مركز أبحاث البناء
Building & Construction Research Center

بسم الله الرحمن الرحيم

ورشة عمل

المبنـــى السليـــم في العـــزل السليـــم

رام الله في ٢٠٠٤/٢/١٢

عـزل الاســقـف بـرولات البيتــومين

اعداد

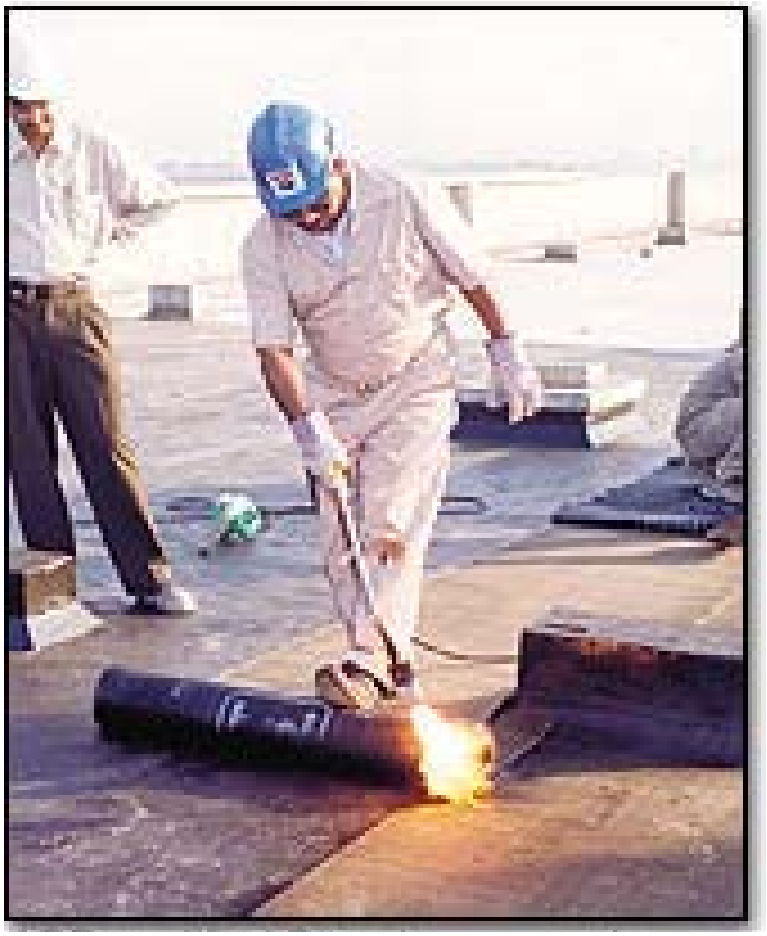
صهيب سلامة

رام الله ص.ب ١٧٠ تلفون: ٢٤٠٣٧٦٨ / ٠٥٩٨٧٧١٤٣ — فاكس: ٢٩٥٠٢٣٤
Palestine – Ramallah, P.O Box 170. Tel: 972 2 240 3768 / 970 59 877 143 – Fax: 972 2 295 0234
www. bcrc-pal.org
E-Mail: cmrc@palnet.com

مقدمـــة :

نـبين فيمـا يلـي الطريقـة الأمثـل لتنفيـذ عمليـة العـزل للأسـقف باسـتخدام رولات البيتـومين المحسـنة بالبوليمرات والمقواه بألياف البوليستر المعدة للتركيب باللحام التام أو الجزئي.

وتحدد هذه الطريقة الحد الأدنى للقواعد والأسس المهنية الضرورية التي تضمن وتكفل كفاءة اعمال التنفيذ لعزل الأسقف برولات البيتومين.



المواد والعناصر المستخدمة في اعمال العزل برولات البتيومين

رولات البيتومين Bitumen Membranes:

تضم رولات البيتومين المحسنة بالبوليمرات صنفين اساسين يعتمدان على نوع البوليمر المستخدم لتحسين خواص البيتيومين. فاما ان تكون من صنف SBS (Styrene-Butadiene- Styrene)، أومن صنف APP (Atactic Polypropylene) والمقواة بألياف الفيبرغلاس او البوليستر غير المنسوجة أو كليهما معا.

طلاء الاساس Primer:

يستخدم طلاء الأساس البيتوميني كطبقة اساس لاستقبال رولات العزل ويفضل استخدام الأصناف التي يوصي بها منتج رولات البيتومين.

المواد اللاصقة Adhesives:

تتوفر مواد لاصقة لتثبيت الواح العزل الحراري منها البيتومين البارد والمواد ذات الأساس الأسمنتي ومعاجين صمغية اسفلتية (Mastic asphalt) لاحكام لصق و عزل واغلاق الأطراف والحواف العلوية لرولات العزل ومنع تسرب الماء منها.

العازل الحراري Thermal insulation:

تستخدم مواد العزل الحراري ضمن منظومة العزل المائي لتأمين المقاومة الحرارية الملائمة حسب التصميم. ويمكن ان تكون طبقة العزل الحراري تحت مستوى طبقة العزل المائي او فوق مستوى طبقة العزل المائي "نظام السقف المقلوب" حسب التصميم وحسب تركيبة طبقات السقف الاخرى ونوع الاستخدام للسقف .

من المواد التي يمكن استخدامها للعزل الحراري الواح البوليسترين الممدد، البوليسترين المبثوق، والبولي يوريثان المطبق بالرش.

الاغشية المانعة لنفاذ البخار Vapor Barrier :

تتوفر أنواع مختلفة من الاغشية المانعة لنفاذ البخار منها اشرطة ورقائق الألمنيوم، رولات البيتومين، لباد البيتومين مع الألومنيوم اوالبولي ايثيلين "النايلون" بسمك لا يقل عن 0.2 mm.

تستخدم هذه الأغشية في الحالات التالية :

- اذا كانت درجة حرارة الجو في فترة الشتاء البارد اقل من 4°c .
- اذا كانت الرطوبة النسبية الداخلية اكبر او تساوي 45% .

على ان توضع هذه الاغشية في الجانب الدافيء (في فصل الشتاء) من نظام العزل وتركب تحت منسوب العازل الحراري، وليس من الضروري استخدامها اذا كانت رولات العزل تحت منسوب

العازل الحراري من الأصناف المقاومة لنفاذ بخار الماء أو اذا كان السقف يشكل عازلا ذاتيا لبخار الماء مثل اسقف الصاج.

وهناك رولات من البيتومين التي تستخدم كاغشية مانعة لنفاذ البخار كما في الجدول رقم (1) حيث سيتم تفصيل متطلبات طرق التركيب لاحقا.

رقم	صنف رول البيتومين	طريقة التركيب
١.	رول بيتومين بسمك 3 ملم على الاقل.	اللصق النقطي بواسطة بيتومين ساخن أو اللحام الجزئي.
٢.	رولات مخرمة سمكها 1ملم حد ادنى.	اللصق النقطي بواسطة بيتومين ساخن بكمية تكفي لأغلاق الفتحات وتغطية الرول بسمك 1-2mm.
٣.	رولات مخرمة مصنعة من بيتومين محسن بالبوليمرات قطر الفتحات 30ملم على الاقل وعددها 100 فتحة/م^2 سمك الرول 1.5ملم كحد اقصى.	تركيب حر على الا يقل سمك رول العزل فوقها عن 4 ملم.
٤.	رول سمك 1.5ملم كحد أدنى مقوى بألياف بوليستر غير منسوجه تحقق متطلبات الشد والاستطالة اللازمة.	تثبيت ميكانيكي (مرابط ميكانيكية).

جدول رقم (١) اصناف رولات البيتومين المانعة لنفاذ البخار

الأسقف المستويةFlat Roofs:

الأسقف التي لا يزيد ميلان سطحها العلوي عن 5% بالنسبة لخط الافق .

الأسقف المائلة Inclined Roofs :

الأسقف التي يزيد ميلان سطحها العلوي عن 5% ولا يزيد عن 60% بالنسبة لخط الأفق .

طبقة الميلانSloping layer:

طبقة يتم صبها من اجل عمل ميلان في السطح العلوي للسقف لمنع تراكم الماء على السقف وسرعة تصريفه باتجاه مصارف المطر.وتكون طبقة الميلان من احدى المواد التالية:

- باطون عادي صنف B15 على الاقل مع المضافات الخاصة او بدونها .
- باطون خفيف سواء الباطون الرغوي او البيرلايت او الباطون المنتج من اصناف الركام الخفيف.
- مدة الاسمنت والرمل مع المضافات الخاصة او بدونها وتكون نسبة الاسمنت الى الرمل فيها1 : 3 .

