Polymer อาจเกิดจากการรวมกันของสารอนินทรีย์โพลีเมอร์ (Inorganic polymer) และสารอินทรีย์โพลีเมอร์ (Organic Polymer) ซึ่งจะเพิ่มความแข็งแรงของ floc

โครงสร้างในรูปสารละลายของสารอินทรีย์โพลีเมอร์เมื่อละลายน้ำจะเปลี่ยนเป็นสารละลาย ซึ่งจะเปลี่ยนแปลงตามความหนืด ค่าความหนืด (Viscosity) ขึ้นอยู่กับน้ำหนักโมเลกุลและระดับของประจุไฟฟ้าที่การเจือจางมากๆ โมเลกุลจะยืดแขนออก เพราะว่าผลของการผลัดจึงทำให้เกิดการประชิดตามความยาวของสายโพลีเมอร์ที่ความเข้มข้นปกติ สายโซ่ที่ยาวของโพลีเมอร์ประจุลบ สันนิษฐานว่ามีรูปร่างคล้ายไส้ไก่ (ม้วนเป็นวง) แสดงดังภาพที่ 12 อย่างไรก็ตามเนื่องจากความยาวของสายโมเลกุลของโพลีเมอร์ค่อนข้างยาว ดังนั้นจึงไม่สามารถบอกตัวเลขของสายโพลีเมอร์ได้ทั้งหมด เมื่อโพลีเมอร์ละลายน้ำซึ่งประมาณโพลีเมอร์ความเข้มข้น 0.2 มิลลิกรัม/ลิตร จะมีสายโพลีเมอร์ประมาณ 120 ล้านสายต่อน้ำ 1 ลิตร

Morrow และ Rausch (1974) รายงานว่าโพลีเมอร์ประจุบวก (Cationic Polymer) สามารถใช้เป็น สารสร้างตะกอนที่เป็นสารอนินทรีย์ (Inorganic Coagulants) ให้แก่น้ำดิบที่มีความขุ่นสูงและต่ำได้เมื่อใช้ค่า G ในการกวนเร็วกว่า 400 วินาที¹ ทำให้ได้ตะกอนที่มีปริมาตรต่ำจึงง่ายต่อการนำไปกำจัด นอกจากนี้ตะกอนที่เกิดขึ้นจะหนัก และมีความหนาแน่นมากกว่าตะกอนที่เกิดขึ้น จากการใช้สารสร้างตะกอนที่เป็นสารอินทรีย์ จึงทำให้การตกตะกอนและ

การรวมตัวกันของตะกอนดีกว่า แต่ในการใช้โพลีเมอร์ในการกำจัดสีจะไม่ได้ผลที่ดีพอ และค่าความเป็นต่าง, ความกระด้าง, พีเอช และอุณหภูมิจะไม่มีผลต่อการทำงานของโพลีเมอร์

Kawamura (1976) รายงานว่าการที่นำโพลีเมอร์มาใช้เป็นสารสร้างตะกอนหรือสารช่วยเร่งให้ตกตะกอนกันอย่างมาก เนื่องจากการใช้โพลีเมอร์จะช่วยลดปริมาตรตะกอน ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการบำบัดน้ำได้ ทำให้ได้กลุ่มตะกอนที่มีขนาดเล็กและแน่น (Dense Floc) ตะกอนที่เกิดขึ้นจะมีน้ำเป็นองค์ประกอบน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับตะกอนที่เกิดจากการใช้สารส้มหรือเกลือเฟอริกคลอไรด์ ทำให้เกิดกลุ่มตะกอนที่รวดเร็วมากกว่าการใช้สารส้ม หรือเกลือของเหล็กเป็นสารสร้างตะกอน สะดวกในการใช้งานไม่มีความเป็นพิษและอันตรายต่อผู้ใช้ สามารถทำลายหรือลดสภาพความเป็นต่างน้อยกว่าการใช้สารส้ม หรือเกลือของเหล็กในการสร้างตะกอน ทำให้สารเคมีบางชนิด เช่น ซัลเฟต ตกค้างในน้ำในปริมาณที่น้อย

5) การควบคุมกระบวนการโคแอกกูเลชัน

ในการควบคุมกระบวนการโคแอกกูเลชัน จำเป็นต้องรู้ชนิดและปริมาณสารที่เหมาะสมตลอดจนสภาวะต่างๆ ที่เอื้ออำนวยต่อกลไกโคแอกกูเลชันซึ่งได้แก่ ระดับพีเอชของน้ำ ความเร็วแกรเดียนท์ และระยะเวลาในการกวนน้ำ ความก้าวหน้าของทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการโคแอกกูเลชันยังไม่สามารถจะใช้กำหนดและควบคุมตัวแปรต่างๆดังกล่าวแล้วได้อย่างสมบูรณ์ จึงได้มีผู้พยายามพัฒนาวิธีควบคุมโคแอกกูเลชัน นอกเหนือจากการทดลองจาร์เทสต์ ได้แก่วิธีการควบคุมโดยวัดศักย์ไฟฟ้า (Zeta Potential) การควบคุมโดยวิเคราะห์หาสารโคแอกกูแลนท์ที่เหลือ (Residual Coagulant Analysis) และการควบคุมโดยการหาความสามารถในการกรอง (Filterability) เป็นต้น ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะการทดลองจาร์เทสต์และการหาความสามารถในการกรอง

3.3.3.2 การตกตะกอนผลึก (Precipitation)

โลหะหนักที่พบในน้ำเสียและที่เป็นปัญหามักอยู่ในรูปของสารละลาย ทำให้ไม่สามารถบำบัดออกจากน้ำเสียได้ด้วยวิธีตกตะกอนหรือกรองเพียงลำพัง การกำจัดโลหะหนักจำเป็นต้องทำให้เกิดการตกตะกอนผลึกของแข็ง ซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่ทำให้ไอออนประจุบวกและลบรวมกันเป็นตะกอนของแข็งไม่ละลายน้ำเสียก่อน จากนั้นจึงทำให้ผลึกของแข็งรวมตัวกันเป็นกลุ่มก้อนหรือฟล็อก เพื่อให้สามารถแยกออกจากน้ำด้วยวิธีตกตะกอนและวิธีการกรอง ดังนั้นจึงเห็นได้ว่า

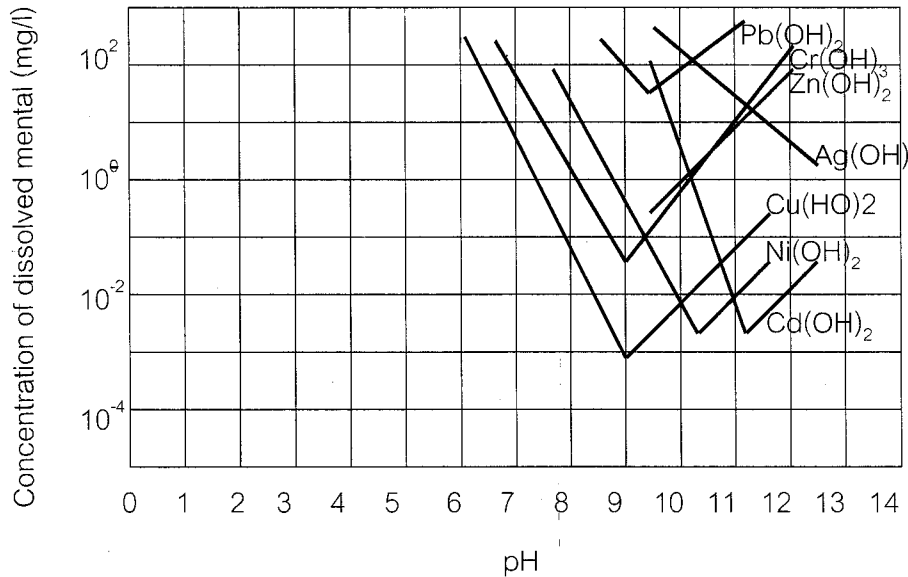
การกำจัดโลหะหนักต้องใช้วิธีการตกตะกอนผลึกร่วมกับวิธีโคแอกกูเลชันและตามด้วยวิธีตกตะกอนและวิธีกรอง

โลหะหนัก เช่น สังกะสี ทองแดง ตะกั่ว แคดเมียม ฯลฯ จะเป็นปัญหาเฉพาะกับน้ำเสียที่มีค่าพีเอชต่ำเนื่องจากโลหะหนักสามารถละลายน้ำได้ดีที่พีเอชต่ำ การเพิ่มค่าพีเอชจะทำให้ความสามารถในการละลายน้ำของโลหะหนักลดลงและสามารถตกผลึกได้ โลหะหนักแต่ละชนิดจะมีความสามารถในการละลายน้ำแตกต่างกัน ส่วนใหญ่แล้วโลหะหนักจัดเป็น Amphoteric กล่าวคือ โลหะหนักละลายน้ำได้น้อยที่สุดที่พีเอชช่วงหนึ่ง ดังนั้นการเติมสารเคมีประเภทต่าง เช่น โซดาไฟ หรือ ปูนขาว ให้กับน้ำเสียจนมีค่าพีเอชเพิ่มขึ้นถึงระดับที่เหมาะสมจะทำให้โลหะหนักตกตะกอนผลึกร่วมกับไอออนของไฮดรอกไซด์ (OH^-) ได้ จากนั้นจึงทำให้ผลึกของของแข็งรวมตัวกันเป็นฟล็อกด้วยกระบวนการโคแอกกูเลชัน แล้วจึงแยกฟล็อกออกจากน้ำด้วยถังตกตะกอน ปริมาณปูนขาวหรือโซดาไฟ ที่ต้องใช้อาจคำนวณคร่าวๆ ได้จากสมการเคมีของปฏิกิริยาการสร้างตะกอน แต่ทางที่ดีควรทดสอบการกำจัดโลหะหนักในห้องปฏิบัติการ เพื่อหาระดับพีเอชที่เหมาะสมและปริมาณสารเคมีที่เหมาะสมสำหรับกำจัดโลหะหนักของแต่ละงาน โดยทำ Titration Curve ของน้ำเสียที่เกิดจากการเติมต่างและทำจาร์เทสต์ (Jar Test) เพื่อหาระดับค่าพีเอชและปริมาณสารเคมีที่เหมาะสมที่สุด

นอกจากการทำให้การทำให้โลหะหนักเกิดตะกอนแข็งกับ OH^- กลายเป็นโลหะไฮดรอกไซด์ต่างๆ โลหะหนักอาจเกิดปฏิกิริยาสร้างตะกอนแข็งกับไอออนประจุลบอื่นๆ ได้ เช่น CO_3^{2-} , S^{2-} เป็นต้น และขอแสดง K_{sp} ของโลหะหนักไฮดรอกไซด์ ในตารางที่ 3-2 ในทางทฤษฎีสารประกอบของโลหะหนักที่มีค่า K_{sp} สูงกว่าจะสามารถละลายน้ำได้ดีมากกว่า (เหลือโลหะหนักมาก) ดังนั้น จะเห็นได้ว่าโลหะซัลไฟด์มีความสามารถในการละลายได้น้อยกว่าโลหะไฮดรอกไซด์มา (ดูรูปที่ 3-3)

ตารางที่ 3-2 ค่าคงที่ผลคูณการละลาย (แสดงเฉพาะค่าที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง)

Equilibrium equation	K_{sp} at 25 °C
$\text{Cr(OH)}_3 (\text{s}) \rightleftharpoons \text{Cr}^{3+} + 3\text{OH}^-$	6×10^{-31}
$\text{Cu(OH)}_2 (\text{s}) \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + 2\text{OH}^-$	2×10^{-19}
$\text{Ni(OH)}_2 (\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ni}^{2+} + 2\text{OH}^-$	2×10^{-16}
$\text{Pb(OH)}_2 (\text{s}) \rightleftharpoons \text{Pb}^{2+} + 2\text{OH}^-$	2.5×10^{-16}
$\text{Zn(OH)}_2 (\text{s}) \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+} + 2\text{OH}^-$	8×10^{-18}



รูปที่ 3-3 ความสามารถในการละลายน้ำของโลหะซัลไฟด์กับโลหะไฮดรอกไซด์

ในทางปฏิบัติจึงมีผู้ใช้สารประกอบซัลไฟด์ Na_2S , NaHS ทำปฏิกิริยากับโลหะหนักเพื่อสร้างตะกอนแข็ง ข้อดีอีกประการหนึ่งคือปฏิกิริยาสร้างตะกอนแข็งกับซัลไฟด์ไม่ขึ้นอยู่กับพีเอช อย่างไรก็ตาม ตะกอนซัลไฟด์มีขนาดเล็กและเกิดฟล็อกขนาดเล็กทำให้ตกตะกอนได้ยาก นอกจากนี้ปฏิกิริยาที่เกิดจากสารประกอบซัลไฟด์อาจทำให้เกิดก๊าซพิษของไฮโดรเจนซัลไฟด์ การกำจัดโลหะหนักด้วยปูนขาวหรือโซดาไฟจึงคงได้รับความนิยมมากกว่าใช้สารเคมีตัวอื่น ในการเลือกใช้ปูนขาวหรือโซดาไฟต้องพิจารณาข้อดีและข้อเสียของสารเคมี 2 ตัวนี้ให้ครบทุกด้านและเลือกสารเคมีที่เหมาะสมของเฉพาะงาน เมื่อพิจารณาด้านราคาปูนขาวจะมีราคาถูกกว่าโซดาไฟ เมื่อพิจารณาด้านการใช้งาน การป้อนโซดาไฟทำได้ง่ายกว่าปูนขาวมากและไม่มีปัญหาด้านการฟุ้งกระจายของสารเคมีที่อาจเป็นอันตรายต่อผู้ใช้ เมื่อพิจารณาในด้านผลกระทบที่เกิดขึ้น ปูนขาวจะทำให้เกิดสลัดจ์มากกว่าใช้โซดาไฟมาก นั่นคือต้องเสียค่าใช้จ่ายในการกำจัดสลัดจ์ของปูนขาวมากกว่า อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาถึงเฉพาะงานการกำจัดโลหะหนัก การใช้ปูนขาวจะทำให้ได้ตะกอนแข็งหรือฟล็อกขนาดใหญ่กว่าโซดาไฟ มีผลทำให้เกิดการกำจัดโลหะหนักด้วยปูนขาวได้ดีกว่าทั้งนี้อาจเป็นเนื่องมาจากปูนขาวทำให้เกิดฟล็อกของหินปูน (CaCO_3) หรือสารประกอบแคลเซียมอื่นๆ ที่ช่วยให้เกิด Co precipitation ในการกำจัดโลหะหนักอื่นๆ

3.3.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการตกตะกอนทางเคมี

1) ความสามารถในการละลายน้ำของโลหะ โลหะไฮดรอกไซด์ และโลหะซัลไฟด์ แต่ละชนิดมีความสามารถในการละลายน้ำที่พีเอชต่างๆ ไม่เท่ากัน โลหะที่มีสมบัติแอมโฟเทอริก กล่าวคือ ไฮดรอกไซด์หรือซัลไฟด์ของโลหะประเภทนี้จะละลายน้ำได้ไม่ดี แต่ละลายได้ดีทั้งในกรดแก่และเบสแก่ โดยหากละลายในกรดจะทำให้เกิดแคทไอออน เช่น Zn^{2+} หากละลายในเบสจะทำให้เกิดแอนไอออน เช่น $(ZnOH_4)^{-2}$ โลหะที่มีสมบัติแอมโฟเทอริก เช่น สังกะสี ทองแดง โคบอลต์ นิกเกิล จะละลายน้ำได้น้อยเรื่อยๆ เมื่อพีเอชเพิ่มขึ้นจนถึงพีเอชค่าหนึ่งที่ทำให้ความสามารถในการละลายน้ำต่ำสุด และเมื่อเลยพีเอชนี้แล้วโลหะแอมโฟเทอริกจะกลับละลายน้ำได้มากขึ้นอีก การกำจัดโลหะหนักออกจากน้ำ โดยกระบวนการตกตะกอนให้ปริมาณโลหะหนักละลายเหลือต่ำกว่าความสามารถในการละลายน้ำต่ำสุดเป็นไปได้ยาก ดังนั้นจึงต้องมีกลไกอื่นร่วมด้วย เช่น กระบวนการโคแอกกูเลชันและฟล็อกคูเลชัน

2) พีเอชและปริมาณสารเคมี เนื่องจากสารเคมีที่ใช้เติมเพื่อให้เกิดตะกอนจะทำให้ค่าพีเอชของน้ำด้วย ดังนั้นการควบคุมพีเอชและปริมาณที่ใส่ต้องคำนึงถึงพีเอชที่ให้ค่าความสามารถในการละลายน้ำต่ำสุดของโลหะที่ต้องกำจัด ในกรณีที่ต้องการกำจัดโลหะหลายๆ ชนิดออกจากน้ำเสียพร้อมกันจำเป็นต้องทดลองหาค่าพีเอชที่เหมาะสม ซึ่งสามารถกำจัดโลหะส่วนใหญ่ได้ดี

3) อุณหภูมิ ผลของอุณหภูมิขึ้นกับปฏิกิริยาการตกตะกอนเคมี ถ้าเป็นปฏิกิริยาคูดความร้อนจะตกตะกอนได้ดีที่อุณหภูมิสูง แต่ถ้าเป็นปฏิกิริยาคายความร้อนจะตกตะกอนเคมีได้ดีที่อุณหภูมิต่ำ สังเกตได้จากค่าผลคูณการละลายเปลี่ยนแปลงเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนไป โดยทั่วไปเมื่ออุณหภูมิลดลงการตกตะกอนทางเคมีจะเกิดได้ดีขึ้น ยกเว้นตะกอนเคมีบางชนิด เช่น $CaSO_4$, $CaCO_3$, $Ca(PO_4)_2$ และ $FePO_4$ ซึ่งจะละลายน้ำได้มากขึ้นเมื่อลดอุณหภูมิ

4) เวลาที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา การตกตะกอนเคมีต้องการเวลาในการกวนผสมสารเคมีที่เติมให้กระจายอย่างทั่วถึง และมีโอกาสในการสัมผัสกันระหว่างไอออนต่างๆ ในน้ำกับสารเคมีที่ใช้ สารเคมีบางชนิด เช่น ปูนขาวละลายน้ำได้น้อยต้องการเวลาในการผสมนานกว่าโซดาไฟซึ่งละลายน้ำได้ดี

5) ของแข็งละลาย (Total dissolved solids, TDS) น้ำเสียที่มีของแข็งละลายในปริมาณมาก จะรบกวนการตกตะกอนโลหะและทำให้การตกตะกอนเพื่อนแยกน้ำออกจากสลัดจ์ไม่ดี และทำให้น้ำหลังการบำบัดมีของแข็งลอยติดไปด้วย ในกรณีที่น้ำเสียที่ไม่ผ่านการทดสอบมีค่า TDS สูงกว่าที่ใช้ทดสอบ เพื่อหาภาวะที่เหมาะสมสำหรับการตกตะกอน ผลของการบำบัดจะไม่

เหมือนกัน สารตกตะกอนที่ใช้ในกรณีนี้ น้ำเสียมี TDS สูงต้องใช้ในปริมาณที่มากกว่าและต้อง
ประยุกต์เทคโนโลยีในการบำบัดวิธีอื่นร่วมด้วย

6) ค่าน้ำมันและไขมัน ความเข้มข้นของน้ำมันและไขมันในน้ำเสียจะขัดขวางการ
จมตัวของตะกอน คือ ทำให้การรีมิลชัน ทำให้ต้องใช้เวลาในการตกตะกอนมากขึ้น แม้ว่าจะใช้สาร
ช่วยตกตะกอนแล้วก็ตาม เช่นเดียวกับ TDS ในกรณีที่น้ำเสียที่ผ่านการทดสอบมีค่าไขมันและน้ำ
มันสูงกว่าตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ และปริมาณโลหะหนักเท่าๆ กัน ผลการบำบัดจะไม่เหมือนกัน ดัง
นั้นจึงจำเป็นต้องกำจัดไขมัน และน้ำมันออกก่อนการบำบัดโลหะหนัก

3.3.5 การทำให้ตะกอนลอย (Flotation)

กระบวนการนี้มีหน้าที่แยกเอาตะกอนเบาออกจากน้ำ (ละลายอยู่ในน้ำ) ซึ่งเกิด
การตกตะกอนได้ยากและใช้เวลานาน โดยปกติแล้วมักใช้ในการแยกเอาน้ำมันและไขมันออกจาก
น้ำเสียที่มาจากโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ จากนั้นจึงจะทำการกวาดเอาตะกอนลอยทิ้งไป ในบาง
ครั้งอาจมีความจำเป็นต้องเติมสารเคมี เพื่อช่วยเร่งการตกตะกอนเบาออกจากน้ำ เช่น สารส้ม เพอ
ริกคลอไรด์ เป็นต้น ซึ่งจะทำให้กระบวนการแยกเอาตะกอนออกจากน้ำทำได้ดีขึ้น และใช้เวลาสั้น
ลง รวมทั้งมีประสิทธิภาพของระบบมีค่ามากขึ้นด้วย เนื่องจากตะกอนเบาที่มีอยู่ในน้ำเสียเกิดการ
รวมเป็นตะกอนออกจากน้ำทำได้ดีขึ้น ซึ่งสามารถแยกกระบวนการทำให้ตะกอนลอย แยกได้ 3 วิธี
ตามลักษณะการทำงานของกระบวนการ คือ การทำให้ลอยด้วยอากาศละลาย (Dissolved Air
Flotation: DAF), การทำให้ลอยด้วยอากาศ (Air Flotation) และการทำให้ลอยด้วยสุญญากาศ
(Vacuum Flotation)

3.3.5.1 การทำให้ตะกอนลอยด้วยอากาศละลาย(Dissolved Air Flotation)

หลักการของวิธีนี้จะเป่าอากาศที่มีความดัน 2-3 บาร์ ลงในน้ำภายในถังอัดความ
ดัน จากนั้นปล่อยให้อากาศเกิดการละลายในน้ำประมาณ 2-4 นาที จากนั้นทำการปล่อยน้ำเสีย
ออกจากถังความดันไปยังถัง Flotation โดยมีลิ้นนิรภัยความดัน (Pressure Reducing Valve:
PRV) ควบคุมความดัน ซึ่งระบบการทำให้ตะกอนลอยด้วยอากาศละลายในน้ำแยกได้ 2 วิธี คือ

- 1) ระบบที่ไม่มีการหมุนเวียน ซึ่งเหมาะสมกับตะกอนที่ไม่เปราะ
- 2) ระบบที่ไม่มีการหมุนเวียน โดยสิ่งที่นำมาหมุนเวียน คือน้ำที่ผ่านการบำบัด
แล้ว โดยนำมาเพิ่มความดันแล้วนำไปผสมกับน้ำเสียชุดใหม่ ก่อนไหลไปยังถังทำให้ตะกอนลอย

ซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพของระบบมีค่ามากขึ้น รวมทั้งใช้เวลาในการบำบัดน้ำเสียมีค่าน้อยลงด้วย เนื่องจากความเข้มข้นของมลสารในน้ำเสียมีค่าลดลง จากการเจือจางของน้ำเสียที่นำมาผสม

