

بررسی تجربی میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی ساختمان با نصب رادیاتورهای ThermX2

علیرضا مولائی^۱، علی خواجه مبارکه^۲

^۱ کارشناس ارشد مهندسی برق، مشاوران بهسازی، نوسازی انرژی (مبنا): molaei@mabnaco.net
^۲ کارشناس ارشد مهندسی مکانیک، مشاوران بهسازی، نوسازی انرژی (مبنا): khajeh@mabnaco.net

چکیده

ساختمان و در زیر پنجره قرار گیرد تا با گرم کردن هوای سرد نفوذی از طریق پنجره‌ها، گردش طبیعی هوای گرم در ساختمان ایجاد گردد و در نتیجه میزان گرمادهی رادیاتور به ساختمان افزایش یابد. در این تحقیق سعی شده است با انجام آزمایشات و همچنین بررسی معادلات حاکم بر عملکرد رادیاتورهای در ساختمان و در نهایت ممیزی مصرف انرژی ساختمان در حالت واقعی، میزان صرفه‌جویی حاصل از بهره‌گیری رادیاتورهای با تکنولوژی TermX2 در ساختمان مشخص گردد.

مشخصات حرارتی رادیاتورها

مشخصات حرارتی رادیاتورهای موجود در کشور براساس آزمایشات انجام شده در آزمایشگاه HLK در دانشگاه اشتوتگارت آلمان، و همچنین نتایج ارائه شده در مرجع [۱] برای $\Delta T=50\text{ K}$ به شرح جدول ۱ می‌باشد.

مقدمه

رادیاتور وسیله گرمایشی است که حرارت را به دو طریق جابجایی و تابشی به محیط ساختمان انتقال می‌دهد، البته بیشترین انتقال حرارت رادیاتور بصورت جابجایی صورت می‌پذیرد و تاثیر پارامتر انتقال حرارت تابشی جهت گرم کردن هوای اتاق در رادیاتورها بسیار کمتر از انتقال حرارت جابجایی است. می‌توان گفت از نظر کارایی انرژی برای گرم کردن یک فضای مشخص رادیاتوری که دارای ظرفیت حرارتی بیشتر، وزن کمتر و حجم آبیگری بهینه و در نتیجه سرعت پاسخ بالاتر باشد، مناسبتر است. همچنین جهت افزایش کارایی رادیاتور، کاهش اتلاف حرارت از دیوار پشتی رادیاتور و بهره‌گیری از شیرهای ترموستاتیک رادیاتور بمنظور کنترل دمای اتاق پیشنهاد می‌گردد. البته چنانچه طراحی و انتخاب رادیاتور مطابق با بار گرمایشی مورد نیاز اتاق نباشد، در این صورت رادیاتور از وضعیت بهینه خارج می‌گردد و می‌بایست در زمان انتخاب و اجرای رادیاتور به این موضوع نیز توجه گردد. براین اساس علاوه بر طراحی دقیق و شبیه‌سازی حرارتی ساختمان لازم است تا اطلاعات کامل از میزان گرمادهی رادیاتورها با تغییرات درجه حرارت محیط و آب گرم ورودی به رادیاتور موجود باشد و سازنده مشخصات عملکردی رادیاتور را ارائه نماید. جهت بهبود کارایی انرژی رادیاتورها و افزایش آسایش حرارتی ساکنین ساختمان می‌بایست پارامترهای زیر علاوه بر موارد مندرج در فوق مد نظر قرار گیرد.

- افزایش سرعت پاسخ (وزن کمتر و حجم آب‌گیری بهینه) در میزان گرمادهی یکسان
- کاهش تلفات حرارتی از دیوار پشتی رادیاتور
- افزایش توان تابشی رادیاتور
- نصب رادیاتور در فضایی مناسب بگونه‌ای که جریان طبیعی هوا در اتاق برقرار گردد، برای این منظور مناسب است رادیاتور در قسمت سرد

