

ную неоднородность в виде ярко выраженного поверхностного слоя, переходных слоев и осевой зоны и проявляющуюся в изменении микротвердости от 2900 МПа на поверхности до 2000 МПа в сердцевине.

В осевой зоне формируется структура феррита с сетчатой и фрагментированной дислокационной субструктурой, перлита и квазиперлита. Феррит содержит наноразмерные частицы цементита (20-30 нм) округлой формы. Структура слоя на глубине ~3 мм от поверхности термообработки состоит из феррита пластинчатой (объемная доля ~65%) и зеренной морфологии (~20%) и пластинчатого псевдоперлита (~15%). Частицы карбидной фазы имеют глобулярную и игольчатую морфологию.

Слой на глубине ~2 мм от поверхности представлен тем же набором структур, который дополняют области пакетного мартенсита с объемной долей ~7%. С приближением к поверхности содержание псевдоперлита уменьшается до 6% в слое на расстоянии ~1 мм, а пакетного мартенсита увеличивается до 17%. Отличительной особенностью пластинчатого феррита этого объема материала является образование зерен рекристаллизации. Структура поверхности представлена пакетным мартенситом, находящимся в отпущенном состоянии (мартенсит «самоотпуска») за счет аккумулированного объемом арматуры тепла, о чем свидетельствует пониженная скалярная плотность дислокаций $\sim 5 \cdot 10^{10} \text{ см}^{-2}$, в 2 раза меньшая, чем у закаленного мартенсита [2]. Механические свойства арматуры, полученные при прокатке-разделении и последующем термоупрочнении, соответствуют ТУ 14-1-5254-94 для класса прочности А500С.

1. Фастыковский А.Р., Волков К.В., Перетяtko В.Н. и др. // Изв. вузов. Черная металлургия. – 2011. №10. – С. 18-21.
2. Ефимов О.Ю. Структурно-фазовые состояния и технология производства упрочненной стальной арматуры и чугунных валков. – Новокузнецк: Изд-во НПК, 2008. – 300 с.

ИСТОЧНИКИ ДАЛЬНОДЕЙСТВУЮЩИХ ПОЛЕЙ НАПРЯЖЕНИЙ В ВЫСОКОУГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ В УСЛОВИЯХ ДЕФОРМАЦИИ

Коваленко В. В., Громов В. Е.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
Новокузнецк, Россия
viktor_kovalenko_76@mail.ru.*

Условия эксплуатации валка привели к созданию значительных внутренних напряжений. Их действие проявляется в появлении изгиба-кручения кристаллической решетки α -фазы. При электронно-микроскопическом исследовании он проявляется в виде экстинкционных контуров, толщина которых обратно пропорциональна изгибу-кручению кристаллической решетки.

Известно, что изгиб-кручение решетки может быть пластическим и упругим. В первом случае он обусловлен дислокационными зарядами, т.е. избыточной плотностью дислокаций, локализованной в некотором объеме материала. Во втором - нерелаксированными упругими напряжениями, накопленными из-за несовместности деформации, например, зерен, матрицы металла и недеформируемых частицами. Возможен и упруго-пластический изгиб, когда в материале присутствуют оба источника полей.

В исследуемом материале изгиб-кручение кристаллической решетки в основном упругого происхождения. Он обусловлен несовместностью деформации карбидной фазы и α -матрицы.

Методом электронной дифракционной микроскопии выявлены высокие значения величин $\langle \chi \rangle$ и $\chi_{\text{упр}}$. Они выше, чем во многих случаях пластически деформируемой стали.

Причина этого состоит в большой объемной доле цементита в эвтектоидной стали. Сталь 9ХФ (и ее аналоги) является двухфазным образованием с соизмеримой объемной долей второй фазы. Иными словами, это композиционный материал. Хорошо известно, что в композиционном материале роль внутренних напряжений выше, чем в обычных материалах.

Анализ зависимости полного внутреннего напряжения от локальных источников, измеренная по мере удаления от поверхности валка, позволяет заключить, что полученные значения напряжений с величиной σ_v . Поэтому становится очевидно, что поверхность валка работает на износ и должна разрушаться. Чтобы сохранить работоспособность валка, поверхностные слои необходимо либо удалять, либо отжигать для «рассасывания» источников напряжения и уменьшения его значений, по крайней мере, на порядок.

Кривизна-кручение кристаллической решетки почти всегда выше во вторичных фрагментах. Очевидно, что вторичным фрагментам трудно испытывать дальнейшие фазово-структурные превращения, поэтому при довольно близких размерах и одинаковой плотности дислокаций вторичные фрагменты накапливают более высокое значение кривизны-кручения решетки.

Обнаружено, что величина кривизны-кручения кристаллической решетки возрастает по мере приближения к поверхности валка. Это также является доказательством того, что степень пластической деформации возрастает при приближении к поверхности, а процессы возврата и полигонизации отстают от накопления дислокаций и развития внутренних напряжений.

СТРУКТУРНО- ФАЗОВЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ В КОНСТРУКЦИОННОЙ СТАЛИ В УСЛОВИЯХ ВНЕШНЕГО УДАРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Коваленко В. В., Громов В. Е.

*Сибирский государственный индустриальный университет, Новокузнецк, Россия
viktor_kovalenko_76@mail.ru.*

Представлены результаты исследования структуры стали 9Х2ФМ, обработанной на феррито-перлитную структуру, в результате ударного нагружения. Механическое и термическое воздействие с поверхности образца позволяет предположить, что по мере удаления от поверхности в глубину будут образовываться градиентные структуры, т.е. изменения в структуре будут происходить по мере удаления от поверхности вглубь материала.

Исследование особенностей структурно-фазового состояния структуры проводилось с применением электронно-микроскопического анализа на расстояниях от 0 (поверхность максимального ударного нагружения) до 23 мм (противоположная сторона образца) с шагом 3 мм. Особое внимание уделено анализу трех слоев: первый слой - рабочая поверхность, подвергавшаяся наибольшей деформации в ходе эксплуатации (зона ударного нагружения); второй слой - центр образца; третий слой - обратная сторона изделия, где деформация была минимальной. Полученные количественные данные позволили охарактеризовать возникшие градиентные структуры.

Как показали проведенные исследования, 98% материала составляет перлит и лишь 2% феррит. В исходном состоянии перлитные колонии содержат дефекты: «рваный» цементит, изогнутые пластины цементита, участки, в которых пластины цементита расположены в двух направлениях. В небольших количествах присутствуют колонии разрушенного перлита, т.е. колонии, в которых образовалось много дефектных мест, в том числе и разрушенных цементитных пластин. Таким образом, в материале в исходном состоянии присутствуют два типа перлита. К первому типу относятся совершенные перлитные колонии – это колонии, не имеющие дефектов, либо число дефектов в них составляет не-