

محمد مهدیارفر*، محمد جلالی هنجنی، فرحناز تیموری، علی تقی ذوقی

واحد تحقیق و پژوهش شرکت عایق پلاستیک

Email: mahdyarfarm@ripi.ir

در این بررسی به منظور نشان دادن قابلیت صفحات پلی استایرن انبساطی (EPS) در عایق کاری دیوارها و سقف ساختمان، یک منزل در شرایط آب و هوای شهر تهران در نظر گرفته شد و مبادلات حرارتی آن در تابستان و زمستان مورد محاسبه قرار گرفت. سپس با فرض عایق کاری دیوارهای خارجی و نیز سقف ساختمان با صفحات پلی استایرن انبساطی، میزان مبادله حرارت دوباره محاسبه گردید و بر اساس آن میزان صرفه جویی در مصرف انرژی بدست آمد. در نهایت یک تحلیل اقتصادی با در نظر گرفتن قیمت سوخت، برق، آب و نیز هزینه عایق کاری، نشان داد که ضخامت ۳cm از این صفحات، اقتصادی ترین ضخامت بوده و هزینه عایق کاری ظرف مدت ۱۷ ماه به علت صرفه جویی در مصرف انرژی، بازگشت خواهد شد.

کلمات کلیدی: پلی استایرن انبساطی، عایق حرارتی، صرفه جویی انرژی

یکی از عمده ترین منابع مصرف انرژی هر کشور، انرژی لازم جهت گرمایش و سرمایش منازل و ساختمانها است. بنابراین طبیعی است که با ترویج فرهنگ عایق سازی ساختمانها می توان سالیانه از هدر رفتن بخش قابل توجهی از سرمایه ملی جلوگیری کرد. صرفنظر از این، عایق کاری ساختمانها برای ساکنین خود ساختمان نیز از نظر صرفه جویی در مصرف انرژی مقرون به صرفه خواهد بود. از سوی دیگر اغلب عایق های حرارتی به دلیل طبیعت متخلخل خود، دارای خصوصیات مناسبی از نظر جذب صوت هستند که این موضوع را نیز باید به مزایای عایق کاری افزود.

استفاده از پلی استایرن انبساطی (EPS) به عنوان عایق حرارتی، از بدو ابداع این ماده به علت خصوصیات مطلوب آن نظیر هدایت حرارتی پایین، چگالی پایین، سهولت نصب، قدرت بالای جذب صوت، عدم تصاعد گازهای سمی در حین اشتعال و قیمت پایین، مطرح بوده است.

ماده اولیه این عایق، دانه های پلی استایرن قابل انبساط می باشد که توسط افزودن یک عامل انبساط نظیر پنتان به پلی استایرن در صنعت پتروشیمی تولید می گردند. این دانه ها قطری بین ۰/۳ تا ۲/۵ میلیمتر داشته و چگالی توده آن به طور تقریب ۶۰۰ تا ۶۵۰ کیلوگرم بر متر مکعب می باشد. این دانه ها در کارخانه تولید فوم در نخستین مرحله در معرض بخار آب اشباع قرار می گیرند تا بخشی از عامل انبساط از آنها متصاعد شده و دانه هایی با چگالی بسیار کم و با ساختار سلولی تشکیل شود. این دانه ها پس از گذشت یک زمان ماند معین، در قالب تزریق شده و با دمیدن بخار در داخل قالب تا خارج شدن کامل عامل انبساط گرم و متورم می شوند. در این شرایط به علت عدم وجود فضای کافی در داخل قالب، دانه ها در یکدیگر فشرده شده و شکل قالب را به خود می گیرند. پس از شکل دهی، قالب توسط جریان آب سرد خنک شده و در نهایت قطعه از قالب جدا می شود. برای تولید صفحات عایق می توان ابتدا یک بلوک از این ماده تولید کرد و سپس آنرا در ضخامت های مورد نظر برش داد. همچنین دستگاههایی نیز موجود است که به کمک آنها می توان بطور مستقیم در هر ضخامت دلخواه و به طول نامحدود صفحه تولید کرد. چگالی و سایر خواص مکانیکی و حرارتی این ماده را می توان توسط انتخاب ابعاد دانه های ماده اولیه و نیز شرایط عملیاتی پیش انبساط و پخت نهایی قطعات تنظیم نمود. جدول (۱) خواص فیزیکی چهار نوع پلی استایرن انبساطی را نشان می دهد.

