

บทที่ 1

บทนำ

เมื่อก้าวถึง แก้ว (Glass) สิ่งแรกที่มีคนนึกถึงกันก็คือ เครื่องแก้ว แต่ที่จริงแล้วคำว่า “แก้ว” นั้น มีความหมายครอบคลุมถึงผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ มากมาย เป็นต้นว่า ผลิตภัณฑ์เครื่องแก้ว (Glass Products) ผลิตภัณฑ์กระจกแผ่น (Flat Glass) รวมไปถึงผลิตภัณฑ์ใยแก้ว (Glass Fiber Products) คุณสมบัติของแก้วไม่ได้จำกัดอยู่เพียงแค่ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวข้างต้นเท่านั้น แต่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้มากมายหลายอย่าง และแม้ว่าแก้วจะมีลักษณะที่คล้าย ๆ กัน ในแง่ของการเป็นวัสดุโปร่งใส มีเนื้อใสสะอาด แต่มีส่วนประกอบทางเคมี กรรมวิธีการผลิตรวมถึงสมบัติทางฟิสิกส์และสมบัติทางเคมีจะมีความแตกต่างกัน⁽¹⁾

โดยพื้นฐานแล้ววัตถุดิบหลักที่นำมาใช้ในการผลิตแก้วจะเหมือนกันแต่สิ่งที่ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างกันในแง่ของสมบัติและการนำไปประยุกต์ใช้งานก็คือ สัดส่วนผสมของวัตถุดิบ วัตถุดิบธรรมชาติที่สำคัญสำหรับอุตสาหกรรมแก้วได้แก่ ททราย (Quartz...SiO₂) หินฟิ่นม้า (Soda Feldspar...Na₂O.Al₂O₃.6SiO₂ หรือ Potash Feldspar...K₂O.Al₂O₃.6SiO₂) โดโลไมต์ (Dolomite...MgCO₃.CaCO₃) และหินปูน (Limestone...CaCO₃) ปกติแล้ววัตถุดิบธรรมชาติมักมีสิ่งเจือปน (Impurities) ซึ่งอยู่ในรูปของ Fe₂O₃ TiO₂ และ MnO₂ เป็นต้น ดังนั้นก่อนที่จะมีการนำวัตถุดิบธรรมชาติมาใช้งานจึงต้องผ่านกระบวนการขจัดสิ่งเจือปนในระดับหนึ่งก่อน ในบางกรณีสำหรับอุตสาหกรรมแก้วที่ต้องการควบคุมส่วนประกอบทางเคมี เพื่อให้ได้แก้วที่มีสมบัติสม่ำเสมอ เช่น สมบัติทางไฟฟ้า จึงต้องใช้วัตถุดิบที่มีความบริสุทธิ์สูง วัตถุดิบดังกล่าวมักผ่านกระบวนการทางเคมีที่ซับซ้อนและมีราคาแพง อย่างไรก็ตามสำหรับอุตสาหกรรมแก้วในระดับของผลิตภัณฑ์เครื่องแก้วและผลิตภัณฑ์กระจกแผ่นบางประเภทยังคงอาศัยวัตถุดิบธรรมชาติเป็นหลัก โดยมีการเติม ซอลท์ เค้ก (Salt Cake...Na₂SO₄) หรือ โซดาแอส (Soda Ash... Na₂CO₃) เพื่อปรับปรุงสมบัติของแก้วให้ได้ตามต้องการ

ข้อกำหนดทางวัตถุดิบ (Specification) สำหรับอุตสาหกรรมแก้วจะครอบคลุมทั้งปริมาณของส่วนประกอบทางเคมี (Percentage of chemical composition) และขนาดของวัตถุดิบ (Particle size) ตัวอย่างเช่น ข้อกำหนดของหน่วยงาน ACI Glass Packing Division⁽²⁾ สำหรับวัตถุดิบจำพวกทราย หินฟิ่นม้า โดโลไมต์ หินปูน และอื่น ๆ ที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 1.1 ส่วนรายละเอียดของอนุภาควัตถุดิบนั้นได้แสดงไว้ในภาคผนวก ก

ตารางที่ 1.1 แสดงส่วนประกอบทางเคมีของวัตถุดิบสำหรับอุตสาหกรรมแก้ว
ตามข้อกำหนดของ ACI Glass Packing Division

วัตถุดิบ	มาตรฐานส่วนประกอบทางเคมี (wt%)
1. SAND Quartz (SiO ₂)	SiO ₂ ≥ 99% (สำหรับ Colourless glass) SiO ₂ ≥ 98% (สำหรับ Coloured glass) Fe ₂ O ₃ ≤ 0.03% (สำหรับ Colourless glass) Fe ₂ O ₃ ≤ 0.2% (สำหรับ Coloured glass) TiO ₂ ≤ 0.1% Cr ₂ O ₃ ≤ 0.0006% (สำหรับ Colourless glass) Cr ₂ O ₃ ≤ 0.001% (สำหรับ Coloured glass) Al ₂ O ₃ ขึ้นอยู่กับข้อตกลง ± 0.05% H ₂ O ≤ 6%
2. SODA FELDSPAR Sodium Aluminium Silicate (NaAlSi ₃ O ₈)	Al ₂ O ₃ ขึ้นอยู่กับข้อตกลง Fe ₂ O ₃ ≤ 0.2% CaO ขึ้นอยู่กับข้อตกลง ± 0.5% Na ₂ O + K ₂ O ≥ 8% H ₂ O ≤ 1%
3. POTASH FELDSPAR Potassium Aluminium Silicate (KAlSi ₃ O ₈)	Al ₂ O ₃ ขึ้นอยู่กับข้อตกลง Fe ₂ O ₃ ≤ 0.2% CaO ขึ้นอยู่กับข้อตกลง ± 0.5% Na ₂ O + K ₂ O ≥ 8% H ₂ O ≤ 1%
4. DOLOMITE Calcium Magnesium Carbonate (CaCO ₃ , MgCO ₃)	CaO + MgO ≥ 50% MgO ≥ 18% SiO ₂ ≤ 1% Fe ₂ O ₃ ≤ 0.12% (สำหรับ Colourless glass) Fe ₂ O ₃ ขึ้นอยู่กับข้อตกลง(สำหรับ Colourless glass) H ₂ O ≤ 1%

