

УДК 621.791.92

СТРУКТУРА И СВОЙСТВА АБРАЗИВНОСТОЙКОГО НАПЛАВЛЕННОГО СПЛАВА СИСТЕМЫ Fe–Cr–C–Mo–Ti–Ni–B*

*Антонов А.А., аспирант кафедры «Оборудование и технология
сварочного производства» (Alantant@mail.ru)*

*Артемьев А.А., к.т.н., доцент кафедры «Оборудование и технология
сварочного производства» (artspace5@yandex.ru)*

*Соколов Г.Н., д.т.н., профессор кафедры «Оборудование и технология
сварочного производства» (gnsokolov@yandex.ru)*

Волгоградский государственный технический университет
(400005, Россия, Волгоград, пр. Ленина, 28)

Аннотация. Исследованы структура и свойства наплавленного дуговым способом сплава системы Fe–Cr–C–Mo–Ti–Ni–B. Изучено влияние модификатора на основе нитрида титана TiN на твердость и стойкость наплавленного металла к абразивному изнашиванию при нормальной и повышенных температурах.

Ключевые слова: наплавка, наплавленный металл, порошковая проволока, микроструктура, твердость, износостойкость, модификатор.

DOI: 10.17073/0368-0797-2016-9-671-672

Многие детали машин, оборудования и инструменты, работающие в условиях абразивного изнашивания при повышенных до 500 °С температурах, имеют небольшой ресурс, что обуславливает снижение рентабельности производства. Промышленные типы наплавленного металла не всегда обладают достаточной износостойкостью, поэтому разработка новых износостойких материалов для упрочнения наплавкой быстро изнашиваемых изделий является актуальной задачей [1, 2].

Цель работы – исследовать влияние углерода и модификатора на структуру, твердость и износостойкость металла системы Fe–Cr–C–Mo–Ti–Ni–B, наплавленного аргонодуговым способом с использованием экспериментальных порошковых проволок.

Проведены металлографические исследования структуры, твердости наплавленного металла, содержащего, % (по массе): 1,7 – 4,0 C; 2,0 – 2,5 Mo; 12,0 – 12,8 Cr; 1,0 – 1,5 Ti; 1,0 – 1,5 Ni; 0,42 – 0,65 B; Fe – остальное. Содержание в порошковой проволоке модификатора на основе микро- и нанопорошка нитрида титана TiN варьировали в диапазоне 0,25 – 0,80 % (по массе). Износостойкость исследовали при трении металла по металлу в присутствии абразива (смесь корунда и железной окалины в соотношении 50 на 50 %) с нагревом образца и стальной подложки до 500 °С.

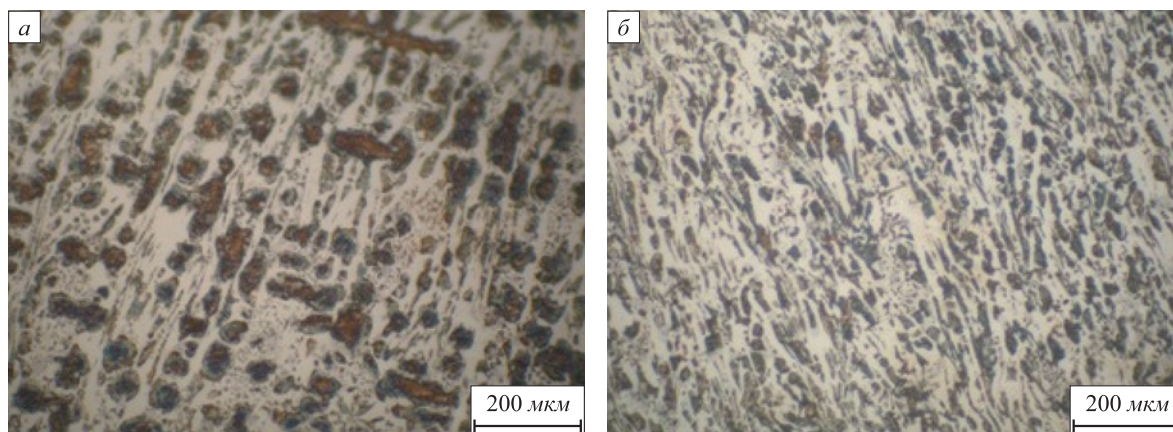
Установлено, что с увеличением содержания углерода твердость наплавленного в четыре прохода металла

возрастает с 51 до 59 HRC, а износостойкость при нормальной температуре – в 1,5 раза, что связано с увеличением количества карбидной фазы, а также однородностью ее распределения в матрице сплава. При этом соотношение атомных содержаний титана и углерода, а также хрома и углерода в наплавленном металле находится в пределах 0,05 – 0,10 и 0,5 – 0,7 соответственно.

