บทที่ 2
ทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

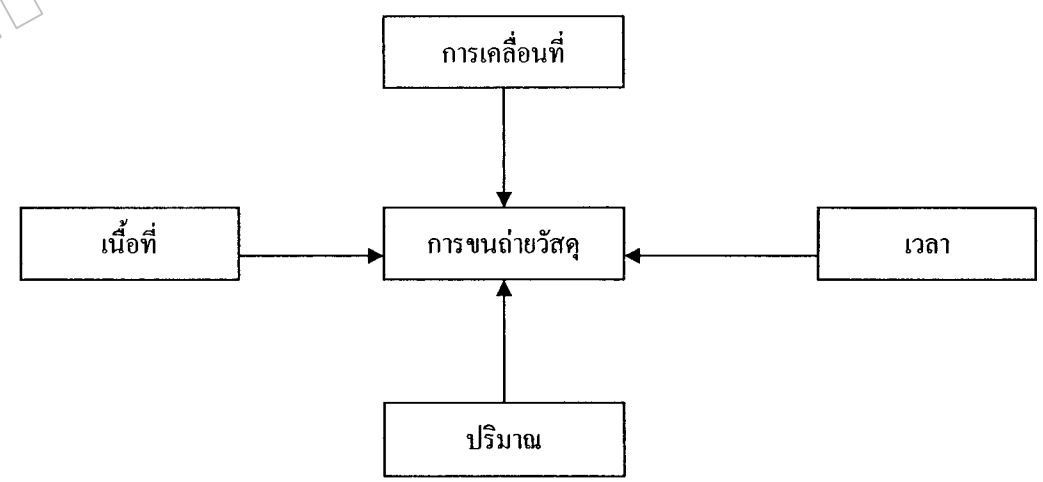
ความหมายของการขนถ่ายวัสดุ

การที่จะให้ได้มาซึ่งผลผลิตที่อยู่ในรูปของสินค้าและบริการนั้น จะเห็นว่า ในระบบการผลิตต้องมีการเคลื่อนที่ ด้วยเหตุนี้จึงมีระบบการขนถ่ายวัสดุเกิดขึ้น คำว่า "การขนถ่ายวัสดุ" (Material Handling) หมายถึงการจัดเตรียมสถานที่และตำแหน่งของวัสดุเพื่ออำนวยความสะดวกในการเคลื่อนย้ายหรือเก็บรักษา ซึ่งการที่จะทำให้เกิดสิ่งเหล่านี้ได้ต้องอาศัยศิลปะในการสรรหาเครื่องมือและอุปกรณ์การขนถ่ายวัสดุมาใช้ให้เหมาะสมกับงาน นอกจากนั้นยังต้องมีศิลปะในการออกแบบสร้างเครื่องมือหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ให้เหมาะสมและเป็นไปอย่างมีระบบตามหลักการวิทยาศาสตร์ หรือสรุปง่าย ๆ ก็คือต้องอาศัยศิลปะและวิทยาศาสตร์ในการกำหนดวิธีการขนถ่ายวัสดุนั่นเอง

องค์ประกอบสำคัญของการขนถ่ายวัสดุ

ในระบบการขนถ่ายวัสดุ ควรคำนึงถึงองค์ประกอบที่สำคัญ 4 ประการคือ

1. การเคลื่อนที่ (Motion)
2. เวลา (Time)
3. ปริมาณ (Quantity)
4. เนื้อที่ (Space)



ภาพที่ 2-1 แสดงการขนถ่ายวัสดุกับองค์ประกอบที่สำคัญ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

1. การเคลื่อนที่ เป็นการเคลื่อนย้ายวัสดุ – สินค้า จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง หรือ คือ การเคลื่อนย้ายวัสดุ – สินค้าจากจุดต้นทาง (จุดที่เอาของขึ้น) ไปยังจุดปลายทาง (จุดที่เอาของลง) ซึ่งการเคลื่อนย้ายวัสดุ – สินค้าแต่ละประเภทย่อมมีการเคลื่อนที่ที่แตกต่างกันไป ทำอย่างไรจึงจะให้วิธีการเคลื่อนที่มีประสิทธิภาพสูงกว่า

2. เวลา นับเป็นปัจจัยที่สำคัญตัวหนึ่ง เป็นตัวที่บ่งบอกถึงประสิทธิภาพของการเคลื่อนที่ว่าสูงต่ำแค่ไหน ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการผลิตต่างก็อาศัยเวลาเป็นตัวกำหนดการทำงาน ทั้งการป้อนวัตถุดิบและเอาชิ้นงานออกที่มีความสัมพันธ์กันอย่างต่อเนื่อง นอกจากนั้นเวลายังเป็นตัวกำหนดการเคลื่อนที่ โดยอาจควบคุมที่จุดต้นทางหรือจุดปลายทางก็ได้แล้วแต่กรณี

3. ปริมาณ วัสดุ – สินค้าที่ต้องเคลื่อนที่ต้องสัมพันธ์กับปริมาณความต้องการของจุดต่าง ๆ ต้องสอดคล้องกับเวลาที่เหมาะสมของระบบ และประหยัดค่าใช้จ่าย

4. เนื้อที่ เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการเคลื่อนที่ เพราะว่าการเคลื่อนที่หรือการขนถ่ายวัสดุจำเป็นต้องใช้เนื้อที่สำหรับติดตั้งกลไกของระบบการขนถ่าย เนื้อที่สำหรับวางของหรือวัสดุสินค้าที่รอการขนถ่าย หรือหลังจากการขนถ่าย

