บทที่ 1

บทนำ

1.1 ข้อมูลทั่วไปของอุตสาหกรรมตกแต่งผิวโลหะ

กลุ่มอุตสาหกรรมตกแต่งผิวโลหะในประเทศไทยผลิตสินค้าชุบเคลือบเพื่อจำหน่ายในประเทศและส่งออกต่างประเทศ ชนิดผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้แก่ ชิ้นส่วนจักรยานยนต์ รถยนต์ ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิค ชิ้นส่วนวัสดุก่อสร้าง และเครื่องประดับ เป็นต้น อุตสาหกรรมประเภทนี้มีการขยายตัวเพิ่มขึ้นเนื่องจากความต้องการสินค้าภายในประเทศและในต่างประเทศ ในปี 2535 สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลและโลหะการ ได้ทำการสำรวจชนิดของกลุ่มอุตสาหกรรมตกแต่งผิวโลหะซึ่งสามารถแยกประเภทได้หลายชนิด เช่น การชุบคอปเปอร์-นิเกิล-โครเมี่ยม การชุบนิกเกิลแบบสองชั้น การชุบสังกะสี การชุบโครเมี่ยมแข็ง การชุบโลหะที่มูลค่าสูง เช่น ทอง เงิน และโรเดียม การอะโนไดซ์อะลูมิเนียม การอะโนไดซ์สังกะสี การชุบฟอสเฟต เป็นต้น (สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, 1998)

กระบวนการตกแต่งผิวโลหะประกอบด้วยขั้นตอนหลักใหญ่ 3 ขั้น คือ การเตรียมผิวชิ้นงาน การชุบเคลือบผิวโลหะ และการปรับปรุงคุณภาพชิ้นงานหลังชุบเคลือบ

โดยทั่วไปการเตรียมผิวชิ้นงานเป็นสิ่งที่จำเป็นเพื่อให้แน่ใจว่าจะไม่ก่อให้เกิดปัญหาในระหว่างการเคลือบผิวโลหะ และเพื่อให้ชิ้นงานมีคุณภาพสูง ตัวอย่างกระบวนการเตรียมผิวเช่น การล้างไขมัน การล้างน้ำ การล้างกรด การกัดกรดกำจัดออกไซด์ของโลหะและการกัดกรดลอกชิ้นงาน เป็นต้น

การล้างไขมัน การล้างน้ำ การล้างกรด และการกัดกรดกำจัดออกไซด์ของโลหะ เป็นการกำจัดไขมัน ผงฝุ่น และออกไซด์ของโลหะที่ติดอยู่บนผิวชิ้นงาน ส่วนการกัดลอกชิ้นงานจะเป็นการกำจัดนิเกิลออกจากผิวชิ้นงาน สารละลายที่ใช้ลอกออกจะมี 2 ชนิดคือสารละลายกรด และสารละลายด่าง

การชุบเคลือบผิวโลหะ เป็นกลไกทางเคมีไฟฟ้าหรือเคมีฟิสิกส์สำหรับเคลือบผิวโลหะเช่น การชุบนิเกิล การชุบทองแดง การชุบสังกะสี การอะโนไดซ์อะลูมิเนียม การฟอสเฟสติ้ง เป็นต้น หลังจากการชุบเคลือบชิ้นงานเรียบร้อยแล้วจำเป็นต้องล้างชิ้นงานเพื่อล้างน้ำยาเคมีออก ก่อนเข้าสู่กระบวนการขั้นต่อไป โดยการล้างด้วยน้ำในถังล้าง

การปรับปรุงคุณภาพชิ้นงานหลังชุบเคลือบผิวโลหะ เป็นการป้องกันพื้นผิวจากความชื้นไม่ทำให้ผิวหมองและเกิดสนิม ทั้งยังเพิ่มคุณสมบัติการต้านทานความร้อน ความเงางาม สี เช่น การเคลือบโครเมตหลังจากชุบสังกะสี การเคลือบแลคเกอร์หลังจากชุบโลหะ เป็นต้น

ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญของกลุ่มอุตสาหกรรมตกแต่งผิวโลหะ เกิดจากขั้นตอนกระบวนการผลิตดังข้างต้นซึ่งก่อให้เกิดของเสีย ได้แก่ น้ำเสีย มลภาวะทางอากาศ และกากตะกอน

