

УДК 539.3

ПЕРВЫЙ ВСЕРОССИЙСКИЙ СЕМИНАР “НЕЛИНЕЙНЫЕ ПРОЦЕССЫ И ПРОБЛЕМЫ САМООРГАНИЗАЦИИ В СОВРЕМЕННОМ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИИ”

В. У. Новиков

Московский государственный открытый университет, Москва, Россия

Представлена краткая информация о Первом Всероссийском семинаре “Нелинейные процессы и проблемы самоорганизации в современном материаловедении”, состоявшемся в Московском государственном университете в апреле 1997 г.

С 15 по 17 апреля 1997 г. в Московском государственном университете на Воробьевых горах (Москва) состоялся первый Всероссийский семинар “Нелинейные процессы и проблемы самоорганизации в современном материаловедении”, на котором были представлены доклады из университетов и НИИ, в основном РАН, более чем из 12 городов России. Работа семинара проходила в двух секциях: “Нелинейные процессы в современном материаловедении” и “Фракталы и мультифракталы как язык описания сложных неравновесных систем”. Был проведен круглый стол “Синергетика и материаловедение: идеи, подходы и перспективы развития”.

Круг проблем, обсужденных на заседаниях секций, был весьма широк. Условно можно выделить примерно три равные группы докладов, в которых были рассмотрены:

- нелинейные процессы и самоорганизация;
- фракталы, мультифракталы и их формализм;
- различные аспекты и конкретные примеры использования в материаловедении нелинейных процессов, явлений самоорганизации и фрактального формализма с целью анализа экспериментальных данных.

Семинар открыл академик Третьяков Ю. Д. (Московский госуниверситет, Москва) докладом, в котором всесторонне рассмотрена роль самоорганизации при конструировании материалов в открытых неравновесных системах. Им отмечено, что в сильно-неравновесных открытых системах в процессе обмена энергией и веществом со средой происходят образование и развитие упорядоченных структур в ходе диссипативной самоорганизации. Большой интерес для материаловедения представляет консервативная самоорганизация, когда в равновесных или близких к ним условиях образуются упорядоченные структуры. В докладе уделено большое внимание условиям образования диссипативных структур в открытых системах, рассмотрены примеры этих структур со скейлинговыми свойствами, а также применены модели детерминистического хаоса, метод клеточных автоматов для описания эволюции микроструктуры и пути предотвращения хаоса в сложных системах, связанных с их декомпозицией, использование темплейтных процессов и процессов с положительными обратными связями.

Вопросам нелинейных процессов в физической мезомеханике материалов был посвящен доклад академика Панина Е. В. (Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск), в котором на примере металлов, керамики и полукристаллического полиэтилена показано, что процессы пластической деформации по схеме “сдвиг + поворот” и разрушения развиваются на разных масштабных уровнях и подчиняются принципу масштабной инвариантности. Для деформируемого твердого тела предложена и развита теория вихревого механического поля, связанного с движением трехмерных мезообъемов, показана их самоорганизация, что обуславливает волновой характер распространения пластической деформации. Любую сложную деформацию предлагается представлять как суперпозицию простых элементов масштабных уров-

ней: микроуровень, мезоуровень и макроуровень. А это в свою очередь позволяет предложить простой алгоритм построения моделей физической мезомеханики и компьютерного конструирования материалов.

Универсальность самоорганизации самоподобных структур в живой и неживой природе было содержанием доклада Ивановой В. С. (Институт металлургии им. А. А. Байкова РАН, Москва), в котором обсуждено, как развитие синергетики привело к установлению универсальности и масштабной инвариантности механизма самоорганизации, являющегося общим для живой и неживой природы. В их основе один и тот же закон — принцип минимума производства энтропии, контролирующей механизм диссипации энергии путем действия обратной внутренней связи. В докладе обосновано представление об иерархии уровней неравновесности исходной структуры с учетом лидеров-дефектов. Это позволило разделить конструкционные материалы на шесть классов, а также дать определение фрактальным материалам — как самоуправляющихся при внешнем воздействии внутренней связью. Они включают в себя адаптирующиеся или “интеллектуальные” материалы, приближающиеся к биологическим объектам. Предполагается, что материалы XXI века по своей структуре и реакции на внешнюю нагрузку будут приближаться к биологическим структурам.

Большая группа докладов была посвящена нелинейным процессам и самоорганизации в металлах, полимерах, керамике с рассмотрением кинетики получения и различного на них воздействия.