3.3.5.2 การทำให้ตะกอนลอยด้วยอากาศ

การทำงานของระบบนี้ คือ จะเป่าอากาศที่ความดันเท่ากับ ความดันเท่ากับ บรรยากาศลงในน้ำเสียโดยตรง โดยทำให้เกิดฟองอากาศขนาดเล็ก เมื่อตะกอนอากาศไหลออกจากท่อจ่ายอากาศแล้ว จะไปจับกับตะกอนเบา ทำให้ตะกอนดังกล่าวลอยขึ้นไปผิวน้ำ สามารถแสดงตัวอย่างโครงสร้างการทำงานของระบบการทำให้ลอยแบบ Air Flotation เนื่องจากแรงลอยตัวของตะกอนเบามีค่ามากกว่าน้ำหนักของตะกอนเบา เมื่อตะกอนเบาที่มีปริมาณมาก จึงทำการกวาดเอาตะกอนดังกล่าวออกจากระบบ อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพของระบบนี้ มีค่าต่ำกว่าการทำให้ตะกอนลอยด้วยอากาศละลาย เนื่องจากขนาดของฟองอากาศและความดันของฟองอากาศที่มีค่าน้อย ทำให้แรงลอยตัวของฟองอากาศ ที่ไปเกาะกับตะกอนเบาที่มีค่าเพิ่มขึ้นไม่มากนัก

3.3.5.3 การทำให้ลอยด้วยสูญญากาศ

โดยการทำงานของระบบนี้จะอาศัยการเป่าอากาศลงในน้ำจนกว่าค่าการละลายของอากาศในน้ำเสียดังกล่าวจะถึงจุดอิ่มตัว จากนั้นตะกอนจะลอยขึ้นสู่ผิวน้ำในลักษณะของฟองหรือไข (Scum) ซึ่งมีการทำงานอยู่ 2 แบบ คือ การเป่าอากาศเข้าไปในน้ำโดยตรง และการเป่าอากาศเข้าไปในถังปิดแล้ว สภาพภายในถังจะเป็นสูญญากาศ เมื่อเปิดฝาทิ้งออก อากาศที่ละลายอยู่ในน้ำจะลอยขึ้นไปผิวน้ำพร้อมๆ กับพาเอาตะกอนเบาไปด้วย จากนั้นทำการกวาดเอาตะกอนเบาออกจากถัง การทำงานของระบบนี้มีลักษณะการทำงานเหมือนกับการเปิดขวดน้ำอัดลม

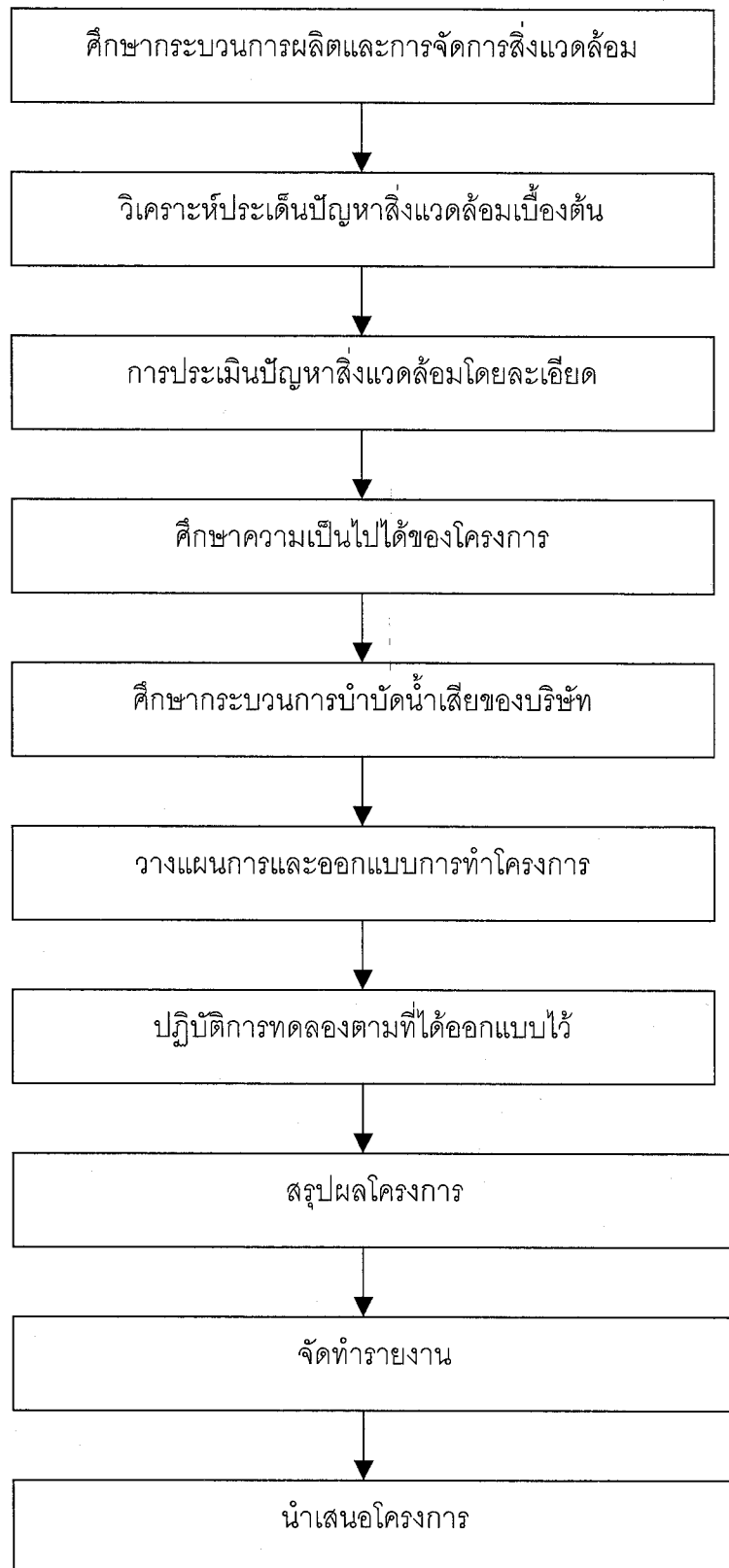
3.4 วิธีดำเนินงานโครงการ

ศึกษากระบวนการผลิตในโรงงานชุบเคลือบผิวโลหะด้วยฟอสเฟตและการจัดการสิ่งแวดล้อม แล้วทำการตรวจประเมินประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมเบื้องต้น เพื่อทราบถึงสาเหตุของกระบวนการผลิตที่ทำให้เกิดของเสียหรือการสูญเสีย ทั้งยังได้ทราบว่า มีพิษหรือไม่ จะจัดการอย่างไร เพื่อให้ได้ประโยชน์มากขึ้น แล้วเมื่อได้ทราบถึงสาเหตุในเบื้องต้นแล้วจึงทำการตรวจประเมินโดยละเอียดอีกครั้ง เพื่อศึกษาการใช้ทรัพยากรที่แน่นอน แล้วให้คะแนนในแต่ละปัญหาที่พบ แล้วเรียงลำดับประเด็นปัญหาสำคัญทางสิ่งแวดล้อม และคัดเลือกหัวข้อปัญหาที่มีความเป็นไปได้ที่จะศึกษาทำโครงการต่อไป ซึ่งจากการตรวจประเมินแล้วจะพบว่า มีกรด HCl ที่ทางโรงงานต้องปล่อยทิ้งทุกสัปดาห์ๆ ละ 500 ลิตร ซึ่งปกติทางโรงงานก็จะมีกรรนำกรด HCl ในส่วนหนึ่งมาใช้ปรับค่า

pH ของน้ำเสียของโรงงานให้ได้ค่า pH ตามที่กำหนดไว้ก่อนจะปล่อยน้ำเสียลงสู่ระบบบำบัดรวมของบริษัท แต่เนื่องมาจากว่าทางโรงงานฟอสเฟตได้มีการปรับปรุงกระบวนการผลิตใหม่จึงทำให้มีกรด HCl เหลือทิ้งมากเกินไปสำหรับนำไปปรับ pH แล้ว จึงต้องมีพื้นที่สำหรับจัดเก็บให้เป็นสัดส่วนเพื่อรอการส่งกำจัดต่อไป จึงมีความคิดว่ากรด HCl ที่ใช้แล้วน่าจะนำไปใช้ซ้ำได้อีกในกระบวนการบำบัดน้ำเสียของบริษัท

จากการศึกษาระบบบำบัดน้ำเสียจะเป็นระบบบำบัดน้ำเสียทางเคมีเพราะลักษณะน้ำเสียจะเป็นน้ำเสียที่มีสารเคมีปนเปื้อนอยู่เป็นส่วนใหญ่ และเป็นระบบบำบัดแบบผสมผสาน คือ จะแยกบำบัดน้ำเสียในส่วนของ Oil Treatment Line ก่อนซึ่งเป็นน้ำเสียที่มาจากโรงงาน Phosphate, Pallube และ Gas ลักษณะน้ำเสียจะมีปนเปื้อนน้ำมันและโลหะหนัก จึงต้องทำการแยกน้ำมันออกจากน้ำเสียก่อนเข้าสู่ขั้นตอนต่อไปในการแยกน้ำมันออกจากน้ำเสียนั้นจะทำการเติมกรดเพื่อช่วยให้น้ำมันแตกตัวออกจากน้ำแล้วจึงแยกน้ำมันออก ซึ่งในการบำบัด Line 1 นี้ยังช่วยบำบัดโลหะได้ในบางส่วน แล้วต่อจากนั้นน้ำเสีย Line 1 ที่บำบัดแล้วจะไหลเข้าสู่ ส่วนการบำบัดของ Heavy Metal Treatment Line ที่บำบัดแล้วมารวมกับน้ำเสียจากโรงงานโรงงาน Chemical, Technical Center, Delivery Center, Phosphate บางส่วน ซึ่งน้ำเสียใน Line 2 นี้ น้ำเสียจะมีการปนเปื้อนของโลหะหนักเป็นส่วนใหญ่ ด้วยเหตุนี้เองระบบบำบัดน้ำเสียจึงเป็นระบบแบบผสมผสาน เพราะลักษณะน้ำเสียของแต่ละ Line มีความแตกต่างกัน

เมื่อทราบถึงระบบบำบัดฯ อย่างละเอียดแล้วต้องทำการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียในขนาดทดลองเพื่อทดลองใช้กรด HCl แทนกรด H_2SO_4 แล้วเมื่อทำการทดลองต้องมีการเก็บน้ำเสียในช่วงการบำบัดต่างๆ ส่งวิเคราะห์พารามิเตอร์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียในช่วงต่างๆ เพราะเนื่องมาจากว่ากรด HCl ที่นำมาใช้นั้นมีการปนเปื้อนโลหะหนักต่างๆ เป็นปริมาณมากซึ่งทราบได้จากการตรวจวิเคราะห์กรดนี้ การปนเปื้อนโลหะหนักของกรดอาจมีผลกระทบต่อน้ำเสียที่บำบัดซึ่งมีการปนเปื้อนของโลหะหนัก จึงต้องวิเคราะห์พารามิเตอร์แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของทางนิคมอุตสาหกรรมบางปู ว่าผ่านค่ามาตรฐานหรือไม่ ถ้าผ่านค่ามาตรฐานแล้วก็จะทำการคำนวณหาค่าใช้จ่ายของโครงการ แล้วสรุปผลการทำโครงการ จัดทำเป็นเล่มรายงานและนำเสนอโครงการต่อไป ซึ่งจากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถแสดงเป็นแผนการดำเนินงานได้ดังรูปที่ 3-4



รูปที่ 3-4 แผนการดำเนินการ

3.4.1 การออกแบบการทดลอง

การออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของการนำกรดไฮโดรคลอริกใช้แล้วจากกระบวนการชุบเคลือบผิวโลหะด้วยฟอสเฟตมาใช้ใหม่ในระบบบำบัดน้ำเสียของบริษัท ซึ่งการนำมาใช้นั้นจะมาใช้แทนกรดซัลฟูริกที่ต้องสั่งซื้อมาจากภายนอก โดยวิธีการจำลองระบบบำบัดน้ำเสียเป็นแบบขนาดทดลองและต้องมีการตรวจวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ตามที่นิคมอุตสาหกรรมกำหนดไว้ด้วย

3.4.1.1 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

- 1) กรดไฮโดรคลอริกใช้แล้ว ความเข้มข้น 15 %
- 2) เฟอริกคลอไรด์ (FeCl_3) ความเข้มข้น 240,000 ppm
- 3) แคลเซียมไฮดรอกไซด์ (Ca(OH)_2) ความเข้มข้น 40,000 ppm
- 4) Kuriflock ความเข้มข้น 500 ppm

3.4.1.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

- 1) ชุดเครื่องมือ Jar Test
- 2) บีกเกอร์ขนาด 2,000 ml
- 3) เครื่อง pH meter
- 4) เครื่องเป่าลม และหัวพ่นฟอง
- 5) ถังใส่น้ำ

3.4.1.3 วิธีการทดลอง

การทดลองนี้จะแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนตามกระบวนการบำบัดน้ำเสียฯ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 Oil Treatment Line มีวิธีการดังนี้ และมีการอธิบายเป็นขั้นตอนการทดลองดังรูปที่ 3-4

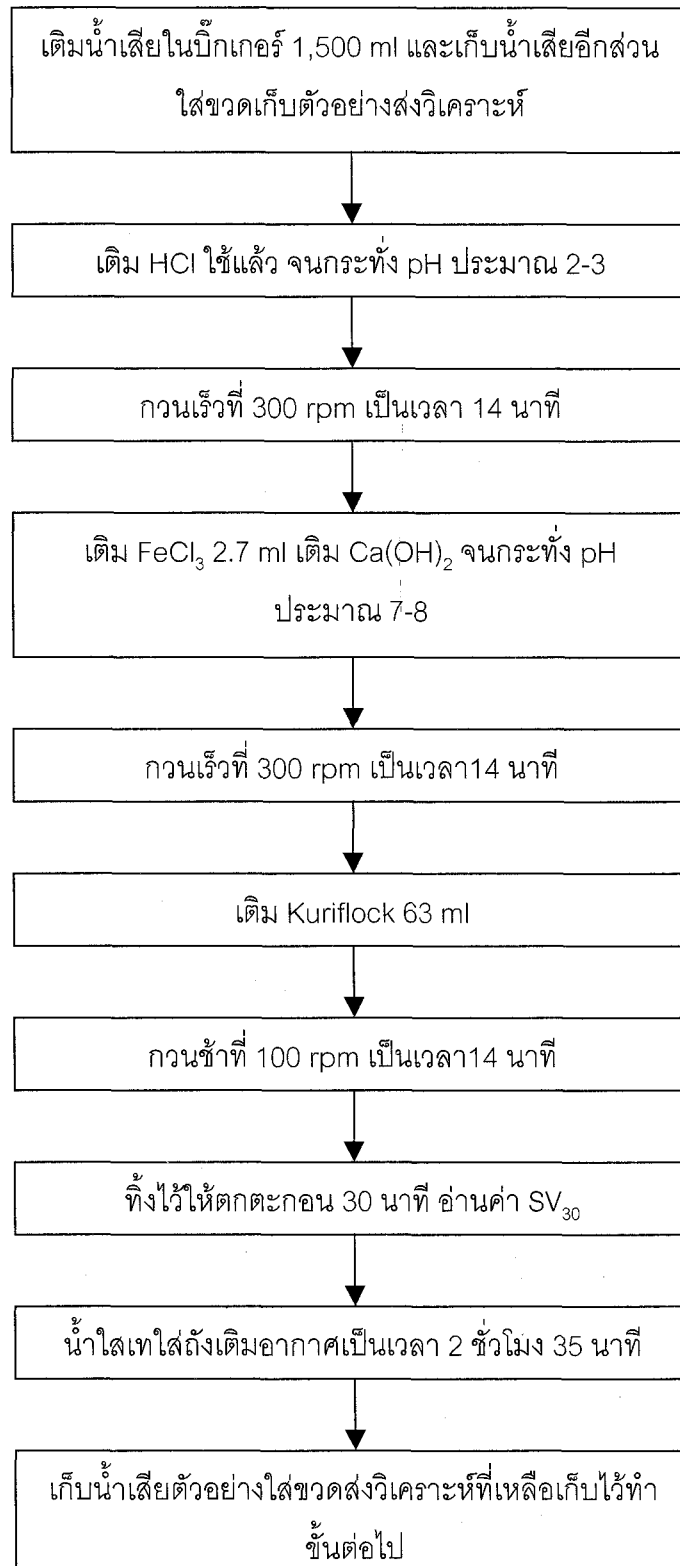
1) เก็บตัวอย่างน้ำเสียจากบ่อ Pit 35 m³ ใส่ลงในบีกเกอร์ปริมาณ 1,500 ml และเก็บน้ำตัวอย่างใส่ขวดเตรียมส่งวิเคราะห์ด้วย

2) เติมกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ใช้แล้ว ลงในตัวอย่างน้ำเสีย จนกระทั่ง pH อยู่ในช่วง 2-3

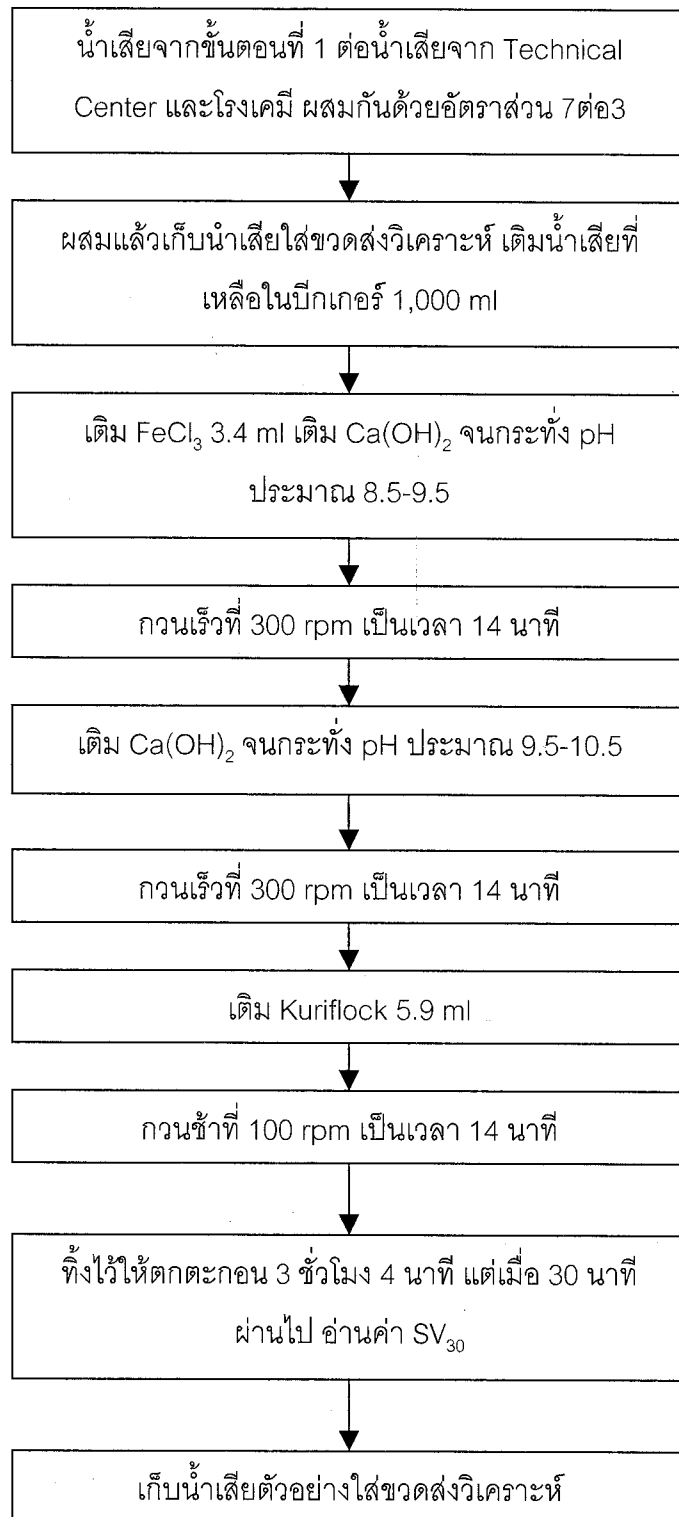
- 3) นำตัวอย่างน้ำเสียที่ปรับค่า pH ได้แล้วเข้าเครื่อง Jar Test แล้วตั้งเวลาการกวนที่ 14 นาที และตั้งความเร็วรอบการกวนที่ 300 rpm
- 4) เติมเฟอร์ริกคลอไรด์ (FeCl_3) ปริมาณ 2.7 ml ลงในตัวอย่างน้ำเสีย แล้วเติมแคลเซียมไฮดรอกไซด์ (Ca(OH)_2) จนกระทั่ง pH อยู่ในช่วง 7-8
- 5) นำตัวอย่างน้ำเสียที่ปรับค่า pH เข้าเครื่อง Jar Test แล้วตั้งเวลาการกวนที่ 14 นาที และตั้งความเร็วรอบการกวนที่ 300 rpm
- 6) เติม Kuriflock ปริมาณ 63 ml แล้วนำตัวอย่างน้ำเสียเข้าเครื่อง Jar Test แล้วตั้งเวลาการกวนที่ 14 นาที และตั้งความเร็วรอบการกวนที่ 100 rpm
- 7) ทิ้งไว้ให้ตกตะกอน 30 นาที อ่านค่า SV_{30}
- 8) นำน้ำใสที่ผ่านการตกตะกอนแล้ว เทใส่ถังแล้วทำการเติมอากาศเป็นเวลา 2 ชั่วโมง 35 นาที
- 9) แบ่งน้ำเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 เก็บน้ำตัวอย่างใส่ขวดเตรียมส่งวิเคราะห์ ส่วนที่ 2 เก็บไว้สำหรับการบำบัดในขั้นตอนที่ 2

ขั้นตอนที่ 2 Heavy Metal Treatment Line มีวิธีการดังนี้ และมีการอธิบายเป็นขั้นตอนการทดลองดังรูปที่ 3-5

- 1) นำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากขั้นตอนที่ 2 มาผสมรวมกับน้ำเสีย ที่มาจากตึก Technical Center และโรงเคมี ซึ่งจะผสมในอัตราส่วน 7:3
- 2) เมื่อผสมน้ำตัวอย่างได้แล้ว เก็บน้ำตัวอย่างส่วนหนึ่งใส่ขวดเพื่อส่งวิเคราะห์
- 3) ใส่ตัวอย่างน้ำในบีกเกอร์ ปริมาณ 1,000 ml
- 4) เติมเฟอร์ริกคลอไรด์ (FeCl_3) ปริมาณ 3.4 ml ลงในตัวอย่างน้ำเสีย แล้วเติมแคลเซียมไฮดรอกไซด์ (Ca(OH)_2) จนกระทั่ง pH อยู่ในช่วง 8.5-9.5
- 5) นำตัวอย่างน้ำเสียที่ปรับค่า pH เข้าเครื่อง Jar Test แล้วตั้งเวลาการกวนที่ 14 นาที และตั้งความเร็วรอบการกวนที่ 300 rpm
- 6) เติมแคลเซียมไฮดรอกไซด์ (Ca(OH)_2) จนกระทั่ง pH อยู่ในช่วง 9.5-10.5 นำเข้าเครื่อง Jar Test แล้วตั้งเวลาการกวนที่ 14 นาที และความเร็วรอบการกวนที่ 300 rpm
- 7) เติม Kuriflock ปริมาณ 5.9 ml แล้วนำตัวอย่างน้ำเสียเข้าเครื่อง Jar Test แล้วตั้งเวลาการกวนที่ 14 นาที และตั้งความเร็วรอบการกวนที่ 100 rpm
- 8) ทิ้งให้ตกตะกอนเป็นเวลา 3 ชั่วโมง 4 นาที แต่เมื่อเวลาผ่านไป 30 นาทีแรกให้อ่านค่าบันทึก SV_{30}
- 9) นำน้ำใสส่วนที่ผ่านการตกตะกอนแล้ว เก็บใส่ขวดเพื่อส่งวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ



รูปที่ 3-5 การทดลองขั้นตอนที่ 1



รูปที่ 3-6 การทดลองขั้นตอนที่ 2

3.5 ผลการดำเนินงานโครงการ

3.5.1 ผลการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ในน้ำเสีย

จากการทดลองการใช้กรดไฮโดรคลอริก (HCl) ใช้แล้วจากกระบวนการชุบฟอสเฟต มาแทนกรดซัลฟูริกในระบบบำบัดน้ำเสีย ในขั้นตอนที่ใช้กรดเติมเข้าไปในน้ำเสียเพื่อลด pH 2-3 และใช้ในการช่วยให้ไขมันแตกตัวออก ซึ่งจากการวิเคราะห์กรดไฮโดรคลอริก (HCl) ที่จะนำมาใช้นั้น จะพบว่ามีปริมาณของโลหะหนักหลายชนิดปะปนอยู่ด้วยโดยเฉพาะ Zinc, Nickel และอื่นๆ ซึ่งอาจมีผลต่อปริมาณโลหะหนักในน้ำเสียก่อนที่จะปล่อยออกสู่นิคมฯ เมื่อนำกรดนี้มาใช้จึงต้องทำการส่งตัวอย่างน้ำเสียที่ได้จากการทดลองไปวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่างๆ ในน้ำเสียตามที่นิคมฯ ได้กำหนดไว้ ซึ่งมีผลการวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่างๆ ดังนี้

3.5.1.1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักในตัวอย่างน้ำเสีย

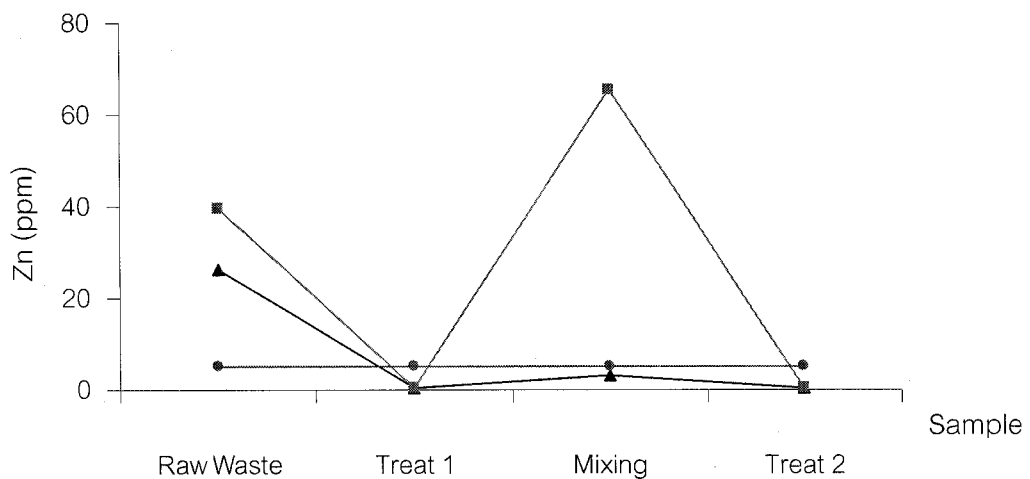
1) ผลการวิเคราะห์ปริมาณของ Zinc ในน้ำเสียที่ขั้นตอนต่างๆ

จากการทดลองการหาปริมาณ Zinc ในน้ำเสียในขั้นตอนต่างๆ กรณีการใช้กรด HCl จะพบว่าปริมาณของ Zinc ในน้ำเสียก่อนเข้าระบบจะมีปริมาณ 26.31 ppm เมื่อผ่านระบบบำบัดขั้นที่ 1 ปริมาณ Zinc จะมีค่าลดลง <math><0.2\text{ ppm}</math> อาจเนื่องมาจากว่าในการเติม Ca(OH)_2 ซึ่งทำให้มีค่าพีเอชเพิ่มขึ้นโลหะหนักจะมีความสามารถในการละลายลดลง และเกิดปฏิกิริยาระหว่าง Zn^{2+} กับ OH^- เกิดเป็น Zn(OH)_2 ซึ่งช่วงพีเอชที่เหมาะสมสำหรับ Zn(OH)_2 มีค่าประมาณ 9 จะทำให้ค่าการละลายได้ลดลง ปฏิกิริยานี้ทำให้เกิดตะกอน Zn(OH)_2 ปริมาณของ Zinc จะแยกตัวออกจากน้ำจึงทำให้ปริมาณ Zinc ลดลง รวมทั้งอาจมีปฏิกิริยาของสารประกอบเชิงซ้อนระหว่าง Cl^- กับ Zn^{2+} ซึ่งมาจากการเติม FeCl_3 และ HCl อาจช่วยให้เกิดการตกตะกอนได้ดีขึ้นด้วย และเมื่อนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดขั้นที่ 1 มารวมกับน้ำเสียจากส่วนของ Technical Center และโรงเคมี แล้วทำให้ปริมาณของ Zinc มีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 3.05 ppm ที่มีค่าเพิ่มขึ้นอาจเนื่องมาจากน้ำเสียจาก Technical Center และโรงเคมีมีปริมาณของ Zinc ปนเปื้อนอยู่ด้วยจึงต้องทำการบำบัดในขั้นที่ 2 ต่อไป และเมื่อผ่านการบำบัดขั้นที่ 2 จะพบว่าปริมาณของ Zinc มีค่าลดลงจนมีค่า <math><0.2\text{ ppm}</math> มีลักษณะที่เกิดขึ้นเป็นเช่นเดียวกันกับการบำบัดในขั้นที่ 1

สำหรับปริมาณของปริมาณ Zinc ในน้ำเสียในขั้นตอนต่างๆ กรณีการใช้กรด H_2SO_4 จะพบว่าปริมาณของ Zinc ในน้ำเสียก่อนเข้าระบบจะมีปริมาณ 39.55 ppm เมื่อผ่านระบบบำบัดขั้นที่ 1 ปริมาณ Zinc จะมีค่าลดลงเป็น 0.26 ppm ซึ่งมีปฏิกิริยาคัดล้างกับกรณีใช้ HCl

และเมื่อนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดขั้นที่ 1 มารวมกับน้ำเสียจากส่วนของ Technical Center และโรงเคมี แล้วทำให้ปริมาณของ Zinc มีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 65.66 ppm ที่มีค่าเพิ่มขึ้นอาจเนื่องมาจากน้ำเสียจาก Technical Center และโรงเคมีมีปริมาณของ Zinc ปนเปื้อนของ Zinc อยู่ด้วยจึงต้องทำการบำบัดในขั้นที่ 2 ต่อไป และเมื่อผ่านการบำบัดขั้นที่ 2 จะพบว่าปริมาณของ Zinc มีค่าลดลงจนมีค่า <math><0.2\text{ ppm}</math> มีลักษณะที่เกิดขึ้นเป็นเช่นเดียวกันกับการบำบัดในขั้นที่ 1

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรณีการใช้กรด HCl กับ H_2SO_4 จะพบว่าทั้ง 2 กรณีมีปริมาณ Zinc มีลักษณะแล้วโน้มของเส้นกราฟคล้ายกัน ดังรูปที่ 3-6(ก) ซึ่งเทียบกับค่ามาตรฐานของนิคมฯ ที่มีค่าของ Zinc เป็น 5 ppm จึงถือว่าผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่นิคมกำหนดไว้ เมื่อคำนวณหาประสิทธิภาพรวมของระบบบำบัดโลหะ Zinc ในกรณีการใช้กรด HCl จะมีประสิทธิภาพเป็น 99.23 % กรณีการใช้กรด H_2SO_4 จะมีประสิทธิภาพเป็น 99.42 % ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันมาก



หมายเหตุ รูป ■ แทนปริมาณ Zinc ในน้ำเสียที่ได้จากการทดลองกรณีใช้กรด HCl
รูป ▲ แทนปริมาณ Zinc ในน้ำเสียที่ได้จากระบบฯ จริงกรณีใช้กรด H_2SO_4
รูป ● แทนค่ามาตรฐาน Zinc ของนิคมฯ บางปู

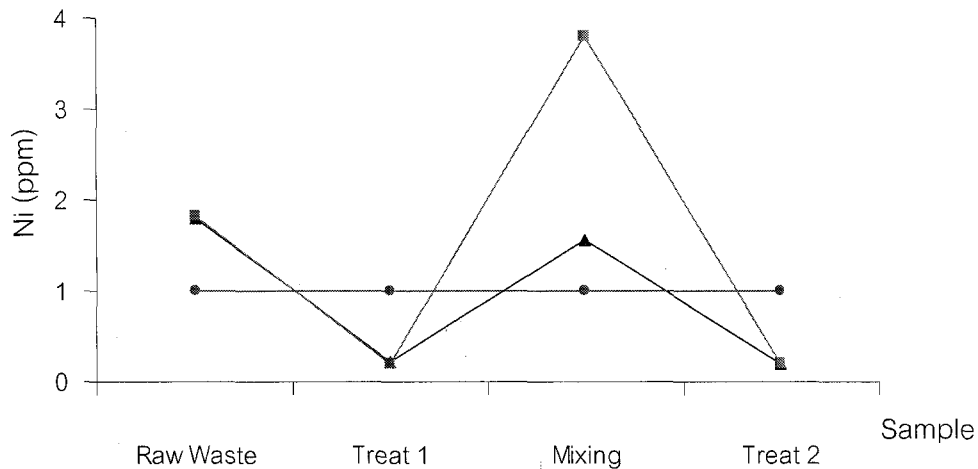
รูปที่ 3-7(ก) กราฟเปรียบเทียบระหว่างปริมาณ Zinc ในน้ำเสียที่ขั้นตอนต่างๆ กับค่ามาตรฐานของนิคมฯ

2) ผลการวิเคราะห์ค่าปริมาณของ Nickel ในน้ำเสียที่ขั้นตอนต่างๆ

จากการทดลองการหาปริมาณ Nickel ในน้ำเสียที่ขั้นตอนต่างๆ กรณีการใช้กรด HCl เมื่อน้ำเสียเข้าระบบมีปริมาณของ Nickel มีค่าเป็น 1.87 ppm เมื่อผ่านการบำบัดขั้นที่ 1 ก็จะมีปริมาณของ Nickel ลดลงเป็น 0.23 ppm ปฏิกริยาที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะคล้ายกับปฏิกริยาของ Zinc ตะกอนที่เกิดขึ้นจะเป็นตะกอนของ Ni(OH)_2 แต่ช่วงพีเอชจะอยู่ที่ 8.7-9.7 เมื่ออ่านจากกราฟความสามารถในการละลายน้ำ ซึ่งจะทำให้การละลายน้ำมีค่าต่ำลง และเมื่อนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดขั้นที่ 1 มารวมกับน้ำเสียจากส่วนของ Technical Center และโรงเคมี จะทำให้ปริมาณของ Nickel มีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 1.56 ppm แล้วทำการบำบัดขั้นที่ 2 ปริมาณของ Nickel ลดเหลือ <0.2 ppm

สำหรับปริมาณของปริมาณ Nickel ในน้ำเสียในขั้นตอนต่างๆ กรณีการใช้กรด H_2SO_4 จะพบว่าปริมาณของ Nickel ในน้ำเสียก่อนเข้าระบบจะมีปริมาณ 1.82 ppm เมื่อผ่านระบบบำบัดขั้นที่ 1 ปริมาณ Nickel จะมีค่าลดลงเป็น <0.2 ppm ซึ่งมีปฏิกริยาคล้ายกับกรณีใช้ HCl และเมื่อนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดขั้นที่ 1 มารวมกับน้ำเสียจากส่วนของ Technical Center และโรงเคมี แล้วทำให้ปริมาณของ Nickel มีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 3.80 ppm ที่มีค่าเพิ่มขึ้นอาจเนื่องมาจากน้ำเสียจาก Technical Center และโรงเคมีมีปริมาณของ Nickel ปนเปื้อนอยู่ด้วยจึงต้องทำการบำบัดในขั้นที่ 2 ต่อไป และเมื่อผ่านการบำบัดขั้นที่ 2 จะพบว่าปริมาณของ Zinc มีค่าลดลงจนมีค่า <0.2 ppm มีลักษณะที่เกิดขึ้นเป็นเช่นเดียวกันกับการบำบัดในขั้นที่ 1

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรณีการใช้กรด HCl กับ H_2SO_4 จะพบว่าทั้ง 2 กรณีมีปริมาณ Nickel มีลักษณะแล้วโน้มของเส้นกราฟคล้ายกัน ดังรูปที่ 3-6(ข) ซึ่งเมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานของนิคมฯ ที่มีค่าของ Nickel เป็น 1 ppm จึงถือว่าผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่นิคมกำหนดไว้ เมื่อคำนวณหาประสิทธิภาพรวมของระบบบำบัดโลหะ Zinc ในกรณีการใช้กรด HCl จะมีประสิทธิภาพเป็น 89.30 % กรณีการใช้กรด H_2SO_4 จะมีประสิทธิภาพเป็น 88.89 % ซึ่งกรณีใช้กรด HCl จะมีประสิทธิภาพดีกว่าเล็กน้อย



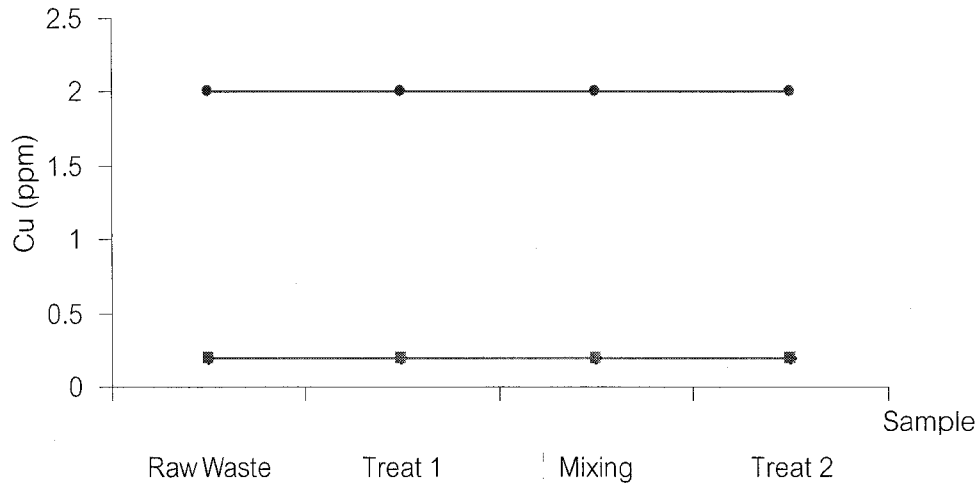
หมายเหตุ รูป ■ แทนปริมาณ Nickel ในน้ำเสียที่ได้จากการทดลองกรณีใช้กรด HCl
รูป ▲ แทนปริมาณ Nickel ในน้ำเสียที่ได้จากระบบฯ จริงกรณีใช้กรด H₂SO₄
รูป ● แทนค่ามาตรฐาน Nickel ของนิคมฯ บางปู

รูปที่ 3-7(ข) กราฟเปรียบเทียบระหว่างปริมาณ Nickel ในน้ำเสียที่ขั้นตอนต่างๆ
กับค่ามาตรฐานของนิคมฯ

3) ผลการวิเคราะห์ค่าปริมาณของ Copper ในน้ำเสียที่ขั้นตอนต่างๆ

จากการทดลองจะพบว่าปริมาณของ Copper ในน้ำเสียที่ขั้นตอนต่างๆ กรณีใช้กรด HCl จะมีค่า <math><0.2\text{ ppm}</math> เมื่อผ่านการบำบัดขั้นที่ 1 แล้วค่าปริมาณของ Copper ก็ยังมีปริมาณ <math><0.2\text{ ppm}</math> เช่นเดิมถึงแม้ว่าจะเติมสารเคมีก็มิได้ผลทำให้ปริมาณของ Copper น้อยลงกว่าเดิม และตะกอนที่เกิดขึ้นจะเป็นในรูป $\text{Cu}(\text{OH})_2$ เมื่อรวมน้ำที่ผ่านการบำบัดขั้นที่ 1 กับน้ำในส่วนของ Technical Center และโรงเคมี ก็ยังมีปริมาณ <math><0.2\text{ ppm}</math> เมื่อผ่านการบำบัดขั้นที่ 2 ก็ยังมีปริมาณของ Copper ก็ยังมีค่า <math><0.2\text{ ppm}</math> อยู่เช่นเดิม จึงทำให้ทราบว่าปริมาณ Copper มีปริมาณน้อยมากในน้ำเสียของบริษัท

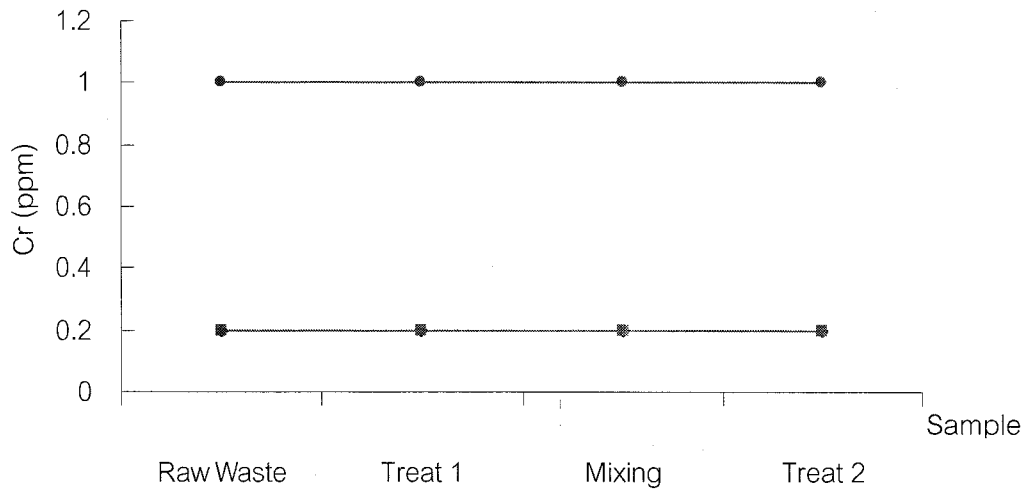
สำหรับปริมาณของ Copper ในน้ำเสียที่ขั้นตอนต่างๆ กรณีใช้ H₂SO₄ ก็มีปริมาณของ Copper <math><0.2\text{ ppm}</math> ตลอดการทดลองเช่นกัน เมื่อเปรียบเทียบทั้ง 2 กรณีก็จะพบว่าในน้ำมีการปนเปื้อนของ Copper น้อย เมื่อเทียบกับค่าของนิคมฯ ต้องมีค่าไม่เกิน 2 ppm แล้วถือว่าผ่านเกณฑ์ที่นิคมฯ กำหนดไว้ แสดงดังรูปที่ 3-7(ค) เนื่องจากมีปริมาณของ Copper ทั้งน้ำที่เข้าและน้ำที่ออกมีปริมาณน้อยมากจึงไม่สามารถคิดประสิทธิภาพของระบบบำบัดออกมาได้



หมายเหตุ รูป ■ แทนปริมาณ Copper ในน้ำเสียที่ได้จากการทดลองกรณีใช้กรด HCl
รูป ▲ แทนปริมาณ Copper ในน้ำเสียที่ได้จากระบบฯ จริงกรณีใช้กรด H_2SO_4
รูป ● แทนค่ามาตรฐาน Copper ของนิคมฯ บางปู

**รูปที่ 3-7(ค) กราฟเปรียบเทียบระหว่างปริมาณ Copper ในน้ำเสียที่ขั้นตอนต่างๆ
กับค่ามาตรฐานของนิคมฯ**

4) ผลการวิเคราะห์ค่าปริมาณของ Chromium ในน้ำเสียที่ขั้นตอนต่างๆ
จากการทดลองจะพบว่าปริมาณของ Chromium ในน้ำเสีย จะมีปริมาณของ
Chromium <0.2 ppm ตลอดการทดลองเช่นเดียวกับกรณีของ Copper คือ จะมีปริมาณ <0.2
ppm ตลอดการทดลองเช่นกัน สำหรับในกรณีการใช้ กรด H_2SO_4 ก็มีปริมาณของ Chromium จะ
พบว่าในน้ำเสียในส่วนนี้จะมีการปนเปื้อน Chromium ในปริมาณที่น้อย เพราะเนื่องมาจากว่าจะมี
สายที่เตรียมไว้รองรับน้ำเสียที่มีการปนเปื้อนของ Chromium โดยเฉพาะอยู่แล้วเพราะฉะนั้นน้ำ
เสียส่วนใหญ่ที่มี Chromium จะต้องเข้าสายนั้นเลยเพื่อทำการบำบัดตามด้วยวิธีการออกซิเดชัน-
รีดักชัน (Oxidation-Reduction) เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานของนิคมฯ ซึ่งกำหนดไว้ว่าต้องมี
ค่า Chromium ไม่เกิน 1 ppm ซึ่งถือว่ายังผ่านที่ค่าทางนิคมฯ กำหนดไว้ ทั้ง 2 กรณี แสดงดังรูป
ที่ 3-7(ง) เนื่องจากมีปริมาณของ Chromium ทั้งน้ำที่เข้าและน้ำที่ออกมีปริมาณน้อยมากจึงไม่
สามารถคิดประสิทธิภาพของระบบบำบัดออกมาได้

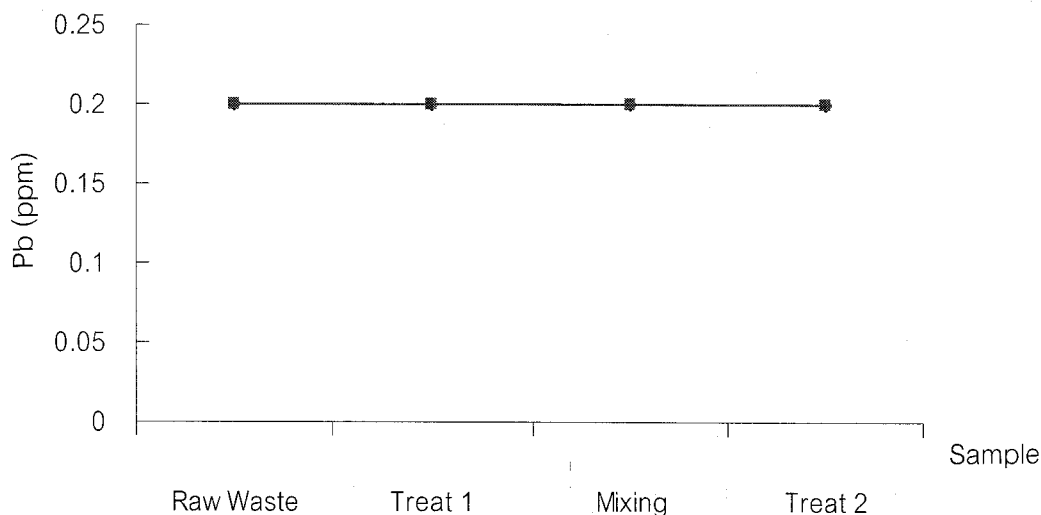


หมายเหตุ รูป ■ แทนปริมาณ Chromium ในน้ำเสียที่ได้จากการทดลองกรณีใช้กรด HCl
รูป ▲ แทนปริมาณ Chromium ในน้ำเสียที่ได้จากระบบฯ จจริงกรณีใช้กรด H_2SO_4
รูป ● แทนค่ามาตรฐาน Chromium ของนิคมฯ บางปู

