



**ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ  
И ПЛАЗМЕННЫХ  
ТЕХНОЛОГИЙ МИФИ**

**ИАТЭ НИЯУ МИФИ**



**ЛАБОРАТОРИЯ  
МАТЕРИАЛОВ ИАТЭ**

**XIV МЕЖДУНАРОДНЫЙ СЕМИНАР  
СТРУКТУРНЫЕ ОСНОВЫ МОДИФИЦИРОВАНИЯ  
МАТЕРИАЛОВ**

**МНТ-XIV**

**ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ**

**13 июня – 15 июня 2017 г.**

**ОБНИНСК**

Международный семинар «Структурные основы модифицирования материалов» МНТ-XIV проведен при поддержке Российского Фонда Фундаментальных Исследований (грант 17-02-20205 г) и ООО «Лаборатория материалов ИАТЭ»

Тезисы докладов опубликованы в авторской редакции.

**Антошина И.А., Вишератин Р.К., Степанов В.А., Хаймович П.А. 102**  
ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИВНОЙ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ НА  
КИНЕТИКУ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ АМОРФНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ  
СПЛАВОВ

**Бин С.В., Смирнова А.А. 103**  
ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ УЛЬТРАТОНКИХ ПЛЕНОК  
ХРОМА, НИКЕЛЯ И СИСТЕМ НА ИХ ОСНОВЕ ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ 673 К

**Кормышев В.Е., Иванов Ю.Ф., Громов В.Е., Коновалов С.В. 109**  
СТРУКТУРНО-ФАЗОВЫЕ СОСТОЯНИЯ И СВОЙСТВА ПОВЕРХНОСТИ  
НИЗКОУГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ, МОДИФИЦИРОВАННОЙ  
ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ НАПЛАВКОЙ

**Юрьев А.А., Морозов К.В., Глезер А.М., Громов В.Е.,  
Иванов Ю.Ф., Коновалов С.В. 111**  
ДЕГРАДАЦИЯ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ РЕЛЬСОВОЙ СТАЛИ ПРИ  
ИНТЕНСИВНОЙ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ

**Ушаков И.В., Батомункуев А.Ю. 113**  
ВЫЯВЛЕНИЕ ДОПУСТИМЫХ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМОВ  
НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО  
МЕТАЛЛИЧЕСКОГО СПЛАВА ПРИ СЕЛЕКТИВНОЙ ЛАЗЕРНОЙ  
ОБРАБОТКЕ

**Печенкин В.А., Чернова А.Д., Молодцов В.Л.,  
Кобец У.А., Порываев В.Ю. 115**  
УСКОРИТЕЛЬ 3MV TANDETRON (ФЗИ) ДЛЯ ИМИТАЦИОННЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ РАДИАЦИОННОЙ СТОЙКОСТИ КОНСТРУКЦИОННЫХ  
МАТЕРИАЛОВ

**Федоров В.А., Плужникова Т.Н., Березнер А.Д.,  
Яковлев А.В., Плужников С.Н. 116**  
ИЗМЕНЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК АМОРФНЫХ  
СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ КОБАЛЬТА ПРИ ИМПУЛЬСНОМ ТОКОВОМ  
ВОЗДЕЙСТВИИ

**Федоров В.А., Федотов Д.Ю., Яковлев А.В.,  
Плужникова Т.Н., Березнер А.Д. 117**  
УСТАЛОСТНЫЕ ИСПЫТАНИЯ ЛЕНТОЧНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СТЕКОЛ  
НА ОСНОВЕ Co

свидетельствовать об изменении скорости охлаждения материала при формировании повторного наплавленного слоя.

*Исследование выполнено за счет средств Гранта Российского научного фонда (проект №15-19-00065).*

## **ДЕГРАДАЦИЯ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ РЕЛЬСОВОЙ СТАЛИ ПРИ ИНТЕНСИВНОЙ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ**

**Юрьев А.А.<sup>1</sup>, Морозов К.В.<sup>1</sup>, Глезер А.М.<sup>2</sup>,  
Громов В.Е.<sup>1</sup>, Иванов Ю.Ф.<sup>3,4</sup>, Коновалов С.В.<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>*Россия, г. Новокузнецк, Сибирский государственный  
индустриальный университет*

<sup>2</sup>*Россия, г. Москва Центральный научно-исследовательский  
институт черной металлургии им. И.П. Бардина*

<sup>3</sup>*Россия, г. Томск, Институт сильноточной электроники  
Сибирское отделение Российской академии наук*

<sup>4</sup>*Россия, г. Томск, Научно-исследовательский Томский  
политехнический университет*

