صناعة الزجاج Glass Industry:-

تـاتي اهميـة الزجـاج مـن خواصـه الفريـدة، كونـه مـادة صـلبة شـفافة وذات مقاومـة كيمياوية عالية اهلته لان يبقى الاف السنين بدون ان تؤثر عليه العوارض الجوية وعوامل التعرية.

هنـاك تعريفـات للزجـاج مـن وجهتـي النظـر الفيزياويـة والكيمياويـة، فمـن وجهـة النظـر الفيزياوية يعرف الزجاج بانه:- سائل متصلب تنتج تصلبه بسبب تبريد فجائي، ليس لديه درجة انصهار ثابتة ويمتلك لزوجة عالية تمنع تكونه على شكل بلورات.

اما من وجهة النظر الكيمياوية فانه:- مادة متكونة من اتحاد واندماج الاكاسيد اللاعضوية اللاطيارة التي يحصل عليها من التحطم واعادة اندماج المواد القلوية والقلويات الارضية والرمل ومواد اخرى.

ان المكونات الاساسية للزجاج وكما كانت عليه قبل الفي عام هي كما ياتي:-

١. السليكا: SiO_2.
٢. الصودا: Na_2O.
٣. اللايم: CaO.

ويكون مجموع نسبة هذه المواد في معظم انواع الزجاج حوالي ٩٠% واما ١٠% المتبقية فتتوزع على الاكاسيد الاتية وحسب انواع الزجاج المختلفة:-

اوكسيد البورون: B_2O_3 اوكسيد الالمنيوم: AL_2O_3 اوكسيد الحديد: Fe_2O_3
اوكسيد الزرنيخ: AS_2O_3 اوكسيد المغنيسيوم: MgO اوكسيد البوتاسيوم: K_2O
اوكسيد الرصاص: PbO اوكسيد الفوسفور: P_2O_5 اوكسيد الكبريت: SO_3.

انواع الزجاج Types of Glass:-

١. زجاج السيليكا النقية:- ويسمى ايضاً بزجاج الكوارتز حيث يتكون من سيليكا فقط وهو زجاج خاص بالاستعمالات العلمية لما يتميز به من صفات مثل تمدده بالحرارة قليل،

مقاومته العالية للحرارة والمواد الكيمياوية الا انه يتاثر بحامض الهيدروفلوريك HF. ويسمح للاشعة فوق البنفسجية (UV) باختراقه.

٢. زجاج الصودا - لايم (Soda - Lime):- وهو الزجاج الاكثر شيوعاً في الاستعمالات اليومية مثل زجاج النوافذ ويتكون من مواد Na_2O, CaO, SiO_2.

٣. زجاج الرصاص Lead Glass:- يتكون هذا الزجاج بصورة اساسية من اوكسيد الرصاص (PbO) بنسبة حوالي ٩٢% وتكون المواد SiO_2 و Na_2O النسبة المتبقية ومن اهم خواصه هي المقاومة الكهربائية العالية ويستعمل في صناعة العدسات والتلسكوبات في تصنيع المصابيح الكهربائية والنيونات والزينة والديكورات. ويمتاز بان له معامل انكسار عالية.

٤. الزجاج البوروسيليكات Borosilicate Glass:- ويتكون من SiO_2 بنسبة ٨٠% و B_2O_3 بنسبة ٢٠% ويمتاز بان له معامل تمدد واطئ ومقاوم للصدمات (ذو صلابة عالية) ذو مقاومة كهربائية عالية وذو ثبوتية كيمياوية عالية ويستعمل في صناعة زجاج العدسات والمرايا العاكسة والميكروسكوبات وزجاج المختبرات والصحون.

٥. الزجاج الملون Coloured Glass:- يحضر من اذابة عدد من اكاسيد المعادن الانتقالية في الزجاج مثل اكاسيد التيتانيوم Ti، الفناديوم V، الكروم Cr، المنغنيز Mn، الكوبالت CO، النيكل Ni، النحاس Cu، الحديد Fe. ويظهر اللون نتيجة تاثر هذه المركبات بالضوء المرئي. ويستعمل في صناعة الزجاج الملون للديكورات، والمصابيح الكهربائية الملونة والنظارات الملونة.

