الباب الثانى

الفصل الأول

صناعة مواد البناء والحراريات

مواد البناء كثيرة ومتعددة وتشمل هذه المواد ما يلى : —

١ — مواد خام طبيعية تستعمل كما هى ومواد صناعية أى تصنع .

٢ — مواد تستعمل بمفردها او خلطات من مواد مختلفة .

٣ — منتجات معدنية وأخرى غير معدنية .

٤ — منتجات عضوية وأخرى غير عضوية .

٥ — مواد أساسية ومواد إضافية .

ويمكن تقسيم مواد البناء الرئيسية إلى القطاعات الآتية حيث يضم كل قطاع مجموعة من المواد او المنتجات نذكر منها ما يلى : —

أولا : قطاع المواد العامة الاساسية ويضم هذا القسم ما يلى : —

١ — الاسمنت بأنواعه المختلفة .

٢ — الاجيار وأنواعها .

٣ — الجبس .

ثانيا : قطاع الزجاج والمنتجات الزجاجية ويضم هذا القطاع الزجاج المسطح العادى الشفاف والزجاج المنقوش (الانجليزى) والزجاج المقوى والزجاج الزخرفى والزجاج للمصابيح الكهربائية .

ثالثا : قطاع الطوب وانواعه المختلفة والبلوكات والمون .

ويضم هذا القطاع مايلى : -

١ — الطوب المصنوع من الطين بأنواعه المختلفة والطوب الاسمنتى والطوب الاسفلتى والطوب الرملى الجيرى والطوب الخفيف والطوب الحرارى .

٢ — البلوكات ويضم البلوكات الخرسانية والبلوكات من الجبس ومن الأحجار ومن الزجاج .

٣ — خلطات معينة : وتضم الخرسانة الاسمنتية والمفرغة وخرسانة اللدائن وكذلك المون من الجير والاسمنت او الجبس .

رابعا : قطاع مواد البناء من القراميد والبلاط والمواسير .

ويضم هذا القطاع مايلى : —

١ — القراميد ويضم قراميد صناعى للاسطح والارضيات والحوائط والواجهة وكذلك قراميد من الأحجار الطبيعية .

٢ - البلاط ويضم البلاط الصناعى من السيراميك وبلاط من الخرسانة المجهزة وبلاط قيشانى وبلاط موزايكو وبلاط من الزجاج وبلاط إسمنتى وبلاط اسفلتى وكذلك بلاط من الأحجار الطبيعية .

٣ — المواسير ويضم هـــذا القسم مجموعة من المواسير المعدنية من الزهر والحديد والنحاس والرصاص وأخرى مواسير فخارية وأخرى خزفية وثالثة خرسانية ورابعة من البلاستيك وخامسة من الاسمنت والأسبستوس وسادسة من الزجاج .

خامسا : قطاع مواد البناء من الأحجار والرمال والركام ويضم هذا القطاع

١ — الأحجار : ويضم الأحجار الجيرية والرملية وأحجار الجرانيت والبازلت وأحجار الزينة .

٢ — الركام : ويضم هذا القسم الركام الطبيعى والصناعى وينقسم إلى الركام الصغير (رمل طبيعى ورمل الكسارات) والركام الكبير (زلط وحصى طبيعى أو احجار مكسرة) والركام الخليط .

ومن أمثلة الركام الطبيعى الرمل والزلط وكسر الاحجار وكسر الجرانيت والبازلت ومن أمثلة الركام الصناعى كسر الطوب الاحمر .

سادسا : قطاع اللدائن (البلاستيك) .

سابعا : قطاع المعادن والاعمال المعدنية .

ثامنا : قطاع الأخشاب .

تاسعا : قطاع المواد المستعمله فى الدهانات وتضم هذه المجموعة البويات والزيوت والورنيشات واللدائن ومنتجاتها والمواد الملونة والغراء وذلك لطلاء الاخشاب والحديد والصلب والمعادن غير الحديدية والبياض الطوب الحرسانة

عاشرا . قطاع الادوات والمواد الاخرى غير السابقة .

الاسمنت : Cement

تعتبر صناعة الاسمنت من الدعامات الاساسية للتنمية الاقتصادية ، فهو من أهم المواد المستعملة فى صناعة البناء والاعمال الانشائية كالسدود القناطر، غير ذلك . كما يستخدم فى عدة صناعات هامة مثل صناعة الاعمدة ، المواسير الاسمنتية البلاط الطوب الاسمنتى . وترتبط صناعة الاسمنت ارتباطا وثيقا بالنشاط العمرانى حركة البناء فكلما زادت المشروعات العمرانية كلما نمت هذه

الصناعه . فضلا عن ضرورته الحيوية لاعمال التحصينات والدفاع . والاسمنت مادة انشائيه له قوة ميكانيكيـة عاليه وقوة إحتمال كبيرة نوعا ما وله مـيزات عاليه في قوة التماسك والصلابه ، يعتبرالاسمنت أهم أفضل المواد الرابطةالمائية التي تتصلب في جود الماء والتي تربط المواد الصلبةمثل الاحجار الطوب غيرها

أسمنت بورتلاند . Portland Cement

، هو نوع من الاسمنت الذى يتصلب فى وجود الماء ، هو المادة الناتجه من طحن الكلنكر (الاسمنت الخام) الذى ينتج من حرق مخلوط من المواد الجيريه والطينيه بنسبة معينة لدرجة حرارة معينة مع خلطة بالجبس .

طرق الانتاج : هناك طريقتين للصناعة : وتختلف الطريقتان فى نسبة الماء إلى المواد الأخرى المستعملة . وهما الطريقة الجافة والمبلله . ويمكن اختيار الطريقة على حسب نوع وجودة الخامات المتوفرة وعلى حسب الوقود المستعمل ومن حيث وجود أبخرة الغازات الناتجه .

١ ـ الطريقة الجافه :

وفيها الخامات عند ما تصل إلى المصانع تكسر فى كسارات ثم تجفف فى الهواء وفى الموسم الشتوى تجفف صناعيا ـ ثم توزن الخامات وتطحن فى طواحين ثم تنقل إلى الافران . ويطحن الناتج مع خلطه بالجبس فى طواحين ثم يعبأ فى أكياس

ومن فوائد هذه الطريقة سهولة طحن الخامات مع تأثيرها القليل على الطواحين

ومن مضارها : صعوبة التخزين مع الاحتياج إلى مساحات ، اسعة .

٢ ـ الطريقة المبللة :

وفيها تطحن كل خامة على حدة في كسارات ثم توضع في طواحين مع الماء

ثم تخلط فى خلاطات بالنسبة المطلوبة ثم تنقل إلى الأفران ويطحن الناتج مع خلطه بالجبس فى طواحين ثم يعبأ فى اكياس .

ومن فوائد هذه الطريقة أنه تحذف فيها تكلفة التجفيف ولا وجود للاتربة فى الطريقة المبللة ـ وفيها تكون ملاحظة التركيب الكيميائى افضل من الطريقة الجافة وعلى ذلك فهذه الطريقه تعطينا اسمنت متجانس وخصوصا عند ماتكون الخامات مختلفة كثيرا فى تركيبها .

ومن **مضارها** هو استهلاك الوقود الكبير وتعطينا نسبة أقل فى الانتاج .

وتعريف الاسمنت البورتلاندى : الاسمنت البورتلاندى هو المادة الناتجة من طحن وتنعيم ناتج حرق المواد الجيرية ، الطينية لدرجة التسميت على أن تكون هذه المواد مخلوطة بنسبة معينه خلطا تاما جيدا بنسبة معينة قبل الحريق .

المواد الخام المستعملة فى صناعة الاسمنت :

١ — المواد الجيرية مثل كربونات الكالسيوم فى شكل طباشير او الحجر الجيرى ورمزها كاك أ م التى تعطينا أكسيد الكالسيوم والحجرى الجيرى يجب أن تكون نسبة ثانى أكسيد السلكون ، أكسيد الحديديك وأكسيد الالمنيوم فيه لاتزيد عن ٤ ٪ .

٢ — المواد الطفيلية او الطينات تعطينا أكسيد الالومنيوم وأكسيد السليكون . وهى اساسا مكونة من سلكات الالومنيوم المائية ويجب الا تقل نسبة أكسيد السليكون فيها عن ٥٠ ٪ ورمزها لو٢ ا٣ ٢٠س ا٢ . بد٢ ا .

٣ — الجبس ، وهو كبريتات الكالسيوم . ورمزها كاكب ا٤ .

٤ — ويضاف الرمل احيانا للوصول بالسليكا إلى النسبة المطلوبة حوالى ٢٢ ٪ فى الاسمنت .

٥ — بعض مصادر الحديد للحصول على أكسيد الحديد مثل بيريت الحديد

٦ — بعض مصادر أكسيد الالومنيوم مثل البوكسيت .

طريقة الصناعة

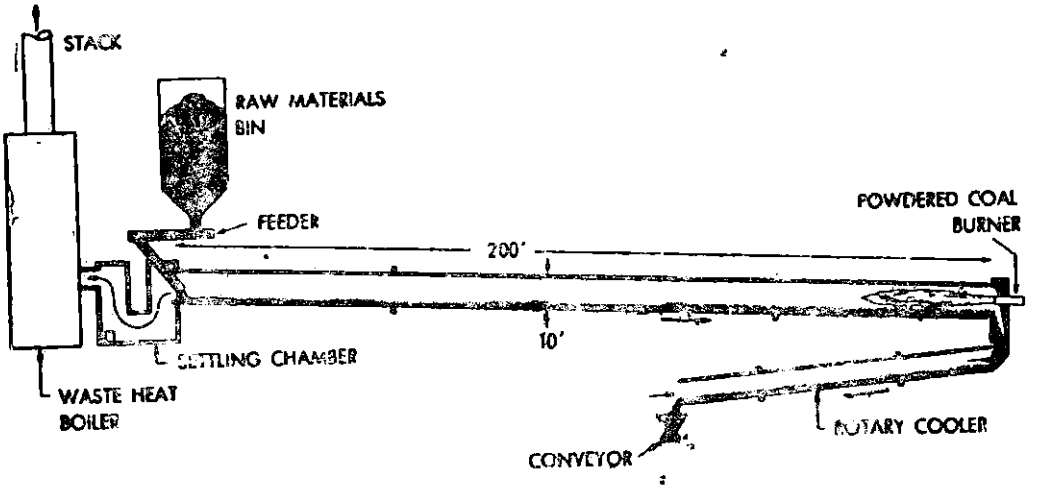
وتتلخص الخطوات التكنولوجية المستعملة في صناعة الاسمنت إلى ما يأتى :

١ – تجهيز الخامات وتحضير الخلطة .

٢ – حريق الخلطة وتكوين الكلنكر .

٣ – طحن الكلنكر مع الاضافات .

عند ما يحرق مخلوط بالنسبة المطلوبة من كربونات الكالسيوم والطينات في افران اسطوانية دوارة تدور حول محور مائل ½ – ٢ لفة في الدقيقة فى درجة حوالى ١٤٠٠°م ، هذا لو كانت الخامات غير نقية اى تحتوى على القلويات واكسيد الحديد . اما لو كانت الخامات المستعمله نقية فان التفاعل يتم فى درجة حوالى ١٥٠٠°م بتفاعل اكسيد الكالسيوم الناتج من حريق الحجر الجيرى مع



Cross section of a rotary kiln for burning Portland cement clinker.

شكل (١)

فرق الاسمنت

أكسيد الالومنيوم وأكسيد السليكون الناتجين من الطينات مكونا مركبات جديدة وذلك بتغذية المخلوط فى أعلى الفرن الاسطوانى الدوار المائل (الشكل ١) الذى يبلغ طوله من ٥٠ ـ ١٥٠ متر وعرضه من ٢ ـ ٥ مترا ـ وتستمد منه ناتج التفاعل وهو الكلنكر clinker من أسفل الفرن .

ويمكن تقسيم مناطق فرن الاسمنت إلى ما يلى :

١ ـ منطقة التجفيف	١٦٠ ـ ٢٠٠ م°	Drying Zone :
٢ ـ منطقة التحميص	٨٠٠ ـ ٩٠٠ م°	Calcination Zone :
٣ ـ منطقة تكوين الكلنكر	١٤٠٠ م°	Clinkering Zone :
٤ ـ منطقة التبريد	٨٠٠ م°	Cooling Zone :

ويبطن الفرن بطوب حرارى ذو مواصفات خاصة .

فى هذا الفرن يتبخر الماء وثانى اكسيد الكربون ويتدرج المخلوط من أعلى إلى أسفل فى حركة حلزونية بطيئة والزمن من ٢ ـ ٣ ساعات من وقت دخول الخامات إلى وقت خروجها . وفى هذه المسافة يكون الحريق قدتم ومنها يخرج الكلنكر المحروق او الاسمنت الخام وهو عبـــارة عن كـرات صغيرة صلبة مستديرة وحجمها من $\frac{1}{8}$ ـ $\frac{3}{4}$ بوصة ولونها أخضر مسود او بنى غامق ويبرد بسرعة ثم يخلط بحوالى ٣ ٪ جبس (كبريتات الكالسيوم) . للتحكم في سرعة الشك (أخير عملية الشك) . ثم يطحن المخـلوط طحنا ناعما جداً . ويعتمد نوع الاسمنت على مقـدار النعومة إذ أن النشاط الكيميائى للاسمنت يتناسب تناسبا طرديا مع مساحة السطح بالنسبة للوحدة الوزنية . وعنـــد خلط الناتج بالماء سواء أكـان حده او مع الرمل والحجر لعمل الخرسانة فانه يشك فى ظرف ساعات قلائل بحيث يتحول إلى كتلة صلبه تشتد صلابتها باضطراد مدى

أعوام عديدة (والكلنكر كرات صغيرة صلبة مستديرة ولونه اخضر مسود او بنى غامق) وان القدر القليل من الجبس المضاف إلى المخلوط من شأنه أن ينظم الزمن الذى يتم فيه شك الاسمنت إذ انه يجعل الاسمنت يشك ببطء لأن الاسمنت النقى الخالى من الجبس يشك ويتصلب بسرعة فى دقائق معدودات ولو زادت نسبته عن النسبة المعلومة فانه يضعف من قوة الاسمنت وأكسيد الحديد يساعد الحريق إذ يخفض من درجة الحرارة التى يبدأ عندها المخلوط فى الانصهار (نسبته ٣٪ على الاقل) ولو زادت نسبته فانه يتحد مع الكالسيوم مكونا مركبات ليس لها صفة التصلب وإذا زادت كمية الجير كثيرا عما يجب فان الاسمنت يتلف إذ يكون عرضه للتشقق عند جفافه . أما اذا قلت كمية الجير كثيرا عما يجب فان الاسمنت تقل قوته . ولو زادت نسبة اكسيد الألومنيوم فان حريق الاسمنت يحتاج الى درجة حرارة مرتفعه . ويكون سريع التصلب ولو قلت نسبته يشك ببطىء جدا .

ولو زادت القلويات (أكسيد الصوديوم ـ أكسيد البوتاسيوم) فان الاسمنث يتظهر .

ولو زادت نسبة السلكا عن النسبة المطلوبة فان الاسمنت يتصلب ببطء وتضعف قوته ويتكون الكلنكر اساسا من .

١ ـ سلكات ثلاثى الكالسيوم	$3\ CaO.\ SiO_2$	٢٥ ـ ٥٠ ٪
٢ ـ سلكات ثنائى الكالسيوم	$2\ CaO\ SiO_2$	٢١ ـ ٤٥ ٪
٣ ـ الومينات ثلاثى الكالسيوم	$3\ CaO\ Al_2O_3$	٥ ـ ١١ ٪
٤ ـ فيريت والومنات رباعى الكالسيوم .	$4\ CaO\ Al_3O_3Fe_2O_3$	٩ ـ ١١ ٪

٥ ـ أكسيد كالسيوم غير متحد

٦ ـ أكسيد معنسيوم غيرمتحد

ويمكن تفسير التفاعلات التى تحدث داخل الفرن لتكوين الكلنكر .

١ ـ يتحد الحديد مع اكسيد الألومنيوم واكسيد الكالسيوم مكونا فيريت والمونات رباعى الكالسيوم ٤ كا ا لو$_{٢}$ ا$_{٣}$ ح$_{٢}$ ا$_{٣}$

Tetracalcium aluminium ferrite C_4AF

٢ ـ يتحد اكسيد الألومنيوم المتبقى بعد العملية السابقة مع أكسيد الكالسيوم مكونا الومينات ثلاثى الكالسيوم ٣ كا ا. لو$_{٢}$. ا$_{٣}$

Tricalcium aluminate C_3A

٣ ـ يتحد بعض من أكسيد الكالسيوم المتبقى من الخطوتين السابقتين مع اكسيد السلكون مكونا سلكات ثنائى الكالسيوم ٢ كا ا س ا$_{٢}$

Dicalcium silicate C_2S

٤ ـ يتحد أكسيد الكالسيوم المتبقى من الخطوات السابقة مع سلكات ثنائى الكالسيوم مكونا سلكات ثلاثى الكالسيوم ٣ كا ا . س ا$_{٢}$

Tricalcium silicate C_3S

٥ ـ لو تبقى اكسيد كالسيوم بعد الخطوات السابقة يبقى كما هو أكسيد كالسيوم حر .

٦ ـ يبقى اكسيد المغنسيوم كما هو بدون اتحاد .

ولو كانت درجة الحرارة منخفضة يكون الكلنكر ية شكل طباشيرى لأن التفاعل لم يكتمل وتكون قوة شكه ضعيفة : ولو كانت درجة الحرارة عالية جدا فان الكلنكر ينصهر ونجد من الصعوبة طحنه .

والمونات ثلاثى الكالسيوم هى المركب المسئولة عن شك الاسمنت سلكات ثلاثى الكالسيوم هى المسئولة عن القوة الابتدائية وسلكات ثلاثى الكالسيوم مع سلكات ثنائى الكالسيوم هما المسئولان عن القوة النهائية للاسمنت .

شك الأسمنت :

هنالك نظريتان لتفسير الكيفية التى تتم بها عملية الشك :

١ — تنفصل مكونات جديدة على شكل بلورات ناتجة من تفاعل الماء مع نواتج مكونات الاسمنت مثل تأثير الماء على سلكات ثلاثى الكالسيوم او تأثير الماء على المونات ثلاثى الكالسيوم وان قوة الاسمنت ترجع إلى تماسك البلورات المنفصلة

٢ — مواد غروية ناتجة من تأثير الماء على سلكات ثنائى الكالسيوم. هذه المواد الغروية تحيط بالبلورات المتكونة وتربطهم مع بعض . وترجع قوة الاسمنت الى تجمد المادة الغروية .

تأثير أضافة الجبس :

ان الجبس يتفاعل مع المونات ثلاثى الكالسيوم مكوناً كبريتو المونات الكالسيوم الذى يؤخر الشك وهو مركب ليس له قابلية الشك . لذلك هنالك خطورة على الاسمنت فى المبانى القريبة من مناطق الجبس حيث يحدث تفاعل مع المونات ثلاثى الكالسيوم فى الاسمنت فى حين نجد المكونات الاخرى للاسمنت مثل سلكات ثلاثى الكالسيوم وسلكات ثنائى الكالسيوم لا تتأثر بالجبس .

خواص الأسمنت :

١ — يتصلب هو مبلل .

٢ — لا يحتاج الى ثانى اكسيد الكربون عند الشك .

٣ - لا يذوب فى الماء .

مواصفات الأسمنت :

ان الذى يحدد صفات الاسمنت هو الوقود المستعمل ودرجة نعومة الخامات ودرجة حرارة الحريق ووقت الحريق وطحن الكلنكر الناتج .

وللاسمنت مواصفات طبيعية وميكانيكية مثل الوزن النوعى والنعومة وزمن الشك وقوة الشك .

التركيب الكيميائى : كا أ $Ca\ O$ = ٦٠ — ٦٥ ٪

س أ$_٢$ $Si\ O_2$ = ٢٠ — ٢٤ ٪

لو أ$_٣$ $Al_2\ O_3$ = ٤ — ١٠ ٪

ح$_٢$ أ$_٣$ $Fa_2\ O_3$ = ٢ — ٤ ٪

ما أ $Mg\ O$ = ١ — ٣ ٪

قلويات Alkalies = ٠٫٥ — ١ ٪

كب أ$_٣$ SO_3 = ١ — ٢ ٪

ونسبة المواد غير الذائبة فى الأحماض لا تزيد عن ١٫٥ ٪

المعاير المائى للاسمنت = hydraulic modulus

$$\frac{Ca\ O}{Si\ O_2 + Fe_2O_3 + aL_2O_3} = ١٫٨ — ٢٫٢$$

فلو زادت النسبة عن ذلك فان اكسيد الكالسيوم يبقى كما هو ويتحول إلى جير مطفأ ويتمدد وتنتج حرارة وهذا يضعف الأسمنت .

