

قسم هندسة البناء والاسكالات
كائنات الفرع (المرحلة الثانية)
تتعلق جميع التخصصات

أ.د. عمار محمد صالح
٢٢ اسرار يونس
٢٢ ميسه فواز

المقدمة

1- انه موضوع التخصص من المواضيع المهمة لتدريب قسم هندسة البناء والاسكالات وان اهميته كبيره لدرجة ان كانت فرع القسم ملزمه بدراسة خلال المرحلة الثانيه وطلبة منه دراسيه بمدى واسع نظري وسامعيني على حد الاستيعاب .

ان عادة التخصص قد ترافقت معظم التخصصات في حياتهم العملية سواء كانت اعمالهم في المواقع او المختبرات او المكاتب ... وفيها ولذا على الطالب ان يحرص كالمهني لفهم هذا الموضوع وجمع المصادر الضرورية عنه لتوافقت صيغة حياته الدراسية والعملية .
ان بلدنا يستخدم التخصص بشكل واسع جداً اذ ان اكثر من

90% من مشروعات هي من التخصص العام او التخصص المتعدد وذلك لتوفر الموارد الاولى لهذه المماره التي تمتلك قواعدها ايجابية عديده ايجابياتها من سهولة تداولها ووضعها وانها معيرونه للجميع وبشكل متوارث مما يتطلب دراستها بشكل جيد من قبل المختصين لتلافى الاخطار التي تسببها في الاعمال التخصصية في مواقع العمل .

ان التخصص بشكل عام خليف من السنة واركام الناعم (الصلب) واركام

المخاض (الكل) والمخاض هي يقرب السنة مارة راجع بوجود المخاض ويقرب
 اركان مارة مالت. بعد ان تخلط هذه المكونات بتجانس لتكون منها
 الترسات الطرية ولرسات ملبية فقط يكتن خلالها تداول
 الترسات ورضها في القالب ورضها. وبعد ذلك يتصلب الترسات
 وتبدأ باكتساب المقادير واستلام الخصائص التي تجعلها مارة مناسبة
 لفترات عديدة في قطع التسيب.

وبمرور الزمن تتعدت الترسات من حيث المزار المتعدد أو
 كقنيات التل والمناقلة والصب اضافة الى استخدام حوار
 اظرف كمضافات للترسات لاسانها فواض جديدة ذات اهمية
 لهذه المادة الحيوية.

ولغرض الامام في مادة تكونها الترسات من كافة جوانبها
 سيتم مناقشة واستعراض وتوضيح المفردات التالية خلال
 التام الدرس.

* السنة :- اهمية صناعتها مركباته ودوره في الترسات
 التامة - - - - -

* اركان :- يتكلم عن اركان الترسات (الكل) و اركان المخاض (الكل)
 ودورها في الترسات وخواصها وتأثيرها على الترسات
 كجانب مراهلها.

* المضادات :- تتكلم بشكل موجز عن اهم انواع المضادات - خواصها
واسلوب استخدامها - - - - -

* الخسائر الطرية :- بعد حديث المراد الادوية للخسائر سنتكلم
عن خلطها وفواصها وهـ بحالتها الطرية وطرق فحص الخسائر الطرية
والعوامل المؤثرة عليها - - - - -

(* مقارنة الخسائر :- نتكلم عن ماهية المقاربات وانواعها والعوامل
المؤثرة عليها وطرق معالجة الخسائر - - - - -

* تصميم الخلل الخسائر :- سيتم هنا استعراض اهم العوامل التي تؤثر
على نسب الخلل والطرية البريانية في تصميم الخلل والطرية
الاركية والزوائد بينها مع اشارة توضيحية .

* ديمومة الخسائر :- سيتم تعريف الديمومة والعوامل المؤثرة عليها
وسيتم مناقشة النفاذية وديمومة الخسائر ضد الاملاح
والكوارض - - - - -

* سيتم مناقشة انواع الاضرار للخسائر كمعامل المردية والانتكاس
مراكزها والعوامل المؤثرة عليها - - - - -

* انواع جديدة من الخسائر :- وهنا سيتم الاطلاع على اكبده
من تكنولوجيا الخسائر كالمخسائر الحفنية الوردة والخسائر
العالية المقاومة والالية الاداد - - - وعندها من الانواع
الكديكة .

