

СТРУКТУРА И СВОЙСТВА СТАЛИ ПОВЕРХНОСТНО УПРОЧНЕННОЙ НАПЛАВКОЙ УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКОН ЭЛЕКТРОННЫМ ЛУЧОМ В ВОЗДУШНОЙ АТМОСФЕРЕ

А.И. БАРДИН, А.А. ЛОСИНСКАЯ, Е.А. ЛОЖКИНА

Новосибирский государственный технический университет

E-mail:anna.losinskaya@mail.ru

С каждым годом требования промышленности к используемым материалам становятся все выше, что требует постоянного поиска способов повышения эксплуатационных свойств. Для повышения долговечности деталей машин существует большое количество методов упрочнения. Наиболее экономичный и распространенный метод поверхностного упрочнения стальных изделий - процесс цементации. Но цементация имеет ряд недостатков: высокая длительность процесса, большая энергоемкость. В современной литературе имеются данные по формированию упрочненных слоев с использованием лазерного, ионного, электронного и плазменного излучения [1,2]. Технология вневакуумной электронно-лучевой обработки представляет большой интерес в вопросе создания высокоуглеродистых покрытий.

В проведенных ранее исследованиях было выявлено, что вневакуумная электронно-лучевая обработка является эффективным методом создания высокоуглеродистых покрытий на сталях с применением углеродсодержащих порошков [3]. В данной работе в качестве источника углерода были использованы углеродные волокна.

Высокоуглеродистые слои на стали 20 формировались с использованием промышленного ускорителя электронов ЭЛВ-6 производства ИЯФ СО РАН. Для предотвращения выгорания углерода использовался порошок железа, а для защиты от воздушной атмосферы флюс MgF₂. Поверхность заготовки в процессе электронно-лучевой обработки находилась на расстоянии 90 мм от выпускного отверстия. Энергия пучка электронов составляла 1,4 МэВ, ток пучка – 8 и 10 мА. Обработка проходила в дорожном режиме, со скоростью 10 и 25 мм/с.

В ходе эксперимента были сформированы слои толщиной до 3 мм с содержанием углерода 2,2 %. Исследования структуры показало что образцы имеют следующее строение: верхний высокоуглеродистый слой, зона термического влияния, зона основного неизмененного металла. В структуре верхнего слоя наблюдается перлит, вторичный цементит и ледебурит.

Максимальной ударной вязкостью обладают образцы из стали 20 с феррито-перлитной структурой 125 Дж/см². После электронно-лучевой наплавки ударная вязкость стали 20 с высокоуглеродистыми слоями в 2,5 раза ниже по сравнению с исходным неупрочненным состоянием.

Фрактографические исследования образцов после испытаний на ударный изгиб показали, что разрушение основного материала соответствует вязкому характеру разрушения (рисунок 1 а,б). Верхняя часть излома представляет собой результат хрупкого скола, нижняя – вязкое разрушение, которое осуществлялось путем слияния микропор. Исследования покрытий, полученных при вневакуумной электронно-лучевой наплавке порошковой углеродсодержащей смеси, показали, что в большинстве случаев они разрушаются по хрупкому механизму (рисунок 1 в).

Максимальная микротвердость наплавленных слоев составляет 5000 МПа. При проведении испытаний на износостойкость в условиях трения закрепленных абразивных частиц было выявлено, что стойкость наплавленных слоев находится на уровне стали 20 после цементации с закалкой с низким отпуском.

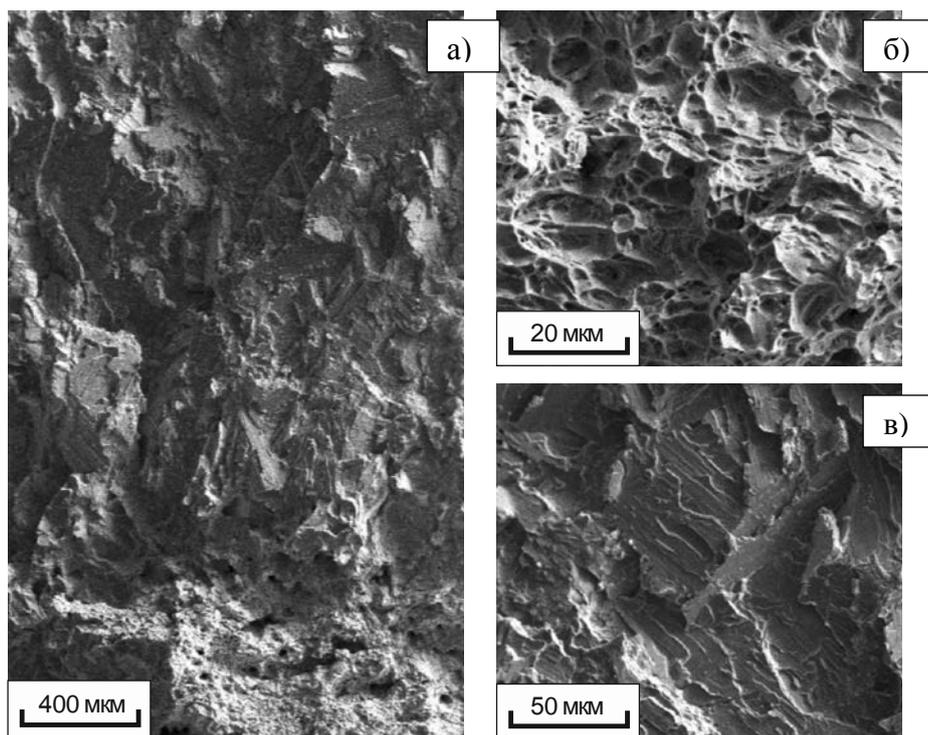


Рисунок 1 - Фрактограммы изломов полученных при испытаниях на ударную вязкость: а) общий вид; б) разрушение основного материала; в) разрушение наплавленного слоя

Результаты проделанной работы свидетельствуют о том, что электронно-лучевая наплавка углеродных волокон в воздушной атмосфере является эффективным способом получения упрочненных высокоуглеродистых слоев на сталях. Полученные в ходе работы материалы характеризуются высоким уровнем механических свойств.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-33-00141 мол_а

Список литературы

1. Abboud J.H., Laser surface treatments of iron-based substrates for automotive application [Text] / J.H. Abboud, K.Y. Benyounis, A.G. Olabi, M.S.J. Hashmi // Journal of Materials Processing Technology. – 2007. – Vol. 182. – P. 427–431.
2. Microstructure and wear property of carbon nanotube carburizing carbon steel by laser surface remelting [Text] / J. Yao, Q. Zhang, M. Gao, W. Zhang // Applied Surface Science. – 2008. – Vol. 254. – P. 7092–7097.
3. Структура и свойства поверхностных слоев низкоуглеродистой стали, полученных методом наплавки углеродсодержащих порошковых смесей и последующей закалки / А.А. Лосинская, Е.А. Дробяз, В.А. Батаев, Н.В. Плотникова, М.Г. Голковский // Обработка металлов: технология, оборудование, инструменты. - 2013. - № 4 (61). - С. 5-11.