

УДК 669.539.382:669.17

DOI: 10.17223/00213411/64/1/71

Ю.Ф. ИВАНОВ¹, В.Е. КОРМЫШЕВ², В.Е. ГРОМОВ², А.А. ЮРЬЕВ³

СТРУКТУРНО-ФАЗОВЫЕ СОСТОЯНИЯ И СВОЙСТВА ПОВЕРХНОСТИ КАТАНИЯ РЕЛЬСОВ ПРИ ЭКСТРЕМАЛЬНО ДЛИТЕЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ *

Методами современного физического материаловедения выполнены исследования структурно-фазовых состояний и свойств на различной глубине от поверхности катания дифференцированно закаленных рельсов при экстремально длительной эксплуатации (пропущенный тоннаж 1411 млн т брутто). Выявлено снижение твердости от 37.1 до 35.8 HRC на глубине от 2 до 10 мм, а микротвердости от 1481 до 1210 МПа соответственно. Установленное множественное преобразование структуры поверхности катания заключается: в разрушении структуры пластинчатого перлита и формировании субзеренной структуры субмикронных размеров (100–150 нм); в выделении по границам и в объеме субзерен наночастиц карбидной фазы (30–55 нм); в росте микроискажений и параметра кристаллической решетки α -Fe; в росте скалярной и избыточной плотности дислокаций. Высказаны предположения о возможных причинах наблюдаемых закономерностей.

Ключевые слова: *поверхность катания рельсов, структура, свойства, дислокации, эксплуатация.*

Введение

Процессы формирования и эволюции структурно-фазовых состояний и свойств поверхностных слоев рельсов при длительной эксплуатации представляют сложный комплекс взаимосвязанных научных и технических вопросов. Важность информации в этой области определяется глубиной понимания фундаментальных проблем физики конденсированного состояния с одной стороны и практической значимостью проблемы с другой [1]. С 2013 г. в России на АО «Евраз объединенный Западно-Сибирский металлургический комбинат» начато производство 100-метровых дифференцированно закаленных сжатым воздухом рельсов в потоке прокатных станов. Сертифицированная партия этих рельсов установлена на экспериментальном кольце РЖД в г. Щербинка и пропущенный тоннаж составляет к настоящему времени свыше 1700 млн т брутто.

В научной литературе практически отсутствуют сведения об эволюции структурно-фазовых состояний и свойств поверхности катания рельсов при пропущенном тоннаже более 1000 млн т брутто [1]. Однако, как показывает анализ литературных данных [2–8], уже при сравнительно небольшом пропущенном тоннаже до 300 млн т в поверхностных слоях наблюдается сильное изменение структуры, отмечается аномально высокое значение микротвердости и явление распада цемента. В процессе длительной эксплуатации в рельсах накапливаются многочисленные дефекты, индуцируются сегрегационные, релаксационные, гомогенизационные и рекристаллизационные процессы, фазовые переходы, что может сопровождаться ухудшением физико-механических свойств и являться причинами выхода рельсов из строя.

Для объемно-закаленных рельсов выявлены основные закономерности образования и эволюции структуры, фазового состава и дефектной субструктуры, формирующихся на различных расстояниях в головке рельсов после пропущенного тоннажа 500 и 1000 млн т [1, 9, 10]. Для длинномерных дифференцированно закаленных 100-метровых рельсов, испытания которых еще продолжаются, в работах [11, 12] такие зависимости установлены лишь после наработки 692 млн т брутто.

Цель работы – выявление закономерностей и сравнительный анализ структуры, фазового состава, дефектной субструктуры и свойств, формирующихся на различных расстояниях по центральной оси в головке 100-метровых дифференцированно закаленных рельсов после экстремально длительной эксплуатации.

Материал и методика исследования

В качестве материала исследования использованы рельсы категории ДТ350 из стали марки Э76ХФ, изъятые из пути на экспериментальном кольце РЖД после пропуска 1411 млн т брутто. Рельсы сертификационной партии были изготовлены на АО «ЕВРАЗ ЗСМК» в июне 2013 г. в со-

* Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 19-32-60001.

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>