

คู่มือการจัดการน้ำเสียจากระบบการชุบโลหะ
สำหรับโรงงานผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แห่งหนึ่ง

นางสาวเกศกมล กะลัมพะนันท์

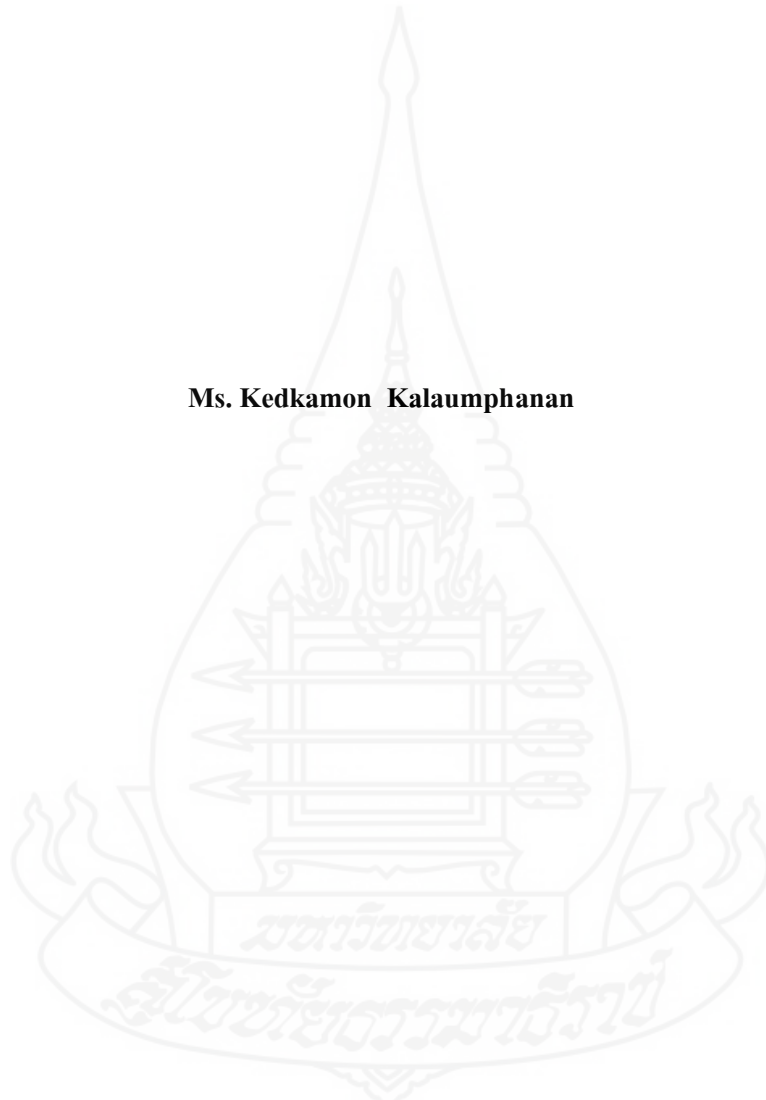


การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
วิชาเอกการจัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

พ.ศ. 2563

**Manual on Wastewater Management from Metal Plating Process for an
Electronic Equipment Manufacturing Plant**

Ms. Kedkamon Kalaumphanan



An Independent Study Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for
the Degree of Master of Science in Industrial Environment Management

School of Health Science

Sukhothai Thammathirat Open University

2020

หัวข้อการศึกษาค้นคว้าอิสระ	คู่มือการจัดการน้ำเสียจากกระบวนการชุบโลหะสำหรับ โรงงานผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แห่งหนึ่ง
ชื่อและนามสกุล	นางสาวเกศกมล กะลัมพะนันท์
วิชาเอก	การจัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สิริรัตน์ สุวณิชย์เจริญ

การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้ ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 29 พฤศจิกายน 2564

คณะกรรมการสอบการศึกษาค้นคว้าอิสระ



..... ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สิริรัตน์ สุวณิชย์เจริญ)



..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรสวัสดิ์ ศรีสวัสดิ์)



..... (รองศาสตราจารย์ ดร.อารยา ประเสริฐชัย)

ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ

**ชื่อการศึกษาค้นคว้าอิสระคู่มือการจัดการน้ำเสียจากกระบวนการชุบโลหะสำหรับ โรงงานผลิต
อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แห่งหนึ่ง**

ผู้ศึกษา นางสาวเกศกมล กะถัมพะนันท์ **รหัสนักศึกษา** 2575001322

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม)

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สิริรัตน์ สุวณิชย์เจริญ **ปีการศึกษา** 2563

บทคัดย่อ

น้ำเสียจากการชุบโลหะในกระบวนการผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มีปริมาณโลหะหนักปนเปื้อนสูง ในการควบคุมการกำจัดโลหะหนักดังกล่าวให้มีประสิทธิภาพจำเป็นต้องศึกษาแนวทางปฏิบัติในการควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียที่ถูกต้องและเหมาะสม การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อจัดทำคู่มือการจัดการน้ำเสียจากกระบวนการชุบโลหะสำหรับ โรงงานผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ได้รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการจัดการน้ำเสีย การสัมภาษณ์ผู้ควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย การค้นคว้าข้อมูลจากบทความและเอกสารวิชาการ แล้วนำมาเรียบเรียงเป็นคู่มือการใช้งานระบบการจัดการน้ำเสียจากกระบวนการชุบโลหะ และส่งให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 4 ท่านพิจารณา ก่อนที่จะนำมาปรับปรุงเพื่อให้สามารถนำไปใช้งานได้จริง

เนื้อหาของคู่มือเล่มนี้ประกอบด้วย 6 บท คือ บทที่ 1 บทนำ บทที่ 2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการจัดการน้ำเสีย บทที่ 3 ข้อมูลทั่วไปของโรงงาน บทที่ 4 แนวทางการบำบัดน้ำเสีย บทที่ 5 แนวทางการควบคุมและตรวจสอบระบบบำบัดน้ำเสีย และบทที่ 6 แนวทางการแก้ไขปัญหาเบื้องต้น

คำสำคัญ : การจัดการน้ำเสีย กระบวนการชุบโลหะ โลหะหนัก โรงงานผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

Independent Study Title: Manual on Wastewater Management from Metal Plating Process for
an Electronic Equipment Manufacturing Plant

Author: Miss Kedkamon Kalaumphanan; **ID** 2575001322 ;

Degree: Master of Science (Industrial Environment Management);

Independent Study advisor: Dr. Sirirat Suwanidcharoen, Assistant Professor;

Academic Year : 2020

Abstract

Wastewater from metal plating in the electronic equipment manufacturing process is highly contaminated with heavy metals. In order to control the removal of heavy metals effectively, a study to develop guidelines for wastewater treatment control with correct and proper methods was essential. This study therefore aimed to develop a manual on wastewater management from metal plating process for an electronic equipment manufacturing plant.

The study involved the collection of information about wastewater management at the plant, interviews with wastewater treatment control operators, and a review of relevant documents and technical papers. The collected data was compiled and a draft manual was prepared; then it was submitted to four experts for review and comments. With the experts' comments and suggestions, the manual was revised and finalized for practical use.

The prepared manual consists of six chapters, namely: (1) Introduction, (2) General information about wastewater management, (3) General information about the plant, (4) Guidelines on wastewater treatment, (5) Guidelines on wastewater treatment operations and maintenance, and (6) Guidelines for troubleshooting.

Keywords: Wastewater Management, Metal Plating Process, Heavy Metal, Electronic
Equipment Manufacturing Plant

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาครั้งนี้ดิฉันขอกราบขอบพระคุณกรรมการสอบการศึกษาครั้งนี้ว่า
ดิฉันและผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริรัตน์ สุวณิชเจริญ อาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้เสียสละเวลาอันมีค่าใน
การแนะแนวและให้คำปรึกษาอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง

ขอกราบขอบพระคุณคุณสมพงษ์ บุญเฟื่อง คุณสุทธิพงษ์ วงศ์ดี คุณพิทักษ์ มีมาก และคุณ
ปรัชญา ศิริพงษ์อุทุมพร ผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ได้กรุณาตรวจสอบแก้ไขและให้คำแนะนำเกี่ยวกับเนื้อหา
และรูปแบบของคู่มือ รวมทั้งให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์

ขอขอบคุณบริษัท นิชชิน อิเล็กทริก (ประเทศไทย) จำกัด พร้อมทั้งผู้บริหาร หัวหน้างาน
และผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการชุบโลหะและระบบบำบัดน้ำเสียทุกท่านที่ให้การ
สนับสนุนข้อมูลที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการศึกษาครั้งนี้จนการครั้งนี้ดิฉันสำเร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัว ที่ให้การสนับสนุนและให้กำลังใจกับดิฉัน
ให้ได้มีโอกาสศึกษาในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) วิชาเอกการจัดการสิ่งแวดล้อม
อุตสาหกรรม จนสำเร็จการศึกษา

สุดท้ายนี้ ดิฉันหวังว่าการครั้งนี้ดิฉันจะเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง
และผู้ที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับเรื่องเช่นเดียวกันนี้ต่อไป

เกศกมล กะลัมพะนันท์

ธันวาคม 2564

สารบัญ

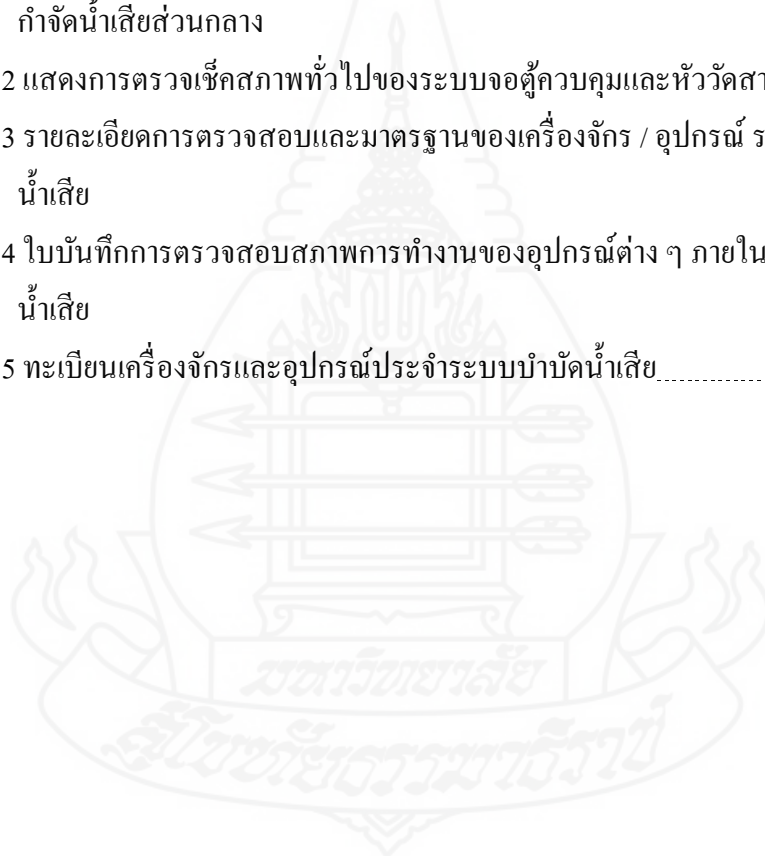
	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ฅ
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการจัดการน้ำเสีย	
กระบวนการชุบโลหะ	6
ผลกระทบและอันตรายของโลหะหนัก	14
กระบวนการบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการชุบโลหะ	20
บทบาทหน้าที่ของผู้จัดการ ผู้ควบคุม ผู้ปฏิบัติ	22
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	31
บทที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับโรงงาน	
ข้อมูลทั่วไปของโรงงาน	34
ข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการผลิต	38
น้ำเสียจากกระบวนการผลิต	56
วัตถุประสงค์และสารเคมีในกระบวนการชุบโลหะ	57
แผนผังขั้นตอนการชุบโลหะและการเกิดน้ำเสีย	58
การจัดการน้ำเสียของโรงงาน	61
บทที่ 4 การจัดการน้ำเสีย	
แหล่งกำเนิด ลักษณะ และปริมาณน้ำเสีย	62
กระบวนการบำบัดน้ำเสีย	65
บทที่ 5 การควบคุมดูแลรักษาตรวจสอบระบบบำบัดน้ำเสีย	
พารามิเตอร์ในการตรวจสอบน้ำเสีย	83
การตรวจสอบ บำรุงรักษาระบบบำบัด	85
การตรวจสอบเครื่องจักรและอุปกรณ์	89
บทที่ 6 แนวทางการแก้ไขปัญหาเบื้องต้น	104
บรรณานุกรม	109

ภาคผนวก.....	114
ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือวิจัย.....	115
ประวัติผู้วิจัย.....	117



สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 4.1 ผลการตรวจวัดลักษณะน้ำเสียก่อนเข้าสู่กระบวนการบำบัดน้ำเสีย.....	65
ตารางที่ 4.2 ลักษณะน้ำเสียก่อนและหลังการบำบัดของบ่อไฮยาไนต์.....	73
ตารางที่ 4.3 ลักษณะน้ำเสียก่อนและหลังการบำบัดของบ่อโครเมียม.....	74
ตารางที่ 4.4 ลักษณะน้ำเสียก่อนและหลังการบำบัดของบ่อกรด.....	75
ตารางที่ 4.5 ผลการตรวจวัดลักษณะน้ำเสียหลังจากที่ผ่านการบำบัดโลหะหนัก.....	82
รวมถึงปรับค่าความเป็นกรดต่างแล้ว	
ตารางที่ 5.1 มาตรฐานสำหรับน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมลงสู่ระบบท่อไปยังโรงงาน.....	83
กำจัดน้ำเสียส่วนกลาง	
ตารางที่ 5.2 แสดงการตรวจเช็คสภาพทั่วไปของระบบจ่อตู้ควบคุมและหัววัดสารเคมี.....	91
ตารางที่ 5.3 รายละเอียดการตรวจสอบและมาตรฐานของเครื่องจักร / อุปกรณ์ ระบบบำบัด.....	92
น้ำเสีย	
ตารางที่ 5.4 ใบบันทึกการตรวจสอบสภาพการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในระบบบำบัด.....	95
น้ำเสีย	
ตารางที่ 5.5 ทะเบียนเครื่องจักรและอุปกรณ์ประจำระบบบำบัดน้ำเสีย.....	96



สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 2.1 การชุบทองแดงโดยใช้น้ำยาชุบคอปเปอร์ซัลเฟต.....	7
ภาพที่ 2.2 วิธีการชุบโลหะด้วยไฟฟ้า.....	10
ภาพที่ 2.3 ขั้นตอนการชุบโลหะด้วยไฟฟ้าอย่างง่าย.....	10
ภาพที่ 2.4 ประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม เรื่อง แบบรายงานชนิดและปริมาณสารมลพิษ ที่ระบายออกจากโรงงาน พ.ศ. 2559	30
ภาพที่ 3.1 แสดงแผนผังโครงสร้างการบริหารงานของโรงงาน.....	35
ภาพที่ 3.2 แสดงระบบมาตรฐานต่างๆ ที่โรงงานได้รับการรับรองมาตรฐาน.....	36
ภาพที่ 3.3 อุปกรณ์และอะไหล่ชิ้นส่วน โลหะ.....	37
ภาพที่ 3.4 ตัวเก็บประจุไฟฟ้า.....	37
ภาพที่ 3.5 งานเคลือบผิว.....	38
ภาพที่ 3.6 เครื่องมือสำหรับโรงงาน.....	38
ภาพที่ 3.7 การตัดชิ้นงานด้วยเครื่องเลเซอร์.....	39
ภาพที่ 3.8 การทำเกลียวที่ตัวชิ้นงาน.....	39
ภาพที่ 3.9 กระบวนการป้อนงาน.....	41
ภาพที่ 3.10 อุปกรณ์ในการแขวนชิ้นงาน.....	44
ภาพที่ 3.11 การล้างคราบไขมัน.....	45
ภาพที่ 3.12 การล้างคราบน้ำยาอัลคาไลน์.....	46
ภาพที่ 3.13 นำชิ้นงานมาแช่ยังบ่อกรดไฮโดรคลอริก.....	46
ภาพที่ 3.14 การล้างน้ำเปล่าเพื่อล้างน้ำยาไฮโดรคลอริก.....	47
ภาพที่ 3.15 นำชิ้นงานลงแช่ในบ่อโซเดียมไซยาไนด์.....	47
ภาพที่ 3.16 การล้างคราบโซเดียมไซยาไนด์.....	48
ภาพที่ 3.17 นำชิ้นงานลงบ่อทำความสะอาดด้วยไฟฟ้า.....	49
ภาพที่ 3.18 การพักชิ้นงานเพื่อรอชุบสังกะสีไซยาไนด์.....	49
ภาพที่ 3.19 นำชิ้นงานลงบ่อชุบสังกะสีไซยาไนด์.....	51
ภาพที่ 3.20 การล้างคราบสังกะสีไซยาไนด์.....	52
ภาพที่ 3.21 การล้างคราบกรดไนตริก.....	52
ภาพที่ 3.22 นำชิ้นงานลงแช่บ่อโครเมียม.....	54
ภาพที่ 3.23 นำชิ้นงานลงล้างบ่อน้ำสะอาด.....	54

ภาพที่ 3.24 นำชิ้นงานลงแช่ในบ่อน้ำร้อน.....	55
ภาพที่ 3.25 การทำชิ้นงานให้แห้ง.....	55
ภาพที่ 3.26 การอบชิ้นงาน.....	56
ภาพที่ 3.27 แผนผังห้องชุบโลหะ.....	59
ภาพที่ 3.28 แผนผังแสดงขั้นตอนการเกิดน้ำเสียจากการชุบโลหะซิงค์-โครเมียม.....	60
ภาพที่ 3.29 ภาพแสดงจุดปล่อยน้ำจากไลน์ผลิตลงบ่อรองรับน้ำเสีย.....	61
ภาพที่ 4.1 แหล่งกำเนิดและปริมาณน้ำเสียจากกระบวนการต่างๆ ภายในโรงงาน.....	63
ภาพที่ 4.2 ระบบบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการผลิตของโรงงาน.....	65
ภาพที่ 4.3 ขั้นตอนการบำบัดน้ำเสียจากโรงอาหาร.....	66
ภาพที่ 4.4 ขั้นตอนการบำบัดน้ำเสียจากห้องน้ำ – ห้องส้วม.....	67
ภาพที่ 4.5 ขั้นตอนการบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการผลิตของโรงงาน.....	69
ภาพที่ 4.6 บ่อพักน้ำเสียที่ปนเปื้อนสารไซยาไนด์และการควบคุมจากระบบอัตโนมัติ.....	70
ภาพที่ 4.7 บ่อพักน้ำเสียที่ปนเปื้อนสารโครเมียม.....	71
ภาพที่ 4.8 ลักษณะน้ำเสียก่อนและหลังการบำบัดของบ่อไซยาไนด์.....	72
ภาพที่ 4.9 ลักษณะน้ำเสียก่อนและหลังการบำบัดของบ่อโครเมียม.....	73
ภาพที่ 4.10 ลักษณะน้ำเสียก่อนและหลังการบำบัดของบ่อกรด.....	74
ภาพที่ 4.11 ขั้นตอนการบำบัด.....	77
ภาพที่ 4.12 ขั้นตอนการบำบัดน้ำเสียในส่วนของโครเมียม.....	78
ภาพที่ 4.13 การเติมสารเคมีที่ใช้ในการบำบัด.....	79
ภาพที่ 4.14 กระบวนการกำจัดน้ำเสียจากกระบวนการผลิต.....	81
ภาพที่ 4.15 การเก็บตัวอย่างน้ำเสียเพื่อนำไปวิเคราะห์.....	82
ภาพที่ 5.1 การเก็บตัวอย่างน้ำโดยบริษัทจากภายนอก.....	84
ภาพที่ 5.2 ถังบรรจุสารเคมีของระบบบำบัดน้ำเสีย.....	85
ภาพที่ 5.3 บ่อรับน้ำเสียของระบบบำบัด.....	85
ภาพที่ 5.4 ระบบท่อและวาล์วต่าง ๆ.....	86
ภาพที่ 5.5 อุปกรณ์ต่าง ๆ ในบ่อและถังรับน้ำเสีย.....	87
ภาพที่ 5.6 ป้อน้ำ ป้อนสารเคมี และวาล์วที่ใช้ในการจ่ายสารเคมี.....	87
ภาพที่ 5.7 ระบบจอตู้คอนโทรลของระบบบำบัด.....	88
ภาพที่ 5.8 การดูแลหัววัดสารเคมี.....	89
ภาพที่ 5.9 ตู้ควบคุมของระบบบำบัดน้ำเสีย.....	94

ภาพที่ 5.10 การสอบเทียบเครื่อง pH meter ด้วยสารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐาน ค่าที่หนึ่ง.....	97
ภาพที่ 5.11 การสอบเทียบเครื่อง pH meter ด้วยสารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐาน ค่าที่สอง.....	98
ภาพที่ 5.12 สารเคมีที่ใช้ในระบบบำบัด.....	99
ภาพที่ 5.13 ใบบันทึกการตรวจสอบการจัดเก็บสารเคมี.....	102
ภาพที่ 5.14 ขั้นตอนรายงาน ทส.2 ผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์.....	103
ภาพที่ 6.1 รูปสัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตรายตามระบบสากล GHS.....	105
ภาพที่ 6.2 แผนการตอบสนองกรณีน้ำมันหรือสารเคมีหกรั่วไหล.....	108



บทที่ 1

บทนำ

1. ที่มาและความสำคัญ

อุตสาหกรรมหุบโลหะและผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ในประเทศไทยมีอายุกว่า 40 ปี โดยโรงงานอุตสาหกรรมหุบโลหะและผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์เริ่มเกิดในช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 1 และ 2 ปี พ.ศ.2504-2514 ส่วนใหญ่จะผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ภายในบ้าน โดยการนำชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาประกอบ หลังจากปี พ.ศ. 2530 ประเทศไทยเปลี่ยนเป็นฐานผลิตอิเล็กทรอนิกส์ทำให้มีการขยายตัวอย่างรวดเร็วของการลงทุนจากต่างประเทศเพื่อจำหน่ายในประเทศและเพื่อส่งออก (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2549) และในยุคปัจจุบันรวมถึงอนาคต อุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิต (นันทนา ทินนโสติกุล, 2541) เพื่อความสะดวกสบายและมีความต้องการใช้งานมากขึ้นซึ่งทำให้โรงงานอุตสาหกรรมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มีการพัฒนาและแข่งขันกันสูง ผู้ผลิตจึงต้องเพิ่มผลผลิตต่อวันให้เพียงพอกับความต้องการ (ศิระ ไวทยรุ่งโรจน์ และ ฐา คุปตัยเชียร, 2556)

ในสภาพปัจจุบันปัญหาสิ่งแวดล้อมก็ได้เพิ่มมากขึ้นโดยเฉพาะปัญหาการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำ (ฉัฐวรรณ สุนทรวิทธิโชติ, 2556) ทั้งนี้ กรมควบคุมมลพิษ (2561) กล่าวว่า “น้ำเสียตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ.2535 แบ่งแหล่งกำเนิดน้ำเสียออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ได้แก่ แหล่งที่มีจุดกำเนิดแน่นอน (point source) ได้แก่ แหล่งชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม และแหล่งที่มีจุดกำเนิดไม่แน่นอน (non-point source) ได้แก่ การเกษตร เป็นต้น” ซึ่งน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมนับว่ามีความสกปรกสูงกว่าน้ำเสียจากชุมชน และโรงงานแต่ละประเภทมีปริมาณและลักษณะน้ำเสียที่แตกต่างกันมาก ขึ้นกับชนิดของอุตสาหกรรม (กุลธิดา บรรจงศิริ, 2545) โรงงานอุตสาหกรรมจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีกระบวนการบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ (ลีพงษ์ แก้วศรีจันทร์ และ จริญญา บุญกาญจน์, 2545)

กระบวนการหุบโลหะ โดยเฉพาะการหุบด้วยไฟฟ้าถูกใช้กันอย่างกว้างขวางในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ (Giurlani et al., 2561) เนื่องจากกระบวนการสำคัญที่ทำให้ชิ้นงานสวยงาม

แข็งแรง ป้องกันสนิมและการกัดกร่อน (ประวราดา โภชนจันทร์, 2557) ส่วนใหญ่จะเป็นการชุบโดยโครเมียม สังกะสี ซึ่งทำให้เกิดน้ำเสียมีโลหะหนัก สารพิษ ปะปนอยู่ (ทินพันธุ์ เนตรแพ และ สาวิตรี ชักสิทธิ์, 2560) เป็นสารอันตรายต่อร่างกายมนุษย์และสิ่งแวดล้อม หากไม่ผ่านการบำบัดน้ำเสียที่ถูกต้องจะมีผลต่อแหล่งแม่น้ำลำคลอง ชุมชนรอบข้าง เกิดการแพร่กระจายและอยู่ในสิ่งแวดล้อม ปนเปื้อน ในดิน น้ำ และอากาศ เมื่อเข้าสู่ร่างกายสิ่งมีชีวิตและมนุษย์ก็อาจมีผลทำให้เสียชีวิตหรือตายได้ ฉะนั้นจึงมีความจำเป็นต้องให้ความสำคัญกับการบำบัดน้ำเสีย ก่อนปล่อยลงสู่แม่น้ำลำคลอง เพราะผลกระทบที่เกิดขึ้นนั้นไม่ได้ส่งผลกระทบต่อคนในพื้นที่นั้นๆ แต่ยังส่งผลไปสู่ชุมชนอื่นๆ และสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

จากการรวบรวมข้อมูลการบำบัดน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรมชุบโลหะและผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์แห่งหนึ่งในนิคมอุตสาหกรรมนวนคร ซึ่งมีการผลิตงานอิเล็กทรอนิกส์ ได้แก่ ชิ้นส่วนประกอบอิเล็กทรอนิกส์ ชิ้นส่วน โลหะ เครื่องพิมพ์ เครื่องจักร ตู้เย็น เป็นต้น โดยรวมจะเรียกเป็นงานชุบสังกะสี (zinc) ทั้งในรูปแบบใช้สารไซยาไนด์ หรือไม่ใช้สารไซยาไนด์ ซึ่งจากกระบวนการผลิตของโรงงานและระบบน้ำใช้ทั้งหมดของโรงงานหลังจากผ่านการใช้จะทำให้เกิดน้ำเสียจาก 2 แหล่งที่มีลักษณะแตกต่างกัน คือ

1) น้ำเสียจากโรงอาหาร มีอัตราการไหล 8 ลูกบาศก์เมตร/วัน โดยใช้วิธีบำบัดแบบเติมน้ำยาข่อยสลายไขมัน ด้วยระบบอัตโนมัติ

2) น้ำเสียจากการกระบวนการชุบโลหะในขั้นตอนการล้างชิ้นงาน การเคลือบผิวด้วยไฟฟ้า และการทำความสะอาดผิวหลังการชุบ มีอัตราการไหลของน้ำเสียจากกระบวนการชุบโลหะ 35 ลูกบาศก์เมตร / วัน โดยมีอัตราส่วน BOD ต่อ COD ค่อนข้างต่ำ เหมาะกับการใช้กระบวนการตกตะกอนทางเคมี (อิสวัต แสงมณี และคณะ, 2552) โดยน้ำเสีย โลหะหนัก สารพิษ สภาพความเป็นกรดต่างปนเปื้อนอยู่สูง จึงควรมีการเติมสารเคมีต่าง ๆ ลงไปเพื่อให้เข้าไปทำปฏิกิริยาตามสภาพน้ำเสียของโรงงานนั้นๆ สารเคมีที่ช่วยในการตกตะกอนและแยกสารปนเปื้อนดังกล่าว มีดังนี้เช่น โซเดียมไฮโปคลอไรท์ (Sodium Hypochlorite; NaOCl) กรดซัลฟูริก (20% Sulphuric Acid; H₂SO₄) โซเดียมไบซัลไฟต์ (Sodium bisulphite; NaHSO₃) (วัลย์รัตน์ จันทรวงศ์, 2549) โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium Hydroxide; NaOH) (มงคล คำรงค์ศรี, 2549) คิวริฟล็อก (Kuriflock) (รสริน ทูโลกกรวด, 2550) โพลีอลูมิเนียมคลอไรด์ (Poly Aluminum Chloride; PAC) (อมรรัตน์ วงษ์กลม และ ธนัต ธีระชัยรัตน์, 2561) เป็นต้น

ดังนั้น โรงงานอุตสาหกรรมชุบโลหะและผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ควรมีระบบบำบัดน้ำเสียให้ได้มาตรฐานก่อนปล่อยน้ำทิ้งลงสู่ลำคลอง ในการกำจัดโลหะหนักที่ปนเปื้อนดังกล่าวด้วยระบบ

บำบัดน้ำเสียทางเคมีนั้น ผู้ปฏิบัติงานจำเป็นต้องมีความรู้ถึงปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้อง วิธีการใช้และป้องกันอันตรายจากสารเคมีที่ถูกต้อง นอกจากนี้ในการควบคุมและตรวจสอบการเดินระบบที่แม่นยำ จำเป็นต้องอาศัยข้อมูลและทักษะการปฏิบัติงานที่ถูกต้อง การศึกษาครั้งนี้จึงเล็งเห็นความสำคัญของการจัดให้มีระบบและแนวทางที่เป็นมาตรฐานให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถนำไปปฏิบัติและปรับใช้ให้การจัดการน้ำเสียของโรงงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

2. วัตถุประสงค์

เพื่อจัดทำคู่มือการจัดการน้ำเสียจากกระบวนการชุบโลหะสำหรับโรงงานผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

3. ขอบเขตการศึกษา

3.1 สถานที่ศึกษา

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาการจัดการน้ำเสียจากกระบวนการชุบโลหะจากโรงงานผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แห่งหนึ่ง ได้แก่ บริษัท นิซชิน อิเล็กทริก (ประเทศไทย) จำกัด ตั้งอยู่ที่ 60/64 หมู่ 19 นวนคร โครงการ 2 ถนนพหลโยธิน ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

3.2 ระบบบำบัดน้ำเสีย

ระบบบำบัดน้ำเสียที่ศึกษาเป็นระบบตกตะกอนทางเคมี (precipitation) ที่ใช้ในการกำจัดโลหะหนัก ได้แก่ ไซยาไนด์ (cyanide; CN) โครเมียม (chromium; Cr)

3.3 กลุ่มผู้ร่วมศึกษา จำนวน 4 ท่าน ประกอบด้วย

3.3.1 ผู้ศึกษา

3.3.2 ผู้จัดการด้านสิ่งแวดล้อม

3.3.3 ผู้จัดการด้านปฏิบัติการ

3.3.4 ผู้เชี่ยวชาญด้านปฏิบัติการ

4. วิธีการศึกษา

4.1 วิธีการจัดทำคู่มือ

4.1.1 ศึกษาสภาพปัญหาการจัดการน้ำเสียด้วยวิธีการบำบัดน้ำเสียทางเคมี

4.1.2 จัดทำและเขียนคู่มือการจัดการน้ำเสียสำหรับกระบวนการชุบโลหะของโรงงาน

4.1.3 ศึกษาปัญหาและอุปสรรคที่พบจากการจัดทำคู่มือการจัดการน้ำเสียสำหรับ

กระบวนการชุบโลหะ

4.1.4 นำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา และผู้ทรงคุณวุฒิ 4 ท่าน

4.1.5 ปรับปรุงคู่มือการจัดการน้ำเสียสำหรับกระบวนการชุบโลหะฉบับสมบูรณ์

4.2 เนื้อหาของคู่มือ ประกอบไปด้วยเนื้อหา 6 บท ได้แก่

บทที่ 1 บทนำ

บทที่ 2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการจัดการน้ำเสีย

บทที่ 3 ข้อมูลทั่วไปของโรงงาน

บทที่ 4 แนวทางการบำบัดน้ำเสีย

บทที่ 5 แนวทางการควบคุมและตรวจสอบระบบบำบัดน้ำเสีย

บทที่ 6 แนวทางการแก้ไขปัญหาเบื้องต้น

5. ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ระยะเวลาการศึกษา เดือน ตุลาคม 2563 – มีนาคม 2564

6. นิยามศัพท์

6.1 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ หมายถึง เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับวงจรไฟฟ้าที่ประกอบด้วยอุปกรณ์ไฟฟ้าของโรงงาน เช่น ตัวเก็บประจุไฟฟ้า (capacitor bank)

6.2 กระบวนการชุบโลหะ หมายถึง การชุบผิวงานโลหะด้วยโลหะโดยการใช้อิเล็กโทรไลต์ โลหะที่ใช้ในโรงงานแห่งนี้ คือ ชิงค์ ไชยาไนต์ และโครเมียม ในการชุบโลหะภายในบ่อชุบจะประกอบด้วย ขั้ว ไฟฟ้าสองขั้ว คือ แอโนด (ขั้วลบ) และแคโทด (ขั้วบวก) และสารเคมีต่างๆ

6.3 น้ำเสีย หมายถึง น้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมเกี่ยวกับโลหะ เป็นน้ำเสียที่มีการปนเปื้อนของสารเคมีต่างๆ มากมาย เช่น กรดต่าง โลหะหนัก และ ไชยาไนต์ เป็นต้น รวมทั้งของแข็งที่เป็นฝุ่น เหล็ก หรือเศษเหล็ก และคราบน้ำมันต่าง ๆ

6.4 ระบบบำบัดทางเคมี หมายถึง เป็นวิธีการบำบัดน้ำเสียโดยใช้กระบวนการทางเคมี เพื่อทำปฏิกิริยากับสิ่งเจือปนในน้ำเสีย โดยจะใช้การตกตะกอนทางเคมี (precipitation) การรวมตะกอน (flocculation) ออกซิเดชันและรีดักชัน (oxidation/reduction) เป็นต้น

6.5 บัสดักส์ (busduct) หรือ บัสเวย์ (busway) หมายถึง เป็นทางเดินไฟฟ้าสำหรับส่งจ่ายในระบบไฟฟ้า ทำหน้าที่คล้ายๆ กับสายไฟฟ้า มีลักษณะเป็นแท่งตัวนำ ทำมาจากทองแดงหรืออะลูมิเนียม โดยทั่วไปแล้วแท่งตัวนำจะนำมารวมเข้าด้วยกันเป็นแท่งเดียว ภายในตัวนำจะแยกออกจากกันด้วยฉนวนไฟฟ้า

6.6 การเคลือบผิวแข็ง (physical vapor deposition; PVD) หมายถึง เป็นกระบวนการสร้างฟิล์มบางที่มีความแข็งสูง ซึ่งฟิล์มนี้มีแรงเสียดทานบนพื้นผิวต่ำ มีความต้านทานการขัดสีที่ดีเยี่ยม สามารถต้านทานการเกิดออกซิเดชัน ต้านทานการกัดกร่อน และช่วยยืดอายุผลิตภัณฑ์ให้ใช้งานได้ยาวนานขึ้น

บทที่ 2

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการจัดการน้ำเสีย

การศึกษาแนวทางการกำจัดโลหะหนักในน้ำเสียเพื่อจัดทำคู่มือการจัดการน้ำเสียโรงงานอิเล็กทรอนิกส์ในนิคมอุตสาหกรรม ที่มีกระบวนการชุบโลหะเป็นปัจจัยหลักในการก่อให้เกิดโลหะหนักในน้ำเสีย ผู้ศึกษาได้ทำการศึกษาค้นคว้าทฤษฎีและรายงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษา โดยมีหัวข้อ ดังต่อไปนี้

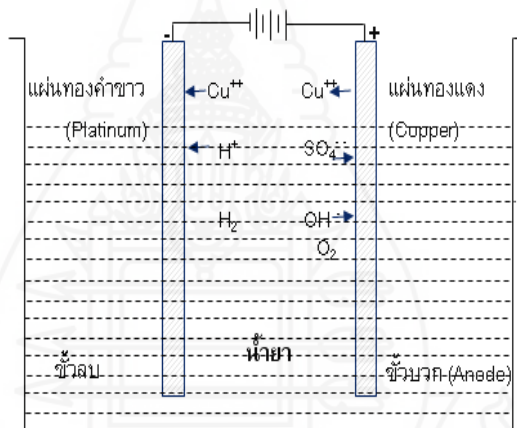
1. กระบวนการชุบโลหะ
2. ผลกระทบและอันตรายของโลหะหนัก
3. กระบวนการบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการชุบโลหะ
4. บทบาทหน้าที่ของผู้จัดการ ผู้ควบคุม ผู้ปฏิบัติ
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. กระบวนการชุบโลหะ

ปัจจุบันอุตสาหกรรมการชุบโลหะมีจำนวนมาก เนื่องจากเป็นอุตสาหกรรมสนับสนุนที่ช่วยในการส่งเสริมการผลิตเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับสินค้าส่งออก โดยเฉพาะชิ้นส่วนและผลิตภัณฑ์จากโลหะเหล็ก เช่น อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์รถยนต์ ท่อและข้อต่อสังกะสี เครื่องสุขภัณฑ์ที่ทำด้วยโลหะ เป็นต้น ทำให้มีความต้องการในการบริโภคที่สูง ซึ่งการชุบโลหะมีวัตถุประสงค์หลัก 3 ประการ คือ ตกแต่งผลิตภัณฑ์ให้เกิดความสวยงาม แวววาว ป้องกันการผุกร่อน และยืดอายุการใช้งานผลิตภัณฑ์ และเพิ่มคุณสมบัติเฉพาะให้กับวัสดุ ได้แก่ การนำไฟฟ้า การสะท้อนแสง การทนทานต่อแรงบิด การเชื่อมประสานโลหะ ทนทานต่อสารเคมี ความสามารถยึดเกาะกับเนื้ออย่างพารา และเพิ่มความแข็ง

1.1 กระบวนการชุบโลหะ แบ่งออกได้เป็น 4 แบบ

1.1.1 การชุบโลหะด้วยไฟฟ้า (electroplating) คือ กระบวนการผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปในสารละลายเกลือของโลหะ (metallic salts) แล้วทำให้อิออนบวกวิ่งมารับประจุไฟฟ้าลบที่ชิ้นงานซึ่งทำหน้าที่เป็นขั้วลบ (cathode) จึงทำให้เกิดเป็นชั้นผิวบางของโลหะมาเคลือบอยู่บนผิวด้านนอกของชิ้นงาน การชุบทองแดง นิกเกิล โครเมียม (Cu-Ni-Cr plating) จัดอยู่ในประเภทการชุบโลหะด้วยไฟฟ้า การชุบทองแดง โดยใช้น้ำยาชุบคอปเปอร์ซัลเฟต (CuSO_4) เป็นการเอาสารละลายจุนสีหรือคอปเปอร์ซัลเฟตมาทำการแยกด้วยไฟฟ้า โดยใช้แผ่นทองคำขาว (platinum) เป็นขั้วลบต่อเข้ากับขั้วลบแบตเตอรี่ และใช้แผ่นทองแดงบริสุทธิ์เป็นขั้วบวกต่อเข้ากับขั้วบวกของแบตเตอรี่ จะเกิดปฏิกิริยาดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 การชุบทองแดงโดยใช้น้ำยาชุบคอปเปอร์ซัลเฟต

ที่มา : กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2564)

คอปเปอร์ซัลเฟตที่มีอยู่ในน้ำยาจะแยกออกเป็นอนุภาคเล็ก ๆ 2 ส่วนคือ อนุภาคคอปเปอร์ (Cu^{2+}) มีประจุไฟฟ้าบวก (+) และซัลเฟต (SO_4^{2-}) มีประจุไฟฟ้าลบ (-) เมื่อต่อกระแสไฟฟ้าให้ครบวงจร อนุภาคเล็ก ๆ ทองแดงจะวิ่งไปหาทองคำขาว (ขั้วลบ) เกาะติดเป็นผงสีแดงอยู่บนแผ่นทองคำขาว ส่วนอนุภาคซัลเฟตจะวิ่งไปหาแผ่นทองแดง (ขั้วบวก) ทำปฏิกิริยากับทองแดงเป็นเหตุให้ทองแดงละลายเป็นคอปเปอร์ซัลเฟต แทนที่คอปเปอร์ซัลเฟตตัวก่อนที่หมดไปคอปเปอร์ซัลเฟตตัวหลังนี้จะแยกสลายออกเป็น 2 ส่วนอีก คืออนุภาคคอปเปอร์ (Cu^{2+}) และอนุภาคซัลเฟต (SO_4^{2-}) อนุภาคคอปเปอร์จะวิ่งไปขั้ว

ลบบေးติดอยู่ที่แผ่นทองคำขาวอนุภาคซัลเฟตวิ่งไปที่ทำปฏิกิริยากับขั้วบวกกลายเป็นคอปเปอร์ซัลเฟตขึ้นมาแทนที่อีก ปฏิกิริยาจะเกิดหมุนเวียนเช่นนี้ตลอดไปตรงที่ยังคงต่อให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน จากการค้นพบกฎเกณฑ์อันนี้ จึงได้มีการนำเอามาใช้เป็นประโยชน์ในการชุบโลหะด้วยไฟฟ้า (electroplating) หรือการแยกโลหะให้บริสุทธิ์ (refinery)

1.1.2 การชุบโลหะแบบไม่ใช้ไฟฟ้า (electroless plating) คือ กระบวนการจับตัวของโลหะที่ผิวหน้าวัตถุที่เกิดจากปฏิกิริยาทางเคมี โดยไม่ใช้กระแสไฟฟ้า ตัวอย่าง เช่น การชุบทองแดงและนิกเกิล

1.1.3 การชุบโลหะแบบการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและไฟฟ้าเคมี (chemical and electrochemical conversion) คือ กระบวนการชุบโลหะที่มีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีขึ้นที่ผิวหน้าของชิ้นงานโดยอาจมีการใช้กระแสไฟฟ้าหรือไม่ก็ได้เพื่อทำให้เกิดชั้นป้องกันผิว (protective coating) และเกิดชั้นผิวที่สวยงาม (decorative coating) ตัวอย่างเช่น chromating คือ การชุบโลหะด้วยโครเมียม phosphating คือ การเตรียมพื้นผิวหน้า โดยการรองพื้นด้วยฟอสเฟต ซึ่งเป็นกระบวนการที่จะทำก่อนการทาสี หรือพ่นสี anodizing คือ การจุ่มชิ้นงานลงในสารละลายเกลือโลหะ หรือสารละลายกรด เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาเป็นออกไซด์ของโลหะ (metal oxide) ซึ่งมีคุณสมบัติในการป้องกันการกัดกร่อน passivating คือ กระบวนการจุ่มชิ้นงานลงในสารละลายกรด เช่น กรดดินประสิว (Nitric acid) หรือสารละลายของกรดดินประสิวกับเกลือโครเมียมไดโครเมต (Sodium dichromate) ใช้สำหรับการป้องกันการผุกร่อน (corrosion) และช่วยยืดอายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์

1.1.4 การชุบโลหะแบบอื่น ๆ (other surface finishing technologies) คือ กระบวนการชุบโลหะที่ไม่จัดอยู่ใน 3 กลุ่มข้างต้น ได้แก่

1) การชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน (hot dipped galvanizing) คือ กระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน เพื่อเคลือบผิวเหล็ก หรือเหล็กกล้า

