บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

1. สำรวจข้อมูลเบื้องต้น โดยศึกษากระบวนการชุบโลหะและแหล่งกำเนิดน้ำเสียของบริษัทบีสไพพ์ ฟิตติ้ง อินดัสตรี จำกัด

2. วางแผนและกำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำ แล้วทำการเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งจากกระบวนการชุบโลหะของบริษัทบีสไพพ์ ฟิตติ้ง อินดัสตรี จำกัด

3. ทำการวิเคราะห์หาคุณลักษณะของน้ำเสียทางกายภาพ ได้แก่ ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด และคุณลักษณะของน้ำเสียทางเคมีบางประการ ได้แก่ ความเป็นกรดเป็นด่าง ไขมันและน้ำมัน ไซยาไนด์ และโลหะหนัก คือ เหล็ก, โครเมียม, ตะกั่ว, สังกะสี, แมงกานีส และแคดเมียม

4. ทำการวิเคราะห์ข้อมูลคุณลักษณะของน้ำเสียทางกายภาพและคุณลักษณะของน้ำเสียทางเคมีบางประการโดยการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) และ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของประกาศกระทรวง วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2539)

5. ทำการศึกษาวิธีการนำองค์ประกอบที่วิเคราะห์พบในน้ำเสียจากกระบวนการผลิตของโรงงานผลิตข้อต่อเหล็กต้นแบบชุบ กรณีศึกษา โรงงานบีสไพพ์ฟิตติ้ง อินดัสตรีจำกัดเพื่อนำกลับมาใช้ซ้ำ หรือแปรรูปใช้ใหม่ในอุตสาหกรรมเหล็กและอุตสาหกรรมประเภทอื่น

6. หาแนวทางการจัดการน้ำเสียที่เหมาะสมจากกระบวนการชุบโลหะของโรงงานผลิตข้อต่อเหล็กต้นแบบ โดยการประยุกต์ใช้วิธีการซิกซ์ ซิกม่า เพื่อการปรับปรุงคุณภาพของชิ้นงานในกระบวนการชุบสังกะสี และตรวจสอบขบวนการลดของเสียที่เกิดขึ้น

จุดเก็บตัวอย่างน้ำและระยะเวลาในการเก็บตัวอย่าง

1. จุดเก็บตัวอย่าง

จุดเก็บตัวอย่างน้ำจากบริเวณที่มีการชุบโลหะ โดยเก็บตัวอย่างน้ำจากบ่อล้างน้ำในขั้นตอนการขจัดไขมัน บ่อล้างน้ำในขั้นตอนขจัดสนิมเหล็ก และบ่อล้างชุบโลหะของบริษัทบีสไพพ์ ฟิตติ้ง อินดัสตรี จำกัด

2. ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่าง

ดำเนินการเก็บตัวอย่าง จำนวน 3 สัปดาห์ๆ ละ 6 วัน ตามเวลาการดำเนินงานของบริษัทบีสไพพ์ ฟิตติ้ง อินดัสตรี จำกัด (วันจันทร์-เสาร์) รวมทั้งสิ้น 18 ครั้ง ตั้งแต่วันที่ 9-28 พฤศจิกายน 2552 โดยดำเนินการเก็บตัวอย่างเมื่อครบเวลาการทำงาน 1 กะ (8 ชั่วโมง) เวลาประมาณ 17.00 น. ของทุกวัน เก็บตัวอย่าง เนื่องจากเป็นเวลาที่มีการรวบรวมน้ำเสียจากการผลิตครบ 8 ชั่วโมง

