บทที่ 2

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในรอบสิบปีที่ผ่านมา พบว่าการใช้ข่ายงานการแลกเปลี่ยนมวลได้รับความน่าสนใจเพื่อนำไปใช้ในงานด้านต่างๆมากมายโดยเฉพาะงานทางด้านสิ่งแวดล้อมซึ่งนำไปใช้ในการแลกเปลี่ยนมวลของสารอันตราย เช่น ไอออนของโลหะหนัก สารอินทรีย์ที่เป็นอันตราย เป็นต้น ที่อยู่ในสายของเสีย (Waste stream) ก่อนที่จะปล่อยออกสู่ภายนอก ดังนั้นเพื่อความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์จึงมีการเสนอวิธีการมากมายเพื่อที่จะได้ข่ายงานที่ทำงานได้และมีค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด

2.1 การหาข่ายงานแลกเปลี่ยนมวลที่เหมาะสม

Mahmoud M. El-Halwagi[1] เสนอขั้นตอนในการออกแบบข่ายงานและหน่วยที่ทำหน้าที่นำตัวทำละลายกลับมาใช้ใหม่ไปพร้อมกัน โดยกรณีศึกษาที่ใช้คือ กระบวนการนำกลับฟีนอลที่เจือปนในสายของเสียจากกระบวนการเผาถ่านหิน โดยใช้วิธีการหาค่าต่ำที่สุดสองขั้นตอน โดยขั้นตอนแรกเป็นการหาอัตราการไหลของตัวทำละลายและสารที่ใช้ในหน่วยนำกลับมาใช้ใหม่ ที่น้อยที่สุดที่ทำให้ข่ายงานทำงานได้ โดยการสร้างปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบ MINLP หลังจากได้อัตราการไหลที่เหมาะสมแล้วจึงทำการหาค่าใช้จ่ายในส่วนของค่าใช้จ่ายคงที่เพื่อหาค่าใช้จ่ายรวมที่ต่ำที่สุดของข่ายงานโดยข่ายงานที่สังเคราะห์ได้สอดคล้องกับข้อจำกัดทางเทอร์โมไดนามิกส์ด้วย

N. Hallale, D.M. Fraser[5] ได้เสนอวิธีการหาข่ายงานที่มีค่าใช้จ่ายในส่วนของค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและค่าใช้จ่ายคงที่ที่น้อยที่สุด โดยการเขียนกราฟระหว่าง y-x เพื่อหาค่าใช้จ่ายคงที่ หลังจากนั้นจึงคิดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน เพื่อนำไปรวมกับค่าใช้จ่ายคงที่เพื่อหาค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมดต่อปี นอกจากนี้งานวิจัยได้เสนอวิธีการแก้ปัญหาในกรณีที่ตัวทำละลายเป็นแบบตัวทำละลายซ้อนทับ (Overlapping MSA) โดยใช้วิธีการเขียนกราฟ y-y* ซึ่งเป็นวิธีใหม่และงานวิจัยยังได้เสนอแนวคิดที่ขัดแย้งแนวคิดเดิมโดยแสดงให้เห็นว่าการใช้หน่วยแลกเปลี่ยนมวลที่น้อยที่สุดไม่จำเป็นที่จะต้องเป็นข่ายงานที่มีค่าใช้จ่ายต่อปีน้อยที่สุดด้วย

N. Hallale, D.M. Fraser[6] เสนองานวิจัยต่อเนื่องซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาการหาค่าใช้จ่ายคงที่ของข่ายงานอย่างละเอียดและใกล้เคียงการทำงานจริงมากขึ้น โดยศึกษาพารามิเตอร์ต่างๆ ในการคำนวณขนาดของหอกลั่น เช่น เส้นผ่านศูนย์กลางของหอ ระยะห่าง

ระหว่างชั้นของหอกลั่นด้วย การกระจายตัวในแต่ละชั้น เป็นต้น และนำวิธีการคำนวณขนาดวิธีนี้ไปใช้ในการออกแบบข่ายงานด้วย ทำให้ข่ายงานที่ได้สามารถนำไปใช้เป็นการออกแบบเบื้องต้นในการออกแบบข่ายงานจริงได้

