

تولید عایق‌های معدنی

عبداله صدری

عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر

خلاصه

نقش عایق‌های حرارتی در مصرف انرژی آنچنان حیاتی است که بدون آنها با اتلاف شدید انرژی در سرمایه‌گذاری و گرمایش ساختمانها روبرو می‌باشیم. یکی از روش‌های دسترسی به مصرف سرانه برنامه‌ریزی شده انرژی کشور، به کارگیری عایق‌های مناسب در بخش‌های مختلف ساختمانها است. عایق‌ها در صنعت ساختمان در دو گروه بر پایه معدنی و غیر معدنی جای می‌گیرند. عایق‌های معدنی موادی هستند که به صورت‌های طبیعی، ساختگی و یا مصنوعی بکار برده می‌شوند. عایق‌های معدنی طبیعی را سنگ‌های رسوبی، آذرین و دگرگونه‌ای تشکیل می‌دهند که به طور مستقیم از معدن استخراج شده و با اعمال تغییراتی فیزیکی در آن به مصرف می‌رسند. عایق‌های معدنی مصنوعی ماده‌ای جدید است که از تغییرات حاصل از یک نوع یا چند نوع ماده اولیه معدنی طی فرآیند خاصی حاصل می‌شود. عایق‌های معدنی ساختگی، مصالحی می‌باشند که از ترکیب دو نوع عایق ساختگی و مصنوعی معدنی، در فرآیندهای شکل‌دهی قابل مصرف در ساختمان می‌گردند. عایق‌های ترکیبی نیز که نوعی عایق ساختگی می‌باشد، حاصل ادغام عایق‌های با پایه معدنی و غیر معدنی است. هدف معرفی عایق‌های پایه معدنی و فرآیندهای تولید آن است که می‌توانند در انواع مختلف عرضه گردند.

وجود مقررات ملی و الزام به مصرف عایق در ساختمان‌ها، تولید و مصرف انواع مختلف آنها را به همراه خواهد داشت. وسعت کشور و وجود منابع معدنی فراوان موجب می‌گردد تا عایق‌های معدنی ارزان‌تر از انواع دیگر در دسترس قرار گیرد. از این طریق است که ضمن تحقق هدف ملی صرفه‌جویی انرژی، موجبات اشتغال در زمینه ایجاد «واحدهای تولید عایق‌های معدنی» نیز فراهم می‌گردد.

کلمات کلیدی: عایق، طبیعی، ساختگی، مصنوعی، فرآیند تولید

مقدمه :

برای محافظت محیط فعالیتهای و یا زندگی افراد نیاز است تا تبادل انرژی به حداقل ممکن برسد. حفظ محیط از سرما و گرما بوسیله "مواد عایق" صورت می‌گیرد. این مواد معمولاً "متخلخل" بوده، "وزن حجمی" آنها پایین‌تر از ۷۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب بوده و ضریب هدایت حرارتی آنها نیز نمی‌بایست از $0.18 \text{ Kcal/m.h.c}^\circ$ بیشتر باشد.

استفاده صحیح از مواد عایق حرارت در فعالیت‌های ساختمانی، اثر زیادی بر روی تقلیل افت حرارت دیوارها و در نهایت صرفه‌جویی در سوخت مصرفی دارد. بگونه‌ای که با مصرف هر تن مواد و مصالح عایق در ساختمان، سالیانه سوخت در آن واحدها، معادل ۳۰ تا ۲۰۰ تن صرفه‌جویی می‌شود. به این طریق است که به نظر می‌رسد، بهره‌وری اقتصادی، در اثر بکارگیری عایق‌های حرارتی، می‌بایست بسیار بالا بوده باشد.

بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که: "دوره بازگشت سرمایه گذاری جهت چنین اقدامی کمتر از ۱ الی ۱/۵ سال بوده و بهره‌وری اقتصادی بکارگیری عایق‌های حرارتی در صنایع برودتی و سایر صنایع انرژی بر از این مقادیر نیز بمراتب بیشتر است."

شیوه‌های مختلفی برای حفظ انرژی وجود دارد. یکی از آنها کم کردن آسایش یا تحمل شرایط دشوار زندگی است. حال آنکه از طریق اجرای طرح‌های مناسب با شرایط اقلیمی مکان فعالیت‌ها، می‌توان کار و تلاش و زندگی را بصورتی ایمن و اقتصادی، بی‌وقفه دنبال نمود. اگر چه بکارگیری عایق در ساخت و سازهای موجود و ترمیم سازه‌های قدیمی، هزینه‌بر است و حدود ۲ الی ۵ درصد نیز به قیمت ساختمان اضافه می‌نماید، ولی صرفه‌جویی ۲۰ درصدی از کل انرژی مصرفی کشور موجب می‌گردد تا اجباری نمودن بکارگیری مصالح عایق امری الزامی گردد.

