ความรู้ทั่วไปกระจกสำหรับอาคาร และเครื่องเรือน

แก้ว (Glass) แปลความหมายตามพจนานุกรมคือ สารประกอบของซิลิกากับสารโลหะออกไซด์ซึ่งมีลักษณะโปร่งตาและมีความเปราะในตัวเอง ตามมาตรฐานของ ASTM หมายถึง วัสดุที่ทำขึ้นจากการนำสารอนินทรีย์ต่างๆ มาเผาโดยให้ความร้อนจนกระทั่งเกิดการหลอมตัวเป็นวัสดุเหลวที่อุณหภูมิสูง และเมื่อทำให้เย็นตัวลงแล้ว จะแข็งตัวโดยไม่เกิดโครงผลึก

คำว่า “แก้ว” ทุกคนมักจะนึกถึง เครื่องแก้วที่ใช้เพื่อการบริโภค และเครื่องประดับตกแต่ง แต่ที่จริงแล้วคำว่าแก้วนั้นมีความหมายครอบคลุมถึงผลิตภัณฑ์ต่างๆ มากมาย ตั้งแต่ เครื่องแก้ว กระจกแผ่น รวมไปถึงผลิตภัณฑ์ใยแก้ว แบ่งเป็นกลุ่มใหญ่ๆ ได้ดังนี้

- ☞เครื่องแก้วที่ใช้ในครัวเรือน และ ชีวิตประจำวัน เช่น ภาชนะสำหรับใส่อาหาร เครื่องดื่ม เครื่องแก้วสำหรับตกแต่งอาคาร และเครื่องประดับตามร่างกายเพื่อความสวยงาม
- ☞แก้วสำหรับใช้ในห้องทดลอง และในวงการแพทย์ เช่น ขวดแก้วทดลองต่างๆ แก้วทนไฟ หลอดยา ภาชนะใส่สารเคมี
- ☞แก้วสำหรับงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เช่น หลอดไฟฟ้า หลอดไฟวิทยุ/โทรทัศน์ กระจกโทรทัศน์ กระจกคอมพิวเตอร์
- ☞แก้วสำหรับงาน ทัศนศาสตร์ เช่น เลนซ์ แว่นตา หน้าปัดนาฬิกา
- ☞ผลิตภัณฑ์กระจกแผ่น และกระจกที่ได้จากการแปรรูปกระจกแผ่นสำหรับงานอาคาร และเครื่องเรือนในอาคารชนิดต่างๆ
- ☞ผลิตภัณฑ์กระจกนิรภัยสำหรับรถยนต์ชนิดต่างๆ
- ☞ผลิตภัณฑ์ใยแก้วชนิดต่างๆ

บทความนี้ขอกล่าวถึงเฉพาะหัวข้อผลิตภัณฑ์แก้วในกลุ่มของกระจกแผ่น และกระจกที่ได้จากการแปรรูปกระจกแผ่น สำหรับงานอาคาร และเครื่องเรือน เพื่อเป็นแนวทางสำหรับผู้สนใจทั่วไปจะได้นำไปพิจารณาร่วมกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระจกที่เกี่ยวข้อง และสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้ประกาศใช้แล้ว ก่อนตัดสินใจเลือกกระจกแผ่นชนิดที่เหมาะสมกับการใช้งาน หรือใช้เป็นเอกสารอ้างอิงเพื่อการตรวจสอบ และการควบคุมคุณภาพกระจกแผ่นก่อนส่งมอบให้ลูกค้า

อุตสาหกรรมการผลิตกระจกสำหรับอาคาร และเครื่องเรือน

อุตสาหกรรมการผลิตกระจกแผ่นสำหรับงานอาคาร และเครื่องเรือนในประเทศไทยแบ่งออกได้เป็น 2 ขั้นตอนหลัก คือ

1. อุตสาหกรรมกระจกพื้นฐาน

แบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ กระจกโฟลต (Float glass) และกระจกแผ่น (Sheet glass) สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้โดยทันทีสำหรับงานอาคาร และเครื่องเรือน หรือ เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมแปรรูปเป็นกระจกประเภทต่างๆ เพื่อประโยชน์ใช้สอยเฉพาะทาง

1.1 วัตถุดิบหลัก และ อัตราส่วนผสม

วัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตกระจกพื้นฐาน ประมาณ 80% ได้มาจากแหล่งผลิต ในประเทศได้แก่ ทรายแก้ว (Silica sand) หินปูนหรือปูนขาว (Lime stone) หินฟันม้า(Feldspar) หินโดโลไมต์ (Dolomite) เศษกระจก (Cullet) และวัตถุดิบที่นำเข้าจาก ต่างประเทศ ได้แก่ โซดาแอช(Soda Ash) โซเดียมซัลเฟต โดยประมาณของวัตถุดิบหลัก อาจจำแนกเป็นอัตราส่วนร้อยละ ดังนี้

1) ทรายแก้ว(Silica sand : SiO_2)	45.5%
2) เศษกระจก(Cullet)	27.3%
3) โซดาแอช (Soda Ash : Na_2CO_3)	11.8%
4) หินฟันม้า(Feldspar : $R_2O.Al_2O_3.6SiO_2$)	9.7%
5) หินปูน(Lime stone : $CaCO_3$)	3.1%
6) หินโดโลไมท์(Dolomite : $CaMg(CO_3)_2$)	1.4%
7) โซเดียมซัลเฟต(Na_2SO_4)	1.2%

1.2 สมบัติเฉพาะของวัตถุดิบหลัก

ทรายแก้ว (Silica sand)

เป็นทรายชนิดหนึ่ง มีอยู่เป็นปริมาณมากบริเวณชายทะเลในจังหวัดระยอง ตามข้อกำหนดของโรงงานผลิต กระจกแผ่น จะต้องมีสมบัติ ดังนี้

1) เป็นทรายที่มีซิลิกามากกว่า 99.4% และมีเหล็กออกไซด์น้อยกว่า 0.06%
2) มีความชื้นไม่มากกว่า 5%
3) ผ่านตะแกรงร่อนมาตรฐาน เบอร์ 100

เศษกระจก (Cullet)

เป็นตัวช่วยเร่งการหลอมละลาย

โซดาแอช (Soda ash : Na_2CO_3)

ได้จากการนำหินปูน (Limestone) เกลือ (Salt) และแอมโมเนีย (Ammonia) มาผสมกัน เป็นส่วนผสมที่ทำให้เกิดไนโตรเจนออกไซด์ ช่วยลดอุณหภูมิที่ใช้ในการหลอมเหลวของซิลิกาให้ต่ำลง และเกิดเป็นเนื้อแก้ว

หินฟันม้า (Feldspar : $R_2O.Al_2O_3.6SiO_2$)

เป็นชุดของแร่ที่พบมากที่สุดในโลก ประมาณ 60% ของแร่ทั้งหมดบนเปลือกโลก เป็นสารประกอบของอะลูมิโนซิลิเกต และอัลคาไลหรืออัลคาไลเอิร์ท(ด่าง) เป็นแร่ที่มีส่วนผสมของด่างที่ทำหน้าที่เป็นตัวหลอมละลาย มีอะลูมินาเป็นตัวกลางและมีซิลิกาซึ่งเป็นตัวทนไฟ แร่ดิบมีสีค่อนข้างขุ่นหรือสีชมพูอมม่วง เป็นหินแข็งใช้ในอุตสาหกรรมกระจก เพื่อเป็นตัวเริ่มก่อให้เกิดปฏิกิริยาการเกิดเนื้อแก้ว จัดเป็นตัวส่งเสริมให้มีการเกิดการเปลี่ยนแปลงไปเป็นแก้ว และมีสมบัติโปร่งแสง

หินปูน (Lime stone : $CaCO_3$)

ประกอบด้วยแร่แคลไซต์ $CaCO_3$ เป็นส่วนใหญ่ พบในน้ำทะเล บริเวณที่ซากพืชซากสัตว์ที่ตายทับถมกันในน้ำจืด และตามถ้ำต่างๆ

เป็นตัวช่วยลดอุณหภูมิในการหลอมละลายของซิลิกาให้ต่ำลงเช่นเดียวกับโซดาแอช แต่ถ้าใช้เฉพาะซิลิกากับโซดาแอชแล้ว จะได้แก้วที่มีความเปราะมาก หินปูนจึงเป็นตัวช่วยลดความเปราะของแก้ว

โดโลไมท์ (Dolomite : $CaMg(CO_3)_2$)

ประกอบด้วยแร่โดโลไมท์ $CaMg(CO_3)_2$ เป็นส่วนใหญ่ เป็นตัวเพิ่มอุณหภูมิจุดหลอมเหลวให้สูงขึ้น และช่วยให้แก้วคงรูปเร็วขึ้น

โซเดียมซัลเฟต(Na_2SO_4)

ช่วยป้องกันการแยกชั้นที่ผิวที่เรียกว่า Silica Scum หรือ Layer of Silica ไล่ฟองอากาศ

นอกเหนือจากวัตถุดิบเหลักเหล่านี้แล้ว ในกระบวนการผลิตกระจกพื้นฐานของผู้ผลิตแต่ละราย ยังมีการเติมสารอื่นๆ เข้าไปในกระบวนการผสมวัตถุดิบเพื่อให้ได้กระจกที่มีสมบัติเฉพาะตามต้องการ เช่น สารที่เป็นตัวไล่ฟองก๊าซ สารที่เป็นตัวไล่ออกซิเจน สารเติมเพื่อให้กระจกเกิดสีสันต่างๆ และกรองแสง สารเติมเพื่อช่วยปรับปรุงสมบัติทางฟิสิกส์ของกระจกให้ดีขึ้น

1.3 กรรมวิธีการผลิตโดยสังเขป

การผลิตกระจกพื้นฐานแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นตอนการเตรียมส่วนผสม จะเริ่มจากการลำเลียงทรายแก้ว และหินปูนที่ผ่านการตรวจสอบสมบัติทางเคมี และทางฟิสิกส์แล้วไปเข้าตะแกรงร่อนเพื่อคัดแยกสิ่งสกปรกออก จากนั้นลำเลียงไปเก็บไว้ในยุ้ง (Silo) เมื่อถึงเวลาต้องการผลิตก็จะเปิดยุ้งให้ทรายแก้ว หินปูน และวัตถุดิบหลักอื่นๆ ชั่งน้ำหนักตามอัตราส่วนที่กำหนด และลำเลียงไปเข้าเครื่องผสม จนวัตถุดิบผสมคลุกเคล้ากันได้อย่างดี พร้อมที่จะลำเลียงเข้าเตาหลอมต่อไป

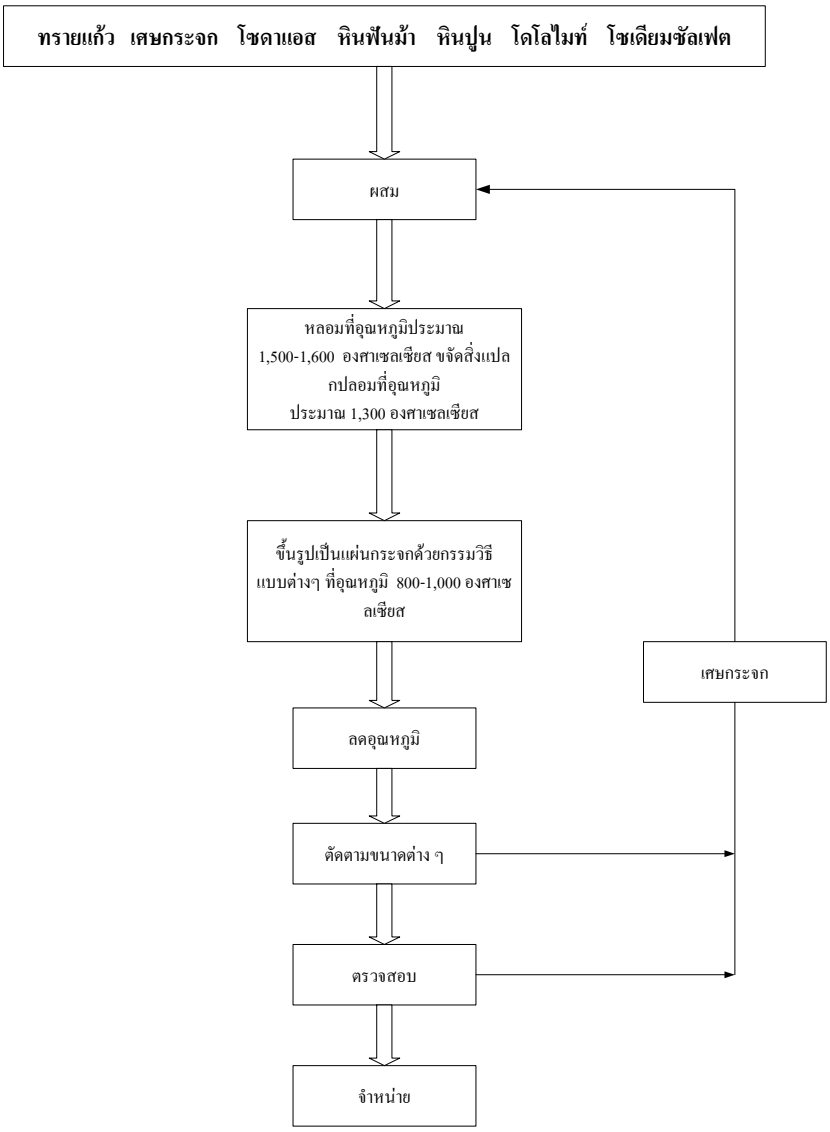
ขั้นตอนที่ 2 ป้อนส่วนผสมเข้าเตาหลอม เตาเผาก่อด้วยอิฐทนไฟ เผาด้วยน้ำมันเตาหรือก๊าซ ซึ่งจะต้องใช้อุณหภูมิประมาณ 1,500-1,600 องศาเซลเซียส จนส่วนผสมหลอมละลายเป็นน้ำแก้วใส เรียกว่าน้ำแก้ว และจะเกิดปฏิกิริยาการสลายตัวที่จะก่อให้เกิดออกไซด์ของอนินทรีย์สาร และก๊าซที่เกิดขึ้นจะไหลเข้าไปสู่ห้องไล่ก๊าซ น้ำแก้วที่ปราศจากฟองแก๊สแล้วจะไหลลงสู่ก้นเตา