البروزات:

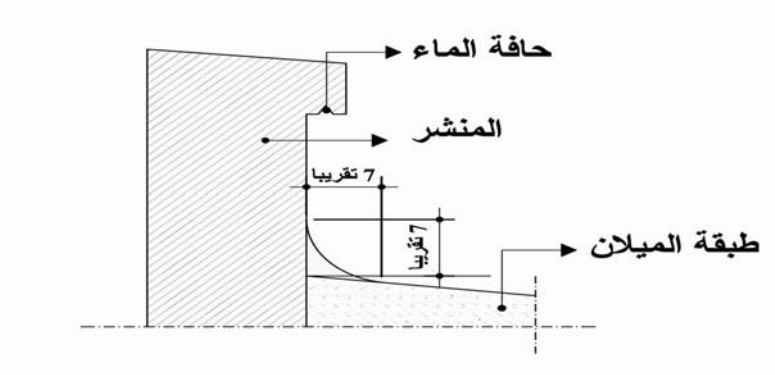
جميع العناصر والاجزاء التي تبرز فوق طبقة الميلان والتي سيتم عزلها مثل جدار الحماية للسقف (المنشر) وقواعد الاجهزة والعتبات والبروزات الخاصة بمخارج الأنابيب والتمديدات المختلفة.

شفة الماء (Nosing) :

حافة خاصة يتم تشكيلها على امتداد المنشر وحيثما يلزم لمنع تسرب الماء من والى الحافة العلوية لرولات العزل للمنشر وما شابه .

الكسحات والحواف الدائرية (الوزرات، النعلات) Cants :

يتم عمل الكسحات أو الحواف الدائرية في الأماكن التي سيتم عندها ثني رولات العزل لان زاوية الأنحناء المناسبة لرولات العزل هي 45° او على شكل قوس، ويكون باطون الكسحات والحواف الدائرية من نفس مونة الأسمنت والرمل بنسبة 3:1 انظر شكل (1).



شكل – 1

طبقة الموطئ :

الطبقة العلوية النهائية في نظام العزل المائي المعرضة للحركة المباشرة عليها وتكون من بلاط السيراميك أو البلاط الاسمنتي اوطبقة الركام التي تغطي رولات البيتومين.

ماسورة الفائض :

ماسورة خاصة لتصريف المياه الفائضة في حالة عدم قدرة فتحة / فتحات التصريف على تصريف مياه الامطار سواء بسبب انسدادها او لزيادة معدل الامطار عن قدرة فتحات التصريف .

حماية الحواف Flashing :

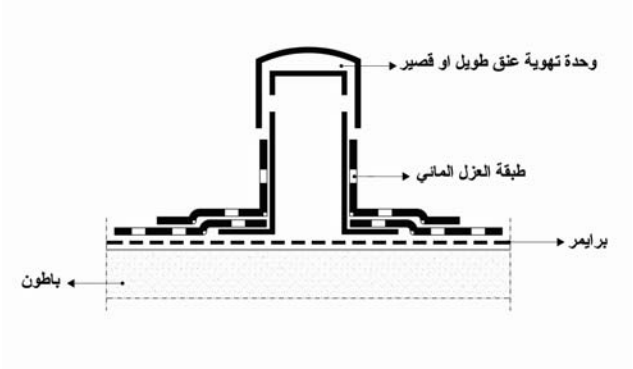
تستخدم قطع خاصة لحماية النهايات الافقية لرولات العزل ويمكن ان تكون من الألومنيوم أو الصاج المجلفن بسمك لا يقل عن 1 ملم وبعرض لا يقل عن 3 سم .

البراغي والمرابط :

تستخدم أنواع خاصة من البراغي والمرابط لتثبيت الواح العزل الحراري والأغشية المانعة للنش باشكال وبأقطار واطوال مختلفة حسب الأستخدام .

وحدات التهوية Ventilation Units:

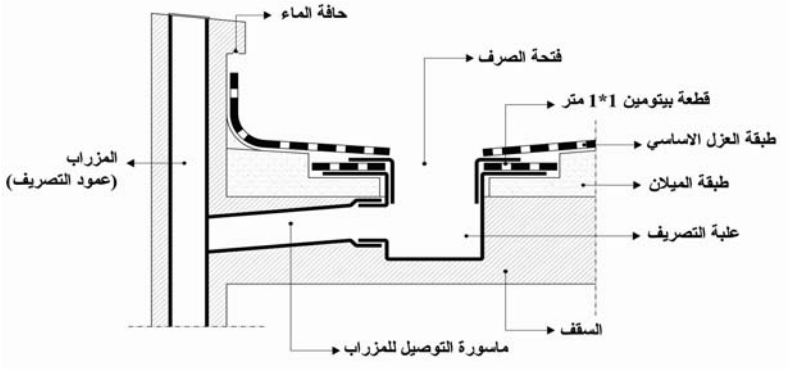
تستخدم وحدات التهوية كمتنفس لتحرير الهواء والضغط من اسفل طبقات العـزل الى الخـارج، يمكـن استخدام وحدات التهوية الشبيهة بالمداخن (Stack venting) او التهويات الطرفية (Edge venting) .



شكل – 2

مصرف المطر Drain:

تستخدم أنواع خاصة من مصارف الأمطار سواء ذات المخرج الأفقي أو العمودي "الى اسفل".



شكل – 3

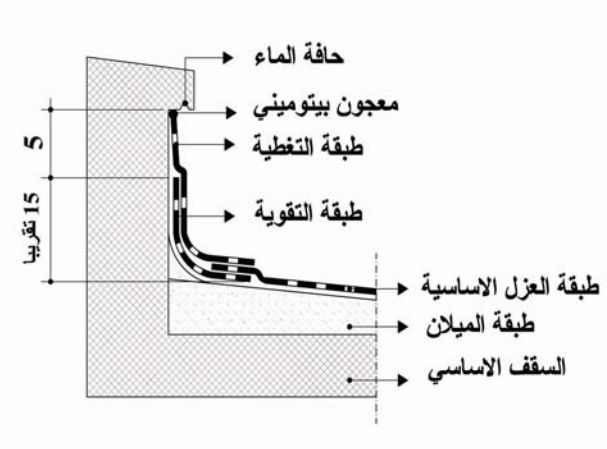
العناصر التي يمكن عزلها برولات البيتومين

- الأسـقف المستويـة من الباطـون.
- الأسـقف المائلـة من الباطـون.
- القـبـب.
- الجـدران.
- الأسـقف والجـدران الخفيفة من ألـواح الصـاج.
- القواعد والأساسات.
- أسقف الكرميد.

أنظمة عزل الأسقف برولات البيتومين

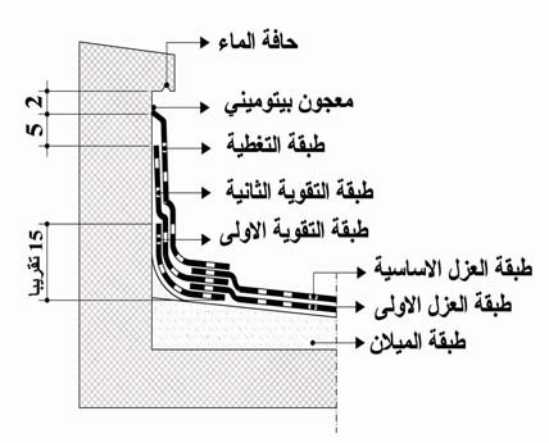
تصنف أنظمة العزل للأسقف برولات البيتومين من حيث عدد طبقات العزل الى :

