صناعة الزجاج

المواد الأولية

وتتكون من بعض المركبات المختلفة التي تمثل العناصر الأساسية في صناعة الزجاج:

- **السيليكا (SiO_2):** وهو عبارة عن **الرمال** التي تحتوي على كمية قليلة من الشوائب، ونسب عالية من أكسيد السيليكون، التي تعمل بشكل كبير على استخلاص حمض السيليكون، وهو المكون الأساسي في صناعة الزجاج. ويشترط في الرمل المستخدم أن يحتوي على نسبة عالية من أكسيد السيليكون تصل إلى 80%.
- **مركبات الصوديوم**: أهم خواص الزجاج من ناحية تصنيعه هي لزوجته والتي تتعلق بدرجات الحرارة، لذا فإن زجاج السيليكا النقي له لزوجه عالية ويحتاج إلى حرارة عالية جداً للتخلص من الفقاعات الموجودة فيه. وهذا الشيء يجعل من صناعة زجاج السيليكا النقي مكلف جداً. لذا ولأسباب علمية يلزم إضعاف زجاج السيليكا لكي يسهل تصنيعه بشكل إقتصادي. وأن اكسيدات المعادن القلوية هي خير وسيلة لتحقيق ذلك. مثل أكسيد الصوديوم والبوتاسيوم والليثيوم التي تعمل على تخفيض درجات الانصهار. وأكثر هذه الأكسيدات استخداما هي الصودا (أوكسيد الصوديوم) التي تعتبر أرخصها ثمنا.
- أكسيد البوريك: يساهم في تقليل معامل تمدد الزجاج بشكل كبير، بجانب أن هذه المكونات تمنحه قوة كبيرة تمنعه من الانكسار عندما يتعرض للحرارة (البايركس)، و هي تستخدم في صناعة أدوات الطبخ و أجهزة المختبرات و الأنابيب الصناعية لقدرتها على مقاومة التغيرات المفاجئة في درجات الحرارة و تحملها للتأثيرات الكيميائية.
- **الحجر الجيري:** حيث يساعد أكسيد الكالسيوم على تصليب الزجاج.
- **الزجاج المعاد تدويره:** يمكن إعادة تدوير الزجاج القديم بتكسيرة الى قطع صغيرة ثم صهره وتشكيله من جديد.

- **المواد الثانوية:** وتعتبر هذه المواد الثانوية من المواد التي تتم إضافتها إلى خليط الزجاج لرفع مستوى جودته وتحسين الشفافية التي يأتي بها، وتتمثل هذه المواد في مسرعات الانصهار، والمواد الملونة الأخرى.

ويعتبر زجاج الصودا والحجر الجيري هو الزجاج الأكثر شيوعاً واستخداما في العالم، بحيث تبلغ نسبه هذا النوع من الزجاج أكثر من (90%) من إجمالي الزجاج المستخدم في العالم. أما زجاج البايركس فهو يتكون من (80%) من السيليكا و (4%) من القلويات و (2%) من الألمونيوم و (13%) من أكسيد البوريك. وهذه النسب تعطي هذا النوع من الزجاج ثلاث أضعاف قوة زجاج الصودا والحجر الجيري.

أما زجاج السيليكا المنصهر فهو يتكون من (100%) من السيليكا و هو يعتبر من الزجاج العالي التكلفة و هو مقاوم للصدمات .

و أهم خواص الزجاج من ناحيه تصنيعه هي لزوجته و التي تتعلق بدرجات الحرارة، لذا فإن زجاج السيليكا النقي له لزوجه عالية و يحتاج إلى حرارة عالية جداً للتخلص من الفقاعات الموجودة فيه. وهذا الشيء يجعل من صناعة زجاج السيليكا النقي مكلف جداً. لذا ولأسباب علمية يلزم إضعاف زجاج السيليكا لكي يسهل تصنيعه بشكل إقتصادي. و أن اكسيدات المعادن القلوية هي خير وسيلة لتحقيق ذلك. مثل أكسيد الصوديوم على تخفيض درجات الانصهار.

