

บทที่ 1

ประวัติความเป็นมาของแก้ว

ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน มนุษย์รู้จักและคุ้นเคยกับแก้วเป็นอย่างดี อุปกรณ์, ของใช้, ภาชนะต่าง ๆ มากมายทำขึ้นมาจากแก้ว ทั้งนี้เนื่องจากแก้วที่มีใช้งานกันอย่างกว้างขวางนั้นมีสมบัติที่ดี 3 ประการ คือ มีความโปร่งใส (Transparency), มีความแข็งแรงแรง (Hardness) และมีความทนทานต่อสารเคมี (Chemical resistance) นอกจากนี้การปรับปรุง เปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของแก้วชนิดพิเศษต่าง ๆ ถูกคิดค้นเพื่อการนำไปใช้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด ถึงแม้ความก้าวหน้าทางด้านพลาสติก และเทคโนโลยีของโพลิเมอร์จะพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็ว จนทำให้พลาสติกถูกผลิตออกมาใช้งานอย่างกว้างขวางในทุกกิจการก็ตาม แต่พลาสติกก็ไม่อาจจะทดแทนแก้วได้อย่างสมบูรณ์

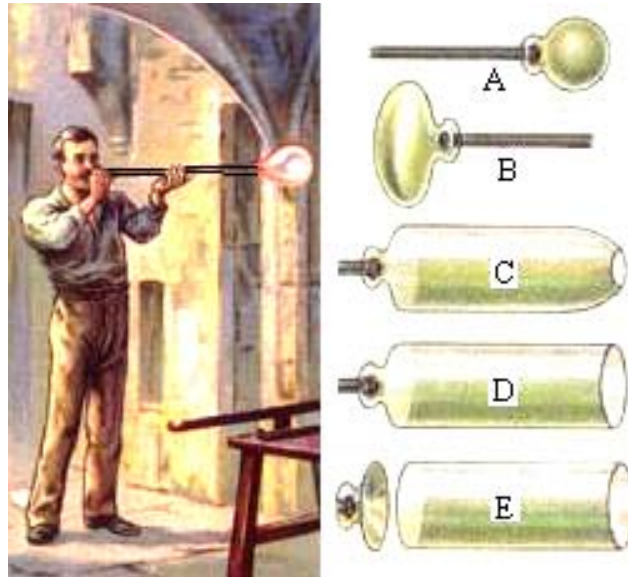
1.1 ประวัติของแก้ว

สันนิษฐานว่า แก้วกำเนิดขึ้นครั้งแรกโดยธรรมชาติ โดยเกิดจากหินหลอมเหลวจากภูเขาไฟ โดยหินหลอมเหลวนี้ออกมาจากภูเขาไฟขณะภูเขาไฟมีการระเบิด ในขณะที่ไหลไปตามพื้น จะเกิดการหลอมละลายพวกหิน และทรายและแร่ธาตุต่าง ๆ รวมไว้มากมาย ต่อมาเมื่อเย็นตัวลง จึงแข็งตัวกลายเป็นของแข็ง ที่มีสีสรร แววาว และมีความคมอยู่ตัว ซึ่งในปัจจุบันเรียกว่า หินออบซิเดียน (Obsidian) มนุษย์ในยุคนี้จึงนำหินดังกล่าวมาทำเป็นอาวุธ ทำหอก ทำมีด เป็นต้น พบหลักฐานทางประวัติศาสตร์ที่พอจะทำให้เชื่อได้ว่า มนุษย์รู้จักการผลิตแก้วขึ้นครั้งแรกในอียิปต์ และซีเรีย เมื่อประมาณ 4000 ปีมาแล้ว โดยได้พบลูกปัดแก้ว (Glass beads) และภาชนะต่าง ๆ ที่ทำขึ้นจากแก้ว

ศิลปะของการเป่าแก้ว ถูกค้นพบแถบตะวันออกกลาง บริเวณชายฝั่งทะเลที่ชาวโพลินีเซียน (Phoenician) อาศัยอยู่ จากบันทึกและนิยายพื้นบ้านนั้น พ่อค้าชาวโพนีเซียน (ประเทศซีเรีย) พบแก้วโดยบังเอิญขณะตั้งค่ายพักแรมริมชายทะเล โดยพบว่าบริเวณชายหาดที่ใช้ก่อเตาประกอบอาหารมีของเหลวใสเกิดขึ้น ในการก่อเตานั้นพ่อค้าใช้หินโทรนา (Trona) (มีสูตรเคมีเป็น $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) มาวางบนหาดทรายสำหรับเป็นที่รองรับราวแว่นหม้อประกอบอาหาร ความร้อนจากไฟทำให้ทรายและหินโทรนาหลอมรวมกัน เมื่อดับไฟจึงเกิดการเย็นตัวลงของส่วนผสม ทำให้ได้วัสดุใหม่ คือ แก้ว ที่เราใช้ในปัจจุบันนี้ มีนักวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ คิดว่าพ่อค้าเหล่านั้นคงจะโยนเปลือกหอยหรือกระดองปูเข้าไปใช้กองไฟด้วย จึงทำให้เกิดแก้วขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากส่วนผสมระหว่าง Na_2O กับ $-\text{SiO}_2$ นั้นละลายน้ำได้ง่าย ต่อเมื่อมี CaO จึงจะคงรูปอยู่ได้

ก่อนคริสตศักราช 20 ปี มีการค้นพบกรรมวิธีในการทำเครื่องประดับจากแก้ว, ภาชนะที่ทำจากแก้ว และของมีค่าอื่น ๆ ที่ทำด้วยแก้วในซากปรักหักพังของเมืองปอมเปอี การผลิตภาชนะหรืองานศิลปะต่าง ๆ จากแก้ว ยังคงใช้วิธีการเป่าแก้วมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน นั่นก็คือ การเป่าลมผ่านเข้าไปในด้านหนึ่งของท่อโลหะกลวง (Blowing pipe) โดยที่ด้านตรงข้ามเป็นแก้วที่หลอมเหลวถูกหมุนจนรวมกันเป็นก้อน ผู้ที่เป่าแก้วสามารถควบคุมรูปร่าง ขนาดได้ตามต้องการในขณะที่แก้วกำลังร้อนอยู่ โดยการใช้อุปกรณ์ตกแต่งที่ทำด้วยไม้หรือการเข้าเตาหลอมหลายครั้ง

เมืองเวนิซ เป็นศูนย์กลางของการผลิตแก้วที่สำคัญติดต่อกันเป็นเวลานาน จนถึงปลายศตวรรษที่ 17 มีโรงงานมากกว่า 300 โรงงาน ชาวเวนิซพัฒนาแก้วโซดาที่ดัดแปลงได้ง่าย, ไม่มีสี และมีความโปร่งใสสูง ก่อนที่จะมีการเจริญเติบโตของโรงงานผลิตแก้วในทวีปยุโรป ซึ่งเจริญขึ้นมาภายหลัง ประมาณปลายศตวรรษที่ 16 เยอรมันและอังกฤษ จึงก้าวเข้ามามีบทบาทในฐานะผู้ผลิตและส่งออกรายใหญ่ มนุษย์รู้จักใช้แก้วทำกระจกหน้าต่าง จนกระทั่งศตวรรษที่ 12 นักบวชได้เริ่มทำแก้วทรงกระบอกจากแก้วแผ่นที่ใช้ทำกระจกหน้าต่าง การใช้แก้วทำหน้าต่างนี้แพร่หลายมากในศตวรรษที่ 15 ทำให้ต่อมาประเทศฝรั่งเศสเริ่มดำเนินการผลิตแก้วแผ่นโดยทำออกมาเป็นม้วน ๆ



รูป 1.1 แสดงการขึ้นรูปแก้วโดยใช้วิธีการเป่าด้วยหลอดโลหะ (Blowing pipe)

อุตสาหกรรมแก้วแพร่หลายไปในอเมริกาเมื่อปี ค.ศ.1608 และในปี ค.ศ.1673 Warshipful company ผู้จำหน่ายแก้วรายใหญ่ในอังกฤษต้องการหาแก้วเพื่อทดแทนแก้วโซดา-ไลม์ ซึ่งปกติต้องสั่งซื้อจากเวนิส จึงให้ George Ravenscroft ทดลองทำแก้วจากวัสดุที่หาได้ในประเทศ George Ravenscroft ได้ทดลองเติมตะกั่วออกไซด์ (Litharge) แทน โซดา (sodium oxide) และเปลี่ยนแปลงส่วนผสมอื่น ๆ ในแก้วโซดา-ไลม์ ดังนั้นในระยะเวลา 3 ปี ต่อมา จึงสามารถทำแก้วชนิดใหม่ได้ เรียกว่า แก้วตะกั่ว (Lead glass) ซึ่งนอกจากจะใช้ทดแทนกับแก้วโซดา-ไลม์ แล้ว ยังสามารถหักเหแสงได้มากกว่า ทำให้มีประกายคล้ายผลึกหินที่มีราคาแพง จึงได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย ทั้งในการทำเครื่องใช้ในครัวเรือน และในงานศิลปกรรมต่าง ๆ ซึ่งในปัจจุบันก็ยังนิยมใช้กันอยู่

1.2 วิวัฒนาการของแก้ว

แม้ว่าเทคโนโลยีอื่น ๆ จะได้รับการพัฒนาอย่างกว้างขวาง แต่เทคโนโลยีสำหรับการผลิตแก้วเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก ในยุคนั้นการผลิตและทำแก้วให้เป็นรูปร่างต่าง ๆ ยังถือว่าเป็นงานศิลป์ การพัฒนาในทางเคมีนั้นเป็นเพียงการหาวิธีทำให้วัตถุดิบบริสุทธิ์ หรือเสาะหาวัตถุดิบบริสุทธิ์ การหาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของแก้วกับสมบัติกายภาพและทางแสงของแก้ว นอกจากนี้ยังมีการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้เชื้อเพลิง โดยธรรมชาติ ทรายที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตแก้วจะมีเหล็กปนอยู่ ซึ่งจะทำให้แก้วมีสีออกเขียว ในยุคนั้นพบว่า ถ้าเติมมันганиต์ให้มีปริมาณพอเหมาะ มันганиต์ทำหน้าที่เป็นสารฟอกขาว (Bleaching agent) โดยจะไปรีดิวซ์ Fe^{3+} ให้เป็น Fe^{2+} ทำให้แก้วใสไม่มีสี ประมาณกลางศตวรรษที่ 17 พบว่า ถ้าเติมออกไซด์ของโลหะลงไปในส่วนผสมของแก้ว จะได้แก้วสีที่แตกต่างกัน เช่น เหล็ก ทำให้สีเขียวหรือเหลือง, โคบอลต์ให้เฉดสีน้ำเงิน, ทองแดงให้สีแดงเข้ม น้ำเงิน หรือ เขียว, ผงถ่าน (Charcoal) ให้สีเหลือง ถึงน้ำตาล, แมงกานีสไดออกไซด์ ให้สีม่วง, Stannic ปนกับ Arseneous acid ให้สีขาว แต่ถ้าเติม CaF ลงไปจะได้สีขาวคล้ายนม นอกจากนี้การเติมโลหะหรือสารประกอบของโลหะ ลงไปในแก้วเหลวในลักษณะที่เป็นชิ้นเล็ก ๆ ซึ่งเมื่อเย็นตัวลงชิ้นโลหะเหล่านี้ก็จะแขวนลอยอยู่ในเนื้อแก้ว ทำให้แก้วที่ได้สามารถสะท้อนแสงหรือกระจายแสงบางช่วงความยาวคลื่นได้ดีเป็นพิเศษ เช่น ซีรีเนียม (Selenium) ผสมกับ แคดเมียม จะกระจายแสงได้ทุกช่วงคลื่นยกเว้นสีแดง ทำให้ได้แก้วสีแดงทับทิม (Ruby glass) ซึ่งแต่เดิมผลิตได้จากการเติมผงทองคำบริสุทธิ์ลงไปแก้วเหลว

ก่อนปี ค.ศ.1900 นั้นงานแก้วถือว่าเป็นงานศิลป์ ดังนั้นสูตรและกระบวนการผลิต จึงถูกปกปิดเป็นความลับตลอดมา การค้นพบใด ๆ มักอาศัยประสบการณ์ จึงทำให้การพัฒนาที่มีขีดจำกัด จนกระทั่งปลายศตวรรษที่ 19 Lubber เริ่มนำเครื่องกลไปใช้ทดแทนการเป่าแก้วทรงกระบอก และปี ค.ศ.1814 ในเบลเยียม เริ่มใช้กระบวนการโฟร์คอลลท์ (Fourcault Process) สำหรับดึงแก้วแผ่นแบบต่อเนื่อง การคิดค้นนี้เป็นชนวนให้เกิดกระบวนการผลิตแผ่นแบบต่อเนื่องอื่น เช่น Colburn, Pittsburgh Plate glass, Libbey-Owens เป็นต้น อนึ่งในช่วงเวลาเดียวกันนั้นอุตสาหกรรมรถยนต์เริ่มผลิตรถที่มีหลังคาทำให้เกิดความต้องการกระจกแผ่นขนาดเล็กมาก จึงพลอยทำให้อุตสาหกรรมแก้วพัฒนาตามไปด้วย นอกจากนี้ยุคดังกล่าวเป็นยุคปฏิวัติ

ทางอุตสาหกรรม นักวิทยาศาสตร์และวิศวกรจึงเริ่มก้าวเข้ามามีบทบาท จนกระทั่งมีการใช้ระบบอัตโนมัติในการผลิตผลิตภัณฑ์แก้วต่าง ๆ มากมาย

เหตุการณ์หนึ่งที่มีส่วนในการเริ่มยุคใหม่ของการผลิตแก้วนั้นเกิดขึ้นเมื่อปี ค.ศ. 1876 นักฟิสิกส์ชาวเยอรมันชื่อ Ernst Abbe ต้องการปรับปรุงกล้องจุลทรรศน์และได้กล่าวไว้ว่าวิธีที่ดีที่สุดคือการพัฒนาแก้วซึ่งใช้ทำเลนส์กล้องจุลทรรศน์ให้มีดัชนีหักเหและกระจายแสงตามต้องการ ดังนั้น 8 ปีต่อมา (ค.ศ.1884) จึงได้ร่วมกับ Otto Schott และ Karl Ziciss ตั้งบริษัท เจนาเครื่องแก้ว (Jena Glassware) ในเครือของ Schott and Sons และ 2 ปีต่อมาได้เริ่มดำเนินการผลิตแก้วที่มีส่วนผสมต่าง ๆ โดยใช้ธาตุองค์ประกอบต่าง ๆ กัน ตั้งแต่ธาตุที่ 28 เป็นต้นไป เช่น เบอริลเลียม, ซีเซียม, ไนโอเมียม, เออร์เบียม, ยูเรเนียม, โบรอน, แคลเซียม และดีบุก เป็นต้น แก้วที่ผลิตได้เป็นแก้วที่มีสมบัติทางแสงต่าง ๆ กัน ในปี ค.ศ. 1912 โรงงาน Corning Glass Works ในนิวยอร์ก ได้แนะนำแก้ว borosilicate โดยการผสมธาตุโบรอนเข้าไปในเนื้อแก้วเป็นผลสำเร็จ ทำให้แก้วทนทานต่อความร้อนมากกว่าแก้วโซดา ถึง 3 เท่า

การคิดค้น วิจัยทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ ของแก้วและมีการนำไปใช้ในกิจการต่าง ๆ มากมาย ในปัจจุบันอุตสาหกรรมแก้วจัดเป็นอุตสาหกรรมหนึ่งที่ต้องการความรู้ความชำนาญเฉพาะในการควบคุม ปรับปรุงและผลิต ผลิตภัณฑ์แก้วชนิดต่าง ๆ สิ่งหนึ่งที่น่าแปลกก็คือ แก้วยังคงมีส่วนประกอบหลักค่อนข้างเดิมแม้ว่าจะมีแก้วหลายร้อยชนิดในปัจจุบันก็ตาม และในกรณีที่ผลิตภัณฑ์แก้วใดทำการผลิตในปริมาณน้อย จะยังคงใช้วิธีแบบโบราณ คือหลอมแก้วในเตาหลอมขนาดเล็ก และการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ จะยังคงใช้วิธีการดั้งเดิมคือ การขึ้นรูปโดยแรงงานมนุษย์ กล่าวคือ ใช้วิธีการเป่าด้วยหลอดโลหะยาว ที่เรียกว่า Blowing pipe นั่นเอง

การตัดแปลงแก้วให้มีรูปร่างต่าง ๆ ตามต้องการในระดับเล็กเช่นห้องทดลองปฏิบัติการหรือผู้ผลิตและรับจ้างผลิตรายย่อย ยังคงใช้วิธีการเช่นเดียวกันคือ หลอมและขึ้นรูปด้วยการเป่าหรือหล่อแบบและเป่าควบคู่กันไป ผลิตภัณฑ์แก้วที่ใช้ในปัจจุบันเราอาจจำแนกเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ดังนี้

- 1) แก้วแผ่นทำกระจกหน้าต่าง
- 2) แก้วแผ่นทั่ว ๆ ไป
- 3) แก้วสำหรับทำภาชนะบรรจุ
- 4) แก้วจากการอัดแบบหรือการเป่า
- 5) แก้วลามิเนต (Laminated glass)
- 6) กระจก
- 7) แก้วพิเศษอื่น ๆ เช่น Glass-ceramics, optical glass

บทที่ 1 ประวัติความเป็นมาของแก้ว