วิธีการเก็บตัวอย่างและวิธีการเก็บรักษาตัวอย่าง

1. วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำ

ดำเนินการเก็บตัวอย่างแบบผสมรวม (Composite) โดยทำการผสมรวมน้ำจากทั้ง 3 บ่อคือ บ่อล้างน้ำในขั้นตอนการขจัดไขมัน บ่อล้างน้ำในขั้นตอนขจัดสนิมเหล็ก และบ่อล้างชุบโลหะ ตามอัตราการไหลของน้ำ โดยวัดอัตราการไหลทุกๆ 1 ชั่วโมง พร้อมทั้งเก็บตัวอย่างทุกๆ ชั่วโมง บ่อละ 1 ขวด (ขนาด 1 ลิตร) จำนวน 3 บ่อ (ทำการเก็บรักษาตัวอย่างน้ำโดยการแช่เย็น 4$\pm$2 องศาเซลเซียส) เมื่อครบจำนวน 8 ขวดต่อบ่อ จะทำการผสมรวมหลังเวลา 17.00 น. ของทุกวัน ให้ได้น้ำตัวอย่าง 4 ลิตร ตามอัตราการไหล แล้วนำทั้ง 3 บ่อ มาผสมรวมกันอีกครั้ง แล้วเก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ จำนวน 4 ลิตร

2. วิธีการเก็บรักษาตัวอย่าง

เก็บรักษาตัวอย่างน้ำจากกระบวนการชุบโลหะของบริษัทบีสไพพ์ ฟิตติ้ง อินดัสตรี จำกัด ตามวิธีการเก็บตัวอย่างน้ำ ใส่ขวดพลาสติก ขนาด 1 ลิตร ทุกครั้งที่ทำการเก็บตัวอย่างจะกลั้วขวดเก็บตัวอย่างด้วยน้ำตัวอย่าง 2-3 ครั้ง แล้วจึงค่อย ๆ เติมน้ำลงไปในขวดเก็บตัวอย่างๆ ช้าๆ และเก็บรักษาตัวอย่างน้ำ ตามวิธีที่กำหนดใน Standard Method for Water and Wastewater ของ APHA, AWWA and WPCF (2005) (ตารางที่ 3.1) แล้วนำไปวิเคราะห์ตัวอย่างในห้องปฏิบัติการห้องปฏิบัติการศูนย์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต ต่อไป

ตารางที่ 3.1 ดัชนีวิเคราะห์คุณภาพน้ำและวิธีรักษาตัวอย่างน้ำ

ดัชนี	วิธีรักษาตัวอย่างน้ำ
1. ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (TDS)	อุณหภูมิไม่เกิน 4 องศาเซลเซียส
2.ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)	อุณหภูมิไม่เกิน 4 องศาเซลเซียส
3. น้ำมันและไขมัน (O&G)	อุณหภูมิไม่เกิน 4 องศาเซลเซียสและเติมกรดซัลฟุริก ให้ pH<2
4. ไซยาไนด์ (Cyanide)	อุณหภูมิไม่เกิน 4 องศาเซลเซียสและเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ ให้ pH > 12
5. เหล็ก(Fe)	อุณหภูมิไม่เกิน 4 องศาเซลเซียสและเติมกรดไนตริก ให้ pH<2
6. โครเมียม (Cr)	อุณหภูมิไม่เกิน 4 องศาเซลเซียสและเติมกรดไนตริก ให้ pH<2
7. ตะกั่ว (Pb)	อุณหภูมิไม่เกิน 4 องศาเซลเซียสและเติมกรดไนตริก ให้ pH<2
8. สังกะสี (Zn)	อุณหภูมิไม่เกิน 4 องศาเซลเซียสและเติมกรดไนตริก ให้ pH<2
9. แมงกานีส (Mn)	อุณหภูมิไม่เกิน 4 องศาเซลเซียสและเติมกรดไนตริก ให้ pH<2
10. แคดเมียม (Cd)	อุณหภูมิไม่เกิน 4 องศาเซลเซียสและเติมกรดไนตริก ให้ pH<2

ที่มา : APHA, AWWA and WPCF (2005)

ดัชนีที่ใช้ในการวิเคราะห์ตัวอย่างและวิธีทดสอบ

ทำการวิเคราะห์หาคุณลักษณะของน้ำเสียทางกายภาพ ได้แก่ ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด และคุณลักษณะของน้ำเสียทางเคมีบางประการ ได้แก่ ความเป็นกรดเป็นด่าง ไขมันและน้ำมัน ไซยาไนด์ และโลหะหนัก คือ เหล็ก, โครเมียม, ตะกั่ว, สังกะสี, แมงกานีส และแคดเมียม โดยใช้วิธีทดสอบของ APHA, AWWA and WPCF (2005) ใน Standard Method for the Examination of Water and Wastewater ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ดัชนีวิเคราะห์คุณภาพน้ำและวิธีทดสอบ

