

”

“

جزئیات اجرائی عایقکاری حرارتی ، صوتی و ضد حریق ساختمان های متعارف

نگارش

شاهین ملکم

کارن خانلری

:

:

- اتلاف انرژی (عایق کاری حرارتی)

- آکوستیک (عایق کاری صوتی)

- پایداری در برابر آتش (عایق کاری ضد حریق)

مقاله حاضر در ابتدا به کارهای انجام شده در زمینه سه نوع عایق کاری اشاره نموده ، سپس ضمن معرفی اجمالی پشم سنگ و فرآیند تولید آن ، نمونه هایی از جزئیات اجرایی را به صورت اجمالی ارائه می دهد .

مقدمه :

یکی از مواردی که برای شناخت مقدار مصرف انی مورد توجه قرار گرفته است ، محاسبات تبادل حرارت فضای داخل ساختمان با فضای اطراف آن است . بررسی این محاسبات نقاط ضعف ساختمان را به لحاظ اتلاف انرژی حرارتی تعیین کرده و می توان بر اساس آن طراحی عمومی ساختمان را از نظر ملاحظات کلان معماری و نیز ضخامت جداره ها و حتی نوع مصالح ، به نحوی انجام داد که کمترین اتلاف انرژی را داشته باشد .

با توجه به اینکه قسمت بزرگی از اتلاف گرمایشی و سرمایشی ساختمان از طریق اجزا پوسته ای یعنی سقف دیوارها ، شیشه ها و کف واقع بر زمین صورت می گیرد ، علاوه بر طراحی مناسب اجزا پوسته ای غیر شفاف طراحی بازشوهای دو جداره می تواند از مؤثرترین موارد در راستای بهینه سازی انرژی محسوب گردد .

در هر حال آنجا در کشورمان در این خصوص بیشتر مورد نیاز است نه مبانی نظری اتلاف انرژی ، بلکه شناخت ویژگی های عایق های متعارف و جزئیات اجرایی عایق کاری می باشد .

نایت در سال ۱۹۷۳ ، جزئیات اجرایی خاصی را برای عایق کاری ساختمان ها ، خصوصاً ساختمان های چوبی ارائه داده است [۱] . همچنین ترنر و مالوی در سال ۹۸۱ ، برخی از گونه های مشخص سیستم های عایق کاری و محاسبات کاربردی مربوط به آنها را مورد بررسی وسیع قرار داده و هندبوکی را در این خصوص منتشر کرده اند [۲] . حسین / اسلامی و جمشید ریاضی در سال ۱۳۶۹ ، جزئیات اجرایی عایق کاری در ساختمان را از نظر بهینه سازی و مصالح متداول در کشور مطالعه نموده و محاسبات مربوطه را به کمک برنامه های خاص مورد بحث قرار داده اند [۳] . سید محسن موسوی و جمشید ریاضی باز در سال ۱۳۶۹ ، در مرحله مهمی از آغاز سیاست های بهینه سازی انرژی در کشور ، جزئیات اجرایی کاربردی مختلفی را مورد ارزیابی قرار داده و نتایج جالبی در اختیار مهندسين ، طراحان و پژوهشگران قرار داده اند [۴] .

بحث عایق کاری صوتی، از این دیدگاه که برخی فرآورده های عایق کاری ماهیتاً ویژگی های حرارتی و صوتی را به صورت همزمان دارا می باشند ، همواره در کنار عایق کاری حرارتی مطرح می باشد . با یک پیشداوری کلی می توان چنین گفت که به غیر از پوسته های داخلی ، در تمامی پوسته های خارجی از جمله دیوارها و بازشوها عایق کاری حرارتی مسائل آکوستیکی ساختمان ها را تا حد زیادی پوشش می دهد . پوسته های داخلی مانند کف بین طبقات و یا دیوارهای بین واحدهای مجزا ، اجزائی از ساختمانند که عایق کاری آنها صرفاً به لحاظ آکوستیکی حائز اهمیت می باشد .

از مهمترین ویژگی های آکوستیکی ، خاصیت جذب و خاصیت انتقال صدا هستند که بسته به داده های طراحی ، یکی از آنها و یا هر دو مبنای محاسبات فنی قرار می گیرند .

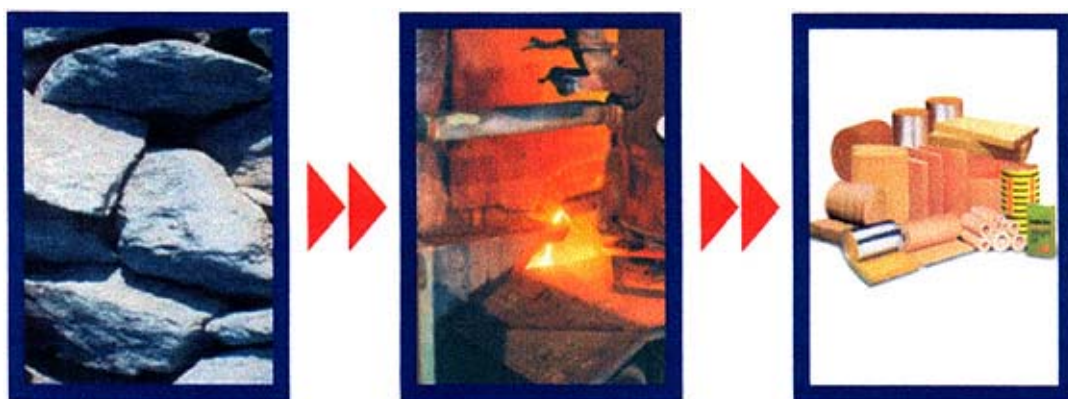
بنجامین، رینولدز و مک گوینس در سال ۱۹۸۶، مبانی نظری اکوستیک در ساختمان های متعارف را در بخش نهم کتاب خود مورد بررسی قرار داده اند [۵]. در یک بررسی تخصصی تر، مینا مکانیک و خسرو مولانا در سال ۱۳۷۹، وضعیت آکوستیکی در ساختمان مدارس را مطالعه نموده اند [۶]. نادر/الحاج نیز در سال ۱۹۹۷ عایق کاری صوتی و انتقال صدا را در ساختمان های فولادی بررسی کرده و جزئیات اجرایی مناسب ارائه داده است [۷].

با این وجود جزئیات اجرایی در مورد عایق کاری صوتی ، با ملاحظات صرفاً آکوستیکی ، مقوله ای است که شاید در مقایسه با عایق کاری حرارتی ، کمتر به آن در کشور پرداخته شده و مدارک آکادمیک مربوط به این زمینه کمتر در دسترس می باشد .

حریق از مسائل مهم ایمنی ساختمان هاست . اگر در مورد عایق کاری حرارتی و صوتی ، پوسته های خارجی و داخلی ، کفها و یا احتمالاً سایر اجزای غیر سازه ای فضای اصلی طرح عایق کاری را تشکیل می دهند، در عایق کاری ضد حریق سیستم سازه ای حیطه اصلی طراحی می باشد. بر اساس نوع سیستم سازه ای، ستون ها ، تیرهای اصلی (پوترها) ، اجزا باربر جانبی مانند بادبندها و دیوارهای برشی و نیز دیوارهای باربر می بایست در برابر حریق بگونه ای پایدار طراحی شوند که در دماهای بسیار بالا ، به مدت مشخصی از حیض انتقاع نیافتاده تا فرصت کافی برای ساکنین جهت تخلیه ساختمان ، و برای آتش نشانان جهت اطفای حریق وجود داشته باشد. /ستولارد و آبر/مراصول ایمنی حریق ساختمان ها را در قالب راهنمای طراحی برای معماران ارائه داده اند [۸]. پرزتاگ در سال ۱۹۷۶ ، انواع مختلفی از جزئیات اجرایی عایق کاری ستون ها و تیرهای فولادی و بتن آرمه استاندارد را بررسی نموده و روش هایی را جهت محاسبات کاربردی پیشنهاد کرده است [۹]. همچنین لایف ، /ستامپ و همکاران در سال ۱۹۸۳ ، طی بررسی بسیار گسترده ، مشاهدات تجربی خود بر روی انواع مختلف پوشش های ستون را بر اساس روش های آزمایش ASTM عرضه نموده اند ، که نتایج حاصل از آنها می تواند طراحی پوشش ها را بر پایه مطمئن تری قرار دهد [۱۰].

معرفی محصولات پشم سنگ :

مواد اولیه پشم سنگ عبارتند از سنگ بازالیت , سنگ آهک و سرباره ذوب آهن که با دانه‌بندی و نسبت ترکیب مناسب در کوره ذوب شده سپس به کمک دستگاه اسپینر به صورت الیاف در می آیند . مواد اولیه ذکر شده عمدتاً از منطقه البرز و ذوب آهن اصفه‌ای تأمین می شوند . جهت انسجام و اتصال الیاف , محصولات در حین تولید به رزین فنلیک , که در واحد رآکتور شیمیائی تولید می شود , آغشته شده و پس از شکل گیری در کوره های پخت گاز سوز پخته می شوند .



:

- گروه ۱- پشم سنگ فله با سه زیر گروه : LW3 و LW4 و LW5
- گروه ۲- پشم سنگ رولی (توپی) با چهار زیر گروه : DW1 و DW2 و DW3 و DW4
- گروه ۳- پشم سنگ پتوئی با دو زیر گروه WM1 و WM2
- گروه ۴- پشم سنگ دالی (تخته ای) با دو زیر گروه : RS و SS
- گروه ۵- پشم سنگ لوله : PS

تفاوت اساسی در زیر گروه های فله به دانه بندی و میزان سختی , در زیر گروه های رولی (توپی) به نوع روکش , در زیر گروه های پتوئی به دمای کارکرد , در زیر گروه های دالی (تخته ای) به دانسیته و میزان سختی مربوط می شود .

