

المقدمة :-

الإضافات هي عبارة عن مواد أو تراكيب من عدة مواد تضاف للخرسانة أثناء الخلط لتحسين خاصية أو أكثر من خواص الخلطة الخرسانية. وإكسابها ميزات جديدة تتناسب مع الأغراض والمتطلبات لها سواء كان تجهيزها بواسطة محطات الخلط المركزية أو مصانع الخرسانة المسبقة الإجهاد أو الخلط الموقعي وتطور استخدام الإضافات فأدخلت في صناعة الطوب والبلاط لتقليل الهالك أو للحصول على نوعيات ذات أجهادات عالية.

المواد المضافة للخرسانة هي التي تكون خلاف مكونات الخلطة الخرسانية المكونة من ماء واسمنت وركام أي أن المادة تضاف إلى ماء الخلطة قبل أو بعد الخلط لإعطائها خواص مطلوبة في ظروف العمل، علماً بأن هناك مواد تضاف بعد مدة من الزمن أي أن الحاجة إليها سواء للتشققات الخرسانية أو غيرها من المشاكل الخرسانية ، بحيث تكون جميع المواد المضافة للخرسانة مصنفة طبقاً للمواصفات الأمريكية. ٢١٢ **ACI COMMITTEE**

إن لهذه الإضافات مضاراً لذلك يجب عدم استعمالها إلا في الحالات الضرورية وحسب تعليمات الشركة المصنعة وبأقل الكميات . ومحاولة الاعتماد على تحسين خواص الخرسانة بتعديل مكوناتها الرئيسية.

إن الغرض من عملية المعالجة للخرسانة هو المحافظة على نسبة من ماء الخلط الذي يضاف للخرسانة عند خلطها مدة من الزمن تسمى فترة المعالجة حتى تستمر عملية إمالة الأسمنت وكذا المحافظة على درجة حرارة الخرسانة عند درجة معينة أعلى من درجة التصلد.

وقد تتم المعالجة بتغطية سطح الخرسانة بطبقة من الرمل أو الطين المبلل أو بالحصى أو بالخيش أو طلاء سطح الخرسانة المعرض للجو بأنواع من الطلاء يجف مباشرة ويكون طبقة غير منفذة للماء (وغالباً يكون هذا الطلاء من مشتقات البلاستيك)، وغالباً ما تؤدي هذه الطرق إلى تغيير لون سطح الخرسانة.

وأما الطرق الحديثة لحفظ الماء من التبخر فتكون بتغطية السطح بطبقة من البرافين أو البيتومين أو الورق غير المنفذ للماء. ومن أفضل المواد التي تضاف إلى الخرسانة إلى الخرسانة بغرض المعالجة هو كلوريد الكالسيوم.

الهدف من الإضافات:

أ- تعجيل زمن الشك (التصلب او التفاعل) للحصول على مقاومة أكبر.

ب- للحصول على قابلية للتشغيل.

ت- في حالة الجو الحار تكون فائدة المواد المضافة لإبطاء الشك.

ث- لمقاومة التآكل والتحمل.

ج- لتحسين التماسك بين الخرسانة القديمة والجديدة.

ح- إنتاج نوع من الخرسانة الخفيفة الوزن.

خ- تعمل على زيادة ثبات الخرسانة.

د- تعمل على تقليل النفاذية.

هـ- الحصول على خرسانة مقاومة وعازلة للماء أو مقاومة للكيمياويات أو للاحتكاك.

شروط المواد المضافة:

يجب أن تحقق المواد المضافة عدداً من الشروط هي:

١- محققة للأمان الخرساني المطلوب.

٢- يجب أن تكون اقتصادية التكاليف.

٣- يجب أن لا تكون مضره للخلطة الخرسانية أو المبنى.

٤- يجب أن لا يكون لها تأثير على نسب الخلط.

أنواع الإضافات:

بالرغم من تعدد أنواع الإضافات وأسمائها التجارية إلا أنها تندرج أساساً ضمن ثلاث مصنفات رئيسية هي:

١- إضافات مسرعة للتفاعل.

