

теплопроводность. Это позволяет селективно испарять внедренные в металл микрочастицы оксидов, находящихся в поверхностных слоях сварного шва.

Для экспериментальных исследований использованы импульсный лазер на стекле с неодимом, линза, позиционирующее устройство с закрепленной пластиной, имитирующей сварной шов твэла.

В докладе обсуждаются экспериментальные результаты и модель процессов, протекающих на поверхности сварного шва, в объеме которого содержатся полупроводниковые микрочастицы, при облучении импульсным лазерным излучением. Контроль остаточной активности поверхности проводили с помощью гамма-спектрометра. Кратеры, образующиеся на поверхности металла при облучении фокусированным лазерным излучением, рассматривали с различным увеличением с помощью сканирующего электронного микроскопа. Глубину кратера на поверхности трубки твэла оценивали с помощью оптического профилометра.

Исследования выполнялись в рамках гранта РФФИ 16-08-0024616.

ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ ИЗДЕЛИЙ, НАПЕЧАТАННЫХ С ПОМОЩЬЮ ТЕХНОЛОГИИ СЕЛЕКТИВНОГО ЛАЗЕРНОГО ПЛАВЛЕНИЯ

В.Ф. Мышкин, К.Т. Шикерун

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: shikerunk@gmail.com

Атомная энергетика является динамически развивающейся отраслью – повышается эффективность ядерных технологий, разрабатываются безотходные технологии. Это стимулирует развитие новых направлений, например, аддитивных технологий, связанных с лазерным плавлением порошка.

При использовании технологии селективного лазерного плавления, в микроструктуре металлических заготовок возникают дефекты. Наличие дефектов негативно сказывается на механических свойствах изделий. Дефекты представляют из себя следующие включения.

1. Газовые поры, возникающие при неполном выходе газа из расплава. Это поры сферической формы, которые остаются и после того, как металл затвердеет.
2. Поры, которые возникли в результате неполного проплавления слоя порошка. Это по большей части плоские пустоты в местах, где, в результате плавления, не произошло слияния частиц порошка с предыдущим слоем. Располагаются такие поры перпендикулярно направлению роста заготовки.

Количество пор в объеме заготовки характеризуется понятием пористости. Высокий показатель пористости существенно ухудшает такие характеристики, как: прочность, упругость, вязкопластичность. Поэтому поры ограничивает функциональное применение изделий, изготовленных при помощи метода селективного лазерного плавления.

В работе приводятся результаты исследований зависимости механических свойств от ориентации заготовок относительно рабочей платформы экспериментальной установки. Анализ микрошлифов из Ti-6Al-4V [1] показывает, что при выращивании образца прямоугольной формы, направление зеренной структуры совпадает с направлением выращивания. В случае с изготовлением тонких элементов, за счет их меньшего сечения, протекают иные тепловые процессы, что влияет на формирование микроструктуры. Направление роста и форма зерен в таком случае зависит от угла наклона элемента конструкции относительно лазерного луча.

Таким образом, микроструктура изделия зависит от технологии воздействия на слой порошка с

помощью лазерного луча. Для формирования изделия с заданными свойствами необходимо оптимизировать параметры лазерного излучения [2, 3].

В докладе приводится анализ процессов, протекающих на поверхности формируемого изделия, в зависимости от интенсивности на поверхности детали, длины волны и длительности импульсов лазерного излучения на порошки различной микроструктуры. Показываются возможности аддитивных технологий.

Исследования выполнялись в рамках гранта РФФИ 16-08-0024616.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Simonelli M., Tse Y.Y., Tuck C. Effect of the build orientation on the Mechanical Properties and Fracture Modes of SLM Ti-6Al-4V. // Mater. Sci. Eng. A. 2014. Vol. 616. P. 1-11.
2. Kunze K., Etter T., Grässlin J., Shklover V. Texture, anisotropy in microstructure and mechanical properties of IN-738LC alloy processed by selective laser melting (SLM). // Mater. Sci. Eng. A. 2015. Vol. 620. P. 213-222.
3. Thijs L., Kempen K., Kruth J.P., Van Humbeeck J. Fine structured aluminum products with controllable texture by selective laser melting of pre-alloyed AlSi10Mg powder. // Acta Mater. 2013. Vol. 61. No. 5. P. 1809-1819.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЯЗКОСТИ ЖИДКОГО СТЕКЛА ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ПОРИСТОГО СТЕКЛОКОМПОЗИТА НА ЕГО ОСНОВЕ

В.И. Семенова, О.В. Казьмина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: stebeneva_valeriya@mail.ru

Преимущества получения композитов на основе неорганической матрицы в виде жидкого стекла это экологичность, пожаробезопасность, низкая стоимость и др. Имеются технологические сложности, связанные с изменением реологических свойств жидкостекольных композиций при твердении системы, что затрудняет формирование пористой структуры с заданным размером и формой пор, толщиной межпоровой перегородки. Основной реологической характеристикой данной системы является вязкость.

Цель работы – определить вязкость жидкого стекла в зависимости от его состава и плотности по экспресс методике при получении пористого стеклокомпозита по ранее разработанной технологии.

Для получения стеклокомпозита использовали порошок измельченного боя тарного стекла, жидкое натриевое стекло, газообразователь и гидроксид натрия, количество которого менялось и, как следствие, изменялись модуль и вязкость жидкого стекла. Исходными данными для расчета коэффициента динамической вязкости выбраны плотность жидкого стекла (по ареометру) и продолжительность истечения жидкого стекла из стеклянной воронки (затрачивается около 2 мин.). По формуле 1 рассчитывается силикатный модуль стекла [1], далее по формулам 2 и 3 уточняются константы B и W_0 , и окончательный расчет вязкости по формуле 4 [2].

$$M = 3,175 - \frac{135 \cdot (\rho - 1,385)}{\tau} \quad (1)$$

$$B = 21,77 - 1,95 \cdot M \quad (2)$$

$$W_0 = 20,93 \cdot M - 46,39 \quad (3)$$

$$\text{Ln}\mu = \frac{B}{B - W_0} \quad (4)$$

где M – силикатный модуль; ρ – плотность жидкого стекла, г/см³; τ – продолжительность истечения, сек.; μ – коэффициент динамической вязкости, Па·с; B и W_0 – константы.