POLYM PART
مرجع پلیمر در بازار ایران

پیشرفت‌های اخیر در کاربردهای مواد تغییر فاز دهنده برای کلکتورهای خورشیدی، محدودیت‌های عملی و چالش‌ها: یک بررسی انتقادی

چکیده

گرمایش زمین جدی‌ترین مشکلی است که بشریت در قرن بیست و یکم با آن مواجه است. برای جلوگیری از گرم شدن بیشتر کره زمین، جهان باید از سوخت‌های فسیلی دور شده و به سمت منابع انرژی بدون کربن مانند انرژی خورشیدی حرکت نماید. با این حال، نسل کنونی کلکتورهای خورشیدی قادر به برآورده نمودن نیاز جهانی برای تامین انرژی نیست و فناوری‌های خلاقانه جدید برای پر نمودن شکاف بین تولید و تقاضای انرژی خورشیدی مورد نیاز است. مواد تغییر فاز دهنده (PCM[1]) یکی از موثرترین و فعال‌ترین زمینه‌های تحقیقاتی از نظر ذخیره انرژی گرمایی طولانی مدت و مدیریت حرارتی هستند. به دلیل ویژگی‌های عالی آن‌ها، می‌توان آن‌ها را با کلکتورهای خورشیدی برای حفظ انرژی خورشیدی اضافی و تنظیم دمای کلکتورهای خورشیدی فتوولتائیک متصل نمود. با این حال، کاربردهای واقعی PCM به دلیل هدایت حرارتی ضعیف، در دسترس بودن، هزینه و چالش‌های مختلف محدود است. این بررسی بر پیشرفت‌های اخیر در ادغام PCMها در انواع مختلف کلکتورهای خورشیدی تمرکز دارد. علاوه بر این، هدف آن شرح استراتژی‌های متعدد و همچنین رویکردهای بهبود متنوع و اصلاحاتی است که برای بهبود عملکرد PCMهای ترکیب‌شده در کلکتورهای خورشیدی ایجاد شده‌اند. در نهایت، بر اساس نتایج کامل این تجزیه و تحلیل، پیشنهادات آینده برای ارائه ایده‌ها و مفاهیم عملی محقق برای تحقیقات آتی در توسعه سیستم کلکتورهای PCM/خورشیدی ارائه شده است.

[1] Phase change material

POLYM PART
مرجع پلیمر در بازار ایران

کلمات کلیدی

انرژی خورشیدی، مواد تغییر فاز دهنده (PCM)، کلکتورهای خورشیدی.

نتیجه‌گیری

هدف اصلی این مطالعه ارائه یک تحلیل جامع از تحقیقات و پیشرفت‌های اخیر در فناوری PCM به منظور بهبود عملکرد کلکتورهای خورشیدی در شرایط مختلف اقلیمی است. این مقاله به بررسی مطالعات عددی، نظری و تجربی در مورد ادغام مواد تغییر فاز دهنده (PCM) در سیستم‌های کلکتور خورشیدی می‌پردازد. با توجه به نتایج مطالعات قبلی، افزودن PCM به کلکتور خورشیدی می‌تواند عملکرد و کارایی را تقریباً در همه شرایط بهبود بخشد. پیشرفت‌های اضافی در کلکتور خورشیدی با ترکیب نانوذرات در PCM (NEPCM[2]) برای افزایش رسانایی حرارتی آن انجام شده است. مزایای استفاده از PCM در ساختمان‌ها برای سرمایش، گرمایش و صرفه‌جویی در انرژی را می‌توان به افزایش راحتی حرارتی برای ساکنان به دلیل کاهش تغییرات دما و افزایش نرخ تولید فتوولتائیک (PV[3]) نسبت داد. علاوه بر این، کاهش تغییرات دما در خشک‌کن‌های خورشیدی باعث کاهش اتلاف حرارت، افزایش راندمان سیستم و تاثیر بر کیفیت مطلوب محصول تکمیل‌شده می‌شود.

محققان تغییرات مختلفی را برای افزایش کارایی سیستم‌های خورشیدی صفحه تخت در نظر گرفتند. این کار را می‌توان با اجرای یک مش فلزی پر شده با PCM یا NEPCM، استفاده از دوغاب PCM به عنوان سیال انتقال حرارت یا ادغام یک واحد ذخیره حرارتی پر شده با PCM یا NEPCM در سیستم انجام داد.

[2] nano-enhanced PCM
[3] photovoltaic

مش‌های ساخته شده از فولاد و آلومینیوم زنگ نزن به طور قابل توجهی بر انتقال حرارت و سرعت ذوب PCM تأثیر می‌گذارد. استفاده از دوغاب تغییر فاز به عنوان سیال انتقال حرارت، بسته به محیط، استفاده از انرژی خورشیدی را به میزان قابل توجهی افزایش داد. ادغام PCM در کلکتورهای خورشیدی لوله تخلیه‌شده به صورت عددی و تجربی و استفاده از PCM به عنوان سیال انتقال حرارت مورد بررسی قرار گرفته است. در مقایسه با ETSC معمولی، گزارش شده است که استفاده از PCM کپسوله‌شده به عنوان HTF[4]، میانگین راندمان جمع‌آوری خورشیدی را افزایش می‌دهد.

