

ISSN 0367-1631

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ  
ОДЕССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
им. И. И. МЕЧНИКОВА

# **Физика аэродисперсных систем**

**ВЫПУСК 39**

МЕЖВЕДОМСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ СБОРНИК

*Основан в 1969 г.*

Одесса  
“Астропринт”  
2002

УДК 541.182.2/3:541.126:536.24+66.015.23:533.6

Рассмотрены вопросы испарения, конденсации и коагуляции в водном аэрозоле, а также кинетика горения твердых и порошкообразных горючих. Приведены результаты исследований по тепло- и массообмену в дисперсных системах. Освещены проблемы активного воздействия на метеорологические явления. Рассмотрены некоторые электрические явления при взаимодействии заряженных частичек.

Для физиков, химиков, метеорологов и инженеров.

Розглянуто питання випаровування, конденсації та коагуляції у водному аерозолі, а також кинетика горіння твердих і порошкоподібних паливних. Наведено результати досліджень з тепло- і масообміну в дисперсних системах. Висвітлено проблеми активної дії на метеорологічні явища. Розглянуто деякі електричні явища при взаємодії заряджених частинок.

Для фізиків, хіміків, метеорологів і інженерів.

*Редакционная коллегия:*

д-р физ.-мат. наук, проф. **В. В. Калинин** (гл. ред.);  
д-р физ.-мат. наук, проф. **М. Н. Чесноков** (зам. гл. ред.);  
д-р физ.-мат. наук, проф. **С. К. Асланов** (зам. гл. ред.);  
д-р физ.-мат. наук, проф. **А. Н. Золотко** (зам. гл. ред.);  
д-р физ.-мат. наук, проф. **Н. Х. Копыт** (зам. гл. ред.);  
д-р физ.-мат. наук, проф. **С. М. Контуш**;  
академик НАН Украины **Ю. П. Корчевой**;  
д-р физ.-мат. наук, проф. **А. В. Затовский**;  
д-р физ.-мат. наук, проф. **В. Г. Шевчук**;  
проф. **Анджей Гавдзик** (Польша);  
канд. физ.-мат. наук доцент **Г. С. Драган**;  
канд. физ.-мат. наук **Я. И. Вовчук** (секретарь);  
канд. физ.-мат. наук **С. Г. Орловская** (отв. секретарь);  
**Т. Ф. Смагленко** (техн. секретарь)

Редакция при Одесском национальном университете  
им. И. И. Мечникова.

*Адрес редакционной коллегии:*

65026, Одесса, ул. Пастера, 27, ОНУ, кафедра теплофизики,  
тел. 23-12-03, 23-62-27.

© Одесский национальный университет  
им. И. И. Мечникова, 2002

## ОГЛАВЛЕНИЕ

### ФИЗИКА АЭРОЗОЛЕЙ

<i>Асланов С., Колтаков А.</i> Влияние электрического поля на процесс диспергирования жидкой поверхности .....	7
<i>Липатов Г., Чернова Е., Турецкий А., Миргород П.</i> Экспериментальное исследование течения Стефана в статической термодиффузионной камере .....	15
<i>Сидоров В., Гоцульский В., Сидоров А.</i> Интерферометрический метод определения амплитуд колебания частиц .....	23
<i>Каримова Ф. Ф.</i> О гомогенно-гетерогенном механизме протекания каталитических реакций в аэрозолях .....	28
<i>Вербинская Г. Н., Загородняя О. А., Нужный В. М.</i> Динамические граничные условия при интенсивном испарении термостатированных капель воды в ряде инертных газов. Коэффициент конденсации воды .....	34
<i>Кумченко Я. А.</i> Резонаторная природа силового взаимодействия между аэрозольными частицами. Формирование акустической потенциальной ямы .....	40
<i>Алехин А., Рудников Е.</i> Ренормгрупповой подход к определению градиента неоднородного поля кластеров флуктуаций в поле земного тяготения .....	51
<i>Дроздов В. А., Ковальчук В. В., Моисеев С.</i> Фрактальная размерность наночастиц .....	55

