

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ

***ЦІЛЬОВА КОМПЛЕКСНА
ПРОГРАМА НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ***



***«Водень в альтернативній
енергетиці та новітніх
технологіях»***

НАУКОВА ЗВІТНА СЕСІЯ



Тези доповідей та програма сесії

10 ГРУДНЯ 2013року

Київ

**ЦІЛЬОВА КОМПЛЕКСНА ПРОГРАМА
НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ НАН УКРАЇНИ
«ВОДЕНЬ В АЛЬТЕРНАТИВНІЙ ЕНЕРГЕТИЦІ ТА
НОВІТНІХ ТЕХНОЛОГІЯХ»**

**Голова Наукової ради програми –
академік НАН України Скороход В.В.**

**Заступник Голови Наукової ради –
чл.-кор НАН України Солонін Ю.М.**

***ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ ЗВІТНОЇ СЕСІЇ ЦКП
«Водень в альтернативній енергетиці та новітніх технологіях»***

**Голова комітету –
член-кореспондент НАН України Солонін Ю.М.**

Секретар робочої групи - к.т.н. О.Г. Єршова,

Члени комітету

І.І. Білан, к.ф.-м.н.;

Л.І. Чернишев, к.т.н.;

Т.В.Гудименко, гол.пр.;

Л.О. Ковальова ;

В.І. Семенцов

ПРОГРАМА

РЕГЛАМЕНТ РОБОТИ

ВІВТОРОК, 10 ГРУДНЯ 2013р.

10.00–10.15

Відкриття сесії.

Вступне слово голови Наукової Ради програми
академіка НАН України В.В.Скорохода

Вступне слово заступника голови Наукової Ради програми
чл.-кор НАН України Ю.М. Солоніна.

10.15–12.05

Засідання секції I. Отримання водню.

12.05–12.20

Кофе-брейк

12.20–14.10

Засідання секції II. Зберігання водню.

14.10–14.50

Обід

14.50–16.20

Засідання секції III. Використання водню. Дискусія.

16.20–16.50

Підведення підсумків сесії.

Заключне слово голови Наукової Ради програми
академіка НАН України В.В.Скорохода.

Заключне слово заступника голови Наукової Ради
програми чл.-кор НАН України Ю.М. Солоніна

10.00–10.15

Відкриття сесії.

Вступне слово голови Наукової Ради програми
академіка НАН України В.В.Скорохода
Вступне слово заступника голови Наукової Ради програми
чл.-кор НАН України Ю.М. Солоніна.

10.15–12.05

ЗАСІДАННЯ СЕКЦІЇ І. ОТРИМАННЯ ВОДНЮ.

Головуючі:

Ю.М.Солонін (Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України)

П.Є. Стрижак (Інститут фізичної хімії ім. Л. В. Писаржевського НАН України)

ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОЦЕСІВ АДСОРБЦІЇ/ДЕСОРБЦІЇ CO₂ ТА ПОГЛИНАННЯ СО ПІД ЧАС КАТАЛІТИЧНОЇ ПАРОВОЇ КОНВЕРСІЇ ЛЕТУЧИХ, ПАРОВОЇ ГАЗИФІКАЦІЇ ФІКСОВАНОГО ВУГЛЕЦЮ І КАРБОНІЗАЦІЇ БІОМАСИ ТА ОРГАНІЧНИХ ВІДХОДІВ

Дудник О. М., Соколовська І.С.

Інститут вугільних енерготехнологій НАН України

10 хвилин

ВИВЧЕННЯ ПРОЦЕСІВ КАТАЛІТИЧНОЇ ПАРОВОЇ КОНВЕРСІЇ ЛЕТУЧИХ ТА КАТАЛІТИЧНОЇ ПАРОВОЇ ГАЗИФІКАЦІЇ КОКСУ УКРАЇНСЬКИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КАМ'ЯНИХ ТА БУРИХ ВИДІВ ВУГІЛЛЯ В ГАЗИФІКАТОРІ З ВИКОРИСТАННЯМ НОВИХ АБСОРБЕНТІВ CO₂

Дудник О. М., Соколовська І.С.

Інститут вугільних енерготехнологій НАН України

10 хвилин

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПЛАЗМОПАРОВОЇ КОНВЕРСІЇ БІОМАСИ

Жовтянський В.А., Золотарьова О.К.⁽¹⁾, Дудник О.М.⁽²⁾, Подорванов В.В.⁽¹⁾, Якимович М.В.

Інститут газу НАН України,

⁽¹⁾Інститут ботаніки ім. Н.Г. Холодного НАН України,

⁽²⁾Інститут вугільних енерготехнологій НАН України

15 хвилин

СВІТЛОЗАЛЕЖНЕ ПРОДУКУВАННЯ ВОДНЮ МІКРОВОДОРОСТЯМИ (CHLOROPHYTA) І ФОТОСИНТЕТИЧНИМИ БАКТЕРІЯМИ

Поліщук О.В., Подорванов В.В., Золотарьова О.К.

Інститут ботаніки ім. М.Г.Холодного НАН України

15 хвилин

ВИЗНАЧЕННЯ ДЖЕРЕЛ ЖИВЛЕННЯ ТА ЕФЕКТИВНИХ РЕГУЛЯТОРІВ МІКРОБНОГО МЕТАБОЛІЗМУ ДЛЯ МІКРООРГАНІЗМІВ-ПРОДУЦЕНТІВ H₂

Таширева Г.О., Таширев О.Б., Притула І.Р.

Інститут мікробіології і вірусології НАН України

15 хвилин

РОЗРОБЛЕННЯ КАТАЛІЗАТОРІВ І ОПТИМАЛЬНИХ УМОВ ПАРОВОЇ КОНВЕРСІЇ «ЛЕТУЧИХ» ТА КОКСУ

ТВЕРДОЇ ВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ СИРОВИНИ

Трипольський А.І., Калішин Є.Ю.

Інститут фізичної хімії ім. Л.В. Писаржевського НАН України

15 хвилин

ПАРОВИЙ РИФОРМІНГ ЕТАНОЛУ ТА ВИЩИХ СПИРТІВ НА КАТАЛІЗАТОРІ MnFe₂O₄

Долгіх Л.Ю., Столярчук І.Л., Василенко І.В., Пятницький Ю.І., Стрижак П.Є.,

Інститут фізичної хімії ім. Л. В. Писаржевського НАН України

15 хвилин

ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОБІТ ЗА ПРОЕКТАМИ ПРОГРАМИ «ВОДЕНЬ В АЛЬТЕРНАТИВНІЙ ЕНЕРГЕТИЦІ ТА НОВІТНІХ ТЕХНОЛОГІЯХ»

Чернишев Л.І., Білан І.І., Гудименко Т.В., Левіна Д.А., Ковальова Л.А.

Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М.Францевича НАН України

15 хвилин

12.20–14.10

ЗАСІДАННЯ СЕКЦІЇ П. ЗБЕРІГАННЯ ВОДНЮ.

Головуючі:

Колбасов Г.Я. (Інститут загальної та неорганічної хімії ім. В.І. Вернадського НАН України
НАН України)

Єршова О.Г. (Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН
України)

СИНТЕЗ І ДОСЛІДЖЕННЯ НОВИХ МАГНІЙ-ВМІСНИХ ІНТЕРМЕТАЛІЧНИХ СПОЛУК, КОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ ТА ЇХ ГІДРИДІВ

Завалій І.Ю., Штендер В.В., Денис Р.В., Вербовицький ЮВ.

Фізико-механічний інститут НАН України

15 хвилин

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НЕРОЗЧИННИХ КОМПОНЕНТ НА НАКОПИЧЕННЯ ТА ВИДІЛЕННЯ ВОДНЮ ІЗ МАГНІЄВИХ КОМПОЗИТІВ

**Неклюдов І.М., Морозов О.М., Журба В.І., Проколаєва В.О., Купрін О.С., Овчаренко В.Д., Ломіно
М.С.**

Національний Науковий Центр “Харківський фізико-технічний інститут” НАН України

15 хвилин

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДОМІШОК ДО МАГНІЮ Al і Ni НА ТЕМПЕРАТУРУ І КІНЕТИКУ РОЗКЛАДУ ГІДРИДНОЇ ФАЗИ MgH₂ МЕХАНІЧНИХ СПЛАВІВ

Добровольський В.Д., Єршова О.Г., Солонін Ю.М.

Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України

15 хвилин

СИНТЕЗ НАНОКОМПОЗИТІВ ТА ГЕТЕРОСТРУКТУР НА ОСНОВІ НАПІВПРОВІДНИКОВИХ ОКСИДІВ, СУЛЬФІДІВ ТА СЕЛЕНІДІВ МЕТАЛІВ, ДОСЛІДЖЕННЯ ЇХ СТРУКТУРИ ТА ФОТОЕЛЕКТРОХІМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК

Слободянюк І.О., Русецький І.А., Щербакова Л.Г.⁽¹⁾, Колбасов Г.Я., Кравчук Д.М.⁽¹⁾, Солонін Ю.М.⁽¹⁾

Інститут загальної та неорганічної хімії ім. В.І. Вернадського НАН України

⁽¹⁾Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України

15 хвилин

ВСТАНОВЛЕННЯ ВПЛИВУ ЛЕГУВАННЯ ВАНАДІЄМ НА ХАРАКТЕР ФАЗОВИХ РІВНОВАГ У СПЛАВАХ ЧАСТКОВОЇ СИСТЕМИ Ti-TiMn₂-ZrMn₂-Zr. ВИЗНАЧЕННЯ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ЕВТЕКТИКИ ТА ЇЇ ФАЗОВИХ СКЛАДОВИХ.

Іванченко В.Г., Дехтяренко В.А., Прядко Т.В.

Інститут металознавства ім. Г.В.Курдюмова НАН України

15 хвилин

РОЗРОБКА ТА ВДОСКОНАЛЕННЯ СИНТЕЗУ ВУГЛЕЦЕВИХ НАНОТРУБОК МЕТОДОМ КАТАЛІТИЧНОЇ КОНВЕРСІЇ ПРИРОДНОГО ГАЗУ.

Вавриш А.С.⁽¹⁾, Святенко О.М., Котов В.Г., Ховавко О.І., Небесний А. А.,Ткач В.М.⁽²⁾

Інститут газу НАН України,

Інститут надтвердих матеріалів НАН України

15 хвилин

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕВОЛЮЦІЇ МІКРОСТРУКТУРИ ПОРОШКОВИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ ГІДРИДУ ЦИРКОНІЮ З ПОРОШКАМИ ЛЕГУВАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ПІД ДІЄЮ ТВЕРДОФАЗНОЇ ДИФУЗІЇ

Івасишин О.М., Саввакін Д.Г., Гуменяк М.М.

Інститут металознавства ім. Г.В.Курдюмова НАН України

15 хвилин

14.50–16.20

ЗАСІДАННЯ СЕКЦІЇ ІІІ. ВИКОРИСТАННЯ ВОДНЮ

Головуючі:

Васильєв О.Д. (Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України)

Шевченко В.В. (Інститут і хімії високомолекулярних сполук НАН України)

СИНТЕЗ ПЛІВОК ОКСИДУ ЦИРКОНІЮ, СТАБІЛІЗОВАНОГО КОМПЛЕКСНИМИ СКАНДІЄВМІСНИМИ ДОБАВКАМИ

В'юнов О.І., Коваленко Л.Л., Солопан С.О., Янчевський О.З., Білоус А.Г.
Інститут загальної та неорганічної хімії ім. В.І. Вернадського НАН України

15 хвилин

ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК БАГАТОКОМПОНЕНТНИХ ЕЛЕКТРОКАТАЛІЗАТОРІВ В ПРОЦЕСІ ВІДНОВЛЕННЯ КИСНЮ ТА НАНОСТРУКТУРОВАНІХ ЕЛЕКТРОДІВ В ПРОЦЕСАХ ВИДІЛЕННЯ ВОДНЮ

Курись Я.І., Тітов В.Є., Мішура А.М., Уставицька О.О., Кошечко В.Г., Походенко В.Д.
Інститут фізичної хімії ім. Л.В. Писаржевського НАН України

15 хвилин

СИНТЕЗ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПРОТОНПРОВІДНИХ ОРГАНО-НЕОРГАНІЧНИХ СИСТЕМ ДЛЯ СТВОРЕННЯ МЕМБРАН З АЛЬТЕРНАТИВНИМ МЕХАНІЗМОМ ПРОВІДНОСТІ

Шевченко В.В., Клименко Н.С., Стрюцький О.В., Клепо В.В.
Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України

15 хвилин

РОЗРОБКА СПОСОБІВ ГЕТЕРОФАЗНОГО ЛЕГУВАННЯ ПРОТОНПРОВІДНИХ ПОЛІМЕРНИХ МЕМБРАН NAFlON 117 ПРОТОНГЕНЕРУЮЧИМИ TiO₂ СТРУКТУРАМИ

Г.М.Тельбіз, Е.В. Леоненко, В.Бортишевський⁽¹⁾, П.А.Манорик
Інститут фізичної хімії ім. Л.В.Писаржевського НАНУ,
⁽¹⁾Інститут біонеорганічної хімії та вуглехімії НАНУ

15 хвилин

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ АКТИВОВАНОГО ВОДНЮ НА ПРОНИКНІСТЬ ЗРАЗКІВ КЕРНІВ НАФТОВИХ, ГАЗОВИХ ТА МЕТАНОВИХ СВЕРДЛОВИН

Кравченко О.В., Велігоцький Д.О., Симбірський О.В., Скоблик П.І.
Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України

15 хвилин

ХАРАКТЕРИЗАЦІЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ЗРАЗКІВ АНОДУ. ВІДПРАЦЮВАННЯ EB-PVD ЕЛЕКТРОЛІТУ ТА КАТОДУ.

Васильєв О.Д., **Бродніковський Є.М.**, Бричевський М.М., Лисуненко Н.О., Підгурська В.Я.⁽¹⁾, Василів Б.Д.⁽¹⁾, Осташ О.П.⁽¹⁾, Ушкалов Л.М., Бродніковський Д.М., Самелюк А.В., Головкова М.Є.
Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М.Францевича НАН України,
⁽¹⁾Фізико-механічний інститут ім. Г.В.Карпенка НАН України

15 хвилин

Дискусія

16.20-16.50

Підведення підсумків сесії.

Заключне слово голови Наукової Ради програми академіка НАН України В.В.Скорохода.

Заключне слово заступника голови Наукової Ради програми чл.-кор НАН України Ю.М. Солоніна

Закриття сесії.

ПОСТЕРНА СЕСІЯ

(Доповіді експонуються 10⁰⁰-16⁰⁰)

РОЗРОБКА ВИСОКОПРОДУКТИВНИХ ПРОЦЕСІВ ОТРИМАННЯ ВОДНЮ ІЗ ВОДИ З ДОПОМОГОЮ НАНОСТРУКТУРОВАНИХ ЕНЕРГОАКУМУЛЮЮЧИХ РЕЧОВИН З ВИКОРИСТАННЯМ АКТИВОВАНИХ ЦИНКУ, МАРГАНЦЮ, АЛЮМІНІЮ, ВІСМУТУ, ЗАЛІЗА ТА ІНШИХ КОМПОНЕНТІВ З ВІДНОВЛЕННЯМ ВІДХОДІВ – ОКСИДІВ КАРБОТЕРМІЧНИМ МЕТОДОМ

Козін Л.Х., Волков С.В., Святогор А.В., Данільцев Б.І., Гончаренко С.Г.

Інститут загальної та неорганічної хімії ім. В.І. Вернадського НАН України

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ АНОДНОГО СИНТЕЗУ ПЕРСУЛЬФАТІВ ТА РОЗРОБКА ПРОЦЕСУ АЛЬТЕРНАТИВНОГО АНОДНОМУ ВИДІЛЕННЮ КИСНЮ ПРИ ОДЕРЖАННІ ВОДНЮ ЕЛЕКТРОЛІЗОМ ЛУЖНОГО РОЗЧИНУ

Козін Л.Х., Манілевич Ф.Д., Куций А.В., Лісогор Н.М.

Інститут загальної та неорганічної хімії ім. В.І. Вернадського НАН України

ПАРОКИСНЕВИЙ РИФОРМІНГ МЕТАНОЛУ НА КАТАЛІЗАТОРАХ ZnO-MgO-CuO/Al₂O₃/КОРДІЄРИТ

Капран А.Ю., Орлик С.М.

Інститут фізичної хімії ім. Л.В.Писаржевського НАН України

ПАРОВИЙ ТА ОКСИ-ПАРОВИЙ РИФОРМІНГ C₂-C₄-АЛКАНІВ НА КАТАЛІЗАТОРАХ Ni-Al₂O₃-M_xO_y/КОРДІЄРИТ (M=Ce, La)

Губарені Є.В., Соловійов С.О., Курилець Я.П.

Інститут фізичної хімії ім. Л.В. Писаржевського НАН України

РОЗРОБКА КОМПОЗИТНИХ МЕМБРАННИХ КАТАЛІЗАТОРІВ, ВДОСКОНАЛЕНИХ ШЛЯХОМ ВВЕДЕННЯ ПРОТОНОПРОВІДНОГО МАТЕРІАЛУ НА ОСНОВІ ТЕРМОСТІЙКИХ ПОЛІСНОВИХ ПОЛІМЕРІВ. ФІЗИКО-ХІМІЧНІ І КАТАЛІТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОДЕРЖАНИХ КОМПОЗИТІВ

Бортишевський В.А., Корж Р.В., Євдокимов П.Ю., Трепядько Д.О., Дубровін О.М.

Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії НАН України

ВИЗНАЧЕННЯ РОБОЧИХ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСІВ ОТРИМАННЯ ВОДНЮ ПРИ ОЧИЩЕННІ ПРИРОДНИХ І СТИЧНИХ ВОД ФОТОКАТАЛІТИЧНИМ ТА ЕЛЕКТРОМЕМБРАННИМ МЕТОДАМИ

Д.Д. Кучерук, Т.Ю. Дульнева

Інститут колоїдної хімії та хімії води ім А.В. Думанського НАН України

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПРОВІДНОСТІ ПЛІВОК TiO₂ ТА СТРУКТУРИ ІНТЕРФЕЙСУ TiO₂/СОНЯЧНИЙ ЕЛЕМЕНТ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ ФЕХ КОМІРКИ

Данько Д.Б., Силенко П.М, Шлапак А.М., Андрущенко Д.І., Окунь І.Ю., Солонін Ю.М.

Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України

ВПЛИВ ЛЕГУВАННЯ НА ВЕЛИЧИНУ ФОТОСТРУМУ TiO₂ ФОТОАНОДІВ ФОТОЕЛЕКТРОХІМІЧНОЇ КОМІРКИ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ВОДНЮ

Силенко П.М, Данько Д.Б., Шлапак А.М., Андрущенко Д.І., Солонін Ю. М.

Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КОМБІНОВАНОГО ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГІЇ ВІТРУ, СОНЦЯ І ТЕПЛОТИ ЗЕМЛІ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ВОДНЮ ПРИ ЕЛЕКТРОЛІЗІ ВОДИ

Кудря С.О., Морозов Ю.П., Кузнєцов М.П.

Інститут відновлюваної енергетики Національної академії наук України

НАЛАГОДЖЕННЯ УСТАНОВКИ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕТИКИ РЕДОКС-ЦИКЛІВ ТЕРМОГРАВІМЕТРИЧНИМ СПОСОБОМ; РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ВОДНЮ НА СОНЯЧНІЙ УСТАНОВЦІ З ВИКОРИСТАННЯМ ВІДХОДІВ, ЩО МІСТЯТЬ ВОЛЬФРАМ

Зенков В.С., Пасічний В.В., Рогозинський А.А., Рогозинська А.О. Остапенко С.О.

Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України

РОЗВИТОК ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ЗАСАД СТВОРЕННЯ НОВИХ ВИСОКОПОРИСТИХ МЕТАЛ-ОРГАНІЧНИХ КАРКАСНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ АКУМУЛЮВАННЯ ВОДНЮ
Колотілов С.В., Полунін Р.А., Сацька Ю.А., Дорофєєва В.М., Кіскін М.О.⁽¹⁾, Єременко І.Л.⁽¹⁾, Новоторцев В.М.⁽¹⁾

Інститут фізичної хімії ім. Л. В. Писаржевського НАН України,

⁽¹⁾Інститут загальної і неорганічної хімії ім. М.С. Курнакова РАН

ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СПЛАВІВ АВ₅ ТИПУ ТА ЇХ ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ» (ЕТАП -111 “ З ЯСУВАННЯ ПРИЧИН, ЩО ВИЗНАЧАЮТЬ ХАРАКТЕР ОТРИМАНИХ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ, РІВЕНЬ КРИВИХ,ЇХ НАХИЛ,НЕЛІНІЙНІСТЬ,ПРОЯВ НА НИХ ПЛАТО,ОБГРУНТУВАННЯ МОЖЛИВИХ ВІДХІЛЕНЬ ВІД РІВНЯНЬ БОРЕЛЛУСА І СІВЕРТСА).»

