

МАГНИТНЫЕ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА, СТРУКТУРА И ТВЕРДОСТЬ ОБРАЗЦОВ ИЗ КОРРОЗИОННО-СТОЙКОЙ СТАЛИ GP1, ИЗГОТОВЛЕННЫХ НА ЛАЗЕРНОМ 3D-ПРИНТЕРЕ

Гордеев Н.В.^{1,2}, Сташков А.Н.², Щапова Е.А.²

¹⁾ Уральский федеральный университет имени Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

²⁾ Институт физики металлов имени М.Н. Михеева УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия
E-mail: Gordeev.Nikita@urfu.me

MAGNETIC AND ELECTRICAL PROPERTIES, STRUCTURE AND HARDNESS OF GP1 STAINLESS-STEEL SAMPLES MANUFACTURED ON A LASER 3D PRINTER

Gordeev N.V.^{1,2}, Stashkov A.N.², Schapova E.A.²

¹⁾ Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

²⁾ M.N. Mikheev Institute of Metal Physics of Ural Branch of Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russia

This work was devoted to an experimental study of the magnetic and electrical properties, hardness and structure of GP1 steel samples made by selective laser melting, before and after heat treatment.

Аддитивные технологии (АТ) позволяют значительно сократить затраты на производство сложных деталей. При использовании АТ снижается количество требуемого материала и сокращается энергоемкость производства. На данный момент существует множество способов получения изделий аддитивными технологиями. Один из них - метод селективного лазерного сплавления (СЛС) для печати металлами. Технология СЛС используется для получения деталей различной формы, которые как правило не подвергаются дальнейшей механической обработке. Сталь GP1 (аналог мартенситно-старееющей стали 17-4 PH) может применяться в различных отраслях, где требуется коррозионная стойкость и прочность изделий. Термическая обработка стали GP1 позволяет достичь требуемых механических свойств после изготовления детали на лазерном 3D-принтере. Целью данной работы является экспериментальное изучение магнитных и электрических свойств, твердости и структуры образцов из стали GP1, изготовленных методом селективного лазерного сплавления, до и после термообработок.

Исследования были проведены на образцах из стали GP1 (15-17.5% Cr, 3-5% Ni, 3-5% Cu, $\leq 1\%$ Mn, $\leq 1\%$ Si, $\leq 0.5\%$ Mo, 0.15-0.45% Nb, $\leq 0.07\%$ C). Изготовление образцов осуществлялось с помощью технологии СЛС, при этом использовался порошок с размером порошинок от 10 до 40 мкм. После изготовления образцы проходили отжиг при 1050 °С в течение 30 минут, а некоторые из них также подвергались старению при 650 °С в течение 4 часов.

Магнитные свойства были измерены с помощью магнитометрической установки Remagraph С-500 и вибрационного магнитометра Lake Shore Cryotronics VSM 7407. Удельное электрическое сопротивление измерялось по четырехконтактной схеме. Твердость измерялась по методу Роквелла при нагрузке 1471,5 Н. С помощью оптического микроскопа Olympus gx51 исследовалась структура микрошлифов.

Установлено, что образцы без термообработки (ТО) и с двойной ТО (высокотемпературный отжиг и старение) обладают анизотропией магнитных свойств. После проведения отжига образец становится более однородным по магнитным свойствам. Удельное электрическое сопротивление и твердость образца с двойной термообработкой меньше, нежели у образцов без ТО и с отжигом, что противоречит данным работы [1]. В структуре образца, не проходившего ТО, наблюдаются отчетливые бассейны расплава, которые полностью пропадают после двойной ТО.

Работа выполнена в рамках государственного задания МИНОБРНАУКИ России (тема «Диагностика», №122021000030-1).

1. Hu Z., Zhu H., Zhang H., Zeng X., Optics & Laser Technology, № 87, с.17-25 (2017)