

## بحث كامل عن العزل الحراري

المهندس : نجم الدين محمود حمه على

الحرارة من أهم أنواع الطاقة. وعندما نفكر في الحرارة نفكر عادة في الإحساس الذي تجعلنا الحرارة نحس به. فعلى سبيل المثال، فيأيوم شديد الحرارة، ربما تجعلنا نحس بالضيق وعدم الراحة. ولكن أهمية الحرارة فيحياتنا تتجاوز بكثير مجرد الشعور الذي تجعلنا نحس به.

وتستخدم أجسامنا الطعام. ويجب أن نحفظ بكميات محددة من الحرارة بحذر واحكام كي نظل على قيد الحياة الذي نأكله لتوليد كمية الحرارة التي تحفظ درجة حرارة الجسم عند حوالي 37°م. فإذا ارتفعت درجة حرارة أجسامنا ارتفاعاً كبيراً فوق الدرجة الطبيعية، أو إذا انخفضت انخفاضاً كبيراً تحتها فلربما نموت. ونحن بينما نرتدي أثناء الطقس الدافئ، ملابس. نرتدي في موسم البرد ملابس ثقيلة لتبقي الحرارة داخل أجسامنا خفيفة، لتتخلص من الحرارة الزائدة عن الحاجة.

ولا يعلم أحد الحد الأقصى الذي يمكن أن ترتفع إليه درجات الحرارة. لكن درجة الحرارة داخل أسخن النجوم تُقدَّر بملايين الدرجات. أما أقل درجة حرارة يمكن (نظرياً) الوصول إليها، وتسمى بالصفرا المطلق، فهي - 273,15°م.

عند درجة الصفرا المطلق، لا تحتوي الأجسام على طاقة حرارية أبداً. ولم يتمكن الفيزيائيون حتى الآن من تبريد أي جسم من الأجسام إلى درجة الصفرا المطلق، لذا فإن أي جسم بما في ذلك أبرد الأجسام يحتوي على بعض الطاقة. انظر: الصفرا المطلق. الحرارية.

ونستخدم الحرارة في منازلنا في مجالات شتى“ إذ نستخدمها في تدفئة المنازل وطبخ الطعام وتسخين الماء. وتجفيف الملابس بعد غسلها، كما أن الحرارة هي التي تجعل المصابيح الكهربائية تضيء.

أما مجالات استخدام الحرارة في الصناعة فتكاد لا تحصر. فنحن نستخدمها في فصل الفلزات من خاماتها وفي تكرير البترول الخام. ونستخدمها في صهر الفلزات وتشكيلها وقطعها وتغليفها وتقويتها وضمها لبعضها لبعض.

ونستخدم الحرارة أيضاً في صناعة أو تحضير الأغذية والزجاج والورق والمنسوجات وعدة منتجات أخرى. ونستخدم الحرارة أيضاً في تشغيل معدّاتنا الآلية“ فالحرارة التي تتولد من الوقود المحترق في محركات كل من الطائرات والسيارات والصواريخ والسفن توفر القدرة اللازمة لتحريك هذه الآليات. وكذلك تجعل الحرارة التوربينات الضخمة تدور وتولد الكهرباء التي تزودنا بالإضاءة والقدرة اللازمة لتشغيل كل أنواع الأجهزة، من مشحذة أقلام الرصاص الكهربائية إلى القاطرة الكهربائية.

وتتناول هذه المقالة مصادر الحرارة وماهيتها وكيفية انتقالها ووظائفها. وتصف المقالة، كذلك، كيف وظّفنا