برای عایق کاری حرارتی ساختمان ها محصولات زیر پیشنهاد می گردد :

- گروه ۱- پشم سنگ فله با دو زیر گروه : LW4 و LW5
- گروه ۲- پشم سنگ رولی (توپی) با چهار زیر گروه : DW1 و DW2 و DW3 و DW4
- گروه ۳- پشم سنگ پتوئی با زیر گروه : WM1
- گروه ۴- پشم سنگ دالی (تخته ای) با دو زیر گروه : RS و SS

و نیز برای عایق کاری صوتی کف بین طبقات محصولات زیر پیشنهاد می گردد :

گروه ۳- پشم سنگ پتوئی با زیر گروه: WM1
گروه ۴- پشم سنگ دالی (تخته ای) با زیر گروه: RS:

گروه ۳- پشم سنگ پتوئی با دو زیر گروه: WM1 و WM2
گروه ۴- پشم سنگ دالی (تخته ای) با دو زیر گروه: RS و SS

ویژگی های ترمودینامیکی محصولات پشم سنگ :

ضریب هدایت حرارتی (ضریب λ یا K بر حسب W/m^0K) و مقاومت حرارتی (R بر حسب $m^{20}K/W$) از مهم ترین ویژگی های ترمودینامیکی عایق هاست . در مورد محصولات پشم سنگ , برای کاربرد در سیستم های عایق کاری حرارتی ساختمان ها , ویژگی های فوق را می توان به صورت زیر بیان کرد :

- پشم سنگ فله با دو زیر گروه : LW4 و LW5 :

$$\lambda = 0.045 W / m^0 K \quad \text{در دمای میانگین } 50^{\circ}C$$

و براین اساس مقاومت حرارتی به ازای ضخامت های مختلف عایق , عبارت است از :

ضخامت عایق بر حسب mm	مقاومت حرارتی بر حسب $m^{20}K/W$
۵۰	۱/۱۱
۱۰۰	۲/۲۲
	۳/۳۳

- پشم سنگ رولی (توپلی) با چهار زیر گروه : DW1 و DW2 و DW3 و DW4 :

$$\lambda = 0.044 W / m^0 K \quad \text{در دمای میانگین } 50^{\circ}C$$

و بر این اساس مقاومت حرارتی به ازای ضخامت های مختلف عایق , عبارت است از :

ضخامت عایق بر حسب mm	مقاومت حرارتی بر حسب $m^{20}K/W$
۵۰	۱/۱۴
۱۰۰	۲/۲۷
	۳/۴۱

- پشم سنگ پتوئی با زیر گروه : WM1, WM2 :

با دانسیته 80 kg/m^3 , در دمای میانگین 50°C : $\lambda = 0.040 \text{ W/m}^\circ\text{K}$

:

مقاومت حرارتی بر حسب $\text{m}^{20}\text{K/W}$	ضخامت عایق بر حسب mm
۱/۲۵	۵۰
۲/۵۰	۱۰۰
۳/۷۵	

با دانسیته 120 kg/m^3 , در دمای میانگین 50°C : $\lambda = 0.036 \text{ W/m}^\circ\text{K}$

و براین اساس مقاومت حرارتی به ازای ضخامت های مختلف عایق , عبارت است از :

مقاومت حرارتی بر حسب $\text{m}^{20}\text{K/W}$	ضخامت عایق بر حسب mm
۱/۳۹	۵۰
۲/۷۸	۱۰۰
۴/۱۷	

- پشم سنگ دالی (تخته ای) با دو زیر گروه : SS,RS

در دمای میانگین 50°C : $\lambda = 0.038 \text{ W/m}^\circ\text{K}$

:

مقاومت حرارتی بر حسب $\text{m}^{20}\text{K/W}$	ضخامت عایق بر حسب mm
۱/۳۲	۵۰
۲/۶۳	۱۰۰
۳/۹۵	

ویژگی های آکوستیکی محصولات پشم سنگ :

ضریب جذب صدا (α , بدون بعد) و شاخص انتقال صدا (بر حسب دسی بل) از مهم ترین ویژگی های آکوستیکی عایق ها به شمار می روند . ضریب جذب صدا , ضریبی است بین صفر و یک که مقدار انرژی مستهلک شده توسط عایق به کل انرژی مکانیکی صدا را مشخص می کند . انواع محصولات پشم سنگ دارای ضریب جذب صدا بین ۰/۵ و ۱/۰ می باشند .

شاخص انتقال صدا کمیتی است که کاهش صدا را پس از عبور از عایق بیان می کند . انواع محصولات پشم سنگ , بسته به دانسیته و ضخامت , شاخص انتقال صدا بین ۵ الی ۲۵ دسی بل را دارا می باشند .

برای داشتن ذهنیت مطلوب از شدت صداهای موجود در محیط انسانی می توان به جدول زیر رجوع کرد :

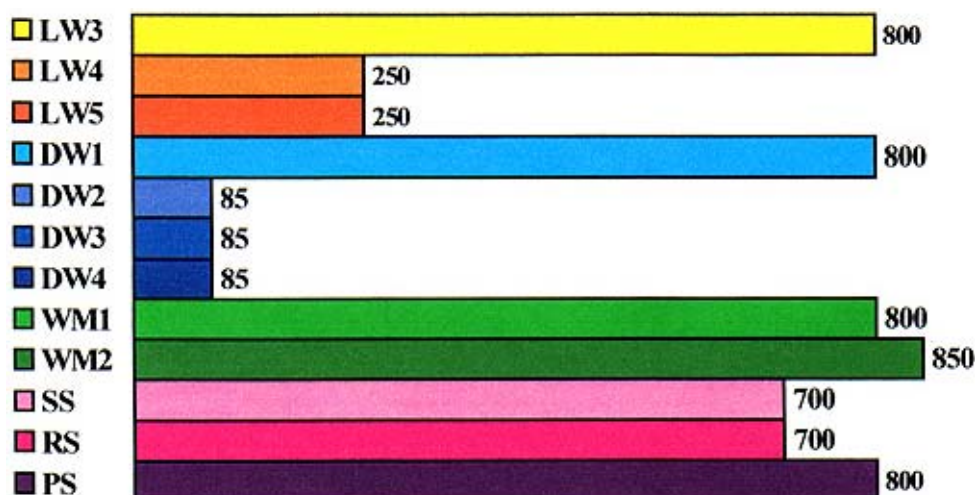
منبع صوتی	شدت صدا بر حسب دسی بل	
حرکت برگ درخت	حدود صفر	
صدای کارکردن یخچال	۳۰	
صدا در محیط اداری	۵۰	
صدای کارکردن جاروی برقی	۶۰	
صدای قطار در نزدیکی ایستگاه	۸۰	
صدای کلنگ بادی از فاصله سه متری	۹۰	
صدای هواپیمای جت در حال بلند شدن از فاصله پنجاه متری	۱۰۰	

محدوده دمای کارکرد محصولات پشم سنگ :



ویژگی های ترمودینامیکی پشم سنگ در دامنه دمائی ۱۵۰ - الی ۸۵۰ + درجه سانتیگراد عمدتاً دچار تغییرات کیفی نمی شوند . از طرف دیگر دمای ذوب الیاف پشم سنگ بیش از ۱۰۰۰

درجه سانتیگراد است . یکی از عوامل محدود کننده ، رزین فنلیک موجود در عموم محصولات است ، که در دمای ۲۲۰ درجه سانتیگراد تجزیه شده و به صورت گاز غیر سمی از محیط عایق کاری خارج می گردد . از سایر محدود کننده دامنه دمائی فوق ، بسته به نوع محصول پشم سنگ ، می تواند دمای اشتعال مربوط به روکش محصول مانند کاغذ کرافت باشد . در حالت کلی محدوده بالائی دامنه دمای کارکرد محصولات پشم سنگ به صورت زیر است :



باید تاکید کرد که حتی در بدترین شرایط ، الیاف پشم سنگ اشتعال پذیر نمی باشند .

ویژگی ضد آب پشم سنگ (Water Repellency) :



الیاف پشم سنگ ماهیتاً دارای خواص فیزیکی است که آب را جذب نمی کند .

ویژگی عبور رطوبت پشم سنگ (Vapour Permeability) :

با توجه به ویژگی ضد آب ، در صورت ایجاد شرایط تهویه هوا ، انواع محصولات پشم سنگ قادرند رطوبت را از خود عبور دهند .

ترکیبات شیمیائی در محصولات پشم سنگ :

الیاف پشم سنگ آلی می باشند . اکسید کلسیم موجود در سنگ آهک , که در روند تولید افزوده می شود , پایداری و مقاومت الیاف را در دماهای بالا تأمین می نماید . ترکیبات شیمیائی در پشم سنگ عبارتند از :

ترکیب شیمیایی	فرمول شیمیایی	درصد وزنی
سیلیکا	SiO_2	۴۶/۵
اکسید آلومینیوم	Al_2O_3	۱۴/۰
اکسید تیتانیوم	TiO_2	۱/۵
اکسیدهای آهن	Fe_2O_3 , FeO	۷/۵ - ۸/۰
اکسید کلسیم	CaO	۱۸/۰
اکسید منیزیم	MgO	۱۰/۰

مقادیر در محدوده پذیرش ۵ + - درصد قرار دارند .

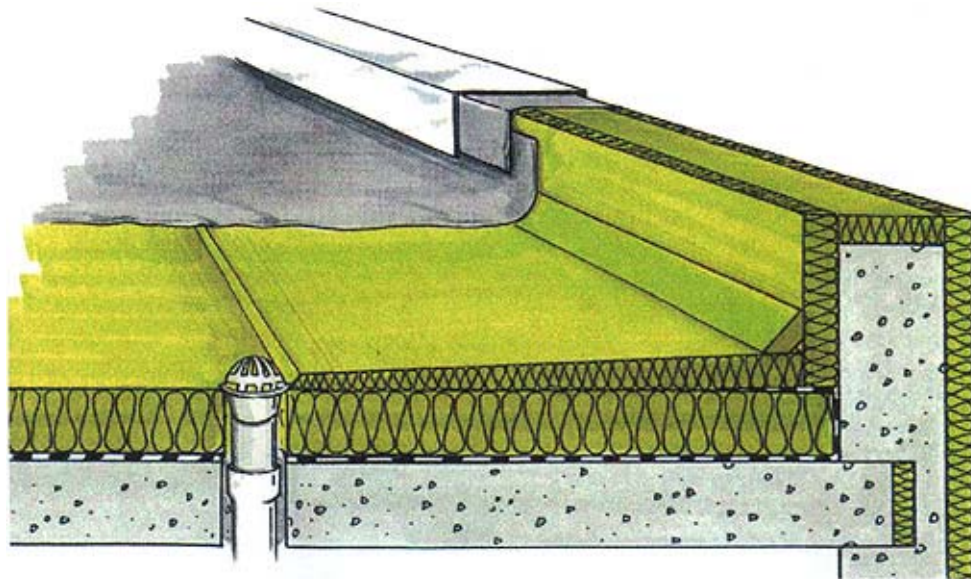
سازگاری پشم سنگ با محیط زیست :



پشم سنگ ماده ای است طبیعی که از سنگهای آذرین با قدمت بالغ بر ۲۰۰ میلیون سال , از قبیل بازالت و دیاباز بدست می آید و عاری از مواد افزودنی مضر برای محیط زیست می باشد . علاوه بر این خواص فیزیکی و شیمیائی این محصول به گونه ای است که امکان رشد باکتری ها , کپک ها و قارچ ها در آن وجود ندارد .

جزئیات شماتیک اجرائی سیستم عایق کاری حرارتی و صوتی :

از آنجایی که عایق های معدنی ماهیتاً ویژگی های حرارتی و صوتی را به صورت همزمان دارا می باشند جزئیات شماتیک اجرائی سیستم عایق کاری حرارتی و صوتی با هم در پیوست الف آورده شده اند . در جزئیات مختلف پیشنهاد شده اگر چه عایق پشم سنگ در نظر گرفته شده است , می توان آنها را با برخی ملاحظات فنی , برای سایر عایق های بدست آمده از الیاف معدنی نیز معتبر دانست .