ขั้นตอนที่ 3 การขึ้นรูป น้ำแก้วที่ได้จะไหลไปสู่ห้องปรับอุณหภูมิ โดยค่อยๆ ลดอุณหภูมิลงจนเหลือประมาณ 800-1,000 องศาเซลเซียส เพื่อให้น้ำแก้วมีความหนืดพอเหมาะต่อการขึ้นรูป น้ำแก้วที่มีความหนืดพอเหมาะจะไหลไปตามรางที่ทำด้วยอิฐทนไฟผ่านห้องควบคุมอุณหภูมิให้ได้ตามต้องการ แล้วไหลเข้าสู่เครื่องจักรแม่พิมพ์และกระบวนการทำให้เป็นกระจกแผ่น (ในกรณีของการผลิตกระจกโฟลตจะผ่านกระบวนการที่ทำให้เป็นแผ่นโดยวิธีการปล่อยให้ไหลลงไปก่อตัวเป็นแผ่นกระจกบนอ่างดีบุกเหลว) โดยมีเครื่องวัดความหนา กำหนดความหนาของกระจกแผ่นตามต้องการ จากนั้นก็จะไหลไปตามสายพานลำเลียงเพื่อส่งเข้าเครื่องอบต่อไป

ขั้นตอนที่ 4 การอบ แผ่นกระจกจะเคลื่อนตัวผ่านเข้าไปยังส่วนลดอุณหภูมิ (Annealing Lehr) เพื่อควบคุมอัตราการเย็นตัวของกระจกแผ่น ทำให้อุณหภูมิเย็นตังลงอย่างช้าๆ เพื่อป้องกันการแตกร้าวอันเนื่องมาจากความเครียดในเนื้อกระจก

ขั้นตอนที่ 5 การปรับแต่ง เมื่อกระจกแผ่นเย็นตัวลงได้ที่แล้ว จะถูกนำไปล้าง เป่าให้แห้ง ตัดตามขนาดที่ต้องการ และผ่านการตรวจสอบ ก่อนส่งมอบลูกค้าต่อไป

อุตสาหกรรมการผลิตกระจกพื้นฐานเป็นอุตสาหกรรมขนาดใหญ่และต่อเนื่อง แต่ละเตาจะมีกระจกหลอมเหลวอยู่ประมาณ 1,000 ตัน ด้วยอุณหภูมิที่สูงมากตลอดเวลาตั้งแต่เริ่มดำเนินการ เป็นสิ่งจำเป็นที่การผลิตจะต้องดำเนินไปอย่างต่อเนื่องตลอด 24 ชั่วโมง ติดต่อกันจนครบอายุของเตา (ประมาณ 7-8 ปี) จึงจะหยุดซ่อมเตาใหม่ การหลอมกระจก จะต้องกระทำตลอดเวลา หยุดไม่ได้ ดังนั้นหากมีเหตุการณ์ที่ทำให้การหลอมกระจกต้องหยุดชะงัก จะโดยสาเหตุใดๆ ก็ตาม ทางโรงงานจะต้องปล่อยน้ำแก้วหลอมทิ้งทันที เพื่อให้เหลือน้ำแก้วน้อยที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อขาดความร้อนจะทำให้น้ำแก้วแข็งตัว ไม่สามารถหลอมใหม่ได้อีก ต้องขุดทิ้งทั้งหมด



<u>รูปที่ 1</u> แผนผังแสดงกระบวนการผลิตกระจกพื้นฐาน

2. อุตสาหกรรมกระจกต่อเนื่อง

เป็นการนำกระจกพื้นฐาน มาแปรรูป เพื่อประโยชน์ใช้สอยสำหรับงานอาคาร และเครื่องเรือน ตามคุสมบัติเฉพาะ และลักษณะงานที่แตกต่างกันได้แก่ กระจกเงา กระจกสะท้อนแสง กระจกนิรภัยเทมเปอร์ กระจกนิรภัยหลายชั้น กระจกฉนวน กระจกเสริมลวด กระจกขัดผิว กระจกกันกระสุน

ประเภทของกระจก

ในบ้านอยู่อาศัย อาคารสำนักงาน และเครื่องเรือน มีวัสดุก่อสร้างที่สำคัญเป็นส่วนประกอบ คือ กระจก ซึ่งส่วนใหญ่จะติดตั้งบริเวณที่เป็นทางผ่านของลม แสงแดด และความร้อน ทำให้ผู้อาศัยสามารถเห็นทัศนียภาพภายนอกได้ และมีความสวยงามเมื่อมองจากภายนอก กระจกเป็นวัสดุก่อสร้างที่สามารถติดตั้งได้ง่าย รวดเร็ว และสะดวกกว่าการก่อผนังทึบด้วยคอนกรีต และมีประโยชน์ในด้านการประหยัดพลังงาน จึงเป็นที่นิยมใช้กันมาก ในช่วงระยะเวลา 10 กว่าปีที่ผ่านมาได้มีการพัฒนากระจกให้มีความสวยงาม ทันสมัยและประหยัดพลังงาน กล่าวคือ สามารถป้องกันความร้อนได้ดี และยอมให้แสงผ่านเข้ามาได้มาก

การเลือกใช้กระจกอย่างถูกประเภท จึงมีความสำคัญในการปรับปรุงทัศนียภาพในการมองเห็นจากภายนอก-ภายในดูแล้วสบายตา ช่วยป้องกันความร้อน ไม่อบอ้าว ส่งผลดีต่อการประหยัดพลังงานภายในบ้านอยู่อาศัยและอาคารสำนักงาน และมีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน แบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้ 6 ประเภท คือ

1.กระจกแผ่น (Sheet Glass)

2.กระจกโฟลต (Float Glass)

3.กระจกอบความร้อน (Heat Treated Glass)

4.กระจกเคลือบผิวหรือกระจกสะท้อนแสง (Surface Coated Glass)

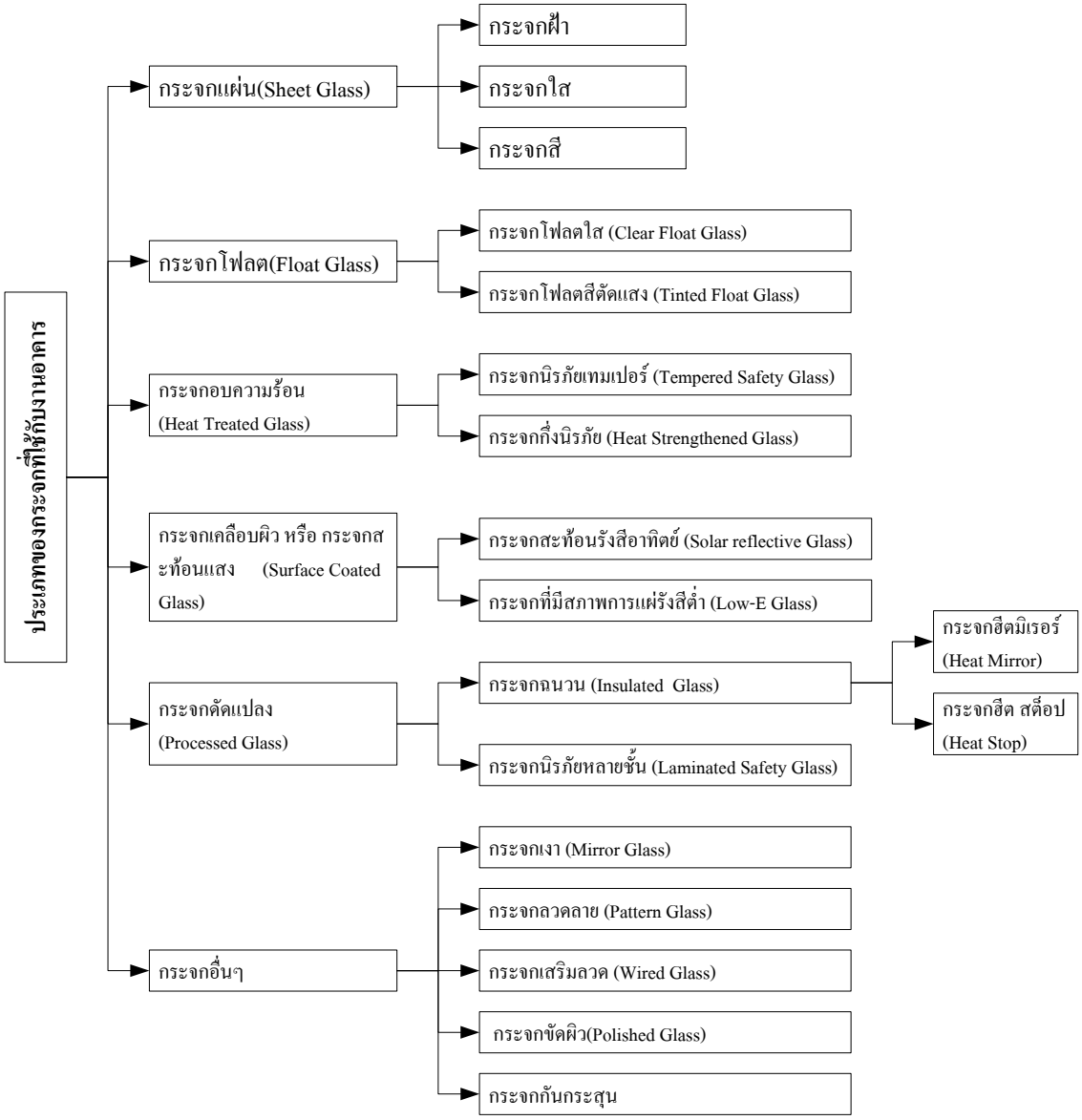
5.กระจกดัดแปลง (Processed Glass)

6.กระจกอื่นๆ

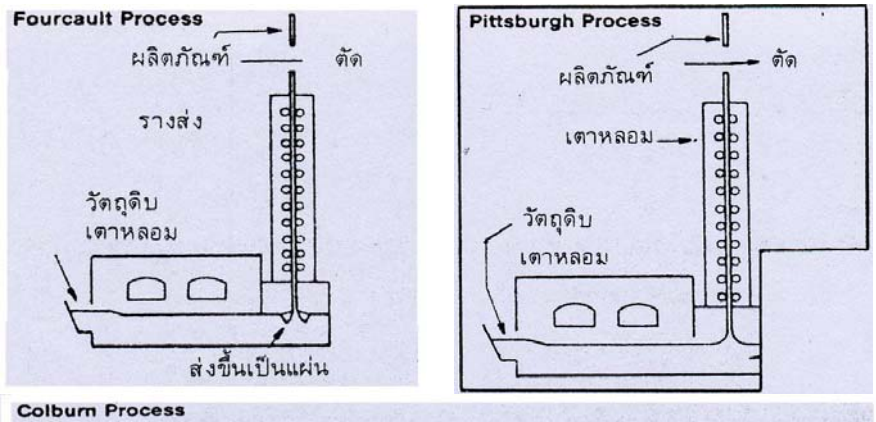
และเขียนเป็นโครงสร้างกระจกประเภทต่างๆ ได้ดังรูปที่ 2

