

ISSN 0367-1631

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ УКРАИНЫ
ОДЕССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. И. И. МЕЧНИКОВА

Физика аэродисперсных систем

ВЫПУСК 37

МЕЖВЕДОМСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ СБОРНИК

Основан в 1969 г.

**Одесса
“АстроПринт”
1998**

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 исследования по тепло- и массообмену в дисперсных системах. Освещены проблемы активного воздействия на метеорологические явления.

Для физиков, химиков, метеорологов и инженеров.

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.

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	
д-р физ.-мат. наук, проф.	Ю. П. Корчевой;	
д-р физ.-мат. наук, проф.	А. В. Затовский;	
д-р физ.-мат. наук, проф.	В. Г. Шевчук;	
канд. физ.-мат. наук, доц.	Г. Н. Липатов;	
канд. физ.-мат. наук, доц.	С. В. Маргашук;	
канд. физ.-мат. наук	Я. И. Вовчук	(секретарь);
канд. физ.-мат. наук	С. Г. Орловская	(отв. секретарь)

Адрес редакционной коллегии:

270001, Одесса, ул. Пастера, 27, университет, кафедра теплофизики, тел. 23-12-03.

Редакция при Одесском государственном университете.

Редакционная коллегия сборника выражает благодарность институту математики, экономики и механики Одесского госуниверситета им. И. И. Мечникова, директору института, профессору Е. В. Круглову за оплату издания сборника

ОГЛАВЛЕНИЕ

ФИЗИКА АЭРОЗОЛЕЙ

<i>Курмашев Ш., Гавдзик А., Градобоев А., Маргащук С., Софронков А.</i> Адсорбция водорода в Pd-Si:Au дисперсных структурах	6
<i>Лебедева Т. Н., Ческая Т. Ю.</i> Внутренняя подвижность частиц дисперсных систем	12
<i>Лебовка Н. И., Штангеева Н. И., Шиманский Ю. И.</i> Моделирование процессов периодической рекристаллизации в дисперсных системах	18
<i>Локотюш Т. В., Маломуж Н. П., Морозов А. Н.</i> Флуктуационно–мультипольный механизм дальнодействующих межчастичных взаимодействий в дисперсных системах	25
<i>Подвысоцкий А. М., Дубровский В. В.</i> Критические условия разрушения капель газовым потоком . .	32
<i>Макордей Р. И.</i> Зависимость дисперсности и каталитической активности скелетного никеля от фазового состава сплавов Ni-Al	38
<i>Сидоров В. И.</i> Спектры ЛДА на частицах в ламинарном потоке с гармоническими колебаниями скорости	41
<i>Стручаев А. И.</i> Компьютерное моделирование переноса “пассивного” аэрозоля вихревыми кольцами по ЛДА-измерениям структуры	46
<i>Таволжанский В. М., Чернова Е. А., Липатов Г. Н.</i> Неустойчивость ламинарных неизотермических течений	53
<i>Щекатолина С. А., Григоренко С. В.</i> Диффузионная зарядка ультрамелких частиц атмосферного аэрозоля	56

<i>Яценко В. П., Шрайбер А. А.</i> О влиянии подъемной силы магнуса на движение частиц в потоке газозвеси	63
<i>Буйко А. С., Федчук А. П., Барняк Е. М.</i> Дифракция лазерного излучения на кластеризованной компоненте слезной жидкости человека	69

ФИЗИКА ГОРЕНИЯ

<i>Садковский В. И., Орловская С. Г., Курочкина Т. А.</i> Влияние внутреннего реагирования на характеристики горения углеродной частицы	75
<i>Трофименко М. Ю.</i> Уточнение зонной структуры факела пламени борсодержащей смесевой системы	79
<i>Яровой Т. А., Золотко А. Н., Полетаев Н. И., Вовчук Я. И.</i> Воспламенение, горение и потухание частиц высокозольных углей	82
<i>Копейка А. К., Головкин В. В., Золотко А. Н.</i> Горение жидких взрывчатых веществ при наличии нехимического источника тепла в конденсированной фазе ...	86

ТЕПЛОМАССОБМЕН

<i>Цыкало А. Л., Семенов А. М., Блюхер Б.</i> Моделирование процессов испарения и рассеивания паров экологически опасных жидкостей в атмосфере в результате аварийных разливов, утечек и выбросов	95
<i>Царгородская А. Б., Алтоиз Б. А., Поповский А. Ю.</i> Исследование ориентационной упорядоченности пристенных слоев нитробензола, образованных на металлической поверхности	104
<i>Карповский Е. Я., Барняк Е. М., Заславский В. М., Гетманец В. Ф., Федчук А. П.</i> Расчет эффективной теплопроводности твердой двуокиси углерода	108