صنایع عایق :

بدلیل آنکه عرضه مسکن در کشور تابع نظام کنترلی نمی‌باشد، بنابراین تاکنون شاهد تلاش چشمگیری در زمینه استفاده عایق در صنعت ساختمان کشور نبوده‌ایم. دلیل آن را می‌توان در کم تعداد بودن واحدهای صنعتی تولیدکننده عایق در کشور دانست.

سابقه ایجاد دو واحد تولید عایق حرارتی منبسط شونده از نوع رس و پرلیت در شهرستانهای ساوه و تبریز به سالهای قبل بر می‌گردد. علیرغم رونق شدید در بخش ساختمان‌های بلند مرتبه در سال‌های اخیر، واحد بزرگ و مجهز تولید مصالح ساختمانی سبک که انواع فرآورده‌های سبک ساختمانی را در آبیگ تولید می‌نمود، تعطیل گردید. به جز واحدی با ظرفیت کم در اطراف شهرستان شهریار که بلوک‌هایی از بتن گازی را تولید می‌نماید، هیچ واحد مشابه دیگری، از این نوع، در کشور یافت نمی‌شود. واحدهای تولید پرلیت منبسط شونده در اصفهان و تبریز، به‌همراه چندین واحد تولید پشم سنگ در نقاط

مختلف، کل صنعت عایق حرارتی کشور را شکل میدهد. علت رونق نسبی فعالیت این صنایع می‌تواند بدلیل وجود بازار متنوع مصرف مصنوعات آنها بوده باشد. نیاز صنایع برودتی، رطوبتی و نسوز به محصولات آنها دلیل عمده ادامه حرکت کند این صنایع در کشور است. شرکت‌هایی که در گذشته برای تولید قطعات بزرگ^۱ ساختمانی در قالب شرکت‌های خانه سازی ایجاد شده بودند یکی پس از دیگری تعطیل گردیده و یا با تولیداتی بدون ارتباط با هدف اولیه، محصولاتی جدید را ارائه می‌دهند. شرکت تولید قطعات گچی که در جنوب تهران با دانش فنی غربی فعالیت می‌نماید. اگر هم روند تولید مصنوعات برنامه ریزی شده اولیه خود را ادامه می‌دهد ولی هیچگونه نشانی از نوآوری‌های نوین که در این شاخه از صنعت در دنیا، شاهد آن می‌باشیم در محصولات آنها مشاهده نمی‌شود. تولید قطعات ساندویچی بتنی و گچی مختلف و متنوع می‌توانست دلیلی بر آغاز فناوری جدید این صنایع و حرکت رو به رشد آنان بوده باشد.

امروزه شاهد مصرف بلوک‌های بتنی با بهره‌گیری از دانه‌های منبسط شده طبیعی و صنعتی می‌باشیم که بدلیل سبکی، طرفداران زیادی در بین سازندگان ساختمان پیدا نموده است. به سادگی می‌توان علت آن را در سرعت ساخت و ساز در کشور جستجو نمود تا عایق نمودن ساختمان. اگر چه طی سال‌های اخیر تعداد واحدهای تولید آجر از نظر کمی، فزونی داشته است ولی متأسفانه آنها نیز تولید مصنوعات یکنواخت و کسل‌کننده قدیمی خود را دنبال می‌نمایند. این بخش از صنعت نیز در رابطه با عرضه محصولات با قابلیت هدایت حرارتی پائین بجز بلوک‌های سفال سوراخدار، تلاش دیگری برای تولید محصولات جدید از نوع "آجر رسی هوازا"^۲ یا "آجر رسی کفی"^۳ ننموده است. آهک و منیزیت نیز کمتر مصرفی برای تولید مصنوعات عایق حرارتی در کشور دارند.

۳- عایق‌های معدنی:

نام سنگ‌هایی را که بتوان آنها را بعنوان عایق‌های حرارتی مورد استفاده قرار داد در جدول ۱ می‌توان ملاحظه نمود.

^(۱) Slab

^(۲) Clay ARETED BRICK

^(۳) Clay FOAMED BRICK

جدول ۱: سنگها و عایق‌های معدنی

نوع عایق	ماده اولیه	ساختار فیزیکی	نوع سنگ
پشم شیشه و سنگ	بازالت - دیاباز - تراکیت	توده ای	آذرین
عایق‌های منبسط شونده	پرلیت - ورمیکولیت		
پوشش خارجی - عایق انعکاسی	گابرو - گرانیت		
قطعات پیش ساخته سبک از دانه ها و یا دانه های سبک	پومیس، خاکستر، توفهای ولکانیکی، پرلیت	تکه ای	
مصنوعات عایق حرارت	آسبست	الیافی	
ورقه، بلوک، آجر عایق گچی، آنهیدرایتی و منیزیت، با یا بدون سنگ دانه	گچ - آنهیدرایت، دولومیت - آهک - منیزیت	توده ای شیمیایی	رسوبی
قطعات پرکننده سبک، بلوک های عایق حرارت	چالک (کلسیت)، دیاتومیت، آهک مرجانی	نرم، آلی	
قطعات منبسط شونده، فیبرهای سرامیکی - سرامیک های سبک	رس های ایلیتی، کائولیتی، بنتونیتی	دانه نرم - ثانویه	
عایق‌های منبسط شونده	اسلیت		دگرگونی
شیشه کفی، فیبرهای شیشه ایگلوله های شیشه ای کفی، شیشه های انعکاسی، قطعات ریختگی ریز حفره	کوارتزیت	توده ای	