## ФИЗИКА ГОРЕНИЯ

- Орловская С., Калинин В., Грызунова Т., Каримова Ф.*  
Влияние испарения оксидной пленки на высокотемпературное окисление вольфрамовой частицы в воздухе с различным содержанием кислорода ..... 69
- Золотко А., Копейка А., Копейка К.*  
Инициирование процесса воспламенения взвеси частиц бора ..... 77
- Шевчук В., Бойчук Л., Сидоров А.*  
Распространение пламени в аэрозвзвях частиц твердых углеводородных горючих ..... 82
- Флорко И., Флорко А., Швец А.*  
Влияние аппаратных искажений на результаты измерения температуры по абсолютной интенсивности резонансных линий ..... 87
- Трофименко М., Чесноков М., Смагленко Т.*  
Изменение величины излучательной способности факела твердых смесевых систем в зависимости от давления ..... 95
- Гавдзик А., Гайда С., Влодарчик П., Иорман А., Дзивлик И., Медерски Т., Софронков А.*  
Влияние дисперсности различных веществ на каталитическую активность сплавов Ni-Ti ..... 100
- Копейка А., Головки В., Бровченко В., Дараков Д.*  
Воспламенение одиночной капли рапсово-метилового эфира ..... 103
- Корнилов В., Шошин Ю., Альтман И., Семенов К.*  
Экспериментальное исследование структуры зоны горения и радиационных тепловых потерь одиночных частиц магния реагирующих при естественной и вынужденной конвекции ... 109

## ТЕПЛОМАССОБМЕН

- Бобров Р., Затовский А.*  
Тепловые возбуждения вязкой капли ..... 123

<i>Коваль С. В., Коваль С. С.</i> Учет изменения теплофизических характеристик системы в задачах моделирования фазовых переходов .....	133
<i>Калинчак В., Орловская С., Гулеватая О.</i> Высокотемпературный теплообмен и самопроизвольное потухание пористой углеродной частицы в воздухе .....	138
<i>Глушков А., Хохлов В.</i> Атмосферный влаго-тепло-перенос, телеконнекция и баланс энергии, углового момента .....	148
<i>Недялков Д., Алтоиз Б.</i> Расчет параметров структурированных прослоек методом интегральной оптики .....	158
<i>Чесноков М., Козакова И., Грызунова Т., Андрианова И.</i> Испарение капель водных растворов натрия-хлор в электрическом поле .....	170
<i>Дайчман Е., Кондратьев Е.</i> Полуавтоматическое регулирование в организации замкнутых циклов проточных реакторов .....	177

## **ГАЗОДИНАМИКА**

<i>Асланов С.</i> О самоорганизации процессов горения и взрыва .....	187
<i>Стручаев А.</i> Перенос “пассивной” примеси кольцом при его взаимодействии с препятствием .....	195
<i>Липатов Г., Чернова Е., Таволжанский В., Турецкий А.</i> Исследование устойчивости и структуры течений при смешенной конвекции в цилиндрических каналах .....	207
<i>Сахненко Е., Затовский А.</i> Гидродинамические флуктуации анизотропной жидкости в пространственно ограниченных условиях .....	215

*Розина Е.*  
Концентрация энергии акустического поля  
при возбуждении локализованного кавитационного  
процесса ..... 229

*Яценко В.*  
Определение силы, действующей на сферическую твердую  
частицу в потоке со сдвигом ..... 240

## **ЭЛЕКТРОФИЗИКА**

*Драган Г.*  
Влияние концентрации легкоионизирующейся присадки  
на поверхностные процессы в пылевой плазме ..... 249

*Семенов К., Лялин Л., Калинин В., Копыт Н.*  
Термоэмиссионная зарядка седиментирующих сферических  
металлических частиц ..... 261

*Маренков В.*  
“Полідисперсна” іонізація макрочастинок в гетерогених  
плазмових системах ..... 270

*Народицкая Т., Алтоиз Б., Поповский Ю.*  
Диэлектрическая проницаемость прослоек нематических  
жидких кристаллов ..... 281

*Лобода Н., Глушков А.*  
Мультифрактальное моделирование нелинейных  
гидрологических систем: временные ряды годового стока  
и фрактальная размерность ..... 287

*Королев С.*  
Исследование механизма генерации акустических волн  
в твердых телах при электроискровом пробое слоя газа ..... 295

*А. Гавдзик, С. Гайда, П. Влодарчик, А. Иорман, И. Дзивлик,  
Т. Медерски, А. Софронков  
Университет, Ополе, Польша*

### **Влияние дисперсности различных веществ на каталитическую активность сплавов Ni-Ti**

В работе рассматривается влияние дисперсности угольных порошков различных марок, являющихся основой электролов топливных элементов и концентрации пероксида водорода на активность катализаторов топливных элементов.