٦. زجاج السلامة Safety Glass:- يصنع هذا الزجاج عن طريق التصاق طبقتين من الزجاج على جانبي طبقة من مادة بلاستيكية شفافة لاصقة ذات مقاومة عالية للصدمات والتمزق. وعند تحطم الزجاج بفعل فيزياوي تبقى الشظايا ملتصقة بالطبقة البلاستيكية اللزجة وبذلك تقلل المخاطر الى درجة او حد كبير. ومن اهم استعمالات زجاج السلامة في زجاج النوافذ ووسائط النقل للسيارات والقطارات.

٧. زجاج الفوسفات Phosphate Glass:- يستعمل خامس اوكسيد الفوسفور P_2O_5 في هذا الزجاج للتعويض عن السيليكا في خلطة المواد الاولية ويتم الحصول على زجاج ذو مزايا مهمة في الاستعمالات التالية:-

أ. عند التعامل مع حامض HF في اجهزة زجاجية حيث ان هذا الحامض يذيب السيليكا، ولا بد من ايجاد بديل لها في خلطة الزجاج وكان P_2O_5 هو البديل.

ب. يستعمل هذا النوع من الزجاج في الاقنعة الواقية للعاملين في المجالات المشعة واعداد خامات اليورانيوم في الصناعة النووية واعداد الوقود النووي في محطات توليد الكهرباء، حيث لا يسمح هذا الزجاج باختراق الاشعاعات الضارة وبذلك يحمي الوجه والعيون من مخاطر هذه الاشعة.

تحضير الزجاج Glass Production:-

ان اهم المواد الاولية الداخلة في تصنيع الزجاج هي:-

١. الرمل (السيليكا) SiO_2:- وهو من الاهمية بحيث يتحدد موقع المعمل عادة بمكان توفر الرمال الصالحة.

٢. الصودا Na_2O:- وتنتج عادة من Na_2CO_3 ومن فوائدها هو اكسدة الحديد لتقليل تاثيره على اللون وكذلك خفض درجة انصهار السيليكا عند الاندماج معها.

٣. اللايمستون $CaCO_3$:- وهي عادة مصدر CaO وتوجد بكثرة في تكوين القشرة الارضية.

٤. الفلدسبار Feldspar:- ويتكون من اكاسيد المعادن الاتية:- الصوديوم Na والبوتاسيوم K والالمنيوم Al والسليكون Si وتكون له الصيغة الكيمياوية العامة ($R_2O.Al_2O_3.6SiO_2$) ويمثل الرمز R اما Na او K او مزيج منهما (R_2O = Na_2O او K_2O او مزيجهما). ويستعمل خام الفيلدسبار بصورة اساسية كمصدر للالومينا Al_2O_3.

٥. البوراكس Borax ($Na_2O.B_2O_3$):- يستعمل هذا الخام عادة بكميات قليلة ويكون مصدراً لاكاسيد البورون والصوديوم وفوائده هو خفض معامل تمدد الزجاج وزيادة المقاومة الكيمياوية.

٦. الكبريتات:- وتتمثل في كبريتات Na_2SO_4 وكبريتات $(NH_4)_2SO_4$ وكبريتات الباريوم $BaSO_4$ ومن فوائدها تكون مصدر الى Na_2O وتقليل الرغوة في فرن الصهر.

٧. الكاربون (الفحم):- ومن فوائده هو اختزال الكبريتات الى كبريتيتات (تحويل الكبريتات الى كبريتيد) في عمليات التحويل الى الصودا والتي تندمج اخيراً مع السيليكا.

٨. اوكسيد الزرنيخ As_2O_3:- ومن فوائده هو تقليل الفقاعات في اثناء الصهر للسيطرة على العملية في الفرن أولاً ولانتاج زجاج خالي من الفقاعات والفجوات ثانياً.

التفاعلات الكيمياوية الخاصة بالزجاج Glass Chemical Reactions:-

١. تحضير اللايم واندماجه مع السيليكا:-

$$CaCO_3 + a\ SiO_2 \rightarrow CaO.aSiO_2 + CO_2$$

٢. التحضير الاول للصودا واندماجها مع السيليكا:-

$$Na_2CO_3 + b\ SiO_2 \rightarrow Na_2O.bSiO_2 + CO_2$$

٣. التحضير الثاني للصودا واندماجها مع السليكا:-

$$Na_2SO_4 + c\,SiO_2 + C \rightarrow Na_2O.cSiO_2 + SO_2 + CO + CO_2$$

(c, b, a) اعداد تتوقف مقاديرها على نوعية الزجاج.