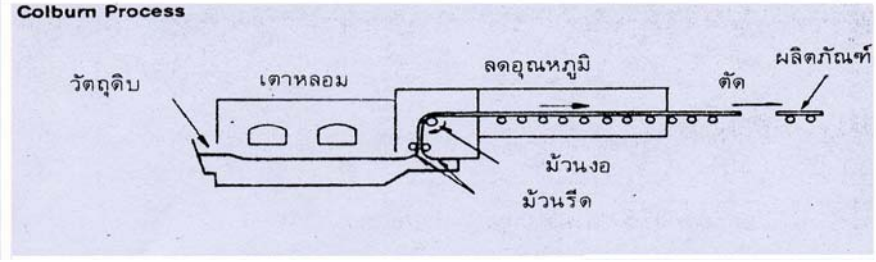
1. กระจกแผ่น (Sheet Glass)

เป็นกระจกที่มีประวัติการใช้ยาวนานที่สุด และเป็นที่นิยมใช้มากที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งใช้กับงานหน้าต่างบ้านอยู่อาศัย งานทำเครื่องเรือน และงานทำกรอบรูป มีการผลิตเป็นกระจกใส กระจกสี และกระจกฝ้า (เป็นการนำกระจกมาขัดฝ้าที่ผิวใช้เป็นฝากั้นห้องหรือประตู)



<u>รูปที่ 2</u> แสดงการแบ่งประเภทของกระจกในปัจจุบัน (จำแนกตามกระบวนการผลิตและสมบัติเฉพาะ)





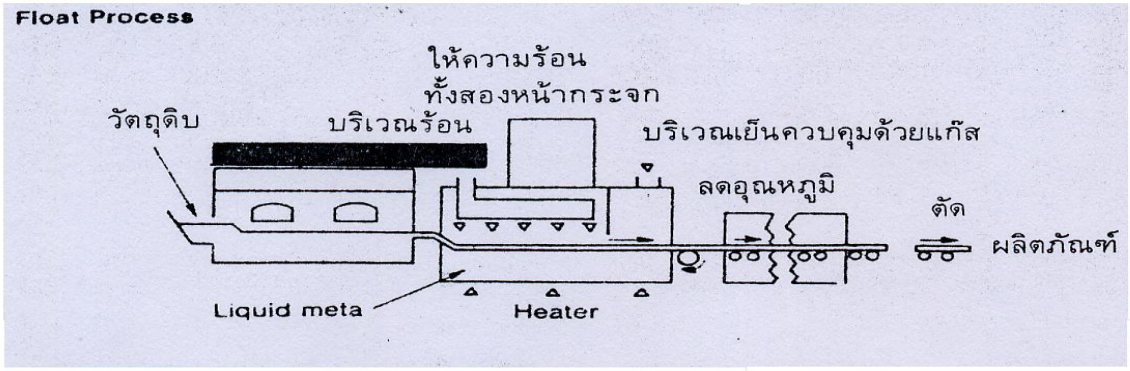
<u>รูปที่ 3</u> แสดงกรรมวิธีผลิตกระจกแผ่นกระบวนการต่างๆ

2. กระจกโฟลต (Float Glass)

เป็นกระจกที่ผลิตด้วยระบบโฟลต (Float Process) ทำให้มีความโปร่งแสงคุณภาพสูง ผิวทั้งสองด้านขนานกันและเรียบสนิท การมองเห็นแจ่มชัด ให้ภาพสะท้อนที่สมบูรณ์ไม่บิดเบี้ยว ทนทานต่อการขูดขีดเป็นรอยได้ดี กระจกโฟลตที่ได้จะมีตำหนิน้อยกว่ากระบวนการผลิตกระจกแผ่น กระจกโฟลตเป็นกระจกที่พัฒนาขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ในวงการต่างๆ ได้มากกว่ากระจกแผ่น ดังนี้

- ก่อสร้างอาคารสูง และอาคารขนาดใหญ่ ที่มีความต้องการผนังประตู หน้าต่าง หลังคา กระจกที่มีขนาดใหญ่ ต้านทานแรงลมได้ดี ซึ่งกระจกแผ่นไม่สามารทำได้
- การก่อสร้างห้องแสดงสินค้า ตู้โชว์ กระจกเงา ทำให้ผู้ที่มองเห็นสบายตา และดูสวยงาม
- การผลิตกระจกนิรภัยที่ใช้กับอาคาร และยานพาหนะ รวมถึงการแปรรูปกระจกอื่นๆ

กระจกโฟลตแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่ กระจกโฟลตใส และกระจกโฟลตสีตัดแสง



<u>รูปที่ 4</u> แสดงกรรมวิธีผลิตกระจกโฟลต

กระจกโฟลตใส (Clear Float Glass)

เป็นกระจกโปร่งแสงที่สามารถมองผ่านได้อย่างชัดเจน มีผิวทั้งสองด้านเรียบสนิท ทำให้มองภาพได้ชัดเจน และภาพสะท้อนที่สมบูรณ์ไม่บิดเบี้ยว กระจกชนิดนี้จะยอมให้แสงผ่านประมาณ 75 - 92 % ของแสงที่ตกกระทบซึ่งขึ้นอยู่กับความหนาของกระจก กระจกโฟลตใสเป็นกระจกพื้นฐานสำหรับนำไปผลิตเป็นกระจกประเภทต่างๆ เช่น กระจกนิรภัยเทมเปอร์ กระจกนิรภัยหลายชั้น กระจกฉนวนกันความร้อน และกระจกเคลือบผิว ทั้งนี้คุณภาพของกระจกเหล่านี้จะขึ้นอยู่กับคุณภาพของกระจกโฟลตใสที่นำมาผลิตด้วย ผู้ผลิตในประเทศไทยปัจจุบันผลิตได้ตั้งแต่ความหนา 0.45 ถึง 19 มิลลิเมตร และผลิตได้ขนาด(กว้างXยาว) สูงสุดไม่เกิน 3 X 7 เมตร

สมบัติเฉพาะ

1) การมองจากภายนอกเข้ามาภายในอาคารสามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจน

2) มีค่าการตัดแสงประมาณ 8% สำหรับกระจกใสหนา 12 มิลลิเมตร และตัดแสงได้มากขึ้นตามความหนาของกระจก

3) มีค่าการสะท้อนแสงประมาณ 7%

4) ผิวกระจกไม่ร้อน เพราะกระจกดูดกลืนความร้อนได้น้อยมาก

5) สามารถนำไปใช้ได้ทั้งภายนอก และภายในอาคารทุกประเภท เช่น หน้าต่าง ประตู การตกแต่งภายในสำหรับบ้านพักอาศัย อาคารสำนักงาน หรือร้านค้าทั่วไป

6) ห้องแสดงสินค้าหน้าร้าน หรือตู้แสดงสินค้าทั่วไป

7) นำไปผลิตเป็นกระจกเงา กระจกนิรภัยสำหรับอาคาร และรถยนต์

8) นำไปผลิตเป็นโครงสร้างผนัง กระจกสูง ขนาดใหญ่ (Glacade)

ข้อควรพิจารณาในการใช้งาน

- ยอมให้แสงผ่านเข้ามาได้มาก ทำให้ความร้อนเข้ามามากด้วย เมื่อคลื่นสั้น (ความยาวคลื่น 0.3 ไมโครเมตร) ผ่านกระจกใสเข้ามาภายในกระทบวัตถุหรือวัสดุภายในอาคารจะเปลี่ยนเป็นคลื่นยาว (3.3-50 ไมโครเมตร) ซึ่งไม่สามารถผ่านออกไปภายนอกได้อีก ดังนั้นความร้อนจะถูกกักเก็บไว้ ทำให้อากาศข้างในร้อนแล้วไม่สามารถระบายความร้อนออกไปได้ จนเมื่ออุณหภูมิภายในสูงกว่าภายนอก จึงจะมีการถ่ายเทความร้อน ด้วยการนำ (Conduction) ออกสู่ภายนอก
- สามารถมองเห็นได้ชัดเจนจากภายนอก ซึ่งเหมาะกับการใช้งานประเภทแสดงสินค้า แต่อาจไม่เหมาะกับส่วนที่ต้องการความเป็นส่วนตัว เพราะคนภายนอกสามารถมองเห็นเข้ามาภายในได้อย่างชัดเจน

<u>รูปที่ 5</u> การใช้กระจกโฟลตใสเพื่อแสดงสินค้าภายในอาคารทำให้ผู้ที่เดินผ่านสามารถมองเห็นสินค้าได้ชัดเจน

กระจกโฟลตสีตัดแสง (Tinted Float Glass)

เป็นกระจกโปร่งใส ที่มีสีต่างๆ ซึ่งเกิดจากการเติมออกไซด์ของโลหะเพื่อให้เกิดสีในเนื้อแก้ว เช่น เหล็ก โคบอลต์ หรือซีลีเนียม ในส่วนผสม(Batch Mix) ของวัตถุดิบ จัดเป็นกระจกดูดกลืนความร้อน (Heat Absorbing Glass) ปริมาณแสงที่จะทะลุผ่านกระจกสีขึ้นอยู่กับ ความหนา สีและความเข้มของสี ของกระจก ผู้ผลิตในประเทศไทยปัจจุบันผลิตได้ตั้งแต่ความหนา 3 ถึง 12 มิลลิเมตร และผลิตได้ขนาด(กว้างXยาว) สูงสุดไม่เกิน 3 X 7 เมตร และสีที่เราพบเห็นได้ทั่วไป คือ สีชา (Grey) สีฟ้า (Blue) สีเขียว (Green) และสีบรอนซ์ (Bonze) บางครั้งผู้ผลิตอาจปรับปรุงกระบวนการผลิตทำให้ได้เฉด (shade) สีที่อ่อน-แก่จากสีที่กล่าวถึงนี้ และใช้ชื่อเรียกทางการค้าที่แตกต่างกันออกไป เช่น สีชาอ่อน (Cool Grey) สีเขียวเข้ม (Ocean Green) สีฟ้าเข้ม (Sky Blue) เป็นต้น

สมบัติเฉพาะ

1) มีสมบัติในการดูดกลืนพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ ที่ส่งมากระทบกับผิวของกระจกได้ถึง 35-50 %
2) ผิวกระจกร้อน เนื่องจากสีของเนื้อกระจกที่เกิดจากการเติมโลหะออกไซด์ต่างๆ เป็นตัวดูดกลืนความร้อน ทำให้ความร้อนจากผิวกระจกแผ่เข้ามาภายในอาคาร (Reradiation)
3) ตัดแสงไม่ให้เข้ามาในอาคารมาก กระจกสี มีค่าสัมประสิทธิ์เปรียบเทียบปริมาณการส่งผ่านหรือค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (Shading Coeffient ; SC)ต่ำกว่ากระจกใสมาก เมื่อค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดต่ำมากๆ แสงเข้าน้อยทำให้ความร้อนเข้ามาได้น้อย
4) สามารถ สกัดกั้นความร้อนจากแสงอาทิตย์ ที่ตกกระทบได้มากกว่ากระจกโฟลตใส ปริมาณการดูดกลืนความร้อนขึ้นอยู่กับส่วนผสมของเนื้อกระจก ซึ่งสามารถผลิตให้มีการสกัดกั้นรังสีอาทิตย์ได้หลายระดับ แต่ผิวกระจกจะร้อนขึ้นเมื่อมีการสกัดกั้นรังสีมาก
5) ช่วยลดความสว่างของแสงที่ส่งผ่าน ทำให้ได้แสงที่นุ่มนวลและเกิดสบายตาในการมอง ประการสำคัญคือไม่มีผลทำให้การมองเห็นวัตถุที่อยู่ด้านหลังกระจกผิดไปจากเดิม ทั้งรูปร่างและสีสัน

ข้อควรพิจารณาในการใช้งาน

เมื่อกระจกโฟลตสีตัดแสงสีเดียวกันมีความหนาเพิ่มมากขึ้น จะทำให้มีความเข้มของสีเพิ่มขึ้น ส่งผลให้มีการสะสมความร้อนในเนื้อกระจกเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย อาจทำให้กระจกสีแตกร้าวเนื่องจากมีการสะสมความร้อน (Thermal Breakage) มากกว่า กระจกโฟลตใส ดังนั้นสิ่งที่ควรคำนึงในการติดตั้งและใช้งานกระจกโฟลตสีตัดแสง เพื่อป้องกันการแตกร้าวของกระจกจากการสะสมความร้อนมีข้อควรระวัง ดังนี้

- ไม่ควรให้ลมเย็นจากเครื่องปรับอากาศเป่ากระทบผิวหน้าของกระจกโฟลตสีตัดแสงโดยตรง เพราะจะทำให้กระจกสูญเสียพลังงานมาก
- ไม่ควรติดผ้าม่านที่มีความหนาทึบ หรือวางตู้เหล็ก หรือสิ่งของอื่นๆ ชิด หรือติดตั้งปิดบังกระจกโฟลตสีตัดแสงมากเกินไปโดยไม่มีการถ่ายเทความร้อน เพราะอาจทำให้กระจกโฟลตสีตัดแสงสะสมความร้อนเพิ่มขึ้นและเป็นสาเหตุให้แตกร้าวได้ง่าย
- ไม่ควรทาสีหรือติดแผ่นกระดาษใดๆ ลงบนผิวกระจกโฟลตสีตัดแสง
- ควรตัดหรือฝนขอบกระจกโฟลตสีตัดแสงให้เรียบ เพื่อทำให้ขอบมีความทนทานต่อการแตกร้าวจากแรงดึงและแรงเค้นที่ผิวและขอบ

