

STRESZCZENIE

W pracy omówiono możliwość zastosowania technik odlewania precyzyjnego do produkcji cienkościennych struktur przestrzennych ze stopów o wysokiej przewodności cieplnej. Celem było zintensyfikowanie wymiany ciepła wewnątrz złóż zmiennofazowych i sorpcyjnych w systemach akumulacji ciepła. Materiały te w swojej naturze cechują się niskimi wartościami współczynników przewodności cieplnej, co znacząco ogranicza dynamikę transferu energii w głąb złoża akumulacyjnego i wymusza długie czasy ładowania. Technologie akumulacji ciepła są często rozwijane przy założeniu wykorzystania ich we współpracy ze źródłami energii odnawialnej np. z kolektorami słonecznymi. Jednak takie zastosowanie wymaga możliwości naładowania magazynu w krótkim czasie, zależnie od dobowej dostępności energii słonecznej. Jednym z rozwiązań tego problemu jest m.in. zastosowanie w akumulatorach ciepła metalowych struktur przestrzennych, które w znaczący sposób poprawiają uśrednioną przewodność cieplną całego systemu. Rozwiązanie wpływa na skrócenie czasu ładowania i rozładowywania takiego akumulatora, dając tym samym tej technologii większe szanse na wdrożenia na całym świecie.

W pracy opisano zagadnienia dotyczące technologii odlewania precyzyjnego, doboru materiałów, jak również podstawy teoretyczne związane z akumulacją energii cieplnej i przenoszeniem ciepła. Przedstawiono także podstawowe założenia dotyczące wykorzystania metod numerycznych przy analizie przepływu ciepła z uwzględnieniem przemian fazowych.

W części badawczej omówiono dobór materiałów odlewniczych oraz materiałów stosowanych w akumulacji ciepła. Przedstawiono opracowaną metodologię wytwarzania struktur przestrzennych z wykorzystaniem technik przyrostowych oraz metod odlewniczych. Przeprowadzono analizę jakości wykonanych odlewów oraz wpływu parametrów poszczególnych etapów wytwarzania na dokładność końcowego wyrobu.

Zaproponowano szereg geometrii przestrzennych, w tym pian metalicznych i struktur plastra miodu, dedykowanych do intensyfikacji transferu ciepła wewnątrz złóż akumulacyjnych. Dla wykonanych struktur przeprowadzono badania ich wpływu na skuteczność wymiany ciepła w laboratoryjnych demonstratorach akumulacji ciepła i wykazano znaczą poprawę efektywności.

ABSTRACT

The paper discusses the feasibility of using precision casting techniques to produce thin-walled spatial structures from alloys with good thermal conductivity. The aim was to intensify the heat transfer inside phase change and sorption deposits in heat storage systems.

Phase-change and sorption materials used in heat storage systems are inherently characterised by low thermal conductivity, which significantly limit the dynamics of energy transfer deep into the storage bed, resulting in long charge times. Heat storage technologies are often developed with renewable energy sources in mind, like for e.g. solar collectors, but such applications require the storage system to be recharged within a short period of time, depending on the diurnal availability of solar energy. Possible solution to this problem is the use of spatial metallic structures in heat accumulators, which significantly improve the averaged thermal conductivity of the entire system, thus enhances the charging and discharging process of such an accumulator and giving this technology a better chance of worldwide deployment.

The paper discusses issues relating to precision casting technology, material selection as well as theoretical foundations related to heat accumulation and heat transfer. The fundamentals of the use of numerical methods for heat flow analysis including phase transitions are also presented.

The research section discusses the selection of casting materials and the materials used in heat accumulation. The developed methodology for manufacturing spatial structures using incremental techniques and casting methods is presented. An analysis of the quality of the castings made and the influence of the parameters of the various manufacturing stages on the quality of the final product was carried out.

A number of spatial geometries, including metallic foams and honeycomb structures, dedicated to the intensification of heat transfer inside accumulation deposits were proposed. For the fabricated structures, tests were carried out on their effect on heat transfer efficiency in laboratory heat accumulation demonstrators and showed a significant improvement in heat transfer efficiency for systems using the developed structures.