* وكذلك يتخلل الجانب النظري جانباً مختصاً إذ سيتم إيراد النصوص المختبرية حسب الملاحظات التفرعية المعتمدة على الموارد الأولية لغرضها كالمسئلة وإتمام النظم وإكمال الخطة وبعدها سيتم إيراد نصوصها على الغرض من الطريقة ثم بعدها نصوصها المقابلة على الغرض المتصلب. سيتم إيراد خلاصة تجريبية خاصة بتقييم الخطة الغرضية وكذلك خلاصة تجريبية خاصة على المضافات.

المصادر

1- انه عرضت تكنولوجيا الخرسانة موضوعاً أساسياً كانت المهندسين في مطلع التسعينيات يدرسون في كاتبة أخبار النظم وعليه فهناك مصادر عديدة يمكن الاستناد منها بصدور الموضوع ومقرها يتوزع في العديد من المفردات المهمة ويمكن الاستناد من المصادر التالية:

- 1- الخليل د. مؤيد ويوسف د. هنا عبد رزق تكنولوجيا الخرسانة وزارة التعليم العالي، الجامعة التكنولوجية 1984
- 2- Neville A.M. & Brooks "Concrete Technology" ترجمت أ.د. شاكر محمد صالح و أ.د. محمد أيوب صبري الفيدي Longman group, Ltd - 1987
- 3- Neville A.M. "Properties of Concrete" John Wiley & Sons, New York, 2005
- 4- مصادر عديدة أخرى

الاسمنت Cement

الاسمنت مادة تمتلك خواصه تماسكية « Cohesive » وتلاصقية « Adhesive » بوجود الماء مما يجعله مناسباً ليكون مادة رابطاً تربط الأجزاء المعدنية أو غيرها فيما بينها ويجعلها أكثر قتلة متراصة .
 انك مادة الاسمنت تتفاعل كيميائياً بوجود الماء وتتحول الى عجينة رابط لها القابلية على التجمد « Setting » والتصلب « Hardening » بمرور الزمن .

غالباً ما يسمى الاسمنت بالاسمنت الهيدروليكي « Hydraulic Cement » ويستخدم في أعمال التشييد لانكاج الخرسانة من خلال ربطه بركام او كونه مادة رابطاً معاد البناء بالطابق والبحر -- وغيرها .

تطور الاسمنت

1- من الاسمنت بمراحل تطور عديدة اكد عامنا هذا فخذ استخدمة المواد الرابطة منذ عهود عديدة كما في حضارة السومريين والفرس البابليين والاسكوريين التي استخدمت الصلابة كإحدى رابطة .
 بعدها تم تحميص الصلابة من خلال خلطها بالخبث والرماد وكذلك فقد تم خلط الصلابة بالصلابة تحميصاً فواضت الرابطة به بوجود الرطوبة .
 وفي مرحلة اخرى فقد تم خلط الصلابة معية من النوره ما اكل متم حرقتها --

بعدها تم شحيع استخدام النوره وخاصية في العصر البابليين -- وكان استخدام مادة الاسمنت البابليين (خلط من النوره والرمل والخبث الشام والصلابة النقية) وهي مادة سميكة بالاسمنت الابيض -- استخدمت في النقوش والواجهات .

وكهنا استمر التطور في المواد الرابطة واستخدمت الاجهزة الكبيره او البركانيه والمواد الصلابة لانكاج مادة الاسمنت البوزولاني Pozzolanic Cement

وبعدها بقية المواد الربطية على هذا الحال دون تصددها مع الموصد

لغايبه قيام المهندس الانكليزي John Smeaton ، بانتاج اول سنبت
 سيدريكس من خلال خلط البوزولانا والحجر الجيري عام 1776 .

