

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ МОДИФИЦИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ОТВЕТСТВЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Водолазская Н.В., Шарая О.А.

Ключевые слова: модифицирование поверхностного слоя металла, химико-термическая обработка, упрочнение, износостойкость.

Аннотация. Предлагается вариант решения проблемы износа ответственных изделий, работающих в сложных силовых, температурных и скоростных условиях эксплуатации трущихся деталей. Представлены результаты исследования технологических процессов модифицирования деталей из чугуна путем карбонитрации.

PROCESS PRINCIPLES FOR MODIFICATION OF SURFACE LAYER OF MACHINE PARTS

Vodolazskaya N.V., Sharaya O.A.

Keywords: modification of surface layer of metal, chemical-thermal treatment, hardening, wear resistance.

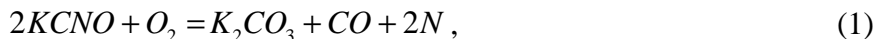
Abstract. The alternative version of a solution to the problem of wear of critical pieces of work operating in complex power, temperature and speed operating conditions of friction parts is proposed. The results of the study of technological processes of modifying cast iron parts by carbonitration are presented.

Среди упрочняющих технологий, применяемых для ответственных деталей машин, особое место занимают физико-химические способы воздействия на поверхность материала, так как состояние поверхности во многом определяет уровень прочности и эксплуатационные свойства таких деталей [1, 2]. Получение упрочненных поверхностных слоев достигается путем целенаправленного формирования заданного структурного состояния металла с использованием высококонцентрированных источников энергии, таких как ионные, лазерные, ультразвуковые, высокочастотные индукционные и другие [3-5]. В результате такого воздействия происходят либо структурные изменения в исходной поверхности, т.е. процесс модифицирования, или формирование заданного покрытия на поверхности [6, 7].

Проведенные ранее лабораторные испытания опытных образцов из чугуна, модифицированных с помощью таких упрочняющих технологий поверхностного слоя как нитроцементация, «жидкостное азотирование» и карбонитрация, показали, что предпочтительным способом повышения износостойкости изделий из чугуна является карбонитрация [8]. Высокая износостойкость контрольных образцов после карбонитрации, особенно при больших нагрузках, обусловлена формированием на их поверхности пластичного диффузионного слоя с определенным комплексом физико-механических свойств [9].

Некоторые элементы происходящего процесса можно пояснить следующим образом. При карбонитрации происходит насыщение азотом, углеродом и кислородом поверхности образцов многокомпонентного сплава на основе железа, содержащего дополнительно кремний, марганец, хром,

титан, которые находятся в химически связанном состоянии, Углерод в опытных образцах присутствовал в свободном состоянии в виде включений графита. В цианатных ваннах в результате химических реакций идёт процесс выделения азота и углерода по схеме:



Следовательно, азот и углерод выделяются в атомарном состоянии, адсорбируются на поверхности чугуна и диффундируют вглубь изделия с образованием поверхностного диффузионного слоя. При этом необходимо учитывать, что диффузионная способность азота значительно выше, чем углерода, т.к. относительно низкие температуры процесса карбонитрации способствуют преимущественному насыщению поверхности азотом. Взаимодействие между элементами, входящими в состав чугуна и насыщающими компонентами при карбонитрации имеет сложный физико-химический характер и определяется термодинамической активностью элементов по отношению к азоту, углероду, кислороду, а также их количественным соотношением.

При рассмотрении механизма карбонитрации чугуна были проанализированы термодинамические характеристики указанных элементов и их соединений. Линии интенсивности распределения легирующих элементов по глубине карбонитрированного слоя представлены на рисунке 1. Более высокое, по сравнению с матрицей, содержание хрома, кремния и марганца в поверхностном слое связано с большей, чем у железа термодинамической активностью этих элементов по отношению к азоту, углероду и кислороду. Поскольку при карбонитрации происходит одновременное насыщение чугуна азотом, углеродом и кислородом, то наибольший интерес представляло исследование распределения указанных элементов и их взаимодействие с насыщаемым материалом. Кривые интенсивности характеристического излучения насыщающих элементов наглядно иллюстрируют рисунок 2.

