POLYM PART
مرجع پلیمر در بازار ایران

مطالعه عددی در مورد فرآیند انجماد بهبود یافته در ذخیره‌سازی انرژی حرارتی یخ با نانولوله‌های کربنی مغناطیسی

چکیده

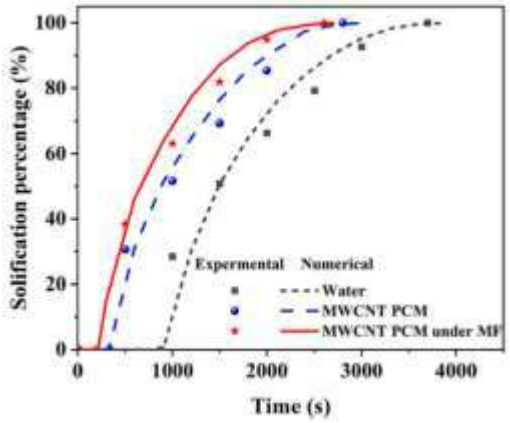
عملکرد ذخیره‌سازی حرارتی یخ با نانو افزودنی‌ها برای بهبود هدایت حرارتی و کاهش درجه ابرسردسازی آب افزایش می‌یابد. در این کار، مشخصه‌های انتقال حرارت انجماد نانولوله کربنی چند جداره مغناطیسیMWCNT[1] ماده تغییر فاز PCM[2]، تحت میدان مغناطیسی اعمال شده به صورت عددی بررسی شده است. درجه ابرسردسازی با تقسیم کل فرآیند انجماد به دو مرحله ابرسردسازی و مناطق تغییر فاز در مدل شبیه‌سازی در نظر گرفته شد. علاوه بر این، نتایج شبیه‌سازی با داده‌های تجربی تایید شد. به‌طورخاص، توزیع دما تحت تأثیر نانولوله کربنی چند جداره تحت میدان مغناطیسی و ویژگی‌های توسعه همرفت در منطقه ابرسردسازی مورد بحث قرار گرفت. نتایج نشان داد که مشخصه‌های انجماد با افزودن نانولوله کربنی چند جداره مغناطیسی بهبود یافت و انتقال گرما با نانولوله کربنی چند جداره تراز شده تحت میدان مغناطیسی اضافی اعمال شده، بهبود بیشتری یافت. در نتیجه، میدان جریان پایدار ٪37 پیشرفت نمود و زمان توزیع گردابه‌ها تحت میدان مغناطیسی ٪69/5 برای ماده تغییر فاز نانولوله کربنی چند جداره کاهش یافت. علاوه بر این، ٪68/6 کاهش در ابرسردسازی، ٪76/6 کاهش در زمان هسته‌زایی و ٪36/2 کاهش در کل زمان انجماد در مقایسه با آب خالص دیده شد.

[1] Multi-walled Carbon Nanotube
[2] Phase Change Material

POLYM PART
مرجع پلیمر در بازار ایران

نتیجه‌گیری‌ها

مشخصه‌های انتقال حرارت انجماد در طول کل فرآیند ذخیره‌سازی انرژی حرارتی یخ شامل ابرسردسازی و مناطق تغییر فاز، شبیه‌سازی شده و با آزمایش مقایسه شدند. نتیجه عددی نشان می‌دهد که میانگین خطای منحنی‌های سرد نمودن ٪5/6 است که اساساً با آزمایش مطابقت دارد. علاوه بر این، توزیع دما بر حسب زمان شبیه‌سازی شد. مشخص شد که ماده تغییر فاز نانولوله کربنی چندجداره دارای مشخصه‌های انتقال حرارت بهتر تحت میدان مغناطیسی اعمال شده است. در همان زمان، ویژگی‌های توسعه میدان جریان در منطقه ابرسردسازی با شبیه‌سازی خطوط جریان مواد تغییر فاز آشکار شد. حداکثر چگالی در $4\ ^{\circ}C$ عامل کلیدی تاثیرگذاز بر ساختار جریان است. میدان جریان پایدار برای ماده تغییر فاز نانولوله کربنی چندجداره و همان ماده (ماده تغییر فاز نانولوله کربنی چندجداره) تحت میدان مغناطیسی به ترتیب ٪29/6 و ٪37 پیشرفت نمود و زمان توزیع اغتشاش به‌ترتیب ٪57/1 و ٪69/4 کوتاه شد. در نهایت، درصد انجماد ماده تغییر فاز مورد بررسی قرار گرفت. در مقایسه با آب خالص، نرخ رشد برای ماده تغییر فاز نانولوله کربنی چندجداره و همان ماده (ماده تغییر فاز نانولوله کربنی چندجداره) تحت میدان مغناطیسی ٪12/24و ٪21/03 افزایش یافت. نتیجه‌گیری می‌شود که ماده تغییر فاز نانولوله کربنی چندجداره مغناطیسی اعمالی به‌طور موثری هدایت حرارتی پایین را بهبود می‌بخشد و درجه بالای ابرسردسازی آب را با عمل میدان مغناطیسی کاهش می‌دهد که کاربرد آینده‌نگر در ذخیره‌سازی انرژی حرارتی یخ دارد.



POLYM PART
مرجع پلیمر در بازار ایران

کلید واژه ها

ذخیره انرژی حرارتی یخ ، مواد تغییر فاز، نانولوله کربنی، میدان مغناطیسی، شبیه سازی عددی

Ice thermal energy storage, Phase change material, Carbon nanotube, Magnetic field, Numerical simulation.

مرجع

M. Xing, X. Ding, H. Chen, D. Jing, H. Zhang, “Numerical study on the enhanced solidification process in ice thermal energy storage with magnetic carbon nanotubes”, Energy Storage, 2023, Vol. 64.

Doi: 10.1016/j.est.2023.107143