نحن نتحكّم في بعض هذه المصادر الحرارة في إنجاز بعض الأعمال وتوصف الاكتشافات التي تمّت في ميدان الحرارة دون بعضها الآخر. ونستخدم المصادر التي نتحكّم فيها، مثل الكهرباء والطاقة النووية، في تدفئة المنازل وفي ولكننا نستفيد أيضاً من المصادر التي لا نتحكّم فيها. فعلى سبيل المثال تبتث الشمس الضوء والحرارة. أشغال أخرى اللذين يعتمد عليهما قوام الحياة. وكل مصادر الحرارة، حتّى التي نتحكّم عادة فيها، يمكن أن تسبّب أضراراً فالجرائق مثلاً، وهي تفاعلات كيميائية، تتلف كثيراً من ممتلكاتنا في كل عام. جسيمة إذا أفلتت زمامها الشمس. مصدرنا الحراري الأهم. فلو قُدّر لها أن تبرد، فإن الأرض ستبرد وستتعدم فيها الحياة. ويصل جزء يسير جداً من الحرارة المنتجة في الشمس إلى الأرض. ومع ذلك يكفي هذا الجزء اليسير لاستمرارية الحياة على الأرضنا ولكل أنواع الكائنات الحية

### Heat Insulation العزل الحراري :

العزل الحراري هو استخدام مواد لها خواص تساعد في الحد من تسرب وانتقال الحرارة من خارج المبنى إلى داخله صيفاً ، ومن داخله إلى خارجه شتاءً .

ويمكن تقسيم الحرارة التي تخترق المبنى والتي يفترض التخلص منها باستعمال أجهزة التكييف للحفاظ على درجة الحرارة الملائمة إلى ثلاثة أنواع هي :

1- الحرارة التي تخترق الجدران والأسقف والأرضيات -

2- الحرارة التي تخترق النوافذ والأبواب والفتحات الأخرى -

3- الحرارة التي تنتقل عبر فتحات التهوية -

وتقدر الحرارة التي تخترق الجدران والأسقف في أيام الصيف بنسبة 60-70 ٪ من الحرارة المراد إزاحتها بأجهزة التكييف . وأما البقية فتأتي من النوافذ وفتحات التهوية

وتقدر نسبة الطاقة الكهربائية المستهلكة في الصيف لتبريد المبنى بحوالي 66 ٪ من كامل الطاقة الكهربائية المستهلكة . ومن هنا تنبع أهمية العزل الحراري لتخفيض استهلاك الطاقة الكهربائية المستخدمة في أغراض التكييف “ وذلك للحد من تسرب الحرارة خلال الجدران والأسقف لتحقيق الهدف الوظيفي الملائم للمسكن وتقليل التكلفة

### فوائد العزل الحراري

1. % ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية أثناء عمليات التبريد والتدفئة ، بنسب قد تصل إلى 30 - 40 .
2. ترشيد استهلاك الوقود المستخدم في التدفئة، بنسبة قد تصل إلى حوالي 50-60٪، وما يترتب على ذلك
3. حماية العناصر الإنشائية للمبنى والمحافظة على الأثاث من تغيرات درجات الحرارة.
4. رفع مستوى الراحة والسلامة الصحية لساكني المبنى .

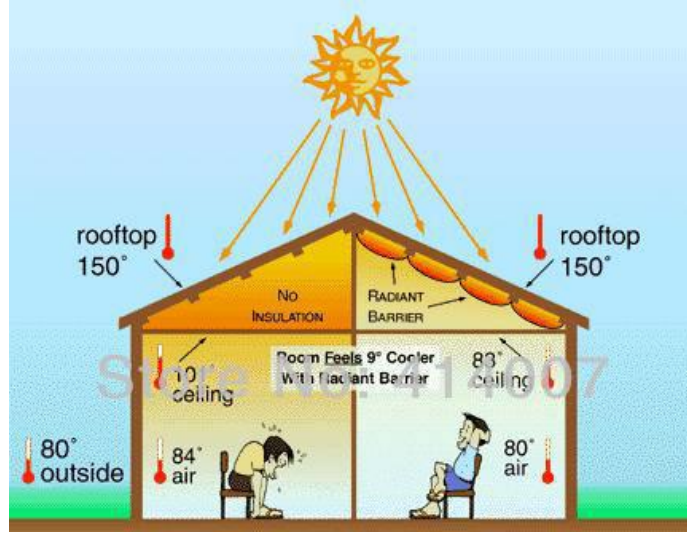
5. تخفيض تكاليف شراء أجهزة التكييف والتدفئة من خلال تقليل سعتها.
6. التقليل من التلوث البيئي والانبعاث **الحراري** والضجيج.