ดัชนี	วิธีรักษาตัวอย่างน้ำ
1.ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (TDS)	ระเหยแห้งที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง
2. ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)	pH meter
3. น้ำมันและไขมัน (O&G)	สกัดด้วย n-Hexane
4. ไซยาไนด์ (Cyanide)	กลั่นและตามด้วยวิธี Pyridine barbituric acid
5. เหล็ก(Fe)	Atomic absorption spectrophotometer(AAS) Shimadzu AA-6800
6. โครเมียม (Cr)	Atomic absorption spectrophotometer(AAS) Shimadzu AA-6800
7. ตะกั่ว (Pb)	Atomic absorption spectrophotometer(AAS) Shimadzu AA-6800
8. สังกะสี (Zn)	Atomic absorption spectrophotometer(AAS) Shimadzu AA-6800
9. แมงกานีส (Mn)	Atomic absorption spectrophotometer(AAS) Shimadzu AA-6800
10. แคดเมียม (Cd)	Atomic absorption spectrophotometer(AAS) Shimadzu AA-6800

ที่มา : APHA, AWWA and WPCF (2005)

ขั้นตอนการวิเคราะห์

1. การวิเคราะห์คุณลักษณะของน้ำทางกายภาพ

1) การวิเคราะห์หาปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด

(1) เครื่องมือและอุปกรณ์

(1.1) evaporating dish

(1.2) water bath

(1.3) เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง

(1.4) คีมหนีบ (Forceps)

(1.5) กระบอกตวง (Cylinder)

(1.6) เตาอบที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ 130-105 องศาเซลเซียส

(1.7) โถดูดความชื้น (Desiccator) พร้อมสารดูดความชื้น

(2) ขั้นตอนการวิเคราะห์

(2.1) การเตรียม Evaporating dish

(2.1.1) เขียนรหัสที่ Evaporating dish แล้วนำไปอบที่เตาอบที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ 130-105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วนำมาทำให้เย็นในโถดูดความชื้น (desiccator)

(2.1.2) ชั่งหาน้ำหนักของ Evaporating dish แล้วนำไปเก็บไว้ในโถดูดความชื้น จนกว่าจะนำมาใช้งาน

(2.2) การวิเคราะห์หาปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด

กรณีแช่เย็นตัวอย่างน้ำที่เก็บมา ให้ทำให้ตัวอย่างน้ำมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้องก่อนทำการวิเคราะห์

(2.2.1) ตวงตัวอย่างน้ำ 50 มิลลิลิตรใส่ลงใน Evaporating dish ที่ชั่งหาน้ำหนักแล้ว

(2.2.2) นำไประเหยให้แห้งบน Water bath ที่อุณหภูมิประมาณ 100 องศาเซลเซียส

(2.2.3) นำ Evaporating dish ที่แห้งแล้วไปอบที่เตาอบที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ 130-105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วนำมาทำให้เย็นในโถดูดความชื้น (Desiccator) ประมาณ 45 นาที

(2.2.4) ชั่งหาน้ำหนักของปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด โดยทำการชั่ง 2 ครั้ง ให้น้ำหนักแตกต่างกันได้ไม่เกิน 0.0005 กรัม

(2.3) การคำนวณหาปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด

ดังสูตรนี้ $$\frac{(B-A)\times 10^{6}}{\text{ปริมาตรของตัวอย่างน้ำที่ใช้ (มิลลิลิตร)}}$$

เมื่อ A = น้ำหนัก evaporating dish ก่อนทำการทดลอง (มิลลิกรัม)

B = น้ำหนัก evaporating dish หลังทำการทดลอง (มิลลิกรัม)