รูปที่ 3-7(ง) กราฟเปรียบเทียบระหว่างปริมาณ Chromium ในน้ำเสียที่ขั้นตอนต่างๆ
กับค่ามาตรฐานของนิคมฯ

5) ผลการวิเคราะห์ค่าปริมาณของ Lead ในน้ำเสียที่จุดต่างๆ

จากการทดลองจะพบว่าปริมาณของ Lead ในน้ำเสียที่จุดต่างๆ ทั้งกรณีการใช้กรด HCl และ ใช้กรด H_2SO_4 จะมีปริมาณ Lead <0.2 ppm ตลอดการทดลองเช่นเดียวกับกรณีของค่า Copper และค่า Chromium อาจเนื่องมาจากปริมาณของ Lead มีปะปนในน้ำเสียในปริมาณที่น้อย ซึ่งเมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานของนิคมฯ ซึ่งกำหนดไว้ว่าต้องมีค่า Lead ไม่เกิน 0.2 ppm ซึ่งถือว่ามีค่าใกล้เคียงกับค่าของนิคมฯ ส่วนค่าของ Lead แสดงไว้ดังรูปที่ 3-7(จ) เนื่องจากมีปริมาณของ Lead ทั้งน้ำที่เข้าและน้ำที่ออกมีปริมาณน้อยมากจึงไม่สามารถติดประสิทธิภาพของระบบบำบัดออกมาได้



- หมายเหตุ รูป ■ แทนปริมาณ Lead ในน้ำเสียที่ได้จากการทดลองกรณีใช้กรด HCl
รูป ▲ แทนปริมาณ Lead ในน้ำเสียที่ได้จากระบบฯ จริงกรณีใช้กรด H₂SO₄
รูป ● แทนค่ามาตรฐาน Lead ของนิคมฯ บางปู

รูปที่ 3-7(จ) กราฟเปรียบเทียบระหว่างปริมาณ Lead ในน้ำเสียที่ขั้นตอนต่างๆ
กับค่ามาตรฐานของนิคมฯ

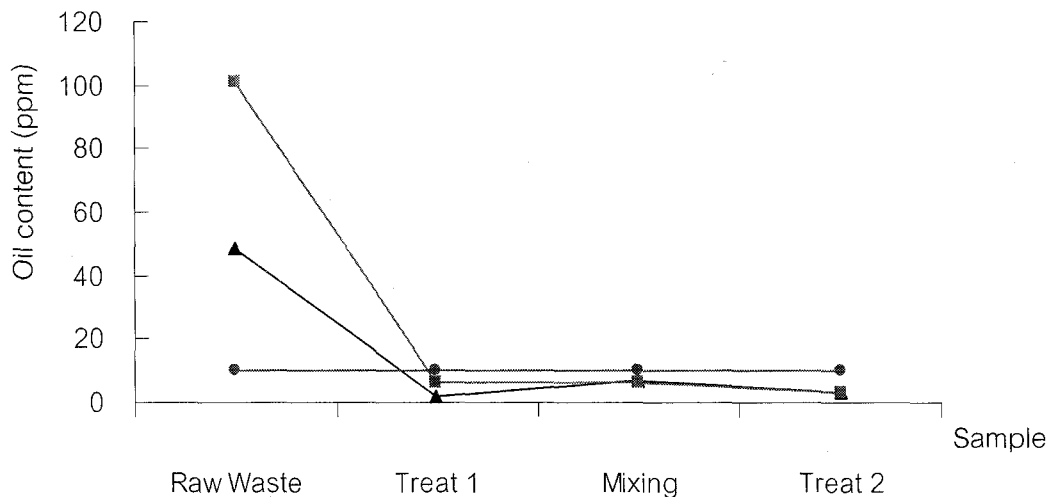
3.5.1.2 ผลการวิเคราะห์ค่า Oil content ในน้ำเสียที่ขั้นตอนต่างๆ

จากการทดลองจะพบว่าค่า Oil content ในน้ำเสียที่ขั้นตอนต่างๆ ในกรณีของการใช้กรด HCl เมื่อน้ำเสียเข้าระบบมีค่า Oil content 48.42 ppm และเมื่อระบบบำบัดในขั้นที่ 1 จะมีปริมาณของ Oil content ลดลงเหลือ 2.06 ppm อาจเนื่องมาจากการเติมกรดเพื่อให้น้ำมันและไขมันได้แตกตัวออกจากน้ำ เมื่อนำน้ำมาเข้าสู่กระบวนการ Floatation จะทำให้น้ำมันลอยขึ้นมาเหนือผิวน้ำเนื่องจากมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำแล้วจึงใช้ใบกวาดๆ แอน้ำมันที่ลอยอยู่แยกออกมาจากน้ำเสีย ปริมาณของน้ำมันจึงมีค่าลดลง และเมื่อนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดขั้นที่ 1 มารวมกับน้ำเสียจากส่วนของ Technical Center และโรงเคมี ทำให้ปริมาณของ Oil content เพิ่มขึ้นเป็น 6.89 ppm อาจเนื่องมาจากน้ำจาก Technical Center และโรงเคมีมีน้ำมันปนเปื้อนมาด้วย แต่เมื่อบำบัดขั้นที่ 2 ปริมาณของ Oil content ที่วัดได้ก็มีปริมาณลดลงเหลือ 2.93 ppm

สำหรับค่า Oil content ในน้ำเสียที่ขั้นตอนต่างๆ ในกรณีของการใช้กรด H₂SO₄ เมื่อน้ำเสียเข้าระบบมีค่า Oil content 101.33 ppm และเมื่อระบบบำบัดในขั้นที่ 1 จะมีปริมาณ

ของ Oil content ลดลงเหลือ 6.30 ppm ก็ลักษณะคล้ายกับกรณีแรก และเมื่อนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดขั้นที่ 1 มารวมกับน้ำเสียจากส่วนของ Technical Center และโรงเคมี ทำให้ปริมาณของ Oil content ลดลงเหลือ 6.05 ppm อาจเนื่องมาจากน้ำจาก Technical Center และโรงเคมีมีน้ำมันปนเปื้อนของน้ำมันเล็กน้อย มาด้วยแต่เมื่อบำบัดขั้นที่ 2 ปริมาณของ Oil content ที่วัดได้ก็มีปริมาณลดลงเหลือ 3.18 ppm

เมื่อเปรียบเทียบทั้ง 2 กรณี จะพบว่าเมื่อเทียบในการบำบัดขั้นสุดท้ายปริมาณของ Oil content ในกรณีของการใช้กรด HCl ต่ำกว่าเล็กน้อย แต่เทียบกับค่าของนิคมฯ ซึ่งต้องมีค่าไม่เกิน 10 ppm ซึ่งถือว่าผ่านเกณฑ์ที่นิคมฯ กำหนดไว้ ทั้ง 2 กรณี แสดงดังรูปที่ 3-8 เมื่อคำนวณหาประสิทธิภาพรวมของระบบบำบัด Oil content ในกรณีการใช้กรด HCl จะมีประสิทธิภาพเป็น 93.94 % กรณีการใช้กรด H_2SO_4 จะมีประสิทธิภาพเป็น 96.86 % ซึ่งกรณีใช้กรด H_2SO_4 จะมีประสิทธิภาพดีกว่าเล็กน้อย



หมายเหตุ รูป ■ แทนปริมาณ Oil content ในน้ำเสียที่ได้จากการทดลองกรณีใช้กรด HCl
รูป ▲ แทนปริมาณ Oil content ในน้ำเสียที่ได้จากระบบฯจริงกรณีใช้กรด H_2SO_4
รูป ● แทนค่ามาตรฐาน Oil content ของนิคมฯ บางปู

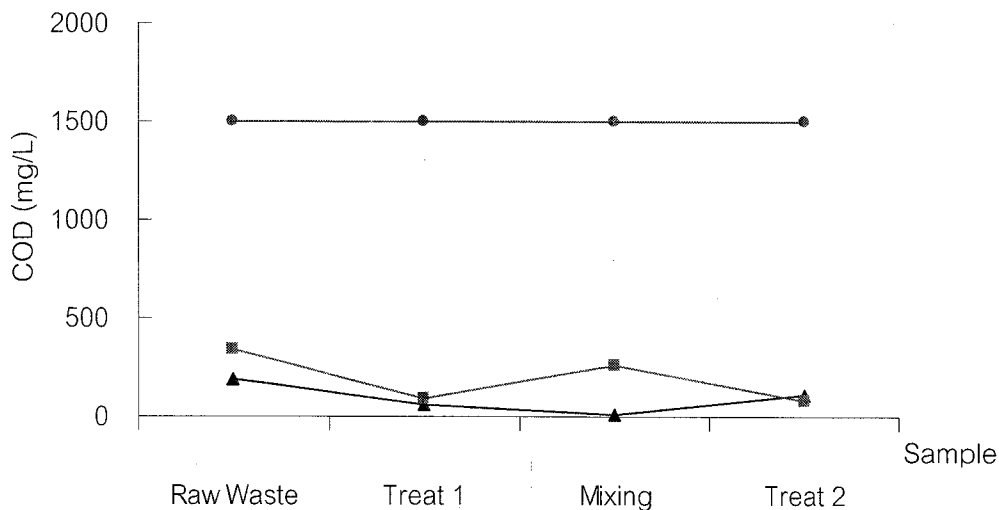
รูปที่ 3-8 กราฟเปรียบเทียบระหว่างปริมาณ Oil content ในน้ำเสียที่ขั้นตอนต่างๆ
กับค่ามาตรฐานของนิคมฯ

3.5.1.3 ผลการวิเคราะห์ค่า COD ในน้ำเสียที่ขั้นตอนต่างๆ

การหาค่าปริมาณของ COD ในน้ำเสียจะทำให้ทราบว่ามีความ Oxygen ที่ต้องการใช้ Oxidize สารอินทรีย์ จากการทดลองจะทำให้ทราบค่า COD ในน้ำเสียที่ขั้นตอนต่างๆ กรณีใช้กรด HCl เมื่อน้ำเข้าระบบจะมีค่า COD 185.47 mg/L เมื่อผ่านการบำบัดขั้นที่ 1 ทำให้ค่าของ COD ลดลงเป็น 56.03 mg/L เมื่อนำน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วมารวมกับน้ำในส่วนของ Technical Center และโรงเคมี ทำให้ปริมาณของ COD เพิ่มขึ้นเป็น 158.43 mg/L แต่เมื่อทำการบำบัดขั้นที่ 2 ทำให้ค่า COD ลดลงเป็น 106.26 mg/L ที่วัดค่าปริมาณของ COD ได้น้อย อาจเนื่องมาจากในน้ำเสียมีสารอินทรีย์น้อยเพราะน้ำเสียของบริษัทฯ จะเป็นน้ำเสียที่ปนเปื้อนสารเคมีเป็นส่วนใหญ่จึงทำให้มีปริมาณของ COD น้อย

สำหรับค่า COD ในน้ำเสียที่ขั้นตอนต่างๆ กรณีใช้กรด H_2SO_4 เมื่อน้ำเข้าระบบจะมีค่า COD 340 mg/L เมื่อผ่านการบำบัดขั้นที่ 1 ทำให้ค่าของ COD ลดลงเป็น 90 mg/L เมื่อนำน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วมารวมกับน้ำในส่วนของ Technical Center และโรงเคมี ทำให้ปริมาณของ COD เพิ่มขึ้นเป็น 256.67 mg/L แต่เมื่อทำการบำบัดขั้นที่ 2 ทำให้ค่า COD ลดลงเป็น 82 mg/L ที่ COD มีค่าน้อย อาจเนื่องมาจากมีลักษณะเช่นเดียวกันกับกรณีแรก

เมื่อเปรียบเทียบทั้ง 2 กรณี จะพบว่าเมื่อเทียบในการบำบัดขั้นสุดท้ายปริมาณของ COD ในกรณีของการใช้กรด H_2SO_4 มีค่า COD ต่ำกว่า แต่เทียบกับค่าของนิคมฯ ซึ่งต้องมีค่าไม่เกิน 1,500 mg/L ซึ่งถือว่าผ่านเกณฑ์ที่นิคมฯ กำหนดไว้ ทั้ง 2 กรณี แสดงดังรูปที่ 3-9 เมื่อคำนวณหาประสิทธิภาพรวมของระบบบำบัด Oil content ในกรณีการใช้กรด HCl จะมีประสิทธิภาพเป็น 42.71 % กรณีการใช้กรด H_2SO_4 จะมีประสิทธิภาพเป็น 75.88 % ซึ่งกรณีใช้กรด H_2SO_4 จะมีประสิทธิภาพดีกว่า แต่เนื่องมาจากว่าค่า COD ต่ำแม้ว่ากรณีที่ใช้ HCl จะมีประสิทธิภาพในการบำบัดต่ำแต่ค่า COD ก็ยังมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาก



หมายเหตุ รูป ■ แทนปริมาณ COD ในน้ำเสียที่ได้จากการทดลองกรณีใช้ กรด HCl
รูป ▲ แทนปริมาณ COD ในน้ำเสียที่ได้จากระบบฯจริงกรณีใช้ กรด H_2SO_4
รูป ● แทนค่ามาตรฐาน COD ของนิคมฯ บางปู

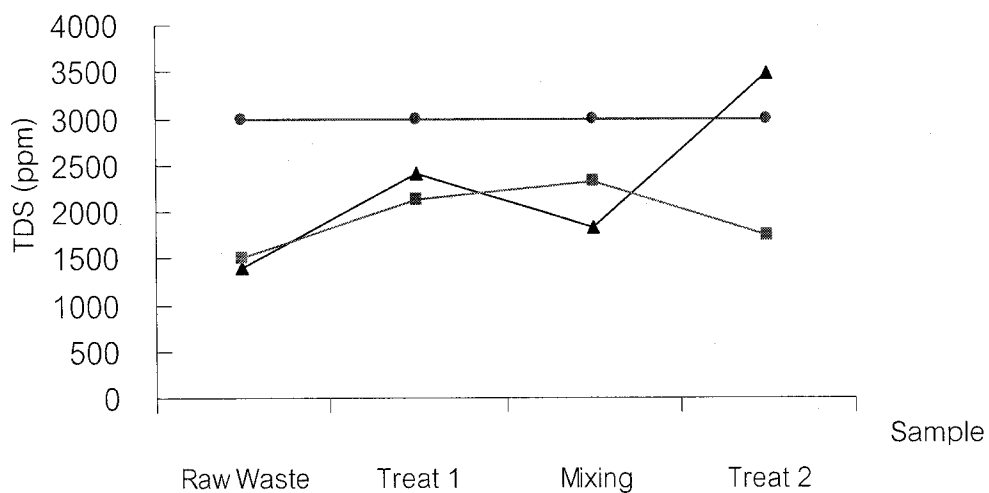
รูปที่ 3-9 กราฟเปรียบเทียบระหว่างปริมาณ COD ในน้ำเสียที่ขั้นตอนต่างๆ
กับค่ามาตรฐานของนิคมฯ

3.5.1.4 ผลการวิเคราะห์ค่า TDS ในน้ำเสีย

TDS เป็นปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ จากการทดลองเมื่อวัดค่า TDS ในน้ำเสียโดยใช้กรด HCl แล้วจะทำให้ทราบว่าเมื่อน้ำเข้าระบบน้ำเสียจะมีค่า TDS 1,406 ppm แต่เมื่อทำการบำบัดขั้นที่ 1 ซึ่งมีการเติมสารเคมีในน้ำเสียเพื่อทำให้เกิดตะกอนแล้วจะมีค่าของ TDS เพิ่มขึ้นเป็น 2,406 ppm ที่มีปริมาณเพิ่มขึ้นก็เป็นเพราะการเติมสารเคมีเข้าไปเพื่อช่วยให้เกิดการตกตะกอนจึงส่งผลให้ปริมาณสารเคมีในน้ำเสียมีค่าเพิ่มขึ้น เนื่องจากสารเคมีทำปฏิกิริยาจึงมีสารเคมีบางตัวละลายแขวนลอยอยู่ในน้ำเสียจึงทำให้ปริมาณของ TDS เพิ่มขึ้น แต่เมื่อนำน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วมาผสมกับน้ำส่วนของ Technical Center และโรงเคมี ปริมาณของ TDS จะมีค่าลดลงเป็น 1,824 ppm อาจเกิดจากการเจือจางจากน้ำที่นำมาผสมจึงทำให้น้ำเสียมีค่า TDS ลดลง แต่เมื่อผ่านการบำบัดขั้นที่ 2 ค่า TDS จะมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 2,480 ppm ก็มีเหตุผลเดียวกับการบำบัดขั้นที่ 1 ที่มีค่า TDS เพิ่มขึ้น

สำหรับการปริมาณของ TDS ในน้ำเสียของบริษัทซึ่งใช้กรด H_2SO_4 เมื่อน้ำเข้าระบบน้ำเสียจะมีค่า TDS 1,502 ppm เมื่อทำการบำบัดขั้นที่ 1 ซึ่งมีการเติมสารเคมีในน้ำเสียจะมีค่าของ TDS เพิ่มขึ้นเป็น 2,136 ppm เช่นเดียวกับกรณีแรก แต่เมื่อนำน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วมารวมกับน้ำส่วนของ Technical Center และโรงเคมี ปริมาณของ TDS จะมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 2,318 ppm อาจเกิดจากน้ำที่นำมารวมนี้อาจมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ผสมอยู่ แต่เมื่อผ่านการบำบัดขั้นที่ 2 ค่า TDS จะมีค่าลดลงเป็น 1,744 ppm ยังไม่ทราบเหตุผลที่แน่ที่ทำให้ปริมาณ TDS ลดลง

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณของ TDS ระหว่างการใช้กรด HCl กับกรด H_2SO_4 เมื่อเทียบกับค่าของนิคมฯ ต้องมีค่าไม่เกิน 3,000 ppm ถือว่าผ่านเกณฑ์นิคมฯ กำหนดไว้ ทั้ง 2 กรณีแสดงดังรูปที่ 3-9 เมื่อคำนวณหาประสิทธิภาพรวมของระบบบำบัด TDS จะไม่สามารถคำนวณได้เนื่องมาจากว่าน้ำเข้าระบบมีปริมาณของ TDS มากกว่าน้ำออกจากระบบ



- หมายเหตุ รูป ■ แทนปริมาณ TDS ในน้ำเสียที่ได้จากการทดลองกรณีใช้ กรด HCl
รูป ▲ แทนปริมาณ TDS ในน้ำเสียที่ได้จากระบบฯ จริงกรณีใช้ กรด H_2SO_4
รูป ● แทนค่ามาตรฐาน TDS ของนิคมฯ บางปู

รูปที่ 3-10 กราฟเปรียบเทียบระหว่างปริมาณ TDS ในน้ำเสียที่ขั้นตอนต่างๆ
กับค่ามาตรฐานของนิคมฯ

3.5.2 ค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องในการดำเนินโครงการ

จากการทดลองจะพบว่าการนำโครงการนี้มีความเป็นไปได้มากในการนำไปปฏิบัติจริงเพราะจากการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ของน้ำเสีย ซึ่งมีค่าผ่านเกณฑ์ที่ทางนิคมฯ กำหนดไว้ ส่วนเรื่องของค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องในการดำเนินโครงการนั้นจะคิดค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับการจัดซื้อกรดซัลฟริก(H_2SO_4) และการกำจัดกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ซึ่งแสดงดังตารางที่ 3-4

ตารางที่ 3-4 ค่าใช้จ่ายของกรดซัลฟริก(H_2SO_4) กับกรดไฮโดรคลอริก (HCl)

รายการ	ค่าใช้จ่าย(บาท/ปี)
กรดซัลฟริก(H_2SO_4) การสั่งซื้อ	44,640
กรดไฮโดรคลอริก(HCl) ค่ากำจัด	84,000
ค่าขนส่ง	36,000
รวม	164,640

3.6 สรุปผลการดำเนินงาน

จากการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการการนำกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ใช้แล้วกลับมาใช้ซ้ำในระบบบำบัดน้ำเสียแทนกรดซัลฟริก (H_2SO_4) แล้วทำการทดลองตามที่ได้ออกแบบการทดลองไว้นั้นก็คือ การจำลองระบบบำบัดน้ำเสียจากระบบบำบัดขนาดจริงของบริษัท ซึ่งในการนำกรดไฮโดรคลอริก (HCl) มาใช้แทนนั้นต้องคำนึงถึงพารามิเตอร์ของน้ำเสียต่างๆ ก่อนจะปล่อยออกนอกบริษัท ด้วยเพราะกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ที่นำมาใช้เป็นกรดที่ได้ผ่านกระบวนการผลิตซบเคลือบผิวโลหะมาแล้ว เมื่อนำมาใช้ในระบบบำบัดฯ อาจมีผลกระทบต่อน้ำเสียที่จะปล่อยออกในเรื่องค่ามาตรฐานน้ำเสียที่นิคมฯ กำหนด นั่นก็คือค่าโลหะหนัก, Oil Content, COD และTDS ซึ่งเมื่อวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์เหล่านี้ในน้ำเสียที่ได้จากการทดลองจะพบว่าพารามิเตอร์เหล่านั้นมีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่นิคมฯ กำหนดไว้ทุกค่าและเมื่อเปรียบเทียบกับกรณีที่ใช้กรดซัลฟริก (H_2SO_4) ก็ยังมีค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ออกมาใกล้เคียงกัน อีกทั้งยังมีประสิทธิภาพในการบำบัดใกล้เคียงกันอีกด้วย จึงสรุปได้ว่าการใช้กรดไฮโดรคลอริก (HCl) ในระบบบำบัดน้ำเสียมีความเป็นไปได้จริง อีกทั้งเมื่อเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ที่ต้องกำจัดและ

กรดซัลฟูริก(H_2SO_4) ที่ใช้เป็นวัตถุดิบในระบบบำบัดฯ ในปัจจุบันแล้วเมื่อนำกรดไฮโดรคลอริก (HCl) มาใช้แทนกรดซัลฟูริก(H_2SO_4)ในระบบบำบัดฯ จะช่วยลดค่าใช้จ่ายให้กับบริษัทเป็นเงิน 164,640 บาทต่อปี อีกทั้งยังเป็นการใช้วัตถุดิบอย่างคุ้มค่าที่สุด และช่วยลดมลพิษสิ่งแวดล้อมได้อีกด้วย

3.7 ข้อเสนอแนะสำหรับโครงการในอนาคต

เนื่องจากในระบบบำบัดน้ำเสียของบริษัทฯ จะพบปัญหาของการมีตะกอนเอ่อลอยในช่วงสุดสัปดาห์เพราะช่วงนั้นทางโรงงานต่างๆ จะมีการล้างบ่อในช่วงสุดสัปดาห์แล้วปล่อยน้ำมาระบบบำบัดจึงส่งผลให้ประสิทธิภาพการบำบัดต่ำจึงควรมีการศึกษาต่อเป็นโครงการต่อไปในอนาคต