مرحل صناعة الزجاج

تمر صناعة الزجاج باربع مراحل وهى:

1- **الصهر:** حيث تكون المواد الأولية قد حضرت على شكل بودرة أو حبيبات وتمزج مع بعضها البعض بنسب وزنية معينة ثم تدخل إلى الأفران الخاصة وتنصهر بدرجة حرارة

1600 درجة مئوية، ومن الأمثلة على هذه الأفران:

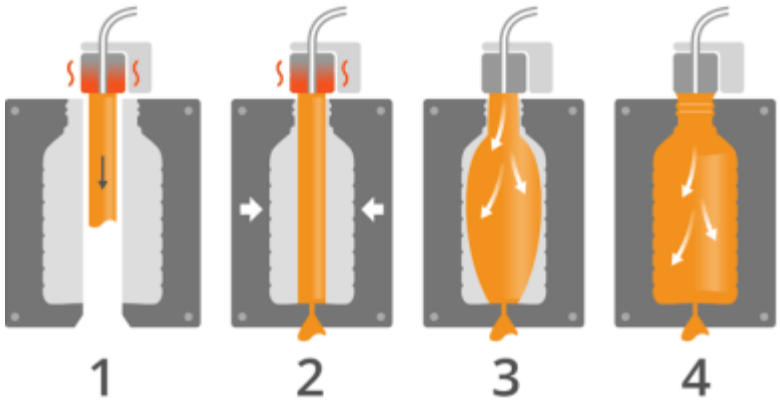
أ- **فرن الجفنة**: وتبلغ سعته 2 طن من المواد الأولية ويستعمل لإنتاج أنواع معينة من الزجاج مثل زجاج البصريات والزينة. ويصنع هذا الفرن من الصلصال أو البلاتين ولكن الصلصال قد ينصهر جزء منه أثناء صهر الزجاج ومن المعروف ان البلاتين أغلى ثمنا.

ب- **فرن الحوض**: وهو عبارة عن حوض مصنوع من الطابوق الناري ويتسع ل 1500 طن من المواد الخام.

2- **التشكيل**: يبرد مصهور الزجاج ببطء حتى يصل إلى مرحلة التشكيل بالدرجة المطلوبة، يتم التشكيل بإحدى طريقتين:

أ- **النفخ والتشكيل اليدوي**: يصب المصهور في القالب ويتم النفخ إما بالفم أو بالمنفاخ.

ب- **النفخ أو التشكيل الآلي**: حيث تتم عملية صب المصهور والنفخ آليا. ويجب أن تتم عملية التشكيل في وقت قصير جدا يتحول الزجاج خلال ذلك من عجينة إلى مادة صلبة.



ج- زجاج العائم (Float glass)

الزجاج العائم عبارة عن ألواح زجاجية مسطحة مصنوعة من الزجاج المصهور العائم على سرير من القصدير المصهور. تعطي هذه الطريقة سمكًا موحدًا للزجاج وسطحًا مسطحًا للغاية. يُعرف الزجاج العائم بشكل أكثر شيوعًا باسم زجاج النوافذ. أكثر من 90٪ من الإنتاج العالمي للزجاج المسطح يتم انتاجه بهذه الطريقة.

3- **التبريد** : وهي عملية تبريد الزجاج ببطء لتجنب تشققه وتكسره وتلافي تكوّن مناطق ضعف في الأدوات الزجاجية بعد تشكيلها، وتتم هذه العملية بوضع الأدوات الزجاجية في فرن التبريد على درجة حرارة تتراوح بين 400-600 ْم لفترة زمنية كافية ثم تبرد تدريجيا إلى الدرجة العادية من الحرارة وفرن التبريد طوله 15-75 متر وعرضه1- 5 أمتار ويسخن الفرن كهربائيا أو بوقود السائل.

4- **الإنهاء** : يتم في هذه المرحلة تنظيف الأدوات الزجاجية وصقلها وقطعها وتصنيفها .

تلوين الزجاج :

يعود سبب ظهور الزجاج بلون ما إلى وجود مجموعات معدنية ملونة على شكل ايونات فيه .فمثلا يتلون الزجاج باللون الأصفر أو البني بوجود ايون الحديد الثلاثي ويمكن تحويل اللون الأخضر في الزجاج إلى الأصفر بإضافة ثاني أكسيد المنغنيز.

تصنع الأحجار الكريمة الصناعية بإضافة مساحيق المعادن الثمينة كالنحاس والذهب إلى مصهور الزجاج حيث تشكل تلك المعادن مع الزجاج محاليل غروية.