

هم‌ایستایی گرمایی ایجادشده به وسیله‌ی تنظیم دینامیکی سرمایه‌ی تابشی منفعل و گرمایش

خورشیدی مبتنی بر هیدروژل ترموکرومیک

چکیده

هم‌ایستایی گرمایی می‌تواند دمای بدن موجودات خون‌گرم را در بازه کوچکی حفظ نماید تا از هیپوترمی (سرمازدگی) جلوگیری شود و عملکرد طبیعی فعالیت‌های مربوط به حیات را تضمین نماید. هم‌ایستایی گرمایی می‌تواند دمای داخلی هدف را نسبت به تغییرات دمایی محیط اطراف، نسبتاً غیر حساس نماید که برای عملکرد کارآمد تجهیزات و عمر مفید مواد اهمیت زیادی دارد. سیستم‌های فعلی که هم‌ایستایی گرمایی را حفظ می‌نمایند به مصرف برق نیاز دارند که از لحاظ مصرف انرژی و گرم شدن کره زمین بسیار مضر است. در این مقاله، برنامه‌ی هم‌ایستایی گرمایی جدیدی با استفاده از رفتارهای قابل تنظیم پراکندگی نور خورشید هیدروژل ترموکرومیک، بدون ورود انرژی خارجی مانند انرژی الکتریکی و انرژی مکانیکی، ارائه شد. هم‌ایستایی گرمایی با ساختار ساندویچی^۱ که توسط برنامه هم‌ایستایی گرمایی تولید می‌شود از سه قسمت تشکیل شده است: قسمت سرمایه‌ی تابشی در بالا، قسمت ترموکرومیک در میانه و قسمت گرمایش خورشیدی در پایین. امکان‌پذیری هم‌ایستایی گرمایی بر اساس SSTH به صورت تئوری و تجربی تایید شده است. با اختلاف دمای هوای محیطی بیش از ۶ درجه سانتیگراد، SSTH می‌تواند اختلاف دمای خود را در ۱/۲ درجه سانتیگراد حفظ نماید. SSTH الگوی عملی ساده‌ای برای دستیابی به هم‌ایستایی گرمایی است. این روش جدید هم‌ایستایی گرمایی پیشنهادی می‌تواند، جای خالی روش‌های کنترل هم‌ایستایی گرمایی فعلی را پر نماید و از خود، به عنوان روشی مکمل سیستم کنترل محیط ساختمان موجود، پتانسیل زیادی نشان دهد تا ما را گامی دیگر به سوی ساختمان با انرژی صفر پیش ببرد.

نتیجه‌گیری

به صورت خلاصه، دستگاه هم‌ایستایی گرمایی جدید SSTH مبتنی بر هیدروژل ترموکرومیک pNIPAm^۲ پیشنهاد شده است. امکان تنظیم دینامیکی SSTH، PRC^۳ و SH^۴ از طریق پراکنش خورشیدی با تنظیم خودکار تحت دماهای مختلف محیط برای حفظ هم‌ایستایی گرمایی در اطراف^۵ به صورت تئوری و تجربی نشان داده شد. با اختلاف دمای محیط بیش از ۶ درجه سانتیگراد، SSTH می‌تواند اختلاف دمای خود را در ۱/۲ درجه سانتیگراد حفظ نماید. با نوسان دمای هوای محیط ۱/۴ درجه سانتیگراد، نوسان

^۱ Sandwich structure thermal homeostatiser (SSTH)

^۲ poly(N-isopropylacrylamide)

^۳ passive radiative cooling

^۴ solar heating

^۵ lower critical solution temperature (LCST, ~32 °C)

دمای SSTH، ۰٫۳ درجه سانتیگراد است. بر اساس مدل ریاضی توسعه یافته، اثر پارامترهای متغیر (β , α , τ , t , LCST) بر OATR^۶ تحلیل شد.

فرآیند ساده‌ی آماده‌سازی- مونتاژ و راهبرد طراحی غیرفعال- موثر از مزایای بالقوه SSTH هستند. رفتار پراکندگی خورشیدی قابل تنظیم هیدروژل pNIPAm زیست‌سازگار می‌تواند باعث شود SSTH به‌طور خودکار در نزدیکی LCST تثبیت شود و هم‌ایستایی گرمایی ایجاد نماید. با توجه به قانون اصلی طراحی SSTH، مواد مورد استفاده در این پژوهش منحصر به فرد نیستند. برای قسمت بالایی می‌توان از PDMS^۷، PMMA^۸، PEO^۹ و سایر مواد با سرمایش تابشی و خورشیدی شفاف استفاده نمود. برای قسمت میانی، PVME^{۱۰}، PNVC^{۱۱}، HPC^{۱۲} و سایر مواد هیدروژلی که LCST دارند نیز می‌توانند انتخاب شوند. برای قسمت پایین، آلومینیوم سیاه، دوده صنعتی و سایر مواد گرمایش خورشیدی نیز قابل استفاده‌اند. علاوه بر این، برای به دست آوردن اثر طولانی‌مدت، می‌توان از سیستم‌های ردیابی خورشید یا منابع نور مصنوعی استفاده نمود.

یکی از کاربردهای بالقوه مهم SSTH سقف ساختمان است که می‌تواند دمای داخل ساختمان را در محدوده‌ی دمایی کوچکی برای مقاومت در برابر تغییرات آب و هوایی محیط خارجی تثبیت نماید؛ بنابراین الزامات گرمایی بدن انسان یا تجهیزات داخل ساختمان و بهبود بهره‌وری انرژی ساختمان و کاهش آسیب‌های ناشی از نوسانات دما به سازه ساختمان را برآورده می‌نماید. علاوه بر این، ویژگی کنترل پراکنش خورشیدی هوشمند SSTH می‌تواند به‌طور بالقوه در وسایل نقلیه، مخازن آب با دمای ثابت، پوست انسان، ماهواره‌های در حال گردش و بسیاری دیگر از زمینه‌های هم‌ایستایی گرمایی استفاده شود و راه را برای توسعه‌ی سیستم مدیریت حرارتی خودکار بدون انرژی خارجی، مانند انرژی الکتریکی و انرژی مکانیکی، در آینده‌ای نزدیک هموار نماید.

منبع

Fang, Z.; Ding, L.; Li, L.; Shuai, K.; Cao, B.; Zhong, Y.; Meng, Z.; Xia, Z. Passive Radiative Cooling and Solar Heating Based on a Thermochromic Hydrogel. ACS Photonics 2021

DOI: 10.1021/acsp Photonics.1c00967

مترجم- ویرایش کننده

مریم مهاجر

کلمات کلیدی

⁶ Optional ambient temperature range

⁷ Polydimethylsiloxane

⁸ poly (methyl methacrylate)

⁹ poly (ethylene oxide)

¹⁰ poly (vinyl methyl ether)

¹¹ poly(N-vinylcarbazole)

¹² Hydroxypropyl cellulose



مرجع پلیمر در بازار ایران

thermal homeostasis, passive radiative cooling, tunable sunlight-scattering, sandwich structure composite film, zero-energy.

هم‌ایستایی گرمایی، سرمایش تابشی منفعل، پراکندگی نور خورشید با قابلیت تنظیم، فیلم کامپوزیتی با ساختار ساندویچی، انرژی صفر.