وبعدها في عام 1796 قام العالم الانكليزي Joseph Parker ، باكتشاف
 سنبت حبيبي بالسنبت الروماني وهذا اسمر القدر وسام من

كثير من القمار والبنائيين منهم الفرنسيون Vicat ، والانكليزي جيمس
 والانكليزي Joseph Aspdin ، الذي اكتشف سنبت البورتلاندي Portland Cement

وبعدها تم اصدار اول صنبت بورتلاندي عام (1825) وبعدها عام

(1845) تم تصنيع اول نوع من انواع السنبت الحديث وصممت بالسنبت البورتلاندي
 كونه عند تصليبه يكون لونه حبيبي باهجار موجوده في جزيرة بورتلاندي
 بالانكلترا .

اما في العراق ففي عام 1936 تشكلت اول شركة للسنبت وفي عام 1949

تم اصدار اول صنبت للسنبت وكان ينتج السنبت البورتلاندي المصنوع
 بالطريقة الرطبة وبطاقة 250 طن/اليوم .

بعدها تصدده الانتاج وتوسعت المسائل وشكلت كانت انحاء العراق

وتصدت عمليات التصنيع وتتميزها والآن يوجد في العراق عدة

شركة للسنبت واكثر من عشرة معامل بطاقات الكاچيس

واسمها جدي

صناعات السنة البورتلاندي

بشكل عام هناك طريقتان لصناعة السنة البورتلاندي وهما :-

* الطريقة الرطبة « Wet Process »

* الطريقة الجافة « Dry Process »

ومهما كانت الطريقة المستخدمة فإن مراحل صناعة السنة يجب ان تتضمن :-

1- انتقاد المواد الأولية التي يجب ان تحتوي على الجير (الكلس)

والسليكا والالومينا والحديد ككونات رئيسية ويمكن الحصول على هذه المواد من الطبيعة باستخدام :-

٢- حواد كلسية كالحجر الجيري « lime stone » او الحجر الجيري

الطباشيري « Chalk »

٣- حواد طينية مثل الاحجار الطينية الرخوة « shale » او الصين

(Clay) وهو مصدر السليكا والالومينا .

٤- استخدام مواد اضافية لتعديل نسب المواد الرئيسية في الخليط

والتأكد من دقة النسب لانها تؤثر كثيراً على خواص المنتج كما سيتم مناقشتها لاحقاً

٥- يجب السيطرة على عملية المواد الثانوية التي قد يكون وجودها ضار

كالمغنيسيا والفلويات واكبريتات وميزها وذلك كونه ضار

تأثيره على كل مركب من هذه المركبات الثانوية

٦- بعد انتقاد المواد وتعديل نسبها تصعد على مراحل وتتمدد

بعوره جيده وبالنسبة المطلوب

٥- تحرق المواد بفرن دوار كبير ودرجات حراره ٢١٣٥ - ٢١٥٥ °

٦- أثناء عملية الحرق يحصل انصهار في المادة وتكثف عن شكل كرات صغرى متلاحقة تسمى « Clinker » بالكللكر .

٧- يبرد الكلنكر ويضخن باى تقنيه متبعه و تضاف منه نسبة

محدده من كبريتات الكالسيوم المائية « $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ »

المعروفة بالجبس « Gypsum » حيث تتراوح النسبة

2 - 6 %

٨- بعد الطحن يمرر المسحوق من خلال مجرى من المناخل للحصول

على النوعية المطلوبه ويعبره لفرز التوزيع . . .

الطريقة الرطبة « Wet Process »

تتضمن الطريقة الرطبة في صناعة السنته بالمخفونات التاليه :-

١- استخراج المواد الخام ونقلها الى موقع العمل .

٢- طحن المواد بوجود الماء وباساليب وتقنيات مختلفه .

٣- كسر الحجر الجيري بالطايرى بواسطة كرات خاصه ثم يضاف

الماء بداخل طاهونه خاصه تسمى طاهونه الفس « Wash Mill »

٤- اما الحجر الجيري فيكسر اولاً ويحقق بواسطة كرات ابتدائيه

عاطريه ثانويه ويوضع في داخل طاهونه اكره « Ball Mill »

٥- اما الرطبة فينقسم ويخرج مع الماء بداخل طاهونه ثانويه .

٤- ييضع مسحوق المواد الأولية ويخلط بالنسب المحددة ويمرر خلال سلسلة من المسبكات

٤- ييخزن الناتج النهائي بشكل مطوط رقيق القوام «Slurry» في خزانات مخصصة لهذا الغرض تسد خزانات المطوط

٥- تدقيق نسب الخلط وإجراء اي تعديلات مطلوبة

٦- يمرر المطوط من العنق الفرك الدوار ويرفد الى درجة حرر تصل الى ١٤٠٠ - ١٥٠٠ °م.