Проблема прямого преобразования химической энергии топлива в электрическую — задача весьма актуальная. При разработке преобразователей наибольший интерес представляют топливные элементы (ТЭ), которые не содержат благородные металлы. Известно, что сплавы Ni-Ti с малым содержанием титана (до 7%) являются катализаторами водородного электрода топливного элемента [1]. В тоже время сплавы способны адсорбировать посторонние вещества, находящиеся в электролите, что вызывает снижение каталитической активности, а иногда и отравление катализаторов.

В данной работе экспериментально изучено влияние дисперсности (75, 100, 150, 200, 250)•10<sup>-6</sup> м углей различных марок (КАД, КАУ и АГ-3), являющихся основой электродов топливных элементов, а также влияние концентрации пероксида водорода (0 – 10)•10<sup>-3</sup> М, на активность катализаторов. Исследование проводили в щелочном растворе методом суспензионного полуплемента [2]. Сплавы Ni-Ti получали металлургическим путем в индукционной печи, после чего дробили, размалывали и просеивали через сита соответствующих размеров. Как показали наши предварительные эксперименты [3], наиболее полная информация об электрохимической активности катализаторов в суспензионном элементе может быть получена, когда навеска катализатора–порошка находится в пределах (0,5 — 1) •10<sup>-3</sup> кг.

Поляризационные кривые полученные для всех изученных углей с различными степенями дисперсности имеют линейный характер. Как было нами установлено ранее [4], такой характер зависимости является указанием на то, что процесс ионизации на электроде протекает в переходной области, т.е. его скорость контролируется одновременно скоростями электрохимической реакции и массопереноса на границе газ — жидкость. Увеличение дисперсности углей изученных марок мало сказывается на характере поляризационных кривых. Кроме того, катод отдалён от анода в электрохимическом генераторе на значительное расстояние и уголь не растворим в КОН.

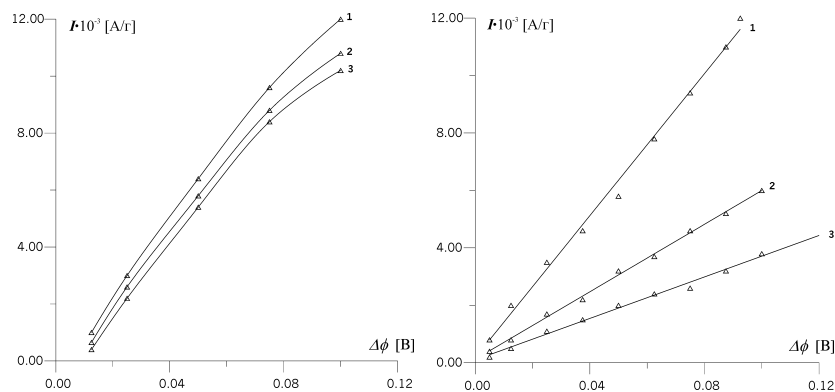


Рис.1

Рис.2

Поляризационные кривые в присутствии  $0,5 \cdot 10^{-3}$  кг катализатора (Ni-Ti)

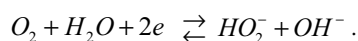
1. Уголь КАУ: 1 — без добавок, 2 —  $(100-250) \cdot 10^{-6}$  г, 3 —  $75 \cdot 10^{-6}$  г.

2.  $C_{H_2O_2}$ : 1 — без добавок, 2 —  $10^{-3}$  М/л, 3 —  $10 \cdot 10^{-3}$  М/л.

В ходе изготовления электродов топливных элементов применяется операция обработки углей, идущих на изготовление электродов, различными кислотами. С целью установления влияния этого фактора на каталитическую активность водородного электрода, исследуемые угли обрабатывали концентрированными растворами соляной и азотной кислот. Результаты поляризации водородного суспензионного элемента в присутствии порошкообразного катализатора с добавками углей различных марок обработанных азотной кислотой представлены на Рис.1. Полученные поляризационные кривые свидетельствуют, что такая обработка для всех исследуемых углей существенно сказывается на активности сплава, уменьшая её в 2-3 раза при малых дисперсностях ( $\sim 75 \cdot 10^{-6}$  м). При возрастании дисперсности активность сплава также снижается, но не так существенно (20-30%). По нашему мнению, причина уменьшения активности состоит в том, что при кислотной обработке на поверхности углей образуются различные радикалы, которые в последствие переходят в том или ином виде в электролит и отравляют катализатор. Влияние уменьшения дисперсности на спад каталитической активности не является неожиданным: с увеличением дисперсности угольных порошков возрастает их удельная, а потому и реакционная поверхность. Поэтому при использовании для изготовления электродов топливных элементов углей подобную обработку их следует исключить.