Загінайченко С.Ю., Матисіна З.А., Щур Д.В.,Шапошнікова Т.І., Золотаренко А.Д.

Інституту проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ДЕСОРБЦІЇ ВОДНЮ З ГІДРОФУЛЛЕРИТІВ С₆₀Н_x (ЕТАП-111 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ГІДРИДОУТВОРЕННЯ).»

Щур Д.В., Савенко О.Ф., Копілова Л.І., Золотаренко А.Д., Загінайченко С.Ю.,

Інституту проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ МОДИФІКУВАННЯ ПОВЕРХНІ ПОРОШКІВ СПЛАВІВ ТА ОБ'ЄМУ КАТОДІВ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПОГЛИНАННЯ НИМИ ВОДНЮ В УМОВАХ ЕЛЕКТРО- І ФОТО- ЕЛЕКТРОХІМІЧНОГО ЗАРЯДУ

Щербакова Л.Г., Сподарик М.І., Солонін Ю.М., Хомко Т.В.

Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РІЗНИХ ШЛЯХІВ КЕРУВАННЯ ПОВЕДІНКОЮ ВОДНЮ В МЕТАЛІ ЗВАРНИХ ШВІВ КОНСТРУКЦІЙНИХ СТАЛЕЙ

Походня І.К., Синюк В.С., Ігнатенко О.В., Пальцевич А.П.

Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України

ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНА СИСТЕМА ДЛЯ ВІДБОРУ ТА ОПРАЦЮВАННЯ СИГНАЛІВ МАГНЕТОПРУЖНОЇ АКУСТИЧНОЇ ЕМІСІЇ

Скальський В.Р., Почапський Є.П., Клим Б.П., Сімакович О.Г.

Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України

СТВОРЕННЯ НОВИХ АЗОТВІСНИХ ВУГЛЕЦЕВИХ І ВУГЛЕЦЬКРЕМНЕЗЕМНИХ ПОРИСТИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ І НАКОПИЧЕННЯ ВОДНЮ

Яремов П.С., Щербань Н.Д., Філоненко С.М., Ільїн В.Г.

Інститут фізичної хімії ім. Л.В.Писаржевського НАН України

ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ ВОДНЕВОТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ (ВТО) ПОРОШКІВ НІТРИДУ КРЕМНІЮ НА ЯКІСНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВИРОБІВ З НИХ.

Скориход В. В., Морозов І. А., Морозова Р. А., Кондрашов О. В.

Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України

ДОСЛІДЖЕННЯ ШВИДКОСТІ ПРЯМОГО І ДЕСТРУКТИВНОГО ГІДРУВАННЯ ІНТЕРМЕТАЛІДІВ СИСТЕМ Ti-Cu, Ti-Ni І Ti-Co

Братаніч Т.І., Кучерявий О.В., Скориход В.В., Бредун Я.О.

Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М.Францевича НАН України

**МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ЛОКАЛЬНОГО НАВОДНЮВАННЯ
СТАЛЕЙ В ОКОЛІ КОНЦЕНТРАТОРІВ НАПРУЖЕНЬ ТА ТРИЩИНОПОДІБНИХ
ДЕФЕКТІВ**

Дмитрах І.М., Стащук М.Г., Сиротюк А.М., Дорош М.І.

Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України

**ДОСЛІДЖУВАННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ МАГНІТНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НАНОСТРУКТУРНИХ
АНІЗОТРОПНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАГНІТІВ З ЛЕГОВАНИХ СПЛАВІВ НА ОСНОВІ
СПОЛУКИ $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ ВІД УМОВ ВИГОТОВЛЕННЯ ПОРОШКУ ТА ПАРАМЕТРІВ ФОРМУВАННЯ
КОМПОЗИТІВ**

Булик І.І., Тростьянчин А.М., Бурховецький В.В. ⁽¹⁾

Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України,

⁽¹⁾Донецький фізико-технічний інститут ім. О.О. Галкіна НАН України

**РОЗРОБКА ОСНОВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ПК ТРУБЧАСТОГО ДИЗАЙНУ ТА
МОДУЛЮ ДЛЯ ЇЇ ТЕСТУВАННЯ**

**Глазунов Ф.І.¹, Даніленко І.А.¹, Константинова Т.Є¹, Прохоренко С.В.¹, Волкова Г.К.¹,
Глазунова В.А.¹.**

¹Донецький фізико-технічний інститут ім. О.О.Галкіна НАН України

**РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ТА РОЗРАХУНКИ ТЕРМОГАЗОДИНАМІЧНИХ
ХАРАКТЕРИСТИК В ОСНОВНИХ ЕЛЕМЕНТАХ ВОДНЕВОЇ ЕНЕРГОУСТАНОВКИ.
ОПТИМІЗАЦІЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ РОБОЧИХ ЛОПАТЕЙ ТА
НАПРАВЛЯЮЧОГО АПАРАТУ ПРОТОЧНОЇ ЧАСТИНИ ВОДНЕВОЇ
ВИСОКОМАНЕВРеноЇ ТУРБИНИ**

Мацевитий Ю.М., Русанов А.В., Соловей В.В., Кошельнік О.В.

Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України

**ДОСЛІДЖЕННЯ ЯВИЩА ТЕМПЕРАТУРНОГО ГІСТЕРЕЗИСУ
З МЕТОЮ ВИЯВЛЕННЯ ЙОГО ВПЛИВУ НА ХАРАКТЕР ПРОТІКАННЯ
ТЕПЛОМАСООБМІННИХ ПРОЦЕСІВ В МЕТАЛОГІДРИДНИХ УСТАНОВКАХ В
НЕСТАЦІОНАРНИХ РЕЖИМАХ**

Соловей В.В., Літвінов В.О., Чорна Н.А.

Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України

**РОЗРОБКА МАКЕТНОГО ЗРАЗКА ПЛАЗМОХІМІЧНОЇ УСТАНОВКИ ТА
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕРМОХІМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ДЕСТРУКЦІЇ
КАНЦЕРОГЕННИХ СПОЛУК.**

Літвінов В.О., Каніло П.М., Соловей В.В., Шубенко О.Л.

Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України

**РОЗРОБКА МЕМБРАНО-ЕЛЕКТРОДНИХ БЛОКІВ ПАЛИВНОЇ КОМІРКИ З
ПРОТОНПРОВІДНИМИ-МЕМБРАНАМИ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЇХ ЕЛЕКТРИЧНИХ ТА
ЕНЕРГЕТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК**

**Пірський Ю.К., Огенко В.М., Лисюк ЛС., Тупчиенко О.С., Шаранда Л.Ф., Крупеннікова
О.С.**

Інститут загальної та неорганічної хімії ім. В.І.Вернадського НАН України

Тези за проектами

цільової комплексної програми наукових

досліджень НАН України

«Водень в альтернативній

енергетиці та новітніх технологіях»

РОЗРОБКА ВИСОКОПРОДУКТИВНИХ ПРОЦЕСІВ ОТРИМАННЯ ВОДНЮ ІЗ ВОДИ З ДОПОМОГОЮ НАНОСТРУКТУРОВАНИХ ЕНЕРГОАКУМУЛЮЮЧИХ РЕЧОВИН З ВИКОРИСТАННЯМ АКТИВОВАНИХ ЦИНКУ, МАРГАНЦЮ, АЛЮМІНІЮ, ВІСМУТУ, ЗАЛІЗА ТА ІНШИХ КОМПОНЕНТІВ З ВІДНОВЛЕННЯМ ВІДХОДІВ – ОКСИДІВ КАРБОТЕРМІЧНИМ МЕТОДОМ

Козін Л.Х., Волков С.В., Святогор А.В., Данільцев Б.І., Гончаренко С.Г.

Інститут загальної та неорганічної хімії ім. В.І. Вернадського НАН України
проспект Академіка Палладіна, 32/34, Київ, 03142, Україна, kozin@ionc.kiev.ua

Протягом тривалого часу основними енергоносіями, що використовуються людством для забезпечення потреб розвитку та життєдіяльності, є нафта та природний газ. Однак дані ресурси являються вичерпними. Більш того, у зв'язку зі зменшенням світових запасів палива, ціна на нього стрімко зростає. Існують і інші недоліки використання нафти та природного газу в якості енергоносіїв, а саме забруднення навколишнього середовища оксидами вуглецю, сірки, азоту, оксидами важких металів та ін. Ці факти змушують шукати альтернативні джерела енергії. Найперспективнішим енергоносієм для вирішення даної проблеми є водень, кінцевим продуктом спалювання якого являється вода. Однак, нинішні промислові технології отримання водню (конверсія природного газу та парова конверсія кам'яного вугілля) не тільки не забезпечують компактне зберігання та транспортування водню, але і не вирішують проблеми в цілому, оскільки використовують природний газ та вугілля в якості ресурсів для видобутку водню. В зв'язку з вищесказаним, нами розробляються нові способи одержання водню з води, а саме використовуючи енергоакуюлюючі речовини (ЕАР), які можна багаторазово окиснювати та відновлювати, тобто використовувати як робоче тіло при отриманні водню.

Зразки сплавів активованого цинку (систем Zn-Mg-Bi, Zn-Ca-Bi) отримували в електропечі при температурі 700 °С в умовах інтенсивного гідродинамічного перемішування. Дослідження кінетики та механізму реакцій взаємодії з водою одержаних сплавів активованого цинку, які виконували функцію ЕАР, проводили в реакторі високого тиску (р_і).

Волюмометричним методом при високих тисках досліджено кінетику і встановлено механізм взаємодії трьохкомпонентного (Zn-Mg-Bi) сплаву з вмістом вісмуту 3 мас. % та магнію 3 мас. % з водою з виділенням водню в інтервалі температур 200–325 °С, а також трьохкомпонентного (Zn-Ca-Bi) сплаву з вмістом вісмуту 3 мас. % та кальцію 2 мас. %. Встановлено, що константи швидкості взаємодії сплаву (Zn-Mg-Bi) з водою при 200; 225; 275 та 325 °С відповідно рівні 0,006; 0,055; 0,609 та 2,084 хв⁻¹, а сплаву (Zn-Ca-Bi) при 275; 300; та 325 °С відповідно рівні 0,031; 0,049 та 0,111 хв⁻¹. Встановлено швидкості виділення водню при взаємодії сплаву (Zn-Mg-Bi) з водою при 200; 225; 275 та 325 °С, максимуми яких відповідно рівні 3,9; 37,9; 729; 1956 лН₂/хв. Також встановлено швидкості виділення водню при взаємодії сплаву (Zn-Ca-Bi) з водою при 275; 300; 325 °С, максимуми яких відповідно рівні 24,1; 35,6 та 101,2 лН₂/хв. З температурної залежності констант швидкості взаємодії сплавів (Zn-Mg-Bi) і (Zn-Ca-Bi) з водою з виділенням водню визначена енергія активації, яка відповідно рівна 108,4 і 69,5 кДж/моль.

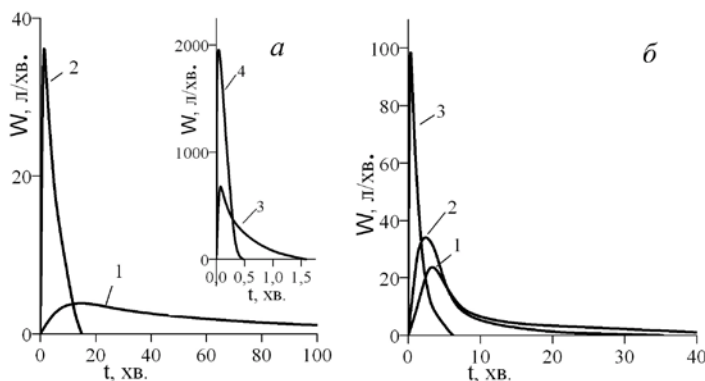


Рис. 1. Залежність швидкості виділення водню від часу при взаємодії з водою *a* – цинку, активованого вісмутом 3 мас. % та модифікованого магнієм 3,0 мас. % при температурі: 1 – 200, 2 – 225, 3 – 275, 4 – 325 °С; *б* – цинку, активованого вісмутом 3 мас. % та модифікованого кальцієм 2,0 мас. % при температурі: 1 – 275, 2 – 300, 3 – 325 °С.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ АНОДНОГО СИНТЕЗУ ПЕРСУЛЬФАТІВ ТА РОЗРОБКА ПРОЦЕСУ АЛЬТЕРНАТИВНОГО АНОДНОМУ ВИДІЛЕННЮ КИСНЮ ПРИ ОДЕРЖАННІ ВОДНЮ ЕЛЕКТРОЛІЗОМ ЛУЖНОГО РОЗЧИНУ

Козін Л.Х., Манілевич Ф.Д., Куций А.В., Лісогор Н.М.

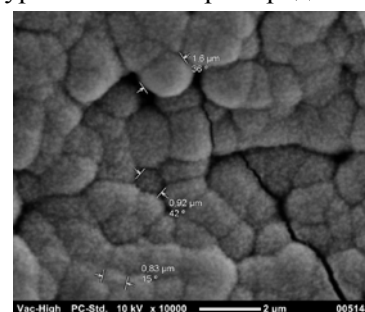
Інститут загальної та неорганічної хімії ім. В.І. Вернадського НАН України
03680, Київ-142, пр. Палладіна 32/34, e-mail: kozin@ionc.kiev.ua

Одержання водню електролізом лужного розчину досі не знайшло широкого застосування в промисловості, оскільки для його здійснення потрібні великі затрати електроенергії. Підвищити економічну ефективність даного методу одержання водню можна, якщо на анодах електролізера замість виділення кисню, який, як правило, викидається в атмосферу, здійснювати електрохімічний синтез корисних речовин-окислювачів. Метою даної роботи була розробка та дослідження процесу анодного синтезу персульфатів, який міг би здійснюватись одночасно з катодним виділенням водню.

Для одержання персульфатів анодним окисненням сульфатів необхідні були недорогі і корозійно стійкі аноди, які достатньо активні в даному електродному процесі. Застосували титанові електроди, на поверхню яких електрохімічно нанесли тонкий шар родію. Осадження родію на попередньо знежирені та протравлені пластинчасті електроди здійснювали із сірчаноокислого електроліту з вмістом родію 5 г/л (рН 1.1) при густині струму 30 мА/см² і температурі електроліту 20°C. Неробоча поверхня електродів була ізольована поліетиленом і епоксидним лаком.

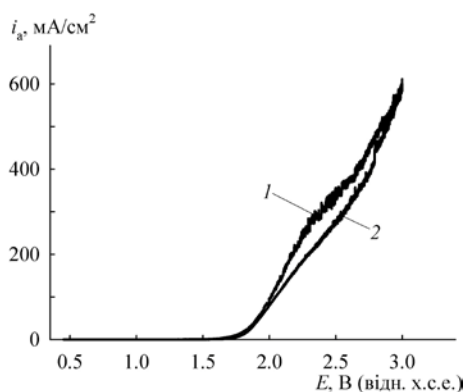
Морфологію модифікованих поверхонь електродів дослідили за допомогою скануючого електронного мікроскопа Jeol JCM-5000 (NeoScope) (див. рис. 1). Розміри окремих поверхневих утворень, помітних при збільшенні в 10000 разів, складали 0.83-0.92 мкм, причому поверхня таких утворень також була розвиненою, що свідчить про мікро- і наноструктурованість поверхні родієвого покриття. Збільшення густини струму та тривалості осадження приводило до утворення покриттів з більш розвиненою поверхнею, але напруженіших і крихкіших.

Рис. 1. Мікрофотографія поверхні титанового електрода, поверхнево модифікованого електролітичним родієм.



При електролізі сірчаноокислих розчинів на анодах спочатку виділяється кисень, а при високих анодних потенціалах паралельно з виділенням кисню починається окиснення сульфат-іонів до персульфат-іонів. Виконані нами порівняльні дослідження закономірностей анодного виділення кисню з 20% розчину H₂SO₄ на гладких пластинчастих титановому і родієвому електродах і на покритому родієм титановому електроді показали, що при густині струму 100 мА/см² і температурі кислоти 25°C перенапряга виділення кисню на титановому електроді на 1075 мВ більша, ніж на родієвому електроді і на 1045 мВ більша, ніж на титановому електроді з родієвим покриттям. При поляризації вказаних електродів до високих анодних потенціалів на поляризаційних кривих з'являється вигин, який свідчить про початок окиснення сульфат-іонів. Наприклад, на кривих, приведених на рис. 2 відповідний вигин спостерігається при потенціалі 2.3 В відносно хлоридсрібного електрода порівняння.

Рис. 2. Анодні поляризаційні криві прямого (1) і зворотного (2) ходу, одержані на титані в 20 % розчині H₂SO₄ (25 °C).



Для напрацювання персульфат-іонів з використанням немодифікованих і поверхнево модифікованих електродів проводили електроліз кислого розчину сульфату амонію. Встановили, що вихід персульфату за струмом залежить не тільки від матеріалу електрода, але й від густини струму, в тому числі, об'ємної, та температури електроліту і введених в нього добавок.

ВИЗНАЧЕННЯ ДЖЕРЕЛ ЖИВЛЕННЯ ТА ЕФЕКТИВНИХ РЕГУЛЯТОРІВ МІКРОБНОГО МЕТАБОЛІЗМУ ДЛЯ МІКРООРГАНІЗМІВ-ПРОДУЦЕНТІВ H_2

Таширева Г.О., Таширев О.Б., Притула І.Р.

Інститут мікробіології і вірусології НАН України,
03680, м Київ, вул. Заболотного, 154, anna_tach@ukr.net;
tach2007@ukr.net; ivanprytula@ukr.net

Мікробіологічне отримання водню є одним з перспективних напрямів вироблення альтернативних джерел енергії. У попередні роки нами розроблено гранульований препарат, що містить спороутворюючі мікроорганізми родів *Bacillus* та *Clostridium* і забезпечує деструкцію широкого спектру органічних відходів з отриманням H_2 . Виробництво мікробного препарату є важливою умовою для розвитку та впровадження промислових мікробних технологій синтезу H_2 з органічних відходів. Основними вимогами до технологічного процесу виробництва препарату є висока швидкість нарощування біомаси, використання мінімального об'єму культуральної рідини та забезпечення максимального спороутворення мікроорганізмів, що гідролізують органічні полімери, та продуцентів H_2 . Для цього у роботі було використано підхід, заснований на регуляції мікробного метаболізму, що включає оптимізацію складу джерел живлення, використання стимуляторів росту та фізико-хімічних регуляторів росту мікроорганізмів.

Високі темпи нарощування біомаси досягалися шляхом створення оптимальних умов для аеробних та анаеробних мікроорганізмів. На початковому етапі культивування асоціації було застосоване перемішування, що створювало необхідний рівень аерації для розвитку аеробних *Bacillus* та забезпечувало масообмін для підвищення ефективності засвоєння субстрату – твердих часток органічних відходів. Для розвитку анаеробних *Clostridium* до культурального середовища додавали солі заліза(II). Іони Fe^{2+} виконують дві важливі функції. Вони входять до складу активних центрів гідрогеназ і діють як стимулятори росту, що зумовлюють розвиток водень-синтезуючих мікроорганізмів, а також створюють низькопотенційні умови, необхідні для росту анаеробних бактерій.

Зменшення об'єму культуральної рідини для нарощування біомаси досягали шляхом використання регулятору мікробного метаболізму (РММ-2), що нейтралізував інгібуючу дію кінцевих продуктів деструкції органічних полімерів. Підбір необхідної концентрації РММ-2 та його способу внесення у середовище дозволив втричі скоротити об'єм культуральної рідини та ефективно нарощувати біомасу водень-синтезуючих мікроорганізмів при об'ємному співвідношенні твердого субстрату та рідини 1:1. Такі результати дозволять значно зменшити об'єм ферментеру та затрати на виготовлення мікробного препарату.