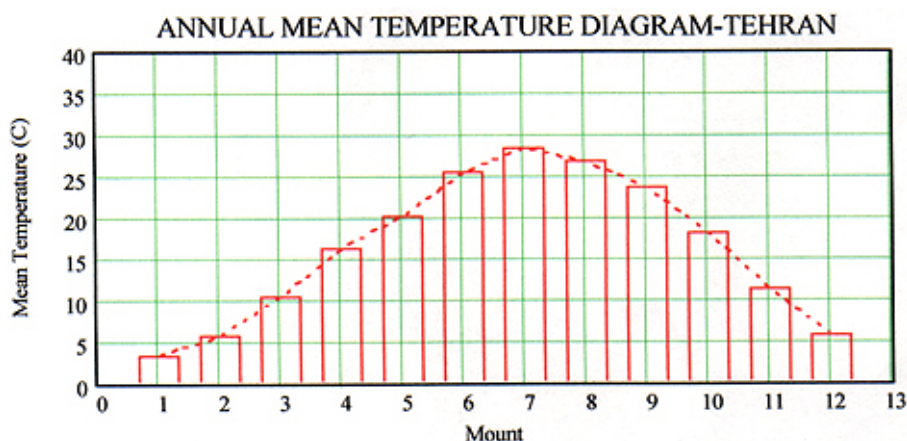
جزئیات شماتیک اجرایی سیستم عایق کاری ضد حریق :

در کلیه جزئیات شماتیک اجرایی سیستم عایق کاری ضد حریق که در پیوست ب آورده شده است ، کمینه ضخامت عایق معادل ۱۰۰ میلیمتر فرض شده است . بدیهی است که ضخامت دقیق عایق ، بسته به نوع عایق و سایر ملاحظات فنی از جمله دمای آتش و مدت زمان پایداری لازم در مقابل آن ، باید محاسبه گردد .

در اینجا جزئیات مختلف پیشنهاد شده تنها برای عایق های پشم سنگ معتبر است ، مشروط بر اینکه نصب آن به صورت پاششی (Spray) نباشد .

مثالی از محاسبات مربوط به تعیین ضخامت اقتصادی عایق حرارتی دیوار و سقف :

هدف از این محاسبات ، تعیین ضخامت اقتصادی عایق حرارتی دیوار و سقف در یک ساختمان یک طبقه متعارف مسکونی می باشد . این ساختمان فرضی در تهران واقع می باشد ، که برای بررسی شرایط جوی آن از اطلاعات کلیماتولوژیک ایستگاه تهران - پارک شهر - کد ۷۱ استفاده شده است . در این اطلاعات که به صورت شکل زیر ارائه شده است ، میانگین دمای ماهانه بدست آمده از داده های نه ساله ایستگاه مذکور نشان داده شده است :



ساختمانی با هندسه فرضی زیر در نظر گرفته شده است :

سطح زیر بنای ساختمان (بر حسب متر مربع) : $A := 100$

ارتفاع ساختمان (بر حسب متر) : $H := 3$

مساحت جانبی ساختمان (پلان ساختمان مربع فرض شده است , بر حسب متر مربع) :

$$A_{WALL} := 4 \cdot H \cdot \sqrt{A} \quad A_{WALL} = 120$$

مساحت سقف (بر حسب متر مربع) :

$$A_{ROOF} := A \quad A_{ROOF} = 100$$

: ()

$$A_{OPEN} := 0.1A \quad A_{OPEN} = 10$$

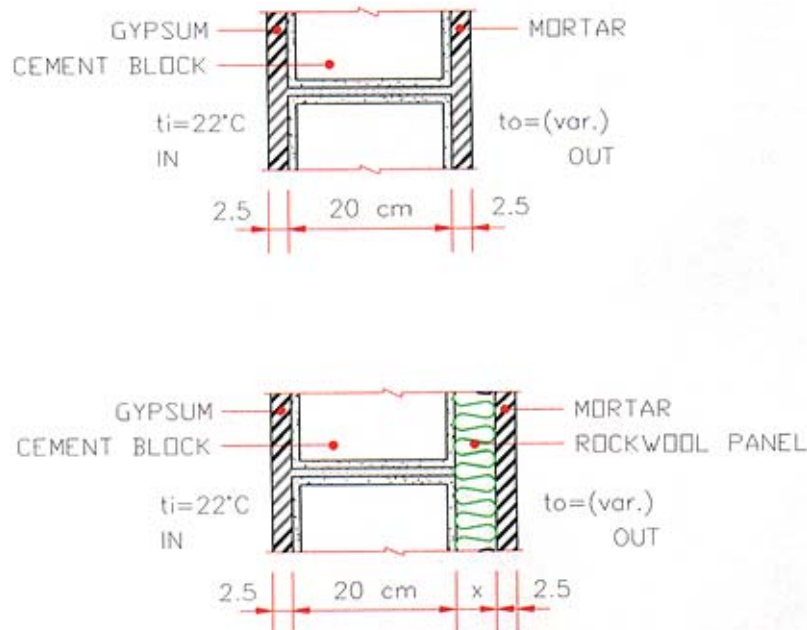
ضریب موثر دیوار (نسبت سطح خالص به سطح کل دیوار) :

$$\phi := \frac{A_{WALL} - A_{OPEN}}{A_{WALL}} \quad \phi = 0.917$$

دمای آسایش (بر حسب درجه سلسیوس) : $t_i := 22$

دیوارهای ساختمان از بلوک های سیمانی با پوشش گچی و ملات فرض شده اند که مقاومت حرارتی آن ابتدا بدون عایق و سپس با پشم سنگ پتوئی به ضخامت متغیر محاسبه شده است , که برای تعیین ضخامت اقتصادی آن قیاس کلی بین قیمت پشم سنگ پتوئی و قیمت انرژی صرفه جویی شده انجام گرفته است .

جزئیات اجرایی و مراحل محاسباتی در زیر آمده اند :



- مقاومت حرارتی لایه هوای داخلی (بر حسب $m^{20} k / w$) : $R_{IN} := 0.12$
 - مقاومت حرارتی گچ (بر حسب $m^{20} k / w$) :

$$R_{gypsum} := \frac{0.025}{0.5} \quad R_{gypsum} = 0.05$$

- مقاومت حرارتی بلوک سیمان (بر حسب $m^{20} k / w$) :

$$R_{BLOCK} := \frac{0.20}{1.25} \quad R_{BLOCK} = 0.16$$

- مقاومت حرارتی سیمان نما (بر حسب $m^{20} k / w$) :

$$R_{MORTAR} := \frac{0.025}{1.15} \quad R_{MORTAR} = 0.022$$

- مقاومت حرارتی لایه هوای خارجی (بر حسب $m^{20} k / w$) :

$$R_{OUT} := 0.06$$

- مقاومت حرارتی بازشوها (بر حسب $m^{20} k / w$) :

$$R_{OPEN} := \frac{1}{6.2} \quad R_{OPEN} = 0.161$$

- مقاومت حرارتی کل در واحد سطح دیوار عایق کاری نشده (بر حسب $m^{20} k / w$) :

$$R_U := \frac{1}{\frac{\phi}{R_{IN} + R_{gypsum} + R_{BLOCK} + R_{MORTAR} + R_{OUT}} + \frac{1 - \phi}{R_{OPEN}}} \quad R_U = 0.365$$

- اتلاف حرارتی کل در واحد سطح دیوار عایق کاری نشده , بر حسب تابعی از دمای خارج (t_o) :

مقاومت حرارتی در شرایط عایق کاری شده

ضریب هدایت حرارتی عایق پشم شیشه سنگ پتوئی در واحد سطح دیوار (بر حسب $w/m^0 k$)
 $\lambda := 0.04$

- مقاومت حرارتی عایق پشم سنگ پتوئی در واحد سطح دیوار بر حسب تابعی از ضخامت عایق (X) :

$$R(X) := \frac{X}{\lambda}$$

- مقاومت حرارتی کل در واحد سطح دیوار بر حسب تابعی از ضخامت عایق (X) :

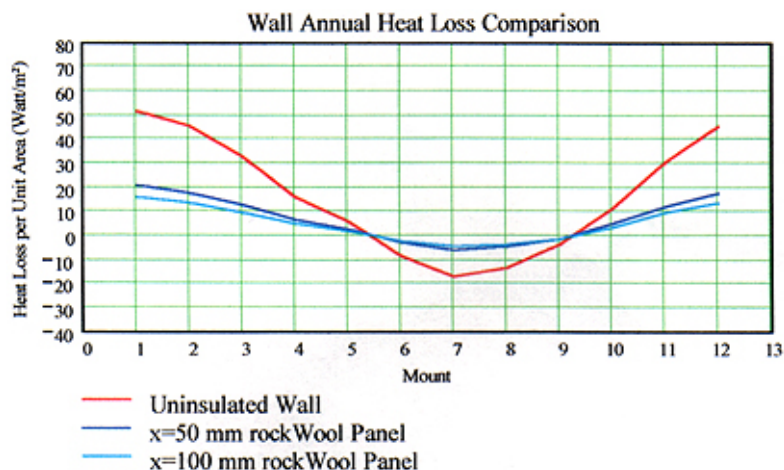
$$R_I(X) := \frac{1}{\frac{\phi}{R_{IN} + R_{gypsum} + R_{BLOCK} + R(X) + R_{MORTAR} + R_{OUT}} + \frac{1 - \phi}{R_{OPEN}}}$$

(t_o)

: (x)

$$q_1(t_o, X) := \frac{(t_i - t_o)}{R_1(X)}$$

- نمودار تغییرات سالانه اتلاف حرارتی در واحد سطح دیوار :



- قیمت واحد انرژی الکتریکی در سال ۱۳۷۹ (بر حسب ریال بر کیلو وات - ساعت):

$$P_e := 68$$

- انرژی صرفه جوئی شده سالیانه , بر حسب تابعی از ضخامت عایق (X) :

$$\Delta e(x) := \frac{30.24}{1000} \cdot \sum_{k=1}^m |q_u(T_{mean_k}) - q_I(T_{mean_k} - X)|$$

- مدت زمان استهلاک هزینه عایق کاری بر حسب سال :

$$ICRP := 5$$

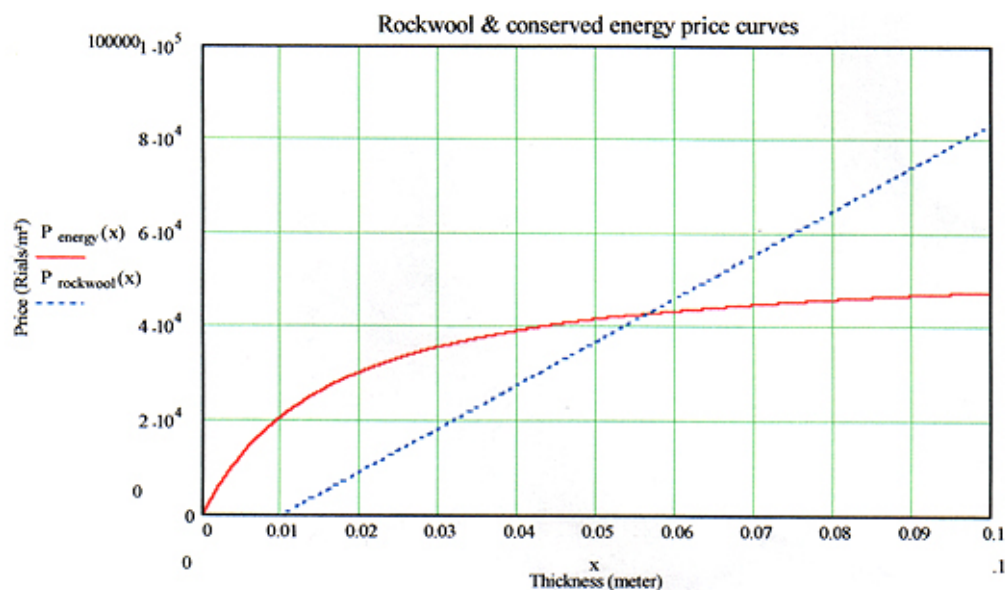
- قیمت انرژی صرفه جوئی شده در واحد سطح دیوار بر حسب تابعی از ضخامت عایق (X) :

$$P_{energy}(X) := P_e \cdot \Delta e(X) \cdot ICRP$$

- قیمت واحد پشم سنگ بر مبنای قیمت سال ۱۳۷۹ , بر حسب تابعی از ضخامت عایق (X) :