<u>รูปที่ 6</u> การใช้งานกระจกโฟลตสีตัดแสงของอาคาร เพื่อช่วยลดความจ้าของแสงที่ผ่านเข้าสู่ภายในอาคาร

3. กระจกอบความร้อน (Heat Treated Glass)

กระจกอบความร้อนได้จากการนำกระจกแผ่น หรือ กระจกโฟลตไปผ่านกระบวนการปรับแต่งคุณภาพเนื้อกระจก หรือแปรรูป เพื่อให้มีความแข็งแกร่งมากขึ้น หรือ รับแรงกระทำจากแรงภายนอกได้มากขึ้น ปัจจุบันนิยมใช้กระจกโฟลต เนื่องจากมีสมบัติที่เมื่อผ่านการอบความร้อน จะเกิดการแตกเสียหายน้อยกว่ากระจกแผ่น กระจกอบความร้อนแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ กระจกนิรภัยเทมเปอร์ และ กระจกฮีตสเตรงเทน

กระจกนิรภัยเทมเปอร์ (Tempered Safety Glass)

กระจกนิรภัยเทมเปอร์ได้จากการนำกระจกพื้นฐาน หรือกระจกเคลือบผิว ไปผ่านกระบวนการทำเทมเปอร์ (Tempering) เพื่อเพิ่มความแข็งแรงโดยใช้หลักการเดียวกับการทำคอนกรีตอัดแรง (Prestressed Concrete) คือการสร้างให้เกิดชั้นของแรงอัด (Compressive Stress) ขึ้นที่ผิวกระจกเพื่อต้านแรงจากภายนอก โดยการให้ความร้อนกับกระจกที่อุณหภูมิสูงกว่าจุดอ่อนตัว (Softening Point) ของกระจกเล็กน้อยที่ประมาณ 650 - 700 องศาเซลเซียส และทำให้ผิวกระจกเย็นตัวอย่างรวดเร็ว โดยการใช้ลมเป่าให้เย็น (Air Quenching) ที่ผิวกระจกทั้ง 2 ด้าน ผลของความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างผิวนอกกับส่วนกลางของแผ่นกระจกจะทำให้เกิดเป็นชั้นของแรงอัด ขึ้นที่ผิวนอกของแผ่นกระจกทั้ง 2 ด้าน โดยจะประกบชั้นส่วนกลางเหมือนลักษณะแซนด์วิช (Sandwich) และชั้นที่ผิวนี้จะช่วยต้านแรงจากภายนอก ทำให้เกิดแรงกระทำที่สมดุลกัน กระจกนิรภัยเทมเปอร์เหมาะสำหรับติดตั้งในสถานที่เสี่ยงต่อการถูกปะทะหรือกระแทก เช่น

☑ ประตูบานเปลือยและผนังกระจก ทั้งด้านหน้า และภายในตัวอาคาร ซึ่งต้องทนทานต่อความพลุกพล่านของผู้คน ที่ผ่านเข้าออก อยู่เสมอ

☑ ตู้โทรศัพท์ ห้องโชว์ ตู้สินค้าอัญมณี ที่ต้องการความโปร่งใส แต่ทนต่อแรงกระแทก ในการใช้งาน

☑ ฉากกั้นส่วนอาบน้ำ ประตูห้องน้ำ ผนังกั้นภายใน อาคารที่ต้องการ ความสวยเด่น สะดุดตา แต่ยังคงความปลอดโปร่ง กว้างขวาง

☑ ผนังกระจกของสถานที่ ที่ต้องรับแรงกระแทก ที่มีความเร็วสูง เช่น สนามสควอช

☑ หน้าต่าง ผนังอาคาร ผนังกระจก (GLASS CURTAIN WALL) ของอาคาร ในบริเวณ ที่มีแรงอัดของลมสูง

☑ บริเวณหน้าคาน (SPAINDREL AREA) ของอาคาร หน้าต่าง ตู้อบไฟฟ้า หรือบริเวณ ที่ต้องเผชิญกับภาวะความร้อนสูงกว่าปกติ

☑ งานเฟอร์นิเจอร์ เช่น ชั้นวางของ ชั้นโชว์สินค้า

☑ สถานที่ที่คำนึงถึงความปลอดภัยมากถึง 2 ระดับ คือ ต้องการความแข็งแรงสูง และยังคงความปลอดภัยแม้กระจกเกิดการแตก เช่น ผนังอาคารของ โรงเรียนอนุบาล ราวบันไดเลื่อน เป็นต้น

สมบัติเฉพาะ

1) ค่าความแข็งแรงต่อแรงดึง และแรงที่ทำให้หักงอ (Bending Strength) เมื่อเปรียบเทียบกระจกธรรมดากับกระจกนิรภัยเทมเปอร์ที่มีความหนา 5 มิลลิเมตร กระจกธรรมดามีค่าความแข็งแรงต่อแรงดึงและแรงที่ทำให้กระจกหักงอ 500-650 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ส่วนในกระจกนิรภัยเทมเปอร์มีค่าสูงถึง 1,500 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร

2) การต้านทานน้ำหนัก (Loading Resistance) คือ ความต้านทานต่อแรงกระทบและแรงกระแทกโดยแบ่งออกเป็น

- การต้านทานน้ำหนัก (Static Load Resistance) คือ แรงที่มากระทบกระจกซึ่งเกิดจากลม ร่างกายมนุษย์ หรือแรงดันของน้ำในกรณีที่เป็นตู้ปลาหรือสระน้ำ เป็นต้น กระจกนิภัยเทมเปอร์สามารถทนต่อแรงกระทบ ได้มากกว่ากระจกธรรมดาที่มีความหนาเดียวกันประมาณ 3-5 เท่า
- การต้านทานแรงกระแทก (Impact Load Resistance) คือ ความทนทานของกระจกต่อแรงกระแทกที่วัตถุหรือร่างกายกระแทกลงบนกระจก เนื่องจากการชน โดยทั่วไปกระจกนิรภัยเทมเปอร์สามารถรับแรงกระแทกได้ดีกว่ากระจกธรรมดา ประมาณ 4 เท่า

3) ความปลอดภัย คือ ทำให้ลดอันตรายที่จะเกิดจากกระจกนิรภัยเทมเปอร์บาด เพราะการแตกของกระจกดังกล่าวจะแตกกระจายออกเป็นเม็ดเล็กๆ คล้ายเม็ดข้าวโพด และมีความคมน้อย

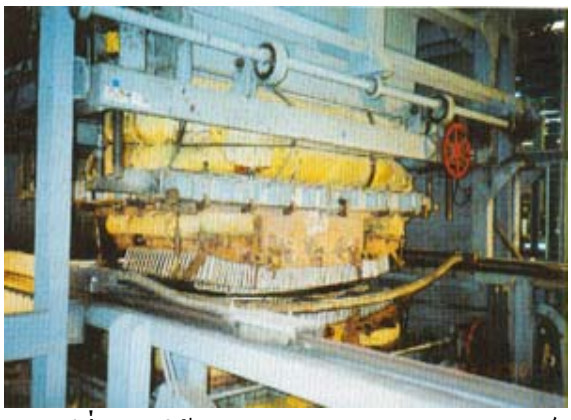
4) การต้านทานความร้อน (Heat Resistance) คือ ความทนทานของกระจกต่อสภาวะการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิแบบทันทีทันใดจากการทดสอบความสามารถในการต้านทานความร้อนของกระจกนิภัยเทมเปอร์เปรียบเทียบกับกระจกพื้นฐาน หรือกระจกเคลือบผิว ที่ความหนา 5 มิลลิเมตรเท่ากัน มีผลการทดสอบดังต่อไปนี้

กระจกนิภัยเทมเปอร์สามารถทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิได้ที่ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิสูงถึงประมาณ 170 องศาเซลเซียส และจะเริ่มแตกทั้งหมดเมื่ออุณหภูมิสูงถึงประมาณ 220 องศาเซลเซียส กระจกพื้นฐาน หรือ กระจกเคลือบผิวสามารถทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิได้ที่ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิเพียงประมาณ 60 องศาเซลเซียส และจะแตกทั้งหมดเมื่อค่าของอุณหภูมิสูงขึ้นจนถึงประมาณ 100 องศาเซลเซียส

ข้อควรพิจารณาในการใช้งาน

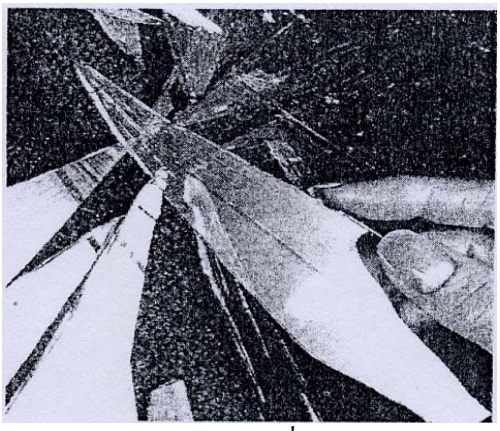
- ก่อนกระบวนการทำเทมเปอร์ ต้องตัดกระจก หรือ แปรรูป ให้ได้ขนาด หรือ แบบที่ต้องการก่อน เพราะถ้าทำหลังจากการผ่านกระบวนการทำเทมเปอร์แล้ว กระจกจะแตกละเอียดหมดทั้งแผ่น
- จุดอ่อนของกระจกนิรภัยเทมเปอร์คือ ความทนต่อแรงที่กระทำเป็นจุด (Point Load) หากมีการกระแทกโดยวัตถุที่มีมุมแหลม ซึ่งทำให้เกิดการตัดลึกเข้าไปภายในผิวกระจก ทำให้ชั้นแรงอัด (Compressed Layer) ถูกทำลาย ความสมดุลของแรงภายในเนื้อกระจกก็จะถูกทำลายลง และอาจเป็นสาเหตุให้กระจกแตกได้
- กระจกนิรภัยเทมเปอร์สามารถคงรูปร่างได้ด้วยความสมดุลของแรงอัดและแรงดึง ดังนั้น เมื่อนำกระจกชนิดนี้มาใช้งาน ต้องไม่มีการเจาะรู บากหรือตัดแต่งในภายหลังโดยเด็ดขาด เพราะจะเป็นการทำลายความสมดุลของแรงในตัวกระจก ทำให้กระจกแตกได้
- ส่วนของกระจกนิรภัยเทมเปอร์ที่มีการเจาะรู พ่นทราย หรือทำเครื่องหมายใดๆจะมีความเปราะบางมากกว่าส่วนอื่นๆ
- ไม่ควรยึดกระจกกับโลหะโดยตรง ควรมียางหรือวัตถุอื่นมารองรับอีกชั้นหนึ่งก่อน
- ผิวกระจกนิรภัยเทมเปอร์จะเป็นคลื่น (Wave page) มากกว่ากระจกธรรมดา ดังนั้นในการออกแบบ จึงควรพิจารณาคลื่นที่ผิวของกระจกในการกำหนดความใสของผิวของกระจก (Face Clearance) ด้วย

<u>รูปที่ 7</u> เครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิตกระจกนิรภัยเทมเปอร์



<u>รูปที่ 8</u> การใช้ท่อลมเป่าผิวกระจกนิรภัยเทมเปอร์

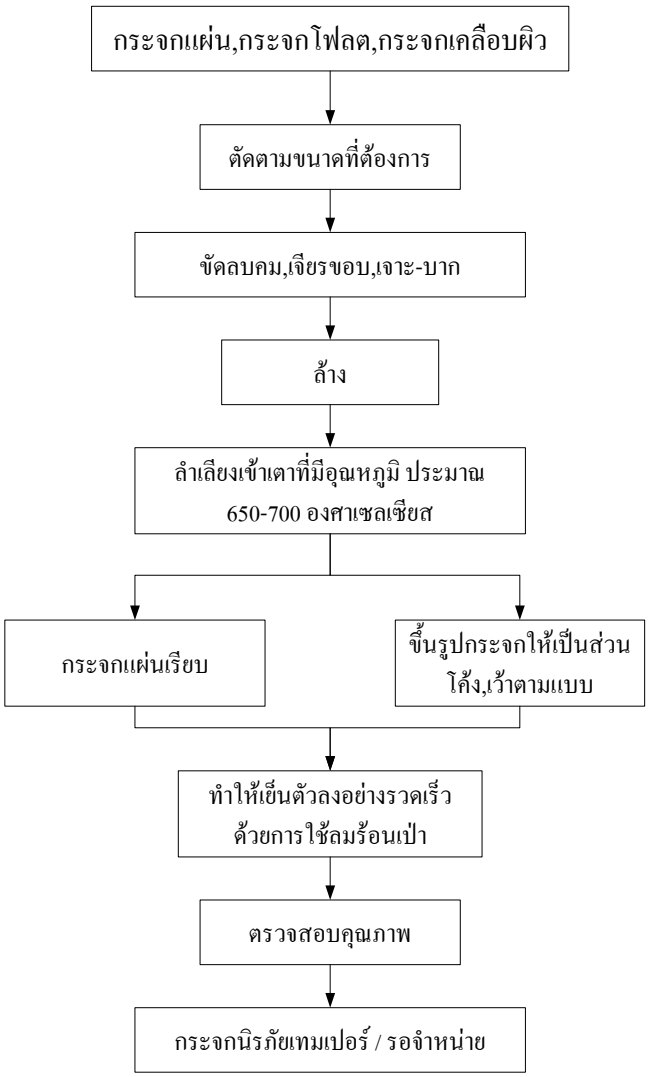
กระจกนิรภัยเทมเปอร์



กระจกแผ่นทั่วไป

<u>รูปที่ 9&10</u> เปรียบเทียบลักษณะการแตกของกระจกนิรภัยเทมเปอร์ กับกระจกแผ่นทั่วไป

