

المواد العازلة للحرارة - للصوت

د. رباب جوني

2021 - 2020

أولاً- العزل الحراري: Thermal insulation

1- تعريفه:

هو منع أو الحد من انتقال الحرارة بين الاجسام عن طريق الاتصال الحراري، أو في نطاق الانبعاث الاشعاعي.

- يمكن تقسيم التبادل الجاري بين المبنى والوسط الخارجي الى ثلاثة انواع:
- الحرارة التي تخترق الجدران والاسقف.
 - الحرارة التي تخترق النوافذ.
 - الحرارة التي تنتقل عبر فتحات التهوية الطبيعية.

2- الغاية من العزل الحراري:

- توفير الطاقة المستخدمة لأغراض التدفئة والتكييف.
- تخفيض الضياع الحراري.
- تخفيض الكلفة التأسيسية لأجهزة وتمديدات أنظمة التدفئة وتكييف الهواء.
- تخفيض كلفة الصيانة الدورية الناتجة عن الاجهادات الحرارية للأبنية.
- تجنب حدوث التكاثف او التقليل منه على السطوح الداخلية للبناء في المناطق الباردة عند استخدام التدفئة، وتجنب الاضرار الناتجة عن ذلك.
- اطالة العمر الاستثماري للبناء.

3- تصنيف المواد العازلة للحرارة:

3-1 تصنيفها حسب طبيعة تركيبها الخلوي:

• المواد العازلة الرقائقية **Flake insulators**.

عبارة عن اجزاء صغيرة على شكل رقائق متراكمة او قشور يتخللها الهواء، مثل (الفيرميكالت).

• المواد العازلة الليفية **Fiber insulators**.

عبارة عن الياف شعرية يتخللها الهواء. يمكن ان تكون مواد غير عضوية كالألياف الزجاجية والصفوف الصخري، أو مواد عضوية كالصفوف الطبيعي والقطن والالياف النباتية.

• المواد العازلة المسامية **Porous insulators**.

تكون المسامات في هذه المواد مختلفة في حجمها وطريقة توزعها، منها ما هو طبيعي كالخشب والبيرلايت ، ومنها ما هو صناعي بشكل لدائن مسامية كالاسفنج.

• المواد العازلة الخلوية **Cellular insulators**.

تتميز بتركيب خلوي ذو فراغات صغيرة الحجم موزعة بشكل متجانس، يمكن أن تكون مصنعة من مواد غير عضوية كالخرسانة الرغوية، أو من مواد عضوية كالبوليسترين، والبولي يورثان.

2-3 تصنيفها حسب تركيبها الكيميائي:

- 1- مواد عضوية: مثل: البوليستيرين، البولي يورثان
- 2- مواد غير عضوية: مثل: الصوف الصخري، والصوف الزجاجي، و الخرسانة الخفيفة العازلة للحرارة.

3-3 تصنيفها حسب الشكل النهائي:

1- مغلفات الانابيب:

تُنتج هذه المغلفات على شكل قطع صلبة او مرنة لعزل الانابيب والسطوح الاسطوانية.

2- بطانيات ولفائف:

وهي قابلة للطي والثني، تتصف بالليونة والمرونة، ويمكن تكسية سطوحها برفائق الالمنيوم أو الورق المعالج بالقار، كما يمكن تغطية أحد السطحين أو كلاهما بشبك معدني مرن، مثل: (الصوف الصخري، الصوف الزجاجي).

يفضل عدم استخدام مثل هذا النمط في الجدران، نظراً لإمكانية هبوطها تحت تأثير وزنها او حدوث تشوهات لها اثناء عملية البناء، وفي حال استخدامها في الجدران يجب تثبيتها بحيث يتم ضمان عدم هبوطها.

3- الواح صلبة:

وهي غير قابلة للثني بأبعاد وقياسات محددة، يمكن قصها ونشرها الى قطع أصغر لتتوافق مع نوع التطبيق، مثل (الواح البوليسترين) تُستخدم في الجدران والسقوف وتحت الارضيات بسماكات معينة.

