

УДК 672.1

## СТРУКТУРА, ФОРМИРУЮЩАЯСЯ ПРИ СЕЛЕКТИВНОМ ЛАЗЕРНОМ ПЛАВЛЕНИИ

Эльдар Викторович Балакирев

*Студент 6 курса*

*кафедра «Материаловедение»*

*Московский государственный технический университет*

*Научный руководитель: К.О. Базалева,*

*кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Материаловедение»*

В настоящее время отмечается возрастающий интерес к аддитивному производству. Эти методы дают возможность создавать деталь довольно сложной формы, «добавляя» материал только в тех местах, где это необходимо. Для получения таким способом деталей из металлов используют методы лазерной перекристаллизации порошка. Особенности технологии обеспечивают уникальные условия кристаллизации, а именно, высокие (порядка  $10^5 - 10^6$  °/с) 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.

По сдвигу дифракционных максимумов оценены термические напряжения в образцах: они имеют разный знак в продольном и поперечном сечениях и по величине сопоставимы с пределом текучести сплава.

По уширению рентгеновских максимумов аустенитного твердого раствора произведена оценка плотности дислокаций и размера блока когерентного рассеяния сплава. Плотность дислокаций имеет порядок  $10^{12}$  см<sup>-2</sup>, а размер блоков когерентного рассеяния – 300 мкм.

С целью определения термической стабильности ячеистой структуры были проведены отжиги исследуемого сплава в интервале температур от 100°C 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, а параллельно уменьшается уширение рентгеновских линий аустенитного твердого раствора.

### **Литература**

1. Yadroitsev, Ph. Bertrand, B. Laget, I. Smurov “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) 189-196/
2. Yadroitsev, A. Gusarov, I. Yadroitsava, I. Smurov “Single track formation in selective laser melting of metal powders “.Journal of Materials Processing Technology 210 (2010) 1624–1631