عایق‌ها می‌بایست علاوه بر قابلیت حرارتی پائین از وزن مخصوص کمی نیز برخوردار باشند. در تمامی سه نوع عایق‌های حرارتی "دانه ای سبک"، "جامد سبک" و یا عایق‌های حرارتی "ترکیبی" تخلخل وجود دارد. دانه های سبک، موادی طبیعی یا مصنوعی هستند که از ذوب سنگ ها بدست می آیند. عامل سبکی آنها وجود حفراتی است که در زمان پیدایش، در آنها حفظ گردیده است. مواد جامد سبک عمدتاً مصنوعاتی هستند که در فرآیند تولید، همراهی مواد هوازا و یا کف ساز موجبات تشکیل حفرات در آنها را فراهم می نماید. "عایق‌های حرارتی ترکیبی" معمولاً عایقهائی هستند که از ترکیب دانه، رشته (فیبر) صفحات و یا قطعات سبک و یک چسب که نقش اتصال دهنده مواد را به یکدیگر دارد، تشکیل می‌گردند.

فضای خالی که در بین مواد تشکیل دهنده آن بوجود می‌آید، تخلخل را در این نوع عایق‌ها شکل می‌دهد. ارتباط وزن مخصوص و ضریب هدایت حرارتی اجسام مختلف را می‌توان در جدول شماره ۲ ملاحظه نمود. در این جدول می‌توان مواد رسانای فراوانی را یافت که وقتی به صورت گونه‌ای از انواع عایق‌های دیگر در می‌آیند، مشخصات حرارتی آن‌ها تغییر می‌یابند. علت چنین امری را می‌توان در تخلخل جسم جدید بوجود آمده بررسی نمود. ارتباط بین وزن مخصوص و قابلیت هدایت حرارتی بستگی به تخلخل دارد. تخلخل موجب می‌گردد تا انتقال حرارت از طریق همرفتی صورت نگیرد. برای عایق بودن، میزان تخلخل بالا در جسم کافی نمی‌باشد. بلکه ماهیت حفرات از نظر توزیع، اندازه و ارتباط آنها با یکدیگر دارای اهمیت است.

مواد علایق اگر حاوی حفرات ریز، بسته و یا هوای محبوس شده باشند، از کیفیت بهتری برخوردار هستند. جداره حفرات، سد راه انتقال حرارت در جسم است. مشخصات حرارتی عایق‌ها از طریق بالا رفتن تعداد سلولها و ترتیب قرارگیری دیواره جداساز، در یک الگوی لانه زنبوری، افزایش می‌یابد. کنترل این عوامل در خلال تولید موجب می‌گردد تا محصولی با کیفیت مورد نظر حاصل شود. تشکیل حباب‌های هوا با اشکالی منظم، در قطعات و فیبرهای سیلیسی نیازمند داشتن دانش فنی کافی در این زمینه می‌باشد.

سنگ‌های ساختمانی با سطح براق و صیقل داده شده نیز بعنوان پوشش سطح خارجی ساختمانها موجب می‌گردند تا از انتقال حرارت تشعشی محیط خارج، جلوگیری بعمل آید. در مناطق گرمسیر می‌بایست از سنگهای با رنگ روشن و در مناطق سردسیر از سنگهای تیره رنگ و سیاه استفاده شود.

۴- انواع عایق‌های معدنی :

عایق‌ها را می‌توان به صورت معدنی، آلی و طبیعی تقسیم نمود. از آنجا که هدف معرفی عایق‌های با پایه معدنی می‌باشد، بنابراین می‌توان به سه گروه یادشده ترکیبی از عایق‌های معدنی - آلی و یا معدنی - طبیعی را نیز اضافه نمود. به دو دسته اخیر "عایق‌های ترکیبی" اطلاق می‌شود.

عایق‌های معدنی خود نیز در سه دسته طبیعی، مصنوعی و ساختگی جای می‌گیرند.

