

XXIX

РОССИЙСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ
ПО ЭЛЕКТРОННОЙ
МИКРОСКОПИИ

Современные методы
электронной, зондовой
микроскопии
и комплементарных методов

в исследованиях наноструктур
и наноматериалов

СБОРНИК ТЕЗИСОВ

RCEM2022

29–31 АВГУСТА 2022 ГОДА

XXIX Российская конференция по электронной микроскопии

29-31 августа 2022 г.

Сборник тезисов

XXIX Российская конференция по электронной микроскопии «Современные методы электронной, зондовой микроскопии и комплементарных методов исследования наноструктур и наноматериалов». г. Москва, 29 – 31 августа 2022 г. 633 с.

В сборнике опубликованы материалы XXIX Российской конференции по электронной микроскопии «Современные методы электронной, зондовой микроскопии и комплементарных методов исследования наноструктур и наноматериалов», прошедшей 29-31 августа 2022 г. в Москве. Представлены тезисы докладов в соответствии тематическими секциями: «Новые методы просвечивающей и растровой микроскопии», «Крио-ЭМ и применение электронной, конфокальной сканирующей микроскопии в биологии и медицине», «Электронная микроскопия, электронная дифракция и микроанализ в исследовании новых материалов и процессов», «Растровая электронная и ионная микроскопия. In-situ исследования в РЭМ», «Электронная микроскопия в геологии», «Методы электронной микроскопии и микроанализа в исследованиях предметов культурного наследия», «Сканирующая зондовая микроскопия», «Исследование сверхбыстрых процессов, фемтосекундная микроскопия, динамическая электронная кристаллография», «Электронная и ионная литография. Микроскопия и современные технологии», «Комплементарные методы».

Данное издание предназначено для учёных, специалистов, аспирантов и студентов, интересующихся современными методами электронной и зондовой микроскопии в исследованиях органических, неорганических наноструктур и нано-биоматериалов.

© 2022, ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН.

Электронно-микроскопические исследования структуры рельсовых сталей в зоне сварных стыков

Щербакова О.О.¹, Муравьева Т.И.¹, Шкалей И.В.¹

¹Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, Москва, Россия
e-mail: shcherbakovaoo@mail.ru

В работе исследовали рельсовую сталь в зоне сварных стыков. В этой зоне имеет место локальное понижение твердости, которое обусловлено как процессом сварки, так и термической обработкой после сварки. Микроструктура и механические свойства сварного стыка существенно зависят от типа сварочного устройства, химического состава рельсовой стали, удаленности от сварного шва [1].

Объектами исследования служили образцы, изготовленные из рельсов ДТ350 общего назначения: исходный (без наработанного тоннажа) и после эксплуатации при различных условиях. Образцы были вырезаны в зоне сварного стыка, представляющих собой продольное вертикальное сечение головки рельса от поверхности катания. Зона сварного стыка включает несколько зон: непосредственно линия сплавления, зона термического влияния (ЗТВ) при сварке, зона термической обработки (ТО) и зона основного металла, т.е. не подвергнутая каким-либо термическим процессам. На рис. 1 представлены фотография шлифа среза с обозначенными зонами.

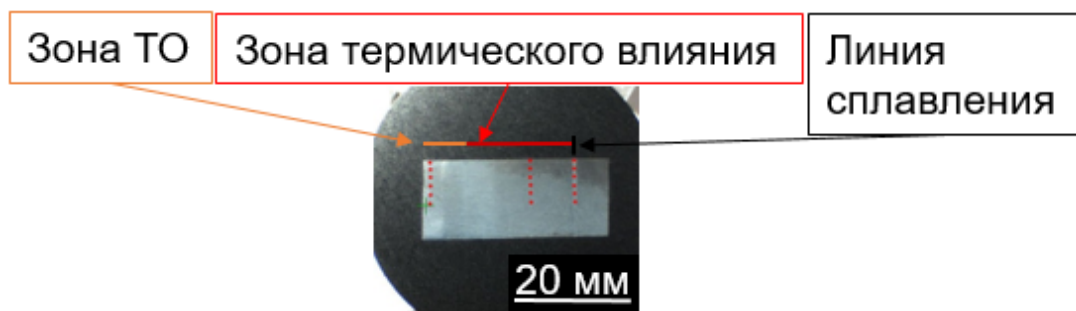


Рис.1. Образец с различными зонами исследования

Для исследований в работе применялся сканирующий электронный микроскоп Quanta 650 с использованием двух детекторов (вторичных и обратноотраженных электронов) и аналитического оборудования EDAX, включающего рентгеноспектральный анализатор.