٧- عند الكون يطرد الماء ويترر غاز ثاني اوكسيد الكاربون وكلما ترتفع درجة الحرارة تحدث تفاعلات بين مكونات المواد الأولية مكونة مركبات جديدة أكثر استقراراً.

٨- في الحرارة العاليه (أكثر من ١٠٠٠ °م) تنفجر هواك ٢٠ - ٣٠٪ من المواد داخل الفرن مؤدياً الى كمثل المادة وجعلها على شكل كرات عنقودية متلاصقة ويعد متلاصقة تسد بالكليكر «Clinker».

٩- يبرد الكليكر في مبروات خاصة.

١٠- ييخزن الكليكر طويلاً تماماً ويضاف له اثناء عملية الرص نسبة محدده

(٦-٧٪) من كبريتات الكالسيوم المائية ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$)

وهي تسمى ايضاً بالجبس (Gypsum) لمنع حدوث التجدد النهائي عند خلط السنته مع الماء. وتكون هذه الرطوبات كبيره وطارده عن كرات فولاذية مسدوده.

١١- بعدها يمرر المسحوق عن فاصلات مع تيار هوار ويتفقد خاصية تؤدى الى فصل السنته الناعم وزهاجه الى مرحلة التفتت والخرن وتؤدي ايضاً الى إعادة الجيبات الخسبه للسنته مرة اخرى.

الطريقة الجافة - Dry Process

تتضمن صناعة السنتا وفق هذه الطريقة الخطوات التالية :-

1- سحق المواد الكلسية والطينية وتوضع حسب النسب داخل طما هوون حيث تجفف وتكثف وتحوّل الى سحوة ناعم يسيراً وبقية الخام .

2- يرفع وبقية الخام داخل خزان الخلط حيث يتم فيه تصحيح النسب ويخلط الدقيق باستخدام المواد المضغوطة للجانف على جانف

3- يتخلل الدقيق الخام ويوضع على صحن دوران وريضان اليه حوالي 12% ماء وبتعبئة لذلك ستكون كرات مبلبة صغرى بقطر حوالي 1 سم .

4- توضع هذه الكرات على مكبات حديدية لفرض التسخين ورفع درجة حرارتها وغالباً ما تمرر غازات ساخنة على هذه المكبات لفرض تجفيف الكرات .

5- تنقل الكرات المحمصة الى الفرن الدوار وتسخن وترتفع درجة حرارة

التسخين كلما انتقلت المواد الى اسفل الفرن مؤدياً الى حدوث تفاعلات بين مكونات المواد وجعلها أكثر استقراراً .

6- يسها تكون المراحل التضييعية اللاحقة كما في الطريقة الرطبة

المقارنة بين الطريقتين

1- هناك فروقات عديدة بين الطريقتين الرطبة

والجافة تتعلق بكمية الرطوبة في المواد حجم الفرن الدوار كمية الوقود اللازمة للوقود التكاليف والامن وسهولة الخلط والجانف متطلبات الصيانة ...
وسيتتبع فيها آثار المحاضرة

التزيب الكيميائي للسنتا البورتلاندي

كما ذكر سابقاً بأنه المواد الرئيسية المكونة للخامات الأولية لصناعة السنتا هي الجير « Lime » والسليكا والالومينا والحديد ، وفي مرحلة التصنيع وبالتحديد أثناء عمليات الحرق تتفاعل هذه المركبات مع بعضها وبارتفاع درجات الحرارة تتحول إلى مركبات أكثر تعقيداً وأكثر استقراراً وبالاضافة إلى ذلك ستبقى كمية من الجير الغير متحد (الذي لم يتوفر له العتمة الكافية للتفاعل أثناء مرحلة الحرق في الفرن الدوار) وهذا تستمر عملية التفاعل بين مكونات السنتا إلى أن يتم الوصول إلى حالة التوازن الكيميائي والاستقرار .