ولو قلت النسبة عن ذلك لاتتكون المونيات ثلاثى الكالسيوم وسلكات ثلاثى

الكالسيوم ويتكون بدلا منهم الومينات ثنائى الكالسيوم .

$$\text{معاير السلكا} = \text{Silica modulus} = \frac{Si\ O_2}{Fe_2O_3 + AL_2O_3} = ٢ — ٢٫٥$$

ويجب الا تزيد نسبة Fe_2O_3 عن ٤ ٪ لأنها لو زادت فان الحديد يتحد مع الكالسيوم ويكون Calcium ferrite الذى لا يتصلب .

$$\text{معاير الألومينا} — \text{Alumina ratio} = \frac{Al_2O_3}{Fe_2O_3} = ١ — ٥$$

أنواع الاسمنت :

وهناك انواع عديدة من الاسمنت تختلف من ناحية التركيب عن الاسمنت البورتلاندى ولكنها تشترك جميعاً فى خاصية التصلب او الشك التى يتميز بها الاسمنت بدون استعمال حرارة وكلها تستعمل في اغراض مختلفة وخاصة :

١ — الاسمنت البورتلاندى العادى : Ordinary Portland Cement

ويستعمل فى المنشآت الخرسانية (العادية والمسلحة وسابقة الإجهاد) من اعمدة وارضيات واسقف ويستعمل فى البلاط وإنشاء الطرق والمطارات وفى المواسير والبلوكات وهو اكثر الانواع انتشاراً او استعمالا .

٢ — الاسمنت البورتلاندى سريع التصـــلد ويسمى سوبر سكريت H gh early strength Portland cement وفيه نسبة سلكات ثلاثى الكالسيوم كبيرة فهو يختلف عن النوع الأول فى درجة نعومته الكبيرة. وتصل قوته بعد يوم واحد إلى ما ينبغى ان تكون عليه قوة الاسمنت البورتلاندى العادى بعد ثلاثة أيام ويستعمل بدل الاسمنت البورتلاندى العادى فى المنشآت الخرسانية التى يتطلب إنشاؤها الحصول على قوة تحمل مناسبة فى وقت مبكر او سرعة الإنجاز او سرعة

فك الدعائم لاعادة استعمالها . و يصنع من خامات تحتوى على نسبة كبيرة من أكسيد الكالسيوم عن الاسمنت البورتلاندى العادى.

٣ — الاسمنت الذى يحتوى على نسبة عاليـة من أكسيد الالومنيـوم high alumina cement و ينتج من حريق خلوط من الحجر الجيرى والبوكسيت أو خامة أكسيد الالومنيوم وفيه تصل نسبة الومنيا ـ الكالسيوم إلى ٣٥-٤١٪ وقوته تصل في ٢٤ ساعة ما تصله الاسمنت البورتلاندى العـادى فى ٢٨ يوم وهو مقاوم للكبريتات ولمياه البحر والاحماض وهو مصبوب بارتفاع فى درجة الحرارة ويحتوى على نسبة عالية من اكسيد الالومنيوم ٧٥٪ ولا يحتوى على اكسيد كالسيوم حر. ويستعمل هذا الاسمنت فى تبطين أفران الصهر والقبو والأرضيات الأفران وفي الخرسانة الحرارية والمقاومة للحرارة وفى تبطين أوعية التفاعلات الكيماوية والمداخن .

٤ - - الاسمنت البـورتلاندى الأبيض : White cement ويستعمـل فى صناعة البلاط وبياض واجهات المنازل وصناعة البلاط المزايكو والرخام والحجر الصناعى وفى بياض الوجهات للمنازل . وله جميع خصائص الاسمنت البورتلاندى العادى مع امتيازه باللون الأبيض وذلك لان له خامات خاصة مثـل الكاولين بدلا من الطينات والرمل الابيض والحجر الجيرى حيث لا تحتوى خاماته على أكسيد الحديديك أو يحتوى على نسبة منخفضة جداً عن ما هـو عليه فى الاسمنت البورتلاندى العادى وقد يستعمل بلونه الابيض أو يضاف اليه ألوان للحصول على كافة أنواع الاسمنت الملون.

٥ — الاسمنت البورتلاندى الحديدى «٣٥» Blast furnace slag cement ويصنع هذا النوع من خلط خام الاسمنت البورتلاندى العادى مع خبث الافران

العالية ثم إضافة الجبس بالنسبة المطلوبة ويطحن الجميع لدرجة نعومة كبيرة والخبث الناتج من الأفران اللافحة يحتوى على نسبة عالية من أكسيد الكالسيوم واكسيد السلكون واكسيد الألومنيوم مع اكسيد الحديد والمغنسيوم والكبريت ولذلك يمكن القول على انه طينات جيرية او احجار جيرية غير نقية .

والخبث المحتوى على نسبة اكسيد السلكون اكثر من اكسيد الكالسيوم يسمى الخبث الحامض . اما اذا زادت نسبة اكسيد الكالسيوم على اكسيد السلكون يسمى الخبث القاعدى. وهو المفضل فى صناعة الأسمنت . ويتحدد نوع الاسمنت الحديدى بنسبة احتوائه على الخبث . فالأسمنت الحديدى ٣٥ يحتوى على ٣٥٪ من مكونات الخلطة من الخبث ، ٦٥٪ كلنكر ، ٥٪ جبس. وهذا الاسمنت يقاوم عمليات رضخ المياه فى المبانى القريبة من سطح البحر وخاصة ما كان منها تحت سطح البحر كالبحث عن البترول ومد المواسير التى تنقل البترول عبر المياه وهو أيضاً يقاوم مياه البحر . ونظراً لانخفاض درجة تميئه فأنه يقلل من احتمالات التشقق في الخرسانة. والأسمنت الحديدى ضعيف فى المقاومة ضد عوامل البرى ولذلك لايصلح للاستعمال للأرضيات التى عليها قوى برى كبيرة .

٦ — الاسمنت البورتلاندى المقاوم لمياه البحر : Sea water cement
ويسمى سيواترا أو المقاوم للكبريتات (الملوحة) ويصنع بخلط الحجر الجيرى بالرمال مع إضافة بريت الحديد ثم طحنها حتى ينتج الكلنكر ويطحن هذا الأخير مع إضافة الجبس بالنسبة المطلوبة وهو صالح بصفة خاصة فى مقاومة مياه البحر . ويستعمل في المنشآت الخرسانية المعرضة لمياه البحر والأرصفة والموانى وحواجز الأمواج والمنائر والأحواض الجافة.

٧ — الاسمنت البورتلاندى للخزانات ويسمى اللوهيت — Lowheat

portland Cement يمتاز هذا الاسمنت بعدم توليد حرارة مرتفعة أثناء عملية الشك وله أهمية كبيرة فى جميع المنشآت التى يقتضى فيها الأمر إلى صب كتل ضخمة من الخرسانة مثل الخزانات والسدود حيث لاترتفع درجة الحرارة وبالتالى لايحدث شروخ أو تشققات فى الكتل الخرسانية أثناء صبها — وفيه نسبة المونات ثلاثى الكالسيوم وسلكات ثلاثى الكالسيوم قليلة.

٨— أسمنت بورتلاندى مخلوط كرنك ka·nak Cement ويصنع بطحن ٧٠٪ كلنكر الاسمنت البورتلاندى العادى ، ٢٥٪ رمل ، ٥٪ جبس لدرجة نعومة فائقة وله نفس مواصفات الاسمنت الحديدى وعمل في جمهورية مصر العربية لعوامل اقتصادية وذلك لزياده الطاقة الانتاجية للاسمنت بدون زيادة فى عدد الأفران مع استعمال بعض الطواحين المعطلة في المصانع وكذلك لتقليل الثمن فى المبانى والمنشآت .

٩ — أسمنت بوزولانا Puzzolara وهو عبارة عن مادة طبيعية أو خبث بركانى موجود في إيطاليا — هذه المادة عند إضافة الجير المطفأ اليها تكون قادرة على الشك أو التصلب عند اضافة الماء اليها وذلك دون استعمال الحرارة وهو صالح للاستعمال ويعطى نتائج حسنة فى الموانى والمبانى التى تقترب منها المياه وتصلبه يزداد بمرور الزمن.

١٠ — الأسمنت الطبيعى Natural cement هناك أنواع طبيعية من الأحجار الجيرية الطينية التى عند حرقها فى درجة حرارة مناسبة دون أية معاملة ابتدائية (مثل الخلط والطحن) تعطى أسمنت بعد طحن ناتج الحريق وكان معروفا عند الرومان واستعملوه في بناء مبانيهم ولذلك يسمى أحياناً الاسمنت الرومانى ويستعمل في المنشآت التى تحت الماء والتى تحتاج الى سرعة تصلب.

١١ – أنواع خاصة من الاسمنت وكلها لهـا صفات خاصـة ومكونات وتركيبات واستعمالات خاصة مثل أسمنت سوريل وأسمنت كين وأسمنت الفوسفا - وأسمنت السلكات واسمنت المقاوم للصدأ أو التآكل .

مسألة على الاسمنت

إذا اعطيت التركيب الكيماوى بالوزن لعينة من الأسمنت كالآتى :

	CaO	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	SO_3	فاقد بالاحتراق
%	64.74	23.44	4.74	3-11	0.79	2.37	0.81

فأحسب النسبة المئوية بالوزن للمركبات المكونة لهذا الاسمنت .

الحل

الطريقة :

١ – نضع كل SO_3 على هيئة جبس $CaSO_4 . 2H_2O$

٢ – « « Fe_2O_3 « « C_4AF

٣ – « باقى اكسيد الألومنيوم Al_2O_3 على هيئة C_3A

٤ – نقسم باقى اكسيد الكالسيوم والسيليكا على المركبات C_3S, C_2S حسب المعادلات

٥ – نفرض اكسيد الماغنسيوم يظل حراً

لو اعتبرنا ١٠٠ وحدة وزن من العينة :

١ ـ الجبس :

$$CaSO_4 . 2H_2O = CaO + SO_3 + 2H_2O$$

الوزن الجزيئى	172	56	80	
	?	?	2.37	

النسبة المئويه للجبس الناتج $= \frac{١٣٦ \times ٢٫٣٧}{٨٠} = ٤ \%$

وزن اكسيد الكالسيوم المتحد $= \frac{٥٦ \times ٢٫٣٧}{٨٠} = ١٫٦٦ \%$

باقى اكسيد الكالسيوم $= ٦٤٫٧٤ - ١٫٦٦ = ٦٣٫٠٨$

٢ ـ C_4AF :

$$4\ CaO . Al_2O_3 . Fe_2O_3 = 4\ CaO + Al_2O_3 + Fe_2O_3$$

485	224	102	153
?	?	?	3.11

النسبة المئويه لـ C_4AF المتكون $= \frac{٤٨٥ \times ٣٫١١}{١٥٩} = ٩٫٥٠$

وزن اكسيد الكالسيوم المتحد $= \frac{٢٢٤ \times ٣٫١١}{١٥٩} = ٤٫٣٥$

وزن اكسيد الألومنيوم المتحد $= \frac{١٠٢ \times ٣٫١١}{١٥٩} = ١٫٩٩$

باقى اكسيد الألومنيوم $= ٤٫٧٤ - ١٫٩٩ = ٢٫٧٥$

باقى اكسيد الكالسيوم $= ٦٣٫٠٨ - ٤٫٣٥ = ٥٨٫٧٣$

٣ — C_3A :

$$3\,CaO.Al_2O_3 = 3\,CaO + Al_2O_3$$

270	168	102
?	?	2-75

نسبة C_3A المتكون $= \frac{٢٧٠ \times ٢٫٧٥}{١٠٢} = ٧٫٠٢$

وزن اكسيدالكالسيوم المتحد $= \frac{١٦٨ \times ٢٫٧٥}{١٠٢} = ٤٫٥٤$

باقى اكسيد الكالسيوم $= ٥٨٫٧٣ - ٤٫٥٤ = ٥٤٫١٩$

٤ — C_2S & C_3S :

نفرض ان س = نسبة اكسيد الكالسيوم المتبقى

" ص = نسبة اكسيد السليكون المتبقى

يمكن حساب نسبة كلا من C_3S ، C_2S من المعادلات :

C_3S ٪ $= ٤٫٠٧$ س $- ٧٫٦٠$ ص

C_2S ٪ $= ٨٫٦٠$ ص $- ٣٫٠٧$ س ،

∴ النسبة المئوية لـ C_3S $= (٤٫٠٧ \times ٥٤٫١٩) - (٧٫٦٠ \times ٢٣٫٤٤)$

$= ٢٢٠٫٥٥ - ١٧٨٫١٤$

$= ٤٢٫٤١$ ٪

٧ النسبة المئوية لـ C_2S = (٨ر٦ × ٢٣ر٤٤) — (٣ر٠٧ × ٥٤ر١٩)

= ٢٠١ر٥٨ - - ١٦٦ر٣٦

= ٣٥ر١٤ ٪

∴ التركيب الوزنى للمركبات فى هذا الأسمنت هى :

		٪
جبس	$CaSO_4 . 2H_2O$	٤ر٠٠
	C_4AF	٩ر٥٠
	C_3A	٧ر٠٢
	C_3S	٤٢ر٤١
	C_2S	٣٥ر١٤
		٩٨ر٠٧
الباقى : مواد اخرى مثـــل القلويات وثانى اكسيد الكربون وغيرها		١ر٩٣
		١٠٠ر٠

الزجاج - Glass

إن الزجاج له مجموعة خواص كثيرة لا يمكن أن تتوفر فى مادة واحدة غيره منها مقاومة الاحتكاك والكيماويات وعوامل التعرية فنجد أن الزجاج للنوافذ يبقى كما هو بالرغم من تعرضه للامطار والصقيع والتراب والهواء المبلل ويتحمل الزجاج درجات الحرارة العالية نوعا ما .

وقابلية الزجاج لمرور وامتصاص وانكسار الضوء جعلت له فوائد فى زجاج النظارات والميكروسكوبات والتلسكوب والكاميرات والاسيكتروفوتومتر وغيرها من الاجهزة العلمية الحديثة .

وللزجاج اهمية كبيرة فى فرع الهندسة الكهربية وبدون الزجاج لا يمكن ان تقوم قائمة للسينما والراديو والتليفزيون وكذلك اللمبات الكهربائية . ولما للزجاج من خاصية الشفافية التى لها اهمية كبيرة فى استعماله للنوافذ وبالرغم من ان هناك بعض المواد الاخرى غير الزجاج لها خاصية الشفافية ولكنها غير صالحة لانها اما لا تعمر كثيراً او لا تتحمل او مرتفعة الثمن اوغير سهلة الصنع .

والزجاج مادة سريعة الكسر فى حين ان المعادن مطاوعة وهذه الخاصية حدت من استعمال الزجاج كمادة من مواد البناء الا ان هناك بعض انواع من الزجاج تستعمل فى العراب ليس فقط فى النوافذ ولكن كجزء من اجزاء المبانى نفسها مثل الطوب او بلوكات الزجاج . فى هذه الحالة نلاحظ تجنب اى حمل كبير على الزجاج لذلك نجد أن الأجزاء الرئيسية من المبانى تصنع من الصلب فى هذه الحالة .

وسوف يصبح الزجاج مادة أساسيـة في تركيبات المبانى إذ أن الصفات الثـلاث و هى الصلابة والشفافية ومقاومة الكيماويات جعلت له قيمة كمادة من مواد البناء .

ونظراً لأن خامات الزجاج رخيصة ومتوفرة فقد ساعد ذلك على انتشار الزجاج علاوة على تعدد منتجاته من الزجاج العادى إلى الزجاج الذى يستعمل فى الطاقة الذرية .

المواد الخام المستعملة فى صناعة الزجاج :

١ - الرمل : س ا م (ثانى اكسيد السلكون) SiO_2 وأحسنها هو الرمـل الأبيض لان الانواع الاخرى مثل الاصفر أو الاحمر تكون مختلطة ببعض شوائب مثل أكسيد الحديد الذى يعطى لونا للزجاج وتكون نسبة ثانى أكسيد السلسكون فيه أكثر من ٩٩ ٪ ويجب ألا يحتوى عـلى اكثر من ٠٫٠٥ ٪ من اكسيد الحديد . ويجب ان تكون حبيبات الرمل متقاربة فى الحجم ، دقيقة وذلك لسهولة عمليات الصهر وفى بعض الاحيان يلزم تنقية الرمل وذلك بغسله بالماء او بالطرق الكيماوية لازالة الاتربة والشوائب .

ويستعمـل ايضا كسر الزجاج وذلك بنسبة مختلفة وفائدته يساعـد على صهر خلطه الزجاج ويساعد على اعطاء التجانس للمصهور الزجاجى وعادة كسر الزجاج يكون تركيبه مثل تركيب الزجاج المراد صنعه .

٢ - كربونات الصوديوم : ص ٢ ك ا م وهو اهم مصدر لاكسيد الصـوديوم والمصدر الثانى لاكسيد الصوديوم هو كبريتات الصوديوم الفرق بين كربونات

الصوديوم و كبريتـات الصوديوم فى ان الأولى تتحلل بسرعة فى الفرن اما الثانية فتحتاج إلى كربون ليختزل الـكبريتات إلى كبريتيت الصوديوم قبـل اتحادها بثانى اكسيد السلكون .

$$2\ Na_2\ SO_4 + C = 2\ Na_2\ SO_3 + CO_2$$

ولتركيبة معينة فاننا نستعمل كبريتات صوديوم اكثر من كربونات الصوديوم لأن الأولى تعطينا ٤٣ ٪ ص٢ اما الثانيه فتعطينـا ٥٨٪ ص٢ وعند استعمال كبريتات الصوديوم فان درجة حرارة الفرن تكون اعلى وذلك لتحلل كبريتات الصوديوم ولذلك نستهلك وقود اكـثروهذه خلطة زجاج النوافذ : رمل نقى ٥٩ر٥٪ـ حجر جيرى ٢٢ر٠٪ـ كربونات صوديوم ١٥ر٠٪ـ كبريتات صوديوم ٣ر٥٪ . ويمكن استعمال كربونات البوتاسيوم وتستخدم كربونات الصوديوم فى انتاج الزجاج العادى اما كربونات البوتاسيوم فتستخدم فى انتاج العدسات وآلات الابصار .

٣ ـ كربونات الكالسيوم : كالكام او الحجر الجيرى . وهو مصدر اكسيد الكالسيوم وفى بعض الاحيان يستعمل الدولوميت وهو مخلوط من كربونات الكالسيوم والمغنسيوم ويستعمل الحجر الجيرى فى انتاج الزجاج العادى . اما الدلوميت فيستعمل فى انتاج الزجاج المسطح وذلك لما المغنسيوم الموجود فى الدلوميت من خواص تكسب الزجاج صلابة ومقاومة للحرارة وفائدة الحجر الجيرى او الدولوميت هو منع تأثير الزجاج بالماء .

٤ ـ مواد أخرى :

لاكساب الزجاج بعض الخواص المعينـة تضاف بعض مواد اخرى مثل الالومينا والفلسبار لتعمل على الاقلال من إحتمال تشقق الزجاج وتبلوره بعـد

خروجه من أفران الصهر وأثناء التشكيل. والبوراكس : $Na_2B_4O_7 . 10H_2O$ ويستخدم فى إنتاج الا جزة العملية للتقليل من معامل التمدد الحرارى للزجاج. والرصاص الذى يعطى للزجاج بعض الخواص مثل زيادة معامل الانكسار الضوئى. وتستخدم كبريتات الصوديوم لأنها تساعد على سهولة تشكيل الزجاج وإزالة الفقاقيع وخاصة فى عملية التشكيل بالنفخ .

مـواد ملونـة : هذا ويحتاج الزجاج لتلوينه إلى بعض المواد الكيماوية مثل اكسيد الكروم واكسيد النحاس واكسيد الحديد لإكسابه اللون الأخضر وأكسيد الكوبالت للون الأزرق وثانى اكسيد المنجنيز للون البنفسجى والسيلينيوم والذهب للون الأحمر. واكسيد الزنك وفوسفات الكالسيوم وفلوريد الكالسيوم واكسيد القصدير للون الابيض . ويتأثر اللون بحالة الحريق وطبيعة وتركيب الشحنة فمثلا اكسيد الحديديك أو الحديد فى الحالة الثلاثيـة يعطى لونا إصفر أو أحمر فى الجو المؤكسد في حين أن الحديد في الحالة الثنائيـة يعطى اللون الاخضر في الجو المختزل .

مواد كيماوية مساعدة : مثـل نترات الصوديوم والبوتاسيوم كـعوامل مؤكسدة والطوربار وكلوريد الكالسيوم كعوامل صاهرة واكسيد الزرنيخ والانتيمون لإزالة الفقاقيع. هذا خلاف المواد اللازمة لعمليات الحفر والزخرفة ومواد اللف والحزم .

مراحل الانتاج فى صناعة الزجاج :

١ – طحن بعض المواد الاولية مثل الحجر الجيرى . في حالة الاعتماد على الخامات الاولية .

٢ — غسل بعض المواد الاولية غربلتها مثل الرمل فى حالة الاعتماد على الخامات الا لية .

٣ — خلط المواد الاولية بنسبة معينة .

٤ — صهر المواد الأ لية فى افران درجة حرارتها حوالى ١٤٠٠ م .

٥ — التشكيل ويتم بعدة طرق هى :

ا) بالضغط وذلك بوضع العجينة فى مكابس وقوالب.

ب) النفخ وذلك عن طريق النفخ فى العجينة المصهورة .

ج) النفخ والضغط .

د) تشكيل الألواح بواسطة درافيل تتحكم فى سمك الألواح .

ه) الغزل البرم .

و) عملية الصب .

٦ — عملية تبريد بطيئة فى افران خاصة . فيها تتدرج درجة الحرارة فى الإنخفاض

٧ — التجهيز النهائى مثل الصنفرة التجليخ ، الطبع ، النقش والزخرفة .

