บทที่ 3

เครื่องอบแห้งแบบพาหะลม

3.1 ความรู้พื้นฐานของการอบแห้ง (เรียวโช โทเอ, 2529)

การอบแห้ง คือ กระบวนการที่ความร้อนถูกถ่ายเทด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งไปยังวัสดุชื้น เพื่อไล่ความชื้นออกโดยการระเหย ส่วนใหญ่จะใช้ลมร้อนเป็นตัวกลางพาความร้อนให้ไหลมาสัมผัสกับวัสดุชื้น เมื่อวัสดุชื้นได้รับความร้อนอุณหภูมิจะเพิ่มสูงขึ้น และระเหยความชื้นออกมาสู่ลมร้อนที่ไหลผ่านไป ซึ่งจะมีผลให้วัสดุชื้นมีความชื้นลดลง การอบแห้งจะสิ้นสุดลงก็ต่อเมื่อวัสดุชื้นมีความชื้นสมดุลกับความชื้นของลมร้อน โดยทั่วไปแล้วตัวกลางในการถ่ายเทความร้อนของการอบแห้งไม่จำเป็นต้องเป็นลมร้อนกับน้ำเสมอไป แต่อาจหมายถึงก๊าซหรือของเหลวคู่อื่นๆ ก็ได้เช่น ไนโตรเจน กับ เบนซิน เป็นต้น พฤติกรรมของการอบแห้งโดยทั่วไปจะมีลักษณะเหมือนกัน คือ เมื่ออบแห้งวัสดุชื้นด้วยลมร้อนที่มีปริมาณมาก ที่ความชื้นและความเร็วคงที่ อุณหภูมิของวัสดุชื้นจะค่อยๆเปลี่ยนแปลงไปจนกระทั่งเข้าสู่สภาวะคงที่ (Steady-state) ที่สภาวะนี้อุณหภูมิของวัสดุชื้นจะคงที่ ซึ่งถ้าเป็นการอบแห้งด้วยวิธี สัมผัสกับลมร้อนโดยตรง (Dircet Heating) อุณหภูมิของวัสดุชื้นจะเท่ากับอุณหภูมิกระเปาะเปียกของลมร้อน แต่ถ้าเป็นการอบแห้งด้วยวิธีให้ความร้อนทางอ้อม (Indirect Heating) อุณหภูมิวัสดุชื้นจะมีค่าอยู่บนเส้นความชื้นอิ่มตัวช่วงระหว่างอุณหภูมิกระเปาะเปียกกับอุณหภูมิกระเปาะแห้งของลมร้อน

3.2 กลไกการอบแห้ง (เรียวโซ โทเอ, 2529)

โดยทั่วไปแล้ว การอบแห้งวัสดุชื้น นั้นสามารถออกเป็น 3 ช่วง

ช่วงที่ 1 คือ ช่วงการให้ความร้อนเบื้องต้นแก่วัสดุ

ช่วงที่ 2 คือ ช่วงการอบแห้งที่ความเร็วคงที่

ช่วงที่ 3 คือ ช่วงการอบแห้งที่ความเร็วลดลง

ที่ผิววัสดุชื้น ความชื้นที่ผิวจะอยู่ในรูปของน้ำอิสระ ถ้าเอาวัสดุชื้นนี้มาอบแห้ง ภายใต้เงื่อนไขที่คงที่แล้ว อุณหภูมิของวัสดุจะมีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิกระเปาะเปียกของลมร้อน (Wet Bulb-Temperature) ช่วงเวลาที่วัสดุใช้ในการเพิ่มหรือลดอุณหภูมิจนถึงค่านี้ คือช่วงที่ 1 ในช่วงที่ 2 ถัดไปอุณหภูมิของวัสดุจะมีค่าคงที่ประมาณเท่ากับอุณหภูมิกระเปาะเปียกของลมร้อนและตราบใดที่ยังมีความชื้นเหลืออยู่ในรูปของน้ำที่ผิววัสดุ ความร้อนทั้งหมดที่วัสดุได้รับในช่วงนี้จะถูกใช้ในการระเหยความชื้นเท่านั้น เนื่องจากอัตราความชื้นเฉลี่ย w ของวัสดุจะลดลงเป็นสัดส่วนกับเวลาในช่วงที่ 2 ดังนั้น ความเร็วของการระเหยจะมีค่าคงที่ (Constant- Drying Rate)ในช่วงที่ 3 ความชื้นของน้ำที่ผิววัสดุได้ระเหยหมดไป เพราะการถ่ายเทความชื้นในรูปของน้ำจากส่วนในของวัสดุเกิดขึ้นไม่ทันกับ การระเหยของน้ำออกจากผิววัสดุ ดังนั้นผิววัสดุจะอยู่ในสภาพที่แห้งและอุณหภูมิวัสดุจะเริ่มสูงขึ้น สรุปแล้วความเร็วของการอบแห้งจะค่อยๆ ลดลงเพราะปริมาณความร้อนที่วัสดุได้รับนอกจากจะลดลงแล้ว ความร้อนนี้ยังต้องใช้ทั้งในการระเหยความชื้น และเพิ่มอุณหภูมิของวัสดุด้วย ช่วงหลังสุดนี้จะเรียกว่า ช่วงอัตราการอบแห้งที่ลดลง (Falling Drying Rate)

การอบแห้งจะสิ้นสุดลงเมื่ออัตราส่วนความชื้นลดลงถึง ค่าอัตราส่วนความชื้นสมดุล w_e (Equilibrium Moisture Content). ค่าของอัตราส่วนความชื้นที่จุดต่อระหว่างช่วงที่ 2 และช่วงที่ 3 มีชื่อเรียกว่า อัตราส่วนความชื้นวิกฤต w_c (Critical Moisture Content) อนึ่งผลต่างระหว่างอัตราส่วนความชื้นเฉลี่ยกับ w ใดๆ และ w_e มีชื่อเรียกว่า อัตราส่วนความชื้นอิสระ F (Free Moisture Content)