وبعد الاستقرار وإنتاج الكلنكر فإن الكلنكر يحتوي على أربعة مركبات رئيسية وهي :-

- | | | |
|---------------------------------|---------|------------------------------------|
| ① سليكات ثلاثي الكالسيوم | C_3S | $3CaO \cdot SiO_2$ |
| ② سليكات ثنائي الكالسيوم | C_2S | $2CaO \cdot SiO_2$ |
| ③ الومينات ثلاثي الكالسيوم | C_3A | $3CaO \cdot Al_2O_3$ |
| ④ الومينات حديد رباعي الكالسيوم | C_4AF | $4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3$ |

وإن تبريد الكلنكر بعمل سرعة تبريد تؤثر على درجة تبلوره وكذلك تؤثر على محتوى المواد الغير متبلوره (Amorphous) والتي تسحق بالزجاج وتكون المواد غير المتبلوره غير مفيد حيث أن خواصها تختلف عن المواد المتبلوره (Crystalline) التي تكونت أثناء عملية تصنيع وهرقا الكلنكر ومع ذلك فإنه هذه الخاصية يمكن فهم التزيب الكيميائي .

إن التحليل الكيميائي للسنتا سيوضح لنا كيف تتواجد المركبات الرئيسية والثانوية للسنتا على شكل أكاسيد واورزها هي :-

محتوا التقريبي %	الأكاسيد
67 — 60	CaO
25 — 17	SiO ₂
8 — 3	Al ₂ O ₃
6 — 0.5	Fe ₂ O ₃
4 — 0.1	MgO
1.3 — 0.2	{ K ₂ O } Alkalies { Na ₂ O } القلويات
3 — 1	SO ₃
1/1 أقل من	P ₂ O ₅
1/1 و و	Mn ₂ O ₃
1/1 و و	TiO ₂
1/4 أقل من	Loss on Ignition (L.O.I) الفتان ، مواد الأبخار
1.5 أقل من	Insoluble Residue (I.R) المخلفات الغير ذائبة

واعتاداً على هذه النسب التي يتم إيجادها من خلال التحليل الأسياري لعينات من النسبة يتم حساب نسبة تكرار المركبات الرئيسية
باعتقاد مواد لانه يسمى بمادلات (Bogue) وكالاتي :-

$$C_3S = 4.07[CaO] + 7.6[SiO_2] - 6.72[Al_2O_3] - 1.43[Fe_2O_3] - 2.85[SO_3]$$

$$C_2S = 2.87[SiO_2] - 0.754[C_3S]$$

$$C_3A = 2.65[Al_2O_3] - 1.69[Fe_2O_3]$$

$$C_4AF = 3.04[Fe_2O_3]$$

وهناك طرق اخرى حديثة يمكن استخدامها لقياس نسبة هذه المركبات والتي من خلالها يتم معرفة خواص السنت الملتج وذلك يكون هناك دور لكل مركب من هذه المركبات يختلف عن الآخر وهي جميعها تتحكم بنوعية الملتج ومميزات . وقد سنع موفراً استخدم تقنيات حيود الاشعة السينية (X-ray diffraction) لمعرفة نسب مركبات السنت .
 وأدناه شرح موجز لدور كل مركب منهم من هذه المركبات .

سليكات ثلاثي الكالسيوم (C3S) :- غالباً ما يتواجد هذا المركب بنسبة

عالية في السنت وهو على شكل جزيئات صغيرة متساوية الأبعاد تقريباً وعند يمت اللدك وهو يتحلل عند تبريد الكلنكر بكل حفاضة وللحفاظ على ثبوت واستقرار هذه المركب يجب مراعاة تبريد الكلنكر بمعدل بطيء وتدريجياً . ويعتبر هذا المركب من أهم المركبات في السنت والمسؤول عن أكساب السنت عند خلطه بالمار المقاربه المطلوب كما سنناقشه لاحقاً .

البيانات ثنائي أكسيد السيليوم (C₂S)

ان هذا المركب يأخذ عدة أشكال اعتماداً على درجة حرارة التبريد وسرعتها ، ففي درجات الحرارة العالية (1500°م) تكون على هيئة $\alpha\text{C}_2\text{S}$. وعند التبريد وبأبسط الأحوال الى $\beta\text{C}_2\text{S}$ وبعد ذلك عند وصول التبريد لدرجة (675°م) تتكون $\gamma\text{C}_2\text{S}$.