4- الواح شبه صلبة:

تُستخدم في المناطق غير المعرضة لأي احمال نظراً لعدم قدرتها على مقاومة الاحمال الواقعة عليها دون حدوث تغييرات في شكلها وأبعادها بسبب الانضغاط. تُعتبر السقوف المعلقة او ما شابهها من افضل الاماكن لاستخدامها . يجب عدم استخدام هذه الالواح في الجدران نظرا لإمكانية هبوطها تحت تأثير وزنها او تشوهها خلال عملية البناء، مما يُسبب حدوث جسور حرارية في اماكن الهبوط والتشوه. من امثلة هذه العوازل الحرارية: بطانيات الصوف الصخري، والبولي يورثان المرن.

5- خرسانة عازلة للحرارة:

عبارة عن مزيج من أنواع مختلفة من حصويات خفيفة الوزن واسمنت وماء، حيث تتحول بعد جفافها الى خرسانة خفيفة عازلة للحرارة كالخرسانة الرغوية ، وخرسانة الركام الخفيف.

6- مواد سائبة:

تكون على شكل حبيبات او الياف سائبة او مساحيق، تُستخدم لملء الفراغات والتجاويف بطريقة السكب او الضخ او الملء باليد، مثل: (حبيبات البيرلايت السائب).

7- مواد رغوية منفذة بالرش او بالحقن:

تُستعمل مواد العزل الرغوية في تعبئة الفراغات والفجوات بالحقن في الجدران المزدوجة وفي الاماكن غير المنتظمة الشكل.

تُستخدم مواد العزل الرغوية على السقوف والارضيات والسطوح الاخرى بالرش بسماعات مختلفة وحسب الحاجة، ويجب في هذه الحالة مراعاة نظافة الاسطح والاحوال الجوية السائدة كدرجة الحرارة والرياح والمطر وذلك عند تنفيذ عمليات العزل في الاماكن المكشوفة، مثال: (البولي يورثان).

4- خصائص مواد العزل الحراري:

1: معامل التوصيل الحراري (Thermal Conductivity)

منخفض

2: الكثافة (Density)

منخفضة، يتراوح الوزن الحجمي لهذه المواد عادة بين $15-700 \text{ Kg/m}^3$.

3: امتصاص الرطوبة (Water Absorption)

منخفض

4: ثبات الأبعاد (Dimensional Stability)

تُعبّر هذه الخاصية عن قدرة المادة على الاحتفاظ بحجمها وشكلها مع مرور الزمن رغم تعرضها لتغيرات الحرارة والرطوبة وغيرها.

5: الاحتراق والاشتعال (Combustion and Flammability)

الاحتراق: هو تلف المادة نتيجة تأكسدها عند تعرضها للنيران.

الاشتعال: هو حدوث اللهب مع الاحتراق.

تكمّن أهمية هذه الخاصية في تحديد امكانية احتراق المادة او اشتعالها والمخاطر الناتجة عن ذلك، لذا يجب اتخاذ الاجراءات اللازمة بعدم تركيب مثل هذه المواد في العناصر الانشائية في مواضع يمكن وصول النيران اليها .

6: مقاومة الضغط (Pressure Resistance)

تكمّن اهمية هذه الخاصية في تحديد مدى قدرة تحمل المادة لضغوط يُتوقع أن تتعرض لها اثناء عمليات النقل والتركيب او خلال عمرها التشغيلي دون حدوث تهشم او تشوه لها .

7: الالتصاق (Adhesion)

وهي من الخصائص المهمة التي يجب توافرها في المواد الرغوية العازلة للحرارة المنفذة بالطلاء او الرش على السطوح .

8: الانكماش (Shrinkage)

تكمّن اهمية هذه الخاصية في تحديد مدى انكماش المادة وتأثير ذلك على حجمها وخصائصها الحرارية ومدى امكانية حدوث التشققات فيها بعد جفافها.

5- المواد العاكسة للحرارة:

تختلف طبيعة انتقال الحرارة في المواد المسامية او الخلوية العازلة للحرارة عنها في المواد العاكسة للحرارة. ففي المواد المسامية او الخلوية تشكل المسامات والخلايا الهوائية المنتشرة في المادة حواجز امام مجرى التيار الحراري، وبذلك تعيق انتقال الحرارة من السطح الحار الى السطح البارد للمادة.