\* (معايير اختيار مواد العزل الحراري المناسبة :\*) (الشروط الواجب توافرها في **العزل الحراري**)

- 1 - أن تكون المادة العازلة ذات معامل توصيل حراري منخفض
- 2 - أن تكون على درجة عالية في مقاومتها لنفاذ الماء وبخار الماء
- 3 - أن تكون على درجة عالية في مقاومتها للإشعاع الحراري
- 4 - أن تكون على درجة عالية في مقاومتها للاجهادات الناتجة عن الفروقات الكبيرة في درجات الحرارة التي تؤدي إلى التمدد والانكماش المتبادل والمستمر الذي يتسبب في فقد بعض الخواص الميكانيكية الهامة لمادة **العزل الحراري**.
- 5 - أن تكون ذات خواص ميكانيكية جيدة كارتفاع معامل المقاومة الانضغاطية ومعامل المقاومة للكسر
- 6 - أن تكون مقاومة للحريق
- 7 - ألا ينتج عنها أضرار صحية ، وأن تكون مقاومة للبكتيريا والعض وغير قابلة لنمو الحشرات فيها
- 8 - أن تكون ثابتة الأبعاد على المدى الطويل ، قليلة القابلية للتمدد أو التقلص تحت تأثير العوامل الجوية - والمناخية المحيطة.
- 9 - أن تكون مقاومة للتفاعلات والتغيرات الكيميائية
- 10 - أن تكون سهلة التركيب
- 11 - أن تكون مطابقة للمواصفات القياسية السعودية أو الخليجية

طرق للعزل **الحراري** والعزل المائي:

1. يتم تنعيم الأسطح المطلوب عزلها ويتم ملأ جميع الحفر وإزالة جميع التلوثات.
2. تدهن الأسطح بطبقة من مادة اسفلتية تساعد على التصاق العازل بالسطح.
3. يتم لصق لفائف العازل على الأسطح بالحرارة والحرص على أن يتم تركيب العازل على العازل الذي بجانبه .  
بمسافة لا تقل عن 10 سم
4. يراعي أن يرتفع العازل على دروة السطح بحوالي 25 سم ويتم تغطيته بالنعلة.
5. يتم حماية العازل بوضع طبقة من المونة الاسمنتية بسماكة لا تقل عن 2 سم
6. يتم اختبار العازل وذلك بملء السطح بالماء وبعمق لا يقل عن 15 سم ويترك مدة 48 ساعة



### مواد العزل الحراري:

يمكن تقسيم مواد العزل الحراري من حيث منشأها (مصادرها) وكذلك من حيث التركيب الفراغي لها كالتالي:

( أ ) مصادر مواد العزل الحراري

تنقسم مواد العزل الحراري حسب مصادرها إلى أربعة أقسام:

- 1 - المواد العازلة من أصل حيواني : مثل صوف وشعر الحيوانات واللباد ، ويعتبر استخدامها كمواد عازلة محدوداً -
- 2 - المواد العازلة من أصل جمادي : كالصوف والزجاجي ، والخرسانة والخرسانة الخفيفة -
- 3 - المواد العازلة الصناعية : وتشمل المطاط والبلاستيك الرغوي مثل البوليسترين والبولي يورثين الرغوي -  
وأيضاً أنواع الخرسانة الخفيفة
- 4 - المواد العازلة من أصل نباتي : وتشمل الألياف أو المواد السيلولوزية مثل القصب والقطن وخلافه -

أنواع المواد العازلة واستخداماتها:

يمكن أن توجد المواد العازلة على عدة صور كما هو موضح بالجدول السابق ونأخذ بعضاً منها كأمثلة مستخدمة

كالتالي:

1 - (اللباد) ألياف غير معدنية -

يوجد على شكل لفائف طويلة وسماكات مختلفة ، وأغلب اللباد مغلف بالورق أو برقائق معدنية مزودة بإطار من الجانبين لمسك الجوانب، ويمكن أن تكون الرقيقة المعدنية على وجه واحد من تلك اللفائف ، كما يمكن أن يكون أحد الأوجه مغلفاً بالورق المغطى بالأسفلت أو البيتومين ليعمل كحاجز لبخار أو الرطوبة أو طبقة من الورق الرقيق المثقب على الوجه الآخر وهو حالياً قليل الاستخدام.

