บทที่ 1

บทนำ

1.1 บทนำ (Introduction)

มลพิษที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมมีหลากหลายชนิด เช่น สารจำพวกไอออนโลหะ สารอินทรีย์ หรือสารจำพวกสารประกอบซัลเฟอร์ เป็นต้น ซึ่งเหล่านี้มักพบปะปนอยู่ในสายน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งถ้าไม่มีการควบคุมปริมาณการปล่อยออกสู่ภายนอกเมื่อเวลาผ่านไปอาจส่งผลให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมและกระทบต่อคุณภาพชีวิตและวิถีความเป็นอยู่ของสิ่งมีชีวิตและผู้คนที่อาศัยอยู่ในบริเวณนั้นได้ ดังนั้นเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมตามมาจึงต้องมีการควบคุมสารที่เป็นมลพิษก่อนปล่อยออกสู่ภายนอก ซึ่งการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นสามารถทำได้ 2 แนวทาง คือ

1. ออกแบบกระบวนการผลิตโดยใช้เทคโนโลยีใหม่ที่ก่อมลพิษน้อยที่สุด
2. ออกแบบระบบการนำกลับของสารอันตรายก่อนที่จะปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อม

จากที่กล่าวมาพบว่าวิธีการออกแบบกระบวนการผลิตโดยใช้เทคโนโลยีใหม่นั้นเป็นไปได้ยากเพราะต้องใช้เครื่องปฏิกรณ์ และเครื่องมือใหม่อีกมากมายจึงมีค่าใช้จ่ายสูง ดังนั้นวิธีที่นิยมใช้และมีความเป็นไปได้ คือการกำจัดสิ่งเจือปนในสายของเสียที่ออกจากกระบวนการผลิตเพื่อให้มีปริมาณที่น้อยและยอมรับได้ก่อนที่จะปล่อยออกสู่ภายนอก ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจะใช้ตัวทำละลายที่เหมาะสมมาแลกเปลี่ยนมวลกับสายของเสียโดยตรงในหน่วยแลกเปลี่ยนมวล ซึ่งเมื่อสายทั้งสองสัมผัสกันสารเจือปนที่สนใจจะถ่ายโอนมวลจากสายของเสียไปยังตัวทำละลายทำให้สายของเสียมีปริมาณของสารอันตรายน้อยลง ดังนั้นตัวทำละลายที่เหมาะสมต้องมีสมบัติในการละลายสารที่สนใจได้ดีกว่าสายของเสียและไม่ละลายหรือละลายได้น้อยกับสารอื่นๆในสายของเสีย โดยทิศทางการไหลของสายทั้งสองที่ไหลเข้าสู่หน่วยแลกเปลี่ยนมวลต้องมีทิศสวนทางกันเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการถ่ายโอนมวลให้ดีขึ้นด้วย

เมื่อพิจารณาถึงสภาวะการทำงานจริงที่ปริมาณของเสียที่ต้องการบำบัดมีปริมาณมากและสิ่งเจือปนในสายของเสียที่เกิดขึ้นมีหลายชนิดและสิ่งเจือปนแต่ละชนิดก็ละลายในตัวทำละลายที่ต่างกัน ดังนั้นการทำงานจริงจึงต้องใช้หน่วยแลกเปลี่ยนมวลหลายหน่วยเพื่อรองรับ

ปริมาณสารทั้งหมดที่ต้องการถ่ายโอนมวลได้อย่างเพียงพอ จึงเกิดแนวคิดในการสร้างข่ายงานการแลกเปลี่ยนมวล (Mass exchanger networks) ขึ้นมา ซึ่งข้อดีของการสร้างข่ายงานคือ สามารถรองรับปริมาณสารที่ต้องการถ่ายโอนได้มากและเพียงพอ และค่าใช้จ่ายน้อยกว่าเมื่อเทียบกับการสร้างหน่วยแลกเปลี่ยนเดียวซึ่งต้องมีขนาดที่ใหญ่มาก

ในการสังเคราะห์ข่ายงานแลกเปลี่ยนมวลให้มีค่าใช้จ่ายน้อยที่สุดนั้นในขั้นแรกต้องนำสายของเสียที่ต้องการบำบัดมาแลกเปลี่ยนมวลกับตัวทำละลายภายในของกระบวนการ (Process MSA หรือ Internal MSA) ก่อนซึ่งตัวทำละลายประเภทนี้มีอยู่ในกระบวนการผลิตอยู่แล้ว ดังนั้นจึงต้องใช้พยายามใช้ตัวทำละลายประเภทนี้ให้มากที่สุด หลังจากนั้นสายของเสียที่ที่มีสิ่งเจือปนที่สนใจเหลืออยู่ซึ่งไม่สามารถกำจัดได้ตามเป้าหมายจึงจะนำมาแลกเปลี่ยนมวลในข่ายงานที่สร้างขึ้นโดยใช้ตัวทำละลายภายนอก (External MSA) โดยในการสังเคราะห์ข่ายงานแลกเปลี่ยนมวลนั้นสิ่งที่รู้คือ อัตราการไหลและสัดส่วนโดยมวลของสารเจือปนในสายของเสียที่ต้องการบำบัดเท่านั้นแต่สิ่งที่ยังไม่รู้และต้องการหาคือ

1.รูปแบบการถ่ายแลกเปลี่ยนมวลว่าจะใช้กระบวนการใดเช่นระบบการดูดซึม กระบวนการสกัด เป็นต้น