Предпринята попытка Хлюпановым Л. П. (Институт новых химических проблем РАН, Черноголовка, Московская обл.) установить общую закономерность возникновения самоорганизации и турбулентности, которая проверена на ряде гидродинамических, физико-химических, физических и биологических системах.

Коноров П. П. с соавторами (Санкт-Петербургский госуниверситет, С.-Петербург) рассмотрели процессы пространственной и временной самоорганизации на поверхности полупроводников в системе полупроводник — электролит и методом эффекта поля показали, что при адсорбции органических молекул на поверхности полупроводника удастся наблюдать эффекты, состоящие в качественном скачкообразном изменении электрофизических свойств.

Самоорганизация в полимерных системах — промышленных асимметричных мембранах из поливинилтриметилсилана, как следствие структурной неустойчивости неравновесных физико-химических систем — рассмотрена Агеевым Е. П. (Московский госуниверситет, Москва), который показал, что при испарении бинарных растворов ПВА через мембрану наблюдается ярко выраженные взаимно согласованные автоколебания проницаемости и селективности.

В докладе Мелихова И. В. (Московский госуниверситет, Москва) рассмотрены варибельность и эволюция физико-химических систем и показано, что способность к микрофлуктуациям универсальна и присуща любым реальным системам. В работе используется иерархический принцип структурных уровней. Основные положения доклада проиллюстрированы примерами описания кристаллизации.

Интересный доклад Ключарева В. В. (Институт новых химических проблем РАН, Черноголовка, Московская обл.) был посвящен самораспространяющейся перколяции в разупорядоченных средах, в котором на примере в основном СБС-процессов установлена связь между микро- и макротермодинамикой превращений.

Самоорганизацию при сублимационно-десублимационных процессах рассмотрел Бердонос С. С. (Московский госуниверситет, Москва), а Чувыров А.Н. (Башкирский госуниверситет, Уфа) — возникновение диссипативных структур в жидких кристаллах с учетом поля градиента температур.

Хаос и параметры порядка в аморфных полимерах были рассмотрены Новиковым В. У. (Московский государственный открытый университет). Он показал, что структура аморфного полимера обладает определенной степенью детерминистического хаоса, мерой которого может выступать показатель Ляпунова. Предложено два параметра порядка, отдельно характеризующие кластер и матрицу, которые взаимосвязаны с показателем Ляпунова и со свойствами полимера.

Вопросам самоорганизации в физико-химических системах в акустических полях был посвящен доклад Николаева А. Л. (Московский госуниверситет), а взаимосвязи неоднородного протекания структурной самоорганизации и нелинейного поведения деформации металлических материалов — доклад Терентьева В. Ф. (Институт металлургии им. А. А. Байкова РАН, Москва).

Были также рассмотрены нелинейные процессы при электроискровом легировании и самоорганизации вещества в поверхностном слое (Аблесимов Н. Е., Верхотуров А. Д. — Институт материаловедения ДВШ РАН, Хабаровск), нелинейные процессы при синтезе порошкообразных веществ и материалов (Олейников П. Н. и др. — Московский госуниверситет) и явления самоорганизации, протекающие при окислении монокристаллов иттрий-бариевого купрата (Петрыкин В. В. и др. — Московский госуниверситет, Москва).

Более чем в трети докладов были представлены данные, для анализа которых использовался фрактальный формализм.

Методикам определения фрактальной размерности посвящено всего два доклада: метод ртутной пирометрии, используемый для изучения фрактальной размерности поверхности порошков оксида железа (Иванов В. К. и др. — Институт общей и неорганической химии РАН, Москва) и фрактальная размерность микроструктуры аморфного сплава на основе железа, определяемая путем моделирования поверхности набором окружностей различного диаметра (Пименова Н. Р., Скрыбина Н. Е. — Пермский госуниверситет, Пермь).

В ряде докладов из этой группы рассмотрены: кинетика кристаллизации аморфных пленок PZT и структурных фазовых переходов в керамике PLZT (Шур В. Я. — Уральский госуниверситет, Екатеринбург), а также эволюция фрактальной поверхности этой пленки (Шур В. Я. и др.) и кинетика фрактальных кластеров в релаксорной PLZT керамике (Шур В. Я. и др.);

использование фрактальной геометрии для уточнения описания теплоемкости твердых тел (Изотов А., Шебершнева О. — Институт общей и неорганической химии РАН, Москва) с обоснованием применимости фрактальных представлений к описанию низкотемпературной теплоемкости твердых тел и возможности скейлингового соотношения между частотой и количеством фононов в состояниях, соответствующих этой частоте;