() :

Density, kg/m ³	16	20	24	35
Tensile Strength, kN/m ²	200	230	300	410
Compressive Strength, kN/m ²	110	130	180	250
Shear Strength, kN/m ²	140	180	220	330
Water Vapor Transmission, s*10 ⁻¹²	3.5	3	2.5	2
Coefficient of linear thermal expansion, °C ⁻¹	6.5×10 ⁻⁵			

در این مقاله هدف ارائه تخمینی از سودمندی استفاده از این ماده عایق در عایق کاری دیوارها و سقف ساختمان ها در ایران است. برای این منظور یک ساختمان مسکونی در شرایط آب و هوای شهر تهران در نظر گرفته شد و میزان مبادله حرارت این ساختمان در تابستان و زمستان تخمین زده شد. سپس با فرض استفاده از ضخامت های مختلفی از عایق پلی استایرن انبساطی، مقدار مبادلات حرارتی دوباره مورد ارزیابی قرار گرفت. کاهش مقدار حرارت مبادله

شده با محیط به معنای صرفه جویی مصرف انرژی برق و آب در تابستان و صرفه جویی مصرف گاز در زمستان می باشد. مقدار ریالی این صرفه جویی با توجه به بهای آب، برق و گاز قابل محاسبه است و می توان آن را با هزینه اجرای عایق کاری مورد مقایسه قرار داد و مقدار زمان بازگشت سرمایه را بدست آورد.

حرارت داخل ساختمان از راه های مختلفی تلف می شود که عبارتند از:

- ۱- تلفات حرارتی از جداره های ساختمان شامل دیوار، سقف، کف، در و پنجره.
- ۲- تلفات حرارتی در نتیجه ورود هوای سرد خارج به داخل ساختمان. این تلفات حرارتی ممکن است از طریق تهویه اجباری هوای ساختمان و یا نفوذ هوای خارج به طور طبیعی از درزهای در و پنجره و غیره رخ دهد.

:

$$(۱) \quad \text{انتقال حرارت از دیوارها، درها و پنجره ها} + \text{انتقال حرارت از سقف و کف} = Q_1$$

:

$$Q = AU (t_1 - t_2) \quad (۲)$$

در رابطه فوق U ضریب کلی انتقال حرارت بوده که بیانگر مقاومت حرارتی هوا در دو طرف جداره و مجموع مقاومت اجزای تشکیل دهنده جداره جامد می باشد:

$$U = 1 / [(1/f_i) + R_1 + R_2 + \dots + (1/f_o)] \quad (۳)$$

ضریب کلی انتقال حرارت برای جداره ها و اجزای مختلف ساختمان از قبیل در و پنجره و غیره در مراجع مختلف محاسبه شده و بصورت جدول موجود است. بنابراین در عمل نیازی به محاسبه این مقادیر نیست.

همان گونه که رابطه (۲) نشان می دهد، شدت حرارت مبادله شده بین جداره های یک ساختمان با محیط اطراف، متناسب با اختلاف دمای بین داخل و خارج از ساختمان است. برای ارزیابی این مقادیر، از دو کمیت دمای طرح خارج و دمای طرح داخل استفاده می شود. دمای طرح خارج عبارتست از میانگین حداقل دمای هوای خارج از ساختمان در زمستان یا حداکثر دمای خارج از ساختمان در تابستان که در طی چند سال ثبت گردیده است. این مقادیر توسط آمارهای سازمان هواشناسی برای هر یک از شهر های ایران قابل دسترسی است [۲].

دمای طرح داخل بر اساس شرایط آسایش انسان طرح ریزی می شود و لذا با توجه به اینکه مقدار رطوبت نسبی نیز در کیفیت هوا و احساس راحتی ساکنین نقش مهمی دارد، این دو کمیت همزمان با یکدیگر تعیین می شوند. جداول متعددی در مراجع وجود دارند که شرایط طرح داخل را برای ساختمان های مختلف و حتی برای اتاق های مختلف یک ساختمان ارائه می دهند] ۳ و ۲].

مقادیر موجود برای دمای طرح داخل مربوط به شرایطی است که اتاق و یا فضای مورد نظر توسط وسایل تهویه گرم یا سرد شود. چنانچه در ساختمان، اتاق ها و یا فضاهایی وجود دارد که گرم یا سرد نمی شوند برای محاسبه دمای آن از یکی از روش های زیر استفاده می شود: در محاسبات بار سرمایش، هنگامیکه اتاق مجاور فضای مورد نظر سرد نشود، دمای این اتاق با استفاده از رابطه (۴) محاسبه می گردد [۲] :

$$t_i = t_o + (t_o - t_i) \cdot 0.667 \quad (4)$$

دمای اتاق سرد نشده ای که با منابع گرمایی غیر عادی نظیر آشپزخانه یا موتورخانه مجاور است با استفاده از رابطه (۵) تخمین زده می شود [۲] :

(۵) $(25^\circ\text{F} \text{ الی } 15^\circ\text{F}) + \text{دمای طرح خارج} = \text{دمای اتاق سرد نشده مجاور با منابع غیر عادی گرما}$
دمای اتاق سرد نشده ای که در زیر اتاق مورد نظر قرار دارد توسط معادله (۶) تخمین زده می شود [۲] :

$$= - 5^\circ\text{F} \quad ()$$

$$t_u = [t_i \cdot \sum A_i U_i + t_o \cdot \sum A_j U_j] / [\sum A_i U_i + \sum A_j U_j] \quad ()$$

.