<i>Прудникова Ю. В., Калинин В. В.</i> Критические режимы тепломассообмена и кинетики гетерогенно-каталитического окисления углерода на платине	114
--	-----

ГАЗОДИНАМИКА

<i>Асланов С. К., Любченко И. В.</i> Теория структуры детонации и пределы ее распространения	118
<i>Асланов С. К., Шкулина С. А., Царенко А. П.</i> К теории взрывных волн от горючих облаков	124

ЭЛЕКТРОФИЗИКА

<i>Маренков В. И.</i> Электрофизические характеристики плазмы с макрочастицами конденсированной дисперсной фазы и атомами щелочных металлов в газовой фазе	128
<i>Полищук В. Е., Полищук И. В., Демянчук Б. А., Макордей Ф. В., Шевченко Г. Н.</i> Развитие энергосберегающих технологий на высокодисперсных ферритах	144
<i>Софронков А., Курмашев Ш., Гавдзик А., Юрчук Н., Колутаева Т., Колутаева О.</i> Низкотемпературный водородный электрод на основе никеля без предварительного выщелачивания алюминия ...	149
<i>Титов Д. В.</i> Нелинейное экранирование в высокотемпературном аэрозоле, граничащем с проводящей стенкой	152
<i>Ляхова Е. С., Алтоиз Б. А.</i> Моделирование полимолекулярного слоя ЭЖК фазы нитробензола на гидроксильном покрове кварца	159

Низкотемпературный водородный электрод на основе никеля без предварительного выщелачивания алюминия

Софронков А., Курмашев Ш., Гавдзик А., Юрчук Н., Колутаева Т., Колутаева О.

*Одесский государственный университет им. И.И. Мечникова, Одесса, Украина
Ополеувский государственный университет, Ополе, Польша*

Исследования по созданию высокоактивных водородных электродов на основе скелетного никелевого катализатора проведены Юсти с сотр.[1]. Разработанные ими электроды обладают высокой активностью в диапазоне температур 40...80 °С. Однако им присущ ряд недостатков. Для нормальной их работы требуется создавать высокий перепад давления (до 3-х атм.). Это осложняет и делает почти невозможным изготовление электродов больших размеров и сборку их в батарее. Длительным является процесс активации электродов (до месяца). Необходимость введения специальной процедуры с целью повышения электрохимической активности не вписывается в технологию серийного производства, т.к. требует контроля за изменением потенциала каждого электрода во время активации.

Целью настоящей работы было создание водородного электрода на основе скелетного никелевого катализатора, свободного от указанных выше недостатков. Электроды изготавливали из смеси порошков никель-алюминиевого сплава (сплав Ренея) и карбонильного никеля с добавкой порообразователя (мочевина). Ni-Al сплав дробился, многократно просеивался и размалывался в вибромельнице. Для изготовления опорного скелета применялся порошок карбонильного никеля с размером зерна 1...15 мкм. Он хорошо спекается, имеет высокую электропроводность и устойчив в растворе КОН, который служит электролитом и активатором. Были изготовлены электроды нескольких составов. Во всех случаях отношение сплава Ренея к карбонильному никелю составляло 1.5:2.0 (по весу). Порообразователь вносили в количестве 10 и 15 весовых процента. В последнем случае электроды армировались. Для этого создавали третий армирующий слой из карбонильного никеля с 10-ю процентами порообразователя. Для изучения влияния этого слоя на прочность и активность электродов, его наносили в одном случае со стороны газового пространства, а в другом - между затворным слоем и активной массой [2]. Для получения исходной смеси порошок карбонильного никеля смешивали с мочевиной. После тщательного перемешивания добавлялась определенная порция сплава Ренея. Из этой смеси делали основной

активный слой. Затворный слой готовили из порошка никеля. Давление прессования составляло 2000 и 4000 кг/см². Спекание проводили в атмосфере водорода при T=700 °C в течение 30 мин. В том случае, когда затворный слой наносили на спеченные электроды, проводили вторичное спекание при тех же режимах.

Активация электродов заключается в получении скелетного никелевого катализатора путем удаления алюминия из сплавов Ni-Al и Ni-Al-Ti [3]. Проводили ее тремя способами. В первом случае, вначале использовали 5-ти процентную щелочь КОН. По мере прекращения выделения пузырьков водорода ее заменяли более концентрированной (вплоть до 40 - процентной). Все операции проводили при комнатной температуре. Затем температуру повышали до 80 °C. Активация считается законченной, когда прекращается выделение водорода. По второму способу активацию проводили при комнатной температуре с постепенным повышением концентрации щелочи (как и в первом случае). Затем электроды помещали в автоклав и проводили активацию в 40 % КОН при T=100...120 °C. Конец активации контролировали по прекращению нарастания давления. Третий способ активации заключается в том, что до проведения выщелачивания сплава в кристаллическую решетку металла внедряли окись лития. Для этого электроды пропитывали 14-ти процентным раствором уксусной соли лития, затем проводили термообработку в восстановительной среде при T=600 °C в течение часа и при T=700 °C 5 мин. После внедрения лития электрода химически активировали по способу 1.