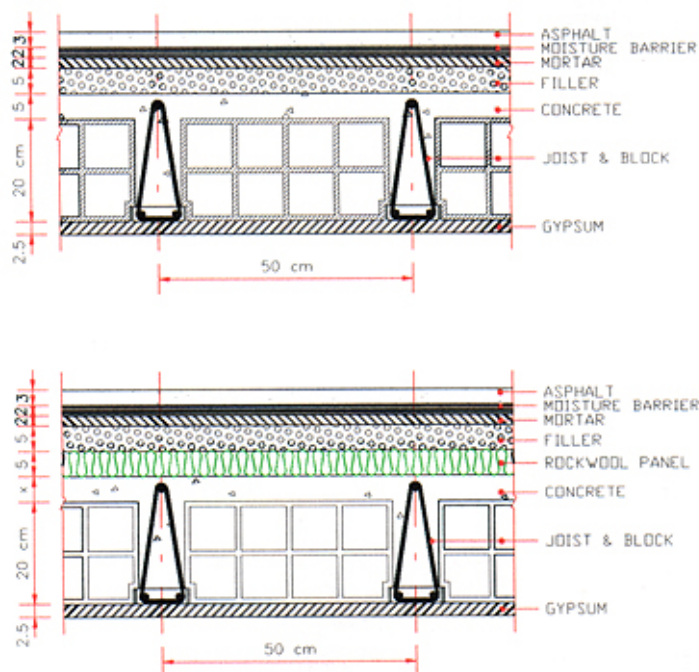
$$P_{rockwool}(X) := \frac{55550 - 37000}{0.07 - 0.05} \cdot (X - 0.05) + 37000 \quad \frac{Rial}{m^2}$$

- نمودار تغییرات قیمت انرژی صرفه جوئی شده و قیمت پشم سنگ ، بر حسب تابعی از ضخامت عایق (X) :

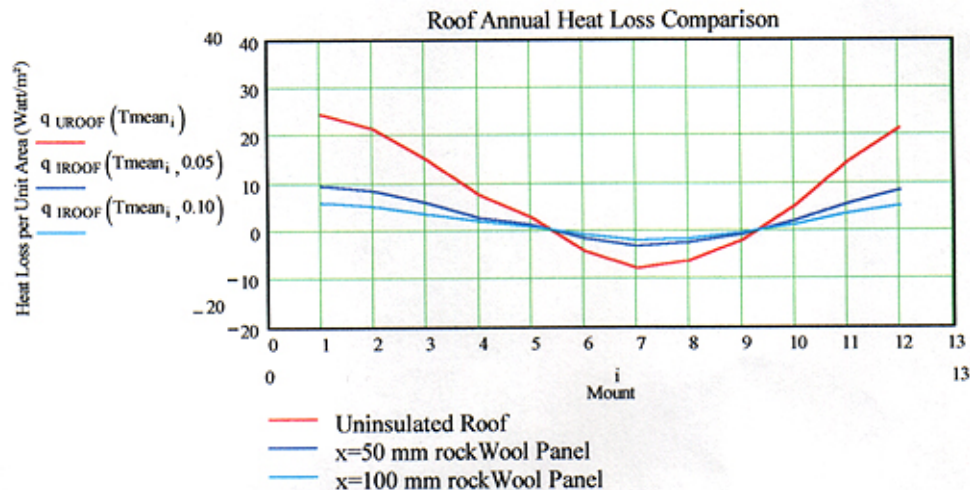


- محل تلاقی دو منحنی در واقع مقدار ضخامت اقتصادی عایق دیوار را بدست می دهد :
 $X_{OPTIMUM} = 0.056$

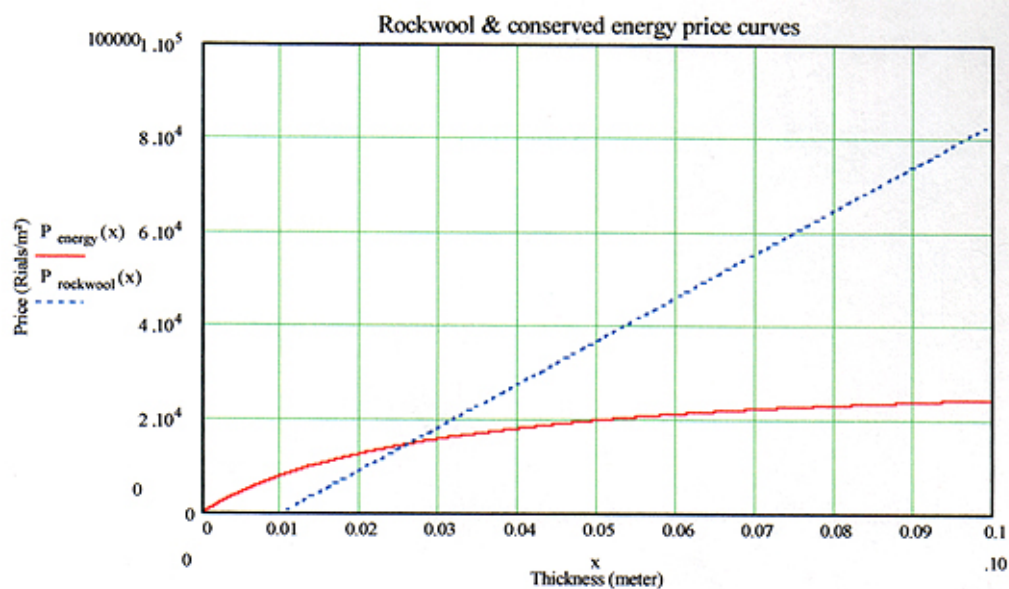
بنابراین ضخامت اقتصادی عایق دیوار معادل ۵۵ میلی متر اختیار می گردد .
 با روشی مشابه محاسبات برای سقف نیز تکرار شده و نتایج زیر حاصل می گردد :



- نمودار تغییرات سالانه اتلاف حرارتی در واحد سطح سقف :



- نمودار تغییرات قیمت انرژی صرفه جوئی شده و قیمت پشم سنگ , بر حسب تابعی از ضخامت عایق (X) :



- محل تلاقی دو منحنی در واقع مقدار ضخامت اقتصادی عایق سقف را بدست می دهد :

$$X_{OPTIMUM} = 0.026$$

بنابراین ضخامت اقتصادی عایق سقف نیز معادل ۲۵ میلی متر اختیار می گردد .

,

) :

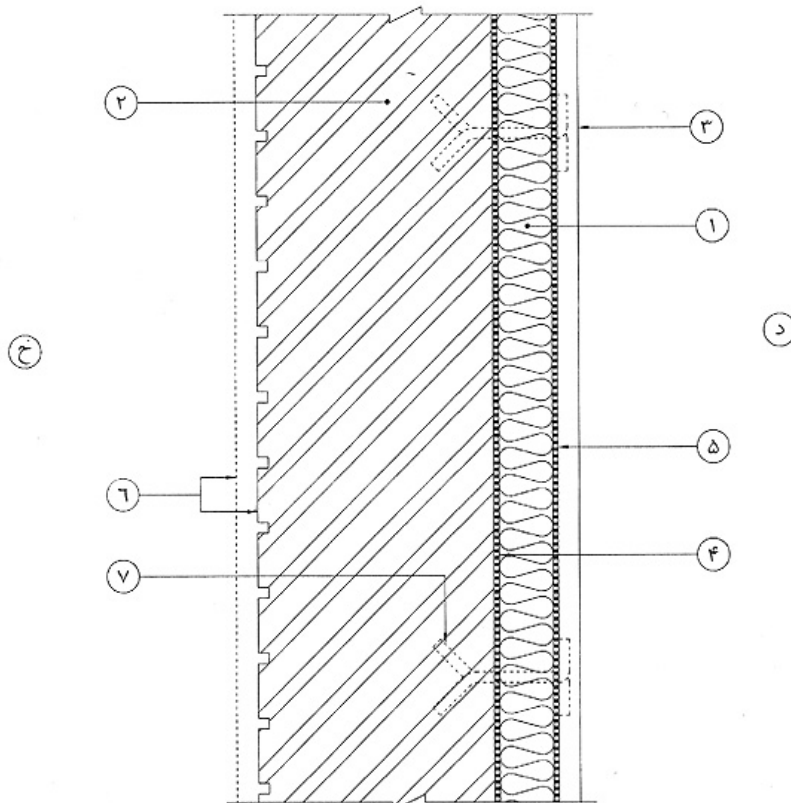
(.

منابع و مآخذ :

- 1-P.A. Knight, Home RETROFITTING For Energy Saving, Hemisphere Publishing Corporation, 1973
- 2-W.C. Turner, J.F. Malloy, Thermal Insulation Handbook, E. Krieger Publishing Company, 1981
- ۳- دکتر حسین اسلامی , دکتر جمشید ریاضی , عملکرد عایق کاری در ساختمان و بهینه سازی آن , مرکز تحقیقات و مسکن , ۱۳۶۹
- ۴- مهندسی سید محسن موسوی , دکتر جمشید ریاضی , اتلاف حرارت و میعان در ساختمان های متداول , مرکز تحقیقات و مسکن , ۱۳۶۹
- ۵- ترجمه دکتر پروین نصیری , مبانی آکوستیک در ساختمان , مرکز تحقیقات و مسکن , ۱۳۷۸
- ۶- مینا مکانیک , دکتر خسرو مولانا , بررسی وضعیت آکوستیکی مدارس , گزارش تحقیقاتی , مرکز تحقیقات و مسکن , ۱۳۷۹
- 7-N. Elhajj, Acoustic Insulation And Sound Transmission In Cold-Framed Steel Construction, Technical Note, LGSEEEA, 1997
- ۸- ترجمه دکتر عبدالصمد زرین قلم , مهندس سعید بختیاری , اصول ایمنی حریق در ساختمان ها, مرکز تحقیقات و مسکن , ۱۳۸۰
- 9-L. Przetak, Standard Details For Fire-Resistive Building Construction, McGraw-Hill Book Company, 1977
- 10-Lieff/Stumpt, Fire-Resistive Coating, ASTM-STP 826, Third Printing, 1988

پیوست الف

(جزئیات شماتیک اجرایی سیستم عایقکاری حرارتی و صوتی)



توضیحات :

این نوع عایق بندی برای شرایط زیر پیشنهاد می شود.
 ۱- دیوار رو به فضای خارج تحت بارش یا رطوبت و از نظر آب نفوذ پذیر باشد.
 ۲- فضای داخل در شرایطی است که امکان میعان آب روی جدار داخل وجود دارد.

