

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет»

Политехнический институт
Кафедра «Промышленная автоматика и робототехника»

Утверждено на заседании кафедры
«Промышленная автоматика
и робототехника»
«17» января 2023 г., протокол № 2

И.о. заведующего кафедрой



О.А. Ерзин

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Программные средства обработки информации

основной профессиональной образовательной программы
высшего образования – программы бакалавриата

по направлению подготовки
29.03.03 Технология полиграфического и упаковочного производства

с направленностью (профилем)
Технология полиграфического производства

Формы обучения: заочная

Идентификационный номер образовательной программы: 290303-01-23

Тула 2023 год

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

методических указаний по выполнению курсовой работы дисциплины (модуля)

Разработчик:

Яковлев Б.С., доцент, канд. техн. наук
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

ВВЕДЕНИЕ.

Выполнение курсовой работы по дисциплине «Программные средства обработки информации» – один из этапов подготовки бакалавра по направлению 261700 «Технология полиграфического и упаковочного производства».

Выполнение курсовой работы позволяет студенту закрепить полученные знания и применить их при работе в сфере полиграфии.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Целью курсовой работы является изучение особенностей инструментальной среды в программах, используемых в компьютерных издательских системах (КИС) при обработке текстовой информации и при создании презентаций.

На основе выполнения курсовой работы учащиеся должны продемонстрировать навыки:

- выполнять основные процедуры в КИС: установку программного обеспечения;
- выполнять ввод текстовой и графической информации в компьютер,;
- выполнять обработку текстовой информации и ее вывод;
- оформлять результаты работы в виде презентации, наглядно поясняющей ход выполнения работы.

На основе выполнения курсовой работы учащиеся должны продемонстрировать знание:

- основных программных средств, определяющие специфику обработки текстовой и графической информации в КИС.

Учащиеся должны иметь представление:

- о тенденциях развития современных программных средств и новых направлениях в области компьютерной обработки информации.

2. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К КУРСОВОЙ РАБОТЕ

3.1. Исходные данные к курсовой работе

Исходными данными к курсовой работе является задание, выдаваемое руководителем курсовой работы. Варианты заданий составляются таким образом, что в совокупности включают в себя перечень основных вопросов, которые предлагается изучить самостоятельно с использованием литературных источников и с соответствующим программным обеспечением.

3.2. Задание на курсовую работу

Варианты контрольной работы включают построение схемы формирования приведенного образца в текстовом редакторе MS Word и оформление результатов выполненной работы в виде наглядной презентации в редакторе презентаций MS PowerPoint.

При выдаче задания руководитель работы с каждым студентом рассматривает объем и содержание работы, устанавливает календарный план ее выполнения.

3.3. Объем курсовой работы

Курсовая работа состоит из расчетно-пояснительной записки, выполненной в печатном виде на 15-25 листах формата, распечатки презентации и мультимедийной части в виде презентации на магнитооптическом носителе.

4. ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Пояснительная записка к курсовой работе должна включать следующие разделы:
Титульный лист (приложение 1).

Задание на выполнение КР (приложение 2).

Аннотация.

Оглавление.

Материал курсовой работы согласно выданному заданию.

Выводы по курсовой работе.

Список использованной литературы (не менее 3-х наименований).

Приложение с распечаткой презентации в черно-белом виде.

Пояснительная записка оформляется в соответствии с ЕСКД и ГОСТ 2.105-79 (см. приложение 3).

5. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1) Хиндерлитер, Х. Настольные издательские системы : учебное пособие для вузов / Х.Хиндерлитер;пер.с англ.В.Вобленко,А.Пономарев,Н.Романова .— М. : ПРИНТ-МЕДИА центр, 2006 .— 213с.

2) Феличи Д. Типографика: шрифт, верстка, дизайн / Д.Феличи; пер. с англ., коммент. С.И Пономаренко .— СПб. : БХВ-Петербург, 2005.

3) Комолова, Н.В. Компьютерная верстка и дизайн / Н.В.Комолова .— СПб. : БХВ-Петербург, 2003 .— 512с.

4) Сеймур-Коэн, Seymour Cohen L. Секреты дизайнера.Профессиональные приемы в Adobe Photoshop 7 и Adobe Illustrator 10 : пер.с англ. / Л.Сеймур-Коэн .— 4-е изд. — М. : КУДИЦ-ОБРАЗ, 2003 .— 192с.

5) Яцюк, О.Г. Основы графического дизайна на базе компьютерных технологий / О.Г.Яцюк .— СПб. : БХВ-Петербург, 2004 .— 240с.

4) Цеховой, В.А. Энциклопедия дизайнера CorelDRAW 10 / В.А.Цеховой .— СПб. : Наука и Техника, 2001 .— 512с.

**Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Тульский государственный университет»**

Политехнический институт
Факультет транспортных и технологических систем

Кафедра «Технология полиграфического производства и защиты информации»

КУРСОВАЯ РАБОТА
по дисциплине
"Программные средства обработки информации"
на тему:
«Ввод и обработка текста в MS Word»

Выполнил ст. гр. _____
_____ (И.О. Фамилия)
« _____ » _____ 20__ г.

Проверил. _____
_____ (И.О. Фамилия)
« _____ » _____ 20__ г.

№1

Образец

**СКИН-ЭФФЕКТ В ПРОВОДЯЩИХ ПЛЕНКАХ
ПРИ ЛАЗЕРНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ**

В.А. Александров

Институт прикладной механики УрО РАН, г.Ижевскava@udman.ru

Для исследования наноструктурированных проводящих пленок являются перспективными развитие и внедрение лазерных методов.

В рамках представления взаимодействия лазерного излучения с проводящей поверхностью как взаимодействия фотонов с электронным газом показано возникновение ЭДС в проводящих пленках при воздействии лазерного излучения, обусловленного продольным и поперечным токами в скин-слое проводящих пленок. Плотности этих токов, соответственно, равны

$$j_x = (en_e/m_e c^2) I \cos \alpha \sin \alpha$$

и

$$j_z = (en_e/m_e c^2) I \cos^2 \alpha,$$

где e - заряд электрона, n_e - их концентрация в единице объема пленки, m_e - масса электрона, c - скорость света, I - интенсивность пучка лазерного излучения, α - угол падения лазерного излучения к нормали поверхности пленки.

Максимальный продольный ток в скин -слое пленки должен наблюдаться при падении лазерного излучения под углом $\alpha = \pm \pi/4$ к нормали поверхности пленки, а максимальный поперечный ток – при $\alpha = 0$. Направление продольного тока в скин -слое пленки зависит от угла падения лазерного излучения.

Исходя из выражений плотности токов в скин -слое и экспериментально измеряемых ЭДС на проводящих пленках при лазерном воздействии с заданной интенсивностью можно оценить концентрацию свободных электронов в пленках из различных материалов, в частности наноуглеродных.

КРИОХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ НАНОРАЗМЕРНЫХ ФЕРРОГРАНАТОВ

А.Н. Булатова¹, Н.С. Трутнев², М.Ф. Булатов¹

Астраханский государственный университет¹

Московский государственный университет инженерной экологии²

Разработка новых методов синтеза современных материалов с заданными функциональными свойствами является одним из приоритетных направлений развития науки и техники. Существенными условиями, определяющими высокие показатели функциональных материалов и изделий на их основе, являются достижение однородности химического и фазового состава, а также однородного морфологического строения синтезированных продуктов. В настоящее время огромное внимание уделяется получению мелкодисперсных, особенно наноразмерных материалов и наноструктурированных керамик, которые обеспечивают не только высокие электрофизические параметры, но и способствуют уменьшению размеров изделий.

Одним из путей решения проблемы создания функциональных материалов является использование криохимической технологии получения однородных сложнооксидных материалов в виде порошков из растворов солей, которые смешиваются в требуемых соотношениях и эти соотношения сохраняются при термической обработке.

Проблема получения нано- и ультрадисперсных материалов с заданными и воспроизводимыми свойствами в значительной мере сводится к достижению высокой степени пространственной однородности химического состава. С этой точки зрения вакуум – сублимационный способ обладает значительными преимуществами, поскольку позволяет смешивать компоненты с высокой точностью на стадии приготовления раствора, сводит к минимуму их потери на последующих стадиях процесса и сохраняет физико-химическую предисторию материала. На протяжении всего процесса образование кристаллической фазы осуществляется в идентичных условиях – в микрообъемах вещества.

Для получения феррограната $Y_{2.9}Ca_{0.1}Fe_5O_{12}$ целесообразнее использовать нитраты металлов, входящих в их состав, т.к. они имеют достаточно хорошую растворимость в воде (в отличие от большинства сульфатов) и умеренную температуру замерзания эвтектических растворов (в отличие от хлоридов).

Экспериментальное исследование процесса получения криогранул (криокристаллизации) исходных растворов в жидком азоте проводилось в лотке из нержавеющей стали с неподвижным слоем жидкого азота.

В результате экспериментальных исследований вакуум-сублимационной сушки были получены нанодисперсные порошки отдельных солей металлов, двух-, трех- и четырех компонентных смесей (прекурсоров) нитратов металлов для последующей термической обработки.

РАСЧЕТ РЕОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НАНОПОТОКОВ

А.А. Вахрушев, А.М. Липанов, А.В. Вахрушев
Институт прикладной механики УрО РАН, Ижевск
makaveli.lcf@gmail.com

На основе построенной математической модели системы «жидкость-наноканал» выполнены расчеты параметров трехмерных течений. Разработана методика для расчета течений неньютоновской жидкости при наличии К-фазы в трехмерных каналах, обладающих симметрией. Методами молекулярной динамики рассчитана задача обтекания наночастиц. Проведено сравнение аналитической формулы, связывающей тензор напряжений с тензором скоростей деформаций, на основе результатов, полученных с помощью метода молекулярной динамики.

Исследованы течения наножидкостей в углеродных нанотрубках, различающихся как конфигурацией, так и числом слоев. В ходе выполнения численного эксперимента было исследовано влияние капиллярного эффекта на образование пустот в канале при движении жидкости.

Таблица 1. Состав молекулярной системы «вода – углеродный наноканал»

Тип атомов в системе	Диаметр углеродной нанотрубки		
	$D = 32 \text{ \AA}$	$D = 64 \text{ \AA}$	$D = 96 \text{ \AA}$
Углерод (CA)	12672	50400	113616
Кислород (OT), водород (HT)	17763	175713	713274

Было смоделировано устойчивое течение жидкости, построены осредненные профили скорости в поперечном сечении трубки для сравнения с профилем Пуазейля в цилиндрическом канале [1]. По динамическим параметрам потока (давление, температура, плотность) и на основе рассчитанного расхода жидкости была получена вязкость среды.

Таблица 2. Результаты расчетов вязкости нанопотока

Вязкость воды $\nu (\text{м}^2 / \text{сек})$	Диаметр углеродной нанотрубки		
	$D = 32 \text{ \AA}$	$D = 64 \text{ \AA}$	$D = 96 \text{ \AA}$
Минимальное значение	$1,478 \cdot 10^{-8}$	$8,524 \cdot 10^{-8}$	$25,776 \cdot 10^{-8}$
Максимальное значение	$6,002 \cdot 10^{-8}$	$15,759 \cdot 10^{-8}$	$68,064 \cdot 10^{-8}$
Среднее значение	$3,488 \cdot 10^{-8}$	$11,168 \cdot 10^{-8}$	$35,125 \cdot 10^{-8}$

В ходе исследования были разработаны высокоэффективные численные алгоритмы, и с их помощью решались задачи течения молекулярных жидкостей на процессорах IBM (PowerPC и Cell BBE).

Работа выполнена в рамках гранта РФФИ № 05-08-50090-а .

1. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. - М.: Наука, 1973. - 848 с.

ПОЛУЧЕНИЕ НАНООКСИДОВ МЕДИ И НИКЕЛЯ

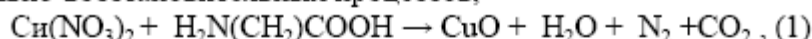
В.Д. Журавлев, К.В. Нефедова, О.Г. Резницких

Институт химии твердого тела УрО РАН, Г. Екатеринбург

Современное производство технических сортов оксида меди как правило базируется на термическом разложении меди (II) углекислой основной, $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$, либо окислении электролитического медного порошка в стационарных или динамических условиях. В первом случае получают активные порошки, чья дисперсность не превышает 5 мкм. Во втором методе размер частиц оксида зависит от сорта исходного медного порошка, а продукт часто содержит примесные фазы меди металлической и оксида меди (1). Оксид никеля в принципе может быть получен термолизом его солей, но чаще всего его получают разложением основного гидрокарбоната или азотнокислого никеля с улавливанием двуокиси азота. Однако, производство этих оксидов субмикронного размера возможно через пиролиз их азотнокислых солей с органическими добавками-восстановителями (глицин, поливиниловый спирт и др).

Привлекательность производства таким способом промышленных партий заключается в том, что

1) его можно ведения экологически чистым способом благодаря особенностям окислительно-восстановительных процессов,



которые в присутствии органической компоненты протекают с восстановлением диоксида азота до элементарного азота;

2) реакция начинается при умеренном нагреве и носит экзотермический характер, что резко снижает энергоемкость производства;

3) важную роль играют каталитические свойства оксидов никеля и меди;

4) формирование субмикронного материала идет с высокой скоростью;

5) возможно регулирование его морфологии, удельной поверхности, насыпной массы в рамках одного технологического процесса.

В настоящей работе методами растровой электронной микроскопии ('Jeol JSM-5900'),

Рентгеновской дифракции (ДРОН-3) и БЭТ исследовано влияние способа пиролиза азотнокислых солей меди и никеля на их морфологию, дисперсность, удельную поверхность и фазовый состав. Субмикронные порошки обладают умеренно высокой удельной поверхностью, разной степенью агломерации и аморфизации в зависимости от условий эксперимента. Исследовано влияние кратковременного отжига продуктов на изменение размера частиц и удельной поверхности.

РЕНТГЕНОЭЛЕКТРОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ УГЛЕРОДМЕТАЛЛОСОДЕРЖАЩИХ НАНОСТРУКТУР, ПОЛУЧЕННЫХ В НАНОРЕАКТОРАХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТРИЦ

¹И.Н.Шабанова, ²Г.Макарова, ¹Н.С. Теребова

¹ *Физико-технический институт УрО РАН, г.Ижевск*

² *ГОУ ВПО "Удмуртский государственный университет", г.Ижевск*

В настоящее время одной из основных задач является развитие методов диагностики, которые позволят контролировать промежуточные и конечные результаты создания новых материалов. Основная роль в диагностике материалов принадлежит рентгеновским методам. В связи с этим особую актуальность приобретает развитие метода рентгеноэлектронной спектроскопии (РЭС). Важной особенностью метода является его неразрушающий характер воздействия, так как рентгеновское излучение, которое служит для возбуждения фотоэлектронов, не создает повреждений в большинстве материалов. Этого нельзя сказать о методах анализа поверхности, которые связаны с ее ионной или электронной бомбардировкой.

Метод рентгеноэлектронной спектроскопии разработан для контроля получения нанокластеров по относительному содержанию C-C, C-H, C-Me связей, типу гибридизации валентных s,p электронов атомов углерода и спутниковой структуре C1s спектра, химической связи атомов металлов.

Проведено исследование методом рентгеноэлектронной спектроскопии наноматериалов, полученных в нанореакторе полимерной матрицы (поливиниловый спирт-ПВС, полиэтиленполиамин -ПЭПА, ацетилацетон- АА) с катализатором NiCl₂

Изучено влияние окислительно-восстановительного процесса на образование металл-углеродных нанотрубок, проведены исследования систем Ni в зависимости от содержания полимеров, их вида, химической связи Me-C.

СОСТАВ, СТРОЕНИЕ И СВОЙСТВА ЗОЛЬ-ГЕЛЬ СИЛИКАТНЫХ ПЛЕНОК, ЛЕГИРОВАННЫХ ПАЛЛАДИЕМ

О.М. Канунникова, А.Е. Муравьев, А.А. Шаков, Д.В. Сурнин
Физико-технический институт УрО РАН

Нелегированные силикатные пленки широко используются в качестве защитных и отражающих покрытий. Силикатные пленки, легированные палладием, являются основным элементом тонкопленочных газовых сенсоров.

Целью данной работы явилось исследование изменений морфологии (шероховатость поверхности, пористость), тонкой структуры (статистика структурных кремнийкислородных и кремнийорганических единиц) и свойств (поверхностное натяжение, гидрофильность, коэффициент преломления) силикатной пленки в результате легирования палладием.

Морфология поверхности исследована методами атомной силовой микроскопии на сканирующем зондовом микроскопе Р-47 НТ МДТ и растровой электронной микроскопии на спектрометре JAMP-10S. Состав пленок проанализирован методами оже-спектроскопии (на спектрометре JAMP-10S) и рентгеноэлектронной спектроскопии (на спектрометре ЭС-2401). Анализ тонкой структуры пленок проведен по методике, предложенной в [1]. Величина поверхностного натяжения и гидрофильные свойства поверхности в сухой и влажной атмосферах определены на основании измерения краевых углов смачивания воды, глицерина и диметилсульфоксида.

Объектами исследования являлись силикатные пленки, полученные из тетраэтоксисилана. Нелегированные пленки термообработаны при температурах 250°C и 450°C. Пленка, легированная палладием (3 мол.% PdO₂), термообработана в азоте при температуре 450°C.

Показано, что соотношение малочленных (3,4-членных) и многочленных (5,6-членных) кремнийкислородных колец в структуре пленок отличается от массивного стеклообразного кварца. Пониженное содержание многочленных колец приводит к уменьшению коэффициента преломления и повышению гидрофильности поверхности. Палладий присутствует в составе пленок, преимущественно в виде оксида.

Обсуждается взаимосвязь свойств пленок от их структуры.

1. Канунникова О.М. Исследование строения тонких силикатных пленок методами рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии и атомной силовой микроскопии // Перспективные материалы, 2006, №6, с.88-92

ПОЛУЧЕНИЕ УГЛЕРОДМЕТАЛЛОСОДЕРЖАЩИХ НАНОСТРУКТУР В ГЕЛЯХ ПВС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПЫЛИ

В.В. Кодолова, В.А. Денисов, В.И. Кодолов, Е.Г. Волкова
Институт прикладной механики УрО РАН, г.Ижевск

На данный момент при получении наноструктур для многих методов в качестве катализатора, подложки, участника синтеза используют различные металлы и их соединения. Для снижения себестоимости нанопродуктов, например, для модификации крупнотоннажных материалов, можно использовать в качестве неорганической фазы отходы металлургических производств. Количественный и качественный состав используемых отходов зависит от выбранного метода получения наноструктур.

Для синтеза углеродных металлосодержащих наноструктур в качестве углеродпоставляющего вещества использовали поливиниловый спирт. Метод синтеза наноструктур основан на окислительно-восстановительных реакциях в нанореакторах. В данном случае нанореакторы – протяженные полости, в том числе нанопоры, образованные в гелях полимерных веществ. В результате окислительно-восстановительных реакций происходит восстановление металла, а также формирование углеродной оболочки из стенок нанореактора. В качестве неорганической фазы использовали пыли, полученные на стадии окислительного обжига магнитной фракции и никелевого концентрата при получении никеля: NiS 8,1%, CuO 6%, CuS 2,5%, NiO 81,2%, CoO 2%.

В зависимости от качественного и количественного состава пылей изменяется соотношение компонентов, температурные режимы получения.

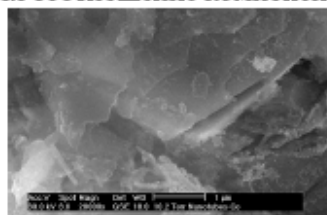


Рис. 1. Пленочные наноструктуры, заполненные металлической и металлооксидной фазой, получены после ступенчатой термической обработки до 250°C.

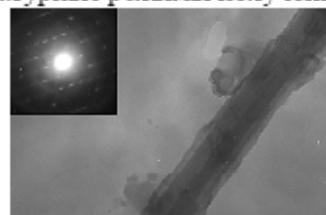


Рис. 2. Углеродные наноструктуры, полученные после ступенчатой температурной обработки образцов до 400°C.

Согласно полученным фотографиям ПЭМ и микродифракции (ЭД) в большинстве случаев получены наноструктуры, представляющие собой металлические и металлосодержащие наночастицы в углеродных оболочках. Размеры получаемых нанопродуктов цилиндрической формы: диаметр – 15-50 нм, длина 100 -1000 нм, толщина оболочки 2-7 нм. При температурной обработке 200°C получены углеродные нанопленки толщиной до 10 нм, площадью $\approx 500\text{ нм} \times 1000\text{ нм}$ с металлом и металлосодержащими компонентами между слоями. Неорганическая фаза имеет следующий состав: Ni, NiO, Cu, Cu₂O, CoO.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТУННЕЛЬНЫХ СЕНСОРНЫХ НАНОСТРУКТУР МЕТАЛЛ–ДИЭЛЕКТРИК–МЕТАЛЛ

В. М. Колешко, А. В. Гулай, В. А. Гулай

Белорусский национальный технический университет

Перспективы создания туннельных МДМ-наносенсоров (металл-диэлектрик-металл) на основе сверхтонких диэлектрических пленок, в частности, оксидов редкоземельных элементов (РЗЭ) требуют всестороннего изучения свойств многослойных наноструктур. Эффективным методом исследования туннельных МДМ-наноструктур является компьютерное моделирование их электрофизических свойств и зависимости этих свойств от внешних воздействий. Квантовый уровень моделирования предполагает изучение туннельной МДМ-наноструктуры как потенциального барьера для носителей заряда, образуемого диэлектрической пленкой. На кинетическом уровне моделируются процессы переноса заряда через диэлектрический слой и прохождения электрического тока через МДМ-наноструктуру. Моделирование процесса токопереноса производится в предположении, что проводимость МДМ-наноструктур при комнатной температуре и нормальном давлении определяется облегченной электрическим полем эмиссией электронов над барьером на границе раздела металл–диэлектрик.