٢- إضافات مبطنة للتفاعل.

٣- إضافات مقللة للماء.

أنواع الإضافات:

ACCELERATORS: إضافة تعجيل الشك عمل هذه الإضافة هو تقصير زمن الشك حيث تقوم بجعل الخرسانة تشك قبل حدوث الأضرار الناتجة من تجمدها بعد الصب مباشرة.

PETARDERS: وهي التي تقوم بإبطاء الشك للأسمنت في ظروف الأجواء الحارة تقوم بتقليل معدل نمو المقاومة.

(W.R.A) WATER REDUCING AGENT: إضافة مواد تقلل مياه الخلط هذه المادة تعمل على تقوية مقاومة الانضغاط وتعطي قابلية للتشغيل وتقلل كمية الأسمنت مع ثبات مقاومة الضغط والقابلية للتشغيل، وأيضاً لها دور في تلافى الزيادة غير المطلوب في كمية الماء أثناء الخلط والصب في الموقع وتستخدم المادة في صب الأساسات في حالة ارتفاع منسوب المياه الجوفية أو سقوط الأمطار.

ANTI PACTERIAL ADMIXTURES: إضافة مادة مضادة للبكتيريا تستخدم هذه الإضافة في الخرسانة الأرضية وخرسانات الحوائط التي توجد فيها البكتيريا التي سببت لها البكتيريا التآكل. وإضافة هذه المواد إلى أي نوع من أنواع الأسمنت فإن الأسمنت الناتج يسمى أسمنت مضاد للبكتيريا. وهذه الإضافات تكون ذات تركيز وقوة لمنع النشاط الحيوي للكائنات الدقيقة كالبكتيريا والعفن (الكائنات الميكروبيولوجية) ويستخدم هذا الأسمنت في عمل خرسانة الأرضيات أو الحوائط لأحواض السباحة أو أرضيات مصانع الألبان ومصانع حفظ المأكولات وخلافه بالإضافة ان الأسمنت يحفظ الأرضيات من فعل البكتيريا فإنه أيضاً يحفظ الأرضية من التآكل بفعل بعض الأحماض.

إضافة الهواء المحبوس: **AIR ENTRAINING AGENT** ويكون عملها بخلط كمية معينة من هذه الإضافة إلى الخلطة الخرسانية فينتج مجموعة كبيرة من الفقاعات الهوائية ميكروسكوبية منتظمة التوزيع على سطح الخلطة فتؤثر هذه الفقاعات على الخرسانة الطازجة من حيث قابلية التشغيل والنضج ، وأيضاً تؤثر على الخرسانة المتصلدة من حيث التجمد والنفاذية ولها تأثير في زيادة المتانة والتحمل وتساهم في تخفيف وزن المنشأ وعملها أنها تستخدم في الطرق وممرات الطائرات والخرسانة الخفيفة) الفوم

إضافات لحقن الخرسانة: **FLEXIN** وهي ماد تحقن في الخرسانة المسلحة في حالة وجود تشققات وعيوب في أجزاء المبنى وخاصة التي تحت الأرض المعرضة للرطوبة بحيث تقوم هذه المادة المقاومة لتأثير التآكل وهي مرنة وتتحمل درجة الحرارة وسريعة الجفاف بعد الاستخدام ومناسبة.

إضافة مادة البيتومين: **BITUMENE** هذه المادة لها دور في حماية المنشآت من المؤثرات الخارجية كالرطوبة والأمطار والمياه الجوفية وذلك لتلافي الأملاح والكبريتات.

إضافة المادة الملونة للخرسانة: **COLOURED CONCRETE ADMIXTURES** تتطلب بعض الأعمال المعمارية أن تكون الخرسانة ذات سطح ملون ولذلك يلزم إضافة مواد ملونة للخلطة التي تصب منها طبقة رقيقة على سطح الخرسانة . وهذه الإضافات عبارة عن أكاسيد معدنية ومواد أخرى متشابهة ،ويشترط فيها أن تكون خاملة كيميائياً وعدم تغيير ألوانها عند التعرض لأشعة الشمس تضاف المادة الملونة للخلطة التي تتطلب أن تكون الخرسانة ذات سطح ملون وخاصة للخرسانة العادية ومن أمثلتها ثاني أكسيد المنجنيز وأكسيد أيروكسيد الكروم.