خصوصیات آکوستیکی :

۱- انتقال = خوب
 ۲- جذب = وابسته به پوشش پایانی دیوار

د فضای داخل ساختمان یا فضای کنترل شده
 خ فضای خارج ساختمان یا فضای کنترل نشده
 ۱ عایق پشم سنگ از گروه ۴ (RS)
 ۲ دیوار با مصالح بنائی یا بتنی
 ۳ پوشش پایانی دیوار از داخل (مانند لنبه چوبی، نمد، موکت، پوشش آکوستیک و ...)
 ۴ عایق رطوبتی
 ۵ لایه بخاربند
 ۶ پوشش پایانی دیوار از خارج (مانند سیمان، کینتکس و ...) و یا نمای بدون پوشش
 ۷ گیره نگهدارنده



شرکت پشم سنگ ایران

PASHME SANG IRAN CO.

No. 6 Fallahpour St. Ostad Nejatollahi (Villa) Ave.

Tehran 15999 Iran.

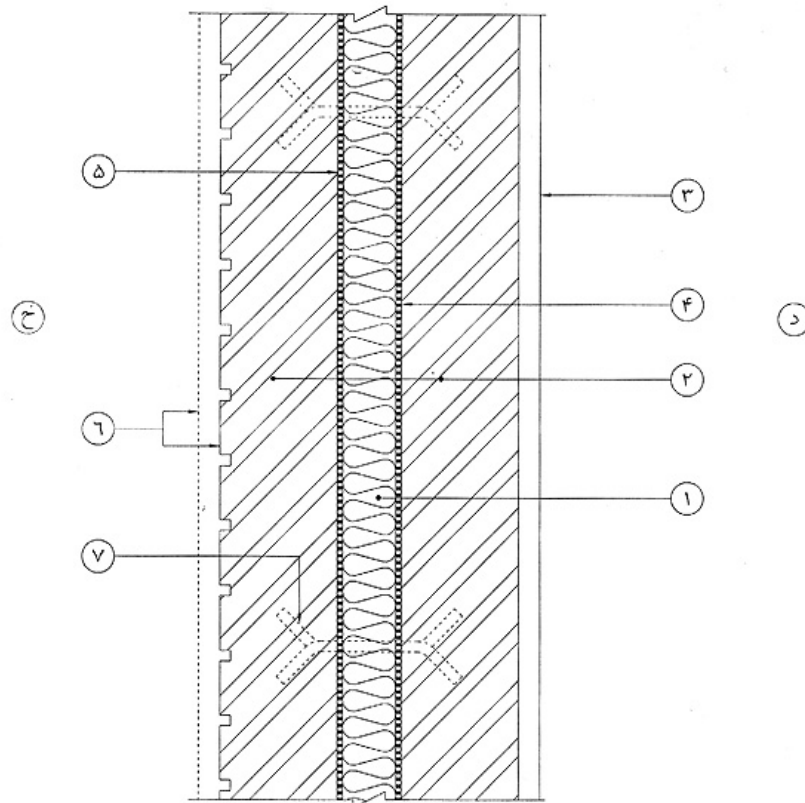
Tel (021) 8809529-33 Fax: (021) 8809909

TLX: 213027 RKWL Factory Tel: 4905614-17

ENGINEERING & DESIGN DEPARTMENT

شمای کلی سیستم عایقکاری دیوار

عایقکاری دیوار یک جداره



توضیحات :

- این نوع عایق بندی برای شرایط زیر پیشنهاد می شود.
- ۱- دیوار رو به فضای خارج تحت بارش یا رطوبت و از نظر آب نفوذ پذیر باشد.
- ۲- فضای داخل در شرایطی است که امکان میعان آب روی جدار داخل وجود دارد.

خصوصیات آکوستیکی :

- ۱- انتقال = خوب
- ۲- جذب = وابسته به پوشش پایانی دیوار

- ۵ فضای داخل ساختمان یا فضای کنترل شده
- ۸ فضای خارج ساختمان یا فضای کنترل نشده
- ۱ عایق پشم سنگ از گروه ۴
- ۲ دیوار با مصالح بنائی یا بتنی
- ۳ پوشش پایانی دیوار از داخل
- ۴ لایه بخار بند
- ۵ عایق رطوبتی
- ۶ پوشش پایانی دیوار از خارج (مانند سیمان، کنتیکس و ...) و یا نمای بدون پوشش
- ۷ گیره نگهدارنده



شرکت پشم سنگ ایران

PASHME SANG IRAN CO.

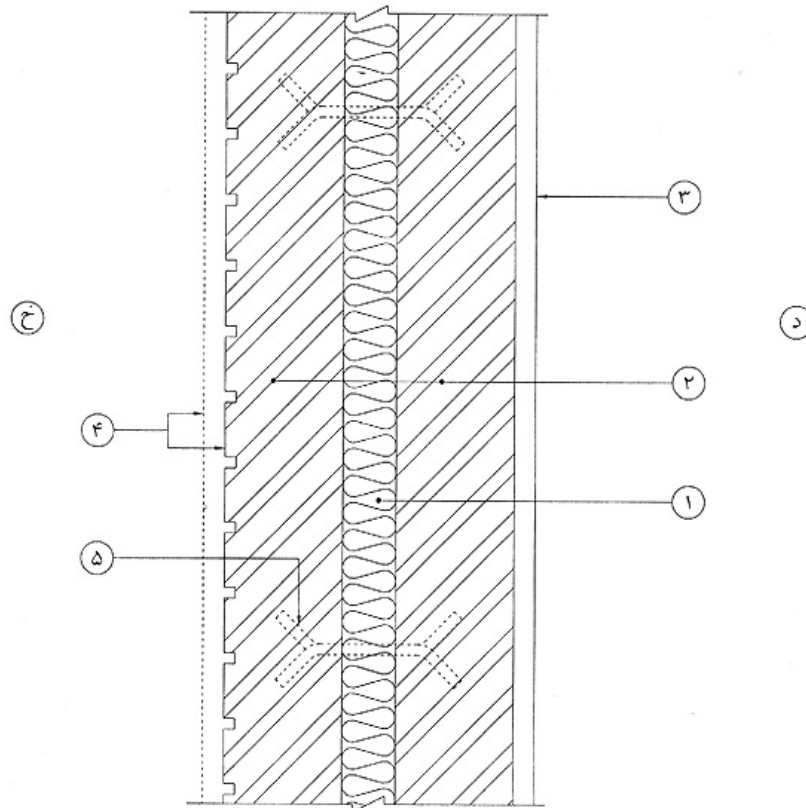
No. 6 Fallahpour St. Ostad Nejatollahi (Villa) Ave.
Tehran 15999 Iran.

Tel: (021) 8809529-33 Fax: (021) 8809909
TLX: 213027 RKWL Factory Tel: 4905614-17

ENGINEERING & DESIGN DEPARTMENT

شمای کلی سیستم عایقکاری دیوار

عایقکاری دیوار دو جداره



توضیحات :

- این نوع عایق بندی برای شرایط زیر پیشنهاد می شود.
- ۱- دیوار رو به فضای کنترل نشده تحت بارش یا رطوبت نیست و یا از نظر آب نفوذ ناپذیر است .
 - ۲- فضای داخل در شرایطی است که امکان میعان آب روی جدار داخل وجود ندارد.

فضای داخل ساختمان یا فضای کنترل شده

فضای خارج ساختمان یا فضای کنترل نشده

عایق پشم سنگ از گروه ۱ و یا ۴

دیوار با مصالح بنائی یا بتنی

بوشش پایانی دیوار از داخل

بوشش پایانی دیوار از خارج (مانند سنگ نما،

رنگ روغنی و ...) و یا نمای بدون بوشش

گیره نگهدارنده

خصوصیات آکوستیکی :

- ۱- انتقال = خوب
- ۲- جذب = وابسته به بوشش پایانی دیوار



شرکت پشم سنگ ایران

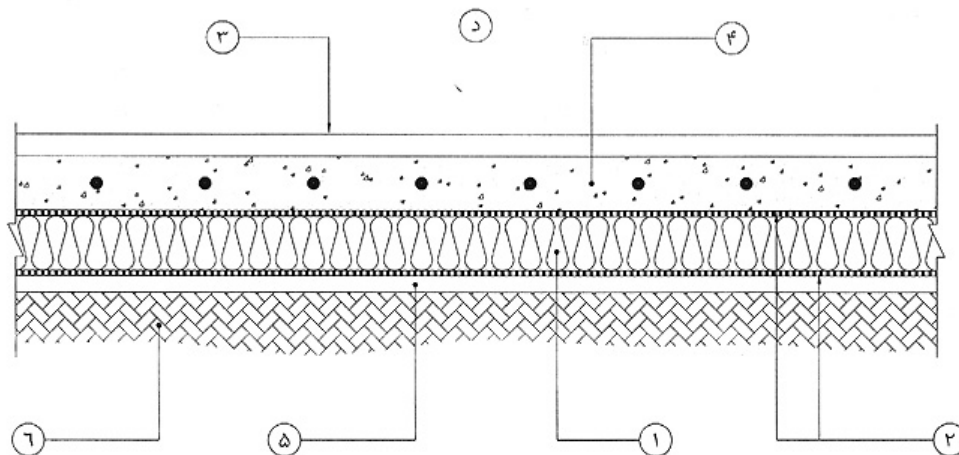
PASHME SANG IRAN CO.

No. 6 Fallahpour St. Ostad Nejatollahi (Villa) Ave.
Tehran 15999 Iran.
Tel (021) 8809529-33 Fax: (021) 8809909
TLX: 213027 RKWL Factory Tel: 4905614-17

ENGINEERING & DESIGN DEPARTMENT

شمای کلی سیستم عایقکاری دیوار

عایقکاری دیوار دو جداره



توضیحات :

- ۱- در این نوع عایق بندی اگر روی کف بار گسترده ای بیش از 200 Kg/m^2 اعمال گردد بایستی عایق از گروه ۴ با دانسیته 150 Kg/m^3 انتخاب شود. در اینصورت حداکثر بار گسترده می تواند تا 800 Kg/m^2 اعمال گردد.

۵ فضای داخل ساختمان یا فضای کنترل شده

۱ عایق پشم سنگ از گروه ۴ (RS)

۲ عایق رطوبتی

۳ پوشش پایانی کف

۴ کف با بتن مسلح یا غیرمسلح

۵ ملات بستر (مانند بتن مگر و ...)

