

ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ЛИТОЙ СТАЛИ

А.М. Гурьев, Б.Д. Лыгденов, Д.М. Махаров, В.И. Мосоров

Использование энергосберегающих технологий, способствующих повышению производительности труда, играет важную роль для научно-технического прогресса в машиностроении. Актуальность этой задачи особенно очевидна для инструментального производства.

Изготовление инструмента различными методами литья приводит к сокращению расхода дорогостоящей инструментальной стали и снижению себестоимости инструмента. Литой инструмент к тому же обладает повышенной износостойкостью. Поэтому широкое применение литейных технологий является весьма перспективным направлением в инструментальном производстве [1].

В процессе эксплуатации наиболее интенсивно подвергаются температурно-силовым воздействиям поверхностные слои деталей и инструмента, поэтому структура и свойства поверхностных слоев оказывает важное влияние на их работоспособность.

С этой точки зрения представляет интерес повышение износостойкости деталей машин и инструмента методами химико-термической обработки [2].

В настоящей работе представлены результаты химико-термической обработки литых сталей 40ХЛ, 55Л и 20ХЛ.

Борировали литые стали 40ХЛ и 55Л. На первом рисунке представлено макроскопическое изображение слитка.

В качестве насыщающей смеси использовали стандартный боризатор марки БМБ (ТУ 2.036.022227.144-07). Температура насыщения – 950 °С, время выдержки – 3 часа.

В результате диффузионного насыщения получены борированные слои толщиной 75-80 мкм на стали 40ХЛ (рисунк 3.), а на стали 55Л (рисунк 4.) толщиной ~100 мкм.



Рисунок 1 – макроструктура слитка, (диаметр 50 мм)

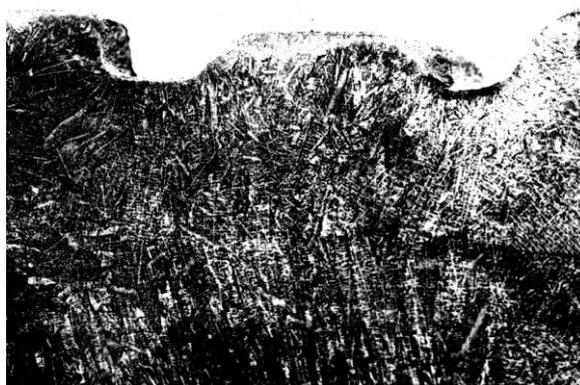


Рисунок 2 – Макроструктура фрагмента литого штампа (хорошо видна направленность кристаллизации)



Рисунок 3 – Борированный слой на стали 40ХЛ (x 200)



Рисунок 4 – Борированный слой на стали 50Л (x 200)

На рисунке 5 показано распределение микротвердости диффузионного слоя при борировании стали 20Х в литом и деформированном состоянии. Видно, что толщина диффузионного слоя в литом состоянии примерно в 1,5 раза выше, чем в деформированном.

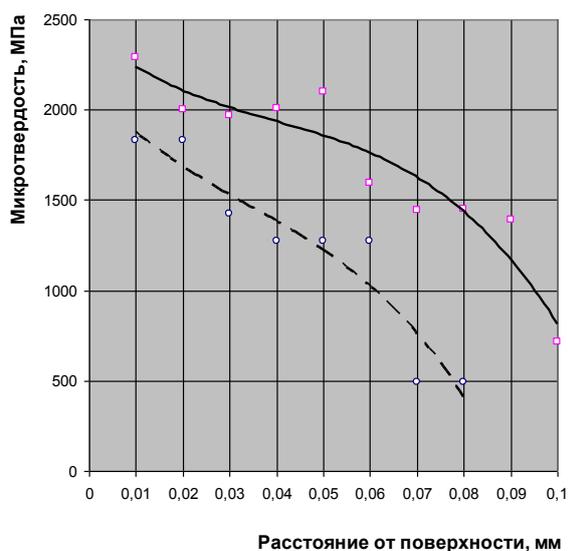


Рисунок 5 – Распределение микротвердости диффузионного слоя при борировании стали 20X;
 ----- прокат;
 ————— отливка

Ранее нами было установлено, что истинная картина структуры малоуглеродистой стали подвергнутой диффузионному борированию более сложная, чем предполагалось в ранее опубликованных исследованиях, а переходную зону следует называть карбоборидной. Фазовый состав внутри всей карбоборидной (переходной) зоны не меняется. Однако механизм формирования в различных ее участках (слоях) различен [3].

Как показали исследования, проведенные методами рентгеноструктурного анализа и электронной микроскопии, фазовый состав и объемная доля фаз по мере продвижения в глубь образца меняется.

Наиболее наглядно расположение этих фаз видно на рисунке 6.