влияние фрактальной структуры исходного реагента на кинетику и механизм топочимических реакций с его участием (Ветергел А. А. — Московский госуниверситет, Москва) на примере гидрооксидов железа и алюминия при их термической дегидратации и взаимодействии с карбонатом лития, при этом показано, что кинетика этих процессов определяется величиной фрактальной размерности частиц образца;

коллоидно-химические объекты с фрактальной структурой (краевые углы, линии смачивания поверхностный слой жидкости) в рамках фрактального анализа (Сумм Б. Д. — Московский госуниверситет), что позволило наметить пути устранения затруднений при анализе микромеханизмов капиллярных явлений. Также рассмотрены фрактальная геометрия линии трехфазного контакта структуры поверхностного слоя жидкости и влияние шероховатости твердой поверхности на смачивание. Одновременно с соавторами показано, что при смачивании твердых тел растворами ПАВ происходит образование надмолекулярных структур на границе раствор/твердое тело и у линии трехфазного контакта.

Исследованию фрактальных кластеров цинка и оксида цинка посвящен доклад Яблокова И. Ю. (Научно-исследовательский физико-химический институт им. Л. Я. Карпова, Москва), а электродинамике фрактальных кластеров из нанометровых твердых непоглощающих частиц — доклад Максименко В. В. (Научно-исследовательский физико-химический институт им. Л. Я. Карпова, Москва). В докладе Косова А. А., Савиных И. В. (Марийский госуниверситет, Йошкар-Ола) рассмотрена связь основных перколяционных и фрактальных кластеров на основании исследования ди-

намики и закона мерности пространственного распределения нормальных и сверхпроводящих кластеров, в частности мультифракталов Вичека, Серпинского и др. Траскин В. Ю. с соавторами (Московский госуниверситет) представил доклад о фрактальных свойствах ансамблей высокоэнергетических межзеренных границах в поликристаллах. Мамчик А. И. с соавторами (Московский госуниверситет, Москва) рассмотрели изменение фрактальной размерности при старении коллоидных агрегатов и предприняли попытку проследить эволюцию фрактальных агрегатов, формирующихся в растворе. Предложен механизм старения агрегатов, проверенный с помощью компьютерного моделирования.

Различные аспекты использования фундаментальных положений нелинейных процессов, явлений самоорганизации, фрактального формализма были представлены в докладах с обсуждением следующих вопросов:

автоколебания в гетерогенном катализе (Слинько М. Г. — Научно-исследовательский физико-химический институт им. Л. Я. Карпова, Москва), неравновесность и автоволны в ЭГД-конвекции нематических жидких кристаллов (Батыршин Э. С. и др. — Башкирский госуниверситет, Уфа);

топохимическая память в процессе получения твердофазных материалов (Олейников Н. Н. — Московский госуниверситет, Москва), нелинейная термогравиметрия и оценка кинетических параметров твердофазных реакций (Калинин С. В. и др. — Московский госуниверситет, Москва), а также текстуирование при кристаллизации (Зеленко В. А. — Московский госуниверситет);

математическое моделирование процесса закалки сталей с целью прогнозирования структуры (Гуревич Ю. Г. и др. — Курганский госуниверситет, Курган) и структурная релаксация аморфного сплава на основе железа (Петров А. С. и др. — Пермский госуниверситет, Пермь), а также влияние постоянного электрического тока на диффузию легирующих элементов в сталях (Кусков В. и др. — Тюменский государственный нефтегазовый университет, Тюмень) и трибохимическое смещение температурного порога рекристаллизации сплавов (Иванченко А. В. и др. — Волгоградский госуниверситет, Волгоград);

деформационно-тепловая неустойчивость и образование упорядоченных структур при анодном травлении кремния в растворе плавиковой кислоты (Кузнецов В. С. и др. — Ярославский госуниверситет, Ярославль) и температурная зависимость элемента постоянной фазы твердых электролитов в теории Ле Мео и Крепи (Кобелев В. А. и др. — Уральский госуниверситет, Екатеринбург).

Обсуждение докладов показало, что подобные семинары целесообразно проводить ежегодно.

THE FIRST ALL-RUSSIA SEMINAR "NONLINEAR PROCESSES AND PROBLEMS SELF-ORGANIZATION IN MODERN A MATERIAL-SCIENCE "

V. U. Novicov

Moscow state open university, Moscow, Russia

The brief information on the first all-russia seminar "Nonlinear processes and problems of self-organization in a modern material-science", having been held in Moscow State University in April 1997 is submitted.