При изучении токопереноса на вольт-амперных характеристиках (ВАХ) МДМ-наноструктур на основе оксидов РЗЭ (например, оксида иттрия) наблюдается перегиб в диапазоне напряжений 0,8–1,2 В. В связи с этим проводили линейную аппроксимацию экспериментальных зависимостей между $\ln(I)$ и $U^{1/2}$ до точки перегиба (I и U – ток и напряжение). Выше указанных значений напряжения наблюдается линейная зависимость $I \sim U$. Из пересечения аппроксимирующих участков для каждой ВАХ получены критические значения напряжения U_k , при которых происходит переключение преобладающего механизма проводимости. По величине критического напряжения найдены концентрации носителей заряда на границе раздела металл–диэлектрик N_0 ($N_0 = U_k / (d \cdot 3,5 \cdot 10^{-10})$; d – толщина диэлектрической пленки), высота потенциального барьера и коэффициенты для уравнения термоэмиссии Шоттки $I = AT^2 \exp\{-(\phi/kT) - \phi(E^{1/2}/kT)\}$, здесь A – эффективная постоянная Ричардсона; ϕ – высота барьера; E – напряженность электрического поля; T – абсолютная температура; k – постоянная Больцмана; ϕ – коэффициент (см. таблицу).

Толщина диэлектрика d , нм	Площадь контакта S , см ²	Критическое напряжение U_k , В	Концентрация носителей N_0 , см ⁻³	Высота барьера ϕ , эВ	Коэффициент τ
5	10^{-5}	1,224	$6,995 \cdot 10^{17}$	1,332	$0,9753 \cdot 10^{-24}$
16	10^{-5}	1,108	$1,978 \cdot 10^{17}$	1,324	$1,6435 \cdot 10^{-24}$
16	$2 \cdot 10^{-5}$	0,873	$1,559 \cdot 10^{17}$	1,304	$1,6151 \cdot 10^{-24}$

МОДИФИЦИРОВАНИЕ ЧУГУНА ПРИ ФИЛЬТРАЦИИ ЧЕРЕЗ ПЕНОКЕРАМИЧЕСКИЕ ФИЛЬТРЫ С НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫМИ ПОКРЫТИЯМИ

Е.В. Матыгуллина, С.Е. Порозова, Л.Д. Сиротенко

*«Научный центр порошкового материаловедения» ГОУ ВПО «Пермский
государственный технический университет», г. Пермь*

В настоящее время накоплен значительный объем эмпирических данных по применению пенокерамических фильтров (ПКФ) в литейном производстве, в частности, при фильтрации расплавов чугуна. Вместе с тем, моделирование физических явлений, происходящих при прохождении чугуна через пористую структуру фильтра, остается актуальным, несмотря на ряд публикаций, посвященных этому вопросу [1]. Новым направлением является и использование ПКФ при наномодифицировании чугуна [2], когда нанесенный на поверхность фильтра модификатор в виде наночастиц воздействует на расплавленный металл в процессе фильтрации, вызывая перераспределение компонентов сплава, измельчение его структурных элементов, одновременное возрастание прочности, твердости и пластичности сплава.

Для описания процесса фильтрации жидкого металла через ПКФ применили расчетную схему, используемую в капиллярной вискозиметрии [3]. При этом пористый материал представляется в виде связки капиллярных трубок.

Уравнение течения вязкой жидкости в цилиндрическом канале устанавливает связь градиента давления с изменением скорости течения расплава в процессе фильтрации:

$$z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} - \frac{2\tau}{r\rho g} - \frac{2\tau}{r\rho g}(z_2 - z_1) = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g},$$

где $\tau = \mu \frac{dv}{dr}$ – сдвиговое напряжение на стенках капилляра, Па; $\frac{dv}{dr} = \frac{4Q}{\pi r^3} = \frac{4V}{2r}$, μ – вязкость, Па·с; Q – объемная скорость течения, м³/с; V – средняя скорость течения, м/с; r – радиус капилляра, м; z – геометрическая координата фильтра, м.

Предложенный подход позволяет определить диаметр ячейки фильтра, необходимый для эффективного осуществления процесса наномодифицирования, и оптимальную скорость фильтрации. Знание этих величин позволяет рассчитать параметры фильтра и литниковой системы в целом. Показано, что могут быть подобраны условия для прохождения наномодифицирования чугуна в процессе фильтрации.

1. Суворов С.А., Тебуев Н.Б. Гидродинамическое моделирование процесса фильтрации расплавов металлов через высокоогнеупорные ячеистые пенокерамические фильтры // Огнеупоры. 1992. № 6. С. 11-15.

2. Давыдов С.В. Технология наномодифицирования доменных и ваграночных чугунов // Заготовительные производства в машиностроении. 2005. № 2. С. 3-9.

3. Хан Ч.Д. Реология в процессах переработки полимеров. М.: Химия, 1979. 368 с.

**МЕССБАУЭРОВСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО СПЛАВА FINEMET ТИПА, ПОСЛЕ
ОБЛУЧЕНИЯ ИМПУЛЬСНЫМ ИОННЫМ ПУЧКОМ**

Р.А. Назипов, А.В. Пятаев, Н.А. Зюзин, Р.И. Баталов *, Р.М. Баязитов *

Казанский государственный университет

**Казанский физико-технический институт КНЦ РАН*

Методом Мессбауэровской спектроскопии был исследован нанокристаллический сплав на основе железа состава $\text{Fe}_{77}\text{Si}_{13}\text{Cu}_1\text{Nb}_3\text{B}_6$ (FINEMET типа) после облучения в импульсном ускорителе ионов «ТЕМП». Образцы сплава в исходном аморфном состоянии, полученные путем спиннингования расплава на бронзовый вал, в виде тонких фольг, толщиной 20 мкм, помещались в вакуумную камеру ускорителя и облучались ионами с плотностью потока энергии 2 Дж/см², при разных количествах импульсов – 2, 5 и 10. Состав пучка ионов был следующим: углерод C^+ (80%) и смесь водорода с кислородом H^+ , O^+ (20%), энергия ионов – 300 кэВ. Доза пучка 10^{14} ион/см², длительность импульса ионного пучка 50 нс.