Кількість спор у препараті є основною характеристикою його ефективності. Цей показник визначає швидкість активації та розвитку мікробного угруповання при його використанні для деструкції органічних відходів та суттєво прискорює початок фази синтезу водню. Для інтенсифікації спороутворення нами було використано два регулятори мікробного метаболізму – РММ-3 та РММ-4, що ініціювали утворення спор у анаеробних та анаеробних мікроорганізмів угруповання. Комбінований режим використання регуляторів дозволив збільшити кількість спор у 5-8 разів у порівнянні з контролем та скоротити час культивування з 7-10 до 3-4 діб.

Таким чином, за допомогою трьох регуляторів мікробного метаболізму, використання стимуляторів росту та оптимізації фізико-хімічних умов культивування, розроблено ефективний процес отримання спор аеробних деструкторів органічних полімерів та анаеробних продуцентів молекулярного водню.

Отримані результати є основою для підготування технологічного регламенту на виготовлення гранульованого мікробного препарату водень-синтезуючих мікроорганізмів, створення прототипу для його виробництва, розрахунку потужності виробництва та собівартості препарату.

РОЗРОБЛЕННЯ КАТАЛІЗАТОРІВ КОНВЕРСІЇ «ЛІТЮЧИХ» ТВЕРДОЇ ВІДНОВЛЮВАНОЇ СИРОВИНИ

Трипольський А.І., Калішин Є.Ю.

Інститут фізичної хімії ім. Л.В. Писаржевського НАН України,
03028, м. Київ-28, пр. Науки 31, atripolski@gmail.com

В залежності від умов проведення процесу карбонізації органічних сполук та вихідної сировини утворюється приблизно 32% вугілля, 29% газу та 39% рідких продуктів. Рідкі продукти являють собою водну емульсію різних кисневмісних сполук, таких як карбонові кислоти, феноли, ефіри, кетони та альдегіди, вуглеводні. Рідкі продукти, що утворюються в процесі карбонізації твердої відновлюваної сировини суттєво знижують газоутворення і, відповідно, вихід водню. Попередні дослідження показали, що головною проблемою каталітичної конверсії «летючих» є швидка дезактивація каталізаторів. Було встановлено, що за певних технологічних умов в присутності парів води процес дезактивації каталізаторів суттєво уповільнюється. Метою роботи було оптимізація умов парової конверсії «летючих» та розроблення ефективних каталізаторів для конверсії в умовах парової конверсії твердої відновлюваної сировини та в процесі каталітичної карбонізації з метою підвищення виходу газу з переважним вмістом водню. Робота спрямована на встановлення закономірностей, що пов'язують основні фізико-хімічні та структурні характеристики виявлених на попередньому етапі ефективних гетерогенних каталізаторів, та їх активністю в процесах низькотемпературного парового перетворення смол піролізу та їх окремих компонентів. Проведено дослідження парової конверсії летючих безпосередньо в процесі карбонізації відновлюваної сировини та її подальшій паровій газифікації, з метою відпрацювання технологічних режимів каталітичної газифікації твердої відновлюваної сировини.

Конкретний склад смоли піролізу суттєво залежить від біомаси та умов проведення процесу карбонізації, тому доцільно вивчати закономірності каталітичного перетворення модельних сполук що відповідають основним компонентам піросмоли. В якості модельних сполук було вивчено парову каталітичну конверсію фенолу, тригліцеридів та карбонових кислот. Були запропоновані каталітичні системи для конверсії смол піролізу твердої відновлюваної сировини. До складу систем входять оксиди перехідних металів ($Me = Fe, Mn, Ni, Ce, Cu$). Показано, що в процесі парового каталітичного риформінгу фенолу каталізатор 5% $Fe/MgO-CeO$ більш активний в порівнянні з промисловим $Ni/\gamma-Al_2O_3$. Отримано більш низьке значення відношення CO/CO_2 . В процесі парового каталітичного риформінгу карбонових кислот визначено, що зміна нанесеного металу з Pt на Ni збільшує величину конверсії та виходу водню, а також зменшує завуглецювання каталізатору.

Отримані результати дозволяють цілеспрямовано регулювати функціональні властивості багатофункціональних каталізаторів конверсії біомаси та «летючих», оптимізувати умови проведення процесу каталітичної карбонізації біомаси та її подальшої парової конверсії, і таким чином, покращити основні показники процесу отримання водню.

Список публікацій:

А.Н.Дудник, П.Е.Стрижак, А.К.Синха, Б.Сингх, А.И.Трипольский, И.С.Соколовская, С.А.Фаруки, Карбонизация биомассы и бытовых отходов с использованием катализаторов конверсии летучих веществ. Тезисы докладов. IV Международная научно-техническая конференция «Альтернативные источники сырья и топлива». 28-30 мая 2013г. Минск.С.18.

ПАРОВИЙ РИФОРМІНГ ЕТАНОЛУ ТА ВИЩИХ СПИРТІВ НА КАТАЛІЗАТОРІ MnFe_2O_4

Долгих Л.Ю., Столярчук І.Л., Василенко І.В., Пятницький Ю.І., Стрижак П.Є.,

Інститут фізичної хімії ім. Л. В. Писаржевського НАН України

Проспект Науки, 31, Київ 03028 Україна, ldolgykh@inphyschem-nas.kiev.ua

Біоетанол, отриманий ферментацією біомаси, може стати важливим постачальником водню як поновлюване джерело. Переважна більшість робіт з дослідження парового риформінгу етанолу для одержання водню проведено на нанесених металічних каталізаторах; в останній час з'явилися небагаточисельні роботи по використанню в процесі парового риформінгу етанолу складних оксидних каталізаторів – шпінелей та перовскітів [1-4]. Практично всі роботи виконуються на модельних сумішах чистого етанолу та води. Для економічно ефективного промислового застосування важливе значення має використання неочищеного біоетанолу, який вміщує вищі спирти, як основні домішки, альдегіди, аміни, кислоти та складні ефіри. Наукові публікації з використанням реальних етанол-вмісних композицій на даний час є нечисельними та мають фрагментарний характер [5].

В даній роботі проведено порівняльне дослідження парового риформінгу водних сумішей з вмістом етанолу, вищих спиртів (лінійних та розгалужених) та інших оксигенатів на запропонованому нами складному оксидному каталізаторі шпінельного типу – фериті марганцю MnFe_2O_4 . Експерименти проводили в проточному кварцевому реакторі при 1 атм, $T = 500\text{--}650^\circ\text{C}$.

Аналіз температурних залежностей рівноважного виходу водню, $Y_{\text{H}_2\text{eq}}$, при різному складі вихідної водно-спиртової суміші показав, що при використанні біоетанолу ($\text{H}_2\text{O}/\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} = 19$) максимальний вихід водню, 95,3%, досягається при 600°C , рівноважні концентрації H_2 , CO_2 , CO і CH_4 складають 74,10%, 22,65%, 3,14% і 0,12%, відповідно; при використанні стехіометричної суміші ($\text{H}_2\text{O}/\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} = 3$) максимальний вихід водню, 74,7%, досягається при 800°C , концентрації H_2 , CO_2 , CO і CH_4 складають 69,16%, 7,86%, 22,85% і 0,13%, відповідно.

При реалізації парового риформінгу біоетанолу на каталізаторі MnFe_2O_4 конверсія етанолу з підвищенням температури в інтервалі $500\text{--}600^\circ\text{C}$ зростає від 83 до 98%, а при $T=650^\circ\text{C}$ дещо знижується до 87%. У вивченому інтервалі температур селективність по ацетальдегіду зменшується від 5 до 0,7%, по ацетону - від 28 до 3%. Селективності по вуглеводням при $500\text{--}600^\circ\text{C}$ складають: по метану 3-6%, по етилену – 4-5%, а при $T=650^\circ\text{C}$ підвищуються до 10% та 8%, відповідно. Селективність по CO_2 підвищується від 57 до 81% із зростанням T від 500 до 600°C , що свідчить про інтенсивний перебіг парового риформінгу. При 650°C в продуктах перетворення спостерігається CO внаслідок протікання зворотної реакції водяного зсуву. Селективність по водню досягає 80% при 600°C та продуктивність по водню складає $536 \text{ мл} \cdot \text{г}_{\text{кат}}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$. За температурою досягнення $Y_{\text{H}_2\text{eq}} = 50\%$ (рис. 1) вищі спирти можуть бути розташовані в ряд: етанол < 1-пропанол < 2-пропанол < 1-бутанол < 1-пентанол < 2-метил-2-пропанол.

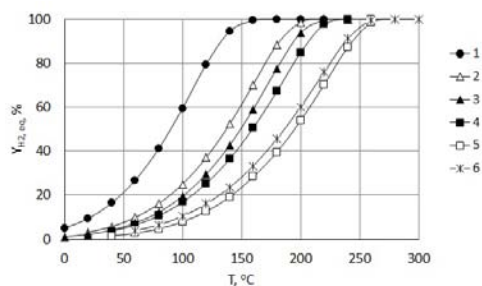


Рис. 1. Температурні залежності рівноважного виходу водню, $Y_{\text{H}_2\text{eq}}$, в процесі парового риформінгу водно-спиртових сумішей ($\text{H}_2\text{O}/\text{спирт} = 19$): 1 – етанол; 2 – 1-пропанол; 3 – 2-пропанол; 4 – 1-бутанол; 5 – 2-метил-2-пропанол; 6 – 1-пентанол.

Література:

1. Haryanto A., Fernando S., Murali N., Adhikari S. // Energy Fuels. – 2005. – 19. – P. 2098–2106.
2. Vaidya P.D., Rodrigues A.E. // Chem. Eng. J. – 2006. – 117. – P. 39–49.
3. Ni M., Leung D. Y. C., Leung M. K. H. // Int J. Hydrogen Energy. – 2007. – 32. – P. 3238–3247.
4. Muroyama H., Nakase R., Matsui T., Eguchi K. // Intern. J. Hydrogen Energy. 2010. – 35. – P. 1575–1581.
5. Valant A., Garron A., Bion N., Duprez D., Epron F. // Int J. Hydrogen Energy. – 2011. – 36. – P. 311–318.

ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК БАГАТОКОМПОНЕНТНИХ ЕЛЕКТРОКАТАЛІЗАТОРІВ В ПРОЦЕСІ ВІДНОВЛЕННЯ КИСНЮ ТА НАНОСТРУКТУРОВАНІХ ЕЛЕКТРОДІВ В ПРОЦЕСАХ ВИДІЛЕННЯ ВОДНЮ

Курись Я.І., Тітов В.Є., Мішура А.М., Уставицька О.О., Кошечко В.Г., Походенко В.Д.

Інститут фізичної хімії ім. Л.В. Писаржевського НАН України
03028, Київ-28, пр. Науки 31, e-mail: kurys@inphyschem-nas.kiev.ua

На прикладі нанокомпозитів на основі полі-*o*-фенілендіаміну (ПОФДА) або полі-*m*-фенілендіаміну (ПМФДА), кобальту, високодисперсного вуглецю – ПОФДА-Со/С та ПМФДА-Со/С встановлено вплив вмісту полімерної та вуглецевої компонент в таких матеріалах на їх електрохімічні властивості в реакції відновлення кисню (РВК) у 0,1 н H_2SO_4 . Показано, що електрокатализатори ПОФДА-Со/С та ПМФДА-Со/С, які одержані за масового співвідношення мономер: вуглецевий матеріал = 1:5, характеризуються кращими функціональними характеристиками (потенціал початку відновлення кисню – E_{onset} , максимум каталітичного струму – $I_{\text{p_max}}$ та відповідне йому значення потенціалу – $E_{\text{p_max}}$), порівняно з аналогами, що одержані за співвідношення 1:1 та 1:3, незалежно від природи полімеру та/або умов його введення в композит. Наприклад, зменшення вмісту полімеру з одночасним збільшенням вмісту вуглецевого компоненту в композиті ПМФДА-Со/С призводить до підвищення величини $I_{\text{p_max}}$ (у 1,5-3 рази) та зміщення $E_{\text{p_max}}$ в анодну область (як мінімум на 30 мВ).

Встановлено, що використання багатопорових вуглецевих нанотрубок (ВНТ), як компоненти нанокомпозиційних електрокатализаторів відновлення кисню для низькотемпературних паливних елементів на основі ПМФДА та кобальту – ПМФДА-Со/ВНТ, забезпечує їх більшу ефективність у РВК порівняно з аналогами на основі ацетиленової сажі – ПМФДА-Со/С. Високі функціональні характеристики ПМФДА-Со/ВНТ як електрокатализатору РВК (E_{onset} , $\approx +250$ мВ, $E_{\text{p_max}}$, $\approx +60$ мВ, відн. Ag/AgCl), можуть бути пов'язані з тим, що поряд з ефективністю ВНТ щодо утворення C/CoN_x -центрів в композиті, на яких відбувається активація O_2 та його каталітичні перетворення, вони сприяють також утворенню подібних каталітично активних C/N_x -центрів, обумовлюючи тим самим додатковий вклад в загальну активність гібридного електрокатализатору. Підтвердженням даного припущення може свідчити висока електрокаталітична активність у РВК композиту ПМФДА/ВНТ, що не містить кобальт, яка значно перевищує встановлену для ПМФДА/С і є співставимою з тією, що спостерігалась для ПМФДА-Со/С. Показано, що навіть часткова заміна ацетиленової сажі на вуглецеві нанотрубки (20 мас.%) дозволяє в значній мірі підвищувати функціональні характеристики електрокатализаторів типу ЕПП-Со/С+ВНТ (де ЕПП = ПМФДА, поліанілін, полііндол). Встановлено, що ведення в нанокомпозити ЕПП-Со/ВНТ та ЕПП-Со/С+ВНТ пероксидази дозволяє підвищити їх електрокаталітичну активність у РВК в нейтральному електроліті, порівняно з аналогами, що не містять ферменту.

Вивчено процеси електрохімічного виділення водню з водних розчинів з використанням модифікованих аломорфними формами графіту електродами. З цією метою розроблені способи нанесення піролітичного графіту, графену та ін. на поверхні різних матеріалів (скловуглець, платина, срібло та ін.). Показано, що найбільш стійке покриття утворюється у разі графітового порошку, покритого металевим нікелем (зв'язуюче – співполімер вініліденфториду). Модифікування катоду дозволяє значно підвищити швидкість процесу виділення водню з нейтральних розчинів та зменшити потенціал початку електрохімічної реакції.

ПАРОВИЙ ТА ОКСИ-ПАРОВИЙ РИФОРМІНГ C₂-C₄-АЛКАНІВ НА КАТАЛІЗАТОРАХ Ni-Al₂O₃-M_xO_y/КОРДІЄРИТ (M=Ce, La)

Губарені Є.В., Соловйов С.О., Курилець Я.П.

Інститут фізичної хімії ім. Л.В. Писаржевського НАН України,
03068, Київ, проспект Науки, 31, soloviev@inphyschem-nas.kiev.ua

Паровий та паро-кисневий риформінг C₂-C₄-алканів розглядається як перспективний метод комплексної переробки природного газу з метою отримання синтез-газу та водню для хімічних виробництв. Особливостями використання C₂-C₄-алканів в порівнянні з метаном є нижча температура риформінгу, більша вірогідність накопичення вуглецю, значна кількість водяної пари та можливе утворення метану, як побічного продукту. Додавання кисню до реакційної суміші спрямовано вирішити проблеми із науглецюванням каталізатора, підводом тепла у зону реакції та утворенням метану нижче 600°C.

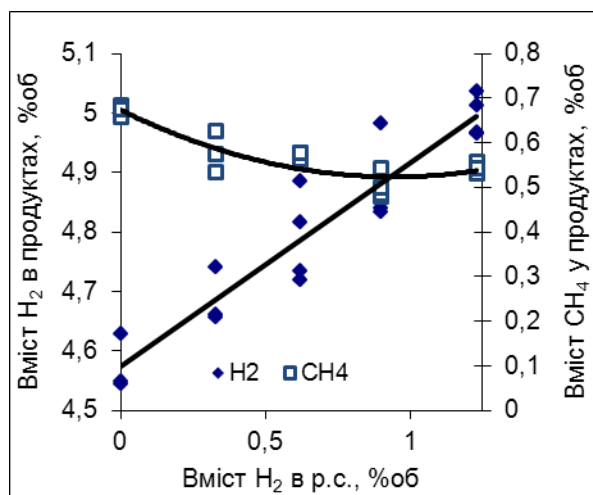


Рис. 1. Зміна вмісту продуктів в процесі ПК C₄H₁₀ від вмісту H₂ в реакційній суміші на 5%NiO + 4%Al₂O₃ + 1%CeO₂/кордієрит. РС, %об: C₄H₁₀ – 1,25, H₂O – 8,0, решта – Ar; 400°C; W=12000 год⁻¹.

В результаті проведених досліджень показано, що процеси парового і паро-кисневого риформінгу етану, пропану в присутності структурованих каталізаторів Ni-Al₂O₃/кордієрит перебігають з високими конверсіями алканів (95–98%) та селективністю по водню (90–99%) при 500–600°C, що на 200°C нижче порівняно з паровим риформінгом метану.

Характер залежностей вмісту продуктів реакції від температури аналогічний для всіх C₂-C₄-алканів. За рахунок реакції водяного зсуву (CO + H₂O = CO₂ + H₂) досягаються значні виходи водню, проте знижується селективність по CO. До ~450°C вміст CO в синтез-газі незначний і досягає максимуму лише при ~650°C. Вміст H₂ монотонно збільшується з ростом температури і досягає максимуму при 700–760°C. Утворення побічних продуктів (CO₂ та CH₄) максимальне в інтервалі 380–480°, вміст CH₄ складає до 1/3 від всіх C-вмісних продуктів, але зменшується до повної відсутності при 600°C.

Модифікування каталізаторів оксидами рідкісноземельних елементів (ОРЗЕ: La₂O₃, CeO₂) підвищує їх стійкість до зауглецювання, обумовлює зростання активності щодо цільового процесу комбінованого риформінгу C₂-C₃-алканів; забезпечує стабільну роботу каталізаторів в кисеньвмісному середовищі, а також дозволяє регулювати селективність по H₂ і CO. В результаті перебігу процесів метанування CO та водяного зсуву в присутності La-модифікованого каталізатора до ~390°C у продуктах реакції за конверсії C₄H₁₀ вище 80% практично відсутній монооксид вуглецю, що може бути використано для процесів, де CO є небажаним продуктом. В присутності Ce-вмісного каталізатора вище 650°C вміст CO₂ дуже низький, що свідчить про уповільнення перебігу реакції водяного зсуву.

Додавання в реакційну суміш 0,2%об H₂ призводить до зниження температури початку конверсії на ~50°C (рис. 1). За ізотермічних умов при 400°C додавання H₂ до 1,25%об сприяє зменшенню вмісту CH₄ від 0,7 до 0,5%об.

Підвищення температури процесів парового риформінгу етану і пропану та варіювання співвідношення H₂O/C_nH_m сприяє мінімізації утворення метану як побічного продукту. Додавання кисню до складу реакційної суміші парового риформінгу в присутності Ni-Al₂O₃-каталізаторів, модифікованих ОРЗЕ, також забезпечує зниження вибіркості по CH₄, тобто реалізація комбінованого риформінгу дозволяє інтенсифікувати процес з досягненням більш високих показників конверсії алканів та селективності по водню.

ПАРОКИСНЕВИЙ РИФОРМІНГ МЕТАНОЛУ НА КАТАЛІЗАТОРАХ ZnO-MgO-CuO/Al₂O₃/КОРДІЄРИТ

Капран А.Ю., Орлик С.М.

Інститут фізичної хімії ім. Л.В.Писаржевського НАН України,
проспект Науки, 31, Київ 03028, E-mail: ayukapran@ukr.net

Процеси риформінгу метанолу – парова конверсія (ПКМ) $\text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + 3\text{H}_2$, парціальне окиснення (ПОМ) $\text{CH}_3\text{OH} + 0,5\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2$, їх супряження (комбінований риформінг КРМ) $4\text{CH}_3\text{OH} + 3\text{H}_2\text{O} + 0,5\text{O}_2 \rightarrow 4\text{CO}_2 + 11\text{H}_2$ – привертають все більшу увагу в сенсі отримання і практичного застосування водню *in situ*, в тому числі стосовно паливних елементів на основі протоннообмінних мембран [1, 2]. В даній роботі досліджено перебіг зазначених процесів в присутності каталізаторів ZnO-MgO-CuO/Al₂O₃/кордієрит з метою з'ясування впливу оксиду магнію як допantu на показники цільових реакцій.

