POLYM PART
مرجع پلیمر در بازار ایران

تجزیه و تحلیل پتانسیل واحدهای ذخیره انرژی مواد تغییر فاز دهنده بر اساس پوشش تونل مبدل-های حرارتی زمین

چکیده

انرژی زمین گرمایی با دمای پایین در سنگ‌های اطراف را می‌توان با پوشش تونل مبدل‌های حرارتی زمین (GHE[1]) استخراج و در صفحات مواد تغییر فاز دهنده (PCM[2]) ذخیره نمود تا استفاده از انرژی سرد را تحقق بخشد. با این حال، تحقیقات انتقال حرارت کوپلینگ GHE و صفحات PCM پوشش تونل به ندرت گزارش شده است. در این مطالعه، مدل انتقال حرارت کوپلینگ سه بعدی از صفحات GHE و PCM پوشش تونل برای بررسی عملکرد ذخیره انرژی سرد صفحات PCM تحت پارامترهای مختلف PCM و تونل توسعه داده شد. از محاسبه تکرار گردشی برای حل مدل کوپلینگ استفاده می‌شود. نتایج نشان می‌دهد که ذخیره انرژی سرد صفحات PCM با استفاده از GHE پوشش تونل برای ذخیره انرژی امکان‌پذیر است. بخش مذاب PCM و نسبت فاز جامد PCM در صفحات PCM با افزایش هدایت حرارتی PCM و دمای ذوب و کاهش دمای سنگ اطراف به ترتیب کاهش و افزایش می‌یابد. راندمان ذخیره انرژی سرد صفحات PCM به 77.8% و افزایش رسانایی حرارتی PCM به 34.1% بهبود می‌یابد و دمای ذوب 1 W/(m K) و 4 °C افزایش می‌یابد. علاوه بر این، با کاهش دمای سنگ اطراف از 10 به 1 °C، راندمان ذخیره انرژی سرد صفحه PCM 68.5% افزایش می‌یابد. تفاوت بزرگتر بین دمای سنگ اطراف و دمای ذوب PCM برای ذخیره انرژی سرد صفحات PCM کافی است و زمان ذخیره انرژی سرد و اختلاف دما رابطه تابع توانی را نشان می‌دهد. در نهایت، افزایش طول پوشش تونل GHE برای افزایش کارایی ذخیره انرژی سرد صفحات PCM مفید است، در حالی که این افزایش محدود است. در کاربردهای واقعی، انتخاب پوشش تونل GHE با طول مناسب ضروری است.

[1] ground heat exchangers
[2] phase change material

کلمات کلیدی: مواد تغییر فاز دهنده، واحدهای ذخیره انرژی، پوشش تونل GHE، تجزیه و تحلیل ذخیره انرژی، مدل عددی، انرژی زمین گرمایی.

نتیجه‌گیری

کار حاضر شبیه‌سازی عددی را برای بررسی روشی جدید ذخیره‌سازی انرژی سرد صفحات PCM بر اساس پوشش تونل GHE در ناحیه دمای پایین زمین و تجزیه و تحلیل عملکرد ذخیره‌سازی انرژی سرد صفحات PCM تحت عوامل مؤثر مختلف انجام می‌دهد. نتایج اصلی به شرح زیر خلاصه می‌شود:

۱. نتایج مطالعات عددی نشان می‌دهد که روشی جدید برای ذخیره انرژی سرد صفحات PCM بر اساس پوشش تونل GHE امکان پذیر است و استفاده از صفحات PCM برای خنک نمودن تونل‌ها و سایر فضاهای زیرزمینی می‌تواند محقق شود.

۲. افزایش خواص PCM به طور قابل توجهی کارایی ذخیره انرژی سرد صفحات PCM را بهبود می بخشد. زمانی که هدایت حرارتی PCM و دمای ذوب 1 W/(m K) و 4 °C افزایش می‌یابد، زمان ذخیره انرژی سرد صفحات PCM به ترتیب 77.8% و 34.1% صرفه‌جویی می‌نماید. علاوه بر این، تغییر ویژگی‌های PCM بر تغییر بخش مذاب PCM و فصل مشترک فازهای جامد-مایع در صفحات PCM تأثیر می‌گذارد.