Были проведены рентгеноструктурные исследования на дифрактометре ДРОН 2.0 в геометрии Брегга-Брентано, на излучении Co-K_α . Для всех образцов, по данным рентгеноструктурного анализа, не выявлено структурных изменений сплава приводящих к кристаллизации объема. Мессбауэровские исследования проводились в геометрии поглощения на спектрометре СМ 1101, источником гамма-квантов служил изотоп ^{57}Co в хромовой матрице. Мессбауэровские спектры показали сильные изменения магнитной текстуры облученного сплава по сравнению с не облученным образцом. На основании анализа мессбауэровских спектров был сделан вывод о необратимой переориентации намагниченности в образцах после облучения, в результате которой намагниченность становилась почти перпендикулярной плоскости образца, тогда как в исходном сплаве вектор намагниченности лежит вдоль плоскости ленты. Данный вывод был подкреплён дополнительными мессбауэровскими исследованиями облученных сплавов в приложенном магнитном поле.

ФАЗОВЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ В СПЛАВАХ ПРИ МЕХАНОАКТИВАЦИИ

В.Л. Орлов, А.В. Орлов, А.А. Гребеньков

Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Югорский государственный университет (г. Ханты-Мансийск)

Интенсивная пластическая деформация металлов вызывает превращения металлов и сплавов. Наиболее часто наблюдаемые эффекты при этом – образование пересыщенных твердых растворов и аморфных фаз.

Предложена феноменологическая теория структурно-фазовых превращений в металлах и сплавах при интенсивной пластической деформации. Теория базируется на предположении, что при механоактивации зерно уменьшается до некоторой величины и далее остается стабильным. Стабильность обеспечивается упругими напряжениями всестороннего сжатия, приложенными к зерну и вызванными поверхностным натяжением. За границей зерна действуют упругие растягивающие напряжения. В данной работе записаны выражения для диффузионных потоков атомов различного сорта. Диффузионные потоки вызваны градиентами химических потенциалов. При выводе соотношений для химических потенциалов учитывались плотности энтропии, энергии межатомных связей, энергии упругих напряжений.

Выражение для потока атомов одного сорта получено в виде:

$$J_a = -\frac{n_a n_b n_v}{n_0^3} \left[(D_a + D_b) \frac{z \Delta \epsilon}{kT} \nabla n_a + (D_a n_a) \frac{\Omega_a}{kT} \nabla \sigma \right]$$

Здесь: n_0, n_a, n_b, n_v – концентрации узлов кристаллической решетки, атомов различного сорта, вакансий; D_a, D_b – коэффициенты диффузии атомов различного сорта; σ – упругие напряжения; Ω – атомный объем; $\Delta \epsilon$ – энергия смещения; z – координационное число.

Анализ выражений для потоков атомов заключался в решении вопроса о том, будет диффузия атомов в определенной области материала обычной, либо восходящей? Механохимический синтез или образование пересыщенного твердого раствора возможно только в случае обычной диффузии во всех областях материала. Восходящая диффузия приводит к расслоению изначально однородного сплава.

Предлагаемый подход описания фазовых превращений при интенсивной пластической деформации в определенной степени перекликается с термодинамическим моделированием Миедемы. Достоинством предлагаемого подхода является возможность определить, где находятся области с наибольшими термодинамическими движущими силами перемешивания.

Проведены оценочные расчеты для различных металлических систем. Показано, что предлагаемая теория способна удовлетворительно описывать экспериментальные факты.

ПОЛУЧЕНИЕ УГЛЕРОДМЕТАЛЛСОДЕРЖАЩИХ НАНОСТРУКТУР В ГЕЛЯХ ПВС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПЫЛИ

В.В. Кодолова, В.А. Денисов, В.И. Кодолов, Е.Г. Волкова
Институт прикладной механики УрО РАН, г.Ижевск

На данный момент при получении наноструктур для многих методов в качестве катализатора, подложки, участника синтеза используют различные металлы и их соединения. Для снижения себестоимости нанопродуктов, например, для модификации крупнотоннажных материалов, можно использовать в качестве неорганической фазы отходы металлургических производств. Количественный и качественный состав используемых отходов зависит от выбранного метода получения наноструктур.

Для синтеза углеродных металлсодержащих наноструктур в качестве углеродпоставляющего вещества использовали поливиниловый спирт. Метод синтеза наноструктур основан на окислительно-восстановительных реакциях в нанореакторах. В данном случае нанореакторы – протяженные полости, в том числе нанопоры, образованные в гелях полимерных веществ. В результате окислительно-восстановительных реакций происходит восстановление металла, а также формирование углеродной оболочки из стенок нанореактора. В качестве неорганической фазы использовали пыли, полученные на стадии окислительного обжига магнитной фракции и никелевого концентрата при получении никеля: NiS 8,1%, CuO 6%, CuS 2,5%, NiO 81,2%, CoO 2%.

В зависимости от качественного и количественного состава пылей изменяется соотношение компонентов, температурные режимы получения.

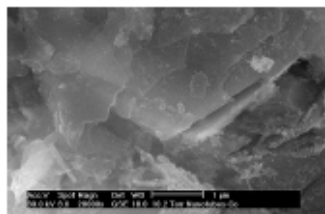


Рис. 1. Пленочные наноструктуры, заполненные металлической и металлоксидной фазой, получены после ступенчатой термической обработки до 250°C.

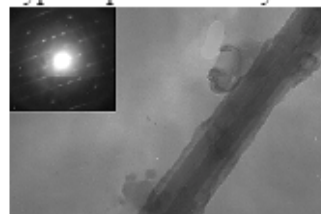


Рис. 2. Углеродные наноструктуры, полученные после ступенчатой температурной обработки образцов до 400°C.

Согласно полученным фотографиям ПЭМ и микродифракции (ЭД) в большинстве случаев получены наноструктуры, представляющие собой металлические и металлсодержащие наночастицы в углеродных оболочках. Размеры получаемых нанопродуктов цилиндрической формы: диаметр – 15-50 нм, длина 100 -1000 нм, толщина оболочки 2-7 нм. При температурной обработке 200°C получены углеродные нанопленки толщиной до 10 нм, площадью $\approx 500\text{ нм} \times 1000\text{ нм}$ с металлом и металлсодержащими компонентами между слоями. Неорганическая фаза имеет следующий состав: Ni, NiO, Cu, Cu₂O, CoO.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТУННЕЛЬНЫХ СЕНСОРНЫХ НАНОСТРУКТУР МЕТАЛЛ–ДИЭЛЕКТРИК–МЕТАЛЛ

В. М. Колешко, А. В. Гулай, В. А. Гулай
Белорусский национальный технический университет

Перспективы создания туннельных МДМ-наносенсоров (металл-диэлектрик-металл) на основе сверхтонких диэлектрических пленок, в частности, оксидов редкоземельных элементов (РЗЭ) требуют всестороннего изучения свойств многослойных наноструктур. Эффективным методом исследования туннельных МДМ-наноструктур является компьютерное моделирование их электрофизических свойств и зависимости этих свойств от внешних воздействий. Квантовый уровень моделирования предполагает изучение туннельной МДМ-наноструктуры как потенциального барьера для носителей заряда, образуемого диэлектрической пленкой. На кинетическом уровне моделируются процессы переноса заряда через диэлектрический слой и прохождения электрического тока через МДМ-наноструктуру. Моделирование процесса токопереноса производится в предположении, что проводимость МДМ-наноструктур при комнатной температуре и нормальном давлении определяется облегченной электрическим полем эмиссией электронов над барьером на границе раздела металл–диэлектрик.