ในกรณีที่วัสดุมีช่วงที่ 2 และ 3 ยาวนานมาก จะไม่คำนึงถึงช่วงที่ 1 ก็ได้ ในบางกรณีวัสดุที่ผิวไม่เปียกชื้นหรือวัสดุที่มีลักษณะเฉพาะบางชนิดอาจจะไม่มีช่วงที่ 2 เลยก็ได้

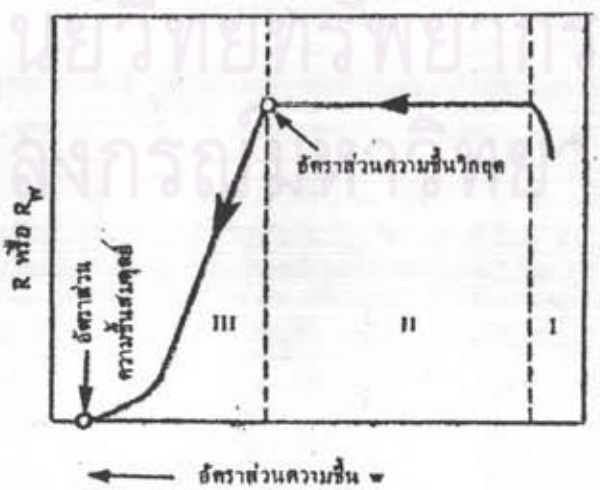
เงื่อนไขการอบแห้งอาจแบ่งได้ 2 ประเภท คือ

- เงื่อนไขภายนอกวัสดุที่ก่อให้เกิดการอบแห้ง ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับวิธีการถ่ายเทความร้อน และวิธีกำจัดไอน้ำที่ระเหยออกมา
- เงื่อนไขภายในวัสดุเอง ได้แก่ องค์ประกอบ และรูปร่าง อัตราส่วนความชื้นแรกเริ่ม อัตราส่วนความชื้นสมดุลของวัสดุอบแห้ง เป็นต้น

สัญญลักษณ์ที่ใช้แทนอัตราการอบแห้งเช่น R (Kg.water/hr.m^2) $R_{\bar{w}}$ (Kg.water/hr.kg dry solid) เป็นต้น ถ้าให้ W เป็นมวล (kg) ของวัสดุแห้ง และ A เป็นพื้นที่ผิว (m^2) ของการอบแห้ง เราจะได้

$$R = R_{\bar{w}} (W/A)$$

เส้นกราฟที่ได้จากการแสดง ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของการอบแห้ง และ w มีชื่อเรียกว่า เส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้ง อัตราการเปลี่ยนแปลงของเส้นอัตราส่วนความชื้นเฉลี่ยกับเวลา คือ $R_{\bar{w}}$ นั่นเอง ถ้าเขียนกราฟของ $R_{\bar{w}}$ (หรือ R) จะได้รูป 3.1



รูปที่ 3.1 เส้นลักษณะเฉพาะการอบแห้ง

ในกรณีของวัสดุจำพวกอาหารหรือพวก สารประกอบอินทรีย์ส่วนใหญ่ เมื่อตอนเริ่มการอบแห้งมักพบว่า การเคลื่อนที่ของน้ำภายในเนื้อวัสดุนั้นจะเป็นกลไกแบบท่อรูเข็ม (Capillarity Mechanism) หลังจากน้ำที่อยู่ตามรูพรุนของวัสดุระเหยหมดแล้ว การเคลื่อนที่ของน้ำภายในวัสดุก็จะเปลี่ยนเป็นกลไกการแพร่ (Diffusion Mechanism) ในที่นี้จะไม่กล่าวรายละเอียดของกลไกการเคลื่อนที่และการระเหยของน้ำในเนื้อวัสดุ

3.3 เครื่องอบแห้งแบบพาหะลม

เครื่องอบแห้งแบบพาหะลมเป็นเครื่องอบแห้งวัสดุชั้น ในขณะที่วัสดุจะถูกพาเคลื่อนที่ไปตามท่อโดยลมร้อน ดังแสดงในรูปที่ 3.3 รูปแบบของเครื่องอบแห้งแบบพาหะลมที่ง่ายที่สุด จะประกอบไปด้วย ท่ออบแห้ง ซึ่งจะเป็นท่อที่มีลมร้อนและวัสดุไหลอยู่ภายใน วัสดุชั้นจะถูกป้อนเข้าทางด้านล่าง ลมร้อนจากแหล่งให้ความร้อนจะเป็นตัวพัดพาวัสดุชั้นไปตามท่ออบแห้ง การอบแห้งจะเกิดขึ้นไปในระหว่างที่ลมร้อนพาวัสดุไปตามท่อ จนกระทั่งถึงเครื่องแยกวัสดุกับลมร้อนออกจากกันซึ่ง ส่วนใหญ่จะใช้ ไซโคลน (Cyclone)

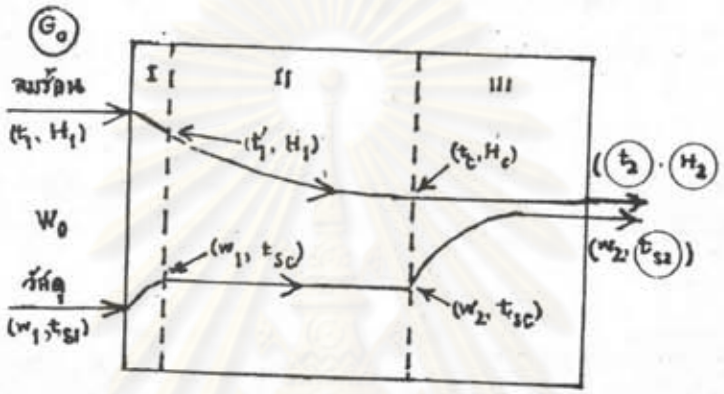
3.3.1 ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องอบแห้ง

