

ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА БЫСТРОРЕЖУЩЕЙ СТАЛИ Р6М5

**А. М. Гурьев, С. Г. Иванов, Т. Г. Иванова, Е. А. Кошелева,
С. А. Иванова, А. А. Левченко**

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

Обработка резанием является наиболее часто применяемой операцией формообразования, поэтому повышение стойкости материалов для обработки резанием является одной из первостепенных задач современного материаловедения.

Задача повышения стойкости режущего инструмента из быстрорежущих сталей является актуальной, так как повышение ресурса работы на 10 – 30 % по предварительным расчетам, в масштабах России способно дать экономический эффект от 50 до 150 млн. рублей в год.

В данной работе исследована возможность повышения износостойкости быстрорежущей стали, применяемой для создания режущего инструмента. В качестве исследуемой была взята быстрорежущая сталь Р6М5, как наиболее часто применяемая сталь для режущего инструмента (сверла, метчики, развертки и т. д.). Упрочнение велось методами химико-термической обработки (ХТО) путем комплексного диффузионного насыщения бором и хромом – борохромирования.

Процесс упрочнения вели из насыщающей обмазки на основе карбида бора, содержащей активированные атомы бора и хрома согласно рекомендациям [1 – 5]. Температура насыщения составила 1150 °С, время насыщения было выбрано равным 2,5 ч. Обработку образцов из стали Р6М5 осуществляли согласно рекомендациям [6]. Образцы по окончании выдержки извлекали из печи, закаливали в масле И – 20. Образцы из стали Р6М5 отпуску не подвергали, так как обработке подвергался тонкий поверхностный слой толщиной не более 0,5 мм.

Резку образцов для металлографических исследований осуществляли абразивными кругами на основе кубического нитрида бора на прецизионном отрезном станке

«MicroCut-201», после чего запрессовывали в фенольную смолу на автоматическом прессе «MetaPress». Механическую шлифовку производили на автоматическом полировальном станке «DigiPrep», после чего осуществляли электролитическую полировку и травление. Полученные микроструктуры рассматривали на оптическом микроскопе «Carl Zeiss AxioObserver Z1m» при увеличениях $\times 200$ и $\times 500$ с фиксацией встроенной цифровой камерой AxioCAM.

Полученные структуры представлены на рисунках 1 – 4.

Представленные рисунки отображают поверхность быстрорежущей стали, на которой сформировался диффузионный слой толщиной 15 – 25 мкм. Строение данного слоя – классическое для боридных диффузионных покрытий, игольчатое, однако иглы сильно затуплены и формируют практически сплошной слой. Это объясняется высоким содержанием легирующих элементов: углерода, вольфрама и молибдена, ограничивающими диффузию бора вглубь.

На рисунке 5 изображено распределение микротвердости по диффузионному покрытию.

Исходя из приведенного графика (рисунок 5), толщина диффузионного покрытия, согласно измерениям микротвердости, составляет порядка 30 мкм, а общая толщина упрочненного слоя, включающая как непосредственно диффузионный слой, так и переходную зону, достигает 60 – 65 мкм. Таким образом, показана возможность упрочнения режущего инструмента из быстрорежущих сталей методами химико-термической обработки. Вопрос изменения размеров инструмента из быстрорежущих сталей в результате упрочнения требует дополнительного изучения.