2) การชุบผิวแข็ง (surface hardening) คือ กระบวนการทางด้านวัสดุโลหะที่ทำให้ผิวด้านนอกของวัสดุมีความแข็งมากกว่าเนื้อวัตถุที่อยู่ภายใน เป็นวิธีการปรับปรุงผิวโลหะให้มีความ

แข็ง (hardness) เพิ่มมากขึ้น เพื่อให้มีความทนทาน (durable) และสามารถต้านทานการสึกกร่อน (wear-resistance) ได้ดี เช่น

(1) **คาร์บูไรซิ่ง (carburizing)** คือ การปรับปรุงสภาพผิวของเหล็กกล้าประเภทคาร์บอนต่ำ (low carbon steel) ออบกับสารที่มีปริมาณคาร์บอนสูง โดยคาร์บอนจะแพร่กระจายเข้าไปในผิวเนื้อเหล็กที่อุณหภูมิสูง 845-955 องศาเซลเซียสเกิดเป็นชั้นผิวแข็งหุ้มที่เปลือกนอกของชิ้นโลหะและมีคาร์บอนเพิ่มขึ้นประมาณ 0.85 % สารคาร์บอนที่นำมาอบที่เป็นของแข็งได้แก่ ถ่านไม้หรือถ่านโค้ก ผสมกับแบเรียมคาร์บอเนตสารที่เป็นก๊าซ ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ คาร์บอนโมนอกไซด์ มีเทน เป็นต้น

(2) **ไนไตรดิง (Nitriding)** คือการปรับปรุงสภาพผิวโลหะภายใต้บรรยากาศของก๊าซแอมโมเนียเกิดการละลายของไนโตรเจนในเนื้อโลหะและเกิดสารประกอบไนไตรด์ที่ผิวหน้า ทำให้ผิวชิ้นงานมีลักษณะแข็งมาก

1.2 ขั้นตอนในการชุบโลหะ มี 4 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ ขั้นตอนการเตรียมผิวชิ้นงาน ขั้นตอนการชุบโลหะ ขั้นตอนการล้าง และขั้นตอนการอบแห้ง ตามลำดับ

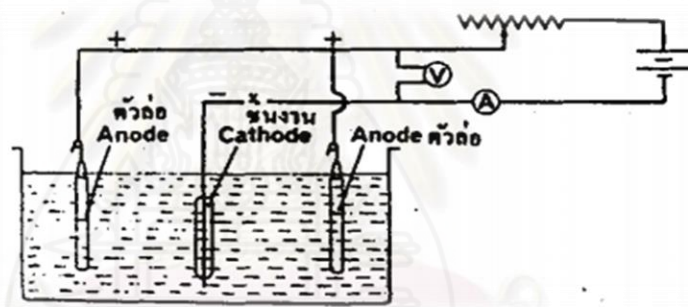
1.2.1 ขั้นตอนการเตรียมผิวชิ้นงาน ขั้นตอนการเตรียมผิวชิ้นงานเป็นขั้นตอนการทำให้ผิวชิ้นงานเรียบไม่ขรุขระและทำความสะอาดผิวเพื่อกำจัดสิ่งแปลกปลอม เช่น ไขมัน น้ำมันหรือออกไซด์ต่าง ๆ ออกจากผิวหน้าของชิ้นงานที่นำมาชุบก่อนเข้าสู่ขั้นตอนการชุบ

1) **ขั้นตอนการล้างไขมันด้วยด่าง** ขั้นตอนนี้เป็นการทำความสะอาดชิ้นงานโดยใช้วิธีจุ่มหรือสเปรย์ด้วยสารละลายด่าง เช่น โซดาไฟ โซเดียมคาร์บอเนต (Sodium carbonate) โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต (Sodium tripolyphosphate) สารลดแรงตึงผิวที่มีประจุลบ (anionic surfactant) และสารลดแรงตึงผิวที่ไม่มีประจุ (nonionic surfactant) ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3-15 นาที ยกเว้นการใช้สเปรย์ด้วยเซอร์แฟกแตนท์ (Surfactant) จะทำที่อุณหภูมิ 64-74 องศาเซลเซียส

2) **ขั้นตอนการกำจัดสนิมด้วยกรด** ขั้นตอนนี้จะทำต่อจากการทำความสะอาดด้วยด่างโดยเป็นการกำจัดสนิมหรือฟิล์มออกไซด์ออกจากผิวชิ้นงาน ส่วนใหญ่จะใช้กรดเกลือหรือกรด

ไฮโดรคลอริก (Hydrochloric acid) ซึ่งมีความรุนแรงในการกำจัดสนิมสูง ความเข้มข้นของกรดที่ใช้จะแตกต่างกันตามประเภทและความสกปรกของชิ้นงาน โดยทั่วไปจะใช้ความเข้มข้นของกรดเกลือหรือกรดไฮโดรคลอริก 5-15%

1.2.2 ขั้นตอนการชุบโลหะประเภทต่าง ๆ ขั้นตอนการชุบโลหะเป็นขั้นตอนชุบผิวชิ้นงานด้วยโลหะโดยใช้ไฟฟ้า ชนิดของโลหะที่ใช้ชุบผิวนั้นขึ้นกับความต้องการของลูกค้านี้และวัตถุประสงค์ของการใช้งาน โลหะที่ใช้ในกลุ่มโรงงานมีดังนี้ เช่น นิกเกิล โครเมียม และทองแดง ในการชุบโลหะ ภายในบ่อชุบ (ภาพที่ 2.1) จะประกอบด้วยขั้วไฟฟ้าสองขั้ว คือ แอโนด (ขั้วลบ) และแคโทด (ขั้วบวก) และสารเคมีต่าง ๆ โดยทั่วไปในขั้นตอนการชุบโลหะ เป็นขั้นตอนที่มีการใช้ไฟฟ้ามากที่สุด



ภาพที่ 2.2 วิธีการชุบโลหะด้วยไฟฟ้า

ที่มา: อนันท์ (2527)

ความซับซ้อนของขั้นตอนในการชุบจะขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุผิวและชนิดของผิวโลหะที่ต้องการ รูปแบบขั้นตอนการชุบชิ้นงาน เป็นไปดังภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 ขั้นตอนการชุบโลหะด้วยไฟฟ้าอย่างง่าย

ที่มา: อนันท์ (2527)

1) ขั้นตอนการชุบนิกเกิล

การชุบนิกเกิลมีอยู่หลายแบบด้วยกันคือ นิกเกิลเงา นิกเกิลดำ นิกเกิลกึ่งเงา ซาติน นิกเกิลและนิกเกิลดำ ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ใช้เวลานานที่สุดประมาณ 20 นาที ถึง 1 ชั่วโมง โดยที่ สภาวะมาตรฐานมีอุณหภูมิที่ใช้ในการชุบอยู่ระหว่าง 45-65 องศาเซลเซียส ค่าพีเอช (pH) ประมาณ 3.5-4.5 สารเคมีที่ใช้ในขั้นตอนนี้ประกอบด้วย โลหะนิกเกิล สารละลายนิกเกิลคลอไรด์ (Nickel chloride) ที่มีความเข้มข้น 40-60 กรัมต่อลิตร สารละลายนิกเกิลซัลเฟต (Nickel sulfate) ที่มีความเข้มข้นประมาณ 250-300 กรัมต่อลิตร สารละลายกรดบอริก (Boric acid) ที่มีความเข้มข้น 35-45 กรัมต่อลิตร นอกจากนี้ยังมีการใช้น้ำยารองพื้น น้ำยาเงา น้ำกลั่น และมีการใช้ไฟฟ้าในการชุบ สำหรับใน สภาวะการดำเนินงานจริงของโรงงานนั้นจะมีการใช้อุณหภูมิในการชุบอยู่ระหว่าง 31-65 องศาเซลเซียส ค่าพีเอช ประมาณ 3.5-5.6 สารละลายนิกเกิลคลอไรด์ ความเข้มข้นประมาณ 18-75 กรัมต่อลิตร และสารละลายนิกเกิลซัลเฟต ความเข้มข้นประมาณ 250-345 กรัมต่อลิตร

2) ขั้นตอนการชุบโครเมียม

ขั้นตอนการชุบโครเมียมเป็นขั้นตอนที่ใช้เวลา 20-60 นาที ขึ้นอยู่กับความหนาของ สังกะสีโดยที่สภาวะมาตรฐานมีอุณหภูมิในการชุบอยู่ระหว่าง 40-50 องศาเซลเซียส และสารเคมีที่ใช้ ในขั้นตอนนี้ประกอบด้วย สารละลายกรดโครมิก (Chromic acid) ความเข้มข้น 126-250 กรัมต่อลิตร สารละลายกรดซัลฟิวริก (Sulfuric acid) 2.5 กรัมต่อลิตร

3) ขั้นตอนการชุบฮาร์ดโครม

มีหลักการคล้ายกับการชุบโครเมียม แต่จะมีชั้นของโครเมียมหนาตั้งแต่ 25 ไมโครเมตร หรือ 0.025 มิลลิเมตร ขึ้นไป ผิวของชิ้นงานที่ทำการชุบหนานี้จะมีความแข็งแรง ทนต่อ ความร้อนและการเสียดสี ทนต่อปฏิกิริยาเคมี และมีความฝืดต่ำ สำหรับสภาวะมาตรฐานในขั้นตอนการ ชุบฮาร์ดโครมนี้มีอุณหภูมิในการชุบอยู่ระหว่าง 50-52 องศาเซลเซียส และมีความเข้มข้นของกรดโครมิก 250 กรัมต่อลิตร สำหรับความเข้มข้นของโครเมียมเฮกซะวาเลนต์ ไอออน (Chromium hexavalent ion; Cr^{6+}) ของโรงงานตัวอย่าง จะอยู่ในช่วง 176-260 กรัมต่อลิตร

4) ขั้นตอนการชุบทองแดง

การชุบทองแดงมีวัตถุประสงค์เพื่อเคลือบผิวชั้นแรกของโลหะเดิมก่อนที่จะนำไปชุบโลหะอื่นๆ บางโรงงานได้เพิ่มเติมขั้นตอนการชุบทองแดงก่อนขั้นตอนการชุบนิเกิลเพื่อลดต้นทุนการผลิต เนื่องจากโลหะนิเกิลมีราคาแพง การชุบทองแดงสามารถแบ่งได้ตามสภาพน้ำยาชุบ คือ

(1) การชุบทองแดงแบบต่าง โดยมีอุณหภูมิที่ใช้ในการชุบอยู่ระหว่าง 41-60 องศาเซลเซียส สารเคมีที่ใช้ในขั้นตอนนี้ คือ คอปเปอร์ไซยาไนด์ (Copper cyanide) ความเข้มข้น 15 กรัมต่อลิตร โซเดียมไซยาไนด์ (Sodium cyanide) ความเข้มข้น 23 กรัมต่อลิตร หรือโพแทสเซียมไซยาไนด์ (Potassium cyanide) โซเดียมคาร์บอเนต (Sodium carbonate) ความเข้มข้น 15 กรัมต่อลิตร และสารเคมีอื่นๆ

(2) การชุบทองแดงแบบกรด มีอุณหภูมิการชุบคือ 25 องศาเซลเซียส สารเคมีที่ใช้ คือ คอปเปอร์ซัลเฟต (Copper sulfate) ความเข้มข้น 188 กรัมต่อลิตร กรดซัลฟิวริก ความเข้มข้น 75 กรัมต่อลิตร และน้ำยาเงา สำหรับการสูญเสียในขั้นตอนการชุบทองแดงนี้จะเหมือนกับการชุบนิเกิล

1.2.3 ขั้นตอนการล้าง

ขั้นตอนการล้างเป็นขั้นตอนการล้างวัตถุชุบและสารเคมีที่ติดกับชิ้นงานโดยใช้น้ำสะอาด ซึ่งขั้นตอนนี้ถือว่าเป็นขั้นตอนนี้ที่มีการใช้น้ำในปริมาณมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับขั้นตอนอื่น ๆ จากกลุ่มโรงงาน ตัวอย่างพบว่า การล้างมีด้วยกัน 2 แบบ คือ การจุ่มล้างและการตัดกรด เพื่อทำความสะอาดชิ้นงานทั้งก่อนและหลังการชุบผิว โดยขั้นตอนการล้างมีอยู่ในทุก ๆ ส่วนของขั้นตอนการชุบ ได้แก่ การล้างหลังจากการขัด การล้างหลังจากการล้างไขมันด้วยด่าง การล้างหลังจากการกำจัดสนิมด้วยกรด การล้างหลังจากการชุบนิเกิล และการล้างหลังจากการชุบโครเมียม

การสูญเสียทรัพยากรในขั้นตอนนี้ คือ การใช้น้ำในปริมาณมาก โดยไม่มีการนำน้ำล้างที่สกปรกน้อยหมวนเวียนกลับมาใช้ใหม่ นอกจากนี้ยังมีน้ำเสียที่มีการปนเปื้อนของเศษเหล็ก เนื่องจากการขัด มีการปนเปื้อนของน้ำมัน กรดเกลือหรือกรดไฮโดรคลอริก สนิมเหล็ก โซดาไฟ หรือโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide) ไขมัน สารละลายโลหะ กรดบอริก กรดโครมิก (Chromic acid) กรด

ซัลฟิวริก และสารเคมีอื่น ๆ ซึ่งก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจึงต้องมีการบำบัดน้ำเสียอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ

1.2.4 ขั้นตอนการอบแห้ง

นำชิ้นงานไปอบแห้ง หลังจากผ่านขั้นตอนการชุบโลหะ และขั้นตอนการล้างแล้ว โดยใช้เตาอบแบบต่างๆ เช่น แบบใช้ลมร้อน โดยใช้ก๊าซหุงต้มเป็นเชื้อเพลิง แบบใช้ความร้อนโดยใช้พลังงานไฟฟ้า อย่างไรก็ตาม โรงงานขนาดเล็กบางแห่งใช้การผึ่งแดดเพื่อให้ชิ้นงานแห้ง

1.3 ประโยชน์ของการชุบโลหะ

1.3.1 การชุบด้วยสังกะสี

การชุบสังกะสี มักใช้ในการชุบชิ้นส่วนของรถยนต์ การชุบชิ้นงานบนเหล็กสามารถทำได้โดยไม่ต้องมีการชุบรองพื้น การชุบมีทั้งการชุบสังกะสีแบบกรดและการชุบสังกะสีแบบด่าง การชุบแบบต่าง ๆ สามารถแบ่งได้ออกเป็น แบบมีไฮยาไนด์สูง มีไฮยาไนด์ และไม่มีไฮยาไนด์ ส่วนการชุบแบบกรด จะไม่มีไฮยาไนด์เป็นส่วนผสม ขั้นตอนการชุบสังกะสีจะเหมือนกันกับขั้นตอนการชุบโลหะโดยทั่วไป การชุบเคลือบสังกะสี ปิดผิวเหล็กทำให้ออกซิเจน ไออน้ำ และโดยเฉพาะอย่างยิ่งคลอไรด์ (chloride) ซึ่งมีฤทธิ์กัดกร่อนได้ดี ไม่สามารถสัมผัสและทำปฏิกิริยากับเหล็กได้จึงเป็นการป้องกันระดับหนึ่ง นอกจากนี้ในกรณีผิวเคลือบสังกะสีถูกแรงกระทำจนเกิดรอยลึกถึงเนื้อเหล็กแล้ว สังกะสีก็ยังจะสามารถป้องกันเหล็กจากการกัดกร่อนได้ เนื่องจากสังกะสีเป็นโลหะที่มีค่าศักย์ไฟฟ้าต่ำกว่าเหล็ก จึงเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ง่ายกว่าเหล็ก ลักษณะที่มีการใช้ศักย์ไฟฟ้าต่ำ ร่วมกับโลหะที่มีค่าศักย์ไฟฟ้าสูงกว่า เพื่อให้โลหะที่มีค่าศักย์ไฟฟ้าต่ำกว่า เกิดปฏิกิริยากัดกร่อนก่อน โลหะที่มีค่าศักย์ไฟฟ้าสูงเรียกว่า การป้องกันแบบแคโทดิก (cathodic protection)

ผลิตภัณฑ์เหล็กชุบเคลือบสังกะสี สามารถนำไปใช้งานได้ในอุตสาหกรรมหลายประเภท ไม่ว่าจะเป็นอุตสาหกรรมยานยนต์ อุตสาหกรรมก่อสร้าง และอุตสาหกรรมอื่นๆ แต่มีข้อสังเกตอย่างหนึ่งคือ ชิ้นงานที่เคลือบสังกะสีเป็นชั้นบาง จะไม่เหมาะสำหรับการใช้งานภายนอกอาคาร อย่างเช่น ชิ้นงานที่เคลือบสังกะสีด้วยวิธีเคลือบด้วยไฟฟ้า มีชั้นเคลือบหนาประมาณ 5-10 ไมครอน (ไมครอน = 10⁻⁶ m) ซึ่งไม่เหมาะกับงานภายนอกอาคาร ขณะที่ชิ้นงานเหล็กที่เคลือบชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน จะมี

ชั้นเคลือบสังกะสี หนาตั้งแต่ 65-300 ไมครอน ทำให้มีความทนทานต่อการกัดกร่อนจากสภาพแวดล้อมมากกว่าจึงเหมาะกับการใช้งานภายนอกอาคารมากกว่า

1.3.2 การชุบด้วยโครเมียม

การชุบโครเมียมชนิดบางหรือชุบเพื่อความสวยงาม (decorative chromium) การชุบชนิดนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อป้องกันไม่ให้โลหะอื่นเป็นสนิมและ ให้ความสวยงาม ทนต่อการเสียดสีและการฟุกร่อน การชุบเคลือบโลหะในลักษณะนี้มักจะชุบโครเมียมค่อนข้างบางมาก โดยจะมีความหนาประมาณ 0.00001 ถึง 0.00003 นิ้ว หรือ 0.25 ไมครอนถึง 0.8 ไมครอน เนื่องจากโครเมียมเป็นโลหะที่แข็งมาก ดังนั้น จึงเปราะมาก เมื่อชุบโครเมียมแบบบาง จะเกิดเป็นรูพรุนบนชิ้นงาน เป็นเหตุให้โครเมียมป้องกันสนิมได้ไม่เต็มที่ ดังนั้นเพื่อแก้จุดอ่อนในเรื่องนี้การชุบโครเมียมแบบบางจึงมักรองพื้นด้วยทองแดงและนิกเกิลเสียก่อน ส่วนการชุบโครเมียมอย่างแข็ง (hard chrome) นั้นเป็นการชุบโครเมียมมีจุดมุ่งหมายเพื่อเพิ่มความหนาในผิวของโลหะนั้น ๆ เช่น ชิ้นส่วนของเครื่องมือเครื่องจักรที่สึกหรอไปเพราะการใช้งาน ถ้านำมาชุบโครเมียมให้หนาขึ้น แล้วนำไปเจียรระไน ก็จะสามารถนำไปใช้งานได้ดีเหมือนเดิมหรือมี จุดประสงค์ให้ชิ้นงานนั้น ๆ มีความแข็งแรง ทนต่อความร้อน ทนต่อการเสียดสี มีความฝืดต่ำเช่น ก้านไฮดรอลิก เป็นต้น ซึ่งเทคนิคจะแตกต่างกันไปจากการชุบโครเมียมเงา (bright chromium) ธรรมดา คือการชุบฮาร์ดโครมไม่ต้องชุบรองพื้นด้วยทองแดงหรือชุบรองพื้นด้วยนิกเกิลและการชุบฮาร์ดโครม จะต้องกลับขั้วไฟฟ้าให้ชิ้นงานเป็นขั้วบวกระยะเวลาหนึ่ง แล้วจึงกลับขั้วไฟฟ้าให้ชิ้นงานเป็นขั้วลบ ตามปกติ เทคนิคการเคลือบในลักษณะนี้จะใช้เวลานานจึงได้โลหะโครเมียมหนา และแข็งแรงมาก ปกติแล้วมักจะชุบกันที่ความหนาตั้งแต่ 0.001 นิ้วขึ้นไป และโดยมากจะใช้ชุบ บนเหล็ก การชุบโครเมียมหนานบนโลหะอื่น ไม่นิยมทำกัน คุณสมบัติทั่วไปของชิ้นงานเมื่อชุบฮาร์ด โครมคือจะมีความแข็งและทนทาน ทนต่อการเกิดสนิมและทนต่อความร้อน สัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทานต่ำ มองดูสวยงาม ใช้แม่เหล็กดูดได้ (paramagnetic)

2. ผลกระทบและอันตรายของโลหะหนัก

น้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมเกี่ยวกับโลหะ เป็นน้ำเสียที่มีการปนเปื้อนของสารเคมีต่าง ๆ มากมาย เช่น กรด ด่าง โลหะหนัก และไซยาไนด์ เป็นต้น รวมทั้งของแข็งที่เป็นฝุ่น

เหล็ก หรือเศษเหล็ก และคราบน้ำมันต่าง ๆ น้ำเสียที่เกิดจากการชะล้างชิ้นงาน น้ำปนเปื้อนสารเคมีที่ระบายจากกระบวนการผลิต ซึ่งต้องทำการบำบัดให้ได้ตามที่กฎหมายกำหนดก่อนระบายออก

ศุภดา รอบคอบ (2560) ศึกษาโรงงานชุบโลหะแห่งหนึ่ง พบว่า มีกากของเสียประเภทของเหลว หรือมลพิษทางน้ำที่มาจากกระบวนการชุบเป็นปริมาณมาก เนื่องจากมีการใช้น้ำและสารเคมีในกระบวนการผลิตหลัก โดยพบกากของเสียประเภทของเหลวใน 7 กระบวนการ ได้แก่ การล้างไขมัน ด้วยด่าง กระบวนการล้างน้ำ กระบวนการล้างด้วยอัลตราโซนิก กระบวนการกำจัดสนิมด้วยกรด กระบวนการชุบนิเกิล กระบวนการกระตุ้นผิวชิ้นงาน และกระบวนการชุบโครเมียม

2.1 ค่าพีเอช ค่าพีเอชแสดงถึงความเป็น กรดด่าง ของสารละลาย เป็นค่าแสดงปริมาณความเข้มข้นของอนุภาคไฮโดรเจน ค่าพีเอช ถึงแม้จะไม่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้บริโภคโดยตรง แต่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและเชิงลบในทางอ้อม เช่น มีผลต่อการเจริญของแบคทีเรียหรือเชื้อโรค ความเป็นกรดด่างที่ต่ำ มักมีผลต่อการละลายของโลหะและสารพิษในน้ำ อีกทั้งระดับค่าพีเอชยังมีอิทธิพลต่อระดับความเป็นพิษของสารปนเปื้อนในน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรม

2.2 ทองแดง เป็นโลหะที่มีความหนาแน่น จุดเดือดและจุดหลอมเหลวสูง พบได้ตามธรรมชาติทั้งในดิน หิน น้ำและอากาศ อาจอยู่ในรูปธาตุอิสระหรือสารประกอบ ปัจจุบันจึงมีการนำมาใช้ในอุตสาหกรรมหลายชนิดเช่น ใช้ผลิตลวด สายไฟ ส่งผลให้มีการแพร่กระจายของทองแดงสู่สิ่งแวดล้อมมากขึ้น ซึ่งเราอาจได้รับทองแดงจากการหายใจ การดื่ม การบริโภคอาหารในชีวิตประจำวัน ทองแดงมีความจำเป็นต่อร่างกายสิ่งมีชีวิตถ้าได้รับในปริมาณที่เหมาะสมกับร่างกาย โดยเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในกระดูกและกล้ามเนื้อ ทองแดงมักปนเปื้อนในน้ำทิ้งจากโรงงานและน้ำทิ้งจากชุมชนที่ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ (กรมควบคุมมลพิษ, 2543) ซึ่งส่วนใหญ่โรงงานเหล่านี้มักตั้งอยู่บริเวณใกล้กับแหล่งน้ำ (สุกรานต์ โรจนไพรวงศ์, 2542) จึงทำให้เกิดการปนเปื้อนอย่างกว้างขวางในสิ่งแวดล้อมทางน้ำ อันเป็นสาเหตุของการสะสมโลหะหนักที่เพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมากในสิ่งมีชีวิต ทองแดงมีความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำเพราะทองแดงสามารถสะสมในสิ่งมีชีวิตได้อย่างรวดเร็ว แต่ถูกกำจัดออกได้น้อยและมีศักยภาพในการสะสมในสิ่งมีชีวิตเพิ่มขึ้นตามห่วงโซ่อาหาร

2.3 สังกะสี ที่พบในอากาศส่วนใหญ่อยู่ในรูปของ ZnO, ZnS และ ZnSO₄ นอกจากนี้ยังเกิดจากสารประกอบของสังกะสีที่นำมาทำยาฆ่าเชื้อรา เช่น zinc dimethyl dithiocarbamate การได้รับสังกะสีเข้าสู่ร่างกายในปริมาณที่อาจทำให้เกิดพิษสามารถแบ่งได้หลายกรณี ได้แก่

2.3.1 การได้รับสังกะสีจากภาวะมลพิษ สังกะสีที่ปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อมมักเกิดจากกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมที่บำบัดไม่หมดหรือผลิตภัณฑ์ที่มีสังกะสีเป็นส่วนประกอบ มลพิษที่

ปนเปื้อนสังกะสีมักอยู่ในรูปของฝุ่นหรือไอสารที่ลอยในอากาศ ซึ่งมีโอกาสสัมผัส และได้รับสารได้ง่าย โดยเฉพาะคนงานที่เกี่ยวข้องกับการผลิตฝุ่นหรือไอของซิงค์ออกไซด์สามารถทำให้เกิดความระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจ ส่วนการสัมผัสทางผิวหนังเป็นเวลานานจะทำให้เกิดผิวหนังอักเสบอย่างรุนแรง ที่เรียกว่า โรคออกไซด์พ็อกซ์ (oxide pox) อาการเมื่อได้รับฝุ่นหรือไอของสังกะสีในปริมาณมากจากการสูดดมจะเกิดอาการกระหายน้ำ ไอ หอบลมอักเสบ ปอดบวม เหนื่อยได้ง่าย อ่อนแรง มีอาการปวดกล้ามเนื้อ คลื่นไส้ มีไข้ มีอาการหนาวสั่น และผิวหนังเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน ซึ่งมักเกิดภายใน 4-12 ชั่วโมง หลังการสัมผัส อาการเหล่านี้จะหายเป็นปกติภายใน 1-2 วัน เรียกชื่อโรคนี้ว่า โรคไข้วันจันทร์ (monday fever) หรือโรคไข้พิษโลหะ (metal fume fever)

2.3.2 การปนเปื้อนจากอาหาร และน้ำดื่ม สารประกอบซิงค์ออกไซด์มักปะปนในแหล่งน้ำหรืออาหารได้ง่าย โดยเฉพาะพื้นที่ที่อยู่ใกล้แหล่งแร่สังกะสี เมื่อร่างกายได้รับสาร และสะสมเป็นเวลานานจะก่อให้เกิดเอนไซม์ของตับเกิดความผิดปกติ และพบอาการเลือดออกในระบบทางเดินอาหาร ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537) ได้กำหนดให้มีสังกะสีปนเปื้อนในแหล่งน้ำไม่เกิน 1 มิลลิกรัม/ลิตร

2.4 ตะกั่ว เป็นโลหะหนักมีสีเทาเงิน หรือแกมม่าน้ำเงินเกิดขึ้นตามธรรมชาติ ปัจจุบันอุตสาหกรรมหลายประเภทมีการใช้ตะกั่วเป็นวัตถุดิบเป็นจำนวนมาก ตะกั่วยังใช้ทำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ ซึ่งทำให้เกิดการปลดปล่อยตะกั่วและสารประกอบของตะกั่วในรูปของสารมลพิษ ออกสู่สภาวะแวดล้อม ทำให้มีการปนเปื้อนของตะกั่วทั้งในดิน น้ำ และอากาศ เมื่อสาร ตะกั่วเข้าสู่ร่างกาย ส่วนใหญ่จะจับยึดอยู่กับเม็ดเลือดแดงจะไปลดการสร้าง heme ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของเม็ดเลือดแดงโดยไปยับยั้งเอนไซม์ที่เกี่ยวกับการสร้าง heme นอกจากนี้ ตะกั่วยังมีผลต่อตับ หัวใจและเส้นเลือด ภาวะเจริญพันธุ์ โครโมโซม และเป็นก่อให้เกิดโรคมะเร็ง และความพิการแต่กำเนิดอีกด้วย การปนเปื้อนของตะกั่วในสิ่งแวดล้อมหลัก ๆ ดังนี้ คือ

2.4.1 การปนเปื้อนของตะกั่วในดิน การเคลื่อนตัวของตะกั่วในดินนั้น ขึ้นกับปัจจัยหลายด้าน เช่น ชนิดของดิน ปริมาณของตะกั่ว พิเอช ความชื้น การแทรกซึมของน้ำ เป็นต้น ทำให้ตะกั่วเคลื่อนที่ออกไปจากจุดเดิมได้ อย่างไรก็ตามโดยธรรมชาติของสารตะกั่วมักจะเกาะหรือรวมตัวกับแร่ดินหรือกับสารประกอบอินทรีย์เป็นของแข็ง ดังนั้น จึงเคลื่อนตัวได้น้อยมาก ทั้งนี้รวมถึงการเคลื่อนตัวของสารตะกั่วจากผิวดินลงในระดับลึกด้วย โดยตะกั่วจะพบในดินชั้นบน การเคลื่อนตัวลงในระดับลึกได้ไม่เกิน 70 เซนติเมตรในระยะเวลา 200 ปี แม้ว่าบริเวณนั้นเป็นพื้นที่ที่มีสารตะกั่วในดินสูงมากก็ตาม

สำหรับการทดสอบการผุกร่อนของสารตะกั่วในดินพบว่า ตะกั่วผุกร่อนในดินเหนียวที่เป็นกรด และมีความชื้นสูงกับดินที่มีซากพืชและเป็นกรดมากกว่าดินชนิดอื่น (Thornton Rautiu and Brush, 2001)

2.4.2 การปนเปื้อนของตะกั่วในฝุ่น ตะกั่วในฝุ่นจะพบปริมาณสูงบริเวณบ้านเรือนที่ตั้งอยู่ใกล้สถานประกอบการที่มีการใช้สารตะกั่วหรือพื้นที่ที่มีแร่ตะกั่ว ซึ่งสามารถปนเปื้อนเข้าบ้านในลักษณะของฝุ่น ประชาชนทั่วไปสัมผัสสารตะกั่วผ่านการปนเปื้อนตะกั่วในฝุ่นบ้าน

2.4.3 การปนเปื้อนของตะกั่วในแหล่งน้ำผิวดิน แหล่งที่มาของการปนเปื้อนในน้ำ อาจเกิดจากหลายแหล่งที่มา เช่น ฝุ่นตะกั่วในบรรยากาศ น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม น้ำทิ้งจากชุมชนเมือง และ กากแร่ตะกั่ว หรือการชะตะกั่วจากอนุภาคของดินหลังจากฝนตก น้ำฝนจะพาตะกั่วปนเปื้อนในน้ำได้ อย่างไรก็ตามโดยทั่วไปแล้ว ปริมาณตะกั่วจะปนเปื้อนในแหล่งน้ำธรรมชาติค่อนข้างน้อย เนื่องจากสารตะกั่วไม่ละลายน้ำและมีน้ำหนักมากจึงตกสะสมที่ตะกอนดิน การปนเปื้อนตะกั่วจึงพบในตะกอนธารน้ำในขณะที่ตะกั่วในน้ำผิวดิน โดยส่วนใหญ่มีค่าไม่เกินมาตรฐานตามประกาศของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติฉบับที่ 8 (พ.ศ.2537) เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน (0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร)

2.4.4 การปนเปื้อนของตะกั่วสู่ห่วงโซ่อาหาร การปนเปื้อนของตะกั่วในผักและการปนเปื้อนของตะกั่วในสัตว์น้ำ สำหรับในพื้นที่มลพิษ ค่ามาตรฐานของประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 98 (พ.ศ. 2529) เรื่อง มาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อนซึ่ง กำหนดปริมาณตะกั่วไม่เกิน 1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักเปียก (กรมควบคุมมลพิษ, 2561)

2.5 โครเมียม โลหะโครเมียมและสารประกอบโครเมียมที่มีเลขออกซิเดชัน+3 ไม่ปรากฏเป็นพิษต่อร่างกาย แต่สารประกอบโครเมียมที่โครเมียมมีเลขออกซิเดชัน+6 ทำให้เกิดการคันที่ผิวหนัง โครเมทหรือไอของกรดโครมิกเป็นอันตรายต่อระบบหายใจหรือเป็นสารก่อมะเร็งปอด โครเมียมที่พบในน้ำเสีย และถูกปล่อยลงสู่แม่น้ำลำคลอง ส่วนมากจะอยู่ในรูป โครเมียมบวก 6 ทั้งในรูปโครเมียมอิสระและเกลือของโครเมียมส่วน โครเมียมบวก 3 (Cr^{+3}) ในธรรมชาติมีโอกาสมที่มนุษย์จะสัมผัสหรือรับเข้าร่างกายจะพบได้น้อยกว่าโครเมียมบวก 6 (Cr^{+6}) โดยจะพบโครเมียมบวก 3 (Cr^{+3}) ได้ที่พีเอชต่ำกว่า 3.6 เท่านั้น และจะไม่ก่อความเป็นพิษและอันตรายต่อมนุษย์ แต่หากได้รับในปริมาณมากเกินไปความต้องการของร่างกายมักจะมีผลต่อระบบการทำงานที่เกี่ยวข้องกับการนำน้ำตาลมาใช้ผิดปกติได้ โครเมียมปนเปื้อนเข้าสู่สิ่งแวดล้อมได้จากการใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ โดยปนอยู่กับอากาศและน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม โครเมียมในบรรยากาศเกิดได้ทั้งจากธรรมชาติ โดยการพังทลายของดินหิน และเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ การปนเปื้อนโครเมียมไม่ได้เกิดจากอุตสาหกรรมเท่านั้น การเผาไหม้

ต่าง ๆ เช่น ไฟไหม้ป่า ก็ทำให้มีการแพร่กระจายของโครเมียมออกมาได้ เนื่องจากความร้อนจะไปทำให้เกิดการออกซิไดซ์โครเมียมให้เป็น โครเมียมที่มีวาเลนซ์ 6 ซึ่งเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต เมื่อลอยอยู่ในบรรยากาศจะค่อนข้างเสถียร แต่เมื่อรวมตัวกับสารอินทรีย์ต่าง ๆ จะกลายเป็น โครเมียมที่มีวาเลนซ์ 3 สะสมในร่างกายสัตว์และพืช

2.6 ไซยาไนด์ เป็นสารประกอบที่มีความเป็นพิษ ซึ่งเป็นอันตรายทางเคมีเกิดขึ้นได้ตามธรรมชาติในพืชบางชนิด ไซยาไนด์ไปจับกับธาตุหรือสารประกอบอื่น ๆ ได้ง่าย ส่วนใหญ่จะให้สารประกอบที่เป็นพิษต่อร่างกายโดยทั่วไปแบ่งกลุ่มของสารประกอบหมู่ไซยาไนด์ได้ 2 กลุ่มคือ กลุ่มสารอนินทรีย์ (inorganic cyanide) และกลุ่มสารอินทรีย์ (organic cyanide หรือ nitriles) หากได้รับเข้าไปปริมาณมากจะมีฤทธิ์ยับยั้งการหายใจในระดับเซลล์ทำให้เซลล์ตายได้ อาจจะทำให้หมดสติและเสียชีวิตได้ ผลกระทบของไซยาไนด์ต่อสิ่งมีชีวิต (International Cyanide Management Code, Online 2002) แบ่งออกเป็น

2.6.1 ผลกระทบต่อมนุษย์ ไซยาไนด์เป็นสารเคมีที่ส่งผลกระทบต่อระบบการทำงานส่วนต่าง ๆ ของร่างกายหลายระบบ เช่น ระบบเลือด ทำให้ความดันเลือดต่ำ ระบบหัวใจ ทำให้อัตราการเต้นของหัวใจไม่ปกติ ระบบการหายใจ ทำให้การหายใจขัดข้อง ระบบประสาท ทำให้เกิดอาการมึนงง ขาดสติ ระบบสายตา ทำให้ประสิทธิภาพการมองเห็นลดลง ระบบการเผาผลาญสารอาหาร ทำให้การสร้างพลังงานลดน้อยลง ความรุนแรงของอาการจากการได้รับพิษไซยาไนด์ขึ้นอยู่กับปริมาณความเข้มข้นชนิดของสารประกอบ ปริมาณการดูดซับ และระยะเวลาในการสัมผัส ถ้ามีความเข้มข้นสูงอาจถึงตายได้ภายในเวลาไม่กี่นาที

1) **อาการขั้นไม่รุนแรง** จะมีอาการอ่อนเพลีย หายใจขัดข้อง ปวดศีรษะ หน้ามืด วิงเวียน กระวนกระวายและอาเจียน ถ้าได้รับในปริมาณไม่มากนัก เมื่อเคลื่อนย้ายผู้ป่วยออกจากบริเวณที่สัมผัสไซยาไนด์ ก็จะมีอาการดีขึ้น

2) **อาการขั้นรุนแรง** อาจทำให้การหายใจหยุดชะงัก หมดสติ และอาจถึงตายได้

2.6.2 ผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ สิ่งมีชีวิตในน้ำที่จะได้รับผลกระทบจากพิษของไซยาไนด์จะเป็นกลุ่มของสัตว์น้ำโดยเฉพาะอย่างยิ่งต่อปลาซึ่งเป็นสัตว์ที่ไวต่อความเป็นพิษของไซยาไนด์ที่สุด เช่น ความเข้มข้นของไซยาไนด์ 5-7.2 ไมโครกรัมต่อลิตร มีผลทำให้ว่ายน้ำช้าลง ยับยั้งระบบสืบพันธุ์ ความเข้มข้นของไซยาไนด์ 20 -76 ไมโครกรัมต่อลิตร ทำให้ตาย และถ้าความเข้มข้นสูงกว่า 200 ไมโครกรัมต่อลิตร จะเกิดความเป็นพิษอย่างรวดเร็ว ส่วนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง ที่ความเข้มข้นของไซยาไนด์ประมาณ 30-100 ไมโครกรัมต่อลิตร ทำให้ถึงตายได้ นอกจากนี้ค่าความเป็นกรด-

ต่าง อุณหภูมิ ปริมาณออกซิเจน อายุ (life stage) และสภาพของสิ่งมีชีวิตก็มีผลต่อระดับความเป็นพิษของไซยาไนด์เช่นกัน ส่วนสาหร่ายและพืชน้ำสามารถทนทานต่อระดับความเป็นพิษของไซยาไนด์ได้สูงกว่าปลาและสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังและจะไม่แสดงผลกระทบใดเมื่อความเข้มข้นของไซยาไนด์ 160 มิลลิกรัมต่อลิตรหรือมากกว่านั้น ปริมาณไซยาไนด์ที่อยู่ในระดับที่เป็นพิษต่อสัตว์น้ำจะไม่มีผลกระทบต่อพืชน้ำ

2.6.3 ผลกระทบต่อนก นกเป็นสัตว์ที่มีความไวต่อพิษของไซยาไนด์รองลงมาจากปลา เนื่องจากนกสามารถเปลี่ยนไซยาไนด์เป็นไทโอไซยาเนทได้อย่างรวดเร็ว หลังจากกินอาหารหรือน้ำที่มีการปนเปื้อนของไซยาไนด์ภายใน 1.5-5 นาที หรือ มากกว่า 10 นาทีในนกชนิดที่มีความทนทานสูง จะมีอาการหอบ กระพริบตาน้ำลายไหลและเซื่องซึม แต่ถ้าได้รับในปริมาณความเข้มข้นสูงจะมีอาการหายใจขัด และอาจถึงตายได้ภายใน 15-30 นาที นกสามารถกินน้ำที่มีไซยาไนด์ที่ละลายตัวได้ง่ายในกรดอ่อน (weak acid dissociable (WAD) cyanide) ได้โดยไม่เกิดอันตรายในทันที แต่จะไปแตกตัวในกระเพาะซึ่งมีสภาพเป็นกรดและทำให้เกิดไซยาไนด์อิสระที่เป็นพิษ ค่า LD₅₀ ของนกจะอยู่ระหว่าง 0.8-1.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อน้ำหนักตัว

2.6.4 ผลกระทบต่อพืช ในปี 1993 ได้มีการทำการทดลองปลูกพืชในบ่อกักเก็บกากแร่ปรากฏว่าไซยาไนด์ในบ่อกักเก็บกากแร่ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ในส่วนรายละเอียดคงต้องมีการศึกษาวิจัยต่อไป

2.6.5 ผลกระทบต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม พิษของไซยาไนด์ต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมค่อนข้างพบได้บ่อยมาก เนื่องจากพืชจำนวนมากมีสารประกอบไซยาไนด์ (cyanogenic plant) เช่น ข้าวฟ่าง ข้าวโพด กะหล่ำปลี เมล็ดอัลมอนต์ และมันสำปะหลัง เป็นต้น ความเข้มข้นของสารประกอบไซยาไนด์ในพืชเหล่านี้ขึ้นอยู่กับฤดูกาล เช่น ในช่วงฤดูใบไม้ผลิความเข้มข้นของสารประกอบไซยาไนด์ก็จะสูงขึ้นด้วย นอกจากนี้สภาพอากาศที่แห้งแล้งยังเป็นปัจจัยกระตุ้นให้เกิดการสะสมสาร Cyanogenic Glycoside ในพืชบางชนิด ค่า LD₅₀ ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมจะอยู่ในช่วง 2.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักตัว (สุนัขจิ้งจอก) และ 6-10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักตัว (หนูขาว) เมื่อได้รับพิษแบบเฉียบพลัน สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมจะแสดงอาการภายใน 10 นาทีหลังจากการกินอาหารที่มีการปนเปื้อนของไซยาไนด์ จะมีอาการกล้ามเนื้อกระตุก น้ำลายไหล ปัสสาวะ การหายใจติดขัด การทำงานของกล้ามเนื้อไม่ประสานกัน หอบ และชัก ดูเหมือนว่าวัวจะเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่ไวต่อพิษของไซยาไนด์ที่สุด รองลงมาได้แก่ แกะ ม้า และ หมู ส่วนกวางจะเป็นสัตว์ที่ทนต่อพิษของไซยาไนด์ได้เป็นอย่างดี

4.6.6 ค่ามาตรฐานไซยาไนด์ U.S. EPA (Environmental Protection Agency) กำหนดปริมาณไซยาไนด์สำหรับสัตว์น้ำจืดไว้ไม่เกิน 5.2 ไมโครกรัมต่อลิตรและสำหรับสัตว์น้ำเค็มและสัตว์ป่าไม่เกิน 1.0 ไมโครกรัมต่อลิตร มาตรฐานของประเทศไทย กำหนดปริมาณไซยาไนด์ในแหล่งน้ำใต้ดินและแหล่งน้ำผิวดินไว้ไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 0.005 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ นอกจากนี้ยังกำหนดปริมาณไซยาไนด์ในอากาศ โดยกำหนดปริมาณไซยาไนด์ในฝุ่น (CN) ไว้ไม่เกิน 5 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และกำหนดปริมาณไซยาไนด์ในอากาศ (HCN) ไว้ไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร

3. กระบวนการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานชุบโลหะ

ในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานชุบโลหะนั้น สามารถทำได้โดยอาศัยกระบวนการอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือรวมกัน ดังต่อไปนี้ (Patterson, 1985)

3.1. การตกตะกอนทางเคมี (precipitation) เป็นการเปลี่ยนรูปจากโลหะที่ละลายน้ำให้อยู่ในรูปที่ไม่ละลายน้ำโดยกระบวนการทางเคมี กระบวนการทางเคมี เป็นวิธีการบำบัดน้ำเสียกระบวนการหนึ่งที่นิยมใช้ โดยต้องกำจัดหรือแยกสารต่าง ๆ ที่ปนเปื้อนในน้ำเสีย โดยใช้สารเคมีต่าง ๆ เติมลงในน้ำเสีย เพื่อให้เกิด ปฏิกิริยาทางเคมีที่ทำให้เกิดการแยกสารปนเปื้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางเคมี สามารถใช้ได้กับน้ำเสียที่มีส่วนประกอบอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

- มีกรดหรือด่างสูงเกินไป
- มีโลหะหนักที่เป็นพิษปนเปื้อนอยู่ เช่น ตะกั่ว โครเมียม สังกะสี ดีบุก ฯลฯ
- มีตะกอนแขวนลอยขนาดเล็กที่ตกตะกอนได้ยาก
- มีสารประกอบอินทรีย์ละลายน้ำที่เป็นพิษ เช่น ซัลไฟด์
- มีไขมันหรือน้ำมันละลายน้ำ

สำหรับวัตถุประสงค์ ในการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางเคมีนั้น สามารถสรุปได้ดังนี้

3.1.1 เพื่อปรับสภาพน้ำเสียให้เหมาะสมกับความต้องการ เช่น ปรับความเป็นกรด หรือต่าง

3.1.2 เพื่อสร้างตะกอนขนาดเล็กให้มีขนาดใหญ่ขึ้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตกตะกอน

3.1.3 ทำให้มลสารที่ละลายอยู่ในน้ำเสีย เช่น โลหะหนัก เป็นมลสารที่ไม่ละลายน้ำ

3.2 การสร้างและรวมตะกอน (flocculation) เป็นกระบวนการทำให้ตะกอนรวมตัวกันมีขนาดใหญ่ขึ้น เพิ่มประสิทธิภาพในการตกตะกอนให้รวดเร็วยิ่งขึ้น การสร้างตะกอนและการรวมตะกอน กระบวนการนี้ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนใหญ่ ๆ คือ ขั้นตอนแรก เติมนสารเคมีพวก สารสร้างตะกอน (coagulants) ได้แก่ สารส้ม ปูนขาว เฟอริกคลอไรด์ สารโพลิอิเล็กโตรไลต์ เป็นต้น ผสมกับน้ำเสียที่มีตะกอนแขวนลอยเล็ก ๆ ขั้นตอนที่สอง คือ การกวนช้า เพื่อให้เกิดสภาพรวมตะกอน (flocculation) ซึ่งได้มีการเกาะกันระหว่างตะกอนแขวนลอยเล็ก ๆ กับสารสร้างตะกอน จนได้ตะกอนที่มีขนาดใหญ่ขึ้นจนสามารถตกตะกอนได้ สาเหตุที่ต้องทำการกวน อย่างช้า ๆ เพราะไม่ให้เกิดสภาพการเกาะตัวกันเกิดการแตกหลุดจากกันของตะกอนเล็ก ๆ เหล่านี้ สำหรับการหาปริมาณสารเคมีที่ต้องการใช้ ทำได้โดยการทดลองซึ่งนิยมเรียกว่า Jar Test โดยในการทดลองจะมีทั้งการกวนเร็ว 100 รอบต่อนาทีประมาณ 1 นาทีตามด้วย การกวนช้า 20-70 รอบต่อนาทีประมาณ 20 นาที

3.3 การตกตะกอน (sedimentation) เป็นกระบวนการที่ใช้แยกของแข็งออกจากน้ำ โดยที่สารประกอบโลหะหนักที่หนาแน่นมากกว่าน้ำจะตกตะกอนได้เร็วกว่า มักทำต่อจากกระบวนการตกตะกอนทางเคมี และรวมตะกอน

3.4 การกรอง (filtration) ตะกอนบางส่วนที่มีขนาดเล็กและแขวนลอยได้ไม่สามารถแยกได้โดยการตกตะกอนเพียงอย่างเดียว จึงใช้กระบวนการนี้ในการแยกของแข็งออกจากน้ำ

3.5 ออกซิเดชันและรีดักชัน (oxidation/ reduction) เปลี่ยนค่าเลขประจุเพื่อให้ความเป็นพิษลดลงและกำจัดได้ง่ายขึ้นด้วยกระบวนการทางเคมี ออกซิเดชันและรีดักชัน ในกรณีที่ต้องการกำจัดมลพิษที่ละลายอยู่ในน้ำ แต่ไม่สามารถใช้วิธีตกผลึกได้ก็อาจใช้ กระบวนการออกซิเดชัน-รีดักชัน เปลี่ยนสารมลพิษให้เป็นสารที่ไม่มีพิษ กระบวนการออกซิเดชันรีดักชัน ได้แก่ การเติมสารเคมีซึ่งอาจ

เป็นออกซิแดนต์ (Oxidant) หรือรีดักแตนท์ (Reductant) อย่างใดอย่างหนึ่งไปทำปฏิกิริยาออกซิเดชัน-รีดักชันกับสารพิษ ทำให้ได้สารที่ไม่สร้างปัญหา มลพิษต่าง ๆ ที่กำจัดได้ด้วยกระบวนการนี้ ได้แก่ Cr^{+6} CN^- เป็นต้น สารเคมีที่มักใช้มีดังนี้ สารออกซิแดนต์ ได้แก่ ออกซิเจน คลอรีนรูปต่าง ๆ ต่างทับทิม H_2O_2 ส่วนสารรีดักแตนท์ ได้แก่ SO_2 เกลือซัลไฟด์ เหล็กซัลไฟด์

3.6 กระบวนการแลกเปลี่ยนประจุ (ion exchange) แลกเปลี่ยนประจุของโลหะหนักในน้ำเสีย โดยผ่านเรซิน เพื่อทำให้น้ำทิ้งมีคุณภาพดี และได้น้ำที่มีความเข้มข้นของโลหะหนักหรือสารประกอบที่สูง อาจนำกลับมาใช้ใหม่หรือกำจัดด้วยวิธีอื่น การแลกเปลี่ยนประจุ อาศัยเรซิน (resin) เป็นตัวแยกโลหะหนักออกจากสารละลาย โดยให้เกิดการแลกเปลี่ยน อีออนในสารละลาย กับอีออนบนผิวเรซิน โดยเรซินที่ใช้เป็นชนิดประจุบวก (cation exchange resin) เป็น พวกกรดอินทรีย์ที่ไม่ละลายน้ำ (insoluble organic acid) ซึ่งอาจจะเป็นกรดซัลโฟนิค หรือ กรดคาร์บอกซิลิก (sulfonic or carboxylic acid) วิธีการนี้จะเหมาะสำหรับการกำจัดโลหะหนัก ที่มีปริมาณน้อยและให้ประสิทธิภาพในการกำจัดสูง นิยมใช้กับระบบบำบัดน้ำเสียจากโรงชุบไฟฟ้า เนื่องจากวิธีนี้มีข้อจำกัดกับชนิดของน้ำเสีย คือถ้ามีสารปนเปื้อนชนิดอื่นอยู่จะต้องกำจัดออกก่อน ที่จะผ่านเข้าเรซิน เพื่อประสิทธิภาพสูงสุดในการบำบัด

3.7 การระเหย (evaporation) เป็นการใช้ความร้อนจากเชื้อเพลิง การถ่ายเทความร้อน หรือใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์ ระเหยน้ำออกไปกลายเป็นอากาศร้อนที่มีความเข้มข้นสูงขึ้น

3.8 รีเวอร์สออสโมซิส (reverse osmosis) การใช้แรงดันแยกน้ำออกจากน้ำเสียผ่านเยื่อ (Semipermeable membrane) ที่มีคุณสมบัติยอมให้สารบางตัวผ่านได้ น้ำที่ได้จึงสะอาดและปราศจากสารละลาย

3.9 การดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์ (activated carbon) ทำหน้าที่จับมลสารต่าง ๆ จากน้ำเสียไว้ในช่องรูพรุน ทำให้น้ำทิ้งสะอาด

4. บทบาทหน้าที่ของผู้จัดการ ผู้ควบคุม ผู้ปฏิบัติ

ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง การกำหนดชนิดและขนาดของโรงงาน กำหนดวิธีการควบคุมการปล่อยของเสีย มลพิษ หรือสิ่งใด ๆ ที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม กำหนดคุณสมบัติ

ของผู้ควบคุมดูแล ผู้ปฏิบัติงานประจำและหลักเกณฑ์การขึ้นทะเบียนผู้ควบคุมดูแลสำหรับระบบป้องกันสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ พ.ศ. 2545 ทางโรงงานได้มีบุคลากรด้านสิ่งแวดล้อมประจำโรงงาน ซึ่งได้รับการขึ้นทะเบียนจากกรมโรงงานอุตสาหกรรมในการควบคุมดูแล และผู้ปฏิบัติงานด้านสิ่งแวดล้อม และระบบบำบัดน้ำเสีย ดังนี้

4.1 ผู้จัดการด้านสิ่งแวดล้อม

4.1.1 คุณสมบัติ

1) เป็นผู้ที่ได้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงาน หรือเป็นพนักงานของบริษัทที่ดำรงตำแหน่งในระดับผู้จัดการที่ผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงานแต่งตั้งให้ปฏิบัติหน้าที่เป็นผู้จัดการสิ่งแวดล้อม

2) ผ่านการฝึกอบรมตามที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด

4.1.2 การปฏิบัติหน้าที่

1) รับผิดชอบการบริหารจัดการด้านสิ่งแวดล้อมของโรงงานในภาพรวม

2) รับรองรายงานผลวิเคราะห์ ปริมาณสารมลพิษตามที่ผู้ควบคุมระบบบำบัดมลพิษน้ำเสนอและดำเนินการ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบป้องกันสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ

3) จัดทำแผนหรือคู่มือการปฏิบัติงานด้านสิ่งแวดล้อม แผนปฏิบัติการฉุกเฉินเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดมลพิษกระจายสู่สิ่งแวดล้อม

4.2 ผู้ควบคุมระบบบำบัดมลพิษน้ำ

4.2.1 คุณสมบัติ

1) สำเร็จการศึกษา ในด้านวิศวกรรมศาสตร์ หรือวิทยาศาสตร์สาขาสิ่งแวดล้อม

2) ผ่านการอบรมหรือสอบตามมาตรฐานของกรมโรงงานอุตสาหกรรม

4.2.2 การปฏิบัติหน้าที่

1) ตรวจสอบชนิด และประเภทเชื้อเพลิงและวัตถุดิบในกระบวนการผลิตของโรงงาน

- 2) ประเมินและตรวจสอบลักษณะของมลพิษ และประสิทธิภาพของระบบป้องกันสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ
- 3) ควบคุม กำกับดูแล การปฏิบัติตามแผนปฏิบัติงานด้านสิ่งแวดล้อม และแผนฉุกเฉินให้มีประสิทธิภาพ
- 4) จัดทำรายงานการตรวจสอบ ควบคุม กำกับ ดูแลการทำงานของระบบป้องกันสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ และส่งให้ผู้จัดการสิ่งแวดล้อมรับรอง
- 5) จัดทำรายงานผลวิเคราะห์ปริมาณสารมลพิษ โดยห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ที่กรมโรงงานเห็นชอบ และส่งให้ผู้ประกอบกิจการ โรงงานทราบ และเก็บรักษาไว้ โดยพร้อมที่จะให้เจ้าหน้าที่ตรวจสอบได้ตลอดเวลา

4.3 ผู้ปฏิบัติงานประจำระบบบำบัดมลพิษน้ำ

4.3.1 การปฏิบัติหน้าที่

- 1) ปฏิบัติหน้าที่ประจำเครื่องจักรของระบบบำบัดมลพิษทางน้ำ
- 2) ตรวจสอบการทำงานของเครื่องจักรให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 3) ควบคุม กำกับ ดูแล การเดินระบบป้องกันสิ่งแวดล้อมเป็นพิษตลอดเวลาที่มีการเดินระบบ
- 4) รายงานผลการปฏิบัติงานให้ผู้ควบคุมระบบบำบัดมลพิษน้ำ
- 5) จัดทำรายงานผลการปฏิบัติงานปัญหา และอุปสรรคในการเดินระบบป้องกันสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ ให้ผู้ควบคุมระบบบำบัดมลพิษน้ำ

4.4 การปฏิบัติตามกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับน้ำเสีย

4.4.1 พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535

การปฏิบัติตามมาตรา 80 แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 โดยทางโรงงานได้ทำการจดบันทึกสถิติและข้อมูลการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสีย ซึ่งแสดงผลการทำงานของระบบและอุปกรณ์ และเครื่องมือ ตามแบบ ทส.1 ทุกวัน และมีการเก็บไว้เป็นหลักฐานเพื่อใช้อ้างอิง เป็นระยะเวลา 2 ปี และทำการสรุปผลการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสีย

ตามแบบ ทส.2 ส่งทุกเดือน โดยได้รายงานต่อเจ้าพนักงานท้องถิ่น ภายในระยะเวลา 15 วันของเดือนถัดไป ด้วยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์ ตามที่พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 มาตรา 68 หรือ มาตรา 70 กำหนดไว้

4.4.2 มาตรฐานทั่วไปในการระบายน้ำเสียลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสียส่วนกลางในนิคมอุตสาหกรรม

ระบบระบายน้ำเสียที่จะระบายลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสียส่วนกลางในนิคมอุตสาหกรรม จะต้องดำเนินการตามหลักเกณฑ์ ของประกาศการนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย ที่ 76/2560 เรื่อง กำหนดมาตรฐานทั่วไปในการระบายน้ำเสียลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสียส่วนกลางในนิคมอุตสาหกรรม ดังต่อไปนี้

- 1) การออกแบบก่อสร้างระบบระบายน้ำ
 - (1) ท่อระบายน้ำเสียต้องเป็นระบบท่อบีบ
 - (2) ระบบระบายน้ำเสียต้องแยกออกจากระบบระบายน้ำฝนโดยเด็ดขาด
 - (3) ต้องมีบ่อตรวจคุณภาพน้ำ (INSPECTION MANHOLE) อย่างน้อย 1 บ่อ ภายในสถานประกอบกิจการก่อนที่จะระบายน้ำเสียลงสู่ระบบระบายน้ำเสียส่วนกลาง
 - (4) ต้องมีบ่อเก็บกักขนาดเหมาะสมเพียงพอที่จะปรับปรุงคุณลักษณะของน้ำเสียให้คงที่ในกรณีที่น้ำเสียมีคุณลักษณะเปลี่ยนแปลงมากในช่วงเวลาหนึ่งก่อนที่จะระบายน้ำเสียลงสู่ระบบระบายน้ำเสียส่วนกลาง
 - (5) จะต้องมีประตูน้ำปิด - เปิด ก่อนที่จะระบายน้ำเสียลงสู่ท่อระบายน้ำเสียส่วนกลาง
 - (6) การเชื่อมต่อท่อน้ำเสียเข้าสู่ท่อระบายน้ำเสียส่วนกลาง จะต้องต่อท่อจากบ่อตรวจคุณภาพน้ำ (INSPECTION MANHOLE) ของสถานประกอบกิจการเชื่อมกับบ่อพักน้ำเสีย (MANHOLE) ที่กนอ. ได้จัดเตรียมไว้ให้ โดยต้องเชื่อมรอยต่อให้สนิทเพื่อป้องกันน้ำซึมเข้า - ออก
- 2) ห้ามมิให้ผู้ประกอบการระบายสารที่มีผลต่อการระบายและการบำบัดน้ำเสียลงสู่ระบบระบายน้ำเสียส่วนกลางในนิคมอุตสาหกรรม เช่น สารที่มีความหนืดสูง สารที่จับหรือตกตะกอนในท่อระบายแล้วทำให้อุดตัน หรือวัสดุที่ทำให้อุดตัน ตะกอนแคลเซียมคาร์ไบด์ (Calcium Carbide Sludge) หรือสารตัวทำละลาย (Solvent) เป็นต้น
- 3) กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำเสียที่จะระบายลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสียส่วนกลางในนิคมอุตสาหกรรมไว้ ดังต่อไปนี้

- (1) ความเป็นกรดและด่าง (pH) ตั้งแต่ 5.5 ถึง 9.0
- (2) อุณหภูมิ (Temperature) ไม่เกิน 45 องศาเซลเซียส
- (3) สี (Color) ไม่เกิน 600 เอดีเอ็มไอ
- (4) กลิ่น (Odor) ต้องไม่เป็นที่พึงรังเกียจ
- (5) ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (Total Dissolved Solids หรือ TDS) ไม่เกิน 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร
- (6) ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (Total Suspended Solids) ไม่เกิน 200 มิลลิกรัมต่อลิตร
- (7) บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand) ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เวลา 5 วัน ไม่เกิน 500 มิลลิกรัมต่อลิตร
- (8) ซีโอดี (Chemical Oxygen Demand) ไม่เกิน 750 มิลลิกรัมต่อลิตร
- (9) ซัลไฟด์ (Sulfide) ไม่เกิน 1 มิลลิกรัมต่อลิตร
- (10) ไซยาไนด์ (Cyanides HCN) ไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร
- (11) น้ำมันและไขมัน (Fat Oil and Grease) ไม่เกิน 10 มิลลิกรัมต่อลิตร
- (12) ฟอรัมาลดีไฮด์ (Formaldehyde) ไม่เกิน 1 มิลลิกรัมต่อลิตร
- (13) สารประกอบฟีนอล (Phenols Compound) ไม่เกิน 1 มิลลิกรัมต่อลิตร
- (14) คลอรีนอิสระ (Free Chlorine) ไม่เกิน 1 มิลลิกรัมต่อลิตร
- (15) สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ (Pesticide) ต้องตรวจไม่พบ
- (16) ทีเคเอ็น (Total Kjeldahl Nitrogen) ไม่เกิน 100 มิลลิกรัมต่อลิตร
- (17) ฟลูออไรด์ (Fluoride) ไม่เกิน 5 มิลลิกรัมต่อลิตร
- (18) สารซักฟอก (Surfactants) ไม่เกิน 30 มิลลิกรัมต่อลิตร
- (19) โลหะหนัก มีค่าดังนี้
 - สังกะสี (Zinc) ไม่เกิน 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร
 - โครเมียมเฮกซะวาเลนต์ (Hexavalent Chromium) ไม่เกิน 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร
 - โครเมียมไตรวาเลนต์ (Trivalent Chromium) ไม่เกิน 0.75 มิลลิกรัมต่อลิตร
 - สารหนู (Arsenic) ไม่เกิน 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร
 - ทองแดง (Copper) ไม่เกิน 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

- ปรอท (Mercury) ไม่เกิน 0.005 มิลลิกรัมต่อลิตร
- แคดเมียม (Cadmium) ไม่เกิน 0.03 มิลลิกรัมต่อลิตร
- แบเรียม (Barium) ไม่เกิน 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร
- ซีลีเนียม (Selenium) ไม่เกิน 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร
- ตะกั่ว (Lead) ไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร
- นิกเกิล (Nickel) ไม่เกิน 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร
- แมงกานีส (Manganese) ไม่เกิน 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร
- เงิน (Silver) ไม่เกิน 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร
- เหล็กทั้งหมด (Total Iron) ไม่เกิน 10.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

4) การตรวจสอบค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำเสียให้เป็นไปตามที่กระทรวงอุตสาหกรรม หรือกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมกำหนด หรือให้เป็นไปตามคู่มือวิเคราะห์น้ำและน้ำเสียของสมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย หรือ Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater ซึ่ง American Public Health Association, American Water Work Association และ Water Environment Federation ของประเทศสหรัฐอเมริกา กำหนด หรือตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษประกาศในราชกิจจานุเบกษา แล้วแต่กรณีก็ได้ ต้องดำเนินการโดยห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ที่ได้รับอนุญาตจากหน่วยงานของราชการว่า มีความสามารถในการตรวจวัดหรือตรวจวิเคราะห์คุณลักษณะน้ำเสียในพารามิเตอร์นั้น

5) มาตรฐานคุณภาพน้ำเสียที่ผู้ประกอบการจะระบายลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย ส่วนกลางในนิคมอุตสาหกรรมให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในประกาศนี้ เว้นแต่ในกรณีในรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่ผ่านความเห็นชอบจากคณะกรรมการผู้ชำนาญการพิจารณารายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมของสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้กำหนดไว้แตกต่างกับประกาศนี้ ก็ให้ปฏิบัติตามที่กำหนดไว้ในรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมดังกล่าวนั้น กรณีนิคมอุตสาหกรรมใดได้จัดทำบัญชีฐานข้อมูลการระบายน้ำเสียไว้ ให้กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำเสียเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียส่วนกลางให้แตกต่างจากที่กำหนดไว้ในประกาศนี้ก็ได้ ทั้งนี้ ต้องอยู่ภายใต้เงื่อนไขตามที่กำหนดไว้ในรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่ได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการผู้ชำนาญการพิจารณารายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมของสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และได้รับอนุญาตจากกรมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย(กนอ.) ก่อน

6) กรณีมาตรฐานคุณภาพน้ำเสียที่ผู้ประกอบการจะระบายลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสียส่วนกลางในนิคมอุตสาหกรรมไม่เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในประกาศนี้ หรือไม่เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่ได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการผู้ชำนาญการพิจารณารายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมของสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ผู้ประกอบการจะต้องก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียเบื้องต้นที่มีขนาดและประสิทธิภาพเพียงพอที่จะปรับปรุงคุณภาพน้ำเสียของสถานประกอบการของตนให้มีคุณลักษณะตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ในประกาศนี้หรือตามที่กำหนดไว้ในรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมดังกล่าว ก่อนระบายน้ำเสียทุกส่วนลงสู่ระบบระบายน้ำเสียส่วนกลาง

4.4.3 ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง การจัดทำรายงานชนิดและปริมาณสารมลพิษที่ระบายออกจากโรงงาน พ.ศ. 2558

- 1) กำหนดการเก็บตัวอย่างน้ำให้เก็บตัวอย่างน้ำเสียหรือน้ำทิ้ง ดังนี้
 - (1) น้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัดน้ำเสียอย่างน้อยสามเดือนต่อครั้ง
 - (2) น้ำเสียหรือน้ำทิ้งออกจากระบบบำบัดน้ำเสียอย่างน้อยสามเดือนต่อครั้ง
 - (3) น้ำทิ้งระบายออกนอกโรงงานอย่างน้อยหนึ่งเดือนต่อครั้ง
 - (4) น้ำเสียที่ส่งบำบัดภายนอกโรงงานให้เก็บตัวอย่างน้ำในบ่อสุดท้ายอย่างน้อยหนึ่งเดือนต่อครั้ง
- 2) การรายงานมลพิษน้ำให้ใช้วิธีการได้มาของข้อมูลการจัดทำรายงาน โดยต้องมีพารามิเตอร์ ดังนี้
 - (1) บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand)
 - (2) ซีโอดี (Chemical Oxygen Demand)
 - (3) พีเอช (pH)
 - (4) สารแขวนลอย (Suspended Solids)
 - (5) โลหะหนัก ตามคุณลักษณะน้ำเสียจากโรงงานประเภทที่มีโลหะหนักเจือปน
 - (6) พารามิเตอร์อื่น ๆ ให้เป็นไปตามที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด
- 3) การจัดทำรายงานชนิดและปริมาณสารมลพิษให้ดำเนินการ ดังนี้
 - (1) จัดทำรายงานชนิดและปริมาณสารมลพิษตามแบบที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนดโดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา

(2) ส่งรายงานชนิดและปริมาณสารมลพิษให้กรมโรงงานอุตสาหกรรมผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ โดยให้รายงานข้อมูลรอบที่ 1 ของเดือนมกราคมถึงเดือนมิถุนายนภายในวันที่ 1 กันยายนของปีที่รายงาน และให้รายงานข้อมูลรอบที่ 2 ของเดือนกรกฎาคมถึงเดือนธันวาคมภายในวันที่ 1 มีนาคมของปีถัดไป

(3) เก็บรักษารายงานชนิดและปริมาณสารมลพิษไว้ที่โรงงาน 1 ชุด เป็นระยะเวลา 3 ปี และพร้อมที่จะให้พนักงานเจ้าหน้าที่ตรวจสอบได้

4.4.4 ประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม เรื่อง แบบรายงานชนิดและปริมาณสารมลพิษที่ระบายออกจากโรงงาน พ.ศ. 2559

การจัดทำรายงานชนิดและปริมาณสารมลพิษที่ระบายออกจากโรงงานของโรงงาน ให้ใช้แบบรายงานมลพิษน้ำ (แบบ รว.2) ดังภาพที่ 2.4



แบบรายงานผลตรวจน้ำ (แบบ รว.๒) ประจำปี พ.ศ. _____ ของที่ _____
ระหว่างเดือน _____ ถึงเดือน _____

(1 แบบรายงานต่อ 1 ระบบบำบัดน้ำเสีย)

1. รายละเอียดเกี่ยวกับโรงงาน			
ชื่อโรงงาน		ระบบบำบัดน้ำเสียที่	
2. ข้อมูลระบบบำบัดน้ำเสีย			
<input type="radio"/> ไม่มีระบบบำบัดน้ำเสีย/ค่าบำบัดน้ำเสียตกโรงงาน <input type="radio"/> มีระบบบำบัดน้ำเสีย <input type="radio"/> ไม่เข้าข่ายต้องจัดทำรายงาน <input type="radio"/> เข้าข่ายต้องจัดทำรายงาน			
ชนิดของระบบบำบัดน้ำเสีย		เบรียตามาตร้ากับดิน - ฝอย	
แหล่งที่มาของน้ำเสีย			
ปริมาณน้ำเสียที่ออกนอก		ลบ.ม./วัน	
ปริมาณน้ำเสียที่เข้าระบบบำบัดน้ำเสียเฉลี่ย		ลบ.ม./วัน	
ระยะเวลาที่บำบัด		วัน/สัปดาห์	จำนวน
จำนวนวันที่มีการทดสอบระบบในออกการรายงาน (6 เดือน)		วัน	
สาเหตุและวิธีการแก้ไข			
3. การจัดการน้ำที่ออกจากระบบบำบัดน้ำเสีย			
การจัดการน้ำเสียหรือน้ำทิ้ง	ปริมาณที่ปล่อยเฉลี่ย	หน่วย	ข้อมูลประกอบ
นำกลับมาใช้ใหม่ภายในโรงงาน	ลบ.ม./วัน		ปริมาณคราก/ของแข็งออกทิ้งกับ _____ ลบ.ม.
คืนกลับภายในโรงงาน	ลบ.ม./วัน		พื้นที่ _____ ไร่
ใช้ประโยชน์อื่นในพื้นที่กรมชลประทานภายในโรงงาน	ลบ.ม./วัน		
ระบายออกนอกโรงงาน	ลบ.ม./วัน		<input type="checkbox"/> ระบายสู่สิ่งแวดล้อมออกนอกโรงงาน จุฬรายกาศี <input type="checkbox"/> ปล่อยลงลำน้ำ _____ <input type="checkbox"/> พื้นที่ที่กรมชลประทานออกนอกโรงงาน จำนวน _____ ไร่ ไร่กรรณด่ง _____ <input type="checkbox"/> ปล่อยลงลำน้ำสาธารณะ _____ <input type="checkbox"/> ปล่อยลงลำน้ำสาธารณะ _____ จุฬรายกาศี <input type="checkbox"/> ส่งระบบบำบัดน้ำเสียรวมในนิคมอุตสาหกรรม/เขตประกอบการ/สวนอุตสาหกรรม/ชุมชนอุตสาหกรรม _____ <input type="checkbox"/> ส่งโรงงานที่รับบำบัดน้ำเสียของนิคมโรงงานและที่ _____ ไร่กรรณด่ง _____
อื่นๆ	ลบ.ม./วัน		
4. ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในระบบบำบัดน้ำเสีย			
ปริมาณการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ย _____ กิโลวัตต์ชั่วโมง/เดือน			
5. ชื่อสารเคมี/สารชีวภาพที่ใช้ในระบบบำบัดน้ำเสีย			
ชื่อสารเคมี / สารชีวภาพ	ปริมาณการใช้เฉลี่ยต่อเดือน	หน่วย	

3

7. ตารางรายงานผลวิเคราะห์ปริมาณสารมลพิษในตัวอย่างน้ำที่หรือในน้ำเสียที่ระบายออกนอกโรงงาน (ผลการตรวจและตรวจวัด)

จุดตรวจที่ _____

การติดตั้งเครื่องตรวจวัดค่าบีโอดีหรือซีโอดี (BOD - COD online)
 ไม่มี
 มี BOD COD โดยเชื่อมต่อสัญญาณไปที่หน่วยงาน _____

ชนิดของสารมลพิษ	ผลวิเคราะห์ปริมาณสารมลพิษในตัวอย่างน้ำที่หรือในน้ำเสียที่ระบายออกนอกโรงงาน			
	วันที่เก็บตัวอย่าง	หน่วย	เลขทะเบียนห้องปฏิบัติการ	วิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์
ค่าความเข้มข้นออกซิเจนละลายน้ำ (DO)				
ค่าบีโอดี (BOD)		มก./ลิตร		
ค่าซีโอดี (COD)		มก./ลิตร		
ค่าความเค็ม (SS)		มก./ลิตร		
อุณหภูมิ (Temperature)		°C		
ค่าพีเอช (PH)		มก./ลิตร		
ค่าฟอสเฟต (TP)		มก./ลิตร		
ค่าไนโตรเจน (TN)		มก./ลิตร		
น้ำมันและไขมัน (Oil & Grease)		มก./ลิตร		
โลหะหนัก				
ปรอท (Mercury)		มก./ลิตร		
เทลลูเรียม (Tellurium)		มก./ลิตร		
แคดเมียม (Cadmium)		มก./ลิตร		
ตะกั่ว (Lead)		มก./ลิตร		
สารหนู (Arsenic)		มก./ลิตร		
โครมาเนียมเฮกซะวาเลนต์ (Hexavalent Chromium, Cr ⁶⁺)		มก./ลิตร		
โครมาเนียมไตรวาเลนต์ (Trivalent Chromium, Cr ³⁺)		มก./ลิตร		
วาเนียม (Vanium)		มก./ลิตร		
นิกเกิล (Nickel)		มก./ลิตร		
ทองแดง (Copper)		มก./ลิตร		
สังกะสี (Zinc)		มก./ลิตร		
แมงกานีส (Manganese)		มก./ลิตร		
สารที่เป็นพิษ				
ซัลไฟด์ (Sulphide) สัมฤทธิ์เป็นไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H ₂ S)		มก./ลิตร		
ไซยาไนด์ (Cyanide) สัมฤทธิ์เป็นไฮโดรเจนไซยาไนด์ (HCN)		มก./ลิตร		
ฟอร์มัลดีไฮด์ (Formaldehyde)		มก./ลิตร		
สารประกอบฟีนอล (Phenols Compound)		มก./ลิตร		
แมลดีท์ (Pesticide)		มก./ลิตร		
อื่นๆ				

2

6. ตารางรายงานผลวิเคราะห์ปริมาณสารมลพิษในตัวอย่างน้ำที่หรือในน้ำเสียที่เข้าระบบและออกจากระบบบำบัดน้ำเสีย (ผลการตรวจ)

ชนิดของสารมลพิษ	น้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัดน้ำเสีย (TK/TK+K)				น้ำเสียหลังเข้าระบบบำบัดน้ำเสีย (TK/TK+K)			
	วันที่เก็บตัวอย่าง	หน่วย	เลขทะเบียนห้องปฏิบัติการ	วิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์	วันที่เก็บตัวอย่าง	หน่วย	เลขทะเบียนห้องปฏิบัติการ	วิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์
ค่าความเข้มข้นออกซิเจนละลายน้ำ (DO)								
ค่าบีโอดี (BOD)		มก./ลิตร				มก./ลิตร		
ค่าซีโอดี (COD)		มก./ลิตร				มก./ลิตร		
ค่าความเค็ม (SS)		มก./ลิตร				มก./ลิตร		
อุณหภูมิ (Temperature)		°C				°C		
ค่าพีเอช (PH)		มก./ลิตร				มก./ลิตร		
ค่าฟอสเฟต (TP)		มก./ลิตร				มก./ลิตร		
ค่าไนโตรเจน (TN)		มก./ลิตร				มก./ลิตร		
น้ำมันและไขมัน (Oil & Grease)		มก./ลิตร				มก./ลิตร		
โลหะหนัก								
ปรอท (Mercury)		มก./ลิตร				มก./ลิตร		
เทลลูเรียม (Tellurium)		มก./ลิตร				มก./ลิตร		
แคดเมียม (Cadmium)		มก./ลิตร				มก./ลิตร		
ตะกั่ว (Lead)		มก./ลิตร				มก./ลิตร		
สารหนู (Arsenic)		มก./ลิตร				มก./ลิตร		
โครมาเนียมเฮกซะวาเลนต์ (Hexavalent Chromium, Cr ⁶⁺)		มก./ลิตร				มก./ลิตร		
โครมาเนียมไตรวาเลนต์ (Trivalent Chromium, Cr ³⁺)		มก./ลิตร				มก./ลิตร		
วาเนียม (Vanium)		มก./ลิตร				มก./ลิตร		
นิกเกิล (Nickel)		มก./ลิตร				มก./ลิตร		
ทองแดง (Copper)		มก./ลิตร				มก./ลิตร		
สังกะสี (Zinc)		มก./ลิตร				มก./ลิตร		
แมงกานีส (Manganese)		มก./ลิตร				มก./ลิตร		
สารที่เป็นพิษ								
ซัลไฟด์ (Sulphide) สัมฤทธิ์เป็นไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H ₂ S)		มก./ลิตร				มก./ลิตร		
ไซยาไนด์ (Cyanide) สัมฤทธิ์เป็นไฮโดรเจนไซยาไนด์ (HCN)		มก./ลิตร				มก./ลิตร		
ฟอร์มัลดีไฮด์ (Formaldehyde)		มก./ลิตร				มก./ลิตร		
สารประกอบฟีนอล (Phenols Compound)		มก./ลิตร				มก./ลิตร		
แมลดีท์ (Pesticide)		มก./ลิตร				มก./ลิตร		
อื่นๆ								

4

8. ตารางรายงานผลวิเคราะห์ปริมาณสารมลพิษในตัวอย่างน้ำในบ่อดักตะกอนที่มีมีการระบายออกนอกโรงงาน

ชนิดของสารมลพิษ	ผลวิเคราะห์ปริมาณสารมลพิษในตัวอย่างน้ำในบ่อดักตะกอนที่มีมีการระบายออกนอกโรงงาน			
	วันที่เก็บตัวอย่าง	หน่วย	เลขทะเบียนห้องปฏิบัติการ	วิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์
ค่าความเข้มข้นออกซิเจนละลายน้ำ (DO)				
ค่าบีโอดี (BOD)		มก./ลิตร		
ค่าซีโอดี (COD)		มก./ลิตร		
ค่าความเค็ม (SS)		มก./ลิตร		
อุณหภูมิ (Temperature)		°C		
ค่าพีเอช (PH)		มก./ลิตร		
ค่าฟอสเฟต (TP)		มก./ลิตร		
ค่าไนโตรเจน (TN)		มก./ลิตร		
น้ำมันและไขมัน (Oil & Grease)		มก./ลิตร		
โลหะหนัก				
ปรอท (Mercury)		มก./ลิตร		
เทลลูเรียม (Tellurium)		มก./ลิตร		
แคดเมียม (Cadmium)		มก./ลิตร		
ตะกั่ว (Lead)		มก./ลิตร		
สารหนู (Arsenic)		มก./ลิตร		
โครมาเนียมเฮกซะวาเลนต์ (Hexavalent Chromium, Cr ⁶⁺)		มก./ลิตร		
โครมาเนียมไตรวาเลนต์ (Trivalent Chromium, Cr ³⁺)		มก./ลิตร		
วาเนียม (Vanium)		มก./ลิตร		
นิกเกิล (Nickel)		มก./ลิตร		
ทองแดง (Copper)		มก./ลิตร		
สังกะสี (Zinc)		มก./ลิตร		
แมงกานีส (Manganese)		มก./ลิตร		
สารที่เป็นพิษ				
ซัลไฟด์ (Sulphide) สัมฤทธิ์เป็นไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H ₂ S)		มก./ลิตร		
ไซยาไนด์ (Cyanide) สัมฤทธิ์เป็นไฮโดรเจนไซยาไนด์ (HCN)		มก./ลิตร		
ฟอร์มัลดีไฮด์ (Formaldehyde)		มก./ลิตร		
สารประกอบฟีนอล (Phenols Compound)		มก./ลิตร		
แมลดีท์ (Pesticide)		มก./ลิตร		
อื่นๆ				

ภาพที่ 2.4 ประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม เรื่อง แบบรายงานชนิดและปริมาณสารมลพิษที่ระบายออกจากโรงงาน พ.ศ. 2559

ที่มา : กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2564)

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 สุกดา รอบคอบ (2560) ศึกษาการจัดการกากอุตสาหกรรมของโรงงานประเภทชุบโลหะ โดยพบว่า กากอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ของโรงงาน มีอยู่ 2 ประเภทหลัก คือ น้ำเสียจากกระบวนการชุบทั้งหมด และกากของเสียที่เกิดจากการใช้สารเคมีและตะกอนที่ได้จากการบำบัดน้ำเสีย ซึ่งส่งผลให้ค่าใช้จ่ายการบำบัดสูงที่สุด โดยผู้วิจัยได้เสนอแนวทางและวิธีการลดต้นทุนการกำจัด ได้แก่ การสำรวจน้ำทิ้งก่อนบำบัด เนื่องจาก บางส่วนไม่ต้องผ่านกระบวนการบำบัดก่อนปล่อย การลดปริมาณน้ำเสีย และการลดปริมาณสารเคมีหรือความเข้มข้นในกระบวนการผลิต เพื่อลดตะกอนสารเคมีอันตรายส่งผลให้ค่าใช้จ่ายลดลง

5.2 ประพัฒน์ศร ศิริรัตนสกุล (2557) วิเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่มีการตีพิมพ์และเผยแพร่รวม 20 ฉบับ จากน้ำเสียตัวอย่าง 2 ชนิด คือ โรงงานตัวอย่างและน้ำเสียสังเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ โลหะหนักที่มีการศึกษา ได้แก่ ทองแดง แคดเมียม โครเมียม นิกเกิล ตะกั่ว และสังกะสี ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการกำจัดโลหะหนัก คือ การเลือกตัวกลาง วัสดุดูดซับ หรือวิธีการกำจัดที่เหมาะสมกับคุณสมบัติของน้ำเสียและชนิดของโลหะหนัก แนวทางการกำจัดโลหะหนักในน้ำเสียจากโรงงานชุบโลหะมี 3 กระบวนการ เรียงลำดับจากสูงไปต่ำตามประสิทธิภาพในการกำจัดโลหะหนัก คือ กระบวนการทางเคมี กระบวนการทางกายภาพเคมี และกระบวนการทางชีวภาพ

5.4 Fu and Wang (2011) อธิบายว่า กระบวนการตกตะกอนทางเคมีมีอยู่ 5 ประเภทหลัก ได้แก่ การตกตะกอนของไฮดรอกไซด์ (hydroxide precipitation), การตกตะกอนคาร์บอเนต (carbonate precipitation) การตกตะกอนซัลไฟด์ (sulfide precipitation) การตกตะกอนแซนเทต (xanthate precipitation) และ การตกตะกอนร่วม (combined precipitation) โดยวิธีที่นิยมใช้ คือ การตกตะกอนของไฮดรอกไซด์ และ การตกตะกอนคาร์บอเนต

5.5 Alvarez-Ayuso, Garcia-Sanchez and Querol (2007) ศึกษาการดูดซับโครเมียม (Cr^{6+}) จากสารละลายสังเคราะห์และน้ำเสียจากกระบวนการชุบโลหะด้วยไฟฟ้า (electroplating) ด้วยอลูมิเนียมออกไซด์ ทำการทดลองแบบกะ สำหรับสารละลายสังเคราะห์ได้ศึกษาผลของเวลาในการดูดซับตั้งแต่ 0.5-48 ชั่วโมง พบว่าที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 50 มก./ล. ใช้เวลาในการเข้าสู่สมดุลเพียง 30 นาที และที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 150 มก./ล. ใช้เวลาในการเข้าสู่สมดุลถึง 24 ชั่วโมง และที่พีเอช 3-6 ให้ประสิทธิภาพการกำจัดใกล้เคียง และสำหรับน้ำเสียจริงจากกระบวนการชุบโลหะได้ศึกษาผลของเวลาในการดูดซับ พบว่าผลการทดลองมีแนวโน้มไปในลักษณะเดียวกับสารละลายสังเคราะห์ ส่วนผลของปริมาณตัวดูดซับได้ศึกษาในช่วง 0.2-10 กรัมต่อลิตร พบว่าที่ความเข้มข้นของโครเมียม 57 119 และ

223 มก./ล. ใช้ปริมาณตัวดูดซับเพียง 1 2 และ 5 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ สามารถกำจัดโครเมียมได้ทั้งหมด จากผลการศึกษารูปได้ว่าลูมินีเยมออกไซด์สามารถวัสดุดูดซับที่ดีสำหรับกำจัดโครเมียมในระบบบำบัดน้ำเสียได้

5.6 Awasthi และ Rai (2005) ได้ศึกษาความเป็นพิษของนิกเกิล สังกะสี และแคดเมียมที่ส่งผลต่อการนำไนเตรทไปใช้ของสาหร่าย *Scenedesmus quadricauda* โดยพบว่าเมื่อเติม โลหะหนักลงไปโดยโลหะหนักที่ใส่ลงไปทั้ง 3 ชนิด คือ นิกเกิล สังกะสี และแคดเมียมจะส่งผลต่อการยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาการสังเคราะห์แสงของสาหร่าย โดยประสิทธิภาพการยับยั้งเท่ากับ 45 50 และ 45 ตามลำดับ

5.7 Adhoun, et al. (2004) ได้ศึกษาถึงความสามารถของกระบวนการ electrocoagulation ในการบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการชุบโลหะที่มีทองแดง สังกะสี และ โครเมียมปนเปื้อน โดยส่วนใหญ่ประสิทธิภาพในการบำบัดจะดีเมื่อพีเอชอยู่ในช่วง 4-8 และอัตราในการบำบัดจะเพิ่มขึ้นเมื่อ เพิ่มความหนาแน่นของน้ำเสีย โดยประสิทธิภาพการกำจัดโลหะหนักจะดีขึ้นเมื่อมีการเจือจางความเข้มข้นของน้ำเสีย ซึ่งประสิทธิภาพในการบำบัด โครเมียมจะน้อยกว่าทองแดงและสังกะสี เนื่องจาก ความแตกต่างของกลไกในการบำบัด นอกจากนั้นในการบำบัดยังขึ้นอยู่กับค่าการระบรทุกน้ำเสียที่เข้า ระบบ และ ความเข้มข้นของโลหะหนักในน้ำเสีย ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพในการบำบัดด้วย วิธี coagulation ทางเคมี และการดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์ พบว่า electrocoagulation เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการบำบัดโลหะหนักได้รวดเร็วกว่า