١. نظام احادي الطبقات



شكل – 4

٢. نظام ثنـــائي الطبقات

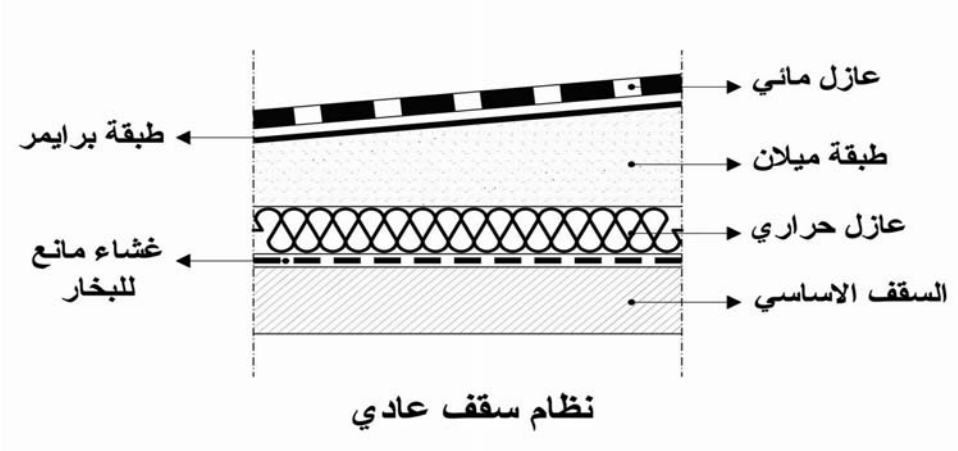


شكل – 5

تصنف أنظمة العزل للأسقف برولات البيتومين من حيث العزل الحراري الى:

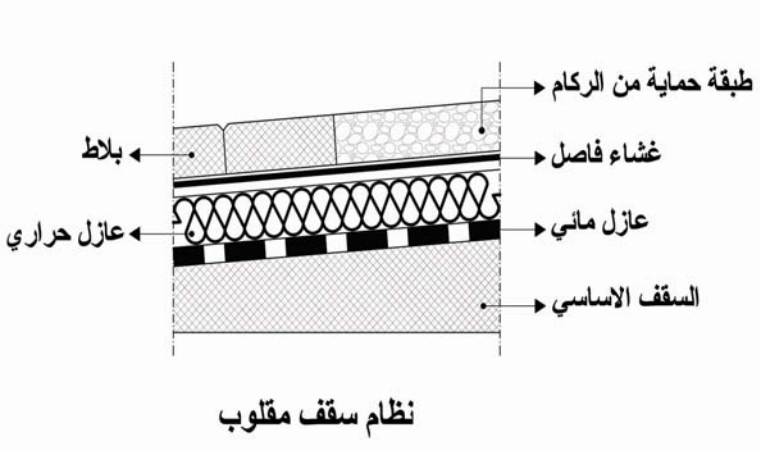
١. اسقف معزولة حراريا وتضم:

أ. الأسقف العادية: حيث تكون طبقة العزل الحراري تحت مستوى طبقة العزل المائي كما هو موضح في شكل رقم (6).



شكل – 6

ب. الأسقف المقلوبة: حيث تكون طبقة العزل الحراري فوق مستوى طبقة العزل المائي كما هو موضح في شكل رقم (7)



شكل – 7

٢. أسقف غير معزولة حراريا .

تــصـمـيـم انظمة العزل برولات البيتيومين

يعتبر تحديد الطبقات المكونة لنظام العزل واختيار المواد المستخدمة لكل طبقة وتوافقها مع بعضها البعض من اهم عناصر تصميم انظمة العزل. حيث تضم الطبقات والمركبات المكونة للسقف المعزول بشكل عام العناصر التالية:

١. طبقة الميلان:

كما ذكر سابقا فان طبقة الميلان طبقة يتم صبها من الباطون العادي أو الباطون الخفيف أو مدة الاسمنت والرمل وذلك من اجل عمل ميلان في السطح العلوي للسقف لمنع تراكم الماء على السقف وسرعة تصريفه باتجاه مصارف المطر. عند تصميم طبقة الميلان للاسقف المستوية يمكن الاخذ بعين الاعتبار ما يلي:

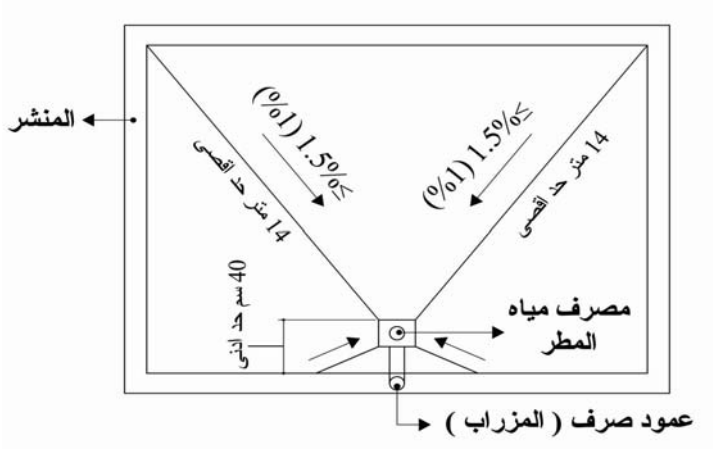
- يمكن صب طبقة الميلان من مدة الاسمنت والرمل في حالة عدم زيادة السمك الاقصى لها عن 8 سم.
- نسبة الميلان لا تقل عن 1% على امتدات محاور الميلان اذا كان نظام العزل محمي بحماية خاصة، ولاتقل عن 1.5% اذا كان نظام العزل غير محمي. و يجب ان لا تزيد نسبة الميلان عن 5% في جميع الحالات.
- الحد الادنى لسمك طبقة الميلان عند مصارف الامطار لا يقل عن 4 سم للباطون الرغوي ولا يقل عن 3 سم للباطون العادي او مدة الاسمنت والرمل.
- يمكن صب طبقة الميلان من الباطون العادي كجزء من صبة السقف الاساسي على ان يكون الباطون من نفس صنف قوة باطون السقف. وفي هذه الحالة يكون سمك السقف المحدد في المخططات الانشائية هو الحد الادنى لمنسوب طبقة الميلان مع ضرورة ملاءمة مناسيب الصب مع مصارف الامطار.
- في حالة وجود فاصل تمدد يجب ان يؤخذ بالاعتبار ان تكون هذه الفواصل في المناطق العالية من السقف قدر الامكان، ويجب صب عرقة باطون مقلوبة على جانبي فواصل التمدد وبارتفاع مناسب لا يقل عن 20 سم ويفضل أن يتم صبها مباشرة مع السقف الأساسي لتجنب فاصل الصب بين السقف وعرقة الباطون المذكورة.

٢. مصرف الامطار :

تستخدم أنواع خاصة من مصارف الأمطار سواء ذات المخرج الأفقي أو العمودي للتخلص من مياه الامطار على الاسطح، على ان تراعى الامور التالية عند تصميم انظمة العزل:

- يتم عمل مصرف واحد لمياه الامطار اذا كانت مساحة السقف لا تزيد عن 100 م^2، ويفضل عمل مخرج واحد على الأقل للفائض.

- اذا كانت مساحة السقف اكبر من 100 م² يجب عمل مصرفين على الاقل لمياه الامطار مع مراعاة زيادة عدد مصارف الامطار بحيث لا يزيد طول أطول محور ميلان عن 14 متر كحد أقصى والا يزيد السمك الأقصى لطبقة الميلان عن 20 سم .



شكل – 8

- المسافة بين حافة مصرف الأمطار وبين جدار الحماية الخارجي الأقرب يجب الا تقل عن 40 سم كما هو موضح في شكل (8).
- تستخدم القطع الخاصة لمخارج مصارف الأمطار التي تندمج ضمن رولات العزل المائي لدى تحديد بنية مصرف الامطار ويؤخذ بالاعتبار سمك ومركبات طبقات السقف.

٣. طبقة العزل الحراري:

تستخدم مواد العزل الحراري لتأمين المقاومة الحرارية الملائمة. وتكون طبقة العزل الحراري تحت مستوى طبقة العزل المائي او فوقها وذلك حسب التصميم وحسب تركيبة طبقات السقف الاخرى ونوع الاستخدام للسقف، على ان ترعى الامور التالية:

- يتم تصميم طبقة العزل الحراري حسب متطلبات كودة العزل الحراري.
- تثبت ألواح العزل الحراري المستخدمة لضمان ثباتها وعدم تكون فواصل او فراغات بينها ويمكن استخدام المواد اللاصقة أو المرابط الميكانيكية (٦مرابط لكل لوح عزل) لهذا الغرض.