องค์ประกอบสำคัญทั้ง 4 ประการ ดังกล่าวต้องนำมาพิจารณาร่วมกัน เพราะเป็นองค์ประกอบพื้นฐานของการขนถ่ายวัสดุที่จะนำไปสู่ระบบการขนถ่ายวัสดุที่มีประสิทธิภาพต่อไป

ความสำคัญของการขนถ่ายวัสดุ

การดำเนินการของกิจการอุตสาหกรรม หากมองไปถึงระบบการผลิตจะพบว่า มีหน้าที่ของกิจกรรมการผลิตที่สำคัญอยู่ 3 ประการคือ

1. หน้าที่ด้านการทำงาน ที่พยายามคิดหาวิธีการต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งกระบวนการผลิตที่มีประสิทธิภาพ

2. หน้าที่ด้านการขนถ่ายวัสดุ เพื่อทำการเคลื่อนย้ายวัสดุในกระบวนการผลิต หรือระหว่างเครื่องจักรหรือระหว่างกิจกรรมต่าง ๆ ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

3. หน้าที่ด้านการควบคุม เพื่อเป็นการควบคุมการดำเนินการในหน้าที่ของข้อ 1 และข้อ 2 ทำงานอย่างสอดคล้องกัน ซึ่งอาจให้ดำเนินการอย่างอิสระต่อกันหรือร่วมกันอย่างเป็นวัฏจักร

ในที่นี้มุ่งเน้นเฉพาะหน้าที่ด้านการขนถ่ายวัสดุเท่านั้น ดังได้กล่าวแล้วว่า การขนถ่ายวัสดุเป็นส่วนสำคัญของอุตสาหกรรมการผลิต อุตสาหกรรมบางประเภทมีระบบการขนถ่ายวัสดุมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นว่าค่าใช้จ่ายส่วนใหญ่จะอยู่ในหน้าที่นี้ ที่สำคัญก็คือ หน้าที่ด้านการขนถ่ายวัสดุก็จะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับผลผลิตที่ออกมา จึงทำให้การขนถ่ายมีบทบาทไม่น้อยต่อหนทางการเพิ่มผลผลิตและการลดต้นทุน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

เชื้อเพลิงและการสันดาป

เชื้อเพลิงและการสันดาปในโรงไฟฟ้ามีความสำคัญมาก เพราะการสันดาปของเชื้อเพลิงมีผลต่อความปลอดภัยและประสิทธิภาพในการผลิตพลังงานไฟฟ้า พนักงานดินเครื่องโรงไฟฟ้า (Plant Operators) จึงมีความรับผิดชอบต่อการใช้งานอุปกรณ์ในโรงไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อดึงพลังงานที่สะสมอยู่ในเชื้อเพลิงออกมาให้ได้มากที่สุด โดยทั่วไปในการสันดาปเชื้อเพลิงเพื่อดึงพลังงานออกมา จะต้องมีกระบวนการทางเคมีเข้ามาเกี่ยวข้อง

ประเภทของเชื้อเพลิงที่นำมาใช้ประโยชน์สามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ

1. เชื้อเพลิงแข็งคือ เชื้อเพลิงที่มีสถานะเป็นของแข็งที่อุณหภูมิปกติ ธาตุที่เป็นองค์ประกอบของเชื้อเพลิงชนิดนี้ส่วนมากจะประกอบด้วยคาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน กำมะถัน และเถ้า เมื่อทำปฏิกิริยาทางเคมีกับออกซิเจนในอากาศแล้วจะให้พลังงานความร้อนออกมา และโดยปกติเมื่อเผาคาร์บอนจะให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ส่วนไฮโดรเจนเมื่อเกิดการสันดาปจะได้น้ำ เชื้อเพลิงที่ได้จากธรรมชาติได้แก่ ไม้ ถ่านหิน (Coal) หินน้ำมัน (Oil Shale) และแกลบ เป็นต้น ส่วนเชื้อเพลิงแข็งที่ได้จากขบวนการผลิตได้แก่ ถ่านไม้ (Charcoal) ถ่านโค้ก (Coke) และก๊าซอัดแท่ง (Fuel Briquette) เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามสำหรับโรงไฟฟ้านั้นที่นิยมใช้มากคือ ถ่านหิน

2. เชื้อเพลิงเหลว คือ เชื้อเพลิงที่มีสถานะเป็นของเหลวที่อุณหภูมิปกติธรรมดา เชื้อเพลิงประเภทนี้ได้แก่ น้ำมันที่ได้จากการกลั่นปิโตรเลียม น้ำมันจากพืช และน้ำมันจากสัตว์ เป็นต้น เชื้อเพลิงเหลวเป็นที่นิยมใช้กันในโรงไฟฟ้าและโรงงานอุตสาหกรรม (ในส่วนหม้อไอน้ำ) ได้แก่ น้ำมันดีเซล และน้ำมันเตา น้ำมันบางชนิดสามารถนำมาหล่อเย็นเครื่องจักร หรืออาจจะนำมาใช้ระบบ Hot Oil Thermal และในโรงไฟฟ้า