5.8 สัญญา สมใจ (2547) ได้ทำการรวบรวมข้อมูลด้านปริมาณของมลพิษที่เกิดในโรงงานอุตสาหกรรมเคมีคอนคัลเตอร์ เพื่อหาแนวทางการจัดการของเสียที่เกิดขึ้นในโรงงาน ทางผู้วิจัยจึงทำการศึกษารูปปรับปรุงประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสีย และลดปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้น โดยเปลี่ยนชนิดสารเคมีที่สามารถลดปริมาณกากตะกอนน้ำเสียที่ได้จากระบบบำบัด

5.9 Koivula, et al. (2000) ศึกษาการบำบัดน้ำเสียสังเคราะห์จากโรงงานชุบโลหะด้วยเรซินแลกเปลี่ยนไอออน โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ทำการทดลองแบบกะ เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำทีเลตติงเรซิน (Chelating Resin) มาบำบัดน้ำเสีย พบว่า ทีเลตติงเรซินสามารถกำจัดโลหะหนักในน้ำเสียโรงงานชุบโลหะได้ และในส่วนที่ทำการทดลองแบบคอลัมน์ เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแลกเปลี่ยนไอออนของทีเลตติงเรซิน เรซินแบบกรดแก่ และเรซินแบบกรดอ่อนในการบำบัดน้ำเสีย พบว่า ทีเลตติงเรซินมีความสามารถในการแลกเปลี่ยนไอออนได้มากกว่าเรซินแบบกรดแก่ และเรซินแบบกรดอ่อน นอกจากนั้นยังพบว่า ทีเลตติงเรซินกำจัดสารประกอบเชิงซ้อนไซยาไนด์กับโลหะหนักได้ไม่ดี

5.10 พรพรหม อินทวงศ์ (2543) ศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับน้ำเสียจากกระบวนการชุบโลหะของโรงงานผลิตชิป ซึ่งมีน้ำเสียจากกระบวนการชุบ 6 ชนิด คือ การชุบนิกเกิล โครเมียม เซลเลนียม ไชยาไนต์ น้ำจากการขัดแต่งผิวโลหะ น้ำที่มีสี น้ำจากการย้อมผ้าที่ติดกับชิป น้ำจากห้องน้ำและโรงอาหาร ซึ่งน้ำเสียจากกระบวนการชุบโลหะนี้สามารถบำบัดได้ด้วยวิธี ริดักชัน การออกซิเดชัน และการตกตะกอนทางเคมี น้ำเสียที่ต้องการริดักชัน ได้แก่ น้ำโครเมียมและน้ำเซลเลนียม ส่วนน้ำเสียที่ต้องการการออกซิเดชัน คือ น้ำไชยาไนต์ ส่วนการตกตะกอนทางเคมีด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ จะใช้กำจัด Ni Zn^{2+} รวมไปถึง Cr^{3+} และ Cu^{2+} ที่เหลืออยู่ภายหลังจากการริดักชันและออกซิเดชัน ซึ่งพบว่า สภาวะที่เหมาะสมในการริดักชันและออกซิเดชัน คือที่พีเอชเท่ากับ 9.0 ส่วนสภาวะที่เหมาะสมในการตกตะกอนนิกเกิลจากน้ำเสียที่มีนิกเกิล คือที่พีเอช เท่ากับ 10.58



บทที่ 3

ข้อมูลเกี่ยวกับโรงงาน

1. ข้อมูลทั่วไปของโรงงาน

โรงงานประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ที่เป็นกรณีศึกษาในการค้นคว้าอิสระนี้ มีข้อมูลการดำเนินงานและโครงสร้างองค์กร ดังนี้

1.1 การดำเนินการ

โรงงานแห่งนี้ประกอบกิจการธุรกิจเกี่ยวกับผลิตชิ้นส่วนโลหะ ชุบเคลือบผิวแบบ PVD Bus Duct ผลิตอุปกรณ์สำหรับสถานีไฟฟ้าย่อย ภาชนะสำหรับบรรจุชิ้นงาน และบริการออกแบบชิ้นงาน ซึ่งดำเนินการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ทั้งหมดทั้งในประเทศและต่างประเทศ โดยใช้เทคโนโลยีการผลิตที่ทันสมัย และให้ความสำคัญในเรื่องของมาตรฐานการผลิตและคุณภาพของสินค้า โดยโรงงานได้รับการรับรองระบบบริหารคุณภาพต่างๆ ได้แก่ ISO14001: 2015, ISO 9001: 2015 และ certified by ASTA (Association of Short-circuit Testing Authorities)

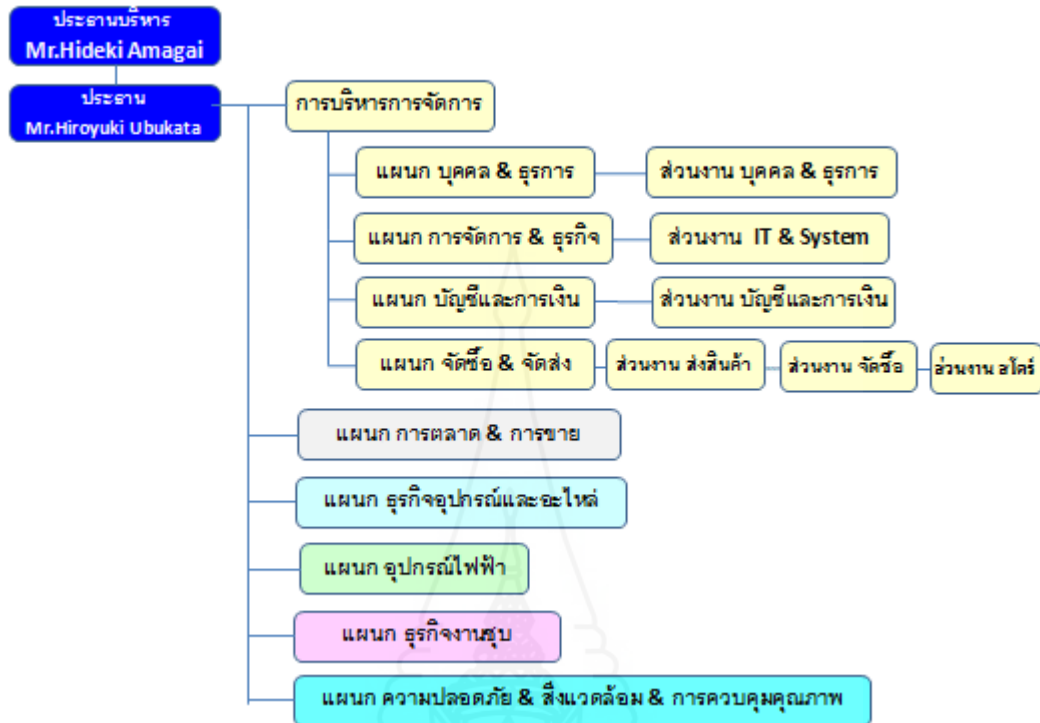
ปีที่ก่อตั้ง ก่อตั้งขึ้นเมื่อ เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2530

กำลังเครื่องจักร 946.3 แรงม้า

จำนวนพนักงาน 625 คน

1.2 โครงสร้างองค์กร

ระบบโครงสร้างการบริหารจัดการของโรงงาน ประกอบด้วย ประธานบริหาร และประธาน โดยการบริหารจัดการแยกออกเป็น 9 แผนก ซึ่งในการควบคุมระบบการจัดการน้ำเสีย จะอยู่ในการควบคุมของแผนกความปลอดภัย สิ่งแวดล้อม และการควบคุมคุณภาพ



ภาพที่ 3.1 แสดงแผนผังโครงสร้างการบริหารงานของโรงงาน

ที่มา : บริษัท นิซชิน อิเล็กทริค (ประเทศไทย) (2564)

ผู้ทำงานเกี่ยวข้องกับระบบบำบัดน้ำเสีย ประกอบด้วย คณะทำงานด้านสิ่งแวดล้อม ได้แก่

1.2.1 ตัวแทนบริหารสิ่งแวดล้อม (Environmental Management Representative: EMR)

ได้แก่ ผู้จัดการสิ่งแวดล้อม ทำหน้าที่ นำเสนอรายงานผลการดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกับระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม รวมถึงการดำเนินการของระบบบำบัดน้ำเสียต่อผู้บริหารระดับสูง ติดตามผลการดำเนินงานระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม ให้เป็นไปตามข้อกำหนด กฎหมาย และพันธะสัญญาที่เกี่ยวข้อง

1.2.2 เจ้าหน้าที่สิ่งแวดล้อม ทำหน้าที่ เป็นผู้ควบคุมระบบบำบัดมลพิษ ดำเนินการควบคุม

กำกับ ดูแลระบบบำบัดน้ำเสียและตรวจประเมินผลการวิเคราะห์น้ำให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่นิคมอุตสาหกรรมกำหนด ดูแลป้องกันไม่ให้เกิดการระบายมลพิษหรือปล่อยมลพิษแพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อมภายนอกโดยไม่ผ่านระบบป้องกันสิ่งแวดล้อม จัดทำรายงานการตรวจสอบ ควบคุม กำกับดูแลระบบบำบัดน้ำเสียให้ผู้จัดการสิ่งแวดล้อมรับรอง และจัดส่งรายงานที่เกี่ยวข้องให้กับหน่วยงานราชการตามที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด

1.2.3 ผู้ปฏิบัติงานดูแลระบบบำบัด ทำหน้าที่ ดูแลรับผิดชอบในการซ่อมบำรุง เครื่องจักร ประจำระบบบำบัดน้ำเสีย ตรวจสอบการทำงานของเครื่องจักรในระบบบำบัดน้ำเสียให้ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ โดยควบคุมกำกับดูแลการเดินระบบบำบัดน้ำเสียและระบบป้องกันมลพิษตลอดเวลาที่มีการเดินระบบ พร้อมปฏิบัติตามคำสั่งของผู้ควบคุมระบบบำบัดมลพิษ เพื่อป้องกันไม่ให้มลพิษแพร่กระจายออกสู่ภายนอก จัดทำรายงานผลการปฏิบัติงาน ปัญหา และอุปสรรคในการเดินระบบบำบัดน้ำเสีย โดยการทำระบบบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (preventive maintenance; PM) และปรับปรุงแก้ไขเบื้องต้น เมื่อเครื่องจักรในระบบบำบัดน้ำเสียมีปัญหา

1.3 ระบบมาตรฐานการจัดการที่โรงงานได้รับการรับรอง

ระบบมาตรฐานการจัดการต่างๆ ที่โรงงานได้รับการรับรองมาตรฐาน เป็นการรับรองระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม ระบบการจัดการคุณภาพ และการรับรอง ผลิตภัณฑ์ไฟฟ้า ตามมาตรฐานระดับสากลจากสถาบันต่างๆ ที่ได้รับการอนุญาตให้เป็นผู้รับรอง เพื่อสร้างความมั่นใจให้กับลูกค้า และผู้ใช้งาน



ภาพที่ 3.2 แสดงระบบมาตรฐานต่างๆ ที่โรงงานได้รับการรับรองมาตรฐาน

ที่มา : บริษัท นิซชิน อิเลคทริค (ประเทศไทย) (2564)

1.4 ผลิตภัณฑ์ของโรงงาน

ผลิตภัณฑ์ของบริษัทเกี่ยวข้องกับผลิตชิ้นส่วนโลหะ, อิเล็กทรอนิกส์, ชุดเคลือบผิวแบบ PVD, Bus Duct, ผลิตอุปกรณ์สำหรับสถานีไฟฟ้าย่อย ภาชนะสำหรับบรรจุชิ้นงาน และบริการออกแบบชิ้นงาน ซึ่งประกอบไปด้วยชิ้นส่วนดังต่อไปนี้

1.4.1 อุปกรณ์และอะไหล่ชิ้นส่วนโลหะ ทางโรงงานแห่งนี้รับผลิตชิ้นส่วนโลหะทุกประเภท ตามที่มีขั้นตอนการผลิตอยู่ เริ่มจากการจัดหาวัตถุดิบ จนถึงการทำสี และชุบผิวงาน โดยมียอดขายในสัดส่วนที่มากที่สุด เช่น Frame Drying Machine Control Box Container Control Box ดังภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 อุปกรณ์และอะไหล่ชิ้นส่วนโลหะ

ที่มา : บริษัท นิชชิน อิเลคทริค (ประเทศไทย) (2564)

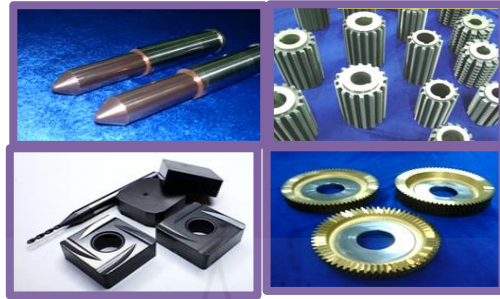
1.4.2 ตัวเก็บประจุไฟฟ้า (CAPACITOR /CAPACITOR Bank) ผลิตอุปกรณ์สำหรับสถานีย่อยไฟฟ้า ได้แก่ ตัวเก็บประจุไฟฟ้า ดังภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.4 ตัวเก็บประจุไฟฟ้า

ที่มา : บริษัท นิชชิน อิเลคทริค (ประเทศไทย) (2564)

1.4.3 งานเคลือบผิว (PVD Coating) เช่น ดอกสว่าน เม็ดมิลด์ที่ใช้กับเครื่องกลึงเป็นงานชุบไทเทเนียมไนไตรด์ ดังภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.5 งานเคลือบผิว

ที่มา : บริษัท นิซชิน อิเลคทริค (ประเทศไทย) (2564)

1.4.4 เครื่องมือสำหรับโรงงาน (factory equipment) เป็นโครงสร้างเครื่องจักร ไลน์การผลิตและพาเลทพลาสติก ดังภาพที่ 3.6



ภาพที่ 3.6 เครื่องมือสำหรับโรงงาน

ที่มา : บริษัท นิซชิน อิเลคทริค (ประเทศไทย) (2564)

2. ข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการผลิต

กระบวนการผลิตของโรงงานผลิตชิ้นส่วนโลหะ ผลิตอุปกรณ์สำหรับสถานีไฟฟ้าย่อย ภาชนะสำหรับบรรจุชิ้นงาน และชุบเคลือบผิวแบบ PVD ประกอบด้วย เครื่องปั๊ม เครื่องเจาะ เครื่องพับ เครื่องเลเซอร์ เครื่องเชื่อม เครื่องตัดแก๊ส เครื่องเลื่อย และอื่น ๆ รายละเอียดดังนี้

2.1. การตัดชิ้นงานด้วยเครื่องเลเซอร์

การตัดด้วยเลเซอร์ (ภาพที่ 3.7) คือกระบวนการตัดที่สามารถตัดวัสดุที่เป็น โลหะและไม้ โลหะที่มีความหนาต่าง ๆ พื้นฐานสำหรับกระบวนการนี้คือลำแสงเลเซอร์ที่ถูกลำ เลี่ยนรูป และ รวมกัน เมื่อลำแสงกระทบกับชิ้นงานวัสดุจะร้อนอย่างมากและทำให้หลอมเหลวหรือกลายเป็นไอ ลำแสง เลเซอร์ทั้งหมดจะรวมอยู่บนหนึ่งจุดและส่วนใหญ่จะมีเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่าครึ่งมิลลิเมตร หากที่ จุดนี้มีการรวบรวมความร้อนมากขึ้นที่สามารถระบายออกด้วยกำลังความร้อน ลำแสงเลเซอร์แทรกผ่าน วัสดุอย่างสมบูรณ์ กระบวนการตัดเริ่มต้นขึ้น ขณะที่ในกระบวนการอื่นใช้เครื่องมือขนาดใหญ่พร้อม กับแรงมหาศาลออกแรงบนแผ่น ลำแสงเลเซอร์จะทำงานโดยไม่สัมผัส ดังนั้นเครื่องมือจึงไม่สึกหรอ และไม่มีการเปลี่ยนรูป หรือเกิดความเสียหายต่อชิ้นงาน



ภาพที่ 3.7 การตัดชิ้นงานด้วยเครื่องเลเซอร์

ที่มา : บริษัท นิซชิน อิเลคทริค (ประเทศไทย) (2564)

2.2 การทำเกลียวที่ตัวชิ้นงาน

การทำเกลียวที่ตัวชิ้นงาน (ภาพที่ 3.8) ได้แก่ การทำเกลียวในและการทำเกลียวนอก ประกอบด้วยวิธีการกลึงเกลียว การกัดเกลียว การตีแป และ การเดินวนกัดเกลียว



ภาพที่ 3.8 การทำเกลียวที่ตัวชิ้นงาน

ที่มา : บริษัท นิซชิน อิเลคทริค (ประเทศไทย) (2564)

2.2.1 การกลึงเกลียว

วิธีการทำเกลียวที่มีประสิทธิภาพ การทำเกลียวของชิ้นงานที่มีการหมุนรอบๆ ศูนย์กลาง การหมุน ใช้ได้กับ โปรไฟล์เกลียวจำนวนมากกระบวนการทำเกลียวที่ง่ายและเป็นที่ยอมรับ ให้ผิวสำเร็จ และคุณภาพเกลียวที่ดี

2.2.2 การกัดเกลียว

การทำเกลียวของชิ้นงานที่ไม่มีการหมุนรวมถึงเกลียวที่อยู่ภายนอกศูนย์กลางการหมุน บริเวณชิ้นงานที่มีการหมุน การตัดกระแทกให้การหักเศษที่ดีในทุกวัสดุ แรงตัดต่ำทำให้สามารถทำเกลียวในชิ้นงานที่มีระยะขึ้นยาวและมีผนังบาง สามารถทำเกลียวใกล้กับบ่างานหรือส่วนล่างได้ ไม่จำเป็นสำหรับร่องมุมหลบ สามารถทำการตัดเฉือนชิ้นงานขนาดใหญ่ซึ่งไม่สามารถยึดกับเครื่องกลึงได้ง่าย สามารถทำการตัดเฉือนเส้นผ่านศูนย์กลางเกลียวขนาดใหญ่ที่มีความต้องการด้านกำลังและแรงบิดต่ำได้

2.2.3 การตีป

กระบวนการทำเกลียวที่ง่ายและเป็นที่ยอมรับ วิธีการทำเกลียวที่มีประสิทธิภาพและประหยัด เป็นพิเศษสำหรับเกลียวขนาดเล็ก ใช้ได้กับโพรไฟล์เกลียวส่วนใหญ่ เหมาะกับเครื่องจักรทุกประเภท ทั้งแบบหมุนเครื่องมือและหมุนชิ้นงาน การควบคุมเศษดีเนื่องจากใช้ได้กับวัสดุหลากหลายขนาด ทำเกลียวรูลึกได้ง่ายสามารถทำเกลียวเป็นรูปทรงได้ให้เกลียวคุณภาพสูง

2.2.3 การเดินวนกัดเกลียว

เหมาะสำหรับชิ้นงานเรียวยาว เช่น สกรู ให้เกลียวคุณภาพสูงโดยไม่มีการโก่งตัว ลดรอบระยะเวลาการผลิตด้วยการกลึงเกลียวแบบรอบเดียวจากเส้นผ่านศูนย์กลางของเนื้องาน ทำเกลียวได้อย่างแม่นยำด้วยการเอียงวงแหวนเดินวนเข้าหามุมเอียง การควบคุมเศษดี ทำให้สามารถทำการตัดเฉือนได้อย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นต้องใช้กับเครื่องจักรที่สามารถทำการเดินวนกัดเกลียวได้

2.3 กระบวนการปั๊มงานเพื่อให้ได้แบบตามที่ลูกค้ากำหนดมา

กระบวนการปั๊มงาน (ภาพที่ 3.9) เป็นการขึ้นรูปโลหะด้วยเครื่องจักรสำหรับปั๊มงานเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ตามความต้องการของลูกค้า



ภาพที่ 3.9 กระบวนการปั๊มงาน

ที่มา : บริษัท นิซชิน อิเล็กทริค (ประเทศไทย) (2564)

ในกระบวนการปั๊มขึ้นรูปจะมีหลายกรรมวิธีด้วยกัน หลักๆ จะถูกแบ่งออกเป็น 3 กรรมวิธีตามพื้นฐานทั่วไป คือ การตัดเฉือน (shearing) จะแบ่งออกเป็น การปั๊มเจาะ (blanking) และการตัดเจาะรู (piercing) การดัด (bending) หรือเรียกว่าการขึ้นรูป (forming) การลากเพื่อขึ้นรูป (drawing) นอกเหนือจากวิธีขึ้นพื้นฐานเหล่านี้แล้ว ยังมีการนำเอากรรมวิธีอื่นๆ มาใช้ในกระบวนการขึ้นรูปโลหะ เช่น การปั๊มจมน (coining) การปั๊มบุ๋ม (embossing) การบีบอัด (swaging) การผ่านขอบ (shaving) และการตัดขอบ (trimming) ซึ่งการผลิตขึ้นโลหะแผ่นจำเป็นต้องเลือกเอาวิธีที่กล่าวไปข้างต้นมาใช้ โดยจะมีการเลือกกรรมวิธีทำงานดังต่อไปนี้

2.3.1 การปั๊มเจาะ คือขั้นตอนที่ถูกนำมาใช้ในการผลิต ซึ่งจะทำการตัดแผ่นโลหะด้วย 펀ช์และคาย เพื่อให้ได้รูปร่างตามที่ต้องการ แผ่นโลหะที่ได้จะถูกนำไปผ่านกระบวนการผลิตในขั้นตอนต่อไป

2.3.2 การตัดเจาะรู เป็นขั้นตอนที่ต่อเนื่องมาจากการปั๊มเจาะ โดยการตัดโลหะให้เป็นรูตามจุดที่ต้องการ ซึ่งกระบวนการทั้งข้อ 1 และ 2 บางครั้งก็สามารถนำมาทำพร้อมกันได้ ในขั้นตอนเดียว แต่ความแตกต่างของทั้งสอง คือ การปั๊มเจาะจะใช้แผ่นโลหะที่ตัดออกมาด้วย 펀ช์และคาย แต่การตัดเจาะรู จะใช้โลหะที่ถูกตัดเป็นรูนำมาเป็นชิ้นงาน

2.3.3 การตัด คือการตัดพื้นผิวในแนวระนาบของโลหะ ซึ่งจะช่วยให้เกิดการทำมุมกัน ตั้งแต่ 1 มุมขึ้นไป โดยที่ระดับความหนาของแผ่นโลหะจะไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงใดๆ ส่วนรัศมีการตัดจะมากน้อยก็ขึ้นอยู่กับความหนาของแผ่นโลหะ

2.3.4 การลากเพื่อขึ้นรูป การขึ้นรูปโดยวิธีลาก โดยการนำพืนซ์เข้าไปภายในโพรงของคาน แต่จะไม่มีการยืดแผ่น โลหะเกิดขึ้น ช่องว่างที่เกิดขึ้นระหว่างพืนซ์กับคานจึงเท่ากันกับความหนาของแผ่นโลหะ

2.3.5 การปั๊ม การขึ้นรูปแผ่นโลหะโดยการทำให้เป็นหลุมหรือปุ่มตื้นๆ ความหนาไม่มีการเปลี่ยนแปลง นิยมใช้สำหรับการทำแผ่นป้ายที่เป็นตัวอักษรนูน

2.3.6 การบีบ การขึ้นรูปแผ่นโลหะโดยการบีบอัดตัวแผ่นโลหะภายในแม่พิมพ์ปิด ทำให้เกิดเป็นลวดลายขึ้นมาทั้งสองด้าน โดยแต่ละด้านอาจจะเป็นคนละลายก็ได้ เช่น การทำเหรียญ เป็นต้น

2.3.7 การบีบอัด คือการขึ้นรูปโลหะ บีบอัดในแม่พิมพ์แบบเปิด ซึ่งตัวโลหะจะไหลผ่านแม่พิมพ์ออกมาได้อิสระ

2.3.8 การผ่านขอบ เป็นกระบวนการตัดแต่งแผ่น โลหะที่ผ่านการปั๊มเจาะหรือการตัดเจาะรูมาแล้ว

2.3.9 การตัดขอบ กระบวนการทำงานใกล้เคียงกันกับการปั๊มเจาะ ซึ่งจะมีการตัดเอาโลหะส่วนเกินทิ้งไป เป็นขั้นตอนหลังสุดภายหลังผ่านกระบวนการอื่น ๆ มาเรียบร้อยแล้ว

2.4 กระบวนการชุบชิ้นงาน

ขั้นตอนในการชุบ โลหะมี 4 ขั้นตอนหลักได้แก่ ขั้นตอนการเตรียมผิวชิ้นงาน ขั้นตอนการชุบโลหะ ขั้นตอนการล้าง ขั้นตอนการอบแห้ง ดังมีรายละเอียดดังนี้

2.4.1 ขั้นตอนการเตรียมผิวชิ้นงาน

ขั้นตอนการเตรียมผิวชิ้นงานเป็นขั้นตอนการทำให้ผิวชิ้นงานเรียบไม่ขรุขระและทำความสะอาดผิวเพื่อกำจัดสิ่งแปลกปลอม เช่น ไขมัน น้ำมันหรือออกไซด์ต่าง ๆ ออกจากผิวหน้าของชิ้นงานที่นำมาชุบก่อนเข้าสู่ขั้นตอนการชุบ ขั้นตอนการเตรียมผิวชิ้นงานมีดังนี้

1) **ขั้นตอนการขัดผิวชิ้นงาน** ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนแรกในการเตรียมผิวชิ้นงาน ก่อนนำไปล้างทำความสะอาดเพราะชิ้นงานก่อนที่จะนำมาทำการชุบ จะมีผิวหยาบ ขรุขระ มีรอยขีดข่วน หรือเป็นสนิม การขัดจนผิวหน้าเรียบจะทำให้คุณภาพชิ้นงานหลังการชุบดี คือ ผิวชิ้นงานมีความเรียบสม่ำเสมอและการเกาะติดของ โลหะจะแน่น ในขั้นตอนการขัดผิวชิ้นงานประกอบด้วยงานขัดหมุนด้วยไฟฟ้าหรือมอเตอร์ขัด ล้อขัด และสายพานขัด และกระดาษทราย

2) **ขั้นตอนการล้างไขมันด้วยด่าง** ขั้นตอนนี้เป็นการทำความสะอาดชิ้นงาน โดยปกติจะใช้วิธีจุ่มหรือสเปรย์ การล้างทำความสะอาดโดยวิธีจุ่มหรือสเปรย์ด้วยสารละลายทำความสะอาด คือ ด่าง เช่น โซดาไฟ หรือสารเคมีอื่นๆ เช่น โซเดียมคาร์บอเนต (Sodium carbonate) โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต (Sodium tripolyphosphate) สารลดแรงตึงผิวที่มีประจุลบและสารลดแรงตึงผิวที่ไม่มีประจุ ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3-15 นาที ยกเว้นการใช้สเปรย์ด้วยสารลดแรงตึงผิว (Surfactant) จะทำที่อุณหภูมิ 64-74 องศาเซลเซียส

3) **ขั้นตอนการกำจัดสนิมด้วยกรด** ขั้นตอนนี้จะทำต่อจากการทำความสะอาดด้วยด่าง โดยขั้นตอนนี้จะเป็นการกำจัดสนิมหรือฟิล์มออกไซด์ออกจากผิวชิ้นงาน ส่วนใหญ่จะใช้กรดเกลือ หรือกรดไฮโดรคลอริก ซึ่งมีความรุนแรงในการกำจัดสนิมสูง ความเข้มข้นของกรดที่ใช้จะแตกต่างกันตามประเภทและความสกปรกของชิ้นงาน โดยทั่วไปจะใช้ความเข้มข้น ของกรดเกลือหรือกรดไฮโดรคลอริก 5-15%

2.4.2 ขั้นตอนการชุบโลหะ

ขั้นตอนการชุบโลหะเป็นขั้นตอนชุบผิวชิ้นงานด้วยโลหะโดยการใช้ไฟฟ้า โลหะที่ใช้ชุบผิวนั้นขึ้นกับความต้องการของลูกค้าและวัตถุประสงค์ของการทำงาน โลหะที่ใช้ในโรงงานแห่งนี้ คือ สังกะสี ไชยาไนต์ และโครเมียม ในการชุบโลหะ ภายในบ่อชุบจะประกอบด้วยขั้วไฟฟ้า สองขั้วคือ แอโนด (ขั้วลบ) และแคโทด (ขั้วบวก) และสารเคมีต่างๆ โดยทั่วไปในขั้นตอนการชุบโลหะเป็นขั้นตอนที่มีการใช้ไฟฟ้ามากที่สุด

2.4.3 ขั้นตอนการล้าง

ขั้นตอนการล้างเป็นขั้นตอนการล้างวัตถุติดและสารเคมีที่ติดกับชิ้นงานโดยใช้น้ำสะอาด ซึ่งขั้นตอนนี้ถือว่าเป็นขั้นตอนที่มีการใช้น้ำในปริมาณมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับขั้นตอนอื่นๆ การล้างมีด้วยกัน 2 แบบ คือ การจุ่มล้างและการตัดกรดเพื่อทำความสะอาดชิ้นงานทั้งก่อนและหลังการชุบ

ผิว โดยขั้นตอนการล้างมีอยู่ในทุก ๆ ส่วนของขั้นตอนการชุบ ได้แก่ การล้างหลังจากการขัด การล้างหลังจากการล้างไขมันด้วยด่าง การล้างหลังจากการกำจัดสนิมด้วยกรด การล้างหลังจากการชุบสังกะสี ไชยาไนต์ และการล้างหลังจากการชุบโครเมียม

ในขั้นตอนนี้ มีการใช้น้ำในปริมาณมากโดยไม่มีการนำน้ำล้างที่สกปรกน้อยหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ นอกจากนี้ยังมีน้ำเสียที่มีการปนเปื้อนของเศษเหล็กเนื่องจาก การขัด มีการปนเปื้อนของน้ำมัน กรดเกลือหรือกรดไฮโดรคลอริก สนิมเหล็ก โซดาไฟหรือ โซเดียมไฮดรอกไซด์ ไขมัน สารละลายโลหะ กรดบอริก กรดโครมิก กรดซัลฟูริก และสารเคมีอื่นๆ ซึ่งก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจึงต้องมีการบำบัดจัดการกับน้ำเสียอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ

2.4.4 ขั้นตอนการอบแห้ง

หลังจากผ่านขั้นตอนการชุบโลหะ และขั้นตอนการล้างแล้ว จะนำชิ้นงานไปอบแห้ง เตาอบชิ้นงานมีหลายแบบ เช่น แบบใช้ลมร้อน โดยใช้ก๊าซหุงต้มเป็นเชื้อเพลิง แบบใช้ความร้อน โดยใช้พลังงานไฟฟ้า

2.4.5 ตัวอย่างขั้นตอนการชุบโลหะชิ้นงาน

1) การเตรียมชิ้นงานก่อนการชุบ โดยแขวนชิ้นงานเข้ากับอุปกรณ์ในการแขวนชิ้นงาน (jig)



ภาพที่ 3.10 อุปกรณ์ในการแขวนชิ้นงาน

ที่มา : บริษัท นิซชิน อิเล็กทริค (ประเทศไทย) (2564)

2) ชิ้นงานมาแช่ที่บ่ออัลคาไลน์เพื่อล้างคราบไขมัน (ภาพที่ 3.11) ที่จับตามผิวชิ้นงานใช้เวลา 2 นาที ในขั้นตอนนี้จะก่อให้เกิดน้ำเสียที่มีส่วนทำให้เป็นด่างสูงแล้วจะถูกส่งทางท่อไปพักในบ่อพักน้ำเสียเพื่อรอการบำบัด (บ่อที่ 1)

ปริมาตรบ่อ: 4300 ลิตร

สารเคมีที่ใช้: Dp-100 Degreasing Powder (ยาล้างไขมันแบบด่าง)

อัตราส่วนที่ผสม: 50 กรัม/ลิตร

เคมีที่ใช้ผสมจริง: 215 กิโลกรัม

การควบคุมเคมี: 50-70 กรัม/ลิตร

ตรวจสอบเคมี: การไตเตรท (titration)

อุณหภูมิที่ควบคุม: 50-60 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 3.11 การล้างคราบไขมัน

ที่มา : บริษัท นิซชิน อิเล็กทริก (ประเทศไทย) (2564)

3) นำชิ้นงานมาล้างน้ำเปล่า 2 รอบ เพื่อล้างคราบน้ำยาอัลคาไลน์ที่เกาะบนผิวชิ้นงานออก (ภาพที่ 3.12) น้ำดังกล่าวจะถูกส่งเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อรอการบำบัดต่อไป (บ่อที่ 2 และ 3)

ปริมาตรบ่อ: 1000 ลิตร

เคมีที่ใช้: น้ำสะอาด

อัตราส่วนที่ผสม: ไหลต่อเนื่อง

เคมีที่ใช้ผสมจริง: 4-8 ลิตร / นาที

ควบคุมพีเอช: 6.0 8.0

วิธีตรวจสอบเคมี: เครื่องวัดพีเอช

อุณหภูมิที่ควบคุม: อุณหภูมิห้อง



ภาพที่ 3.12 การล้างคราบน้ำยาอัลคาไลน์

ที่มา : บริษัท นิซชิน อิเลคทริค (ประเทศไทย) (2564)

4) นำชิ้นงานมาแช่ขังบ่อกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ดังแสดงในภาพที่ 3.13 เพื่อเปิดผิวงานก่อนการชุบ (น้ำเสียที่เกิดจากขั้นตอนนี้ที่มีกรดไฮโดรคลอริก เป็นส่วนประกอบหลักจะถูกถ่ายใส่ถัง IBC1000 ลิตรเพื่อการส่งกำจัด) (บ่อที่ 4)

ปริมาตรบ่อ: 2800 ลิตร

เคมีที่ใช้: กรดไฮโดรคลอริก และตัวเพิ่มประสิทธิภาพในกรด

อัตราส่วนที่ผสม: 350 มิลลิลิตร/ลิตร & 10 มิลลิลิตร/ลิตร

เคมีที่ใช้ผสมจริง: 980 ลิตร & 28 ลิตร

การควบคุมเคมี: 200-350 มิลลิลิตร/ลิตร

วิธีตรวจสอบเคมี: การไตเตรท

ควบคุมสารปนเปื้อน: Atomic absorption spectrophotometer (AAS)

ค่าเหล็ก (Fe): 2500 ppm

ค่าทองแดง (Cu): 5 ppm

อุณหภูมิที่ควบคุม: อุณหภูมิห้อง



ภาพที่ 3.13 นำชิ้นงานมาแช่ขังบ่อกรดไฮโดรคลอริก

ที่มา : บริษัท นิซชิน อิเลคทริค (ประเทศไทย) (2564)

5) นำชิ้นงานมาล้างน้ำเปล่า 2 รอบ เพื่อล้างกรดไฮโดรคลอริกออก ใช้เวลา 5-15 วินาที ถ้าหากไม่มีการล้างน้ำเปล่าในขั้นตอนนี้จะทำให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมี เช่น การจับเป็นตะกอนเคมี (บ่อที่ 5 และ 6)

ปริมาตรบ่อ: 1000 ลิตร

เคมีที่ใช้: น้ำสะอาด

อัตราส่วนที่ผสม: ไหลต่อเนื่อง

เคมีที่ใช้ผสมจริง: 4-8 ลิตร / นาที

ควบคุมพีเอช: 6.0 8.0

วิธีตรวจสอบเคมี: พีเอชมิเตอร์

อุณหภูมิที่ควบคุม: อุณหภูมิห้อง



ภาพที่ 3.14 การล้างน้ำเปล่าเพื่อล้างกรดไฮโดรคลอริก

ที่มา : บริษัท นิซชิน อิเลคทริค (ประเทศไทย) (2564)

6) นำชิ้นงานลงแช่ในบ่อโซเดียมไซยาไนด์ (NaCN) ดังแสดงในภาพที่ 3.15 แช่ไว้ประมาณ 2-20 นาที เพื่อปรับสภาพชิ้นงานให้เป็นกลาง ในขั้นตอนนี้จะก่อให้เกิดน้ำเสียที่มีส่วนประกอบของสารเคมีไซยาไนด์ จากนั้นจะถูกส่งทางท่อไปพักในบ่อพักน้ำเสียเพื่อรอการบำบัด (บ่อที่ 7)



ภาพที่ 3.15 นำชิ้นงานลงแช่ในบ่อโซเดียมไซยาไนด์

ที่มา : บริษัท นิซชิน อิเลคทริค (ประเทศไทย) (2564)

7) นำชิ้นงานลงบ่อน้ำสะอาดเพื่อล้างคราบโซเดียมไซยาไนด์ ดังแสดงในภาพที่

3.16 ออกให้สะอาดพร้อมทั้งขัดผิวชิ้นงาน (บ่อที่ 8 และ 9)

ปริมาตรบ่อ: 1000 ลิตร

เคมีที่ใช้: น้ำสะอาด

อัตราส่วนที่ผสม: ไหลต่อเนื่อง

เคมีที่ใช้ผสมจริง: 4-8 ลิตร / นาที

ควบคุมพีเอช: 6.0 8.0

วิธีตรวจสอบเคมี: พีเอชมิเตอร์

อุณหภูมิที่ควบคุม: อุณหภูมิห้อง



ภาพที่ 3.16 การล้างคราบโซเดียมไซยาไนด์

ที่มา: บริษัท นิชชิน อิเล็กทริก (ประเทศไทย) (2564)

8) นำชิ้นงานลงบ่อทำความสะอาดด้วยไฟฟ้า(*electro cleaning*) ดังแสดงในภาพที่

3.17 ซึ่งเป็นการช็อคไฟฟ้าชนิดต่าง โดยการกระตุ้นผิวด้วยกระแสไฟฟ้า เพื่อให้ชิ้นงานสะอาด ผลักสิ่งสกปรกออกจากชิ้นงาน โดยแช่ไว้ ประมาณ 20-60 วินาที (บ่อที่ 10)

ปริมาตรบ่อ: 1400 ลิตร

เคมีที่ใช้: โซดาไฟ (Sodium hydroxide; NaOH)

อัตราส่วนที่ผสม: 40 กรัม / ลิตร

เคมีที่ใช้ผสมจริง: 56 กิโลกรัม

การควบคุมเคมี: 30-50 กรัม/ลิตร

วิธีตรวจสอบเคมี: การไตเตรท

อุณหภูมิที่ควบคุม: 50-60 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 3.17 นำชิ้นงานลงบ่อทำความสะอาดด้วยไฟฟ้า

ที่มา : บริษัท นิชชิน อิเลคทริค (ประเทศไทย) (2564)

9) นำชิ้นงานลงบ่อน้ำสะอาด พักไว้รอการลงบ่อซบสังกะสีไซยาไนด์ ($Zn(CN)_2$)
(บ่อที่ 11 และ 12)

ปริมาตรบ่อ: 1000 ลิตร

เคมีที่ใช้: น้ำสะอาด

อัตราส่วนที่ผสม: ไหลต่อเนื่อง

เคมีที่ใช้ผสมจริง: 4-8 ลิตร / นาที

ควบคุมพีเอช: 6.0 8.0

วิธีตรวจสอบเคมี: พีเอชมิเตอร์

อุณหภูมิที่ควบคุม: อุณหภูมิห้อง



ภาพที่ 3.18 การพักชิ้นงานเพื่อรอซบสังกะสีไซยาไนด์

ที่มา : บริษัท นิชชิน อิเลคทริค (ประเทศไทย) (2564)

10) นำชิ้นงานลงบ่อซบสังกะสีไซยาไนด์ ดังแสดงในภาพที่ 3.19 แช่เป็นเวลา 30 นาที (บ่อที่ 13)

ปริมาตรบ่อสังกะสี: 7700 ลิตร (บ่อซบ 5,700 ลิตร + บ่อหมัก 2,000 ลิตร)

เคมีที่ใช้: สังกะสี (Zn Metal)

: โซดาไฟ

: น้ำยาเงา

: น้ำยาเร่งซอก

: น้ำยาคำจัดโลหะ

: น้ำยาปรับสภาพน้ำ

อัตราส่วนผสม: สังกะสี 13 กรัม/ลิตร

: โซดาไฟ 130 กรัม/ลิตร

: น้ำยาเงา 15 มิลลิลิตร/ลิตร

: น้ำยาเร่งซอก 0.25 มิลลิลิตร/ลิตร

: น้ำยาคำจัดโลหะ 1.00 มิลลิลิตร/ลิตร

: น้ำยาปรับสภาพน้ำ 1.00 มิลลิลิตร/ลิตร

เคมีที่ใช้ผสมจริง: สังกะสี 94 กิโลกรัม

: โซดาไฟ 1,000 กิโลกรัม

: น้ำยาเงา 115.5 ลิตร

: น้ำยาเร่งซอก 2.0 ลิตร

: น้ำยาคำจัดโลหะ 7.7 ลิตร

: น้ำยาปรับสภาพน้ำ 7.7 ลิตร

การควบคุมเคมี : สังกะสี 8 – 15 กรัม/ลิตร

: โซดาไฟ กรัม/ลิตร 110-140 กรัม/ลิตร

: น้ำยาเงา 1 L/ 3,200 - 5,300 A-hr

: น้ำยาเร่งซอก 1L/1-5L (Colzinc ACF-II)

: น้ำยาคำจัดโลหะ 1 L / 20-40 L (Colzinc ACF-II)

: น้ำยาปรับสภาพน้ำ 1 L / 20- 40 L (Colzinc ACF-ID)

วิธีตรวจสอบเคมี : การไตเตรท

ปริมาตรบ่อโซดาไนต์: 1200 ลิตร

สารเคมีที่ใช้: โซยาไนต์ 50 กิโลกรัม



ภาพที่ 3.19 นำชิ้นงานลงบ่อชุบ ZINC CYANIDE ($Zn(CN)_2$)

ที่มา : บริษัท นิซชิน อิเล็กทริค (ประเทศไทย) (2564)

11) นำชิ้นงานล้างด้วยน้ำสะอาดเพื่อล้างคราบสังกะสีโซยาไนต์ออกพร้อมทั้งเป่าลมไล่คราบเคมีออกให้หมด ในขั้นตอนนี้จะก่อให้เกิดน้ำเสียที่มีส่วนประกอบของสารเคมีสังกะสีโซยาไนต์ จากนั้นจะถูกส่งทางท่อไปพักในบ่อพักน้ำเสียเพื่อรอการบำบัด (บ่อที่ 14 และ 15)

ล้างน้ำครั้งที่ 1

ปริมาณบ่อ: 2800 ลิตร

เคมีที่ใช้: น้ำสะอาด

อัตราส่วนที่ผสม: น้่านิ่ง (Still Water)