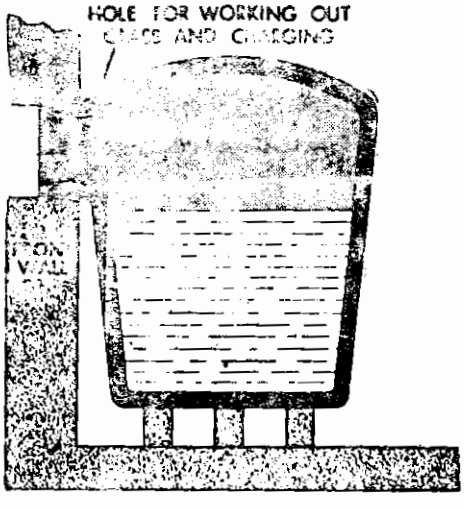
افران صهر الزجاج :

هناك نوعين من الأفران

١ - فرن البودقة (شكل ٢) وهى من النوع غير المستمر وتوجد حوالى من ٤—١٨ فى العدد على قاعدة مكونة من بلوكات من طوب حرارى وهى عبارة عن إناء كبير مجوف مصنوع من مادة حرارية سعة ½ - ٢ طن يستعمل فى الإنتاج القليل للزجاج الخاص مثل زجاج البصريات ويجب ان تسخن البودقة

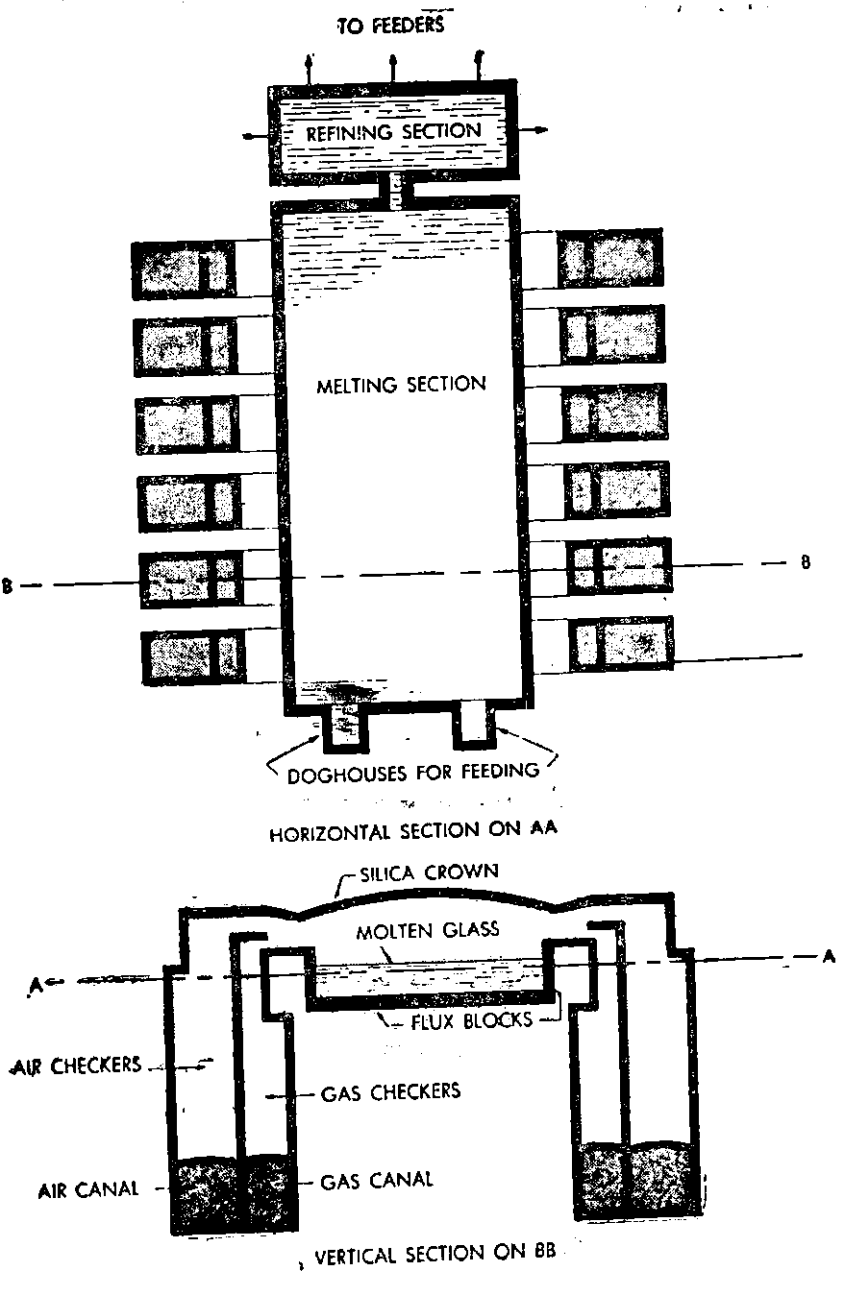
فارغة قبل إدخال الشحنة لدرجة حرارة التشغيل . ثم تسخن مرة اخرى بعد وضع الشحنة . البودقة نوعان احداهما ذات غطاء الثانية مفتوحة .

٢ — فرن الحوض (شكل ٣) ، هو من النوع المستمر حوالي ٩٠ طن يومياً وهو عبارة عن حوض طويل ارضيته مصنوعة من بلوكات الطوب الحرارى ومن اعلى عبارة من سقف مصنوع من طوب السلكا والشحنة تدخل من جهة والمصهور يمر من تحت قنطرة إلى الجهة الأخرى المقابلة للاولى وفائدة القنطرة وفتحاتها هو منع مرور المواد غير المصهورة من منطقة الصهر إلى منطقة التشغيل ولكن تسمح بمرور السائل الزجاجى الصافى وابواب دخول الغاز والهواء وفتحات خروج الغازات الناتجة من الاحتراق تكون على جانبي الفرن .



Cross section of a glass pot.

(شكل ٢)



Tank for melting container glass.

(شکل ۳)

والشحنة لاتدخل مباشرة فى الحوض لأن ذلك يسمح بدخول الهواء البارد لكى يدخل فى الحوض عند كل شحنة وعلى ذلك يكون من الصعب التحكم فى درجة الحرارة وضبطها داخل الفرن ولمنع هذا فان الشحنة تدخل فى حجرة مستقلة خارجة عن الفرن وفيها تسخن الشحنة إلى درجة معقولة بواسطة الحرارة الناتجة من الاشعاع.

وأثناء عملية الصهر تحدث تفاعلات كيماوية مع تصاعد غازات كثيرة التى يجب إزالتها.

ويمكن تلخيص فوائد ومضار فرن البودقة والحوض فيما يلى:-

فرن الحوض يعمل باستمرار ولا توجد فترة تبريد للزجاج المصهور وهو اقتصادى بالنسبة لاستهلاك الوقود وهو يعطى ناتج أكبر من فرن البودقة. وفرن البودقة صعب الاستعمال التكلفة وخصوصاً عند استعمال البودقة وكسرها أحياناً وهذا يحتاج إلى مال ووقت أكبر ولكن فرن البودقة لاينازعه فرن عند استعماله فى كميات صغيرة فى بعض أنواع الزجاج الخاص.

عملية التخمير أو التبريد البطىء وتتم فى أفران خاصة لكى تطرد كل نقط الضعف التى توجد فى الزجاج أثناء عملية التشكيل والافران المستعملة منها المستمر وغير المستمر والاخيرة تستعمل للمنتجات الثقيلة من الزجاج وهى رخيصة الثمن وسهلة التشغيل عن الأولى وعملية التبريد البطىء سببها ما يلى:-

الزجاج معروف بأنه وصل ردىء للحرارة وعندما يبرد الزجاج بسرعة بعد تشكيله فان الجزء الخارجى او القشرة الخارجية تتصلب وتنكمش فى حين ان الجزء الاوسط والداخل لايزال ساخناً ولم ينكمش - هذا الفرق فى الحالتين بين الوسط والخارج يكون نقط ضعف فى الزجاج الذى يسبب تشقق وكسر

الزجاج عند أى تغيير فى درجة الحرارة مرة أخرى او تعرضه لأى خبطة وعلى العكس من ذلك فلو سمح للزجاج لكى يبرد ببطىء حتى يسمح للجزء الداخلى أو الأوسط بأن يأخذ الوقت الكافي للتحول إلى درجة الحرارة العادية فلا يوجد هناك نقط ضنف في الزجاج وتصبح قوية صحيحة .

والزجاج هو ناتج صهر الرمل (ثانى اكسيد السليكون) وكربونات الصوديوم والحجر الجيرى (كربونات الكالسيوم) فى أفران خاصة لدرجة حرارة عالية حوالى ١٤٠٠ م ، ثم يشكل إما بالنفخ إذا أريد صنع الأوانى او بالشد إذا اريد صنع الزجاج المسطح ثم يترك ليبرد ببطىء فى افران خاصة حتى تنخفض درجة الحرارة تدريجيا .

والزجاج يحتوى على سلكات الصوديوم والكالسيوم وتركيبه على وجه التقريب $Na_2O.\ 3CaO.\ 6S.O_2$ فعند صهر ثانى اكسيد السلسكون $Si\ O_2$ مع كربونات الصوديوم يتكون كتلة زجاجية من سلكات الصوديوم $Na_2\ SiO_3$ عند تبريدها ولكن هذه الكتلة قابلة للذوبان في الماء .

$$SiO_2 + Na_2CO_3 \longrightarrow Na_2\ Si\ O_3 + CO_2$$

وكذلك يتحد ثانى اكسيد السليكون مع كربونات الكالسيوم مكونا سلكات الكالسيوم .

$$Si\ O_2 + Ca\ CO_3 \longrightarrow Ca\ SiO_3 + CO_2$$

وسلكات الكالسيوم المتكونة ولو أنها زجاجية إلا انها لاتذوب فى الماء ولكن تذوب فى الاحماض .

أما الزجاج المصنوع من صهر ثانى اكسيد السلكون (خالية من الحديد) وكربونات الكالسيوم وكربونات الصوديوم سويافهو شفاف وغيرقابل للذوبان لافى الماء ولا في الاحماض فهومركب من خليط من سلكات متنوعة مع بعض زيادة في ثانى اكسيد السلكون .

خواص الزجاج :

وكلمة زجاج تطلق عامةعلى مادة صلبة غيرمتبلورة وهو ليس مركب كيماوى وعادة تكون شفافة ولكن يمكن ان تكون معتمة .

الزجاج الحقيقي يمكن تعريفه أنه مصهور مخلوط من سلكات القلويات مثل الصوديوم مع أحد العناصر الثنائية التكافؤ مثل الكالسيوم مع زيادة في ثانى أكسيد السليكون .

الصلابة مع المرونة ، وليس للزجاج درجة انصهار محدودة ولكنه حين يسخن يلين تدريجيا حتى يتحول إلي سائل ، والزجاج يتجمد تدريجيا دون أن يتبلور ولاتزداد لزوجة الزجاج فى اثناء التبريد زيادة مفاجئة ومن ثم يمر فى مرحلة لدونة يتسنى فيها تشكيلة أما بطريق الكبس أو النفخ أو غـــيرها . والزجاج له خواص ميكانيكية وخواص حـرارية وخواص كهربائية وخواص بصرية خاصة .

ويقسم الزجاج عامة إلى نوعين :

ا ـ زجاج يحتوى على الجير .

ب ـ زجاج يحتوى على الرصاص .

ويمكن تقسيم الزجاج حسب نوع القلويات المستعمل إلى :

١ — زجاج الصودا والجير (النوافذ والمرايات) .

٢ — زجاج البوتاس والجير (زجاج البوهيمى) .

٣ — زجاج البوتاس والرصاص (الكرستال) .

ويمكن تقسيم الزجاج أيضا حسب طريقة الصناعة إلى مضغوط ومصبوب والمجوف :

ويقسم الزجاج بالنسبة للاستعمال بعد الصناعة إلى :

١ — زجاج البصريات .

٢ — زجاج الأجهزة الكيماوية .

٣ — زجاج الأجهزة الطبية والعلمية .

٤ — زجاج للاستعمال فى البناء مثل الزجاج المسطح والمنقوش .

٥ — زجاج للاستخدام المنزلى .

٦ — زجاج للاضاءة .

٧ — زجاج للاستعمال للسوائل .

مسائل على الزجاج

حساب النسبة المئوية للاكاسيد المكونة لمعرفة تركيب الزجاج :

مثال: إحسب النسبة المئوية للاكاسيد المكونة للزجاج الذى له التركيب الآتى :

$Na_2O \cdot CaO \cdot SiO_2$

الحل :

١ — نحول تركيبة الزجاج من نسب بالجزئيات إلى نسب بالوزن وذلك بالضرب فى الوزن الجزيئى لكل أكسيد .

الأكسيد	عدد الجزيئات		الوزن الجزيئى		النسبة بالوزن
Na_2O	١	×	٦٢	=	٦٢
CaO	١	×	٥٦	=	٥٦
SiO_2	١	×	٦٠	=	٦٠
المجموع				=	١٧٨

∴ النسبة المئوية لأكسيد الصوديوم = $\frac{٦٢}{١٧٨} \times ١٠٠$ = ٣٤٫٨ ٪

» » » الكالسيوم = $\frac{٥٦}{١٧٨} \times ١٠٠$ = ٣١٫٤ ٪

» » » السيليكون = $\frac{٦٠}{١٧٨} \times ١٠٠$ = ٣٣٫٨ ٪

حساب تركيب الزجاج بمعلومية النسب المئوية للاكاسيد المكونة له :

مثال :

إحسب تركيب الزجاج إذا كان التحليل الكيميائى له بالوزن كما يلى :

SiO_2 75 % , Na_2O 17.4 % , CaO 7.6 %

أ — يحول التركيب المعطى من نسب بالأوزان إلى مايكافئها بالجرامات الجزيئية وذلك بالقسمة على الوزن الجزيئى لكل أكسيد

الأكسيد	النسبة المئوية	الوزن الجزيئى	نسبة الجرامات الجزئية
SiO_2	٧٥	÷ ٦٠	= ١٫٢٥
Na_2O	١٧٫٤	÷ ٦٢	= ٠٫٢٨
CaO	٧٫٦	÷ ٥٦	= ٠٫١٤

ب — نجعل عددجرامات جزيئية لأكسيدالصوديوم تساوى واحد الصحيح وذلك بالقسمة على عدد جرامات الجزيئية لأكسيد الصوديوم

∴ اكسيد السيليكون = $\frac{١٫٢٥}{٠٫٢٨}$ = ٤٫٤٦

اكسيد الصوديوم = $\frac{٠٫٢٨}{٠٫٢٨}$ = ١٫٠٠

اكسيد الكالسيوم = $\frac{٠٫١٤}{٠٫٢٨}$ = ٠٫٥٠

∴ تركيب الزجاج هو :

$$Na_2O.\ 0.50\ CaO.\ 4.46\ SiO_2$$

حساب النسبة المئوية للاكاسيد المكونة للزجاج بمعلومية نسب المواد الخام الداخلة فى صناعته :

مثال : شحنة من الزجاج مكونة من ١٠٠ جزء من الرمل ، ٤٠ جزء من كربونات الصوديوم ، ١٨ جزء من الحجر الجيرى بالوزن إحسب النسبةالمئوية للأكاسيد المكونة لهذا الزجاج بعد عملية الصهر .

الحل :

أ — نحسب نسبة كل اكسيد في المادة الخام المقابلة له

الرمل : SiO_2 ١٠٠ ٪

كربونات الصوديوم . Na_2CO_3 ≡ Na_2O الأوزان الجزيئية

106 6_2

النسبة المئوية لأكسيد الصوديوم في كربونات الصوديوم = $\frac{٦٢}{١٠٦}$ × ١٠٠

= ٥٨٫٥ ٪

الحجر الجيرى : $CaCO_3 \equiv CaO$

$100 \quad 56$

النسبة المئويه لأكسيد الكالسيوم فى الحجر الجيرى $= \frac{٥٦}{١٠٠} \times ١٠٠ = ٥٦\%$

ب — نحسب تركيب الزجاج بعد عملية الصهر على هيئة أكاسيد بضرب النسبة المئوية وكل أكسيد فى وزن الخام المقابلة له :

	الوزن	نسبة الاكسيد	وزن الاكسيد	
الرمل :	١٠٠	$\times \frac{١٠٠}{١٠٠}$	$= ١٠٠$ جزء	SiO_2
كربونات الصوديوم :	٤٠	$\times \frac{٥٨٫٥}{١٠٠}$	$= ٢٣٫٤$ جزء	Na_2O
الحجر الجيرى :	١٨	$\times \frac{٥٦}{١٠٠}$	$= ١٠٫١$ جزء	CaO
		المجموع	١٣٣٫٥	

جـ — نحسب النسبة المئوية لكل اكسيد بقسمة وزن كل مكون على مجموع الاوزان

∴ نسبة اكسيد السيلكون $= \frac{١٠٠}{١٣٣٫٥} \times ١٠٠ = ٧٤٫٩\%$

نسبة اكسيد الصوديوم $= \frac{٢٣٫٤}{١٣٣٫٥} \times ٠٠ = ٧٫٥\%$

نسبة اكسيد الكالسيوم $= \frac{١٠٫١}{١٣٣٫٥} \times ١٠٠ = ٧٫٦\%$

مثال ٢ : شحنه من الزجاج تركيبها كالآتى بالوزن :

١٠٠٠ جزء من الرمل ، ٣٧٠ جزء من كربونات الصوديوم ، ٤ أجزاء كبريتات الصوديوم ، ١٠٠ جزء من الدولوميت المحروق . إحسب النسبة المئوية لكل اكسيد فى الزجاج الناتج بعد عملية الصهر .

الحل : أ — نسبة اكسيد السيلكون SiO_2 فى الرمل $= ١٠٠\%$

نسبة اكسيد الصوديوم Na_2O فى كربونات الصوديوم $= ٥٨٫٥\%$

كبريتات الصوديوم $Na_2SO_4 \equiv Na_2O$

$142 \quad 62$

النسبة المئوية لأكسيد الصوديوم فى كبريتات الصوديوم $= \frac{62}{142} \times 100$

$= 43{,}7\ ٪$

الدولوميت المحروق $CaO\ MgO \equiv CaO + MgO$

$96 \quad 56 \quad 40$

النسبة المئوية لأكسيد الكالسيوم فى الدولوميت المحروق $= \frac{56}{96} \times 100$

$= 58{,}2\ ٪$

» » » الماغنسيوم » » » $= \frac{40}{96} \times 100$

$= 41{,}8\ ٪$

ب — نحسب تركيب الزجاج بعد عملية الصهر :

الرمل : $1000 \times \frac{1}{1} = 1000$ جزء من SiO_2

كبريتات الصوديوم : $370 \times \frac{58{,}5}{124} = 216{,}4$ » Na_2O

كبريتات الصوديوم : $4 \times \frac{43{,}7}{124} = 1{,}7$ » Na_2O

الدولوميت المحروق : $100 \times \frac{58{,}2}{124} = 58{,}2$ » CaO

$1004 - 58{,}2 = 41{,}8$ » MgO

المجموع $1318{,}1$

حـ ـ نحسب النسب المئوية للأكاسيد .

نسبة اكسيد السيليكون $= \frac{1000}{1318{,}1} \times 100 = 75{,}8\ ٪$

» اكسيد الصوديوم $= \frac{216{,}4 + 1{,}7}{1318{,}1} \times 100 = 6{,}7\ ٪$

» اكسيد الكالسيوم $= \frac{58{,}2}{1318{,}1} \times 100 = 4{,}4\ ٪$

» اكسيد الماغنسيوم $= \frac{41{,}8}{1318{,}1} \times 100 = 3{,}1\ ٪$

المنتجات الطينية Clay Products

يشمل هذا الباب المنتجات الطينية الثقيلة Heavy clay ware أو Structural clay products. لكى نميزها عن المنتجات الفخارية Earthen ware والمنتجات الخزفية Procelain . وتتكون المنتجات الطينية الثقيلة أساسا من ١٠٠ ٪ من الطين مضافا اليها قليل جدا من الخامات الأخرى وتحرق بعد ذلك وتستعمل على الاخص فى الاعمال الثقيلة وفى الاغراض الصناعية العامة . ونظرا لانتشار خاماتها وكثرتها فى الطبيعيه فان اثمانها منخفضة ومصانعها كثيرة ومركزة فى مناطق هذه الخامات، ومن أمثلة المنتجات الطينيه الثقيلة مايلى :

١ ـ الطوب المحروق : بأنواعه المختلفة من الطوب الاحمر العادى المصنوع يدويا Common brick وقطع السلك Wire cut brick وطوب الواجهه (Face bick) وطوب الرصف Paving brick والطوب المثقوب Hollow brick وطوب الاسطح Roofing brick طوب الهندسى العادى Engineering brick وطوب مطلى بالطلاء الزجاجى Glazed bricks .

٢ ـ القراميد : (Tiels) قراميد الأسطح ـ بلاط الارضيـة ـ بلاط الصرف بلاط الأفران ـ بلاط الواجهة ـ بلاط مفرغ للمبانى .

٣ ـ المواسير Pipes مثل مواسير الصرف ومواسير المجارى .

٤ ـ القوالب Bolcks (قوالب مفرغة ـ قوالب صماء) .