<u>รูปที่ 11</u> ลักษณะการใช้กระจกนิรภัยเทมเปอร์ในอาคาร



<u>รูปที่ 12</u> แผนผังแสดงกรรมวิธีผลิตกระจกนิรภัยเทมเปอร์

กระจกฮีตสเตรงเทน (Heat Strengthen Glass)

กระจกฮีตสเตรงเทน เป็นกระจกที่ได้จากกระบวนการผลิตที่คล้ายกับกระจกนิรภัยเทมเปอร์ คือ ให้ความร้อนกับกระจกพื้นฐาน หรือ กระจกเคลือบผิวประมาณ 700 องศาเซลเซียส แล้วปล่อยให้เย็นตัวลง แต่แตกต่างจากกระจกนิรภัยเทมเปอร์ตรงที่การผลิตกระจกฮีสสเตรงเทนจะปล่อยให้กระจก เย็นตัวลงอย่างช้าๆ

สมบัติเฉพาะ

1) เป็นกระจกกึ่งนิรภัย มีสมบัติพิเศษคือ แข็งแกร่งกว่ากระจกพื้นฐานประมาณ 2 เท่า สามารถรับแรงกระทบของลมได้ดี กว่ากระจกพื้นฐานที่มีความหนาเท่ากัน จึงนำไปใช้ในการติดตั้งกับโครงสร้างอาคารสูงได้
2) เหมาะสำหรับการป้องกันการแตกของกระจกจากความร้อน
3) ลักษณะการแตกของกระจกชนิดนี้ จะแตกเป็นแผ่นเหมือนกับกระจกพื้นฐาน

ข้อควรพิจารณาในการใช้งาน

- ใช้ในการติดตั้งกับโครงสร้างอาคารสูงสามารถใช้แทนกระจกพื้นฐาน โดยลดความหนาของกระจกลง
- ใช้กับสถานที่ที่ต้องเผชิญกับภาวะที่มีความร้อนสูงกว่าปกติ เช่น บริเวณหน้าคาน (Spandrel Area) ของอาคาร
- ใช้กับผนังอาคารและหน้าต่างที่มีแรงกระทบของลมสูง

- ใช้กับสถานที่ที่ต้องการใช้กระจกที่มีความแข็งแรงและปลอดภัยสูงกว่าการใช้กระจกธรรมดา
- ใช้กับห้องโชว์ หรือตู้โชว์สินค้าที่ต้องทนต่อแรงกระแทกในการใช้งาน

<u>รูปที่ 13</u> การใช้กระจกฮีตสเตรงเทนเป็นผนังภายนอกอาคาร

4. กระจกเคลือบผิว (Surface Coated Glass)

ได้จากการนำกระจกโฟลตใส หรือกระจกโฟลตสีตัดแสง ไปผ่านกระบวนการเคลือบผิวด้วยออกไซด์ของโลหะบนผิวกระจก เพื่อให้เกิดการสะท้อนแสง และความร้อนจากดวงอาทิตย์ สำหรับนำไปใช้งานในด้านการประหยัดพลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพกว่ากระจกโฟลต

รูปแบบของการเคลือบผิว

4.1 แบ่งตามผู้ผลิตเครื่องเคลือบผิวกระจกที่ใช้ในเมืองไทย

1) แบบแอร์โค (AIRCO)

เป็นวิธีการเคลือบโดยใช้ไทเทเนียมบริสุทธิ์เป็นโลหะในการเคลือบ สามารถเคลือบให้ได้สีสันภาพลักษณ์ และสมบัติเฉพาะในการประหยัดพลังงานที่แตกต่างกัน มีชื่อเรียกรหัสการเคลือบต่างๆ ดังนี้ TE-Titanium Earth , TS-Stell Blue , SS-Silver , TBU-Blue

2) แบบเลย์โบลด์ (LEYBOLD)

เป็นวิธีการเคลือบโดยใช้ดีบุกบริสุทธิ์เป็นโลหะในการเคลือบ มีสมบัติเฉพาะในการประหยัดพลังงานใกล้เคียงกับแบบแอร์โค แต่ให้สีสันที่แตกต่างกันออกไปจากแบบแอร์โค มีชื่อเรียกรหัสการเคลือบต่างๆ ได้แก่ SL-Silver , AS-Antigue Silver , BR-Bronze , SB-Sapphire Blue

4.2 แบ่งตามเทคนิคในการเคลือบผิวกระจก

1) การเคลือบแบบสุญญากาศ (Vacuum Deposition Soft Coating)

โดยการพ่นโลหะออกไซด์บางชนิดบนผิวด้านใดด้านหนึ่งของกระจก กระแสไฟฟ้าจะทำปฏิกิริยาทำให้โลหะเกาะผิวกระจก การเคลือบด้วยวิธีนี้สารที่เคลือบจะขูดขีดออกได้ง่าย แต่สามารถเคลือบไปได้ทั่วทุกอนูของผิวกระจก

2) การเคลือบแบบไพโรลิทิค (Pyrolitic Deposition or Hart Coating)

กรรมวิธีนี้จะเคลือบกระจกในลักษณะที่เป็นของเหลว โลหะออกไซด์จะกระจายแทรกซึมลงในเนื้อกระจกด้วย แม้วิธีนี้โลหะออกไซด์ไม่สามารถกระจายไปทุกพื้นผิวของกระจกอย่างสม่ำเสมอกันแต่ก็มีความแข็งแรงทนทานกว่ากระจกที่เคลือบแบบสุญญากาศ

ตารางแสดงสมบัติเฉพาะเปรียบเทียบระหว่างการเคลือบผิวกระจกทั้ง 2 วิธี

กระบวนการเคลือบแบบสุญญากาศ	กระบวนการเคลือบแบบไพโรลิทิค
● เป็นกระบวนการเคลือบกระจกแบบออฟไลน์ (off-line) แยกจากกระบวนการผลิตกระจกโฟลต	● เป็นการเคลือบกระจกแบบออนไลน์ (on-line)คือเคลือบกระจกขณะอยู่ในกระบวนการผลิตกระจกโฟลต
● ในกรณีที่ต้องการทำเป็นกระจกนิรภัยเทมเปอร์หรือ กระจกฮีตสเตรงเทนต้องทำก่อนที่จะนำกระจกไปเคลือบ	● สามารถนำกระจกที่เคลือบแล้วไปผ่านกระบวนการผลิตกระจกนิรภัยเทมเปอร์หรือกระจกฮีตสเตรงเทนได้
● สีของกระจกเคลือบมีให้เลือกมากมาย เนื่องจากโลหะออกไซด์ที่ใช้เคลือบมีมากชนิด	● สีของกระจกมีให้เลือกน้อยเนื่องจากโลหะออกไซด์มีจำกัด
● การติดตั้งควรนำด้านที่เคลือบไว้ในตัวอาคาร	● การติดตั้งสามารถนำด้านที่เคลือบออกภายนอก หรือหันหน้าเข้าด้านไหนก็ได้
● ทนต่อรอยขีดข่วนได้น้อยกว่า	● ความทนต่อรอยขีดข่วนมากกว่า
● อายุการจัดเก็บกระจกสั้นกว่า	● อายุการจัดเก็บกระจกยาวกว่า

สมบัติเฉพาะของกระจกเคลือบผิวกับการประหยัดผลังงาน

1) กระจกที่เลือกใช้ ควรให้มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน และความร้อนที่ได้รับจากการสะท้อนแสง รวมทั้งค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดที่น้อยที่สุดที่สามารถยอมรับได้

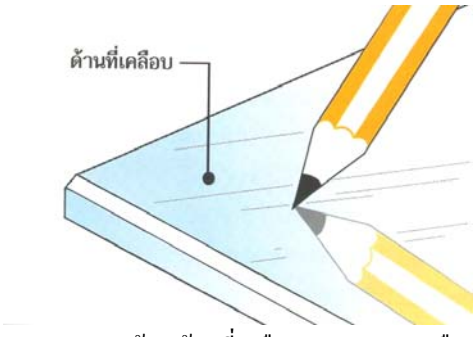
2) กระจกเคลือบผิวที่มีปริมาณการสะท้อนแสงสูงกว่า จะสามารถประหยัดพลังงานได้ดีกว่ากระจกที่มีปริมาณการสะท้อนแสงน้อยกว่า

ความแตกต่างระหว่างด้านเคลือบ และ ด้านที่ไม่ได้เคลือบ ของกระจกเคลือบผิว

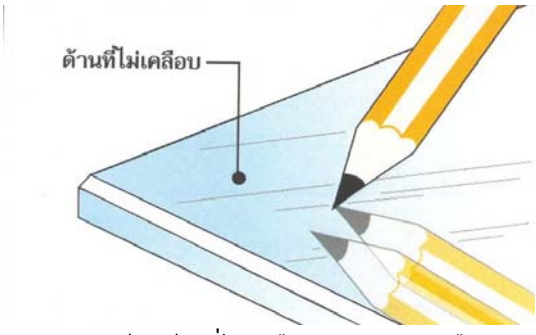
วิธีการตรวจสอบในเบื้องต้น สามารถทำได้ดังนี้

1) ใช้วัสดุทึบแสงวางทำมุมเฉียงประมาณ 45 องศา บนผิวกระจก

2) สังเกตเงาที่เกิดขึ้นบนกระจกเคลือบผิว ถ้าวัตถุทึบแสงปรากฏเงาที่เห็นเป็นเงาเดียวจะเป็นด้านที่เคลือบสารสะท้อนรังสีจากดวงอาทิตย์ ถ้าเงาที่เห็นเป็นสองเงาจะเป็นด้านที่ไม่ได้เคลือบ



ภาพสะท้อนด้านที่เคลือบของกระจกเคลือบผิว



ภาพสะท้อนด้านที่ไม่เคลือบของกระจกเคลือบผิว

<u>รูปที่ 14</u> แสดงลักษณะเงาของวัตถุบนกระจกเคลือบผิว

ข้อควรพิจารณาการนำไปใช้งาน

กระจกเคลือบผิว แบ่งตามลักษณะการรับรังสีจากดวงอาทิตย์ ได้เป็น 2 ชนิดได้แก่ กระจกสะท้อนรังสีจากดวงอาทิตย์ และกระจกที่มีสภาพการแผ่รังสีต่ำ

กระจกสะท้อนรังสีจากดวงอาทิตย์ (Solar Reflective Glass)

เป็นกระจกธรรมดาที่เคลือบด้วยโลหะออกไซด์ มีค่าการสะท้อนแสงค่อนข้างสูง ความโปร่งแสงค่อนข้างน้อย มีสีสันสวยงามหลายสีที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับรูปแบบการเคลือบ และสีของกระจกที่เป็นวัตถุดิบที่นำมาเคลือบ นิยมใช้กับอาคารสูงทั่วไป อาคารสำนักงานขนาดใหญ่ ศูนย์กลางแสดงสินค้า โรงแรม และสถานที่ต่างๆ ที่ต้องการประหยัดพลังงาน

สมบัติเฉพาะ

1) ทำให้แสงอาทิตย์และรังสีความร้อนผ่านเข้ามาในอาคารได้น้อย เพราะสะท้อนออกไปได้ถึงประมาณ 30% ในกรณีที่ใช้กระจกโฟลตสีตัดแสงเคลือบเป็นกระจกสะท้อนแสง จะช่วยลดค่าการส่งผ่านพลังงานความร้อนเข้ามาภายในอาคารได้มากกว่า 50% ลดค่ากระแสไฟฟ้าของหลอดไฟ และเครื่องปรับอากาศ
2) ช่วยลดแสงสว่าง และส่งเข้ามาในอาคารให้นุ่มนวลลง ทำให้เกิดความสบายตา
3) สร้างความเป็นส่วนตัวแก่คนภายในอาคาร เนื่องจากคนภายนอกมองทะลุเข้ามาในตัวอาคารได้ลำบาก แต่คนภายในมองออกไปได้