جدول ۲: وزن مخصوص و ضریب هدایت حرارتی برخی مصالح ساختمانی

ردیف	ماده	وزن مخصوص Y(kg/m ³)	ضریب هدایت حرارتی Kcal/m.h.c°
۱	فلزات	۱۱۳۶۰-۲۷۰۰	۳۸۰-۳۵
۲	فولاد	۷۸۵۰	۵۰
۳	آلومینیوم		۱۷۶
۴	فویل آلومینیوم	-	۰/۰۲
۵	سنگهای متراکم	۳۰۰۰-۱۵۰۰	۳/۵-۱/۰۵
۶	گرانیت	۲۷۰۰-۲۵۰۰	۲/۵-۲/۴
۷	توف‌ها	۱۳۵۰-۱۲۵۰	۰/۳-۰/۲
۸	پرلیت منبسط	۲۵۰-۱۰۰	۰/۰۶۰-۰/۰۴۵
۹	بتن سنگین (سیمان و سنگدانه سنگین)	۲۵۰۰-۱۸۰۰	۱/۳۵-۱
۱۰	بتن سبک سیمان و سنگدانه سبک	۱۸۰۰-۵۰۰	۰/۷-۰/۳
۱۱	بتن کفی (سیمان و هوا)	۹۰۰-۳۰۰	۰/۲-۰/۰۸
۱۲	گچ	۱۳۰۰-۵۰۰	۰/۵-۱/۲۵
۱۳	تخته گچی (گچ-الیاف چوب)	۳۰۰	۰/۰۷
۱۴	سیمپرولیت (پلی استایرن+سیمان)	۳۰۰-۲۵۰	۰/۰۴۷
۱۵	فیبرولیت (منیزیت+الیاف چوب)	۵۵۰-۴۵۰	۰/۲-۰/۰۱۵
۱۶	آجر رسی معمولی (رس+آب)	۱۸۰۰۰-۱۶۰۰	۰/۷-۰/۶۵
۱۷	شیشه (سیلیس)	۲۷۰۰	۱/۱۵
۱۸	پشم سنگ (بازالت ذوب شده)	۴۰۰-۲۰۰	۰/۰۸-۰/۰۵
۱۹	شیشه کفی (سیلیس+هوا)	۳۰۰-۲۵۰	۰/۰۷-۰/۰۵
۲۰	پلاستیک مجوف	۲۰	۰/۰۳
۲۱	آب	۱۰۰۰	۰/۵

۴-۱- عایق‌های طبیعی :

منظور از عایق‌های طبیعی آن گروهی از موادی هستند که مستقیماً از طبیعت حاصل می‌شوند و فرآیند خاصی جز دانه بندی و اگر لازم باشد حذف فیزیکی مواد زائد و یا عملیات حرارتی

برای بهبود خواص ، اقدام دیگری روی آنها صورت نمی گیرد . پومیس و پومیسیت تنها با دانه بندی ، دیاتومیت با عملیات فرآوری و خاکسترهای آتش فشانیها با انجام عملیات حرارتی، برای عرضه آماده می شوند . الیاف آسبست از طریق خرد کردن سنگ اولیه کم عیار و جداسازی آن در یک واحد پرعیارسازی به محصول قابل مصرف در صنعت تبدیل می گردد . این فرآیند به سرمایه گذاری بالا و هزینه تولید زیاد نیاز دارد. حال آنکه فرآیندهای شرح داده شده رامی توان در مقیاس کوچک نیز ایجاد نمود. سنگ های آهکی متخلخل و مرجانی سبک نیز با خرد کردن و دانه بندی در این گروه جای می گیرند . در صورتیکه شرایط استخراج این گروه اجازه دهد و بتوان از آنها قطعات بزرگ سنگ را استخراج نمود ، محصول تولید شده بعنوان ماده اولیه در فرآورده های مورد نظر عایق‌های ساختگی به صورتهای آجر ، بلوک و حتی قواره برای نمای ساختمان ، به عنوان مصالح ساختمانی عایق حرارت ، مصرف می شود.

۴-۲- عایق‌های مصنوعی :

عایق‌های مصنوعی ماده ای با خصوصیات عایق می باشد که از طریق یک فرآیند حرارتی مانند پخت و یا ذوب بدست می آیند . ماده اولیه ای که برای تولید آنها بکار می رود عمدتاً^۱ از قابلیت هدایت حرارتی بالائی برخوردار است . موادی که در این مرحله تولید می شود یا ماده اولیه عایق‌های ساختگی بوده و یا اینکه خود به نوع دیگری از مصنوع ساخته شده ، برای مصرف بعنوان عایق‌های حرارتی ، تبدیل می گردد . سیمانهای گچی ، آنهیدریتی (سیمان استریچ)^۱ ، منزیمی (سورل)^۲ ، پرتلند معمولی و پوزولانی بعنوان چسب^۳ در عایق‌های ساختگی مصرف می گردند . این مواد خود به تنهایی عایق حرارت نمی باشند.