На рис. 2 дано СЭМ - изображение микроструктуры одного из исследуемых образцов рельсовых сталей на расстоянии 10 мм вглубь от поверхности катания в различных зонах. Изучение срезов на данной глубине обусловлено тем, что на таком расстоянии формируется поликристаллическая структура, представленная зернами перлита пластинчатой морфологии, зернами феррита, в объеме которых наблюдаются частицы цементита разнообразной формы (зерна

ферритокарбидной смеси) и зернами структурно свободного феррита (зерна феррита, не содержащие в объеме частиц карбидной фазы).

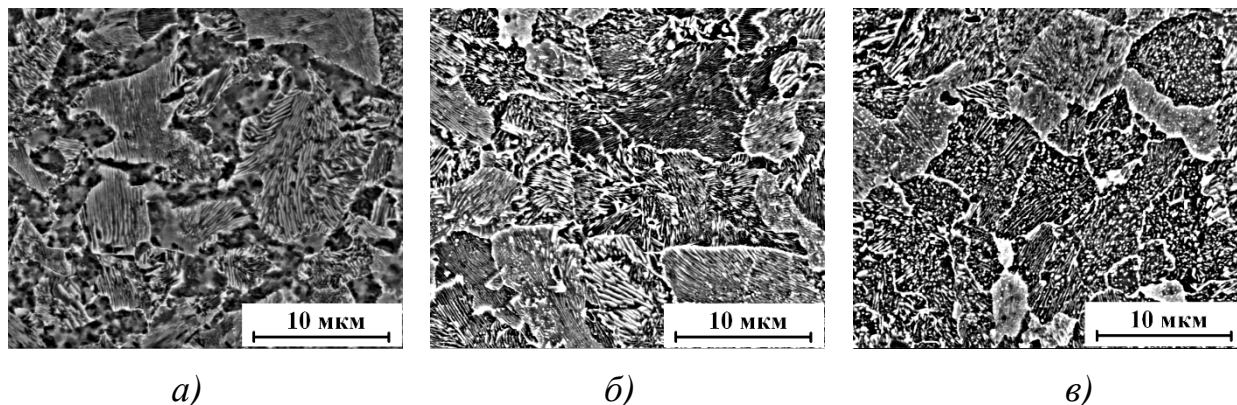


Рис.2. СЭМ-изображение (в обратноотраженных электронах) структуры образца рельсовой стали в различных зонах: а) – зона линии сплавления, б) – зона термического влияния, в) – зона термообработки

Микроструктура стали представляет собой пластинчатый перлит. При сварке сталь подвергается термическому воздействию, и пластинчатая структура может вырождаться в так называемую глобулярную структуру [2]. При этом различным зонам сварного стыка свойственны некоторые структурные особенности. В зоне линии сплавления микроструктура состоит из перлита и доэвтектоидного феррита. Зерна феррита локализованы на границах перлитных колоний, что указывает на локальное обезуглероживание, происходящее в процессе сварки. Зона ТО и ЗТВ характеризуются наличием вырожденного и сфероидизированного перлита. Глобулярная структура перлита обладает пониженными характеристиками твердости по сравнению с пластинчатой структурой и располагается в зоне, которая не прошла аустенитизацию, а прошла высокий отпуск. Такие структурные превращения при термическом воздействии в процессе сварки приводят к понижению твердости в зоне сварного стыка.

Исследование выполнено по теме государственного задания (№ госрегистрации АААА-А20-120011690132-4) и частично при финансовой поддержке РФФИ, НТУ «Сириус», ОАО «РЖД» и Образовательного Фонда «Талант и успех» в рамках научного проекта № 20-38-51005.

Список литературы:

- [1] P. Mutton, *Wear*, **Volume 366–367**, Page 368-377 (2016).
- [2] В.М. Счастливцев, Д.А. Мирзаев, И.Л. Яковлева, *Перлит в углеродистых сталях*, УрО РАН, Екатеринбург (2006).