وغالباً ما يصنع اللباد من مواد عضوية تشتمل على ألياف زجاجية . وكذلك يمكن توفير الألياف السليولوزية على ويوضع اللباد على الحائط الداخلي للبناء ، وغالباً ما يستخدم في عزل الأسقف والجدران . هيئة اللباد أما بخصوص البلك الأحمر فقد تبين لي أنه عازل للحرارة ولكن بشكل أقل بكثير من السيبوركس حيث أن معامل التوصيل للبلك الأحمر = 0,77 بينما معامل التوصيل الحراري للسيبوركس = 0,144 فعند إجرائي للتجربة شعرت بوجود حرارة ليست بالقليلة في الجهة المقابلة للمنطقة التي تم تسليط الحرارة عليها ومن مشاهداتي للتجربة تبين لي أن مبدأ العزل في البلك الأحمر يعتمد على أن البلك الأحمر يقوم بامتصاص الحرارة والاحتفاظ فيها وهذا استنتجته أنا من أمرين : أولهما من مشاهداتي أثناء التجربة السابقة الذكر حيث لم أتمكن من ملامسة سطح البلكة من الجهة المعرضة للحرارة إلا بعد أن يبرد ، وثانيهما أن هذا مشاهد لدى أصحاب الخبرة والتجربة في المنازل التي بنيت باستخدام هذا النوع من البلك فعند تركها لفترة من الزمن بدون تكييف نجد أن البيت من الداخل محتفظ بالحرارة بسبب البلك الأحمر ويحتاج إلى وقت للتخلص منها باستخدام التكييف وخلافة . كما أن البلك الأحمر ضعيف بالكسر كما السيبوركس وبالتالي لا يحمل ميزة تجعلني أختاره لذا قمت باستبعاده .

أما بخصوص سبب تفضيلي بلك السيبوركس ( أو سايبوركس كما يحلو للبعض تسميته ) على باقي أنواع البلك 3. الأخرى هو أنه أولاً : يتميز بخاصية العزل العالي مقارنةً بباقي أنواع البلك الأخرى ، وثانياً : طارد للحرارة على النقيض من البلك الأحمر الذي يحتفظ بالحرارة بشكل كبير ، فقد اتضح لي ذلك أثناء التجربة حيث تمكنت من ملامسة سطح بلكة السيبوركس من الجهة المعرضة للحرارة في أقل من دقيقة وبالتالي فإني اعتقد أن بلك السيبوركس مشابه بحد كبير للبناء بالطين الطبيعي فالطين معروف بأنه من أفضل مواد العزل فهو بارد صيفاً ودافئ شتاءً ( وهذا مشاهد للذين عاصرو بيوت الطين في صغرهم قديماً كما أن هناك تجارب عملت قبل عدة سنوات في أستراليا لبناء الجدران باستخدام مخلوط الطين مع الأسمنت بسبب ميزة العزل العالية ) ، كما أن هذا النوع من البلك لا يتأثر بالحرارة وهذا عامل أمان مهم لقاطني المنشأة .

عموماً من خلال ما ذكرته سابقاً ومن خلال مشاهداتي أثناء تجربتي السابقة الذكر وقراءاتي أرى أن بلك السيبوركس من أفضل أنواع البلك للعزل ولكن لا بد من مراعاة عدة نقاط للحصول على أفضل الممارسات العملية : عند استخدامه في نظام البناء بجدار واحد ، وهي

- يجب الحفاظ على بلك السيبوركس أثناء التنفيذ من هدر العمالة بأن لا يتم توريد سوى الكمية اللازمة للعمل ، ويفضل توجيه الكهربائي والسباك باستخدام الصاروخ أثناء قيامهم بعمل التمديدات
- عند تركيب الحجر ميكانيكياً على الجدران الخارجية للمبنى وأعمال الطرق بالمسار أو الدريل ، لابد من أتباع