С целью диспергирования структуры и повышения износостойкости сплава в порошковую проволоку дополнительно вводили модификатор. Установлено, что частицы TiN из состава модификатора являются центрами кристаллизации для мелких (1 – 3 мкм) включений двойного карбида $(\text{Ti}, \text{Mo})\text{C}_x$, где $x = 0,78 – 0,92$, причем с увеличением массовой доли модификатора их количество возрастает. Модифицирование обуславливает значительное измельчение кристаллов карбоборида $(\text{Fe}, \text{Cr})_7(\text{C}, \text{B})_3$, расположенных в эвтектической матрице сплава (см. рисунок).

Твердость металла, содержащего 4 % (по массе) углерода, в результате модифицирования 0,8 % (по массе) TiN возрастает с 59 до 64 HRC, стойкость к изнашиванию закрепленным абразивом при температуре 25 °С увеличивается на 14 %, стойкость к изнашиванию через абразивную прослойку при температуре 500 °С – на 12 %. Таким образом, рациональное легирование наплавленного металла системы Fe–Cr–C–Mo–Ti–Ni–B карбидообразующими элементами и углеродом, а также модифицирование микро- и наночастицами TiN дает возможность повысить его твердость и износостойкость.

* Работа выполнена при финансовой поддержке Совета по грантам Президента РФ (грант № МК-4265.2014.8) и РФФИ (грант № 14-08-00868а).



Микроструктура немодифицированного (а) и модифицированного 0,8 % (по массе) TiN (б) наплавленного сплава системы Fe–Cr–C–Mo–Ti–Ni–B

Microstructure of unmodified (a) and modified 0.8 wt. % TiN (b) welded alloy of Fe–Cr–C–Mo–Ti–Ni–B system

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Осипов М.Ю. Изыскание и исследование износостойких наплавочных сплавов для работы в условиях абразивного изнашивания при повышенных температурах // Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні: науковий журнал. 2014. № 1. С. 52 – 57.
- Лейначук Е.И. Электродуговая наплавка деталей при абразивном и гидроабразивном износе. – Киев: Наук. думка, 1985. – 160 с.

Поступила 3 июня 2015 г.

IZVESTIYA VUZOV. CHERNAYA METALLURGIYA = IZVESTIYA. FERROUS METALLURGY. 2016. Vol. 59. No. 9, pp. 671–672.

STRUCTURE AND PROPERTIES OF THE WELDED WEAR RESISTANT ALLOY OF Fe–Cr–C–Mo–Ni–Ti–B SYSTEM

A.A. Antonov, A.A. Artem'ev, G.N. Sokolov

Volgograd State Technical University, Volgograd, Russia

Abstract. The structure and properties of the weld metal by arc method alloy of Fe–Cr–C–Mo–Ti–Ni–B iron were investigated. The effect of the modifier on the basis of TiN titanium nitride on hardness and resistance of welded metal to abrasion was studied at normal and elevated temperatures.

Keywords: welding, welded metal, flux-cored wire, microstructure, hardness, wear resistance, modifier.

DOI: 10.17073/0368-0797-2016-9-671-672

REFERENCES

- Osipov M.Yu. Study and research of the wear resistant surfacing alloys for work in the conditions of abrasive wear at elevated temperatures. *Novi materiali i tehnologії v metalurgії ta mashinobuduvanni: naukovii zhurnal*. 2014, no. 1, pp. 52–57. (In Russ.).

- Leinachuk E.I. *Elektrodugovaya naplavka detalei pri abrazivnom i gidroabrazivnom iznose* [Arc welding of parts at abrasive and hydroabrasive wear]. Kiev: Nauk. dumka, 1985, 160 p. (In Russ.).

Acknowledgements. The work was supported by the grants of the Council of the Russian President (Grant no. MK-4265.2014.8) and RFBR (grant no. 14-08-00868a).

Information about the authors:

A.A. Antonov, Postgraduate of the Chair "Equipment and Technology of Welding Production" (Alantant@mail.ru)

A.A. Artem'ev, Cand. Sci. (Eng.), Assist. Professor of the Chair "Equipment and Technology of Welding Production" (artspace5@yandex.ru)

G.N. Sokolov, Dr. Sci. (Eng.), Professor of the Chair "Equipment and Technology of Welding Production" (gnsokolov@yandex.ru)

Received June 3, 2015