اما في حالة المواد العاكسة للحرارة فتتم اعاقه جزء الحرارة المنتقل بالإشعاع خلال عناصر البناء، حيث أن السطوح اللامعة لهذه المواد تعكس القسم الاكبر من الاشعة الحرارية الساقطة عليها.

6- أسس اختيار مواد العزل الحراري:

- ان تكون ذات معامل توصيل حراري منخفض.
- ان تكون على درجة عالية في مقاومتها لامتصاص بخار الماء.
- ان تكون على درجة عالية في مقاومتها للاجهادات الناتجة عن الفروقات الحرارية الكبيرة.
- ان تكون ذات خواص ميكانيكية جيدة كارتفاع معامل مقاومة الانضغاط ومعامل مقاومة الكسر.
- ان تكون مقاومة للبكتيريا والتعفن والحريق .
- ان تكون ثابتة الابعاد على المدى الطويل (معامل تمدد حراري قليل).
- ان تكون مقاومة للتفاعلات الكيميائية.
- ألا ينتج عنها أي اضرار صحية.

7- أمثلة لمواد العزل الحراري:

1 الفيرميكاليت Vermiculite:

هي مادة عازلة سائبة وهي عبارة عن معدن طيني صلصالي يشبه الميكا.

2 البيرلايت Perlite:

هي مادة عازلة سائبة وهي عبارة عن مادة صخرية على شكل حبيبات بيضاء اللون.

3 الفلين Cork:

يُصنع الفلين من لحاء أشجار البلوط، حيث يتم تقطيع اشجار البلوط وتجفيفها، ثم يُستخرج منها لحاء الاشجار ويُقطع الى حبيبات بطول (0.5-2Cm) ويتم ضغطها وتحميصها للحصول على السماكات والكثافات المطلوبة. اثناء عملية التحميص تنصهر المواد الصمغية الموجودة باللحاء لاصقة حبيبات الفلين مع بعضها البعض لإنتاج الواح الفلين الخام بأبعاد مختلفة وسماكات متنوعة، وهي مادة شبه صلبة.

يشتعل الفلين عند درجة الحرارة العالية (300°C) وهو مقاوم لنمو الفطريات والحشرات.

يمكن استخدام الواح الفلين في العزل الحراري والعزل الصوتي، كما يمكن استخدامه في صورته الطبيعية (حبيبات) في ملء فراغات الجدران المزدوجة.

4 الصوف الزجاجي Glass Wool:

مادة عزل شبه صلبة، نتيجة عن صهر الزجاج ثم تحويله إلى اليف.

يتم تشكيل الالواح شبه الصلبة بإضافة مواد رابطة الى اليف الصوف الزجاجي.

وقد يتم تغليف هذه الالواح للحماية برفائق الالمنيوم العاكسة او رقائق البولي ايثلين.



هذا الصوف غير قابل للاحتراق ولا ينتج عنه غازات ضارة ولكن الياف الصوف الزجاجي التي تكون على شكل ابر رفيعة ضارة جداً بالجلد وقد تسبب تهيجات شديدة، كما ان استنشاق الاليف الدقيقة يمكن ان يسبب امراضا تنفسية، لذلك يجب اتخاذ الاجراءات والاحتياطات المناسبة من كمادات، وقفازات وملابس واقية للجسم.

5- الصوف الصخري Rock Wool:

مادة عزل شبه صلبة، وهو عبارة عن الياف نتيجة عن صهر الفلزات ذات المقاومة العالية والمكون بشكل رئيسي من الجير والسيليكا.

يتوافر هذا الصوف بشكل الواح، الياف سائبة، او لباد.

وهو غير قابل للاحتراق ويستخدم في نفس المجالات التي يُستخدم فيها الصوف الزجاجي.

