

Debido a la grave contaminación ambiental y a la crisis energética mundial, la explotación de las energías renovables se ha vuelto más esencial que nunca. La energía geotérmica somera (EGS) se considera una fuente de energía sostenible y renovable con importantes ventajas en la calefacción y refrigeración de edificios, aplicaciones industriales, invernaderos, producción de electricidad, industria agrícola y producción de agua caliente, entre otros.

El sistema de bomba de calor geotérmica (GSHP) es una tecnología prometedora para utilizar EGS. En este sistema, un intercambiador enterrado de calor de perforación (BHE) desempeña un papel principal e influye directamente en el coeficiente de rendimiento estacional (SCOP) de este sistema geotérmico poco profundo.

Se han llevado a cabo diferentes estudios para mejorar el rendimiento del BHE, incluyendo el uso de materiales avanzados para el plástico de las tuberías, uso de fluido caloportador (o de transferencia de calor) y de relleno/grouting, de mayor transferencia de calor, diseño de nuevas geometrías, y la optimización del BHE para ser utilizado como sistemas de almacenamiento de energía térmica (BTES).

Los costes de perforación, el consumo eléctrico de las bombas de calor y la resistencia térmica de las perforaciones pueden reducirse utilizando materiales con propiedades termofísicas adecuadas, como los nanofluidos y los materiales de almacenamiento térmico. De este modo, no sólo se produce una transferencia de calor más significativa entre el fluido caloportador, el relleno y el terreno, sino que también se reduce el efecto térmico sobre el entorno.

El fluido de transferencia de calor es uno de los factores de optimización de la BHE que se utilizará para el almacenamiento de energía térmica (TES). Una mayor conductividad térmica en el fluido de transferencia de calor mejora la eficacia de la transferencia de calor entre el fluido y los materiales alrededor, lo que lleva a alcanzar con mayor rapidez la temperatura de cambio de fase en los materiales de almacenamiento. Cuando se usa un fluido de transferencia de calor con una conductividad térmica superior, la temperatura del material de almacenamiento de calor experimenta fluctuaciones más rápidas, lo que reduce significativamente la duración necesaria para un cambio de fase completo.

Además, usar materiales de cambio de fase (PCM) para almacenar calor en lugar del relleno convencional permite aprovechar el BHE como sistema BTES. Además de disminuir considerablemente la profundidad de perforación necesaria, el sistema BTES puede almacenar y liberar energía diaria y estacionalmente para reducir la carga durante las horas punta.

Sin embargo, hay un vacío notable en la bibliografía sobre la exploración y aplicación de nuevos materiales de almacenamiento de calor y fluidos de transferencia de calor en las BHE para hacerlas aptas para fines de BTES. Aunque se han aplicado diversas innovaciones para mejorar el rendimiento de los BHE, como el uso de materiales plásticos avanzados y la optimización del diseño, la mayor parte de la investigación se ha centrado en el uso convencional de los BHE. Debería prestarse más atención a las ventajas potenciales del aprovechamiento de los intercambiadores de calor mediante la aplicación de nanofluidos y PCM como fluidos de transferencia de calor y medios de almacenamiento de calor, respectivamente. Como ya se ha mencionado, estos materiales poseen propiedades termofísicas superiores que pueden dar lugar a una transferencia de calor más eficiente, una reducción de los costes de perforación, un menor consumo de electricidad en las bombas de calor y una disminución de la resistencia térmica de la perforación. Esta laguna en la investigación hace necesaria una investigación en profundidad para determinar la viabilidad y factibilidad de la aplicación de estos materiales avanzados en las BHE, facilitando en última instancia su transformación en sistemas BTES fiables.

Por lo tanto, los principales objetivos de esta tesis doctoral son estudiar experimental y numéricamente los impactos del uso de materiales avanzados para el fluido caloportador y el relleno/grouting tales como nanofluidos y PCMs, en el rendimiento del BHE como sistemas BTES. El estudio pretende

seleccionar los materiales más favorables, convirtiéndose en una referencia práctica y fiable para futuros proyectos y sectores industriales.