บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย

การศึกษาตัวควบคุมโดยอาศัยแบบจำลองได้เข้ามามีบทบาทอย่างมากในการประยุกต์ใช้ร่วมกับเทคนิคการควบคุมขั้นสูง งานวิจัยนี้จึงได้เสนอการสร้างแบบจำลองของกระบวนการแลกเปลี่ยนไอออนโดยใช้ข่ายงานนิวรัล การประยุกต์ใช้ข่ายงานนิวรัลนี้เป็นแนวคิดหนึ่งสำหรับการหาแบบจำลองที่ไม่เป็นเชิงเส้นได้เป็นอย่างดี โดยไม่จำเป็นต้องรู้ทฤษฎี การดุลมวลสาร และค่าคงที่ของระบบ เนื่องจากในการสร้างแบบจำลองจากข่ายงานนิวรัลใช้เพียงค่าอินพุท และเอาท์พุทเท่านั้น ซึ่งสะดวกและง่ายกว่าการทำสมดุลมวลสาร และยังสามารถให้แบบจำลองที่มีความใกล้เคียงกับกระบวนการจริง เพราะเหตุนี้ข่ายงานนิวรัลจึงเป็นที่ยอมรับในความสามารถโดยเฉพาะ การจำลองพฤติกรรมของระบบที่มีความซับซ้อนสูง และยากต่อการหาค่าคงที่ต่างๆ ในการทำสมดุลมวลสารได้เป็นอย่างดี ดังนั้นข่ายงานนิวรัลจึงเป็นที่นิยมอย่างสูงในวงการวิจัยทางวิศวกรรม วิทยาศาสตร์ การแพทย์ เศรษฐศาสตร์ และการเงิน เป็นต้น

ที่มาของงานวิจัย เนื่องด้วยอุตสาหกรรมการผลิต และแปรรูปเหล็ก เป็นอุตสาหกรรมพื้นฐานในการพัฒนาประเทศ เนื่องจากเป็นอุตสาหกรรมที่มีความเชื่อมโยงกับอุตสาหกรรมอื่น เช่น อุตสาหกรรมก่อสร้าง อุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์เหล็ก อุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรมยานยนต์ อุตสาหกรรมอาหารกระป๋อง ท่อ และอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ เป็นต้น โดยในปี2538 มีปริมาณการผลิต และแปรรูปเหล็ก 3.75 ล้านตัน และในปี2546 มีปริมาณการผลิต และแปรรูปเหล็กอยู่ที่ 6.53 ล้านตัน โดยเพิ่มขึ้นปีละ 0.35 ล้านตัน จึงมีการคาดการณ์ในอนาคตอีก 10-15 ปี ประเทศไทยต้องมีปริมาณการผลิต และแปรรูปเหล็ก โดยรวมมากกว่า 10 ล้านตันต่อปี (ปัจจุบันมีกำลังการผลิตจริงโดยรวมภายในประเทศกว่า 20 ล้านตันต่อปี) แต่ก็ยังไม่เพียงพอต่อการบริโภคเหล็กภายในประเทศ จึงต้องมีการนำเข้าเหล็กจากประเทศใกล้เคียง ซึ่งแนวโน้มของการผลิต และบริโภคเหล็กที่เพิ่มสูงขึ้นนี้เป็นผลดีในเชิงเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศที่กำลังฟื้นตัวอย่างต่อเนื่อง หากอัตราการใช้เหล็กยังเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จะเป็นสัญญาณเตือนถึงผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมนี้ที่มีอยู่เป็นจำนวนมาก อุตสาหกรรมการผลิต และแปรรูปเหล็กในประเทศส่วนใหญ่เป็น การผลิตขั้นกลาง และขั้นปลาย ของเสียที่เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรมประเภทนี้ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้แก่ มลพิษทางน้ำ มลพิษทางอากาศ และมลพิษทางดิน จากการพิจารณาองค์ประกอบของเสียพบว่าเกิดขึ้นจากขั้นตอน “กระบวนการกำจัดสนิม” ซึ่งเป็นกระบวนสำคัญอย่างหนึ่งในการผลิต และการ

แปรรูปเหล็ก โดยเป็นการทำความสะอาดผิวชิ้นงาน ก่อนดำเนินการต่อไปกับผิวชิ้นงาน เช่น การชุบสังกะสี การเคลือบ การทาสี และการชุบด้วยไฟฟ้า

กระบวนการกำจัดสนิมแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการทำความสะอาดเบื้องต้นเป็นการฉีด ล้าง เพื่อลดคราบน้ำมัน สิ่งสกปรก ฝุ่น เศษเหล็กบริเวณผิวโลหะ และขั้นตอนการกำจัดสนิมเป็นการกำจัดคราบออกไซด์ โดยการสัมผัสผิวโลหะด้วยสารละลายกรดในปริมาณมาก เพื่อขจัดสนิมบริเวณผิวโลหะ กระบวนการกำจัดสนิมส่วนใหญ่ในประเทศใช้กรดไฮโดรคลอริก เนื่องจากมีประสิทธิภาพในการกำจัดสนิมได้ดีกว่ากรดชนิดอื่น จากคู่มือเพื่อจัดการสิ่งแวดล้อมสำหรับอุตสาหกรรมการแปรรูปเหล็ก และกระบวนการกำจัดสนิม โดยสำนักเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม โรงงาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม พบว่าปริมาณของสนิมเหล็ก และปริมาณการใช้กรดต่อตันวัตถุดิบมากเกินไป ซึ่งในขั้นตอนการกำจัดสนิมมีกรดบางส่วนไม่ได้ทำหน้าที่ในการกำจัดสนิมเหล็ก โดยสนิมเหล็กที่ผสมอยู่ในกรดเหล่านี้รวมเป็นของเสียเรียกว่า “Pickling Liquors” ซึ่งมีองค์ประกอบเหล่านี้ สารละลายกรด ไอออนเหล็ก น้ำมัน ฝุ่น เศษเหล็ก เศษสนิม และสารเคมีอื่นๆ จากของเสียปริมาณมากทำให้ระบบบำบัดของโรงงานต้องรับภาระในการกำจัดมากขึ้น ทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการบำบัดมากขึ้นเพื่อให้ได้ตามมาตรฐานน้ำทิ้งของกรมโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อลดปริมาณของเสียแนวปฏิบัติอย่างหนึ่งคือ “การลดปริมาณการใช้กรด” เพื่อเป็นประโยชน์ในด้านการควบคุมมลพิษ ด้านต้นทุนการใช้กรด และด้านค่าใช้จ่ายในการบำบัดของเสีย โดยทางเลือกหนึ่งที่ช่วยในการลดปริมาณการใช้กรดคือการนำกรดที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่ด้วย“การนำกลับกรด”

โดยหลักการของการนำกลับกรด คือต้องการเพิ่มความเข้มข้นกรด และแยกเอาไอออนเหล็กออกจากกัน เพื่อนำกลับกรดที่มีความเข้มข้นสูงขึ้น และเพียงพอต่อการกำจัดสนิมเหล็กได้อย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับเทคโนโลยีการนำกลับกรดในปัจจุบันมีด้วยกันหลายวิธี ได้แก่ การตกผลึก การระเหย และไพโรไฮโดรไลซิส (Pyrohydrolysis) ซึ่งวิธีเหล่านี้ให้ประสิทธิภาพการนำกลับกรดที่แตกต่างกัน มีต้นทุน และการใช้พลังงานในการดำเนินการสูง จึงไม่เหมาะสมที่จะลงทุนกับโรงงานขนาดกลาง หรือขนาดเล็ก อีกทางเลือกที่น่าสนใจคือ การแลกเปลี่ยนไอออน (Ion Exchange) หรือ การดูดซับ (Adsorption) เนื่องจากใช้เงินลงทุน และใช้พลังงานในการดำเนินการต่ำ มีระยะเวลาในการคืนทุนสั้น เมื่อเทียบกับวิธีอื่นๆ จากงานวิจัยของ อาทร วุฒิสัตย์วงศ์กุล (2545) ได้มีการนำกลับกรดด้วยการแลกเปลี่ยนไอออน โดยมีการออกแบบ และสร้างหอเรซินแบบคอลัมน์ (Fixed-Bed Column) ซึ่งประกอบด้วย แคทไอออน (Cation) และ แอนไอออน (Anion) โดยทำการทดลอง ศึกษาหาอัตราการไหลที่เหมาะสมของการทำงานของการแลกเปลี่ยนไอออน

งานวิจัยนี้นำเสนอ การค้นหาแบบจำลองสำหรับการแลกเปลี่ยนไอออนของหอเรซินแบบคอลัมน์ เพื่อนำไปหาโพไฟล์ความเข้มข้นกรด และไอออนเหล็กของการแลกเปลี่ยนไอออน และใน

อนาคตยังสามารถนำไปใช้เป็นแบบจำลองคณิตศาสตร์ สำหรับการควบคุมกระบวนการแลกเปลี่ยนไอออน โดยใช้เทคนิคการควบคุมขั้นสูง

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. สร้างแบบจำลองข่ายงานนิวรัล สำหรับทำนายความเข้มข้นกรด และความเข้มข้นไอออนเหล็ก ที่ได้รับจากกระบวนการนำกลับกรดไฮโดรคลอริกโดยการแลกเปลี่ยนไอออน
2. เปรียบเทียบผลการจำลองแบบจำลองข่ายงานนิวรัล กับผลการทดลองจริงจากกระบวนการ
3. ศึกษาความเป็นไปได้ของการนำกลับกรดด้วยการแลกเปลี่ยนไอออนโดยวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการนำกลับกรด กลับมาใช้ใหม่

