

МИКРОТВЕРДОСТЬ ПОКРЫТИЙ НА СТАЛИ У8, ПОЛУЧЕННЫХ БОРИРОВАНИЕМ И ОДНОВРЕМЕННЫМ НАСЫЩЕНИЕМ БОРОМ, ХРОМОМ И ТИТАНОМ

**И. А. Гармаева³, М. А. Гурьев¹, Т. Г. Иванова¹,
Дон Яджи², А. М. Гурьев^{1, 2}**

¹ Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова,
г. Барнаул, Россия

² Уханьский текстильный университет, г. Ухань, КНР

³ Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления,
г. Улан-Удэ, Россия

Проведено исследование диффузионных покрытий на стали У8, полученных насыщением из смесей, содержащих бор, хром и титан.

Ключевые слова: упрочнение поверхности, диффузия, сталь, борирование, повышение ресурса

MICROHARDNESS OF COVERINGS ON STEEL U8, RECEIVED BY BORATING AND SIMULTANEOUS SATURATION BY BORON, CHROME AND TITANIUM

**I. A. Garmaeva³, M. A. Guriev¹, T. G. Ivanova¹,
Dong Yajie², A. M. Guriev^{1, 2}**

¹ Altai State Technical University, Barnaul, Russia

² Wuhan Textile University, Wuhan, China

³ East Siberia State University of Technology and Management, Ulan-Ude, Russia

The research of the diffusion coverings on U8 steel received by saturation from the mixes containing boron, chrome and titanium.

Keywords: surface hardening, diffusion, steel, boriding, increasing resource

В работе проводили диффузионное насыщение из порошковых смесей на основе аморфного бора (№ 1), карбида бора (№ 2), карбида бора с добавлением хрома и титана (№ 3) [1 – 6]. В качестве активатора во всех смесях использовали фторид натрия. Массовое содержание бора во всех смесях было одинаковым, в качестве балластной добавки использовали оксид алюминия.

В качестве насыщаемого материала была выбрана углеродистая сталь У8. Насыщение вели из порошковых смесей в жаростойких контейнерах. В качестве источника нагрева использовалась камерная печь типа СНОЛ, оснащенная ПИД-контроллером «Термодат-16ЕЗ» [7 – 13]. Микроструктуру полученных покрытий изучали на поперечных

микрошлифах, для приготовления которых применяли прецизионный отрезной станок «MICRACUT-201», металлографический пресс «METAPRESS» и автоматический шлифовально-полировальный станок «DIGI-PREP». Измерение микротвердости и фиксацию изображений микроструктуры производили при помощи программного комплекса «Thixomet PRO», к которому подключены полуавтоматический микротвердомер МН-6 и оптический микроскоп Carl Zeiss Axio Observer Z1m [14 – 22].

Микроструктура диффузионных покрытий на стали У8А, полученная насыщением из различных смесей представлена на рисунке 1. Результаты измерения микротвердости – на рисунке 2.