رس های ایلیتی ، کائولینی و مونت موریلونیتی، پرلیت و ورمیکولیت در اثر دمای زیر ذوب به ماده ای با دانه های منبسط شده تبدیل شده که بعنوان پرکننده های سبک ، مستقیماً^۴ و یا در صنایع تولید عایق‌های ساختگی مصرف می گردد.

از سیلیس و سنگ های آذرین خروجی ، عایق‌های الیافی پشم شیشه^۱ و پشم سنگ^۲ تولید می شود. از ذوب مجدد سرباره و سرد کردن آنی آن نوعی از الیاف به نام پشم سرباره یا ترموسیت^۳ بدست می آید. ذوب پرمیس منجر به تولید سرباره های پرمیسی می شود که ماده ای سبک است.

^۱Estrich Gypsum Cement

^۲Sorel Cement

^۳Binder

^۴Calass Wool

^۱Rock Wool

^۲Thermosite

از ذوب سیلیس مواد عایق بسیاری بدست می‌آید. با هوا دهی و کنترل آن در طول فرایند ذوب ، مصنوعات سیلیسی هوازا تولید خواهد شد که میتوان آنها را به صورت گلوله های سیلیسی سبک ، فیبرهای شیشه ای^۴ و یا بلوک های مجوف قابل مصرف در صنعت ، شکل داد.

بلوکها و صفحات شیشه ای به عنوان گروهی دیگر از محصولات حاصل از ذوب سنگ سیلیس بوده که بلوکهای با ضخامت زیاد خود می توانند نوعی عایق تلقی شوند و از دیگر مصنوعات مسطح آن نیز با تمهیداتی نظیر چند جداره نمودن ، می توان آن را در تولیدات ساختگی عایق‌ها استفاده نمود.

۴-۳- عایق‌های ساختگی :

در اثر اختلاط ، شکل دادن و عمل آوری مواد اولیه بدست آمده از دو نوع عایق طبیعی و مصنوعی معدنی، مجموعه‌ای جدید از انواع عایق‌ها تولید می‌شود. عایق‌های ساختگی عمده ترین و اصلی ترین عایق‌های معدنی بوده و تعداد آنها به حدی زیاد است که شمارش محصولات آن از حوصله بحث خارج می باشد. بطور خلاصه عایق‌های ساختگی به صورتی که شرح داده می شود آماده مصرف می گردند:

مالات های آماده مصرف از پرلیت های سبک برای پوشش دیواره های خارجی و پومیس های ریزدانه با مخلوطی از گچ و سیمان، آماده مصرف برای پوشش دیواره های داخلی ساختمان، قطعات پیش ساخته سبک دانه با اتصال دهنده قطعات از نوع سیمان ، گچ و یا اهنک به تنهایی و یا با اختلاط درصدهای مختلف از آنها، محصولات هوازا ، با بکارگیری بتن های اتوکلاو شده^۱ (AAC) ، تخته های گچ کفی و گازی^۲ ، رس های هوازا یا سرامیست^۳ به صورت بلوکهای قابل حمل، بتن های پشم شیشه و پشم سنگ برای تولید ملات های سبک عایق و تولید قطعات ساندویچی بتنی پیش ساخته از پشم شیشه متراکم، آجر بلوک و یا قواره هایی از سنگ های سبک عایق نظیر آهکهای مرجانی^۴ در اثر برش ، بدون نیاز به ساب و صیقل، عایق‌های انعکاسی ساختگی از طریق ساب و صیقل سنگهای آذرین درونی نظیر گرانیت و گابرو ، یا تولیدات استمالیت^۵ که نوعی شیشه با پوشش سرامیکی رنگین می باشد، پوشش قطعات پیش ساخته سبک توسط لایه ای محافظ از بتن ، به صورت تولید عایق‌های چند لایه،

