

Принцип работы датчиков на поверхностных волнах основан на использовании волн Рэлея, которые имеют продольную и вертикальную сдвиговую составляющие, взаимодействующие со средой, контактирующей с поверхностью устройства. Это взаимодействие значительно влияет на амплитуду и скорость волны, что позволяет датчикам поверхностно-акустических волн (surface acoustic wave (SAW)) непосредственно измерять массу и механические свойства.

На базе акустических датчиков (рис. 1) разрабатываются надежные и сравнительно недорогие устройства для различных областей применения. Одним из перспективных направлений является интеграция акустических датчиков с искусственным интеллектом для анализа сигналов в реальном времени, что открывает новые возможности в области автоматического контроля состояния механизмов и диагностики биологических тканей. Также актуальны исследования в области новых материалов, включая наноструктурированные покрытия, улучшающие характеристики датчиков.



Рис. 1. Пример акустического датчика

Литература

1. Датчики акустической волны [Электронный ресурс]. Статья. – Режим доступа: [https:// www.fierce-electronics.com/ components/acoustic-wave-technology-sensors](https://www.fierce-electronics.com/components/acoustic-wave-technology-sensors). – Дата доступа: 27.02.2025.

УДК 620.22

АНАЛИЗ МЕТОДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ И ИХ СВОЙСТВ

Студент гр. 11302124 Бриневец Е. А.

Ст. преподаватель Люцко К. С.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

Целью данной работы является литературный обзор современных методов моделирования материалов и их свойств.

Материаловедение изучает связи между составом, строением и свойствами материалов, их изменение под воздействием различных факторов, а также получение и улучшения материалов и повышения их эффективности. Свойства материалов определяют их поведение в различных условиях эксплуатации, что влияет на безопасность, долговечность и эффективность конечного продукта.

Для решения современных задач материаловедения применяют следующие методы моделирования: метод ячеек автоматов основан на моделировании системы с помощью сетки, где каждая ячейка в сетке принимает одно из нескольких состояний; метод динамики дислокаций используется для моделирования движения дислокаций в кристаллических решетках; метод молекулярной динамики - это численный метод, решающий уравнения движения для атомов и молекул, позволяющий исследовать их взаимодействие на атомарном уровне; метод Монте-Карло использует случайные числа и алгоритмы вероятности для решения математических задач, связанных с фазовыми переходами; метод конечных элементов делит систему на множество маленьких элементов, что позволяет точно моделировать поведение материалов в разных условиях [1].

Зная методы моделирования, можно выбрать наиболее удобный метод для решения поставленных задач. На примере метода Монте-Карло рассмотрим алгоритм действий: выбор материала (металл, керамика, полимер и т. д.), определяем цели моделирования и условия эксплуатации

материала. В исследовании мы будем использовать программное обеспечение под названием GROMACS.

Генерация случайных состояний: создаем начальные состояния системы. Эти состояния изменяются в ходе симуляции. Местные изменения: для каждой конфигурации системы случайным образом редактируется местоположение атомов или молекул.

После изменения состояния вычисляем энергию системы для нового состояния. Для каждой конфигурации вычисляется общая энергия системы, зависящая от расстояний между атомами и их взаимодействий. Метод Монте-Карло основан на принципе моделирования вероятности перехода системы в новое состояние, что требует применения алгоритма Метрополиса для полноценной оценки вероятности перехода.

Целью алгоритма Метрополиса является создание такой последовательности состояний $a_1, a_2, \dots, a_m$, что в пределе $m \rightarrow \infty$ распределение становится больцмановским. Вероятность $P(b \leftarrow a)$ принятия пробного движения переводящего систему из состояния a в состояние b задается следующим образом:

$$P(b \leftarrow a) = \begin{cases} 1, & \text{если } p(a) < p(b) \\ p(b)/p(a), & \text{если } p(a) \geq p(b) \end{cases} \quad (1)$$

где $p(a), p(b)$ – вероятности состояний a и b соответственно.

Вероятность перехода вычисляется для каждой конфигурации на основе изменения энергии системы. Для получения верных результатов необходимо дождаться равновесия системы. В конце проводим анализ симуляции [2].

Литература

1. Основы материаловедения (металлообработка): учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / В. Н. Заплатин [и др.]; под ред. В.Н. Заплатина. – 8-е изд., стер. – М.: Академия, 2017. – 272 с.
2. Кундас, С. П. Вычислительное материаловедение – современное состояние и перспективы развития / С. П. Кундас // Актуальные проблемы прочности. – 2024. – С. 3–10.

УДК 620.3

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ПОВЕРХНОСТИ ГРАФИТА МЕТОДОМ СЭМ ПОСЛЕ ЛАЗЕРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Магистрант Веремей И. С.¹

Д-р физ.-мат. наук, профессор Маркевич М. И.²,
кандидат физ.-мат. наук, доцент Щербакова Е. Н.³

¹Университет Национальной академии наук Беларуси, Минск, Беларусь

²ФТИ НАН Беларуси, Минск, Беларусь

³Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

Взаимодействие лазерного излучения с веществом является новым и важным направлением в современной физике твердого тела. В данной работе проводилась модификация поверхности мишени из графита с помощью воздействия лазера на алюмоиттриевом гранате LS-2134D (LOTIS, Беларусь) с длиной волны 1064 нм, генерирующем в двухимпульсном режиме (импульсы разделены временным интервалом 3 мкс, длительность импульсов 10 нс) в водной среде. Исследования структуры и элементного состава образцов проводились с помощью системы энергодисперсионного (EDS) микроанализа, установленной на сканирующем электронном микроскопе MIRA3 [1].

Из сравнения снимков следует, что поверхностный нанослой значительно модифицируется. На рис. 1 хорошо просматривается пористая структура поверхности в зоне кратера. Данный мелкокристаллический материал представляет собой пространственную сетку из кристаллитов, возможно, с аморфной межкристаллитной границей. Вероятно, разрушение поверхности происходит интенсивнее из межкристаллитной фазы.