บทที่ 4

สรุปผลการปฏิบัติงาน

4.1 สรุปผลการปฏิบัติงาน

จากการออกปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ บริษัท ไทยปาร์คเกอร์โรซิง จำกัด เป็นเวลา 16 สัปดาห์ เป็นบริษัท ที่ดำเนินธุรกิจเกี่ยวกับการผลิต/จำหน่ายเคมีภัณฑ์ป้องกันสนิมรับจ้างชุบเคลือบผิวโลหะ และชุบแข็งเพื่อป้องกันสนิม เมื่อทำการตรวจประเมินเบื้องต้นพบว่าทางบริษัท มีประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นทั้งทางด้านอากาศ ทางด้านของเสีย และทางด้านน้ำเสีย ซึ่งจากการศึกษากระบวนการผลิตเบื้องต้นได้มีความสนใจของเสียที่เกิดจากโรงงานฟอสเฟต นั่นก็คือกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ที่เกิดจากกระบวนการชุบเคลือบผิวด้วยฟอสเฟตซึ่งกรดไฮโดรคลอริก (HCl) เป็นของเสียที่ทางบริษัท ต้องส่งกำจัด จึงต้องการนำมาใช้แทนกรดซัลฟูริก (H_2SO_4) ที่ใช้ในระบบบำบัดน้ำเสียของบริษัท จึงมีโครงการศึกษาความเป็นไปได้ในการนำกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ใช้แล้วกลับมาใช้ซ้ำในระบบบำบัดน้ำเสียแทนกรดซัลฟูริก (H_2SO_4) ขั้นแรกได้นำกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ที่ใช้แล้วไปวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักจะพบว่ามีโลหะหนักหลายอย่างปะปนอยู่ เช่น Zn, Ni, Mn, Ca, Ni, Fe, Cr, Cu, Pb และ Cd เมื่อศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์แล้วในการนำกรดฯ มาใช้ซึ่งไม่จำเป็นต้องเสียค่าใช้จ่ายใดเลย จึงได้เริ่มการศึกษาระบบบำบัดฯ ของบริษัทและเก็บอัตราการจ่ายสารเคมี แล้วทำการคำนวณออกแบบระบบบำบัดฯ ขนาดทดลองเพื่อทดลองใช้กรดไฮโดรคลอริก (HCl) โดยในขั้นตอนการทดลองระบบบำบัดน้ำเสียขนาดทดลองจะแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ขั้นตอน เหมือนกับระบบบำบัดจริงที่มีการบำบัด 2 line คือ Oil Treatment Line และ Heavy Metal Treatment Line โดยเก็บน้ำเสียส่งวิเคราะห์พารามิเตอร์ตามที่นิคมฯ กำหนดคือ โลหะหนัก, Oil Content, COD และ TDS ซึ่งเมื่อวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์เหล่านี้ในน้ำเสียที่ได้จากการทดลองจะพบว่าพารามิเตอร์เหล่านั้นมีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่นิคมฯ กำหนดไว้ทุกค่าและเมื่อเปรียบเทียบกับกรณีที่ใช้กรดซัลฟูริก (H_2SO_4) ก็ยังมีค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ออกมาใกล้เคียงกัน อีกทั้งยังมีประสิทธิภาพในการบำบัดใกล้เคียงกันอีกด้วย จึงสรุปได้ว่าการใช้กรดไฮโดรคลอริก (HCl) ในระบบบำบัดน้ำเสียมีความเป็นไปได้จริง อีกทั้งเมื่อเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ที่ต้องกำจัดและกรดซัลฟูริก (H_2SO_4) ที่ใช้เป็นวัตถุดิบในระบบบำบัดฯ ในปัจจุบันแล้วเมื่อนำกรดไฮโดรคลอริก (HCl) มาใช้แทนกรดซัลฟูริก (H_2SO_4) ใน

=====

ระบบบำบัดฯ จะช่วยลดค่าใช้จ่ายให้กับบริษัทเป็นเงิน 164,640 บาทต่อปี อีกทั้งยังเป็นการใช้วัตถุดิบอย่างคุ้มค่าที่สุด และช่วยลดมลพิษสิ่งแวดล้อมได้อีกด้วย

4.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ

- 1) เนื่องการขอข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตนั้นเป็นความลับของบริษัทฯ ในฝ่ายการผลิตจึงไม่สามารถให้ข้อมูลเกี่ยวกับหน่วยการผลิตได้ ในการประเมินประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมจึงทำการประเมินในเบื้องต้นได้อย่างเดียว
- 2) จากการสังเกตในกระบวนการผลิตของโรงงานฟอสเฟตด้านหลังของบ่อแต่ตะปอมีการชำรุดหรือเกิดการขึ้นสนิมซึ่งอาจมีอันตรายเกิดขึ้นได้จึงควรมีการปรับปรุงให้มีความเรียบร้อยและความปลอดภัยมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

1. สำนักเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมโรงงาน, 2548, ตำราบำบัดมลพิษน้ำ, กรมโรงงานอุตสาหกรรม
2. Clair N. Sawyer, Perry L. McCarty and gene F. Parkin, 2003, CHEMISTRY FOR ENVIRONMENTAL ENGINEERING AND SCIENCE FIFTH EDITION, McGraw-Hill Education (Asia)
3. W. Wesley Eckenfelder Jr, 1926, Industrial Water Pollution Control, McGraw-Hill Education (Asia)
4. ดร.มันลีน ตันทูลเวศม์, 2542, เทคโนโลยีบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรม, โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, พิมพ์ครั้งที่ 1
5. น.ส.เจษสุดา ประดิษฐ์, 2543, การบำบัดโลหะหนักจากน้ำเสียห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์โดยวิธีการตกตะกอน และโคแอกกูเลชันในระบบบำบัดขนาดทดลอง, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระเจ้าเกล้าธนบุรี
6. น.ส. อานันท์ปภา ชื่นทรัพย์, 2549, รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา เรื่อง การปรับปรุงประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสียในส่วนของการบำบัดน้ำเสีย, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
6. <http://www.mwa.co.th/download/etc01/coagulation.pdf>

ภาคผนวก ก

รายละเอียดข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการทดลองมีดังนี้

- ลักษณะประเด็นปัญหาที่พบในกระบวนการฟอสเฟต
- ตารางที่ ก-1 เกณฑ์การให้คะแนนระดับความสำคัญในด้านต่างๆ
- ตารางที่ ก-2 การประเมินประเด็นปัญหาลงแวดล้อม
- ตารางที่ ก-3 สรุปการประเมินประเด็นปัญหาลงแวดล้อมเบื้องต้นและการดำเนินการ
- ตารางที่ ก-4 คุณสมบัติกรด HCl ใช้แล้วจากกระบวนการชุบฟอสเฟต
- ตารางที่ ก-5 ผลการวิเคราะห์น้ำเสียที่ได้จากการทดลอง
- ตารางที่ ก-7 ผลการวิเคราะห์น้ำเสียของบริษัทฯ ในช่วงเดือนมิถุนายน 2550

ลักษณะประเด็นปัญหาที่พบในกระบวนการฟอสเฟต

1. น้ำมันหยดลงพื้นบริเวณ Setting & packing
2. ไรระเหยของ Kerosene และกลิ่นของสารระเหย
3. ความร้อน
4. กรด HCl ใช้แล้วที่เหลือจากกระบวนการ Surface pretreatment
5. น้ำล้างชิ้นงานเป็นแบบไหลล้นตลอดเวลา
6. น้ำยาฟอสเฟตใช้แล้ว+น้ำเสีย
7. ขยะอุปกรณ์ Safety เก่า
8. ขยะจากการหีบห่อ
9. ขยะเศษผ้าเช็ดพื้น

ตารางที่ ก-1 เกณฑ์การให้คะแนนระดับความสำคัญในด้านต่างๆ

เกณฑ์การประเมิน	เงื่อนไขในการประเมินให้คะแนน		
	1 คะแนน	2 คะแนน	3 คะแนน
(1) ความสำคัญด้านเทคนิค	มีความง่ายในการปรับปรุงให้ดีขึ้น	มีความยากง่ายปานกลางในการปรับปรุงให้ดีขึ้น	มีความยากในการปรับปรุงให้ดีขึ้น
(2) ความสำคัญด้านเศรษฐศาสตร์	มีความสำคัญต่อค่าใช้จ่ายของโรงงานต่ำ	มีความสำคัญต่อค่าใช้จ่ายของโรงงานปานกลาง	มีความสำคัญต่อค่าใช้จ่ายของโรงงานสูง
(3) ความสำคัญด้านสิ่งแวดล้อม	ไม่มีหรือมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ชุมชน และสุขภาพต่ำ ไม่มีข้อกำหนดกฎหมาย	มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ชุมชนและสุขภาพปานกลาง มีข้อกำหนดกฎหมายเล็กน้อย	มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ชุมชนและสุขภาพสูง มีข้อกำหนดกฎหมาย

ตารางที่ ก-2 การประเมินประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อม

ประเด็นปัญหา	เทคนิค	เศรษฐศาสตร์	สิ่งแวดล้อม	ผลรวม	ลำดับ
1. น้ำมันหยดลงพื้น	1	1	2	4	5
2. ไอระเหยและกลิ่น	3	3	3	9	1
3. ความร้อน	2	2	1	5	4
4. กรด HCl ใช้แล้ว	2	2	2	6	3
5. น้ำล้างชิ้นงาน	3	2	2	7	2
6. น้ำยาฟอสเฟตใช้แล้ว+ น้ำเสีย	3	2	2	7	2
7. ขยะอุปกรณ์ Safety เก่า	1	2	1	4	5
8. ขยะจากการหีบห่อ	1	2	2	5	4
9. ขยะเศษผ้าเช็ดพื้น	1	2	1	4	5

ตารางที่ ก-3 สรุปการประเมินประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมเบื้องต้นและการดำเนินการ

ประเด็นปัญหา	การดำเนินการ
1. น้ำมันหยดลงพื้น	ใช้ผ้าใช้ตามพื้น และควรมีการปรับปรุงเครื่องจักรให้มีประสิทธิภาพ
2. ไอระเหยและกลิ่น	การสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันบุคคล/ทำฝาปิดครอบ
3. ความร้อน	โดยการเปิดพัดลมเป่าอากาศเป็นช่วง
4. กรด HCl ใช้แล้ว	ปกติทางบริษัทจัดการตามประเภทของเสีย จึงมีความสนใจลองนำกลับมาใช้ใหม่ในระบบบำบัดน้ำเสียของบริษัท
5. น้ำล้างชิ้นงาน	ส่งเข้าปรับค่า pH ของ โรงน้ำก่อนส่งเข้าระบบบำบัดรวม
6. น้ำยาฟอสเฟตใช้แล้ว+ น้ำเสีย	ส่งเข้าปรับค่า pH ของ โรงน้ำก่อนส่งเข้าระบบบำบัดรวม
7. ขยะอุปกรณ์ Safety เก่า	จัดการตามประเภทของเสียของบริษัท
8. ขยะจากการหีบห่อ	จัดการตามประเภทของเสียของบริษัท
9. ขยะเศษผ้าเช็ดพื้น	จัดการตามประเภทของเสียของบริษัท

ตารางที่ ก-4 คุณสมบัติกรด HCl ใช้แล้วจากกระบวนการชุบฟอสเฟต

พารามิเตอร์	ค่า
pH	≤ 1
Zn	403.46 ppm
Mn	359.70 ppm
Ca	89.17 ppm
Ni	29.23 ppm
Fe	21.97 g/l
Total Cr	126.66 ppm
Cu	1.39 ppm
Pb	1.38 ppm
Cd	1.25 ppm

ตารางที่ ก-6 ผลการวิเคราะห์น้ำเสียที่ได้จากการทดลองโดยใช้กรด HCl

Parameters	Raw Waste	Treat 1	Mixing	Treat 2	Efficiency
pH	6.55	7.25	4.56	9.5	
Zn (ppm)	26.31	<0.2	3.05	<0.2	99.23
Ni (ppm)	1.8	0.23	1.56	<0.2	89.30
Cu (ppm)	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	หาค่าไม่ได้
Cr (ppm)	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	หาค่าไม่ได้
Pb (ppm)	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	หาค่าไม่ได้
Oil content (ppm)	48.42	2.06	6.89	2.93	93.94
COD (mg/L)	185.47	56.03	8.43	106.26	42.71
TDS (ppm)	1,406	2,406	1,824	2,480	หาค่าไม่ได้

ตารางที่ ก-7 ผลการวิเคราะห์น้ำเสียของบริษัทฯ ในช่วงเดือนมิถุนายน 2550

Parameters	Raw Waste	Treat 1	Mixing	Treat 2	Efficiency
Zn (ppm)	39.55	0.26	65.66	<0.20	99.49
Ni (ppm)	1.82	<0.20	3.80	<0.20	88.89
Cu (ppm)	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	หาค่าไม่ได้
Cr (ppm)	0.22	<0.20	<0.20	<0.20	หาค่าไม่ได้
Pb (ppm)	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	หาค่าไม่ได้
Oil content (ppm)	101.33	6.30	6.05	3.18	96.86
COD (mg/L)	340.00	90.00	256.67	82.00	75.88
TDS (ppm)	1,502	2,136	2,318	1,744	หาค่าไม่ได้

ภาคผนวก ข

รายละเอียดการคำนวณต่างๆ ของโครงการที่ศึกษามีดังนี้

- การคำนวณระยะเวลาเก็บกักในการทดลอง
- การคำนวณหาปริมาณสารเคมีที่ใช้เติมในการทดลอง
- การคำนวณค่าใช้จ่ายในการดำเนินโครงการ
- การคำนวณหาสภาพการละลายของโลหะไฮดรอกไซด์

การคำนวณระยะเวลาเก็บกักในการทดลอง

1. การหาระยะเวลาเก็บกัก(HRT) ของ Oil Treatment Line

$$\text{อัตราการไหลของน้ำเสีย} = 8.5 \text{ m}^3/\text{hr}$$

ถัง R1, R2, และ R3 มีปริมาตรถังละ 2 m^3

$$\begin{aligned} \text{เวลาเก็บกัก(HRT)} &= \frac{2 \text{ m}^3}{8.5 \text{ m}^3/\text{hr}} \\ &= 0.235 \text{ hr หรือ } 14.11 \text{ min} \end{aligned}$$

Floatation Tank มีปริมาตร 20 m^3

$$\begin{aligned} \text{เวลาเก็บกัก(HRT)} &= \frac{20 \text{ m}^3}{8.5 \text{ m}^3/\text{hr}} \\ &= 2.352 \text{ hr หรือ } 141.17 \text{ min} \end{aligned}$$

2. การหาระยะเวลาเก็บกัก(HRT) ของ Heavy Metal Treatment Line

$$\text{อัตราการไหลของน้ำเสีย} = 8.5 \text{ m}^3/\text{hr}$$

ถัง R4, R5, และ R6 มีปริมาตรถังละ 2 m^3

$$\begin{aligned} \text{เวลาเก็บกัก(HRT)} &= \frac{2 \text{ m}^3}{8.6 \text{ m}^3/\text{hr}} \\ &= 0.235 \text{ hr หรือ } 14.11 \text{ min} \end{aligned}$$

Sedimentation Tank มีปริมาตร 26 m^3

$$\begin{aligned} \text{เวลาเก็บกัก(HRT)} &= \frac{26 \text{ m}^3}{8.5 \text{ m}^3/\text{hr}} \\ &= 3.059 \text{ hr หรือ } 183.54 \text{ min} \end{aligned}$$

การคำนวณหาปริมาณสารเคมีที่ใช้เติมในการทดลอง

1. การหาปริมาณสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง Oil Treatment Line

- เฟอริคคลอไรด์ (FeCl₂)

$$\begin{aligned} \text{อัตราการจ่ายสารเคมีที่หน้างานจริง} &= 260 \text{ ml/min} \\ \text{ขนาดปริมาตรถัง} &= 2,000 \text{ L} \\ \text{ระยะเวลาเก็บกัก} &= 14 \text{ min} \\ \text{ปริมาณสารเคมีที่ต้องเติม} &= \frac{260 \text{ ml/min} \times 14 \text{ min}}{2000 \text{ L}} \\ &= \frac{1.82 \text{ ml}}{\text{น้ำเสีย 1 L}} \end{aligned}$$

- Kuriflock

$$\begin{aligned} \text{อัตราการจ่ายสารเคมีที่หน้างานจริง} &= 6,000 \text{ ml/min} \\ \text{ขนาดปริมาตรถัง} &= 2,000 \text{ L} \\ \text{ระยะเวลาเก็บกัก} &= 14 \text{ min} \\ \text{ปริมาณสารเคมีที่ต้องเติม} &= \frac{6,000 \text{ ml/min} \times 14 \text{ min}}{2000 \text{ L}} \\ &= \frac{42 \text{ ml}}{\text{น้ำเสีย 1 L}} \end{aligned}$$

2. การหาปริมาณสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง Heavy Metal Treatment Line

- เฟอริคคลอไรด์ (FeCl₂)

$$\begin{aligned} \text{อัตราการจ่ายสารเคมีที่หน้างานจริง} &= 490 \text{ ml/min} \\ \text{ขนาดปริมาตรถัง} &= 2,000 \text{ L} \\ \text{ระยะเวลาเก็บกัก} &= 14 \text{ min} \\ \text{ปริมาณสารเคมีที่ต้องเติม} &= \frac{490 \text{ ml/min} \times 14 \text{ min}}{2000 \text{ L}} \\ &= \frac{3.43 \text{ ml}}{\text{น้ำเสีย 1 L}} \end{aligned}$$

- Kuriflock

$$\begin{aligned} \text{อัตราการจ่ายสารเคมีที่หน้างานจริง} &= 840 \text{ ml/min} \\ \text{ขนาดปริมาตรถัง} &= 2,000 \text{ L} \\ \text{ระยะเวลาเก็บกัก} &= 14 \text{ min} \end{aligned}$$

ปริมาณสารเคมีที่ต้องเติม

$$= \frac{840 \text{ ml/min} \times 14 \text{ min}}{2000 \text{ L}}$$

$$= \frac{5.88 \text{ ml}}{\text{น้ำเสีย 1 L}}$$

การคำนวณค่าใช้จ่ายในการดำเนินโครงการ

การสั่งซื้อกรดซัลฟูริก(H_2SO_4)

H_2SO_4 กิโลกรัมละ	3.1	บาท
สั่งซื้อเดือนละ	1,200	กิโลกรัม
คิดเป็นเงิน	3,720	บาท/เดือน
หรือ	44,640	บาท/ปี

การส่งกรดไฮโดรคลอริก (HCl) กำจัด

การกำจัด HCl

เกิดกรด HCl	500	ลิตร/สัปดาห์
หรือ	2,000	ลิตร/เดือน
หรือ	24,000	ลิตร/ปี
ค่ากำจัด HCl กิโลกรัมละ	3.5	บาท
ให้ 1 กิโลกรัม มีค่าเท่ากับ	1	ลิตร
เพราะฉะนั้นค่ากำจัด HCl ใน 1 ปี เป็นเงิน	84,000	บาท/ปี

การขนส่ง HCl

คิดเที่ยวละ	6,000	บาท
ขนได้มากที่สุด	4 ตัน	เท่ากับ 4,000 กิโลกรัม
1 ปีต้องขนทั้งหมด	6	เที่ยว
ค่าขนส่งทั้งหมด	36,000	บาท/ปี

การคำนวณหาสภาพการละลายของโลหะไฮดรอกไซด์ ดังนี้

1) ซิงค์ไฮดรอกไซด์ $Zn(OH)_2$

	$Zn(OH)_2 (s)$	\rightleftharpoons	$Zn^{2+} (aq)$	+	$2OH^- (aq)$
เริ่มต้น			0.00		0.00
การเปลี่ยนแปลง			+s		+2s
สมดุล			s		2s

จาก $K_{sp} = [Zn^{2+}][OH^-]^2$
 $8 \times 10^{-18} = (s)(2s)^2$
 $s^3 = \frac{8 \times 10^{-18}}{4} = 2 \times 10^{-18} \text{ M}$

แก้สมการหา s ได้ $s = 1.2 \times 10^{-6} \text{ M}$

จากค่ามวลต่อโมลของ $Zn(OH)_2$ เท่ากับ 99.37 g/mol และจากค่าสภาพการละลายเป็นโมลาร์ เราจะคำนวณสภาพการละลายในหน่วย g/L ได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{สภาพการละลายของ } Zn(OH)_2 &= \frac{1.2 \times 10^{-6} \text{ mol } Zn(OH)_2}{1 \text{ L}} \times \frac{99.37 \text{ g } Zn(OH)_2}{1 \text{ mol } Zn(OH)_2} \\ &= 1.2 \times 10^{-4} \text{ g/L} \\ &= 1.2 \times 10^{-1} \text{ mg/L} \end{aligned}$$

2) นิกเกิลไฮดรอกไซด์ $Ni(OH)_2$

	$Ni(OH)_2 (s)$	\rightleftharpoons	$Ni^{2+} (aq)$	+	$2OH^- (aq)$
เริ่มต้น			0.00		0.00
การเปลี่ยนแปลง			+s		+2s
สมดุล			s		2s

จาก $K_{sp} = [Ni^{2+}][OH^-]^2$
 $2 \times 10^{-16} = (s)(2s)^2$

$$s^3 = \frac{2 \times 10^{-16}}{4} = 5 \times 10^{-15} \quad \text{M}$$

แก้สมการหา s ได้ $s = 1.7 \times 10^{-5} \quad \text{M}$

จากค่ามวลต่อโมลของ Ni(OH)_2 เท่ากับ 92.67 g/mol และจากค่าสภาพการละลายเป็นโมลาร์ เราจะคำนวณสภาพการละลายในหน่วย g/L ได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{สภาพการละลายของ Ni(OH)}_2 &= \frac{1.7 \times 10^{-5} \text{ mol Ni(OH)}_2}{1\text{L}} \times \frac{92.67 \text{ g Ni(OH)}_2}{1 \text{ mol Ni(OH)}_2} \\ &= 4.6 \times 10^{-3} \quad \text{g/L} \\ &= 4.6 \times 10 \quad \text{mg/L} \end{aligned}$$

3) คอปเปอร์ไฮดรอกไซด์ Cu(OH)_2

	$\text{Cu(OH)}_2 \text{ (s)}$	\rightleftharpoons	$\text{Cu}^{2+} \text{ (aq)}$	+	$2\text{OH}^- \text{ (aq)}$
เริ่มต้น			0.00		0.00
การเปลี่ยนแปลง			+s		+2s
สมดุล			s		2s

