

ФОРМИРОВАНИЕ И ИЗМЕНЕНИЕ ГРАДИЕНТНОЙ СТРУКТУРЫ ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ ВАЛКОВ ПРОКАТНОГО СТАНА ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Жулейкин С. Г., Коваленко В. В., Попова Н. А.*[†], Козлов Э. В.*[†], Громов В. Е.

ГОУВПО «Сибирский государственный индустриальный университет»,
Новокузнецк, Россия, gromov@physics.sibsiu.ru

* ГОУВПО «Томский государственный архитектурно-строительный университет»,

Изучена градиентная структура, возникающая в поверхностных слоях опорных валков прокатного стана, выполненных из стали 9ХФ с исходной структурой пластинчатого перлита, в ходе эксплуатации. Методом просвечивающей электронной микроскопии показано, что исходная структура стали, которая и присутствует в центральной части валка, - пластинчатый перлит, представляющий собой конгломерат чередующихся прямолинейных пластин цементита (карбида железа Fe_3C) и феррита (α -фазы). Колонии перлита имеют небольшую скалярную плотность дислокаций в феррите ($\sim 0,6 \cdot 10^9 \text{ см}^{-2}$) и практически полное отсутствие ее в цементите. Кроме цементита, в стали присутствует карбид M_6C в виде отдельных округлых частиц, имеющих средний размер $\sim 0,7 \text{ мкм}$.

В процессе эксплуатации в поверхностных слоях происходит значительное накопление скалярной плотности дислокаций, приводящее к фрагментации. При первичной фрагментации структура перлитных колоний в основном сохраняется. На фоне возросшей плотности дислокаций наблюдаются достаточно четкие границы, ориентированные, в основном, поперек ферритных пластин. При вторичной фрагментации происходит образование дислокационных стенок как поперек, так и вдоль пластин α -фазы.

Уже на глубине 10 мм от поверхности валка структура стали полностью фрагментирована, причем в материале присутствуют оба типа фрагментов в одинаковом количестве. Средний размер фрагментов на этой глубине составляет величину 0,38 мкм. По мере приближения к поверхности средний размер фрагментов уменьшается, хотя и незначительно, и на поверхности валка он равен 0,31 мкм. Отметим, что средний размер первичных фрагментов всегда в $\sim 1,3$ раза меньше среднего размера вторичных фрагментов. Внутри всех фрагментов α -фазы присутствуют дислокации при плотностях, достигающих 10^{10} см^{-2} .

Особо следует обратить внимание на размеры и форму карбида железа Fe_3C (цементита). Независимо от типа фрагментов, частицы цементита присутствуют в трех характерных местах дефектной структуры материала. Во-первых, в бывших колониях, подвергшихся частичному разрушению. Здесь частицы цементита имеют пластинчатую форму и располагаются вдоль границ фрагментов α -фазы. В среднем поперечные размеры частиц составляют величину $\sim (30 \pm 10) \text{ нм}$, продольный размер частиц соответствует размеру длинной стороны фрагмента. Во-вторых, частицы цементита присутствуют в субграницах фрагментации α -фазы в виде относительно мелких пластинок, средний размер которых составляет $\sim (10 \pm 2) \times (30 \pm 10) \text{ нм}$. В-третьих, частицы цементита присутствуют внутри фрагментов на дислокациях. Они имеют округлую форму, их размер не превышает 10 нм. Объемная доля цементита, как и размеры частиц, наибольшая в первом случае и наименьшая - в третьем. Кроме того, уменьшение этих параметров наблюдается и по мере приближения к поверхности валка.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта №МК-3830.2004.8 Президента РФ.