^۴Glass Fibre

^۱Aerated Autoclaved Concrete

^۲Foam or Gass Gypsum Board

^۳Ceramist

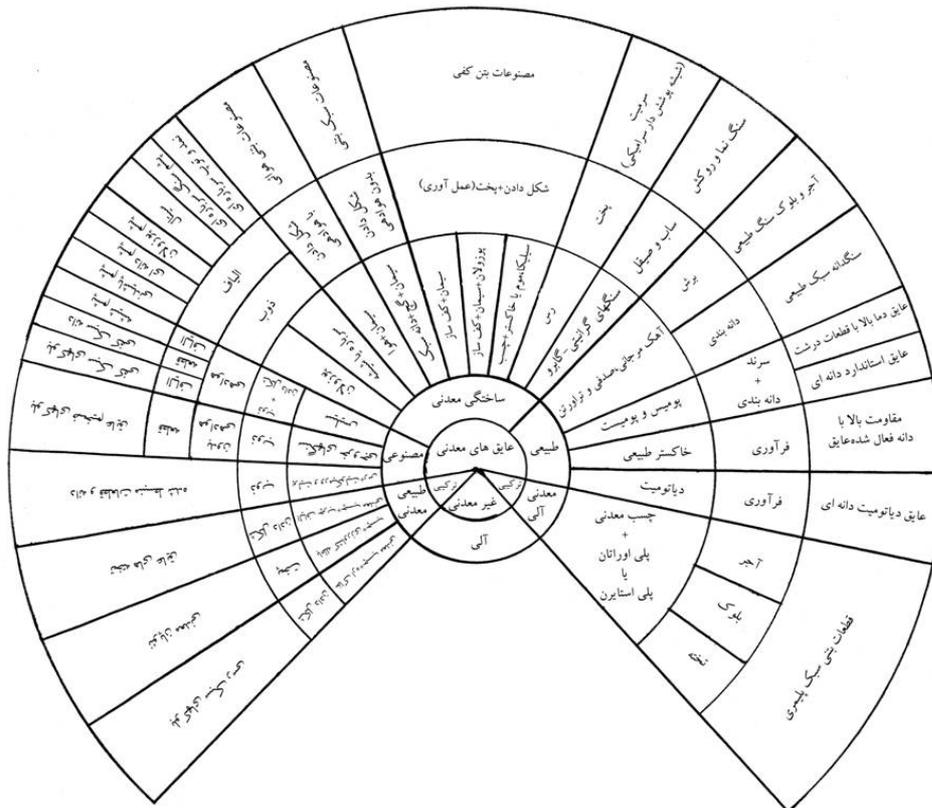
^۴Shell Limestone

^۵Stemalite

۴-۴- عایق‌های ترکیبی :

عایق‌های ترکیبی نوعی عایق ساختمانی است که در آنها ماده‌ای غیر معدنی بکار رفته است. این گروه به دو دسته عایق‌های معدنی - طبیعی و معدنی - آلی تقسیم می‌شوند. شکل دادن صفحات تشکیل شده از فیبر چوب و چسب‌های معدنی منجر به تولید محصولاتی با نام‌های مختلف می‌شود. فیبرولیت^۶ نوعی نئوپان سیمانی است که از طریق افزودن قطعات اندود شده چوب توسط سیمان، فشرده شده و عمل آوری می‌گردد. زیولیت^۷ نیز از ترکیب خاک اره با ملات منیزیم بدست می‌آید. چوب سنگ یا ولودلیت^۸ نیز نوع دیگری از ترکیب فیبر چوب و دیگر مواد زائد کشاورزی است که با سیمانی معدنی، سخت فشرده، یکپارچه شده است. با پوشاندن سطح این محصولات به پوشش‌های زینتی می‌توان آنها را در نماهای داخلی ساختمانها بکاربرد. ملات و بتن‌های ساخته شده از پلی استایرن و سیمان پرتلند معمولی به‌همراه افزودنی‌های مؤثر

،مهمترین نوع عایق‌های ترکیبی معدنی-آلی می‌باشد. استفاده از دیگر پلی‌مرهای زنجیری به همراه گچ و سیمان، مجموعه‌ای وسیع از این گروه عایق‌ها را تشکیل می‌دهند.



شکل ۱: انواع عایق‌های حرارتی معدنی و ترکیبی

۵- انواع و روش تولید عایق‌های معدنی :

عایق‌های حرارتی به اشکال فیزیکی سست (دانه‌ای) ،

^۶Fibrolite

^۷Xyolite

^۸Wool-Woodlite

نرم (فیبری، ورق‌های قابل انحاء)، خمیری (بتونه و اندود) و جامد (بی شکل و شکل دار به صورتهای اجر، بلوک، ورق، پوسته و لقمه) یافت می‌شوند. تولید مواد مختلف عایق‌ها با اشکال فیزیکی یاد شده که برای کاربردهای خاصی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند، تنوع تولیدات را فزونی می‌دهند. تنه‌انمونه‌ای از انواع متنوع و متعدد تولیدات عایق‌های حرارتی را می‌توان در شکل شماره ۱ مشاهده نمود.

به طور خلاصه عایق‌های معدنی در واحدهای "دانه بندی و فرآوری"، "اختلاط و شکل دادن"، "پخت و دانه بندی" و "ذوب و قالب گیری" تولید می‌شوند. شکل ۲ می‌تواند به عنوان نمونه ای از انواع روشهای تولید عایق‌های معدنی مورد توجه قرار گیرد.