จาก $K_{sp} = [\text{Cu}^{2+}][\text{OH}^-]^2$

$$2 \times 10^{-19} = (s)(2s)^2$$

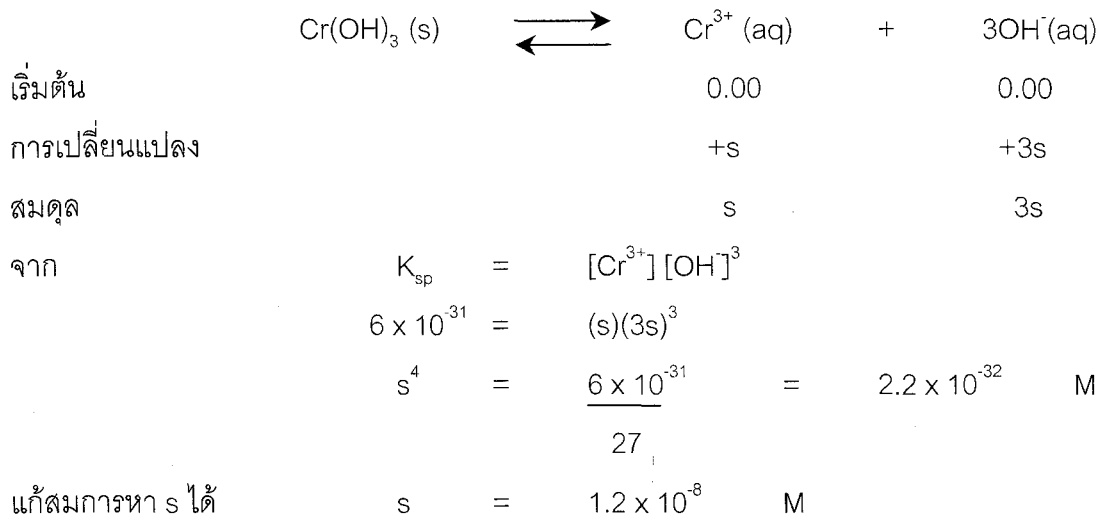
$$s^3 = \frac{2 \times 10^{-19}}{4} = 5 \times 10^{-20} \quad \text{M}$$

แก้สมการหา s ได้ $s = 3.7 \times 10^{-7} \quad \text{M}$

จากค่ามวลต่อโมลของ Cu(OH)_2 เท่ากับ 97.57 g/mol และจากค่าสภาพการละลายเป็นโมลาร์ เราจะสามารถคำนวณสภาพการละลายในหน่วย g/L ได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{สภาพการละลายของ Cu(OH)}_2 &= \frac{3.7 \times 10^{-7} \text{ mol Cu(OH)}_2}{1\text{L}} \times \frac{97.57 \text{ g Cu(OH)}_2}{1 \text{ mol Cu(OH)}_2} \\ &= 3.6 \times 10^{-5} \quad \text{g/L} \\ &= 3.6 \times 10^{-2} \quad \text{mg/L} \end{aligned}$$

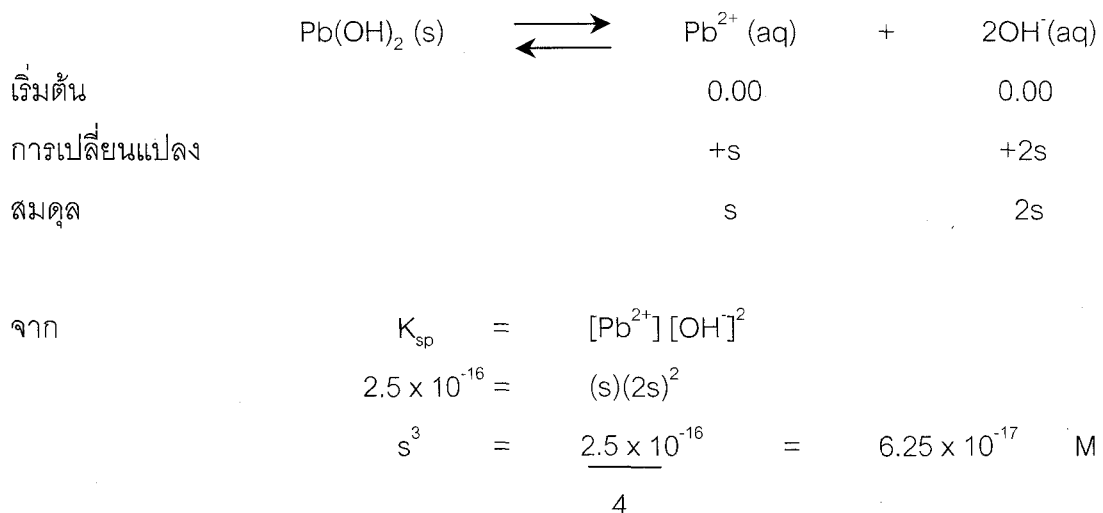
4) โครเมียมไฮดรอกไซด์ Cr(OH)_3



จากค่ามวลต่อโมลของ Cr(OH)_3 เท่ากับ 102.96 g/mol และจากค่าสภาพการละลายเป็นโมลาร์ เราจะคำนวณสภาพการละลายในหน่วย g/L ได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \text{สภาพการละลายของ } \text{Cr(OH)}_3 &= \frac{1.2 \times 10^{-8} \text{ mol Cr(OH)}_3}{1\text{L}} \times \frac{102.96 \text{ g Cr(OH)}_3}{1 \text{ mol Cr(OH)}_3} \\
 &= 1.3 \times 10^{-6} \text{ g/L} \\
 &= 1.3 \times 10^{-3} \text{ mg/L}
 \end{aligned}$$

5) เลดไฮดรอกไซด์ Pb(OH)_2



แก้สมการหา s ได้ $s = 3.9 \times 10^{-6} \text{ M}$

จากค่ามวลต่อโมลของ Pb(OH)_2 เท่ากับ 241.18 g/mol และจากค่าสภาพการละลายเป็นโมลาร์ เราจะคำนวณสภาพการละลายในหน่วย g/L ได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{สภาพการละลายของ } \text{Pb(OH)}_2 &= \frac{3.9 \times 10^{-6} \text{ mol Pb(OH)}_2}{1 \text{ L}} \times \frac{241.18 \text{ g Pb(OH)}_2}{1 \text{ mol Pb(OH)}_2} \\ &= 9.6 \times 10^{-4} \text{ g/L} \\ &= 9.6 \times 10^{-1} \text{ mg/L} \end{aligned}$$

ภาคผนวก ค

วิธีการวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่างๆ ในน้ำเสียตามที่บริษัทได้วิเคราะห์ในระบบบำบัดน้ำเสียจริง

- วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณไขมันและน้ำมัน(Oil & Grease)
- วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณของแข็งละลายน้ำ (TDS)
- วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในน้ำเสีย
- วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณซีโอดี (COD) ในน้ำเสีย

ไขมันและน้ำมัน(Oil & Grease)

จุดประสงค์

เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณไขมันและน้ำมัน (Oil & Grease) โดยวิธีสกัดด้วย C_2Cl_4 และ วิธี Partition – IR (FTIR SPECTROPHOTOMETER)

ขอบเขต

สามารถวิเคราะห์หาปริมาณ Oil & Grease ในตัวอย่างน้ำเสียทุกประเภท

นิยาม

ไขมันและน้ำมัน หมายถึงสารประกอบไฮโดรคาร์บอน กกรดไขมัน สบู่ ชี้นี้ น้ำมัน รวมทั้ง สารอื่นๆ ซึ่งสามารถสกัดได้ด้วยตัวทำละลาย

การเก็บรักษาตัวอย่าง

ตัวอย่างน้ำเสียที่จะนำมาวิเคราะห์ควรเก็บใส่ในขวดแก้วปากกว้าง เติมกรด H_2SO_4 จนตัวอย่างน้ำมี $pH < 2$ และแช่เย็นที่อุณหภูมิ $4^{\circ}C$ ควรทำการวิเคราะห์ภายใน 24^1 ชม. (28^2 วัน)

1 = คู่มือวิเคราะห์น้ำเสีย, พิมพ์ครั้งที่ 4-2547, สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย

2 = Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater ; APHA, AWWA, WEF ; 19th Edition 1995

เครื่องมือ/อุปกรณ์

1. FTIR SPECTROPHOTOMETER รุ่น IR PRESTIGE – 21
2. กรวยแยก (Separate funnel) 1000 ml
3. ขวดปริมาตร (Volumetric Flask) ขนาด 50, 100 ml
4. Cylindrical Cell size 10, 50, 100 mm
5. กระจกทรง เส้นผ่าศูนย์กลาง 11 cm

สารเคมี

1. C_2Cl_4
2. Hexadecane
3. iso-Octane
4. Benzene
5. Na_2SO_4 (Anhydrous)
6. HCl (Conc)
7. Reference Standard

ใช้ Benzene : Hexadecane : iso-Octane = 25:37.5:37.5

Pipet Benzene 12.5000 ml, Hexadecane 18.75 ml และ iso-Octane 18.75 ml
ใส่รวมใน Volumetric Flask ขนาด 50 ml เขย่าปิดฝาให้แน่นเพื่อป้องกันการระเหย

8. Stock Standard 10,000 ppm

ปิเปต Reference Standard 1 ml ใส่ใน Volumetric Flask ขนาด 100 ml บันทึกน้ำหนักที่ได้เป็น mg ปรับปริมาตรด้วย C_2Cl_4

$$\text{ความเข้มข้น Stock Standard (ppm)} = \frac{\text{น้ำหนักของ Reference Standard 1 ml} \times 1000}{100}$$

ใช้ค่าเข้มข้นที่คำนวณได้ของ Stock Standard ในการคำนวณความเข้มข้นของ Standard Dilution อื่นๆ

9. Standard 1,000 ppm

ปิเปต Stock Standard 10,000 ppm 10 ml ใส่ใน Volumetric Flask ขนาด 100 ml ปรับปริมาตรด้วย C_2Cl_4

10. Working Standard

เตรียม Working Standard ความเข้มข้น 1-500 ppm, โดยปิเปต Standard 1,000 ppm และ Standard 10,000 ppm ปริมาตรต่างๆ กัน ดังตาราง ใส่ใน Volumetric Flask ขนาด 100 ml ปรับปริมาตรด้วย C_2Cl_4

ppm	μ l Std	ppm	ml Std	ppm	ml Std
Working Std	1,000 ppm	Working Std	1,000 ppm	Working Std	10,000 ppm
1	100	10	1	100	1
2	200	20	2	200	2
5	500	50	5	300	3
10	1000	100	10	500	5

หมายเหตุ : ให้ปรับปริมาตรเป็น 100 ml ด้วย C_2Cl_4 (ซึ่งผ่านการกรองด้วย Na_2SO_4 แล้ว)

การใช้เครื่อง IR-PRESTIGE-21

1. เปิด Computer
2. Click ที่ Icon IR-Solution (หรือ Start > Program > Shimadzu > IR-Solution)
3. Click [Environment] ที่ Menu bar เลือก Instrument Preferences > Instruments > IR Prestinge-21 Click [OK]

4. Click [Measure] Tab
5. Click [Measurement] ที่ Menu bar เลือก [Initialize] เครื่องจะทำการ Click ส่วนต่างๆ รอจนเครื่องขึ้นคำว่า Initial : Success ที่หน้าจอ Status
6. Scanning

Click [Measure] Tab กำหนด Parameter ต่างๆ สำหรับ Scan ดังนี้

6.1 [Data] Tab

- Measurement Mode : Abs
- Apodization : Happ-Gen zel
- No. of Scan : 40
- Resolution : 4
- Rang (cm⁻¹) : 2700-3200

6.2 [Instrument] Tab

- Beam : Internal
- Detector : Standard
- Mirrow Speed : 2.8

6.3 [More] Tab

- Normal
 - Gain : Auto
 - Aperture : Auto
- Monitor
 - Gain : 1
 - Mode : Power

6.4 [File] Tab เป็นการ Save/Load Parameter สำหรับการ Scan Locked เป็นการ Locked เป็น Lock Parameter สำหรับการ Scan ไว้ถ้าต้องการกำหนดหรือเปลี่ยนแปลง Parameter สำหรับการ Scan ใหม่ ต้องเข้าไปปลด Lock ออกก่อน

7. หน้า [Quant] Tab เลือก Multi Point

- Evaluating : Single wavelength
- Wave number : 2930
- Parameter
 - Order : Linear
 - Orgin : Lgnore

8. ตรวจสอบ Status ของ Monitor ว่า OK หรือไม่ โดย Status ต่างๆ จะปรากฏสีเขียวถ้า ปรากฏสีแดง แสดงว่ามีปัญหา ถ้าทุก Status OK จึงเริ่มทำการวิเคราะห์
9. การปิดเครื่อง
 1. Click [File] ที่ Menu Bar > [Exit]
 2. เลือก Start > Shut Down > [OK]
 3. ปิด Switch เครื่อง IR

การบำรุงรักษาเครื่องมือ

1. เปลี่ยน Silica gel ในที่เก็บ KBr-Beam Splitter เมื่อ Silica gel เปลี่ยนจากสีฟ้าเป็นสีชมพู
2. เปลี่ยน Silica gel ภายนอกเครื่อง IR เมื่อ Silica gel เปลี่ยนจากสีฟ้าเป็นสีชมพู

การตรวจสอบประสิทธิภาพเครื่องมือ

1. ถอดที่ใส่ Cell ออก เปิด Switch เครื่อง Warm ประมาณ 20 นาที
2. Click [Measurement] ที่ Menu bar เลือก JPEP 2000 Validation
3. เครื่องจะขึ้นคำว่า Selection ที่หน้าจอ เลือก Measurement Click [OK] เครื่องจะทำการวัด Background ของอากาศ
4. รอกจนเครื่องขึ้นคำว่า Selection ที่หน้าจอ Set Polystyrene Film into Sample Chamber ให้ใส่แผ่น PS ลงในเครื่อง Click [OK]
5. เครื่องจะทำการตรวจสอบตาม Program และพิมพ์ผลให้ ผลที่ได้ต้อง PASS ทุกรายการกรณีผล FAIL ให้ทำการปรับเครื่องใหม่ โดย Warm เครื่องอย่างน้อย 2 ชั่วโมง Click [Measurement] ที่ Menu bar เลือก Auto Adjust (Fine)

การทำความสะดวก Cell

1. หลังการใช้งาน ล้างด้วย C_2Cl_4
2. กรณีสกปรก ล้างด้วย 3N HNO_3
3. กรณีสกปรกมาก ให้แช่ Cleaning Solution (เตรียมโดยใส่ Potassium Chromate 1 เกร็ด ในน้ำปริมาตรเล็กน้อย เติม H_2SO_4 นำไป heat ที่ $60^\circ C$)

วิธีการทดลอง

การวัด Standard เพื่อทำ Calibration curve ที่ช่วงความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้น 1-10 ppm : ใช้ Cell ขนาด 100 mm

1. นำ Blank ใส่ Cell และวางลงในเครื่อง IR กด [BKG] Button เครื่องจะทำการวัด Background ตามจำนวนครั้งที่กำหนดไว้ที่ NO. Of Scans

2. นำ Standard 1 ppm ใส่ใน Cell ใส่ลงในเครื่อง IR บ่อนรายละเอียดในการ Scanning ดังต่อไปนี้
 - 2.1 Comment : พิมพ์รายละเอียดของ Information ของ Standard ที่จะทำการวิเคราะห์พิมพ์ Standard 1 ppm
 - 2.2 Data File : เป็นการกำหนดชื่อ Data ที่ต้องการ Save (นามสกุลเป็น .smf)
Click [...] : เป็นการเลือกว่าต้องการให้ Save Data File ที่ Hard Disk อะไร
เลือก C:\Program File\Shimadzu\IR Solution\Method\.....smf
 - 2.3 Click [] Auto Increment ให้เครื่องหมายถูกหายไป
 - 2.4 Click [Sample] Button เครื่องจะทำการวัด Spectrum ของ Standard ตามจำนวนครั้งที่กำหนดไว้ที่ NO. Of Scans
3. ทำตามข้อ 2 แต่เปลี่ยนความเข้มข้นของ Standard เป็น 2, 5, 10, ppm ตามลำดับ

ความเข้มข้น 10 -100 ppm : ใช้ Cell ขนาด 50 mm

ทำตามวิธีการในช่วงความเข้มข้น 1 – 10 ppm แต่เปลี่ยนความเข้มข้นของ Standard เป็น 10, 20, 50, 100 ppm ตามลำดับ

ความเข้มข้น 10 -100 ppm : ใช้ Cell ขนาด 10 mm

ทำตามวิธีการในช่วงความเข้มข้น 1 – 10 ppm แต่เปลี่ยนความเข้มข้นของ Standard เป็น 100, 200, 300, 500 ppm ตามลำดับ

การสร้าง Calibration Curve

1. Click [Quant] Tab เครื่องจะแสดงตารางสำหรับทำ Quantitation
2. Click [File] ที่ Menu Bar > [Open] เลือก File name ของ Standard ที่ต้องการ เครื่องจะทำการ Load Spectrum ของ Standard ซึ่งจะปรากฏอยู่ใน Spectrum Column ในตารางการทำ Quantitation
3. ป้อนค่าความเข้มข้น ของ Standard ใน Concentration Column
4. พิมพ์ชื่อ Calibration Curve ที่ Name Column ป้อนค่า Unit ของ Standard ใน Unit Column เป็น ppm
5. Click [Quant] ที่ Menu Bar เลือก Calibrate เครื่องจะแสดง Calibration Curve และตารางความเข้มข้นกับ Intensity Click [MP Report] Tab เครื่องจะแสดง Calibration Curve และค่า r (ซึ่ง r ต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 0.995)

6. ทำการ Save Calibration Curve ที่ได้ โดย Click [Quant] ที่ Manu Bar > Save Table as > ตั้งชื่อ File ที่ต้องการ Save > กำหนด Save as Type เป็น .smf > Click [Save]

การเตรียมตัวอย่าง

1. ตวง Sample 200 ml ใส่ใน Separatory Funnel (ถ้าใช้ปริมาตร < 200 ml เติม UPW จนมีปริมาตรรวม 200 ml) เติม C_2Cl_4 40 ml
2. นำไปสกัดโดยเขย่า 2 นาที โดยเครื่องเขย่า ตั้งทิ้งไว้ให้แยกชั้น
3. ถ่ายชั้น C_2Cl_4 (ชั้นล่าง) กรองผ่านกระดาษกรองที่มี Na_2SO_4 ลงใน Volumetric Flask ขนาด 100 ml (ถ้าชั้น C_2Cl_4 เป็น Emulsion ให้ถ่ายใส่ Beaker แล้วใส่ Na_2SO_4 ลงใน Beaker คนด้วยแท่งแก้ว เพื่อให้ Na_2SO_4 คูณน้ำจึงเทผ่านกระดาษกรองที่มี Na_2SO_4)
4. ทำซ้ำข้อ 1-3
5. Rinse กระดาษกรอง/Beaker ด้วย C_2Cl_4 (ที่ผ่านการกรองด้วย Na_2SO_4 แล้ว)
6. ปรับปริมาตรเป็น 100 ml ด้วย C_2Cl_4 (ซึ่งที่ผ่านการกรองด้วย Na_2SO_4 แล้ว) นำไปวัดหาปริมาณ Oil ด้วยเครื่อง IR
7. ทำ Blank โดยกรองผ่าน Na_2SO_4
8. การเตรียม Standard สำหรับ Quality Control : เตรียม Standard ที่ความเข้มข้น 6, 40 และ 300 ppm โดย
 - Standard 6 ppm : ปิเปิด Standard 1,000 ppm 300 μ l ลงใน Separatory Funnel เติม UPW จนมีปริมาตรรวม 200 ml เติม C_2Cl_4 40 ml แล้วนำ Sample ตามข้อ 2-5
 - Standard 40 ppm : ปิเปิด Standard 1,000 ppm ใส่ Separatory Funnel เติม UPW จนมีปริมาตรรวม 200 ml เติม C_2Cl_4 40 ml แล้วนำ Sample ตามข้อ 2-5
 - Standard 400 ppm : ปิเปิด Standard 10,000 ppm 2 ml ใส่ Separatory Funnel เติม UPW จนมีปริมาตรรวม 200 ml เติม C_2Cl_4 40 ml แล้วนำ Sample ตามข้อ 2

การวิเคราะห์ตัวอย่าง

1. นำ Blank ใส่ใน Cell (เลือกขนาด Cell ให้เหมาะสมกับช่วงความเข้มข้น) ใส่ลงในเครื่อง IR กด [BKG] Button

2. นำ Sample ใส่ใน Cell (เลือกขนาด Cell ให้เหมาะสมกับช่วงความเข้มข้น) ใส่ลงในเครื่อง IR ป้อนรายละเอียดในส่วนการ Scanning ดังต่อไปนี้
 - 2.1 Comment พิมพ์ชื่อ Sample
 - 2.2 Data File เป็นการกำหนดชื่อ Data ที่ต้องการ Save
เลือก C:\Program File\ Shimadzu\IR Solution\Data\.....
3. Click [Sample] Button เครื่องจะทำการวัด Spectrum ของ Sample
4. เมื่อทำการวัด Sample จนหมดแล้ว ทำการ Load Calibration Curve ช่วงความเข้มข้นที่ต้องการ ที่ได้ทำการ Save ไว้แล้วขึ้นมา โดยไปที่หน้า View > Click [File] ที่ Menu Bar > [Open] > เลือก File Name ที่ต้องการ > [Open] > Click [MP Analyze] Tab เครื่องจะแสดงหน้าจอของ Quantitation > Double Click Spectrum ของ Unknown Sample ใน Tree View Window เครื่องจะปรากฏผลที่ได้ให้ในตาราง Quantitation
5. นำผลที่ได้ไปคำนวณหาค่า Oil ใน Sample

การคำนวณ

$$\text{Oil \& Grease (ppm)} = \frac{A \times 100}{\text{ml-Sample}}$$

$$A = \text{ค่า Oil เป็น ppm ที่วัดได้จากเครื่อง IR}$$

การควบคุมคุณภาพ

1. วัด Standard 6 ppm โดยใช้ Calibration Curve 1-10 ppm
 2. วัด Standard 6 ppm โดยใช้ Calibration Curve 1-10 ppm
 3. วัด Standard 6 ppm โดยใช้ Calibration Curve 1-10 ppm
- ทำทุก 20 ตัวอย่างทดสอบ โดย %RSD = $100 \pm 5\%$

เอกสารอ้างอิง

Standard Method APHA, 19th Edition, 1995

ของแข็งละลายน้ำ (TDS)

จุดประสงค์

เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณของแข็งละลายน้ำ TDS (Total dissolved solid) ในตัวอย่างน้ำเสีย

ขอบเขต

สามารถวิเคราะห์ของแข็งละลายน้ำ TDS ในตัวอย่างน้ำเสียทุกประเภท

นิยาม

ทีดีเอส (Total dissolved solid) หมายถึง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และสามารถไหลผ่านกระดาษกรองใยแก้ว ("Whatman" GF/C) เมื่อกรองปริมาณของแข็งแขวนลอยออกแล้วนำน้ำใสที่ผ่านกระดาษกรองใยแก้วไประเหยจะหาปริมาณของแข็งละลายได้

การเก็บและรักษาตัวอย่าง

ควรเก็บตัวอย่างในขวดแก้วหรือขวดโพลีเอทิลีนที่ไม่ทำให้สารแขวนลอยติดที่ข้างภาชนะ ควรนำแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4°C เมื่อจะนำตัวอย่างที่แช่เย็นมาวิเคราะห์ต้องทิ้งให้หายเย็นอยู่ที่อุณหภูมิห้องเสียก่อน และควรทำการวิเคราะห์ภายใน 7 วัน