ควบคุมพีเอช: 6.0 8.0

วิธีตรวจสอบเคมี: พีเอชมิเตอร์

อุณหภูมิที่ควบคุม : อุณหภูมิห้อง

ล้างน้ำครั้งที่ 2

ปริมาณบ่อ: 1000 ลิตร

เคมีที่ใช้: น้ำสะอาด

อัตราส่วนที่ผสม: น้่านิ่ง

ควบคุมพีเอช: 6.0 8.0

วิธีตรวจสอบเคมี: พีเอชมิเตอร์

อุณหภูมิที่ควบคุม: อุณหภูมิห้อง



ภาพที่ 3.20 การล้างคราบสังกะสีไซยาไนด์

ที่มา : บริษัท นิซชิน อิเล็กทริก (ประเทศไทย) (2564)

12) นำชิ้นงานลงบ่อกรดไนตริก (บ่อที่ 16)

ปริมาตรบ่อ: 1200 ลิตร

เคมีที่ใช้: กรดไนตริก (Nitric Acid; HNO_3)

อัตราส่วนที่ผสม: 5 มิลลิลิตร / ลิตร

เคมีที่ใช้ผสมจริง: 6 ลิตร

ควบคุมพีเอช: 1.5-2.0

วิธีตรวจสอบเคมี: พีเอชมิเตอร์

อุณหภูมิที่ควบคุม: อุณหภูมิห้อง



ภาพที่ 3.21 การล้างคราบกรดไนตริก

ที่มา : บริษัท นิซชิน อิเล็กทริก (ประเทศไทย) (2564)

13) นำชิ้นงานล้างด้วยน้ำสะอาดเพื่อล้างคราบกรดไนตริก 2 รอบ (บ่อที่ 17 และ

18)

ปริมาตรบ่อ: 1000 ลิตร

เคมีที่ใช้: น้ำสะอาด

อัตราส่วนที่ผสม: Still Water (น้ำนิ่ง)

ควบคุมพีเอช: 6.0-8.0

วิธีตรวจสอบเคมี: พีเอชมิเตอร์

อุณหภูมิที่ควบคุม: อุณหภูมิห้อง

14) นำชิ้นงานลงแช่บ่อโครเมียมตามที่ลูกค้าต้องการ ตามเวลาที่กำหนด ในขั้นตอนนี้จะก่อให้เกิดน้ำเสียที่มีส่วนประกอบของสารเคมีโครเมียม แล้วจะถูกส่งทางท่อไปพักในบ่อพักน้ำเสียเพื่อรอการบำบัด (บ่อที่ 19) ดังแสดงในภาพที่ 3.22

ปริมาตรบ่อ: 1200 ลิตร

เคมีที่ใช้: โครเมตสีฟ้า (Cr^{3+})

อัตราส่วนที่ผสม: 50 มิลลิลิตร / ลิตร

เคมีที่ใช้ผสมจริง 60 ลิตร

การควบคุมเคมี: 50 - 70 มิลลิลิตร/ลิตร

วิธีตรวจสอบเคมี: X-Ray (W-C-LB-021)

ควบคุมสารปนเปื้อน: Atomic absorption spectrophotometer (AAS)

& X-Ray

ค่าเหล็ก (Fe): 150 ppm

ค่าทองแดง (Cu): 5 ppm

ค่าสังกะสี (Zn): 15000 ppm (15 g/L)

ควบคุมพีเอช: 2.0-2.2

เวลาทำโครเมต: 30-90 วินาที

อุณหภูมิที่ควบคุม: อุณหภูมิห้อง



ภาพที่ 3.22 นำชิ้นงานลงแช่บ่อโครเมียม

ที่มา : บริษัท นิชชิน อิเลคทริค (ประเทศไทย) (2564)

15) นำชิ้นงานลงล้างบ่อน้ำสะอาด 2 รอบ (ภาพที่ 3.23) เพื่อกำจัดคราบ โครเมียม (บ่อที่ 20 และ 21)

ปริมาตรบ่อ : 1000 ลิตร

เคมีที่ใช้ : น้ำสะอาด

อัตราส่วนที่ผสม : ไหลต่อเนื่อง

เคมีที่ใช้ผสมจริง : 4-8 ลิตร / นาที

ควบคุมพีเอช : 6.0 8.0

วิธีตรวจสอบเคมี : พีเอชมิเตอร์

อุณหภูมิที่ควบคุม : อุณหภูมิห้อง



ภาพที่ 3.23 นำชิ้นงานลงล้างบ่อน้ำสะอาด

ที่มา : บริษัท นิชชิน อิเลคทริค (ประเทศไทย) (2564)

16) นำชิ้นงานลงแช่ในบ่อน้ำร้อน

ปริมาตรบ่อ : 1000 ลิตร

เคมีที่ใช้ : น้ำสะอาด

อัตราส่วนที่ผสม : น้ำนิ่ง

เคมีที่ใช้ผสมจริง : 4-8 ลิตร / นาที

ควบคุมพีเอช : 6.0-8.0

วิธีตรวจสอบเคมี : เครื่องวัดพีเอช

อุณหภูมิที่ควบคุม : อุณหภูมิห้อง



ภาพที่ 3.24 นำชิ้นงานลงแช่ในบ่อน้ำร้อน

ที่มา : บริษัท นิซชิน อิเลคทริค (ประเทศไทย) (2564)

17) นำชิ้นงานขึ้นจากบ่อน้ำร้อนและเป่าลมให้แห้ง ดังแสดงในภาพที่ 3.25



ภาพที่ 3.25 การทำชิ้นงานให้แห้ง

ที่มา : บริษัท นิซชิน อิเลคทริค (ประเทศไทย) (2564)

18) นำชิ้นงานมาอบอุณหภูมิ 80 - 100 °C ดังแสดงในภาพที่ 3.26

แช่ไว้ประมาณ 20 - 30 นาที

อุณหภูมิ : 70 องศาเซลเซียส

เวลา : 10 -15 นาที



ภาพที่ 3.26 การอบชิ้นงาน

ที่มา : บริษัท นิซชิน อิเล็กทริก (ประเทศไทย) (2564)

จะเห็นได้ว่า กระบวนการชุบโลหะ จะมีการใช้สารเคมีเข้ามาเกี่ยวข้องในแต่ละขั้นตอน โดยมีน้ำเป็นตัวกลางในการดำเนินการ ดังนั้น ทางบริษัทจึงต้องมีการสร้างระบบบำบัดน้ำเสียขึ้นมาสำหรับจัดการคุณภาพน้ำจากกระบวนการผลิตก่อนปล่อยออกสู่ภายนอกบริษัทให้เป็นไปตามมาตรฐานหรือข้อกำหนดของทางนิคมอุตสาหกรรม

3. นำเสียน้ำจากกระบวนการผลิต

การใช้น้ำส่วนใหญ่ในโรงงานประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ ขั้นตอนการชุบจะใช้น้ำที่มีความสะอาดสูงหรือมีแร่ธาตุปนเปื้อนน้อย เช่น น้ำปราศจากแร่ธาตุ (demineral water) และส่วนขั้นตอนการล้างจะใช้น้ำประปาหรือน้ำบาดาลเป็นหลัก โดยทั่วไปจะไม่มีกรทิ้งน้ำในส่วนขั้นตอนการชุบที่มีการเติมซดเชกการแดรกเอาท์ (drag out) จึงมีการใช้น้ำในส่วนขั้นตอนการชุบไม่มากนัก ดังนั้น การใช้น้ำโรงงานโดยส่วนใหญ่จึงมาจากการใช้ในขั้นตอนการล้างชิ้นงานหลังจากการชุบ สามารถแบ่งลักษณะการใช้น้ำตามกระบวนการผลิตได้ ดังนี้

3.1 ขั้นตอนการเตรียมผิวชิ้นงาน เป็นการกำจัดไขมันด้วยการล้างในสารละลายด่างร้อน โซเดียมไฮดรอกไซด์และการกำจัดสนิมด้วยการจุ่มลงในด่างน้ำกรดเกลือหรือกรดไฮโดรคลอริก ซึ่งน้ำที่ใช้ในกระบวนการนี้ส่วนใหญ่ คือ น้ำประปา ซึ่งจะเป็น การล้างสารเคมีออกจากผิวชิ้นงาน เพื่อให้มีความสะอาดก่อนส่งไปยังขั้นตอนถัดไป โดยน้ำเสียที่เกิดขึ้นจะปนเปื้อนไปด้วยสารเคมีที่เป็นกรดและด่างเป็นส่วนใหญ่

3.2 ขั้นตอนการชุบ จะใช้น้ำเป็นส่วนผสมของน้ำยาชุบโลหะ โดยทั่วไปจะใช้น้ำที่มีความสะอาดสูง เช่น น้ำปราศจากไอออน (deionized water, DI) น้ำที่ปราศจากแร่ธาตุ (demineral water, D

Min) หรือน้ำกลั่น เนื่องจากการใช้น้ำที่มีความสะอาดสูงจะทำให้ไม่เกิดการปนเปื้อนในน้ำยาชุบโลหะ ชิ้นงานที่ชุบได้จะมีคุณภาพดี

3.3 ขั้นตอนการล้าง เป็นกระบวนการที่มีการใช้น้ำมากที่สุด โดยใช้น้ำสำหรับล้างทำความสะอาดชิ้นงานหลังจากชุบเสร็จ ซึ่งน้ำในส่วนนี้มีทั้งการใช้น้ำประปา น้ำปราศจากไอออน และน้ำที่ปราศจากแร่ธาตุ ขึ้นกับมาตรฐานและความสะอาด ที่ต้องการของแต่ละโรงงาน น้ำเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการนี้จะเป็นอันตรายสูงเนื่องจาก เจือปนไปด้วยโลหะหนัก

4. วัตถุประสงค์และสารเคมีในกระบวนการชุบโลหะ

สามารถแบ่งชนิดของวัตถุประสงค์และสารเคมี ตามลักษณะกระบวนการผลิตได้ดังนี้

4.1 ขั้นเตรียมผิวชิ้นงาน สารเคมีที่ใช้ในกระบวนการนี้ประกอบด้วยด่างหรือโซเดียม ไฮดรอกไซด์ ซึ่งใช้สำหรับการล้างไขมันออกจากผิวชิ้นงาน กรดเกลือหรือ กรดไฮโดรคลอริก ซึ่งใช้สำหรับการกำจัดสนิมออกจากผิวชิ้นงาน และกรดกำมะถันหรือกรดซัลฟิวริก ซึ่งใช้สำหรับกระตุ้นผิวชิ้นงาน ก่อนที่จะทำการชุบ

4.2 กระบวนการชุบผิว สามารถแบ่งออกตามลักษณะของโลหะที่ใช้ชุบลงบนผิวชิ้นงาน ดังต่อไปนี้

4.2.1 กระบวนการชุบซิงค์ไซยาไนด์ ประกอบด้วยสารเคมีหลักดังนี้

- โซเดียมไซยาไนด์ (Sodium Cyanide; NaCN)
- โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium Hydroxide; NaOH)
- สังกะสีไซยาไนด์ (Zinc Cyanide; Zn(CN)₂)
- โซเดียมซัลไฟด์ (Sodium Sulphide; Na₂S)
- PREFLEX 167

4.2.2 กระบวนการชุบโครเมียม ประกอบด้วยสารเคมีหลักดังนี้

- กรดโครมิก (Chromic acid)
- กรดซัลฟิวริก (Sulfuric acid)

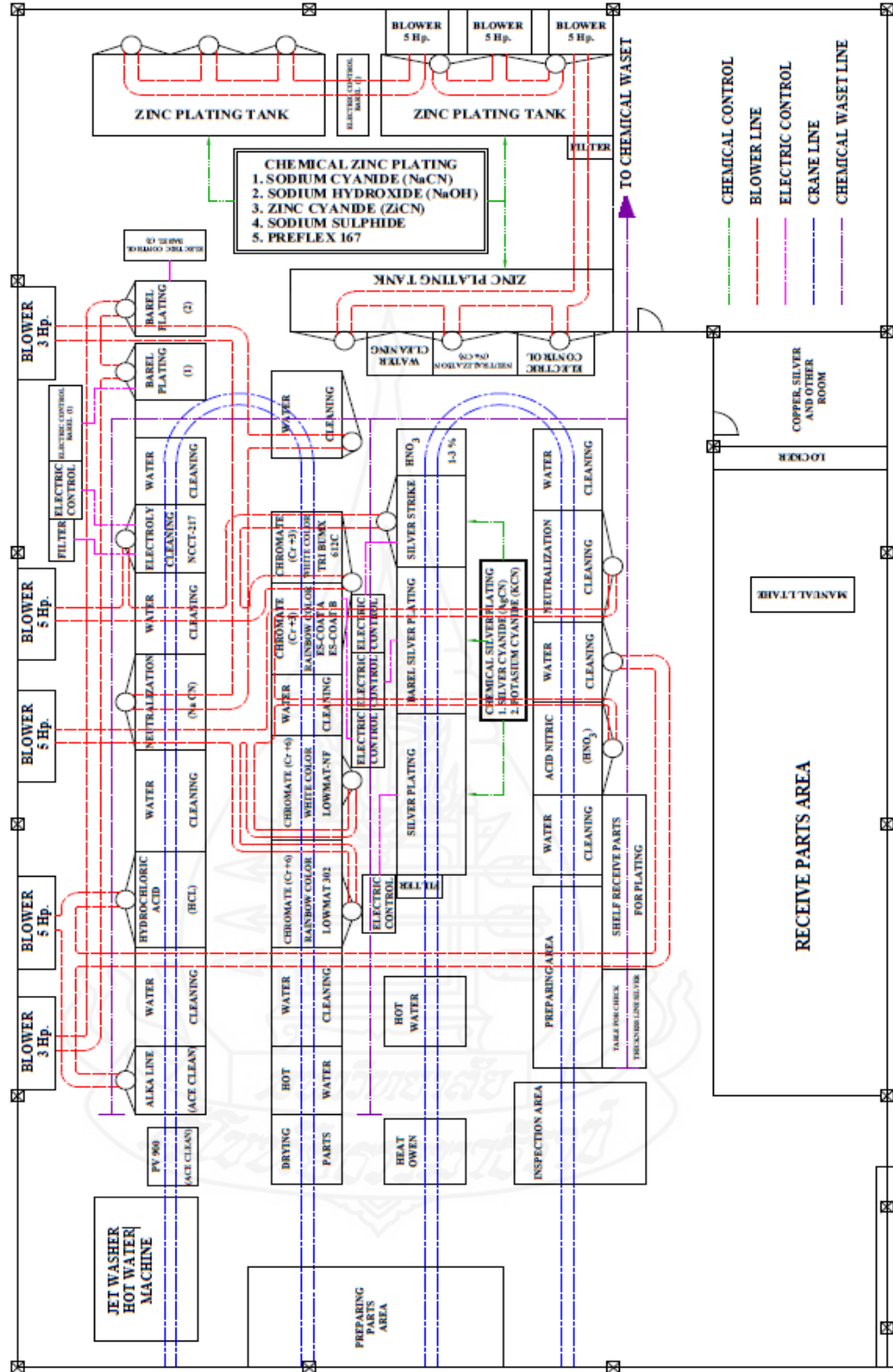
ในอุตสาหกรรมชุบโลหะจะมีการสูญเสียวัตถุดิบและสารเคมี ไปกับน้ำล้างต่าง ๆ ก่อให้เกิดน้ำเสียที่มีการปนเปื้อนด้วยโลหะหนัก ซึ่งเป็นอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม น้ำเสียที่จะปล่อยทิ้งต้องมีการจัดการอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ

5. แผนผังขั้นตอนการชุบโลหะและการเกิดน้ำเสีย

แผนผังตำแหน่งกระบวนการชุบโลหะ แสดงดังภาพที่ 3.27 โดยสารเคมีที่ใช้ในกระบวนการนี้จะอยู่ในรูปแบบน้ำเสีย และถูกนำไปจัดการต่อผ่านระบบบำบัดน้ำเสีย ซึ่งแผนผังการน้ำเสียในแต่ละกระบวนการชุบโลหะแสดงดังภาพที่ 3.28

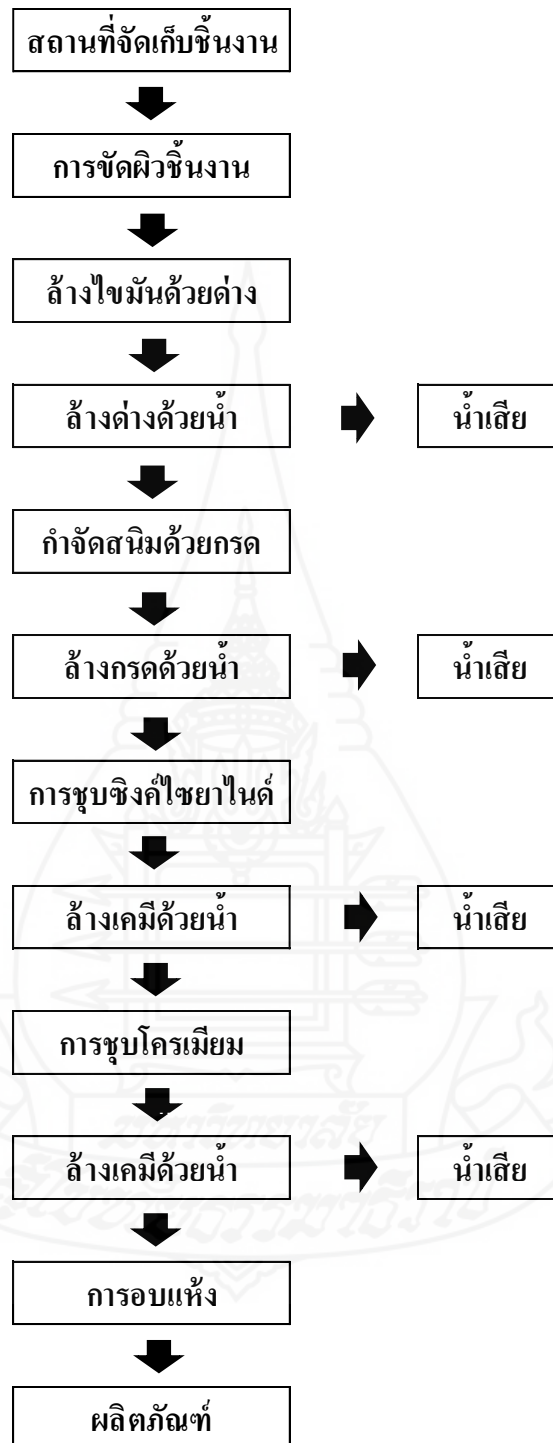


LAYOUT OF PLATING ROOM



ภาพที่ 3.27 แผนผังห้องชุบโลหะ

ที่มา : บริษัท นิซชิน อิเล็กทริก (ประเทศไทย) (2564)



ภาพที่ 3.28 แผนผังแสดงขั้นตอนการเกิดน้ำเสียจากการชุบโลหะซิงค์โครเมียม-โครเมียม
ที่มา : บริษัท นิซชิน อิเลคทริค (ประเทศไทย) (2564)

6. การจัดการน้ำเสียของโรงงาน

น้ำเสียที่เกิดขึ้นมาจาก 3 แหล่งกำเนิด ได้แก่ โรงอาหาร ห้องน้ำ และน้ำเสียจากกระบวนการชุบโลหะ จะมีลักษณะและวิธีการจัดการแตกต่างกัน ดังนี้

6.1 น้ำเสียจากโรงอาหาร จัดการ โดยการเติมจุลินทรีย์และใช้ระบบเติมอากาศ

6.2 น้ำเสียจากห้องน้ำ จะไหลผ่านบ่อเกรอะสู่ท่อรวมของนิคมอุตสาหกรรมเพื่อบำบัดรวมกับโรงงานอื่นๆ

6.3 น้ำเสียจากกระบวนการชุบโลหะ น้ำเสียจากกิจกรรมนี้จะเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานโดยลงท่อแยก 3 ท่อ ได้แก่ ท่อกรดต่าง ท่อไซยาไนด์ และท่อโครเมียม ซึ่งมาจากการเปลี่ยนถ่ายบ่อเคมี 6 เดือนต่อครั้ง ทางโรงงานจะดำเนินการเก็บตัวอย่างน้ำประจำเดือน โดยบริษัทภายนอกที่บริเวณระบบบำบัด เพื่อวิเคราะห์ผลการบำบัดของแต่ละพารามิเตอร์ให้ไม่เกินค่ามาตรฐานตามที่นิคมอุตสาหกรรมกำหนด ก่อนปล่อยออกสู่ท่อรวมภายในนิคมอุตสาหกรรมต่อไป โดยไม่มีการนำกลับมาใช้ใหม่ สำหรับภาคตะกอนที่เหลือหลังการบำบัดน้ำเสีย ซึ่งจัดเป็น โลหะหนัก จะส่งกำจัดโดยบริษัทจากภายนอกที่ได้รับอนุญาตจากกรมโรงงานอุตสาหกรรม



ภาพที่ 3.29 ภาพแสดงจุดปล่อยน้ำจากกระบวนการผลิตลงบ่อรองรับน้ำเสีย

ที่มา : บริษัท นิซชิน อิเล็กทริค (ประเทศไทย) (2564)

บทที่ 4

การจัดการน้ำเสีย

1. แหล่งกำเนิด ลักษณะ และปริมาณน้ำเสีย

น้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการในโรงงานจากหลายแหล่งกำเนิดในปริมาณต่างๆ โดยจะต้องศึกษาแหล่งกำเนิด ลักษณะของน้ำเสียเบื้องต้นและปริมาณน้ำเสียก่อนที่จะเข้าสู่กระบวนการบำบัดเพื่อการเตรียมการบำบัดให้เหมาะสมกับน้ำเสียที่เกิดขึ้นจริง ดังนี้

1.1 แหล่งกำเนิดน้ำเสียและลักษณะน้ำเสียภายในโรงงาน

น้ำเสียจากโรงงานผลิตชิ้นส่วนโลหะ มีน้ำเสียจาก 2 แหล่งคือ น้ำเสียจากกระบวนการผลิตของโรงงาน และน้ำเสียจากระบบสาธารณูปโภค เช่น โรงอาหาร สำนักงาน ซึ่งมีสมบัติที่แตกต่างกัน โดยที่น้ำเสียจากกระบวนการผลิตมีอัตราส่วน BOD ต่อ COD ต่ำกว่า 0.4 เหมาะสำหรับการบำบัดด้วยวิธีทางเคมี ซึ่งโดยปกติ น้ำเสียจะมีค่าอัตราส่วน BOD ต่อ COD ประมาณ 0.4 - 0.8 น้ำเสียที่มีอัตราส่วน BOD ต่อ COD ต่ำแสดงว่ามีอัตราส่วนของสารที่จุลินทรีย์ไม่สามารถย่อยสลายได้อยู่มาก และน้ำเสียที่มี อัตราส่วน BOD ต่อ COD สูงแสดงว่ามีอัตราส่วนของสารที่จุลินทรีย์สามารถย่อยสลายได้ง่ายอยู่มาก แหล่งกำเนิดมลพิษทางน้ำของทางบริษัทหรือน้ำเสียที่เกิดขึ้นภายใน โรงงานซึ่งเป็นน้ำเสียจากระบบสาธารณูปโภคและน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิต ดังนี้

1.1.1 ระบบสาธารณูปโภค แบ่งแยกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

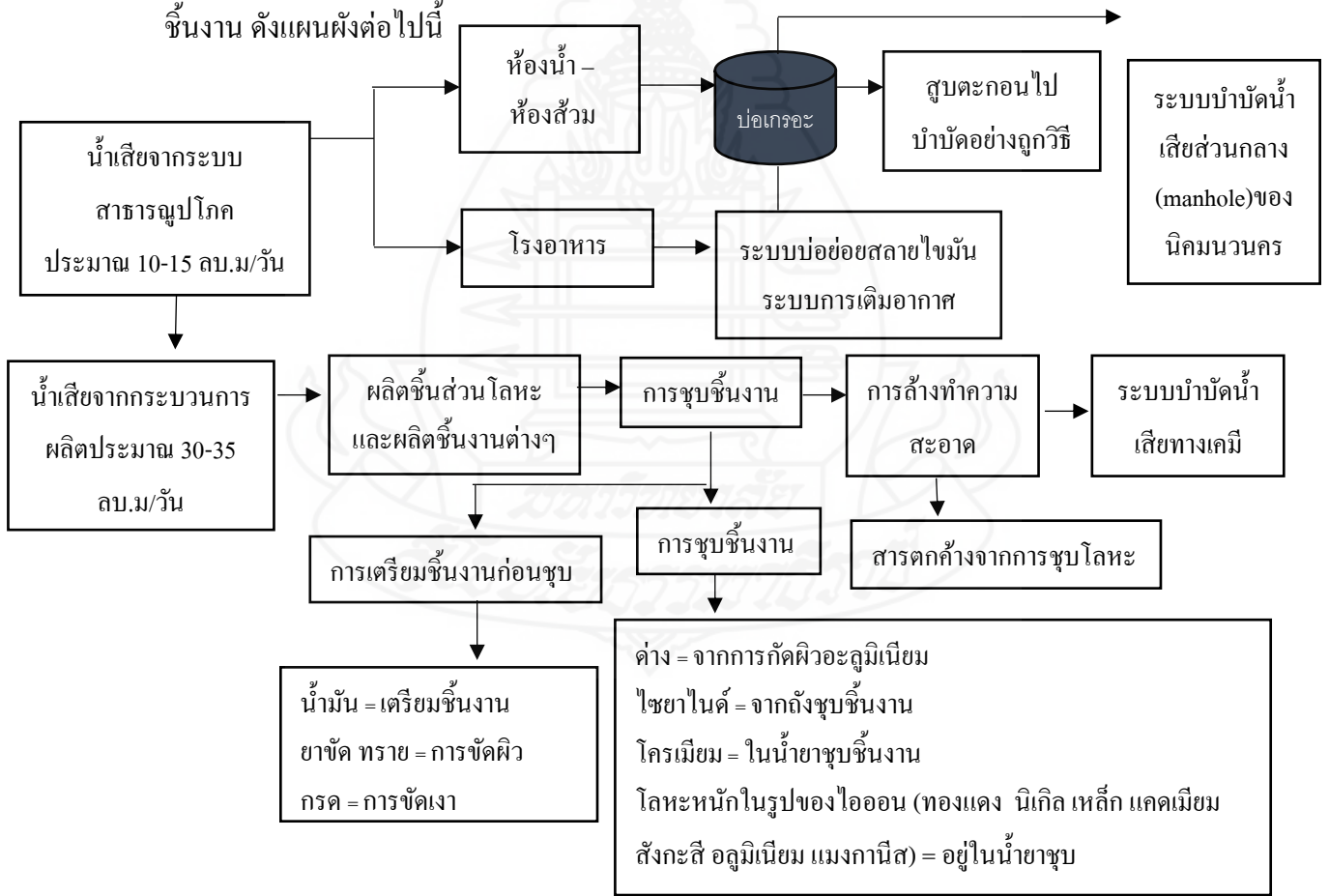
1) แหล่งกำเนิดน้ำเสียและลักษณะของน้ำเสียจากห้องน้ำ – ห้องส้วม น้ำเสียจากห้องน้ำ ห้องส้วม ซึ่งรองรับพนักงานทั้งโรงงานจำนวน 625 คน มีการใช้สบู่เหลว สารทำความสะอาด อื่นๆ สารฆ่าเชื้อ และสิ่งปฏิกูลต่างๆ เป็นจำนวนมาก ซึ่งโรงงานไม่มีกระบวนการบำบัดภายในโรงงานแต่จะมีบ่อเกรอะเพื่อให้เกิดการตกตะกอนและสูบตะกอนของเสียไปบำบัดอย่างถูกวิธี

2) แหล่งกำเนิดน้ำเสียและลักษณะของน้ำเสียจาก โรงอาหาร น้ำเสียจากโรงอาหารจะมีเศษอาหาร ไขมัน กากของเสียต่างๆ เป็นปริมาณมาก หากไม่มีการกำจัดออกก่อน จะส่งผลให้ท่อระบายน้ำเกิดการอุดตัน การใช้บ่อดักไขมันและติดตั้งชุดเคมีเอนไซม์สำหรับย่อยสลายไขมัน จะสามารถกำจัดไขมันได้มากกว่าร้อยละ ๖๐ บ่อดักไขมันมีทั้งแบบ สำเร็จรูป หรือสร้างเอง

ได้โดยจะต้องดักไขมันและน้ำมันออกไปกำจัดทุกวัน ภายในบ่อมีระบบการเติมอากาศเพื่อให้จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสิ่งสกปรกในน้ำเสีย และใช้กวนน้ำเสียให้สัมผัสกับจุลินทรีย์อย่างทั่วถึง น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วจะมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งก่อนปล่อยลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสียส่วนกลาง (manhole) ของนิคมอุตสาหกรรมนวนคร

1.1.2 กระบวนการผลิต

ในกระบวนการชุบโลหะ เช่น โครเมียม สังกะสี ทองแดงด้วยไฟฟ้ามีหลายขั้นตอน เช่น การเตรียมผิวของชิ้นงานก่อนชุบ การชุบเคลือบผิวด้วยไฟฟ้า และการทำความสะอาดผิวหลังการชุบ เป็นต้น จะเห็นได้ว่าในแต่ละขั้นตอนจะมีการใช้กรด ต่าง และสารเคมีต่าง ๆ ซึ่งเป็นส่วนประกอบ ของสารละลาย อิเล็กโตรไลต์ที่ใช้ชุบโลหะ หลังจากชุบโลหะเรียบร้อยแล้ว มีการนำชิ้นงานที่ชุบแล้วไปล้างทำความสะอาด ดังนั้น น้ำทิ้งที่ออกจากกระบวนการชุบโลหะ จะเต็มไปด้วยสารที่เป็นพิษ ซึ่งจำเป็นต้องอย่างยิ่งที่จะต้องบำบัดก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ มีการใช้กรด ต่าง และสารเคมีต่าง ๆ ในแต่ละขั้นตอนแตกต่างกันน้ำเสียส่วนใหญ่มาจากกระบวนการชุบและล้างชิ้นงาน ดังแผนผังต่อไปนี้



ภาพที่ 4.1 แหล่งกำเนิดและปริมาณน้ำเสียจากกระบวนการต่างๆ ภายในโรงงาน

ที่มา : บริษัท นิซชิน อิเลคทริก (ประเทศไทย) (2564)

1.2 ปริมาณน้ำเสียจากในโรงงาน

น้ำเสียจากโรงอาหารมีปริมาณ 8 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน (m^3/d) ซึ่งโรงอาหารรองรับพนักงานทั้งสิ้นจำนวน 625 คน ซึ่งเมื่อรวมกับปริมาณน้ำเสียจากกระบวนการผลิตทำให้ปริมาณน้ำเสียที่ไหลออกมาของบริษัทแห่งนี้ รวมกัน ประมาณ 40 – 45 ลูกบาศก์เมตร/ต่อวัน การบำบัดน้ำเสียใช้กระบวนการทางเคมี (chemical Treatment) ซึ่งกรรมวิธีก็คือ การเติมปริมาณสารเคมีในสัดส่วนต่างๆ เพื่อทำปฏิกิริยากับสิ่งเจือปนในน้ำเสียซึ่งจะเปลี่ยนสถานะทางกายภาพของของแข็งแขวนลอยขนาดเล็กให้รวมกันเป็นขนาดใหญ่ วิธีการนี้จะใช้สำหรับน้ำเสียที่มีส่วนประกอบอย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้ คือ ค่าพีเอชสูงหรือต่ำเกินไป มีสารพิษ มีโลหะหนัก มีของแข็งแขวนลอยที่ตกตะกอนยาก มีไขมันและน้ำมันที่ละลายน้ำ มีไนโตรเจนหรือฟอสฟอรัสที่สูงเกินไป ทั้งนี้อุปกรณ์ที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางเคมี ได้แก่ บ่อรวมน้ำเสีย ถังกวนเร็ว ถังกวนช้า ถังตกตะกอน ถังกรอง

โดยจากกระบวนการผลิตของโรงงานทำให้เกิดน้ำทิ้งที่มีคุณลักษณะทางเคมีต่างกัน มีสารพิษ โลหะหนัก ของแข็งแขวนลอย ไขมันปะปนอยู่ในน้ำเสีย ทำให้แบ่งการทำงานออกเป็น 3 หน่วยย่อย โดยมีปริมาณน้ำเสีย ดังนี้

1.2.1 น้ำทิ้งประเภทไซยาไนด์ (CN Line) ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นโดยประมาณเท่ากับ 5-10 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน หรือ 300 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน

1.2.2 น้ำทิ้งประเภทโครเมียม (Cr Line) ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นโดยประมาณเท่ากับ 2-4 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน หรือ 100 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน

1.2.3 น้ำทิ้งประเภทกรดต่าง (AA Line) ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นโดยประมาณเท่ากับ 30-50 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน หรือ 1000 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน

1.3 ลักษณะน้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัดน้ำเสีย

ข้อมูลของน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบบำบัดที่มาจากกระบวนการผลิตของโรงงานซึ่งทำให้เกิดน้ำเสีย 3 ประเภทโดยมีการตรวจวัดคุณภาพของน้ำเสียแต่ละประเภทก่อนเข้าสู่ระบบบำบัด คือ ค่าความเป็นกรดต่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้า ของแข็งละลาย ของแข็งแขวนลอย น้ำมันและไขมัน สังกะสี โครเมียม ไซยาไนด์ และทองแดง ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำเสียก่อนเข้าสู่กระบวนการบำบัดน้ำเสีย

พารามิเตอร์	หน่วย	CN Line	Cr Line	AA Line
pH	-	9.88	9.45	6.26
ค่าการนำไฟฟ้า	us/cm	1,423	1,355	2,488
ของแข็งละลาย	mg/l	807	783	1,235
ของแข็งแขวนลอย	mg/l	15.7	3.8	89.0
น้ำมันและไขมัน	mg/l	-	-	6.2
Zinc	mg/l	<0.5	<0.5	2.21
Chromium	mg/l	<0.5	43.5	3.79
Cyanide	mg/l	4.5	-	<0.5
Copper	mg/l	<0.5	1.81	1.26

ที่มา : บริษัท นิซชิน อีเลคทริก (ประเทศไทย) (2564)

2. กระบวนการบำบัดน้ำเสีย

ระบบบำบัดน้ำเสียซึ่งควบคุมน้ำเสียที่จะถูกปล่อยลงสู่ท่อส่วนกลางของทาง บริษัท นวนคร จำกัด มีกระบวนการ ดังนี้



ภาพที่ 4.2 ระบบบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการผลิตของโรงงาน

ที่มา : บริษัท นิซชิน อีเลคทริก (ประเทศไทย) (2564)

2.1 กระบวนการบำบัดน้ำเสียจากระบบสาธารณสุขโลก

เมื่อน้ำผ่านการใช้งานในกิจกรรมต่างๆแล้วจะไหลเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียขั้นต้น ก่อนที่จะไหลเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียหลักของนิคม โดยไหลลงสู่บ่อ เพื่อรวบรวมน้ำเสียทั้งหมดไว้ในบ่อ แล้วปรับอัตราการไหลที่เปลี่ยนแปลงหรือไม่คงที่ให้เกิดความสมดุล

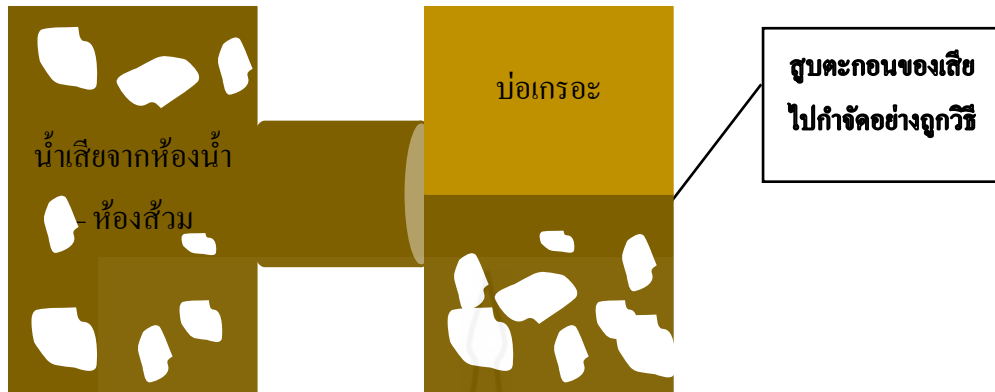
2.1.1 น้ำเสียจากโรงอาหาร เกิดจากการประกอบอาหารและการล้างภาชนะและอุปกรณ์ต่างๆ ซึ่งจะมีความสกปรกในรูปของไขมัน และสารอินทรีย์ปริมาณสูง กระบวนการบำบัด จะมีการคัดกรองเศษอาหาร เศษขยะออกก่อน เพื่อไม่ให้เศษอาหารเข้าระบบของบ่อดักไขมัน โดยน้ำทิ้งจากระบบสาธารณสุขโลกมีระบบย่อยสลายไขมันซึ่งจะมีการติดตั้งชุดเติมเอนไซม์สำหรับย่อยสลายไขมันโดยเลือกใช้ Enzyme “AQUA-M” ย่อยไขมัน ซึ่ง Enzyme “AQUA-M” เป็นส่วนผสมของจุลินทรีย์ต่างๆจะช่วยย่อยสลายไขมันให้มีขนาดของโมเลกุลเล็กลงกระทั่งกลายเป็นน้ำและคาร์บอนไดออกไซด์ในท้ายที่สุด ภายในบ่อมีการเติมอากาศเพื่อให้จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสิ่งสกปรกในน้ำเสียและช่วยกวนน้ำเสียให้จุลินทรีย์สามารถสัมผัสกับสิ่งสกปรกในน้ำเสียได้อย่างทั่วถึง



ภาพที่ 4.3 ขั้นตอนการบำบัดน้ำเสียจากโรงอาหาร

ที่มา : บริษัท นิซชิน อิเลคทริก (ประเทศไทย) (2564)

2.1.2 น้ำเสียจากห้องน้ำ – ห้องส้วม น้ำเสียจากการใช้งานแล้วจะไหลผ่านถังเกราะ เพื่อแยกเอากากของเสีย เช่น อุจจาระ กระดาษชำระ หรือสิ่งเจือปนอื่นๆ เพื่อให้จมตัวลงอยู่ด้านล่าง และส่วนที่เป็นน้ำลอยตัวขึ้นด้านบน โดยน้ำเสียบริเวณนี้จะมีการปนเปื้อนจากสารเคมีที่ใช้ในการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อจากการใช้งานแล้ว ซึ่งโรงงานไม่มีกระบวนการบำบัดภายในโรงงานแต่จะมีการต่อท่อเมนตรงให้ลงสู่เมนโฮลของนิคมอุตสาหกรรมนวนครเพื่อไปบำบัดร่วมกับโรงงานอื่นๆที่อยู่ภายในนิคมอุตสาหกรรมนวนคร



ภาพที่ 4.4 ขั้นตอนการบำบัดน้ำเสียจากห้องน้ำ – ห้องส้วม

ที่มา : บริษัท นิชชิน อิเลคทริก (ประเทศไทย) (2564)

2.2 กระบวนการบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการผลิต

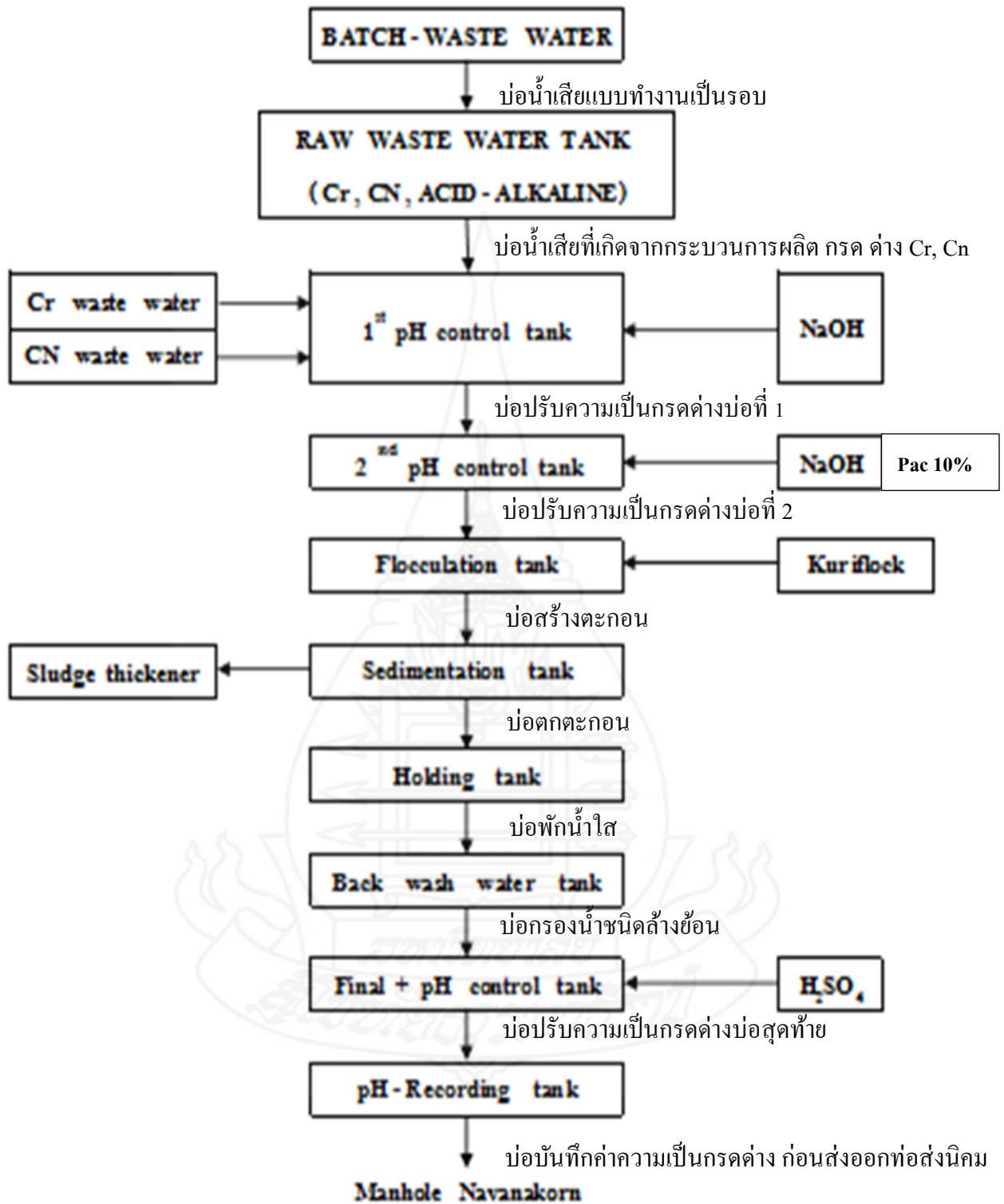
น้ำเสียจากกระบวนการผลิตในส่วนของผลิตชิ้นส่วนโลหะ ชุบซิงค์ ชุบไซยาไนต์ และไม่ใช่ไซยาไนต์ ผลิตอุปกรณ์สำหรับสถานีไฟฟ้าย่อย ออกแบบและผลิตภาชนะสำหรับบรรจุ ชิ้นงานซึ่งทำให้เกิดลักษณะของน้ำเสียที่มีสารพิษ โลหะหนัก ของแข็งแขวนลอย ไขมันปะปนอยู่ในน้ำเสียด้วยซึ่งน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตมีระบบการบำบัดในหลายขั้นตอน ได้แก่ บ่อน้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิต (raw wastewater tank) บ่อบำบัดตามคุณภาพสมบัติน้ำเสีย (reaction tank) บ่อปรับความเป็นกรดด่าง บ่อที่ 1 (1st pH control tank) บ่อปรับความเป็นกรดด่าง บ่อที่ 2 (2nd pH control tank) บ่อสร้างตะกอน (flocculation tank) บ่อตกตะกอน (sedimentation tank) บ่อพักน้ำใส (holding tank) บ่อกรองน้ำชนิดล้างย้อนกลับ (back wash water tank) บ่อปรับความเป็นกรด-ด่าง ครั้งสุดท้าย (final pH control tank) และบ่อบันทึกค่าความเป็นกรดด่าง (pH recording tank) ก่อนปล่อยเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียส่วนกลาง (manhole) ของนิคมอุตสาหกรรมนวนคร ส่วนน้ำเสียจากระบบสาธารณูปโภคมีเพียงบ่อดักไขมันและระบบเติมอากาศก่อนปล่อยตรงลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสียส่วนกลาง (manhole) ของนิคมอุตสาหกรรมนวนครเพื่อไปบำบัดร่วมกับโรงงานอื่นๆ ภายในนิคม