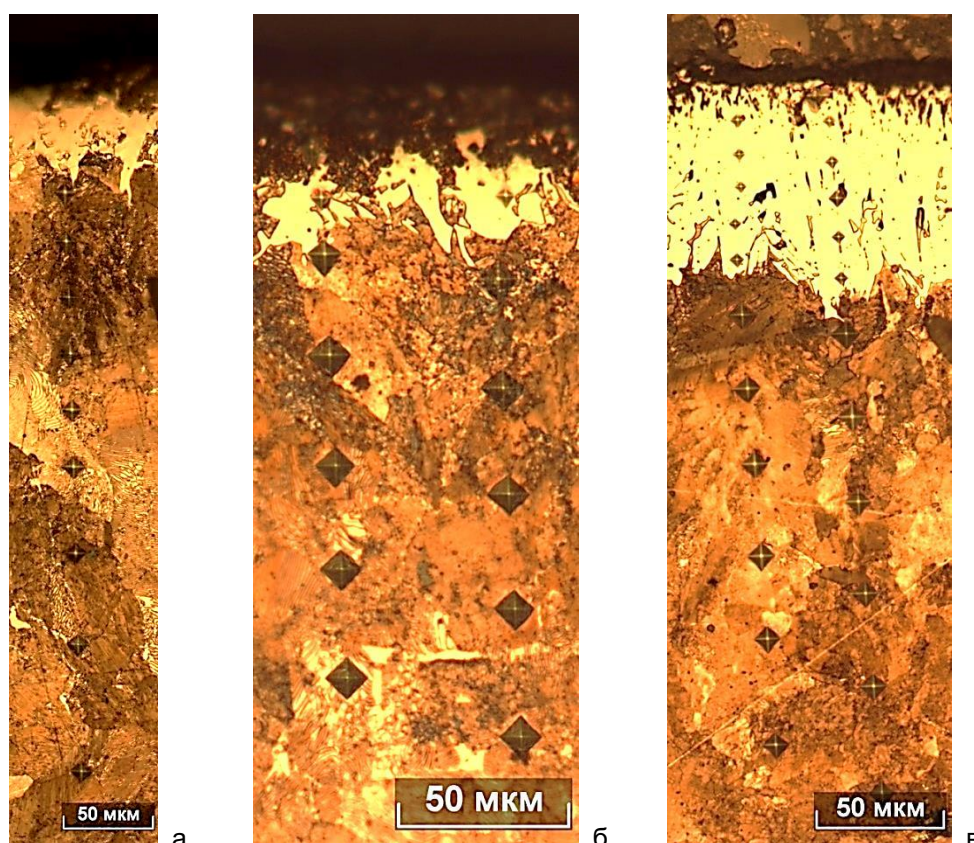


Рисунок 1 – Микроструктура диффузионных покрытий на стали У8А, полученных насыщением из различных смесей: а) № 1, б) № 2, в) № 3