وعموماً واعتماداً على سرعة التبريد تتكون المادة على هيئة $\beta\text{C}_2\text{S}$ وهي جزيئات صغيرة توأمية مدورة .

وتكون السليكات في السنتة غير نقية تماماً إذ قد تحتوي على أكاسيد ثانوية تظهر على شكل محلول جامد « solid solution » وهذه الأكاسيد تؤثر على خواص السنتة أثناء عملية الإماهة (التفاعل مع الماء) .

الومينات ثلاثي أكسيد السيليوم (C₃A)

هي عبارة عن بلورات متبلورة وقد تتواجد بشكل غير متبلور على هيئة زجاج متجمد (Frozen glass) وان هذا المركب له بعض التأثيرات السلبية كما سنناقش لاحقاً وهو يؤثر على سرعة التفاعل ومعدل سرعة انبعاث الحرارة الناتجة من تفاعل السنتة مع الماء .

الومينات حديد رباعي أكسيد السيليوم (C₄AF)

وهي مركبات تتواجد على هيئة محلول جامد (Solid solution) وتتواجد بين C_2F و $\text{C}_6\text{A}_2\text{F}_4$ ولكنها توصف دائماً بالمركب C_4AF .

المركبات الثانوية

١- ان تسمية المركبات الثانوية تطلقا على هذه المركبات أو الأكاسيد ليس لتأثيرها الثانوي، إذ انها ذات تأثير كبير على خواص السنتا المنتج، وانما سميت ثانوية كدورها تتواجد بنسبة قليلة في السنتا. وهي مركبات غير مرغوب فيها وتؤثر تأثيراً سلبياً على خواص السنتا ولذا في عدد المواصفات العالمية وكذلك المواصفات العراقية رقم (5) لسنة ١٩٨٤ الحدود المسموح المسوية لشبها تتواجد في مركب. ومنه اهم هذه المركبات هي:

١- القلويات « Alkalies » Na_2O & K_2O

ان للقلويات تأثير مهم في السنتا، فعند صناعة الخسائخ وبعد فترة من الزمن وخلال مرحلة الخسائخ المتصلب تتفاعل القلويات الموجودة في السنتا مع السليكا الحرة التي غالباً ما تتواجد في الركام، وان ناتج التفاعل سيكون مصحوباً بزيادة هجسية مولداً اجهاداً داخل الخسائخ المتصلب. ان هذه الاجهادات المولدة قد تؤدي الى تشقق الخسائخ أو انخفاضها على أقل تقدير. وللمعد من هذا التأثير فقد حددت المواصفات نسبة تتواجد القلويات في السنتا بحسباً لا تتجاوز 0.6٪.

٢- الكبريتات أو ثالث أكسيد الكبريت SO_3

ان اجهاداً هجسية اثنار طويلاً الكلنكر في عملية صناعة السنتا لمنع حدوث ظاهرة التجمد القوي عند اجهاد الخسائخ المادون السنتا الكبريتات

تؤدي إلى تواجد معظم الكبريتات في السنة .

إن الكبريتات تتفاعل مع مركبات السنة المتحمضة مولدة نواتج تتفاعل ذات هجوم أكبر مسببة تشقق الخرسانة المتصلبة. لذلك حددت المواصفات نسبة لهذا المركب وهي متغيرة نسبياً واعتماداً على نوع السنة أو (نسبة المركب SO_3 في السنة المعينة) .

٣- المفضييا SO_3

إن لهذا المركب حضوره أيضاً وهو يتفاعل بحدك بطيء مقارنة بباقي المركبات التي أنه الذيادة الحجمية التي يسببها تكون أكبر مما في حالات القلويات أو الكبريتات . وقد حددت المواصفات الرابطة نسبة تواجد هذا المركب العنصر SO_3 .

٤- مركبات كالتويج اخرى

هناك مركبات كالتويج اخرى يمكن ان نجدها ضمن التحليل الكيمائي للسنة وتكون متواجده بنسب قليلة مقارنة بالمركبات الاخرى المذكورة هذه المركبات النشور (P_2O_5) والمفضييا (Mn_2O_3) والتيتانيوم (TiO_2) فقد تتواجد جميعها بنسب لا تتجاوز 1% ولهذا فان تأثيرها محدود نسبياً . وعموماً فان كافة المركبات الكالتويج اذا تواجدت في السنة عن شكل محاليل جارة (زجاج) ستكون محدودة التأثير لعدم تفاعلها .

(I.R) Insoluble Residue

المخلفات الغير ذائبة

ان السليكا الغير متفاعلة أثناء عملية صناعة السنت (مرحلة الحرق) لا تذوب في محلول حامض الهيدروكلوريك « HCl » لذلك فان نسبة المخلفات غير الذائبة تعتبر عندها اشارة للتفاعلات أثناء صناعة السنت، وان اكتحال عملية التفاعل يؤدي الى تكوين مركبات مستقرة ذات تاثير ايجابي على خواص السنت. حددت المواصفة العراقية نسبة هذه المخلفات بحسب الاستخبارات 1.5٪

L.O.I = Loss on Ignition "

الفتان اشارة الارتفاع

وهو مقدار الفتان في وزن السنت بعد تسخينه الى درجة حرارة الالهوار (حوالي 1000°م). وهي تعتبر عندها كغزر السنت اشارة لظروف او تقاومه بالحرارة في مواقع العمل، حيث ان السنت قد يتوسط لظاهرة الكربنة « Carbonation » او الاماظة الجزيئية (Hydration) نتيجة لتعرضه للظروف الجوية في المخازن أو مواقع العمل اذا كانت الجير الحر أو المقتنيا الحرة الموجودة في السنت تتفاعل بسرعه وليستويات رطوبية جوية عادية احيانا وخاصة اذا كانت السنت المنبعح عاكس الشعوبه أو ان هناك موسم احطار. حددت المواصفة العراقية الفتان اشارة الارتفاع بحسب الاستخبارات 4٪.

أهمية الإسمنت Hydration of Cement

كما ذكرنا سابقاً فإن الإسمنت يتفاعل مع الماء عند خلطها معاً مكوناً ما يسمى بـ الإسمنتية الرابطة ذات خواص تماسكية وتصلبية بمجرد الزمن مكونة من مادة صلبة ذات مقامة ومثابته جيدة تسمى بعينات الإسمنت المتصلب. وكل هذا يحدث عليه أهمية الإسمنت.

تتكون مركبات الإسمنت الرئيسية من مجموعتين، مجموعتي السيليكات وهي المركب C_3S والمركب C_2S ومجموعتي الألومينات وهي المركب C_3A والمركب C_4AF . وتحتوي كل هيبات الإسمنت منها كائناً ما كان على جميع هذه المركبات ونسباً محددة. وأن هذه المركبات هي التي تتفاعل مع الماء مكونة لتأخر الأهمية إلا أن سرعة التفاعل والمدة المطلوب للتفاعل يختلفت من مركب إلى آخر.

إنه موضع الأهمية من الناحية الاقتصادية وهذا عدة فرضيات حول طبيعت التفاعل وكيف تتم، إلا أننا يجب أن نعرف عن موضع الأهمية الأهمية التالية :-

- * يبعث التفاعل حال أهاضت هيبات الإسمنت بالماء.
- * تختلف سرعة التفاعل من حيث أنظر اعتماداً على مركبات الإسمنت فالألومينات (C_3A و C_4AF) أسرع تفاعلاً من السيليكات (C_2S و C_3S) وأن C_2S هو أبطأ تفاعلاً من C_3S وهكذا فإن نسب المركبات في الإسمنت تؤثر على مسار التفاعلات وعمليات الأهمية.
- * عند استمرار عملية الأهمية لله من الزمن فإن المتبقى من هيبات الإسمنت الغير متصبة ستحتوي على جميع المركبات أيضاً (أي لا ينفذ مركب دون الآخر).