هذا بخلاف الطوب الأسفلتى والطوب الأسمنتى والطوب الزجاجى والطوب الحرارى والطوب الرملى الجيرى والطوب من اللدائن والطوب من الجبس فلا تدخل ضمن هذه المجموعة من المنتجات الطينية .

الطوب الأحمر العادى

Common red brick

الطوب مادة تستعمل فى جميع الإنشاءات لرخصها وحيث لاأهمية إلى اللون الجميل أو المتجانس أو الشكل أو المقاومة ضد التاكل بفعل العوامل الجويه إذا تركت ظاهرة بدون بياض ولاتستعمل للواجهات وتستعمل في تشييد القواطيع

المواد الخام المستعملة فى الصناعة :

الخامات وتحضيرها : تستعمل فيها الأنواع غير الجيدة من الطينات مثـــل طمى النيـل وتربة الاراضى الزراعيـــة . والطينات كلها عبارة عن سلكات الالومنيوم المائية التى تحتوى على شوائب مختلفة مثل أكسيد الحـديد واكسيد الكالسيوم والمغنسيوم والقلويات وبعض المواد العضوية . وكل مايتطلبه فى هذه الخامات هو وجود اللدونة الصالحة لعمليات التشكيل التى تتيح تشكيل الجسم بسهولة سواء أكان هـذا التشكيل يدويا أو بالماكينات . وينتج منتجـات خاليـة

من التشققات والانعواج ولوزادت اللدونة عن المطلوب يمكن خلطها بالرمل أو طينات سيليسية (طين وملى) فأنواع الطينات التى تتميز بلدونة عالية سهلة التشكيل ولكنها لاتسمح للماء بالانسياب فى الجسم المشكل بسهولة . ومن ثم فان هذا الجسم لايلبث أن يصيبه الاعوجاج والتشقق ولذا وجب أن يتخلل الطينات قدر ما من المسام وذلك باضافة الرمل.

طريقة الصناعة :

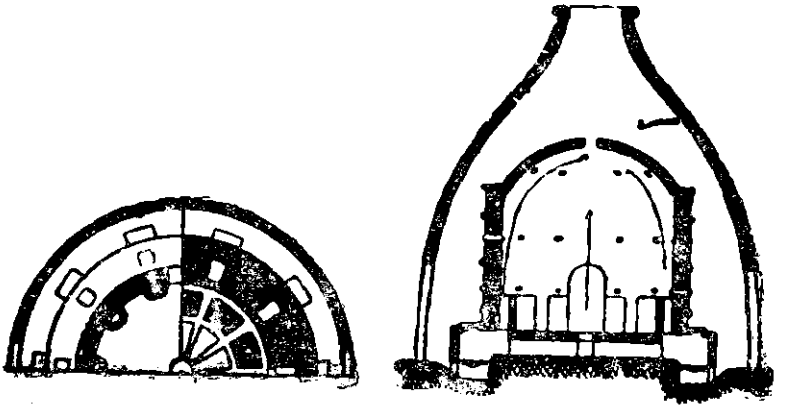
وتنقل الخامات إلى المصانع إما يدويا أو بواسطة الالآت مثل الديكوفيل الاتوماتيكى . ثم تأتى بعد ذلك عمليات الخلط والعجن باضافة الماء إلى الطينة وتعمل هذه على تفكيك الطينة وتسمى أحيانا بعملية التخمير . هذا الخلط إما يتم يدويا فى المصانع اليدوية أو فى الخلاطات الاتوماتيكية في المصانع الآتية:

٢ ـ التشكيل : يتم تشكيل الطوب في قوالب خشبية ويراعى عدم إلتصاق الطينة بالقالب هذه القوالب ذات مقاسات معينة بعد عمل نسبة الانكماش اللازمة أثناء التجفيف والحريق او بالماكينات الأتوماتيكية او بطريق السحب من ماكينات مع استعمال الضغط والمقاسات المستعملة بعد الحريق تختلف فى القاهرة عنها فى الاسكندرية . ففى القاهرة ٢٥ × ١٢ × ٧ سم اما في الاسكندرية ٢٣ / ١١ /٦ سم .

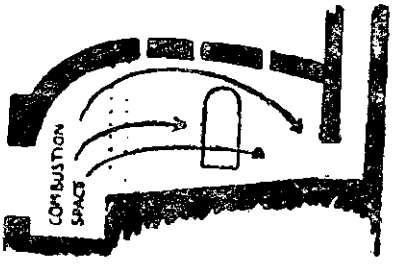
٣ ـ التجفيف : يجفف طبيعيا في الهواء وتستعمل ايضا المجففات الصناعية المستمرة التى يمكن التحكم فيها فى درجة الحراره ونسبة الرطوبة وسرعة الهواء فى داخلها (خصوصا فى الطوب قطع السلك) .

٤) الحريق : الطريقة القديمة غير المستمرة (وهى القمائن) والافران المستمرة الحديثة (هوفمان) والاولى تمثل حوالى ٦٠٪ من الانتاج المحلى. ويتم الحريق

فى درجة حرارة ٩٥٠ ـ ١٠٥٠°م (شكل ٤ ، ٥ ، ٦) .



شكل (٤)



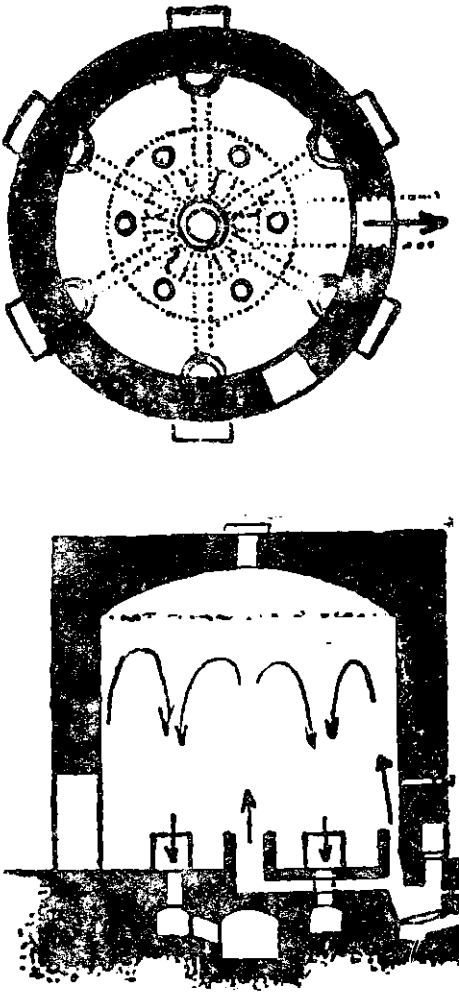
(شكل ٥)

وعيوب القمائن او الأفران غير المستمرة مايلى :

١ ـ إستهلاك الوقود الكبير .

٢ ـ زيادة نسبة الهالك .

٣ ـ عدم تجانس درجة الحرارة .



شكل (٦)

٤ ـ الغازات الناتجة من الحريق لا تشتعل .

٥ ـ صعوبة التحكم فى الحريق والحرارة.

٦ ـ طول مدة الحريق والتبريد

ومن مميزاتها — أن بناؤها سهل ولا يحتاج إلى رؤوس أموال كبيرة وتستعمل فيها أنواع الوقود المحلية الرخيصة .

أما الأفران المستمرة فمميزاتها : مثل شكل (٧) .

١ ـ درجة الحرارة متجانسة .

٢ ـ لاتفقد فيها أى حرارة .

٣ ـ إستهلاك الوقود قليل .

٤ ـ توفر الايدى العاملة .

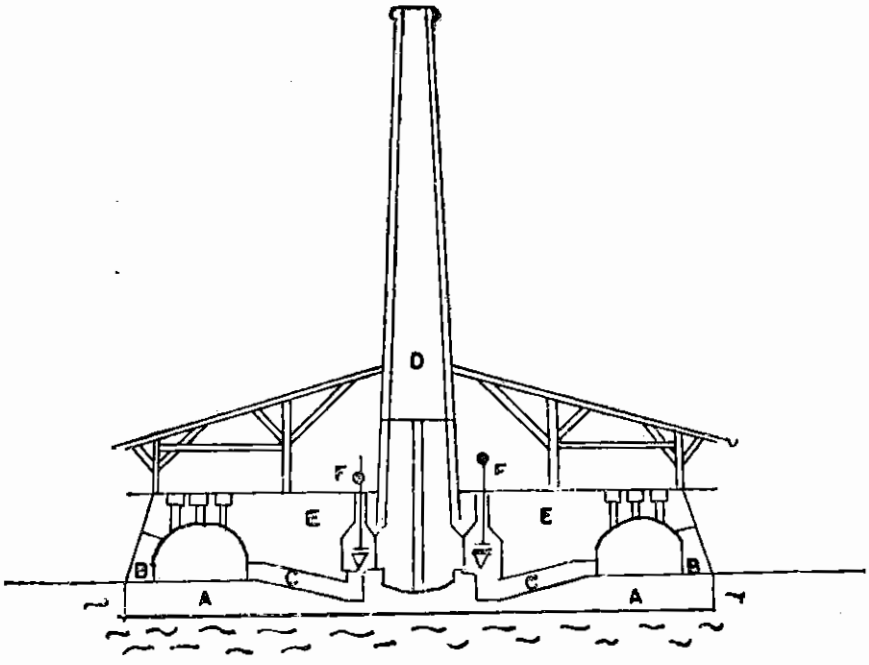
ومن عيوبها : تكاليفها كبيرة وتصميمها ليس سهلا ـ عدم إستغلال الفرن بكامل طاقته وسعته مما يؤثر فى تكاليف مواد التشغيل .

صفات الطوب :

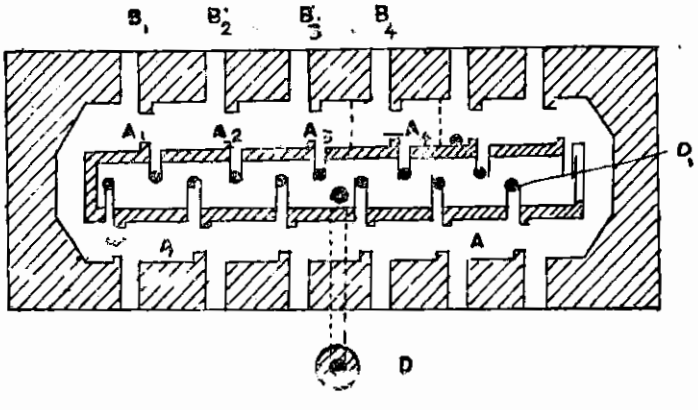
تعتمد جودة وصفات الطوب المصنوع من الطين على نوع الطينة وتركيبها الكيماوى وعلى طريقة صنعها وعلى درجة حرارة الحريق ومدته . وعلى مقدار الترجيح الذى يحدث فى أثناء الحريق ، Vitrification .

اللون أحمر فى العادة وذلك لوجود أكسيد الحديد فى الطينات المستعملة والحريق فى جو الفرن المختزل فى درجة الحرارة المرتفعة يحول اللون الأحمر إلى أزرق غامق . وذلك نظرا لتحول أكسيد الحديديك $ح_2أ_3$ إلى أكسيد الحديدوز ح أ وتحويلها إلى سليكات .

ولو زادت نسبة السيلكا عن النسبة المطلوبة فانه ينقص من قوتها ، تماسكها ولو زادت نسبة أكسيد الكالسيوم عن النسبة المطلوبة فذلك يجعل الطوب ينصهر عند الحريق وفى بعض الأحيان لايتحدد أكسيد الكالسيوم ويبقى كما هو حر وبذلك



SECTION OF CIRCULAR HOFFMAN KILN



PLAN OF CONTINUOUS KILN

شکل (۷)

تتشقق الطوبه . وفي بعض الأحيان تنكسر بعد الحريق. ولو زادت نسبة الطينة على الرمل عن النسبة المطلوبة بكثير فذلك يزيد من الانكماش ويحدث للطوبة أنعواج وتشققات . ومن صفات الطوبة أن تكون محروقة حرقا جيدا ومتجانسة ويكون لها رنين عند الخيط وتكون ذات شكل منتظم وتكون زواياها وجوانبها سليمة وأبعادها مضبوطة ولا يمكن خدشها بالسكينة .

ولها قوة ميكانيكية معينه ونسبة معينة من المسامية وكل هذا يعتمد على درجة حرارة الحريق .

الطوب الأحمر العادى المصنوع ميكانيكيا (قطع السلك)

Wire cut, Brick

طوب المبانى مصمت مصنوع من الطين أو الطفل بواسطة الماكينات بطريقة السحب تحت ضغط ثم يحرق فى أفران ، ويتحمل هذا النوع من الطوب ضغوطا أكبر من الطوب الاحمر العادى أو المصنوع يدويا ويقاوم عوامل التعرية العادية ويكون الطوب متجانسا ومحروقا جيدا وخاليا من العقد أو الجيبيات الجيرية.

آلطوب الهندسى (المضغوط) Engineering brick

طوب مصمت مصنوع بالطريقة المكانيكية من الطين بعملية الحريق ويستعمل فى إنشاء الكبارى وتشييد القناطر ، السدود محطات الكهرباء حسب الطلب لهذه المنشئات من الضغوط العالية ومقاومة عاليه لعوامل الاحتكاك وعوامل التعرية والتأثيرات الجوية يجب أن يكون الطوب متجانسا وحريقة كاملا فى درجة حرارة حوالى ١٢٥٠م وشكله منتظم زواياه جوانبه مستقيمه وسليمة وخاماته خالية من الحجر الجيرى .

الطوب الازرق blue brick :

يصنع هذا الطوب المصمت المقاوم للاحماض من الطين أو الكاولين السليسى المحروق إلى درجة ابتداء التزجيج ويضاف اليه خام البيروليزيت أو ثانى أكسيد المنجنيز ليساعد على التزجيج أثناء الحريق ويستعمل فى الحالات التى تتطلب فيها مقاومة عالية للأحماض ومقاومة ميكانيكية أوهما معا وأن يكون ذا شكل منتظم وزوايا وجوانبه مستقيمة سليمة ومتجانسة .

طوب مجوف أو مفرغ perforated brick :

طوب أو بلوكات بها مسافات هوائية منتظمة محاطة أو مفصولة بحوائط رقيقه وبذلك يخف الوزن وبالتالى وزن الحائط مع تحسين خواص العزل الحرارى والصوت والرطوبة وهذا يميزها عن الطوب المصمت وإستعماله يقلل من ضخامة الاساسات ويمكن الارتفاع بالمبانى أدوارا كثيرة مع تقليل التكاليف :

طوب الواجهة : Facing brick

وهو أحسن أنواع طوب المبانى ويستعمل فى الواجهة الخارجية للمبانى حيث يتطلب الطوب لون جيد ـ وقوة ميكانيكية ومقاومة ضد عوامل التعرية ـ ، وتجانس فى الشكل والمقاسات وهى ذات الوان عدة من اللون الاحمر إلى الاصفر إلى الرمادى والاخضر . وتزجج هذا الطوب أعلى من الطوب العادى ، لذلك نجد انها غالية الثمن عن الطوب العادى . والاتجاه الحديث فى صناعتها ان تكون احجامها اكبر من الطوب العادى ، اخف فى الوزن باحداث فراغات فيها وتستعمل فيها طينة اقل ، يكون تجفيفها اسرع وحريقها اقل .

وخامات هذا الطوب انقى من الخامات المستعملة فى الطوب العادى ، لذلك

يستعمل فيها بعض انواع من الطينات الحراريه غير طمى النيل المستعمل فى الطوب العادى .

طوب الارضية Paving brick :

وتستعمل فى رصف الشوارع وهى تقاوم الاحتكاكات وعوامل التعريه وهى أقوى من الطوب العادى واكثر تزججاً ويستعمل فيها خليط من الطين العادى والطين الحرارى وخاماتها نقية نوعا ما وامتصاصها اقل.

طوب الأسفلتى Asphalt brick :

ويصنع من الاسفلت ثم يشكل ويضغط .

الطوب الأسمنتى :

ويصنع من الاسمنت والرمل اوالاسمنت والرمل والحصى اوكسرالاحجار وهو ينتج على شكل بلوكات بها فتحات ويستعمل في الجهات غير المتوفر فيها الطوب العادى الأحمر .

الطوب الخرسانى الخفيف :

ويستعمل فيه الحجرالخفاف وفيه يخلط الحجر الخفاف بالاسمنت وينتج منه قوالب مصمته او مفرغه ويضاف احياناً مواد كيماويه لتعمل مسامية وتصبح عازلة للحرارة .

والحجر الخفاف عبارة عن كتل مساميه خفيفة الوزن تكونت من حمم بركانيه قذفتها براكين فى قاع البحروحملتها الامواج .

طوب زجاجى :

ويبنى به الحوائط الداخليه او الخارجيه ولا يسمح للرؤية ولكن يسمح بمرور الضوء والاشعة الحمراء .

طوب من اللدائن :

وهو طوب خفيف الوزن ويستعمل فى تبطين الحوائط وفى العزل .

طوب من الجبس :

ويشكل الجبس على شكل طوب أو بلاط أو الواح مصمته أو مجوفه .

الطوب الجيرى الرملى Sand lime brick

يعرف محلياً باسم الطوب الرملى وهو مكون من الرمل السيليسى والجير ويعتبر الجير هو المادة الرابطة للرمل ولذلك لا يتطلب هذا النوع من الطوب حريقه فى افران خاصة كمثيله من انواع الطوب المستعمل من الطين فقط .

المواد الخام المستعملة فى الصناعة :

١ ـ الرمل ويجب أن يكون خالياً من الشوائب مثل المواد الطينية، الأملاح والمواد العضوية والرمل الصالح هو المستخرج من محاجر الرمل الصحراوية وأما الرمل النيلية والبحرية لا تصلح ويجب أن تكون حبيبات الرمال متدرجة من أحجام مختلفه لا كبيرة جداً ولا ناعمة جداً .

٢ ـ الجير الحى ويجب أن يكون حديث الإنتاج وأن يكون نقياً وخالياً من الاحجار الجيرية وأن يكون ناعماً .

طريقة الصناعة :

يؤخـــذ الجير الحى المحروق بنسبة ٧ — ٨ ٪ بالوزن والرمل بنسبة ٩٢—٩٣٪ بالوزن ويخلط الجير والرمل في خلاطات آلية وتتم عملية الاطفاء في أجهزة خاصه ثم تنقل إلى المكابس حيث تكبس تحت ضغط فى قوالب بالشكل والمقاسات حسب الطلب ثم تنقل إلى أوعية الضغط Autoclave مع استعمال بخار ماء مشبع تحت ضغط عال حيث ترتفع درجة الحرارة إلى ١٧٠°م وتأخذ هذه العملية من ٤—٨ ساعات حيث تتم عمليـة التقسية بين الجير المطفأ والرمل ، ويتم التفاعل بينهما تحت الظروف السابقة من الضغط ودرجة الحرارة والرطوبه .

ويجب أن يكون الطوب ذا شكل منتظم وزواياه وجوانبه مستقيمة وسليمه وأن يكون متجانسا خاليا من الحبيبات الجيرية والتشققات والعيوب الظاهرة . ويمكن تلوينه بألوان معدنية غير عضوية بعدة ألوان ويستعمل كطوب واجهة للمبانى ويكون فى هذه الحالة إما مصمتا أو به فتحات لتخفيف الوزن وهو غير مقاوم للحرارة ولذلك لا يستعمل للافران والمداخن .

السلتون :

مادة تصنع من خليط مكون من الأسمنت والديانوميت ومادة رغوية كيماوية وتكون على هيئة قوالب جاهزة أو تصب فى موقع الاستعمال وتستعمل فى العزل الحرارى .

الطوب الحرارى Refractory bricks

الحـراريات بمعناها الأعظم مصطلح يطلق على مادة سيراميكيه بطبيعتها لا تنصهر فى درجه الحرارة العاليه وهذه المادة تقاوم إلى درجه معقولة ظروف التأثيرات الكيماويه والطبيعيه الاخرى التى تسلط عليها اثناء الاستعمال . وكلمه حرارى معناها مقاوم للصهر . تكون الحراريات على شكل طوب ، قطع ذات اشكال مخصوصه وهون وهواسير بوائق...الخ . وثمه صناعات كثيرة تعتمد اعتمادا كلياً على الحراريات مثل .

١ ــ صناعه الحديد والصلب ــ فعلى الحراريات يعتمد إزدهار صناعه الصلب لأنه بدورها تؤدى إلى مزيد من الانتاج مع خفض فى التكاليف فضلا عن تحسين الصفات الطبيعيـه للحراريات من شأنه ان يؤدى بدوره إلى خفض تكاليف الصلب ولهذا الخفض آثار على السعر النهائى للسلع الجاهزة .

٢) إنتاج الغازات الصناعية والبخاريه (الطاقه).

٣) الصناعات غير الحديديه مثل النحاس والزنك الرصاص .

٤) صناعه منتجات السيراميك . ٥) صناعه الزجاج .

٦) صناعه الأسمنت والجير . ٧) صناعه الميناـات .

٨) إستعمالها في الطاقه الذريه والطاقه الحراريه المولدة منها .

ولكل هذه الصناعات نظام حرارى هو منها بمثابه القلب حين تحدث التفاعلات الكيمائيه وبالجملة فانه حينما كان الإحتراق كانت الحاجه إلى الحراريات .

الصفات اللازمة للمواد الحرارية :

١ ــ مقاومه القوى الميكانيكيه الخارجيه .