3. เชื้อเพลิงก๊าช คือ เชื้อเพลิงที่มีสถานะเป็นก๊าซที่อุณหภูมิปกติธรรมดา หรืออาจหมายถึงก๊าซทุกชนิดที่สามารถนำมาทำปฏิกิริยากับออกซิเจนแล้วเกิดการสันดาป ทำให้ได้พลังงานความร้อนออกมา เชื้อเพลิงประเภทนี้ส่วนใหญ่จะมีสารประกอบไฮโดรคาร์บอนเป็นองค์ประกอบและก๊าซแต่ละชนิดก็ใช้ความร้อนจากการสันดาปไม่เท่ากัน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 2-1 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของเชื้อเพลิงทั้ง 3 ประเภท

ลักษณะ	เชื้อเพลิงแข็ง	เชื้อเพลิงเหลว	เชื้อเพลิงก๊าซ
การขนส่ง	- ขนส่งง่ายแต่ลำบากในการขนย้าย	- ขนส่งง่ายและขนย้ายง่าย	- ก๊าซธรรมชาติขนส่งและขนย้ายง่าย
การเก็บ	- ต้องใช้พื้นที่กว้าง	- ต้องใช้ถัง	- ต้องบรรจุในภาชนะพิเศษ
คุณสมบัติ	- คุณภาพเปลี่ยนแปลงไม่แน่นอน - ค่าความร้อนต่อหน่วยน้ำหนักต่ำ - มีขี้เถ้ามาก - ประสิทธิภาพในการสันดาปต่ำ - ต้องการอากาศส่วนเกินในการสันดาปเป็นจำนวนมาก - มีความยุ่งยากในการใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติ	- คุณภาพค่อนข้างคงที่ - ความร้อนต่อหน่วยน้ำหนักสูง - มีขี้เถ้าน้อยมาก - ประสิทธิภาพในการสันดาปสูง - ต้องการอากาศส่วนเกินในการสันดาปจำนวนน้อย - ใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติง่าย	- คุณภาพคงที่ - ค่าความร้อนต่อหน่วยน้ำหนักของก๊าซธรรมชาติสูง - ไม่มีขี้เถ้า - ประสิทธิภาพในการสันดาปสูง - ต้องการอากาศส่วนเกินในการสันดาปจำนวนน้อยมาก - ใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติง่าย
อุปกรณ์สันดาป	- ขนาดเล็กไม่ซับซ้อน	- ขนาดเล็ก	- ค่อนข้างใหญ่
มลภาวะ	- จำเป็นต้องมีการป้องกันการเกิดมลภาวะต่อบรรยากาศ	- จำเป็นต้องมีการป้องกันการเกิดมลภาวะต่อบรรยากาศ	- มีผลกระทบต่อการเกิดมลภาวะของบรรยากาศน้อย
ราคา	- ถูก	- ค่อนข้างแพง	- แพงที่สุดต่อหนึ่งหน่วยความร้อน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

เชื้อเพลิงแข็ง

สำหรับโรงไฟฟ้าแล้วจะกล่าวถึงเฉพาะถ่านหิน ซึ่งเป็นเชื้อเพลิงแข็งชนิดหนึ่งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ โดยธาตุที่เป็นองค์ประกอบสำคัญ คือ คาร์บอน ไฮโดรเจน และอาจมีธาตุอื่นปนอยู่ อย่างเช่น ออกซิเจน ไนโตรเจน เป็นต้น ถ่านหินที่มีอายุมากจะมีลักษณะเนื้อแน่น สีดำ ถ้าปริมาณธาตุคาร์บอนมาก ก็จะทำให้ค่าความร้อนทางเชื้อเพลิงสูง

ประเภทของถ่านหิน

เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ทางธรณีวิทยาและทางชีววิทยาของแหล่งสะสมซากพืช ทำให้เกิดการสะสมทางอินทรีย์เคมี (Organic Sediment) แล้วแปรสภาพเป็นถ่านหินที่มีอายุและคุณภาพต่าง ๆ กัน ถ่านหินที่มีอายุและคุณภาพที่ต่ำที่สุด โดยเริ่มจากถ่านหินพีทจนกระทั่งกลายเป็นถ่านหินแข็งต้องใช้เวลานับเป็นล้าน ๆ ปี สามารถแบ่งชนิดของถ่านหินตั้งแต่ชนิดที่มีคุณภาพต่ำไปจนถึงถ่านหินที่มีคุณภาพสูงได้ 4 ชนิด คือ

1. ถ่านพีท (Peat)
2. ถ่านลิกไนต์ (Lignite)
3. ถ่านบิทูมินัส (Bituminous)
4. ถ่านแอนทราไซต์ (Anthracite)

ถ่านหินประกอบด้วยธาตุต่าง ๆ ต่อไปนี้คือ คาร์บอน ออกซิเจน ไฮโดรเจน ไนโตรเจน นอกจากนี้ยังมีซิลิกอน อะลูมิเนียม เหล็ก แคลเซียม และแมกเนเซียม ธาตุเหล่านี้เมื่อเกิดการรวมตัวกับออกซิเจนจะได้ออกไซด์ของโลหะต่าง ๆ

สำหรับเถ้าที่เหลือจากการสันดาปจะประกอบด้วยสารต่าง ๆ โดยเฉลี่ยดังต่อไปนี้คือ ซิลิกอนไดออกไซด์ (SiO_2) 45% อะลูมิเนียมไตรออกไซด์ (Al_2O_3) 32% ไอรอนออกไซด์ (Fe_2O_3) 10% แคลเซียมออกไซด์ (CaO) 3% ซิลเวอร์ออกไซด์ (AgO) 2% และออกไซด์ของธาตุอื่น ๆ อีก 2 % สำหรับอุณหภูมิของเถ้าที่จะหลอมละลายได้คือ ที่อุณหภูมิ 1100 – 1500 องศาเซลเซียส