Anthony Garrard และ Eric S. Fraga[6] ได้เสนอวิธีการสังเคราะห์ข่ายงานทั้งแบบที่มีหน่วยนำกลับมาใช้ใหม่และแบบไม่มีโดยหาคำตอบด้วยวิธีการหาค่าที่สุดทางสถิติ (Stochastic optimization) ซึ่งอัลกอริทึมที่ใช้ในการแก้ปัญหาคือ วิธีการเลียนแบบธรรมชาติ (Genetic algorithm: GA) โดยในการหาคำตอบมีการใช้เทคนิคการใช้ multi GA ด้วย ซึ่งพบว่าคำตอบที่ได้ดีกว่าคำตอบที่เสนอไว้ในงานวิจัยก่อนหน้า

Cheng-Liang Chen และ Ping-Sung Hung [7] ได้เสนอวิธีการสังเคราะห์ข่ายงานแลกเปลี่ยนมวลโดยการสร้างปัญหาให้อยู่ในรูปปัญหาทางคณิตศาสตร์ และใช้แบบจำลองแบบโครงสร้างขนาดใหญ่ (Superstructure approach) โดยพิจารณาโครงสร้างเป็นแบบขั้นตอน หน่วยแลกเปลี่ยนมวลที่ใช้ในข่ายงานมี 2 แบบ คือ แบบชั้น (Tray column) และแบบต่อเนื่อง (Packed column) และคำนวณขนาดของหน่วยแลกเปลี่ยนมวลโดยใช้สมการของเครมเซอร์ (Kremser's) โดยขนาดของหน่วยแลกเปลี่ยนมวลแสดงถึงค่าใช้จ่ายคงที่ และอัตราการไหลของตัวทำละลายภายนอกแสดงถึงค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ซึ่งงานวิจัยนี้ได้หาค่าต่ำสุดของค่าใช้จ่ายทั้งสองไปพร้อมกันด้วย เมื่อนำไปใช้กับกรณีศึกษาพบว่าสามารถหาโครงสร้างที่มีค่าใช้จ่ายต่ำกว่างานวิจัยก่อนหน้า

2.2 การหาค่าต่ำที่สุดภายใต้สภาวะความไม่แน่นอน

Suad A. Al-Redhwan, Barry D. Crittenden, Haitham M.S. Lababidi[8] เสนอวิธีการแก้ไขปัญหาการสังเคราะห์ข่ายงานกรณีที่ สภาวะการดำเนินงานของสายที่มีสิ่งเจือปนอยู่มากมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา เช่น อัตราการไหล และ สัดส่วนโดยมวล เป็นต้น ซึ่งงานวิจัยนี้ได้เสนอวิธีการสร้างระบบข่ายงานการใช้น้ำ โดยการเพิ่มหน่วยบำบัดน้ำเสียเพื่อลดปริมาณของเสียในน้ำให้สะอาดพอที่จะนำกลับมาใช้ใหม่ และ ยังมีการใช้น้ำที่ออกจากหน่วยอื่นแต่ยังมีความบริสุทธิ์พอมาใช้ในหน่วยอื่น ซึ่งการนำน้ำเหล่านี้มาใช้งานจะทำให้ลดปริมาณการใช้น้ำจากภายนอกที่ใช้เพิ่มเติมได้ ซึ่งผลการคำนวณพบว่าข่ายงานการใช้น้ำที่ออกแบบได้สามารถรองรับความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้นได้ โดยใช้ปริมาณน้ำจากภายนอกเท่ากับ 32.2 ตันต่อชั่วโมง ซึ่งลดปริมาณการใช้น้ำจากภายนอกไป 58 เปอร์เซ็นต์ทำให้ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากความไม่แน่นอนเท่ากับ 3.5 เปอร์เซ็นต์ของค่าใช้จ่ายรวม