2. การวิเคราะห์คุณของน้ำทางเคมี

1) การวิเคราะห์หาค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)

(1.1) เครื่องมือและอุปกรณ์

(1.1.1) เครื่องวัดความเป็นกรดเป็นด่าง (pH meter)

(1.1.2) บีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร

(1.1.3) ขวดฉีดน้ำกลั่น

(1.2) ขั้นตอนการวิเคราะห์

กรณีแช่เย็นตัวอย่างน้ำที่เก็บมา ให้ทำให้ตัวอย่างน้ำมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้องก่อนทำการวิเคราะห์

(1.2.1) เขย่าตัวอย่างน้ำให้เข้ากัน เทใส่บีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร

(1.2.2) จุ่มอิเล็กโทรด จนตัวเลขแสดงค่าความเป็นกรดเป็นด่างหยุดนิ่ง อ่านค่าความเป็นกรดเป็นด่างของตัวอย่างน้ำและอุณหภูมิแล้วทำการบันทึกผล

(1.2.3) ฉีดล้างอิเล็กโทรดด้วยน้ำกลั่น แล้วซับด้วยกระดาษทิชชูหรือผ้านุ่ม แล้วแช่อิเล็กโทรดในน้ำยารักษาอิเล็กโทรด หรือสารละลายบัฟเฟอร์ 4

(1.2.4) ทำการวัดตัวอย่างละ 2 ซ้ำ

(1.3) การคำนวณหาค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)

นำค่าความเป็นกรดเป็นด่างและอุณหภูมิที่วัดได้แต่ละตัวอย่าง 2 ซ้ำ มาหาค่าเฉลี่ย

2) การวิเคราะห์ค่าน้ำมันและไขมัน (O&G)

(2.1) เครื่องมือและอุปกรณ์

(2.1.1) กรวยแยก (Separatory funnel) ขนาด 500 มิลลิลิตร ซึ่งล้างด้วยเฮกเซนประมาณ 15 มิลลิลิตร ไว้ก่อน

(2.1.2) ถ้วยระเหย (Evaporating dish)

(2.1.3) เครื่องอังน้ำ (Water bath)

(2.1.4) กระดาษกรอง ขนาด 11 เซนติเมตร เบอร์ 40

(2.1.5) กรวยกรอง (funnel)

(2.1.6) บีกเกอร์ ขนาด 600 มิลลิลิตร และ 100 มิลลิลิตร ซึ่งล้างด้วยเฮกเซนประมาณ 15 มิลลิลิตร ไว้ก่อน

(2.1.7) เครื่องชั่งละเอียด

(2.2) สารเคมี

(2.2.1) กรดกำมะถันเข้มข้น (Conc. H_2SO_4)

(2.2.2) เฮกเซน (n-Hexane) หรือฟรีออน

(2.2.3) โซเดียมซัลเฟต ปราศจากน้ำ (Sodium sulfate anhydrous)

(2.3) วิธีวิเคราะห์

(2.3.1) เทตัวอย่างน้ำที่รู้ปริมาตรจำนวนหนึ่ง (500 มิลลิลิตรหรือน้อยกว่า) ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร เติมกรดกำมะถันเข้มข้น จนความเป็นกรดเป็นด่างน้อยกว่า 2 (หรือประมาณ 2 มิลลิลิตร ต่อตัวอย่างน้ำ 1 ลิตร)

(2.3.2) เทตัวอย่างน้ำจากบีกเกอร์ใส่กรวยแยก เติมเฮกเซนจำนวน 10-15 มิลลิลิตร เขย่าอย่างแรงประมาณ 2 นาที ตั้งทิ้งไว้ สารผสมจะแยกชั้น ชั้นเฮกเซนจะอยู่ส่วนบน ส่วนตัวอย่างน้ำจะอยู่ส่วนล่าง