При изучении токопереноса на вольт-амперных характеристиках (ВАХ) МДМ-наноструктур на основе оксидов РЗЭ (например, оксида иттрия) наблюдается перегиб в диапазоне напряжений 0,8–1,2 В. В связи с этим проводили линейную аппроксимацию экспериментальных зависимостей между $\ln(I)$ и $U^{1/2}$ до точки перегиба (I и U – ток и напряжение). Выше указанных значений напряжения наблюдается линейная зависимость $I \sim U$. Из пересечения аппроксимирующих участков для каждой ВАХ получены критические значения напряжения U_k , при которых происходит переключение преобладающего механизма проводимости. По величине критического напряжения найдены концентрации носителей заряда на границе раздела металл–диэлектрик N_0 ($N_0 = U_k / (d \cdot 3,5 \cdot 10^{-10})$; d – толщина диэлектрической пленки), высота потенциального барьера и коэффициенты для уравнения термоэмиссии Шоттки $I = AT^2 \exp\{-(\phi/kT) - \phi(E^{1/2}/kT)\}$, здесь A – эффективная постоянная Ричардсона; ϕ – высота барьера; E – напряженность электрического поля; T – абсолютная температура; k – постоянная Больцмана; ϕ – коэффициент (см. таблицу).

Толщина диэлектрика d , нм	Площадь контакта S , см ²	Критическое напряжение U_k , В	Концентрация носителей N_0 , см ⁻³	Высота барьера ϕ , эВ	Коэффициент ϕ
5	10^{-5}	1,224	$6,995 \cdot 10^{17}$	1,332	$0,9753 \cdot 10^{-24}$
16	10^{-5}	1,108	$1,978 \cdot 10^{17}$	1,324	$1,6435 \cdot 10^{-24}$
16	$2 \cdot 10^{-5}$	0,873	$1,559 \cdot 10^{17}$	1,304	$1,6151 \cdot 10^{-24}$

МОДИФИЦИРОВАНИЕ ЧУГУНА ПРИ ФИЛЬТРАЦИИ ЧЕРЕЗ ПЕНОКЕРАМИЧЕСКИЕ ФИЛЬТРЫ С НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫМИ ПОКРЫТИЯМИ

Е.В. Матыгуллина, С.Е. Порозова, Л.Д. Сиротенко
*«Научный центр порошкового материаловедения» ГОУ ВПО «Пермский
государственный технический университет», г. Пермь*

В настоящее время накоплен значительный объем эмпирических данных по применению пенокерамических фильтров (ПКФ) в литейном производстве, в частности, при фильтрации расплавов чугуна. Вместе с тем, моделирование физических явлений, происходящих при прохождении чугуна через пористую структуру фильтра, остается актуальным, несмотря на ряд публикаций, посвященных этому вопросу [1]. Новым направлением является и использование ПКФ при наномодифицировании чугуна [2], когда нанесенный на поверхность фильтра модификатор в виде наночастиц воздействует на расплавленный металл в процессе фильтрации, вызывая перераспределение компонентов сплава, измельчение его структурных элементов, одновременное возрастание прочности, твердости и пластичности сплава.

Для описания процесса фильтрации жидкого металла через ПКФ применили расчетную схему, используемую в капиллярной вискозиметрии [3]. При этом пористый материал представляется в виде связки капиллярных трубок.

Уравнение течения вязкой жидкости в цилиндрическом канале устанавливает связь градиента давления с изменением скорости течения расплава в процессе фильтрации:

$$z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} - \frac{2\tau}{r\rho g} - \frac{2\tau}{r\rho g}(z_2 - z_1) = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g},$$

где $\tau = \mu \frac{dv}{dr}$ - сдвиговое напряжение на стенках капилляра, Па; $\frac{dv}{dr} = \frac{4Q}{\pi r^3} = \frac{4V}{2r}$, μ - вязкость, Па·с; Q - объемная скорость течения, м³/с; V - средняя скорость течения, м/с; r - радиус капилляра, м; z - геометрическая координата фильтра, м.

Предложенный подход позволяет определить диаметр ячейки фильтра, необходимый для эффективного осуществления процесса наномодифицирования, и оптимальную скорость фильтрации. Знание этих величин позволяет рассчитать параметры фильтра и литниковой системы в целом. Показано, что могут быть подобраны условия для прохождения наномодифицирования чугуна в процессе фильтрации.

1. Суворов С.А., Тебуев Н.Б. Гидродинамическое моделирование процесса фильтрации расплавов металлов через высокоогнеупорные ячеистые пенокерамические фильтры // Огнеупоры. 1992. № 6. С. 11-15.

2. Давыдов С.В. Технология наномодифицирования доменных и ваграночных чугунов // Заготовительные производства в машиностроении. 2005. № 2. С.3-9.

3. Хан Ч.Д. Реология в процессах переработки полимеров. М.: Химия, 1979. 368 с.

ФАЗОВЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ В СПЛАВАХ ПРИ МЕХАНОАКТИВАЦИИ

В.Л. Орлов, А.В. Орлов, А.А. Гребеньков

Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Югорский государственный университет (г. Ханты-Мансийск)

Интенсивная пластическая деформация металлов вызывает превращения металлов и сплавов. Наиболее часто наблюдаемые эффекты при этом – образование пересыщенных твердых растворов и аморфных фаз.

Предложена феноменологическая теория структурно-фазовых превращений в металлах и сплавах при интенсивной пластической деформации. Теория базируется на предположении, что при механоактивации зерно уменьшается до некоторой величины и далее остается стабильным. Стабильность обеспечивается упругими напряжениями всестороннего сжатия, приложенными к зерну и вызванными поверхностным натяжением. За границей зерна действуют упругие растягивающие напряжения. В данной работе записаны выражения для диффузионных потоков атомов различного сорта. Диффузионные потоки вызваны градиентами химических потенциалов. При выводе соотношений для химических потенциалов учитывались плотности энтропии, энергии межатомных связей, энергии упругих напряжений.

Выражение для потока атомов одного сорта получено в виде:

$$J_a = -\frac{n_a n_b n_v}{n_0^3} \left[(D_a + D_b) \frac{z \Delta \epsilon}{kT} \nabla n_a + (D_a n_a) \frac{\Omega_a}{kT} \nabla \sigma \right].$$

Здесь: n_0, n_a, n_b, n_v – концентрации узлов кристаллической решетки, атомов различного сорта, вакансий; D_a, D_b – коэффициенты диффузии атомов различного сорта; σ – упругие напряжения; Ω – атомный объем; $\Delta \epsilon$ – энергия смещения; z – координационное число.

Анализ выражений для потоков атомов заключался в решении вопроса о том, будет диффузия атомов в определенной области материала обычной, либо восходящей? Механохимический синтез или образование пересыщенного твердого раствора возможно только в случае обычной диффузии во всех областях материала. Восходящая диффузия приводит к расслоению изначально однородного сплава.