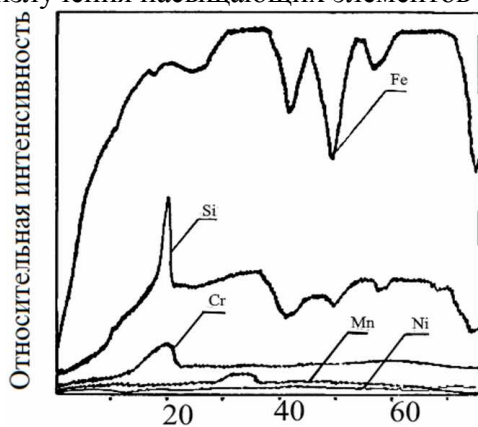


Рис. 1. Распределения легирующих элементов по глубине слоя

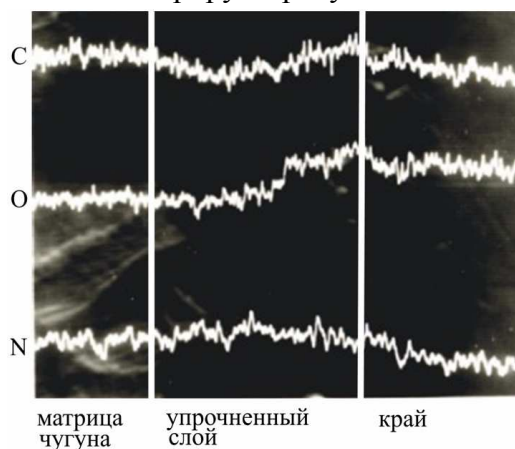


Рис. 2. Распределение N, C и O по глубине карбонитрированного слоя

Экспериментально полученная информация о характере распределения элементов в поверхностных слоях чугуна позволяет сформулировать основные положения механизма образования карбонитрированного слоя для условий поверхностного насыщения за счет разработки технологических принципов его упрочняющей обработки. Исследование образцов, проведенное на стенде, показало, что по сравнению с исходным состоянием износостойкость образцов из чугуна марки СЧ25 повысилась в 2,2 раза.

По эксплуатационным характеристикам модифицированные слои дают наибольший эффект для деталей, работающих в условиях абразивного износа.

Список литературы.

1. Isagulov A., Kvon S., Kulikov V. et al. Study of the structure and stress fields in a grinding ball casting // Черные металлы. 2020. №5. С. 37-41.
2. Vodolazskaya N. Types and ways of modernization in a context of the international experience // Virtual Economics. 2019. Vol. 2, №2(1). P. 81-93.
3. Шарая О.А., Водолазская Н.В. Технологические аспекты модифицирования поверхностного слоя деталей сельскохозяйственных машин // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2019. №3(23). С.82-92.
4. Pastukhov A., Sharaya O., Vodolazskaya N. et. al. Hardening of parts of agricultural machinery with laser micro alloying // Engineering for rural development. 2018. Vol. 17. P. 1360-1365.
5. Стребков, С.В., Слободюк А.В., Сахнов А.П. и др. Упрочнение рабочей кромки почвообрабатывающих орудий электроискровым легированием // Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке. – 2018. С. 399-403.
6. Vodolazskaya N., Sharaya O. Modifying of the Surface of Products from Cast Iron as the Element of Production Modernization // Solid State Phenomena. 2020. Vol. 299. P. 588-593.
7. Vodolazskaya N.V., Sharaya O.A Wear resistance of cast iron parts due to modification of surface layer // Journal of Advanced Research in Technical Science. 2020. №18. P. 33-36.
8. Шарая О.А., Водолазская Н.В. Способы повышения износостойкости изделий из чугуна путем упрочняющей обработки их поверхности // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2020. №4(28). С. 106-116.
9. Шарая О.А., Водолазская Н.В. Упрочнение чугуна диффузионной металлизацией // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2018. №1(17). С. 68-77.

References

1. Isagulov A., Kvon S., Kulikov V. et al. Study of the structure and stress fields in a grinding ball casting // Ferrous materials. 2020. № 5. P. 37-41.
2. Vodolazskaya N. Types and ways of modernization in a context of the international experience // Virtual Economics. 2019. Vol. 2, №2(1). P. 81-93.

3. Sharaya O.A., Vodolazskaya N.V. Technological aspects of surface layer of agricultural machines parts // Innovations in agrarian and industrial complex: problems and prospects. 2019. №3(23). P. 82-92.
4. Pastukhov A., Sharaya O., Vodolazskaya N. et. al. Hardening of parts of agricultural machinery with laser micro alloying // Engineering for rural development. 2018. Vol. 17. P. 1360-1365.
5. Strebkov S.V., Slobodyuk A.P., Sakhnov V.A. et. al. Hardening of the working edges of tillers electric-spark alloying, // Actual problems of Agroengineering in the XXI century. 2018. P. 399-403.
6. Vodolazskaya N., Sharaya O. Modifying of the Surface of Products from Cast Iron as the Element of Production Modernization // Solid State Phenomena. 2020. Vol. 299. P. 588-593.
7. Vodolazskaya N.V., Sharaya O.A Wear resistance of cast iron parts due to modification of surface layer // Journal of Advanced Research in Technical Science. 2020. №18. P. 33-36.
8. Sharaya O. A., Vodolazskaya N. V. Methods of increasing wear resistance of cast iron products by strengthening treatment of their surface // Innovations in agrarian and industrial complex: problems and prospects. 2020. №4(28). P.106-116.
9. Sharaya O.A., Vodolazskaya N.V. Cast iron hardening by diffusive metallization // Innovations in agrarian and industrial complex: problems and prospect. 2018. №1(17) P. 68-77.

<p>Водолазская Наталия Владимировна – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технической механики и конструирования машин, Белгородский государственный аграрный университет, Россия, vnv26@bk.ru.</p>	<p>Vodolazskaya Nataliia Vladimirovna – candidate of technical sciences, associate professor, Department of Technical Mechanics and Machinery Design, Belgorod State Agricultural University, Russia, vnv26@bk.ru</p>
<p>Шарая Ольга Александровна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технической механики и конструирования машин, Белгородский государственный аграрный университет, Россия, sharay61@mail.ru</p>	<p>Sharaya Olga Alexandrovna – candidate of technical sciences, associate professor, Department of Technical Mechanics and Machinery Design, Belgorod State Agricultural University, Russia, sharay61@mail.ru</p>

Received 14.06.2021