Таблиця. Показники процесів парової конверсії і парціального окиснення метанолу на каталізаторах ZnO-MgO-CuO/Al₂O₃/кордієрит (3,5 об.% CH₃OH; 55 об.% H₂O; W = 2,5 тис. год⁻¹)

Каталітична композиція, %/мас.	Процес риформінгу	O ₂ , об. %	t, °C	H ₂		CO
				Селектив- ність, %	Вихід, %	Селектив- ність, %
9%ZnO-0,5%MgO-7%CuO	ПОМ	1	290–535	→100	91–99	43–48
	ПОМ	2	250–385	87–90	87–90	2–16
	ПОМ	4	330–530	27–29	27–29	1–3
3%MgO-9%CuO	ПКМ	–	305–555	→100	→100	→0
9%ZnO-0,5%MgO-7%CuO	ПКМ	–	290–535	→100	92–100	→0

Як видно з таблиці, за умов, наближених до стехіометрії ($C_{\text{CH}_3\text{OH}}/C_{\text{O}_2} = 3,5/2$), процес ПОМ на ZnO-MgO-CuO/Al₂O₃/кордієрит перебігає з показниками селективності (S_{H_2}) і виходу по водню (Y_{H_2}) ~90%. (В присутності бінарного каталізатора ZnO-CuO/Al₂O₃/кордієрит значення Y_{H_2} не перевищували 80%.) Надлишок кисню ($C_{\text{CH}_3\text{OH}}/C_{\text{O}_2} = 3,5/4$) призводить до суттєвого зниження Y_{H_2} (27–29%) внаслідок перебігу реакції глибокого окиснення метанолу. Водночас, при нижчій від стехіометричної концентрації O₂ в газовій суміші ($C_{\text{CH}_3\text{OH}}/C_{\text{O}_2} = 3,5/1$) спостерігається істотне підвищення показників селективності утворення CO як побічного продукту ($S_{\text{CO}} = 43–48\%$) внаслідок розкладу органічного субстрату $\text{CH}_3\text{OH} \rightarrow \text{CO} + 2\text{H}_2$.

В процесі парового риформінгу метанолу MgO-допування забезпечує стабільну каталітичну активність (на відміну від ZnO-CuO/Al₂O₃/кордієрит) в широкому температурному інтервалі (300–550°C) з показниками селективності і виходу по водню ~90–100% водночас з мінімізацією утворення монооксиду вуглецю ($S_{\text{CO}} \rightarrow 0\%$). Зазначений ефект, згідно даних термопрограмованого відновлення воднем, обумовлено стабілізацією високоактивної оксидної форми міді.

В супряженому процесі КРМ (3,5 об.% CH₃OH – 55 об.% H₂O – 1 об.% O₂) бінарний ZnO-CuO-каталізатор демонстрував доволі стабільну активність в інтервалі температур 230–360°C з показниками виходу водню ~2,3 г-моль H₂/1 г-моль CH₃OH, що, ймовірно, обумовлено присутністю кисню в реакційній газовій суміші, який стабілізує оксидну форму міді [3]. Водночас, при подальшому підвищенні температури вихід H₂ поступово знижувався до 1,9 г-моль H₂/1 г-моль CH₃OH (550°C) симбатно з підвищенням селективності по CO з 2% до ~60%, що, певно, обумовлено розкладом метанолу і перебігом зворотної реакції водяного зсуву $\text{CO}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$. Процес КРМ на MgO-допованому каталізаторі перебігає з показниками S_{CO} , що не перевищують 2% (460–550°C), і виходом цільового продукту ~2,6 г-моль H₂/1 г-моль CH₃OH в широкому температурному інтервалі (345–550°C).

- [1] Geissler K., Newson E., Vogel F. et al. // Phys. Chem. Chem. Phys. – 2001. – **3**. – P. 289-293.
[2] Schuyten S., Wolf E.E. // Catal. Lett. – 2006. – **106**. – P. 7-14.
[3] Chen G. C., Denny P. J., Parker D. G. et al. // Appl. Catal. – 1987. – **30**. – P. 333-338.

РОЗРОБКА КОМПОЗИТНИХ МЕМБРАННИХ КАТАЛІЗАТОРІВ, ВДОСКОНАЛЕНИХ ШЛЯХОМ ВВЕДЕННЯ ПРОТОНОПРОВІДНОГО МАТЕРІАЛУ НА ОСНОВІ ТЕРМОСТІЙКИХ ПОЛІЕНОВИХ ПОЛІМЕРІВ. ФІЗИКО-ХІМІЧНІ І КАТАЛІТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОДЕРЖАНИХ КОМПОЗИТІВ

Бортишевський В.А., Корж Р.В., Євдокимов П.Ю., Трепядько Д.О., Дубровін О.М.

Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії НАН України,

Мурманська 1, Київ, 02094, Україна, bort2001@ukr.net

Мета роботи за проектом полягає у дослідженні процесу цільового одержання водню із некондиційного твердого палива типу бурого та довгополуменевого вугілля і торфу шляхом гідротермальної газифікації їх водних суспензій в присутності композитних протонопровідних мембранних каталізаторів. *Мета роботи за етапом* полягала у розробці складів композитних мембранних каталізаторів отримання водню і дослідження їх каталітичних і фізико-хімічних характеристик. Пошук оптимального складу каталізатора отримання водню вели у напрямку створення композитного каталізатора, який містить декілька компонентів у певному співвідношенні: активний – на основі оксидів алюмінію, молібдену і нікелю; носій – кераміки на основі оксидів алюмінію і цирконію; промотор – оксиди титану, барію, свинцю, ніобію; протонопровідний – на основі сполук вуглецю.

В результаті виконання роботи за етапом розроблено новий композитний каталізатор для процесу отримання водню із вуглецевої сировини шляхом її гідротермальної газифікації, який містить суміш активної каталітичної складової на основі алюмонікельмолібденового каталізатора і протонопровідного компонента із продукту дегідрополіконденсації ацетилену у масовому відношенні 4/1, нанесених на носій із цирконій-алюмооксидної кераміки. Застосування розробленого композитного каталізатора в газифікації 30 % водної суспензії бурого вугілля при температурі 330 °С під тиском 24 МПа дозволяє отримувати воденьвмісний газ складу (об. частка, %): H_2 (8÷10), CH_4 (8÷10) і CO_2 (84÷80). Підвищення температури до 450 °С забезпечує утворення газу складу (об. частка, %): H_2 (50÷52), CH_4 (35÷37) і CO_2 (15÷11). Активація композитного каталізатора потоками інжекттованих протонів інтенсивністю до 0,02 А при 330 °С і 24 МПа вміст водню у відхідному газі зростає (об. частка, %): H_2 (48÷50), CH_4 (4÷5) і CO_2 (46÷48). Підвищення температури до 450 °С при генерації потоків протонів підвищує вміст водню на 10 %, що дає газ складу (об. частка, %): H_2 (60÷62), CH_4 (12÷8) і CO_2 (28÷30).

Виявлено, що температурна залежність діелектричної проникності води як середовища газифікації пропорційна зміні швидкості утворення двооксиду вуглецю і зворотно пропорційна швидкості утворення водню і метану. Введення промотора із сегнетоелектричної кераміки на основі оксидів титану, барію, свинцю і ніобію забезпечує підвищення виходу водню у п'ять разів за рахунок посилення поляризації молекул води водної суспензії.

Показано, що активний алюмо-нікель-молібденовий компонент композитного каталізатора, досліджений методами РСМА, СЕМ, РФЕС і РФА, містить у своїй структурі окисно-відновні центри відповідальні за перебіг реакцій за участю водню. Для вихідних зразків вони представлені фазами Ni_2O_3 , відповідно, які після відновлення трансформуються у центри металічних Ni . Приповерхневий шар АНМ каталізатора містить оксиди нікелю, молібдену (MoO_2 , MoO_3 , Mo_4O_{11}) та алюмінію Al_2O_3 , а також молібдату нікелю $NiMoO_4$. Обраний протонопровідний полієновий компонент, синтезований шляхом дегідрополіконденсації ацетилену в інертному середовищі, містить в своїй структурі систему спряжених зв'язків між атомами вуглецю, показану методами елементного аналізу, Фур'є ІЧ-спектроскопії, РСМА та СЕМ, і характеризується питомою інжекттованою протонною провідністю на рівні 10^{-4} См/см за температур 400–460 °С. Показано, що саме він відіграє провідну роль у транспорті протонів через композитний каталізатор.

Сукупність отриманих даних про вплив промоторів на підвищення виходу водню в процесі гідротермальної газифікації бурого вугілля за рахунок залучення розкладу води дозволяють прогнозувати конкурентоздатність розроблюваної технології після вдосконалення реакційного пристрою і поглибленого вивчення механізмів процесу.

ВИЗНАЧЕННЯ РОБОЧИХ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСІВ ОТРИМАННЯ ВОДНЮ ПРИ ОЧИЩЕННІ ПРИРОДНИХ І СТІЧНИХ ВОД ФОТОКАТАЛІТИЧНИМ ТА ЕЛЕКТРОМЕМБРАННИМ МЕТОДАМИ

Д.Д. Кучерук, Т.Ю. Дульнева

Інститут колоїдної хімії та хімії води ім А.В. Думанського НАН України;
03680, МСП, Київ-142, бул. Вернадського, 42; e-mail: t_dulneva@ukr.net

Стічні води, що містять іони Fe^{2+} і Fe^{3+} , є одними з найпоширеніших антропогенних забруднювачів природних вод. Такими є води, що утворюються в процесі регенерації зернистої загрузки фільтрів станцій знезалізнювання підземних вод і містять 100 – 300 мг/дм³ цих іонів, а також промивні води від травлення чорних металів сірчаною кислотою, які містять Fe^{2+} з концентрацією 100 – 200 мг/дм³.

Для досягнення норми ГДК іонів Fe^{3+} у фільтраті при очищенні стічних вод з концентрацією цих іонів > 60 мг/дм³, а також іонів Fe^{2+} різних концентрацій було запропоновано використовувати електробаромембранний метод на основі титанової трубчастої мембрани як катоду. Очищення здійснювали на електробаромембранній установці. У цьому випадку в результаті електролізу води та виділення лугу в прикатодному просторі титанової мембрани утворюються гіроксосополики заліза, стосовно яких мембрана проявляє більшу селективність, ніж до самих іонів. Процес супроводжується супутнім виділенням водню, що дозволяє вирішувати як екологічні, так і енергетичні проблеми.

Проведення експерименту з визначення питомої продуктивності J_{H_2} (м³/(м²·год)) мембрани щодо водню в процесі очищення води від іонів Fe^{2+} титановими мембранами при тривалості експерименту 2,0 год та густині струму i 152,4 А/м² показало, що зі збільшенням робочого тиску P досліджуваній параметр зростає практично лінійно (рис. 1). Це можна пояснити збільшенням сили продавлювання водню крізь титанову трубку.

Встановлено, що при робочому тиску 0,1 МПа збільшення густини струму призводило до зростання питомої продуктивності мембрани (рис. 2). Така залежність пов'язана зі збільшенням рушійної сили процесу виділення водню на катоді.

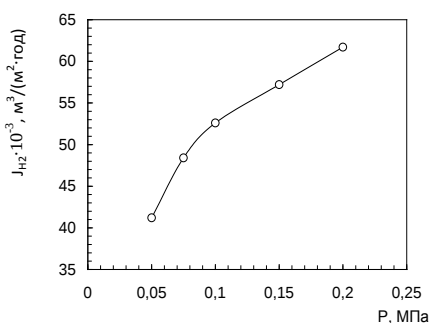


Рисунок 1 – Залежність питомої продуктивності мембрани за воднем J_{H_2} від тиску P при $i = 152,4$ А/м²

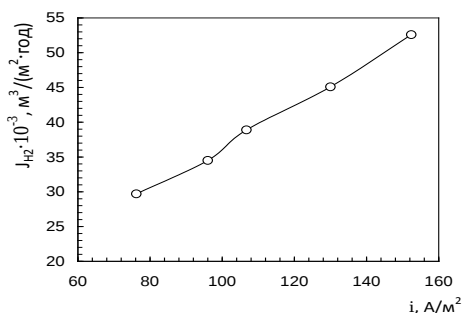


Рисунок 2 – Залежність питомої продуктивності мембрани за воднем J_{H_2} від густини струму i при $P = 0,1$ МПа

Слід відзначити, що величини залишкових концентрацій іонів Fe^{2+} у фільтратах, які отримані у діапазоні значень тиску 0,05– 0,25 МПа, відповідали нормі ГДК за іонами загального заліза (2,0 мг/дм³). Аналогічні результати отримані для води, що містила іони Fe^{3+} .

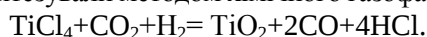
Таким чином, показана висока ефективність процесу очищення модельних промивних вод станцій знезалізнювання та травильних виробництв від іонів Fe^{2+} і Fe^{3+} з концентрацією 100 – 300 мг/дм³ до норм ГДК з одночасним отриманням водню безреагентним електробаромембранним методом з використанням титанової трубчастої мембрани як катоду. На основі дослідження фізико-хімічних закономірностей цих процесів визначені їх основні робочі параметри.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПРОВІДНОСТІ ПЛІВОК TiO_2 ТА СТРУКТУРИ ІНТЕРФЕЙСУ TiO_2 /СОНЯЧНИЙ ЕЛЕМЕНТ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ ФЕХ КОМІРКИ

Данько Д.Б., Силенко П.М., Шлапак А.М., Андрущенко Д.І., Окунь І.Ю., Солонін Ю.М.

Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України,
м. Київ, вул. Кржижановського, 3, d.danko@ipms.kiev.ua

Досліджувалася робота гібридного фотоаноду фотоелектрохімічної (ФЕХ) комірки для розкладу води під дією сонячного світла (Рис. 1а). Такі фотоаноди дозволяють розкласти воду без додавання зовнішньої напруги. Плівки TiO_2 синтезували методом хімічного газофазного осадження (CVD) за реакцією:



Приклад такої плівки для температури синтезу 625°C та часу 5 год. наведено на Рис.1б. Морфологію поверхні плівок досліджували на скануючому електронному мікроскопі Superprobe 733. Середня товщина плівки складала до 5 мкм. Для захисту кремнієвого сонячного елемента від впливу електроліту перед синтезом TiO_2 плівок на його поверхню наносився тонкий шар (30 - 40 нм) металічного титану методом термічного випаровування. У процесі наступного синтезу TiO_2 плівок цей шар окислювався, так що не перешкоджав проходженню світла на сонячний елемент. Поляризаційні характеристики гібридного фотоаноду відзначалися нестабільністю (Рис.1с). Номер виміру зазначено біля кривих на рис. 1с та 1d. Вимірювання фотоструму проводили у розчині 1М КОН при опроміненні ксеноновою лампою 100 мВт/см^2 (1 sun). На відміну від гібридного фотоаноду, TiO_2 -фотоанод на титановій підкладці демонструє хорошу стабільність, що добре відомо також з літератури (Рис. 1 d). Порівнюючи дані на Рис. 1с та 1d, можна зробити висновок, що нестабільність гібридного фотоаноду пов'язана з прониканням електроліту до кремнієвого сонячного елемента та його травленням. Як відомо, кремній є нестабільним навіть у сильно розведеному лузі і переходить у солі кремнієвої кислоти з виділенням водню, наприклад, за реакцією [1]:



Роботи по створенню надійного захисного шару для кремнієвого сонячного елемента тривають.

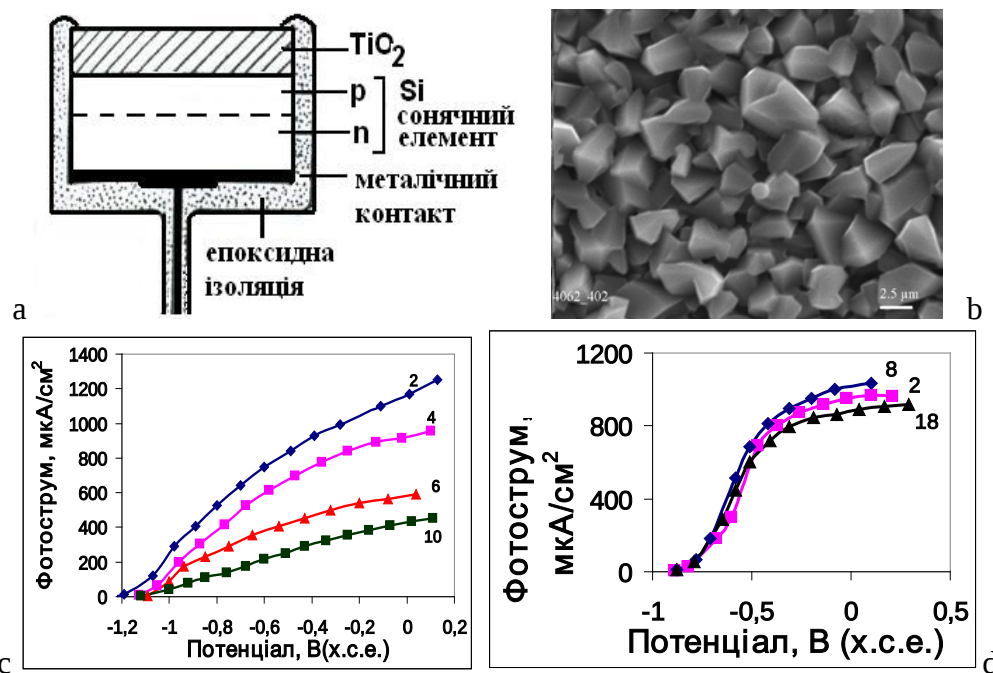


Рис.1. Пояснення до рисунку дивись у тексті.

1. Б.В. Некрасов, Курс общей химии, Госхимиздат, 1948, ст. 522.

ВПЛИВ ЛЕГУВАННЯ НА ВЕЛИЧИНУ ФОТОСТРУМУ TiO_2 ФОТОАНОДІВ ФОТОЕЛЕКТРОХІМІЧНОЇ КОМІРКИ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ВОДНЮ

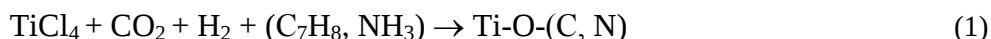
Силенко П.М., Данько Д.Б., Шлапак А.М., Андрущенко Д.І., Солонін Ю. М.

Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України,
м. Київ, вул. Кржижановського, 3, ps-2003@mail.ru

Плівки TiO_2 інтенсивно досліджують для використання в якості фотоанодів фотоелектрохімічної комірки для генерування водню шляхом розкладу води завдяки їх фотостабільності, хімічній стійкості, гарній фотокаталітичній активності. В той же час, обмежуючим фактором для широкого застосування таких плівок є велике значення ширини забороненої зони (3,0-3,2 eV), що обмежує їх використання у видимій області (використовується менше ніж 5% сонячної енергії).

Одним з перспективних методів підвищення ефективності фотоанодів з плівок TiO_2 є їх легування іонами вуглецю, азоту та деяких металів. Згідно з останніми літературними даними, особливо перспективним є легування плівок TiO_2 вуглецем та азотом [1-3].

В останні роки проводяться дослідження легування плівок TiO_2 різними методами: прогріванням плівок TiO_2 в парах вуглецю чи азоту, методом реактивного магнетронного розпилення, гідротермальним методом і ін. В даній роботі проведені дослідження легування плівок TiO_2 в процесі їх синтезу. Синтез плівок проводили методом CVD за реакцією (1), додаючи в парогазову суміш C-та N-вмісткі сполуки:



Результати досліджень величин фотострумів для одержаних таким методом плівок TiO_2 представлені на рис.1.

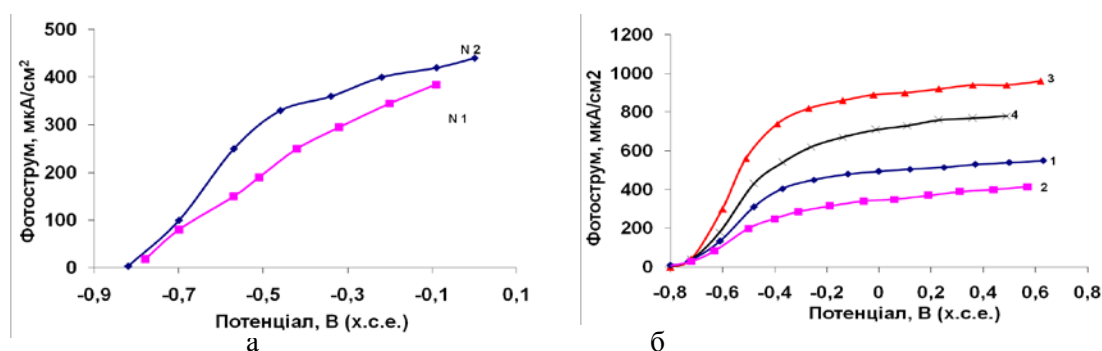


Рис. 1. Залежність величин фотострумів плівок TiO_2 : а-легованих вуглецем (1-без легування, 2-легованих при 750 °С), б-легованих азотом (1,2-без легування, 3,4 легуваних при -500 та 600 °С відповідно).

