

СТАБИЛИЗАЦИЯ ВСПЕНЕННЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ РАСПЛАВОВ

Пенометаллы, как новый класс конструкционных материалов, привлекательны для промышленности своим малым удельным весом, уникальным комплексом физико-механических свойств и хорошей технологичностью. Однако на данном этапе их производство ограничено, в частности, по причине несовершенства ячеистой структуры – неоднородности размеров пор по объему получаемых образцов, что ухудшает их характеристики.

Особенно актуальна эта проблема при получении металлических пен наиболее экономичными жидкофазными методами, когда расплавы металлов вспениваются введением реагентов, разлагающихся с выделением газа. Это обусловлено тем, что такая газо-металлическая система является очень нестабильной [1]. При поступлении газа в расплав и росте пузырьков даже при увеличении вязкости металла с помощью различных технологических приемов значительно ускоряются процессы разрушения пены - гравитационный сток жидкости (дренаж) и слияние (коалесценция) пузырьков, которое происходит после утонения жидких перегородок до критической толщины (40-100 мкм) в результате их спонтанного и практически мгновенного разрыва (~33-55 мсек) [2].

Со времен патентования первых методов получения пенометаллов [3] предлагались различные подходы для обеспечения стабилизации вспененных расплавов. Увеличение кажущейся вязкости жидких металлических перегородок между пузырьками достигалось введением твердых частиц [4], шлаков [5] в расплав, захватом воздуха при его перемешивании [6] либо при принудительной продувке газом (воздухом, O_2 , CO_2) с образованием оксидов [7].

В более поздних разработках для этих целей применялось введение Са в расплав перед вспениванием [8], что привело к разработке в Японии торговой марки пенометалла «Альпорас» [9]. Метод был значительно удешевлен применением карбоната кальция [10], использование которого кроме вспенивания обеспечило и определенную стабилизацию высокопористой структуры [11]. Также предложено применение частиц Al, SiC (в том числе, наноразмерных)

для вспенивания алюминиевых расплавов [12 - 14], углеродных волокон, покрытых медью – для чистого Al и Al-Mg сплавов [15].

Несмотря на положительные результаты, лишь некоторые технологии получения пенометаллов из расплавов сегодня находят ограниченное применение ввиду высокой стоимости конечной продукции.

Список литературы

1. *Гнилокурченко С.В.* Рідкофазні методи одержання високопористих металів з комірковою будовою // Сборник тезисов конференции «Литье-2010».-С. 119-120.
2. *Stanzick H. et al.* // Adv. Eng. Mater. – 2002. – № 4. – P. 814-818.
3. *Sosnik*, US Patent 2434775, 1948.
4. *J. A. Ridgway*, Cellularized metal and method of producing same, USA Patent 3,297,431, 1967 (1965).
5. *C. P. Jarema, L. M. Niebylski*, Method for quietly casting foamed metal, USA Patent 3,719,223, 1973 (1971) (similar to US 3,826,303).
6. *L. G. Graper*. Method of making metal foam, USA Patent 3,379,517, 1968 (1965).
7. *C. B. Berry*. Foamed metal, USA Patent 3,669,654, 1972 (1970).
8. *S. Akiyama et al.*, Foamed metal and method of producing same, European Patent 0 210 803, 1989 (1986).
9. *T. Miyoshi et al.* Aluminium foam 'ALPORAS': the production process, properties and applications. // Porous and Cellular Materials for Structural Applications (Eds: D. S. Schwartz et al.) Materials Research Society, Warrendale 1998, p. 133.
10. *T. Nakamura, S. V. Gnyloskurenko et al.* Development of New Foaming Agent for Metal Foam // Materials Transactions. - 2002. - 43. - P. 1191-1196.
11. *S.V. Gnyloskurenko et al.* Advanced Structure and Deformation Pattern of Al Based Alloys Foamed with Calcium Carbonate Agent // Porous Metals and Metallic Foams (ed. by L.-P. Lefebvre et al.) National Research Council of Canada - 2007. - P. 399 - 402.
12. *K. Kadoi, H. Nakae* // Mater. Trans. 2011, 52, 1912.
13. *W. M. Zhao et al.*//Adv. Mater. Res. 2011, 214, 70.
14. *A. H. Brothers, J. Banhart*, Process for manufacture of metal matrix nanocomposite and its application), German Patent 10 2007 044 565, 2011 (2007).
15. *Z. K. Cao, J. J. Du, G. C. Yao* // Mater. Sci. Forum 2010, 650, 320.