การเปลี่ยนแปลงของธาตุที่เป็นส่วนประกอบ ที่จะเกิดขึ้นในระหว่างการเปลี่ยนแปลงหรือในระหว่างกระบวนการเปลี่ยนแปลงของถ่านหิน ดังแสดงในตารางต่อไปนี้ โดยไม่ได้คิดในส่วนที่เป็นความชื้นด้วย

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 2-2 แสดงอัตราส่วนของธาตุที่มีอยู่ในถ่านหิน (% โดยน้ำหนัก)

ธาตุ / ชั้นของถ่านหิน	คาร์บอน	ไฮโดรเจน	ออกซิเจน	ไนโตรเจน	กำมะถัน	เถ้า
ถ่านพีท	23.1	9.6	59.6	1.3	0.4	6.0
ถ่านลิกไนต์	42.4	6.7	43.3	0.7	0.7	6.2
ถ่านซับบิทูมนัส	58.8	6.0	29.6	1.3	0.3	4.0
ถ่านบิทูมินัส	79.6	4.3	4.8	1.7	1.0	7.2
ถ่านแอนทราไซต์	86.7	2.2	2.9	0.8	0.5	6.9

สิ่งสกปรกที่เกาะอยู่ภายในหม้อไอน้ำ (Boiler Fouling)

ในน้ำมันเชื้อเพลิงจะมีสารที่ไม่สันดาป (Incombustible Matter) อยู่ประมาณ 0.5% สิ่งนี้เรียกว่า ขี้เถ้า (Ash) ยิ่งในถ่านหินจะมีขี้เถ้าอยู่ประมาณ 10-20% หรืออาจจะสูงกว่าถึง 40% เมื่อเข้าไปสันดาปในเตา ฝุ่นขี้เถ้าที่หนักกว่าจะตกลงก้นเตา และถูกนำออกด้วยอุปกรณ์กำจัดขี้เถ้าส่วนฝุ่นขี้เถ้าที่เบาก็ลอยไปจับแถว ๆ เครื่องทำไอร้อนยวดยิ่ง และทางผ่านของก๊าซ ขี้เถ้าที่ละเอียดมาก ๆ จะลอยออกไปกับก๊าซและถูกขจัดออกด้วยเครื่องกำจัดฝุ่น

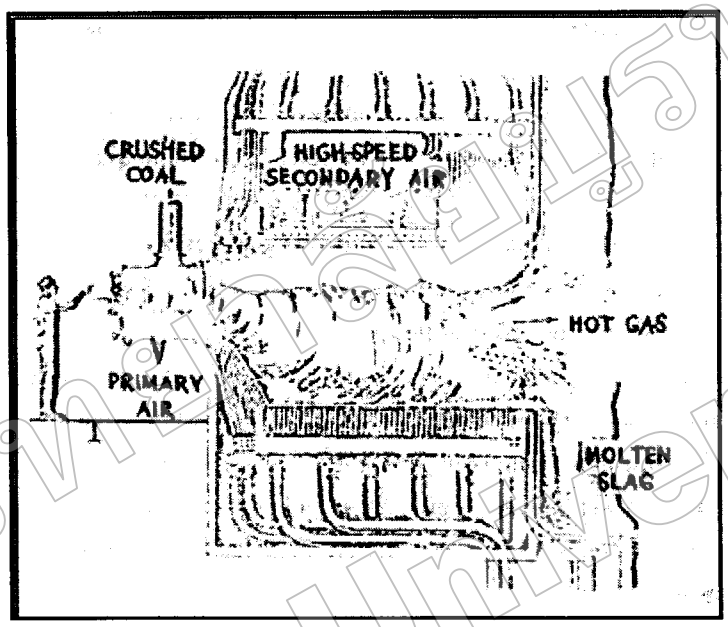
ขี้เถ้าปกติจะประกอบด้วยโลหะหลายชนิด เป็นต้นว่า แมงกานีส ซิลิกา แวนเดียม เหล็ก และโซเดียม วานาเดียม ก่อให้เกิดการผุกร่อนบริเวณ เครื่องทำไอร้อนยวดยิ่งและเครื่องอุ่นอากาศ ซึ่งมักเป็นปัญหากับเชื้อเพลิงที่เป็นน้ำมัน เพราะน้ำมันมีวานาเดียมค่อนข้างสูงถึงประมาณ 400 ppm

คุณสมบัติที่สำคัญยิ่งของขี้เถ้าคือ อุณหภูมิจุดหลอมละลาย (Fusion Temperature) ซึ่งเป็นจุดที่ขี้เถ้าหลอมเหลวติดกันเป็นก้อน ขี้เถ้าที่มีจุดหลอมละลายสูงจะยังคงสภาพเป็นของแข็งตกลงก้นเตา เตาชนิดนี้เรียกว่า เตาก้นแห้ง (Dry Bottom Furnace) ถ้าจุดหลอมละลายต่ำ ความร้อนจากการสันดาปทำให้ขี้เถ้าหลอมละลาย ติดแน่นอยู่กับผนังเตากลายเป็นฉนวนความร้อน ทำให้การถ่ายเทความร้อนให้กับผนังเตาลดลง เป็นผลให้ความสามารถในการผลิตไอน้ำลดลง เตาที่มีที่รองรับขี้เถ้าที่หลอมละลายออกทิ้ง (Slag Tap Furnace) ปกติจะใช้กับถ่านหินที่มีจุดหลอมละลายต่ำ เตาชนิดนี้ขี้เถ้าจะอยู่ในสภาพหลอมเหลวไหลออกมาทางก้นเตา และถูกนำออกอย่างต่อเนื่อง เตาชนิดนี้เรียกว่า เตาก้นเปียก (Wet Bottom Furnace)