٢ ـ مقاومة التفكك او التلف .

٣ ـ حفظ درجة الحرارة او توصيلها .

تقسيم الحرازيات :

يمكن تقسيم الحراريات تبعاً لما يلى :

١ ـ التحليل الكيمائى والمعدنى .

٢ ـ درجة الحرارة التى يبدأ عندها علامات الإنصهار .

٣ ـ طريقة الصناعة .

وينطوى تحت التقسيم الأول :

١ ـ الحراريات الحامضيه Acid refractories

وتشمل حراريات السلكا : Sil'ca brick وفيها لا تقل نسبة السلكا عن ٩٢٪ ـ وحراريات نصف السلكا Semi silica brick وفيها لا تقل نسبة السلكا عن ٧٨ ٪ ـ حراريات الطين النارى العادى وفيها لا تقل نسبة الالومينا ٣٠ ٪ ـ وحراريات طين النارى الألومينا وفيها لا تقل نسبة الالومينا عن ٥٠ ٪ وحراريات الالومينيا : Alumina brick وفيها لا تقل نسبة الالومينا عن ٧٠ ٪ .

٢ ـ الحراريا ـ القاعدية : Basic refractories

وتشمل حراريات المجنزيت : Magnesite brick وفيها لا تقل نسبة اكسيد المغنسيوم عن ٨٠ ٪ ـ ومجنزيت كروم Magneste chrome brick وفيها لا تقل نسبة اكسيد المغنسيوم عن ٦٠ ٪ ـ وكروم المجنزيت Chrome magnesite

وفيها لا تقل نسبة اكسيد المغنسيوم عن٢٥٪ والدولوميت Dolomite . وفيها لا يقل اكسيد المغنسيوم عن ٣٠٪ .

٣ ـ الحراريات المتعادلة Neutral refratories .

ويشمل حراريات الكروم Chron ite والكربون Carbon والكربوندام Carborandum

٤ ـ حراريات خاصة Special refratories

ويشمل اكسيد الزركون Zirconia ـ اكسيد الالومنيوم : Alumina واكسيد المغنسيوم : Magnesia

٥ ـ الحراريات العازلة : Insulating bricks

وتتميز هذه الحراريات بمسامية عاليه بجانب مقاومتها للحرارة .

الخامات المستعملة Raw Materials

الحرازيات الحامضية :

١ ـ طينات حرارية : Fire clay

٢ ـ كاولينات : Kaolin .

٣ ـ كوارتزيت : Quartzite وتستعمل في صناعة طوب السلكا .

ب ـ خامات الطوب الحرارى القاعدى :

١ ـ المجنزيت : Magnezite والدولوميت : Dolomite والكروميت : Chromite

الصناعة :

الطوب النارى ويتكون من طينة ناريه مكلسه او مسحوق طوب نارى محروق : Grog والكاولين والماء الذى تكون نسبته مختلفه بالنسبة لطريقة الصناعه (الطريقه المبللة ـ الجافه) والتشكيل في قوالب اوتوماتيكى ثم يجفف وبعدها يحرق في افران مستمرة او غير مستمرة فى درجة حرارة تتراوح بين ١٢٥٠ م — ١٤٠٠ م . كما في شكل ٤ ، ٥ ، ٦ ، ٧ .

المنتجات الخزفية Porcelain

ومن امثلة هذه المنتجات المستعملة فى المبانى الادوات الصحيه ، العوازل الكهربائيه والبلاط القيشانى .

الخامات :

أ ـ الطينات : Clays : هى مادة ارضيه تنشأ طبيعياً وفيها تسيطر عادة سلكات الالومنيوم المائيه $Al_2O_3 . 2Si O_2 2H_2O$ وهى عادة لدنه عندما تكون مسحوقة . مبتلة وتكون صلبه عندما تكون جافة . وتصبح صلبة كالصلب عند حرقها فى درجة حرارة عاليه . ان الطينات هى نتائج تفتت صخور السلكات وخاصة صخور الفلسبار : $K_2O \ Al_2O_3 . 6 \ Si O_2$ والفلسبار هو اكثر مكونات

الصخور المتبلورة وفرة وأكثرها شيوعا وهى صخور الجرانيت . وتتحول صخور الفلسبار إلى طينة بواسطة :

١) عوامل التعريه : Weathering

$$K_2O.\ Al_2\ O_3\ 6\ Si\ O_2 + 2H_2\ O + CO_2$$
$$= Al_2O_3\ \ 2SiO_2.\ 2H\ O + K_2CO_3 + 4S\ O_2$$

٢) فعل الغازات البركانية والأبخرة

$$K_2O.Al_2O_3\ 6\ SiO_2 = Al_2O_2\ \ 2\ SiO_2.2H_2O + K_2O + 4SiO_2$$

وهناك نوعان من الطينات :

١ ـ طينات اوليه : Primary clays وهى الطينات التى توجد فى مكان تكوينها مثل . Kaolin وهى حاليه نسبياً من المواد الغريبه او الشوائب.

٢ ـ طينات ثانويه : Secondary clays او مترسبه وهى التى تنقل عادة بفعل المياه من جهة إلى اخرى مثل طينات الكرة : Ball clay وبعض الكاولينات.

ب) **الفلسبار** : وتؤلف انواع الفلسبار مجموعة اهمها :

١ ـ الارتوكليز او فلسبار بوتاسيومى $K_2\ O\ Al_2\ O_6.\ 6\ Si\ O_2$

٢ ـ الالبيت او فلسبار صوديومى $Na_2O\ Al_2\ O_3\ 6\ Si\ O_2$

٣ ـ الانورتيت او فلسبار كالسيومى $Ca\ O.\ Al_3\ O_3\ 2\ Si\ O_2$

ج) **الكوارتز** : ثانى اكسيد السلكون $Si\ O_2$

الطرق الفنيه فى الصناعه :

يمكن تقسيم الطرق الفنيه لصناعة الخزف الى المراحل الآتيه :

١ ـ إعداد الخامات	Preparation of raw n aterial
٢ ـ اعداد مخلوط الجسم	Preparation of the body
٣ ـ التشكيل	Forming
٤ ـ التجفيف	Drying
٥ ـ الحريق	Firing
٦ ـ التزجيج	Glazes
٧ ـ الزخارف	Decoration

التزجيج : (الطلاء الزجاجى) Glazes .

تغطى المنتجات الخزفية بطبقة رقيقة من الزجاج تعرف بالتزجيج وقد يكون التزجيج معتما او شفافا وفى هذه الحالة الأخيرة يشف التزجيج عما تحته من المادة المكون منها جسم المصنوع . ان التزجيج يستعمل لتغطية المنتجات الخزفية لغرض او لأكثر من الأغراض الآتية :

١ ـ لتحسين الخواص الكهربائية .
٢ ـ تحسين الخواص الميكانيكية .
٣ ـ لزيادة المقاومة الكيماوية .
٤ ـ استعماله كأرضية لأنواع مختلفة من الزخارف .

والتزجيج كالزجاج هى نتائج التفاعل بين الأكاسيد الحامضية والأكاسيد القاعدية فى تكوين السلكات او البورسلكات ، إلا ان النسب بينها تتفاوت تفاوتاً كبيراً . وعادة التزجيج يحتوى على نسبة اكسيد الألومنيوم أعلى بكثير من الزجاج العادى ، وكلا التزجيج والزجاج له مدى حرارى ينصهر فى حدوده دون ان يكون له درجة حرارة معينة بالذات للانصهار .

وتقسم الطلاءات الزجاجيه عامه إلى طلاءات زجاجيه رصاصيه وطلاءات زجاجية خالية من الرصاص . ويمكن تقسيم كل نوع بعد ذلك إلى طلاءات زجاجية خام وطلاءات زجاجيه مصهورة .

ومن حيث التركيب تنقسم الى ـ طلاءات زجاجيـــة قلوية ـ طلاءات زجاجيه فلسبارية ـ طلاءات زجاجيه رصاصيه. والطرق المستعملة هى الغمس ـ الرش ـ الدهان

الزخـــارف .

تزخرف منتجات الخزف بطرق مختلفة فى مراحل الإنتاج المتعددة :

١ ـ فى حالتها الطينية (قبل الحريق) .

٢ ـ بعد حريقها الأولى (تحت التزجيج)

٣ ـ فى التزجيج نفسه او عليه

المواد الرابطه Binding Materials

ظهرت حاجة الانسان الى المواد الرابطة مع ظهـور حاجته الى المسكن واستخدم لذلك انواعا من الملاط فكانت فى الشعوب البدائيه مخلوط من الطمى او الطينة والماء ـ اما قدماء المصريين فاستعملوا الجبس المحروق والرمل ثم جاء الرومان فاستعملوا في مبانيهم ملاط من الجير . وفى منتصف القرن الثامن عشر بدا البحث عن مواد رابطة اقوى تماسكا وظهر الجير المائى كمادة رابطة ثم حدث التطور فى عام ١٨٢٤ حدث ظهور الأسمنت البورتلاندى ـ ومنذ ذلك التاريخ ادخلت التحسينات على هذه المادة وتطورت صناعته بحيث اصبحت من الصناعات

الحيوية الكبرى التى تحتاج إلى آلات ضخمة ورؤوس أموال كبيرة حتى أصبحت تقاس حضارة الأمم وتقدمها بمقدار استهلاكها من الأسمنت .

والمواد الرابطة عبارة عن مواد على هيئة مسحوق ناعم عند خلطه بالماء يكون عجينة لدنة صلبة بالتدريج وتصبح شكل الحجر تحت تأثير العوامل الطبيعية والكيماوية المختلفة ـ هذه الخاصية تستعمل بكثرة فى تحضير المونات والخرسانات وكذلك في صناعة الأحجار الصناعية معتمدة على قابليتها للصلب واحتفاظها بهذه القوة فى الهواء أو الماء .

وتقسم المواد الرابطة إلى هوائية ومائية .

والمواد الرابطة الهوائية تتصلب وتحتفظ بقوتها أو تزداد في الهواء مثل (الجير) .

والمواد الرابطة المائية فهى لها نفس الصفات السابقة ليس فقط فى الهواء ولكن في وجود الماء (أسمنت وانواعه المختلفة) وهناك اضافات تضاف للمواد الرابطة والتى تقلل من ثمنها أو تعطيها صفات معينة وهذه الإضافات تخلط مع المواد الرابطة وتطحن ناعماً أو تخلط بعد طحن كل واحد على حده .

مونة المبانى Building nortars

اسم يطلق على مخلوط مكون من مادة رابطة ، الماء والحصى الصغير $\frac{1}{8}$ ـ $\frac{1}{4}$" مثل الرمل وكسر الطوب وعند تصلبه ينتج منه كتلة صلبة وأحيانا تحوى المؤنة على اضافات مثل الطينات ومواد سطوحها نشطة والمواد الرابطة المستعملة فى جميع المؤن يمكن تقسيمهم بطرق مختلفة . وهى شبيهة بالخرسانة لكنها لا تحتوى على حصى كبير- والمونة تستعمل فى ملأ المسافات والفواصل وكمادة رابطة فى الأحجار والطوب وفي انتاج بعض مواد البناء مثل الطوب .

والمونات لها صفات خاصة وتركيبات معينة معتمدة على الاستعمال وبالنسبة للمواد الرابطة والاضافات المستعمله فهناك مونة أسمنت ومونة جير ومونة جير وأسمنت ومونة أسمنت وطينة .

وبالنسبة لخواص المادة الرابطة تقسم المونة إلى مونة هوائية تشك في الهواء ومونة مائية تشك في وجود الماء .

وبالنسبة للحصى المستعمل في المونة تقسم إلى ثقيلة ومسامية وبالنسبة للتركيب تقسم المونة إلى بسيطة وذلك باستعمال مادة واحدة رابطة (أسمنت أو جير) وإلى مونة مركبة وتحتوى على ٢–٣ مواد رابطة مثل أسمنت وجير وجبس . ومونة الجير تتكون من ٢–٤ أجزاء رمل مع ١ جزء جير مطفىء وإضافة ماء وعملية تصلب مونة الجير والرمل هى عملية تكوين كربونات كالسيوم بامتصاص بطئ لثانى اكسيد الكربون من الجو وعملية تكوين كربونات كالسيوم بطيئه جداً ولذلك عمليه تصلب مونه الجير والرمل لا تأخذ مكانها قبل ٦ أشهر أو اكثر وعمليه التصلب للمونه تعزى اولا إلى فقدان الماء نتيجه التبخر أو الامتصاص بواسطه الطوب وتعزى ايضاً إلى ترسيب حبيبات في حالة غروية من كربونات الكالسيوم التى تسمح للطوب لكى يتحد مع بعضه وهذه الكتلة الغرويه متماسكه وتأتى بعدها عمليه التصلب وفائدة إضافه الرمل مايلى :

١ – يمنع الانكماش وذلك بتوزيع عجينه الجير إلى طبقات رقيقه تملأ الفراغات بين حبيبات الرمل .

٢ – يجعل الرمل الكتلة مساميه التى تسهل تخلخل ثانى اكسيد الكربون مسببا التصلب ومونه الجير لاتتصلب لو كانت رطبه وهذا هو الفرق بينها وبين مونة الاسمنت ولذلك لانستعمل هذه المونه في المكان الرطب مثل الأساسات وفى

الحوائط السميكة ومونة الجير مستعملة من قديم الزمان في بناء الطوب وبالرغم تصلبها البطيء وقوتها الميكانيكية المنخفضة إلا انها كونت حوائط لا ينفذ منها الماء.

وفى الوقت الحاضر تعمل المونه باضافة أسمنت بورتلاند إلى المخلوط وذلك لسرعة التصلب وزيادة القوة الميكانيكية واليك مونة مثالية للطوب مكونة من ١ حجم اسمنت بورتلاندى : ٢ حجم جير مطفى : ٨ حجم رمل .

الخرسانة Concrete

اسم يطلق على أحجار صناعية ناتجة من تصلب مخلوط يتكون من مادة رابطة وماء وركام (رمل ـ كسر أحجار ـ ظلط) وقبل عملية التصلد يسمى المخلوط من هذه المواد بخلطة الخرسانة والخرسانة واحدة من اهم مواد البناء المستعملة فى الصناعات الحديثة وفى المبانى والإنشاءات الهندسية .

وتقسم الخرسانة بالنسبة للمواد الرابطة إلى .

١ ـ خرسانة أساسها الأسمنت .

٢ ـ « « الجير .

٣ ـ « « الجبس .

وتقسم الخرسانه بالنسبه إلى الوزن الحجمى إلى خرسانه عاديه وخرسانه مقاومه للحرارة .

وتقسم الخرسانه بالنسبه للاستعمال إلى :

١ ـ خرسانه عاديه مسلحة وغير مسلحه

٢ ـ خرسانه تستعمل فى بناء الخزانات

٣ ـ خرسانة للأدوات الصحية .

٤ ـ « للحوائط

٥ ـ « للارضية .

٦ ـ « خاصة مقاومة للاحماض والحرارة .

والخرسانة العادية خليط بنسبة معينة من الحصى الخشن (١/٤ ـ ١/٢) او الركام والرمل والماء والاسمنت والنسبة المستعمله تختلف حسب الاستعمال فالعادية هى ١ اسمنت : ٣ رمل : ٥ حصى (ركام) .

والخرسانة للانشاءات عديمة النفاذ للماء تحوى ١ اسمنت : ١ رمل : ٢حصى و هى نوعان خرسانة عادية (بدون تسليح)وخرسانة مسلحة(يحتوى على التسليح) والتسليح هو الأسياخ أو القضبان من صلب الانشاء ويمكن تقسيمها أيضا إلى خرسانة تخلط باليد وخرسانة تخلط ميكانيكياً وخرسانة خاصة (مقاومة الكيماويات ومياه البحر والجو) والخرسانة التى تخلط باليد مكونه من ٨ر٠م^{٣} حصى ، ٤ر٠م^{٣} رمل ، ٣٠٠ كجم اسمنت لتعطى مترمكعب خرسانه تقريبا .

القراميد والبلاط والمواسير

١ ـ قراميد الاسطح Roofing Tiles

عبارة عن قطع رقيقة تغطى أسطح المنازل اوالحوائط الخارجية وتشكل للتشابك على السقوف المائلة وتجعلها غير نفاذة للماء وتصنع من طينات سهلة التحضير وللتزجيج وعادة تعطى لونا أحمر بعد الحريق ويجب أن تكون ذات لون متجانس يتناسب مع المبانى وذات حجم وشكل منتظمين ومضبوطين ودرجة مسامية قليلة لكى تمنع نفاذ الماء مع قوة تحمل كبيرة ومقاومة ضد عوامل التعرية والصقيع .

ويجب أن تكون خالية من الشقوق وأن تكون اكثر كثافة وصلابة من الطوب الأحمر العادى هذا خلاف قراميد الارضية وقراميد الحوائط .

٢ ـ البلاط Ceramic tiles

نوع من وحدات التكسية ذو سمك صغير نسبيا وله أشكال وابعاد مختلفة ومنـــه .

أ ـ بلاط السيراميك ويستعمل فى تكسية الأرضيات والحوائط فى الاماكن التى تكون عرضة للاحماض والقلويات والمواد الكيماوية وعوامل البرى مثـل محطات القوى والمصانع والمعامل الكيماوية والغذائية واجسامها بين الفخار والخزف

ب ـ بلاط القيشانى Wall tiles

وينقسم إلى عام ومستخدم في الأعمال الصحيـة مثل الحمامات ودورات المياه والمطابخ وغيرها وخاص ويستخدم فى الاماكن التى تكون عرضة لعوامل البرى والأحماض والقلويات والمواد الكيماوية الأخرى وأجسامها تشبه المنتجات الخزفية أى مزجج .

جـ ـ الموزايكو : قطع صغيرة كثيفة ذات اشكال مستطيلة أو مربعة او مثلثة او مسدسة و هى إما مغطاة بطلاء زجاجى او غير مغطاة بطلاء زجاجى وملونة وتستعمل فى زخرفة الحوائط النهائية وتشبه فى الصناعة والأجسام مثل بلاط الأرضية .

د ـ البلاط الاسمنتى

ـــ بلاط اسمنتى عادى ويتكون أساسا من الرمل والاسمنت وأحيـانا مواد ملونة .

٢ ـــ بلاط اسمنتى مقوى ويتكون اساسا من الرمل والاسمنت ويصنع من

طبقتين مختلفتين فى التركيب وتحتوى طبقة الوجه على مواد كيماوية او معدنية تزيد من مقاومة البرى ولامتصاص الماء وقد يضاف اليه بعض المواد الملونة .

المواسير الخرسانية والاسمنتية

تعتمد هذه المنتجات على الاسمنت كمادة رئيسية وتشمل عدد من المنتجات من ألواح الاسبستوس ومواسير اسبستوس ومواسير خرسانية وكذلك الفلنكات الخرسانية سابقة الاجهاد التى تستخدم لخطوط السكك الحديدية وتتميز عن الفلنكات الخشبية بقوة تحملها مع قلة تكلفتها ومصاريف صيانتها وطول عمرها

الاسبستوس Asbestos :

والاسبستوس الياف معدنية تتواجد فى صخور على شكل عروق تختلف فى السمك والطول وكلما زاد طول الألياف كلما ارتفعت قيمتها .

مواسير الاسبستوس الاسمنتى :

وهى نوعان أحدهما يعمل تحت ضغط وتستعمل فى نقل المياه النقية والغاز والمازوت وهى تقاوم الضغط والمؤثرات الكيماوية ولا تصدأ ولا تتأثر بالتيارات الكهربائيه والثانية مواسير عادية وتستعمل فى نقل الفضلات ومياه الامطار .

طريقة الصناعة : تعمل عجينة متجانسة من الياف الاسبستوس مع الاسمنت البورتلاندى والماء بنسبة ٦ : ٦ : ٣٥ بالوزن ويتم الخلط فى خلاطات ميكانيكية ثم تنقل هذه الخلطة إلى ماكينة حيث تعمل الماسورة حسب الطول المطلوب .

والدور الذى تلعبه الياف الاسبستوس هو نفس الدور الذى يلعبه الحديد فى صناعة الخرسانة المسلحة مع الفارق الوحيد هو أن الياف الاسبستوس تخلط

بالاسمنت وتندمج معه إندماجا تاما وتتوزع بالتساوى مع التجانس فى جميع جزيئات الاسمنت وتكون الماسورة سليمة متجانسة خالية من جميع العيوب وتكون جميع سطوحها الداخلية والخارجية مستوية وملساء وتتحمل ضغوطا مائية معينة مع تحملها لمقاومة الانفجار والمياه الحمضية ومقاومة امتصاص الماء.

مواسير الخرسانة المسلحة :

تصنع من الاسمنت البورتلاندى العادى او سريع التصلب مع الرمل والزلط ويجب ان تكون جميع السطوح والحواف سليمة ويجب ان تتحمل المواسير ضغطا مائيا .

الجير الحى Common lime

او الجير الهوائى أو الجير غير الهيدروليكى

وتعتمد صناعة الجير الحى على عملية كيميائية هى الكلسنة او الحريق وذلك بجانب العمليات الصناعية الموحدة وهى نقل وتكسير الخامات من المناجم ثم تخل هذه الخامات ونقلها إلى الفرن المستعمل فى الحريق او الكلسنة ثم تعبئتها فى عبوات ثم عملية التخزين .