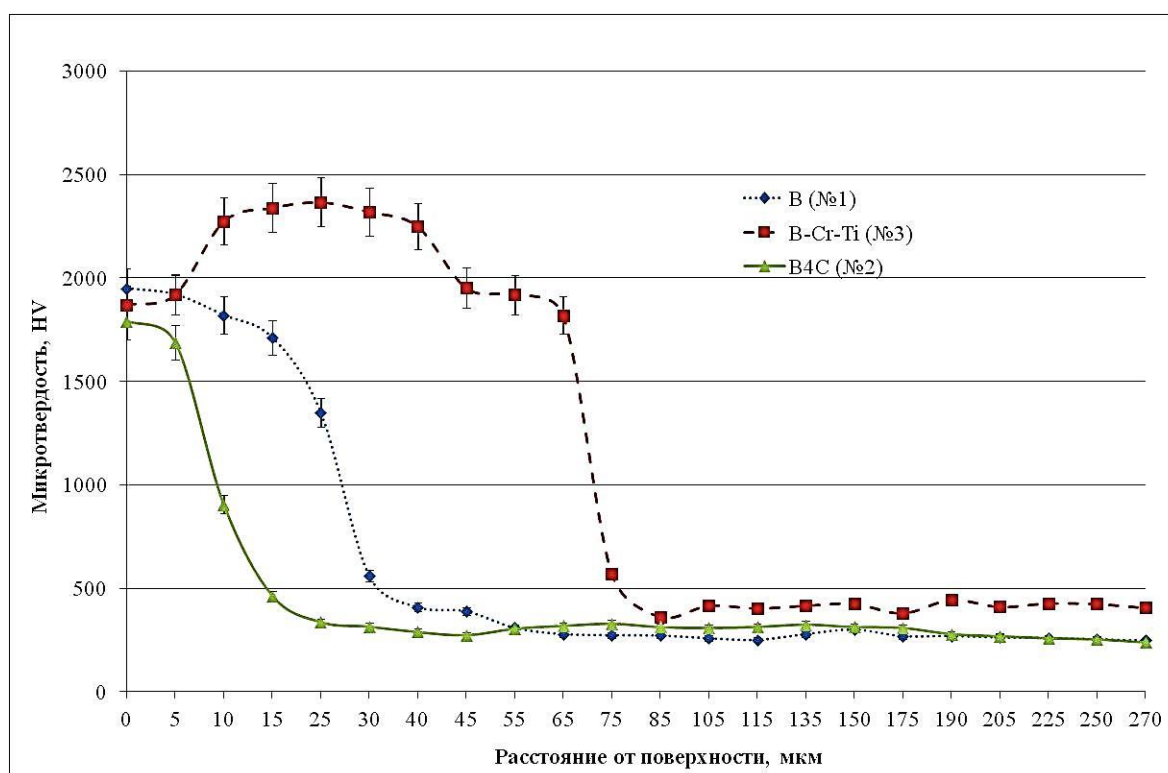


Рисунок 2 – Распределение микротвердости по сечению покрытий на стали У8, полученных диффузионным насыщением из различных насыщающих сред

МИКРОТВЕРДОСТЬ ПОКРЫТИЙ НА СТАЛИ У8, ПОЛУЧЕННЫХ БОРИРОВАНИЕМ И ОДНОВРЕМЕННЫМ НАСЫЩЕНИЕМ БОРОМ, ХРОМОМ И ТИТАНОМ

Как видно из рисунков 1 и 2, толщина диффузионного слоя и его микротвердость имеют максимальное значение в случае комплексного насыщения бором, хромом и титаном (соответственно 78 мкм и 2300 HV), минимальную толщину и микротвердость имеет покрытие, полученное насыщением из смеси на основе карбида бора (12,5 мкм и 1790HV соответственно). Покрытие, полученное насыщением из меси на основе аморфного бора имеет промежуточные показатели – соответственно 28 мкм и 1950 HV [23 – 33].