۶ خاک طبیعی

خصوصیات آکوستیکی :

- ۱- انتقال = خوب
۲- جذب = وابسته به پوشش پایانی کف



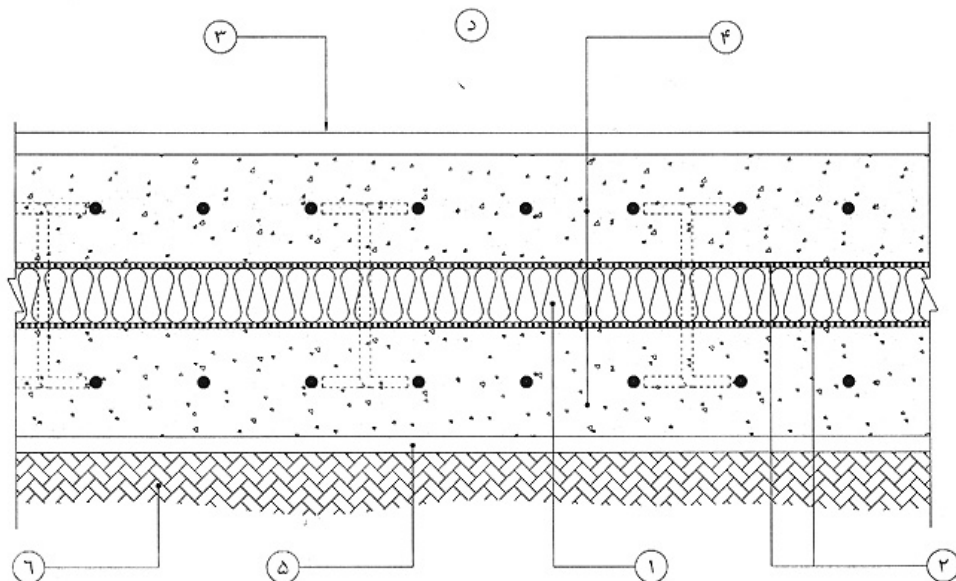
شرکت پشم سنگ ایران
PASHME SANG IRAN CO.

No. 6 Fallahpour St. Ostad Nejatollahi (Villa) Ave.
Tehran 15999 Iran.
Tel (021) 8809529-33 Fax: (021) 8809909
TLX: 213027 RKWL Factory Tel: 4905614-17

ENGINEERING & DESIGN DEPARTMENT

شمای کلی سیستم عایقکاری کف

عایقکاری کف سبک



توضیحات :

۱- در این نوع عایق بندی بایستی عایق از گروه ۴ با دانسیته 150 Kg/m^3 انتخاب شود و در اینصورت حداکثر بار گسترده محدود می شود به مقاومت مکانیکی دال های بتنی .

۵ فضای داخل ساختمان یا فضای کنترل شده

۱ عایق پشم سنگ از گروه ۴ (RS)

۲ عایق رطوبتی

۳ پوشش پایانی کف

۴ کف با بتن مسلح

۵ ملات بسفر (مانند بتن مگر و ...)

۶ خاک طبیعی

خصوصیات آکوستیکی :

۱- انتقال = متوسط

۲- جذب = وابسته به پوشش پایانی کف



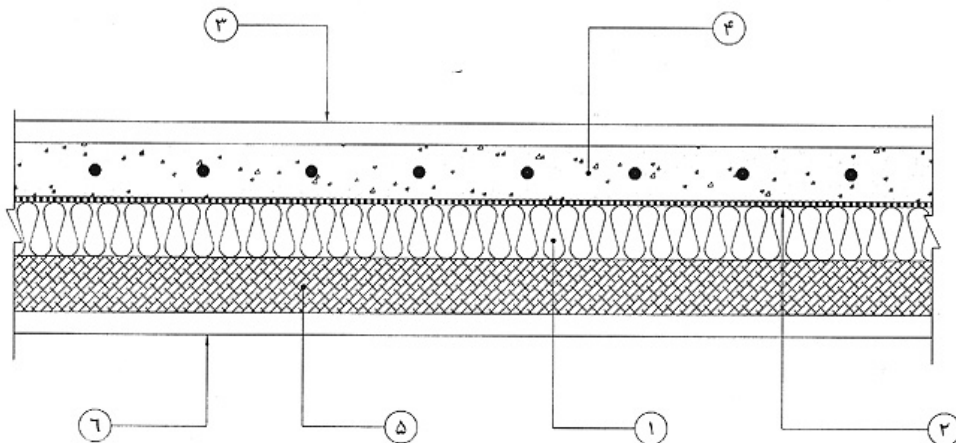
شرکت پشم سنگ ایران
PASHME SANG IRAN CO.

No. 6 Fallahpour St. Ostad Nejatollahi (Villa) Ave.
Tehran 15999 Iran.
Tel: (021) 8809529-33 Fax: (021) 8809909
TLX: 213027 RKWL Factory Tel: 4905614-17

ENGINEERING & DESIGN DEPARTMENT

شمای کلی سیستم عایقکاری کف

عایقکاری کف سنگین



توضیحات :

۱- در این نوع عایق بندی اگر روی کف بار گسترده ای بیش از 200 kg/m^2 اعمال گردد بایستی عایق از گروه ۴ با دانسیته 150 kg/m^3 انتخاب شود. در اینصورت حداکثر بار گسترده می تواند تا 800 kg/m^2 اعمال گردد.

- ① عایق پشم سنگ از گروه ۴ (RS)
- ② عایق رطوبتی
- ③ پوشش پایانی کف
- ④ کف با بتن مسلح یا غیر مسلح
- ⑤ سقف با مصالح بنائی یا بتنی
- ⑥ پوشش پایانی سقف

خصوصیات آکوستیکی :

- ۱- انتقال = خوب
- ۲- جذب = وابسته به پوشش پایانی کف و سقف



شرکت پشم سنگ ایران

PASHME SANG IRAN CO.

No. 6 Fallahpour St. Ostad Nejatollahi (Villa) Ave.

Tehran 15999 Iran.

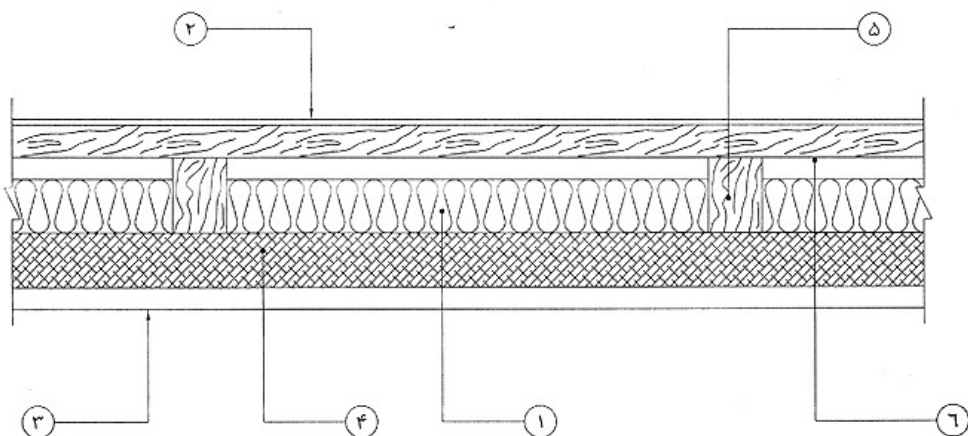
Tel: (021) 8809529-33 Fax: (021) 8809909

TLX: 213027 RKWL Factory Tel: 4905614-17

ENGINEERING & DESIGN DEPARTMENT

شمای کلی سیستم عایقکاری کف

عایقکاری کف بین طبقات



- ① عایق پشم سنگ از گروه ۳۰۲ و یا ۴
- ② پوشش چوبی (+ پوشش پایانی کف)
- ③ پوشش پایانی سقف
- ④ سقف با مصالح بنائی یا بتنی
- ⑤ تیر چوبی
- ⑥ لایه هوا

خصوصیات آکوستیکی :

- ۱- انتقال = متوسط
- ۲- جذب = وابسته به پوشش پایانی کف و سقف



شرکت پشم سنگ ایران

PASHME SANG IRAN CO.

No. 6 Follohpour St. Ostad Nejatollahi (Villa) Ave.
Tehran 15999 Iran.

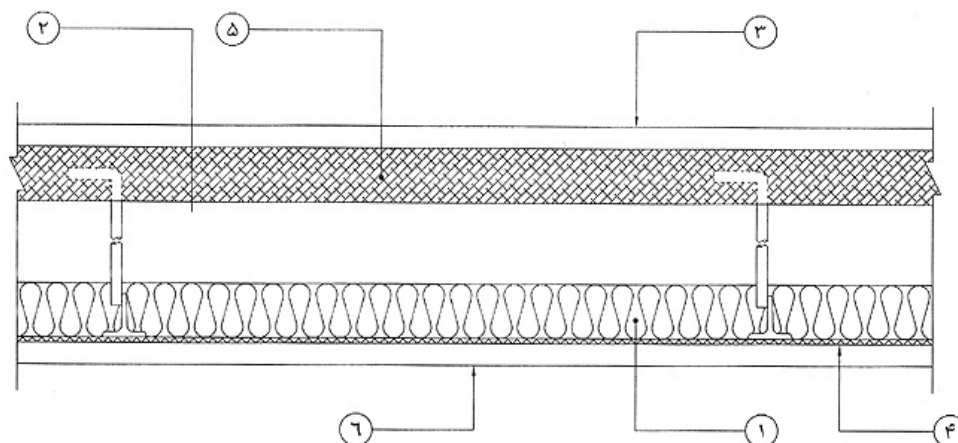
Tel (021) 8809529-33 Fax: (021) 8809909
TLX: 213027 RKWL Factory Tel: 4905614-17

ENGINEERING & DESIGN DEPARTMENT

شمای کلی سیستم عایقکاری کف

عایقکاری کف بین طبقات

الف - ۷



توضیحات :

۱- اگر در این نوع عایق بندی از عایق پشم سنگ نوع WM1 یا WM2 استفاده شود میتوان از لایه شماره ۴ صرف نظر کرد.

- ① عایق پشم سنگ از گروه ۳۰۲ و یا ۴
- ② لایه هوا
- ③ پوشش پایانی کف
- ④ شبکه آلومینیومی یا گالوانیزه (مانند رابیتس و ...)
- ⑤ سقف با مصالح بنائی یا بتنی
- ⑥ پوشش پایانی سقف

خصوصیات آکوستیکی :

- ۱- انتقال = متوسط
- ۲- جذب = وابسته به پوشش پایانی کف و سقف



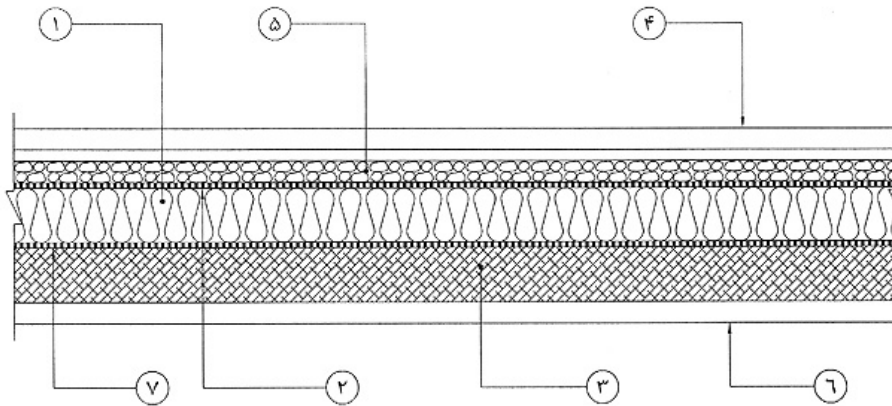
شرکت پشم سنگ ایران
PASHME SANG IRAN CO.