حيث hilti خاصة بالخرسانة المهواة) ويفضل نوع موجود لدى شركة (توصيات المصنع باستخدام مسامير لولبية أن هذه النوعية تعطي ثبات أكبر في عملية تثبيت المسامير بالدريل لأن سطح السيبروكس من الداخل ناعم والقلووز الدارج استخدامها في السوق لتثبيت الحجر ميكانيكياً ناعمة , كما أنه من المهم عند تركيب شبك اللياسة أو الزوايا استخدام مسامير خاصة مجلفنة موجودة لدى المصنع تكون بشكل هرمي طويلة ومجلفنة لحيمايتها من التآكل.

لا بد من رش بلك السيبروكس بالماء بشكل كثيف جداً قبل البناء كذلك رش الجدار قبل المباشرة بعمل اللياسة - (المساح) وخاصةً في فصل الصيف.

لحصول على أفضل تماسك بين بلك السيبروكس أثناء البناء أو أثناء عمل اللياسة (المساح) وخاصةً في فصل الصيف أنصح بشدة باستخدام مادة الجيزول وهو غراء خاص من المصنع سعره قرابة 200 ريال يعمل على تخفيض امتصاص السيبروكس للماء ويزيد من معدل التماسك بين البلك والمونة الأسمنتية بشكل كبير جداً ولقد استخدمته في عمليه البناء والحقيقة انه رائع جدا ويعطي تماسك قوي جدا وأنا انصح باستخدامه في البناء والطرطشة بأن يضاف إلى الماء المستخدم في خلطه الاسمنت بمعدل (1 لتر جيزول / 20 لتر ماء) كما أنصح أن يتم الطرطشة على دفتين لتخشين سطح الجدران بسبب نعومة سطح بلك السيبروكس, مع ضرورة مراعاة رش الجدران بعد البناء أو الطرطشة بشكل جيد وبدون تهاون لمدة 3 أيام على الأقل حتى يتم الحصول على أفضل النتائج.

#### منقول لفائده وللاطلاع

. (حبيبات الحشو الخفيف (مواد مسامية طبيعية – 2

وتتكون هذه المادة العازلة من حبيبات صغيرة ، وعند استخدام عزل الحبيبات فإن معدات الشفط الموجودة في الناقلات الحاملة لهذه المادة العازلة تقوم بشفط الحبيبات وتوجيهها للمكان المطلوب عزله حيث يتم بثقها

. (سائل رغوي مبثوق (مواد خلوية عضوية – 3

توجد هذه المادة بنوعين : أحدهما : ألياف غير عضوية من النوع اللاصق، والثاني : يكون مبثوقاً حيث يتصلب بعد بثقه بفترة وجيزة ويتركب النوع غير العضوي من ألياف الصوف المعدني . ويتم تركيبه بواسطة آلات خاصة . (مصممة لهذا الغرض، أما النوع الثاني فيتكون من عبوتين مناسبتين لأغراض الرش (البثق

. (الألواح الصلبة أو الشرائح (مواد رغوية غير عضوية – 4

.وهي واسعة الانتشار ، وتستخدم في المباني لعزل الأسطح والخرسانات الرغوية

وتصنع المواد العازلة كما يلي:

### 1 – الألياف الزجاجية FiberGlass :

تكون المواد الأولية لمادة الزجاج الليفي والذي يطلق عليه أيضاً اسم الصوف الزجاجي أو الزجاج الليفي من الرمل والصودا وبعض الإضافات الأخرى التي يتم مزجها ومن ثم صهرها في فرن عند درجة ( 1400 ) سحيث تنتقل بعدها ثم يجري بعدها معالجة الألياف . إلى جهاز الغزل لتحويلها بطريقة الطرد المركزي إلى ألياف معدنية دقيقة ويتم إنتاج الزجاج الليفي بسماكات وكثافات وأشكال مختلفة تشبه الصوف (Binder) بمادة رابطة راتنجية الصخري.

ويتميز الزجاج الليفي بمقاومته الكبيرة للإحترق وقدرته على عزل الصوت ويُنصح باستخدامه في المباني الحديدية . وهي مادة مشابهة لمادة الصوف الصخري حيث أن لها معامل امتصاص و رطوبة عادي وقوة تحملها للضغط منخفضة جداً .