Список литературы

1. Лыгденов, Б. Д. Термоциклирование. Структура и свойства / Б. Д. Лыгденов, Ю. П. Хараев, А. Д. Грешилов, А. М. Гурьев. – Барнаул, 2014. 252с.
2. Гурьев, А.М. Термоциклическое и химико-термоциклическое упрочнение сталей. / Гурьев А.М., Ворошнин Л.Г., Хараев Ю.П., Лыгденов Б.Д., Земляков С.А., Гурьева О.А., Колядин А.А., Попова О.В. // Ползуновский вестник. - 2005. - № 2-2. - С. 36-43.
3. Лыгденов, Б.Д. Влияние состава насыщающей среды на структуру и свойства диффузионного слоя при титанировании сталей / Лыгденов Б.Д., Гурьев А.М. // Известия высших учебных заведений. - Физика. - 2000. - Т. 43. - № 11. - С. 269.
4. Иванов, С.Г. Комплексное насыщение сталей бором и хромом – борохромирование / Иванов С.Г., Гурьев А.М., Кошелева Е.А., Власова О.А., Гурьев М.А. // Ползуновский альманах. - 2008. - № 3. - С. 53.
5. Иванов, С.Г. Особенности приготовления насыщающих смесей для диффузионного борохромирования / Иванов С.Г., Гурьев А.М., Старостенков М.Д., Иванова Т.Г., Левченко А.А. // Известия высших учебных заведений. - Физика. - 2014. - Т. 57. - № 2. - С. 116-118.
6. Власова, О.А. Повышение прочности диффузионных карбоборидных покрытий термоциклированием в процессе их получения / Власова О.А., Иванов С.Г., Гурьев М.А., Кошелева Е.А., Гурьев А.М. // В сб.: наука и молодежь - 2007 (НИМ - 2007) Материалы IV Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых "Наука и молодежь - 2007" (НИМ-2007). - 2007. - С. 110-112.
7. Фазовые превращения и структура комплексных боридных покрытий. Иванов С.Г., Гармаева И.А., Андросов А.П., Зобнев В.В., Гурьев А.М., Марков В.А. Ползуновский вестник. 2012. № 1-1. С. 106-108.
8. Гурьев, А.М. Структура и свойства упрочненных бором и бором совместно с титаном поверхности штамповых сталей 5ХНВ И 5Х2НМВФ. / Гурьев А.М., Иванов С.Г., Гурьев М.А., Иванов А.Г., Лыгденов Б.Д., Земляков С.А., Долгоров А.А. // Фундаментальные проблемы современного материаловедения. - 2010. - Т. 7. - № 1. - С. 27-31.
9. Гурьев, А.М. Термоциклическое и химико-термоциклическое упрочнение сталей / Гурьев А.М., Ворошнин Л.Г., Хараев Ю.П., Лыгденов Б.Д., Земляков С.А., Гурьева О.А., Колядин А.А., Попова О.В. // Ползуновский вестник. - 2005. - № 2-2. - С. 36-43.
10. Гурьев, А.М. Распределение атомов бора и углерода в диффузионном слое после борирования стали 08кп / Гурьев А.М., Лыгденов Б.Д., Мосоров В.И., Инхеев Б.С. // Современные наукоемкие технологии. - 2006. - № 5. - С. 35-36.
11. Гурьев, А.М. Особенности формирования диффузионного слоя при термоциклическом борировании углеродистой стали / Гурьев А.М., Козлов Э.В., Игнатенко Л.Н., Попова Н.А. // В кн.: эволюция дефектных структур в конденсированных средах сборник тезисов докладов 5-ой Международной школы-семинара. – 2000. - С. 149-150.
12. Гурьев, М.А. Упрочнение литых деталей поверхностным легированием / Гурьев М.А., Иванов С.Г., Гурьев А.М. // В сб.: Проблемы и перспективы развития литейного, сварочного и кузнечно-штамповочного производств.: Гурьев А.М., Марков В.А.; Сб. науч. трудов X международной научно-практической конференции. - Барнаул, 2009. - С. 40-46.
13. Кошелева, Е.А. Технология многокомпонентного диффузионного упрочнения поверхности деталей машин и инструмента для энергетического машиностроения / Кошелева Е.А., Иванов С.Г., Нестеренко Е.А., Гурьев М.А., Земляков С.А., Власова О.А., Иванов А.Г. // Ползуновский вестник. - 2010. - № 1. - С. 106-113.
14. Kazakov, A. Characterization of Semi-Solid Materials structure / Kazakov A., Luong N.H. // Materials Characterization – 2001 - pp. 191-196.
15. Kazakov, A. A. Thixomet Image Analyzer for Characterization of 2D and 3D Materials Structure / Kazakov, A. A.; Luong, N. H.; Kazakova, E. I.; Zorina, E. M. // Understanding Processing, Structure, Property and Behavior Correlations: Proceedings of the 32nd Annual Convention of the International Metallographic Society Held 31 October to 3 November, 1999 in Cincinnati, Ohio ASM International, 27; - 133-142
16. Казаков, А.А. Оценка качества микроструктуры тиксотропных материалов. Часть 1 / Казакова Е.И., Геллер Г.В. // Цветные металлы 2007. - № 10.
17. Казаков, А.А. Оценка качества микроструктуры тиксотропных материалов. Часть 2 / Казаков А.А., Казакова Е.И., Геллер Г.В. // Цветные металлы, 2007 - № 12.
18. Казаков, А.А. Разработка методики количественной оценки микроструктурной полосчатости низколегированных трубных сталей с помощью автоматического анализа изображений / Казаков А.А., Киселев Д.В., Андреева С.В., Чигинцев Л.С., Головин С.В., Егоров В.А., Марков С.И. // Черные металлы, 2007. - №7-8.
19. Патент РФ №2449055. Способ исследования структуры трубных сталей.
20. Лясников, В.Н. Перспективные материалы. Учебное Пособие. Том V. / Казаков А.А., Киселев

Д.В., и др.: Под ред. Д.Л. Мерсона. - Тольятти: Изд-во ТГУ, 2013.

21. Казаков, А.А. Исследование природы неметаллических включений в стали с помощью автоматического анализатора частиц / Казаков, Д.А. Любченко, С.В. Рябошук, Л.С. Чигинцев // Черные металлы, 2014. - № 4.

22. Казаков, А.А. Разработка количественных методов оценки структуры доэвтектических силицидов для прогнозирования их механических свойств / Казаков, Д.В. Киселев, А.А. Кур, Е.Б. Лазутова // Цветные металлы. - 2014. - № 4.