6- البوليسترين المدد Expanded Polystyrene:

مادة عزل صلبة يتم تصنيعها من خلايا البوليسترين القابلة للتمدد، حيث يتم تشبعها بمادة نافخة رغوية (البنتان) بهدف ايجاد قنوات صغيرة في البوليسترين السائل.



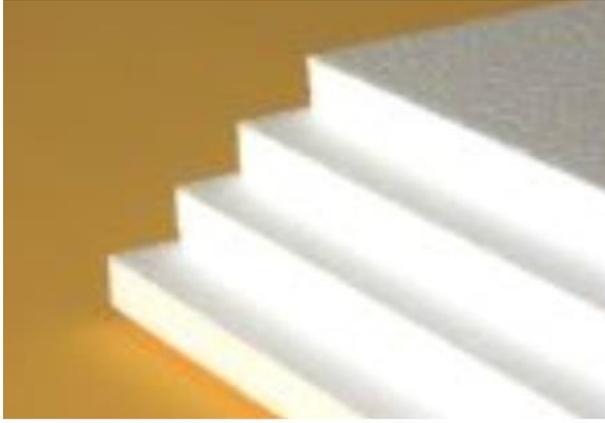
البوليسترين مادة قابلة للاشتعال لذا يجب عدم تعريضه بشكل مباشر لمصادر النيران.

يتم استخدامه في أعمال العزل الحراري للجدران والارضيات كما يمكن استخدامه في العزل الصوتي.

7 البوليسترين المبتوق Extruded Polystyrene:

مادة عزل صلبة يتم تصنيعها من بوليمر البوليستيرين المضاف اليه مادة نافخة رغوية مع بعض الاضافات الاخرى للتحكم في حجم وانتشار وتوزيع الخلايا المغلقة في المنتج النهائي.

يتم استخدامه في أعمال العزل الحراري للجدران والارضيات ويمكن ان يُستخدم في انتاج بلاط عازل للحرارة للاسطح.



8 البولي يورثان الرغوي :Polyurethan

مادة عزل رغوية يتم تصنيعها بخلط مركبين رئيسيين الايزوسيانات والبولي بول. قابل للاشتعال السريع وتتبعث منه غازات ضارة، لذلك يجب حمايته من مصادر الحريق. يُستخدم في ملء الفراغات بين الجدران. ويمكن ان يكون على شكل الواح صلبة.



9 البيتون الرغوي الخفيف :Foamed Concret

مادة عزل رغوية، يتم انتاجها باستخدام مادة كيميائية تخلط مع الماء في خلاط خاص لتوليد خلايا غازية مغلقة ثم اضافة الناتج الى عجينة الاسمنت والماء لعمل الخرسانة العازلة للحرارة.

غير قابلة للاشتعال، تُستخدم في عزل الاسقف المعرضة للحرارة او كمادة خفيفة الوزن لملء الفراغات او لعمل الجدران البيتونية الخفيفة.

8 امثلة عن العزل الحراري للسطح:

1 امثلة عن العزل الحراري للسطح باستخدام الـصوف الصخري او الـصوف الزجاجي او الـواح البولي يورثين او البولي سترين:

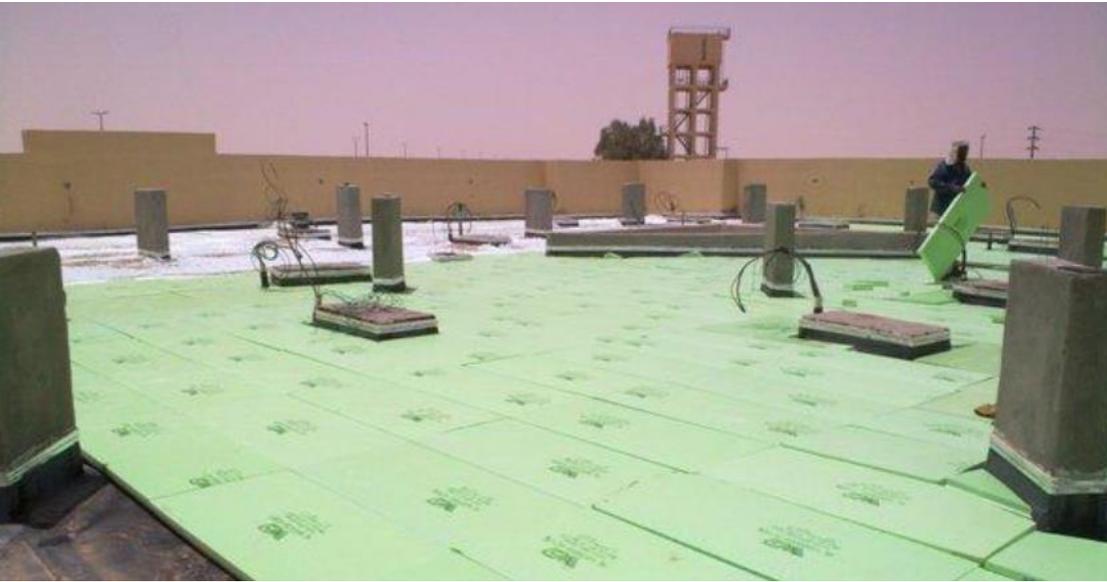
1. تنفيذ العزل المائي



2. وضع انابيب التمديدات المائية



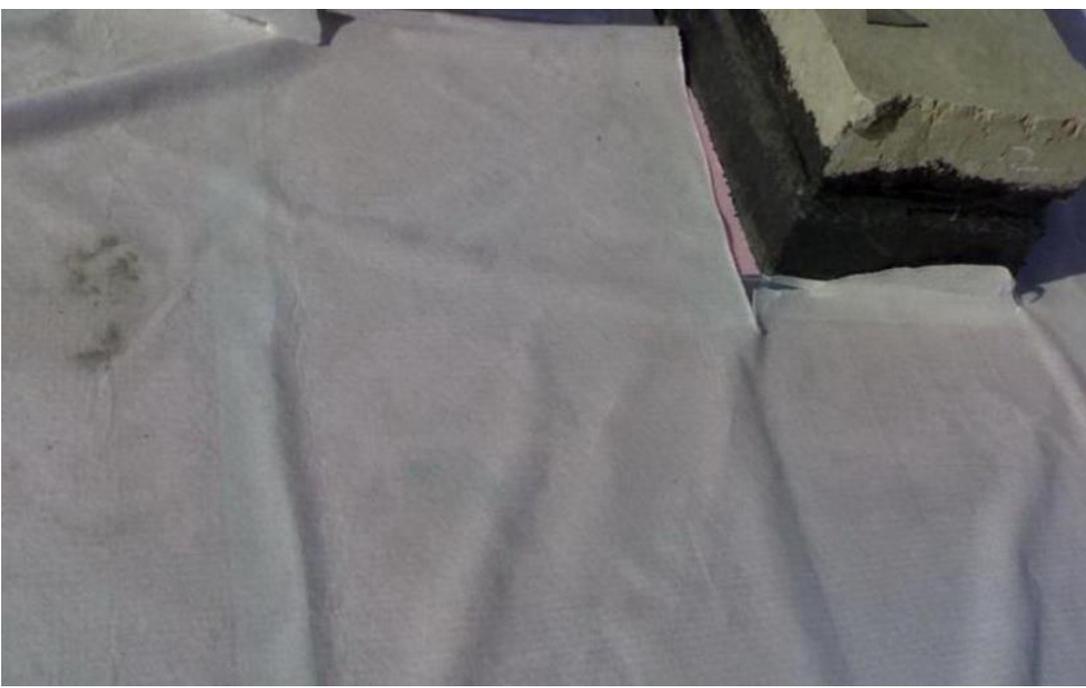
3. فرد الواح العزل الحراري



4. لحم الفواصل بين الالواح بشريط من الالمنيوم اللاصق



5. تغطية الالواح بفلتر حمايتها من الاتربة



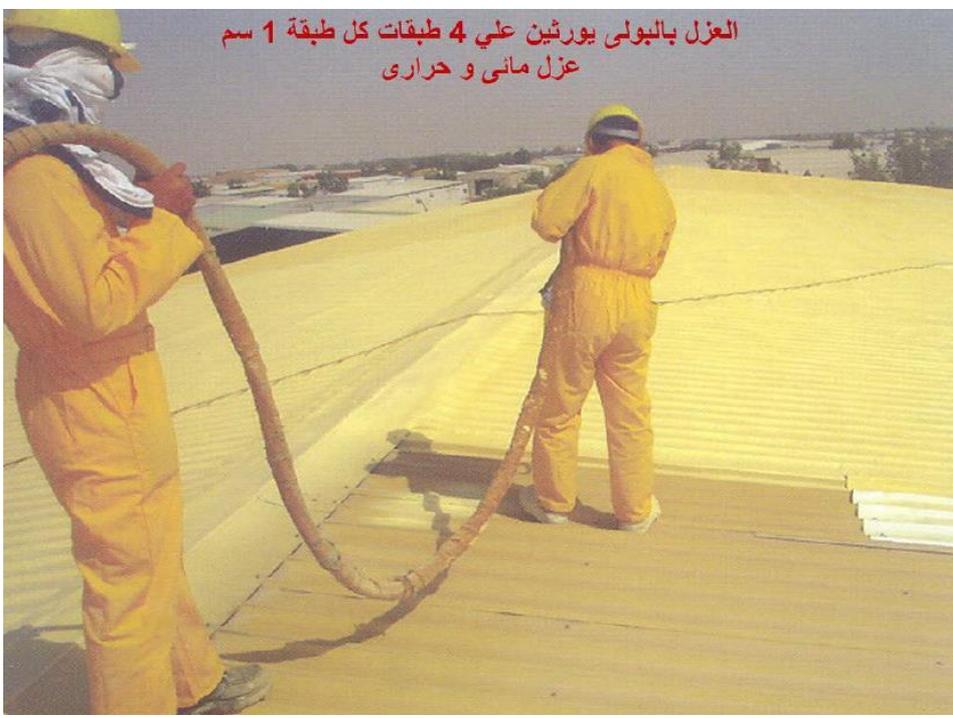
6. وضع شبكة من حديد التسليح على الالواح



6. يتم وضع طبقة من البلاط فوق شبكة التسليح او يمكن صب طبقة من البيتون



العزل بالبولى يورثين علي 4 طبقات كل طبقة 1 سم
عزل مائى و حرارى



2 مثال عن العزل الحراري للسطح باستخدام
البولي يورثين :



3 مثال عن العزل الحراري للسطح باستخدام
البيرلايت :

1. مد شبكة من التمديدات الصحية والكهربائية
2. تنظيف السطح

3. رش حبيبات البيرلايت بالماء و خلطها بقليل من الاسمنت



4. تقسيم السطح الى بلاطات



4. يتم مسح السطح بعد الانتهاء من توزيع خليط البيرلايت والاسمنت وعمل طبقة اسمنتية من اعمال التليس.