٤. الغشاء المانع لنفاذ البخار:

تستخدم الاغشية المانعة لنفاذ البخار اذا كانت درجة حرارة الجو في فترة الشتاء البارد اقل من 4°c او اذا كانت الرطوبة النسبية الداخلية اكبر او تساوي 45% ، على ان توضع هذه الاغشية في الجانب الدافيء (في فصل الشتاء) من نظام العزل وتركب تحت منسوب العازل الحراري، وليس من الضروري استخدامها

اذا كانت رولات العزل من الأصناف المقاومة لنفاذ بخار الماء أو اذا كان السقف يشكل عازلا ذاتيا لبخار الماء مثل اسقف الصاج.

ومن الفوائد المرجوة عند استعمال هذه الاغشية التخلص من الظواهر التالية:

- تعرض مادة العزل الحراري للتلف بسبب الرطوبة وانخفاض مقاومتها الحرارية .
- التمددات والتقلصات التي تؤدي الى حدوث تشققات في العازل وباقي طبقات السقف بسبب تغير نسبة الرطوبة فيها .
- انتفاخ طبقات عزل الرطوبة بسبب ضغط بخار الماء .

٥. الطبقة الفاصلة :

تستخدم الطبقة الفاصلة للفصل بين ألواح العزل الحراري وطبقة التغطية في نظام السقف المقلوب أو للفصل بين رولات العزل المائي وطبقة التغطية النهائية التي يتم تغطية رولات العزل المائي بها مثل بلاط الرصف أو حصى الوديان.

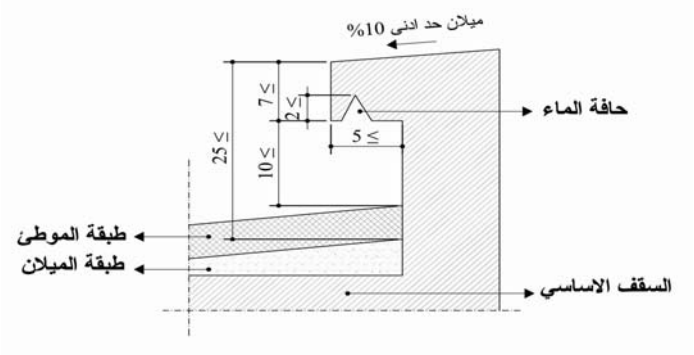
٦. فواصل التمدد :

تحتاج احيانا انظمة العزل برولات البيتومين لعمل فواصل تمدد خاصة بنظام العزل خاصة في الأسقف التي تزيد ابعادها عن 30 مترا او في مناطق تغيير الأتجاه.

٧. مركبات السقف المتعلقة بالعزل:

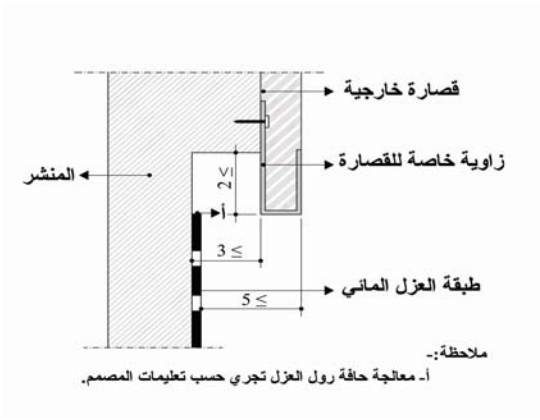
أ. شفة الماء :

- يتم تصميم شفة الماء لجدران الحماية (المنشر) بشكل أساسي وفوق نهايات رولات العزل المائي.
- بنية شفة الماء يجب أن تمنع وصول الماء الى الحافة العلوية لطبقة العزل على المنشر.
- أبعاد وقياسات شفة الماء يجب أن تطابق المحدد في شكل رقم (9) .

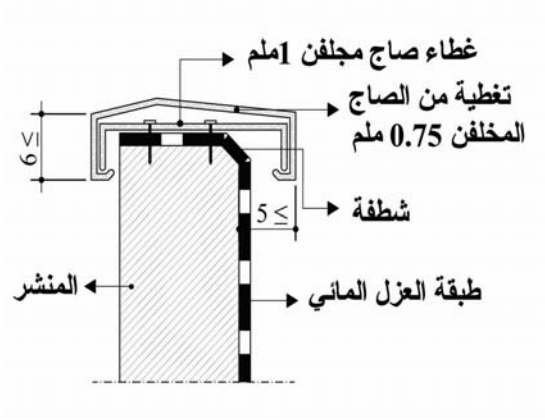


شكل – 9

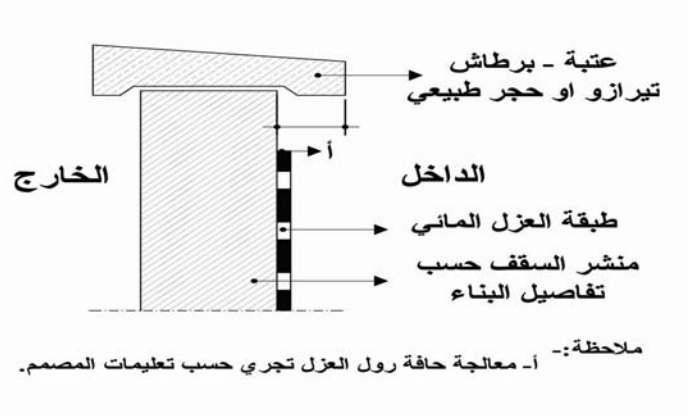
- شفة الماء والجزء الملاصق لها من المنشر يجب أن تكون من الباطون المسلح وبحيث يكون مقطع التسليح كافي لمنع حدوث اي تشققات في الباطون .
- يمكن للمصمم أن يحدد أشكال أخرى لشفة الماء على أن يتم تحقيق الغرض الأساسي من شفة الماء اضافة الى توضيح كل التفاصيل المطلوبة لبنية شفة الماء والمواد المستعملة بها . انظر بعض النماذج في الأشكال (12 - 11 - 10).



شكل 10



شكل — 11



شكل — 12

ب. الكسحات (النعلات) و الزوايا الداخلية

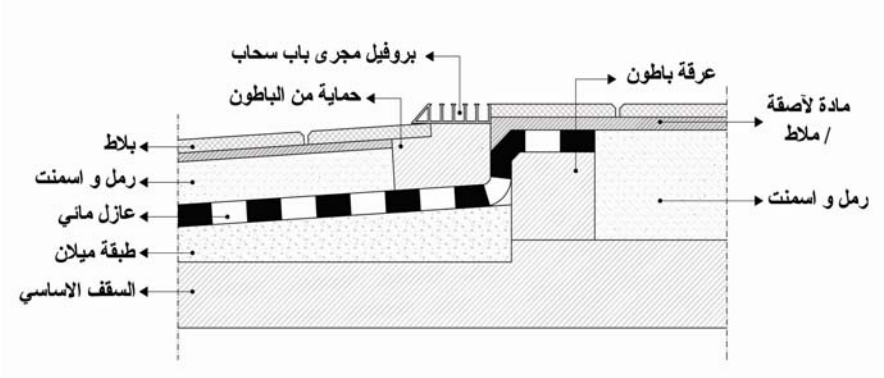
- يتم تحديد شكل الكسحات وابعادها الواقعة على امتداد التقاء طبقة الميلان مع جدران الحماية ومع اي بروزات فوق السطح.
- يتم معالجة الزاوية الداخلية عند التقاء جدران الحماية والمنشر بواسطة ملئها بمونة الاسمنت والرمل بنسبة 3:1 على شكل كسحة طول اضلاعها 2 X 2 سم.

ج. فتحات تصريف الماء خلال الجسور المقلوبة الداخلية

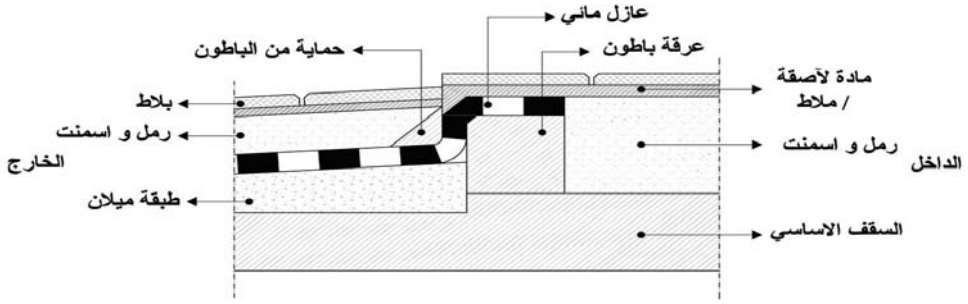
- يجب تلافي عمل فتحات لتصريف الماء خلال الجسور الداخلية العلوية المقلوبة فوق منسوب السقف قدر الامكان .
- في حالة الضرورة لعمل مثل هذه الفتحات، يجب ألا يقل عرض الفتحة عن 40 سم ولا يقل ارتفاعها عن 20 سم فوق منسوب طبقة الميلان.