يتطلب التفاعل الاخير بعض التفسير ويحدث بالتسلسل التالي:-

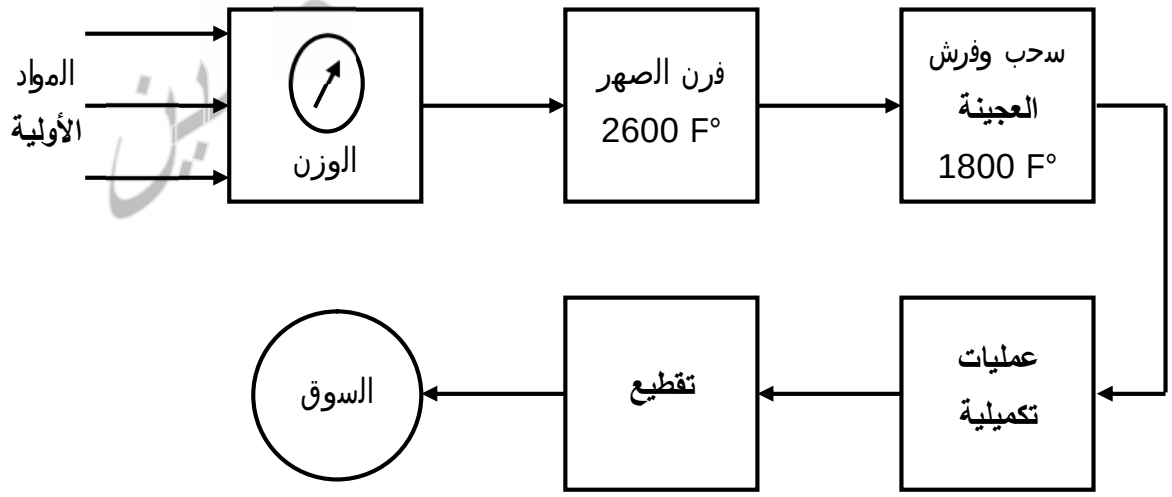
$$Na_2SO_4 + C \rightarrow Na_2SO_3 + CO$$
$$2\ Na_2SO_4 + C \rightarrow 2\ Na_2SO_3 + CO_2$$
$$Na_2SO_3 + c\,SiO_2 \rightarrow Na_2O.cSiO_2 + SO_2$$

خطوات تحضير صناعة الزجاج:-

ان اهـم العمليـات الفيزياويـة والكيمياويـة التـي تتـضمنها طريقـة تحـضير الزجـاج الاعتيادي هي:-

١. اعداد وتحضير المواد الاولية بالنقاوة المطلوبة.
٢. وزن المواد وحسب نسبها المطلوبة.
٣. تغذية فرن الصهر بالمواد الاولية.
٤. سحب وفرش العجينة بالسمك المطلوب.
٥. اجراء عمليات تكميلية واهمها المعاملة الحرارية المتدرجة والتنظيف والصقل والتلميع.
٦. التقطيع والتغليف والشحن الى الاسواق.

ويمكن تمثيل الخطوات اعلاه بالمخطط الصناعي المبين ادناه:-



المخطط الصناعي لمراحل صناعة الزجاج.

تحدد نوعية وكمية ونسب المواد الاولية المستخدمة اعتماداً على نوعية الزجاج المطلوب، علماً ان افران الصهر المستعملة تعمل بحرارة قد تصل الى (1400 C°) بعدها تقلل درجة حرارة التسخين الى حوالي (1000 C°). يبرد الزجاج الناتج على مراحل ويسحب ويتم تشكيله حسب الطلب خلال عملية التبريد.

مميزات الزجاج Glass Features:-

بسبب المميزات التالية للزجاج فقد اصبح الزجاج من اكثر المواد شيوعاً في الاستعمال اليومي والصناعات الانشائية والصناعات الاخرى في حياتنا:-

١. رخص سعره.
٢. صلابة السطح ونعومته.
٣. معامل تمدده الواطئ.
٤. خموليته الكيمياوية.
٥. شفافيته.
٦. العزل الحراري والكهربائي.

عبد الحق خلف حسين