با توجه به تنوع مواد معدنی که قابلیت تولید در هر یک از این واحدها را دارند، بنابراین شمار زیادی مصنوع از نوع عایق حرارتی را می‌توان در کشور تولید نمود. به طور نمونه به تعدادی از آنها که در مقیاس های کوچک صنعتی قابل ایجاد می‌باشند اشاره می‌گردد:

واحد تولید سنگدانه های طبیعی سبک،

واحد تولید قطعات سبک ساختمانی از خاکستر های طبیعی،

واحد تولید پرلیت منبسط شده،

واحد تولید عایق‌های معدنی هوازای رسی، گچی و بتنی،

تولید گچ استرچ یا آنهیدرایت پخته شده،

تولید سیمان منیزیتی،

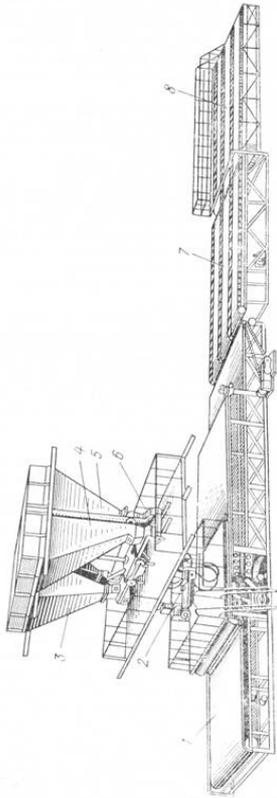
واحد تولید قطعات ساختمانی از آهک‌های مرجانی،

تولید پشم سنگ و شیشه،

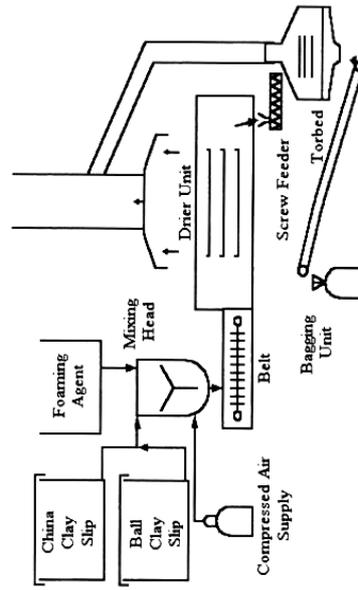
تولید فیبر و نئوپان گچی و سیمانی،

تولید قطعات شیشه ای عایق و دکوری،

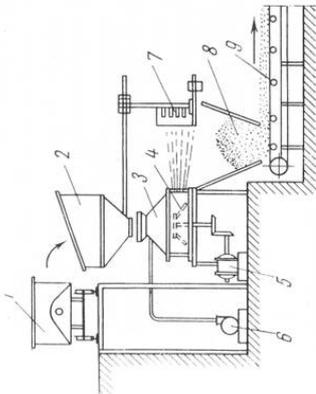
تولید الیاف عایق حرارتی ذوبی از کربن، گرافیت، شیشه و سرامیک.



فرآیند ذوب-سرباره



فرآیند تولید مواد منبسط شده



فرآیند اختلاط-شکل دهی



فرآیند دانه بندی-شکل دهی

شکل ۲: فرآیندهای تولید عایقهای حرارتی

۶- نیاز کشور به عایق‌های حرارتی معدنی :

میزان نیاز به عایق‌های حرارتی را می‌توان بطور غیر مستقیم و از طریق مقایسه مقدار تولید سیمان با سنگدانه های سبک و یا عایق‌های حرارتی تعیین نمود. جدول ۳ تولید محصول سیمان ، پشم سنگ و سنگدانه سبک را در کشور شوروی سابق نشان می‌دهد. اطلاعات آمده در جدول، گویای روند صعودی تولید و مصرف نوعی عایق حرارتی معدنی، در یکی از قطب‌های صنعتی دنیای گذشته می‌باشد.

جدول ۳: مقایسه تولید سیمان و عایق حرارتی شوروی سابق

نوع محصول	واحد (میلیون)	۱۹۶۰	۱۹۶۵	۱۹۷۰
سیمان	تن	۴۵/۵	۷۲/۴	۹۵
پشم سنگ	مترمکعب	۴۵/۵	۹/۱	۲۰
سنگدانه سبک	تن	۰/۹۶	۷/۲۵	۱۸

ارزیابی اطلاعات نشان دهنده تغییر مصرف عایق معدنی از ۱۰ تا ۲۰ درصد در طول دوره برنامه بوده است. وضعیت مشابهی را نیز می‌توان در ارقام مربوط به کشور آمریکا، برای سالهای نزدیکتر مشاهده نمود. اطلاعات جدول ۴ که متعلق به این کشور بزرگ صنعتی است، میزان وابستگی تولید سیمان به عایق‌های حرارتی را تا ۲۰ درصد تأیید می‌نماید. بنابراین اگر چنین حدی را بعنوان شاخص تعیین میزان نیاز به عایق در جهان بدانیم و برای کشور خود تنها مقدار آن را تا ۱۰ درصد در نظر بگیریم، بنابراین با توجه به میزان تولید ۳۰ میلیون تن تولید سیمان کشور، در حال حاضر، سالیانه به حدود سه میلیون تن عایق معدنی نیاز داریم. اگر از این میزان دو میلیون تن تولید را برای واحدهای فعلی و در شروف راه اندازی اختصاص دهیم، حداقل به میزان یک میلیون تن در سال به عایق حرارتی معدنی نیاز خواهیم داشت. این مقدار تولید می‌بایست از واحدهای جدید تأمین شود.

