

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

**МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Перспективные материалы с иерархической структурой
для новых технологий и надежных конструкций»**

**X МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Химия нефти и газа»**

Томск

Издательский Дом ТГУ

2018

DOI: 10.17223/9785946217408/319

**ПЛЁНОЧНЫЕ СИСТЕМЫ - ПЕРСПЕКТИВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЁЖНОСТИ
ДЛИТЕЛЬНО ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ОБЪЕКТОВ ТРУБОПРОВОДНОГО
ТРАНСПОРТА**

¹Лачинов А.Н., ^{2,3}Ценев Н.К.

¹*Институт физики молекул и кристаллов УФИЦ РАН, Уфа, Россия*

²*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет», Россия*

³*ООО Научно-технический центр*

Научно-исследовательский институт «Транснефть», Россия

lachinov_a@mail.ru, nchtsenev@yandex.ru

В настоящее время активно развивается электроника тонких слоев широкозонных полимеров и рассматриваются практические возможности использования протекающих в них физических процессов в качестве сверхчувствительных сенсоров. Одной из рассматриваемых возможностей подобных сенсоров является использование электронного строения металлического объекта и электронной подсистемы плёночного материала в качестве приборов, контролирующих структурные изменения эксплуатируемых металлических объектов.

Функция Ферми, с точки зрения электронного строения кристаллической структуры металлического объекта и электронной подсистемы плёночного материала, является объединяющим фактором, так как параметры в неё входящие являются взаимозависимыми. В частности, учитывается симметрия системы, дальний и ближний порядок, электронные свойства плёночного материала, электрохимический потенциал и т.д. Изменение любого параметра приводит к изменению этой функции. Именно это свойство и использовано для контроля структуры материалов и конструкций.

Суть рассматриваемого подхода проста и заключается в отслеживании положения уровня Ферми металла относительно некоего заданного, определяемого, как равновесное. Наиболее часто этот принцип используется в работе различных электронных приборов, содержащих полупроводниковые гетерограницы и потенциальные барьеры типа металл/полупроводник. В таких приборах положением уровня Ферми (квазиуровня Ферми) задаётся высота потенциального барьера на границе раздела материалов с помощью внешнего поля, которая лимитирует протекающий через прибор ток. В рассматриваемой конфигурации устройства роль полупроводникового материала играет полимерная пленка с нелинейными электрофизическими свойствами [1], а роль внешнего воздействия, влияющего на положение уровня квазиуровня Ферми (параметры потенциального барьера) изменение структуры металла относительно заданного равновесного.

На рисунке 1 показаны примеры изменения измеряемого параметра – тока, протекающего через сенсор, в условиях различных структурных превращений в металлических образцах. Так как в основе действия сенсора заложен электронный переход типа диэлектрик-металл, происходящий в тонкой полимерной плёнке, то диапазон изменения сопротивления такой пленки определяется сопротивлением диэлектрика с одной стороны, диапазона и металла - с другой. В натурном эксперименте относительное изменение сопротивления составляет от 10^8 до 10^{12} раз. Столь большие изменения регистрируемого параметра позволяют достичь высокой чувствительности прибора к малым изменениям в структуре исследуемого объекта.

В данной работе обнаруженное свойство рассматривается в качестве перспективного потенциометрического метода использования плёночной системы в реализации разработки технологий предупреждения внезапных разрушений длительно эксплуатируемых объектов трубопроводного транспорта.

Секция 6. Методы и средства неразрушающего контроля материалов и конструкций с иерархической структурой

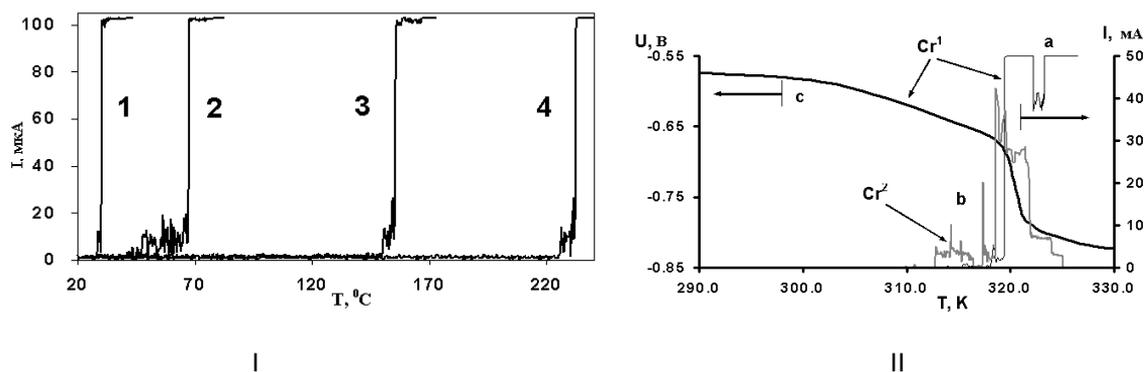


Рисунок 1. Характерные температурные зависимости тока, протекающего через образец, при нагреве.

I. Температурная зависимость тока, протекающего через образец металл/полимер/металл, при использовании легкоплавких металлов: 1 – галлий, 2 – сплав Вуда, 3 – индий, 4 – олово. Толщина полимерной пленки – 1 мкм; напряжение источника – 5 В; скорость нагрева – 5 град/мин.

II. Структура хром/полимер/медь; а – температурная зависимость тока для Cr1 (поликристалл), б – $I(T)$ для Cr2 (монокристалл), с – $U(T)$ зависимость электрохимического потенциала от температуры для образца Cr1

Хорошо известно, что в процессе изготовления и длительной эксплуатации металлические материалы и конструкции подвергаются воздействию различных внешних факторов: пластической деформации, различным видам термообработки, фазовым превращениям, переменным нагрузкам, коррозии и др. Это приводит к изменению структуры материала, накоплению различных дефектов кристаллической решётки, появлению микротрещин и последующему разрушению. В работе обсуждаются возможности использования описанного выше подхода с целью предупреждения аварийных ситуаций различных металлических изделий и конструкций.

Литература

1. А.Н.Лачинов, Н.В. Воробьева, Электроника тонких слоев широкозонных полимеров// УФН 2006, т. 176, №12., с.1249–1266.