ระบบบำบัดเป็นแบบไม่ต่อเนื่อง (batch) เปิดระบบบำบัดทำงาน 24 ชั่วโมง แต่การบำบัดจะทำงานด้วยระบบอัตโนมัติ โดยน้ำจะค่อยๆ ไหลออกจากไลน์การผลิตชบ ซึ่งใน 1 สัปดาห์จะมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำยาเคมีของบ่อล้างโครเมียม ทำให้มีน้ำล้างที่ปนเปื้อนสารเคมีไหลเข้าระบบบ่อดักน้ำเสีย ลงบ่อไซยาไนต์ บ่อโครเมียม ซึ่งจากการตั้งระบบลูกลอย ในบ่อดักน้ำเสียจะตั้งไว้ 2 ค่า คือ ระดับสูง (level high) เพื่อให้เกิดการบำบัด และระดับต่ำ (level low) เพื่อหยุดระบบเมื่อน้ำเสีย

ไหลเข้าถึงจนระดับน้ำสูง โดยมอเตอร์สูบน้ำจะทำการปั้มน้ำขึ้นไปบำบัดจนถึงระดับลดลงมาที่ตั้งค่าเซตไว้ที่ระดับต่ำ (level low) ระบบลูกลอยจะหยุดมอเตอร์ปั้มน้ำก็จะหยุด เพื่อรอให้น้ำเสียจากไลน์ชุดใหม่เข้าระบบบำบัดน้ำเสียอีกครั้ง

กระบวนการบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการผลิตของโรงงานสะดวกและประหยัดค่าใช้จ่าย น้ำทิ้งที่มีคุณลักษณะทางเคมีต่างกันจะถูกแยกให้ไหลลงบ่อเก็บที่แตกต่างกัน โดยกระบวนการบำบัดสามารถแบ่งตามแผนภาพดังนี้





ภาพที่ 4.5 ขั้นตอนการบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการผลิตของโรงงาน
ที่มา : บริษัท นิซชิน อิเล็กทริก (ประเทศไทย) (2564)

2.2.1 บ่อน้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิต (raw waste water tank)

1) บ่อน้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิต ที่ออกมาจากกระบวนการชุบจะนำไปบำบัดก่อนทิ้งลงสู่ท่อสาธารณะ โดยจะมีน้ำเสียที่ปนเปื้อน 3 ประเภท

(1) น้ำทิ้งประเภทกรดและด่าง ซึ่งประกอบไปด้วยโลหะหนักซึ่งอยู่ในบ่อพักน้ำเสียที่มีค่าความเป็นกรดต่าง สูงซึ่งมีโลหะหนักตัวอื่นอยู่ การกำจัดโลหะหนักในน้ำทิ้งมาจากการกัดผิวโลหะ เพื่อกำจัดสนิมหรือกระตุ้นผิวก่อนการชุบหรือการ ขัดเงาชิ้นงานอลูมิเนียมด้วยโซดาไฟ โลหะหนักเหล่านี้ได้แก่ เหล็ก (Fe^{2+}) ทองแดง (Cu^{2+}) สังกะสี (Zn^{2+}) นอกจากนี้ยังมีโลหะจากน้ำยาชุบโดยตรงซึ่งเกิดจากการล้างชิ้นงานด้วยน้ำ ได้แก่ ทอง (Au^{3+}) นิกเกิล (Ni^{2+}) โครเมียม (Cr^{6+})

(2) น้ำทิ้งประเภทไซยาไนด์ ซึ่งได้มาจากน้ำยาชุบทองแดง น้ำยาชุบสังกะสีแบบไซยาไนด์ น้ำยาชุบทองแดงซึ่งอยู่ในบ่อพักน้ำเสียที่มีค่าสารเคมีไซยาไนด์สูงโดยไซยาไนด์ (CN^-) ไซยาไนด์อยู่ในรูป ที่เป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตจำเป็นจะต้องเปลี่ยนให้อยู่ในรูปที่เป็นพิษน้อยลง คือ ไซยาเนต (CNO^-) โดยใช้โซเดียมไฮโปคลอไรท์ (10% sodium hypochlorite; $NaOCl$) เปลี่ยน CN^- ไปเป็น CNO^- ก่อนแล้วทำปฏิกิริยาต่อไปเป็นก๊าซไนโตรเจน (N_2)



ภาพที่ 4.6 บ่อพักน้ำเสียที่ปนเปื้อนสารไซยาไนด์และการควบคุมจากระบบอัตโนมัติ

ที่มา : บริษัท นิซชิน อิเลคทริก (ประเทศไทย) (2564)

(3) น้ำทิ้งประเภทโครเมียม ซึ่งได้มาจากน้ำยาชุบโครเมียมหรือน้ำยาโครเมตในการชุบโครเมียม สารประกอบของโครเมียมที่ปนอยู่ในน้ำยาชุบเหล่านี้จะอยู่ใน รูปเฮกซะวาเลนซ์ โครเมียม Cr^{6+} (aq) ซึ่งเป็นพิษ และไม่ตกตะกอน จำเป็นจะต้องเปลี่ยน Cr^{6+} ให้อยู่ในรูป Cr^{3+} จึงจะทำการตกตะกอนได้ ซึ่งอยู่ในบ่อพักน้ำเสียที่มีค่าสารเคมีโครเมียมสูงโดยเฮกซะวา

เลขโครเมียม (Cr^{6+}) กำจัดโดยใช้โซเดียมไบซัลไฟต์ (sodium bisulfite; NaHSO_3) จะเกิดปฏิกิริยารีดักชันเปลี่ยน Cr^{6+} ไปเป็น Cr^{3+} เพื่อช่วยในการตกตะกอนของโครเมียมแล้วกำจัด Cr^{3+} ต่อไปโดยการตกตะกอนเป็น $\text{Cr}(\text{OH})_3$



ภาพที่ 4.7 บ่อพักน้ำเสียที่ปนเปื้อนสารโครเมียม

ที่มา : บริษัท นิชชิน อิเล็กทริก (ประเทศไทย) (2564)

2) การตรวจสอบลักษณะน้ำทิ้ง

โรงงานมีการตรวจสอบลักษณะน้ำทิ้งทั้งจาก 3 บ่อ เพื่อให้ทราบถึงปริมาณสารเคมีที่ใช้ในการบำบัดโลหะหนักนั้นๆ โดยการทำ Jar test ซึ่งมีวิธีการดังนี้

(1) ใช้น้ำเสีย 1,000 มล. เติมนมิกเกอร์ของชุด Jar test และเติมสารเคมี กวนเร็ว 1 นาทีหลังจาก นั้นเติมโพลิเมอร์กวนช้า 5 นาทีและทิ้งไว้ให้ตกตะกอน

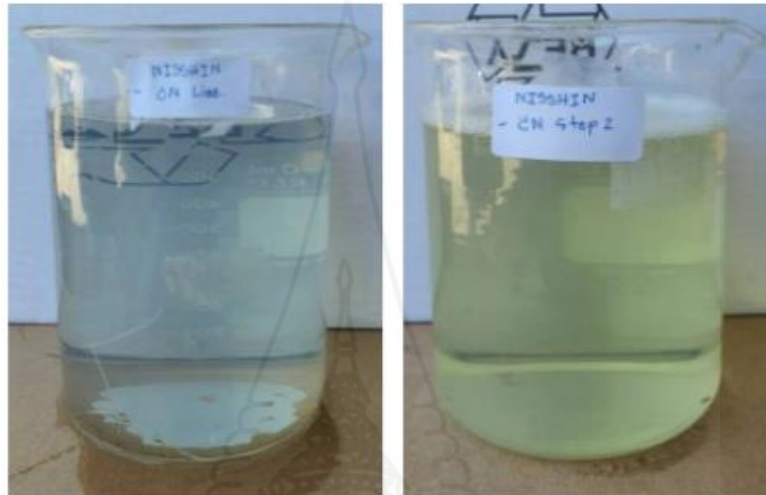
(2) วัดความเป็นกรดด่าง (pH) โดยจุ่มแท่งตรวจ (probe) ของเครื่องวัดความเป็นกรดด่าง (pH meter) ลงในน้ำที่ระดับความลึกประมาณครึ่งบีกเกอร์ระวังอย่าให้แท่งตรวจสัมผัสกับตะกอน หลังจากเครื่องแสดงคำว่า ready แล้วให้อ่านผลถึงค่าทัศนียมตำแหน่งที่สอง บันทึกผลลงในตารางบันทึกผลการทดลอง จากนั้นจึงวัดความเป็นกรดด่างของตัวอย่างน้ำในบีกเกอร์ที่เหลือจนครบ

(3) หลังเสร็จสิ้นการทดลอง นำตัวอย่างน้ำและสารเคมีไปทิ้งในบริเวณที่บริษัท ฯ กำหนด ล้างอุปกรณ์และเครื่องแก้วให้สะอาดแล้วจัดเก็บให้เรียบร้อย พร้อมทั้งทำความสะอาดพื้นที่ทำการทดลองแล้วให้เจ้าหน้าที่ของบริษัท ฯ ตรวจสอบความเรียบร้อยก่อนออกจากพื้นที่

3) ผลการทดลองประสิทธิภาพด้วยวิธีการ Jar test

(1) ผลการทดลองบ่อไฮยาไนต์ (CN Line)

ขั้นตอนที่ 1 ที่ pH 10.5-11 ใช้สารเคมี 50% NaOH ที่ความเข้มข้น 200 ppm และ 10% NaOCl ที่ความเข้มข้น 1,000 ppm



ภาพที่ 4.8 ลักษณะน้ำเสียก่อนและหลังการบำบัดของบ่อไฮยาไนต์
ที่มา : บริษัท นิซชิน อิเล็กทริก (ประเทศไทย) (2564)

ขั้นตอนที่ 2 ที่ pH 8.5-9 ใช้สารเคมี 50% H_2SO_4 ที่ความเข้มข้น 500 ppm และ 10% NaOCl ที่ความเข้มข้น 1,500 ppm

ผลการแสดงการบำบัดน้ำเสียก่อนและหลังในบ่อไฮยาไนต์โดยแสดงด้วยค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้า ของแข็งละลายซิงค์ โครเมียม ไฮยาไนต์ และทองแดง แสดงดังตาราง

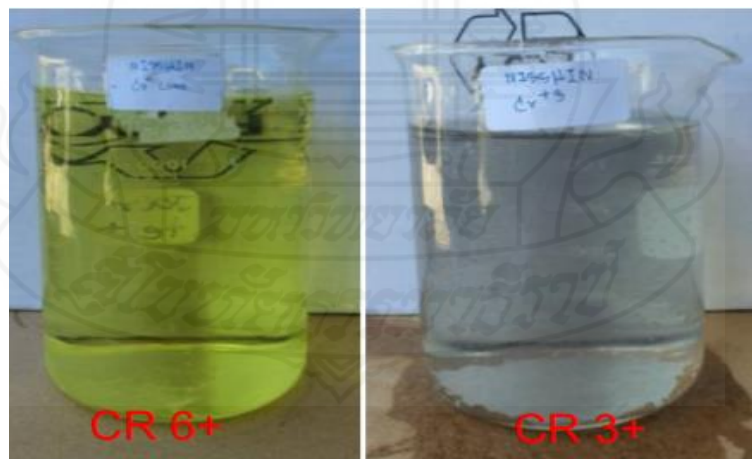
ตารางที่ 4.2 ลักษณะน้ำเสียก่อนและหลังการบำบัดของบ่อไซยาไนด์

พารามิเตอร์	หน่วย	Inlet CN	Outlet CN
pH	-	9.88	8.57
ค่าการนำไฟฟ้า	us/cm	1,423	6,877
ของแข็งละลาย	mg/l	807	3,452
Zinc	mg/l	<0.5	<0.5
Chromium	mg/l	<0.5	-
Cyanide	mg/l	4.5	<0.5
Copper	mg/l	<0.5	<0.5

ที่มา : บริษัท นิซชิน อิเล็กทริก (ประเทศไทย) (2564)

(2) ผลการทดลองบ่อโครเมียม (Cr Line)

ขั้นตอนที่ 1 ที่ pH 2-3 ใช้สารเคมี 50% H_2SO_4 ที่ความเข้มข้น 1,000 ppm และ 50% $NaHSO_3$ ที่ความเข้มข้น 3,000 ppm



ภาพที่ 4.9 ลักษณะน้ำเสียก่อนและหลังการบำบัดของบ่อโครเมียม

ที่มา : บริษัท นิซชิน อิเล็กทริก (ประเทศไทย) (2564)

ผลการแสดงการบำบัดน้ำเสียก่อนและหลังในบ่อโครเมียมโดยแสดงด้วยค่าความเป็นกรดต่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้า ของแข็งละลายซิงค์ โครเมียม ไซยาไนด์ และทองแดง แสดงดังตาราง

ตารางที่ 4.3 ลักษณะน้ำเสียก่อนและหลังการบำบัดของบ่อโครเมียม

พารามิเตอร์	หน่วย	Inlet Cr	Outlet Cr
pH	-	9.45	2.47
ค่าการนำไฟฟ้า	us/cm	1,355	4,312
ของแข็งละลาย	mg/l	783	2,120
Zinc	mg/l	<0.5	<0.5
Chromium	mg/l	43.5	41.6
Cyanide	mg/l	-	<0.5
Copper	mg/l	1.81	<0.5

ที่มา : บริษัท นิซชิน อีเลคทริก (ประเทศไทย) (2564)

(3) ผลการทดลองบ่อกรด

สารเคมีที่ใช้ ได้แก่ 10%PAC ที่ความเข้มข้น 800 ppm, 50%NaOH ที่ความเข้มข้น 500 ppm, Polymer ที่ความเข้มข้น 5 ppm และ 50% H₂SO₄ ที่ความเข้มข้น 200 ppm



ภาพที่ 4.10 ลักษณะน้ำเสียก่อนและหลังการบำบัดของบ่อกรด

ที่มา : บริษัท นิซชิน อีเลคทริก (ประเทศไทย) (2564)

ผลการบำบัดน้ำเสียก่อนและหลังในบ่อโครเมียมโดยแสดงด้วยค่าความเป็นกรดต่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้า ของแข็งละลาย ของแข็งแขวนลอย น้ำมันและไขมันซิงค์โครเมียม ไซยาไนต์ และทองแดง แสดงดังตาราง

ตารางที่ 4.4 ลักษณะน้ำเสียก่อนและหลังการบำบัดของบ่อกรด

พารามิเตอร์	หน่วย	AA Mixed	After Treat	STD.
pH	-	2.76	8.45	5.5-9.0
ค่าการนำไฟฟ้า	us/cm	3,654	2,355	-
ของแข็งละลาย	mg/l	1,890	1,283	<3,000
ของแข็งแขวนลอย	mg/l	78.0	5.4	<200
น้ำมันและไขมัน	mg/l	1.6	-	<10
Zinc	mg/l	1.39	0.38	<5.0
Chromium	mg/l	1.74	0.15	<1.0
Cyanide	mg/l	<0.5	-	<0.2
Copper	mg/l	1.96	0.26	<2.0

ที่มา : บริษัท นิซชิน อิเล็กทริก (ประเทศไทย) (2564)

โลหะหนักแต่ละตัวในระบบบำบัดด้วยสารเคมี มีค่าความเป็นกรดต่าง (pH) ในการตกตะกอน ดังนี้ โดย ปกติ Ni, Cu, Cr ตกตะกอนที่ค่าความเป็นกรดต่าง (pH) ใกล้เคียงกัน สามารถใช้ค่าความเป็นกรดต่าง (pH) ที่ประมาณ 9 ในการตกตะกอนได้

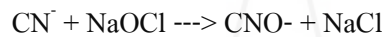
จากการทดลองด้วยวิธีการ Jar test ทำให้ทราบถึงโดยประมาณในการเติมสารเคมีแต่ละชนิดซึ่งมีปริมาณที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับปริมาณสารเคมีเดิมในถัง ดังต่อไปนี้

- สารเคมี NaOCl ปริมาณ 500 ลิตร ในกรณีที่ในถังมีสารเคมีต่ำกว่า 250 ลิตร จึงจะเติมสารเคมีลงในถัง
- สารเคมี NaHSO₃ ปริมาณ 500 ลิตร ในกรณีที่ในถังมีสารเคมีต่ำกว่า 250 ลิตร จึงจะเติมสารเคมีลงในถัง
- สารเคมี H₂SO₄ ปริมาณ 1,000 ลิตร ในกรณีที่ในถังมีสารเคมีต่ำกว่า 500 ลิตร จึงจะเติมสารเคมีลงในถัง
- สารเคมี NaOH ปริมาณ 1,000 ลิตร ในกรณีที่ในถังมีสารเคมีต่ำกว่า 500 ลิตร จึงจะเติมสารเคมีลงในถัง
- สารเคมี KURIFLOCK ปริมาณ 1,000 ลิตร ในกรณีที่ในถังมีสารเคมีต่ำกว่า 500 ลิตร จึงจะเติมสารเคมีลงในถัง
- สารเคมี 10 %Pac ปริมาณสารเคมีในถัง 2,000 ลิตร

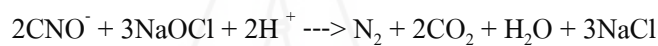
2.2.2 บ่อบำบัดตามลักษณะน้ำเสีย (reaction tank)

1) บ่อบำบัดไซยาไนด์ ($Cn - 1^{st} / Cn - 2^{st}$ Reaction Tank)

ไซยาไนด์ในน้ำทิ้งจากโรงงานชุบโลหะด้วยไฟฟ้ามีความเข้มข้นประมาณ 40-100 พีพีเอ็ม (ppm) จำเป็นต้องกำจัดให้อยู่ในรูปที่เป็นพิษน้อยลง คือ ไซยาเนต ด้วย โซเดียมไฮโปคลอไรต์ (10% sodium hypochlorite; NaOCl) ไซยาเนตมีความเป็นพิษน้อยกว่า ไซยาไนด์ถึง 1000 เท่า ต่อจากนั้นถ้าต้องการให้ปลอดภัยขึ้นก็ต้องกำจัดไซยาเนตต่อไป ด้วย โซเดียมไฮโปคลอไรต์ (10% sodium hypochlorite; NaOCl) จะ ได้สารผลิตภัณฑ์ คือ คาร์บอนไดออกไซด์ และไนโตรเจนซึ่งเป็นสารที่ไม่มีพิษปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น มีดังนี้

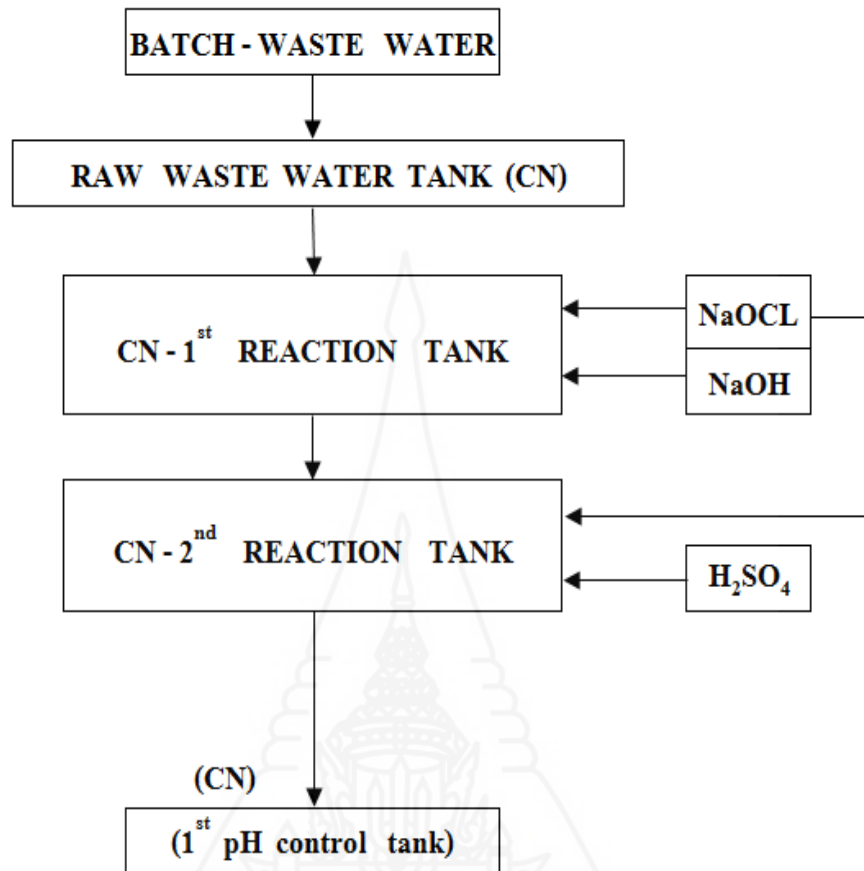


ปฏิกิริยานี้เกิดขึ้นที่ค่า pH = 12



ปฏิกิริยานี้เกิดขึ้นที่ค่า pH = 7 – 8

ขั้นตอนการบำบัดน้ำเสียในส่วนของไซยาไนด์ ซึ่งบ่อน้ำเสียที่มีสารไซยาไนด์ มีอัตราการไหล (flow rate) เท่ากับ 3.5 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง จะถูกส่งเข้ามาบ่อกักน้ำเสียและในบ่อน้ำเสียนี้จะมีการเติมสารเคมี ได้แก่ โซเดียมไฮดรอกไซด์ (50% Sodium hydroxide; NaOH) โซเดียมไฮโปคลอไรต์ (10% Sodium hypochlorite; NaOCl) และกรดซัลฟิวริก (50% Sulfuric acid; H_2SO_4) เพื่อทำให้เกิดปฏิกิริยาการดักจับไซยาไนด์ ($Cn - 1^{st}$ reaction tank) โดยใช้สาร โซเดียมไฮโปคลอไรต์ (10% Sodium hypochlorite; NaOCl) และสาร โซเดียมไฮดรอกไซด์ (50% Sodium hydroxide; NaOH) ส่วน ($Cn - 2^{st}$ reaction tank) ใช้กรดซัลฟิวริก (50% Sulfuric acid; H_2SO_4) พร้อมทั้งเติม โซเดียมไฮโปคลอไรต์ (10% Sodium hypochlorite; NaOCl) ซึ่งปริมาณสารที่ถูกเติมลงไปจะถูกควบคุมจากระบบอัตโนมัติโดยมีระยะเวลาการทำงาน เท่ากับ 2-4 ชั่วโมงต่อวัน

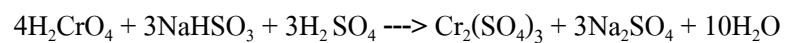


ภาพที่ 4.11 ขั้นตอนการบำบัด

ที่มา : บริษัท นิซชิน อิเล็กทริก (ประเทศไทย) (2564)

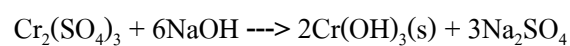
2) บ่อบำบัดโครเมียม (Cr reaction tank)

การกำจัดโครเมียมซึ่งโครเมียมในน้ำทิ้ง ส่วนใหญ่อยู่ในรูปของกรดโครมิก (H_2CrO_4) จากน้ำยาชุบโครเมียมหรือ โซเดียมไดโครเมต (Sodium Dichromate; $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ซึ่งโครเมียมอยู่ในรูป Cr^{6+} (aq) ต้องเปลี่ยนให้เป็น Cr^{3+} ก่อนจะเข็นขั้นตอนการตกตะกอนได้ โดยใช้โซเดียมไบซัลไฟต์ (Sodium Bisulfite; NaHSO_3) ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นดังนี้



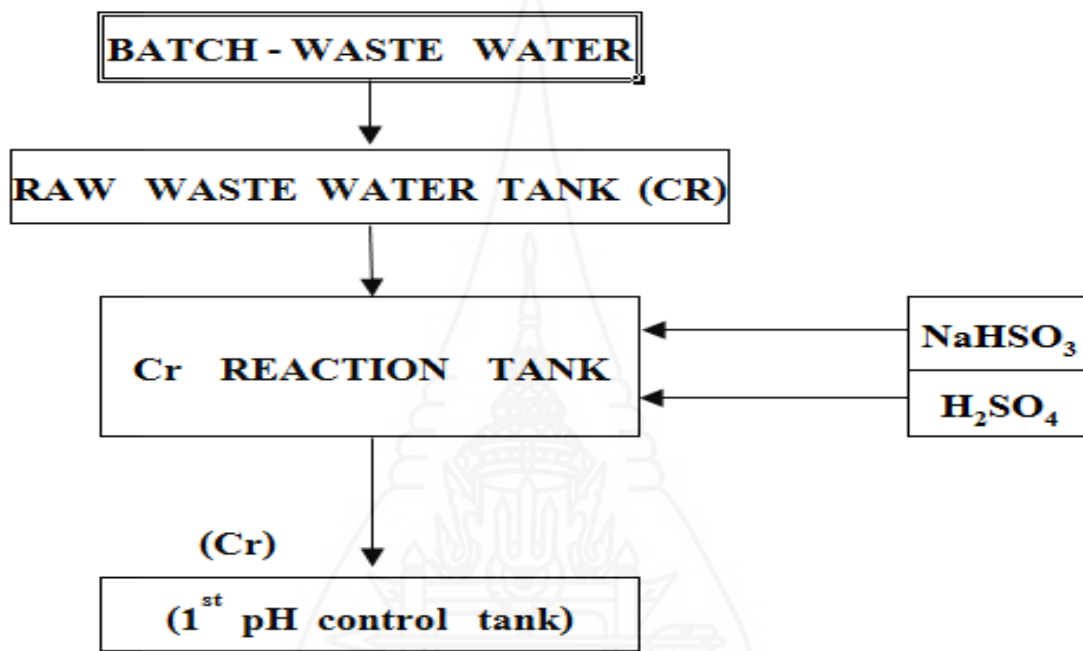
ปฏิกิริยานี้เกิดขึ้นที่ค่า pH = 2

ต่อจากนั้นจึงทำการตกตะกอน Cr^{3+} ดังปฏิกิริยา



ปฏิกิริยานี้เกิดขึ้นที่ค่า pH = 8 – 9

ขั้นตอนการบำบัดน้ำเสียในส่วนของโครเมียมบ่อน้ำเสียที่มีสารโครเมียมมีอัตราการไหลเท่ากับ 1 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง จะถูกส่งเข้ามาบ่อกักและในบ่อน้ำเสียนี้ จะมีการเติมสารเคมีเพื่อทำให้เกิดปฏิกิริยาการดักจับโครเมียมซึ่งสารเคมีที่ใช้ ได้แก่ กรดซัลฟิวริก (50% Sulfuric acid; H_2SO_4) และ โซเดียมไบซัลไฟต์ (Sodium Bisulfite; $NaHSO_3$)



ภาพที่ 4.12 ขั้นตอนการบำบัดน้ำเสียในส่วนของโครเมียม

ที่มา : บริษัท นิซชิน อิเล็กทริก (ประเทศไทย) (2564)

การเติมกรดซัลฟิวริก (50% Sulfuric acid; H_2SO_4) ในปริมาณที่เดิมจะถูกควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติและระบบการกวนของถังปฏิกิริยาจนมีค่าความเป็นกรดต่าง (pH) ประมาณ 2.5 และเติมสาร โซเดียมไบซัลไฟต์ (Sodium Bisulfite; $NaHSO_3$) ซึ่งปริมาณสารที่ถูกเติมลงไปจะถูกควบคุมจากระบบอัตโนมัติ เพื่อให้โครเมียมในรูป Cr^{6+} กลายเป็นโครเมียมในรูป Cr^{3+} และเติมปูนขาวเพื่อให้โครเมียมในรูป Cr^{3+} ตกตะกอนเป็นตะกอนไฮดรอกไซด์ โดยมีระยะเวลาการทำงาน เท่ากับ 2-4 ชั่วโมงต่อวัน



ภาพที่ 4.13 การเติมสารเคมีที่ใช้ในการบำบัด

ที่มา : บริษัท นิซชิน อิเล็กทริก (ประเทศไทย) (2564)

2.2.3 บ่อปรับความเป็นกรดต่างบ่อที่ 1 (1st pH control tank)

กระบวนการบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการผลิตมีระบบการบำบัดที่แตกต่างกัน หลังจากผ่านเข้าสู่บ่อบำบัดที่มีการกำจัดไขมันและโคลอิมيومแล้วจะถูกส่งเข้ามาปรับความเป็นกรดต่าง (pH) ที่บ่อ 1 มีอัตราการไหลเท่ากับ 4 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมงซึ่งสารเคมีที่ใช้ 50% NaOH และ 50% H₂SO₄ เพื่อปรับค่า pH ในน้ำทิ้งของแต่ละบ่อ

2.2.4 บ่อปรับความเป็นกรดต่าง บ่อที่ 2 (2nd pH control tank) หลังจากให้น้ำในแต่ละบ่อที่มีผ่านการปรับความเป็นกรดต่างที่บ่อ 1 แล้วจะไหลมารวมกันลงสู่บ่อ 2 (2nd pH control tank) เพื่อปรับค่าความเป็นกรด-ด่างอีกครั้งโดยใช้สาร โซเดียมไฮดรอกไซด์ (50% Sodium hydroxide; NaOH) ก่อนเข้าสู่บ่อกวนช้าเพื่อสร้างตะกอนต่อไป โดยมีระยะเวลาการทำงานของบ่อปรับความเป็นกรดต่างทั้งสองบ่อเท่ากับ 4-6 ชั่วโมงต่อวัน

2.2.5 บ่อสร้างและรวมตะกอน (flocculation tank) น้ำที่ผ่านการปรับค่าความเป็นกรดต่างแล้วจะเข้าสู่บ่อสร้างตะกอน น้ำเสียให้มีขนาดใหญ่ขึ้นและหนักมากขึ้น โดยผ่านกระบวนการกวนช้า (slow mixing) ทำให้เกิดการตกตะกอนได้ง่ายมากขึ้น โดยการเติมสาร Kuriflock / Pac 10% เพื่อช่วยให้ตะกอนจับกันเป็นก้อนใหญ่

2.2.6 บ่อตกตะกอน (sedimentation tank) เมื่อเกิดการสร้างตะกอนแล้วน้ำเสียจะไหลลงสู่บ่อตกตะกอนซึ่งตะกอนเมื่อเข้ามาในถังตกตะกอนจะจับกันเป็นกลุ่มก้อนฟล็อก (floc) ขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมากขึ้นจนจมตัวลงสู่ก้นถังได้ โดยไม่ต้องเติมสารเคมีเพื่อช่วยในการตกตะกอนและมีการสูบตะกอนออกมาไว้ที่บ่อเพิ่มความเข้มข้นตะกอน (Sludge thickener tank) ทำหน้าที่คล้ายถังตกตะกอน โดยมีการทำให้ตะกอนเข้มข้นขึ้นจากนั้นจะมีการบีบอัดตะกอนโดย

การสูบน้ำเข้าเครื่องรีดตะกอน (filter press) เพื่อแยกน้ำออกจากตะกอนให้ได้มากที่สุดก่อนนำไปกำจัด เป็นของเสียอันตราย กากตะกอนน้ำเสียจากระบบจะไม่มีการวิเคราะห์ เนื่องจากส่งกำจัดเพราะเป็น ตะกอนที่ปนเปื้อนสารเคมีโลหะหนัก

2.2.7 บ่อพักน้ำใส (holding tank) หลังจากมีการสูบน้ำตะกอนออกจากถังตะกอนน้ำ ส่วนที่ใสจากถังตกตะกอนจะระบายสู่บ่อพักน้ำใส

2.2.8 บ่อกรองน้ำชนิดล้างกลับ (backwash water tank) โดยกระบวนการกรอง เร็วด้วยทราย (rapid sand filtration) ทำหน้าที่กรองความขุ่นที่หลงเหลืออยู่จากการตกตะกอนออก เมื่อใช้ไปสักระยะหนึ่งจนผิวหน้าสารกรองซึ่งก็คือทรายเกิดการอุดตันทำให้ประสิทธิภาพการบำบัด ลดลงก็จะเกิดการล้างย้อนเพื่อล้างถังกรองน้ำโดยใช้น้ำและอากาศเข้าไปภายใต้ความดันที่เพียงพอที่จะสามารถสร้างชั้นกรองได้แล้วสิ่งสกปรกที่ติดอยู่ในชั้นกรองหลุดออกมา เช่น อัตราการไหล ช้าลง แรงดันปั๊มเพิ่มขึ้น (เกิดจากการอุดตัน) ดูได้จากเพรสเชอร์เกจวัดความดันเข้า/ออก ค่าความ ต่าง (diff.) ไม่ควรเกิน 2 กิโลกรัมต่อเซนติเมตร (kg/cm) เช่น ระบบทางเดินน้ำปกติทางน้ำเข้า 3 กิโลกรัมต่อเซนติเมตรทางน้ำออก 2-2.5 กิโลกรัมต่อเซนติเมตรแต่ถ้าน้ำเข้า 4.0 กิโลกรัมต่อ เซนติเมตร น้ำออก 1.5-2 กิโลกรัมต่อเซนติเมตร ก็ควรทำการล้างย้อนซึ่งน้ำเมื่อผ่านจากการล้างย้อน ก็จะส่งกลับไปต้นทางของระบบบำบัดน้ำเสียหรือทำการตกตะกอนก่อนปล่อยสู่แหล่งน้ำสาธารณะ

2.2.9 บ่อปรับความเป็นกรดต่างบ่อสุดท้าย (final pH control tank) และบ่อบันทึก ค่าความเป็นกรดต่าง (pH recording tank) การปรับค่าความเป็นกรดต่าง (pH) โดยใช้กรดซัลฟิวริก (Sulfuric acid; H_2SO_4) น้ำทิ้งที่ผ่านขั้นตอนการบำบัดต่างๆจะมีค่า pH เป็นด่าง (pH = 10) จึงต้องมีการปรับค่าเป็นกรด-ด่างอีกครั้ง โดยการเติมกรดลงไปเพื่อปรับสภาพ pH ให้เป็นกลาง (neutralization) หลังจากนั้นจะไหลลงสู่บ่อบันทึกค่าความเป็นกรดต่างเป็นการจดบันทึกลง รายละเอียดไว้ก่อนที่จะปล่อยทิ้งลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสียส่วนกลาง (manhole) ของนิคม อุตสาหกรรมนวนคร



ภาพที่ 4.14 กระบวนการกำจัดน้ำเสียจากกระบวนการผลิต
ที่มา : บริษัท นิซชิน อิเล็กทริก (ประเทศไทย) (2564)

โดยมีการตรวจวัดลักษณะน้ำเสียหลังจากที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสียทุก
ขั้นตอนแล้ว โดยการเก็บตัวอย่างน้ำเสียไปวิเคราะห์เป็นการเก็บแบบจ้วงตัก (grab samples)



ภาพที่ 4.15 การเก็บตัวอย่างน้ำเสียเพื่อนำไปวิเคราะห์

ที่มา : บริษัท นิซชิน อิเลคทริก (ประเทศไทย) (2564)

ค่าเฉลี่ยรวมของน้ำเสียแสดงได้ดังตารางที่ 4.5 (ข้อมูลการตรวจวัด เฉลี่ย 6
เดือน ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2563 – มีนาคม 2564)

ตารางที่ 4.5 ผลการตรวจวัดลักษณะน้ำเสียหลังจากที่ผ่านการบำบัดโลหะหนัก รวมถึงปรับค่าความ
เป็นกรดต่างแล้ว

พารามิเตอร์	หน่วย	น้ำเสีย
pH	-	8.1
บีโอดีเฉลี่ย	mg/l	28.3
ซีโอดีเฉลี่ย	mg/l	40.5
ของแข็งแขวนลอย	mg/l	5.5
Zinc	mg/l	1.67
Chromium	mg/l	0.19
Cyanide	mg/l	0.6
Copper	mg/l	0.19

ที่มา : บริษัท นิซชิน อิเลคทริก (ประเทศไทย) (2564)

บทที่ 5

การควบคุมดูแลรักษาตรวจสอบระบบบำบัดน้ำเสีย

1. พารามิเตอร์ในการตรวจสอบน้ำเสีย

1.1 พารามิเตอร์ที่ตรวจวัดตามกฎหมาย อ้างอิงตามประกาศของบริษัท นวนคร จำกัด (มหาชน) เรื่อง มาตรฐานสำหรับน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมลงสู่ระบบท่อไปยังโรงงานบำบัดน้ำเสียส่วนกลาง ดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 มาตรฐานสำหรับน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมลงสู่ระบบท่อไปยังโรงงานบำบัดน้ำเสียส่วนกลาง

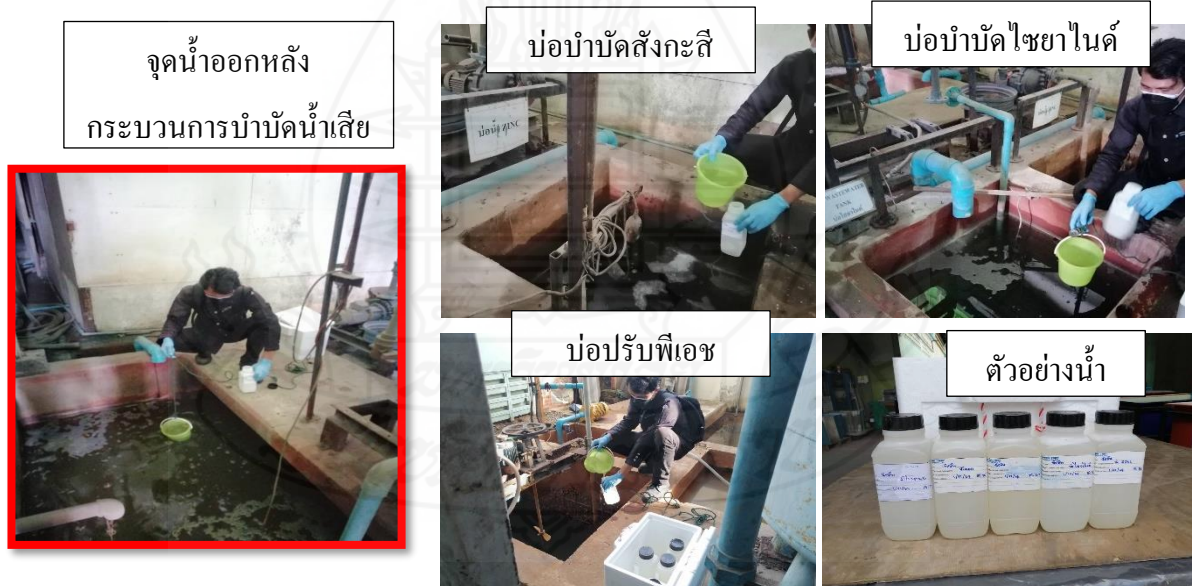
พารามิเตอร์	ค่ามาตรฐานตามนิคมนครกำหนด
COD	ต้องไม่เกิน 600 มก./ล หรือโดยการตกลงเป็นกรณีพิเศษ
BOD ₅	ต้องไม่เกิน 450 มก./ล หรือโดยการตกลงเป็นกรณีพิเศษ
สารแขวนลอย	ต้องไม่เกิน 500 มก./ล หรือโดยการตกลงเป็นกรณีพิเศษ
สารที่ตกตะกอนได้	ต้องไม่เกิน 1000 มก./ล
อุณหภูมิ	ต้องไม่เกิน 45 °C
พีเอช	6-9
ค่าทีดีเอส (TDS)	ต้องไม่เกิน 3000 มก./ล หรือโดยการตกลงเป็นกรณีพิเศษ
ไซยาไนด์	ต้องไม่เกิน 5 มก./ล
ฟอสฟอรัส	ต้องไม่เกิน 1 มก./ล
ไขมันหรือน้ำมัน	ต้องไม่เกิน 100 มก./ล
ทีเคเอ็น	ต้องไม่เกิน 100 มก./ล
ซัลไฟด์	ต้องไม่เกิน 10 มก./ล
คลอรีนอิสระ	ต้องไม่เกิน 100 มก./ล

ตารางที่ 5.1 (ต่อ)

พารามิเตอร์	ค่ามาตรฐานตามนิคมนครกำหนด
ปรอท	ต้องไม่เกิน 0.01 มก./ล
แคดเมียม	ต้องไม่เกิน 1.0 มก./ล
โครเมียม Cr ³⁺	ต้องไม่เกิน 0.75 มก./ล
โครเมียม Cr ⁶⁺	ต้องไม่เกิน 0.25 มก./ล

ที่มา : บริษัท นวนคร จำกัด (มหาชน) (2564)

1.2 การเก็บตัวอย่างน้ำเสีย โรงงานจะต้องตรวจวัดและวิเคราะห์ลักษณะน้ำเสียก่อนปล่อยสู่ระบบท่อไปยังโรงงานบำบัดน้ำเสียส่วนกลางเดือนละ 1 ครั้ง โดยบริษัทจากภายนอกเข้ามาเก็บตัวอย่างจุดน้ำเข้าก่อนกระบวนการบำบัดน้ำเสียที่บ่อบำบัดสังกะสี บ่อบำบัดไซยาไนด์ บ่อบำบัดพีเอช และจุดน้ำออกหลังกระบวนการบำบัดน้ำเสียโดยวิธีการเก็บตัวอย่างแบบจ้วง (Grab Sampling) แสดงดังภาพที่ 5.1 จากนั้นบริษัทจากภายนอกนำตัวอย่างน้ำไปวิเคราะห์ค่าตามพารามิเตอร์ที่กฎหมายกำหนดและรายงานผลกลับมายังโรงงาน



ภาพที่ 5.1 การเก็บตัวอย่างน้ำโดยบริษัทจากภายนอก

ที่มา : บริษัท นิชชิน อิเล็กทริก (ประเทศไทย) (2564)