23. Иванов, С.Г. Диффузионное насыщение сталей из насыщающих обмазок / Гурьев А.М., Кошелева Е.А., Бруль Т.А. // Фундаментальные исследования. - 2007. - № 4. - С. 38.

24. Кошелева, Е.А. Разработка технологии диффузионного упрочнения поверхности стальных деталей и инструмента / Кошелева Е.А. // Ползуновский альманах. - 2010. - № 1. - С. 95-101.

25. Иванов, С.Г. Исследование зависимости морфологии диффузионных боридных покрытий на углеродистых сталях от состава и фракции насыщающей смеси / Иванов С.Г., Куркина Л.А., Грешилов А.Д., Гурьев А.М. // Фундаментальные проблемы современного материаловедения. - 2012. - Т. 9. - № 4. - С. 556-559.

26. Лыгденов, Б.Д. Исследование фазового состава и дефектного состояния градиентных структур борированных сталей 20Л, 45, 55 и 5ХНВ / Лыгденов Б.Д., Гармаева И.А., Попова Н.А., Козлов Э.В., Гурьев А.М., Иванов С.Г. // Фундаментальные проблемы современного материаловедения. - 2012. - Т. 9. - № 4-2. - С. 681-689.

27. Иванов, С.Г. Исследование процессов диффузионного насыщения сталей из смесей на основе карбида бора / Иванов С.Г., Гурьев А.М., Кошелева Е.А., Власова О.А., Гурьев М.А. // Современные наукоемкие технологии. - 2008. - № 3. - С. 33.

28. Иванов, С.Г. Оценка скорости диффузии бора и хрома при различных режимах диффузионного упрочнения поверхности стали Ст3 / Иванов С.Г., Гармаева И.А., Гурьев А.М. // Фундаментальные проблемы современного материаловедения. - 2012. - Т. 9. - № 2. - С. 248-251.

29. Иванов, С.Г. Влияние добавок легирующих элементов в обмазку на процессы комплексного многокомпонентного диффузионного насыщения стали / Иванов С.Г., Гурьев М.А., Иванов А.Г., Гурьев А.М. // Современные наукоемкие технологии. - 2010. - № 7. - С. 170-172.

30. Гурьев, А.М. Теория и практика получения литого инструмента / Гурьев А.М., Хараев Ю.П. Барнаул, 2005. - 220 с.

31. Кошелева, Е.А. Борохромирование - перспективный метод упрочнения деталей машин и инструмента / Кошелева Е.А., Гурьев М.А., Власова О.А., Иванов С.Г., Гурьев А.М. // В сб.: Проблемы и перспективы развития литейного, сварочного и кузнечно-штамповочного производств.: Гурьев А.М., Марков В.А.: Сб. научных трудов X международной научно-практической конференции. - Барнаул, 2009. - С. 69-70.

32. Гармаева, И.А. Исследование влияния различных факторов при борировании на механические свойства стали с применением математической модели / Гармаева И.А., Лыгденов Б.Д., Гурьев А.М., Власова О.А. // Упрочняющие технологии и покрытия. - 2008. - № 10. - С. 30-32.

33. Бутуханов, В.А. Исследование процесса диффузионного насыщения в смеси, содержащей оксид ванадия и алюминий / Бутуханов В.А., Грешилов А.Д., Лыгденов Б.Д., Отхонсо Г. // Ползуновский вестник. - 2012. - № 1-1. - С. 51-55.

Гармаева Ирина Анатольевна³ – к. т. н., доцент
Гурьев Михаил Алексеевич¹ – к. т. н.

Иванова Татьяна Геннадьевна – аспирант
Дон Яджи²
Гурьев Алексей Михайлович^{1, 2} – д. т. н., профессор

¹ ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» (АлтГТУ), г. Барнаул, Россия

² Уханьский текстильный университет, г. Ухань, КНР

³ ФГБОУ ВПО «Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления (ВСГУТУ)», г. Улан-Удэ, Россия