1. จุดป้อนวัสดุ เป็นจุดที่ป้อนวัสดุเปียกเข้าท่ออบแห้ง จุดประสงค์ต้องการให้วัสดุกับลมร้อน ผสมกันได้ดีที่สุด เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการอบแห้ง อุปกรณ์ป้อนวัสดุชั้นมีหลายแบบ เช่น Screw Conveyors, Vibratory Conveyors , Rotary Air Locks

2. ท่ออบแห้ง ประกอบด้วยท่ออบแห้งที่วางแนวดิ่งและส่วนท่ออบแห้งโค้งลง ภายในท่อจะเกิดการอบแห้งอย่างรวดเร็ว ความเร็วของลมในท่อประมาณ 15 - 30 m/sec โดยทั่ว ๆ ไปความยาวของท่ออบแห้งประมาณ 5 - 50 m

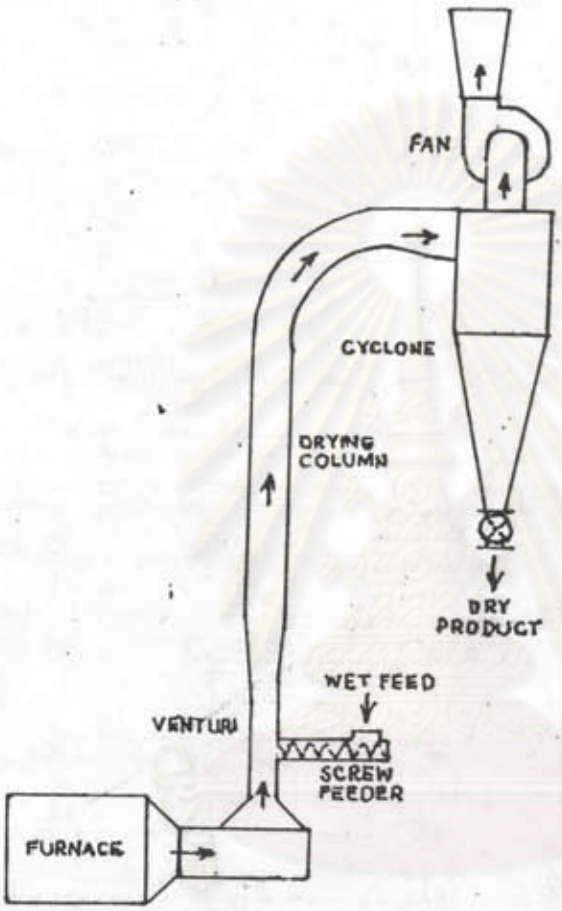
3. อุปกรณ์แยกวัสดุ เมื่ออบแห้งเรียบร้อยแล้วก็จะต้องแยกวัสดุกับลมร้อนออกจากกัน โดยทั่วไปแล้วนิยมใช้ ไซโคลน เป็นตัวแยก ถ้าวัสดุละเอียดมาก ๆ ก็จะใช้ถุงกรองเป็นตัวจับต่ออีกครั้งหนึ่ง

4. อุปกรณ์พิเศษ เป็นอุปกรณ์ที่ติดตั้งเพื่อเพิ่มประสิทธิ์ภาพการทำงานของเครื่องอบแห้ง เช่น Disintegrator ติดตั้งเพื่อช่วยให้ลมร้อนกับวัสดุชื้นผสมกันได้ดีมากขึ้น อุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ เป็นต้น



รูปที่ 3.2 การเปลี่ยนแปลงสภาวะของลมร้อนและวัสดุภายในเครื่องอบแห้ง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.3 เครื่องอบแห้งแบบพาหะลมอย่างง่าย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3.2 ข้อดีของเครื่องอบแห้งแบบพาหะลม

1. เนื่องจากเวลาอบแห้งสั้นมาก และการไหลเป็นแบบขนาน จึงเหมาะสมกับการอบแห้งวัสดุที่ไวต่อความร้อน

2. อุณหภูมิที่ทางเข้า เครื่องอบแห้งสามารถใช้ได้สูงมาก แม้ว่าจะใช้อัตราการไหลของลมค่อนข้างต่ำก็ตาม ดังนั้นประสิทธิภาพทางความร้อนจึงสูง

3. เครื่องอบแห้งชนิดนี้สามารถขนย้ายวัสดุได้โดยไม่ต้องมีอุปกรณ์อื่นช่วยลำเลียงวัสดุในระหว่างการอบแห้ง

4. โครงสร้างของเครื่องอบแห้งใช้พื้นที่วางน้อย และง่ายต่อการซ่อมบำรุง

5. เนื่องจากเวลาที่วัสดุอยู่ในท่ออบแห้งสั้นมาก เวลาที่เกิดการเปลี่ยนแปลงตัวแปรสำคัญจะส่งผลกระทบต่อการอบแห้งอย่างรวดเร็วทำให้สามารถทราบและแก้ปัญหาต่างๆ ได้รวดเร็ว

6. ต้นทุนหลัก (Capital cost) ต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับการอบแห้งแบบอื่น ๆ

3.3.3 ข้อเสียของเครื่องอบแห้งแบบพาหะลม

1. ประสิทธิภาพในการเก็บวัสดุของไซโคลนมีขีดจำกัด จึงควรเลือกวัสดุที่จะอบแห้งให้เหมาะสม

2. ไม่ควรใช้อบแห้งวัสดุที่มีพิษ เพราะอาจจะมีวัสดุบางส่วนหลุดติดไปกับลมร้อนที่ทางออกเครื่องอบแห้ง

3. การอบแห้งอาจจะเกิดไม่สม่ำเสมอ ถ้าขนาดของอนุภาคแตกต่างกัน

4. ถ้าวัสดุเกาะตัวเป็นก้อนขนาดใหญ่ได้ง่ายการกระจายตัวของวัสดุจะทำได้ยาก

3.3.4 วิวัฒนาการของเครื่องอบแห้งแบบพาหะลม (Williams-Gardner, 1977)