No. 6 Fallahpour St., Ostad Nejatollahi (Villa) Ave.
 Tehran 15999 Iran.
 Tel: (021) 8809529-33 Fax: (021) 8809909
 TLX: 213027 RKWL Factory Tel: 4905614-17

ENGINEERING & DESIGN DEPARTMENT

شمای کلی سیستم عایقکاری کف

عایقکاری کف بین طبقات



توضیحات :

- ۱- در این نوع عایق بندی اگر روی کف بار گسترده ای بیش از 200 kg/m^2 اعمال گردد بایستی عایق از گروه ۴ با دانسیته 150 kg/m^3 انتخاب شود. در اینصورت حداکثر بار گسترده می تواند تا 800 kg/m^2 اعمال گردد.
- ۲- این نوع عایق بندی در شرایطی است که بین فضای داخل و خارج اختلاف دما زیاد و به گونه ای است که امکان میعان آب وجود دارد.

- | | |
|-----------------------------|---|
| عایق پشم سنگ از گروه ۴ (RS) | ① |
| عایق رطوبتی | ② |
| سقف با مصالح بنائی یا بتنی | ③ |
| پوشش پایانی بام | ④ |
| مصالح شیب بندی (بوکه صنعتی) | ⑤ |
| پوشش پایانی سقف | ⑥ |
| لایه بخار بند | ⑦ |

خصوصیات آکوستیکی :

- ۱- انتقال = خوب
- ۲- جذب = وابسته به پوشش پایانی سقف



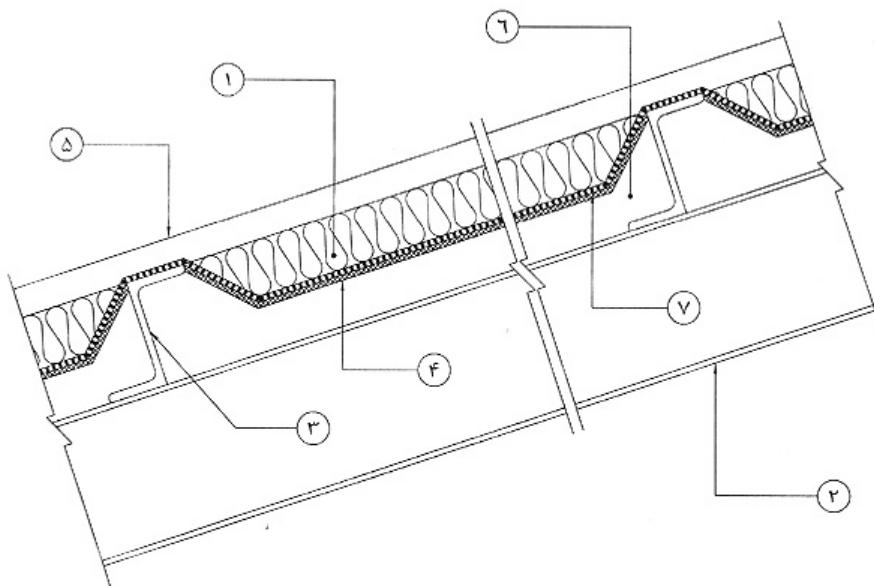
شرکت پشم سنگ ایران
PASHME SANG IRAN CO.

No. 6 Foliahpour St. Ostad Nejatollahi (Villa) Ave.
Tehran, 15999 Iran.
Tel: (021) 8809529-33 Fax: (021) 8809909
TLX: 213027 RKWL Factory Tel: 4905614-17

ENGINEERING & DESIGN DEPARTMENT

شمای کلی سیستم عایقکاری بام

عایقکاری سقف مسطح (۱)



توضیحات :

- ۱- این نوع عایق بندی در شرایطی است که بین فضای داخل و خارج اختلاف دما زیاد و به گونه ای است که امکان میعان آب وجود دارد و پوشش پایانی بام از نظر آب نفوذ ناپذیر است .
- ۲- در صورتیکه عایق مورد استفاده از نوع DW3 یا DW4 باشد میتوان از لایه ۷ صرفنظر کرد.

عایق پشم سنگ از گروه ۲ یا ۳ ①

تیر اصلی ②

تیر فرعی ③

شبكة آلومینیومی یا گالوانیزه (نگهدارنده عایق) ④

پوشش پایانی بام ⑤

لایه هوا ⑥

لایه بخاربند ⑦

خصوصیات آکوستیکی :

۱- انتقال = متوسط

۲- جذب = ندارد



شرکت پشم سنگ ایران

PASHME SANG IRAN CO.

No. 6 Fallahpour St. Ostad Nejatollahi (Villo) Ave.

Tehran 15999 Iran.

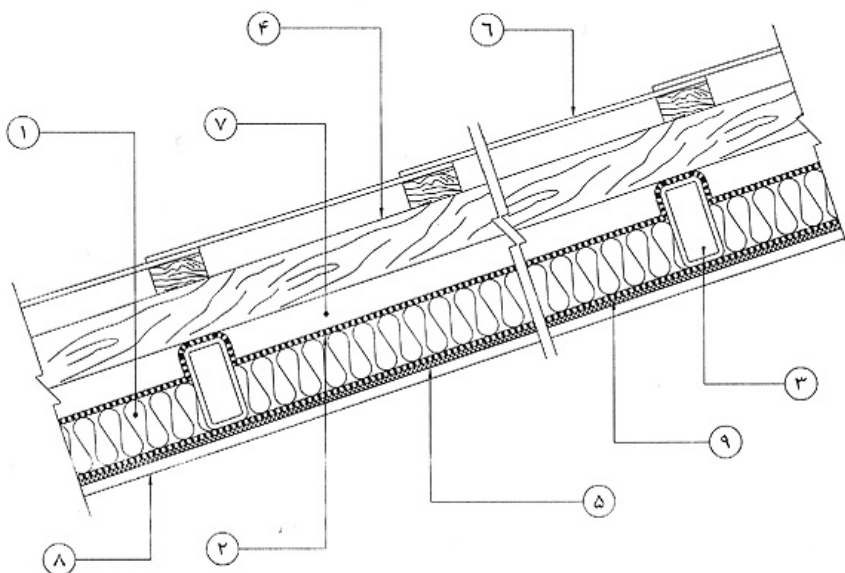
Tel (021) 8809529-33 Fax: (021) 8809909

TLX: 213027 RKWL Factory Tel: 4905614-17

ENGINEERING & DESIGN DEPARTMENT

شمای کلی سیستم عایقکاری بام

عایقکاری سقف شیبدار سبک



توضیحات :

- ۱- این نوع عایق بندی در شرایطی است که بین فضای داخل و خارج اختلاف دما زیاد و به گونه ای است که امکان میعان آب وجود دارد و پوشش پایانی بام از نظر آب نفوذ پذیر است .
- ۲- در صورتیکه عایق مورد استفاده از نوع DW3 یا DW4 باشد میتوان از لایه ۹ صرفنظر کرد.

- | | |
|--|---|
| عایق پنم سنگ از گروه ۲ یا ۳ | ① |
| لایه بخار بند | ② |
| تیر اصلی | ③ |
| تیر فرعی | ④ |
| شبه آلومینیومی یا گالوانیزه (نگهدارنده عایق) | ⑤ |
| پوشش پایانی بام | ⑥ |
| لایه هوا | ⑦ |
| پوشش پایانی سقف | ⑧ |
| لایه بخار بند | ⑨ |

خصوصیات آکوستیکی :

- ۱- انتقال = متوسط
- ۲- جذب = وابسته به پوشش پایانی سقف



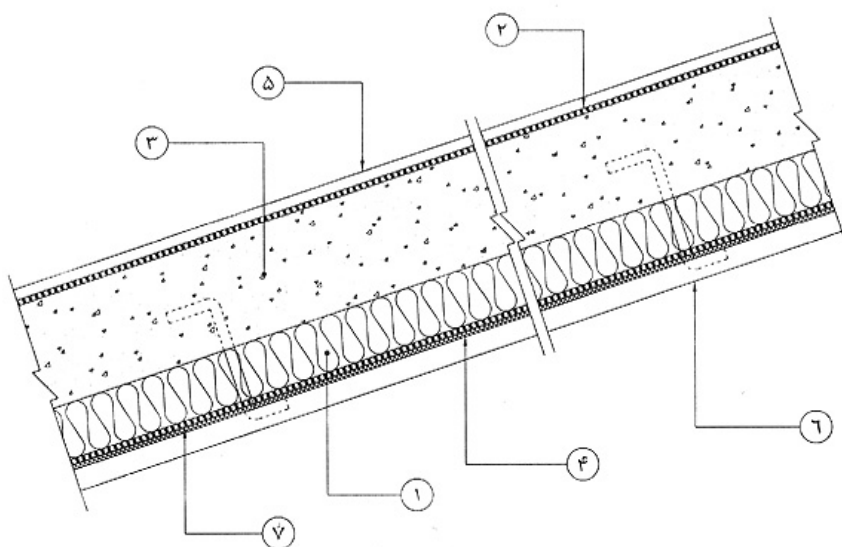
شرکت پشم سنگ ایران
PASHME SANG IRAN CO.

No. 6 Fallahpour St. Ostad Nejatollahi (Villa) Ave.
Tehran 15999 Iran.
Tel (021) 8809529-33 Fax: (021) 8809909
TLX: 213027 RKWL Factory Tel: 4905614-17

ENGINEERING & DESIGN DEPARTMENT

شمای کلی سیستم عایقکاری بام

عایقکاری سقف شیبدار سبک



توضیحات :

- ۱- این نوع عایق بندی در شرایطی است که بین فضای داخل و خارج اختلاف دما زیاد و به گونه ای است که امکان میعان آب وجود دارد .
- ۲- در صورتیکه عایق مورد استفاده از نوع DW3 یا DW4 باشد میتوان از لایه ۷ صرفنظر کرد.

عایق پشم سنگ از گروه ۲ یا ۳

عایق رطوبتی

سقف با مصالح بنائی یا بتنی

شبكة آلومینیومی یا گالوانیزه (نگهدارنده عایق)

پوشش پایانی بام

پوشش پایانی سقف

لایه بخاربند

خصوصیات آکوستیکی :

- ۱- انتقال = متوسط
- ۲- جذب = وابسته به پوشش پایانی سقف



شرکت پشم سنگ ایران
PASHME SANG IRAN CO.

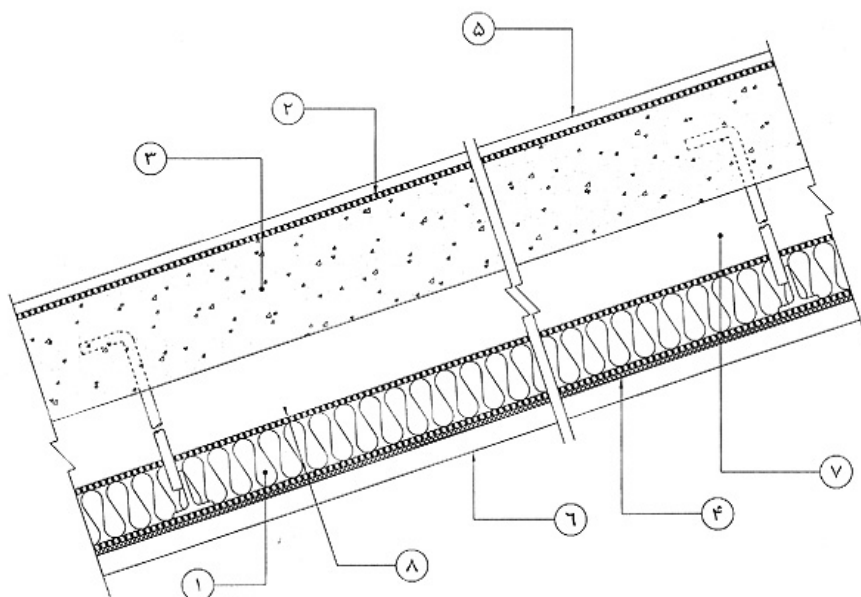
No. 6 Fathpour St. Ostad Nejatollahi (Villa) Ave.
Tehran 15999 Iran.