ويعرف الجير الحى بأنه المادة التى تنتج من حريق الاحجار الجيريه الموجودة فى الطبيعة بعد تكسيرها .

ويعرف الجير الحى بأنه المادة الناتجه من حريق الاشجار الجيريه الموجودة فى الطبيعه بعد تكسيرها وهو عبارة عن اكسيد الكالسيوم كما أو ذلك لدرجه حرارة تتراوح من ٩٥٠ ـ ١٠٥٠° والحريق فى درجه اكبر او اقل من هذا

غير مرغوب فيه لأنه فى الحالة الأولى يكون الجير بطىء فى عملية التبلل حيث يشاهد احيانا انتفاخات فى المونة النهائية نتيجة تمدده على الحائط ، وفى الحالة الثانية فان الحريق المنخفض يقلل من إنتاج الجير الحى .

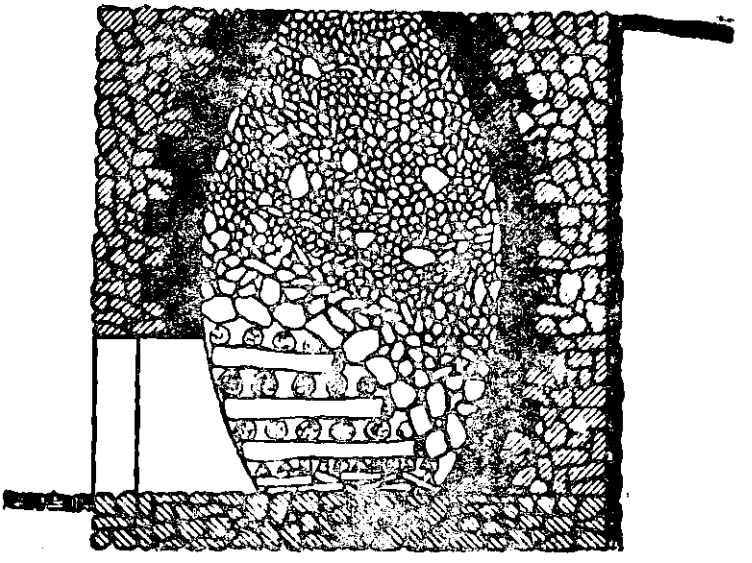
والخامات الاولية لصناعة الجير هى الحجر الجيرى وتوجد فى الطبيعة فى صورة احجار الكالسيت Calcite والاراجونيت Aragonite والرخام Marble والدولوميت Dolomite — وهذه الخامات تحتوى أساسا على كربونات الكالسيوم إلا أنه توجد بها شوائب بنسبة مختلفة من الرمل الطينات والحديد والالومنيوم حيث تؤثر على خواص الجير . لانها تتحد مع بعضها او مع الحجر الجيرى أثناء الحريق مكونة مركبات تؤثر على تحول الجير الحى إلى جير مطفىء .

وفى عملية الكلسنة التى تتم فى افران خاصة يقل الحجم نظرا لخروج غاز ثانى أكسيد الكربون حسب التفاعل الآتى :

$$Ca\ C_{O_3} \longrightarrow Ca\ O + CO_2$$

هذه الافران منها المستمر ذات الانتاج الكبير والإقتصادية في التشغيل ومنها غير المستمر وهى أفران بدائية وغير اقتصادية وعند ما يخرج الجير الحى من الفرن يبرد بواسطة الهواء ثم يطحن او يترك كما هو وفى بعض المصانع يبلل بالماء ويباع على شكل جير مطفىء شكل (٨ ، ٩) .

ولوعرض الجيرالحي إلى الهواء الرطب لمدة طويلة أوعومل بالماء فيوجود الهواء فانه يتحول ببطىء إلى مسحوق عديم الفائدة لانه يكون بذلك امتص الماء وثانى اكسيد الكربون من الجو وتحول إلى مادة أخرى ليست لها صفة الجير الحى



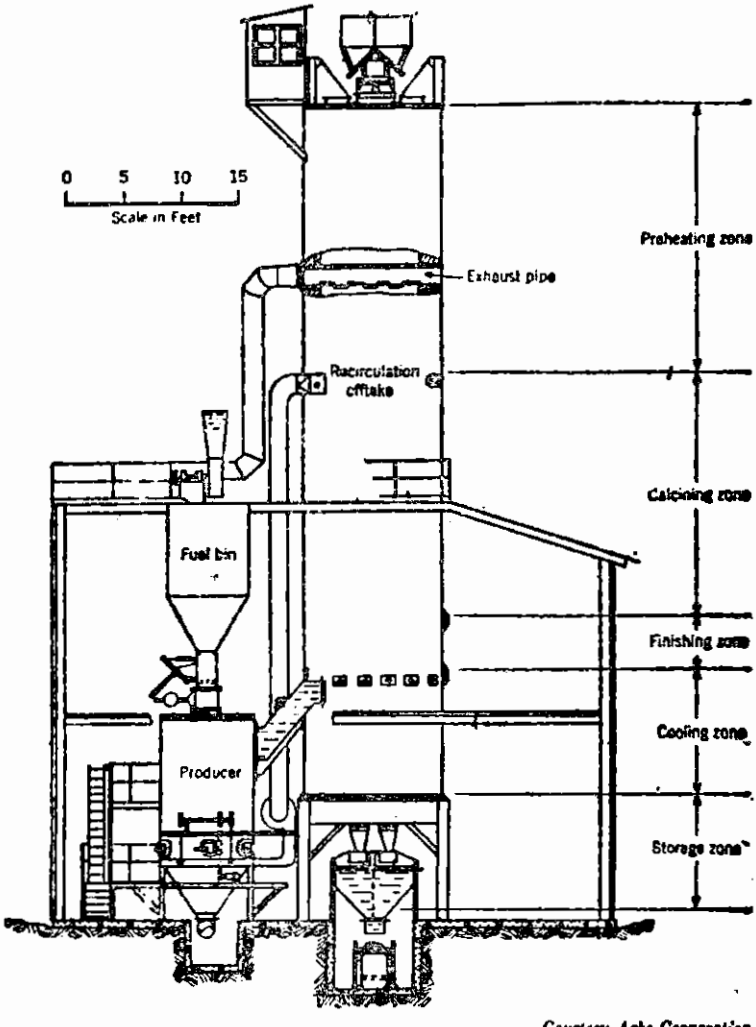
شكل (٨)

وينقسم الجير الحى إلى نوعين ١) دسم وفيه نسبة أكسيدالكالسيوم عاليه والشوائب قليلة ويستعمل فى اعمال البياض وفى مونة البناء ٢)غير دسم وفيه نسبة اكسيد الكالسيوم أقل من النوع الأول والشوائب أكبر .

ويستعمل الجير الحى فيما يلى :

١ ـ أغراض المبانى فى البياض وفي المونة وفى صناعة الطوب الرملى الجيرى وفى صناعة بعض أنواع الطوب الحرارى .

٢ ـ في الصناعات الكيماوية فى المبيدات وتنقية المياه وفى صناعة كربيد الكالسيوم وسيتاميدالكالسيوم وامتصاص الغازات وتنقيتها (غاز الفحم) وصناعة الورق ولبه وفى تنقية السكر وفى صناعة الزجاج والبترول والكوك وصناعة



Courtesy Azbe Corporation

Azbe gas-producer vertical lime kiln.

شكل (٩)

الصابون والمطاط ومسحوق إزالة الالوان والصودا الكاوية والنوشادر ودباغة الجلود .

٣ ـ فى مجال المعادن في صناعه الماغنسيوم وفي عمليات التعويم فى المعادن غير الحديديه.

٤ ـ في مجال التغذيه كغذاء النباتات والحيوانات.

٥ ـ وفي صناعه ورنيشات والبويات .

٦ ـ وفى الاغراض الطبيه :

الجير المطفأ Hydrated lime

هو المادة التى تنتج من اضافه الماء الى الجير الحى (اطفائه) قبل الاستعمال بمدة كافيه لكى يبرد ويصبح على شكل مسحوق ابيض جاف ويجب ان يكون متجانساً فى الحبيبات وان ينخل قبل الاستعمال لتفصل من الكتل المتماسكه او المواد الغريبه التى قد تعوق استعماله .

وعمليه الإطفاء عكس عمليه الكلسنه فى انتاج الجير الحى فالحجم يزداد مع خروج حرارة

$$Ca\ O + H_2O \longrightarrow Ca\ (OH)_2 + heat$$

وكما ان الجير الحى له قابلية كبيرة لامتصاص الماء فان الجير المطفأله قابليه كبيرة لامتصاص ثانى اكسيد الكربون من الهواء.

$$Ca\ (OH)_2 + CO_2 \longrightarrow Ca\ CO_3 + H_2O$$

والزيادة فى الحجم للأجيار الدسمه من ٢ـ٥ر٣ مرة من حجمه الاصلى وفى الأجيار غير الدسمه فأن الزيادة تكون من ١ ¼ ـ٢ مرة من حجمه الاصلى

ولو كان الجير الحى نقى خال من الشوائب فانه يأخذ تقريبا ٣٢ ٪ من وزنه ماء وهذه الكمية من الماء تقل بعض الشيء نظرا لوجود الشوائب فى الجير الحى

وكما قلنا فى عملية الاطفاء تتصاعد حرارة ففى كل ١جم. من الجير الحى ليتحول إلى جير مطفىء تطرد كمية من الحرارة كافية لتبخير ٥ر٠ جم من الماء فى درجة حرارة ٠٠ °م والتفاعل الكيميائى يحتاج إلى ٣ر٠ جرا ماء لأن كل ٥٦ جرام أكسيد كالسيوم (جيرحى) يحتاج إلى ٨٠ جرام ماء وعلى ذلك يكون كل ١جم أكسيد كالسيوم يحتاج ٣ر٠ جرام ماء وتكون كمية الماء اللازمة لعملية تبلل أو اطفاء ١جم كا ا = ٣١ر٠ + ٥ر٠ = ٨١ر٠ جرام ماء وعلى ذلك فان كمية الماء اللازمة لعملية الإطفاء عمليا يجب ألا تقل عن ٨٠ ٪ من وزن الجير الحى وفى المادة تكون اكثر من ذلك بكثير والجير المطفأ يتحول بواسطة الهواء إلى كربونات كالسيوم (حجر جيرى) وهذا الأخير يختلف عن النوع الذى صنع منه الجير الحى حيث يكون فى حالة جيلاتينية . وينقسم الجير المطفأ إلى نوعين جير مطفأ دسم وجير مطفأ غير دسم مثل الجير الحى .

ويستعمل الجير الحى المطفأ فى أعمال البناء فى البياض فى المونات حيث يختلط بالرمل او الاسمنت ولا يستعمل فى الأماكن الرطبة وفى الأساسات الارضية حيث يحتاج إلى الهواء فى عملية تتصلب ويستعمل فى صناعة الطوب الرملى الجيرى .

الجير المائى أو الجير الهيدروليكى

Hydraulic lime

عند ما تحرق بعض المواد الطينية الجيرية او الاحجار الطينيه (مواد تحتوى على طينات وحجر جيرى) لدرجة حرارة عالية نوعا ما فان هذه المواد تتحد مع بعضها مكونا مركبات جديدة ـ هذه المكونات لها صفة التصلب تحت الماء التى لايمكن أن تحدث فى حالة الجير الحى العادى ـ هذا بجانب احتوائها على جير حى حر ولذلك عند خلط الجير المائى بالماء فانه يكون له القابليه للتصلب فى الهواء ثم يصبح له القابلية فى الماء أيضا وعملية التصلب فى الهواء تفسر بوجود جير مطفأ الذى يتحول بدورة إلى حجر جيرى مرة أخرى بواسطة إمتصاص ثانى اكسيد الكربون من الجو اما بالتصلب فى الماء فيكون نتيجة تميؤ المركبات الحديثة التى تكونت وتحولها إلى الحالة البلورورية .

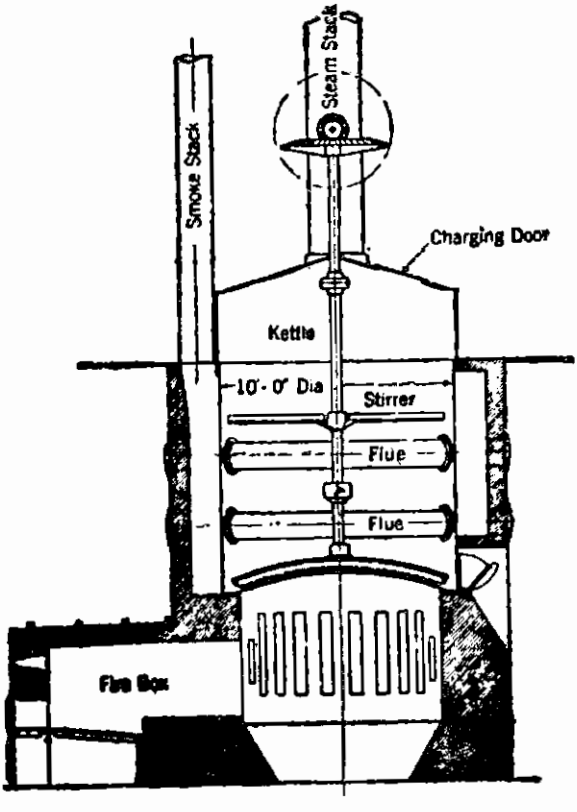
خام الجبس Gypsum

يكون الجبس على هيئة صخور لونها أبيض عادة إلا أنه يكون مختلطا ببعض الشوائب ويصبح لونه رماديا . ويسمى النوع الابيض ، الذى حبيباته دقيقه الألباستر Alabaster ويستعمل فى صنع التماثيل ويطلق السيلينت : Selenite على النوع المتبلر الشفاف من الجبس . وعند ما يكون نقيا رمزه الكيميائى كاكب أ ٢٠ يد أ الذى يحتوى على ٢٠–٢١ ٪ ماء وهو الصالح لعمل البياض أما الجبس اللامائى رمزه الكيميائى كاكب أ ، ويسمى Anhydrite

وذربان الجبس الخام فى الماء قليل جدا ويتغير بتغير درجة الحرارة حيث تبلغ

الذوبان في درجه صفر مئوية حوالى ١٨ر٠ ٪ اومايعادل ٨ر١جرام فى اللترثم يزدادالذوبان بارتفاع درجه الحرارة فنجدها عنددرجة ٤٠°م حوالى ١٠ر٢جرام فى اللتراو٢١ر٠ ٪ ثم يقل مرة أخرى بارتفاع درجة الحرارة حتى يصل عند درجة حرارة ٥ر٦٣°م حوالى ٩ر١ جم فى اللتر أى ١٩ر٠٪ ثم تقل الذوبان بدرجة كبيرة حتى تصل ٠٦ر٠٪ او ٦ر٠جم فى اللتر عنددرجة حرارة ١٠٠°م

الجبس الصناعى : وعند ما يحرق الجبس فى درجة حرارة ١١٠م – ٢٠٠م يفقد ½١جزىء ماء ويصبح رمزه الكيميائى كاكب أ، ½ يدا $CaSO_4 \cdot \frac{1}{2}H_2O$



شكل (١٠)

أو $2CaSO_4 \cdot H_2O$ ولونه أبيض وناعم . ويسمى عجينة باريس Plaster ot paris ويحتوى على٢ر٦٪ ماء شكل (١٠).

$$2CaSO_4 \cdot 2H_2O \longleftarrow 2CaSO_4 \cdot H_2O + 3H_2O$$

وعندما يحرق فى درجة حرارة أعلى من ٢٠٠° . فأنه يفقد جميع جزئيات الماء ويسمى كبريتات الكالسيوم اللامائى ورمزه الكيميائى كاكب أ $CaSO_4$ والوزن النوعى للجبس العادى ٣ر٢ـ ٢٣ر٢ أماعجينة باريس وزنها النوعى ٢ر٥٧ فى حين أن كبريتات الكالسيوم ٩٢ر٢ـ٩٧ر٢ .

وطبيعة المنتج بعد حرقه في درجة حرارة ٢٠٠° م يعتمد على:

١ ـ درجة نقاوة الخامات.

٢ ـ درجة الحرارة المستعملة فى خروج الماء.

٣ ـ إضافة مواد أخرى لتقليل زمن للشك .

وبعد الحريق والطحن الناعم يكون الناتج له القدرة على امتصاص الماء والتصلب (الشك) إلى كتل صلبة تشبه تركيب الخامة الأصلية . وعمليةالشك باضافة الماء بعد عملية الكلسنه هى تفاعل كيماوى طبيعى يحتاج إلى الماء ويرسب بعد ذلك على شكل بلورات من الجبس فعند إضافة الماء يبدأ المنتج فى الذوبان في الماء حتى يتشبع المحلول ببلورات $CaSO_4 \cdot H_2O$. وتنفصل وعملية البلورة مستمرة حتى جمع الاجزاء التى تحتوى على ½ جزىء ماءيتحول إلى ٢جزىء ماء ثم تتصلب الكتلة . وأى تغير يؤثر على عملية الإذابة أو البلورة تؤثر بدورها فى عملية الشك.

تصلب عجينة باريس:

عملية تصلبعجينة باريس أو الشك هى عكس عملية خروج الماءمن الجبس

الخام وعجينة باريس أو الجبس الصناعى يحتوى على حـوالى ٥ر٦ ٪ ماء وله القابلية على امتصاص الماء بسهولة ثم يصبح مائيةمرة أخرىعلى شكل بلورات ابرية متشابكة التىتتصلب على شكل كتل صلبة و هى التىتعطى القوةللجبس الصناعى وعملية تصلب عجينة باريس تسمى شك الجبس وعجينة باريس النقية تشك وتتصلب من ٥ـ١٥ دقيقة وأى تغيـير من شأنه أن يؤثر على عمليـة الذوبان أو البلورة يؤثر بدوره فى عملية التصلب أو الشك ولو كان الجبس الخام المصنوع منه عجينة باريس غير نقى ايحتوىعلى شوائب فانعملية التصلب تكون أقل سرعة من السابقة وعجينة باريس المستعملة فى أغراض المبـانى، يجبأن تكون من نوع أقل سرعة فى التصلب.

وعملية خلط عجينة باريس عادة تكون باليد ولكنها الآن عمليةميكانيكيه وتكون بالطريقه الآتية:

تضاف عجينة باريس إلى الماء غير المحرك بكميات صغيرة أو على دفعـات صغيرة أفضلمناضافيهادفعه واحدة . ويسمح لعجينه باريس لكي تغطى الماء لمدة من ٢ - ٥ دقائق ثم يحرك حتى يصل إلى مرحلة الكريمه مـع خلوها من الهواء وفى بعض المصـانع فان الجبس ينخل على الماء بدلا من إضافتـه على دفعات ويجب أن يكون الخلط بشرط ألا يتكون فقاعات هوائية ٠وكميه الماء الحقيقيه اللازمه لاتحاد عجينه باريس بالماء هى٦ر١٨ ٪ تقريبامن وزن عجينه باريس الجـافه ولو استعملت هذه الكميه فقط فيكون استعماله قليلا وعمليات الصب تكون صعبه وتعطى صباً كثيفاً ـ ولكن يجب أن تخلطعجينه باريس بكميات من الماء أكثر من هذه وذلك لتكون كتله لدنه يمكن تشكيلها وفى العادة تكون كميه الماء ٧٥٪ من وزن العجينة

عمليه تصلب أوشك عجينه باريس مصحوبه بتمدد بسيط وهذا التمدد يسمح لإعطاء صورة حادة لجميع تفصيلات القالب المستعمل أو الشكل المطلوب كذلك فى عمليه تصلب عجينه باريس ترتفع درجة الحرارة معتمدة على كميه الماء المضافه

ومن العوامل التى تؤثر على تصلب أو شك عجينه باريس نسبه الماء . وعلى درجه النعومه وعلى نقاوة الماء المستعمل وعلى درجه حرارة الماء وعلى إضافه مواد غريبه تسرع او تبطىء الشك.

ومدة تصلب عجينه باريس يمكن تأخيرها او إسراعها باضافه كميات قليلة من مواد اخرى لأن اى حالة من شأنها أن تؤثر على سرعه ذوبان الجبس فى الماء وسرعه التبلور لها تأثير على عمليه التصلب (الشك)

المؤخـرات : وهى مواد تضاف لتبطىء الشك وهى تقلل من سرعه تكون البلورات أو تغير من شكل بلورة الجبس الناتجـة بتغير سرعة نمو البلورة مثل الطينـات والتلك والسيليكا الناعمة وأنواع الغراء العضوى والجلاتين وأملاح البوراكس ونشارة الخشب والدم والنشاء والسكر والصمغ والكيراتين وأملاح بعض الأحماض العضوية وتضاف المؤخرات إلى الجبس بعـد تنعيمه وطحنه وعادة تضاف بنسبة ٢–١٥٪ فى الألف (٢ر٠–٥ر١٪).

المساعدات: وهى مواد تضاف لتعجيل الشك أى تجعله يشك بسرعة وهى تزيد من تركيزات أيونات الكبريتات إلى حد يفوق قـابلية ذوبان كبريتات الكالسيوم مثل الأملاح غير العضوية بنسبة ٥ر٠٪ (كربونـات وكبريتات وكلوريدات الصوديوم) . ومعظم المواد المساعدة تقلل التمدد فالجبس بدون

إضافات يتمدد إلى ٤ر٠٪ فى وقت التصلب من ٣٠ — ٤٠ دقيقة وإضافة كبريتات البوتاسيوم يقلل التمدد من ٣ر٠٪ إلى ١٥ر٠٪ وتسرع عملية الشك.