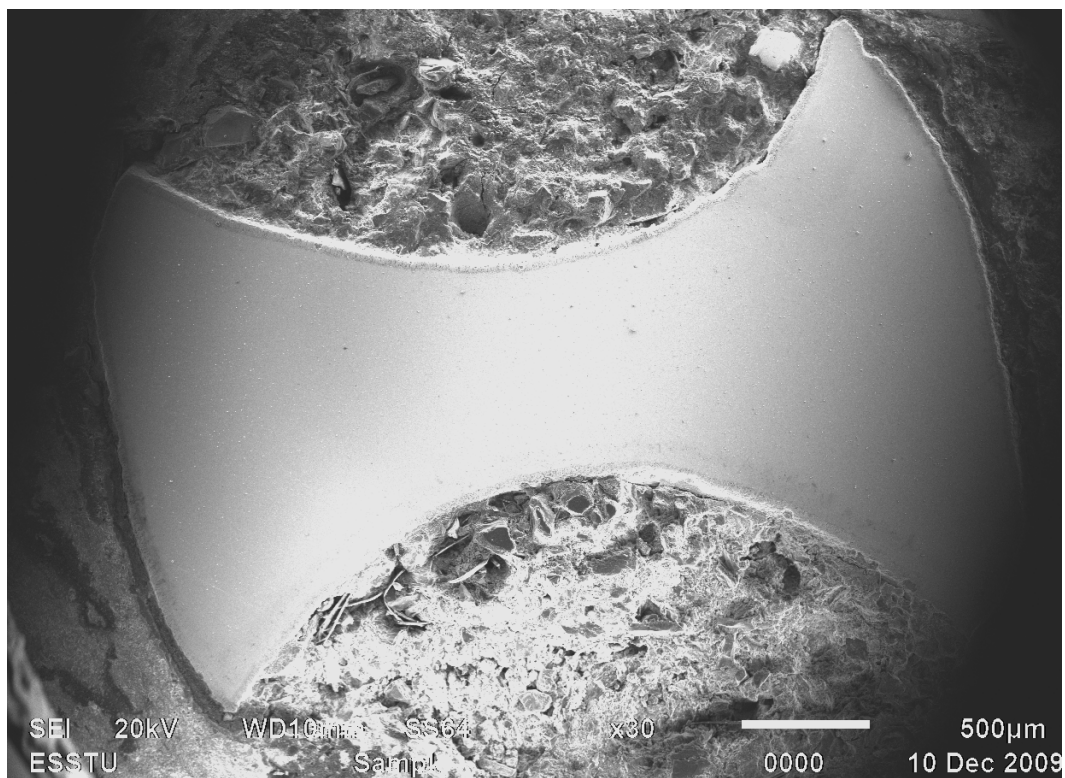


Рисунок 1 – Микроструктура борохромированного слоя на стали Р6М5

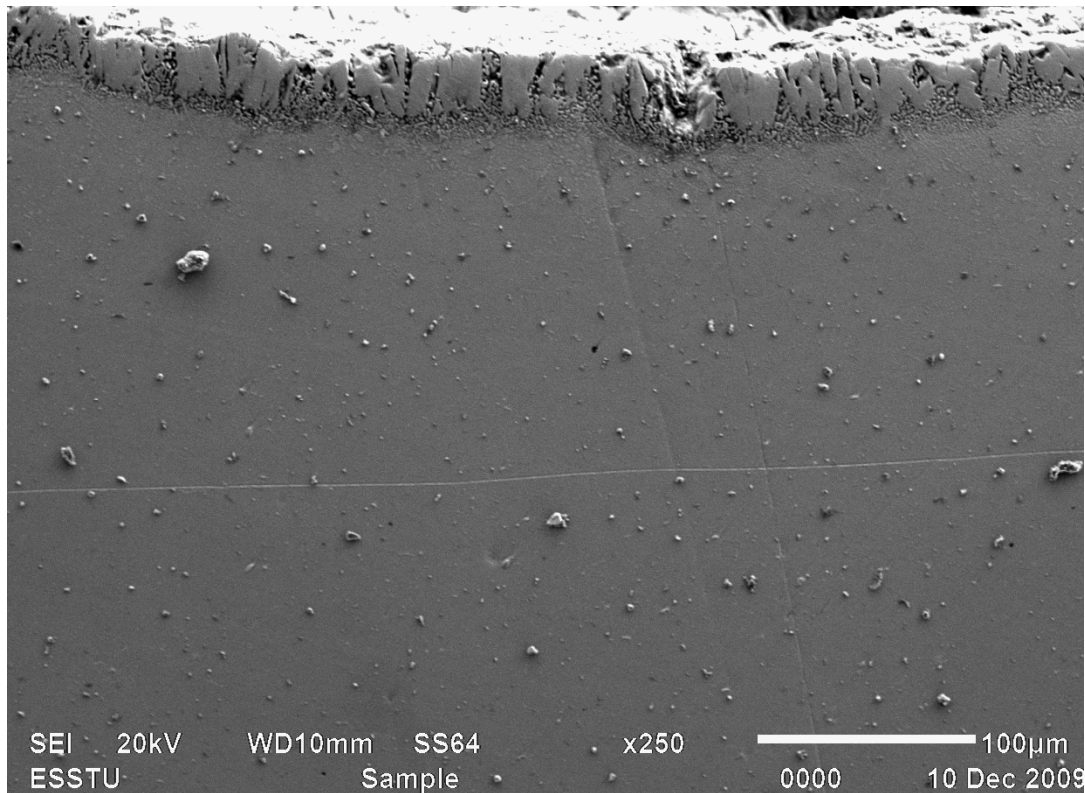


Рисунок 2 – Микроструктура