

$$S_i = \frac{2(\rho_u - \rho)}{r_{\text{сп}} \cdot \rho_u \cdot \rho} \quad (13)$$

где ρ_u - истинная плотность материала карбонизованного углепластика, кг/м³.

После подстановки выражения (13) в уравнение (11) получают

$$-\vartheta \frac{d\rho}{dl} = \frac{2(\rho_u - \rho)}{r_{\text{сп}} \cdot \rho_u \cdot \rho} \cdot k \cdot C \quad (14)$$

Решение системы уравнений (1)-(14) осуществляли численными методами. Алгоритм расчета обеспечивает определение распределения температуры по толщине уплотняемого углеродного композита, изменения концентрации реакционного газа по толщине стенки данного материала и его плотности.

Тестовыми расчетами на ПКЭВМ для природного газа состава: 96,30 % CH₄; 0,50 % C₂H₆; 0,35 % C₃H₈; 0,05 % C₄H₁₀; 2,0 % H₂; 0,80 % N₂, а также начальной плотности карбонизованного углеродного материала $\rho_0 = 1,09$ г/см³, установлено, что в центре изделия плотность уплотненного углеродного композита на 3...4 % ниже, чем в области обеих поверхностей, а ее распределение по его толщине соответствует результатам работы [1].

Результаты экспериментальных исследований процесса уплотнения углеродных композитов в среде природного газа подтвердили достаточную точность разработанной модели.

Проведенное исследование подтверждает достоверность предложенной модели формирования плотности углеродных композитов из газовой фазы и ее применимость для количественной оценки распределения плотности материала по толщине стенки заготовки при ее уплотнении в условиях термомонодиагнста.

Литература

1. Гурин В.А., Зеленский В.Ф. Газофазные методы получения углеродных и углерод-углеродных материалов / Вопросы атомной науки и техники. - 1999. - Вып.4 (76).
2. Скачков В.А. Анализ методов газофазного уплотнения пористых углерод-углеродных композиционных материалов / Металлургия (Труды ЗГИА). - Запорожье: РИО ЗГИА, 2003. - Вып.7.
3. Скачков В.А., Иванов В.И., Карпенко А.В., Шаповалов Р.А. Формирование плотности углеродных композитов при изотермическом уплотнении из газовой фазы / Металлургия (Труды ЗГИА). - Запорожье: ЗГИА, 2001. - Вып.4.
4. Лыков А.В. Теплообмен. - М.: Энергия, 1972.

Nikolaenko Yu.E.

doctor of science

Kravets V.Yu.

Ph.D.

Alekseik E.S., Melnik R.S.

NTUU "Kyiv Polytechnic Institute", Ukraine, Kyiv

e-mail: yunikola@ukr.net, nirtef@kpi.ua

HIGH-PERFORMANCE COMBINED HEAT-TRANSFER SYSTEM OF EVAPORATION-CONDENSATION TYPE

The design of combined heat-transfer system of evaporation-condensation type is proposed, consisting of traditional heat pipe and the plate united with pulsating heat pipe attached to its condensation zone. This design allows reducing the total thermal resistance and increasing the heat transfer rate of the system in comparison with the heat transfer system, consisting of traditional heat pipe and radiator plate.

Keywords: heat pipe, oscillating heat pipe, combined heat-transfer system.

Due to high heat-transfer characteristics heat pipes (HP) are widely used in different fields of technics [1, 28-43]. In most cases heat-transfer system based on heat pipe includes heat supply elements in heating zone of HP and heat removing elements in condensation zone. Thermal resistance of heat transfer from HP condensation zone heat-release surface to cooling medium is the major part of thermal resistance of such system. Part of heat transfer thermal resistance is extremely high in conditions of air natural convection. That is why decreasing of this resistance is actual for increasing of efficiency of all heat-transfer system.

Finning is one of the simplest methods of reducing of thermal resistance of convective heat transfer. For this purpose radiators of different types are mounted on heat pipe's condensation zone: plates, pins, fluted tapes, wires, etc. Because of finite length of HP condensation zone it is necessary to increase fin length for extending heat-release surface of fin. But due to bounded thermal conductivity of fin material increasing of its length provides decreasing of its efficiency and reduction of heat output.

The aim of this work is searching of new high-performance constructions, which provide increasing of amount of heat transferred by evaporation-condensation type system based on HP with flat plate fin at defined temperature difference between bottom of fin and ambient air in conditions of natural convection.