### 2 – الصوف الصخري Rock wool :

يتم صناعة الصوف الصخري من الصخور الطبيعية ، ويمكن صناعتة أيضاً منخبث الحديد أو النحاس أو الرصاص بدلاً من الصخور الطبيعية كمادة خام .

ويتمصهر الخبث باستخدام الفحم كوقود ، ويغزل الصوف الصخري في ألياف بصب المادة المنصهرة في وعاء دوار ويتم رش تلك الألياف مع مادة صمغية من . وتجفف الألياف بواسطة البخار وتبرد بسرعة لدرجة حرارة الغرفة وتضغط ، ثم يتم معالجتها بتمريرها في فرن ، ويتم تقطيع الشرائح (Binder) الفينيل والتي تعمل كرابط الناتجة بالحجم المناسب ، ويمكن إضافة مادة أخرى هي الزيوت المعدنية لتقي السطح ضد الأتربة والمياه ، ولاتتأثر خواصها من حيث الثبات ومقاومة الحريق بمرور الوقت أو تغير درجات الحرارة . تتميز مادة الصوف الصخري بمقاومة عالية للحريق وقدرة عالية على عزل الصوت وتُعتبرها قابلة لها العالية لامتصاص الماء والرطوبة والمقاومة الضعيفة جداً للإنضغاط .

### 3 – Expanded or Molded Polystyrene (البوليسترين الممدد) البوليسترين المشكل بالقولبة – 3 :

ستايرين " الخام وهي مركب كيميائي عضوي من " يُعتمد في إنتاج مادة البوليسترين على عملية البلمرة لمادة المشتقات البترول . ولصناعة البوليسترين يتم معالجة هذه الحبيبات حرارياً وبوجود مادة محفزة . ثم يجري خلط المركب بالماء الساخن وكميات من غاز الميثان (المساعد للتمدد) وهو ما يسمى بعملية البلمرة . ينتج عن عملية البلمرة هذه حبيبات صغيرة من البوليسترين تكون مشبعة بغاز الميثان . ويتم تصنيع مادة العزل الحراري من البوليسترين الحبيبي الممدد على ثلاثة مراحل وهي مرحلة التمديد الأولي للحبيبات ثم مرحلة إنضاج الحبيبات الممددة ثم أخيراً مرحلة القولبة والتي يجري فيها تعبئة قوالب الإنتاج النهائي بالحبيبات الممددة ثم يتم حقن الحبيبات الممددة في القوالب المغلقة ببخار الماء والذي يعمل على تمدد الحبيبات وتوحيدها على سطحها مما



يؤدي إلى إلتهامها.

#### 4 – Extruded Polystyrene البوليستيرين المشكل بالبتق :

تعتمد صناعة هذا النوع من البوليستيرين على المادة الناتجة عن عملية بلمرة الستايرين والمتمثلة في حبيبات البوليستيرين وتتم عملية التصنيع بوضع المادة الخام أولاً وتمييعها بالحرارة في جهاز البثق ومن ثم خلطها بمادة غير ضارة بطبقة الأوزون ثم يجري بعدها الإستمرار فيعملية بثق المادة المضغوطة من (HCFC) (رافعة نافخة) الجهاز إلى الجو الخارجي على شكل مادة لدنة ويمتاز البوليستيرين المشكل بالبتق في تركيبه الخلوي بدرجة عالية من التجانس وبخلاياها المغلقة وبقدرة عالية في العزل حيث أن معامل التوصيل الحراري لهذه المواد يُعتبر منخفض جداً ويُنصح باستخدامها في المناطق المعرضة للماء أو الرطوبة دون الحاجة لاستخدام مواد أخرى لحمايتها من الماء أو الرطوبة وكما هو مستخدم في نظام السطح المقلوب الوارد ذكره لاحقاً وذلك لمقاومتها الكبيرة لإمتصاص الماء والرطوبة.