ตารางที่ 1.1 (ต่อ)

วัตถุดิบ	มาตรฐานส่วนประกอบทางเคมี (wt%)
5. LIMESTONE Calcium Carbonate (CaCO ₃)	CaO + MgO ≥ 55% MgO ≤ 1% SiO ≤ 1% Fe ₂ O ₃ ≤ 0.12% (สำหรับ Colourless glass) Fe ₂ O ₃ ขึ้นอยู่กับข้อตกลง(สำหรับ Colourless glass) H ₂ O ≤ 1%
6. SALT CAKE Sodium Sulphate (Na ₂ SO ₄)	NaSO ₄ ≥ 98% Fe ₂ O ₃ ≤ 0.05%
7. SODA ASH Sodium Carbonate Anhydrous (Na ₂ CO ₃)	NaCO ₃ ≥ 99% Fe ₂ O ₃ ≤ 0.01%
8. MAGNESIA Magnesium Carbonate (MgCO ₃)	MgO + CaO ≥ 43% CaO ≤ 1% Fe ₂ O ₃ ≤ 0.12% (สำหรับ Colourless glass) Fe ₂ O ₃ ขึ้นอยู่กับข้อตกลง(สำหรับ Colourless glass) H ₂ O ≤ 1%

ข้อมูลจากศูนย์พัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องเคลือบดินเผา⁽³⁾ ซึ่งให้เห็นว่าผลพลอยได้จากกระบวนการล้างดิน (ต่อไปจะเรียก กากดิน) ที่ตกตะกอนอยู่ตามรางล้างดินแบบซิกแซก (Zig Zag Way) ยังมิได้ถูกนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในทางอุตสาหกรรมเซรามิกเท่าที่ควร ทั้งที่ในการล้างดินแต่ละครั้งกากดินที่ได้จะมีปริมาณถึง 50% ของดินที่นำมาล้างเลยทีเดียว เมื่อทำการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางแร่และส่วนประกอบทางเคมีโดย XRD และ XRF ตามลำดับพบว่า กากดินประกอบไปด้วย กวอตซ์ และแร่อื่น ๆ โดยมี SiO₂ 80% Al₂O₃ 10% Na₂O และ K₂O 2% โดยประมาณ รวมทั้งยังมีสิ่งเจือปนอื่น ๆ เช่น Fe₂O₃ 0.7% MnO₂ 0.1% TiO₂ 0.05% แม้ว่ากากดินจะมีส่วนประกอบทางเคมีต่ำกว่าข้อกำหนดของ ACI Glass Packing Division และปริมาณสิ่งเจือปนที่มีอยู่ในกากดินจะส่งผลกระทบต่อการศึกษาในเนื้อแก้วก็ตาม แต่คาดว่าจะมีความเป็นไปได้ในการนำกากดินมาเป็นวัตถุดิบสำหรับการทำแก้ว เช่น แก้วกระจกประดับ หรือ กระจกเกรียบ⁽¹⁾ เป็นต้น

สำหรับงานศึกษานี้เป็นการศึกษาความเป็นไปได้ในการนำกากดินมาเป็นวัตถุดิบสำหรับการทำแก้วระบบเลดอัลคาไลซิลิเกต (Lead Alkali Silicate Glass) ร่วมกับสารประกอบออกไซด์อื่นคือ เลดออกไซด์ (PbO) และโพแทสเซียมคาร์บอเนต (K_2CO_3) โดยเป็นการศึกษาในเชิงเปรียบเทียบกับแก้วระบบเลดอัลคาไลซิลิเกตที่เตรียมจากซิลิกอนไดออกไซด์ (SiO_2) และที่เตรียมจากทรายเกรดอุตสาหกรรม (ชื่อทางการค้า “Silica HP”) มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาดังต่อไปนี้

1. ตรวจสอบส่วนประกอบทางเคมี และส่วนประกอบทางแร่ของกากดิน
2. ตรวจสอบพฤติกรรมการเกิดแก้วที่เตรียมจากสามชุดการทดลอง คือ ชุดการทดลอง PbO - K_2CO_3 - SiO_2 ชุดการทดลอง PbO - K_2CO_3 - Silica HP และชุดการทดลอง PbO - K_2CO_3 - กากดิน
3. ศึกษาสมบัติทางฟิสิกส์ คือ ความหนาแน่น ครรชนีหักเห ผลของความร้อนที่มีต่อแก้ว รวมถึงการศึกษาค่าคงที่ไดอิเล็กตริกสัมพัทธ์ของแก้วที่เตรียมจากแต่ละชุดการทดลอง