เครื่องมือ/อุปกรณ์

1. ถ้วยกระเบื้อง (Porcelain) เส้นผ่าศูนย์กลาง 90 mm
2. เครื่องอังน้ำ (Water bath หรือ Steam bath)
3. เตาอบ (Oven)
4. โถทำแห้ง (Desicator)
5. เครื่องชั่งอย่างละเอียด 4 ตำแหน่ง
6. กระดาษกรอง GF/C (Glass fiber filter) เส้นผ่าศูนย์กลาง 4.7 cm
7. กรวยบุนเนอร์ ความจุ 100 ml
8. เครื่องดูดสุญญากาศ (Suction pump) พร้อมขวดดูดสุญญากาศขนาด 500 – 1,000 ml

วิธีการทดลอง

1. วางกระดาษกรอง GF/C บนกรวยบุนเนอร์ เปิดเครื่องดูดสุญญากาศ ล้างกระดาษกรองด้วยน้ำกลั่น 3 ครั้ง ครั้งละ 20 ml และปล่อยให้ดูดนํ้าออกจากกระดาษกรองจนหมด ทิ้งน้ำล้างไป
2. นำตัวอย่างน้ำมาเขย่าให้เข้ากัน มากรองผ่านกระดาษกรอง GF/C ที่เตรียมไว้กรองให้มากกว่าปริมาตรที่ใช้ในการระเหย
3. ชั่งจานระเหยที่นำไปอบที่อุณหภูมิ 103-105 °C เป็นเวลา 1 ชม. และปล่อยให้เย็นลงในโถทำแห้ง (Desicator) จนได้น้ำหนักคงที่ สมมติเป็น A (mg)
4. ตวงน้ำส่วนที่ได้จากการกรอง (ปริมาตรแน่นอน) ใส่ในจานระเหย

5. นำไปตั้งบนเครื่องอังน้ำให้น้ำระเหยจนแห้ง (ควรเหลือกากแห้งภายหลังการอบอยู่ประมาณ 10-200 mg)
6. นำจานระเหยที่แห้งไปเข้าเตาอบที่อุณหภูมิ 103-105 °C อบจนแห้ง 1 ชม.
7. ปลอ่ยให้เย็นในโถทำแห้งจนถึงอุณหภูมิห้อง
8. ชั่งจานระเหยทันทีที่เย็นเท่าอุณหภูมิห้อง
9. ทำซ้ำจนชั่งจานระเหยได้น้ำหนักคงที่หรือน้ำหนักเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าร้อยละ 4
สมมติว่าเป็น B (mg)

วิธีการคำนวณ

$$\text{ปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด หรือ TDS (ppm)} = \frac{(B - A) \times 10^6}{C}$$

$$A = \text{น้ำหนักถ้วยระเหยอย่างเดียว (g)}$$

$$B = \text{น้ำหนักถ้วยระเหยและของแข็ง (g)}$$

$$C = \text{ปริมาตรตัวอย่างน้ำ (ml)}$$

การควบคุมคุณภาพ

ทำการวิเคราะห์ซ้ำ 2 ครั้ง %RPD \leq 5

เอกสารอ้างอิง

คู่มือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ดร.มันสิน ตันทุลเวศม์ ภาควิชา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะ
วิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในน้ำเสีย

การวิเคราะห์หาปริมาณ Mn และ Pb

จุดประสงค์

เพื่อการวิเคราะห์หาปริมาณ Mn และ Pb ในตัวอย่างน้ำเสีย

ขอบเขต

สามารถวัดได้ในตัวอย่างน้ำทุกประเภท

นิยาม

โลหะหนักทั้งหมด (total metals) คือปริมาณธาตุโลหะที่หาได้จากตัวอย่างน้ำที่ไม่ได้กรอง ละทำการย่อยสลาย

โลหะละลาย (dissolved metal) คือธาตุโลหะที่หาได้จากส่วนประกอบต่างๆ ซึ่งสามารถ ผ่านเยื่อกรอง (membrane filter) ขนาด 0.45 ไมครอนเมตรได้

การเก็บรักษาตัวอย่าง

ควรเก็บตัวอย่างในขวดแก้วหรือขวดโพลีเอทิลีน ภาชนะที่ใช้เก็บตัวอย่างควรล้างด้วย กรด $\text{HNO}_3(1+1)$ ก่อนใช้งาน และฉีดล้างด้วยน้ำกลั่นให้สะอาด ถ้าต้องการวิเคราะห์หาโลหะทั้งหมดต้องเติม HNO_3 จนตัวอย่างน้ำมี $\text{pH} < 2$ แต่ถ้าต้องการโลหะละลาย ต้องกรองตัวอย่างน้ำทันที แล้วเติม HNO_3 จนตัวอย่างน้ำมี $\text{pH} < 2$ และควรทำการวิเคราะห์ภายใน 6 เดือน

เครื่องมือ/อุปกรณ์

1. เครื่อง INDUCTIVE COUPLED PLASMA SPECTROMETER (ICP)
2. เครื่อง Autosample
3. Autopipette ขนาด 10-100 μl และ 50-1000 μl

สารเคมี

1. Nitric acid (HNO_3), Conc., AR grade
2. Nitric acid (HNO_3), 1+1 : ใส่ในน้ำกลั่น (DI) 400 ml ลงใน Volumetric flask ขนาด 1 L จากนั้นเติม Conc. HNO_3 500 ml แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น (DI)
3. Hydrochloric acid, HCl and 1+1, AR grade
4. Standard solution
 - Lead
 - Manganese

Standard solution traceable to SRM form Nist Conc. ~ 1000 ppm

วิธีการทดลอง

1. สารละลายมาตรฐาน (Standard solution)
เตรียมสารละลายมาตรฐาน จากความเข้มข้นประมาณ 100 ppm ใช้ Autopipette

เตรียมสารละลายสำหรับกราฟมาตรฐาน โดยปิเปตสารละลายมาตรฐาน (Stock solution) จำนวน 20, 50, 200, 500 และ 1000 μl ลงใน Volumetric flask ขนาด 100 ml เติม 2 ml HNO_3 (1:1) และ 10 ml HCl (1:1) ปรับปริมาณเป็น 100 ml ด้วยน้ำ DI ได้สารละลายมาตรฐาน working standard ความเข้มข้น 0.2, 0.5, 2, 5 และ 10 ppm

2. การเตรียมสารละลายตัวอย่าง

การเตรียมตัวอย่างด้วยการ Digest ด้วย HNO_3 – HCl มี 2 วิธี

2.2 Total HNO_3 / HCl

- a. เขย่าตัวอย่างให้เข้ากัน แล้วถ่ายใส่ Flask หรือบีกเกอร์ โดยปริมาณของตัวอย่างที่ใช้แสดงตามตารางข้างล่าง

Estimated Metal Concentration (ppm)	Sample Volume (ml)
< 1	100
1 – 10	100
10 – 100	10
100 - 1000	1

- b. เติม HNO_3 เข้มข้น 3 ml จากนั้นนำ Flask หรือบีกเกอร์ นั้นไปตั้งระเหยบน hot plate จนเหลือสารน้อยกว่า 5 ml
* ระวังห้ามให้สารตัวอย่างเดือด หรือกั้นภาชนะแห้งเด็ดขาด
 - c. ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น เติม HNO_3 เข้มข้นอีก 5 ml ปิดปากภาชนะด้วยกระจกนาฬิกา แล้วนำกลับไปตั้งบน Hot plate ตั้งทิ้งไว้จนเกิดการฟลักซ์ อย่างสมบูรณ์ (สารละลายจะมีสีอ่อนลง และไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงอีกเมื่อทำการฟลักซ์ต่อ) ตั้งทิ้งไว้จนเย็น
 - d. เติม 1:1 HCl 10 ml และน้ำ 15 ml ต่อ 100 ml ของ Final value sample Heat ต่ออีก 15 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น แล้วล้าง Flask หรือบีกเกอร์ รวมทั้งกระจกนาฬิกาด้วยน้ำ รวมน้ำล้างเข้าไว้ด้วยกัน
 - e. กรองสารที่ไม่ระเหยทิ้ง จากนั้นนำน้ำที่ผ่านการกรองแล้วถ่ายใส่ Flask ขนาด 100 ml ปรับปริมาตรแล้วเขย่าให้เข้ากัน

2.2 Recoverable HNO₃/HCl เป็นการ digest ที่มีความรุนแรงน้อยกว่าวิธีแรก สามารถทำได้โดย

- a. เขย่าตัวอย่างให้เข้ากัน แล้วถ่ายใส่ flask หรือบีกเกอร์ โดยปริมาณของตัวอย่างที่ใช้ให้ดูตามตารางข้างบน
- b. เติม 1:1 HNO₃ 2 ml และ 1:1 HCl 10 ml Heat บน steam bath หรือบน hot plate จนปริมาณของสารละลายเหลือประมาณ 25 ml ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น
* ระวังห้ามให้สารตัวอย่างเดือดเด็ดขาด
- c. กรองเอาส่วนที่มีละลายออก (จะใช้วิธี centrifuge หรือตั้งทิ้งไว้ข้ามคืนก็ได้) จากนั้นถ่ายตัวอย่างใส่ใน volumetric flask ขนาด 100 ml ปรับปริมาตรแล้ว เขย่าให้เข้ากัน

3. การวิเคราะห์และการควบคุมคุณภาพ

1. สภาวะของเครื่อง ICP ที่ใช้ในการวิเคราะห์
2. ทำ method blank โดยใช้น้ำ DI จากแหล่งเดียวกับตัวอย่าง จากนั้นเติมกรดที่ใช้ในการเตรียม standard เพื่อดูการรบกวนจากสารเคมีและสารละลายต่างๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ โดยวิเคราะห์ 2 ครั้ง
3. วิเคราะห์สารละลายมาตรฐาน working standard ทั้ง 5 ระดับ ความเข้มข้นละ 1 ครั้ง สร้างกราฟมาตรฐานระหว่างค่า Intensity กับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโดยเครื่อง ICP โดยจะต้องได้ค่า $r^2 \geq 0.995$
4. วิเคราะห์สารละลายตัวอย่าง และคำนวณผลที่ได้ โดยใช้กราฟมาตรฐาน โดยได้ค่า %RPD ≤ 5
5. การ Check standard ให้ใช้ std. ที่ความเข้มข้น 2 ยยท ฉีดปิดท้ายเทียบกับการวิเคราะห์ std. ครั้งแรก โดยใช้ค่า Intensity โดย %RPD ≤ 5 แต่ถ้าตัวอย่างมากกว่า 5 ตัวอย่างให้ Check standard ทุกๆ ตัวอย่างที่ 5
ถ้าไม่เป็นไปตามข้อกำหนดให้ดำเนินการตรวจสอบสภาวะเครื่อง ICP ใหม่
6. ทดสอบหาค่า %Recovery เมื่อวิเคราะห์ตัวอย่างตั้งแต่ 5 ตัวอย่างขึ้นไป (ทดสอบในตัวอย่างสุดท้าย) โดยค่าที่ได้ต้องอยู่ระหว่าง 80-120%
7. ทำการวิเคราะห์ซ้ำ 2 ครั้ง
8. ถ้าไม่เป็นไปตามข้อกำหนดให้ทำการทดสอบซ้ำ

$$\%Recovery = \frac{Cs - Cu}{Ca} \times 100$$

เมื่อ Cs = ความเข้มข้นของสารที่วิเคราะห์ได้ใน Spiked sample

Cu = ความเข้มข้นของสารที่วิเคราะห์ได้ใน Unspiked sample

Ca = ความเข้มข้นของสารที่เติมลงไป

การคำนวณ

$$\text{Dilution Factor} = \frac{\text{ปริมาตรสุดท้าย}}{\text{ปริมาตรเริ่มต้น}}$$

เอกสารอ้างอิง

- Standard method APHA, 19th Edition 1995

การวิเคราะห์หาปริมาณ Cu และ Fe

จุดประสงค์

เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณ Cu และ Fe

ขอบเขต

สามารถวัดได้ในตัวอย่างน้ำทุกประเภท

นิยาม

โลหะหนักทั้งหมด (total metals) คือปริมาณธาตุโลหะที่หาได้จากตัวอย่างน้ำที่ไม่ได้กรอง ละทำหายย่อยสลาย

โลหะละลาย (dissolved metal) คือธาตุโลหะที่หาได้จากส่วนประกอบต่างๆ ซึ่งสามารถ ผ่านเยื่อกรอง (membrane filter) ขนาด 0.45 ไมโครเมตรได้

การเก็บรักษาตัวอย่าง

ควรเก็บตัวอย่างในขวดแก้วหรือขวดโพลีเอทิลีน ภาชนะที่ใช้เก็บตัวอย่างควรล้างด้วย กรด HNO_3 (1+1) ก่อนใช้งาน และฉีดล้างด้วยน้ำกลั่นให้สะอาด ถ้าต้องการวิเคราะห์หาโลหะทั้งหมดต้องเติม HNO_3 จนตัวอย่างน้ำมี $\text{pH} < 2$ แต่ถ้าต้องการโลหะละลาย ต้องกรองตัวอย่างน้ำทันที แล้วเติม HNO_3 จนตัวอย่างน้ำมี $\text{pH} < 2$ และควรทำการวิเคราะห์ภายใน 6 เดือน

เครื่องมือ/อุปกรณ์

1. เครื่อง INDUCTIVE COUPLED PLASMA SPECTROMETER (ICP)
2. เครื่อง Autosample
3. Autopipette ขนาด 10-100 μl และ 50-1000 μl

สารเคมี

1. Nitric acid (HNO_3), Conc., AR grade
2. Nitric acid , HNO_3 , 1+1 : ใส่ในน้ำกลั่น (DI) 400 ml ลงใน Volumetric flask ขนาด 1 L จากนั้นเติม Conc. HNO_3 500 ml แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น (DI)
3. Hydrochloric acid , HCl and 1+1, AR grade
4. Standard solution
 - Copper
 - Iron

Standard solution traceable to SRM form Nist Conc. ~ 1000 ppm

วิธีการทดลอง

1. สารละลายมาตรฐาน (Standard solution)
เตรียมสารละลายมาตรฐาน จากความเข้มข้นประมาณ 100 ppm ใช้ Autopipette

เตรียมสารละลายสำหรับกราฟมาตรฐาน โดยปิเปตสารละลายมาตรฐาน (Stock solution) จำนวน 20, 50, 200, 500 และ 1000 μl ลงใน Volumetric flask ขนาด 100 ml เติม 2 ml HNO_3 (1:1) และ 10 ml HCl (1:1) ปรับปริมาณเป็น 100 ml ด้วยน้ำ DI ได้สารละลายมาตรฐาน working standard ความเข้มข้น 0.2, 0.5, 2, 5 และ 10 ppm

2. การเตรียมสารละลายตัวอย่าง

การเตรียมตัวอย่างด้วยการ Digest ด้วย HNO_3 – HCl มี 2 วิธี

2.1 Total HNO_3 / HCl

- a. เขย่าตัวอย่างให้เข้ากัน แล้วถ่ายใส่ Flask หรือบีกเกอร์ โดยปริมาณของตัวอย่างที่ใช้แสดงตามตารางข้างล่าง

Estimated Metal Concentration (ppm)	Sample Volume (ml)
< 1	100
1 – 10	100
10 – 100	10
100 - 1000	1

- b. เติม HNO_3 เข้มข้น 3 ml จากนั้นนำ Flask หรือบีกเกอร์ นั้นไปตั้งระเหยบน hot plate จนเหลือสารน้อยกว่า 5 ml

* ระวังห้ามให้สารตัวอย่างเดือด หรือกั้นภาชนะแห้งเด็ดขาด

- c. ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น เติม HNO_3 เข้มข้นอีก 5 ml ปิดปากภาชนะด้วยกระจกนาฬิกา แล้วนำกลับไปตั้งบน Hot plate ตั้งทิ้งไว้จนเกิดการรีฟลักซ์ อย่างสมบูรณ์ (สารละลายจะมีสีอ่อนลง และไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงอีกเมื่อทำการรีฟลักซ์ ต่อ) ตั้งทิ้งไว้จนเย็น

- d. เติม 1:1 HCl 10 ml และน้ำ 15 ml ต่อ 100 ml ของ Final value sample Heat ต่ออีก 15 นาที ตั้งทิ้งให้เย็น แล้วล้าง Flask หรือบีกเกอร์ รวมทั้งกระจกนาฬิกาด้วยน้ำ รวมน้ำล้างเข้าไว้ด้วยกัน

- e. กรองสารที่ไม่ระเหยทิ้ง จากนั้นนำน้ำที่ผ่านการกรองแล้วถ่ายใส่ Flask ขนาด 100 ml ปรับปริมาตรแล้วเขย่าให้เข้ากัน

2.2 Recoverable HNO₃/HCl เป็นการ digest ที่มีความรุนแรงน้อยกว่าวิธีแรก สามารถทำได้โดย

- a. เขย่าตัวอย่างให้เข้ากัน แล้วถ่ายใส่ flask หรือบีกเกอร์ โดยปริมาณของตัวอย่างที่ใช้ให้ดูตามตารางข้างบน
- b. เติม 1:1 HNO₃ 2 ml และ 1:1 HCl 10 ml Heat บน steam bath หรือบน hot plate จนปริมาณของสารละลายเหลือประมาณ 25 ml ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น
* ระวังห้ามให้สารตัวอย่างเดือดเด็ดขาด
- c. กรองเอาส่วนที่มีตะกอนออก (จะใช้วิธี centrifuge หรือตั้งทิ้งไว้ข้ามคืนก็ได้) จากนั้นถ่ายตัวอย่างใส่ใน volumetric flask ขนาด 100 ml ปรับปริมาตรแล้ว เขย่าให้เข้ากัน

3. การวิเคราะห์และการควบคุมคุณภาพ

1. สภาพของเครื่อง ICP ที่ใช้ในการวิเคราะห์
2. ทำ method blank โดยใช้ น้ำ DI จากแหล่งเดียวกับตัวอย่าง จากนั้นเติมกรดที่ใช้ในการเตรียม standard เพื่อดูการรบกวนจากสารเคมีและสารละลายต่างๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ โดยวิเคราะห์ 2 ครั้ง
3. วิเคราะห์สารละลายมาตรฐาน working standard ทั้ง 5 ระดับ ความเข้มข้นละ 1 ครั้ง สร้างกราฟมาตรฐานระหว่างค่า Intensity กับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโดยเครื่อง ICP โดยจะต้องได้ค่า $r^2 \geq 0.995$
4. วิเคราะห์สารละลายตัวอย่าง และคำนวณผลที่ได้ โดยใช้กราฟมาตรฐาน โดยได้ค่า $\%RPD \leq 5$
5. การ Check standard ให้ใช้ std. ที่ความเข้มข้น 2 ยยท ฉีดปิดท้ายเทียบกับการวิเคราะห์ std. ครั้งแรก โดยใช้ค่า Intensity โดย $\%RPD \leq 5$ แต่ถ้าตัวอย่างมากกว่า 5 ตัวอย่างให้ Check standard ทุกๆ ตัวอย่างที่ 5
ถ้าไม่เป็นไปตามข้อกำหนดให้ดำเนินการตรวจสอบสถานะเครื่อง ICP ใหม่
6. ทดสอบหาค่า %Recovery เมื่อวิเคราะห์ตัวอย่างตั้งแต่ 5 ตัวอย่างขึ้นไป (ทดสอบในตัวอย่างสุดท้าย) โดยค่าที่ได้ต้องอยู่ระหว่าง 80-120%
7. ทำการวิเคราะห์ซ้ำ 2 ครั้ง
8. ถ้าไม่เป็นไปตามข้อกำหนดให้ทำการทดสอบซ้ำ

$$\%Recovery = \frac{Cs - Cu}{Ca} \times 100$$

เมื่อ Cs = ความเข้มข้นของสารที่วิเคราะห์ได้ใน Spiked sample

Cu = ความเข้มข้นของสารที่วิเคราะห์ได้ใน Unspiked sample

Ca = ความเข้มข้นของสารที่เติมลงไป

การคำนวณ

$$\text{Dilution Factor} = \frac{\text{ปริมาตรสุดท้าย}}{\text{ปริมาตรเริ่มต้น}}$$

เอกสารอ้างอิง

- Standard method APHA, 19th Edition 1995

การวิเคราะห์หาปริมาณ Zn และ Cd

จุดประสงค์

เพื่อการวิเคราะห์หาปริมาณ Zn และ Cd ในตัวอย่างน้ำเสีย

ขอบเขต

สามารถวัดได้ในตัวอย่างน้ำทุกประเภท

นิยาม

โลหะหนักทั้งหมด (total metals) คือปริมาณธาตุโลหะที่หาได้จากตัวอย่างน้ำที่ไม่ได้กรอง ละทำหาย่อยสลาย

โลหะละลาย (dissolved metal) คือธาตุโลหะที่หาได้จากส่วนประกอบต่างๆ ซึ่งสามารถ ผ่านเยื่อกรอง (membrane filter) ขนาด 0.45 ไมโครเมตรได้

การเก็บรักษาตัวอย่าง

ควรเก็บตัวอย่างในขวดแก้วหรือขวดโพลีเอทิลีน ภาชนะที่ใช้เก็บตัวอย่างควรล้างด้วย กรด $\text{HNO}_3(1+1)$ ก่อนใช้งาน และฉีดล้างด้วยน้ำกลั่นให้สะอาด ถ้าต้องการวิเคราะห์หาโลหะทั้งหมดต้องเติม HNO_3 จนตัวอย่างน้ำมี $\text{pH} < 2$ แต่ถ้าต้องการโลหะละลาย ต้องกรองตัวอย่างน้ำทันที แล้วเติม HNO_3 จนตัวอย่างน้ำมี $\text{pH} < 2$ และควรทำการวิเคราะห์ภายใน 6 เดือน

เครื่องมือ/อุปกรณ์

1. เครื่อง INDUCTIVE COUPLED PLASMA SPECTROMETER (ICP)
2. เครื่อง Autosample
3. Autopipette ขนาด 10-100 μl และ 50-1000 μl

สารเคมี

1. Nitric acid (HNO_3), Conc., AR grade
2. Nitric acid (HNO_3), 1+1 : ใส่ในน้ำกลั่น (DI) 400 ml ลงใน Volumetric flask ขนาด 1 L จากนั้นเติม Conc. HNO_3 500 ml แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น (DI)
3. Hydrochloric acid, HCl and 1+1, AR grade
4. Standard solution
 - Zinc.
 - Cadmium

Standard solution traceable to SRM form Nist Conc. ~ 1000 ppm

วิธีการทดลอง

1. สารละลายมาตรฐาน (Standard solution)
เตรียมสารละลายมาตรฐาน จากความเข้มข้นประมาณ 100 ppm ใช้ Autopipette

เตรียมสารละลายสำหรับกราฟมาตรฐาน โดยเปิดสารละลายมาตรฐาน (Stock solution) จำนวน 20, 50, 200, 500 และ 1000 μl ลงใน Volumetric flask ขนาด 100 ml เติม 2 ml HNO_3 (1:1) และ 10 ml HCl (1:1) ปรับปริมาณเป็น 100 ml ด้วยน้ำ DI ได้สารละลายมาตรฐาน working standard ความเข้มข้น 0.2, 0.5, 2, 5 และ 10 ppm

2. การเตรียมสารละลายตัวอย่าง

การเตรียมตัวอย่างด้วยการ Digest ด้วย HNO_3 – HCl มี 2 วิธี

2.1 Total HNO_3 / HCl

- a. เขย่าตัวอย่างให้เข้ากัน แล้วถ่ายใส่ Flask หรือบีกเกอร์ โดยปริมาณของตัวอย่างที่ใช้แสดงตามตารางข้างล่าง