جدول ۱: مشخصات فیزیکی و ظرفیت حرارتی انواع رادیاتورها در کشور

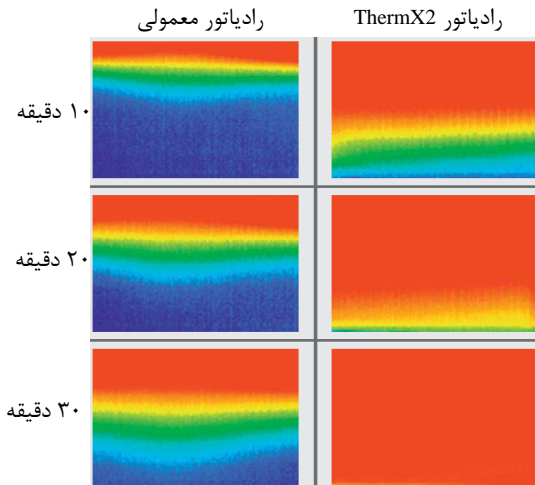
ردیف	سازنده/مدل	ظرفیت حرارتی (W/m)
۱	ایرفو	۱۵۷۲
۲	ایران‌شایرون-صدف	۱۵۳۳
۳	ایران رادیاتور-درای	۱۶۴۷
۴	ایران رادیاتور-کالری	۱۴۴۱
۵	ایران رادیاتور-ترموکالر	۱۵۶۱
۶	ایران رادیاتور-دوبال	۱۴۹۰
۷	ایران رادیاتور-تروپیکال	۱۲۷۰
۸	ایران رادیاتور-ترمو	۱۵۷۴
۹	آذربان-میرینوس	۱۳۳۸
۱۰	گرمساز-کلاسیک	۱۲۶۱
۱۱	آتروبان-پانل دوپل	۹۴۱
۱۲	اژیر-پانل دوپل، کنوکتور	۹۶۸
۱۳	Kermi-Classic-22	۱۵۶۴
۱۴	Kermi-Concept-22	۱۴۵۳
۱۵	Kermi-ThermX2-22	۱۵۶۴

اتاق آزمون

جهت بررسی عملکرد و کارایی رادیاتورها مطابق با استاندارد ملی ۳۶۰ و یا استاندارد بین‌المللی EN-442 آزمایشات در اتاق آزمون استاندارد بعمل آمد. اتاق آزمون از یک اتاقک دوجداره با جداره میانی خنک شونده که سیال سرد (آب) در آن جریان دارد، تشکیل شده است. ابعاد اتاق مطابق

حرارتی مطلوبتری را برای ساکنین ساختمان بدلیل افزایش توان تابشی ایجاد می‌کند. برای این منظور در فضای زیر پنجره‌های یک ساختمان دو رادیاتور یکی ThermX2 و دیگری معمولی نصب گردید و با تصویربرداری حرارتی دمای سطحی رادیاتور و در نتیجه توان تابشی رادیاتور مطابق رابطه زیر تعیین گردید.

$$q = \sigma \epsilon T^4 \quad (1)$$



شکل ۴: سرعت گرم شدن رادیاتورهای ThermX2 و معمولی در زمان راه‌اندازی

مقدار ضریب صدور برای سطح سفید رادیاتور از جنس فولاد معادل 0.51 می‌باشد [۲] و دمای متوسط سطح رادیاتور ThermX2 و معمولی در ۱۰ دقیقه بعد از راه‌اندازی بترتیب معادل 37.6°C و 32.4°C می‌باشد و مقدار انتقال حرارت تابشی بترتیب معادل $268/50 \text{ W/m}^2$ و $250/97 \text{ W/m}^2$ بدست می‌آید.

۴- صرفه‌جویی در مصرف انرژی

اتلاف حرارتی از دیوار پشتی رادیاتور در رادیاتورهای ThermX2 بدلیل پایین بودن دمای سطحی پانل عقبی، کمتر از رادیاتورهای معمولی است، با توجه به آزمایشات انجام شده، در مدت زمان ۱۰ دقیقه بعد از راه‌اندازی میانگین دمای سطحی پشتی در رادیاتور ThermX2 و معمولی بترتیب معادل $30/1^\circ\text{C}$ و $33/1^\circ\text{C}$ می‌باشد، افزایش دمای سطحی پشتی در رادیاتورهای معمولی در مقایسه با سطح جلویی آن بدلیل محبوس شدن هوا در این قسمت و عدم تبادل حرارت با حجم بیشتر هوا در مقایسه با سطح جلویی آن می‌باشد. از آنجا که تغییرات انتقال حرارت جابجایی برای دو مدل رادیاتور در مقایسه با تغییرات انتقال حرارت تابشی ناچیز می‌باشد، لذا نسبت به مقایسه انتقال حرارت تابشی در دو رادیاتور اقدام گردیده است. بر اساس اندازه‌گیری انجام شده دمای دیوار و پنجره بالای رادیاتور بترتیب معادل 17°C و 14°C می‌باشد، براین اساس مطابق رابطه زیر مقدار انتقال حرارت تابشی برای دو مدل رادیاتور با دیوار پشتی و پنجره به ترتیب معادل $38/22 \text{ W/m}^2$ و $44/21 \text{ W/m}^2$ برای رادیاتور ThermX2 و $41/21 \text{ W/m}^2$ و $53/87 \text{ W/m}^2$ برای رادیاتور معمولی بدست می‌آید که بترتیب میزان کاهش تلفات از طریق دیوار پشتی و پنجره در رادیاتورهای ThermX2 در مقایسه با رادیاتورهای معمولی معادل 20% و 17% می‌باشد.