การเตรียมผิวชิ้นงานก่อให้เกิดมลภาวะทางอากาศและน้ำเสียในปริมาณมาก มลภาวะทางอากาศเกิดจากทั้งจากขั้นตอนการขัดผิวชิ้นงานซึ่งก่อให้เกิดฝุ่น ทั้งยังเกิดจากการระเหยของไอกรดและด่างที่ใช้ในบ่อล้างไขมัน บ่อล้างกรด บ่อกัดกรด

มลภาวะทางน้ำได้แก่น้ำเสีย ซึ่งในกระบวนการผลิตมีแหล่งที่ก่อให้เกิดน้ำเสียปริมาณมากที่สุด คือกระบวนการล้างน้ำในช่วงการเตรียมผิวชิ้นงานซึ่งก่อให้เกิดน้ำเสียที่มีฤทธิ์เป็นกรด-ด่าง และมีไขมันปนเปื้อน อย่างไรก็ตามนอกจากน้ำเสียที่มีฤทธิ์เป็นกรด-ด่างแล้ว ในการล้างหลังการชุบเคลือบผิวยังก่อให้เกิดน้ำเสียประเภทที่มีความเป็นพิษ เช่น น้ำเสียปนเปื้อนโลหะหนักเชิงซ้อน เป็นต้น ซึ่งทางสถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลและโลหะการ ได้มีการแบ่งน้ำเสียออกเป็น 4 กลุ่ม ตามความเป็นพิษได้แก่ กรดด่างที่ปนเปื้อน โลหะหนักเชิงซ้อน ไซยาไนด์ และกรดโครมิค

1.2 ความเป็นมาและมูลเหตุจูงใจของงานวิจัย

ปัจจุบันแนวโน้มในการจัดการของเสียของภาคอุตสาหกรรม เริ่มเปลี่ยนแปลงจากเดิมที่เป็นการบำบัดของเสียจากการผลิตก่อนปล่อยออกสู่ภายนอกโรงงาน (End-of-pipe treatment) ซึ่งเป็นการแก้ปัญหาในเชิงรับ เป็นค่าใช้จ่าย และภาระของโรงงานอุตสาหกรรม มาเป็นการป้องกันมลพิษ (Pollution Prevention, PP หรือ P2) หรือ เทคโนโลยีสะอาด (Cleaner Technology, CT) ซึ่งเป็นการปฏิบัติการเชิงรุก โดยการศึกษาเข้าไปในกระบวนการผลิต ใช้พื้นฐานความรู้ของศาสตร์

ทางวิศวกรรม ทำดุลมวลสาร และดุลพลังงาน ของอุปกรณ์เฉพาะหน่วย (Unit Operations) ต่างๆ ในกระบวนการ เพื่อพิจารณาที่ต้นกำเนิดของของเสีย พร้อมทั้งดำเนินการลด หรือป้องกันการเกิดของเสียจากกระบวนการผลิตโดยตรง โดยอาจเป็นการปรับปรุงกระบวนการผลิต หรือการนำของเสียกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งการจัดการสิ่งแวดล้อมในเชิงรุกนี้จะทำให้โรงงานอุตสาหกรรมสามารถลดค่าใช้จ่ายในการผลิต รวมถึงการบำบัด อันจะนำไปสู่การพัฒนาได้อย่างยั่งยืนต่อไป (sustainable development)

หลักการป้องกันมลพิษได้จำแนกแนวทางการจัดการของเสียที่เกิดขึ้นกระบวนการผลิตตามลำดับขั้นของจากสิ่งที่ควรดำเนินการมากที่สุด และลดหลั่นลงไปเป็นลำดับ ดังนี้

1. การลดที่แหล่งกำเนิด (Source Reduction)
2. การนำกลับมาใช้ใหม่และการรีไซเคิล (Reuse/Recycle) เช่น การหมุนเวียนใช้ภายในกระบวนการ (In-process Recycling) การหมุนเวียนใช้ภายในสถานประกอบการ (On-site Recycling) และการหมุนเวียนใช้ภายนอกสถานประกอบการ (Off-site Recycling)
3. การบำบัดของเสีย (Waste Treatment)
4. การทิ้งอย่างถูกวิธี (Secure Disposal)