В процессе работы топливного элемента на кислородном электроде в качестве промежуточного продукта реакции образуется пероксид водорода, который может накапливаться в растворе





Результаты исследования влияния концентрации пероксида водорода на электроокисление водорода представлено на Рис.2. Как видно из рисунка, в рассматриваемых значениях концентраций пероксида водорода значительных изменений не наблюдали.

Из всего вышеизложенного можем сделать вывод, что продукты реакции, образующиеся в процессе работы топливного элемента с щелочным электролитом, не оказывают существенного влияния на ионизацию водорода в присутствии сплава Ni-Ti в качестве катализатора.

#### Литература

1. Э. Н. Первый, А. Н. Софронков, Исследование Ni-Ti сплавов, полученных электрохимическим путём, ЖПХ, т. 58, в. 4, стр. 894-897, Л. Наука, 1985.
2. В. Филштин, Топливные элементы, Мир, М., 420с., 1968.
3. Э. Н. Первый, Н. М. Федишина, А. Н. Софронков, Исследование зависимости электрохимической активности и скорости гидрирования малеиновой кислоты на никеле Ренея, ЖПХ, т. 56, в. 8, стр. 1885-1888, Л. Наука, 1983.
4. К. Феттер, Электрохимическая кинетика, Химия, М., 856 с., 1967.

*А. Гавдзик, С. Гайда, П. Володарчик, А. Йорман, І. Дзивлик,  
Т. Медерськи, О. Сафронков*

#### **Вплив дисперсності різних речовин на каталітичну активність сплавів Ni-Ti**

#### **АНОТАЦІЯ**

В роботі розглядається вплив дисперсності вугільних порошків різних марок, які є основою електродів паливних елементів, а також концентрацією пероксиду водню на активність катализаторів паливних елементів.

*Gavdzik A., Gajda S., Volodarchik P., Iorman A.,  
Divlik I., Medersky T., Safronkov A.*

**Different substances dispersivity influence on Ni-Ti alloys catalytic activity.**

#### **SUMMARY**

An influence of coal powder dispersivity and hydrogen peroxide concentration on catalytic activity of fuel cell was studied in the paper

**Фізика аеродисперсних систем**

Міжвідомчий науковий збірник / Головн. ред. В. В. Калінчак. —  
Одеса: Астропринт, 2002. — 308 с.

Укр. та рос. мовами.

Розглянуто питання випаровування, конденсації та коагуляції у водяному аерозолі, а також кинетика горіння твердих і порошкоподібних палив. Наведено результати досліджень з тепло- і масообміну в дисперсних системах. Висвітлено проблеми активної дії на метеорологічні явища. Розглянуто деякі електричні явища при взаємодії заряджених частинок.

Для фізиків, хіміків, метеорологів і інженерів.

УДК 541.182.2/3:541.126:536.24+66.015.23:533.6

*Наукове видання*

**ФІЗИКА  
АЕРОДИСПЕРСНИХ  
СИСТЕМ**

**Випуск 39**

Міжвідомчий науковий збірник

*Українською та російською  
мовами*

Головний редактор **В. В. Калінчак**

Зав. редакцією *Т. М. Забанова*  
Технічний редактор *М. М. Бушин*

---

Здано у виробництво 20.03.2002. Підписано до друку 18.07.2002. Формат 60x84/16.  
Папір офсетний. Гарнітура "Таймс". Друк офсетний. Ум. друк. арк. 17,90.  
Тираж 300 прим. Зам. № 456.

Видавництво і друкарня "Астропринт"  
(Свідоцтво ДК № 132 від 28.07.2000 р.)  
65026, м. Одеса, вул. Преображенська, 24.  
Тел.: (0482) 26-98-82, 26-96-82, 37-14-25.  
**www.astroprint.odessa.ua**