د. عتبة مخرج السقف:

- يتم تخطيط وتصميم عتبه مخرج السقف النهائي مع مراعاة الامور التالية :
  - سهولة الوصول والعبور خاصة لعربات ذوي الاعاقة.
  - تحقيق اي متطلبات خاصة للتصميم.
  - ان لا يقل منسوب عتبة مخرج السقف عن منسوب طبقة الميلان ويفضل أن يزيد المنسوب النهائي لعتبة المخرج عن المنسوب النهائي للسقف الخارجي بمقدار 2 سم تقريبا .
- يجب معالجة عتبة المخرج وعزلها بعناية حسب الحالة كما يظهر في شكل (13) وفي شكل (14).



شكل – 13



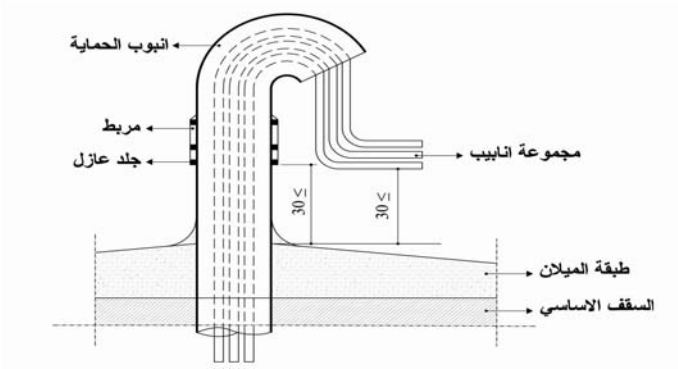
شكل – 14

ه. ماسورة الفائض:

- تستخدم أنابيب من صنف صلب، مقاوم لانتشار اللهب ومقاوم للاشعة فوق بنفسجية .
- الحد الأدنى لقطر ما سورة الفائض يكون "2 .
- منسوب مخرج ماسورة الفائض يجب أن يتلاءم مع منسوب أعلى نقطة في طبقة الميلان ويفضل ان يكون بارتفاع 5 سم فوق منسوبها .
- يفضل أن يكون المنسوب النهائي لعتبة مخرج السقف أعلى من منسوب اسفل ماسورة الصرف بمقدار 2سم على الأقل .

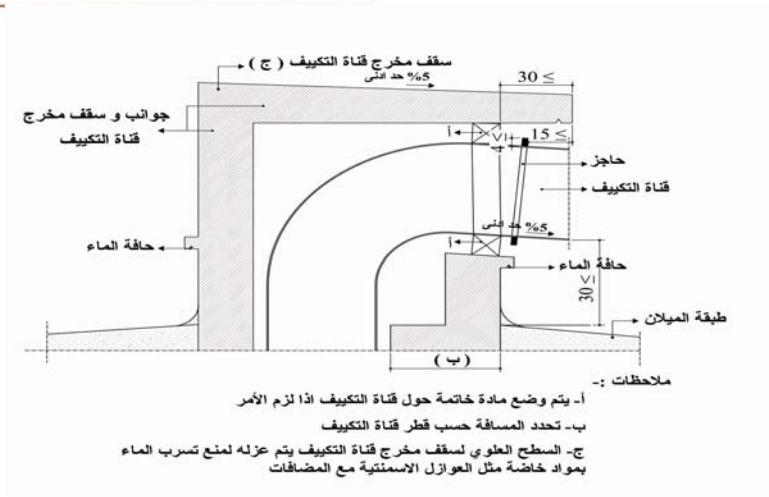
و. ماسورة الحماية للأنابيب فوق السقف:

- اي ماسورة يقل قطرها عن 2" تبرز من خلال طبقات السقف يجب تمديدها وحمايتها داخل انبوب خاص قطره"2 على الاقل (انظر شكل 15).
- قطر ماسورة الحماية يجب ان يلائم عدد الأنابيب التي تمر من خلالها بحيث يتم تمديد الانابيب بسهولة سواء عند التركيب او لدى اجراء اعمال الصيانة.



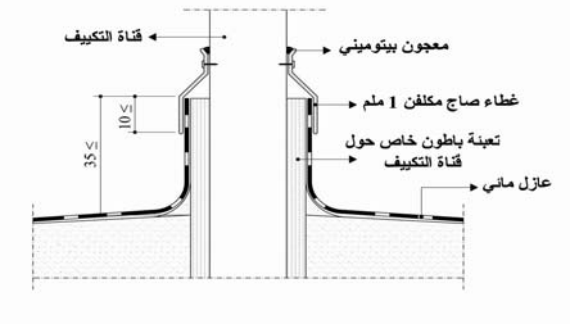
شكل – 15

- يمكن ان تحتوي ماسورة الحماية على كوع لتسهيل ادخال الأنابيب مع وضع مربط عند الوصلة.
- لا تقل المسافة بين منسوب تمديد الانابيب فوق السقف ومنسوب سطح طبقة الميلان عن 30 سم.
- في حالة استخدام انواع خاصة من مواسير الحماية التي تحتوي على اطار خاص لدمج الانبوب مع طبقة العزل يجب ان لا يقل عرض الاطار عن 120 ملم في كل اتجاه من حافة الماسورة.
- اي ماسورة تمدد داخل انبوب الحماية وتحتوي على سوائل او غازات حرارتها اعلى من حرارة الجو المحيط يجب عزلها حرارياً.
- الانابيب والتمديدات (التي لا تمر من خلال انبوب حماية) يمكن تمريرها من خلال فتحة خاصة حيث يتم بناء تغطية خاصة لها بابعاد تلائم المحدد في الشكل التالي رقم (16).



شكل– 16

- الحد الادنى للمسافة بين سطح طبقة الميلان والجانب السفلي الافقي لقنوات التكييف يكون 30سم على الاقل ويعطي امكانية تمديد رولات العزل وصيانتها بسهولة.
- يجب معالجة سطح مخرج القنوات وعزله للرطوبة باستخدام مواد عازلة ملائمة مثل الطلاء بالمواد العازلة ذات الاساس الاسمنتي.
- يمكن معالجة مخارج قنوات التكييف بطرق اخرى كما يظهر في الشكل التالي رقم (17) .



شكل– 17

تنفيذ عزل الأسقف باستخدام رولات البيتومين

اولا : الادوات المستخدمة

تستخدم الادوات والمعدات التالية كحد ادنى لدى تنفيذ اعمال العزل برولات البيتومين :

- انبوب غاز بيتي بمعدل انبوب لكل 60 م^2 من مساحة السقف تقريبا.
- منظم ضغط مع مانع لارتداد اللهب.
- موقد "شاروخ" مع يد طويلة يعطي حرارة حتى 600C^o تقريباً وقدرة حتى 4000 واط، واخر بقدرة 2000 واط (مع امكانية استخدام المواقد متعددة العيون).
- مسطرين صغير.
- مجموعة ادوات حماية شخصية مثل القفازات وحذاء الامان.
- قضيب معدني مثني لسحب اللفات وفردها.
- سكين قطع حاد.
- ادوات ملائمة لطلاء الاساس على سطح العزل.
- فرشاة ملائمة لطلاء السيلفر و مواد الحماية الاخرى على الفواصل والحواف لا يقل عرضها عن "2.
- فرد المعجون والمواد الخاتمة.
- مقدح.

ثانيا : توثيق تحضير وتجهيز سطح العزل

من المفضل العمل على توثيق جميع اعمال التحضير والتجهيز للسطح المراد عزله. وتشمل اعمال التوثيق السجلات والصور الفوتوغرافية وشهادات الفحص الخارجية وفحوصات طبقة الميلان وتوثيق العمل بعد اتمامه.

ثالثا : تحضيـــر السطـــح

تشمل اعمال اعداد السطح للعزل اعمال التنظيف وازالة الشوائب الموجودة على السطح و فك وازالة اي تجهيزات موجودة على السقف كالسخانات الشمسية وقواعد هوائي التلفزيون ولواقط الاقمار الصناعية وما شابه ذلك. كما تشمل ايضا صب طبقة الميلان وعتبات المخارج وصب القواعد والبروزات الخاصة لتركيب التجهيزات والمعدات التي ستركب فوق السقف.