Як видно з рисунка 1, легування вуглецем (рис. 1а) показало, що величини нелегованої (крива 1) та легованої (крива 2) плівок TiO_2 суттєво не відрізняються, в той же час як леговані азотом плівки TiO_2 (рис. 1б, криві 3,4) показали збільшення фотоструму в 1,5 – 2,0 рази.

Перелік посилань

1. Haiying Wang and Yanchun Hu. The Photocatalytic Property of Nitrogen-Doped TiO_2 Nanoball Film. // International Journal of Photoenergy, Volume 2013, Article ID 179427, 6 pages.
2. Zheng Xie, Yongbin Zhang, Xiangxuan Liu, Weipeng Wang, Peng Zhan, Zhengcao Li, and Zhengjun Zhang. Visible Light Photoelectrochemical Properties of N-Doped TiO_2 Nanorod Arrays from TiN // Hindawi Publishing Corporation Journal of Nanomaterials, Volume 2013, Article ID 930950, 8 pages.
3. Yao-Tung Lin, Chih-Huang Weng, Yu-Hao Lin, Ching-Chang Shiesh, Fang-Ying Chen. Effect of C content and calcination temperature on the photocatalytic activity of C-doped TiO_2 catalyst // Separation and Purification Technology, - 2013. - Volume 116, 15. – P.114–123.

ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОБІТ ЗА ПРОЕКТАМИ ПРОГРАМИ «ВОДЕНЬ В АЛЬТЕРНАТИВНІЙ ЕНЕРГЕТИЦІ ТА НОВІТНІХ ТЕХНОЛОГІЯХ»

Чернишев Л.І., Білан І.І., Гудименко Т.В., Левіна Д.А.
Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М.Францевича НАН України
03142, вул. Кржижанівського 3, Київ, belanira@ipms.kiev.ua

Проведено поповнення повнотекстової частин електронної бібліотеки програми «Водень в альтернативній енергетиці та новітніх технологіях». Повнотекстова частина бібліотеки містить понад 12000 одиниць інформації (понад 40 видань) з тематичних профільних колекцій найбільш відомих всесвітніх видань Elsevier, Springer, матеріали симпозіумів, конференцій, семінарів. Повнотекстова інформація продовжує бути дуже актуальною в зв'язку з повним припиненням доступу до повнотекстових ресурсів з центральної наукової бібліотеки ім.В.І.Вернадського.

На основі аналізу тематики проектів 7 Рамкової Програми Євросоюзу пов'язаних з дослідженнями використання водню в альтернативній енергетиці та новітніх технологіях, а також участі дослідницьких організацій та їх індустріальних партнерів в цих проектах. Визначені основні пріоритетні напрямки фінансування, проведено поповнення бази даних потенційних європейських партнерів для участі в проектах нової Рамкової Програми Євросоюзу «Горизонт 2020». З листопада 2013 року стартував проект 7 Рамкової Програми Євросоюзу NANOMAT-EPC за участю учасників програми, які займаються дослідженням паливних комірок. Ще один проект подано на конкурс CRDF, отримано позитивне рішення за результатами оцінювання перших ступенів.

Продовжено інтерактивне інформаційне забезпечення проектів програми за наступною схемою:

а) складання запитів та проведення пошуків відповідно усіх наявних реферативно-бібліографічних ресурсів (методика порівняння пошукових образів документів з пошуковими образами запитів і методика використання ключових слів);

б) інтерактивна робота з результатами проведених пошуків і виділення повнотекстової складової

в) забезпечення повнотекстовими ресурсами

Проведені ретро-пошуки по реферативно-бібліографічній базі АПС Документ, яка містить як дані баз власного формування дані всесвітньо відомих баз даних ВІНІТІ, SCOPUS, SCIRUS.

З метою можливості представлення результатів виконання проектів програми в мережах відкритого доступу (доступ з Інтернет мережі) був створений сайт «Водень в альтернативній енергетиці та новітніх технологіях» з можливістю представлення інформації українською, англійською та російською мовами. Перша його частина з інформацією українською мовою розміщена на сервері Інституту проблем матеріалознавства ім. І.М.Францевича НАН України <http://www.ipms.kiev.ua> за окремою вкладкою «ВОДЕНЬ В АЛЬТЕРНАТИВНІЙ ЕНЕРГЕТИЦІ ТА НОВІТНІХ ТЕХНОЛОГІЯХ». Проведено збір інформації про результати виконання проектів англійською мовою.

Схема сайту

Головна	Отримання водню	Зберігання водню	Використання водню
Конференції	Розміщення результатів виконання кожного проекту програми на окремий web-сторінці сайту за наступною схемою: 1) області застосування; 2) короткий опис; 3) очікувані властивості; 4) переваги; 5) конкуренти; 6) стан розробки; 7) інтелектуальна власність; 8) контактна інформація		
Конкурси			
Партнери			
Публікації			
Наукова Рада			
Контакти			

Проведено звітну сесію, зверстаний та надрукований збірник тез за результатами виконання проектів програми «Водень в альтернативній енергетиці та новітніх технологіях»

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПЛАЗМОПАРОВОЇ КОНВЕРСІЇ БІОМАСИ

**Жовтянський В.А., Золотарьова О.К.⁽¹⁾, Дудник О.М.⁽²⁾, Подорванов В.В.⁽¹⁾,
Якимович М.В.**

Інститут газу НАН України,

03113, м. Київ-113, вул. Дегтярівська, 39, zhovt@ukr.net

⁽¹⁾Інститут ботаніки ім. Н.Г. Холодного НАН України,

01601, м. Київ-1, вул. Терещенківська, 2, membrana@ukr.net

⁽²⁾Інститут вугільних енерготехнологій НАН України,

04070, м. Київ, вул. Андріївська, 19, aldudnik@bigmir.net

Біопалива третього покоління, виробництво яких не створює загрози продовольчої кризи, доцільно виробляти з водоростей. Вважається, що переробка водоростей дозволить отримати різні види палива з накопиченої біомаси [1].

Нами досліджена плазмово-парова газифікація швидкоростучих водоростей. Спеціально для проведення цих експериментів в Інституті ботаніки ім. Н.Г. Холодного НАН України була підготовлена біосировина швидкоростучих водоростей – культивована суміш одноклітинних водоростей з р. Дніпро. Основною компонентою в них є хлорела. Для плазмово-парової газифікації використані водорості після попереднього сушіння і розмелювання. Розмір частинок водоростей склав 0,16-0,69 мм. Як показав технічний аналіз, склад водоростей наступний, мас. %: волога – 5,31; зола – 22,52; летючі – 59,94; фіксований вуглець – 12,23. Їхньою специфічною особливістю є значний вміст золи (більше 20%). Склад органічної маси водоростей, мас. %: $C_3H_7O_2N$ – 61,0; $C_6H_{12}O_6$ – 22,0; $C_{16}H_{32}O_2$ – 14,6; $C_5H_{10}O_5$ – 2,4.

Джерелом пароводяної плазми служив серійний плазмотрон "Мультиплаз 3500" потужністю до 3,5 кВт. Крім того, експериментальна установка включала високотемпературну камеру газифікації, термопари, охолоджувач отриманого синтез-газу, конденсатозбірник, фільтр, хроматограф і пальник для спалювання отриманого горючого газу.

Основою високотемпературної камери газифікації твердого палива є керамічна гільза внутрішнім діаметром 17 мм, довжиною 160 мм і товщиною стінки 3 мм з високотемпературним фільтром на виході. Вона ізолювана шаром легкокавової термоізоляції та поміщена в сталевий жароміцний корпус, виготовлений з двох частин, з'єднаних фланцем. Для вимірювання температур використовуються дві термопари: одна з них встановлена на зовнішній стінці керамічної гільзи на відстані 30 мм від сопла плазмотрона, інша – перед високотемпературним фільтром.

На виході з установки плазмово-парової газифікації виходив сухий синтез-газ з вмістом водню до 69,8 об. %. Визначено швидкість реагування вуглецю швидкоростучих водоростей і зміну ступеня конверсії водоростей. Показано, що склад сухого газу наступний, об. %: H_2 = 65,4, CO = 18,98, CO_2 = 14,59, CH_4 = 1,03.

Визначено бруutto-формулу приготованих для плазмово-парової газифікації швидкоростучих водоростей: $C_{1,0000}H_{2,3319}O_{0,6073} + 0,7841 H_2O = 0,5484 CO + 0,4215 CO_2 + 1,8898 H_2 + 0,0301 CH_4$.

Після аналізу складу водоростей до експериментальних досліджень, витрат синтез-газу на пальник і ступеня конверсії вуглецю під час експериментів встановлено, що процес плазмово-парової газифікації відбувався у дві стадії: 1) парова конверсія легких, 2) парова газифікація фіксованого вуглецю. При цьому концентрація CO в отриманому сухому синтез-газі зменшувалася з 24,0 до 5,2 об. %, Концентрація CH_4 – з 1,1 до 0,1 об. %, а концентрація водню збільшувалася з 50,2 до 69,8 об. %. Мольне співвідношення CO/CO_2 зменшувалося в межах 2,45-0,21. Ступінь конверсії вуглецю швидкоростучих водоростей склав 97,6%.

1. Золотарьова О., Шнюкова Є. Куди прямує біопаливна індустрія? // Вісн. НАН України. – 2010. – № 4. – С. 10 – 20.

2. Жовтянський В.А., Дудник А.Н., Якимович М.В., Золотарева Е.К., Подорванов В.В. Плазменно-паровая газификация быстрорастущих водорослей // Энергоэффективность-2013: тезисы докл. межд. научно-техн. конф. (14 – 16 октября 2013 г., Киев, Украина) / Ред. Б.С. Стогний, В.А. Жовтянский, А.В. Россоха. – К.: Институт газа НАНУ, 2013 – С. 91 – 93.

СВІТЛОЗАЛЕЖНЕ ПРОДУКУВАННЯ ВОДНЮ МІКРОВОДОРОСТЯМИ (*CHLOROPHYTA*) І ФОТОСИНТЕТИЧНИМИ БАКТЕРІЯМИ

Поліщук О.В., Подорванов В.В., Золотарьова О.К.

Інститут ботаніки ім. М.Г.Холодного НАН України,
01601, м. Київ-1, вул. Терещенківська, 2; membrana@ukr.net

Серед різних технологій виробництва водню, використання природного кисневого фотосинтезу має великий потенціал, оскільки і ньому використовується чисте і дешеве джерело водню - вода і сонячна енергія. У кисневих фотосинтетичних мікроорганізмів електрони і протони, з води і перенаправляються до фотосинтетичного електрон-транспортного ланцюга і через ферредоксин потрапляють до гідрогенази або нітрогенази – ензимів, які каталізують рекомбінацію e^- і H^+ з утворенням молекулярного водню. Гідрогеназна активність може бути дуже високою, але вона дуже чутлива до кисню, який утворюється при фотосинтезі, що призводить до зниження і дестабілізації продукування H_2 . На даний час розроблені кілька підходів для поліпшення енергетичної ефективності виходу H_2 при фотосинтезі [1].

Зокрема, увага дослідників зосереджена на пошуку умов, в яких при збереженні швидкості фотосинтетичного перетворення енергії культура мікроводоростей переходила б до стану мікроанарабіоза, тобто концентрація вільного кисню в їх клітинах була б мінімальною [1]. Така ситуація може досягатися, наприклад, при активації клітинного дихання. Певний внесок до зниження кількості кисню в культурі вносить також хлоропластне дихання. Метою роботи на даному етапі було визначення впливу екзогенних джерел вуглецю, які стимулюють мітохондріальне і хлоропластне дихання, на створення стану мікроанарабіоза і індукцію продукування водню одноклітинною мікроводоростями *Euglena gracilis* і *Chlamydomonas reinhardtii*.

Мікроводорості вирощували фотоавтотрофно протягом 6 днів на рідких мінеральних середовищах при 20 ° С при інтенсивності освітлення 150 мкЕ • м⁻² • с⁻¹, потім додавали екзогенні джерела вуглецю (100 мМ етанолу, 100 мМ метанол, або комбінацію етанолу 100 мМ та 20 мМ глутамату натрію) і культивували протягом 1 дня. Нефотохімічне відновлення пластохінона реєстрували за допомогою ХЕ - РАМ флуорометра (Walz, Німеччина) за ростом рівня флуоресценції хлорофілу F_0' в анаеробних умовах після вимикання світла. Нефотохімічне гасіння флуоресценції хлорофілу в темряві зі слабкою підсвіткою далеким червоним світлом визначали як зниження рівня F_m ", яке розпочиналося через 15 хвилин. Поглинання кисню у темновому диханні контролювали за допомогою платинового електрода типу Кларка.

Було показано, що додавання екзогенного джерела вуглецю інгібує фотосинтетичного виділення кисню в перші години, в той час як дихання мітохондрій стимулювалося у кілька разів. Найбільш ефективним екзогенним джерелом вуглею виявилось поєднання глутамату з етанолом. Флуоресценція хлорофілу в клітинах *E. gracilis* і *C. reinhardtii*, які росли міксотрофно відрізнялася від автотрофного контролю. Фотохімічне гасіння в міксотрофних культурах була значно нижчим, ніж у автотрофних культур. У більшості експериментів значення максимальної флуоресценції (F_m) було нижче, ніж F_m' ("загашеної флуоресценції»). Тим часом, після вимикання світла, флуоресценція спочатку зменшується до F_0' рівня, а потім починає зростати через індукцію хлоропластного дихання, що пов'язане з відновленням пластохінона. Швидкість цього зростання була вище в міксотрофних культурах. Для того щоб відрізнити ефект анаеробіозу, мікроаеробні умови в автотрофних культурах створювали продувкою N_2 . Результати показали, що різниця між кінетикою флуоресценції у автотрофних і міксотрофних культурах була викликана в основному через кисневе виснаження. Темнове нефотохімічне гасіння флуоресценції, пов'язане із відновленням пулу пластохінона, була вище у міксотрофних культур.

Таким чином, отримані результати свідчать, що активація мітохондріального і хлоропластного дихання пригнічує фотохімічні реакції в хлоропластах через перевідновлення пулу НАД (Ф) і утворення аноксії. За цих умов досягається стаке утворення водню в міксотрофних культурах *E. gracilis*.

1. McKinlay J. B., Harwood C. S. Photobiological production of hydrogen gas as a biofuel // Curr. Opin. Biotechnol. - 2010. –21. – P. 244–251.

ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОЦЕСІВ АДСОРБЦІЇ/ДЕСОРБЦІЇ CO₂ ТА ПОГЛИНАННЯ СО ПІД ЧАС КАТАЛІТИЧНОЇ ПАРОВОЇ КОНВЕРСІЇ ЛЕТУЧИХ, ПАРОВОЇ ГАЗИФІКАЦІЇ ФІКСОВАНОГО ВУГЛЕЦЮ І КАРБОНІЗАЦІЇ БІОМАСИ ТА ОРГАНІЧНИХ ВІДХОДІВ

Дудник О. М., Соколовська І.С.

Інститут вугільних енерготехнологій НАН України,
04070, м. Київ, вул. Андріївська, 19, aldudnik@nas.gov.ua

Досліджено процес карбонізації муніципальних відходів: поліетилентерефталату (ПЕТ); тканини з поліестеру (65 мас. %) та бавовни (35 мас. %); тканини з бавовни. Вихід сухого вугілля становив, мас. %: 19,3 для ПЕТ; 19,1 для суміші поліестеру та бавовни; 22,8 для тканини з бавовни.

На основі попередньо проведених досліджень карбонізації ПЕТ та бавовни за темпів нагрівання зразків 10-15 °C/хв. встановлено стадійний механізм карбонізації суміші поліестеру та бавовни. На протязі карбонізації суміші поліестеру та бавовни проходили такі процеси: стеклування поліестеру (66°C), початок виходу летучих з бавовни (170°C), плавлення поліестеру 295 °C, початок виходу летучих з поліестеру (367 °C).

Магнітосепарований пористий Ні-каталізатор Індійського інституту нафти та наноструктурований Fe-каталізатор Інституту фізичної хімії ім. Л.В. Писаржевського НАНУ використано для конверсії газоподібних продуктів карбонізації суміші поліестеру та бавовни. З використанням Ні-каталізатора збільшено вміст водню в отриманому газі до 42 об. %, з використанням Fe-каталізатора до 56 об. %. В результаті карбонізації суміші поліестеру та бавовни з використанням каталізаторів отримано висококалорійне вугілля з теплотою згоряння 30,2 МДж/кг та газ з теплотою згоряння більше 7 МДж/м³, який придатний для подальшої конверсії в рідке паливо [1, 2].

Досліджено процеси конверсії біопалив з поглинанням вуглекислого газу: біопалива другого покоління – лушпиння соняшнику; біопалива третього покоління – водоростей (хлорели).

В результаті карбонізації лушпиння соняшнику (склад лушпиння, мас. %: волога – 10,0, летучі – 70,7, зола – 7,5, фіксований вуглець – 11,8; розмір частинок 0,3-1,0 мм) з поглинанням CO₂ оксидом магнію отримано сухий газ такого складу, об. %: H₂ = 20,5, CO = 46,5, CH₄ = 31,8, CO₂ = 1,1. Завдяки поглинанню CO₂ збільшено вміст водню в отриманому газі в два рази та збільшено теплоту згоряння газу з 9,4 до 19,5 МДж/м³. Вихід сухого вугілля становив 28,1 мас. %.

В результаті карбонізації водоростей (склад водоростей, мас. %: волога – 6,2, летучі – 59,2, зола – 24,3, фіксований вуглець 10,27; розмір частинок 0,16-0,69 мм) з поглинанням CO₂ отримано сухий газ такого складу, об. %: H₂ = 26,0, CO = 42,6, CH₄ = 31,0, CO₂ = 0,4. Завдяки поглинанню CO₂ збільшено вміст водню в отриманому газі в 1,4 рази та збільшено теплоту згоряння газу до 19,3 МДж/м³. Склад отриманого вугілля, мас. %: летучі – 34,4, зола – 46,1, фіксований вуглець – 19,5). Вихід сухого вугілля – 30,3 %.

Підготовлено технічні рекомендації щодо розроблення конструкторської документації на нову установку конверсії органічних відходів.

[1] Дудник А.Н. Карбонизация биомассы и бытовых органических отходов с использованием катализаторов конверсии летучих веществ / А.Н. Дудник, П.Е. Стрижак, А.К. Синха, Бхован Сингх, А.И. Трипольский, И.С. Соколовская, С.А. Фаруки // Тезисы докладов IV Международной научно-технической конференции «Альтернативные источники сырья и топлива, Минск, 28-30 мая 2013 г. – Минск: Институт химии новых материалов НАН Беларуси. – 2013. – С. 18.

[2] Dudnyk O. Carbonization of polyester and cotton cloth for production of the gas with high hydrogen content / O. Dudnyk, A.K. Sinha, Bhawan Singh, P. Stryzhak, A. Trypolsky, S.A. Farooqui, I. Sokolovska // Proceeding of 7th International Symposium on Feedstock Recycling of Polymeric Materials (7th ISFR 2013), New Delhi, India, 23-26 October 2013. – New Delhi: CSIR Indian Institute of Petroleum. – 2013, Paper CT 19 – 2 p.

ВИВЧЕННЯ ПРОЦЕСІВ КАТАЛІТИЧНОЇ ПАРОВОЇ КОНВЕРСІЇ ЛЕТУЧИХ ТА КАТАЛІТИЧНОЇ ПАРОВОЇ ГАЗИФІКАЦІЇ КОКСУ УКРАЇНСЬКИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КАМ'ЯНИХ ТА БУРИХ ВИДІВ ВУГІЛЛЯ В ГАЗИФІКАТОРІ З ВИКОРИСТАННЯМ НОВИХ АБСОРБЕНТІВ CO₂

Дудник О. М., Соколовська І.С.

