

УДК 672.1

ТЕРМИЧЕСКАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ ЯЧЕИСТОЙ СТРУКТУРЫ, ПОЛУЧЕННОЙ МЕТОДОМ SLM

Эльдар Викторович Балакирев

Студент 5 курса,

кафедра «Материаловедение»

Московский государственный технический университет им. Н.Э.Баумана

Научный руководитель: К.О. Базалеева,

кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Материаловедение» МГТУ им. Н.Э. Баумана

В настоящее время огромный интерес представляют методы лазерной перекристаллизации порошковых материалов. В зарубежной литературе такие методы носят название SLM (selective laser melting). С одной стороны, эти методы дают возможность послойно создавать деталь сколь угодно сложной формы. С другой стороны, уникальные условия кристаллизации, а именно, высокие (порядка $10^5 \dots 10^6$ °C/c) скорости охлаждения из жидкого состояния позволяют получить принципиально новую по сравнению с наблюдаемой при традиционных обработках неравновесную структуру.

Известно, что в процессе лазерной перекристаллизации порошкового материала может формироваться ячеистая структура кристаллизации. В данной работе методами просвечивающей и растровой электронной микроскопии, а также с помощью рентгеноструктурного и металлографического анализа исследованы особенности ячеистой структуры аустенитного сплава Fe – 17 % Cr – 12 % Ni – 2 % Mo – 1 % Mn – 0,7 % Si – 0,02 % C, полученного методом селективного лазерного плавления.

Методом просвечивающей электронной микроскопии установлено, что зона расплава состоит из фрагментов, разделенных высокоугловыми границами, а фрагменты, в свою очередь, из ячеек кристаллизации средним размером около 0,5 мкм. Границы этих ячеек представляют собой сплетения дислокаций, тогда как плотность дислокаций в «теле» ячеек заметно ниже. Анализ электронограммы показал, что после селективного лазерного плавления наблюдается структура, подобная той, что формируется в процессе развитой пластической деформации.

Установлено, что микротвердость ячеистой структуры ($HV_{0,05} = 265 \pm 5$) в 1,5 раза превышает ее значение для аустенитного сплава того же состава после закалки.

С целью определения термической стабильности ячеистой структуры были проведены отжиги исследуемого сплава в интервале температур от 100 до 1000 °C в течение часа. Показано, что ячеистая структура сохраняется до температур отжига 700 °C, далее ячейки постепенно исчезают, и при температуре 1160 °C в структуре наблюдаются только зерна аустенитного твердого раствора, разделенные двойниками отжига.

Также показано, что со структурными изменениями коррелируют изменения значения микротвердости и уширения рентгеновских линий аустенитного твердого раствора: отжиг при 700 °C приводит к постепенному снижению значения микротвердости, и параллельно уменьшается уширение рентгеновских линий аустенитного твердого раствора.

Литература

1. *Yadroitsev A., Bertrand Ph., Laget B., Smurov I.* Application of laser assisted technologies for fabrication of functionally graded coatings and objects for the International Thermonuclear Experimental Reactor components // Journal of nuclear materials. - 362 (2007). - P. 189-196.
2. *Yadroitsev A., Gusarov I., Smurov I. et al.* Single track formation in selective laser melting of metal powders // Journal of Materials Processing Technology. - 210 (2010). – P. 1624–1631.