борохромированного слоя на стали Р6М5

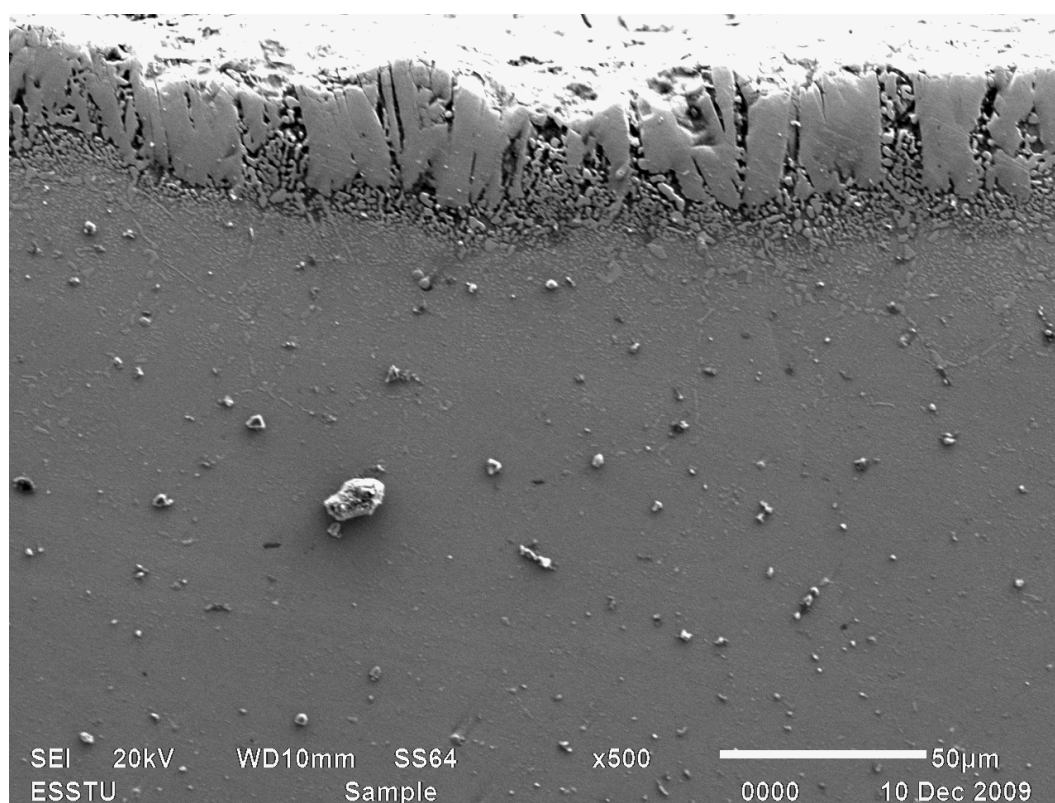


Рисунок 1 – Микроструктура борохромированного слоя на стали Р6М5

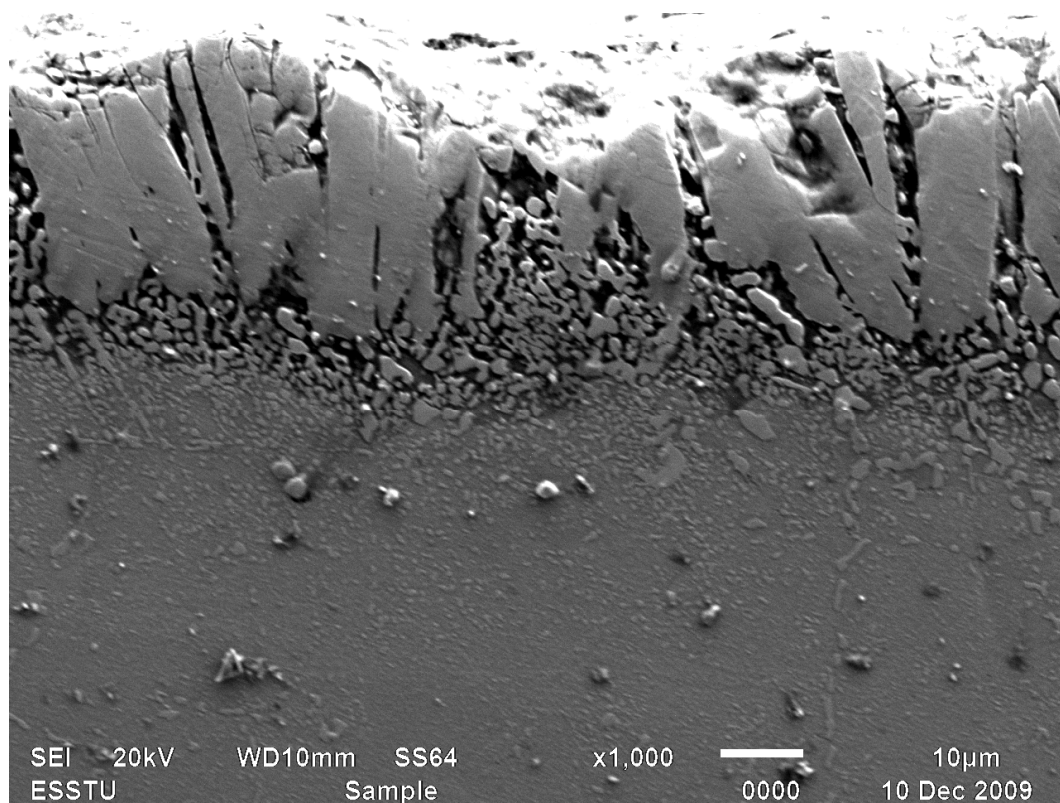