ข้อควรพิจารณาในการใช้งาน

- การตัดกระจกควรมีการป้องกันผิวด้านที่เคลือบไว้เพื่อป้องกันรอยขีดข่วน
- เมื่อมีการบิ่นหรือแตกบริเวณขอบกระจกให้ลบคมให้เรียบร้อย เพื่อป้องกันการแตกทั้งแผ่น
- ป้องกันไม่ให้ซีเมนต์หรือพลาสเตอร์ติดบนกระจก เพราะจะทำอันตรายวัสดุเคลือบของกระจก
- ด้านที่เคลือบวัสดุเคลือบควรอยู่ด้านในของอาคารเสมอ เพื่อไม่ให้วัสดุเคลือบสัมผัสมลภาวะภายนอก
- อย่าเป่าความเย็นลงบนกระจก วางตู้ใกล้กระจก ติดกระดาษหรือทาสีลงบนกระจก เพราะจะทำให้เกิดการแตกหักเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ และการสะสมความร้อนได้
- ควรผ่านการอบ เพื่อเปลี่ยนสมบัติให้เป็นกระจกฮีตสเตรงเทนหรือเกระจกนิรภัยเทมเปอร์ เพื่อป้องกันปัญหาการแตกหักเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิได้
- หมั่นทำความสะอาดฝุ่นละอองที่เกาะผิวกระจกให้หมด เพื่อคงสภาพการสะท้อนที่ดี

<u>รูปที่ 15</u> การใช้กระจกสะท้อนรังสีจากดวงอาทิตย์ของอาคาร

กระจกแผ่รังสีต่ำ (Low-E Glass)

เป็นกระจกเคลือบสารโลหะโดยมีโลหะเงินบริสุทธิ์เป็นองค์ประกอบสำคัญ

สมบัติเฉพาะ

1) ป้องกันการถ่ายเทความร้อนผ่านกระจกได้ดี
2) ยอมให้แสงผ่านได้มากกว่ากระจกสะท้อนแสง
3) ช่วยสะท้อนรังสีอัลตราไวโอเลต (UV) ได้บางส่วน ปริมาณการสะท้อนขึ้นอยู่กับผู้ผลิต ทำให้ลดความเสียหายซึ่งอาจเกิดกับพรมและเฟอร์นิเจอร์ต่างๆได้ระดับหนึ่ง
4) ช่วยลดความจ้าของแสง

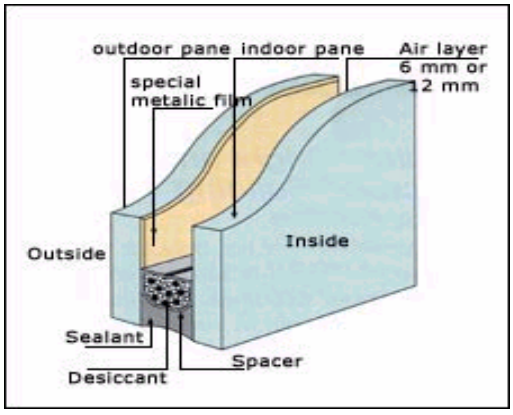
ข้อควรพิจารณาในการใช้งาน

1) สารที่ทำให้เกิดสภาพการแผ่รังสีต่ำเป็นสารที่ไวต่อการเสียหาย ดังนั้นจึงไม่ควรหันผิวกระจกด้านที่ฉาบนี้ไว้ด้านนอก
2) การบรรจุก๊าซเฉื่อยในช่องว่างระหว่างกระจกของกระจกรุ่นใหม่ๆแทนการใช้อากาศแห้ง จะช่วยเพิ่มความเป็นฉนวนให้กับกระจกได้ดี

5. กระจกดัดแปลง(Processed Glass)

กระจกดัดแปลงได้จากกระจกชนิดต่างๆ ที่นำมาดัดแปลงด้วยกระบวนการต่างๆเพื่อตอบสนองการใช้งานที่แตกต่างกันออกไป ได้แก่

กระจกฉนวน (Insulated Glass)



<u>รูปที่ 16</u> โครงสร้างกระจกฉนวน

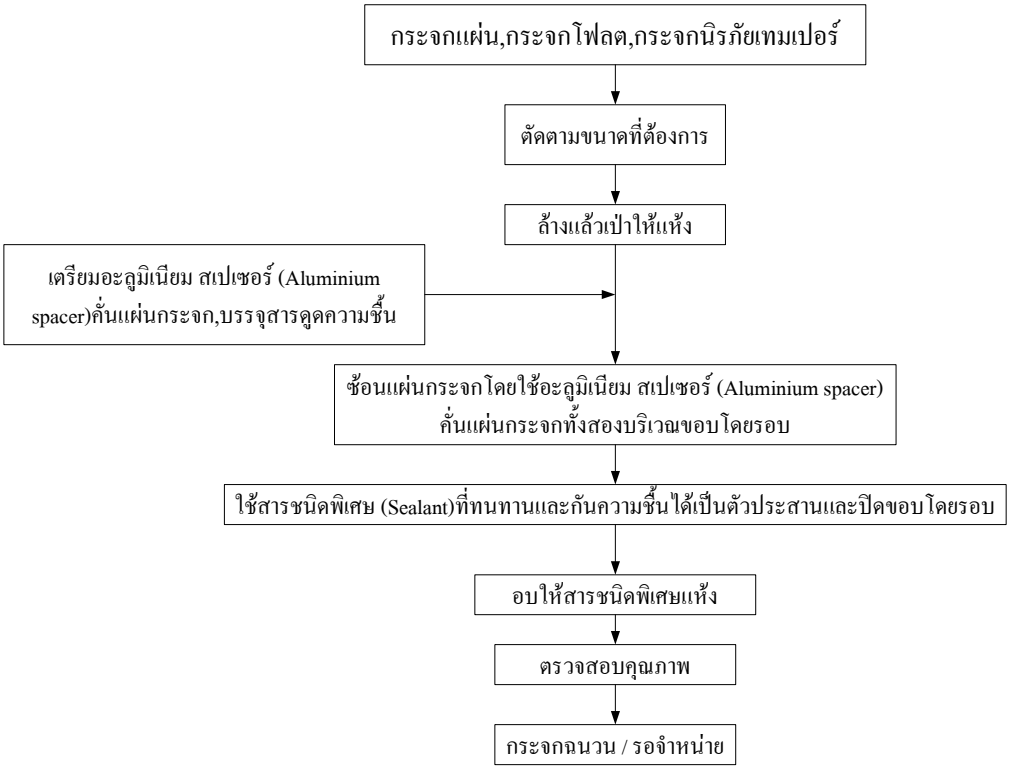
กระจกฉนวนผลิตโดยการนำกระจกโฟลต หรือ กระจกนิรภัยเทมเปอร์ อย่างน้อย 2 แผ่น ตัดให้ได้ขนาดตามต้องการมาประกบกันโดยมีอะลูมิเนียม สเปเซอร์ (Aluminium Spacer) ซึ่งบรรจุสารดูดซึมความชื้น (Desiccant) คั่นกลาง หลังจากนั้นจะปิดรอยที่ขอบกระจกด้วยสารชนิดพิเศษ (Sealant) ผลก็คือ อากาศภายในช่องระหว่างกระจกจะกลายเป็นอากาศที่แห้งไม่มีความชื้นเหลืออยู่ คล้ายกับสุญญากาศ ซึ่งมีสมบัติเฉพาะในการกันความร้อน ปัจจุบันนิยมนำกระจกฉนวนไปใช้กับ อาคารประหยัดพลังงาน อาคารในแถบเมืองหนาว อาคารสนามบิน ห้องซ้อมดนตรี ห้องบันทึกเสียง และนำไปติดตั้งเป็นกระจกสำหรับตู้แช่สินค้า เป็นต้น

สมบัติเฉพาะ

1) ป้องกันการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกเข้ามาในอาคาร ทำให้ลดการใช้พลังงานไฟฟ้าจากเครื่องปรับอากาศ
2) ช่วยลดเสียงรบกวนจากภายนอกอาคารได้ดีกว่ากระจกธรรมดา
3) สามารถรับแรงดันลมได้เพิ่มขึ้น
4) ให้ความปลอดภัยในอาคารในกรณีที่ใช้กระจกนิรภัยเทมเปอร์ หรือ กระจกนิรภัยหลายชั้นมาผลิตเป็นกระจกฉนวนกันความร้อน
5) ทำให้อุณหภูมิที่ผิวกระจกภายใน และภายนอกแตกต่างกันมาก ช่วยไม่ให้เกิดฝ้าหรือหยดน้ำเกาะที่ผิวกระจก

ข้อควรพิจารณาในการใช้งาน

- ควรใช้ซิลิโคนสำหรับกระจกที่เป็นโครงสร้างเท่านั้น ส่วนกระจกที่เป็นช่องหน้าต่างแบบดั้งเดิม สามารถใช้โพลีซัลไฟด์ซิลิโคนได้
- การหักงอของอะลูมิเนียมสเปเซอร์ หรือสารเคมีที่ใช้ในการเชื่อมต่อกระจก มีผลต่อประสิทธิภาพการใช้งานของกระจกทั้งสิ้น



<u>รูปที่ 17</u> แผนผังแสดงกรรมวิธีผลิตกระจกฉนวน

กระจกฮีตมิเรอร์ (Heat Mirror Glass)

ลักษณะของกระจกฮีตมิเรอร์เป็นระบบของกระจกสองชั้นที่เคลือบสารที่มีสภาพการแผ่รังสีต่ำทั้ง 2 ด้านของฟิล์มที่อยู่ระหว่างช่องอากาศ โดยที่ช่องว่างอากาศทั้งสองข้างจะกลายเป็นช่องว่างอากาศสะท้อนรังสี

สมบัติเฉพาะ

1) สามารถสะท้อนความร้อนออกไปจากกระจกได้มากถึงประมาณ 80% หรือยอมให้ความร้อนส่งผ่านเข้ามาเพียง 10% และที่เหลืออยู่อีก 10% จะถูกดูดกลืนเข้าไปในกระจก

2) ยอมให้แสงสว่างผ่านเข้ามาได้ดี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการเลือกใช้องค์ประกอบของกระจกและฟิล์ม

3) ป้องกันรังสีอัลตราไวโอเลต โดยสะท้อนรังสีอัลตราไวโอเลตประมาณ 98%

ข้อควรพิจารณาในการใช้งาน

- ต้องระวังไม่ให้วัสดุยาแนวเกิดความเสียหาย มิฉะนั้นความชื้นอาจแทรกซึมเข้าไปทำให้กระจกเสื่อมประสิทธิภาพได้
- การติดตั้งต้องระมัดระวังผลกระทบจากรังสีอัลตราไวโอเลต เนื่องจากจะทำให้วัสดุยาแนวเสื่อมสภาพได้
- ไม่สามารถปรับแต่งขนาดของกระจกภายหลังประกอบได้ ดังนั้นต้องวัดและตัดให้ได้ขนาดตรงกับการใช้งานเท่านั้น
- การติดตั้งควรระมัดระวังไม่หันกระจกผิดด้านเพราะจะทำให้สมบัติเฉพาะของกระจกต่ำลง

กระจกฮีทสต็อป (Heat Stop Glass)

กระจกฮีตสต็อปมีลักษณะเป็นกระจกสองชั้น ประกอบขึ้นด้วยกระจกสะท้อนแสงที่เคลือบด้วยสารที่ทำให้เกิดสภาพการแผ่รังสีต่ำเป็นกระจกด้านนอก และด้านในใช้กระจกใส สารที่เคลือบนั้น สามารถป้องกันความร้อนให้ผ่านเข้ามาได้เพียง 5% ช่องว่างตรงกลางใส่ก๊าซอาร์กอน

สมบัติเฉพาะ

1) สามารถสะท้อนความร้อนออกไปจากกระจกได้มาก

2) ยอมให้แสงสว่างผ่านกระจกเข้ามามากถึงประมาณ 60%

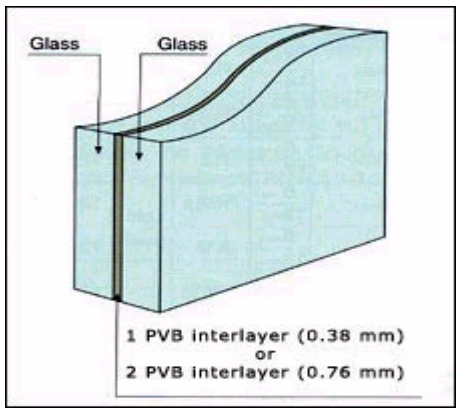
3) ป้องกันรังสีอัลตราไวโอเลต โดยสะท้อนรังสีอัลตราไวโอเลตได้ประมาณ 95 %