To achieve this goal new combined heat-transfer system of evaporation-condensation type is presented (fig. 1). Its feature is combining of flat plate 2 with oscillating heat pipe (OHP) 3, effective thermal conductivity of which is noticeably higher than of plate material.

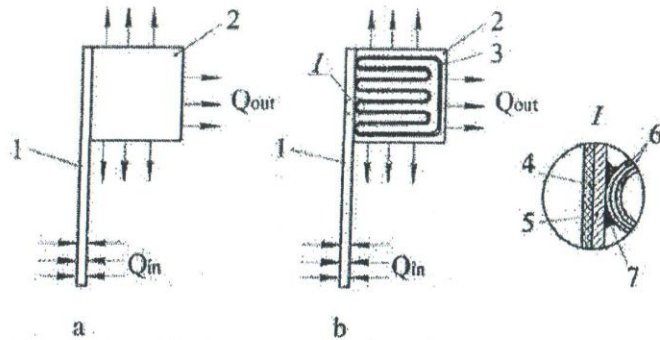


Fig. 1. Design of heat-transfer system of evaporation-condensation type based on HIP with flat plate fin (a) and combined system based on finned HIP with OHP on the flat plate fin (b): 1 – HIP; 2 – flat plate; 3 – OHP; 4 – capillary wick; 5 – HIP shell; 6 – OHP shell; 7 – solder

Comparison of heat output Q estimated for HIP with metallic flat plate fin and for proposed system with OHP in conditions of natural convection at different temperature drop is presented on fig. 2. Estimations were carried out for following conditions: flat plate dimensions 130x105x0,8 mm; materials of flat plate fin – steel, copper and aluminum alloy AMg5; thermal contact of OHP heating zone with HP condensation zone and plate is ideal; temperature difference between bottom of fin and ambient air (temperature drop) from 10 to 50°C; ambient air temperature 20°C; heat-transfer coefficient of air natural convection 8 W/m²·K.

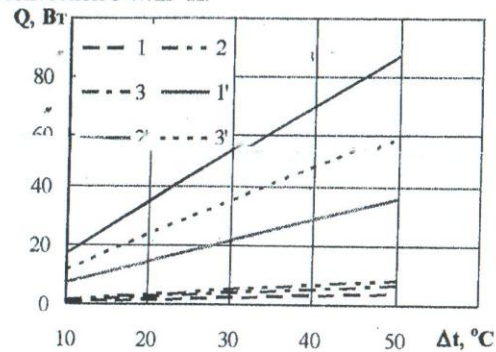


Fig. 2. Effect of temperature drop Δt (°C) on heat output (W) of the system without OHP (1, 2, 3) and with OHP (1', 2', 3'): 1, 1' – steel; 2, 2' – copper; 3, 3' – aluminum alloy AMg5

Heat output of HP with plate and without OHP was estimated by correlations from [3, 48]. Heat output of system with OHP was calculated as ratio of temperature difference between bottom and top of plate and total

thermal resistance of plate and OHP. This total thermal resistance was estimated as resistance of two parallel resistances: thermal resistance of plate heat transfer and thermal resistance of OHP. The latter with respect to previous authors researches was assumed as 0,5 K/W.

As evident from fig. 2, presented design of new combined heat-transfer system of evaporation-condensation type based on conventional heat pipe with fin in the form of flat plate with oscillating heat pipe on it provides considerable increasing (from 4 to 20 times) of heat output in conditions of air natural convection and defined temperature drop.

Literature

1. Chi S.W. Heat pipe: theory and practice. A sourcebook. – Hemisphere Publishing Corporation, 1976. [In rus.]
2. Kern, D. Q.; Kraus, A. D. 1972: Extended surface heat transfer. New York: McGraw Hill. [In rus.]
3. Isachenko V.P., Osipova V.A., Sukomel A.S. Teploperedacha. – M.: Energoizdat, 1981.

Высокоэффективная комбинированная теплопередающая система испарительно-конденсационного типа.

Аннотация: Предложена конструкция комбинированной теплопередающей системы испарительно-конденсационного типа, состоящая из традиционной тепловой трубы и присоединенной к ее зоне конденсации пластины, совмещенной с пульсационной тепловой трубой, позволяющая снизить общее термическое сопротивление системы и увеличить отводимый тепловой поток по сравнению с теплопередающей системой, состоящей из традиционной тепловой трубы и радиаторной пластины.

Ключевые слова: тепловая труба, пульсационная тепловая труба, комбинированная теплопередающая система.