وعلى العموم يكون من المستحسن عدم إضافة لا مؤخوات ولا مساعدات عند استعمال الجبس.

وصناعة عجينة باريس تتم كما يأتى :

١ — عملية تكسير وطحن

٢ — عملية كلسنة للجبس .

٣ — عملية طحن الناتج إلى نعومة فائقة وعملية الطحن أو التنعيم تتم إما قبل عملية الكلسنه او بعدها . وتتم عملية الكلسنة فى افران خاصه منها المستمر وغير المستمر .

ويستعمل الجبس الصناعى المنزوع منه الماء فى اعمال البناء والبياض والتشكيل وينقسم الجبس الصناعى حسب نسبة كبريتات الكالسيوم واستعمالانه الى الأنواع الاتية :

١ — جبس عادى ويعرف بالبلدى .

٢ — جبس المصيص ويعرف بالمصيص.

٣ — جبس التشكيل.

٤ — جبس الطبى.

الجبس العادى : تكون نسبة كبريتات الكالسيوم : $CaSO_4\frac{1}{2}\ H_2O$ لاتقل عن ٦٠٪ بالوزن ـ وكلوريد الصوديوم لايزيد عن ٢٪ والماء المتحد

لا يقل عن ٣ ٪ ولا يزيد عن ٩ ٪ والشوائب (سلكاوا كسيد حديد وألومنيوم) لا تزيد عن ٢٠ ٪ وتنقسم بالنسبة لزمن الشك إلى نوعين :

ا) جبس عادى متوسط الشك (لا يقل زمن الشك عن ١٥ دقيقة) .

ب) جبس عادى سريع لذلك (لا يقل زمن الشك عن ٥ دقائق ولا يزيد عن ٨ دقائق) . ويستعمل فى تجهيز المونه المستخدمة فى البطانة ولونه رمادى يميل إلى الصفرة وينتج من حريق أنواع غير نقية من الجبس الحمام .

٢ ـ **الجبس المصيص** : تكون نسبة كبريتات الكالسيوم لا تقل عن ٨٠ ٪ بالوزن ونسبة الماء المتحد لا تقل عن ٤ ٪ ولا تزيد عن ١٠ ٪ بالوزن ونسبة الشوائب لا تزيد عن ٥ ٪ وينقسم بالنسبة لزمن الشك إلى :

ا) متوسط الشك (لا يقل زمن الشك عن ١٥ دقيقة) .

ب) بطىء الشك (لا يقل زمن الشك عن ساعة) .

ويستخدم لتجهيز المون اللازمة لطبقات البياض المختلفة ولونة أبيض ناصع ونسبة قليلة .

٣ ـ **جبس التشكيل** : تكون فيه نسبة كبريتات الكالسيوم لا تقل عن ٩٠ ٪ ولا يقل زمن الشك عن ١٥ دقيقة ولا يزيد عن ٤٠ دقيقة

٤ ـ **جبس الطبى** : تكون فيه كبريتات الكالسيوم لا تقل عن ٩٣ ٪ وهو أنقى انواع الجبس الصناعى ويستعمل فى الاغراض الطبية ولا يقل زمن الشك عن دقيقتين ولا يزيد عن ٤ دقائق .

استعمال الجبس الحمام : مادة مالئة في صناعة الورق والمنسوجات ومواد الطلاء وكمادة عازلة فى عزل الاسقف والمراسير وكمادة تمتص الزيوت والدهون

و فى صنع التماثيل ، كمادة صامدة للنار ـ و كسماد للاراضى القلوية و الملحية فى عمليات استصلاح الاراضى الزراعية :

و كمادة مبطئة للشك فى صناعة الاسمنت و كمادة أولية فى صناعة سماد كبريتات النوشادر .

و يمتاز بياض الجدران بالجبس عن بياضها بالجير فى :

١ ـ لايحتاج بياض الجبس إلى إطفاء و تخمير كما فى حالة بياض الجير

٢ ـ سهولة تجهيز خلطة بياض الجبس .

٣ ـ يشك و يجف بسرعة فى حين أن بياض الجير لا يشك ولا يتصلب إلا ببطىء .

٤ ـ بياض الجبس قوته النهائية أعلى من القوة النهائية لبياض الجير ويمتاز بياض الجير فى أنه أرخص سعراً و يمكن استخدام معه نسبة أكبر من الرمل عن بياض الجبس .

مسائل على الجير والجبس

احسب وزن الحجر الجيرى الخام اللازم لأنتاج ٦٠ طن فى اليوم من الجير الحى بفرض إن الناتج سوف يحتوى على ٩٠٪ اكسيد كالسيوم نقى

الحل

وزن الشوائب الموجودة مع ٦٠ طن من الجير = ٦٠ × ١/١٠ = ٦ر٧ طن

وزن الحجر الجيرى النقى اللازم لانتاج ٦٠ طن من اكسيد الكلسيوم

النقى = ٦٠ × $\frac{١٠٠}{٥٦}$ = ١٠٧ طن

Ca Co 3	=	Cao
100		56
X		60

∴ وزن الحجر الجيرى المحتوى على الشوائب = ١٠٧ + ٦ر٧ = ١١٣ر٧ طن

٢ ـ احسب وزن الجبس اللازم لانتاج ١٠ طن من عجينة باريس واحسب حجم بخار الماء الناتج بفرض ان التحول يحدث تحت الضغط الجول)

الحـل

$$CaSO_4\,2H_2O \xrightarrow{170^\circ c} CaSO_4\ {}^1/_2\ H_2O + {}^3/_2\ H_2O$$

172	145	$^3/_2$ mole
X	10 ton	n
	10,000 Kgm	n

∴ وزن الجبس اللازم = $\frac{١٧٢ \times ١٠}{١٤٥}$ = ١١ر٩ طن

قانون عام للغازات

$$PV = NRT \qquad \therefore V = \frac{NRT}{P}$$

P = 1 atmosphere V = ? litre

$$N = \frac{10{,}000 \times {}^3/_2}{145} = 103.4 \text{ mole}$$

R = 0.082 gas Constant for / gm / mi

T = 170 + 273

$$\therefore V = \frac{NRT}{V} \quad \therefore V = \frac{103.4 \times 0{,}082 \times (170+273)}{1} = 3758 \text{ litres}$$

المواد التى لها صفة التصلب

يمكن تقسيم المواد التى تتصلب إلى ما يأتى :

١ ـ مواد لها صفة التصلب بسيطة .

ويتكون بخروج غازات أو سوائل باستعمال حرارة على خامات طبيعية ثم تتصلب بواسطة امتصاص نفس السائل أو الغاز والرجوع ثانية إلى نفس التركيب الأصلى والناتج له نفس التركيب الكيماوى للخامة الطبيعية مثل :

ا ـ الجبس ب ـ الجير

٢ ـ مواد لها صفة التصلب معقدة .

ويكون تصلبها نتيجة مركبات كيماوية جديدة وتختلف عن الخامات الأصلية المتكونة منها ـ وهذه تنقسم إلى :

ا ـ مواد لها صفة التصلب سليسيه وتصلبها أساساً نتيجة تكوين سلكات أثناء عملية الصناعة وتشمل الجير المائى والأسمنت الطبيعى والأسمنت البورتلاندى .

ب ـ مواد لها صفة التصلب الومينية وتصلبها أساساً نتيجة تكون المونات الكالسيوم مثل الأسمنت الذى يحتوى على نسبة عالية من أكسيد الألومنيوم .

حـ ـ مواد لها صفة التصلب من إكس كلوريد وتصلبها أساساً نتيجة تكوين إكس كلوريد الزنك والمغنسيوم .

د ـ أنواع خاصة من الأسمنت مثل الأسمنت المقاوم للصدأ في المعدات الكيماوية والمفاعلات والمخازن وأبراج الامتصاص.

البويات والورنيشات

Paints and Varnihes

هذه المواد تطبق على شكل طبقة رقيقة سائلة على السطح مكونة غشاء صلب ملتصق التصاقاً تاماً ـ وتغطى إنشاءات المبانى بهذه المواد للأسباب الآتية :

١ ـ لحماية مواد البناء من تأثير العوامل الجوية الصعبة .

٢ ـ للوقاية ضد الأبخرة والغازات الضارة .

٣ ـ للوقاية ضد العفن .

٤ ـ لإعطاء شكل ومظهر جميل (أغراض الزينة) .

٥ ـ لحماية المواد وخاصة الخشب من الحريق .

٦ ـ الأغراض الصحية وخصوصاً فى المستشفيات والمدارس .

وتشمل خامات البويات والورنيشات والميناث مواد ملونة ـ مواد رابطة مذيبات ـ بويات الزيت ـ ألوان ماء الجير ـ ألوان الغراء ومواد التلميع .

البويات Paints :

بويات الزيت : عبارة عن مواد ملونة معلقة فى زيت قابل للجفاف باضافة مواد مجففة والتنر أومذيبات والأول ليساعد ويسرع تكوين قشرة والتصلب والأخير يعطى سهولة وتجانس أثناء التطبيق بالفرشاه والرش ووظيفة المواد الملونة تعطى اللون المطلوب ويمنع إلى حد ما تحلل الطبقة المتكونة بالأشعة فوق البنفسجية وإعطاء طبقة غير نفاذة أى غير مسامية .

والزيت هو المادة الرابطة فى بوية الزيت و بويات الزيت يمكن أن توجد على نوعين إما على شكل عجينة تحتاج إلى تخفيف بمخفف أو تكون على شكل بوية جاهزة لا تحتاج إلى تخفيف و بويات الزيت تستعمل على جميع أنواع المعادن والخشب والجبس والبياض .

وأهم مكونات بويات الزيت ما يلى :

١ ـ زيت له القدرة على الجفاف أو ورنيشات (مادة رابطة) .

٢ ـ مواد مخففة (مذيبات أو تنر) .

٣ ـ مواد مجففة .

٤ ـ مواد مالئة .

٥ ـ مواد ملونة (صناعية ـ طبيعية) .

١ ـ الزيوت التى لها القدرة على الجفاف فيما عدا زيت البترول الذى هو مخلوط من ايدروكربونات و بعض المواد الأخرى التى يطلق عليها اسم الزيوت فان الزيوت عادة عبارة عن إستر لأحماض دهنية ذات وزن جزئى كبير مع كحولات مثل الجلسرين أى يحتوى على جلسريدات غير مشبعة التى يتشبع بالاتحاد بالاكسجين الموجود فى الهواء مكونة طبقة صلبة أى أنها عملية أكسدة.

هذه الزيوت يمكن تقسيمها إلى ما يأتى .

١ ـ زيوت لا تجف .

٢ ـ زيوت نصف جافة .

٣ ـ زيوت لها القابلية على الجفاف .

ويمكن تمييز هذه الزيوت الثلاثة على أساس خواص الطبقة المتكونة عندما

يفرش طبقة رقيقة من هذا الزيت على سطح لامع ثم يعرض للهواء والضوء لمدة ساعات فان الزيوت التى لها القابلية للجفاف تكون طبقة أو فلم صلب على السطح ملتصق جداً ولا يمكن أن تلتصق بالأصبع .

والزيوت نصف الجافه تكون طبقه أو فلم أقل التصاقاً فى حين أن الزيوت التى لا تجف لا تكون طبقه ملتصقه ولكنها تستمر زيتيه القوام .

والمهم فى أنواع الزيوت السابقه هى التى لها القابليه على الجفاف وهذه يمكن تقسيمها إلى زيوت طبيعية ونصف صناعية وصناعيه .

والزيوت الطبيعيه التى لا تجف تنتج من تسخين زيوت نباتات فمثلا زيت بذرة الكتان عندما تسخن لدرجة ٢٠٠°م مع اضافه مواد مجففة أثناء التسخين لكى تسرع العمليه .

زيت بذرة الكتان : يستعمل فى البويات ويؤخذ من بذرة الكتان بواسطه الاستخلاص أو الضغط ويمكن الاسراع من جفاف زيت بذرة الكتان وذلك بتسخين الزيت إلى ١٥٠°م مع اضافة مواد مجففة وأثناء عملية التسخين يذوب إلى حد ما المواد المجففة ويحدث نوعاً من البلمرة للزيت والمواد المجففة عبارة عن راتنجات أو بورات أو لبنولات الرصاص والمنجنيز بحيث تعطى حوالى ٠ر٥٪ من معدن الرصاص ، ٠ر٢٪ من المنجنيز ـ والزيت الخام يجف فى مدة تتراوح بين ٣ـ٤ أيام عندما تعرض طبقة رقيقة منه ولكن الزيت المغلى يجف ويتحول إلى طبقة صلبة فى أقل من ٢٤ ساعة وأحياناً فى أقل من ٨ ساعات والزيت المغلى لونه أحمر داكن والزيت يغمق لونه كلما زادت نسبة المواد المجففة المستعملة وزادت درجة الحرارة ومدتها التى يغلى عندها الزيت واللون فى زيت بذرة الكتان

غير مرغوب فيه وسببه وجود شوائب وخاصة عند إستعمال الزيت فى البويات البيضاء والورنيشات الفاتحة .

٢ — المذيبات أو المواد المخففة وذلك لتطبيق الطبقة على السطح بالفرشاة أو الرش أو الغمس فى درجات الحرارة العادية لأن المواد الملونة يجب أن تكون معلقة أو تذوب مع مكونات الطينة فى السائل العضوى الذى يعمل عمل المذيب أو المخفف ويسمى المذيب عندما يذيب المواد التى تكون الطبقة أما إذا لم تتم عملية الذوبان فتسمى بالمخفف والمذيبات تستعمل في الورنيشات والبويات والمذيبات تتبخر من الورنيشات والبويات أثناء عملية الجفـــاف ولا تتفاعل كيماوياً مع الورنيش أو البوية أو مع السطح وأهمها ما يلى :

١ — التربنتين وهو ناتج تقطير الخشب والراتنج الطبقى لبعض الأشجار وهو سائل لا لون له شفاف وله رائحة قوية مميزة .

٢ — الكحول الميثلى والايثيلى ويستعمل في بويات الزيت والورنيشات.

٣ — النافثا وهو مقطر من مقطرات البترول .

٤ — البنزين والتولوين .

٥ — التنر

٣ — المجففـات

وهى تساعد على عملية الجفاف وهى مركبات الرصاص والمنجنيز والكوبلت وهى تساعد على إمتصاص الأكسجين وعلى بلمرة الزيت ويستعمل أكسيد الرصاص الأصفر وأكسيد المنجنيز والكوبلت وأحيانا راتنجات وبورات هذه المعادن .

٤ — المواد المالئـــة

وهى عبارة عن مواد صلبة ناعمة جداً أحياناً لها فائدة فى التلوين وفائدتها

تأخير ترسيب المواد الملونة وتشمل كبريتات الباريوم الطبيعيـــة والصناعية وكربونات الكالسيوم والباريوم والكاولين وتستعمل بنسبة ١٠ ـ ٢٠٪ .

٥ ـ المواد الملونة Pigments

المواد الملونة عبارة عن مساحيق ملونة ناعمة جداً لا تذوب فى الماء والمذيبات العضويه (الكحولات ـ التربنتين ـ الزيوت) ولكنها قادرة على المزج مـع المذيبات بتجانس مكونة تركيبة البويات ـ وتعطى المواد الملونة لون معين لتركيبة البويات وتستعمل المواد الملونة للبويات والمينات لاكساب اللون ولقوة تغطية السطح الأصلى .

وهناك مواد ملونة معدنية (غير عضوية) وأخرى عضوية . وفى مجـال المبانى المواد الملونة المعدنية هى السائدة نظراً لمقاومتها الكبيرة لعوامل التعرية (الجو) وثبوتها الكيماوى بجانب الثبات بالنسبة للضوء وهذا له أهمية خاصة فى البويات على الأسطح الخارجية والمواد الملونة العضوية الثابتة للضوء لها أيضاً بعض الاستعمالات فى المبانى مثل lithal red وتقسم المواد الملونة المعدنية بالنسبة للأصل إلى مواد ملونة طبيعية وأخرى صناعية والطبيعية مثل (أكسيد الحديد الطبيعى) والصناعية مثل (أبيض الرصاص وأخضر الكروم والأزرق البروس) وجميعها تحضر بعمليات صناعية كيميائية .

والمواد الملونة تتميز بالخواص الأساسية الآتية :

١ — قوة التلوين ٢ — قوة التغطية

٣ — نعومة الطحن ٤ — الثبات للضوء

٥ — الثبات الكيماوى ٦ — المقاومة ضد عوامل التعرية

٧ — المقاومة ضد الحريق ٨ — امتصاص الزيوت

٩ ـ المقاومة ضد التآكل

أ ـ المواد الملونة البيضاء White Pigments

مواد صلبة معتمة ناعمة تستعمل بكثرة في مجال البناء وخاصة في الاستعمالات الداخلية لأنها تزيد من شدة الاضاءة ، وتضاف المواد الملونة البيضاء إلى بعض المواد الملونة الأخرى لغرض تخفيف اللون .

والمواد الملونة البيضاء إما أن تكون طبيعية أو صناعيـة والطبيعيـة مثل الطباشير الذى لا يحتوى على الرمل وهو صالح لبويات الماء وبويات الغراء لأنه لو حظ عند استعماله في بويات الزيت يعطى لون نصف شفاف ردىء .

ومن المواد الملونة البيضاء الصناعية ما يلى :

١ ـ أبيض الزنك (أكسيد الزنك ZnO) ويصنع من معدن الزنك أو خام الزنك بالتبخير في درجة حرارة عالية.

ويذوب أبيض الزنك في القلويات والأحماض ولونه لا يتغير عند تعرضه لمركبات الكبريت ـ مثل كبريتور الايدروجين لأنه لو تفاعل وكون كبريتور الزنك فان هذا الأخير لونه أبيض .

ويجب ألا تقل نسبة أكسيد الزنك في أبيض الزنك عن ٩٢ ٪ ووجود أى نسبة من أكسيد الحديد تعطى لابيض الزنك لون أصفر ويستعمل أبيض الزنك على الخشب والمعدن والجبس .

٢ ـ الليثوبون (Lithopon)

وهو مخلوط من كبريتور الزنك وكبريتات الباريوم ويصنع بالتبادل المزدوج

من كبريتات الزنك وكبريتور الباريوم مع كلسنة الناتج حسب المعادلة الآتية :

$$Zn\ SO_4 + Ba\ S = Zn\ S + Ba\ SO_4$$

والليثوبون يذوب في الاحماض معطياً كبريتور الايدروجين ـ ولذلك يسود لونه عند ما يتعرض للجو ويستعمل في بويات الزيت والمينا للأجزاء الداخلية وتزداد عتامه الليثوبون كلما زادت نسبة كبريتور الزنك .

ويستعمل في بويات الزيت والمينا للأجزاء الداخلية .

٣ ـ أبيض الرصاص White Lead

كربونات الرصاص القاعدية $2Pb\ CO_3\ Pb\ (OH)_2$ ويصنع بمرر ثانى أكسيد الكربون فى محلول خلات الرصاص القاعدية ـ وتأثير الاحماض على أبيض الرصاص مصحوب بتصاعد غاز ثانى أكسيد الكربون. ويتحول أبيض الرصاص إلى اللون الاصفر في وجود كبريتور الايدروجين وأبيض الرصاص له قوة تغطية وتختلط جيداً بالزيت . وهو ثابت بالنسبة للضوء وعوامل التعرية ولذلك يستعمل فى الاجزاء الخارجية وفي الحجرات الداخلية وتتميز أبيض الرصاص بالمقاومة العالية للتآكل وهو يعطى غطاء واق جيد للمعادن.

٤ ـ ابيض التيتانيوم (TiO_2) أكسيد التيتانيوم وهو مخلوط من أكسيد التيتانيوم (٢٥–٧٥ ٪) مع أكسيد الزنك ومادة مالئة مثل كبريتات الباريوم .

وأبيض التيتانيوم لا يذوب فى الاحماض والقلويات ولايتغير ولايتأثر بمركبات الكبريت وهو مقاوم للجو والضوء وابيض التيتانيوم يستعمل فى البويات الخارجية والداخلية وابيض التيتانيوم غير سام وهذه تعتبر من مميزاته عند مقارنته بأبيض الرصاص وهو مفضل فى الاستعمالات للبويات المقاومة للأحماض وله قوة تغطية كبيرة .

ب ـ المواد الملونة الصفراء Yellow Pigments

١ ـ الـ Ochre وهو مواد ملونة طبيعية رخيصة وثابتة تستعمل فى ألوان الغراء والزيت والمينا وبعض أنواع البويات وتتكون من مخـــلوط طينات واكسيد حديد وثانى اكسيد المنجنيز وتتميز ثباتها ضـد الضوء والقـلويات . وكمية اكسيد الحـديد الأصفر من ١٠ ـ ٢٥ ٪ ويستعمـل في الوان الغراء والزيت والمينا .