* ان تواج الامه الاساسية اضافة الى الحرارة المنبعثة 100-

- سليكات الكالسيوم المائي $C-S-H$ وتسمى بالهدرات
- الهيدرات $C-A-H$ المائي الكالسيوم
- نسبة عالية من الكالسيوم غيرية (CaO, Fe_2O_3)
- هيدروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_2$

* تمثل سليكات الكالسيوم المائي الناتج الرئيسي لتواج عملية الامة وهو تشبع من اامة مجموعة السليكات $(C_2S$ و $C_3S)$ التي غالباً ما تمثل حوالي 75% من مكونات السنت البوركلاندية وعليه ستكون هي السؤل عند هذاه عجيبة السنت .

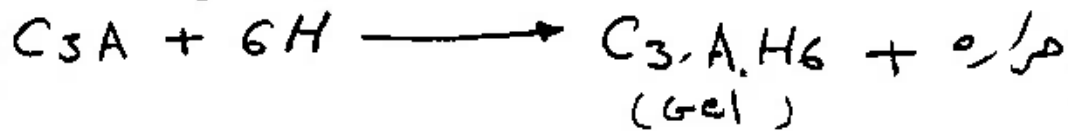
* تتم عملية تفاعل السنت مع الماء لفترة طويلة جداً (سنوات) وسنت معدل سرعة التفاعل تقل مع مرور الزمن . فعلى سبيل المثال تتشبع عجيبة السنت الك محقق (4) مايكرون عندما يتمر تماسك مع الماء وبعد سنت يصل تحت المياه الك (8) مايكرون فقط

* ان عيانات السنت الرصية (مقاسه اصغر من 50 مايكرون) يكتمل تشبعها بالكامل مع مرور الزمن في حين ان العيانات اكبر المقاس قد لا يكتمل تشبعها مهما طال الزمن (لصعوبة وصول الماء اليها لاحقاً) .

- * يمكن تحديد تقدم عملية الامة لأي عجيبة سنت من خلال :-
- كمية هيدروكسيد الكالسيوم المنبع من اامة السليكات . . .
- الحرارة المتولدة أثناء عملية الامة
- الوزن النوعي لعجيبة السنت المتشبع
- كمية الماء المتحد كيميائياً مع السنت
- كمية السنت الغير متشبع
- مقاومة عجيبة السنت المتشبع
- مامية عجيبة السنت
- اخر

الرميات ثلاثي الكالسيوم الماشيك وثلاثي الجبس

تتفاعل مجموعة الالرميات بسرعة مع الماء مكونة الرميات ثلاثي الكالسيوم الماشيك مصحوباً بانطلاق حرارة عالية ويسبب نتائج التفاعل بالجلد " آسي " .



ومن المهم معرفة الأثر حول الرميات ثلاثي الكالسيوم الماشيك :-

* انها تتفاعل بسرعة بوجود الماء حولها حرارة وقد تؤدي الى ظاهرة التجرد

الغباري السنت (Flash Setting) .

* للسيطرة على سرعة التفاعل وتجهد السنت يتم اضافة مادة الجبس وكما تم

ذكره في صناعة السنت (اثنان جزء مادة العنكس) حيث يتفاعل المركب C_3A مع الجبس مكوناً سلفو الرميات الكالسيوم الماشيك وسلفو ثريه الكالسيوم وهذه النوعي سلفو المركب C_3A تؤدي الى ابطاء سرعة تفاعله .

* ان كمية الجبس المضافة تعتمد على كمية من سلفو منه :-

كمية C_3A - كمية القلوويات - نسبة السنت - نوع السنت ...

ومن المهم استخدام كمية مثل من الجبس حيث ان نفاذ C_3A ونفاذ كمية من الجبس تؤدي الى حدوث تمددات ناتجة من تفاعل الجبس مع مكونات

السنت المتحمس تؤدي الى تشقق او كلف الرسانه المتصلب لاحقاً .

اما اذا نفذ الجبس وتبقى كمية من C_3A فانها ستتحول بسرعة وتنتج صمغ أو بلورة صمغية ذات عدة أشكال كالداسيه صمغاً وسن

بمرور الزمن تتحلل الى حالتها المستقره وهو بشكل بلورات مكعبيه

مختلفة مجرات تؤدي الى خلوصة هيكل الرسانه المتصلب

واضافته . ولهذا السبب فان وجود نسبة عالية من المركب C_3A

في السنت يكون غير مرغوب فيه ...