.

$$.[-]$$

,

.

() ،

∴ []

$$H = 0.9 p (t_i - t_o) + 0.24 A (t_i - t_o)$$

()

.

،

.

.

∴ [] ()

$$V = v . n$$

()

n

,v

. []

،

∴ [] ()

$$Q_d = V . D_{air} . 0.241 . (t_i - t_o)$$

()

()

D_{air}

.

،

،

.

،

.

،

،

،

.

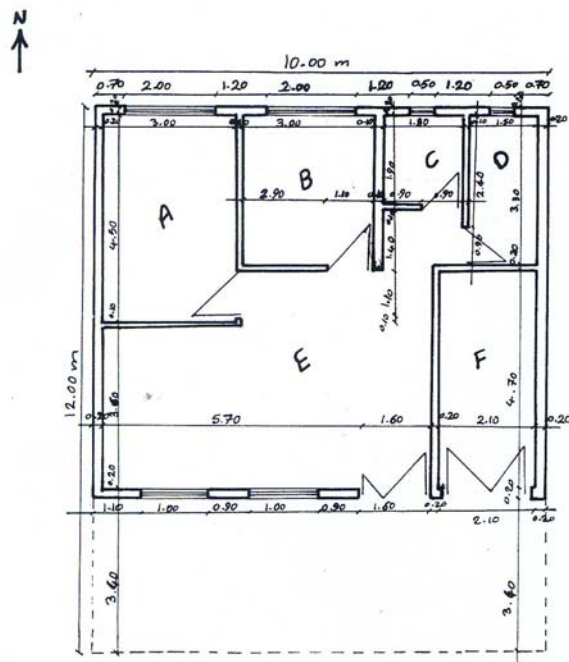
.

. []

،

مورد مطالعاتی





(/) : ()

)

, () , (

,

, ()

. () ()

()

.

.

.

/ ,%

. []

,

.

:

$$P = 0.4357 x^3 - 0.705 x^2 + 0.37 x + 0.1949$$

()

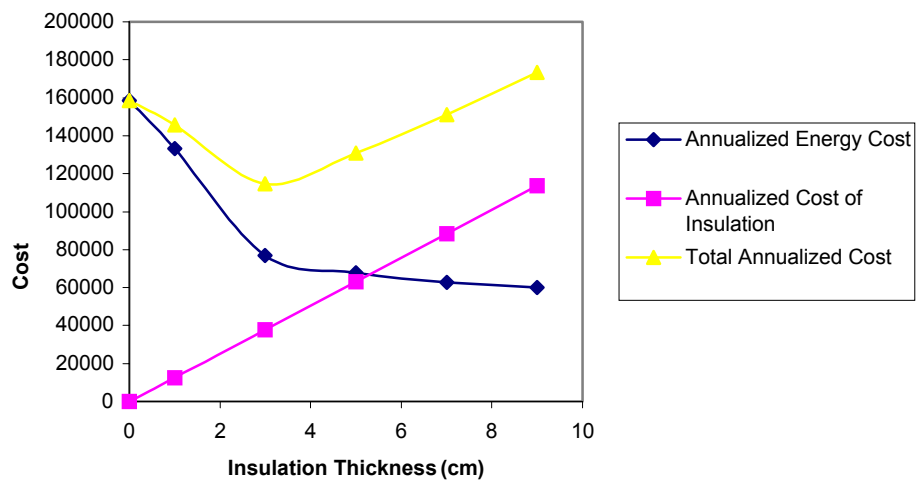
.
 .
 ,
 .
 ,
 .
 ,
 .
 .
 %
 .
 .
 ,
 ,
 . () .

EPS

: ()

()	(/)	(/)	()	(/)	()
-					
/					
/					
/					
/					
/					

()



:()

نتیجه گیری

() ()

() /

()

نمادها

m^2 , A

- , D

kcal/ m^2 .hr. $^{\circ}C$, f

kcal/hr , H

1/hr , n

kW , P

m , p

kcal/hr , Q

m^2 .hr. $^{\circ}C$ /kcal , R

مراجع

[5] R. H. Perry, D. W. Green, J. O. Maloney, Perry's Chemical Engineer's Handbook, McGraw Hill, 1984.