Предлагаемый подход описания фазовых превращений при интенсивной пластической деформации в определенной степени перекликается с термодинамическим моделированием Миеды. Достоинством предлагаемого подхода является возможность определить, где находятся области с наибольшими термодинамическими движущими силами перемешивания.

Проведены оценочные расчеты для различных металлических систем. Показано, что предлагаемая теория способна удовлетворительно описывать экспериментальные факты.

ПОЛУЧЕНИЕ НАНОДИСПЕРСНОГО КРЕМНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ АНОДНЫХ КОМПОЗИТНЫХ МАТРИЦ

А.А. Попович, П.А. Никифоров, Д.В. Онищенко, А.К. Цветников, В.Г. Курявый

Дальневосточный государственный технический

университет имени В.В. Куйбышева

ДВО РАН Институт химии

Целью данной работы являлось: получение нанодисперсного порошка кремния, (с размером частиц от 0,0009-0,1 мкм и высокими текстурными характеристиками), восстановлением SiO_2 (диоксида кремния) магнием, методом механосинтеза, для создания анодных композитных материалов системы: **углерод – кремний**; где углерод выступает в роли матрицы, а кремний в роли наполнителя (активной фазы).

Эксперимент по восстановлению SiO_2 (диоксида кремния) магнием осуществляли на энергонапряженной вибромельнице конструкции ДВГТУ имени В.В. Куйбышева в лаборатории «Механоактивации и механосинтеза».

Диоксид SiO_2 был в виде ультрадисперсного порошка с размером частиц около 1,12 мкм, удельной поверхностью $245\text{ м}^2/\text{г}$. Магний использовали марки МГ-90 в виде мелкой стружки.

Размалывающими телами в вибромельнице являлись шары из стали ШХ15 диаметром 17 мм. Механореактор представляет собой герметичный контейнер, внутренний диаметр которого равен 70 мм, а высота 180 мм. В случае необходимости через реактор можно пропускать газы или измерять давление внутри реактора в ходе механической активации. В качестве исходных компонентов были использованы: ультрадисперсный порошок SiO_2 в количестве 10 грамм и чистый магний марки МГ-90, в виде мелкой стружки в количестве 8 грамм. Весовое количество компонентов рассчитывали в соответствии со стехеометрией химической реакции восстановления диоксида кремния магнием: $\text{SiO}_2 + 2\text{Mg} = \text{Si} + 2\text{MgO}$. При выполнении эксперимента использовались следующие режимы: частота колебаний механореактора – 12 Гц, атмосфера – воздух, интенсивность (отношение массы исходных материалов к массе размалывающих шаров 1:20; степень заполнения механореактора стальными шарами ~30% от его объема, масса шаров – 360 грамм. Длительность размола производилась в течение 40 минут и устанавливалась экспериментально, с целью получения нанодисперсного порошка.

Образец

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛА СЧЁТА ФОТОНОВ МЕРЦАЮЩЕЙ ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ КВАНТОВЫХ ТОЧЕК

Р.Т. Сибатов

Ульяновский государственный университет

ren_sib@bk.ru

В экспериментальных исследованиях мерцающей флуоресценции квантовых точек отмечается, что on- и off-интервалы распределены по степенным законам:

$$P\{T_{on} > t\} \propto t^{-\alpha}, \quad P\{T_{off} > t\} \propto t^{-\beta},$$

где $0 < \alpha, \beta < 1$ - константы. Параметры α и β практически не изменяются при варьировании условий измерений: температуры, интенсивности излучения лазера, размера квантовых точек. Физические причины мерцания квантовых точек до конца не выяснены, хотя существует несколько гипотез и предположений.

В настоящей работе показано, что статистика счёта фотонов мерцающих квантовых точек описывается с помощью дробно-устойчивых распределений. На основе скоростной модели Леви-блуждания для процесса мерцания квантовых точек получены асимптотические распределения суммарной длительности on-интервалов. Вид этих распределений сильно зависит от значений показателей степенных распределений on- и off-интервалов. Изучено влияние на статистику усечения степенного закона распределения on-интервалов, экспериментально наблюдавшегося другими исследователями. Показана трансформация распределения суммарной длительности on-интервалов при увеличении времени наблюдения. Все результаты получены в аналитическом виде – в терминах дробно-устойчивых плотностей.

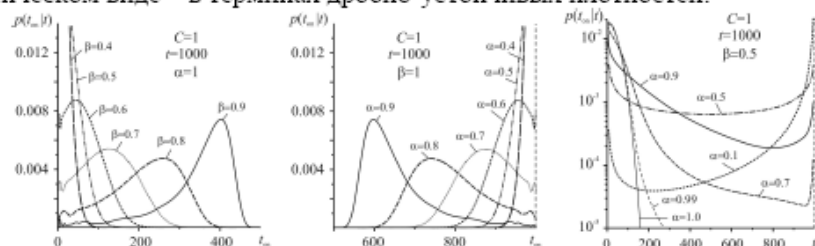


Рис. Плотность распределения суммарной длительности on-интервалов для различных α и β .

На рис. показаны плотности распределения суммарной длительности on-интервалов, которые связаны с распределением числа фотоотсчётов преобразованием Пуассона. Спектроскопия одиночных нанокристаллов позволяет исследовать локальную динамику взаимодействия с окружением квантовой точки. Учёт флуктуаций, которые в случае «степенного» мерцания не убывают со временем, с помощью дробно-устойчивых распределений помогает в статистической интерпретации временных траекторий флуоресценции.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант 07-01-00517).

ВЛИЯНИЕ НАНОСТРУКТУРНОГО МОДИФИЦИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ АЛЮМИНИЯ И СТАЛИ НА ИХ ТРИБОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

А.Г. Сырков, Д.С. Быстров, Т.М. Магомедов, Т.Г. Вахренева
Санкт-Петербургский Государственный горный институт
(технический университет)

Поиск новых путей и развитие фундаментальных основ применения наноматериалов и нанотехнологий для защиты и смазки поверхности металлов является задачей большой научно-практической значимости.

Ранее нами было обнаружено, что в нанопленке, образующейся в результате адсорбции на стали 3 катионных ПАВ из разбавленного водного раствора Алкамона (А) и Триамона (Т), где $A/T=1$, энергия связи азота $N1s$ примерно на 2 эВ выше, по данным РФЭС, чем в нанопленке, полученной из раствора А или Т той же концентрации. В данной работе измеряли скорость равномерного движения стальных шариков с одинаковыми массами и диаметрами, модифицированных различными веществами, при прохождении ими фиксированного расстояния в вертикальной трубе (установке Стокса с $D=140$ мм и $H=1,5$ м), заполненной касторовым маслом. Выяснилось, что скорость возрастает (сопротивление среды падает) в ряду образцов: $T/St < A/St < ГКЖ/Ф/St < (A+T)/St \leq A/T/St$, где Ст – сталь 3; Ф – фосфатный согласующий подслои на стали; ГКЖ – слой, нанесенный из гидрофобизирующей кремнийорганической жидкости; А+Т – двухкомпонентная пленка, нанесенная из смеси $A/T=1$; $A/T/St$ – образец, где на сталь последовательно нанесены нанослой Т, а затем –А. Испытания растворов на основе А и Т в качестве смазки промышленного высокоскоростного конвейера со стальной транспортировочной трассой подтвердило, что наилучший антифрикционный эффект (в 7÷10 раз выше) дает состав с $A/T=1$ (по массе). Наиболее высокий и стабильный антикоррозийный эффект по результатам лабораторных и натурных испытаний в воздушной атмосфере соляных рудников для стальных образцов, содержащих приведенные выше нанопленки, характерен для образцов $(A+T)/St$ и $A/T/St$, что коррелирует с усилением водоотталкивающих свойств образцов.