ข้อควรพิจารณาในการใช้งาน

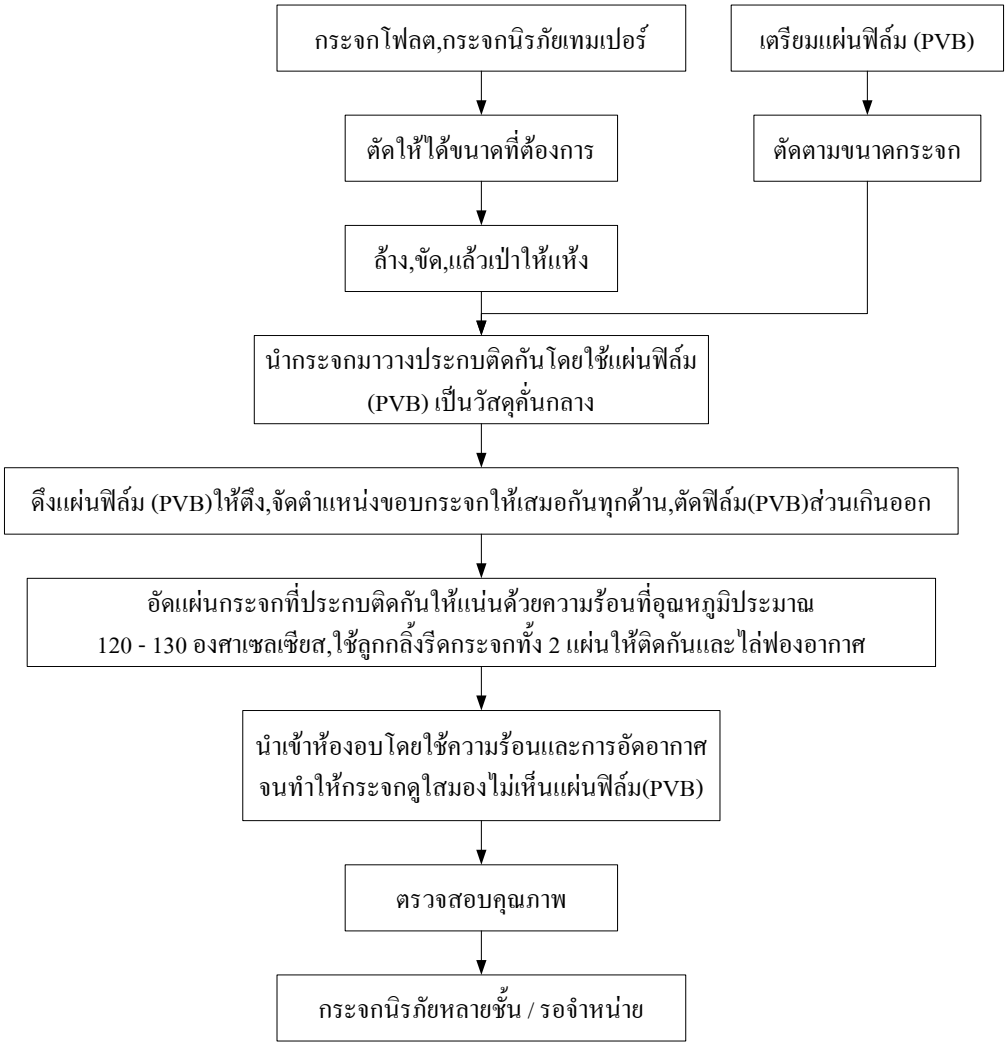
- ต้องระวังไม่ให้วัสดุยาแนวเกิดความเสียหาย มิฉะนั้นความชื้นอาจแทรกซึมเข้าไปทำให้กระจกเสื่อมประสิทธิภาพได้
- ไม่สามารถปรับแต่งขนาดของกระจกภายหลังประกอบได้
- การติดตั้งไม่ควรหันกระจกผิดด้านเพราะจะทำให้สมบัติเฉพาะของกระจกต่ำลง

กระจกนิรภัยหลายชั้น (Laminated Safety Glass)

กระจกนิรภัยหลายชั้นได้จากการนำกระจกใดๆ ตั้งแต่ 2 แผ่นขึ้นไป มาผนึกเข้าด้วยกัน โดยมีแผ่นฟิล์มโพลีไวนิลบิวทิรัล (Polyvinvl butyral; PVB) ที่เหนียวและแข็งแรงซ้อนอยู่ระหว่างกลาง หรือกระจกแต่ละแผ่น พร้อมกับใช้แรงอัดอากาศ และอุณหภูมิประมาณ 120 ถึง 130 องศาเซลเซียส แผ่นฟิล์มนี้ทำหน้าที่ยึดกระจกให้ติดกัน เมื่อกระจกชนิดนี้ถูกกระแทกจนแตก แผ่นฟิล์มจะช่วยยึดไม่ให้เศษกระจกหลุดกระจาย จะมีเพียงรอยแตกหรือรอยร้าวคล้ายใยแมงมุมเท่านั้น กระจกนิรภัยหลายชั้น นิยมใช้ในอาคารสถานที่ต่างๆ เช่น หลังคาโดมกระจก (skylight) ผนังกระจกของอาคารสูง (curtain wall) ราวกันตกที่เป็นแผ่นกระจก ตู้ปลาขนาดใหญ่ ประตูกระจกบานใหญ่ๆ เป็นต้น



<u>รูปที่ 18</u> โครงสร้างกระจกนิรภัยหลายชั้น



<u>รูปที่ 19</u> แผนผังแสดงกรรมวิธีผลิตกระจกนิรภัยหลายชั้น

สมบัติเฉพาะ

1) การใช้กระจกนิรภัยหลายชั้น สามารถช่วยลดการบาดเจ็บจากกระจกได้

2) ป้องกันการทะลุทะลวง เนื่องจากการแตกและการบุกรุกได้

3) ช่วยลดเสียงรบกวน และลดการก้องของเสียงได้ดี

4) ช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ

5) แผ่นฟิล์มในกระจกนิรภัยหลายชั้นช่วยลดรังสีอัลตราไวโอเลต

ข้อควรพิจารณาในการใช้งาน

- เนื่องจากแผ่นฟิล์ม (PVB) มีสมบัติเฉพาะในการอมความร้อน ดังนั้นเพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดปัญหาการแตกร้าวเนื่องจากการสะสมความร้อน จึงไม่ควรเลือกกระจกต่อไปนี้เข้ามาผนึกเข้าด้วยกัน
  -กระจกสีตัดแสงผนึกกับกระจกสีตัดแสง
  -กระจกสีตัดแสงเสริมลวดผนึกกับกระจกแผ่นเรียบ
  -กระจกสะท้อนแสงผนึกกับกระจกเสริมลวด
- มีความแข็งแรงต่อแรงอัดของลมน้อยกว่ากระจกธรรมดาที่ความหนาเท่ากัน
- เมื่อนำกระจกนิรภัยเทมเปอร์มาผนึกเข้าด้วยกันควรใช้แผ่นฟิล์มที่ความหนาไม่ต่ำกว่า 0.7 มิลลิเมตรเป็นตัวยึดกระจก เพื่อป้องกันการเกิดฟองอากาศเนื่องจากผิวกระจกไม่เรียบ
- ไม่ควรใช้วัสดุยาแนวชนิดซิลิคอน ออกไซด์ หรือวัสดุยาแนวที่มีสวนผสมของสารละลายอินทรีย์เนื่องจากจะทำให้เกิดผลเสียต่อแผ่นฟิล์ม (PVB)
- ควรมีการเคลือบสารกันน้ำ บริเวณขอบกระจก เพื่อป้องกันความเสียหายของแผ่นฟิล์ม (PVB)
- เมื่ออุณหภูมิของกระจกนิรภัยหลายชั้นเพิ่มสูงขึ้นไปถึงระดับหนึ่งประมาณ 76 – 77 องศาเซลเซียส การสะสมความร้อนภายในจะสูงขึ้นความสามารถของแผ่นฟิล์ม (PVB) ในการยึดเกาะกระจกจะลดลง

6. กระจกอื่นๆ

กระจกเงา (Mirror Glass)

กระจกเงาเกิดจากการนำเอากระจกโฟลต ผ่านกรรมวิธีเคลือบเงาด้วยเครื่องจักร 4 ขั้นตอนคือ

☑ เคลือบวัสดุเงิน(Silvery Coating)

☑ เคลือบวัสดุทองแดงบริสุทธิ์(Pure Copper Coating)

☑ เคลือบวัสดุอย่างดีชั้นแรก(1 st Layer High Quality Colour Coating)

☑ เคลือบวัสดุอย่างดีชั้นที่ 2(2 st Layer High Quality Colour Coating)

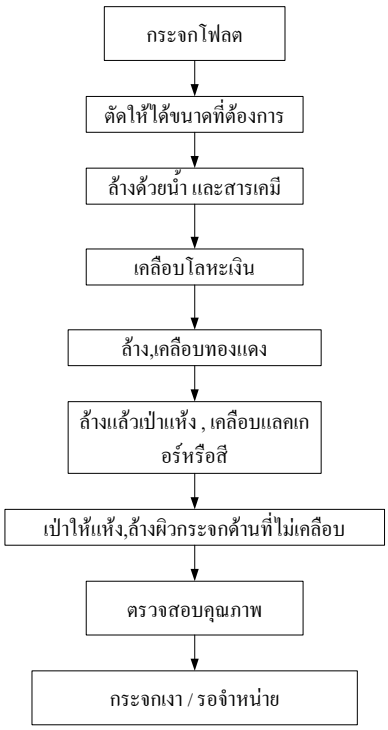
ทำให้ได้กระจกเงาที่ทนทานไม่หลุดลอกง่าย

<u>รูปที่ 20</u> การใช้กระจกเงาเพื่อการตกแต่งและสร้างบรรยากาศภายในอาคาร

สมบัติเฉพาะ

1) เหมาะสำหรับการตกแต่งภายใน โดยเฉพาะกระจกเงาใสซึ่งจะให้บรรยากาศภายในห้องที่สดใส และแลดูทันสมัย

2) ใช้กรุผนังแทนการทาสี หรือเพื่อเพิ่มพื้นที่ห้องที่แคบให้รู้สึกกว้าง



<u>รูปที่ 21</u> แผนผังแสดงกรรมวิธีผลิตกระจกเงา

ข้อควรพิจารณาในการใช้งาน

- เหมาะสำหรับงานตกแต่งภายใน ทำให้มีบรรยากาศที่น่าสนใจ
- หากจัดวางอย่างมีแบบแผน จะสามารถสะท้อนภาพของพื้นที่ได้หลายรูปแบบช่วยเพิ่มพื้นที่สายตาและลดความคับแคบของห้องได้

กระจกลวดลาย (Pattern Glass)

กระจกลวดลาย ได้จากการนำกระจกโฟลต หรือ กระจกแผ่น ในกระบวนการผลิตที่ยังไม่แข็งตัวเข้าไปสู่แถวของลูกกลิ้ง เพื่อให้ได้ความหนาที่ต้องการ และพิมพ์ลวดลายซึ่งติดกับลูกกลิ้งลงบนผิวด้านใดด้านหนึ่งของกระจก หรือทั้ง 2 ด้าน ทำให้เกิดมีลายนูนขึ้นที่ผิวกระจก ใช้ในงานตกแต่งอาคารส่วนต่างๆ เช่น หน้าต่าง ช่องแสงเหนือประตู-หน้าต่าง ฉากกั้นห้อง-ห้องน้ำ โคมไฟ ฯลฯ

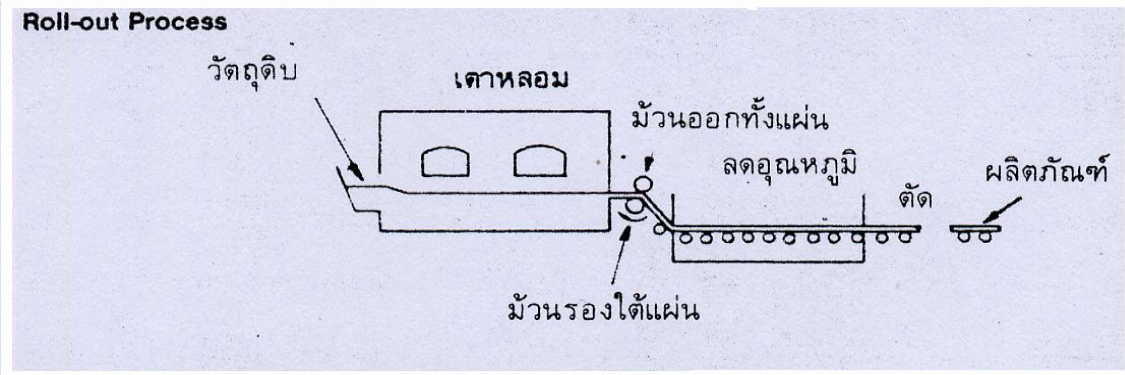
สมบัติเฉพาะ

โปร่งแสงแต่ไม่โปร่งใส แสงผ่านได้สลัวๆ จึงทำให้เกิดภาพที่นุ่มนวล สวยงามแปลกตา แต่อาจไม่ชัดเจนนัก