(2.3.3) ถ่ายชั้นตัวอย่างน้ำไว้ในบีกเกอร์เดิม เพื่อนำมาสกัดอีก

(2.3.4) ถ่ายชั้นของเฮกเซนซึ่งมีไขมันและน้ำมันละลายอยู่ ผ่านกรวยกรองที่มีโซเดียมซัลเฟตบนกระดาษกรองลงในถ้วยระเหย ซึ่งได้ทำให้แห้งและมีน้ำหนักคงที่และได้ชั่งน้ำหนักไว้แล้วสมมติเป็น A กรัม

(2.3.5) ทำการสกัดซ้ำ ด้วยวิธีเดียวกันนี้อีกหลายๆ ครั้ง จนกระทั่งน้ำมันและไขมันถูกสกัดออกจากตัวอย่างหมด

(2.3.6) นำถ้วยระเหยซึ่งมีเฮกเซนและน้ำมันและไขมันละลายอยู่ ไประเหยเอาเฮกเซนออกบนเครื่องอังน้ำที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส จนแห้งปราศจากความชื้น แล้วปล่อยให้เย็นในโถทำแห้ง ประมาณ 30 นาที แล้วชั่งน้ำหนัก สมมติเป็น B กรัม

หมายเหตุ : หากชั้นของตัวทำละลายมีน้ำปนอยู่ ให้ถ่ายเฮกเซนที่มีน้ำมันและไขมันลงในบีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิกรัม ใส่โซเดียมซัลเฟตลงไป จนได้สารละลายใส หรือโซเดียมซัลเฟตจับตัวกันดี กลิ้งไปกลิ้งมาได้ ไม่เหลว และควรใส่โซเดียมซัลเฟตไปบนกระดาษกรองด้วย แล้วจึงเทตัวทำละลายที่ใสผ่านกระดาษกรอง เพื่อให้อิมัลชั่นแตกออก และโซเดียมซัลเฟตจับกับน้ำ

(2.4) การคำนวณ

$$\text{ไขมันและน้ำมัน (มิลลิกรัมต่อลิตร)} = \frac{(B-A) \times 10^6}{\text{ปริมาตรของตัวอย่างที่ใช้ (มิลลิลิตร)}}$$

3) การวิเคราะห์ค่าไซยาไนด์ (Cyanide)

(3.1) เครื่องมือและอุปกรณ์

อุปกรณ์การกลั่นไซยาไนด์ ได้แก่ คอนเด็นเซอร์ หลอดแก้ว ขนาด 9 มิลลิเมตร และขนาด 38x200 มิลลิเมตร Suction Flask เตาหลุม

(3.2) สารเคมี

(1) สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

(2) สารละลายแมกนีเซียมคลอไรด์

(3) กรดซัลฟุริก (1+1)

(3.3) วิธีวิเคราะห์

(3.3.1) เติมตัวอย่างน้ำ 500 มิลลิลิตร (ที่คาดว่ามีปริมาณ CN^- ไม่เกิน 10 มิลลิกรัมCN^-/ลิตร) ลงในขวดต้ม (Modified claissen flask)

(3.3.2) เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 50 มิลลิลิตร ลงใน Test tube

(3.3.3) ต่อชิ้นส่วนของอุปกรณ์เครื่องแก้วเข้าด้วยกันให้เรียบร้อย(ท่อกระจายลมต้องจมอยู่ใต้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์)

(3.3.4) เดินเครื่อง Suction และปรับวาล์วจนกระทั่งอัตราลมเข้าขวดต้มประมาณ 1-2 ฟอง/วินาที (ฟองอากาศต้องไม่ทำให้ระดับของเหลวในหลอดแก้วสูงกว่า 6.5-10 มิลลิเมตร)

(3.3.5) เติม H_2SO_4(1+1) 50 มิลลิลิตร เข้าทางท่อลม Thistle tube ของขวดต้ม(ใช้กรด 10 มิลลิลิตรต่อตัวอย่างทุกๆ 100 มิลลิลิตร)

(3.3.6) ชะล้างท่อลม Thistle tube ด้วยน้ำกลั่น

(3.3.7) ปล่อยให้เกิดการกวนนาน 3 นาที แล้วเติม $MgCl_2$ solution 20 มิลลิลิตร เข้าทางท่อลมและชะด้วยน้ำกลั่นตามลงไปในท่อลม