1. ขี้เถ้าที่มีจุดหลอมละลายสูงใช้เตาก้นแห้ง
2. ขี้เถ้าที่มีจุดหลอมละลายต่ำใช้เตาก้นเปียก

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ที่ก้นเตามีถาดรองรับขี้เถ้า (Ash Hopper) และเป็นที่ ๆ จะนำขี้เถ้าทิ้งจึงมีการพัฒนาเตาแบบก้นแห้ง ซึ่งดัดแปลงส่วนที่เป็นหัวเผาให้เป็นชนิดพิเศษ โดยมีห้องสันดาปแบบไซโคลน (Cyclone) เป็นพิเศษประกอบเข้ากันตัวหม้อไอน้ำ การสันดาปจะเกิดขึ้นภายในห้องเล็ก ๆ นี้อย่างรุนแรงและรวดเร็ว



ภาพที่ 2-2 แสดงระบบไซโคลนในเตาเผา (สมเกียรติ บุญณสะ, 2547)

ขี้เถ้าที่เกาะอยู่ตามผนังเตาจะขจัดออกเป็นประจำด้วยพัดลม (Sootblower) ชนิดหมุนไอน้ำหรือลมที่พ่นออกจะหมุนกวาดเอาขี้เถ้าที่ติดตามผนังออก

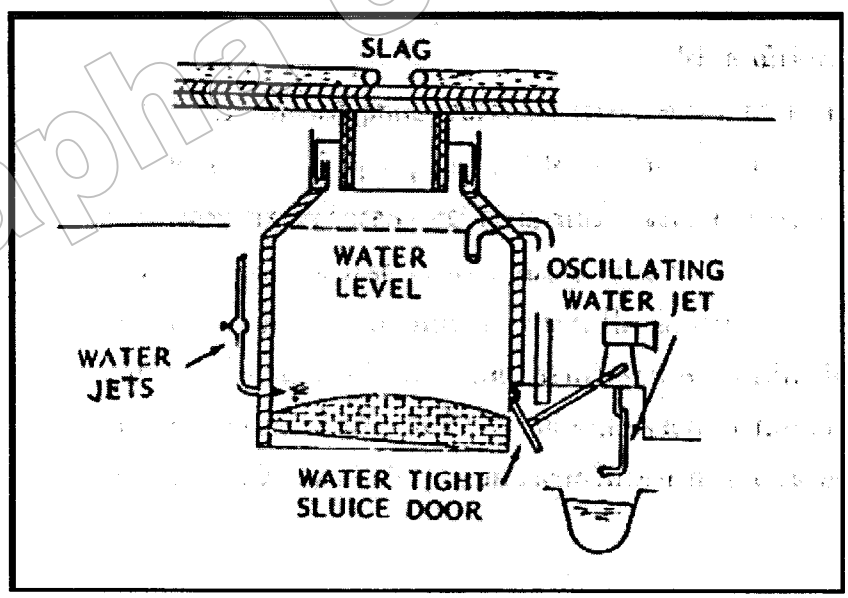
ก้อนขี้เถ้าที่ก่อตัวเกาะตามท่อของเครื่องทำไอร้อนยวดยิ่งและตามช่องทางผ่านของก๊าซทำให้การถ่ายเทความร้อนลดลง ดังนั้นอุณหภูมิของไอน้ำจึงต่ำลง ยิ่งขี้เถ้าหลอมติดเป็นก้อน (Slag) จับอยู่ระหว่างท่อสิ่งมีผลเสียมากขึ้น เพราะจะไปต้านทานการไหลของก๊าซที่จะผ่านออกไปทำให้ต้องเพิ่มแรงดูดที่จะดึงก๊าซให้ผ่านออกไป พัดลม (ID. Fan) จึงต้องทำงานหนักขึ้นเนื่องจากแรงต้านทานนี้ ถ้าความสามารถของพัดลมไม่พอจะต้องมีการลดการผลิตไอน้ำช่วย เพื่อจะลดปัญหาขี้เถ้าอุดตัน ช่องว่างระหว่างท่อของเครื่องทำไอร้อนยวดยิ่งจะต้องห่างกัน (ประมาณ 6 นิ้ว) หรือในกรณีที่เครื่องทำไอร้อนยวดยิ่งเป็นแผง ช่องว่างระหว่างแผงอาจห่างกันถึง 20 นิ้ว ด้วยเหตุผลนี้เช่นกัน เครื่องทำไอร้อนยวดยิ่งสำหรับโรงไฟฟ้าที่ใช้ถ่านหินจึงมักมีเครื่องทำไอร้อนยวดยิ่งเป็นแบบแขวนในแนวดิ่งมากกว่าแบบแนวนอน เพราะจะลดปัญหาการเกาะของขี้เถ้าที่ส่วนบนของท่อได้มาก

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การขจัดขี้เถ้า (Ash Remove)