Estimated Metal Concentration (ppm)	Sample Volume (ml)
< 1	100
1 – 10	100
10 – 100	10
100 - 1000	1

- b. เติม HNO_3 เข้มข้น 3 ml จากนั้นนำ Flask หรือบีกเกอร์ นั้นไปตั้งระเหยบน hot plate จนเหลือสารน้อยกว่า 5 ml

* ระวังห้ามให้สารตัวอย่างเดือด หรือกั้นภาชนะแห้งเด็ดขาด

- c. ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น เติม HNO_3 เข้มข้นอีก 5 ml ปิดปากภาชนะด้วยกระจกนาฬิกา แล้วนำกลับไปตั้งบน Hot plate ตั้งทิ้งไว้จนเกิดการรีฟลักซ์ อย่างสมบูรณ์ (สารละลายจะมีสีอ่อนลง และไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงอีกเมื่อทำการรีฟลักซ์ ต่อ) ตั้งทิ้งไว้จนเย็น

- d. เติม 1:1 HCl 10 ml และน้ำ 15 ml ต่อ 100 ml ของ Final value sample Heat ต่ออีก 15 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น แล้วล้าง Flask หรือบีกเกอร์ รวมทั้งกระจกนาฬิกาด้วยน้ำ รวมน้ำล้างเข้าไว้ด้วยกัน

- e. กรองสารที่ไม่ระเหยทิ้ง จากนั้นนำน้ำที่ผ่านการกรองแล้วถ่ายใส่ Flask ขนาด 100 ml ปรับปริมาตรแล้วเขย่าให้เข้ากัน

2.2 Recoverable HNO₃/HCl เป็นการ digest ที่มีความรุนแรงน้อยกว่าวิธีแรก สามารถทำได้โดย

- a. เขย่าตัวอย่างให้เข้ากัน แล้วถ่ายใส่ flask หรือบีกเกอร์ โดยปริมาณของตัวอย่างที่ใช้ให้ดูตามตารางข้างบน
- b. เติม 1:1 HNO₃ 2 ml และ 1:1 HCl 10 ml Heat บน steam bath หรือบน hot plate จนปริมาณของสารละลายเหลือประมาณ 25 ml ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น
* ระวังห้ามให้สารตัวอย่างเดือดเด็ดขาด
- c. กรองเอาส่วนที่มีละลายออก (จะใช้วิธี centrifuge หรือตั้งทิ้งไว้ข้ามคืนก็ได้) จากนั้นถ่ายตัวอย่างใส่ใน volumetric flask ขนาด 100 ml ปรับปริมาตรแล้ว เขย่าให้เข้ากัน

3. การวิเคราะห์และการควบคุมคุณภาพ

1. สภาวะของเครื่อง ICP ที่ใช้ในการวิเคราะห์
2. ทำ method blank โดยใช้ น้ำ DI จากแหล่งเดียวกับตัวอย่าง จากนั้นเติมกรดที่ใช้ในการเตรียม standard เพื่อดูการรบกวนจากสารเคมีและสารละลายต่างๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ โดยวิเคราะห์ 2 ครั้ง
3. วิเคราะห์สารละลายมาตรฐาน working standard ทั้ง 5 ระดับ ความเข้มข้นละ 1 ครั้ง สร้างกราฟมาตรฐานระหว่างค่า Intensity กับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโดยเครื่อง ICP โดยจะต้องได้ค่า $r^2 \geq 0.995$
4. วิเคราะห์สารละลายตัวอย่าง และคำนวณผลที่ได้ โดยใช้กราฟมาตรฐาน โดยได้ค่า %RPD ≤ 5
5. การ Check standard ให้ใช้ std. ที่ความเข้มข้น 2 ยยท ฉีดปิดท้ายเทียบกับการวิเคราะห์ std. ครั้งแรก โดยใช้ค่า Intensity โดย %RPD ≤ 5 แต่ถ้าตัวอย่างมากกว่า 5 ตัวอย่างให้ Check standard ทุกๆ ตัวอย่างที่ 5
ถ้าไม่เป็นไปตามข้อกำหนดให้ดำเนินการตรวจสอบสภาวะเครื่อง ICP ใหม่
6. ทดสอบหาค่า %Recovery เมื่อวิเคราะห์ตัวอย่างตั้งแต่ 5 ตัวอย่างขึ้นไป (ทดสอบในตัวอย่างสุดท้าย) โดยค่าที่ได้ต้องอยู่ระหว่าง 80-120%
7. ทำการวิเคราะห์ซ้ำ 2 ครั้ง
8. ถ้าไม่เป็นไปตามข้อกำหนดให้ทำการทดสอบซ้ำ

$$\%Recovery = \frac{Cs - Cu}{Ca} \times 100$$

เมื่อ Cs = ความเข้มข้นของสารที่วิเคราะห์ได้ใน Spiked sample
Cu = ความเข้มข้นของสารที่วิเคราะห์ได้ใน Unspiked sample
Ca = ความเข้มข้นของสารที่เติมลงไป

การคำนวณ

$$\text{Dilution Factor} = \frac{\text{ปริมาตรสุดท้าย}}{\text{ปริมาตรเริ่มต้น}}$$

เอกสารอ้างอิง

- Standard method APHA, 19th Edition 1995

การวิเคราะห์หาปริมาณซีโอดี (COD) ในน้ำเสีย

จุดประสงค์

เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณซีโอดี (COD) ในน้ำเสีย ด้วยวิธี reflux แบบปิด

ขอบเขต

วิเคราะห์หาปริมาณ COD ตั้งแต่ 50 ppm ขึ้นไป

นิยาม

COD = Chemical Oxygen Demand ปริมาณ Oxygen ที่ต้องการใช้ Oxidize สารอินทรีย์

การเก็บและรักษาตัวอย่าง

ควรเก็บตัวอย่างน้ำในขวดแก้วหรือลิเอทธิลีน เดิมกรด H_2SO_4 จนตัวอย่างน้ำมี pH < 2 และแช่เย็นที่อุณหภูมิ $4^{\circ}C$ และควรทำการวิเคราะห์ภายใน 7 วัน

เครื่องมือ/อุปกรณ์

1. หลอดย่อยเป็นหลอดแก้ว Borosilicate ขนาด 20x150ml พร้อมฝาที่ทำด้วย TEE
2. Heating block ความลึกประมาณ 45-50 ml เป็นช่องให้ตั้งหลอดได้พอดี
3. บิวเรต
4. Flask 250 ml

สารเคมี

1. สารละลายมาตรฐานโปแตสเซียมไดโครเมต ($K_2Cr_2O_7$) ความเข้มข้น 0.1 N ละลาย $K_2Cr_2O_7$ ซึ่งอบแห้งที่ $103^{\circ}C$ เป็นเวลา 2 ชม. หนัก 4.913 g ในน้ำกลั่น 500 ml เติม Conc H_2SO_4 จำนวน 167 ml และ Hg_2SO_4 จำนวน 33.3 g คนให้ละลาย ปล่อยให้เย็น แล้วเจือจางในน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1 L
2. กรดซัลฟูริก (H_2SO_4) และซิลเวอร์ซัลเฟต (Ag_2SO_4)
ซึ่ง Ag_2SO_4 จำนวน 8 g ใส่ลงใน Conc H_2SO_4 1 L ตั้งทิ้งไว้ 1-2 วัน เพื่อให้ Ag_2SO_4 ละลายได้ทั้งหมด ก่อนนำไปใช้ต่อไป
3. สารละลายมาตรฐานเฟรซแอมโมเนียมซัลเฟต FAS ความเข้มข้น 0.05 N ละลาย $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ จำนวน 19.6 g ในน้ำกลั่น เติม Conc H_2SO_4 20 ml แล้วเจือจางเป็น 1 L ด้วยน้ำกลั่น
4. สารละลายเฟโรซีนอินดิเคเตอร์
ละลาย 1, 10 - Phenanthroline Monohydrate, $C_{12}H_8N_2 \cdot H_2O$ จำนวน 1.485 g และ Ferrous Sulfate, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ จำนวน 0.695 g ในน้ำกลั่นแล้วเจือจางเป็น 100 ml

วิธีการตรวจสอบความเข้มข้นของสารละลาย FAS

ปิเปตสารละลายมาตรฐานโปตัสเซียมไดโครเมต 0.1 N จำนวน 5 ml ใส่ Flask เติมน้ำกลั่น 50 ml แล้วจึงค่อยๆ เติม Conc H₂SO₄ 15 ml ทิ้งให้เย็น เติมเฟอร์โรซีน 2-3 หยดไตเตรทด้วยสารละลายมาตรฐาน FAS จนได้สีน้ำตาลเป็นจุดยุติ

$$\text{ความเข้มข้น FAS, (Normal)} = (5.0 \times 0.1) \text{ ml FAS ที่ใช้}$$

5. กรดซัลฟามิค (Sulfamic Acid)

ใช้สำหรับการป้องกันการรบกวนของ NO₂ ปริมาณที่ใช้คือ 10 mg ต่อทุก ๆ 1 mg ของ NO₂

6. สารละลายมาตรฐานโปแตสเซียมไฮโดรเจนฟทาเลท (Potassium Hydrogen Phthalate หรือ KHP)

บด KHP เพื่อลดขนาดลงและนำไปอบที่อุณหภูมิ 103 °C จนแห้งแล้วมีน้ำหนักคงที่ แล้วละลาย KHP ที่บดและอบแห้งแล้ว 425 mg ในน้ำกลั่น เจือจางให้เป็น 1 L สารละลายนี้มี COD เท่ากับ 500 ppm สามารถเก็บรักษาไว้ในตู้เย็นได้นานไม่เกิน 3 เดือน

วิธีการทดลอง

1. ใส่น้ำตัวอย่าง 5 ml ลงในหลอดแก้วขนาด 20x150 mm เติมน้ำย่อยสลายหรือ K₂Cr₂O₇ จำนวน 3 ml ตามด้วย H₂SO₄ อย่างช้าๆ ในปริมาณ 7 ml (ถ้าใช้ปริมาณตัวอย่างน้ำน้อยกว่า 5 ml ให้เติมน้ำกลั่นให้ครบ 5 ml ปิดฝาให้แน่นและเขย่าผสมกันให้ดี สำหรับ Blank ล้างแล้วทำเหมือนตัวอย่างทุกอย่าง)
2. วางหลอดแก้วใน Heating block ตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 150 ± 2 °C เป็นเวลา 2 ชม. เมื่อครบ 2 ชม. แล้ว นำออกมาตั้งทิ้งไว้ให้เย็น
3. เทสารละลายออกจากหลอดแก้วลงใน Flask ใช้น้ำกลั่นฉีดล้างสารละลายในหลอดแก้วให้หมดแล้วเทรวมลงใน Flask เติม Ferroin Indicator 2-3 หยด แล้วไตเตรทด้วยสารละลายมาตรฐาน FAS สีของสารละลายจะค่อยๆ เปลี่ยนจากเหลือง → เขียวอมเหลือง → ฟ้ำ → น้ำตาลแดง ซึ่งแสดงว่าถึงจุดยุติ จดปริมาณ FAS ที่ใช้ไตเตรท

การคำนวณ

$$\text{COD (ppm)} = \frac{(A-B) \times N \times 8000}{\text{ml ของตัวอย่างน้ำเสีย}}$$

เมื่อ A = ml ของ FAS ที่ใช้ในการไตเตรท Blank

B = ml ของ FAS ที่ใช้ในการไตเตรทตัวอย่างน้ำเสีย

N = ความเข้มข้นของ FAS เป็น Normal

ข้อเสนอแนะและข้อควรระวัง

1. สามารถตรวจสอบความถูกต้องวิธีวัด COD ได้ โดยใช้สารละลายมาตรฐานไปแตสไฮโดรเจนพธาเลต (KHP) ที่ทราบค่า COD นำไปวิเคราะห์หา COD โดยใช้สารละลายมาตรฐานนี้แทนตัวอย่างน้ำ ค่า COD ที่วัดได้ ควรมีค่าไม่น้อยกว่า 95 % ของค่า COD ที่เตรียม
2. การเลือกปริมาณตัวอย่าง ควรเลือกให้เหมาะสมเพื่อให้มี $K_2Cr_2O_7$ มากเกินพอสำหรับออกซิไดซ์สารอินทรีย์ การเลือกตัวอย่างควรพิจารณาที่ลักษณะน้ำที่มาของตัวอย่างประกอบด้วยค่า Rapid COD หรือจากการสังเกตสีของสารละลายก่อนนำไปรีฟลักซ์ ถ้าเป็นสีเขียว ให้ทำใหม่โดยลงปริมาณตัวอย่างลง แต่ถ้าสีสารละลายเหลืองเข้มมาก ควรจะเพิ่มปริมาณตัวอย่างขึ้น (สีที่เหมาะสมเป็นสีเหลืองปนเขียวอ่อนๆ) จะได้ไม่ต้องเสียเวลาในการรีฟลักซ์ และเริ่มทำใหม่อีกครั้ง
3. ต้องทำ Blank พร้อมกับตัวอย่างทุกครั้งเพื่อให้อยู่ในสภาวะอย่างเดียวกันผลวิเคราะห์จะได้ถูกต้องยิ่งขึ้น
4. ต้องตรวจสอบความเข้มข้นของ FAS ทุกวันที่ใช้ไตเตรท ถ้าความเข้มข้นลดลงมากๆ ควรเตรียมใหม่

การควบคุมคุณภาพ

1. ทดสอบตัวอย่างละ 2 ครั้ง เกณฑ์ยอมรับที่ $\%RPD \leq 5 \%$
2. ใช้สารละลายมาตรฐาน KHP แทนตัวอย่าง H_2O ซึ่งค่า COD ที่วัดได้มีค่าไม่น้อยกว่า 95 % ของค่า COD ที่เตรียม

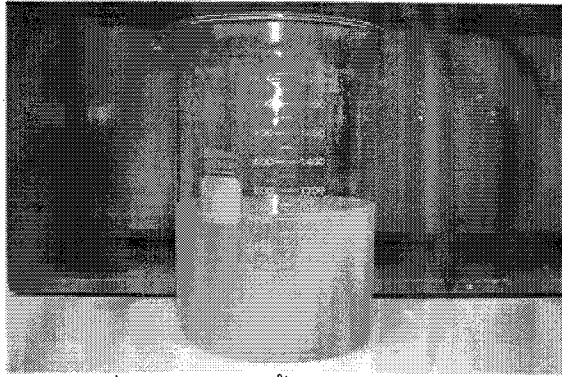
เอกสารอ้างอิง

- คู่มือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ดร.มันลิน ตันทุลเวศม์ ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง

รายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับการทดลองมีดังนี้

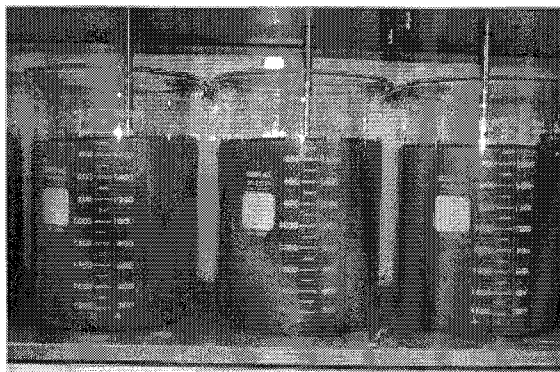
- รูปที่ ง-1 ลักษณะน้ำเสียก่อนเข้าระบบ
- รูปที่ ง-2 การทดลองในขั้นตอนที่ 1 การกวนเร็วหลังเติมกรด HCl
- รูปที่ ง-3 การทดลองในขั้นตอนที่ 1 การกวนเร็วหลังเติม FeCl_3 และ Ca(OH)_2
- รูปที่ ง-4 การทดลองในขั้นตอนที่ 1 การกวนช้าหลังจากเติม Kuriflock
- รูปที่ ง-5 การทดลองในขั้นตอนที่ 1 หลังการกวนช้า
- รูปที่ ง-6 การทดลองในขั้นตอนที่ 1 การทิ้งให้ตกตะกอน 30 นาที
- รูปที่ ง-7 ลักษณะน้ำเสียในการทดลองขั้นตอนที่ 2 หลังเติม FeCl_3
- รูปที่ ง-8 การทดลองในขั้นตอนที่ 2 การ Sedimentation
- รูปที่ ง-9 ลักษณะน้ำเสียหลังจากบำบัดแล้ว



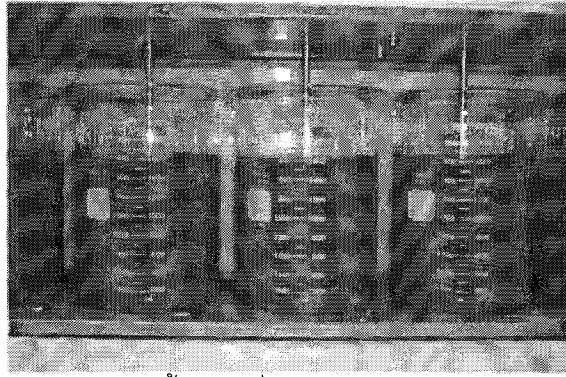
รูปที่ ง-1 ลักษณะน้ำเสียก่อนเข้าระบบ



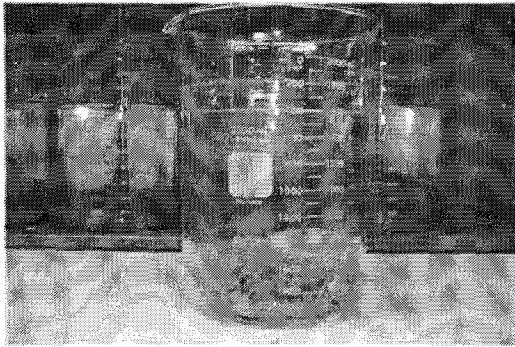
รูปที่ ง-2 การทดลองในขั้นตอนที่ 1 การกวนเร็วหลังเติมกรด HCl



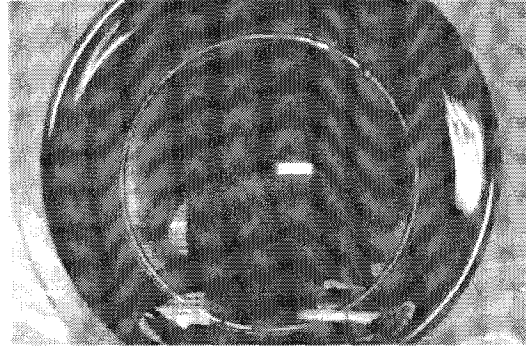
รูปที่ ง-3 การทดลองในขั้นตอนที่ 1 การกวนเร็วหลังเติม FeCl_3 และ Ca(OH)_2



รูปที่ ง-4 การทดลองในชั้นตอนที่ 1 การกรวนซ้ำหลังจากเติม Kuriflock

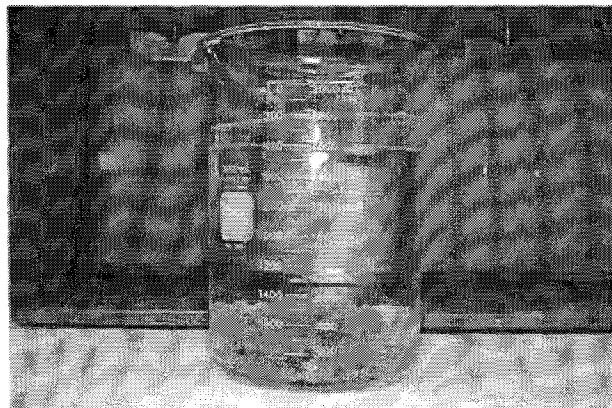


(ก)

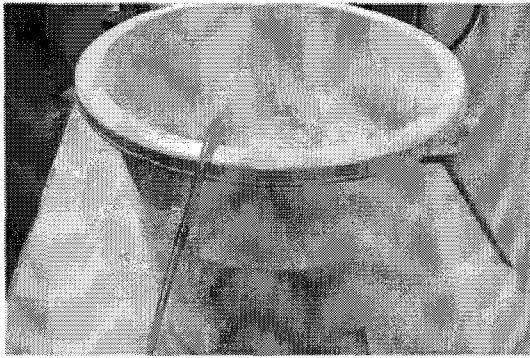


(ข)

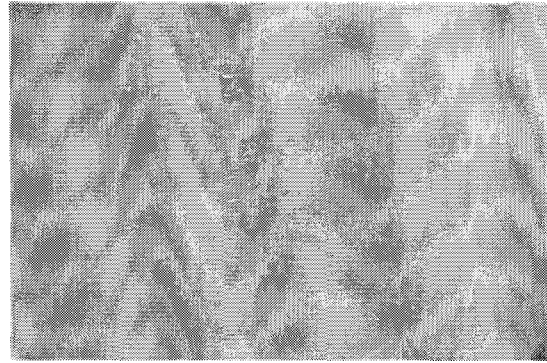
รูปที่ ง-5 การทดลองในชั้นตอนที่ 1 หลังการกรวนซ้ำ



รูปที่ ง-6 การทดลองในชั้นตอนที่ 1 การทิ้งให้ตกตะกอน 30 นาที

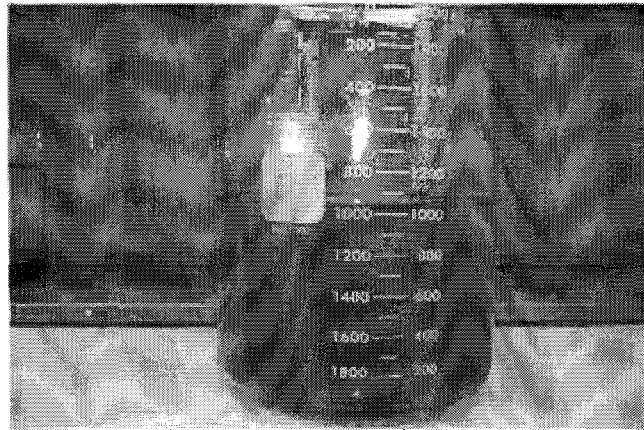


(ก)



(ข)

รูปที่ ง-7 การทดลองในขั้นตอนที่1 การ Floatation



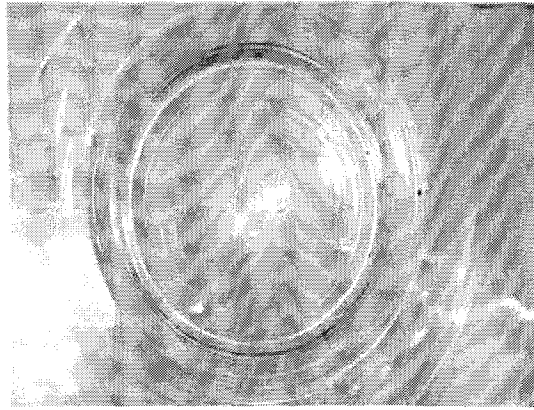
รูปที่ ง-7 ลักษณะน้ำเสียในการทดลองขั้นตอนที่ 2 หลังเติม FeCl_3



รูปที่ ง-8 การทดลองในขั้นตอนที่ 2 การ Sedimentation



(ก)



(ข)

รูปที่ ๙-๑ ลักษณะน้ำเสียหลังจากบำบัดแล้ว