مواد الإضافات المتنوعة:

تتنوع مواد الإضافات لتشمل كثيراً من قطاع الإنشاءات وفي أجزاء ومراحل مهمة ومنها:

أولاً: إضافات الخرسانة: تحسين قدرات ومزايا إضافية للخرسانة.

ثانياً: إضافات المونة الأسمنتية: **Admixture for Mortar**

لزيادة قوتها وتحسين مواصفاتها اجمالاً وقوة التصاقها واستخدامها بسماكات صغيرة أو للعزل) في المباني - اللياسة - الترسيمات - طبقات الاسكرين للأرضيات - العزل والسد

ثالثاً: أنظمة الفواصل: Joints sealant and covers

توي على فاصل تمدد أول فواصل انشائية لفرص تعبئة وسد وعزل هذه الفواصل وحمايتها من الرطوبة والأترية والحشرات حيث تتميز بخاصية الالتصاق والمرونة العالية (تمدد وانكماش) كما تتغير مقاومتها العالية للمياه والكيماويات في حالة المنشآت الصناعية وتندرج منها عدة أنواع: (رثنان - البيتومينية - الاكريليك) ومجالات استخدامها في (الاساسات - جدران استنادية- اسقف - مسابح - خزانات - سدود - جسور -كباري - ارضيات- اغطية فواصل التمدد حسب الاحتياجات- الخ)

رابعاً: وسائد انشائية (معدنية - مطاطية Structural Bearings) تستخدم في المنشآت ذات الاحتياج الإنشائي لوسائد مثل الجسور المعلقة وغيرها.

خامساً: الحماية من الصدأ Corrosion protection وهي عبارة عن أنظمة دهانات خاصة لحماية وعزل المنشآت الخرسانية او المعدنية المعرضة لعوامل بيئية وتشغيلية قاسية مثل محطات التحلية - او معالجة المجاري - او المنشآت البحرية

سادساً: معالجة وتحسين الأسطح Surface improvements: وهي عبارة عن أنظمة تطوير ومعالجة أسطح التشطيبات.

سابعاً: لاصق وربط البلاط Tile Adhesive & Grout عند استخدام البلاط بمختلف أنواعه في المساحات المعرضة لرطوبة دائمة أو مغمورة بالمياه فإنه يحتاج لمواد لصق وربط ذات كفاءة عالية تقاوم هذه الظروف لفترات قياسية كالمسابح والمطابخ والنوافير وغيرها.

ثامناً: أنظمة ترميمات ومعالجات الخرسانة والمباني Concrete Repair systems هي عدة مواد تستخدم لاعمال ترميم واعادة تاهينة المنشآت الخرسانية والمباني وهي مواد ذات أسس تكوين مختلفة (بوليمرية - ايبوكسية) تستخدم لمعالجة جميع حالات الترميم مثل (التعشيش - الاهتراء - الشروخ - حقن - التآكل من الصدأ الخ). وتتم المعالجات بأشكال مختلفة حسب حالة الترميم ومتطلباتها (مونة - حشو - حقن - ذاتية الانسياب- عديمة الانكماش) وتأتي على أشكال مختلفة مونه (اسمنتية - اكريلكية - بوليمرية- ايبوكسية - مضاف - سائل ربط أو حقن)

وستتناول بالشرح والتفصيل موضوع إضافات الخرسانة تحديداً لما له من أهمية:

١- كلوريد الكالسيوم: (Calcium Chlorid)

إن إضافات كلوريد الكالسيوم للخرسانة له تأثيرات مفيدة كثيرة على بعض خواص الخرسانة الطازجة والمتصلدة وفيها يلي توضيح لأثر كلوريد الكالسيوم على الخرسانة:

(أ) الشك الابتدائي والنهائي:

فإنه يلاحظ انخفاضاً في زمن الشك الابتدائي وكذلك تأثيره على مقاومة التماسك بين الحديد والخرسانة عند درجات الحرارة العادية والمنخفضة عند إضافة كلوريد الكالسيوم للخلطة الخرسانية بنسبة ٢% من وزن الأسمنت.