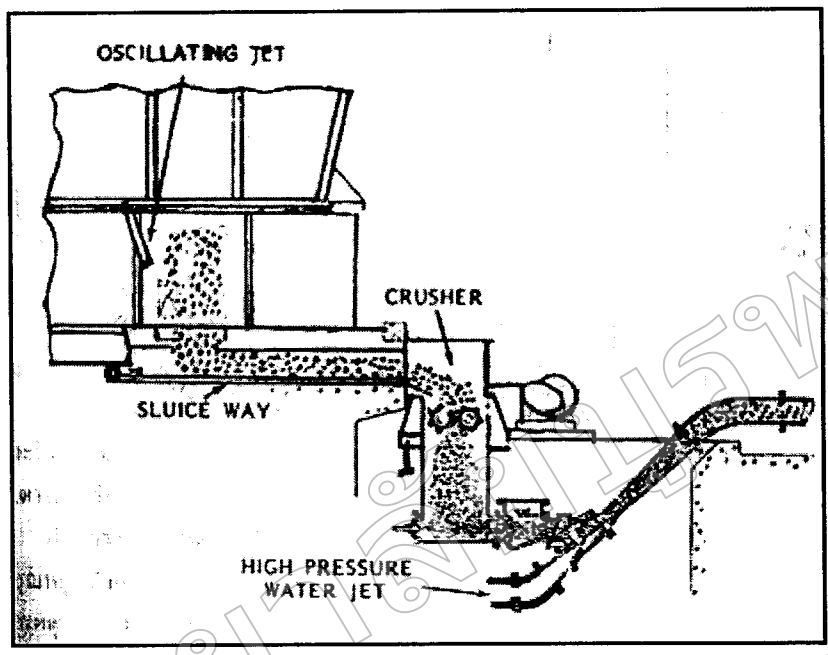
ขี้เถ้าและกากโลหะ จะตกลงมาที่ถาดรองก้นเตา ดังภาพที่ 2-3 ถาดนี้จะกรุด้วยอิฐทนไฟ และปกติจะเติมน้ำไว้ระดับหนึ่ง เมื่อกากและก้อนขี้เถ้าจากภายในเตาตกลงมากระทบน้ำจะหดตัว และจมลงในน้ำ ในบางระบบอาจใช้เครื่องฉีดน้ำแบบเจ็ตแทนที่จะทำเป็นอ่างน้ำดังที่กล่าวมา แต่ลักษณะการทำงานก็อาศัยหลักการเดียวกัน

การขจัดขี้เถ้าออกจากถังขี้เถ้า (Ash Hopper) จะกระทำเป็นช่วง ๆ ตลอดวัน โดยประตูจะเปิดออกทั้งน้ำและกากก็จะไหลออกไปยังทางออก มีเครื่องฉีดน้ำแบบหมุนซึ่งฉีดด้วยน้ำ คอยฉีดไว้ไม่ให้ก้อนขี้เถ้าติดคาขวางทางเข้าออก เมื่อขี้เถ้าออกมาก็จะผ่านเข้าที่บด (Crusher) เพื่อให้ Slag แตกเป็นก้อนเล็ก ๆ พอที่จะลำเลียงออกไปได้ง่าย จากนั้นขี้เถ้าก้อนเล็ก ๆ นี้ก็จะถูกลำเลียงออกไปด้วยเจ็ตของน้ำที่ฉีดด้วยแรงดันสูง (High Pressure Jet of Water) ซึ่งวิธีการนี้เรียกว่า Hydraulic Conveyor ที่ปลายทางอาจจะเป็นบ่อเก็บขี้เถ้า หรือไม่ก็อาจจะขนไปใช้ประโยชน์โดยตรง เช่น นำไปถมถนนหรืองานก่อสร้างอื่น ๆ น้ำที่อยู่ในบ่อก็จะนำกลับมาฉีดหมุนเวียนต่อไปเรื่อย ๆ ขี้เถ้าที่เบากว่าลอยไปตกใน Hopper ใต้เครื่องไอดง,เครื่องอุ่นอากาศซ้ำ เครื่องอีโคโนไมเซอร์ ส่วนที่ลอยผ่านไปได้จะถูกจับด้วยเครื่อง Precipitator และที่ใต้ Precipitator ก็จะมี Hopper คอยรับขี้เถ้าส่วนนี้



ภาพที่ 2-3 แสดงถาดรองขี้เถ้า (สมเกียรติ บุญณสะ, 2547)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