Бориды Fe_2B и FeB образуются путем реакционной диффузии вслед за движущейся межфазной границей, которая смещается в глубь α -Fe.

Направленная кристаллизация привела к существенным качественным изменениям в структуре стали. Бор более активно проникает при таком строении на большую глубину и в больших количествах. В частности, фазовый состав на глубине 2,5мм в первом образце содержит один карбоборид железа $Fe_{23}(C,B)_6$, в то время как во втором образце присутствуют два карбоборида - $Fe_3(C,B)$ и

$Fe_{23}(C,B)_6$. Установлен следующий фазовый состав:

- на поверхности : $\alpha + Fe_2B + FeB + B_4C + Fe_3(C,B) + Fe_{23}(C,B)_6$
- на расстоянии от поверхности образца 100 мкм: $\alpha + Fe_3(C,B) + Fe_{23}(C,B)_6$
- на расстоянии - 500 мкм: $\alpha + Fe_3C + Fe_3(C,B) + Fe_{23}(C,B)_6$
- на расстоянии – 2500мкм: $\alpha + Fe_3C + Fe_{23}(C,B)_6$

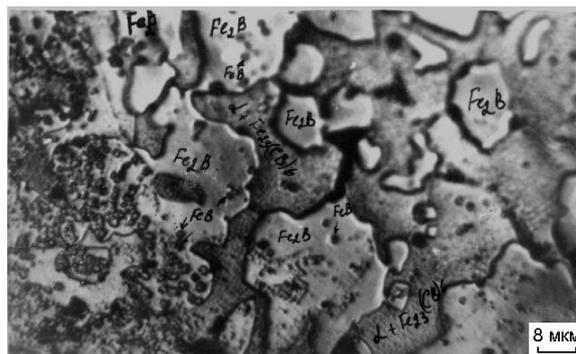


Рисунок 6 – Оптическое изображение поверхности боридного слоя малоуглеродистой стали. Отмечены присутствующие фазы, установленные с помощью метода дифракционной электронной микроскопии. Разрез сделан параллельно поверхности образца на глубине 40 мкм

Чистого (не борированного) цементита даже на глубине 2,5 мм после борирования малоуглеродистой литой стали нет, в то время как в первом образце он начал появляться на глубине 500мкм. Кроме того, о более активной диффузии бора в объем материала во втором случае свидетельствует несколько повышенная суммарная плотность границ зерен, как исходных, так и возникающих в процессе борирования. Эти границы служат основными каналами проникновения бора в глубь стали.

Проведенные исследования позволили детально изучить кинетику образования борированного слоя и выявить механизм его формирования на стали простого химического состава.

Кроме борирования сталь 20ХЛ была подвергнута цементации в течение 5 часов при температуре 950 °С. Толщина диффузионного слоя составила около 1,5 мм, что более чем в два раза превышает результат полученный при цементации аналогичной стали в деформированном состоянии.

Полученные результаты свидетельствуют о значительно более высокой скорости диффузии углерода и бора при химико-термической обработке сталей в литом состоянии по сравнению с деформированными сталями аналогичного химического состава.

Установлено, что увеличению скорости диффузии способствует наличие в структуре литой стали зоны столбчатых кристаллов, а основным механизмом диффузии бора в стали является диффузия по границам зерен.

В настоящее время нами ведутся исследования по изучению влияния различных легирующих элементов на процесс образования диффузионных покрытий при ХТО и ХТЦО среднелегированных и высоколегированных сталей в литом и деформированном состоянии.

Более полное изучение кинетики и механизмов формирования окончательной структуры легированных сталей в процессе проведения ХТО с использованием тонких методов исследований позволит предложить обобщенный механизм формирования структуры и свойств этих сталей при окончательной ТЦО, а понимание механизма формирования свойств и структуры, их определяющей, позволит сформулировать принципы и

возможные направления оптимизации параметров ХТО в целях повышения качества инструмента, стабилизации его свойств и повышения эксплуатационной стойкости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гурьев А.М. Новые материалы и технологии для литых штампов.- Б Барнаул, Изд-во АлтГТУ.- 2000.-216 с.

2. Гурьев А.М., Козлов Э.В., Игнатенко Л.Н., Попова Н.А. Физические основы термодинамического борирования.- Барнаул, Изд-во АлтГТУ.- 2000.-216 с.

3. Transition zone forming By different diffusion techniques in borating process of ferrite - pearlite steels Under the thermocyclic conditions A.M. Guriev, E.V. Kozlov, B.D. Lygdenov, A.M. Kirienko, E.V. Chernykh // Фундаментальные проблемы современного материаловедения, №2. - 2004. - С.54 – 60.

*Алтайский государственный технический Университет им. И.И. Ползунова
Восточно-Сибирский государственный технологический университет*