Інститут вугільних енерготехнологій НАН України,
04070, м. Київ, вул. Андріївська, 19, aldudnik@nas.gov.ua

Зроблено огляд сучасних досягнень в області використання абсорбентів вуглекислого газу. Основну увагу під час огляду приділено новим твердим поглиначам вуглекислого газу, що працюють за підвищених температур. Проведено оцінку можливості виробництва водню зі зв'язуванням CO₂ завдяки виробництву додаткових побічних синтетичних продуктів: карбаміду, саліцилової кислоти, етилен карбонату, метанолу, поліетилен карбонату, поліпропілен карбонату, поліолу, карбонатів натрію і барію та ін.

На першому етапі проведення експериментів для досліджень конверсії летучих українського бурого вугілля використано експериментальну установку карбонізації твердого палива. Експерименти проведено без використання водяної пари. Проведено карбонізацію бурого вугілля без використання поглиначів вуглекислого газу та каталізаторів з визначенням складу отриманого газу. Для збільшення конверсії летучих в водень та CO, а також зв'язування CO₂ на виході з зони карбонізації використано оксид магнію; оксид магнію та розчин моноетаноламіну; оксид магнію та нікелевий каталізатор; оксид магнію та залізохромний каталізатор.

На другому етапі проведення експериментів для досліджень парової конверсії українського бурого вугілля використано установку для досліджень паливних елементів. Основну увагу під час проведення цих експериментів приділено впливу додавання каталізаторів на швидкість конверсії фіксованого вуглецю в процесі парової газифікації коксу бурого вугілля з поглинанням вуглекислого газу. Для досліджень парової газифікації використано вапно, вапно з додаванням карбонату калію та вапно з додаванням нікелевого каталізатору. Встановлено вплив додавання каталізаторів на вихід водню в процесі парової газифікації коксу українського бурого вугілля з абсорбцією вуглекислого газу. Отримано дані щодо впливу каталізаторів на процес парової газифікації коксу бурого вугілля з поглинанням вуглекислого газу вапном. Отримано дані з кінетики каталітичної парової газифікації коксу українського бурого вугілля.

Розроблено нову методику оцінювання парової конверсії продуктів повітряної газифікації твердого палива [1]. На основі експериментальних даних з парової конверсії смоли, сажі та паливного газу показано можливості: 1) збільшення концентрації водню в паливному газі з 18 до 30 об. %, 2) регулювання мольного співвідношення H₂/CO в діапазоні від 0,9 до 2,0.

В результаті міжнародного співробітництва с Індійським інститутом нафти з синтез-газу (за мольного співвідношення H₂/CO=2) в мікроканальному реакторі (з нанесеним Co₃O₄/Al₂O₃ (16/84 мас. %/мас. %) каталізатором – 5 г на стінках 280 мікроканалів) з використанням методу Фішера-Тропша під тиском 28 бар та температури 250°C отримано рідке моторне паливо. Витрата синтез-газу становила 6 л/год. Вихід моторного палива в перерахунку на масову витрату синтез-газу становив 12,9 мас. %. Розподіл компонент в отриманому моторному паливі такий: <C9=18,4, C9-C14=51,8, C6-C18=13,7, >C18=16,1 мол. %.

На основі міжнародного стандарту EN 62282-3-100:2012 підготовлено новий національний стандарт України: Технології паливних елементів. Стаціонарні енергетичні установки на паливних елементах. Частина 3-100. Вимоги безпеки.

[1] Technique for Evaluation of an Increase of Hydrogen Yield in Plasma-Steam Reactor for Conversion of Wood Air Gasification Products / V. Zhovtyansky, O. Dudnyk, S. Petrov, V. Verbovskyi, D. Rubets // Proceedings of Abstracts of 5th World Hydrogen Technologies Convention (WHTC2013), 25th-28th, September 2013, Shanghai: China Association for Hydrogen Energy. - 2013, S137. - P. 83-84.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КОМБІНОВАНОГО ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГІЇ ВІТРУ, СОНЦЯ І ТЕПЛОТИ ЗЕМЛІ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ВОДНЮ ПРИ ЕЛЕКТРОЛІЗІ ВОДИ

Кудря С.О., Морозов Ю.П., Кузнецов М.П.

Інститут відновлюваної енергетики Національної академії наук України,
02094, м. Київ, вул. Червоногвардійська, 20А, geotherm@ukr.net

Результати зарубіжних та вітчизняних досліджень вказують на фінансову спроможність проектів з використанням енергії вітру та сонця для виробництва водню. При цьому остаточні результати значною мірою залежать від розташування вітроелектростанції, а саме від наявності достатньої швидкості вітру та вітрового режиму в цілому. Як показують останні дослідження [1], при застосуванні водню для накопичення та зберігання енергії, собівартість при конвертації водню у електроенергію цілком конкурентна з іншими технологіями накопичення.

Для порівняльних розрахунків використання різних варіантів енергозабезпечення електролізу використовуються спеціалізовані програмні комплекси типу HOMER [2], які дозволяють визначити економічну ефективність в залежності від номенклатури та вартості обладнання, тарифної політики тощо. Розрахунки, які виконані для певних вітрових умов, визначають рекомендовану номінальну потужність енергозабезпечення, середню потужність виробництва та споживання електроенергії, річне виробництво електроенергії та водню і результуючу собівартість водню. Для коректних розрахунків необхідно ввести початкові умови щодо використовуваного в проекті обладнання: кількості, номінальної потужності, вартості обладнання та експлуатаційних витрат, тривалості використання. Наприклад, терміни використання фотоелектричних панелей приймаються рівними 25 років, питома вартість – 6 євро/ват, експлуатаційні витрати на рівні 0,7-1,0% вартості обладнання; для вітроустановок – 25 років, 1,1 євро/ват та 2%; для електролізера – 10 років, 2,5-3,0 євро/ват, 8-12% [3]. Також мають бути описані інвертори, випрямлячі, газові балони тощо. Розмір потужностей обладнання оптимізується в залежності від тарифної політики.

На території Переяслав-Хмельницької Дослідно-випробувальної бази Інституту проблем матеріалознавства НАН України в урочищі «Бурлівщина» було створено експериментальну систему вітроелектростанція-електролізер.

Проведені випробування електролізера високого тиску водню в режимах 25%, 50%, 75% та 100% номінального енергоспоживання показали наступні результати: продуктивність по водню – 0,2 м³/год.; вміст домішок кисню у водні – 0,06% об.; продуктивність по кисню – 0,051 м³/год.; вміст домішок водню в кисні – 0,1% об. Динамічні характеристики: час адаптації систем електролізера при зміні підведення потужності склав 60-260 секунд.

Дослідження підтвердили можливість роботи електролізера при змінних навантаженнях електроживлення, які забезпечує вітроелектрична установка, і показали можливість практичної реалізації запропонованої технології електролізу води в повномасштабній електролізній установці.

1. D.Steward, T.Ramsden, K.Harrison. Hydrogen for Energy Storage Analysis. Overview. National Renewable Energy Laboratory , 2010.- NREL/PR-560-48360.
2. HOMER Energy - Hybrid Renewable & Distributed Power Design Support. – www.homerenergy.com.
3. J.L. Bernal-Agustín, R. Dufo-López. Techno-economical optimization of the production of hydrogen from PV-Wind systems connected to the electrical grid, Renewable Energy, V. 35, 2010, p. 747–758.

НАЛАГОДЖЕННЯ УСТАНОВКИ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕТИКИ РЕ-ДОКС-ЦИКЛІВ ТЕРМОГРАВІМЕТРИЧНИМ СПОСОБОМ; РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ВОДНЮ НА СО-НЯЧНІЙ УСТАНОВЦІ З ВИКОРИСТАННЯМ ВІДХОДІВ, ЩО МІСТЯТЬ ВОЛЬФРАМ

Зенков В.С., Пасічний В.В., Рогозинський А.А., Рогозинська А.О. Остапенко С.О.

Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України,
вул. Кржижановського, 3, Київ 03142 Україна, e-mail: pasich2008@meta.ua

Більшість металів, окрім золота, платини і деяких інших металів платинової групи, досить активні по відношенню до кисню повітря, але по відношенню до води виявляються деякі особливості, пов'язані з фізичними і хімічними властивостями елементу і його оксидів. За допомогою розробленої методики з використанням термогравіметричної установки проведені кінетичні дослідження взаємодії пари води з різними по розмірах і питомій поверхні частками металевого вольфраму в режимі здобуття водню. У дослідженнях окислювальних процесів використовували порошок вольфраму марки «ПВТ» з $S_{уд.} = 0,11 \text{ м}^2/\text{г}$ і зразки вольфрамового дроту ТУ 48-9-45-67 діаметром: 0,057 мм ($S_{уд.} = 3,66 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{г}$); 0,1 мм ($S_{уд.} = 5,43 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{г}$); 0,3 мм ($S_{уд.} = 8,35 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{г}$).

На прикладі твердого сплаву ВК8 вивчали кінетику окислювальних процесів компактних зразків складного складу на основі вольфраму в більш хімічно активному повітряному середовищі порівняно з парою води, у тому числі - з метою їх фізико – хімічного диспергування. Визначені і рекомендовані основні параметри для розробки технологічних схем здобуття водню вольфрамо-паровим методом. Дана інформація необхідна також і для розробки технології регенерації вольфраму з вольфраммістячих відходів. Дисперсні порошки вольфраму досить добре окислюються до високих мір перетворення при відносно низьких температурах в інтервалі 600 – 800 °С. З отриманих результатів видно, що з енергетичної і фізико – хімічної точки зору процес здобуття водню бажано проводити при використанні порошків вольфраму з відносно розвиненою, а значить і хімічно активною поверхнею. Швидкість і міра їх перетворення вищі, ніж при використанні компактних об'єктів. В разі постачання великогабаритних відходів для проведення вольфрамо - парового процесу здобуття водню матеріал слід переводити в порошкоподібний стан методом окислювального диспергування, рекомендованим в даній роботі. Температурний режим не повинен перевищувати 900 °С, тобто температура має бути нижче за початок сублімації триоксиду вольфраму. Температура пари води повинна відповідати температурі реакційної зони реактора. Для попередження дифузійних утруднень доступу молекул води в глибину шару металічного порошку бажано передбачати певні технічні прийоми, наприклад, перемішування робочої суміші обертанням реактора.

З метою вивчення можливості використання концентрованого сонячного випромінювання для отримання водню метал-паровим методом була розроблена методика та створено необхідне обладнання для проведення експериментів на установці променевого нагріву УРАН-1, основу якої складають дугова ксенонова лампа типу ДКСШРБ-10000 та дзеркальний еліпсоїдний відбивач ϕ 600 мм. Як реактор, використовували кварцовий балон сферичної форми від дугової лампи. Проведені попередні експерименти з вольфрамівим дротом при температурі в реакторі близько 880 °С підтвердили принципову можливість здійснення реакцій водопарового окиснення. Продукти термічного перетворення, вилучені з реактора, склалися, як показав рентгенофазовий аналіз, цілком із оксидів вольфраму, більшість з яких – це триоксид WO_3 , меншість – WO_2 та проміжні оксиди типу $\text{WO}_{2,75}$ і $\text{WO}_{2,72}$, в незначній кількості - W_2O . Виявлено недоліки в конструкції технологічного обладнання, які потребують доопрацювання. Зокрема, певні ускладнення викликає контрольоване постачання реактора малими дозами водяної пари досить високої температури.

СИНТЕЗ НАНОКОМПОЗИТІВ ТА ГЕТЕРОСТРУКТУР НА ОСНОВІ НАПІВПРОВІДНИКОВИХ ОКСИДІВ, СУЛЬФІДІВ ТА СЕЛЕНІДІВ МЕТАЛІВ, ДОСЛІДЖЕННЯ ЇХ СТРУКТУРИ ТА ФОТОЕЛЕКТРОХІМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК

**Слободянюк І.О., Русецький І.А., Щербакова Л.Г.⁽¹⁾, Колбасов Г.Я.,
Кравчук Д.М.⁽¹⁾, Солонін Ю.М.⁽¹⁾**

Інститут загальної та неорганічної хімії ім. В.І. Вернадського НАН України,
03680 Київ-142, пр. Палладіна 32/34, Україна, e-mail: kolbasov@ionc.kiev.ua

⁽¹⁾Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України,
03142 м. Київ, вул. Кржижановського 3, Україна, e-mail: larisa_c@ukr.net

Досліджені фотоелектрохімічні властивості, процеси рекомбінації, структура поверхні наноконкомпозитних плівок та гетероструктур на основі CdSe, а також їх ефективність у фотоелектрохімічних системах для отримання водню.

Напівпровідникові гетероструктури TiO₂-CdSe були отримані шляхом багат шарового механічного нанесення на Ti -підкладку із спеціально сформованим шаром нанотрубок TiO₂ водної суспензії здрібнених порошків CdSe та CdCl₂ з додаванням поліетиленгліколю та відновленого оксиду графену. Полікристалічні плівки CdSe також отримували методом контактного обміну на титані з Cd протиелектродом у водних сірчаноокислих розчинах, які містили іони Cd²⁺ та H₂SeO₃. Водна дисперсія оксиду графена була отримана за допомогою модифікованого методу Хаммерса окисленням багат шарових вуглецевих нанотрубок з використанням сильних окислювачів, таких як конц. H₂SO₄, KMnO₄ і H₂O₂ при енергійному перемішуванні. При подальшому відновленні отриманого продукту гіпофосфітом або сульфідом натрію одержують водну дисперсію відновленого оксиду графена (ВОГ) [1]. Товщина плівок становила 0,3 ÷ 3 мкм. Для підвищення ефективності фотоперетворення поверхня напівпровідників піддавалася травленню в розчині 0.5M CrO₃ та на їх поверхню методом SILAR наносились наночастинки CdS. Отримані напівпровідникові сполуки стійкі в окислювально - відновлювальній системі S²⁻/S₂²⁻, що використовується у якості робочого електроліту для фотоелектрохімічної системи з накопиченням водню, а також у фотоелементах регенеративного типу.

Отримані гетероструктури на основі напівпровідникових плівок CdSe мають покращені навантажувальні характеристики у фотоелектрохімічній комірці (ФЭХ), що призводить до збільшення фотопотенціалу електрода у точці максимальної віддачі потужності. Вплив процесів поверхневої рекомбінації на величину та кінетику релаксації фотопотенціалу досліджувались при освітленні поверхні електродів імпульсами азотного лазера ЛГІ-21 (λ=0,337мкм, P_и=1300 Вт/см², τ_i=15 нс). Часова роздільна здатність вимірювальної установки становила 50 нс, чутливість – 5мВ.

Проведені випробування фотоанодів в лужному розчині Na₂S у процесі роботи ФЭХ комірки при сонячному освітленні, отриманих з використанням різних технологій, у парі з воденьсорбуючими катодами, які знаходились в розчині 30% КОН. Анодний та катодний простори розділені іонообмінною мембраною МФ-4СК. Воденьсорбуючі сплави отримували методом газового розпилю розплаву в інертній атмосфері. Використовували фракцію порошків 150-300 мкм, яку піддавали подальшому помелу до 50 мкм. Катоди мали склад: 95% LaNi_{2.5}Co_{2.4}Al_{0.1}-ГР+5% ПТФЕ та 25% суміш сплавів (LaNi_{4.5}Mn_{0.5}+LaNi_{3.5}Al_{0.7}Mn_{0.8})+75% Cu_{пор}. Всі електроди показали хорошу розрядну ємність (175 ÷ 258 мА·год/г) і хорошу кінетику в оборотних реакціях за воднем.

Встановлено, що введення в структуру напівпровідникової плівки CdSe відновленого оксиду графена приводить до росту значень фотострумів, які генеруються при освітленні анодів у парі з воденьсорбуючими катодами на 25-30 % .

1. Danilov M.O., Slobodyanyuk I.A., Rusetskii I.A., Kolbasov G.Ya. *Reduced graphene oxide: a promising electrode material for oxygen electrodes* // Journal of Nanostructure in Chemistry.- 2013, 3:49. (<http://www.jnanochem.com/content/3/1/49>)

РОЗВИТОК ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ЗАСАД СТВОРЕННЯ НОВИХ ВИСОКОПОРИСТИХ МЕТАЛ-ОРГАНІЧНИХ КАРКАСНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ АКУМУЛЮВАННЯ ВОДНЮ

Колотілов С.В., Полунін Р.А., Сацька Ю.А., Дорофєєва В.М., Кіскін М.О.⁽¹⁾, Єременко І.І.⁽¹⁾, Новоторцев В.М.⁽¹⁾

Інститут фізичної хімії ім. Л. В. Писаржевського НАН України,
проспект Науки 31, Київ, 03028, svk001@mail.ru

⁽¹⁾Інститут загальної і неорганічної хімії ім. М.С. Курнакова РАН,
Ленінський проспект 31, Москва, 119991, ilerem@igic.ras.ru

Інтерес до координаційних полімерів 3d-металів як матеріалів для зберігання водню обумовлений високими сорбційними характеристиками сполук цього класу, а також можливістю створення селективних сорбентів для вилучення водню з сумішей газів. Перспективним підходом до створення пористих координаційних полімерів (ПКП) є зв'язування поліядерних комплексів конформаційно-жорсткими лігандами, що дозволяє в певних межах варіювати хімічну будову і сорбційні характеристики таких систем.

Отримано ряд ПКП 3d-металів з піридиновими і карбоксилатними лігандами (Рис. 1). Методом рентгеноструктурного аналізу встановлено кристалічну будову сполук $\text{Fe}_2\text{NiO}(\text{Piv})_6(\text{L1})$, $\text{Fe}_2\text{NiO}(\text{Piv})_6(\text{L2})(\text{DMSO})$ (Piv^- = півалат) та $\text{Co}(\text{L5})\cdot 2\text{DMF}$. ПКП $\text{Fe}_2\text{NiO}(\text{Piv})_6(\text{L1})$ побудований з 2D-шарів, в яких кожен триядерний блок $\text{Fe}_2\text{NiO}(\text{Piv})_6$ зв'язує три ліганди L2, а кожен такий ліганд, в свою чергу, з'єднує три триядерні блоки. На відміну від цієї сполуки, кристалічна ґратка $\text{Fe}_2\text{NiO}(\text{Piv})_6(\text{L2})(\text{DMSO})$ сформована 1D-ланцюгами. ПКП $\text{Co}(\text{L5})$ є 2D-полімером, кожен іон кобальту(II) знаходиться в оточенні чотирьох атомів кисню двох карбоксильних груп і двох атомів азоту, а один з атомів азоту L5 не координується.

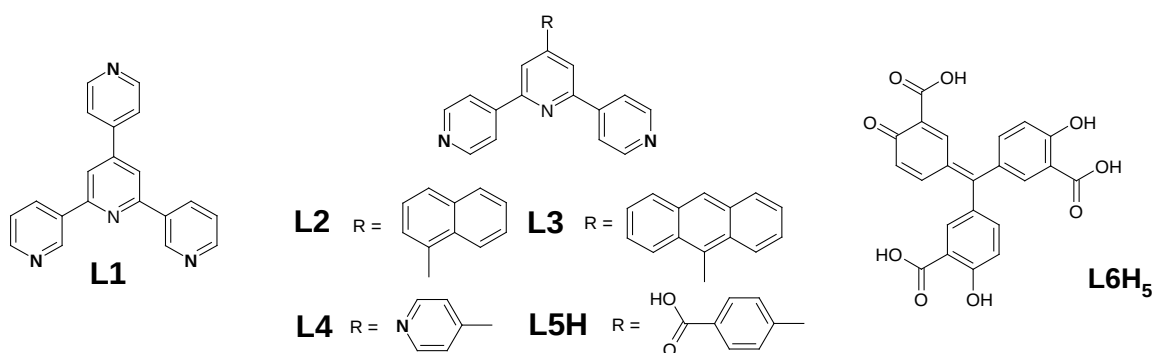


Рис. 1. Формули лігандів.

Знайдено, що сполуки $\text{Fe}_2\text{NiO}(\text{Piv})_6(\text{L1})$, $\text{Fe}_2\text{NiO}(\text{Piv})_6(\text{L2})$, $\text{Fe}_2\text{NiO}(\text{Piv})_6(\text{L3})$ та $\text{Co}(\text{L5})$ сорбують 0,2-0,4 % H_2 (за 78 К і 1 атм).