٢ ـ كرومات الرصـــاص (كروم الرصاص ـ Lead Chromate) $PbCrO_4$ وهو نتيجة تفاعل محلول بيكرومات البوتاسيوم مع محلوح ملح من أملاح الرصاص وبعض درجات كروم الرصاص تحتوى حـــوالى ٢٠٪ كبريتات الرصاص وهوسام ولون كرومات الرصاص يختلف من اللون الأصفر الفاتح إلى اللون الأصفر الغامق ويسود اللون تحت تأثير كبريتور الايدروجين ويتحول اللون الأصفر إلى اللون الأحمر فى وجود القلويات . وكرومات الرصاص له قوة تغطية عالية ومقاوم للضوء ويتميز بقوته المضادة للتآكل . ويستعمل في بويات الزيت والمينات للمعادن والخشب

٣ ـ كرومات الزنك (كروم الزنك Zinc Chromate) $ZrCrO_4$ وهو مخلوط من كرومات الزنك مع بعض انهدريد الكروم وللتقليل من ثمن الكروم يضاف كبريتات الباريوم وكرومات الزنك أكثر ثباتاً للضوء ولا تسود بغازات كبريتور الايدروجين . وهو يذوب فى الاحماض والقلويات ويذوب بقلة فى الماء ويستعمل في بويات الزيت لتغطية المعادن ويحضر بالترسيب من محلول ملح الزنك مع بيكرومات ذائبة أوغليان أكسيد الزنك مع محلول حامض الكبريتيك مع بيكرومات ذائبة .

٤ ـ كبريتور الكادميوم Cadmium sulphide CdS ويستعمل اما وحدة

او مختلطاً مع الوان بيضاء مثل اكسيد الزنك وكبريتات الباريوم .

٥ ـ اكسيد الرصاص الاصفر PbO Litharge وهو الليثارج :

حـ ـ المواد الملون الزرقا blue pigments

أهم هذه المواد هو الأزرق البروسى Prussian blue $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$ والالترامرين ultramarine

١ ـ الالترامرين ultramarine (الزهرة) وتصنع بحرق مخلوط من الكاولين والكبريت وكبريتات الصوديوم والفحم وتركيبه الكيماوى سلكات والمونات الصوديوم التى تحتوى على الكبريت في حالة غروية وهو غير سام .

واللون يختلف من أزرق سماوى خفيف إلى أزرق غامق معتمداً على المكونات والزهرة تقاوم القلويات والجير وهى تتأثر بالأحماض معطية كبريتور الايدروجين وتستعمل الزهرة فى تبييض بويات الزيت البيضاء والوان الغراء للتقليل من الظلال الصفراء ولا تصلح لدهان الحديد نظراً لوجود الكبريت

٢ ـ الأزرق البروسى Prussian blue وهو ناتج تفاعل محلول حديد وسينانور البوتاسيوم مع كبريتات الحديدوز ثم تعقبه أكسدة الراسب الأبيض بكلورات البوتاسيوم أو بيكرومات البوتاسيوم .

وهو ثابت للضوء ويقاوم عوامل التعرية ويستعمل فى المواد الرابطة الزيتية والورنيشات وهو غير صالح للاستعمال عندما يطبق على بياض الجبس وهو نة الاسمنت لأنه يتأثر بالجير والقلويات معطياً راسب بنى ولا يستعمل مع أبيض الرصاص لأنه يتفاعل معه مرسباً ايدروكسيد الحديديك الذى يعطى لون احمر المخلوط وهو الذى يفرق بينه وبين الزهرة .

٣ ـ أزرق النحاس وهو كربونات النحاس القاعدية $Cu\ CO_3 . Cu(OH)_2$

٤ ـ أزرق الكوبلت وهو يحتوى على أكسيد الكوبلت وأكسيد الألومنيوم

د – المواد الملونة الخضراء Green pigments

يمكن تقسيم المواد الملونة الخضراء إلى قسمين ١) لون أخضر طبيعى مثل أكسيد الكروم ٢) لون أخضر محضر من خلط الازرق والاصفر.

١ ـ أكسيد الكروم Chormium oxide Cr_2O_3 ويحضر بتسخين مخلوط ناعم من بيكروما البوتاسيوم مع عامل مختزل مثل الكربون والكبريت. وهو خامل كيماوى وغير حساس بالنسبة لتأثير الاحماض والقلويات ومركبات الكبريت وثابت بالنسبة للضوء ولدرجات الحرارة.

٢ ـ أخضر كروم الرصاص وهو عبارة عن مخلوط من كرومات الرصاص الصفراء مع الازرق البروسى مادة مالئة (كبريتات الباريوم أو كبريتات الرصاص) وأخضر كروم الرصاص له قوة تغطية كبيرة ومقاومة عالية ضد التآكل وثابت بالنسبة للضوء وغير ثابت فى وجود القلويات ، لذلك لا يستعمل فى ألوان الجير وألوان الغراء المستعمل على الخشب ولكنه منتشر لاستعماله فى الزيت

ولا يستعمل على الحديد أو مع أى مادة ملونه تحتوى على الكبريت او كربونات الرصاص القاعدية ، يسود فى وجود كبريتور الايدروجين الغازات المحتوية على الكبريت .

٣ ـ اخضر كروم الزنك وهو عبارة عن مخلوط ميكانيكى من كرومات الزنك الصفراء مع الازرق البرسى ومادة مالئة ويختلف اللون من الاخضر الفاتح إلى اخضر مزرق غامق . وهو يتأثر بالاحماض والقلويات ولا يسود في

وجود كبريتور الأيدروجين ويستعمل فى بويات الزيت وغير صالح فى دهان الجبس .

٤ ـ اخضر النحاس وهو خلات النحاس القاعدية .

$$Cu\ (\ CH_3\ COO\ )_2\ Cu\ (\ OH\ )_2$$

هـ ـ المواد الملونة الحمراء Red pigments

١ ـ أكسيد الحديد الطبيعى Fe_2O_3 وهى مادة ملونة حمراء تحتوى على الأقل على ٣٥٪ أكسيد حديد ويستعمل فى بويات الزيت والغراء للمعادن والخشب والجبس وهو ثابت بالنسبة للضوء .

٢ ـ أكسيد الرصاص الأحمر (السلقون) Pb_3O_4 وينتج بكلسنة الليتارج او اكسيد الرصاص الاصفر او حريق الرصاص في فرن فى وجود الهواء ولذلك يختلف اللون من البرتقالي إلى الأحمر وهو مقاوم للقلويات وللصدأ على الحديد وللضوء ولكنه يذوب فى الاحماض ويتأثر بكبريتور الايدروجين ويستعمل في بويات الزيت .

٣ ـ احمر الكروم Cbrome red كرومات الرصاص القاعدية $Pb\ CrO_2\ Pb(oH)_2$ وينتج بمعاملة خلات الرصاص مع بيكرومات البوتاسيوم في وسط قلاى لونه برتقالى فاتح وهو ثابت بالنسبة للضوء ولكنه يسود فى وجود كبريتور الايدروجين .

و ـ المواد الملونة السوداء Black pigments

ويستعمل في تطبيقات البويات فى الحالة النقيه وفى حالة مخلوط من المواد

الملونة البيضاء لتعطى اللون الرمادى ومنها الجرافيت والكربون وثانى اكسيد المنجنيز واسود الرصاص .

والمواد الملونة السوداء لها قوة تغطية كبيرة وكذلك قوة تلوين كبيرة ومقاومة كبيرة لتأثير القلويات والاحماض وتستعمل فى بويات الزيت والورنيشات والجير والغراء .

ثانيا : الورنيشات Varnishes

الورنيشات عبارة عن محاليل أو سوائل متجانسة تعمل من راتنجات طبيعية أو صناعية فى زيوت نباتية تجف أو كحولات وتحتوى على مواد مجففة وكذلك مذيبات أ مواد مخففة. تعطى طبقة شفافة عند الجفاف تستعمل لتحسين مظهر السطح وزيادة تحمله وهناك ورنيش زيتى وآخر كحولى والراتنج يعطى اللمعان والصلادة لطبيعة الورنيش والمواد المجففة وزيوت الورنيش تستعمل كمادة رابطة فى انتاج بويات المنيات وتعطى اللمعان للأسطح الجاهزة وللارضيات الخشبية .

والراتنجات الطبيعية مثل الجملكة واصله مستخرج من النباتات والأشجار والروزين أو القلفونيا وهو المتبقى بعد خروج التربنتين من البالسم من بعض أنواع الأشجار .

والراتنجات الصناعية مثل الالدهين فينول والكبيد الراتنج وخلات ونترات السليولوز وورنيشات للكحولية تجف بسرعة ويتبخر المذيب تاركا طبقة صلبة في حين أن ورنيشات الزيوت تجف ببطىء بالاكسدة للزيت الذى يربط الراتنج

تاركا طبقة لامعة باقية والمذيبات الكحولية تحتوى على كحول مثيلى وكحول اثيلى وتربنتين ونافثا والزيت المستعمل هو زيت بذرة الكتان ،

ومن أهم خصائص الورنيشات اللون ـ اللزوجـــة ـ الشفافية ـ سرعة التجفف ـ الصلادة ـ اللد نة .

والورنيشات تختلف عن البويات أساساً فى الراتنج الذى تحتويه مع الزيت فى درجات الحرارة المرتفعه رتكون النتيجة بعد تطاير وتبخر المجفف أو المذيب أو التنر فان الطبقة الباقيه تسلح مادة ملتصقة ومتداخلة مع الزيت . طبيعه الطبقة المكونة تتميز بالزيت المستعمل كما فى البويات وكذلك بالمادة الراتنجية المستعملة وعادة تكون أكثر صلابه وغير مساميه للرطوبه عن طبقه بويات الزيت . لكنها تتأثر بالضوء ، ولهذا السبب فان الورنيشات تستعمل عندما يراد دهان خشب طبيعى ، عندما تكون الطبقة غير معرضه للاشعه فوق البنفسجيه ونسبه الزيت إلى الراتنج فى صناعه الورنيش مهمه جداً كنسبة الزيت إلى المواد الملونه فى صناعه البويات وتشمل بويات السليلوز ما يلى : .

١ ـ راتنج صناعى مثل خلات السليلوز والنتروسليلوز ، يعطى اللمعان .

٢ ـ مذيب مثل خلات الاميل الكحولات والايثير وأميل الكحول .

٣ ـ مواد غير مذيبه (للتجفيف) أى لا تذيب الراتنج وتضاف للتجفيف المخلوط اللزج لدرجه معلومة منها البنزين والتولوين .

٤ ـ مواد ملونه تعطى العتامه .

٥ ـ مواد لدنه تعطى طبقة مرنة وهى عبارة عن مواد عضوية سائلة مثل الكافور أو نترات السليلوز .

وبويات السليلوز تجف بعمليه تبخير المذيب وترسيب وتجميع المواد الصلبة

اللاكيهات :

طبقة اللاكيهات والورنيشات يتشابهان فى المظهر ولكنهما يختلفان في التركيب وطبقة اللاكيهات المتكونة من الكحول هى عبارة عن محلول راتنج في مذيب متطاير . والأصل فى اللاكيهات هى طبقة الزخرفة للاشياء الصغيرة وليس الطبقات الخارجية .

ألوان ماء الجير

يستعمل ماء الجير فى دهان الطوب والبياض الخارجى وسطوح الخرسانة والجير وهو يتصلب بالهواء وتركيب ألوان ماء الجير كالآتى : —

٣ كيلو عجينة الجير + ١٠٠ كجم ملح طعام + ٣٠٠ كجم لون + ماء حتى يصبح الحجم الكلى ١٠ لتر .

اللدائن (البلاستيك)

وتشتق كلمة بلاستيك من الكلمة اليونانية بلاستيكوس ومعناها قابل للتشكيل او له خاصية اللدونة التى تتيح التشكيل بالضغط والحرارة بسهولة والاحتفاظ بالشكل الجديد بعد زوال المؤثر .

واللدائن مركبات عضوية أساسها الكربون . واللدائن هى من أهم القطاعات فى صناعات الكيماويات البترولية حيث تمثل اللدائن المرتبة الثانية بعد الأسمدة فى هذه الصناعات وتمتاز اللدائن برخص ثمنها وقابليتها للتشكيل وبذلك امكن استعمالها كبديل لعدد كبير من المواد التقليدية . وتقاوم اللدائن احيانا الكيماويات والمذيبات ولها خواص طبيعية وميكانيكية وحرارية وكهربية ومرئيه مميزة لها ذات قيمة كبيره .

فهى تنافس الصلب وتفوق كثيرا من المعادن فى مقاومة البرى والتآكل والخمول الكيميائى ولها ايضا تمدد حرارى وحرارة نوعية اعلى من الفلزات .

واللدائن توصيلها الحرارى منخفض ويمكن تقليله بعمل اللدائن الرغوية خفيفة الوزن وبمقاونة اللدائن بالزجاج فانها تنافسه في الشفافيه ومقاومةالصدم والتنى والتآكل .

وتفوق اللدائن منتجات السيراميك في العزل الحرارى فى درجات الحرارة المنخفضه وتمتاز اللدائن بمرونتها الشاسعه في سهولة التشكيل بجميع طرق التشكيل للخشب والمعادن (النشر والقطع — اللصق — اللحام — الصب الثقب — الثنى — الضغط) .

وأثبتت اللدائن جدارتها كمادة من مواد البناء ولكن مضارها كمادة انشائية خلاف ميلها للزحف هو عدم قدرتها لتحمل درجة حرارة أعلى هى ٢٥٠°م بصفة متواصلة وكذلك بعدم ثبوت خواصها فى المدى الطويل .

اللدائن مادة انشائية

تمثل اللدائن فى البلاد المتقدمة المكان الرابع من حيث الأهميه فىمجال البناء بعد الخرسانة والخشب والمعادن وذلك لما تنفرد به اللدائن منخواص لايمكن الحصول عليها فى بعض المواد الاخرى فهى تجمع بين خصائص السوائل والجوامد منها مايلى :

١ – صغر الحجم الوزنى فهو ⅓ معدن الالومنيوم واخف منالصلب والنحاس والرصاص بمقدار من ٥ — ٨ مرات مثل البلاستيك الرغوى او البلاستيك المسامى .

٢ ـ القوة وخصوصا النوع الذى يحتوى على مادة مالئه .

٣ ـ معامل جودة المبانى (نسبة القوة على الحجم الوزنى) مرتفع فهو ٩ مرات اكبر من الخرسانه ، ½ ١ مرة اكبر من الصاب وإذا قورن بالطوب فهو ٠٫٠٢ والخرسانة ٠٫٠٦ .

٤ ـ التوصيل الحرارى منخفض ويمكن تقليله بعمل رغوة .

٥ ـ المقارمة والثبات ضد الكيماويات مثل الماء والمحاليل والأملاح والمواد العضويه والبعض ضد الاحماض .

٦ ـ مقاومتها ضد التآكل أى لاتتأثر بعوامل الجو .

٧ ـ قابليتها للالوان متعددة .

٨ ـ مقاومتها ضد البرى والصدم والثنى .

٩ ـ بعضها شفاف وخواصها البصريه عالية ولذلك تستعمل فى النوافذ بدل الزجاج مثل بلاستيك بولى استيرين .

١٠ ـ قابليتها للتشكيل كبيرة وبذلك تقلل من ثمن التكاليف حيث تشكل بالضغط والحرارة فى درجة حرارة حتى ٢٥٠°م فى حين ان المعادن تحتاج الى درجات حرارة مرتفعة .

١١ ـ قابليتها للمعاملة مع الآلات مثل النشر والحفر والقص واحتمال استعمال البقـايا .

١٢ ـ القابلية للصق (بلاستيك مع بلاستيك — بلاسنيك مع خشب — بلاستيك مع معدن — بلاستيك مع خرسانة) مما يجعل من السهولة الاستعمال فى الانشاءات المبانى .

١٣ ـ القابلية للحام مثل عمل المواسير .

١٤ ـ سهولة عمل المفاصل والمشتركات اى غير نفاذ للهواء مما يجعل البلاستيك مادة لها اهميتها فى عدم النفاذ للماء والغاز .

١٥ـ القابلية لعمل رقائق مع القابلية للالتصاق لبعض المواد الأخرى جعل البلاستيك اساسا فى اللاكيهات والورنيشات والدهانات :

١٦ـ سهولة عمليات التجهيز النهائى حيث تكون مصقولة لامعة .

١٧ـ تستعمل فى مجال المونات كمادة رابطة .

١٨ـ خاملة بخلاف المعادن فانها لا تصدأ او تتأثر بالاكسجين ولا تحتاج الى بويات ودهان .

٩ ـ الخامات الاساسية فى صناعتها متوفرة وتتم بعملية بلمرة لمواد كيماوية بسيطة ـ هذه المواد تنتج من الفحم والبترول والجير والهواء .

ومن مضارها (البلاستيك) كمادة انشائية فى المبانى ما يلى :

ـ مقاومتها القليلة للحرارة حتى ٢٠٠°م واحيانا ٣٥٠°م .

٢ ـ مقاومتها القليلة للصلادة على عكس الحديد والصلب .

٣ ـ معامل التمدد الطولى الحرارى كبير .

٤ ـ الاحتراق .

ويستعمل البلاستيك فى مجال النباء فى التطبيقات المدنية او الانشائية مثل اللدائن المقواة بالزجاج (بولى استر) والبانوهات الانشائية (بولى كلوريد الفينيل) ومواسير بدلا من الصلب والرصاص (بولى كلوريد الفينيل وبولى ايثلين) .

وتستعمل فى التطبيقات المعمارية مثل الابلاكاج كبانوهات للداخل فى الفنادق والمستشفيات والفورميكا وبلاط الارضيات (بولى كلوريد الفينيل) وبلاط البولى ستيرين مكان البلاط القيشانى وفى البويات المستخدمة في البناء (بولى استر) وفي المصابيح والستائر .

هذا بخلاف التطبيقات الاخرى غير الانشائية مثل الصناعات الحربية والمدنية مثل اجزاء السيارات والطائرات والغواصات والاساطيل واجهزة الراديو والتليفزيون وصناعة التروس والرولمان بلى وغيرها .

ومن المجالات الهامة التى دخلتها صناعة منتجات البلاستيك مشروعات الانشاء والتعمير وقد أصبحت الدول المتقدمة تستعمل البلاستيك فى بناء الحوائط وواجهات الحوائط وواجهات العمارات وأسقف المنازل وقطع الديكور ولوازم المعمار .

وأهم هذه الاستعمالات هى :

١ ـ الادوات الكهربائية باشكالها وأنواعها .

٢ ـ مواسير الكهرباء .

٣ ـ مواسير المياه والمجارى والاكواع والمحابس وقطع الربط وقواعد دورات المياه حتى السيفون حيث يحل محل المواسير العادية المصنوعة من الصلب أو الرصاص حيث يمتاز البلاستيك بخفة الوزن والمرونة مع امكان استعمال أطوال كبيرة مع تقليل عدد الوصلات والتركيبات مما ينقص تكاليف تركيبها من المواسير المعدنية والسيراميك .

٤ ـ مواسير تقاوم الاحماض وتستعمل كبديل لمواسير الصلب والزهر حيث

تستعمل فى المصانع الكيماوية والفنادق وتقاوم املاح البحـــر حيث تتحمل درجات حرارة وتقاوم الصدمات الكهربية والتأثيرات الكيميائية .

٥ ـ رقائق او افلام أو طبقات من البلاستيك تستعمل فى تغطيـة الخرسانة أثناء صبها لتمنع جفاف المياه بسرعة حتى تتماسك الخرسانة ولا تحدث بها شقوق

٦ ـ تستعمل فى عدادات المياه والنور .

٧ ـ مجال الزخرفة الداخلية والاضاءة كقطع الديكور والألواح المضلعة التى تستعمل فى العنـابر والجراجات والحواجز فى الـكازينوهات والمحلات العامة والفنادق والمدارس والمكتبات والمسارح والمستشفيات والبنوك وغيرها .

٨ ـ خراطيم الميـاه وأكر الأبواب وحنفيات المياه .

٩ ـ كبديل للخشب مثل ألواح من بولى أستر كبـديل لألواح القشرة والابلاكاج الفورميكا . وفى الأرضيات كبلاط وانتاج المشمعات (الجلود الصناعية) .

١٠ ـ تضاف إلى الدائن اليـــاف الزجاج ورقائق الخشب والورق وذلك لتحسين قوتها الميكانيكية .

١١ ـ أدوات صحية بمختلف انواعها .

١٢ ـ أساس المنازل كالمناضد والكراسى .

١٣ ـ فى البويات وخصوصا الدائن التى هى أساس اللاكيهات والمينيات التى تتصلب بالحرارة وتجف فى الهواء .

١٤ ـ عازل للحرارة والكهرباء والصوت .

١٥ ـ وتستخدم اللدائن في المجالات الآتية فيما يتعلق بالخرسانة .

أ ـ كمادة اضافية فى الخرسانة للحصول على خواص معينة مثل المقاومة للكيماويات .

ب ـ كمادة تحمى الخرسانة او تغطى سطوح الارضيات الخرسانية .

جـ ـ كبديل للاسمنت والماء وتسمى الخرسانة البلاستيكية مع إضافة رمل ـ حصى .

د ـ تستخدم فى المونات وذلك لقوة التصاق المونات الراتنجية على الخرسانة والحديد .

هـ ـ صناعة خرسانة مسلحة من اللدائن بما فيها أسياخ الحديد وذلك باستعمال لدائن مقواة بالزجاج . وفى الخرسانة سابقة الاجهاد بدل الأسياخ الحديدية العادية وذلك للمقاومة للتآكل خصوصا في المنشئات الخرسانية المعرضة للاجواء الساحلية ولخفة الوزن وخصوصا فى الوحدات الجاهزة الصنع التى تنقل إلى مسافات بعيدة