ข้อควรพิจารณาในการใช้งาน

- เนื่องจากกระจกลวดลายมีความลึกของเนื้อกระจกไม่สม่ำเสมอกัน จึงไม่เหมาะที่จะนำมาผลิตเป็นกระจกนิรภัยเทมเปอร์

- ความแข็งแรงและความคงทนของกระจกมีน้อยกว่า 1 ใน 3 ของกระจกใสที่มีความหนาเดียวกัน เนื่องจากความไม่เรียบของกระจก



<u>รูปที่ 22</u> แสดงกรรมวิธีผลิตกระจกลวดลาย

<u>รูปที่ 23</u> ลักษณะของภาพที่มองเห็นผ่านกระจกลวดลาย

กระจกเสริมลวด (Wired Glass)

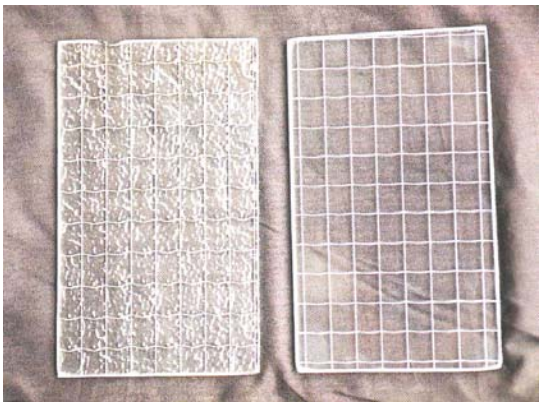
กระจกเสริมลวดทำได้โดยการใส่แผงตาข่ายลวดลงในกระจกขณะที่กระจกหลอมเหลว เพื่อเป็นการเพิ่มการแข็งแรงให้กับกระจกแบ่งเป็น 4 กลุ่ม ตามลวดลายของแบบตาข่ายดังนี้

☑ ลายข้าวหลามตัด (Diamond-Shaped Pattern or Misco)

☑ ลายสี่เหลี่ยม (Baroque Pattern)

☑ ลายหกเหลี่ยม (Hexagonal Pattern)

☑ ลายแนวตั้ง(Pinstipe Pattern)



<u>รูปที่ 24</u> ตัวอย่างกระจกเสริมลวด

สมบัติเฉพาะ

1) มีความแข็งแรงทนทานเป็นพิเศษ จึงมักใช้เป็นกระจกป้องกันการโจรกรรม

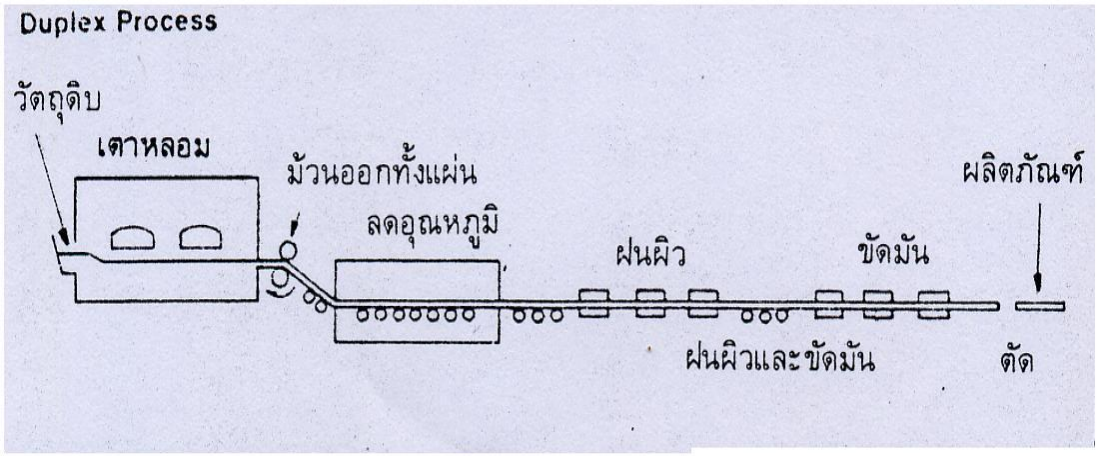
2) จัดเป็นกระจกนิรภัยชนิดหนึ่ง แตกออกเป็นชิ้นเล็กๆ มีความคม แต่เส้นลวดจะช่วยยึดเศษกระจกไม่ให้หลุดลงมา

ข้อควรพิจารณาในการใช้งาน

- เนื่องจากกระจกเสริมลวดจะแตกออกเป็นชิ้นเล็กๆ ที่มีความคม เหมาะสำหรับการใช้งานภายในอาคาร หรือในตำแหน่งที่ไม่ก่อให้เกิดอันตรายแก่ผู้อยู่อาศัยและคนทั่วไปได้
- กระจกเสริมลวดเป็นกระจกที่ผลิตขึ้นเพื่อใช้ป้องกันการโจรกรรม ดังนั้นจึงไม่เน้นการออกแบบเพื่อความสวยงาม

กระจกขัดผิว (Polished Glass)

เป็นกระจกโปร่งใสคุณภาพสูง มีประโยชน์ใช้สอยเช่นเดียวกับกระจกโฟลต แต่ต่างกันที่กระบวนการผลิต ที่ใช้กระบวนการฝนผิวและขัดมันกระจก ให้ได้ขนาดความหนาตามต้องการ และเพิ่มความมันวาวให้กับผิวกระจกทั้ง 2 ด้าน



<u>รูปที่ 25</u> แสดงกรรมวิธีผลิตกระจกขัดผิว

กระจกกันกระสุน

เป็นกระจกที่ผลิตโดยการนำกระจกนิรภัยชนิดพิเศษมาติดกับกระจกนิรภัยหลายชั้นโดยมีแผ่นฟิล์มพลาสติกขั้นกลาง (ได้แก่ โพลีคาร์บอเนต และ โพลีไวนิลบิวทิรัล) จัดเป็นสินค้ายุทธภัณฑ์ที่อยู่ในความควบคุมของกระทรวงกลาโหม การผลิต หรือ นำเข้ามาจำหน่าย หรือการนำมาใช้งาน ต้องได้รับอนุญาต ส่วนใหญ่ในหน่วยงานของรัฐบาล ได้แก่ หน่วยงานทหาร ตำรวจ และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการรักษาความปลอดภัยบุคคลที่มีชื่อเสียง และบุคคลสำคัญของประเทศ เทคโนโลยีการผลิตค่อนข้างจะเป็นความลับ ยังไม่เป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลาย

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง

ปัจจุบันสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม โดยสำนักบริหารมาตรฐาน 1 กลุ่มที่ 5 ได้กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสาขาผลิตภัณฑ์กระจกที่ใช้กับงานอาคาร และเครื่องเรือน และจัดพิมพ์เป็นเอกสารเผยแพร่ และจำหน่ายให้แก่ผู้ประกอบการ และผู้สนใจทั่วไป จำนวน 9 มาตรฐาน ดังนี้

ที่	มาตรฐาน เลขที่ มอก.	ชื่อมาตรฐาน (ไทย)	ชื่อมาตรฐาน(อังกฤษ)
1	54-2516	กระจกแผ่น	Ordinary sheet glass
2	880-2547	กระจกโฟลตใส	Float glass
3	965-2537	กระจกสำหรับอาคาร : กระจกนิรภัยเทมเปอร์	Glasses for use in building : tempered glass
4	1222-2539	กระจกสำหรับอาคาร : กระจกนิรภัยหลายชั้น	Glass for use in buildings : laminated safety glass
5	1231-2537	กระจกสำหรับอาคาร : กระจกฉนวน	Glass for use in buildings: insulating glass
6	1344-2541	กระจกโฟลตสีตัดแสง	Tinted float glass
7	1345-2539	กระจกแผ่นสีตัดแสง	Tinted sheet glass
8	1732-2541	กระจกเงา	Glass mirror
9	2203-2547	กระจกลวดลาย	Glass Pattern

มาตรฐานทั้ง 9 มาตรฐาน แบ่งออกเป็น ดังนี้

1.มาตรฐานบังคับ 2 มาตรฐาน คือ 1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระจกโฟลตใส มอก.880-2547 1.2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระจกโฟลตสีตัดแสง มอก.1344-2541 มาตรฐานบังคับ เป็นมาตรฐานที่กำหนดขึ้นเพื่อความปลอดภัย เพื่อป้องกันความเสียหายอันอาจจะเกิดขึ้นแก่ประชาชนหรือกิจการอุตสาหกรรมหรือเศรษฐกิจของประเทศ โดยตราเป็นพระราชกฤษฎีกา กำหนดให้ผลิตภัณฑ์นั้นๆ ต้องเป็นไปตามมาตรฐานหรือที่เรียกว่ามาตรฐานบังคับ ผู้ผลิต ผู้จำหน่าย และผู้นำเข้าต้องผลิต จำหน่าย และนำเข้าเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรฐานตามที่สำนักงานฯ ประกาศกำหนดเท่านั้น หากไม่กระทำตามจะมีความผิดตามกฎหมาย โดยผลิตภัณฑ์ที่เป็นไปตามมาตรฐานบังคับ ต้องแสดงเครื่องหมายมาตรฐานบังคับที่ผลิตภัณฑ์ทุกหน่วย หรือที่ภาชนะบรรจุ หรือสิ่งห่อหุ้ม	**เครื่องหมายมาตรฐานบังคับ**

2.มาตรฐานทั่วไป 7 มาตรฐาน 2.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระจกแผ่น มอก.54-2516 2.2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระจกสำหรับอาคาร : กระจกนิรภัยเทมเปอร์ มอก.965-2537 2.3 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระจกสำหรับอาคาร : กระจกนิรภัยหลายชั้น มอก.1222-2539 2.4 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระจกสำหรับอาคาร : กระจกฉนวน มอก.1231-2537 2.5 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระจกแผ่นสีตัดแสง มอก.1345-2539 2.6 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระจกเงา มอก.1732-2541 2.7 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระจกลวดลาย มอก.2203-2547 <u>มาตรฐานทั่วไป</u> เป็นมาตรฐานที่กำหนดเพื่อให้การรับรองคุณภาพผลิตภัณฑ์โดยทั่วไป โดยผู้ประกอบการที่ทำผลิตภัณฑ์ สามารถยื่นขอรับใบอนุญาตได้ด้วยความสมัครใจเมื่อสำนักงานฯ ได้ตรวจสอบโรงงาน กรรมวิธีการผลิต การควบคุมคุณภาพ และทดสอบผลิตภัณฑ์ และเป็นไปตามเกณฑ์กำหนดแล้ว สำนักงานฯ จะอนุญาตให้แสดงเครื่องหมายมาตรฐานทั่วไปกับผลิตภัณฑ์นั้นได้ สำหรับผู้จำหน่ายและผู้นำเข้า ไม่สามารถขอใบอนุญาตได้	**เครื่องหมายมาตรฐานทั่วไป**

เนื้อหาในมาตรฐานทั้ง 9 ฉบับนี้ กล่าวถึง ขอบข่าย ประเภทหรือชนิด ขนาด ลักษณะทั่วไป คุณลักษณะที่ต้องการ วิธีทดสอบและเครื่องมือทดสอบผลิตภัณฑ์กระจกที่กล่าวถึง ปัจจุบัน เหมาะสำหรับผู้สนใจ และผู้ประกอบการ ที่จะนำไปใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจเลือกใช้กระจกที่เหมาะกับงาน เป็นเอกสารอ้างอิงในกระบวนการผลิตและการตรวจสอบคุณภาพก่อนส่งมอบให้ลูกค้า หรือเป็นเอกสารอ้างอิงให้กับผู้ผลิตในต่างประเทศ

ผู้สนใจสามารถติดต่อขอซื้อเอกสารมาตรฐานทั้ง 9 ฉบับ ได้ที่กองส่งเสริมและพัฒนามาตรฐาน

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

และสามารถติดต่อสอบถามหรือขอข้อมูลเพิ่มเติมได้ที่

สำนักบริหารมาตรฐาน 1 กลุ่มที่ 5 สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

โทร. 0 2202 3389-90 โทรสาร 0 2354 3044

หรือหาข้อมูลเพิ่มเติมได้ที่ เว็บไซต์ www.tisi.go.th

ผู้จัดทำ
นายณรงค์ศักดิ์ ยิ้มแย้ม
สมอ.สบ.1 กลุ่มที่ 5