2. ตัวทำละลายที่เหมาะสมในการแลกเปลี่ยนมวล

3. อัตราการไหลของตัวทำละลายที่ใช้

4. การจับคู่กันของตัวทำละลายกับสายของเสีย

5. โครงสร้างของข่ายงาน เช่น จำนวนและขนาดของหน่วยแลกเปลี่ยนมวล ลำดับและรูปแบบการต่อกันของหน่วยแลกเปลี่ยนมวล เป็นต้น

จากที่กล่าวมา พบว่าตัวแปรที่ต้องหาในการสร้างข่ายงานนั้นมีหลายตัวแปรซึ่งการใช้การคาดเดาหรือการใช้ประสบการณ์เพื่อให้ได้โครงสร้างที่เหมาะสมนั้นในทางปฏิบัติทำได้ยากดังนั้นจึงมีการพัฒนาวิธีการในการสังเคราะห์ข่ายงานเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการออกแบบข่ายงานที่มีค่าใช้จ่ายน้อยที่สุดซึ่ง El-halwagi และคณะได้เสนอวิธีการสังเคราะห์ข่ายงานโดยใช้ทฤษฎีของพินช์ เพื่อช่วยในการจับคู่ของสายของเสียกับสายตัวทำละลายในการออกแบบเบื้องต้น ซึ่งทำให้รู้จำนวนหน่วยแลกเปลี่ยนมวลที่ใช้ และในขั้นที่สองจึงหาโครงสร้างที่สมบูรณ์โดยการหาขนาดของหน่วยแลกเปลี่ยนมวลที่ทำให้ข่ายงานทำงานได้โดยมีค่าใช้จ่ายที่ต่ำที่สุด นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาวิธีการต่างๆ อีกหลายวิธีเช่น วิธีเชิงพีชคณิต วิธีการสร้างปัญหาทางคณิตศาสตร์แล้วหาค่าต่ำสุด เป็นต้น ซึ่งในการหาข่ายงานต้องมีการกำหนดสภาวะที่ทางเข้าของสายของเสียให้คงที่

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการสร้างข่ายงานที่เหมาะสมโดยใช้วิธีสังเคราะห์ปัญหาให้เป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แล้วหาคำตอบแบบปัญหาการหาค่าต่ำที่สุดโดยใช้วิธีเชิงสถิติ (Stochastic) โดยสร้างรูปแบบการต่อของหน่วยแลกเปลี่ยนมวลแบบโครงสร้างขนาดใหญ่ (Superstructure) ซึ่งพิจารณาทุกความเป็นไปได้ของการต่อกันของหน่วยแลกเปลี่ยนมวล โดยในการหาข่ายงานที่เหมาะสมได้มีการวิเคราะห์ถึงความไม่แน่นอน (Uncertainty) ของสภาวะการดำเนินงานที่ทางเข้าของสายที่ต้องการแลกเปลี่ยนมวลด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย (Objective of the Research)

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือ การเสนอวิธีการสร้างปัญหาระบบข่ายงานแลกเปลี่ยนมวลแบบโครงสร้างขนาดใหญ่โดยสร้างเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เป็นแบบ MINLP และพิจารณาถึงผลของความไม่แน่นอนของสภาวะการดำเนินงานของสายที่ต้องการแลกเปลี่ยนมวลด้วย

1.3 ขอบเขตงานวิจัย (Scopes of the Research)

1.3.1 สังเคราะห์และสร้างปัญหาโดยใช้แนวคิดการสร้างแบบโครงสร้างขนาดใหญ่ (Superstructure approach)

1.3.2 หาคำตอบของปัญหาการหาค่าที่ต่ำที่สุดโดยใช้วิธีทางสถิติ

1.3.3 กรณีศึกษาของงานวิจัย

- Copper recovery in an etching plant
- Removal/recovery of phenols from aqueous waste streams of a coal conversion plant

1.3.4 หาโครงสร้างที่เหมาะสมและดำเนินการได้ภายใต้ความไม่แน่นอนของสภาวะดำเนินของสายที่ต้องการแลกเปลี่ยนมวล

1.4 ประโยชน์ของงานวิจัย

งานวิจัยนี้ได้เสนอวิธีการสร้างปัญหาเพื่อหาค่าใช้จ่ายของข่ายงานแลกเปลี่ยนมวลที่ต่ำที่สุด นอกจากนี้ยังเสนอวิธีการหาโครงสร้างที่เหมาะสมและดำเนินงานได้ภายใต้สภาวะความไม่แน่นอนของสภาวะดำเนินงาน

1.5 ขั้นตอน (Research Procedures)

1.5.1 ทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการสังเคราะห์ข่ายงานแลกเปลี่ยนมวล

1.5.2 สร้างแบบจำลองของปัญหาในรูปแบบโครงสร้างขนาดใหญ่

1.5.3 เขียนโปรแกรมของแบบจำลองโดยใช้ภาษาซี

1.5.4 วิเคราะห์และแปรความหมายของคำตอบที่ได้

1.5.5 ศึกษาผลของความไม่แน่นอนของสภาวะการดำเนินงานของสายที่ต้องการแลกเปลี่ยนมวล

1.5.6 เปรียบเทียบผลการคำนวณกับงานวิจัยเดิม

1.5.7 สรุปและวิจารณ์ผล