5. القيام بأعمال العزل المائي بعد ذلك عن طريق دهان السطح بالزفت ولفائف البيتومين.



ثانياً- العزل الصوتي Sound insulation:

1 تعاريف:

الصوت:

هو عبارة عن ظاهرة فيزيائية تؤثر في حاسة السمع، تنتج من موجات اهتزازية لجسم معين وتنتشر في الهواء بشكل موجات متتالية من الانضغاط والتخلخل فتؤثر في الاذن وتولد احساساً سمعياً لدى الانسان اذا كان ترددها محصوراً بين 20 الى 20000 هرتز.

الضجيج:

هو أصوات واهتزازات غير مرغوب فيها تزعج الانسان وقد تسبب له الضرر أحياناً بحسب شدتها واستمراريتها.

شدة الصوت:

وهي عبارة عن كمية القدرة المنقولة بالموجات الصوتية في ثانية واحدة عبر سطح 1Cm^2 عمودي على اتجاه انتشار الموجة، تقاس شدة الصوت بوحدة الديسيبيل db

2 أماكن تنفيذ العزل الصوتي:

يتحقق العزل الصوتي في الابنية والمنشآت بعزل أرضيتها وجدرانها وأسقفها ونوافذها وأبوابها والآلات الموجودة فيها عزلاً مناسباً.