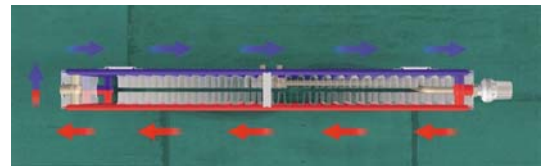
$$q = \epsilon_{1,2} \sigma (T_{\text{radiator}}^4 - T_{\text{wall, window}}^4) \quad (2)$$

استاندارد $0.2 \pm 0.2 \times 2/8 \times 4 \pm 0.2 \times 4 \pm 0.2$ می‌باشد. کنترل دمای اتاق با استفاده از سیستم تبرید و با تنظیم دمای جداره میانی، انجام می‌شود. آب گرم ورودی به رادیاتور توسط یک آبگرمکن مرکزی تامین می‌شود. تنظیم دمای اتاق و دمای آب ورودی و خروجی از رادیاتور با استفاده از تجهیزات کنترلی انجام می‌شود. در هنگام انجام آزمایش تمامی اطلاعات نظیر دما، فشار و دبی جریان اندازه‌گیری و سایر پارامترهای عملکردی با استفاده از یک نرم افزار ثبت اطلاعات در رایانه مرکزی ثبت می‌شود.

کارایی انرژی در رادیاتورهای ThermX2

جریان کنترل شده آب در رادیاتورهای ThermX2 و ورود آب گرم به پانل جلویی و خروج آن از طریق پانل عقبی رادیاتور مطابق شکل ۳ سبب می‌گردد تا کارایی انرژی رادیاتور و شرایط آسایش ساکنان ساختمان به شرح ذیل بهبود یابد.

- حداکثر آسایش حرارتی با حداقل مصرف انرژی
- افزایش سرعت پاسخ رادیاتور
- افزایش توان تابشی
- صرفه‌جویی در مصرف انرژی



شکل ۳: مسیر جریان آب در رادیاتورهای ThermX2

۱- حداکثر آسایش حرارتی با حداقل مصرف انرژی

تغییر مسیر جریان آب در رادیاتورهای ThermX2 از حالت موازی به سری در مقایسه با رادیاتورهای معمولی سبب می‌گردد تا با توجه به اینکه ابتدا آب در پانل جلویی رادیاتور به گردش در می‌آید سبب می‌گردد تا گرمای آب بیشتر به اتاق منتقل گردد و بعد از اینکه درجه حرارت آب کاهش یافت، آب به پانل عقبی هدایت می‌گردد و در نتیجه تلفات حرارتی از طریق دیوار پشتی رادیاتور کاهش می‌یابد، با این تکنولوژی ضمن اینکه گرمای رادیاتور بیشتر به اتاق منتقل می‌گردد و آسایش حرارتی بیشتری برای ساکنان تامین می‌کند، همچنین بدلیل کاهش تلفات حرارتی از طریق دیوار پشتی ساختمان، صرفه‌جویی در مصرف سوخت را نیز به همراه دارد.

۲- افزایش سرعت پاسخ رادیاتور

بمنظور تعیین میزان افزایش سرعت پاسخ رادیاتور ThermX2 در مقایسه با رادیاتور معمولی، در آزمایشگاه رادیاتور Kerma دمای سطحی رادیاتورها با عکس‌برداری حرارتی از دو رادیاتور در زمانهای ۱۰، ۲۰ و ۳۰ دقیقه بعد از راه‌اندازی تعیین گردید و همانگونه که در شکل ۴ نشان داده شده است. براساس نتایج آزمایشات سرعت پاسخ در رادیاتورهای ThermX2 به میزان 25% بیشتر از رادیاتورهای معمولی می‌باشد.

۳- افزایش توان تابشی

فن آوری ThermX2 و عبور آب گرم از سطح جلویی رادیاتور سبب می‌گردد تا متوسط دمای سطحی رادیاتور به مراتب بیشتر از متوسط دمای سطحی رادیاتورهای معمولی باشد. این دمای سطحی بالاتر احساس