2. การตรวจสอบ บำรุงรักษาระบบบำบัด

2.1 การตรวจสอบถังบรรจุสารเคมีที่ใช้ในระบบบำบัดน้ำเสีย

มีการตรวจสอบรอยรั่ว และส่วนที่อาจทำให้เกิดการชำรุด ได้แก่ บริเวณใต้ถังและบริเวณด้านในและด้านนอกของถัง พร้อมทั้งมีการตรวจสอบระบบท่อ และข้อต่อต่างๆ ให้อยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งาน จะเป็นการตรวจสอบโดยผู้ปฏิบัติงานระบบบำบัดและแผนกซ่อมบำรุง



ภาพที่ 5.2 ถังบรรจุสารเคมีของระบบบำบัดน้ำเสีย

ที่มา : บริษัท นิซชิน อิเลคทริก (ประเทศไทย) (2564)

2.2 การตรวจสอบบ่อและถังรับน้ำเสียของระบบบำบัดน้ำเสีย

ดำเนินการตรวจสอบปริมาณน้ำที่อยู่ภายในบ่อ โดยไม่ให้เกิดการไหลล้น (Overflow) ของน้ำออกสู่ด้านนอก โดยการตรวจสอบอุปกรณ์ที่อยู่ภายในถังหรือในบ่อรับน้ำเสียว่าอยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งานหรือไม่ถ้าหากมีการเกิดไหลล้น ต้องปฏิบัติตามแผนที่จัดเตรียมไว้ คือ ตรวจสอบระบบท่อและปั๊มที่ใช้ในการระบายน้ำออกด้านนอกว่าอยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งานได้หรือไม่ และหากชำรุดจะมีการซ่อมบำรุงโดยผู้ปฏิบัติงานประจำระบบบำบัดน้ำเสีย

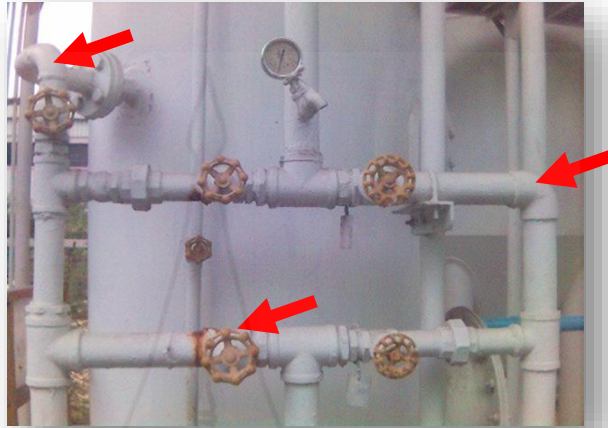


ภาพที่ 5.3 บ่อรับน้ำเสียของระบบบำบัด

ที่มา : บริษัท นิซชิน อิเลคทริก (ประเทศไทย) (2564)

2.3 การตรวจสอบระบบท่อ และวาล์วต่าง ๆ ของระบบบำบัดน้ำเสีย

ดำเนินการตรวจสอบสภาพท่อ ข้อต่อและวาล์วต่าง ๆ ให้มีสภาพที่พร้อมจะใช้งาน ไม่แตกหรือรั่ว โดยมีการตรวจสอบโดยผู้ปฏิบัติงานประจำระบบบำบัดน้ำเสีย



ภาพที่ 5.4 ระบบท่อและวาล์วต่าง ๆ

ที่มา : บริษัท นิซชิน อิเล็กทริก (ประเทศไทย) (2564)

2.3.1 การควบคุมระบบ

- 1) ตรวจสอบการปิด-เปิดวาล์วด้วยมือ เพื่อเป็นการตรวจสอบการทำงานที่เหมาะสมของวาล์วทุกตัว
- 2) ตรวจสอบความดันและการทำงานของวาล์วน้ำทิ้ง
- 3) ควบคุมอัตราการไหล จากเครื่องวัดอัตราการไหล ที่ติดตั้งอยู่ที่ท่อทางจ่ายของเครื่องสูบ

2.3.2 การบำรุงรักษา

- 1) ให้พนักงานเดินระบบตรวจสอบการทำงานของเครื่องสูบน้ำ ถ้ามีการทำงานผิดปกติให้หยุดเครื่อง แล้วหาสาเหตุ และทำการแก้ไข หากไม่สามารถแก้ไขได้ให้แจ้งต่อเจ้าหน้าที่ประสานงานของโรงงาน และวิศวกรหรือนักวิทยาศาสตร์ เพื่อดำเนินการแก้ไขต่อไป
- 2) ให้พนักงานเดินระบบตรวจสอบควบคุมการทำงานของเครื่องสูบน้ำให้สามารถใช้งานได้ทั้ง 2 เครื่อง และเปิดสลับการทำงานของเครื่องสูบน้ำโดยสังเกตจากระดับน้ำภายในบ่อ
- 3) คอยควบคุมการเดินระบบ ตักเศษขยะที่อาจจะปนเข้ามาในบ่อเป็นประจำทุกวัน

4) หมั่นคอยตรวจสอบโครงสร้างระบบจ่ายน้ำต่างๆ และท่อในส่วนอื่นๆ
สม่ำเสมอ

5) ตรวจสอบท่อทางออกและทางเข้าของน้ำไม่ให้มีตะกอนอุดตัน

6) ตรวจสอบการทำงานของบ่อปรับสมดุลเป็นประจำทุกวัน และมีการบำรุงรักษาล่วงหน้าอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้มีประสิทธิภาพพร้อมการใช้งาน

2.4 การตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ในบ่อและถังรับน้ำเสีย

ดำเนินการตรวจสอบการทำงานของมอเตอร์ สายพาน หัววัด (PROP) วัดค่าพีเอช (pH) และ ORP (Oxidation Reduction Potential) รวมถึงไบพัดที่ใช้กวนสารเคมีภายในบ่อและถังรับน้ำเสีย ให้มีการใช้งานได้ตามปกติ โดยมีการซ่อมบำรุงจากผู้ปฏิบัติงานประจำระบบบำบัดน้ำเสีย



ภาพที่ 5.5 อุปกรณ์ต่าง ๆ ในบ่อและถังรับน้ำเสีย

ที่มา : บริษัท นิซชิน อิเลคทริก (ประเทศไทย) (2564)

2.5 การตรวจสอบการทำงานของปั้มน้ำ ปั้มสารเคมี และวาล์วที่ใช้ในการจ่ายสารเคมี

ดำเนินการตรวจสอบการทำงานของ ปั้มสารเคมี สายยางที่จ่ายสารเคมี และวาล์วที่ใช้ในการจ่ายสารเคมี มีการตรวจสอบสายไฟ ตู้ไฟที่ต่อเข้ามาที่ตัวปั้มน้ำ ปั้มสารเคมี ว่าพร้อมที่จะใช้งาน โดยมีการซ่อมบำรุงจากผู้ปฏิบัติงานประจำระบบบำบัดน้ำเสีย



ภาพที่ 5.6 ปั้มน้ำ ปั้มสารเคมี และวาล์วที่ใช้ในการจ่ายสารเคมี

ที่มา : บริษัท นิซชิน อิเลคทริก (ประเทศไทย) (2564)

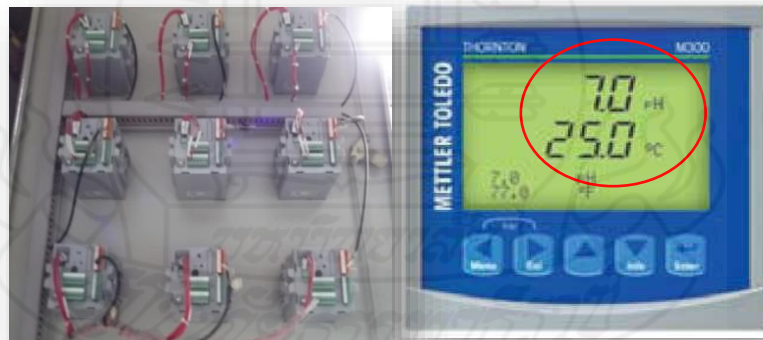
2.5.1 การควบคุมระบบ

- 1) ควบคุมและตรวจสอบ อัตราการไหลของเครื่องสูบน้ำสารเคมีให้สม่ำเสมอ
เท่ากันตลอด
- 2) ควบคุมระบบ และตรวจสอบเครื่องวัดค่าพีเอช และทำการปรับตั้งค่าอย่าง
สม่ำเสมอ
- 3) ทำการทดสอบ เพื่อหาปริมาณสารเคมีที่เหมาะสม

2.5.2 การบำรุงรักษา

- 1) คอยควบคุมระบบการเตรียมสารเคมีให้อยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งานเป็นอย่างดี
ดี เพื่อให้ได้ปริมาณสารที่ถูกต้อง
- 2) ตรวจสอบเป็นประจำ และมีการบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอเพื่อให้มี
ประสิทธิภาพพร้อมการใช้งาน
- 3) ควรทำความสะอาดหัววัดค่าพีเอช อย่างน้อยสัปดาห์ละครั้ง
- 4) ควรปรับเทียบค่ามาตรฐานอย่างน้อยสองสัปดาห์ต่อครั้ง

2.6 การบำรุงรักษาระบบจอตู้ควบคุมของระบบบำบัดและการดูแลหัววัดสารเคมี
ดำเนินการเช็คสัญญาณไฟที่หน้าจอตู้ควบคุมและตัวเลขที่ปรับเซตไว้สำหรับการสั่งจ่ายสารเคมี
หรือที่เรียกว่าช่วงค่าต่างๆ ที่จะส่งสัญญาณไฟไปยังตู้ควบคุมเพื่อจ่ายสารเคมีไประบบบำบัด



ภาพที่ 5.7 ระบบจอตู้คอนโทรลของระบบบำบัด

ที่มา : บริษัท นิชชิน อิเล็กทริก (ประเทศไทย) (2564)

มีการตรวจสอบสภาพทั่วไปของหัววัด ซึ่งจะเป็นการตรวจสอบบริเวณปลายหัววัดว่ามี การแตกหรือชำรุด รวมถึงรอยต่อต่าง ๆ ขั้วสายจากหัววัดภายในหลอด



ภาพที่ 5.8 การดูแลหัววัดสารเคมี

ที่มา : บริษัท นิซชิน อิเล็กทริก (ประเทศไทย) (2564)

3. การตรวจสอบเครื่องจักรและอุปกรณ์

การตรวจสอบเครื่องจักรและอุปกรณ์ เป็นการตรวจสอบสภาพของเครื่องจักรและอุปกรณ์ ต่างๆ เพื่อเป็นการป้องกันปัญหาที่เกิดจากการชำรุด หรือถ้าเกิดการชำรุดก็สามารถที่จะตรวจพบได้ อย่างทันที และสามารถแก้ไขได้อย่างรวดเร็ว ได้แก่ การตรวจสอบปั๊ม การตรวจสอบใบกวน การ ตรวจสอบเครื่องเติมอากาศ การตรวจสอบการทำงานของประตูเปิด-ปิดของรางระบายน้ำ การ ทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในระบบบำบัดน้ำเสีย การตรวจสอบจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน โดยจะ แบ่งออกเป็นการตรวจสอบประจำสัปดาห์ จะทำการตรวจสอบโดยพนักงานฝ่ายบำบัดน้ำเสีย และ การตรวจสอบประจำเดือน จะทำการตรวจสอบโดยพนักงานฝ่ายวิศวกรรมและซ่อมบำรุง โดย พนักงานจะต้องปฏิบัติตามกฎหมาย และข้อกำหนดต่างๆ ด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัยและ สภาพแวดล้อมในการทำงานอย่างเคร่งครัด และต้องสวมชุดปฏิบัติงานหรืออุปกรณ์ป้องกันภัยต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับสภาพงาน การตรวจสอบเครื่องจักรและอุปกรณ์ จะทำการตรวจสอบการทำงาน ต่าง ๆ ดังนี้

- 1) การตรวจสอบสภาพ และการทำงานของปั๊มต่าง ๆ ประจำทุก ๆ เดือน
- 2) การตรวจสอบสภาพ และการทำงานของมอเตอร์ของใบกวนต่างๆ ประจำทุก ๆ เดือน
- 3) การตรวจสอบสภาพ และการทำงานของประตูน้ำประจำทุก ๆ เดือน
- 4) การตรวจสอบสภาพทั่วไปของระบบจอตู้ควบคุม (control) และหัววัดสารเคมี ประจำทุก ๆ เดือน

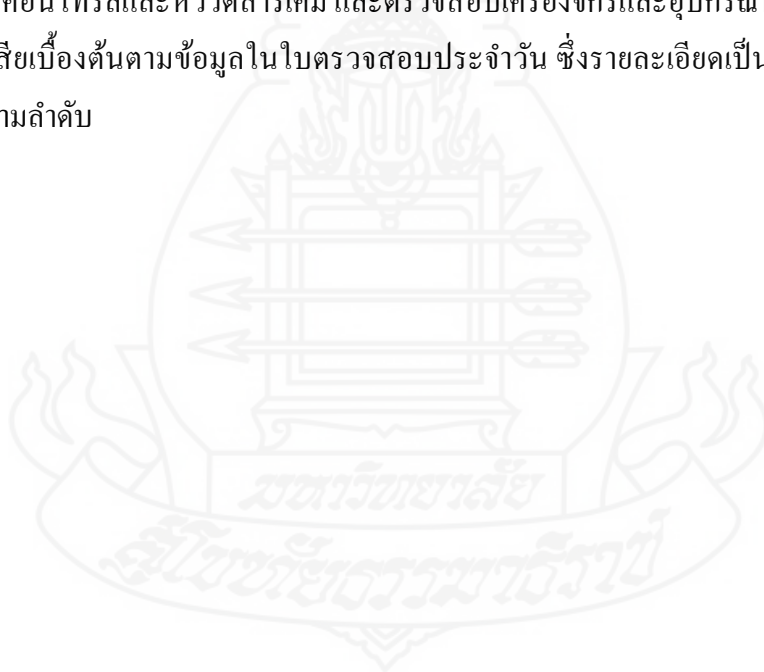
5) การตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในระบบบำบัดน้ำเสีย ประจำทุก ๆ 3 เดือน

6) การบันทึกผลลงในแบบบันทึก

เมื่อพบความผิดปกติ ให้ทำการแจ้งผู้บังคับบัญชาและทำการเขียนใบแจ้งซ่อมทันที การตรวจสอบจำเป็นจะต้องตรวจสอบโดยใช้ตารางในการตรวจสอบ ซึ่งจะป้องกันปัญหา ข้อบกพร่องหรือหลงลืมบางรายการของการตรวจสอบ และยังใช้เพื่อบันทึกข้อมูลในการบำรุงรักษา เพื่อใช้สำหรับวิเคราะห์และประเมินในด้านการดูแลและบำรุงรักษา โดยผู้ตรวจสอบสามารถ ประเมินสภาพของอุปกรณ์ที่ใช้งานได้โดยใช้ข้อมูลในตารางการตรวจสอบ ซึ่งจะมีค่าอัตราที่ควร วัดได้ของตัวอุปกรณ์สำหรับเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้ในปัจจุบัน และตารางการตรวจสอบควรที่จะ สามารถเติมสิ่งต่าง ๆ ที่ตรวจพบลงไปได้ หรือการพบสัญญาณของข้อผิดพลาดต่างๆ

3.1 ระบบจอสู้คอนโทรลและห้วัดสารเคมี และตรวจสอบเครื่องจักรและอุปกรณ์

ผู้ปฏิบัติงานประจำระบบบำบัดน้ำเสีย จะเป็นผู้รับผิดชอบตรวจสอบสภาพทั่วไปของ ระบบจอสู้คอนโทรลและห้วัดสารเคมี และตรวจสอบเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการ บำบัดน้ำเสียเบื้องต้นตามข้อมูลในใบตรวจสอบประจำวัน ซึ่งรายละเอียดจะเป็นไปตามตารางที่ 5.2 และ 5.3 ตามลำดับ



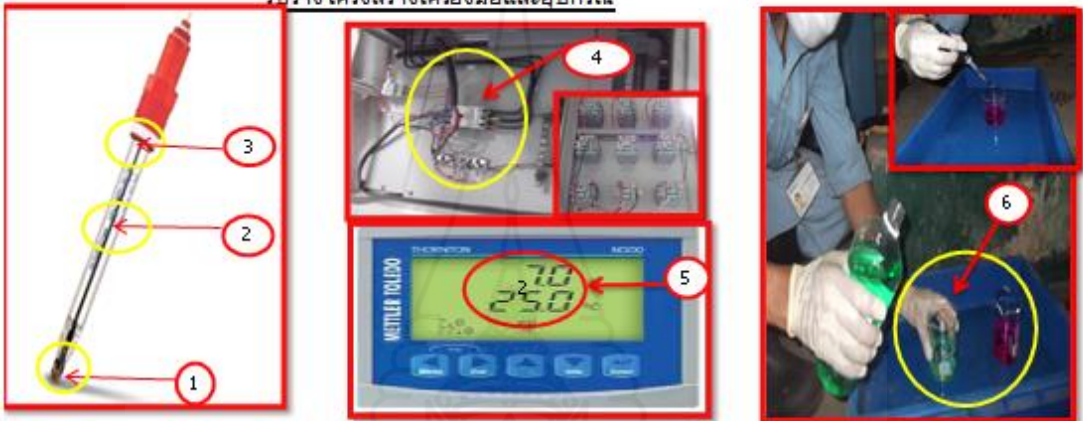
ตารางที่ 5.2 แสดงการตรวจสอบสภาพทั่วไปของระบบจอตู้ควบคุมและหัววัดสารเคมี เป็นการตรวจสอบรายละเอียดต่าง ๆ พร้อมทั้งการทำความสะอาดหัววัดใน 1 ครั้ง / เดือน

NISSIN ELECTRIC (THAILAND) CO.,LTD.	ใบบันทึกผลการตรวจเช็คหัววัด pH, ORP, DO
-------------------------------------	---

ชื่อ..... S/N..... รหัส.....

วันที่ตรวจเช็ค	ผู้ตรวจเช็ค	ผู้อนุมัติ	ผลการพิจารณา / ตัดสินใจ	
			<input type="checkbox"/> PASS	<input type="checkbox"/> NO PASS

รูปร่างโครงสร้างเครื่องมือและอุปกรณ์



การตรวจเช็คสภาพทั่วไป

ลำดับที่	หัวข้อตรวจสอบ	มาตรฐาน	วิธีการตรวจ	ผลการตัดสินใจ		
				ผล	ผ่าน	ไม่ผ่าน
1	บริเวณเปลวกระเปาะ (หัววัด)	ต้องไม่มีการแตกหัก , สนิม, คราบตะกอน	สายตา			
2	รอยต่อต่างๆ	ต้องไม่หลวมคลอน , คดงอ, แตกหัก	สายตา สัมผัส			
3	ขั้วสายจากหัววัด (ภายในหลอดหัวโพก)	ไม่ชำรุด, ฉีกขาด,	สายตา			
4	สายสัญญาณไฟ, เครื่องส่งสัญญาณ	ตรวจเช็ครอยต่อ, การขูดเปลือย การขาดของสายไฟทุกเส้น	สายตา สัมผัส			
5	สเกลหน้าจอตู้คอนโทรล	ตรวจเช็คความเรียบร้อย หรือ ทำการปรับสเกลตามค่าที่กำหนด	สายตา สัมผัส			

การตรวจวัดค่า PH

ลำดับที่	หัวข้อตรวจสอบ	วิธีการตรวจ	ผลการตัดสินใจ			
			ผล	ผ่าน	ไม่ผ่าน	
6	CALIBRATE หัววัด	6.1) ตรวจเช็คระบบการวัด โดยการสอบเทียบน้ำยา(BUFFER 4)ณ อุณหภูมิที่ 23-27 องศา 6.2) ตรวจเช็คระบบการวัด โดยการสอบเทียบน้ำยา(BUFFER 7)ณ อุณหภูมิที่ 23-27 องศา	สายตา สัมผัส			

สัญลักษณ์การตรวจเช็ค: ✓ =ปกติ
: x =ผิดปกติ

หมายเหตุ: 1. ให้มีใบตรวจเช็คขอ ทัศนียภาพของทุกเดือน
SEG : เก็บอย่างน้อย 1 เดือน

Q RECORD

FM-SEG-0020 REV.1

ตารางที่ 5.3 รายละเอียดการตรวจสอบและมาตรฐานของเครื่องจักร / อุปกรณ์ ระบบบำบัดน้ำเสีย

ลำดับที่	รายละเอียด	มาตรฐาน
1	ทุกวัน	
1.1	ตรวจเช็คเบรอกเกอร์ระบบบำบัดน้ำว่าทำงานหรือไม่	ON
1.2	เช็คสวิทช์ต่างๆว่าอยู่ในตำแหน่ง AUTO หรือไม่	Auto และ ไฟโชว์ทุกดวง
1.3	เช็คมิเตอร์ค่า PH ของ Cr Waste NO.1	$PH \leq 3$
1.4	เช็คมิเตอร์ค่า PH ของ 2 nd Control NO.2	$PH 8.5 \sim 9$
1.5	เช็คมิเตอร์ค่า PH ของ Cr Waste NO.3	$PH \geq 11$
1.6	เช็คมิเตอร์ค่า PH ของ Final & PH NO.4	$PH 6 \sim 9$
1.7	เช็คมิเตอร์ค่า PH ของ Cn-2nd Reaction NO.5	$PH 8.5 \sim 9$
1.8	เช็คมิเตอร์ค่า PH ของ Acid & Alkaline Waste NO.6	$PH 8.5 \sim 9$
1.9	เช็คมิเตอร์ค่า ORP Cr-Waste NO.7	$ORP \leq 250 \text{ MV}$
1.10	เช็คมิเตอร์ค่า ORP Cr-2nd Reaction NO.8	$ORP \geq 650 \text{ MV}$
1.11	เช็คมิเตอร์ค่า ORP Cn-Waste Water NO.9	$ORP \geq 300 \text{ MV}$
1.12	เช็คปั๊มเกิดสารเคมี H ₂ SO ₄ 20% (NO.1) ว่าทำงานหรือไม่	มีเคมีออกที่ปลายท่อปากบ่อ Cr-Waste water tank
1.13	เช็คปั๊มเกิดสารเคมี NaOH 50% (NO.2) ว่าทำงานหรือไม่	มีเคมีออกที่ปลายท่อปากบ่อ 2nd control tank
1.14	เช็คปั๊มเกิดสารเคมี NaOCL (NO.3) ว่าทำงานหรือไม่	มีเคมีออกที่ปลายท่อปากบ่อ Cr-Waste water tank
1.15	เช็คปั๊มเกิดสารเคมี NaOCL (NO.4) ว่าทำงานหรือไม่	มีเคมีออกที่ปลายท่อปากบ่อ Cn-2nd reaction tank
1.16	เช็คปั๊มเกิดสารเคมี Kuriflock (NO.5) ว่าทำงานหรือไม่	มีเคมีออกที่ปลายท่อปากบ่อ Flocculation tank
1.17	เช็คปั๊มเกิดสารเคมี NaOH 50% (NO.6) ว่าทำงานหรือไม่	มีเคมีออกที่ปลายท่อปากบ่อ Acid & Alkaline waste tank
1.18	เช็คปั๊มเกิดสารเคมี NaOH 50% (NO.7) ว่าทำงานหรือไม่	มีเคมีออกที่ปลายท่อปากบ่อ Cn-waste water tank
1.19	เช็คปั๊มเกิดสารเคมี H ₂ SO ₄ 20% (NO.8) ว่าทำงานหรือไม่	มีเคมีออกที่ปลายท่อปากบ่อ Cn-2nd reaction tank
1.20	เช็คปั๊มเกิดสารเคมี H ₂ SO ₄ 20% (NO.9) ว่าทำงานหรือไม่	มีเคมีออกที่ปลายท่อปากบ่อ Final & PH
1.21	เช็คปั๊มเกิดสารเคมี NaHSO ₃ (NO.10) ว่าทำงานหรือไม่	มีเคมีออกที่ปลายท่อปากบ่อ Cr-Waste water tank
1.22	เช็คมอเตอร์กวนน้ำบ่อ Acid & Alkaline	หมุนกวนน้ำตลอด
1.23	เช็คมอเตอร์กวนน้ำบ่อ Final & PH	หมุนกวนน้ำตลอด
1.24	เช็คมอเตอร์กวนน้ำบ่อสารเคมี Kuriflock	หมุนกวนน้ำตลอด
1.25	เช็คมอเตอร์กวนน้ำบ่อ 2 nd Control Tank	หมุนกวนน้ำตลอด
1.26	เช็คมอเตอร์กวนน้ำบ่อ Cn 2nd Reaction Tank	หมุนกวนน้ำตลอด
1.27	เช็คมอเตอร์กวนน้ำบ่อ Cr-Waste Water Tank	หมุนกวนน้ำตลอด
1.28	เช็คมอเตอร์กวนน้ำบ่อ Cr,Cn-Waste Water Tank	หมุนกวนน้ำตลอด

ที่มา : บริษัท นิซชิน อิเล็กทริก (ประเทศไทย) (2564)

ตารางที่ 5.3 (ต่อ)

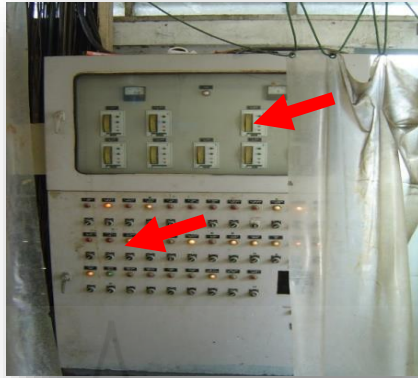
ลำดับที่	รายละเอียด	มาตรฐาน
1.29	เช็คมอเตอร์กววนน้ำบ่อ Flocculation tank	หมุนกววนน้ำตลอด
1.30	เช็คมอเตอร์กววนน้ำบ่อตกสัด	หมุนกววนน้ำตลอด
1.31	เช็คปริมาณคลอรีนจากบ่อรับน้ำ Zinc (NO.1) ว่าทำงานหรือไม่	ต้องคลอรีนขึ้น Tank ได้
1.32	เช็คปริมาณคลอรีนจากบ่อรับน้ำ Sodium cyanide & Chromed (NO.2) ว่าทำงานหรือไม่	ต้องคลอรีนขึ้น Tank ได้
1.33	เช็คปริมาณคลอรีนจากบ่อรับน้ำ Acid & Alkine (NO.3) ว่าทำงานหรือไม่	ต้องคลอรีนขึ้น Tank ได้
1.34	เช็คความสะอาดของบ่อรับน้ำ ทั้ง 3 บ่อ ว่ามีขยะหรือไม่	ต้องไม่มีขยะ
1.35	เช็คสารเคมี NaHSO ₃ สำหรับพีดว่าอยู่ในระดับหรือไม่	อยู่ระหว่าง MAX ~ MIN
1.36	เช็คสารเคมี H ₂ S O ₄ 20% สำหรับพีดว่าอยู่ในระดับหรือไม่	อยู่ระหว่าง MAX ~ MIN
1.37	เช็คสารเคมี NaOH 50% สำหรับพีดว่าอยู่ในระดับหรือไม่	อยู่ระหว่าง MAX ~ MIN
1.38	เช็คสารเคมี NaOCL สำหรับพีดว่าอยู่ในระดับหรือไม่	อยู่ระหว่าง MAX ~ MIN
1.39	เช็คสารเคมี Kuriflock สำหรับพีดว่าอยู่ในระดับหรือไม่	อยู่ระหว่าง MAX ~ MIN
1.40	เช็ค Stock สารเคมี H ₂ S O ₄ 20% ว่ามีเพียงพอหรือไม่	อยู่ระหว่าง MAX ~ MIN
1.41	เช็ค Stock สารเคมี NaOH 50% ว่ามีเพียงพอหรือไม่	อยู่ระหว่าง MAX ~ MIN
1.42	เช็ค Stock สารเคมี NaOCL ว่ามีเพียงพอหรือไม่	อยู่ระหว่าง MAX ~ MIN
1.43	เช็ค Stock สารเคมี NaHSO ₃ ว่ามีเพียงพอหรือไม่	อยู่ระหว่าง MAX ~ MIN
1.44	เช็ค Stock สารเคมี Kuriflock ว่ามีเพียงพอหรือไม่	อยู่ระหว่าง MAX ~ MIN
1.45	ตรวจเช็คความสะอาดบริเวณพื้นที่โดยรอบบ่อบำบัด	ต้องสะอาด

ที่มา : บริษัท นิซชิน อิเล็กทริก (ประเทศไทย) (2564)

3.2 การตรวจสอบตู้ควบคุมของระบบบำบัดน้ำเสีย

3.2.1 มีการตรวจสอบระบบไฟฟ้า สายไฟ อุปกรณ์ควบคุมพีเอช (pH Control)

ORP Control และแผงแมกเนติก (Magnetic) รวมถึงสวิทช์ที่ใช้ในการเปิดปิดอุปกรณ์ในแต่ละบ่อที่อยู่ในตู้ควบคุมอาจเกิดการชำรุด ให้สังเกตการทำงานของตู้ควบคุมว่าพร้อมใช้งาน มีการป้องกันการรั่วของกระแสไฟฟ้าและแผงแมกเนติก เมื่อไม่ทำงาน โดยมีการซ่อมบำรุงโดยผู้ปฏิบัติงานประจำระบบป้องกันสิ่งแวดล้อมเป็นพิษด้านมลพิษน้ำ โดยมีเอกสารที่ใช้ในการตรวจสอบ คือ บันทึกรถตรวจสอบสภาพการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในระบบบำบัดน้ำเสีย แสดงดังตารางที่ 5.3 (FM-PES-0017) และมีการทำ PM ทุก ๆ 3 เดือนจากแผนกซ่อมบำรุง



ภาพที่ 5.9 ตู้ควบคุมของระบบบำบัดน้ำเสีย

ที่มา : บริษัท นิชชิน อิเล็กทริก (ประเทศไทย) (2564)

3.2.2 ต้องมีการเตรียมเอกสารที่ใช้ในการตรวจสอบอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในระบบบำบัดน้ำเสีย เพื่อใช้เป็นการป้องกันและเตรียมความพร้อมให้อุปกรณ์มีสภาพพร้อมใช้งาน โดยใช้บันทึกการตรวจสอบสภาพการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ภายในระบบบำบัดน้ำเสีย (FM-PES-0017) จากแผนกซ่อมบำรุง

3.2.3 ผู้ปฏิบัติงานประจำระบบป้องกันสิ่งแวดล้อมเป็นพิษด้านมลพิษน้ำ จะต้องตรวจสอบสภาพการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ที่อยู่ในระบบบำบัดน้ำเสีย ตามใบบันทึกการตรวจสอบสภาพการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในระบบบำบัดน้ำเสีย (FM-PES-0017) มีการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (preventive maintenance; PM) เพื่อเป็นการดูแลระบบบำบัดน้ำเสียให้พร้อมใช้งานโดยแผนกซ่อมบำรุงทุก ๆ 3 เดือน

ตารางที่ 5.4 ไบบันทึกการตรวจสอบสภาพการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในระบบบำบัดน้ำเสีย (FM-PES-0017)

P.1/2

บันทึกการตรวจสอบสภาพการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ภายในระบบบำบัดน้ำเสีย (โรงงาน 1) แผนก PLA

ผู้รับผิดชอบ : _____ พ.ศ. _____ แผนก (Section / Shop) _____

ประจำเดือน : _____

ลำดับ ที่	รายละเอียด	มาตรฐาน	สิ่งที่ต้องปรับปรุง	วันที่ตรวจ																																	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31			
ทุกวัน																																					
1	ตรวจสอบปริมาณสารเคมีในถังทุกใบ																																				
	1.1 NaOCl	}	มีต่ำกว่า MIN																																		
	1.2 NaOH																																				
	1.3 H ₂ SO ₄																																				
	1.4 Kuntbeck																																				
	1.5 NaHSO ₄																																				
2	ตรวจสอบการทำงานของ PUMP น้ำทุกตัว		ใช้งานได้ไม่ขาด																																		
3	ตรวจสอบการทำงานของ PUMP สารเคมีทุกตัว		ใช้งานได้ไม่ขาด																																		
4	ตรวจสอบการทำงานของ Motor ถ่านน้ำในถังทุกตัว		ใช้งานได้ไม่ขาด																																		
5	ตรวจสอบสภาพการทำงานของ Tank น้ำ		ไม่แตกไม่รั่วซึม																																		
6	ตรวจสอบปริมาณน้ำในถังบำบัดทุกใบ		พอดีไม่สั้น ไม่เจต																																		
7	ตรวจสอบค่าความเป็นกรดเบสใน TANK น้ำ ทุกใบ		สะอาดไม่มีตะ																																		
8	ตรวจสอบค่าความสะอาดของรีจเนอรัลที่โดยรอบระบบบำบัดน้ำเสีย		สะอาดไม่มีตะ																																		
9	ตรวจสอบสภาพพวงวนต่างๆ ให้พร้อมใช้งาน		ใช้งานได้ไม่ชำรุด																																		
10	ตรวจสอบสภาพการทำงานของถังหมักทุกตัว		ใช้งานได้ไม่ชำรุด																																		
11	ตรวจสอบสภาพการทำงานของ PROP ทุกตัว		ใช้งานได้ไม่ชำรุด																																		

หมายเหตุ : ○ = ปกติ * = แก้ไขหรือซ่อมโดยผู้ปฏิบัติงานประจำระบบบำบัดน้ำเสีย
X = ผิดปกติ

ตรวจสอบโดย : _____ (ผู้ปฏิบัติงานประจำระบบบำบัดน้ำเสีย)
วันที่ : _____

อนุมัติโดย : _____ (หัวหน้างาน)
วันที่ : _____

ที่มา : บริษัท นิซชิน อิเล็กทริก (ประเทศไทย) (2564)

3.3 การสอบเทียบเครื่องมือประจำระบบบำบัดน้ำเสีย

3.3.1 ทะเบียนการสอบเทียบเครื่องมือ

ทะเบียนการสอบเทียบเครื่องมือที่ใช้สำหรับระบบบำบัดน้ำเสีย แสดงดังตาราง

ที่ 5.5

ตารางที่ 5.5 ทะเบียนเครื่องจักรและอุปกรณ์ประจำระบบบำบัดน้ำเสีย

บริษัท นิซชิน อิเล็กทริก (ประเทศไทย) จำกัด									
ทะเบียนเครื่องจักรและอุปกรณ์									
ลำดับ	ชื่อเครื่องจักร / อุปกรณ์	รหัส	หมายเลขเครื่อง	หน่วยงาน	กำหนดการ PM	วันรับ	วันเริ่มใช้งาน	ผู้ขึ้นทะเบียน	ผู้อนุมัติ
1	EASYSense PH 32 (Cr-WASTE WATER TANK)	EAS-PLA-0001	3111578	PLA	เดือนละ 1 ครั้ง	28-มี.ค.-19	29-มี.ค.-19	สุทธิพงษ์	
2	EASYSense PH 32 (2nd CONTROL TANK)	EAS-PLA-0002	3111574	PLA	เดือนละ 1 ครั้ง	28-มี.ค.-19	29-มี.ค.-19	สุทธิพงษ์	
3	EASYSense PH 32 (Cu-WASTE WATER TANK)	EAS-PLA-0003	3101006	PLA	เดือนละ 1 ครั้ง	28-มี.ค.-19	29-มี.ค.-19	สุทธิพงษ์	
4	EASYSense PH 32 (FINAL & PH)	EAS-PLA-0004	3111575	PLA	เดือนละ 1 ครั้ง	28-มี.ค.-19	29-มี.ค.-19	สุทธิพงษ์	
5	EASYSense PH 32 (Cu-2nd REACTION TANK)	EAS-PLA-0005	3111582	PLA	เดือนละ 1 ครั้ง	28-มี.ค.-19	29-มี.ค.-19	สุทธิพงษ์	
6	EASYSense PH 32 (ACID & ALKALINE WASTE TANK)	EAS-PLA-0006	3111583	PLA	เดือนละ 1 ครั้ง	28-มี.ค.-19	29-มี.ค.-19	สุทธิพงษ์	
7	EASYSense PH 32 (Cr-WASTE WATER TANK)	EAS-PLA-0007	3141773	PLA	เดือนละ 1 ครั้ง	28-มี.ค.-19	29-มี.ค.-19	สุทธิพงษ์	
8	EASYSense PH 32 (Cu-2nd REACTION TANK)	EAS-PLA-0008	3141772	PLA	เดือนละ 1 ครั้ง	28-มี.ค.-19	29-มี.ค.-19	สุทธิพงษ์	
9	EASYSense PH 32 (Cu-Cr-WASTE WATER TANK))	EAS-PLA-0009	3141763	PLA	เดือนละ 1 ครั้ง	28-มี.ค.-19	29-มี.ค.-19	สุทธิพงษ์	

วันที่บังคับใช้ 14 OCT 2009

FM-PES-0007 REV.1

ที่มา : บริษัท นิซชิน อิเล็กทริก (ประเทศไทย) (2564)

3.3.2 การสอบเทียบเครื่องวัดพีเอช (pH Meter) การสอบเทียบที่มีการเลือกใช้

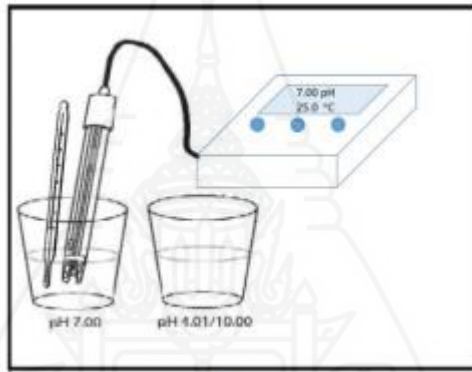
สารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐาน 2 จุด ที่ครอบคลุมค่าพีเอชของตัวอย่างตามหลัก bracketing คือเลือกสารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐานที่มีค่าต่ำและสูงกว่าค่า pH ของตัวอย่าง ซึ่งต้องเลือกสารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐานที่มีช่วงไม่กว้างมาก

1) เปิดเครื่องวัดพีเอช ที่จะทำการสอบเทียบเพื่อให้เครื่องมีความเสถียรของกระแสไฟฟ้าตามระยะเวลาที่ผู้ผลิตแนะนำ กำหนดเครื่องให้อยู่ในระบบ ATC ปรับอุณหภูมิของสารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐานให้มีอุณหภูมิใกล้เคียงอุณหภูมิห้อง

2) ถอดฝาปิดอิเล็กโทรด ล้างอิเล็กโทรดด้วยน้ำกลั่น ใช้กระดาษทิชชูไร้ฝุ่นซับน้ำที่อิเล็กโทรดเพื่อกำจัดน้ำส่วนเกิน

3) ทำการสร้างกราฟ (set curve) หรือ สร้างความชัน (slope) ให้เครื่องวัดพีเอช โดยเลือกสารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐาน 2 จุดเพื่อให้ครอบคลุมช่วงที่ทำการวัดตัวอย่าง โดยที่สารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐาน และตัวอย่างจะต้องมีอุณหภูมิต่างกันไม่เกิน 2 องศาเซลเซียส

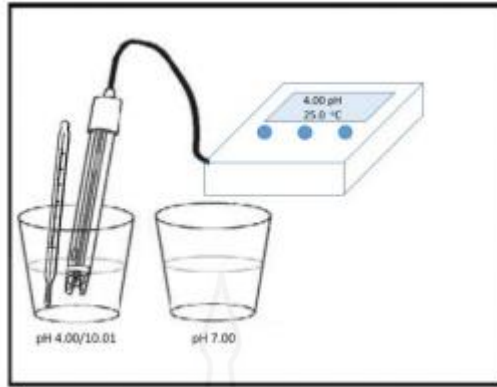
4) จุ่มอิเล็กโทรดลงในสารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐาน จุดที่หนึ่ง ให้เครื่องวัดพีเอช อ่านค่าจนกระทั่งค่านิ่ง กดปุ่มเพื่อบันทึกค่าในเครื่องวัดพีเอช บันทึกค่าพีเอช ค่าความต่างศักย์ และค่าอุณหภูมิของสารละลายบัฟเฟอร์จากเทอร์โมมิเตอร์ อ่านค่าอุณหภูมิของสารละลายบัฟเฟอร์จากเทอร์โมมิเตอร์



ภาพที่ 5.10 การสอบเทียบเครื่องวัดพีเอช ด้วยสารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐาน ค่าที่หนึ่งที่มา : สถาบันมาตรฐานแห่งชาติ (2564)

5) ล้างอิเล็กโทรดด้วยน้ำกลั่น ใช้กระดาษทิชชูไร้ฝุ่นซับน้ำที่อิเล็กโทรดเพื่อกำจัดน้ำส่วนเกิน

6) จุ่มอิเล็กโทรดลงในสารละลายมาตรฐาน จุดที่สอง ให้เครื่องวัดพีเอช อ่านค่าจนกระทั่งค่านิ่ง กดปุ่มเพื่อบันทึกค่าในเครื่องวัดพีเอช บันทึกค่าพีเอช ค่าความต่างศักย์ และค่าอุณหภูมิของสารละลายบัฟเฟอร์จากเทอร์โมมิเตอร์



ภาพที่ 5.11 การสอบเทียบเครื่องวัดพีเอช ด้วยสารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐาน ค่าที่สอง
ที่มา : สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ (2564)

7) ล้างอิเล็กโทรดด้วยน้ำกลั่น ใช้กระดาษทิชชูไร้ฝุ่นซับน้ำที่อิเล็กโทรดเพื่อกำจัดน้ำส่วนเกิน

8) นำไปวัดสารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐานที่เป็นสารละลายบัฟเฟอร์อ้างอิง (reference material) ที่มีใบรับรองแนบมาด้วย หรือเป็นสารละลายบัฟเฟอร์ที่เตรียมเองภายในห้องปฏิบัติการที่มีวิธีการที่ชัดเจน มีการตั้งเกณฑ์ที่ชัดเจน) อย่างน้อย 1 จุด เพื่อตรวจสอบค่าที่อ่านได้จากอิเล็กโทรดเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ล้างอิเล็กโทรดด้วยน้ำกลั่น ใช้กระดาษทิชชูไร้ฝุ่นซับน้ำที่อิเล็กโทรดเพื่อกำจัดน้ำส่วนเกิน นำไปวัด/ ทดสอบตัวอย่างต่อไป

3.4 การควบคุมและตรวจสอบการจัดเก็บถังสารเคมีที่ใช้แล้วและที่ยังไม่ได้ใช้งานในระบบบำบัดน้ำเสีย

มีการตรวจสอบบริเวณที่มีการจัดเก็บของสารเคมี โดยดูว่ามีภาชนะสารเคมีหรือไม่ ตัวถังที่บรรจุสารเคมีว่ามีฝาปิดถังหรือไม่ สภาพของตัวถังสารเคมีต้องไม่มีรอยร้าว มี MSDS ของสารเคมี และมีอุปกรณ์ที่ใช้ดูดซับสารเคมีเมื่อสารเคมีเกิดการหกรั่วไหลหรือไม่ จะต้องมีตรวจสอบโดยบันทึกการตรวจสอบการจัดเก็บสารเคมี (FM-SEG-0003) กรณีเกิดเหตุฉุกเฉินสารเคมีหกรั่วไหลจะต้องปฏิบัติตามแผนฉุกเฉินที่กำหนดตามขั้นตอนการปฏิบัติงานเรื่อง " แผนฉุกเฉินกรณีน้ำมันหรือสารเคมีหกรั่วไหล " (WI-SEG-0005)