<sup>5</sup>*Россия, г. Самара, Самарский национальный  
исследовательский университет имени академика*

*С.П. Королева, gromov@physics.sibsiiu.ru*

В последние годы внимание исследователей в области физического материаловедения привлекают процессы, протекающие в металлах и сплавах при гигантских степенях пластической (мегапластической) деформации, обеспечивающих формирование наноструктур. И если для научных исследований такие деформации реализуются, например, при равноканальном угловом прессовании, кручении под давлением, всесторонней изотермической ковке и т.д., то в реальных условиях эксплуатации они возникают в поверхностных слоях рельсов при длительной эксплуатации, приводя к изъятию рельсов из эксплуатации.

Целью настоящей работы являлся анализ структурно-фазовых изменений в рельсах при длительной эксплуатации на железной дороге.

В качестве материала исследования использовали рельсы Р65, произведенные на Кузнецком металлургическом комбинате, свойства и элементный состав которых регламентируются ГОСТом Р 51685 – 2000. Образцы были вырезаны из рельсов в исходном состоянии и после эксплуатации на Свердловской железной дороге после пропущенного тоннажа 500 и 1000 млн. т. брутто.

В исходном состоянии независимо от расстояния исследуемого слоя от поверхности структура рельсов представлена зернами перлита пластинчатой морфологии, зернами феррита, в объеме которых наблюдаются частицы цементита разнообразной формы и зернами структурно свободного феррита.

Подобная по морфологическому признаку структура наблюдается и после эксплуатации. Отличие заключается лишь в более развитой дислокационной субструктуре феррита и увеличении скалярной плотности дислокаций.

Методами современного физического материаловедения изучено изменение структуры и фазового состава рельсов по центральной оси и выкружке на глубину до 10 мм при длительной эксплуатации. Возрастание микротвердости в 1,4 раза при увеличении пропущенного тоннажа в 2 раза (с 500 до 1000 млн. тонн брутто) обусловлено формированием наноразмерной зеренной структуры с включениями карбидной фазы. Отмечено возможное протекание в рельсах при длительной эксплуатации процессов растворения частиц цементита исходного состояния, перехода атомов углерода на дислокации (в атмосферы Коттрелла и ядра дислокаций), переноса дислокациями атомов углерода в объем ферритных зерен или ферритных прослоек, повторного выделения атомов углерода с образованием наноразмерных частиц цементита округлой формы.

Основным типом структуры поверхностного слоя является фрагментированная субструктура с размерами фрагментов (субзерен) (250-300) нм для рельсов после пропущенного тоннажа 500 млн. т брутто и еще более мелкая, наноразмерного уровня, (100-150нм) – для рельсов после 1000 млн. т брутто. О наноразмерном состоянии структуры поверхностного слоя стали

свидетельствует и квазикольцевое строение микроэлектроннограмм.

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №15-12-00010).*

## **ВЫЯВЛЕНИЕ ДОПУСТИМЫХ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМОВ НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО МЕТАЛЛИЧЕСКОГО СПЛАВА ПРИ СЕЛЕКТИВНОЙ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКЕ**

**Ушаков И.В.<sup>1,2</sup>, Батомункуев А.Ю.<sup>1</sup>**

*Россия, г. Москва, НИТУ МИСиС<sup>1</sup>*

*Россия, г. Тамбов, Тамбовский*

*государственный технический университет<sup>2</sup>*

*ushakoviv@mail.ru; amgalan-ngu-621@yandex.ru*

Одним из методов формирования механических свойств тонких лент аморфно-нанокристаллических материалов является избирательная лазерная обработка. Для некоторых аморфно-нанокристаллических металлических сплавов удалось экспериментально подобрать такие режимы лазерной обработки, при которых излучение избирательно воздействует на дефектные области [1]. В результате селективной лазерной обработки сохраняется наноструктурное состояние материала и удается оптимизировать комплекс механических свойств.

Эффективность лазерной обработки зависит от характеристик лазерного излучения, в том числе от плотности мощности лазерного излучения, энергии импульса, частоты следования импульсов, количества импульсов и других параметров. Экспериментально установлено, что увеличение количества импульсов в серии и повышение частоты следования импульсов повышает эффективность селективной лазерной обработки. Удастся повысить вязкость микроразрушения при незначительном снижении микротвердости. Однако увеличение частоты следования импульсов и их энергии может привести к перегреву нанокристаллического материала. Вследствие перегрева инициируются процессы кристаллизации, разрушается аморфно-нанокристаллическое состояние, значительно снижается