#### 5- Polyliurethene مادة البوليوريثين

هناك نوعان من مادة البوليوريثين المرغوي يجري إنتاجهما لأغراض العزل الحراري والصوتي وهما البوليوريثين المرشوش أو ألواح البوليوريثين الصلبة (البوليوريثين المرن والبوليوريثين الجاسي) ويتم إنتاج النوعين عن طريق تفاعل كيميائي بين كل من مادة الأيزوسيانييد مع مادة راتنجية سائلة مثل الهيدروكسيل مع إضافة مواد محفزة وغازات نافخة مثل الفلوروكربون وتعتمد نوعية وجودة المادة المنتجة من البوليوريثين على نوع المادة الراتنجية المستعملة وكذلك المواد الأخرى الداخلة في عملية التصنيع مثل غازات النفخ ، المواد المحفزة والمواد المعيقة للإشتعال ... إلخ

الأسقف) أن يتم تركيبها باستخدام النظام التقليدي المذكور) ويوصى عند تركيب مادة البوليوريثين في الأسطح وعند لاحقاً بحيث تكون الألواح العازلة للحرارة تحت طبقة العازل المائي وذلك لحمايتها من الماء والرطوبة رش البوليوريثين في الموقع فإنه يتطلب فريق من العمالة المتخصصة في عملية التنفيذ للحصول على طبقة متجانسة وبكثافة ثابتة ما لسماكة المطلوبة . وبعد إتمام عملية الرش يجب تزويد سطح البوليوريثين بطبقة وذلك لحماية المادة من تأثير مياه الأمطار وأشعة الشمس فوق بنفسجية (Coating) واقية وتستخدم تلك المواد لتغليفها لكل المباني ، وبذلك يمكن الحصول على عزل لكامل هيكل المبنى مما يقلل من تأثير العناصر ذات التوصيل الجيد للحرارة

ويعمل معظم مصنعي تلك المواد على وجود وسائل لهروب بخار الماء الذي يمكن أن يتسرب لمادة العزل ، ويجب أن تُغطى بمادة غير قابلة للإشتعال عند استخدامها كمادة عازلة للحرارة كما هو الحال في معظم استخداماتها ويؤثر الزمن سلباً على تلك المادة ، وتتناسب درجة الإنكماش أو التمدد مع درجة الحرارة والرطوبة ومدة التعرض للحالات القصوى





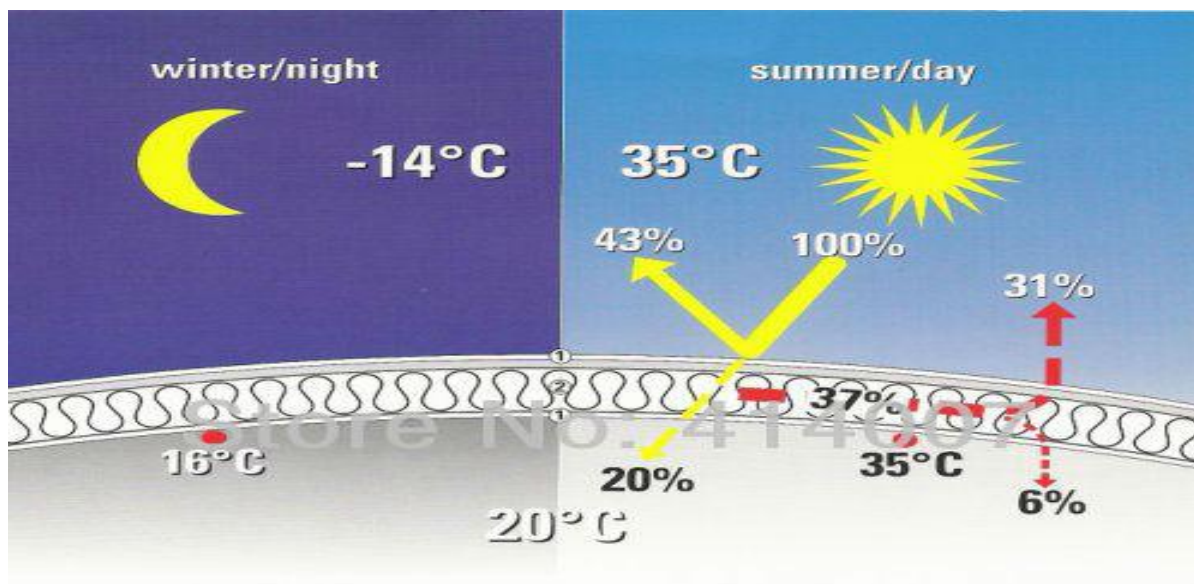
#### 6 - Extruded Perlite البيرلايت الممدد :