ภาพที่ 5.12 สารเคมีที่ใช้ในระบบบำบัด

ที่มา : บริษัท นิซชิน อีเลคทริก (ประเทศไทย) (2564)

3.4.1 การจัดเก็บสารเคมี

ในส่วนที่มีการจัดเก็บสารเคมีจะต้องปฏิบัติตามระเบียบต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการใช้สารเคมี ดังนี้

- 1) ภาชนะที่ใช้ในการบรรจุสารเคมีจะต้องมีการบ่งชี้ชื่อสารเคมี หรือแสดงเอกสาร MSDS กำกับในบริเวณที่มีการใช้สารเคมีแต่ละประเภท (กรดและด่าง)
- 2) ภาชนะที่ใส่สารเคมีจะต้องอยู่ในสภาพที่ดี มีฝาปิดถ้ง มีป้ายกำกับชื่อของสารเคมีและสามารถบ่งบอกว่าเป็นสารเคมีประเภทใด
- 3) กรณีที่เป็นภาชนะบรรจุสารเคมีจะต้องมีถาดรองรับเพื่อป้องกันโอกาสการหกรั่วไหลของสารเคมีลงบนพื้นดิน
- 4) ห้ามมีการวางสารเคมีข้างวางระบายน้ำ คร่อมร่องระบายน้ำหรือวางบนพื้นดิน โดยไม่มีภาชนะรองรับอีกชั้น
- 5) เจ้าหน้าที่สิ่งแวดล้อม จะต้องตรวจสอบสภาพและบริเวณที่จัดเก็บรวมทั้งภาชนะที่บรรจุสารเคมีเดือนละ 2 ครั้งเพื่อป้องกันโอกาสการรั่วซึม หกรั่วไหล และการจัดเก็บให้ถูกวิธี โดยบันทึกผลการตรวจที่ "ใบบันทึกการตรวจสอบการจัดเก็บสารเคมี" (FM-SEG-0003)
- 6) การปฏิบัติเมื่อมีการรั่วซึม หกรั่วไหลของสารเคมีที่เป็นของเหลว (น้อยกว่า 50 ลิตร) ผู้ที่พบเห็นจะต้องใช้วัสดุดูดซับ (เศษผ้า ทราย ขี้เถ้า) ทำความสะอาดบริเวณที่หกรั่วไหลของสารเคมี เพื่อป้องกันไม่ให้สารเคมีแพร่กระจายไปบริเวณพื้นที่ใกล้เคียง หรือไหลลง

วางระบายน้ำฝน โดยผู้พบเห็นจะต้องปฏิบัติตาม "แผนฉุกเฉินกรณีน้ำมันหรือสารเคมีหกรั่วไหล" (WI-SEG-0005)

7) กรณีที่มีการหกรั่วไหลในปริมาณที่มาก (มากกว่า 50 ลิตรขึ้นไป) ผู้พบเห็นเหตุการณ์จะต้องปฏิบัติตามขั้นตอนการปฏิบัติงานเรื่อง "แผนฉุกเฉินกรณีน้ำมันหรือสารเคมีหกรั่วไหล" (WI-SEG-0005)

8) ต้องกำหนดสถานที่จัดวางภาชนะ ตามประเภทของสารเคมีที่มีการจัดเก็บ (ไม่วางใกล้ร่องระบายน้ำฝน) และแยกสารเคมีในแต่ละจุดหรือบริเวณที่มีการจัดเก็บสารเคมีตามประเภทของสารเคมีแต่ละชนิดที่ระบุไว้ใน MSDS เพราะสารเคมีบางประเภทวางใกล้กันไม่ได้ เนื่องจากจะมีการทำปฏิกิริยากันระหว่างตัวสารเคมี (กรณีที่ภาชนะรั่ว)

9) สารเคมีแต่ละประเภทภาชนะที่บรรจุสารเคมีต้องมีฝาปิดภาชนะให้มิดชิดและป้องกันการหกรั่วไหลของสารเคมีในบริเวณที่มีการจัดเก็บ โดยที่ถังสารเคมีจะต้องมีภาชนะรองรับถังสารเคมี ตัวถังบรรจุสารเคมีต้องมีป้ายระบุประเภทของสารเคมีอย่างชัดเจน ถังบรรจุสารเคมีต้องอยู่ในสภาพที่สมบูรณ์ไม่มีรอยร้าว หรือ แตกที่ตัวถังบรรจุสารเคมี

3.4.2 การเคลื่อนย้ายสารเคมี

1) การเคลื่อนย้ายสารเคมีจากอีกจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งจะต้องได้รับการป้องกันการรั่วซึม การหกของสารเคมี และจะต้องใช้ภาชนะที่เคลื่อนย้ายอย่างเหมาะสม เพื่อไม่ให้เกิดการหกรั่วไหลของสารเคมีระหว่างที่ทำ

2) เมื่อมีการเคลื่อนย้ายสารเคมีจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งแล้ว จะต้องมีการติดป้ายบ่งชี้สารเคมีและติดเอกสาร MSDS เพื่อให้ทราบวิธีการใช้สารเคมี รวมไปถึงวิธีการป้องกันเมื่อเกิดอันตรายจากสารเคมี (ในกรณีที่สารเคมีเป็นสารที่ไวไฟหรือติดไฟได้ง่าย ควรมีป้ายห้ามสูบบุหรี่หรือห้ามทำให้เกิดประกายไฟในพื้นที่ที่มีการจัดเก็บสารเคมี)

3.4.3 การทำลายหรือการกำจัดสารเคมี

1) ถ้าเป็นสารเคมีประเภทกรดหรือด่างที่ถ่ายจากบ่อล้างงานที่มีความเข้มข้นของสารเคมีค่อนข้างสูงให้มีการปรับสภาพสารเคมีให้เป็นกลางหรือเจือจางด้วยน้ำให้สารเคมีมีความเข้มข้นน้อยลงก่อนที่จะปล่อยลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย

2) ถ้าเป็นกรดไนตริกที่ถ่ายจากบ่อล้างงานที่มีความเข้มข้นของสารเคมีค่อนข้างสูง ถ้ามีการกำจัดสารเคมี ต้องกำจัดอย่างถูกต้องจากบริษัทที่ได้รับการอนุญาตในการเป็นผู้รับกำจัดสารเคมีหรือวัสดุอันตรายต่าง ๆ ที่ไม่ใช่แล้วจากกรมโรงงานอุตสาหกรรม

3) สารเคมีจากห้องที่ไม่สามารถถ่ายลงบ่อบำบัดน้ำเสียได้ เนื่องจากไม่มี
น้ำยาที่ใช้ในการบำบัดสารเคมีถ้ามีการกำจัดสารเคมี ต้องกำจัดอย่างถูกต้องจากบริษัทที่ได้รับการ
อนุญาตในการเป็นผู้รับกำจัดสารเคมีหรือวัสดุอันตรายต่าง ๆ ที่ไม่ใช่แล้วจากกรม โรงงาน
อุตสาหกรรม



บันทึกการตรวจสอบการจัดเก็บสารเคมี / น้ำมัน

(จะต้องตรงสภาพพื้นที่จัดเก็บสารเคมีอย่างน้อยเดือนละ 2 ครั้ง โดยหัวหน้างานหรือผู้ที่ได้รับมอบหมายของแต่ละแผนก)

ฝ่าย/แผนก :

รายการตรวจสอบ	ผลการตรวจ							หมายเหตุ
	วันที่ตรวจ	วันที่ตรวจ	วันที่ตรวจ	วันที่ตรวจ	วันที่ตรวจ	วันที่ตรวจ	วันที่ตรวจ	
1. จุดปฏิบัติงานและจุดที่มีการจัดเก็บสารเคมี ควรปฏิบัติตามดังต่อไปนี้								
1.1 มีป้ายบอกชื่อสารเคมี/น้ำมันอย่างชัดเจน								
1.2 พื้นที่ หรือช่องว่างขณะบรรจุสารเคมี/น้ำมันอยู่ในสภาพไม่ชำรุด								
ภาชนะที่บรรจุสารเคมี/น้ำมันอยู่ในสภาพปิดฝาไม่ชำรุดและต้องไม่ชำรุด								
1.3 ภาชนะบรรจุสารเคมี/น้ำมันมีการปิดผนึกภาชนะออกชื่อ ชนิดของสารเคมี/น้ำมันอย่างชัดเจนโดยมีภาชนะรองรับและต้องไม่เรียงภาชนะบรรจุสารเคมีเกิน 3 ชั้น								
1.4 แสดงสัญลักษณ์ห้ามสูบบุหรี่ หรือการทำงานทำให้มีประกายไฟและความร้อนในบริเวณที่จัดเก็บสารเคมี/น้ำมัน								
1.5 ไม่มีสิ่งกีดขวางบริเวณทางเดินภายในบริเวณที่จัดเก็บเคมี/น้ำมัน								
1.6 มีภาชนะรองรับเพื่อป้องกันสารเคมี/น้ำมัน ไม่ให้รั่วสู่สิ่งแวดล้อมภายนอก								
1.7 มีการเตรียม MSDS ไว้พร้อมสำหรับภาชนะปฏิบัติงานอยู่ในที่ระดมข้อมูลใช้งาน								
1.8 มีอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล ที่เหมาะสมใช้ในแผนก								

หมายเหตุ : ① ปฏิบัติตามมาตรฐาน ② ต้องปรับปรุงเล็กน้อย (ไม่จำเป็นต้องออก CAR) ③ C ออก CAR

SEG : จัดเก็บ 3 เดือน นับแต่วันบันทึก

วันบันทึกใช้ : 8 JUN 2009

Q RECORD

FM-SEG-0003 REV.1

ภาพที่ 5.13 ใบบันทึกการตรวจสอบการจัดเก็บสารเคมี (FM-SEG-0003)

ที่มา : บริษัท นิซชิน อีเลคทริก (ประเทศไทย) (2564)

3.5 การบันทึกข้อมูลและการรายงานผลตามกฎหมายของระบบบำบัดน้ำเสีย

ผู้ดูแลระบบบำบัดจะต้องบันทึกข้อมูลสถิติและการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียประจำวันตามแบบ ทส.1 และสรุปผลการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียประจำเดือนตามแบบ ทส.2 โดยรายงานข้อมูลแก่หน่วยงานราชการภายใน 15 วันของเดือนถัดไป ตามมาตรา 80 แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ทั้งนี้ หากไม่ดำเนินการจะมีโทษจำคุกไม่เกิน 1 เดือน หรือปรับไม่เกิน 10,000 บาท หรือทั้งจำทั้งปรับ และหากรายงานเท็จจะมีโทษจำคุกไม่เกิน 1 ปี หรือปรับไม่เกิน 100,000 บาท หรือทั้งจำทั้งปรับ

ขั้นตอนที่ 2 เข้าสู่ระบบเพื่อรายงาน ทส. 2 (ทำทุกเดือน)

1. เข้าเว็บไซต์ www.e-reportmatra80.com ระบบจะแสดงหน้าจอหลักของระบบ ทั้งนี้ การเข้าสู่ระบบเพื่อรายงาน ทส. 2 จะสามารถดำเนินการได้ตั้งแต่วันที่ 1 ถึงวันที่ 15 เวลา 23.59 น. ของทุกเดือนเท่านั้น
2. กรอกชื่อใช้งานและรหัสผ่านที่ได้รับจากการลงทะเบียนในขั้นตอนที่ 1 และ กดปุ่ม "ยืนยัน"
3. เลือกเมนู "บันทึกรายงาน ทส. 2"
4. กรอกข้อมูลสรุปผลการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียตามแบบฟอร์มที่กำหนด ประกอบด้วย 1) ข้อมูลทั่วไป 2) ข้อมูลเกี่ยวกับระบบบำบัดน้ำเสีย และแหล่งรองรับน้ำทิ้ง และ 3) สรุปผลการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียเป็นรายเดือน
5. เมื่อกรอกข้อมูลครบถ้วนแล้ว ให้กดปุ่ม "บันทึกรายงาน ทส. 2" เพื่อทำการจัดส่งรายงาน ทส. 2 ซึ่งระบบจะแสดงข้อความ "ยืนยันการบันทึกรายงาน ทส. 2 ใ้หรือไม่?" เพื่อให้ตรวจสอบข้อมูลอีกครั้ง
 - หากต้องการกลับไปแก้ไข/เพิ่มเติมข้อมูล ให้กดปุ่ม "แก้ไข"
 - หากข้อมูลถูกต้องครบถ้วนแล้ว ให้กดปุ่ม "ยืนยัน"
 * เมื่อกดปุ่มยืนยันแล้ว ระบบจะแสดงข้อความเพื่อยืนยันการจัดส่งรายงาน ทส. 2 แสดงว่าระบบได้ทำการบันทึกข้อมูลการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียของท่านเรียบร้อยแล้ว แบบ ทส. 2 ที่จัดส่งแล้วจะไม่สามารถแก้ไขได้

กรณีแหล่งกำเนิดมลพิษใดมีระบบบำบัดน้ำเสียมากกว่า 1 ระบบ ให้ลงทะเบียน และรายงาน ทส. 2 เพียง 1 username เท่านั้น โดยให้รวมข้อมูลของทุกระบบฯ ไว้ใน ทส. 2 เดียวกัน (ทำ ทส. 1 จำนวน 1 ชุดต่อ 1 ระบบ แต่ให้รวมข้อมูลจาก ทส.1 ทุกชุดรายงาน ทส. 2 เพียง 1 ชุด ต่อ 1 แหล่งกำเนิดมลพิษ)

เจ้าของหรือผู้ครอบครองแหล่งกำเนิดมลพิษใดที่จัดส่งรายงาน ทส. 2 ผ่านทางระบบอิเล็กทรอนิกส์แล้ว **ไม่ถือ** จัดส่งรายงานในรูปแบบเอกสารให้เจ้าพนักงานท้องถิ่นอีก แต่ยังคงต้องรายงาน ทส. 1 ตามแบบฟอร์มที่กำหนดเช่นเดิม

ภาพที่ 5.14 ขั้นตอนรายงาน ทส.2 ผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ (2564)

บทที่ 6

แนวทางการแก้ไขปัญหาเบื้องต้น

ผู้ปฏิบัติงานประจำระบบบำบัดมลพิษน้ำต้องมีการเตรียมเอกสารที่ใช้ในการตรวจดูแลอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในระบบบำบัดน้ำเสีย เพื่อใช้ในการป้องกันและเตรียมความพร้อมให้อุปกรณ์มีสภาพพร้อมใช้งาน และตรวจสอบสภาพของการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่อยู่ในระบบบำบัดน้ำเสียตามไบบันทึกรับการตรวจสอบสภาพการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในระบบบำบัดน้ำเสีย และมีการทำ PM ทุก ๆ 3 เดือน จากแผนซ่อมบำรุง เพื่อเป็นการดูแลระบบบำบัดน้ำเสียให้พร้อมใช้งาน

จากกระบวนการบำบัดน้ำเสียของโรงงานส่งผลให้เกิดปัญหาขัดข้องที่อาจทำให้กระบวนการบำบัดขัดข้องและต้องแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นให้สามารถดำเนินกระบวนการได้ต่อไป ได้แก่

1. ค่าพีเอช (pH)

ค่าพีเอช (pH) มีบทบาทสำคัญมากในกระบวนการบำบัดน้ำเสีย ดังนั้นในการเติมกรดหรือเติมด่างเพื่อปรับค่าพีเอชของน้ำเสียจึงเป็นสิ่งจำเป็น น้ำเสียที่มีค่าพีเอชต่ำสามารถทำให้เป็นกลางได้โดยใช้ปูนขาว โซดาไฟ หรือ โซดาแอช ส่วนน้ำที่มีค่าพีเอชสูงทำให้เป็นกลางได้โดยใช้กรดชนิดต่างๆ เช่น กรดกำมะถัน กรดเกลือ หรือบางครั้งอาจใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ก็ได้

2. การจัดการสารเคมี

2.1 สารเคมีที่ใช้ในระบบบำบัด

สารปนเปื้อนที่เป็นพิษเป็นสารคนละชนิดมีสมบัติทางเคมีแตกต่างกัน จำเป็นจะต้องใช้วิธีการทางเคมีที่แตกต่างกันในน้ำเสียแต่ละประเภทแต่ละบ่อพักที่แยกตามคุณสมบัติทางเคมี และจะต้องมีการเติมสารเคมีเพื่อช่วยในระบบบำบัดน้ำเสีย ซึ่งสารเคมีที่ใช้ในระบบบำบัดมีทั้งหมด 6 ชนิด

2.1.1 โซเดียมไฮโปคลอไรท์ (10% sodium hypochlorite; NaOCl) มีสมบัติเป็นสารฟอกขาว และสามารถฆ่าเชื้อโรคได้ เนื่องจากมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียได้หลายชนิด

2.1.2 เดียมไบซัลไฟต์ (sodium bisulfite; NaHSO_3) ช่วยทำหน้าที่ในการเปลี่ยนโครเมียม (+6) เป็นโครเมียม (+3)

2.1.3 กรดซัลฟิวริก (50% Sulfuric acid; H_2SO_4) มีสภาพเป็นกรดแก่ ใช้สำหรับเพิ่มความเข้มข้นกรดให้กับน้ำเสีย หรือลดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำเสีย

2.1.4 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (50% Sodium hydroxide; NaOH) หรือโซดาไฟ มีสภาพต่างแก่ ใช้สำหรับเพิ่มความเข้มข้นด่างให้กับน้ำเสียหรือเพิ่มค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ของน้ำเสียให้มีค่ามากกว่า 7

2.1.5 คิวรีฟล็อก (kuriflock) มีสภาพเป็นด่างอ่อนใช้สำหรับปรับน้ำเสียและช่วยเพิ่มตะกอนในการจับโลหะหนักในน้ำเสีย

2.1.6 โพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์ (10% poly aluminium chlorid; pac) ทำให้สารต่างๆ ที่แขวนลอยในน้ำจับตัวกันได้โดยตะกอนสกปรกในน้ำที่มีประจุเป็นลบ จะรวมตัวกับประจุไฟฟ้าบวกของ PAC ในทุกขนาดของอนุภาคตะกอน PAC มีโครงสร้างโมเลกุลใหญ่ และมีหลายนิวเคลียสทำให้เกิดตะกอนหนัก จึงสามารถตกตะกอนได้อย่างรวดเร็ว

2.2 การจัดเก็บสารเคมี ในส่วนที่มีการจัดเก็บสารเคมีจะต้องปฏิบัติตามระเบียบต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการใช้สารเคมี

2.2.1 ภาชนะที่ใช้ในการบรรจุสารเคมีจะต้องมีการบ่งชี้ชื่อสารเคมี หรือแสดงเอกสาร MSDS กำกับในบริเวณ ที่มีการใช้สารเคมีแต่ละประเภท (กรดและด่าง) โดยผู้ปฏิบัติงานจะต้องทราบถึงสัญลักษณ์และป้ายเตือนบนภาชนะบรรจุสารเคมีเบื้องต้น (ภาพที่ 6.1)



ภาพที่ 6.1 รูปสัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตรายตามระบบสากล GHS

ที่มา : <http://www.pinthong-group.com/tab/detail.php?id=35> (2564)

2.2.2 ภาชนะที่ใส่สารเคมีจะต้องอยู่ในสภาพที่ดี มีฝาปิดถัง มีป้ายกำกับชื่อของสารเคมี และสามารถบ่งบอกว่าเป็นสารเคมีประเภทใด

2.2.3 กรณีที่เป็นภาชนะบรรจุสารเคมีจะต้องมีถาดรองรับเพื่อป้องกันโอกาสการหกรั่วไหลของสารเคมีลงบน พื้นดิน

2.2.4 ห้ามมีการวางสารเคมีข้างวางระบายน้ำ คร่อมร่องระบายน้ำหรือวางบนพื้นดิน โดยไม่มีภาชนะรองรับอีกชั้น โดยเจ้าหน้าที่สิ่งแวดล้อม จะต้องตรวจสอบสภาพและบริเวณที่จัดเก็บ รวมทั้งภาชนะที่บรรจุสารเคมีเดือนละ 2 ครั้งเพื่อป้องกัน โอกาสการรั่วซึม หกรั่วไหล และการจัดเก็บให้ถูกวิธี โดยบันทึกผลการตรวจที่ "ใบบันทึกการตรวจสอบการจัดเก็บสารเคมี"

2.2.5 ต้องกำหนดสถานที่จัดวางภาชนะ ตามประเภทของสารเคมีที่มีการจัดเก็บ (ไม่วางใกล้ร่องระบายน้ำฝน) และแยกสารเคมีในแต่ละจุดหรือบริเวณที่มีการจัดเก็บสารเคมี ตามประเภทของสารเคมีแต่ละชนิด ที่ระบุไว้ใน MSDS เพราะสารเคมีบางประเภทวางใกล้กันไม่ได้ เนื่องจากจะมีการทำปฏิกิริยากันระหว่างตัวสารเคมี (กรณีที่เป็นภาชนะรั่ว)

2.2.6 สารเคมีแต่ละประเภทภาชนะที่บรรจุสารเคมีต้องมีฝาปิดภาชนะให้มิดชิดและป้องกันการหกรั่วไหลของ สารเคมีในบริเวณที่มีการจัดเก็บ โดยที่ถังสารเคมีจะต้องมีภาชนะรองรับถึงสารเคมี ตัวถังบรรจุสารเคมีต้องมีป้ายระบุประเภทของสารเคมีอย่างชัดเจน ถึงบรรจุสารเคมีต้องอยู่ในสภาพที่สมบูรณ์ไม่มีรอยร้าว หรือ แตก ที่ตัวถังบรรจุสารเคมี

2.3 การเคลื่อนย้ายสารเคมี

การเคลื่อนย้ายสารเคมีจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งแล้ว จะต้องมีการติดป้ายบ่งชี้สารเคมี และติดเอกสาร MSDS เพื่อให้ทราบวิธีการใช้สารเคมี รวมไปถึงวิธีการป้องกันเมื่อเกิดอันตรายจากสารเคมี (ในกรณีที่สารเคมีเป็นสารที่ไวไฟหรือติดไฟได้ง่าย ควรมีป้ายห้ามสูบบุหรี่หรือห้ามทำให้เกิดประกายไฟในพื้นที่ที่มีการจัดเก็บสารเคมี)

3. กรณีสารเคมีในกระบวนการบำบัดน้ำเสียเกิดการรั่วไหล

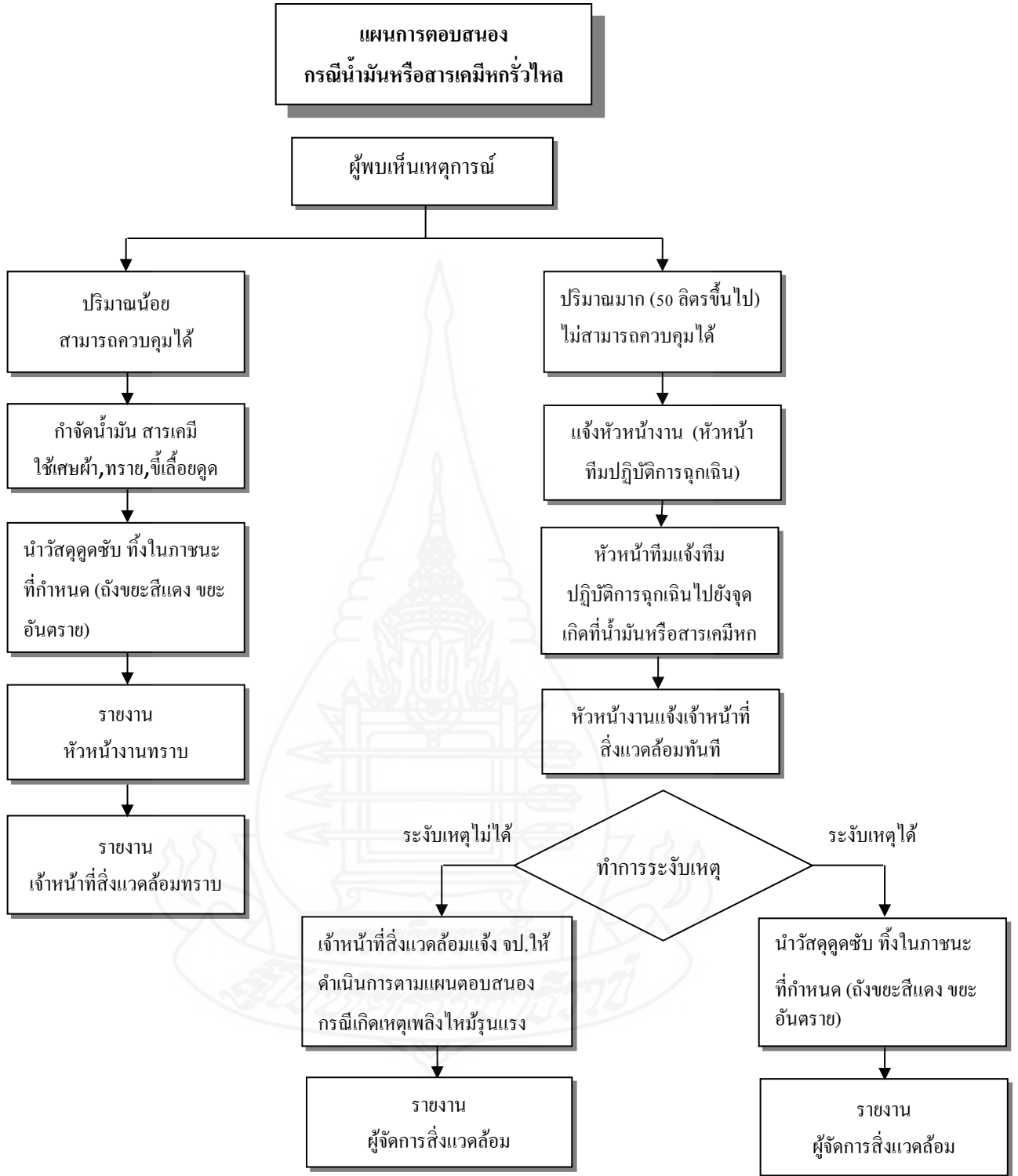
3.1 มีการตรวจสอบรอยรั่ว และส่วนที่อาจทำให้เกิดการชำรุด โดยดูที่บริเวณใต้ถัง และ บริเวณขอบถังด้านในและด้านนอก มีการตรวจสอบระบบท่อ และข้อต่อต่าง ๆ ให้อยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งาน โดยมีการป้องกันการรั่วไหลของสารเคมีจากถังบรรจุสารเคมี

3.2 การปฏิบัติเมื่อมีการรั่วซึม หกรั่วไหลของสารเคมีที่เป็นของเหลว (น้อยกว่า 50 ลิตร) ผู้ที่พบเห็นจะต้องใช้ วัสดุดูดซับ (เศษผ้า ทราย ขี้เถ้า) ทำความสะอาดบริเวณที่หกรั่วไหลของสารเคมี

เพื่อป้องกันไม่ให้สารเคมีแพร่กระจายไปบริเวณพื้นที่ใกล้เคียงหรือไหลลงรางระบายน้ำฝน โดยผู้พบเห็นจะต้องปฏิบัติตาม “แผนฉุกเฉินกรณีน้ำมันหรือสารเคมีหกั่วไหล”

3.3 กรณีที่มีการหกั่วไหลในปริมาณที่มาก (ประมาณ 50 ลิตรขึ้นไป) จะต้องปฏิบัติตามแผนฉุกเฉินที่กำหนดตามขั้นตอนการปฏิบัติงานเรื่อง “แผนฉุกเฉินกรณีน้ำมันหรือสารเคมีหกั่วไหล”





ภาพที่ 6.2 แผนการตอบสนองกรณีน้ำมันหรือสารเคมีหกรั่วไหล

ที่มา : บริษัท นิซชิน อิเลคทริค (ประเทศไทย) (2564)

บรรณานุกรม



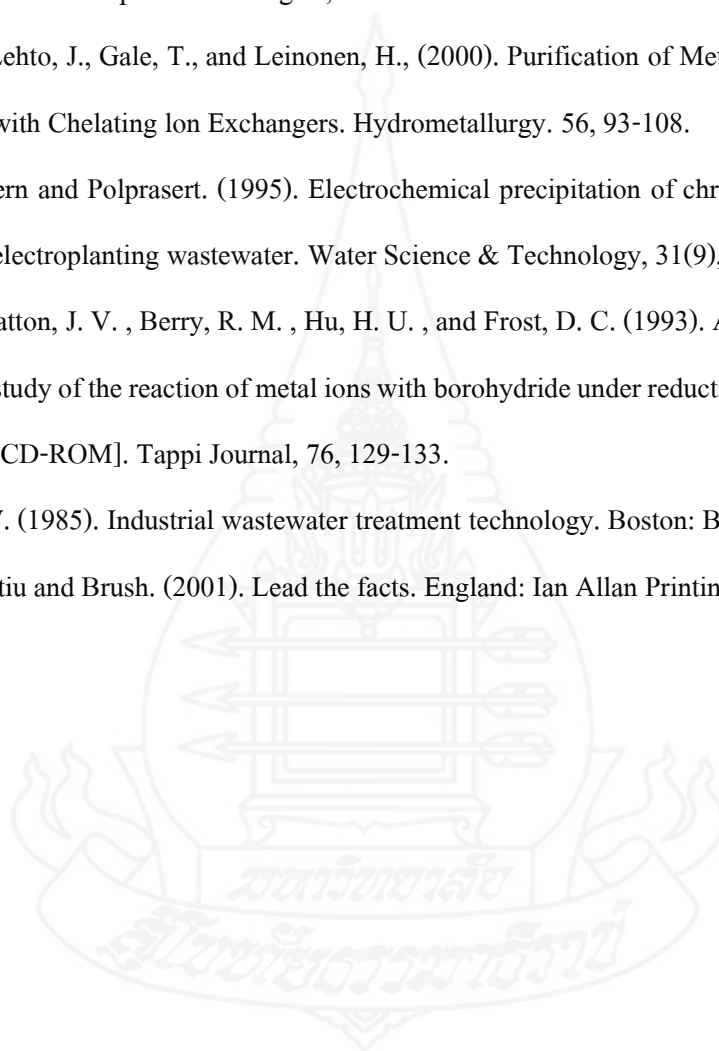
บรรณานุกรม

- กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. (2548). หลักปฏิบัติเพื่อการป้องกันมลพิษ (เทคโนโลยีที่สะอาด) สำหรับอุตสาหกรรมรายสาขาชุบโลหะ. สืบค้นจาก http://php.diw.go.th/ctu/files/pdf/COP_Electroplating_th.pdf
- กรมโรงงานอุตสาหกรรม. (2008). คู่มือการกำกับดูแลโรงงาน: อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ (IC และ PCB). สืบค้นจาก http://www2.diw.go.th/I_Standard/Web/pane_files /Industry25.asp
- กรมควบคุมมลพิษ. (2561). เกร็ดความรู้มลพิษทางน้ำ. สืบค้นจาก http://www.pcd.go.th/info_serv/water_water.htm.
- กรมโรงงานอุตสาหกรรม. (2549). อุตสาหกรรมยานยนต์ไทย. สืบค้นจาก http://service.nso.go.th/nso/nsopublish/census/files/2012_Automotive.pdf.
- กุลธิดา บรรจงศิริ. (2545). ปัญหาน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม. *วารสารวิศวกรรมสาร*, 55(1), 109 – 111.
- ทินพันธุ์ เนตรแพ และ สาวิตรี ชักลีย์. (2560). บำบัดน้ำเสียจากโรงงานชุบโลหะของอุตสาหกรรม SMEs โดยเครื่องกรองทางชีวภาพจากราที่มีประสิทธิภาพ. สืบค้นจาก http://mis.nsruc.ac.th/procresearch/ResearchProjectInfo.aspx?res_id=R000000335.
- ณัฐวรรณ สุนทรวิทธิโชติ. (2556). การศึกษาสภาพปัญหาสิ่งแวดล้อมในเขตตำบลสามัคคี: กรณีศึกษา ปัจจัยที่มีผลต่อการพัฒนาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของประชาชน. สืบค้นจาก http://rdi.aru.ac.th/e_journal/pdf/137.pdf.
- นันทนา ทินนโสติกุล. 2541. งานศึกษาวิเคราะห์และข้อเสนอแนะเพื่อการวางแผนพัฒนาและส่งเสริมการส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์และส่วนประกอบ. กรุงเทพฯ: กองแผนงานกรมส่งเสริมการส่งออก กระทรวงพาณิชย์
- นางเยาว์ จโนภาส. (2546). การใช้ประโยชน์จากกากเคลือบสีคาร์ไบด์ในการตกตะกอนโลหะหนัก. (รายงานการวิจัย ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

- ประวราดา โภชนจันทร์. (2557). การศึกษาคุณลักษณะ การใช้ประโยชน์ และการบำบัดน้ำทิ้งอย่างยั่งยืน ในโรงงานอุตสาหกรรมต้นแบบ: กรณีศึกษาโรงงานบีทีไพพ์ ฟิตติ้งอินดัสตรี จำกัด จังหวัดสมุทรสาคร. *วารสารวิจัย มสค* 4, 1-16.
- พรพรหม อินทวงศ์. (2543). *การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานผลิตชิป*. (รายงานการวิจัย ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ
- มณีนรัตน์ องค์กรณดี. (2542). *การกำจัดโลหะหนักออกจากน้ำเสียโรงงานชุบโลหะ โดยใช้โซเดียมโบโรไฮไดรด์*. (รายงานการวิจัย ไม่ได้ตีพิมพ์). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ
- มงคล ดำรงค์ศรี. (2549). การบำบัดน้ำเสียของโรงงาน SME ประเภทชุบโลหะด้วยไฟฟ้าโดยการตกตะกอนทางเคมี. สืบค้นจาก <https://wastewatertreatments.wordpress.com>.
- รสริน ทูโลกกรวด. (2550). การนำกรดไฮโดรคลอริกใช้แล้วกลับมาใช้ซ้ำในระบบบำบัดน้ำเสีย. สืบค้นจาก <http://sutir.sut.ac.th:8080/sutir/bitstream/123456789/2839/1/การนำกรดไฮโดรคลอริกใช้แล้วกลับมาใช้ซ้ำในระบบบำบัดน้ำเสีย.pdf>.
- ลือพงศ์ แก้วศรีจันทร์ และ จริญญา บุญกาญจน์. (2545). การบำบัดน้ำเสียที่มีสารไฮโครคาร์บอนด้วยปฏิกิริยา fenton ร่วมด้วยการตกตะกอนของเกลือซัลเฟต. สืบค้นจาก <https://core.ac.uk/download/pdf/14979292.pdf>.
- วลัยรัตน์ จันทรวงศ์. (2549). การบำบัดน้ำเสียของโรงงานชุบโลหะ. สืบค้นจาก <http://www.thaiscience.info/journals/Article/TJKM/10470036.pdf>.
- ศิวะ ไวทยรุ่งโรจน์ และ ณฐา คุปต์ชัยเชียร. (2556). การเพิ่มผลผลิตของการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์โดยเทคนิค DMAIC กรณีศึกษา : โรงงานประกอบแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์ ราชมนกลชัยบุรี* 11, 23 – 36.
- ศุภดา รอบคอบ. (2560). *การจัดการกากอุตสาหกรรมในโรงงานประเภทชุบโลหะแบบครบวงจร*. (รายงานการวิจัย ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ
- สัญญา สมใจ. (2547). *การจัดการมลพิษในอุตสาหกรรมเซมิคอนดักเตอร์*. (รายงานการวิจัย ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ

- สุกรานต์ โรจนไพรวงศ์. (2544). *สถานการณ์สิ่งแวดล้อมไทย 2542-43*. กรุงเทพฯ : มูลนิธิโลกสีเขียว.
- สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2560). คู่มือระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน. สืบค้นจาก <http://infofile.pcd.go.th/water/Wstwater/system.pdf?CFID=1919548&CFTOKEN=30207546>.
- อนันท์ ทองมอญ. (2527). *หุบโครเมียม-หุบทอง*. กรุงเทพฯ: เรือนแก้วการพิมพ์.
- อมรรัตน์ วงษ์กลม และ ถนัด ชนะฉัตรชัยรัตน์. (2561). การกำจัดความขุ่นและสารคาร์บอนอินทรีย์ที่ละลายน้ำด้วยกระบวนการสร้างและรวมตะกอน กรณีศึกษาระบบการผลิตน้ำประปาตำบลทรายมูล อำเภอพิบูลมังสาหาร จังหวัดอุบลราชธานี. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา* 23, 1188 – 1198.
- อิสวัต แสงมณี, กรกฎ เพ็ชรหัตถะโยธิน และสุชน เสดียรยานนท์. (2552). สภาพที่เหมาะสมสำหรับการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์. *วารสารก้าวหน้าโลกวิทยาศาสตร์* 9, 143 – 151.
- Adhoum, N., Monser, L., Bellakhal, N. and Belgaied, J.E. (2004). Treatment of Electroplating Wastewater Containing Cu, Zn and Cr(VI) by Electrocoagulation. *Journal of Harzardous Materials*. 112, 207-213.
- Alvarez-Ayuso, E., Garcia-Sanchez, A. and Querol, X. (2007). Adsorption of Cr(VI) from synthetic solutions and electroplating wastewaters on amorphous aluminium oxide. *Journal of Hazard Materials*. 142, 191-8.
- Awasthi, M. and Rai, L.C., (2005) Toxicity of Nickel, Zinc and Cadium to Nitrate uptake in Free and Immobilized Cells of *Scenedesmus quadricauda*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 61, 268-272.
- Dennis R. and Frank E. Diebold. (1984). Electroprecipitation Treatment of Acid Mine Wastewater Water. *Research*, 18(7), 855-859

- Fu, F. and Wang, Q. (2011). Removal of heavy metal ions from wastewaters: a review. *Journal of Environmental Management*. 92, 407-18.
- Giurlani, W., and et al. (2018). Electroplating for Decorative Applications: Recent Trends in Research and Development. *Coatings* 8, 1 – 25.
- Koivula, R., Lehto, J., Gale, T., and Leinonen, H., (2000). Purification of Metal Plating Rinse Waters with Chelating Ion Exchangers. *Hydrometallurgy*. 56, 93-108.
- Kongsricharoern and Polprasert. (1995). Electrochemical precipitation of chromium (Cr VI) from an electroplating wastewater. *Water Science & Technology*, 31(9), 109-117
- Lee, C. L. , Hatton, J. V. , Berry, R. M. , Hu, H. U. , and Frost, D. C. (1993). An X-Ray photoelectron study of the reaction of metal ions with borohydride under reductive bleaching conditions [CD-ROM]. *Tappi Journal*, 76, 129-133.
- Patterson, J.W. (1985). *Industrial wastewater treatment technology*. Boston: Butterworth Publisher
- Thornton Rautiu and Brush. (2001). *Lead the facts*. England: Ian Allan Printing Ltd.





ภาคผนวก

มหาวิทยาลัย

สกลนครราชภัฏ

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือวิจัย

1. ผู้ทรงคุณวุฒิ ท่านที่ 1

- 1) ชื่อ-สกุลผู้ทรงคุณวุฒิ นายสมพงษ์ บุญเฟื่อง
- 2) ตำแหน่ง นักวิชาการสิ่งแวดล้อมชำนาญการพิเศษ
- 3) วุฒิการศึกษา - วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาธารณสุขศาสตร์ วิชาเอกวิทยาศาสตร์
สุขภาพ มหาวิทยาลัยมหิดล สำเร็จการศึกษาปี 2535
- วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต วิชาเอกเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยมหิดล สำเร็จการศึกษาปี 2545
- 4) ประสบการณ์การทำงานที่เกี่ยวข้องกับหัวเรื่อง

ปัจจุบันปฏิบัติงานติดตามตรวจสอบระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียของสถานพยาบาลและองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ให้ข้อเสนอแนะองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในการวางแผนการพัฒนาโครงการด้านการจัดการน้ำเสีย และการติดตามตรวจสอบแหล่งกำเนิดมลพิษทางน้ำตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

- 5) ประสบการณ์การทำวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหัวเรื่อง

-

2. ผู้ทรงคุณวุฒิ ท่านที่ 2

- 1) ชื่อ-สกุลผู้ทรงคุณวุฒิ คุณสุทธิพงษ์ วงศ์ดี
- 2) ตำแหน่ง ผู้จัดการด้านปฏิบัติการ
- 3) วุฒิการศึกษา มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนป้อมนาคราชสวาทยานยนต์ ปี 2540
- 4) ประสบการณ์การทำงานที่เกี่ยวข้องกับหัวเรื่อง

ปัจจุบันปฏิบัติงานควบคุมดูแลและตรวจสอบระบบบำบัดน้ำเสีย รวมถึงการดูแลควบคุมไลน์การทำงานเกี่ยวกับการชุบโลหะ

- 5) ประสบการณ์การทำวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหัวเรื่อง

-

3. ผู้ทรงคุณวุฒิ ท่านที่ 3

- 1) ชื่อ-สกุลผู้ทรงคุณวุฒิ คุณพิทักษ์ มีมาก
- 2) ตำแหน่ง ผู้เชี่ยวชาญด้านปฏิบัติการ
- 3) วุฒิการศึกษา ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาไฟฟ้ากำลัง
วิทยาลัยเทคโนโลยีแพร่ ปี 2542

4) ประสบการณ์การทำงานที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อเรื่อง

ปัจจุบันปฏิบัติงานตรวจเช็คระบบไฟฟ้าทั้งหมดรวมถึงระบบบำบัดน้ำเสียและตรวจสอบเครื่องจักรและซ่อมบำรุงอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบบำบัดน้ำเสีย

5) ประสบการณ์การทำวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อเรื่อง

-

4. ผู้ทรงคุณวุฒิ ท่านที่ 4

- 1) ชื่อ-สกุลผู้ทรงคุณวุฒิ คุณปรัชญา ศิริพงษ์อุทุมพร
- 2) ตำแหน่ง หัวหน้ากลุ่มพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษา (นักทรัพยากรบุคคล ชำนาญการพิเศษ)
- 3) วุฒิการศึกษา - ครุศาสตรบัณฑิต วิชาเอกจิตวิทยาแนะแนว
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม สำเร็จการศึกษาปี 2531
- การศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการบริหารการศึกษา
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม สำเร็จการศึกษาปี 2539
- ปรัชญาคุษฎีบัณฑิต วิชาเอกสิ่งแวดล้อมศึกษา
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม สำเร็จการศึกษาปี 2557

4) ประสบการณ์การทำงานที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อเรื่อง

-

5) ประสบการณ์การทำวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อเรื่อง

- ทำวิจัยเรื่องการพัฒนารูปแบบเครือข่ายอาสาสมัครพิทักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ประวัติผู้ศึกษา

ชื่อ	เกษกมล กะลัมพะนันท์
วัน เดือน ปีเกิด	8 พ.ค. 2534
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด 45000
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (อนามัยสิ่งแวดล้อม) มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ ปี 2556
สถานที่ทำงาน	บริษัท นิชชิน อีเลคทริค (ประเทศไทย) จำกัด
ตำแหน่ง	เจ้าหน้าที่สิ่งแวดล้อม