(ب) المقاومة المبكرة:

يكسب كلوريد الكالسيوم الخرسانة مقاومة مبكرة بدون تقليل المقاومة النهائية وهذه ميزة هامة لأسباب عديدة منها:

• تقليل زمن فك الشدات إلى النصف.

• يؤدي سرعة فك الشدات إلى الاستعمال المبكر للمبنى.

(ت) الحماية من تأثيرات الجو البارد والرطب:

• تتأثر نسبة زيادة مقاومة الخرسانة بدرجة الحرارة حيث تكون المقاومة القصوى المطلوبة عند درجة الحرارة ٣٧.٧°م كما تغير واضح في المقاومة إذا انخفضت درجة الحرارة.

• هنا تظهر فائدة كلوريد الكالسيوم حيث يجعل الخرسانة و كأنها في طقس معتدل وهذه الفائدة ترجع إلى زيادة الحرارة المتولدة من التفاعل وثباتها مع أن استعمال كلوريد الكالسيوم في درجات الحرارة العادية يؤدي إلى الحصول على المقاومة المطلوبة عند نصف الزمن إلا أن لوحظ أن النسبة المئوية للزيادة في المقاومة تكون أكبر لدرجات الحرارة المنخفضة فمثلاً في درجة حرارة ٢١.١ درجة مئوية تحصل الخرسانة المعالجة بكلوريد الكالسيوم على مقاومة في يوم واحد تعادل ما تكسبه الخرسانة الغير معالجة في ثلاث أيام.

• ويجب ملاحظة أن كلوريد الكالسيوم لا يعتبر مانعاً للتجمد ولذلك يجب إتباع إجراءات الوقاية في الأجواء شديدة البرودة لفترة من ٧-٣ أيام.

ث) فوائد إضافية لكلوريد الكالسيوم:

• تزيد المقاومة النهائية للخرسانة بالإضافة إلى زيادة المقاومة المبكرة ولقد أظهرت التجارب زيادة مقدارها ٩% في فترة ثلاث سنوات.

• زيادة قابلية التشغيل للخرسانة الطازجة مع الاحتفاظ بنسبة الماء إلى الأسمنت (م/س) الحصول على خرسانة ذات كثافة عالية.

• زيادة مقاومة سطح الخرسانة للتآكل وباستعمال كلوريد الكالسيوم تكون المقاومة الناتجة مماثلة لتلك التي نحصل عليها من المعالجة من بواسطة الخيش المبلل لمدة ثلاث أيام.

• يقلل فقدان الرطوبة أثناء الخلط ويساعد على تسهيل عملية الخلط مع الماء.

ملاحظات خاصة بشأن استخدام كلوريد الكالسيوم أ- يضاف كلوريد الكالسيوم إلى الماء ولا يجب إضافة الماء إلى كلوريد الكالسيوم حيث أن صب المواء على كلوريد الكالسيوم سوف ينتج عنه تكون طبقة سطحية جافة من الصعب إذابتها ب- لا يجب إضافة كلوريد الكالسيوم بأكثر من النسب المطلوبة . ج- يستخدم كلوريد الكالسيوم على هيئة محلول أو بودرة مسحوق.

د- في حالة إضافة كلوريد الكالسيوم بهيئة البودرة فإنه يجب إضافته للخرسانة قبل تفريغ الخرسانة من الخلطة بمدة كافية لضمان توزيعه بانتظام على أجزاء الخلطة وعلى ذلك فإنه يجب خلط الخرسانة لمدة عشرين دوراً للتأكد من جودة الخلطة . هـ- يجب عدم حدوث تلامس بين كلوريد الكالسيوم وأسمنت الجاف . و- عند استعماله في المناطق الحارة يجب تغطية الخرسانة . ز- يزيد معدل مقاومة الخرسانة الناتجة والمضاف إليها كلوريد الكالسيوم في الثلاثة الأيام الأولى ولكن يقل معدل هذه الزيادة في الأيام التالية.