۳. نسبت فاز مایع PCM و زمان ذخیره انرژی سرد صفحات PCM با کاهش دمای سنگ اطراف کاهش می‌یابد. هنگامی که دمای سنگ اطراف از 10 به 1 °C کاهش می‌یابد، راندمان ذخیره انرژی سرد صفحه PCM تا 68.5% بهبود می‌یابد. بنابراین، پوشش تونل GHE پیشنهاد می‌شود که در مکان‌هایی با دمای پایین‌تر اطراف سنگ قرار گیرند.

۴. زمان ذخیره انرژی سرد به عنوان تابع توانی با افزایش اختلاف دما بین سنگ اطراف و نقطه ذوب PCM کاهش می‌یابد. هر دو اندازه‌گیری افزایش دمای ذوب PCM و کاهش دمای سنگ اطراف می‌تواند منجر به اختلاف دما بیشتر شود که برای بهبود راندمان ذخیره انرژی سرد موثر است.

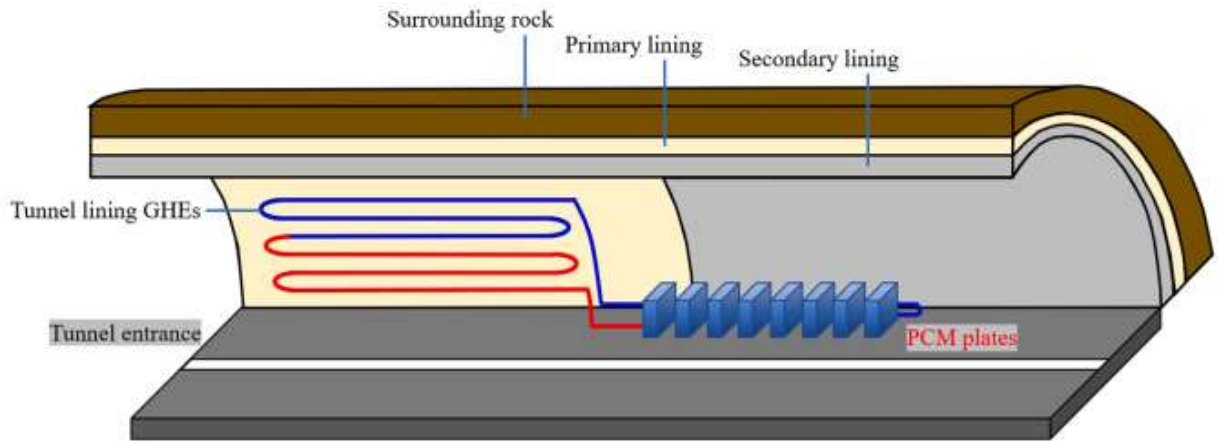
۵. راندمان ذخیره انرژی سرد 34.3%، 48.6%، 52.9% و 54.2% بهبود در پوشش تونل GHE طول 41.5، 83.5، 125.5، 146.5 متر در مقایسه با طول پوشش تونل GHE 20 متر است. افزایش راندمان ذخیره انرژی سرد صفحات PCM با افزایش طول پوشش تونل GHE محدود است. در کاربردهای عملی، انتخاب طول پوشش تونل GHE مناسب برای ذخیره انرژی سرد صفحات PCM بر اساس پوشش تونل GHE بسیار مهم است.

Reference

Cao, Ziming, et al. "Energy storage potential analysis of phase change material (PCM) energy storage units based on tunnel lining ground heat exchangers." *Applied Thermal Engineering* 235 (2023): 121403.

DOI: https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2023.121403

ترجمه و ویرایش: دانیال ابراهیم‌زاده



Tunnel low geo-temperature area: cold energy storage of PCM plates