Досліджено вплив розміру кристалів і впорядкованості кристалічних ґраток ПКП $\text{Fe}_2\text{NiO}(\text{Piv})_6(\text{L4})$ і $\text{Fe}_2\text{NiO}(\text{Piv})_6(\text{L4}')$ (де $\text{L4}'$ = трис-(4-піридил)тріазин) на здатність цих сполук сорбувати водень. Розмір кристалів визначали методом СЕМ, а впорядкованість кристалічних ґраток оцінювали за відносною інтенсивністю і напівшириною рефлексів на дифрактограмах. Показано, що збільшення розміру кристалів та впорядкованості кристалічних ґраток в таких ПКП сприяє підвищенню їх сорбційних характеристик у відношенні водню – сорбційна ємність зразків, які містять впорядковані кристали розміром біля 20 μm перевищує сорбційну ємність зразків, які складаються з більш дефектних кристалів розміром біля 1 μm (в середньому 0,9 і 0,7 % H_2 , відповідно, за 78 К і 1 атм).

Роботу частково підтримано цільовою комплексною програмою фундаментальних досліджень НАН України "Водень в альтернативній енергетиці та новітніх технологіях" (проект 19-13).

**ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СПЛАВІВ АВ₅ ТИПУ ТА ЇХ
ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ»
(ЕТАП -111 “З’ЯСУВАННЯ ПРИЧИН, ЩО ВИЗНАЧАЮТЬ ХАРАКТЕР
ОТРИМАНИХ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ, РІВЕНЬ КРИВИХ, ЇХ
НАХИЛ, НЕЛІНІЙНІСТЬ, ПРОЯВ НА НИХ ПЛАТО, ОБГРУНТУВАННЯ
МОЖЛИВИХ ВІДХІЛЕНЬ ВІД РІВНЯНЬ БОРЕЛЛІУСА І СІВЕРТСА).»**

Загінайченко С.Ю., Матисіна З.А., Щур Д.В., Шапошнікова Т.І., Золотаренко А.Д.

Інституту проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України

03680, Київ-142, вул. Кржижанівського 3, тел/факс 424-03-81,

shurzag@materials.kiev.ua

Розчинність – одна з важливих властивостей сплава [1-3]. Відомо, що реально існують лише тверді розчини, де чисті компоненти являють собою граничні стани реальних речовин. Знання граничної розчинності одного елемента в іншому дозволяє визначити інтервал концентрації, при якій даний елемент розчиняється в сплаві без порушення однорідності твердого розчину. При введенні домішок в сплав в значній мірі змінюються його механічні, електричні, магнітні та інші властивості. Багатокомпонентні тверді розчини на основі чистих металів або бінарні сплави мають велике практичне значення і є головними структурними складовими майже всіх використовуваних на практиці сплавів [4-6].

В ході третього етапу проекту були розраховані: вільна енергія сплаву АВ₅; рівноважний розподіл впроваджених атомів; досліджено енергетичні стани кристалів; розчинність домішки проникнення; проведено порівняння результатів розрахунків з експериментальними даними

Створена теорія розчинності водню в сплавах АВ₅ типу з урахуванням можливого розміщення атомів водню в різного типу позиціях, проведено розрахунок рівняння рівноваги, що визначає РТs-криві (вивчення яких є основним методом дослідження гідридів), побудова ізотерм Рs, ізоплет Р-Т, з’ясовано причини, що визначають характер таких залежностей, рівень кривих, їх нахил, нелінійність, прояв на них плато, обгрунтовано можливі відхилення від рівнянь Борелліуса і Сівертса, вплив домішок R і Me на водне поглинання.

Дослідження проводилось за допомогою методів, що використовуються в статистичній фізиці, із застосуванням термодинамічних функцій та певної спрощеної моделі сплаву.

1. Кривоглаз М.А. Растворимость в упорядочивающихся сплавах. I. // журн. Техн. Физ. – 1954. – т. 24, вып. 6. – с. 1077-1089.
2. Кривоглаз М.А Растворимость в упорядочивающихся сплавах. II. // физ. Мет. И металловед. – 1955. – т. 1, вып. 3. – с. 393-403.
3. Френкель Я.И. Статистическая Физика. – М.: Изд-Во Ан Ссср, 1938.
4. Смирнов А.А. Молекулярно-Кинетическая Теория Металлов. - М.: Наука, 1966. - 488 С.
5. Смирнов А.А. Теория Сплавов Внедрения. - М.: Наука, 1979. - 368 С.
6. Смирнов А.А. Теория Фазовых Превращений И Размещения Атомов В Сплавах Внедрения. - Киев: Наукова Думка, 1992. - 280 С.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ДЕСОРБЦІЇ ВОДНЮ З ГІДРОФУЛЛЕРИТІВ $C_{60}H_x$ (ЕТАП-111 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ГІДРИДОУТВОРЕННЯ).»

Щур Д.В., Савенко О.Ф., Копілова Л.І., Золотаренко А.Д., Загінайченко С.Ю.,

Інституту проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України
03680, Київ-142, вул. Кржижанівського 3, тел/факс 424-03-81,

shurzag@materials.kiev.ua

Усвідомлення того факту, що вуглецеві графітоподібні та слоїсті наноструктури неспроможні сорбувати в нормальних умовах при різних тисках водню більше 1% Н по масі, змусило науковців сконцентрувати зусилля на вивченні воднеємності фуллеренів. Здатність фуллеренів та їх похідних накопичувати велику кількість водню відкриває нові можливості у використанні водню в якості енергоносія.

В одній з останніх робіт американських вчених з Університету Райса (Техас), Каліфорнійського технологічного інституту за участю першовідкривача фуллеренів Р.Смоллі показано, що фуллерени мають здатність накопичувати до 7 мас. % водню. Цей результат рекордний для всіх матеріалів. Завдяки цій здатності конструкції майбутніх систем для накопичування водню можуть бути значно спрощені.

В ході третього етапу проекту «Дослідження процесів гідридоутворення» вивчено воднеємність сорбентів водню на основі систем метал-фуллерен : а) досліджено воденьсорбційні властивості; б) досліджено механізм взаємодії активованого водню з металофуллеренами.

Розроблені технології синтезу фуллереноподібних об'єктів досліджень можуть бути використані для їх синтезу з метою застосування в інших областях.

Результати, що були отримані за третім етапом 2013 р. знайдуть використання в різних галузях промисловості зокрема в водневій енергетиці.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДОМІШОК ДО МАГНІЮ Al і Ni НА ТЕМПЕРАТУРУ І КІНЕТИКУ РОЗКЛАДУ ГІДРИДНОЇ ФАЗИ MgH_2 МЕХАНІЧНИХ СПЛАВІВ

Добровольський В.Д., Єршова О.Г., Солонін Ю.М.

Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України,
вул. Кржижанівського 3, Київ, 03142 Україна, E-mail: dobersh@ipms.kiev.ua

Проблема отримання гідридів магнієвих сплавів, що розкладаються при низьких температурах і при цьому володіють сполученням таких властивостей як висока воднева ємність і циклічна стійкість при швидкій кінетиці сорбції-десорбції водню, все ще залишається не вирішеною, а дослідження, направлені на її вирішення є актуальними.

На попередніх етапах робіт за проектом досліджено вплив окремо кожного з легуючих елементів Al, Ti, Fe (а також одночасно двох таких металів як алюміній і титан, або алюміній і залізо) як на температуру розкладу, так і на кінетику десорбції водню з гідридної фази MgH_2 композитів, отриманих методом реактивного механічного сплавлення, зокрема помелом в середовищі водню під тиском 1,2 МПа сумішей $Mg+10\%\text{мас. Al}$, $Mg+10\%\text{мас. Ti}$, $Mg+10\%\text{мас. Fe}$, $Mg+10\%\text{мас. Al}+10\%\text{мас. Fe}$, $Mg+10\%\text{мас. Al}+10\%\text{мас. Ti}$.

На 3 етапі була поставлена задача дослідити можливість зниження температури, покращення кінетики розкладу гідридної фази MgH_2 механічного сплаву-композиту завдяки одночасному його легуванню Al і Ni в процесі помелу суміші $Mg+10\%\text{мас. Al}+10\%\text{мас. Ni}$ та суміші $Mg+10\%\text{мас. Al}+21\%\text{мас. Ni}$ як в атмосфері водню (тобто реактивним помелом), так і в атмосфері аргону.

Отримано чотири механічних сплава магнію з Al і Ni:

- MC1, MC2 – реактивний помел суміші $Mg+10\%\text{мас. Al}+10\%\text{мас. Ni}$ на протязі 10 та 15 годин відповідно; MC3, MC4 - помел суміші $Mg+9,6\%\text{мас. Al}+21\%\text{мас. Ni}$ на протязі 10 годин в атмосфері водню та 20 годин в атмосфері аргону відповідно. Проведено рентгенофазовий та рентгеноструктурний аналізи отриманих MC, досліджено їх мікрострукту.

Досліджено воденьсорбційні характеристики, термічну стійкість та кінетику десорбції H_2 з отриманих MC; визначено енергію активації процесу десорбції водню. Встановлено - воднева ємність MC2 (5,71 % ваг.) більша ніж MC1(5,55 % ваг.), що обумовлено кращою кінетикою процесу гідрування MC2, частинки порошку якого мають менший розмір в порівнянні з розміром частинок MC1. Водневі ємності MC3 і MC4 майже в два рази менше ніж у MC1 і MC2, вміст Ni в яких в два рази менше, ніж в MC3 і MC4. Збільшення вмісту Ni з 10 до 21 % ваг. не сприяло збільшенню водневої ємності MC3 і MC4, а навпаки привело до її зменшення. Температури T_n початку десорбції водню з гідридної фази MgH_2 сплавів MC1, MC2, MC3, MC4 після їх гідрування із газової фази в 2-му циклі практично однакові і близькі до температури 288 °С, що відповідає рівноважному тиску водню 0,1 МПа. $T_{\text{поч}}$ початку десорбції водню з гідридної фази MC4 після 1-го гідрування із газової фази - 250 °С. Ефект зниження $T_{\text{поч}}$ розкладу гідридної фази сплаву MC4 спостерігався тільки на сплаві MC4, який на відміну від інших MC отримано помелом вихідної суміші в атмосфері аргону. Це забезпечило у відповідності до прогнозу авторів [1] утворення твердого розчину в магнії Al і Ni, гідрид якого володіє меншою ентальпією розкладу (і десорбції водню) в порівнянні з такою MgH_2 . **При повторному гідруванні MC4 вказаний ефект зниження T_n вже не спостерігався.** Зникнення ефекту зниження температури пов'язано з розкладом при повторному нагріванні твердого розчину Al і Ni в магнії і утворенням фаз $Mg(AlH_4)_2$ і $Mg_2 Ni$. Значення водневої ємності і T_n початку десорбції водню з механічного сплаву $Mg+10\%\text{ваг. Al}+10\%\text{ваг. Ti}$ (який отримано раніше методом РМС, 10 год. помелу в атмосфері водню під тиском 1,2 МПа) виявились практично рівними значенням водневої ємності і T_n початку десорбції водню з механічного сплаву MC1, що вказує на практично однаковий вплив легуючих елементів Ni і Ti на воденьсорбційні властивості і температуру розкладу гідридної фази MgH_2 механічних сплавів-композитів, які після їх отримання методом РМС були циклічно прогідровані із газової фази.

[1] Bououdina M., Guo Z.X., J.of Alloys and Compounds 2002; 336: 222-231.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ МОДИФИКУВАННЯ ПОВЕРХНІ ПОРОШКІВ СПЛАВІВ ТА ОБ'ЄМУ КАТОДІВ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПОГЛИНАННЯ НИМИ ВОДНЮ В УМОВАХ ЕЛЕКТРО- І ФОТО-ЕЛЕКТРОХІМІЧНОГО ЗАРЯДУ

Щербакова Л.Г., Сподарик М.І., Солонін Ю.М., Хомко Т.В.
Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України,
03142, м. Київ, вул. Кржижановського, 3; e-mail: larisa_c@ukr.net

В рамках даного етапу було продовжено роботи по покращенню характеристик воденьсорбуючих сплавів, зокрема, за допомогою зміни активності поверхні порошків сплавів шляхом нанесення металічних покриттів та модифікації об'єму виготовлених із них катодів.

Досліджена каталітична активність поверхні і цикlostійкість електродів з порошків вихідного газорозпиленого сплаву $MmNi_{4.3}Mn_{0.5}Al_{0.2}$ (фракція 160–360 мкм) і з металевими (M= Ni, Co і Cu) покриттями. Останні одержували розкладанням/відновленням металоорганічної сполуки – ацетилацетонату ($M(C_6H_7O_2)_2$) при 450 °С в середовищі водню. Рентгенофазовим аналізом підтверджено присутність піків металів–покриттів на рентгенограмах. Електроди із порошку сплаву $MmNi_{4.3}Mn_{0.5}Al_{0.2}$ (з 75 мас.% Cu) дуже легко активуються (2–3 цикли заряду/розряду) і мають здатність до високошвидкісного розряду: при розряді струмами ~4С вони віддають ~90% своєю максимальної ємності. Установлено, що, не дивлячись на низький вміст La в сплаві (близько 25 мас.%), він показує максимальну розрядну ємність до 270 мА*год/г і, не зважаючи на відсутність у складі сплаву кобальту, хорошу цикlostійкість: втрата 50% початкової ємності відбувається за 180 циклів.

Встановлено, що нанесення покриттів на порошки сплаву призводить до покращення початкової активації і кінетики поглинання газоподібного водню, але практично не впливає на ці характеристики при його електролітичному поглинанні у порівнянні з порошками вихідного сплаву. На всіх електродах в області потенціалів оптимального заряду катодні залежності в координатах $\lg i-E$ є лінійними з нахилом (β) близьким до 0.10–0.12 В, що свідчить про те, що процес заряду електродів лімітується одноелектронною стадією. Нанесення покриттів на порошки ГРП сплаву $MmNi_{4.3}Mn_{0.5}Al_{0.2}$ слабо змінює поведінку і ємність електродів при оборотному поглинанні водню. У 15-ому циклі розрядна ємність електродів із порошків сплаву з Ni і Cu покриттям складає 240 мА*год/г, а для порошків з Co покриттям і вихідного сплаву – 250-255 мА*год/г.

Проведено роботи по створенню композитних воденьсорбуючих катодів, виготовлених з порошків ГРП сплаву $MmNi_{4.3}Mn_{0.5}Al_{0.2}$, з використанням в якості струмопровідних добавок вуглецевих композицій наносажі (НСЖ) і нанотрубок (НТР) (таблиця). Одержані результати свідчать, що склад електроду практично не впливає на кінетичні характеристики електродів у вихідному стані, але значно змінює їх сорбційну ємність по водню. Відсутність в електроді струмопровідної добавки значно зменшує його ємність, яка погіршується при подальшому циклуванні. Електроди з вуглецевим композитом мають більш низьку розрядну ємність на одиницю маси воденьсорбуючого сплаву, але більш високу ємність по водню на одиницю маси електроду. Збільшення вмісту сажі у вуглецевому композиті зменшує ємність електроду.

Таблиця. Порівняльні характеристики електродів, виготовлених зі сплаву $MmNi_{4.3}Mn_{0.5}Al_{0.2}$

№ п/п	Склад електроду	β , В	Струм обміну, мА/см ²	Ємність, мА*год/г
1	$MmNi_{4.3}Mn_{0.5}Al_{0.2}$ +75%Cu _{пор}	0.10	0.45	236 (1)-269(4)
2	$MmNi_{4.3}Mn_{0.5}Al_{0.2}$ +5% ПТФЕ	0.13	0.62	155(1)- 92 (4)
3	Спл.+1%НТР+1%сажа+3%ПТФЕ	0.11	1.12	219 (1) -240 (4)
4	Спл.+1%НТР+3%сажа+3%ПТФЕ	0.10	0.60	186(1)-232 (5)
6	Спл.+1%НТР+7%сажа+3%ПТФЕ	0.12	0.58	141(1) – 163 (4)

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РІЗНИХ ШЛЯХІВ КЕРУВАННЯ ПОВЕДІНКОЮ ВОДНЮ В МЕТАЛІ ЗВАРНИХ ШВІВ КОНСТРУКЦІЙНИХ СТАЛЕЙ

Походня І.К., Синюк В.С., Ігнатенко О.В., Пальцевич А.П.

Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України,
03680, м.Київ-150, МСП, вул. Боженка, 11, synyukv@gmail.com

При створенні мереж та резервуарів для транспортування та накопичення водню із високоміцних сталей необхідно враховувати шкідливий вплив розчиненого в металі водню на його механічні. Відомо, що в основі механізму водневого окрихчення лежить зміна властивостей дислокацій та їх скупчень під дією водню. Під час пластичної деформації металу відбувається зародження нових дислокацій, що призводить до перерозподілу водню між кристалічною ґраткою та дислокаціями. Для комп'ютерного моделювання масопереносу водню при наявності пластичної деформації металу була удосконалена фізико-математична модель дифузії водню шляхом урахування кінетики його взаємодії з пастками, що утворюються внаслідок пластичної деформації - дислокаціями. Модель реалізована у вигляді програмного модуля, що використовується пакетом програм, призначеним для розрахунків методом скінчених елементів. Експериментальне визначення впливу пластичної деформації на перерозподіл водню в металі виконували на дослідних швах з різним легуванням. Встановлено, що при однаковій величині пластичної деформації металу шва, кількість залишкового водню збільшується з ростом легування. Досліджували перерозподіл дифузійного водню в металі між кристалічною ґраткою та дефектами, що виникають під дією прикладених напружень, що не перевищують межу плинності. Для дослідження поведінки водню у металі використовували зразки, виготовлені з багат шарового металу шва та зони термічного впливу, що наводнювались електролітично, а також зразки металу шва, виготовлені одразу після зварювання. Встановлено, що прикладення пружних напружень величиною $\sigma = 0,8\sigma_{0.2}$ вже здатне призводити до його перерозподілу в металі між кристалічною ґраткою та пастками (дефектами структури металу). Такий перерозподіл зумовлений наявністю в структурі металу фаз, у котрих при напруженнях $\sigma = 0,8\sigma_{0.2}$ вже відбувається мікропластична деформація в наслідок якої утворюються нові дислокації. Розрахункове моделювання масопереносу водню у металі зварного з'єднання з урахуванням особливостей його перерозподілу між кристалічною ґраткою та дислокаціями показало: 1) вміст водню в металі шва при його охолодженні до температури 200°C залежить від погонної енергії зварювання та поперечного перерізу шва; 2) перерозподіл водню між кристалічною ґраткою та дислокаціями розпочинається при охолодженні до температури нижче 300°C; 3) кінетика охолодження металу нижче температури 200°C впливає на видалення дифузійного водню в металі та його перерозподіл між кристалічною ґраткою та дислокаціями. Виявлені залежності здатні слугувати основою для розробки шляхів керування поведінкою водню в металі зварних швів за рахунок оптимізації режиму зварювання, з метою зниження ризиків крихкого руйнування.

СИНТЕЗ І ДОСЛІДЖЕННЯ НОВИХ МАГНІЙ-ВМІСНИХ ІНТЕРМЕТАЛІЧНИХ СПОЛУК, КОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ ТА ЇХ ГІДРИДІВ

Завалій І.Ю., Штендер В.В., Денис Р.В., Вербовицький Ю.В.

Фізико-механічний інститут НАН України,
79601 Львів, вул. Наукова 5, zavaliy@ipm.lviv.ua

В цій роботі нами синтезовано ряд нових інтерметалічних сполук в системах РЗМ-Mg-Co(Ni) та досліджено їх воденьсорбційні властивості. Для приготування нових сплавів на основі магнію (системи РЗМ-Mg-Ni, РЗМ-Mg-Co) використовували високоенергетичний механохімічний помел порошків металів з наступним відпалом (спіканням) в атмосфері аргону. В системі Tb-Mg-Co підтверджено існування інтерметалідів Tb₄MgCo і Tb₄Mg₃Co₂ та синтезовано нові сполуки TbMgCo₄ і Tb_{3-x}Mg_xCo₉ (x=1...2). Остання з них є представником ряду сполук РЗМ_{3-x}Mg_xCo₉, які кристалізуються в структурному типі PuNi₃, і є ізоструктурними до вже відомих фаз La_{3-x}Mg_xNi₉ [1].