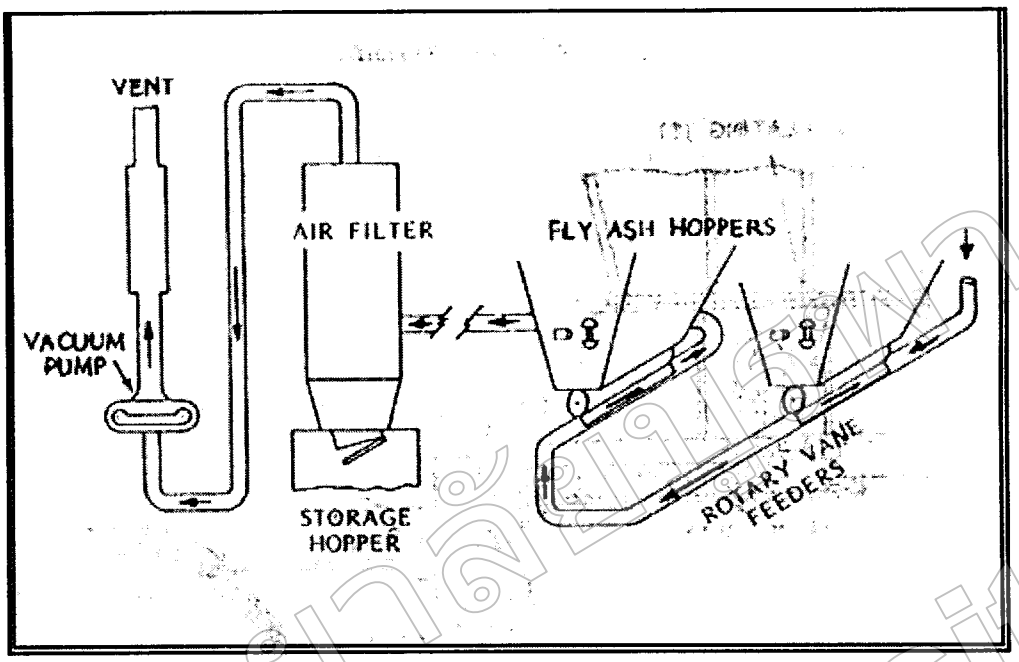


ภาพที่ 2-4 แสดงการลำเลียงโดยใช้น้ำ (สมเกียรติ บุญณสะ, 2547)

การลำเลียงโดยใช้น้ำเป็นตัวอย่างของการใช้ระบบสูญญากาศ ซึ่งภายในระบบลำเลียงเกิดขึ้นโดยหัวฉีด (Ejector) หรือปั๊มสูญญากาศ (Vacuum Pump) ซึ่งจะสร้างสูญญากาศ (Vacuum) นี้ตลอดภายในท่อของระบบ ท่อจะต้องไม่มีรอยรั่วด้วย เพราะถ้ารั่วอากาศจะเข้าไป ทำให้แรงดูดน้อยลงแต่ละถาดรอง จะมี โรตารี่ป้อน (Rotary Feeder) อยู่ใต้ถาดรองกวาดขี้เถ้าลงท่อสูญญากาศ ฝุ่นขี้เถ้าเหล่านี้จะถูกดูดผ่านเข้าไปในระบบกรองฝุ่นขี้เถ้า (Filtering Systems) ซึ่งทำหน้าที่แยกขี้เถ้าออกให้ผ่านไปได้เฉพาะอากาศ ขี้เถ้าที่แยกออกแล้วก็จะตกลงไปในถังเก็บรอการนำออกทิ้ง

ในระบบเป่า ก็จะอาศัยหลักการทำงานในทำนองเดียวกันผิดแต่ว่าฝุ่นขี้เถ้าจะถูกลำเลียงออกไปด้วยแรงดันของอากาศหรือกระแสลม ซึ่งเกิดจากพัดลมหรืออากาศอัดแทนที่จะถูกดูดออก

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 2-5 แสดงพัดลมกำจัดฝุ่นขี้เถ้าแบบเป่า (สมเกียรติ บุญณสะ, 2547)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการทบทวนวรรณกรรมในอดีตที่ผ่านมา พบว่างานวิจัยที่ใช้โปรแกรม Arena มาช่วยในการวิเคราะห์การจำลองสถานการณ์นั้นมีค่อนข้างน้อย สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวกับการจำลองสถานการณ์นั้นส่วนใหญ่มักจะเสนอแนวทางแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์เข้าช่วย และจะได้ผลลัพธ์เป็น 2 กลุ่มคือ วิธีแก้ปัญหาที่มีปัจจัยต่าง ๆ แน่นอน (Deterministic) และการแก้ปัญหาที่มีปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องแบบไม่แน่นอน (Probabilistic) ซึ่งงานวิจัยนี้จะเป็นการวิจัยปัญหาที่มีความไม่แน่นอนแทบทั้งสิ้น ซึ่งในการวิเคราะห์เชิงคณิตศาสตร์แล้วจะซับซ้อนยิ่งขึ้น ซึ่งจะเป็นปัญหาขนาดใหญ่ และมีเงื่อนไขเพิ่มขึ้น จึงทำให้การหาคำตอบที่ดีที่สุดนั้นมีความยุ่งยากมาก และไม่คุ้มค่าสำหรับการนำมาใช้งานจริง ๆ

โดยงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจำลองสถานการณ์นั้นส่วนใหญ่จะใช้วิธีการมอนติคาร์โลในการวิเคราะห์ เช่น

จิรัฏฐ์ ส่งวัฒนา (2548) ใช้แบบจำลองสถานการณ์ในการหาปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสมสำหรับสินค้าแผนกผักสด ซึ่งเป็นสินค้าที่มีความต้องการไม่แน่นอนโดยใช้การวิเคราะห์แบบมอนติคาร์โล มาช่วยในการตัดสินใจ โดยการเก็บค่าสถิติของปริมาณความต้องการผักสด เพื่อตัดสินใจในการสั่งซื้อสินค้าในปริมาณที่พอดีและได้กำไรมากที่สุด

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ธนัช ชาภักจานนท์ (2548) ศึกษาการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางรถบรรทุกหัวลากภายในท่าเรือแหลมฉบัง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัญหาการบริหาร จัดการเส้นทางและจำนวนรถบรรทุกหัวลากในท่าเรือแหลมฉบัง โดยอาศัยวิธีการจัดสมดุลการทำงานโดยอาศัยการวิเคราะห์เชิงปริมาณซึ่งเป็นการคำนวณที่ไม่ซับซ้อน โดยใช้วิธีคิดแบบตารางแนวตั้งมาช่วยแก้ปัญหาการวิ่งรถเที่ยวเปล่าด้วยการวางแผนกำหนดเส้นทางใหม่ เปรียบเทียบกับการวิ่งในเส้นทางเดิม ทำให้ประหยัดการใช้รถบรรทุกหัวลากภายในลานตู้สินค้าได้ถึงร้อยละ 50

ศริณญา จารุเวทตระกูล (2548) ศึกษาการลดต้นทุนการทดลองบรรจุสินค้าด้วยโปรแกรมสนับสนุนการตัดสินใจ เพื่อหาแนวทางการลดค่าใช้จ่ายในการทดลองบรรจุตู้สินค้าโดยใช้การจำลองสถานการณ์มาช่วยโดยการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาแก้ปัญหาแทนการใช้คนงานทดลองบรรจุตู้สินค้าจริง ๆ ซึ่งต้องเสียเวลาและค่าจ้างพนักงานในการทดลองบรรจุจริง ซึ่งโปรแกรมที่เขียนด้วยภาษา Visual Basic นั้นมีความสะดวกและปรับให้เหมาะสมกับสถานการณ์ต่าง ๆ ที่จะทำการบรรจุสินค้าลงตู้สินค้า โดยใช้เวลาที่น้อยและลดบุคลากรในการทดลองสถานการณ์ได้อย่างมาก

สมพงษ์ ศิริโสภณศิลป์ และบุรินทร์ ทั้งไพศาล (2547) ศึกษาการจัดการการกระจายสินค้าในคลังสินค้า โดยนำแบบจำลองมาใช้ในการวิเคราะห์การดำเนินงานภายในคลังสินค้าเพื่อปรับปรุงระบบคลังสินค้า ซึ่งการศึกษาได้ใช้คลังสินค้าของบริษัทผลิตกระเบื้องมุงหลังคาและไม้ฝาสังเคราะห์แห่งหนึ่งเป็นกรณีศึกษา โดยมุ่งเน้นในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการให้บริการจัดส่งสินค้าโดยใช้โปรแกรม Extend ในการสร้างแบบจำลอง เพื่อปรับปรุงการจัดพื้นที่การเก็บสินค้า ปรับปรุงกระบวนการดำเนินงานและวางแผนการใช้รถยกในคลังสินค้า

ส่วนงานวิจัยในต่างประเทศนั้นมีมากมาย ซึ่งตัวอย่างงานวิจัยที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่ทำการวิเคราะห์มีดังนี้

Jarupan, Kamarthi and Gupta (2003) ศึกษาการจำลองสถานการณ์ในการจัดการรถขนส่งพาแลทและตู้คอนเทนเนอร์ ของบริษัทแห่งหนึ่งเพื่อบริการพาแลทและตู้คอนเทนเนอร์เปล่าให้แก่บริษัทผู้ส่งของ และบริการนำตู้เปล่ากลับคืนมาเพื่อให้บริษัทผู้ส่งของใช้อีกครั้ง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการให้บริการลูกค้า โดยใช้พาแลทและตู้เปล่าให้คุ้มค่ามากที่สุด โดยปัญหาเกิดจากความต้องการตู้เปล่าของบริษัทผู้ต้องการส่งของที่มีความไม่แน่นอน ปริมาณรถบรรทุกที่ใช้ไม่เพียงพอและที่ตั้งของบริษัทผู้ส่งของและผู้รับของมีจำนวนมากและอยู่คนละแห่งกัน โดยมีกลยุทธ์ที่ใช้คือ ต้องมีอัตราหมุนเวียนของพาแลทและตู้เปล่าที่สูงและลดเวลาในการรอคอยของรถบรรทุกลงให้มากที่สุด

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

Corte, Larraneta and Onieva (2004) ศึกษาการสร้างแบบจำลองสถานการณ์เพื่อหาวิธีการที่เหมาะสมในการออกแบบระบบอัลกอริทึมของระบบลิฟท์ในอาคารสำนักงานโดยใช้โปรแกรม Arena ในการวิเคราะห์ โดยปัญหาเกิดจากช่วงเวลาพักกลางวัน เมื่อพนักงานลงมารับประทานอาหารเที่ยงเสร็จ เมื่อจะขึ้นกลับไปทำงานอีกครั้งเกิดปัญหาที่ต้องรอคอยลิฟท์เป็นเวลานาน ทำให้บริษัทเสียผลประโยชน์จากการรอคอยที่ว่านี้ โดยข้อจำกัดของปัญหานี้คือ จำนวนลิฟท์ที่มี ความจุของลิฟท์และ จำนวนชั้นของอาคาร โดยเมื่อทดลองปรับแก้ตามอัลกอริทึมต่าง ๆ เพื่อหาวิธีที่เหมาะสมที่สุดแล้วพบว่าสามารถลดเวลาในการรอคอยได้ถึง 25%

จะเห็นได้ว่าการจำลองสถานการณ์ที่มีผู้เคยทำการวิจัยที่ผ่านมาไม่ตรงกับปัญหาที่เกิดขึ้นจากการสร้างโรงงานผลิตกระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้นอีกหนึ่งโรง ทำให้คิวของรถบรรทุกเพิ่มขึ้นหน้าโรงงาน โดยเป็นปัญหาที่มีตัวแปรต่าง ๆ มาเกี่ยวข้องค่อนข้างมาก เป็นปัญหาที่ใหญ่และยากที่จะแก้ปัญหาโดยใช้วิธีฮิวริสติกส์ ดังนั้นจึงเหมาะที่จะใช้โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับการจำลองสถานการณ์โดยเฉพาะซึ่งตรงกับปัญหาและสถานการณ์จริงที่เกิดขึ้น

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University