เครื่องอบแห้งแบบพาหะลมได้มีการพัฒนาเพื่อให้ใช้งานได้เหมาะสมในอุตสาหกรรมสาขาต่างๆ ในระยะแรกมีชื่อเรียกว่า Thermo Venturi ต่อมาได้มีการพัฒนาจนถึง แบบที่เรียกว่า Ring- Dryer ซึ่งจะกล่าวโดยสังเขปดังต่อไปนี้

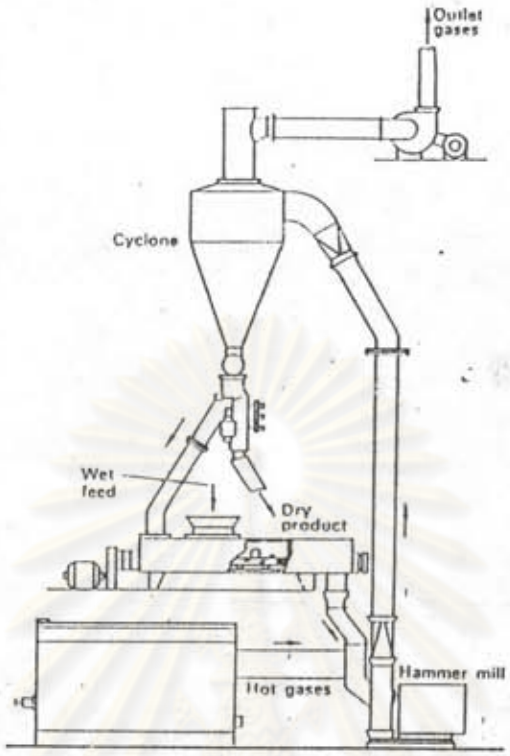
A.P.V Kestner Thermo Venturi Dryer เป็นเครื่องอบแห้งแบบพาหะลมที่ง่ายที่สุด โดยที่ช่วงป้อนวัสดุชื้นจะเรียวเล็กเพื่อให้ลมร้อนผสมกับวัสดุชื้นได้ดี

Rietz - Air Life Dryer เป็นเครื่องอบแห้งแบบพาหะลมที่ลมร้อนและวัสดุชื้นถูกป้อนเข้าทางล่างของท่ออบแห้ง แล้วผ่านไปยังห้องขยายขนาด (Expansion Chambers) ในส่วนนี้ความเร็วลมจะลดลงทำให้วัสดุที่มีอนุภาคขนาดใหญ่ถูกอบแห้งได้ อนึ่งห้องขยายขนาดนี้จะมีหลายห้องก็ได้

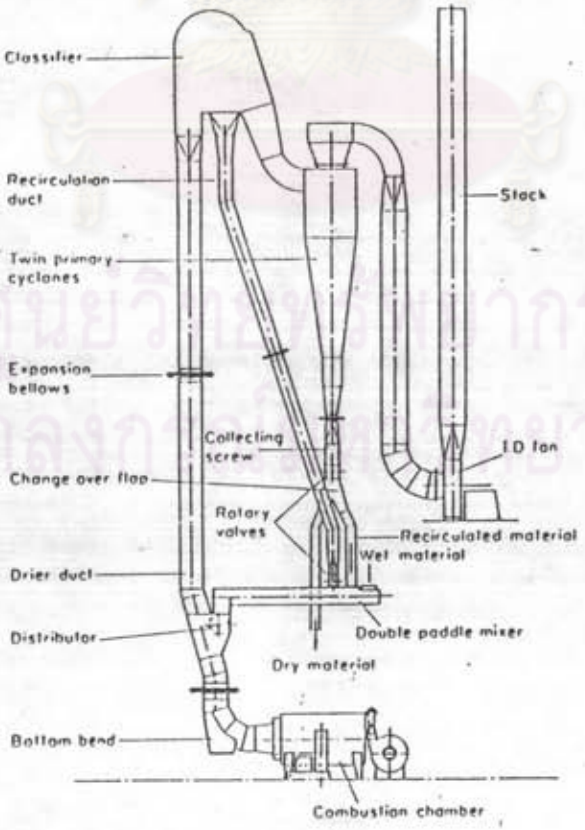
Raymond Flash Dryer รูปที่ 3.4 เป็นเครื่องอบแห้งแบบพาหะลม ที่วัสดุชื้นและลมร้อนถูกป้อนเข้าทางด้านล่างของท่ออบแห้ง โดยใช้อุปกรณ์พิเศษช่วยให้ลมร้อนผสมกับวัสดุ ให้ดียิ่งขึ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิ์ภาพการอบแห้ง เช่น Distintegrator, Grinder เป็นต้น .

Buttner - Rosin Flash Dryer รูปที่ 3.5 เป็นเครื่องอบแห้งแบบพาหะลมที่ใช้อบแห้งวัสดุที่มีขนาด ไม่สม่ำเสมอเมื่อวัสดุถูกอบแห้งจะถูกส่งผ่านไปยัง เครื่องร่อน (Sifter) และ เครื่องคัด (Classifier) เพื่อแยกวัสดุที่ยังไม่แห้งกลับไปอบแห้งใหม่

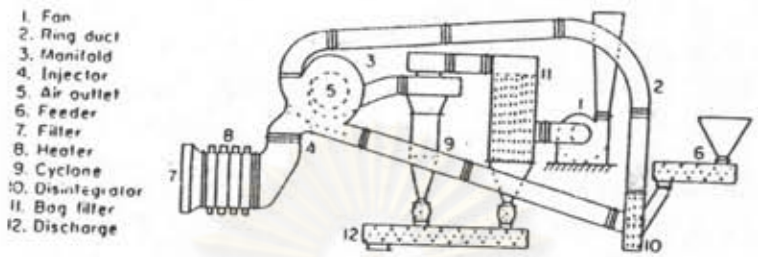
Berkes - Ring Dryer รูปที่ 3.6 .เป็นเครื่องอบแห้งแบบพาหะลมที่มีลักษณะพิเศษกว่าแบบอื่นๆ ลักษณะท่ออบแห้งจะมีลักษณะขดเป็นวงแหวน เพื่อเพิ่มเวลาที่วัสดุอยู่ในเครื่องนานขึ้น โดยที่ลมร้อนจะหมุนวนเวียนอยู่ภายในเครื่องอบแห้ง ส่วนอากาศชื้นส่วนหนึ่งจะถูกดูดออกไปและมีการนำอากาศใหม่มาแทนที่ ที่ Manifold of Circular วัสดุที่อบแห้งแล้วจะหล่นออกจากท่ออบแห้ง ส่วนวัสดุที่ยังไม่แห้งจะถูกเหวี่ยงกลับเข้าไปในท่ออบแห้งเพื่ออบแห้งต่อไป ผลดีคือทำให้เกิดการอบแห้งอย่างสม่ำเสมอ



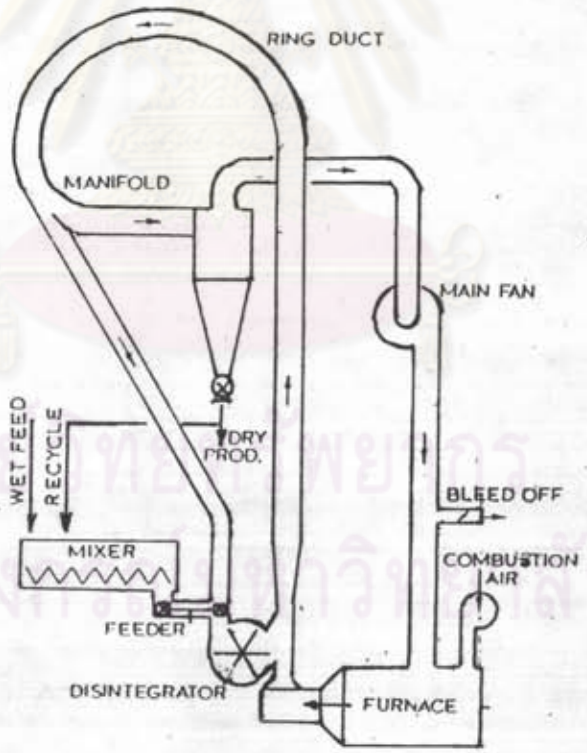
รูปที่ 3.4 เครื่องอบแห้งแบบ Raymond flash dryer



รูปที่ 3.5 เครื่องอบแห้งแบบ Buttner-Rosin pneumatic dryer



รูปที่ 3.6 เครื่องอบแห้งแบบ Berks ring dryer



รูปที่ 3.7 เครื่องอบแห้งแบบ Closed circuit direct fired ring dryer

Closed Circuit Dryer รูปที่ 3.7 เป็นเครื่องอบแห้งแบบพาหะลมที่ออกแบบพิเศษเพื่อใช้อบแห้ง วัสดุที่มีพิษหรือติดไฟง่ายโดยที่ก๊าซทิ้งจะถูกนำกลับมาใช้อีก โดยผสมกับก๊าซใหม่ ในสัดส่วน ประมาณ 40 - 60 % ของก๊าซทิ้งหรือหลังจากกำจัดความชื้นออกจากก๊าซทิ้ง ข้อดีของเครื่องอบแห้งแบบนี้คือสามารถอบแห้งได้ที่อุณหภูมิสูง และปลอดภัยกว่าเครื่องอบแห้งแบบเปิด

ในอนาคตนี้ พัฒนาการของเครื่องอบแห้ง ก็คงมีต่อไป ในภาวะปัจจุบันการพัฒนาจะเน้นไปในด้าน การประหยัดพลังงาน ความปลอดภัย และความเหมาะสมกับงานลักษณะพิเศษ

3.3.5 ประเภทของเครื่องอบแห้งแบบพาหะลม (เรียวโช โทเอ , 2529)

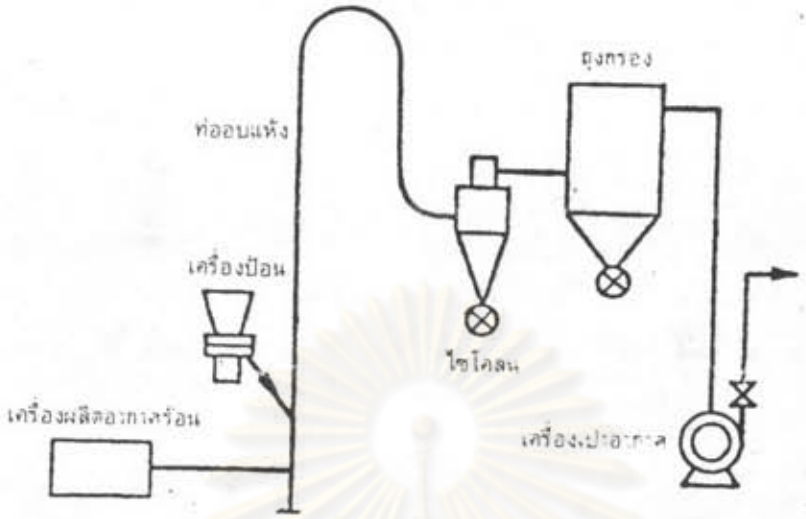
เครื่องอบแห้งแบบพาหะลมประเภทต่างๆ ที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น พอจะสรุปแยกเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ดังต่อไปนี้

1) ชนิดป้อนวัสดุโดยตรง (Direct Feed Type)

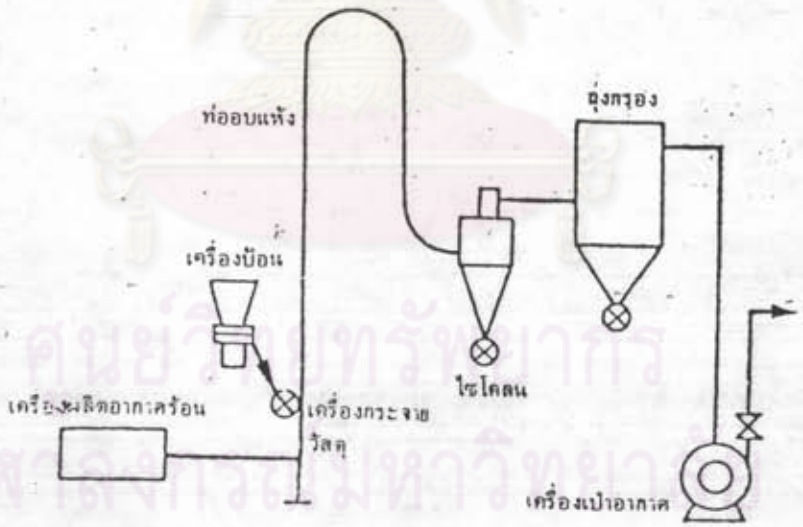
เครื่องอบแห้งชนิดนี้ไม่จำเป็นต้องใช้ เครื่องกระจายวัสดุ (Disperser) หรือ disintegrator ในการป้อนวัสดุเข้าเครื่องอบแห้ง วัสดุจะถูกป้อนผ่านชูต (Chute) เข้าไปในท่ออบแห้ง ที่มีลมร้อนไหลผ่านด้วยอัตราเร็วประมาณ 20-40 เมตร/วินาที เครื่องอบแห้งแบบนี้เหมาะสมกับวัสดุที่ง่ายต่อการกระจายตัว ลักษณะของเครื่องอบแห้งเป็นดังแสดงในรูปที่ 3.8

2) ชนิดมีเครื่องกระจายวัสดุ (Disperser - Attached Type)

เครื่องอบแห้งชนิดนี้จะมี เครื่องกระจายวัสดุก่อนจะเข้าสู่ท่อที่มีกระแสลมร้อนไหลอยู่ซึ่งจะทำให้วัสดุกระจายตัวดีขึ้น และสามารถไล่ความชื้นได้ดีขึ้น ลักษณะของเครื่องอบแห้งเป็นดังแสดงในรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.8 เครื่องอบแห้งแบบพาหะลมชนิดป้อนวัสดุโดยตรง

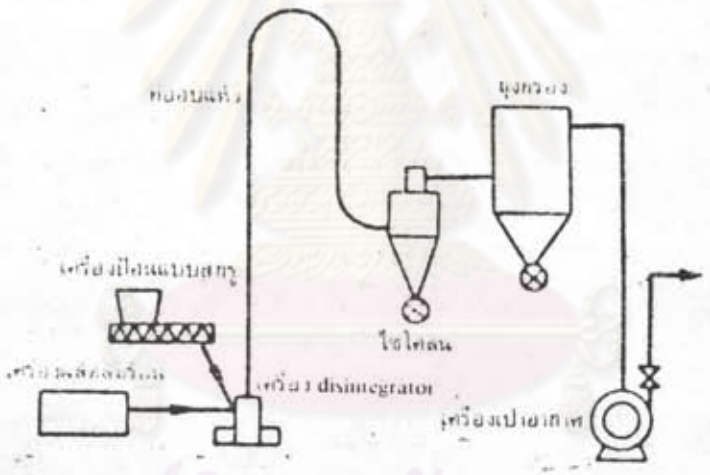


รูปที่ 3.9 เครื่องอบแห้งแบบพาหะลมชนิดมีเครื่องกระจายวัสดุ

3) ชนิดมีเครื่อง Disintegrator

(Disintegrator - Attached Type)

เครื่องอบแห้งชนิดนี้จะมีเครื่อง Disintegrator หรือ Cage mill เพื่อตีวัสดุค่อนข้างนิ่มให้แตกกระจาย เช่น สเลอรี่ (Slurry) ที่คล้ายเค้กกรอง ซึ่งจะทำให้วัสดุกับลมร้อนผสมกันอย่างดี ทำให้ ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนเชิงปริมาตรมีค่าสูง (ประมาณ 30000 - 10000 kcal/m^3.hr.$^\circ$C) และสามารถลดความชื้นได้ถึง 50-80 % ลักษณะของเครื่องอบแห้งแสดงดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 เครื่องอบแห้งแบบพาหะลมชนิดมี Disintegrator

3.3.6 ขอบเขตการประยุกต์

โดยปกติแล้ว เครื่องอบแห้งแบบพาหะลม สามารถใช้ประโยชน์ได้ในอุตสาหกรรมสาขา ต่างๆ มากมาย เช่น อุตสาหกรรมเคมีอาหาร พอลิเมอร์ แร่ เพราะว่าเวลาที่วัสดุอยู่ในเครื่องจะสั้นมาก วัสดุที่ไวต่อความร้อน สามารถอบแห้งได้โดยใช้อุณหภูมิลมที่ทางเข้าสูงๆโดยที่ไม่ทำให้วัสดุเสื่อมคุณภาพ เช่น แมกนีเซียม ซัลเฟต (Magnesium-Sulfate) แมกนีเซียม คาร์บอเนต (Magnesium Carbonate) คอบเปอร์ ซัลเฟต (Copper Sulphate) แคลเซียมคาร์บอเนต (Calcium Carbonate), กรด อะดิพิค (Adipic acids) นอกจากนี้ยังสามารถใช้ในอุตสาหกรรมพวกยาปฏิชีวนะ (Antibiotics), เกลือ ,แป้ง, โปรตีนพืช (Vegetable Protein),โปรตีนถั่วเหลือง(Soybean Protein) ในอุตสาหกรรมชีเมนต์, Blowing - Agent, ถ่านหินผง (Coal Dust), ยิปซั่ม (Gypsum) อุตสาหกรรมพลาสติกและพอลิเมอร์ เช่น โพลีเอธิลีน (Polyethylene), โพลีโพรพีลีน (Polypropylene) รายละเอียดการใช้เครื่องอบแห้งแบบพาหะลมในอุตสาหกรรมต่างๆ จะกล่าวโดยสังเขป ดังต่อไปนี้

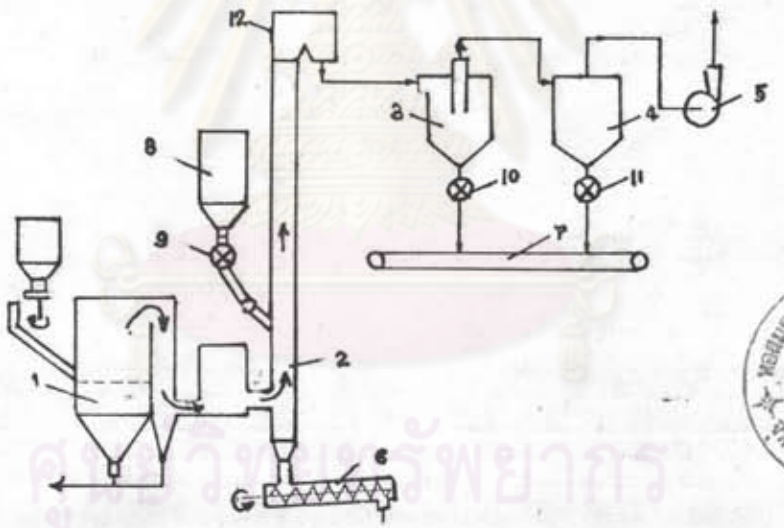
อุตสาหกรรมแป้ง ถ่านหิน (Coal) และ Metallic Stearates ส่วนใหญ่นิยมใช้เครื่องอบแห้งแบบ Butter- Rosin Flash โดยจะลดความชื้นของวัสดุชื้นประมาณ 40 % (Wet basis) ให้เหลือประมาณ 1 % (รูปที่ 3.11)

อุตสาหกรรมแร่ สารอินทรีย์ ส่วนใหญ่ใช้เครื่องอบแห้งแบบ Raymond Flash Dryer ซึ่งอัตราการอบแห้งอยู่ในช่วงระหว่าง 900 - 11300 Kg/hr โดยจะลดความชื้นจาก 40 - 60 % ให้เหลือ 10 %

อุตสาหกรรมพอลิเมอร์ ส่วนใหญ่ใช้อบแห้งพอลิเมอร์พวก Suspension - Grade Polymer โดยจะแบ่งการอบแห้งเป็นสองขั้นตอน (Two Stage) ในขั้นแรกจะใช้เครื่องอบแห้งแบบพาหะลมและใช้เครื่องอบแห้งฟลูอิไดซ์เบดในขั้นที่สอง แม้ว่าจะสามารถใช้เครื่องอบแห้งแบบพาหะลมเพียงขั้นตอนเดียวก็ได้ แต่เนื่องจากค่าเวลาที่วัสดุอยู่ในเครื่องสั้นมาก ถ้าต้องการอบแห้งที่ความชื้นต่ำๆ จะต้องใช้อุณหภูมิสูงมาก ซึ่งอาจทำให้คุณสมบัติ

ของพอลิเมอร์เปลี่ยนไปได้ เช่น ในการอบแห้งโพลีโพโพรลีน ซึ่งจะมีเฮก์เซน เป็นตัวทำละลายซึ่งมีคุณสมบัติไวไฟมาก เพราะฉะนั้นลมร้อนจะใช้ไนโตรเจน แทนอากาศ และเครื่องอบแห้งก็จะเป็นระบบปิด นอกจากนี้ตัวทำละลายจะถูก เก็บกลับโดยใช้ Scrubber-Condenser

อุตสาหกรรมเยื่อกระดาษ (Pulp & Paper) นิยม ประยุกต์ เครื่องอบแห้งแบบพาหะลมในการอบแห้งเยื่อเปียกในหออบแห้ง (Flash Drying Tower) จำนวนหอที่ใช้จะขึ้นอยู่กับการออกแบบ อุณหภูมิลม ร้อนที่ทางเข้าในขั้นตอนแรกจะประมาณ 400 °C และในขั้นที่สองประมาณ 170 °C อนึ่งลมร้อนทิ้งในขั้นที่สองจะถูกนำกลับมาใช้ใหม่ในขั้นที่หนึ่งได้

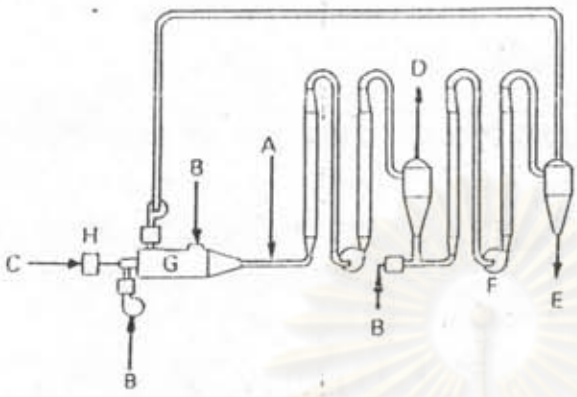


หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

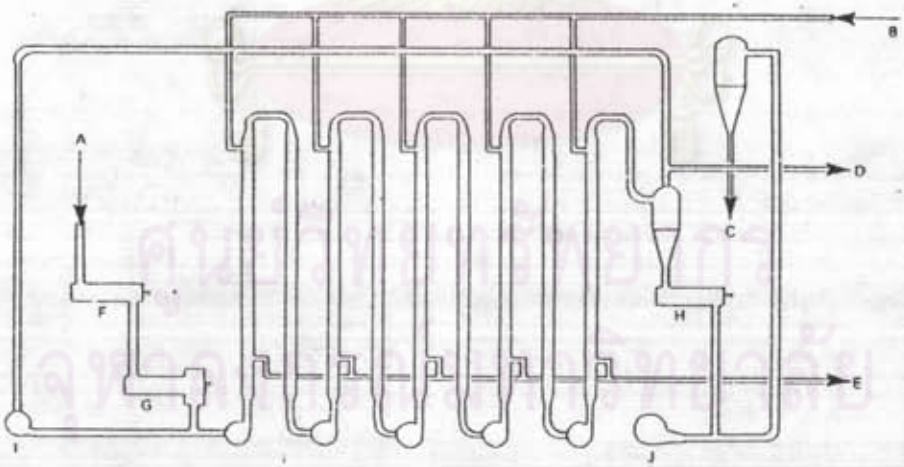
รูปที่ 3.11 เครื่องอบแห้งแบบพาหะลมสำหรับถ่านหินผง

1.Furnace. 2.Lifting Tube.
3,4.Cyclone. 5.Fan.
6,7.Screw Conveyor 8.Wet coal bin.
9.Feeder 10,11.Shutter Closures.
12.Explosion Flaps



A flash dryer unit for pulp. (A) Moist pulp, (B) air, (C) oil, (D) moist air, (E) dried pulp, (F) circulation fans, (G) air heater, (H) steam-heated heat exchangers.

รูปที่ 3.12 เครื่องอบแห้งแบบพาหะลมสำหรับเยื่อกระดาษ



Flow diagram of a steam dryer for pulp. (A) Wet pulp, (B) heating steam (6-15 bar), (C) dried pulp, (D) generated steam (2-5 bar), (E) condensate, (F) plug feeder, (G) fluffer, (H) discharge screw, (I) circulation fans, (J) cooling air fan. (Courtesy of MoDo-Chemetics.)

รูปที่ 3.13 เครื่องอบแห้งแบบไอน้ำสำหรับเยื่อกระดาษ

ตารางที่ 3.1 แสดงตัวอย่างการประยุกต์เครื่องอบแห้งแบบพาหะลม ชนิดต่าง ๆ ในอุตสาหกรรม

(a) Raymond Flash Dryer

	Fine Mineral	Spent Grain	Organic Chemical	Chicken Droppings	Fine Coal Filter Cake
Method of feed	pump	belt	screw	pump	screw
Material size, mesh	−100	—	−30	—	−30
Product rate (lb/hr)	27,000	9000	900	2300	2000
Initial moisture content (% w/w basis)	25	60	37	70	30
Final moisture content (% w/w basis)	nil	12	3	12	8.5
Air inlet temperature (°F)	1200	1200	450	1300	1200
Air outlet temperature (°F)	200/300	200/300	200/300	200/300	200/300
Method of heating	direct oil	direct oil	direct oil	direct oil	direct oil
Heat consumption (Btu/lb water evaporated)	1.6×10^3	1.9×10^3	3.1×10^3	1.9×10^3	1.4×10^3
Air recirculation	no	no	no	no	no
Material recirculation	yes	yes	no	yes	no
Material of construction	MS	MS/SS	MS	MS	MS
Fan capacity (std. ft^3/min)	18,000	22,000	4300	8500	1500
Installed fan HP	110	180	30	50	10
Product exit temperature (°F)	200	—	200	—	135

(Courtesy International Combustion Products Ltd.; Williams–Gardner, 1971).

(b) Buttner–Rosin Pneumatic Dryer

	Metallic Stearate	Starch	Adipic Acid	Fiber	Coal Filter Cake
Method of feed	sling	sling	screw	distributor	distributor
Material size	fine	fine	−30 mesh	$-\frac{1}{4}$ in.	−30 mesh
Product rate (lb/hr)	280	13,236	10,000	2610	67,200
Initial moisture (% w/w basis)	40	34	10	62.4	32
Final moisture (% w/w basis)	0.5	13	0.2	10	6
Air inlet temperature (°F)	284	302	320	752	1292
Air outlet temperature (°F)	130	122	149	230	212
Method of heating	steam	steam	steam	oil	PF
Heat consumption (Btu/lb/water evaporated)	2170	1825	2400	1720	1590
Air recirculation	no	no	no	no	yes
Material recirculation	yes	no	yes	yes	yes
Fan capacity (std. ft^3/min)	1440	26,500	9500	12,500	27,000
Installed fan HP	15	220	65	60	250
Product exit temperature (°F)	104	95	120	140	158

(Courtesy Rosin Engineering Ltd.; Williams–Gardner, 1971).

(c) Pennsalt - Berks Ring Dryer

	Metal* Stearates	Spent* Grains	Sewage[b] Sludge	Starches	Polystyrene Beads
Method of Feed	belt feeder rotary valve	back mixer rotary valve	vibratory feeder rotary valve	cascading rotary valve screen	vibratory feeder rotary valve
Product rate (lb/hr)	240	1120	4300	5000	1000
Initial moisture (% w/w basis)	55	80	45	35	2.0
Final moisture (% w/w basis)	1	5	12	10	0.2
Air inlet temperature (°F)	250	500	600	300	175
Air outlet temperature (°F)	150	170	170	130	115
Method of heating	steam	gas	oil	steam	steam
Heat consumption (Btu/lb water evaporated)	2900	1800	1750	2000	5000
Air recirculation	no	no	no	no	no
Material recirculation	yes	yes	yes	no	no
Material of construction	SS	MSG	MS	MSG	SS
Fan capacity (std ft^3/min)	3750	16,500	8250	15,000	900
Installed fan HP	20	75	60	60	7.5

*Ring dryer application.
(Courtesy Pennsalt Ltd.; Williams–Gardner, 1971).