(3.3.8) เปิดเตาเพื่อเติมน้ำ อย่าให้ไฟแรงจนน้ำเดือดถึงปากท่อคอนเดนเซอร์หรืออย่าให้มีไอน้ำขึ้นเกิดครึ่งท่อคอนเดนเซอร์(ระดับที่เหมาะสมคือ มี reflex rate 40-50 หยด/นาที)

(3.3.9) ต้มรีฟลักซ์นานไม่น้อยกว่า 1 เซนติเมตร (อย่าลืมเปิดน้ำหล่อเย็น)

(3.3.10) ดับเตา แต่อย่าเพิ่งเลิก Suction

(3.3.11) ทิ้งให้เย็น 15 นาที และเทของเหลว (ไซยาไนด์)ใน Test tube ลงในขวดสะอาด ล้างท่อที่ต่อระหว่างคอนเดนเซอร์ และ Test tube ด้วยน้ำกลั่นและเก็บน้ำชะล้างรวมกับของเหลวน้ำไซยาไนด์

(3.3.12) เจือจางสารละลายที่ได้ด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 250 มิลลิลิตร นำไปหาปริมาณไซยาไนด์โดยวิธีไตเตรตหรือเทียบสีต่อไป

4) การวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก

(4.1) เครื่องมือและอุปกรณ์

(4.1.1) เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) พร้อมด้วยอุปกรณ์

(4.1.2) หัวเตาที่มีช่อง 3 ช่อง (three-slot burner head) ถ้าไม่มีหัวเตาชนิดนี้อาจจะใช้หัวเตาที่มีช่องเดียวก็ได้

(4.1.3) เครื่องแก้วอื่นๆ

(4.1.4) กระดาษกรอง GF/C 70 มิลลิเมตร

(4.1.5) ถุงมือเบอร์ M ไม่มีแป้ง

(4.1.6) ถุงมือกันความร้อน

(4.1.7) ผ้าปิดจมูกคาร์บอน

(4.1.8) กรวยแยก

(4.2) สารเคมีและรีเอเจนต์

(4.2.1) อากาศที่ใช้ต้องสะอาดและแห้ง ซึ่งทำได้โดยให้ไหลผ่านเครื่องกรองที่เหมาะสมเพื่อกำจัดน้ำมัน น้ำและสารแปลกปลอมอื่นๆ อาจจะใช้อากาศในห้องโดยใช้เครื่องอัดอากาศ หรือจะใช้อากาศที่อัดอยู่ในท่อ (cylinder) ก็ได้

(4.2.2) แก๊สแอเซทิลีน ใช้ชนิดมาตรฐานการค้าที่บรรจุอยู่ในท่อและควรจะหยุดใช้เมื่อความดันของแก๊สในถังลดลงถึง 7 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (หรือ 100 psig) เพื่อป้องกันมิให้แอซีโตนซึ่งอยู่ในถังปนออกมาด้วย

(4.2.3) น้ำกลั่นดีไอออนไนซ์ (deionized distilled water)

(4.2.4) กรดไนตริกเข้มข้น

(4.2.5) สารละลายมาตรฐานของโลหะหนัก

(4.3) วิธีการวิเคราะห์

(4.3.1) การเตรียมตัวอย่าง

-เหล็ก (Fe) เติมกรดเกลือเข้มข้น 3 มิลลิลิตร และเติมสารละลายไฮดรอกซีลามีน 1 มิลลิลิตร ใส่ลูกแก้ว 3-4 เม็ด นำไปต้มบนเตาแผ่นให้เดือด เพื่อให้แน่ใจว่าเหล็กในน้ำละลายหมดแล้วต้มต่อไปจนกระทั่งปริมาตรลดลงเหลือประมาณ 15-20 มิลลิลิตร ยกลงทำให้เย็นลงจนเท่าอุณหภูมิห้อง