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

1. ศึกษาเฉพาะการนำกลับกรดเสีย Pickling Liquors ที่มีไอออนของเหล็กผสมอยู่เท่านั้น
2. ทดลองวิธีการแลกเปลี่ยนไอออนด้วยหอเรซินแบบคอลัมน์ (Fixed-bed Column) ในการนำกลับกรด ซึ่งประกอบด้วย แคทไอออน และแอนไอออนเพื่อเก็บข้อมูลอินพุท และเอาท์พุท เพื่อใช้ในการฝึกข่ายงานนิวรัล
3. ความเข้มข้นกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ 50-120 กรัมต่อลิตร (0.8-1.4 โมลต่อลิตร)
4. ความเข้มข้นไอออนเหล็กที่ใช้ < 6 กรัมต่อลิตร
5. อัลกอริธึมที่ใช้ฝึกข่ายงานนิวรัลเป็น แบบการกระจายย้อนกลับ (Back-Propagation Algorithm) โดยใช้โครงข่ายแบบป้อนไปข้างหน้า (Feedforward Network) ฟังก์ชันมูลฐานเชิงเส้น (Linear Basis Function) ฟังก์ชันกระตุ้นซิกมอยด์ (Activation Function)
6. ประสิทธิภาพการนำกลับกรด พิจารณาจากความเข้มข้นกรดขาออกเทียบกับขาเข้า

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับในงานวิจัย

1. สามารถสร้างแบบจำลองข่ายงานนิวรัลสำหรับทำนายความเข้มข้นกรดและความเข้มข้นไอออนเหล็ก ที่ได้รับจากกระบวนการนำกลับกรดไฮโดรคลอริกโดยการแลกเปลี่ยนไอออน
2. สามารถนำแบบจำลองที่ได้ไปพัฒนาร่วมกับการควบคุมขั้นสูงได้
3. ใช้เป็นข้อมูลในการศึกษาความเป็นไปได้ของการนำวิธีการแลกเปลี่ยนไอออนเพื่อนำกลับกรดเสียในโรงงานอุตสาหกรรมการแปรรูปเหล็ก
4. ใช้เป็นข้อมูลด้านประสิทธิภาพของการนำกลับกรด กลับมาใช้ใหม่

1.5 ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย

1. ศึกษาองค์ประกอบของกรดเสีย Pickling Liquors ที่ได้จากการกำจัดสนิม และ การแลกเปลี่ยนไอออนของกรดเสีย Pickling Liquors และรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัย
2. ทดลอง และเก็บข้อมูลการแลกเปลี่ยนไอออน จากหอเรซินแบบคอลัมน์ (อาทร วุฒิสัตย์วงศ์กุล;2545) โดยการวิเคราะห์หาความเข้มข้นของกรด และไอออนเหล็กหลังจากผ่านกระบวนการ
3. แบ่งชุดข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ชุด1 สำหรับฝึกข่ายงาน ชุด2 สำหรับทดสอบข่ายงาน
4. ศึกษาลักษณะข่ายงาน นำข้อมูลชุดที่1 มาฝึกข่ายงาน โดยใช้อัลกอริธึมแบบการกระจายย้อนกลับ และโครงข่ายป้อนไปข้างหน้า พร้อมการทดสอบข่ายงานที่ได้ จากข้อมูลชุดที่ 2
5. สร้างแบบจำลองโดยใช้ข่ายงานนิวรัล
6. ศึกษาความเป็นไปได้ในการนำกระบวนการแลกเปลี่ยนไอออนนี้ไปใช้ในอุตสาหกรรมแปรรูปเหล็กขนาดกลาง หรือขนาดเล็ก
7. สรุปผลการทดลอง การจำลอง และเปรียบเทียบผลการทดลอง
8. รวบรวมข้อมูลทั้งหมด และจัดทำรายงานวิทยานิพนธ์

1.6 โครงสร้างของวิทยานิพนธ์

วิทยานิพนธ์นี้ประกอบด้วยเนื้อหาทั้งหมด 6 บท ซึ่งแต่ละบทประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

บทที่ 1 บทนำ

บทที่ 2 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บทที่ 3 ทฤษฎี

บทที่ 4 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

บทที่ 5 ผลการจำลอง และวิเคราะห์ผลงานวิจัย

บทที่ 6 สรุปผลงานวิจัย

ภาคผนวก ก การทำสมดุลมวลสารของการดูดซับ

ภาคผนวก ข แสดงข้อมูลการทดลอง และผลการทำนาย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย