



วัสดุบรรจุภัณฑ์

Glass

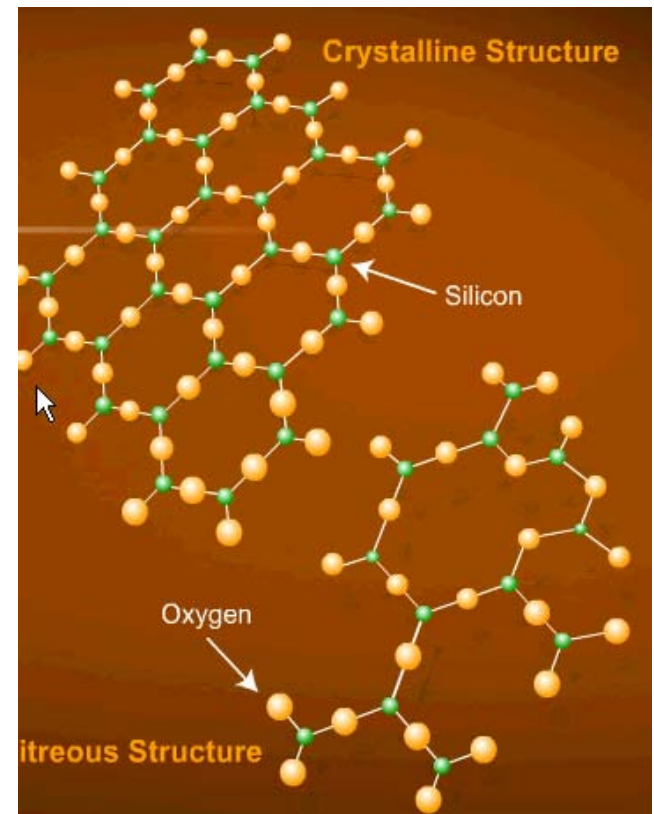
โดย...

อาจารย์รุ่งกานต์ บุญผาธร

ความสำคัญของบรรจุภัณฑ์แก้ว

แก้วเป็นวัสดุบรรจุภัณฑ์ที่มีประวัติศาสตร์ยาวนานหลายพันปี การผลิตแก้วถูกค้นพบโดยความบังเอิญของชาวฟินิเซียและอียิปต์

แก้ว เกิดจากการรวมตัวกันของอะตอมเป็นโครงสร้างร่างแห โดยธรรมชาติแล้วแก้วจะคล้ายของเหลว แต่เมื่อเย็นจะเปลี่ยนรูปร่างเป็นของแข็งที่โปร่งแสง



คุณสมบัติของแก้ว

- แก้วมีความเป็นกลาง ไม่ทำปฏิกิริยากับสารใดๆ
- มีความใส
- ป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำและก๊าซได้
- ทนความร้อน ทนแรงดันสูงได้
- มีความคงรูป
- หมุนเวียนใช้ใหม่ได้



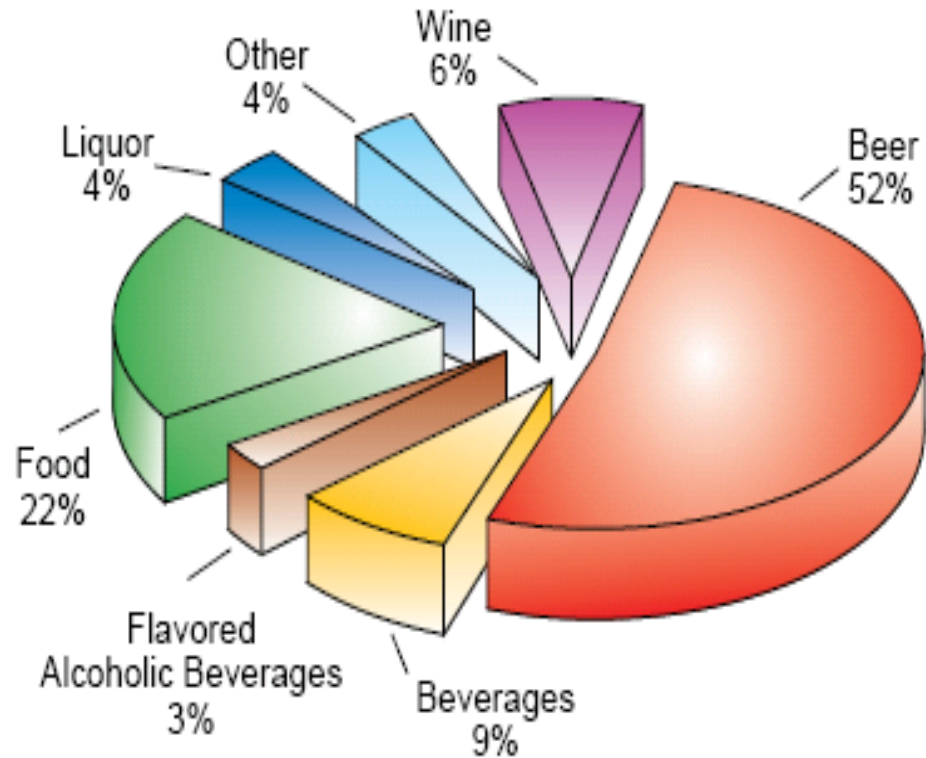


รูปทรง

- หลอดแก้ว (vials, ampoules) นิยมบรรจุยา และสารเคมี
- ขวดปากแคบ (Bottle) เช่น ขวดใส่เครื่องดื่มทั่วไป
- ขวดปากกว้าง (Jar) เช่น ขวดแยม
- ขวดคาร์บอย (carboys) เป็นขวดแก้วขนาดใหญ่ สำหรับบรรจุสารเคมี



Glass Packaging Production Market by Sector



ที่มา : Glass Packaging Institute



ประเภทของแก้ว

แบ่งตามค่าความเป็นกลางของแก้ว ได้ 4 ประเภท

- แก้วประเภทที่ I แก้วบอโรซิลิเกต เป็นแก้วที่มีความเป็นด่างต่ำ ใช้ทำเครื่องแก้วชนิดทนไฟ
- แก้วประเภทที่ II แก้วโซดาไลม์ที่ผ่านกรรมวิธีทางผิว
- แก้วประเภทที่ III แก้วโซดาไลม์ที่กำหนดค่าความเป็นด่าง
- แก้วประเภทที่ IV หรือ NP ใช้ทำบรรจุภัณฑ์ยาที่ใช้รับประทาน หรือยาใช้ภายนอกเฉพาะที่

วัตถุดิบและองค์ประกอบของแก้ว

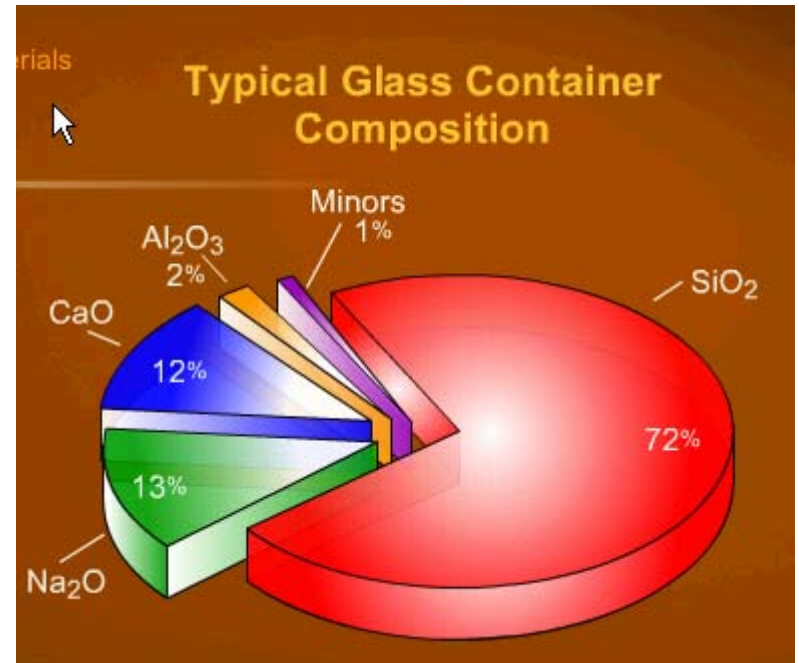
ซิลิกา (silica, SiO_2) 72%

โซดาแอช (soda, Na_2O) 13%

หินปูน (calcium, CaO) 12%

อื่นๆ เช่นเศษแก้ว อะลูมิเนียม

โปแตสเซียม แมกนีเซียมออกไซด์
สารที่ทำให้เกิดสี 3%



วัตถุดิบ

ทรายหรือทรายแก้ว (silica sand) เป็นแหล่งของซิลิกา ทรายที่จะนำมาผลิตแก้วจะต้องมี ซิลิคอนไดออกไซด์ (SiO_2) ไม่น้อยกว่า 99.50% ต้องมีสิ่งเจือปนน้อย เพราะจะมีผลต่อความใสของแก้ว แหล่งวัตถุดิบในไทย ได้แก่ ระยอง จันทบุรี





วัตถุดิบ

โซดาแอส (soda ash) ทำหน้าที่เป็นตัวลดอุณหภูมิในการหลอมแก้ว ทำให้สามารถหลอมแก้วได้ที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดหลอมเหลวของซิลิกา เป็นวัตถุดิบที่มีราคาแพงต้องสั่งเข้าจากต่างประเทศ

วัตถุดิบ



หินปูน (limestone) เป็นแหล่งของแคลเซียมออกไซด์ ช่วยให้แก้วแข็งตัวเมื่อขึ้นรูป แหล่งวัตถุดิบในไทย ได้แก่ สระบุรี และกาญจนบุรี

หินโดโลไมต์ (dolomite) เป็นแหล่งของแคลเซียมออกไซด์ และแมกนีเซียมออกไซด์ แต่ต้องระวังการปนเปื้อนของเหล็กออกไซด์ เพราะถ้ามีมากจะทำให้แก้วมีสีเขียวอ่อน แหล่งวัตถุดิบในไทย ได้แก่ กาญจนบุรี

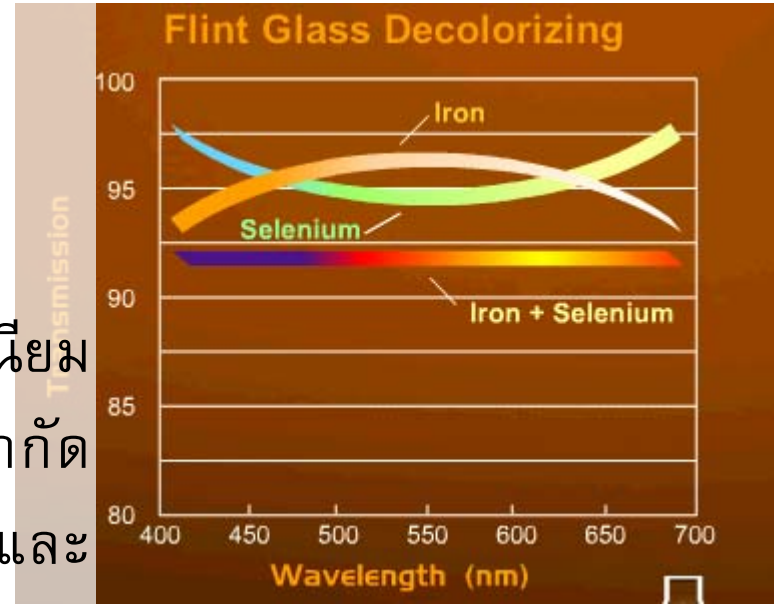
วัตถุดิบ



หินฟีนมา (feldspar) เป็นแหล่งของอะลูมินา ช่วยเพิ่มความคงทนของผิวแก้ว นอกจากนี้ยังมีออกไซด์ของโซเดียมและโพแทสเซียมทำให้ช่วยลดปริมาณการใช้โซดาแอชในส่วนผสมลงได้ แหล่งวัตถุดิบในไทย ได้แก่ ตาก และราชบุรี

วัตถุดิบ

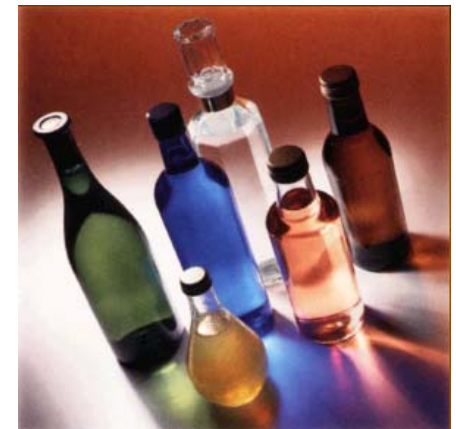
สารฟอกสี (decolorizer) เดิมใช้ซีลีเนียม และโคบอลต์ แต่เนื่องจากซีลีเนียมมีข้อจำกัดหลายประการ จึงได้ทดลองใช้ซีเรียมแทนและพบว่าซีเรียมมีคุณสมบัติที่ดีกว่าหลายประการ เช่น ซีเรียมไม่สูญเสียคุณสมบัติในการฟอกสี ไม่ว่าจะสภาพในเตาเผาจะอยู่ในสภาพออกซิเดชันหรือรีดักชัน และที่สำคัญซีเรียมไม่เป็นพิษในขณะที่ซีลีเนียมเป็นพิษต่อร่างกาย



วัตถุดิบ

สารให้สี (colouring agent) เป็นตัวทำให้แก้วเกิดสี เช่น แก้วสีชา สีเขียว เป็นต้น

- o แก้วใสไม่มีสี (colourless or white flint) ถ้ามีเหล็กออกไซด์ปนแก้วจะมีสีเขียวอมฟ้า ต้องฟอกสี และถ้ามีเกินกว่า 0.08% จะไม่สามารถฟอกสีได้
- o สีเขียว เหล็กออกไซด์ แมงกานีสออกไซด์ โครมิกออกไซด์
- o สีชา คาร์บอนและกำมะถัน
- o สีเหลือง เต็มเฟอร์ริกออกไซด์และแอนติโมนีออกไซด์
- o สีฟ้า เต็มโคบอลต์ออกไซด์หรือคอปเปอร์ออกไซด์
- o สีม่วง เต็มแมงกานีส
- o สีดำ เต็มเหล็กออกไซด์ในปริมาณมากๆ



วัตถุดิบ



เศษแก้ว (cullet) ทำหน้าที่เป็นตัวลดอุณหภูมิในการหลอมแก้ว ช่วยลดพลังงานในการหลอม ในการหลอมแต่ละครั้ง อาจต้องใช้เศษแก้วมากกว่า 50% ของวัตถุดิบทั้งหมด แต่ต้องระวังเรื่องขนาดของเม็ดแก้ว เพราะถ้าใหญ่ไปหลอมไม่หมดจะกลายเป็นเม็ดหินในเนื้อแก้ว และถ้าเล็กไปจะปลิวง่ายทำให้สูญเสียน



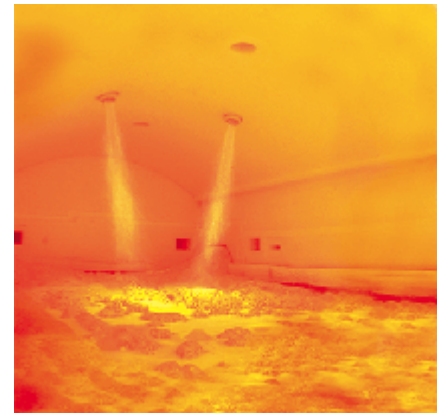
ขั้นตอนการผลิตแก้ว

1. หลอมแก้ว (Melting)
2. ชี้นรูป (Forming)
3. บ่มแก้ว (Annealing)
4. กรรมวิธีทางผิว (Surface treatments)
5. ตรวจสอบคุณภาพ (Inspection and quality)

ขั้นตอนการผลิตแก้ว

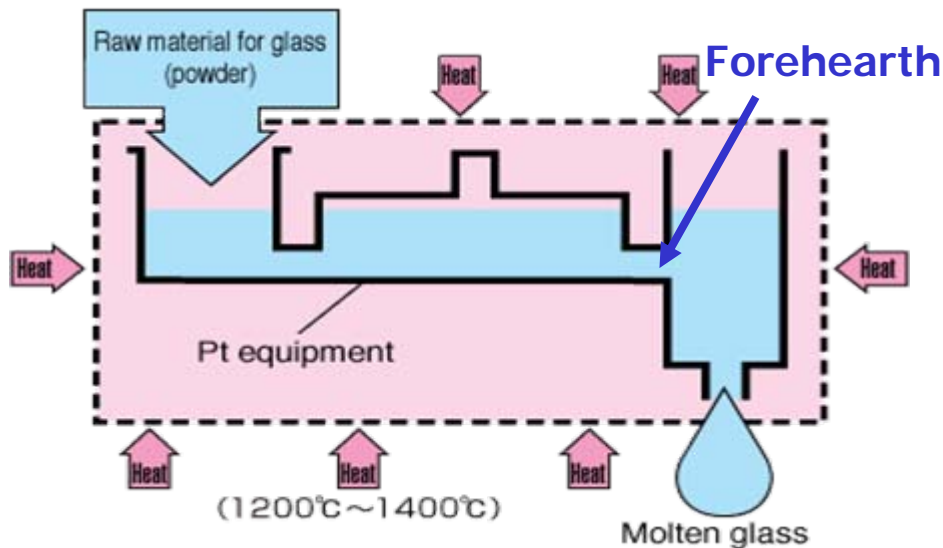
การหลอมแก้ว (Melting) เป็นขั้นตอนการผสมวัตถุดิบทั้งหมดให้เข้ากันเป็นน้ำแก้วที่มีเนื้อเดียวกันและปราศจากก๊าซ

เตาหลอมแก้วทำจากอิฐที่มีความแกร่ง สามารถทนความร้อนสูงและทนต่อการกัดกร่อนทางเคมีของแก้วได้ อุณหภูมิของเตาหลอมมักจะอยู่ระหว่าง 1,450 – 1600 องศาเซลเซียส



การปรับสภาวะ (conditioning)

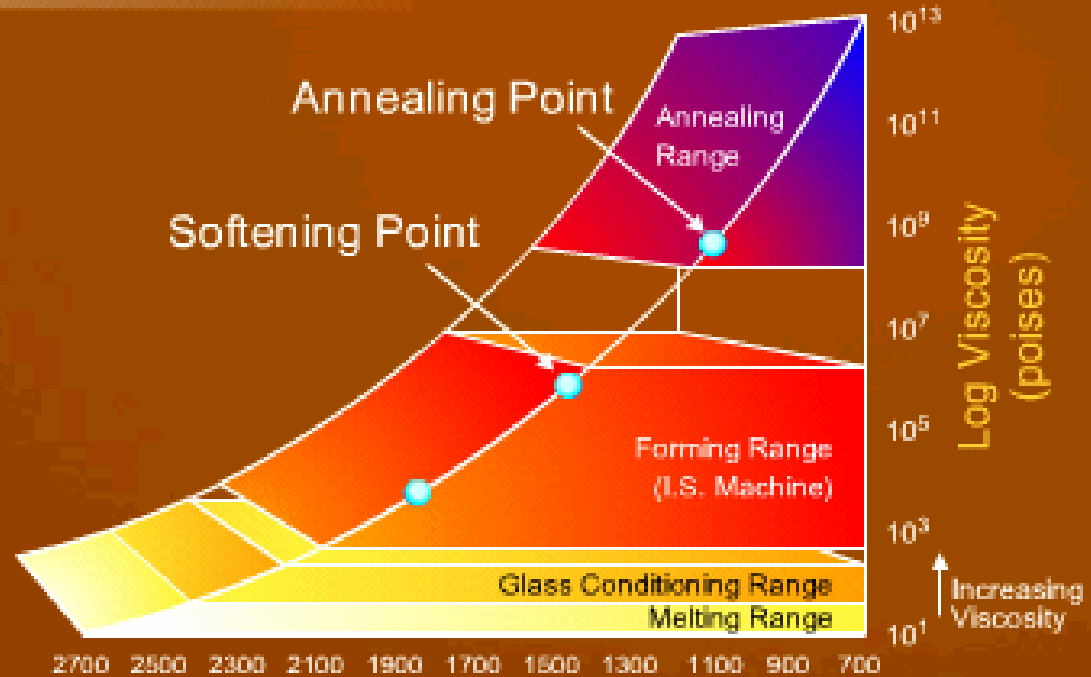
การปรับสภาวะ คือ การทำให้น้ำแก้วที่อุณหภูมิหลอมเหลว (1,200 - 1,400 องศาเซลเซียส) มีอุณหภูมิลดลงถึงอุณหภูมิขึ้นรูป (ประมาณ 1,200 องศาเซลเซียส) โดยการดึงความร้อนออกจากน้ำแก้ว





Viscosity and Glass Container Formation

Viscosity/Temperature Curve



Temperature (deg. F.)
Viscosity Temperature Relationship
Soda-Lime-Silica Glass

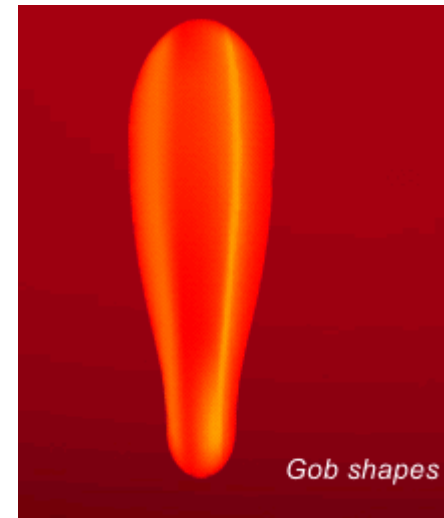
Temperature
Decreasing

↑ Increasing
Viscosity

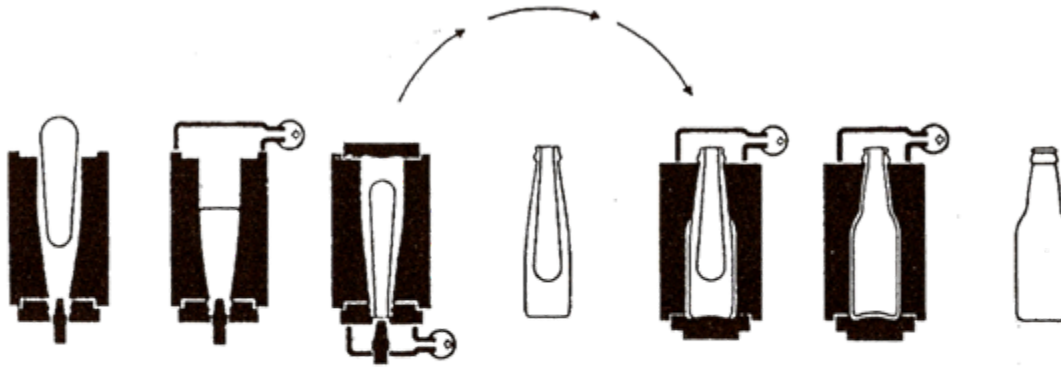
ขั้นตอนการผลิตแก้ว

การขึ้นรูป (Forming) เป็นการแปรรูปจากก้อนแก้ว (gob) เป็นขวด การขึ้นรูปที่ดีจะต้องขจัดความร้อนและขึ้นรูปให้เร็วที่สุดเพื่อไม่ให้เกิดตำหนิในขวดแก้ว กรรมวิธีในการขึ้นรูป

- Blow and blow
- Press and blow



Blow and blow



ก้อนแก้วไหล
ลงสู่แม่พิมพ์

ขึ้นรูป
คอขวด

เป่าลมให้
เป็นพาริสัน

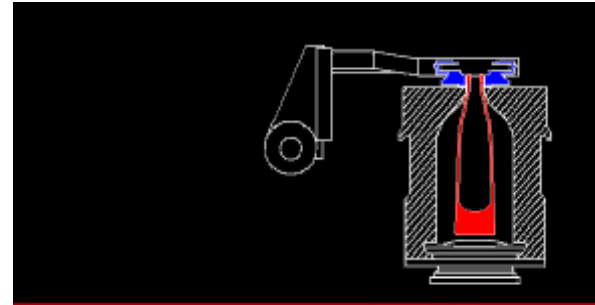
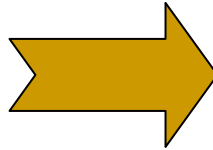
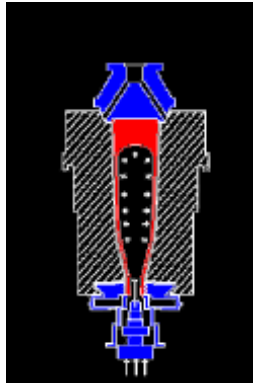
ขึ้นรูป
พาริสัน

ย้ายเข้า
แม่พิมพ์เป่าลม

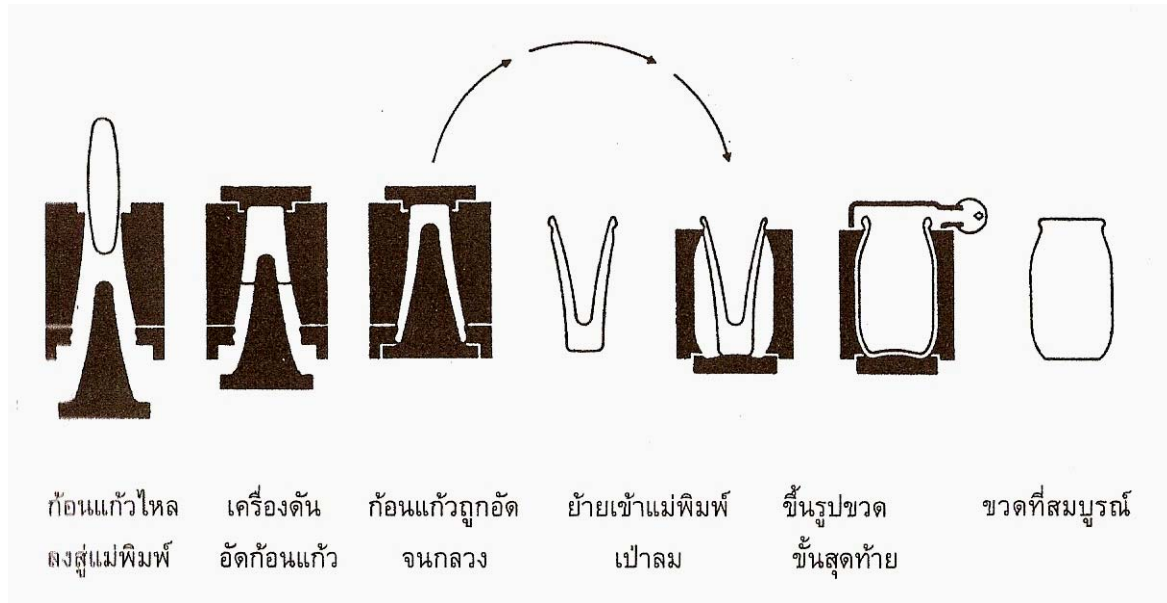
ขึ้นรูปขวด
ขั้นสุดท้าย

ขวดที่สมบูรณ์

Blow and blow

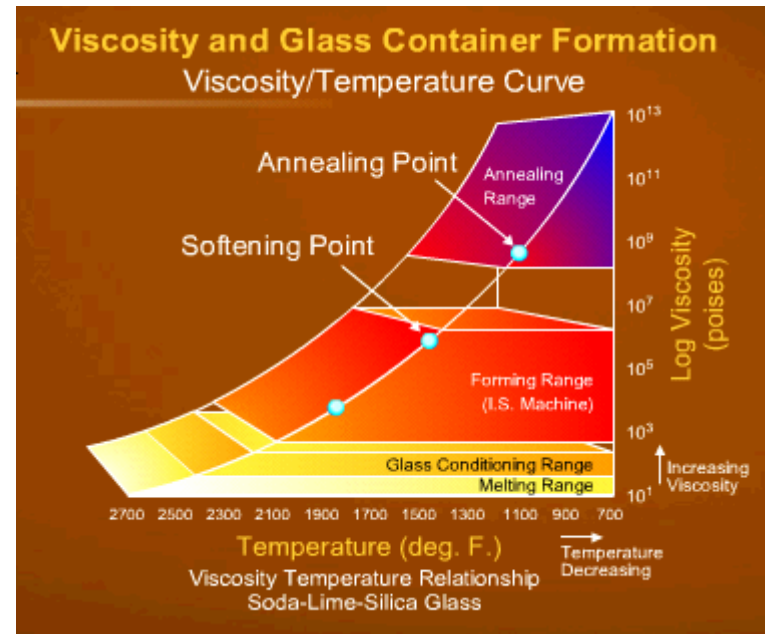


Press and blow



ขั้นตอนการผลิตแก้ว

การบ่มผิว (Annealing) เพื่อลดความเครียดในเนื้อแก้วเมื่อขวดเย็นลง ขั้นตอนคือเพิ่มอุณหภูมิและทิ้งไว้ 2-3 นาที ค่อยๆลดอุณหภูมิและทำให้ขวดแก้วเย็นลงอย่างรวดเร็ว การลดอุณหภูมิใช้เวลาประมาณ 30-45 นาที



ขั้นตอนการผลิตแก้ว



กรรมวิธีทางผิว (Surface treatment) เพื่อให้มีความทนทานต่อสารเคมี ป้องกันผิวด้านไม่ให้มีรอยขีดข่วน และทำให้ขวดมีความแข็งแรงขึ้น แต่มีน้ำหนักเบา

- การเพิ่มความทนทานต่อสารเคมี ทำได้ 2 วิธี คือ ฉีดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เข้าไปทำปฏิกิริยากับโซเดียมที่ผิวแก้ว หรือใช้ก๊าซฟลูออไรด์ ไฮโดรคาร์บอน สารฟลูออรีนจะทำปฏิกิริยากับแก้วร้อน
- การป้องกันรอยขีดข่วนที่ผิวนอก ทำได้ 2 วิธี คือ ฉีดก๊าซที่มีดีบุกและไทเทเนียมออกไซด์เคลือบผิวนอกของขวดตอนที่ขวดยังร้อนอยู่ อีกวิธีโดยการฉีดสารอินทรีย์ เช่น ซีฟิ่ง สเตียเรต ซิลิโคน หรือพอลิเอทิลีน ในขณะที่ขวดอยู่ในเตาอบและมีอุณหภูมิสูงกว่า 100°C
- การเพิ่มความแข็งแรงของขวด โดยใช้โปแตสเซียมไอออนไปแทนที่โซเดียมไอออนที่ผิวหน้าของแก้ว

๕ ขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพ

การตรวจสอบคุณภาพมีวัตถุประสงค์ที่จะคัดขจัดที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดออก เช่น มีไส้แก้ว ลายเส้น ฟองอากาศ หรือข้อบกพร่องต่างๆ ที่ผิวแก้วที่ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน เช่น ความหนาของขวด หรือคอขวดไม่เป็นไปตามมาตรฐาน โดยทั่วไปจะตรวจสอบคุณภาพของขวดหน้ารางและบนสายพาน แต่อาจตรวจสอบให้ครบถ้วนยิ่งขึ้นอีกในห้องทดสอบ



Glass Packaging Design