Рисунок 1 – Микроструктура борохромированного слоя на стали Р6М5

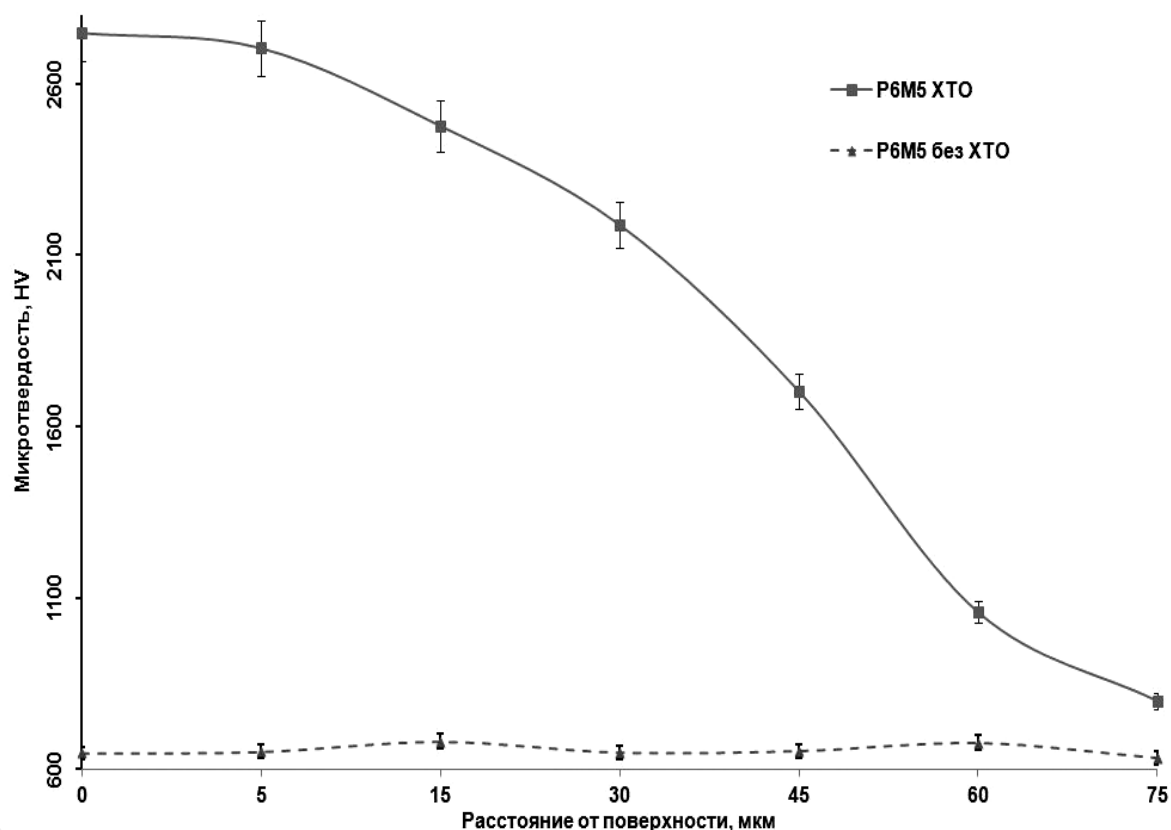


Рисунок 5 – Распределение микротвердости на стали P6M5

Список литературы:

1. Гурьев, А. М. Физические основы химико-термоциклической обработки сталей / А.М. Гурьев, Б.Д. Лыгденов, Н.А. Попова, Э.В. Козлов. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2008. – 250 с.
2. Гурьев, А. М. Структурно-фазовые состояния перспективных металлических материалов / А. М. Гурьев, О. А. Власова, С. Г. Иванов и др. под редакцией В. Е. Громова. – Новокузнецк: Изд-во НПК, 2009г. – 613 с.
3. Гурьев, А. М. Диффузионные покрытия сталей и сплавов / А. М. Гурьев, С. Г. Иванов, И. А. Гармаева. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2013. – 221 с.
4. Пат. № 2345175 Российская Федерация, МПК Способ упрочнения деталей из конструкционных и инструментальных сталей / А. М. Гурьев, С. Г. Иванов, Б. Д. Лыгденов, С. А. Земляков, О. А. Власова, Е. А. Кошелева, М. А. Гурьев. – № 2007112368/02; заявл. 03.04.07; опубл. 27.01.09, Бюл. № 3.
5. Пат. № 2381299 Российская Федерация. Способ упрочнения стальных деталей / А. М. Гурьев, С. Г. Иванов, О. А. Власова, Е. А. Кошелева, М. А. Гурьев, Б. Д. Лыгденов. – №2008118705/02; заявл. 12.05.08; опубл. 10.02.10, Бюл. №4.
6. Пат. № 2482215 Российская Федерация. Способ нанесения керамического покрытия на детали из чугунов и сталей / А. М. Гурьев, С. Г. Иванов, М. А. Гурьев, А. Г. Иванов, В. В. Зобнев. – №2011148197/02; заявл. 25.11.2011; опубл. 20.05.13, Бюл. №14.
7. Иванов, С. Г. Особенности диффузии атомов бора и хрома при двухкомпонентном насыщении поверхности стали Ст3 / Иванов С. Г., Гармаева И. А., Гурьев А. М. // Фундаментальные проблемы современного материаловедения. 2012. Т. 9. № 1. С. 86-88.
8. 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 книге: эволюция дефектных структур в конденсированных средах Старостенков М. Д. сборник тезисов докладов 5-ой

Международной школы-семинара (24-28 июня 2000 г., Барнаул). Барнаул, 2000. С. 149-150.

9. Кошелева, Е. А. Оптимизация химического состава насыщающих смесей при диффузионном борировании инструментальных сталей / Кошелева Е. А., Гурьев А. М. // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2009. – № 5. – С. 76-77

10. Гурьев, А. М. Новые материалы и технологии для литых штампов // Барнаул, 2000. – 216 с.

11. Лыгденов, Б. Д. Особенности формирования структуры диффузионного слоя и разработка технологии упрочнения литых инструментальных сталей с учетом дендритной ликвации / Лыгденов Б. Д., Гурьев А. М., Гармаева И. А., Мижитов А. Ц., Мосоров В. И. // Фундаментальные проблемы современного материаловедения. 2006. – Т. 3. – № 3. – С. 84-86

12. Гурьев, А. М. Изменение фазового состава и механизм формирования структуры переходной зоны при термоциклическом борировании феррито-перлитной стали / Гурьев А. М., Козлов Э. В., Жданов А. Н., Игнатенко Л. Н., Попова Н. А. // Известия высших учебных заведений. – Физика. – 2001. – № 2. – С. 58

13. Гурьев, М. А. Анализ влияния природы легирующих элементов в высоколегированных сталях на процессы комплексного многокомпонентного диффузионного борирования / Гурьев М. А., Гурьев А. М., Иванов А. Г., Иванов С. Г. // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2010. – № 5. – С. 155-157

14. Лыгденов, Б. Д. Исследование фазового состава и дефектного состояния гра-

диентных 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

15. Иванов, С. Г. 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

16. Гурьев, М. А. Технология нанесения многокомпонентных упрочняющих покрытий на стальные детали / Гурьев М. А., Фильчаков Д. С., Гармаева И. А., Иванов С. Г., Гурьев А. М., Околович Г. А. // Ползуновский вестник. 2012. № 1-1. С. 73-78.

17. Иванов, С. Г. Особенности диффузии атомов бора и хрома при двухкомпонентном насыщении поверхности стали Ст3 / Иванов С. Г., Гармаева И. А., Гурьев А. М. // Фундаментальные проблемы современного материаловедения. – 2012. – Т. 9. – № 1. – С. 86-88

18. Иванов, С. Г. Разработка состава насыщающей смеси и технологии диффузионного борохромирования тяжелонагруженных деталей машин и инструмента / дисс. канд. техн. наук // Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова. – Барнаул, – 2007

19. Гурьев, А. М. Совершенствование технологии химико-термической обработки инструментальных сталей. / Гурьев А. М., Лыгденов Б. Д., Власова О. А. // Обработка металлов: технология, оборудование, инструменты. – 2009. – № 1. – С. 14-15