جدول ۴: تولید سیمان و مصالح مرتبط با عایق حرارتی در آمریکا (هزار تن)

نوع محصول	۱۹۸۳	۱۹۸۶	۱۹۸۹
سیمان	۶۴۷۲۵	۷۲۴۹۹	۷۱۲۶۸
پشم سنگ	۱۴۳۵۲	۱۴۸۷۵	۱۵۲۵۰
سنگدانه سبک	۱۷۲۷۸	۱۸۵۴۸	۱۸۶۵۳

اگرچه اطلاعات ارائه شده در این بخش از دقت بالایی برخوردار نمی‌باشد ولی می‌تواند گویای نیاز کشور به میزان قابل توجهی عایق حرارتی در سال بوده باشد. برای تعیین نوع تولیدات و چگونگی انجام آن نیاز است تا توسط طرحی با نام "ارزیابی نیاز کشور به تولید عایق‌های حرارتی" اطلاعات مورد نیاز برنامه ریزی، تکمیل و اصلاح گردد.

پیشنهاد:

مصرف سرانه بالای انرژی در ایران و عدم رعایت موازین مربوط به صرفه جوئی آن، آلودگی محیط زیست را افزایش داده و زندگی را برای شهرنشینان، بخصوص ساکنان شهرهای بزرگ، سخت نموده است.

وضعیت ساختمان سازی در کشور و انرژی ارزان هیچگاه سازندگان مسکن را وادار به تفکر استفاده از مصالح عایق در ساختمان نمی نماید. از طرف دیگر وجود منابع معدنی فراوان، نیروی کار بسیار و نیاز به صرفه جوئی در انرژی موجب می گردد تا از طریق اجبار در بکارگیری عایق‌های حرارتی در ساختمان سازی موجبات تولید و مصرف این محصول فراهم گردد.

از طرف دیگر وجود انرژی فراوان به صورت گاز طبیعی در کشور انگیزه ای مناسب برای تولیدات "انرژی بر" عایق‌های حرارتی را فراهم می نماید. تولید عایق‌های حفره ای و فیبری با جنس های مختلف که نیازمند انرژی بالا می باشد، می بایست هدف ملی کشور باشد.

در این راستا نیاز است تا پژوهشهایی در زمینه تولیدات ذوبی عایق‌های حرارتی صورت پذیرد و تا رسیدن به سطح دانش جهانی فعالیت های تحقیقاتی و متعاقب آن تولید ادامه یابد. بگونه ای که پس از طی دوره برنامه ریزی شده، "عایق‌های حرارتی" بعنوان یکی از مزیت های صنعتی کشور تلقی گردد. عایق‌های مرکب که از چندین لایه با خصوصیات متفاوت تشکیل شده باشد می تواند با استفاده از مصالح محلی و یا موجود در کشور، در واحدهای کوچک تولیدی، در جوار شهرهای کوچک و بزرگ تولید شود. لازم است تولیدکنندگان مصالح عایق‌های حرارتی با مراجعه به مراکز مورد تأیید با اخذ گواهی فنی مشخصات تولیدات خود، اطلاعات مورد نیاز طراحان و مجریان ساخت و سازه ها را در اختیار آنان قرار دهند.

نوع مصالح، ترویج و آموزش مصرف عایق‌های حرارتی از نکاتی است که می بایست سازمانهای متولی با تلاشی پی گیر، آن را مورد توجه قرار داده و سیاستها و برنامه های خود را پس از تصویب به اطلاع عموم برسانند.

منابع:

- [1]. Komar-A , Building Materials And Components Mir Publisher , Moscow , 1976
- [2]. Shestoperov.S.V , Road And Building Materials, vol.2 , Mir Publisher , Moscow , 1976
- [3]. Ghose.D.N, Materials Of Construction , Tata Mc Graw-Hill Publishing Co.New Dehli;1998
- [4]. Carr.D.D , Industrial Minerals And Rocks , 6th Edition , Society For Mining , Metallurgy And Exploration , 1994

۵ . صالحی محسن ، انرژی در ساختمان ، صالحی محسن (مؤلف) ، ۱۳۷۲

۶ . صدری-عبداله، ایجاد واحدهای کوچک اشتغالی معدن و صنایع معدنی ، پیشرفت کار طرح پژوهشی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۱۳۸۲

۷ . آیین نامه "عایق کاری حرارتی ساختمان های مسکونی در ایران" ، نشریه ض ۲۷۶ ، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن ، چاپ اول-زمستان ۷۷