تشكل طريقة الانشاء المضاعف أفضل طريقة لعزل الارضيات أي انشاء أرضية أخرى فوق الارضية الاساسية مع وضع طبقة عازلة للصوت بين الارضيتين.

كلما كانت الجدران اكثر سماكة كان العزل الصوتي افضل.

تُعزل الاسقف باستخدام مواد ماصة للصوت او عاكسة له.

لتوفير عزل افضل للصوت والحرارة، ينصح بتزويد النوافذ بألواح زجاجية مضاعفة مزودة بفراغ هوائي سماكته 2Cm .

اما الابواب فهي ايضاً ضعيفة العزل الصوتي لذا يتوجب حمايتها باستخدام مواد عازلة توضع حولها.

كذلك يتوجب توفير عزل مناسب لجميع الآلات الموجودة في الابنية والتي يمكن ان يصدر عنها صوت مزعج. ويتم ذلك بوضع مواد عازلة ومخدات عزل خاصة. يُفضل عموماً وضع المعدات والآلات المصدرة للأصوات في اقبية الابنية .

3- أسس نجاح العزل الصوتي:

لضمان عدم انتقال الصوت ونفاذه عبر المواد العازلة يجب مراعاة مايلي:

- استخدام مواد عزل معتمدة ومضمونة.
- تغطية كل السطح المراد عزله بالمادة العازلة.
- تغطية الفواصل بين قطع المادة العازلة باستخدام شريط لاصق خاص.
- تغطية العازل باستخدام شرائح خاصة تعمل على حمايته.

4 أقسام المواد العازلة للصوت:

تُقسم مواد العزل الصوتي الى مواد ماصة وأخرى عاكسة للصوت.

فالمواد اللينة تمتص معظم الأصوات التي تصطدم بها على الرغم من أنها قد تعكس بعض الأصوات ذات التردد المنخفض. أما المواد القاسية كالحجر والمعادن فتعكس معظم الاصوات التي تصطدم بها.

يُمتص الصوت عن طريق الهواء والجدران والاسقف والارضيات والاثاث والاشخاص.

تؤثر نوعية مواد الاكساء في كمية الصوت الممتص فالمواد المصقولة والملساء والصلبة والكتيمة ثقيلة الوزن، يكون امتصاصها للصوت أقل من المواد ذات الاسطح الخشنة والمسامية واللينة خفيفة الوزن.

عندما يرسل مصدر صوتي أمواجاً صوتية تسقط على منشأ فان قسماً من منه ينعكس من على سطحه، وقسماً آخر تمتصه مادة المنشأ، وقسماً آخر يمر عبر المنشأ الى الجهة الثانية منه، لذلك يمكن التعامل مع مشكلة الصوتيات ضمن المبان من ثلاث زوايا وهي: عازلية الصوت، امتصاص الصوت، انتشار الصوت.

1-4 مواد عازلة للصوت:

تُستعمل المواد العازلة للصوت بشكل رئيسي على شكل حشوات في الاسقف والجدران الداخلية والخارجية. تُستخدم هذه المواد بشكل حر وبسماكة لا تزيد على 5Cm ، أو في حالة مضغوطة بسماكة 1.5Cm .

هنالك مواد يمكن استخدامها للعزل الحراري والعزل الصوتي معاً مثل: الواح الصوف الزجاجي، البيرلايت، الصوف الصخري، الصوف السائب.

2-4 مواد ماصة للصوت:

تُسمى بالمواد الماصة للصوت المواد المستعملة في اكساء الجدران الداخلية للغرف والقاعات بهدف تحسين صفات الغرف الصوتية.

يُعبّر عن قدرة المادة على امتصاص الصوت بعامل امتصاص الصوت: وهو نسبة القدرة الصوتية الممتصة الى القدرة الصوتية الكلية لهذا الصوت الساقط على هذه المادة.

تُعتبر المواد المسامية من أفضل المواد الماصة للصوت كونها تحوي فراغات هوائية.