



Б.К. Рахадиллов, Ж.Б. Сагдолдина, Л.Г. Журерова, Л.Г. Касенова

**ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЕ
МОДИФИЦИРОВАНИЕ МАТЕРИАЛОВ**

ВОСТОЧНО-КАЗАХСТАНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ САРСЕНА АМАНЖОЛОВА

Б.К. Рахадиллов, Ж.Б. Сагдолдина, Л.Г. Журерова,
Л.Г. Касенова

ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЕ МОДИФИЦИРОВАНИЕ МАТЕРИАЛОВ

Монография

Усть-Каменогорск
2020

УДК 538.9
ББК 22.32
Э45

Рекомендовано к изданию Ученым советом ВКГУ имени С. Аманжолова
(Протокол №2 от 24.09.2020 г.)

Рецензенты:

Квеглис Л.И., д.ф.-м.н., профессор ВКУ имени С. Аманжолова;
Плотников С.В., д.ф.-м.н., профессор ВКТУ имени Д. Серикбаева

Э45 **Электронно-лучевое модифицирование материалов:** Монография /
Б.К. Рахадиллов, Ж.Б. Сагдолдина, Л.Г. Журерова, Л.Г. Касенова – Усть-
Каменогорск, Издательство «BIOS», 2020. – 148 с.

ISBN 978-9965-871-73-3

Монография посвящена методу обработки материалов воздействием
электронных пучков. В монографии приведены результаты экспериментальных
исследований изменений структуры, механических и трибологических свойств
поверхностных слоев полимерных и металлических материалов при
электронном облучении.

Монография предназначена для специалистов в области материаловедения и
физики конденсированного состояния, а также может использоваться для
обучения докторантов, магистрантов и студентов физических, химических и
технических специальностей вузов.

УДК 538.9
ББК 22.32

ISBN 978-9965-871-73-3

© г. Усть-Каменогорск: Издательство «BIOS», 2020
© Рахадиллов Б.К., Сагдолдина Ж.Б., Журерова Л.Г., Касенова Л.Г., 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
Глава 1. МОДИФИКАЦИЯ ПОВЕРХНОСТИ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ЭЛЕКТРОННЫМ ПУЧКОМ	8
1.1 Применение электронного пучка для модификации полимерных материалов.....	10
1.2 Влияние облучения непрерывным электронным пучком на структуру, твердость и износостойкость полимерных материалов.....	20
1.3 Влияние облучения импульсным электронным пучком на структуру, твердость и износостойкость полимерных материалов.....	34
Литература к главе 1.....	42
Глава 2. ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ВЫСОКОЙ ДОЗЕ ЭЛЕКТРОННОГО ОБЛУЧЕНИЯ	45
2.1 Исследование влияние облучения электронным пучком на механические свойства полимерных материалов	48
2.2 Исследование влияние облучения электронным пучком на микротвердость, термостабильность и антифрикционные свойства полимерных материалов	53
2.3 Исследование структурно-фазовых превращений и релаксационных переходов в полиамиде РА6, полиэтилене РЕ-UHMW, полиэфиримиде РЕI при облучении электронным пучком.....	63
2.4 Изучение закономерности изнашивания облученных поверхностных слоев полиамида РА6, полиэтилена РЕ-UHMW, полиэфиримида РЕI	70
Литература к главе 2.....	76
Глава 3. ВНЕВАКУУМНАЯ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВАЯ ОБРАБОТКА - КАК МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ПОЛИМЕРОВ	78
3.1 Изучение взаимосвязи структурно-фазовых состояний и трибологических свойств полимеров РА6, РЕ-UHMW, РЕI, обработанных электронным пучком	79
3.2 Стендовые испытания полимерных материалов, упрочненных электронно-лучевой обработкой	89
3.3 Рекомендация по применению вневакуумной электронно-лучевой обработки для повышения износостойкости деталей из полимерных материалов.....	95
Литература к главе 3.....	98
Глава 4. МОДИФИЦИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ЭЛЕКТРОННЫМ ПУЧКОМ	100
4.1 Применение электронного пучка для модификации металлических материалов	104

4.2 Влияние облучения непрерывным электронным пучком на структурно-фазовое состояние и свойства сплава 67КН5Б и покрытий на основе TiN ...	116
4.3 Влияние облучения электронным пучком на тонкую структуру стали Р6М5.....	124
Литература к главе 4.....	144

ВВЕДЕНИЕ

Одним из приоритетных направлений физики твердого тела является разработка физических основ и способов повышения эксплуатационных характеристик различных материалов. Как известно, эффективность, долговечность и надежность деталей и узлов систем и механизмов в значительной степени определяются их поверхностными свойствами. Учитывая это, разработка методов модифицирования поверхностных слоев материалов и изделий является актуальной задачей для развития новых современных технологий. Выполненные в последние два десятилетия исследования показали, что среди нетрадиционных методов обработки металлических материалов для целенаправленного изменения их структурно-фазового состояния и физико-механических свойств весьма эффективным является применение радиационно-пучковых технологии модифицирования поверхности. Эти технологии основаны на применении методов интенсивного воздействия ионов, электронов, атомов, плазмы, лазерного и гамма-излучения на поверхность твердого тела. Радиационные эффекты при воздействии рассмотренных видов излучений и ускоренных частиц связаны с процессами диссипации энергии в результате их взаимодействия с атомами и электронами твердого тела. При увеличении плотности потока энергии ускоренных частиц или излучений меняется характер воздействия на твердое тело, которое утрачивает число радиационный механизм и приобретает преимущественно термическую природу.

Анализ достижений современного материаловедения в области создания новых материалов и технологий свидетельствует о значительных перспективах развития высокопрочных, износостойких, жаропрочных, коррозионностойких материалов, получаемых с использованием радиационно-пучковых технологий.

Лазерные, электронные и ионные пучки могут обеспечить столь быстрый нагрев поверхностных слоев, что температура объема материала практически не изменяется. Пучки частиц обеспечивают более эффективное выделение энергии, что является следствием фундаментальных физических процессов их рассеяния