المواد البوزولانية: (Pozzolanic Material)

وهي الخامات السيليسية والألومينية التي تتصف بأنها ليست ذات قدرة لاصقة أو أسمنتية إلا أنها تتفاعل مع الجير في وجود الماء لتكون مواد ذات خواص إسمنتية وهي تتواجد في الطبيعة كخامات معدنية كما يمكن تحضيرها صناعياً.

وعند خلط أنواع جيدة من المواد البوزولانية مع الأسمنت البورتلاندي نجد أنها تحسن الخواص التالية:

• قابلية التشغيل.

• مقاومة منفذية الماء.

• مقاومة فعل الكبريتات.

• مقاومة التشقق.

• مقاومة التشقق.

• مقاومة الضغط.

• مقاومة تأثير الركام القلوي.

• مقاومة القابلية للذوبان والتآكل.

• مقاومة الانكماش الحراري.

أنواع المواد البوزولانية :

أ- الخامات الطبيعية:

• الطفلة والطين. (Clay & Shale)

• المواد الأوبالينية (Opaltine Materials)

• الرواسب البركانية (Volcanic Tuffs)

ب- الخامات الصناعية:

• رماد الفحم (Fly Ash) ويستخرج من أفران المحطات الحرارية التي تستخدم الفحم كوقود.

• رماد الطين الطفيلي الزيتي المحروق: وهذا النوع من الطين يكون أصلاً محتويًا على كمية من زيت البترول ويحرق كوقود والرماد الناتج هو الذي يمكن استخدامه.

• الطوب المحروق- الطوب الحراري المطحون- خبث الأفران العالية (المبرد فجائياً بالماء والمبرد بالهواء)

ومن ملاحظات استخدام هذه المواد:

- مقاومة الشد أعلى بعد مرور وقت طويل تحسين المقاومة للتشقق.

مقاومة الضغط أقل بعد مرور وقت قصير وتقريباً متساوية بعد مرور وقت طويل تعطي مقاومة مناسبة لجميع أغراض الاستخدام العادي.
- حرارة الاماهة أقل يقل الانكماش الحراري والتشقق عند انخفاض الحرارة.

- قوام العجينة أحسن أقل تشققاً.

- مقاومة الكبريتات تزداد هامة للاستخدامات البحرية والتربة القلوية.

- قابلية التشغيل تتحسن هامة عند الخلط بالركام والماء.

بعض الإضافات الشائعة الاستخدام واستعمالاتها الرئيسية:

١- إضافة للإسراع بشد الخرسانة (Accelerator) كلوريد الكالسيوم للإسراع في شد الخرسانة وهو غير مفضل إلا إذا اقتضت الضرورة

٢- إضافة لدخول فقاعات هوائية مقاس حوالي ١م داخل (الخرسانة AirEntraining) شمع عسلي - زيوت-أحماض البترول - الصابون - شحوم لتسهيل العمل بالخرسانة ومقاومة التجمد في البلاد الباردة- كذلك تقلل من كمية المياه المستعملة

٣- إضافة لتلوين الخرسانة (Coloring) أكاسيد كيميائية للتحكم في اللون المطلوب للخرسانة.

٤- إضافة لسهولة تشغيل الخرسانة (Workability) بودة السيليكيا والكالسيوم ليساعد على سهولة تشغيل وتشكيل الخرسانة

٥- إضافة لتأخير مدة الشك في الخرسانة (Retarder) النشا- السكر-والأحماض يؤخر من مدة الشك في الجو الحار

٦- إضافة لمقاومة المياه .