١. صب طبقـــة الميـــلان:

أ. طبقة الميلان من الباطون العادي او مدة الباطون الناعم :

يتم صب طبقة الميلان وتسوية وضبط وجه الباطون باستخدام ودعات يتم تجهيزها مسبقاً مع تسوية وتنعيم وجه الباطون بالمالج. وبعد انهاء اعمال التسوية الأولية للباطون يتم ازالة الودعات التي

استخدمت لضبط الميول والمناسيب لصبة الميلان ويعبأ مكانها من نفس الباطون المستخدم في الصب مباشرة. بعد ذلك يتم التنعيم النهائي لوجه الباطون يدويا بواسطة المالج او بطرق ميكانيكية مع ضمان التنعيم الجيد من قبل مهني متخصص.

اما فيما يتعلق باعمال التشطيب والمعالجة والاينـــاع فتتم في هذه الحالة على مرحلتين كما يلي :

التشطيب والمعالجة الاولية: وتتم بتسوية وتنعيم سطح الباطون العادي والناعم اولا باول و تنفذ المعالجة الأولية بعد انهاء تسوية وجه الباطون عندما يختفي بريق الماء عن سطح الباطون وبعد ان يصبح بالامكان المرور على الباطون، ومن نماذج المعالجة الاولية رش مادة خاصة للاينـاع او سقي السطح ثم تغطيتة مباشرة بواسطة اغشية بولي ايثيلين (نايلون) شفافة او ملونة بسمك 0.2mm .

عند استخدام المواد الخاصة يجب ان تطابق متطلبات المواصفة الامريكية ASTM 309-93 يجب الانتظار 12 يوماً على الاقل قبل البدء بعزل السقف في حالة استخدام مواد الاينـاع الخاصة (Curing Compound). **علما بان** فترة الاينـاع بالماء تكون ثلاثة ايام ويمكن زيادتها حسب تعليمات المهندس المصمم.

التشطيب والمعالجة النهائية: قبل البدء بالاعمال التالية يتم تفقد الاماكن التي بحاجة الى اصلاح نهائي مثل الاماكن التي يكون سمك الباطون فيها اقل من 3سم فيتم تصليح وجه الباطون بواسطة مونة اسمنتية او باستخدام مواد خاصة مع ازالة أي نتوءات ومعالجة التموجات التي تزيد عن 1سم.

ب. **طبقة الميلان من الباطون الخفيف الرغوي :**

نقوم بتعليم وتحديد ارتفاع وسمك الصب بواسطة شبلونات خاصة أو خيوط نايلون (خيط المسبحة) ويمكن عمل ودعات من الباطون العادي او اي طريقة ملائمة أخرى. قبل الصب نقوم بفحص دقة الميلانات والتحقق من ان محاور الميلان والارتفاعات حسب المخططات والمناسيب المحددة من قبل المصمم. ويتم اثناء الصب تنعيم وتسوية وجه الباطون اولا باول بواسطة مالج الومنيوم خاص. ويجب ان يكون السطح النهائي للباطون ناعماً واملساً وخالياً من النقور اوالبروزات.

وعند الانتهاء من عملية الصب يتم ايناع الباطون الخفيف الرغوي بواسطة ترطيب وجه الباطون لمدة ثلاثة ايام كاملة.

ومن الجدير بالاهتمام ان يتم وفي يوم الصب حماية وجه الباطون الخفيف من الاحمال الميكانيكية وحمايته من عوامل الطقس الضارة كالرياح.

اما في حال صب طبقة الميلان على طبقة عازل حراري، يجب الحرص على ان تكون طبقة العزل الحراري ملامسة بصورة تامة وبدون اي فراغات تحتها او بينها وبين السقف مع مراعاة استخدام الغشاء المانع للنش حسب اللزوم.

٢. حافــة / شفة المـــــاء:

اذا كانت حافة (شفة) الماء من الباطون المسلح، يجب ان يتم صبها بصورة متواصلة وبسمك 7 سم على الاقل.ويفضل ان يكون سطح الباطون ناعماً كالباطون الوسيم (Fair face).

كما يمكن تنفيذ حافة الماء لعتبة مخرج السقف الذي سيتم تبليطه بعد اتمام اعمال العزل.

٣. الكسحات أو النعلات:

يكون سطح "وجه" الكسحات دائرياً مقعراً واملسا او مائلا بزاوية 45°. ويجب معالجة واينـاع بـاطون الكسحات بالرش بالماء لمدة يومين على الأقل.

رابعا: تركيب رولات البيتومين

أ. طلاء طبقة الاساس :

يمكن تخفيف البرايمر او الاساس بنسبة % 5 كحد اقصى ان لزم الأمـر باسـتخدام مـادة التينـر مـع التحريك الجيد وبعد اخذ موافقة المهندس، يتم طلاء طبقة الاساس على كامل السطح المطلوب عزلـه بما فيه المنشـر والحـواف والـبروزات الاخـرى باسـتخدام ماكنـة الـرش اوالفرشـاة أو الـرول بمعـدل 250**غم/م**٢. يتم طلاء طبقة اضافية من طلاء الاساس بواسطة الفرشاة على الكسحات واماكن نهايـات الرولات والبروزات. كل ذلك مع ضرورة ان يكون سطح العزل اسود اللون عند جفاف طلاء الاساس.

يجب الانتظار قبل البدء بتركيب الرولات، حتى تجف طبقة الاساس بحيـث لا يظهـر اثرهـا علـى الحذاء عند السير عليها ويقدر الزمن اللازم لجفـاف طبقـة الأسـاس بسـاعتين كحـد ادنـى في فصـل الصيف والايام الحارة واربع ساعات كحد أدنى في فصل الشتاء والايام الباردة.

و يجب انهاء تركيب رولات البيتومين خلال 48سـاعة كحـد اقصـى مـن لحظـة انهـاء طـلاء طبقـة الاساس .

ب. **تركيب طبقة التقوية:**

يتم تركيب طبقة من رولات البيتومين الاسود"بدون ركام" او مـع تغطيـة ناعمـة علـى كامـل امتـداد اماكن التقاء المسطحات الافقية مع الرأسية (مثل التقاء الأسقف مع المنشر او مع قواعـد التجهيـزات والبروزات على السقف) وبشكل عام يتم تركيب طبقة التقوية فوق الكسحات وتثبيتها باللحام التام.

كما يتم تركيب طبقة تقوية حول فتحة مصرف الأمطار بمقادر0.8 X 0.8م تقريباً .

ويكون ذلك مع مراعة ان تكون طبقة التقوية من صـنف رولات الطبقـة الاولى(في نظـام العـزل ثنـائي الطبقات) وبسمك 4ملم. ويكون عرض طبقة التقوية بحيث يتم لصق ولحام 10سم على الاقل من كـل جانب من جوانب الكسحة اضافة الى عرض الكسحة. وبشكل عام يكون عرض طبقة التقويـة 30سـم تقريباً.

ج. تركيب طبقة الرولات الاساسية:

بعد الانتهاء من الاجراءات السابقة يتم تركيب رول العزل من المكان الاوطأ من السقف وباتجاه المكان الاعلى مثل طريقة تركيب الكرميد على ان يكون اتجاه طول الرولات عمودي على اتجاه الميلان. وتتم طريقة التركيب على النحو التالي:

- يفرد رول العزل في مكانه على كامل طوله.من اجل التحقق من عدم وجود اي تجعدات او تموجات وضبط استقامة الرولات.
- يتم توزيع رولات البيتومين بخطوط مستقيمة ويفضل تنظيم توزيع رولات العزل حسب نظام تداخل رقعة الشطرنج لمنع التقاء نهايات الرولات على خط واحد.
- نعيد لف الرول باتجاه عكسي من جانبيه باتجاه الوسط.
- يثبت رول العزل بالأرضية بواسطة اللحام التام (اذا كان النظام احادي الطبقات) أو باللحام الجزئي (اذا كانت الطبقة هي الأولى ضمن نظام ثنائي الطبقات) وذلك باستخدام لهب الموقد.
- في اللحام التام يمرر لهب الموقد الكبير على كامل عرض الرول حتى حرق طبقة البولي ايثيلين وظهور بريق ولمعان في سطح رول العزل المعرض للهب.
- في حال استخدام اللصق الجزئي يتم تحمية رول العزل على مسافات كل حوالي 30سم بعرض الرول حتى سيلان البيتومين عند الجزء الملاصق لسطح العزل بحوالي 2-1سم.
- طبقة العزل الاساسية يجب ان تغطي كامل السطح الافقي لطبقة التقوية، ولا تغطي منطقة الكسحة او الجزء الرأسي من طبقة التقوية.
- يجب تلافي ظهور الدخان من رولات العزل حيث يدل ذلك على احتراق البيتومين وتسخينة زيادة عن الحد المطلوب وهذا يؤدي الى تصلب البيتومين وفقدانه جزء من المرونة.
- الحد الادنى لتداخل رولات العزل يكون كما يلي:
  - 8سم باتجاه طول الرولات.
  - 15سم باتجاه عرض الرولات.
- اذا كانت طبقة العزل الاساسية هي الطبقة النهائية ومعرضة للجو، يجب ان يكون الوجه العلوي لرولات العزل مغطى بطبقة من الركام الناعم (سمسم) ويفضل الركام ذو اللون الأبيض أو الرمادي الفاتح.
- يجب ازالة طبقة الركام الناعم عن سطح الرولات العلوية من اجل تأمين سطح ملائم للألتصاق بين الرولات في كامل منطقة التداخل .ويتم ازالة طبقة الركام الناعم بواسطة المسطرين ويتم ضغط بقايا الركام الملتصقة باستخدام المسطرين بعد تسخينه مع تسخين رول البيتومين في المنطقة المطلوبة باستخدام الموقد الصغير.

- يكون اللحام لمناطق التداخل بطريقة اللحام التام في جميع الحالات ويراعى الضغط على حواف مناطق التداخل بالمسطرين بعد تسخينه باللهب وحتى ظهور بداية سيلان لمادة البيتومين لضمان عدم وجود اي نقاط ضعف في قوة الالتصاق.

د. تركيب طبقة التقوية الثانية :

اذا كان نظام العزل المستخدم ثنائي الطبقات يتم تركيب طبقة تقوية ثانية باللحام التام حسب طبقة التقوية الأولى على ان تزيد عن الجزء العلوي من طبقة التقوية الأولى بمقدار 50ملم على الأقل بالاتجاه الرأسي وان تغطي 10سم على الاقل من طبقة العزل الأساسية الاولى.

ه. تركيب طبقة التغطية او طبقة العزل الأساسية الثانية (نظام العزل ثنائي الطبقات):

اذا كانت طبقة التغطية هي طبقة نهائية معرضة يجب أن يكون سطح هذه الطبقة مغطى بركام ناعم أو بمواد أخرى ملائمة وتركب بطريقة اللحام التام.

ويجب ان تزيد طبقة التغطية عن الجزء العلوي من طبقة التقوية الأولى او الثانية حسب النظام بمقدار 50ملم على الاقل بالاتجاه الرأسي وتغطي الجزء السفلي الأفقي للطبقة الأساسية بمقدار 8سم على الاقل.

وفي النظام ثنائي الطبقات يتم تركيب طبقة العزل الأساسية الثانية باتجاه عمودي على اتجاه طبقة الميلان ايضا مع مراعاة عمل تداخل دوري بينها وبين رولات الطبقة الأولى بحيث تكون مواقع التداخل الطولية لرولات الطبقة النهائية في منتصف رولات الطبقة الأساسية الأولى تقريبا. كذلك يجب مراعاة تداخل النهايات العرضية للرولات وتقاطعها حسب نظام تداخل رقعة الشطرنج ايضا. ويتم تثبيت رولات الطبقة الثانية باللحام التام فقط.

و. التشطيب والحماية الحواف ونهايات طبقة التغطية:

يجب طلاء حافة ونهاية طبقة التغطية الملامسة لجدار التصوينه بعرض لايقل عن 20ملم باستخدام معجون صمغي بيتوميني بحيث تتم عملية التغطية لعرض 10ملم على الاقل فوق منسوب حافة طبقة التغطية و 10ملم على الاقل تحت منسوبها وعلى امتداد طبقة التغطية في جميع الاماكن .

تتم عملية طلاء المعجون الصمغي بعد ضغط الحافة العلوية لطبقة التغطية بالمسطرين الساخن على امتداد حافة التغطية وبعرض 10– 20ملم.

ويجب ان تغطى الحافة العلوية لطبقة التغطية بطريقة التثبيت الميكانيكي حسب الحالات التالية :

- اذا كانت عرقة التصوينه بدون شفة (حافة) الماء او ان ارتفاع نهاية طبقة التغطية للجدار عن طبقة الميلان اكبر من 50سم ويستخدم لذلك حماية من الالومنيوم او الصاج المجلفن بسمك لا يقل عن 1ملم .

- اذا كانت الحافة العلوية لطبقة التغطية موجودة حول الانابيب يتم تركيب حزام او طوق خاص لتغطية نهاية رول العزل ويتم ربط الحزام مع استعمال جلد الاغلاق الخاصة.

ز. وحدات التهوية:

يقوم المهندس المصمم بتحديد عدد وحدات التهوية اللازمة ونوعها وفي جميع الحالات يجب ان لا يقل العدد عن وحدة تهوية لكل 100 م² من مساحة السقف او جزء منها. وتستعمل وحدات التهوية الجاهزة ولايجوز استخدام وحدات مجمعة في الموقع ويمكن استخدام وحدات التهوية ذات العنق القصير أو الطويل حسب الحالة (انظر شكل1).

يتم تركيب وحدة التهوية بحيث تكون قاعدتها تحت الطبقة المانعة للبخار ان وجدت وفوق طبقة الأساس

ح. حماية نظام العزل للاسقف:

بعد الانتهاء من عمليات التركيب ومباشرة بعد لحام رولات العزل المغطاة بالركام وما يتبعها لابد من اتخاذ الاجراءات التالية لحماية نظام العزل:

- يتم رش الركام الناعم على سائل البيتومين الذي يخرج على امتداد اماكن اللحام، على ان يكون هذا الركام من صنف مماثل للركام الذي يغطي طبقة العزل ويمكن استبدال رش الركام باستخدام طلاء حماية ملائم مثل مادة السيلفر الخاصة
- يتم طلاء المعاجين الصمغية، حيث يتم الطلاء بعد انهاء اعمال الفحص لنظام العزل باغمار الماء (التي سيتم التطرق له لاحقا).
- يجب ان تقتصر الحركة على سطح رولات البيتومين على الاسقف غير المبلطة او المحمية بصورة ملائمة على استخدام عمال الصيانة والخدمات فقط وقدر الامكان.
- في حالة الاسقف المقلوبة (العازل الحراري فوق العازل المائي) يجب تغطية العازل الحراري بطبقة فاصلة من الألياف الصناعية (Geotextile) وزنها لا يقل عن 200 غم/ م² لحمايتها.
- يتم وضع بلاط الرصف او حصى الوديان فوق الطبقة الفاصلة التي تغطي البوليسترين او رولات البيتومين ويمكن عمل ممرات من بلاط الرصف حول التجهيزات والادوات المركبة على السقف وباقي السقف يغطى بحصى الوديان (انظر شكل 4) .
- تتم حماية طبقة العزل المائي النهائية على الاسقف غير المبلطة في الاجواء الصعبة باستخدام طبقة من اغشية البولي ايثلين ذات الكثافة العالية 0.4mm أو الخفيفة 0.2mm حسب الاجواء المؤثرة المحيطة (مثل غازات المصانع).

على ان يوضع فوق طبقة البولي ايثيلين ذات الكثافة المنخفضة غشاء منسوج من الياف صناعية يزن 200 غم/م² على الأقل ثم وضع طبقة من حصى الركام بسمك 5 سم ويفضل حصى الوديان مقاس 35-25ملم .

اما في حال وجود طبقة من البولي ايثيلين ذات الكثافة العالية فيتم وضع طبقة الركام بدون اغشية الألياف الصناعية. و يتم فرش اغشية الحماية الفاصلة بدءاً من المناطق المنخفضة عند المزاريب باتجاه المناطق المرتفعة مع عمل تشريك (تداخل) لايقل عن 50سم بين الاغشية. وفي مناطق الكسحات يجب عمل طبقة حماية اضافية من طلاء اكريليكي على نظام العزل القائم قبل فرش غشاء البولي ايثليين.