งานวิจัยนี้จึงได้เลือกประยุกต์ใช้หลักการป้องกันมลพิษเพื่อจัดการปัญหาสิ่งแวดล้อมจากกระบวนการชุบโลหะประเภทสังกะสี-โครเมี่ยมของโรงงานแห่งหนึ่ง ซึ่งมีการใช้น้ำปริมาณมากในกระบวนการผลิต โดยเฉพาะขั้นตอนการล้างชิ้นงานด้วยน้ำในช่วงของการเตรียมผิวชิ้นงาน อันก่อให้เกิดน้ำเสียประเภทกรด-ด่างซึ่งเป็นภาระที่ต้องทำการบำบัดต่อไป ประกอบกับกฎหมายในอนาคตได้ควบคุมให้โรงงานเปลี่ยนจากการใช้น้ำบาดาลในปัจจุบันมาใช้น้ำประปาแทน ส่งผลให้เกิดค่าใช้จ่ายสูงขึ้นจากเดิม 8.36 เท่า (น้ำบาดาลราคา 2.60 บาทต่อลบ.ม. และน้ำประปาราคา 21.75 บาทต่อลบ.ม.)

การศึกษาหาแนวทางนำน้ำทิ้งจากกระบวนการล้างน้ำ (Rinsing) ของขั้นตอนการเตรียมผิวชิ้นงานซึ่งปนเปื้อนกรดและด่างที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันกลับมาใช้ใหม่ในกระบวนการให้ได้มากที่สุด จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่น่าสนใจสำหรับการลดปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นทั้งยังช่วยลดการใช้น้ำใหม่ในกระบวนการ ทำให้เกิดการใช้ทรัพยากรน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงที่สุด

1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. ศึกษาดุลมวลสารและสร้างแบบจำลองของกระบวนการล้างน้ำ
2. สร้างแบบจำลองโครงข่ายการจัดการน้ำและน้ำเสีย ด้วยหลักการแยก ผสม และนำกลับมาใช้ใหม่โดยตรง เพื่อใช้สำหรับทำออปติไมซ์
3. ทำกรณีศึกษาโดยออปติไมซ์แบบจำลองโครงข่ายการจัดการน้ำและน้ำเสีย ภายใต้สภาวะขอบเขตของกระบวนการตกแต่งผิวโลหะประเภทชุบสังกะสี-โครเมี่ยมของโรงงานแห่งหนึ่ง โดยมีฟังก์ชันวัตถุประสงค์เพื่อให้มีการใช้น้ำใหม่ในระบบให้น้อยที่สุด

1.4 ขอบเขตงานวิจัย

1. แบบจำลองโครงข่ายการจัดการน้ำและน้ำเสีย และการออปติไมเซชันดำเนินการด้วยโปรแกรมแกมส์
2. ทำการจำลองโครงข่ายการจัดการน้ำทิ้งระบบที่สภาวะคงตัว (Steady State)
3. การทำดุลมวลสารและการนำน้ำกลับมาใช้สนใจเฉพาะองค์ประกอบเดียวที่อยู่ในสายของไหล โดยไม่มีสภาวะสมดุลของการถ่ายโอนมวลเกิดขึ้น

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

1. ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อวิทยานิพนธ์
2. ศึกษาและสร้างแบบจำลองของกระบวนการล้างน้ำ
3. ศึกษากระบวนการ และเก็บข้อมูลจากกระบวนการผลิตของโรงงานแห่งหนึ่ง เพื่อจัดทำดุลมวลสารของกระบวนการล้างน้ำ
4. ทดสอบแบบจำลองของกระบวนการล้างน้ำกับข้อมูลวัดของโรงงาน และทำดุลมวลสารของกระบวนการล้างน้ำของโรงงานที่สภาวะคงตัว
5. สร้างแบบจำลองโครงข่ายการจัดการน้ำและน้ำเสีย ด้วยหลักการการแยก การผสม และการนำกลับไปใช้ใหม่ ภายใต้สภาวะขอบเขตของกระบวนการผลิตของโรงงาน
6. ทำการออปติไมซ์แบบจำลองโดยใช้โปรแกรมแกมส์
7. วิเคราะห์ สรุปผลงานวิจัย จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์ และนำเสนองานวิจัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.6 ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย

1. แนวทางสำหรับลดการใช้น้ำและปริมาณน้ำเสียของกระบวนการตกแต่งผิวโลหะประเภทชุบสังกะสี-โครเมี่ยม ของโรงงานที่ทำการศึกษา
2. แบบจำลองของกระบวนการล้างน้ำของโรงงานที่ใกล้เคียงความจริง
3. อัลกอริทึมทั่วไปของแบบจำลองโครงข่ายการจัดการน้ำและน้ำเสีย ด้วยเทคนิคการออปติไมซ์