-โครเมียม(Cr) ขึ้นอยู่กับต้องการวัดในรูปโครเมียมทั้งหมดรูปละลายน้ำหรือแขวนลอย ถ้าต้องการวัดรูปละลายน้ำต้องกรองตัวอย่างก่อน แล้วจึงนำตัวอย่างไปย่อยด้วยกรดไนตริกอย่างเดียว หรือไนตริก-ซัลฟุริก ตัวอย่างควรเติม H_2O_2 30% จำนวน 1 มิลลิลิตรต่อตัวอย่าง100 มิลลิลิตร

-ตะกั่ว(Pb) นำตัวอย่างไปย่อยด้วยกรดไนตริกอย่างเดียว หรือไนตริก-ซัลฟุริก ตัวอย่างควรเติม H_2O_2 30% จำนวน 1 มิลลิลิตรต่อตัวอย่าง100 มิลลิลิตร

-สังกะสี(Zn) นำตัวอย่างไปย่อยด้วยกรดไนตริกอย่างเดียว หรือไนตริก-ซัลฟุริก ตัวอย่างควรเติม H_2O_2 30% จำนวน 1 มิลลิลิตรต่อตัวอย่าง100 มิลลิลิตร

-แมงกานีส(Mn) นำตัวอย่างไปย่อยด้วยกรดไนตริกอย่างเดียว หรือไนตริก-ซัลฟุริก ตัวอย่างควรเติม H_2O_2 30% จำนวน 1 มิลลิลิตรต่อตัวอย่าง100 มิลลิลิตร

-แคดเมียม (Cd) นำตัวอย่างไปย่อยด้วยกรดไนตริกอย่างเดียว หรือไนตริก-ซัลฟุริก ตัวอย่างควรเติม H_2O_2 30% จำนวน 1 มิลลิลิตรต่อตัวอย่าง100 มิลลิลิตร

(4.3.2) การสร้างกราฟมาตรฐาน

เพื่อให้ได้สิ่งแวดล้อมเดียวกัน จึงจำเป็นต้องมีการสร้างกราฟมาตรฐานขึ้นมาทุกครั้งไว้สำหรับวิเคราะห์ในแต่ละครั้ง

- เลือกสารละลายโลหะมาตรฐาน โดยเลือกที่มีความเข้มข้นต่างๆ กันอย่างน้อย 3 ความเข้มข้น จุ่มหลอมพลาสติกรูเล็กลงในสารละลายแต่ละความเข้มข้น แล้ววัดค่าแอบซอร์พแบนซ์

- สำหรับเครื่องมือบางชนิด ซึ่งอาจจะต้องทำการเปลี่ยนค่าเปอร์เซ็นต์แอบซอร์พแบนซ์หรือค่าเปอร์เซนต์ทรานสมิตแตนซ์ ให้เป็นค่าแอบซอร์แบนซ์ด้วยตารางที่กำหนด

- สร้างกราฟมาตรฐาน ทำได้โดยเขียนกราฟระหว่างแอบซอร์พแบนซ์กับความเข้มข้นของสารละลายโลหะมาตรฐาน

- เมื่อทำการวิเคราะห์เสร็จแล้ว ต้องตรวจกราฟมาตรฐานใหม่อีกครั้งโดยใช้สารละลายมาตรฐานอย่างน้อย 1 ความเข้มข้น

(4.3.3) การวิเคราะห์สารตัวอย่าง

- ล้างอะตอมไมเซอร์ จนกระทั่งมาตรของระบบอ่านให้ค่าคงที่แล้วจัดเครื่องมือให้อ่านศูนย์ทุกครั้ง ก่อนที่จะทำการวิเคราะห์สารละลายแต่ละตัวอย่าง รวมทั้งการทำกราฟมาตรฐานจะต้องล้างอะตอมไมเซอร์ก่อน

- จุ่มหลอดพลาสติกรูเล็ก ลงในสารละลายแต่ละตัวอย่าง แล้ววัดค่าแอบซอร์พแบนซ์

- คำนวณหาค่าความเข้มข้นของสารตัวอย่าง โดยคิดเป็นมิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร โดยอ่านกราฟที่ถูกต้อง