Электрохимическая активность проактивированных электродов изучалась на специальном стенде [4]. Исследовалась зависимость активности от состава, структуры электродов, способа активации, температуры, давления газа в системе, перепада давления между газом и электродом. Измерения показали, что на основе разработанного нами способа можно получить электроды с активностью порядка 200...250 мА/см² в интервале температур 100...120 °C при поляризации 0.15 В. Указанный предел температур является наиболее оптимальным для работы низкотемпературных батарей топливных элементов, если иметь ввиду разогрев во время работы и необходимость удаления воды. Сравнить активность полученных нами электродов с активностью электродов авторов работы [1] нельзя, т.к. эти данные в работе не приведены. Однако известно, что при T>90 °C с течением времени активность электродов Юсти падает. При более низкой температуре электроды Юсти обладают большей активностью, чем полученные нами. Однако, простота и дешевизна изготовления, непродолжительность процесса активации, небольшая величина перепада давления (0.5...1.0 атм.) позволяют на основе разработанных нами электродов изготовить вполне конкурентноспособную батарею низкотемпературных топливных элементов.

Литература

1. Юсти Э., Пилькун М., Шайбе В. Высокоактивный водородный диффузионный электрод. М.: ИЛ, 1962.
2. Лидоренко Н.С., Мучник Г.Ф. Электрохимические генераторы. М.: Энергоиздат, 1982.
3. Топливные элементы // Под ред. Г.Янга, М.: ИЛ, 1963.
4. Топливные элементы // Под ред. В.Митчела. М.: Судостроение, 1966.

Именной указатель

А

Алтоиз Б.А. 104; 159
Асланов С.К. 118; 124

Б

Барняк Е.М. 69; 108
Блюхер Б. 95
Буйко А.С. 69

В

Вовчук Я.И. 82

Г

Гавдзик А. 6; 149
Гетманец В.Ф. 108
Головко В.В. 86
Градобоев А. 6
Григоренко С. В. 56

Д

Демьянчук Б.А. 104
Дубровский В.В. 32

З

Заславский В.М. 108
Золотко А.Н., 82; 86

К

Калинчак В.В. 114
Карповский Е.Я. 108
Копейка А.К. 86
Курмашев Ш. 6; 149
Курочкина Т.А. 75
Колутаева О. 149
Колутаева Т. 149

Л

Лебедева Т.Н. 12
Лебовка Н.И. 18
Липатов Г.Н. 53
Локотош Т.В. 25
Любченко И.В. 138
Ляхова Е.С. 159

М

Макордей Р.И. 38
Макордей Ф.В. 144
Маломуж Н.П. 25
Маргащук С. 6
Маренков В.И. 128
Морозов А.Н. 25

О

Орловская С.Г. 75

П

Подвысоцкий А.М. 32
Полетаев Н.И. 82
Полищук В.Е. 144
Полищук И.В. 144
Поповский А.Ю. 104
Прудникова Ю.В. 114

С

Садковский В.И. 75
Семенцов А.М. 95
Сидоров В.И. 41
Софронков А. 6; 149
Стручаев А.И. 46

Т

Таволжанский В.М. 53
Титов Д.В. 152
Трофименко М.Ю. 79

Ф

Федчук А.П. 69; 108

Ц

Царенко А.П. 124
Царгородская А.Б. 104
Цыкало А.Л. 95

Ч

Чернова Е.А. 53
Ческая Т.Ю. 12

Ш

Шевченко Г.Н. 144

Шиманский Ю.И. 18

Шкулипа С.А. 124

Шрайбер А. А. 63

Штангеева Н.И. 18

Щ

Щекатолина С. А. 56

Ю

Юрчук Н. 149

Я

Яровой Т.А. 82

Яценко В. П. 63

Наукове видання

**ФІЗИКА
АЕРОДИСПЕРСНИХ
СИСТЕМ**

Випуск 37

Російською мовою

Технічний редактор *М. М. Бушин*

Здано до набору 19.03.99. Підписано до друку 09.08.99. Формат 60x84/16.
Папір друкарський. Гарнітура "Таймс". Друк офсетний.
Ум. друк. арк.9,53. Тираж 300 прим. Зам. № 251.

Видавництво і друкарня "Астропринт"
270026, м. Одеса, вул. Преображенська, 24.
Тел. (0482) 26-98-82, 26-96-82.
www.astroprint.odessa.ua