Tel: (021) 8809529-33 Fax: (021) 8809909
TLX: 213027 RKWL Factory Tel: 4905614-17

ENGINEERING & DESIGN DEPARTMENT

شمای کلی سیستم عایقکاری بام

عایقکاری سقف شیبدار سنگین



توضیحات :

- ۱- این نوع عایق بندی در شرایطی است که بین فضای داخل و خارج اختلاف دما زیاد و به گونه ای است که امکان میعان آب وجود دارد .
- ۲- در صورتیکه عایق مورد استفاده از نوع DW3 یا DW4 باشد میتوان از لایه ۸ صرفنظر کرد.

خصوصیات آکوستیکی :

- ۱- انتقال = متوسط
- ۲- جذب = وابسته به پوشش پایانی سقف

- | | |
|--|---|
| عایق پشم سنگ از گروه ۲ یا ۳ | ① |
| عایق رطوبتی | ② |
| سقف با مصالح بنائی یا بتنی | ③ |
| شبه آلومینیومی یا گالوانیزه (نگهدارنده عایق) | ④ |
| پوشش پایانی بام | ⑤ |
| پوشش پایانی سقف | ⑥ |
| لایه هوا | ⑦ |
| لایه بخار بند | ⑧ |



شرکت پشم سنگ ایران

PASHME SANG IRAN CO.

No. 6 Fallahpour St. Ostad Nejatollahi (Villa) Ave.

Tehran 15999 Iran.

Tel: (021) 8809529-33 Fax: (021) 8809909

TLX: 213027 RKWL Factory Tel: 4905614-17

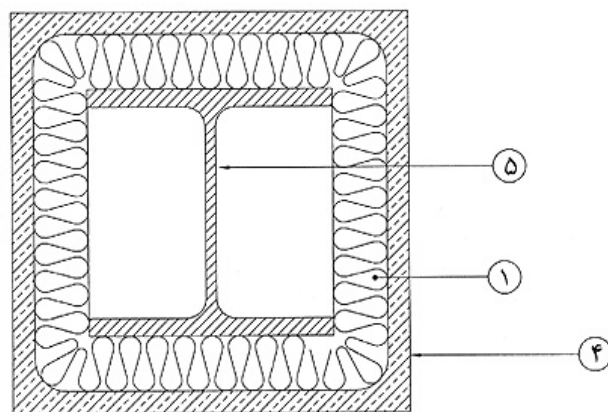
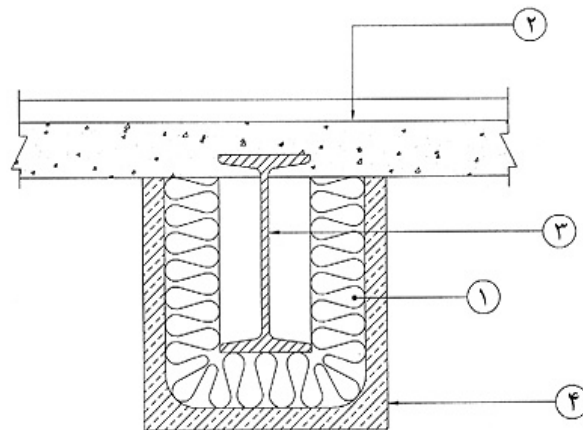
ENGINEERING & DESIGN DEPARTMENT

شمای کلی سیستم عایقکاری بام

عایقکاری سقف شیبدار سنگین

پیوست ب

(جزئیات شماتیک اجرائی سیستم عایقکاری ضد حریق)



- ① عایق پشم سنگ از گروه ۳ (طرف توری دار سمت خارج قرار می گیرد)
- ② سقف یا کف
- ③ تیر
- ④ گچ
- ⑤ ستون



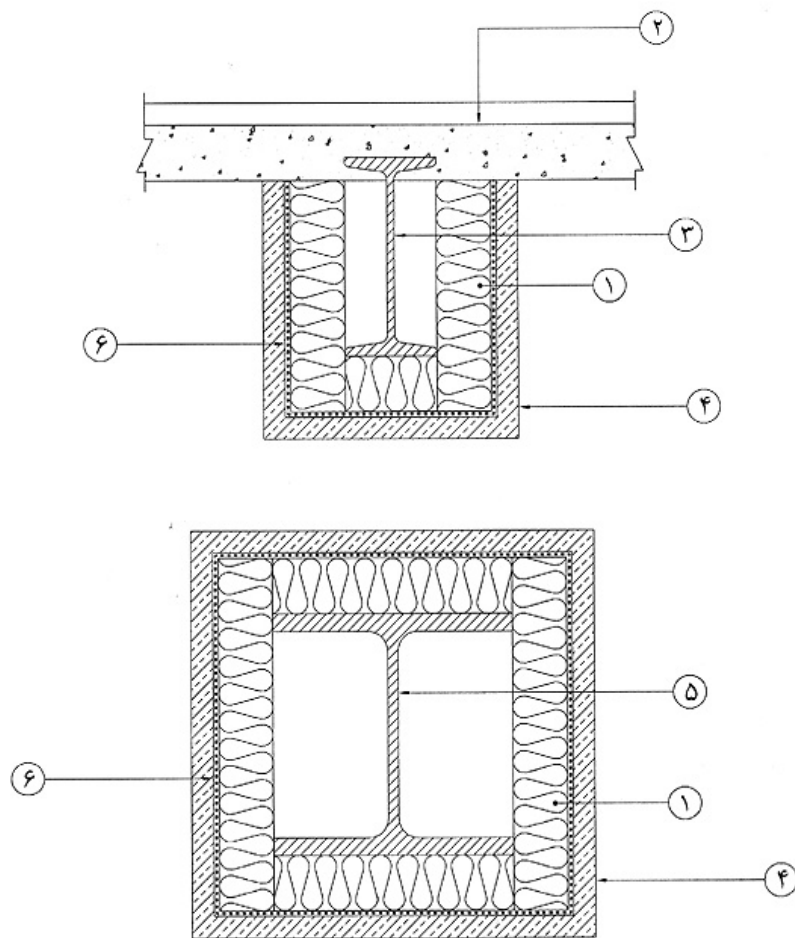
شرکت پشم سنگ ایران
PASHME SANG IRAN CO.

No. 6 Fallahpour St. Ostad Nejatollahi (Villa) Ave.
Tehran 15999 Iran.
Tel (021) 8809529-33 Fax: (021) 8809909
TLX: 213027 RKWL Factory Tel: 4905614-17

ENGINEERING & DESIGN DEPARTMENT

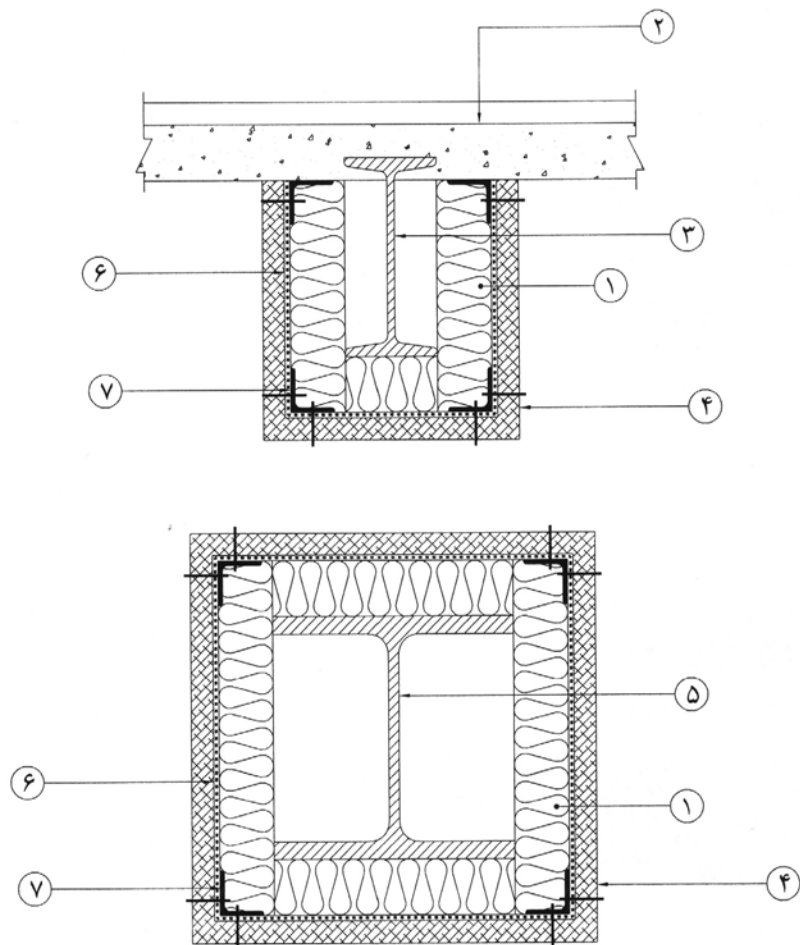
شمای کلی سیستم عایقکاری ضد حریق

عایقکاری تیر و ستون (۱)



- ① عایق پشم سنگ از گروه ۴
 ② سقف یا کف
 ③ تیر
 ④ گچ
 ⑤ ستون
 ⑥ توری یا رابیتس

	شرکت پشم سنگ ایران PASHME SANG IRAN CO.	شمای کلی سیستم عایقکاری ضد حریق عایقکاری تیر و ستون (۲)
No. 6 Follahpour St. Ostad Nejatollahi (Villa) Ave. Tehran 15999 Iran. Tel (021) 8809529-33 Fax: (021) 8809909 TLX: 213027 RKWL Factory Tel: 4905614-17		
ENGINEERING & DESIGN DEPARTMENT		



- ۱ عایق پشم سنگ از گروه ۴
 ۲ سقف یا کف
 ۳ تیر
 ۴ پوشش سخت اشتعال ناپذیر (مانند ورق فلزی شادولاین و یا لمبه فلزی)
 ۵ ستون
 ۶ سیم مفتول
 ۷ نبشی



شرکت پشم سنگ ایران

PASHME SANG IRAN CO.

No. 6 Fallahpour St. Ostad Nejatollahi (Villa) Ave.

Tehran 15999 Iran.

Tel: (021) 8809529-33 Fax: (021) 8809909

TLX: 213027 RKWL Factory Tel: 4905614-17

ENGINEERING & DESIGN DEPARTMENT

شمای کلی سیستم عایقکاری ضد حریق

عایقکاری تیر و ستون (۳)

ب - ۳