استراتژی‌های متعددی برای ترکیب PCM در ETSC مورد بررسی قرار گرفت. برای افزایش میانگین راندمان شارژ، محققان از PCM در اطراف سر لوله یا درون یک جزء ذخیره حرارتی ETSC استفاده نموده‌اند. کاربرد سیستم‌های ETSC-PCM مانند آبگرمکن‌ها و خشک‌کن‌ها با استفاده از لوله‌های معمولی و لوله‌های U شکل مورد بررسی قرار گرفت. هنگامی که به عنوان بخشی از سیستم استفاده شد، باله‌ها برای بهبود ویژگی‌های انتقال حرارت و پایداری کلی سیستم ETSC-PCM گزارش شد.

مزیت اصلی استفاده از PCM و NEPCM در سلول‌های فتوولتائیک (PV) این است که دمای سلول PV را در حین کار کاهش می‌دهند و در نتیجه تولید برق را افزایش می‌دهند. این امر با استفاده از PCM به عنوان خنک‌کننده یا تنظیم‌کننده حرارتی در سیستم‌های فتوولتائیک انجام شد. برای افزایش عملکرد سیستم‌های فتوولتائیک، PCM، NEPCM و مش فلزی با PCM ادغام شده‌اند. گزارش شده است که وارد نمودن PCM به پنل فتوولتائیک به حفظ دمای ثابت روی پانل و همچنین به کاهش دمای آن در شرایط آب و هوایی خاص کمک می‌نماید. نتایج نشان می‌دهد که کارایی پنل در شرایط آب و هوایی خاص افزایش یافته

[4] Heat Transfer Fluid

است. روش دیگر برای خنک نمودن سیستم فتوولتائیک استفاده از PCM-نانو امولسیون به عنوان خنک‌کننده بود. در مقایسه با آب، خنک کننده PCM-نانو امولسیون با کاهش قدرت پمپاژ و کاهش دمای ماژول PV، کارایی را بهبود بخشید.

یک کلکتور هیبریدی PV/T که با PCM تعبیه شده است، یک ماژول فتوولتائیک و یک کلکتور حرارتی را برای تبدیل موثرتر تشعشعات خورشیدی به برق و گرما نسبت به سیستم PV/T یا PV ترکیب می‌نماید. کارایی سیستم PV/T پس از معرفی PCM و NEPCM به عنوان بخشی از سیستم خنک‌کننده PV/T مورد بررسی قرار گرفت. در مقایسه با پنل‌های فتوولتائیک معمولی، استفاده از PCM و NEPCM منجر به افزایش راندمان حرارتی و الکتریکی شد. رویکردی دیگر برای افزایش کارایی PV/T ترکیب مش فلزی در PCM یا ترکیب باله‌ها در PCM بود. هر دو رویکرد برای افزایش کارایی سیستم‌ها گزارش شده است.

با وجود مزایای فراوان استفاده از PCMهای نانو تقویت‌شده و پتانسیل آن‌ها برای بهبود عملکرد کلکتورهای خورشیدی، برخی از چالش‌های فنی باید در کارهای آینده مورد توجه قرار گیرند، مانند تجزیه PCM و PCMهای نانو تقویت شده (NEPCM)، که یک موضوع مهم است که تأثیر مستقیمی بر عملکرد سیستم خورشیدی دارد. در نتیجه، تحقیقات بیشتری برای توسعه NEPCMهای پایدار برای کاربردهای مختلف توصیه می‌شود. وجود PCMهای خاص در کلکتورهای خورشیدی ممکن است به دلیل سمیت PCM و تولید کربن دی‌اکسید که باعث مشارکت در چالش گرمایش جهانی شده، نگرانی‌های زیست محیطی ایجاد نماید. علاوه بر این، ممکن است به دلیل خوردگی و پایداری شیمیایی PCM در دماهای نوسان، عمر سیستم را کوتاه نماید. در بیشتر شرایط، تجزیه PCM برگشت‌ناپذیر است زیرا تعدادی از PCMها ویژگی هسته‌زایی ضعیفی از خود نشان می‌دهند. علاوه بر این، تغییر حجم و ماهیت مخرب و سمیت PCM و NEPCM در

کلکتورهای خورشیدی از معایب مهم استفاده آن‌ها است. تحقیقات بیشتری باید در مورد پایداری و خورندگی PCMها و NEPCMهای مختلف انجام شود.

اکثر مقالات منتشر شده در مورد نقاط ذوب PCMها و NEPCMها اما نه در مورد ظرفیت گرمایی ویژه، هدایت حرارتی، یا انبساط حرارتی آن‌ها بحث می‌نمایند. این موارد از PCM و NEPCM در کارهای گزارش شده وجود ندارند. وجود یک پایگاه داده حاوی تمام خصوصیات PCM و NEPCM به انتخاب PCM/NEPCM مناسب برای کلکتورهای خورشیدی کمک می‌نماید. سهم PCM و NePCM در بهبود عملکرد کلکتور خورشیدی مهم است. علیرغم اشکالات متعدد، تحقیقاتی برای رفع مشکلاتی که مانع از استفاده گسترده مواد تغییر فاز دهنده می‌شوند، انجام می‌شود. توسعه یک NEPCM پایدار و سازگار با محیط زیست برای کاربردهای خورشیدی یکی از استراتژی‌هایی است که تیم‌های تحقیقاتی باید در نظر بگیرند.

Reference:

POLYM PART
مرجع پلیمر در بازار ایران

Mourad, Abed, et al. "Recent advances on the applications of phase change materials for solar collectors, practical limitations, and challenges: A critical review." ***Journal of Energy Storage*** **49 (2022): 104186.**

https://doi.org/10.1016/j.est.2022.104186

ترجمه و ویرایش: دانیال ابراهیم زاده