การวิเคราะห์ข้อมูล

ศึกษาคุณลักษณะของน้ำเสียทางกายภาพ ได้แก่ ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด และคุณลักษณะของน้ำเสียทางเคมีบางประการ ได้แก่ ความเป็นกรดเป็นด่าง ไขมันและน้ำมัน ไซยาไนด์ และโลหะหนัก คือ เหล็ก, โครเมียม, ตะกั่ว, สังกะสี, แมงกานีส และแคดเมียม จำนวน 1 จุด ซึ่งเป็นน้ำตัวแทนจากการชุบโลหะ 3 จุด คือ จากบ่อล้างน้ำในขั้นตอนการขจัดไขมัน บ่อล้างน้ำในขั้นตอนขจัดสนิมเหล็ก และบ่อล้างชุบโลหะของบริษัทบีสไพพ์ ฟิตติ้ง อินดัสตรี จำกัด จำนวนทั้งสิ้น18 ครั้ง ตั้งแต่วันที่ 9-28 พฤศจิกายน 2552 โดยดำเนินการเก็บตัวอย่างเมื่อครบเวลาการทำงาน 1 กะ (8 ชั่วโมง) เวลาประมาณ 17.00 น. ของทุกวันที่เก็บตัวอย่าง โดยการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ใช้สถิติพรรณนา คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) และ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพ ได้แก่ ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (TDS) และทางเคมี คือ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH), ไขมันและน้ำมัน (O&G), ไซยาไนด์ (Cyanide) และโลหะหนัก ได้แก่ เหล็ก (Fe),โครเมียม (Cr), ตะกั่ว (Pb), สังกะสี (Zn), แมงกานีส (Mn) และแคดเมียม (Cd) แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2539) ลงวันที่ 3 มกราคม 2539

การศึกษาแนวทางการจัดการน้ำเสียที่เหมาะสมจากกระบวนการชุบโลหะของโรงงานผลิตข้อต่อเหล็กต้นแบบ โดยการประยุกต์ใช้วิธีการซิกซ์ ซิกม่าเพื่อตรวจสอบแนวทางการจัดการของเสียที่เกิดขึ้น

ขั้นตอนในการดำเนินงานแบ่งเป็น 7 ขั้นตอน ตามแนวทางของซิกซ์ ซิกม่า ประกอบไปด้วยขั้นตอนต่อไปนี้

1. การกำหนดปัญหาที่เกิดขึ้น (Define phase)
   1.1 การระบุปัญหา
   1.2 สรุปผลการดำเนินงานการกำหนดปัญหาที่เกิดขึ้น
2. การวัดเพื่อกำหนดหาสาเหตุของปัญหา (Measure phase)
   2.1 การสร้างแผนที่กระบวนการผลิต (Process map)
   2.2 การวิเคราะห์แผนภาพสาเหตุและผล (Cause and effect diagram)
   2.3 สรุปผลการดำเนินงานการวัดเพื่อกำหนดสาเหตุของปัญหา
3. การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา (Analysis phase)
   3.1 การวิเคราะห์ขั้นตอนการทำความสะอาดชิ้นงานก่อนชุบ
   3.2 การวิเคราะห์ปัจจัยในบ่อชุบสังกะสี
   3.3 การวิเคราะห์โดยใช้แผนผังพาเรโต (Parato diagram)
   3.4 สรุปผลและวางแผนขั้นตอนต่อไป
4. การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา (Analysis phase)
   4.1 การวิเคราะห์ผลการทดลองเพื่อเลือกปัจจัยที่สำคัญที่ต้องนำไปทำการทดลองในขั้นตอนต่อไป
   4.2 สรุปผลและวางแผนขั้นตอนต่อไป
5. การปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ (Improve phase)
   5.1 การปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ
   5.2 ทำการทดลองตามที่วางแผนไว้
   5.3 วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง
6. การควบคุมตัวแปรต่างๆ (Control phase)
   6.1 ทำการเลือกแนวทางการควบคุมตัวแปรต่างๆ
   6.2 สรุปผลการปรับปรุง
7. สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