Наилучшими водоотталкивающими свойствами (гидрофобностью) из изученных А1 – порошков обладали порошки с «триамоновым» Т – подслоем $A/T/A1$. А1 – порошки марок ПАП-2, АСД-1 и ПА-3 модифицированы наноструктурами из паров А, Т, ГКЖ впервые. А1 – пудра, используемая для наполнения краски «серебрянки», содержащая двухкомпонентную (A/T или $A+T$) пленку на поверхности частиц увеличивает свою химическую активность при окислении на воздухе (1173 К, 300с) по сравнению с исходной пудрой только после предварительного хранения образцов на воздухе. Иное дело, образцы $A/T/ПАП-2$ и $(A+T)/ПАП-2$, которые сразу после получения демонстрируют усиление активности не менее, чем на 30 %, по сравнению с исходным ПАП-2 (погрешность – 10 %), который обладает активностью на уровне нанопорошка алюминия.

ЛОКАЛЬНАЯ АКТИВАЦИЯ НАНОКОМПОЗИТОВ $\text{Fe-Fe}_3\text{C}$ В НЕЙТРАЛЬНЫХ ХЛОРИДСОДЕРЖАЩИХ СРЕДАХ

А.В. Сюгаев, С.Ф. Ломаева, С.М. Решетников, Д. В. Сурнин, А.С. Шуравин,
Е.Ф. Шарафеева

Физико-технический институт УрО РАН, г. Ижевск
uds@udm.ru

На сегодняшний день самыми распространенными конструкционными материалами остаются углеродистые стали и чугуны. Несмотря на это, особенности коррозионно-электрохимического поведения систем Fe-C в нанокристаллическом состоянии не изучены. Целью данной работы является изучение процессов пассивации и локальной активации нанокомпозитов (НК) $\alpha\text{-Fe+Fe}_3\text{C}$ с размером зерна от 30-40 нм и содержанием цементита от 9 до 95 мол.%, полученных механоактивацией Fe с графитом и железа в органических средах с последующим динамическим прессованием. Электрохимические исследования проведены в боратном буферном растворе (ББР) с $\text{pH}=7,4$, в том числе с добавками NaCl (10^{-4} -0,5 М).

Можно выделить 3 основных случая в поведении НК Fe95C5 (9 мол.% Fe_3C), в том числе после рекристаллизационного отжига (800°C , 1ч, в среде Ar), а также литой стали У13 с тем же количеством Fe_3C , в зависимости от концентрации ионов активаторов (Cl^-). При концентрации Cl^- - $0\text{-}10^{-4}\text{М}$ эти материалы пассивируются и не подвергаются локальной активации при анодной поляризации, при $10^{-3}\text{-}10^{-1}\text{М}$ – пассивируются и локально активируются, при 0,5 М – наблюдается полная активация поверхности и переход к равномерной коррозии. Для стали У13 потенциалы питтингообразования ниже, чем для НК Fe95C5 , что по данным Оже-спектроскопии связано с присутствием в стали У13 коррозионно-опасных сульфидных включений. После рекристаллизации питтингостойкость НК Fe95C5 несколько повышается, что связано с уменьшением протяженности границ зерен, играющих роль активных центров взаимодействия с коррозионной средой. С увеличением доли Fe_3C в НК (Fe85C15 с 55 мол.% Fe_3C) область концентраций Cl^- , при которой наблюдается локальная активация, сужается до $5\cdot 10^{-3}\text{-}10^{-2}$ М. Таким образом, увеличение доли Fe_3C способствует предотвращению наиболее опасного вида коррозии – питтинговой коррозии и при высоких концентрациях Cl^- - переходу к равномерному растворению. Исследование влияния доли Fe_3C (9-95 мас.%) в растворе с 10^{-2} М Cl^- показало, что повышение стойкости к питтинговой коррозии носит скачкообразный характер: $\text{Fe95C5} < \text{Fe90C10} < \text{Fe85C15} \approx \text{Fe80C20} \approx \text{Fe75C25}$, что, по-видимому, связано с переходом от ферритной матрицы к матрице Fe_3C . Работа поддержана грантом РФФИ 07-03-96006 и интеграционным проектом фундаментальных исследований УрО РАН «Механокompозиты – прекурсоры для создания материалов с новыми свойствами»

ФАЗОВЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ В СПЛАВАХ ПРИ МЕХАНОАКТИВАЦИИ

В.Л. Орлов, А.В. Орлов, А.А. Гребеньков

Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Югорский государственный университет (г. Ханты-Мансийск)

Интенсивная пластическая деформация металлов вызывает превращения металлов и сплавов. Наиболее часто наблюдаемые эффекты при этом – образование пересыщенных твердых растворов и аморфных фаз.

Предложена феноменологическая теория структурно-фазовых превращений в металлах и сплавах при интенсивной пластической деформации. Теория базируется на предположении, что при механоактивации зерно уменьшается до некоторой величины и далее остается стабильным. Стабильность обеспечивается упругими напряжениями всестороннего сжатия, приложенными к зерну и вызванными поверхностным натяжением. За границей зерна действуют упругие растягивающие напряжения. В данной работе записаны выражения для диффузионных потоков атомов различного сорта. Диффузионные потоки вызваны градиентами химических потенциалов. При выводе соотношений для химических потенциалов учитывались плотности энтропии, энергии межатомных связей, энергии упругих напряжений.

Выражение для потока атомов одного сорта получено в виде:

$$J_a = -\frac{n_a n_b n_v}{n_0^3} \left[(D_a + D_b) \frac{z \Delta \epsilon}{kT} \nabla n_a + (D_a n_a) \frac{\Omega_a}{kT} \nabla \sigma \right].$$

Здесь: n_0, n_a, n_b, n_v – концентрации узлов кристаллической решетки, атомов различного сорта, вакансий; D_a, D_b – коэффициенты диффузии атомов различного сорта; σ – упругие напряжения; Ω – атомный объем; $\Delta \epsilon$ – энергия смещения; z – координационное число.

Анализ выражений для потоков атомов заключался в решении вопроса о том, будет диффузия атомов в определенной области материала обычной, либо восходящей? Механохимический синтез или образование пересыщенного твердого раствора возможно только в случае обычной диффузии во всех областях материала. Восходящая диффузия приводит к расслоению изначально однородного сплава.

Предлагаемый подход описания фазовых превращений при интенсивной пластической деформации в определенной степени перекликается с термодинамическим моделированием Миеды. Достоинством предлагаемого подхода является возможность определить, где находятся области с наибольшими термодинамическими движущими силами перемешивания.

Проведены оценочные расчеты для различных металлических систем. Показано, что предлагаемая теория способна удовлетворительно описывать экспериментальные факты.