ينتج البيرلايت الممدد كمادة عازلة على شكل حبيبات ممددة بيضاء اللون من هشيم المادة الطبيعية الصخرية المسماة البيرلايت وذلك بمعالجة المادة الأولية صناعياً بالحرارة مما يؤدي إلى تمددها ثم يتم تعريضها إلى درجات حرارة عالية ينتج عنه تمييع السطح الخارجي للحبيبات ويتم إنتاج حبيبات البيرلايت الممدد بكثافات تتراوح بين 35 و 240 كغم/م<sup>3</sup> وتستخدم الحبيبات كمادة عازلة للحرارة لماء التجايف والفراغات في مجالات البناء . وتحتوي المادة على مسامات مفتوحة مملوءة بالهواء فهي عرضة لامتصاص الماء بنسب عالية ولذلك يتم أحياناً معالجتها بمادة السليكون للتقليل من عملية امتصاص الماء والرطوبة ويمكن خلط البيرلايت الممدد مع الإسمنت ليعطي خرسانة خفيفة عازلة وبأشكال مختلفة.

#### 7- الخرسانة الخلوية:

وهي خرسانة خفيفة منخفضة الكثافة بسبب حجم الخلايا والمسامات الهوائية الموزعة فيها والتي يتم إنتاجها عن طريق إضافة مسحوق أو محلول على شكل خليط يتفاعل بوجود الماء ضمن الكتلة الخرسانية الطازجة أثناء عملية الخلط ، ويعتبر مسحوق الألمنيوم المضاف لخلطة الخرسانة من أهم وأكثر المساحيق المستخدمة لإنتاج الخرسانة الخلوية حيث يتم إضافة مسحوق الألمنيوم إلى الإسمنت والرمل والماء في خلطة مركزية . وبعد المزج مباشرة يتم صب الخليط الذي يكون على شكل عجينة سائلة في قوالب حسب المقاس المراد في التصميم ويحدث تفاعل الألمنيوم مع الجير وتتفاعل أومينات الكالسيوم وغاز الهيدروجين لتكوين الخلايا المسامية في الخرسانة ، كما يمكن إضافة مادة هايدروكسيد الصوديوم للتعجيل في عملية توليد الهيدروجين اللازم لتشكيل الخلايا المسامية . وقد سجل هذا الاختراع في السويد عام 1929م ويوجد في أسواق المملكة تحت مسمى سيبيوريكس

كجم/م<sup>3</sup> . وتنقص مقاومة هذا النوع من الخرسانة (1400 . وتتراوح كثافة الخرسانة الخلوية بين (200 إلى للكسر . وتزيد موصليتها للحرارة مع زيادة كثافتها . كما يجب معالجتها للحد من امتصاصها للرطوبة



#### 8 - الزجاج الرغوي:

وهو من المواد الخاملة ويتكون من الزجاج الصافي الذي لا يحتوي على أي مواد رابطة بين جزيئاته وهو مصنف من نوع المواد العازلة ذات التركيب الخلوي متصل كثافته إلى (140 كجم/م<sup>3</sup>) ، وتبلغ موصليته الحرارية إلى (0.55 وات/م.س) فقط عند درجة حرارة (20)س ورغم احتوائه على مسامية عالية من الفراغات الهوائية إلا أنه يمتاز بمقاومة ميكانيكية عالية للكسر والشد والشد والشد والقص وهو غير منفذ للماء وغير قابل للإحترق ومجال ثباته الحراري هو بين (- 260 م) و(+ 430 م) . ويمكن استخدامه في الأماكن التي لا تزيد درجة حرارتها عن (250

م)