(Water repellant) مكونات الأسيرات و الميكا يقلل من امتصاص الخرسانة لمياه المطر أو خلفه ولكن يقلل من قوتها

ومن أمثلة إضافات الخرسانة نستعرض مادة من هذه المواد بكافة معلوماتها التفصيلية:

مادة ADDICRETE BVD

التعريف: إضافة عالية التركيز لتحسين قابلية التشغيل وزيادة المقاومة مع زيادة زمن الشك للخرسانة
المواصفات القياسية: الأديكريت بي في دي يفي بإشتراطات المواصفات القياسية الأمريكية
ASTM C ٤٩٤ Types B,D والألمانية. DIN ١٠٤٥
وصف المنتج: إضافة للخرسانة سائلة بنية اللون جاهزة للإستعمال لحظية الذوبان في الماء أساسها مادة جلوكونات الصوديوم.
مجال الإستعمال: يستعمل الأديكريت بي في دي مع جميع أنواع الأسمنت للحصول على الخواص التالية للخرسانة الناتجة:

- زيادة زمن الشك مع عدم التأثير على قابلية الإنضغاط

- زيادة قابلية التشغيل بدون نقص مقاومة الإنضغاط

- زيادة مقاومة الإنضغاط بدون نقص قابلية التشغيل

- التوفير في استهلاك الأسمنت بدون نقص قابلية التشغيل أو مقاومة الإنضغاط.

الخواص الفنية:

- مادة التركيب الأساسية : جلوكونات الصوديوم

- الوزن النوعي : 1.15 ± 0.01 كجم / لتر

- نسبة الكلوريدات : صفر

- نسبة الهواء المحبوس : تقريباً صفر

- التوافق مع أنواع الأسمنت : جميع أنواع الأسمنت البورتلاندي

المميزات:

- تأخير زمن الشك بدون التأثير على مقاومة الخرسانة

- زيادة الوقت المسموح به في صب ودمك ودمك الخرسانة

- تحسين قابلية التشغيل وتسهيل صب ودمك الخرسانة

- زيادة مقاومة الإلضغاط المبكرة والنهائية للخرسانة وزيادة قوة التماسك مع حديد التسليح

- تحسين جودة وكثافة وقوة تحمل وشكل السطح النهائي للخرسانة

- يزيد من سيولة الخرسانة بدون زيادة مياه الخلط

- يسهل من ضخ الخرسانة ويمنع إنسداد المواسير ويقلل إحتكاك الخرسانة مع سطح

المواسير

يقلل من الإنكماش وشروخ الجفاف

- خالي من الكلوريدات ويستعمل بأمان في أعمال الخرسانة المسلحة

- مناسب للإستعمال بوجه خاص لأعمال الخرسانة في الأجواء الحارة

- إقتصادي ويمكن الحصول على درجة التشغيل والمقاومة المطلوبة بكمية أقل من الأسمنت

طريقة التشغيل: يضاف الأديكرت بي في دي أثناء عملية الخلط بعد إضافة المياه أو يضاف إلى المياه قبل عملية خلط الخرسانة مباشرة
معدل الإستهلاك: الجرعة العادية حوالي ٠.١٥ - ٠.٣٠ % من وزن الأسمنت أي ٠.٥ - ١.٠ كجم لكل متر مكعب من الخرسانة أو ٠.٢٥ - ٠.٥ كجم لكل متر من مياه الخلط.
احتياطات الأمان: الأديكرت بي في دي غير قابل للاشتعال وغير سام وفي حالة تلوث الأعين تغسل فوراً بكمية وفيرة من المياه.
التخزين: لمدة ١٨ شهراً على الأقل تحت اشتراطات تخزين مناسبة.
العبوات: ٢٠ كجم ٢٠٠ كجم , كجم

الخلاصة:

نستخلص مما تقدم أن الإضافات يجب أن ينتبه لها جيداً من قبل المواطنين والمقاولين حيث لم تستخدم بالشكل المطلوب والمرجو من حيث المواصفات علماً بأنها طبقت في المشاريع الحكومية بصورة كبيرة ويعود عدم استخدامها لدى المواطنين لخوفهم من الزيادة في التكلفة وكذلك عدم الاهتمام في الجودة.

المراجع:

١- الخرسانة م/عماد محمد حمادة

٢- ملخص لدورة تدريبية بعنوان الخرسانة في الخليج.

المهندس المجاز

جعفر علي اكبر

مهندس مدني