- فيما يتعلق بفتحات الصرف فتغطى بغطاء شبكي (مصفاة) لمنع دخول المواد الصلبة والاوساخ الى المزاريب لتجنب انسدادها وهناك انواع خاصة من المصارف تحتوي على حوض ترسيب خاص لذلك.

ط. متطلبات التركيب للطبقة المانعة لنفاذ البخار:

يحدد عدد نقاط التثبيت (سواء باللحام او اللصق الجزئي او المرابط الميكانيكية) من قبل المهندس المصمم بحيث تبقى ثابتة ولا تنفصل بسبب الرياح اثناء العمل ويجب مراعاة الامور التالية عند تحديد طريقة التركيب :

- الموقع الجغرافي للبناء .
- ارتفاع المبنى .
- ارتفاع منشر السقف .
- قوة الالتصاق لمادة السطح .
- قوة الالتصاق الملائمة للرولات او قوة الربط الميكانيكي للسطح .
- تعليمات المنتج الخاصة برولات العزل والمادة اللاصقة والمرابط الميكانيكية .

في جميع الحالات يجب ان تحقق طريقة التثبيت الشروط التالية على الاقل:

الرولات المثبتة باللصق الجزئي :

اطراف السقف وعلى طول المنشر يتم تثبيتها باللصق او اللحام التام وبمسافة 30 سم على الاقل، على ان لاتقل مساحة اللصق او اللحام عن % 30 من مساحة السقف.

الرولات المثبتة بالمرابط الميكانيكية :

عدد المرابط على اطراف السقف لا يقل عن 2 / م٢.

عدد المرابط على زوايا السقف لا يقل عن 4 / م.

عدد المرابط في باقي مساحة السقف لا يقل عن 1 / م٢ .

فحص نظام العزل بالاغمار بالماء

ينفذ الفحص باستخدام طريقة الاغمار بالماء حسب المواصفة الفلسطينية م ف 111– جزء 1.

ويجرى الفحص قبل تنفيذ اعمال البلاط او اي حماية خاصة سواء بحصى الوديان او بالاغشية المنسوجة وقبل طلاء الفواصل بمادة السيلفر وقبل تركيب العازل الحراري في نظام الاسقف المقلوبة. ويسبق عملية الفحص بالاغمار فحص نظري بالعين حيث يتم التحقق مما يلي:

- عدم وجود اي اجسام غريبة او شوائب على السطح.
- طبقة العزل كاملة ومترابطة بدون اي عيوب كالخدوش والمطبات.
- اماكن التقاء السطح الافقي مع جدران الحماية والبروزات مستديرة ومعالجة حسب التخطيط ولا يقل ارتفاعها عن 10سم.

خطوات الفحص بالاغمار بالماء:

يفضل ان يجرى الفحص بعد تركيب الاجهزة على السطح مثل اجهزة التكييف او السخانات الشمسية وما شابهها على ان تكون محمية ومركبة فوق القواعد الخاصة بها، وذلك على النحو التالي:

١. **التحضير للفحص:**

- اذا كان الفرق بين اوطأ نقطة واعلى نقطة اكبر من 15سم يقسم السقف لمناطق اغمار بحيث لا يزيد الفرق بين اوطأ نقطة واعلى نقطة لكل منطقة اغمار عن 15سم مع وضع الفواصل المناسبة لمنع انتقال الماء من منطقة الى اخرى.
- يمكن استعمال حواجز من الصاج مع احكام اغلاقها باستخدام معجون تركيب الزجاج او الأغشية ذاتية اللصق.
- تغلق جميع فتحات المزاريب اما بالمعجون او باستخدام سدادات خاصة لمنع تسرب الماء نهائيا.

٢. **عملية الفحص :**

- يغمر السقف او منطقة الاغمار بارتفاع 5سم فوق منسوب اعلى نقطة في المنطقة المغمورة.
- لا يقل ارتفاع الماء في اوطاء نقطة عن 10سم ولا يزيد عن 15سم.
- عند غمر الشرفات يجب الا يزيد ارتفاع الماء عن منسوب ظهر فتحة الصرف للشرفة اذا كان مخرج الصرف افقيا مع مراعاة منسوب عتبة المخرج.
- يترك السقف في حالة الاغمار لمدة 48ساعة من انتهاء عملية الغمر او حتى ظهور اشارات تدل على حدوث تسرب للماء في البناء ايهما اقل.
- يجب الحفاظ على ارتفاع ثابت للماء قدر الامكان طوال مدة الفحص و يتم تعويض النقص اذا تطلب الامر ذلك.
- يجب مراقبة تسرب الماء طوال مدة الفحص.

- يتم فحص وجود علامات تسرب للماء بعد 24ساعة من الغمر مع التدقيق على اماكن الضعف المتوقعة مثل فتحات التهوية وحول الانابيب والفواصل وفتحات التصريف.
- اذا ظهرت اي اشارات لوجود تسرب للماء قبل مرور مدة الفحص الأولي (24 ساعة) يتم وقف الفحص وتصريف المياه عن السقف.
- عند انتهاء فترة الفحص تفتح جميع فتحات الصرف لتفريغ الماء عن السطح.
- يتم قياس مساحة وارتفاع المناطق التي يحدث ترسب للماء فيها.

٣. نتيجة الفحص :

- تكون عملية العزل مقبولة وناجحة اذا توفرت الشروط التالية :
- عدم ظهور اي علامات لتسرب الماء (التبقيع والترطيب من الداخل يعتبر علامة تسرب).
- مساحة الترسبات على السقف بعد تصريف ماء الفحص لا تزيد عن 10% من مساحة السقف ولا يزيد سمك مناطق الترسب عن 10ملم.
- عدم تسرب الماء من المزاريب اثناء اغلاقها في فترة الفحص.

٤. اعادة الفحص :

اذا لم يحقق السطح المفحوص بالاغمار متطلبات الفحص يجب اعادة الفحص بعد تنفيذ اعمال التصليح اللازمة.

٥. تقرير الفحص :

يتم اصدار تقرير فحص الاغمار للاسقف والشرفات على ان يتضمن التفاصيل التالية :

- اسم طالب الفحص.
- تاريخ الفحص.
- اسم المشروع وموقعه.
- مخطط السقف مع تقسيم مناطق الاغمار.
- نتائج الفحص النظري.
- اذا لم يحقق السقف متطلبات الفحص تحدد في التقرير التفاصيل التالية :
  - الزمن من لحظة انتهاء الغمر وحتى ظهور علامات التسرب.
  - مخطط يوضح المناطق التي ظهرت فيها الرطوبة بمقياس رسم 1: 50.
  - التفاصيل المتعلقة بظهور الرطوبة من داخل المبنى.
  - اي تفاصيل اخرى يحددها المهندس مسبقا.

فحص وصيانـــــة نظام العزل

تجرى اعمال فحص نظام العزل مرتين في السنة على الاقل وذلك قبل حلول الشتاء وبعد حلول وعند اقتراب الصيف.

الفحص عند اقتراب الشتاء:

- التحقق من نظافة السقف وخلوه من الأوساخ والشوائب.
- التحقق من نظافة فتحات الصرف والمزاريب.
- التحقق من ان مواسير الصرف والمزاريب غير مغلقة باستخدام الماء.
- فحص تماسك رولات العزل خاصة عند الفواصل، نهايات رولات العزل، طبقة التغطية وحول انبوب الفائض ومصرف الامطار.

الفحص عند اقتراب الصيف:

- التحقق من نظافة السقف.
- فحص استمرارية طبقات العزل.
- فحص كمية الركام التي تغطي رولات العزل والتحقق من انها كاملة وتشبه كمية التغطية للرولات الجديدة.
- طلاء المواد الخاصة على الفواصل ومناطق الضعف مثل السيلفر او حسب تعليمات الشركة المنتجة لرولات العزل.

التصليحات والتجديد:

تجرى اعمال التصليح اذا وجدت العيوب التالية في طبقات العزل:

- تشققات، تمزقات او نقص وعدم تواصل في طبقات العزل.
- مناطق تداخل مفتوحة وغير ملتصقة.
- انفصال طبقة العزل عن السطح المعزول مثل وجود انتفاخ اذا كانت رولات العزل مركبة باللصق او اللحام التام.

على ان تجرى اعمال التصليحات باستخدام المواد والادوات المحددة من قبل منتج مواد العزل.