Нові сполуки РЗМ₂MgCo₉ були синтезовані нами для вибраних РЗМ (Y, Pr, Nd, Tb). Встановлено кристалографічні параметри синтезованих вихідних сполук (пр.гр. *R-3m*, *a*=4.98...5.04, *c*=24.04...24.26 Å). Їх наводнювання проводили в установці типу Сіверта при кімнатній температурі та тисках 20...25 бар Н₂. Показано, що при наводнюванні відбувається утворення гідридів, яке супроводжується розширенням кристалічної ґратки без зміни типу структури. Встановлено воденьсорбційні ємності (Н/ф.у.=12...13), параметри ґраток гідридів та відносне розширення ($\Delta V/V=19...21\%$), яким супроводжується наводнення. Для системи Tb₂MgCo₉-H₂ побудовано ізотерму сорбції-десорбції водню при кімнатній температурі, а для вибраних сполук РЗМ₂MgCo₉ та відповідних гідридів поміряні магнітні властивості [2].

Останнім часом такі сполуки викликають великий інтерес як ефективні металогідридні електродні матеріали. Нами для вибраних сполук РЗМ₂MgCo₉ проводяться дослідження електрохімічної сорбції-десорбції водню. А для ізоструктурних сполук системи La-Mg-Ni досліджено як однокомпонентні електроди на основі La₂MgNi₉H_x так і двохкомпонентні (композитні) електроди, що приготовані з гідридів La₂MgNi₉H_x-20 ваг.% LaNi₄CuH_{5,8} (Рис.1).

Продовжено дослідження нових сполук РЗММgCo₄ (РЗМ=Y, Nd, Tb). Показано, що при заміщенні кобальту на нікель існує неперервний ряд твердих розчинів, зокрема, нами синтезовано проміжні сполуки YMgCo₂Ni₂ та NdMgCo₂Ni₂. На рис.2 приведено побудовані ізотерми сорбції-десорбції для YMgNi₄, YMgCo₂Ni₂ та YMgCo₄, показано що при заміщенні Co→Ni мають місце суттєві зміни воденьсорбційної ємності, нахилу плато *PCT* діаграми та величини гістерезису [3].

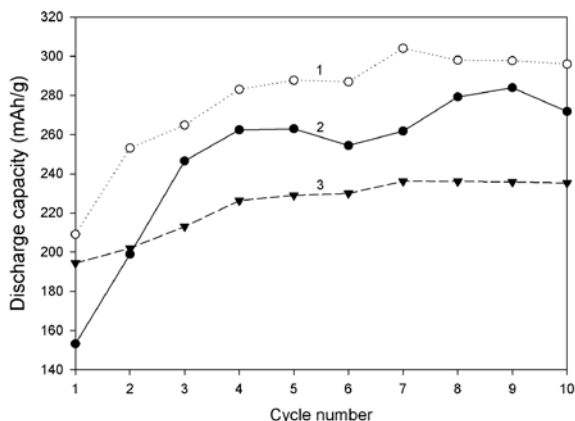


Рис.1. Зміна розрядної ємності електродів La₂MgNi₉H₁₃(МГ:Cu=1:4) - крива 1, La₂MgNi₉H₁₃(МГ:Cu=1:1) - крива 2, La₂MgNi₉H₁₃-20 ваг.% LaNi₄CuH_{5,8} - крива 3.

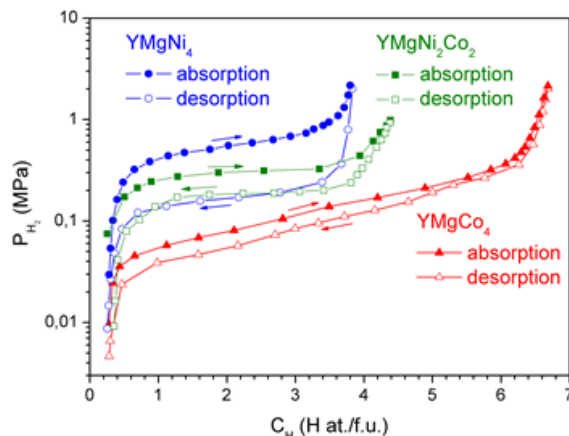


Рис.2. Ізотерми сорбції-десорбції водню в системі YMgT -H₂ при кімнатній температурі.

- [1] R.V. Denys, V.A. Yartys. *J. Alloys Compd.* 509 (Suppl.2) (2011) S540-S548.
- [2] V. Shtender, R. Denys, V. Paul-Boncour, I. Zavaliy, *Collected Abstr. of XII Intern. Conf. on Crystal Chemistry of IMC*, 22-26 September 2013. – Lviv, Ukraine, 2013. – P. 117.
- [3] V. Shtender, R. Denys, I. Zavaliy, V. Paul-Boncour, *Collected Abstr. of XII Intern. Conf. on Crystal Chemistry of IMC*, 22-26 September 2013. – Lviv, Ukraine, 2013. – P. 116.

ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНА СИСТЕМА ДЛЯ ВІДБОРУ ТА ОПРАЦЮВАННЯ СИГНАЛІВ МАГНЕТОПРУЖНОЇ АКУСТИЧНОЇ ЕМІСІЇ

Скальський В.Р., Почапський Є.П., Клим Б.П., Сімакович О.Г.

Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України;

79060, м. Львів-60, вул. Наукова, 5; skal@ipm.lviv.ua

Для виявлення місць локальної пошкодженості феромагнетних конструкційних матеріалів під впливом воднево-механічного чинника використовують явище магнетопружної акустичної емісії (МАЕ), яке виникає за перемагнечування феромагнетика і пов'язане з ефектом Баркгаузена. Пружні імпульси, що супроводжують процеси стрибкоподібної зміни намагненості, несуть інформацію про стан феромагнетного матеріалу, зокрема про зміни його доменної структури, особливо за дії водню. Тому актуальною задачею є створення відповідних засобів збудження, відбору та опрацювання сигналів МАЕ.

Вимірювальний канал розробленої інформаційно-вимірювальної системи (рис. 1) включає в себе п'єзоелектричний перетворювач, вихід якого з'єднаний з входом 1 попереднього підсилювача (ПП) 2, смуговий фільтр 3, основний підсилювач з програмно керованим коефіцієнтом підсилення 4. Блоки аналого-цифрового перетворювача (АЦП) 5, дискримінації та відстежування сигналу МАЕ 6, управління 7 становлять цифрову частину. Для збудження сигналу МАЕ використовують генератор сигналу перемагнечення 8, вихідний силовий блок генератора 9 з виходами 10, 11. Зв'язок з персональним комп'ютером здійснюється через інтерфейс 12, а зовнішня синхронізація системи – через вхід 13.

У блоці 2 сигнал МАЕ підсилюється, а потім фільтрується з використанням смугового активного фільтра Баттерворта другого порядку 3, налаштованого на діапазон робочих частот у смузі від $f_H = 10$ kHz до $f_B = 500$ kHz. Такий вибір обумовлений тим, що на низьких частотах до 10 kHz високий рівень фонових акустичних завад, а на високих частотах – сильне зникання пружних хвиль у досліджуваних об'єктах.

Далі відфільтрований сигнал надходить на вхід основного підсилювача 4, де остаточно підсилюється до необхідного амплітудного рівня і поступає на блоки: дискримінації та відстежування сигналу 6 і АЦП 5. Функціонування системи забезпечує блок управління 7. Основні режими та параметри роботи системи задаються програмно з персонального комп'ютера шляхом запису в блок 7 відповідної управляючої інформації. У залежності від вибору оператора система може функціонувати у двох режимах: асинхронному та синхронному. Асинхронний режим відповідає ситуації, коли проводяться експериментальні дослідження в області фізики та механіки руйнування конструкційних матеріалів методами АЕ, тоді моменти появи окремих імпульсів АЕ випадково розподілені у часі, внаслідок чого виникає задача виявлення сигналу на фоні завад.

Синхронний режим роботи системи застосовується у випадках, коли для експериментальних досліджень використовується метод МАЕ, яка виникає під час перемагнечення феромагнетиків. Перемагнечення здійснюється періодично в часі, а тому апіорі відомий інтервал часу, протягом якого можлива поява сигналу МАЕ.

Лабораторні випробування розробленої інформаційно-вимірювальної системи показали її високі технічні характеристики, що дозволяє застосовувати її після метрологічної атестації для технічного діагностування феромагнетних елементів конструкцій реально діючих об'єктів контролю в умовах неперервної їх експлуатації.

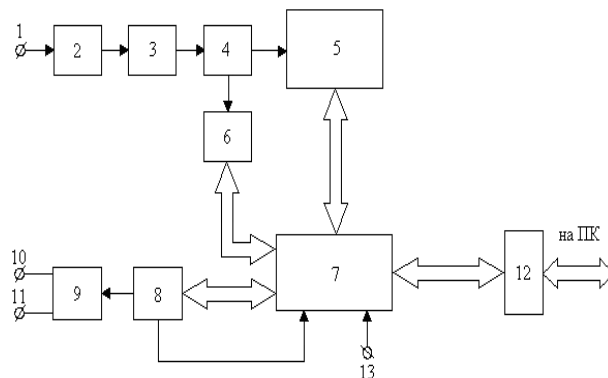


Рисунок 1. – Структурна схема системи: 1 – вхід; 2 – попередній підсилювач; 3 – смуговий фільтр; 4 – основний підсилювач з програмно керованим коефіцієнтом підсилення; 5 – блок АЦП, 6 – блок дискримінації та відстежування сигналу АЕ; 7 – блок управління; 8 – генератор сигналу перемагнечення; 9 – вихідний блок генератора; 10, 11 – виходи генератора перемагнечення; 12 – інтерфейс, 13 – вхід зовнішньої синхронізації

ВСТАНОВЛЕННЯ ВПЛИВУ ЛЕГУВАННЯ ВАНАДІЄМ НА ХАРАКТЕР ФАЗОВИХ РІВНОВАГ У СПЛАВАХ ЧАСТКОВОЇ СИСТЕМИ Ti-TiMn₂-ZrMn₂-Zr. ВИЗНАЧЕННЯ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ЕВТЕКТИКИ ТА ЇЇ ФАЗОВИХ СКЛАДОВИХ.

Іванченко В.Г., Дехтяренко В.А., Прядко Т.В.

Інститут металофізики ім. Г.В.Курдюмова НАН України,
м. Київ, 03680 МСП, бульв. Вернадського, 36, e-mail: ivanch@imp.kiev.ua.

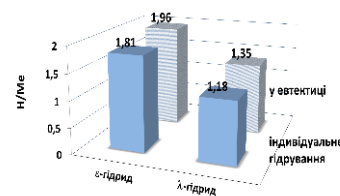
На попередніх етапах даного проекту нами було доведено, що при використанні в якості акумуляторів водню природних композитів - евтектичних сплавів з'являється можливість об'єднати переваги кожної з фаз. До того ж у таких сплавах завдяки механізму евтектичної кристалізації виникає система міжфазних границь з високою питомою поверхнею. Аналіз відомостей щодо взаємодії титану та сплавів на його основі з воднем та можливостей поліпшення її кінетичних та термодинамічних параметрів, привело до висновку, що у фазі Лавеса типу AB_2 різні сорбційні властивості, такі як рівноважний тиск, температура сорбції та десорбції, швидкість реакції, плато тиску, умови активації контролюються шляхом заміщення не лише компоненту B - у випадку системи Ti-Fe-Mn, а і компоненту A - у випадку системи Ti-Zr-Mn.

Встановивши характер фазових рівноваг у частковій системі Ti-TiMn₂-ZrMn₂-Zr, було визначено співвідношення компонентів сплаву 47.5Ti-30Zr-22.5Mn (ат.%), яке достовірно забезпечило наявність евтектики. Також було визначено хімічний склад евтектики та її фазових складових. Вивчення процесів взаємодії сплаву із воднем за методом Сіверта показало, що зразок у монолітному стані за кімнатної температури при парціальному тиску 0,5 МПа вступає у реакцію після тригодинної витримки в атмосфері водню. Кількість поглиненого водню становить 2.62 мас.% (62.60 ат.%). Продукти гідрування при кімнатній температурі складаються з ϵ -гідриду з тетрагональною кристалічною структурою типу ThH₂ ($a=0.455$ нм, $c=0.469$ нм), що утворюється при розчиненні водню в матриці на основі β -Ti, та гідриду на основі фази Лавеса зі структурою типу MgZn₂ ($a=0.5587\pm0.0005$ нм, $c=0.9135\pm0.0007$ нм). Хімічний склад продукту гідрування: $0.634(Ti_{0.64}Zr_{0.29}Mn_{0.066})H_{1.96} + 0.366(Ti_{0.18}Zr_{0.32}Mn_{0.5})H_{1.3}$.

При нагріванні зі швидкістю 0.125°C/с та парціальному тиску водню 0,5 МПа гідрування починається при температурі 540°C, дещо вищу за температуру $\alpha \rightarrow \beta$ перетворення. Момент початку поглинання обумовлений руйнуванням поверхневої оксидної плівки в результаті об'ємного ефекту фазового перетворення. Кількість поглиненого водню становить 2.58 мас. % (62.16 ат. %). Продукт гідрування складається з δ -гідриду з кубічною структурою типу CaF₂ ($a=0.4597$ нм) та гідриду на основі фази Лавеса ($a=0.5598\pm0.0006$ нм, $c=0.9192\pm0.0008$ нм). Хімічний склад продукту гідрування $0.55(Ti_{0.71}Zr_{0.285}Mn_{0.005})H_{1.95} + 0.45(Ti_{0.19}Zr_{0.32}Mn_{0.5})H_{1.35}$. Проведені дослідження показують, що сорбційна ємність кожної з фаз у складі евтектики перевищує їх ємність при індивідуальному гідруванні за тих же умов.

Також, нами встановлено, що у сплавах системи Ti-V в інтервалі концентрацій ванадію 0.25 – 5% існує можливість отримання гідридів з підвищеною сорбційною ємністю $H/Me = 2.18$ (4.28 мас.%) за рахунок зростання кількості дефектів кристалічної будови у результаті фазового перетворення $\delta \rightarrow \epsilon \rightarrow \delta$.

Враховуючи, що ванадій є β - стабілізатором для титанових сплавів, а з цирконієм утворює фазу Лавеса типу AB_2 , легування ним евтектичного сплаву 47.5Ti-30Zr-22.5Mn призводить до заміщення як компонентів A , так і компоненту B . Принцип легування полягав у частковій заміні кожного з компонентів сплаву ванадієм у кількості 2 та 5 ат. %. При заміні компонентів A (Ti та Zr) евтектичність сплавів зберігається. Як і у не легovanому ванадієм сплаві евтектика має скелетну структуру, у якій зароджуючою фазою, що веде евтектичну кристалізацію є інтерметалід. Керованою фазою є твердий розчин, який утворює матрицю колонії. Утворення основи евтектичної колонії та наступний її ріст залишаються типовими для евтектик поліедр-дендрит. При заміні марганцю (компоненту B) на ванадій відбувається відхилення складу сплаву від евтектичного, при цьому у структурі з'являються первинні кристали у вигляді дендритів β - твердого розчину. Збільшення об'ємної доли ОЦК - фази може призвести до збільшення сорбційної, але й до зменшення реверсивної ємності та до підвищення температури десорбції. Виконання даного етапу дозволило синтезувати нові евтектичні сплави для накопичування водню на основі системи Ti-Zr-Mn-V. Враховуючи результати досліджень процесів гідрування евтектики у системі Ti-Zr-Mn та надвисокої водневої ємності твердого розчину $\beta(Ti,V)$, очікується суттєве збільшення сорбційної ємності сплавів у чотирикомпонентній системі Ti-Zr-Mn-V.



ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НЕРОЗЧИННИХ КОМПОНЕНТ НА НАКОПИЧЕННЯ ТА ВИДІЛЕННЯ ВОДНЮ ІЗ МАГНІЄВИХ КОМПОЗИТІВ

Неклюдов І.М., Морозов О.М., Журба В.І., Проголаєва В.О.,
Купрін О.С., Овчаренко В.Д., Ломіно М.С.

Національний Науковий Центр “Харківський фізико-технічний інститут” НАН України
Академічна вул. 1, 61108, м. Харків, morozov@kipt.kharkov.ua

Сплави на основі магнію є перспективними з точки зору сучасних вимог до систем металогібридного зберігання водню. Однак їх використання супроводжується труднощами, однією з яких є висока температура десорбції водню зі сплавів, яка перебуває в межах 500–600 К. Нашу увагу привернули хімічні елементи, що мають низьку розчинність або взагалі не взаємодіють із компонентами створюваних магнієвих сполук. Такі сполуки слід віднести до принципово нового класу матеріалів.

Метою третього етапу роботи за проектом є відпрацювання технології та виготовлення композитів системи Mg–Fe та вивчення закономірностей накопичення та термоактивованого виділення водню із отриманих зразків у залежності від концентрації компонент. Згідно з діаграмою стану системи Mg–Fe існування сполук між цими компонентами не виявлено.

Для одержання композитів системи Mg–Fe із різним змістом компонент використовувався метод плазмового розпилення-напилювання, що дозволив поотомно напилювати компоненти та створювати композити із високою концентрацією нерозчинних елементів. У якості катодів використовувалися Mg та Fe або Mg та сталь X18H10T. Вивчення температурних діапазонів десорбції дейтерію здійснювалося методом термодесорбційної спектроскопії. З метою зменшення впливу фонового водню, наявного у зразках та у камері мішеней, в експериментах використовувався ізотоп водню - дейтерій. Дозоване введення дейтерію здійснювалося імплантацією іонів D^+ енергією 14 кеВ. Зразки кріпилися на фольги-нагрівачі із неіржавіючої сталі X18H10T розміром 845×0.3 мм³. Вимір температури здійснювався хромель-алюмелевою термопарою, прикріпленою до нагрівача.

Виявлено, що введення домішки заліза до магнію приводить до зниження температури десорбції дейтерію (310–330 К) у порівнянні із виділенням зі зразків магнію (рис.1). Східчастий вид кривої залежності температури максимуму термоактивованого виділення дейтерію із магній – залізних композитів зі зміною змісту магнію в цих сполуках свідчить про наявність двох різних структурних станів системи Mg–Fe залежно від співвідношення компонент.

Причиною зниження температури десорбції дейтерію можуть бути, ниткоподібні включення із атомів нерозчинного компонента (у нашій випадку заліза), що утворюються в процесі виготовлення та відпаду зразків. Такі включення забезпечують дифузію дейтерію зі зразка при більш низькій температурі (дифузійні канали для дейтерії через поверхневий бар'єр).

Отримані дані по десорбції дейтерію на прикладі композитів систем Mg–V, Mg–Ti (перший та другий етапи проекту) та Mg–Fe свідчать про перспективність пошуку матеріалів накопичувачів водню, у складі яких є хімічні елементи із низькою розчинністю у компонентах композиту.

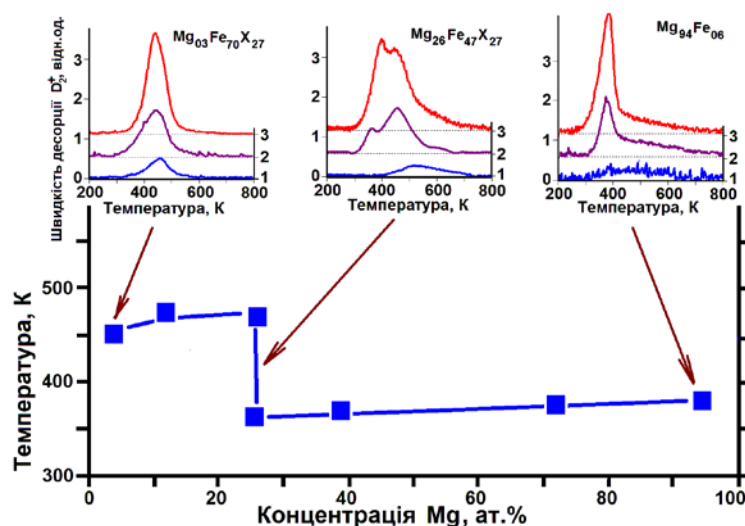


Рис.1. Залежність температури максимуму (■) термоактивованого виділення дейтерію від складу магнієвого композита та спектри термодесорбції дейтерію для доз:
(1) $\sim 1 \times 10^{17} D/cm^2$; (2) $\sim 3 \times 10^{17} D/cm^2$; (3) $\sim 7 \times 10^{17} D/cm^2$

РОЗРОБКА ТА ВДОСКОНАЛЕННЯ СИНТЕЗУ ВУГЛЕЦЕВИХ НАНОТРУБОК МЕТОДОМ КАТАЛІТИЧНОЇ КОНВЕРСІЇ ПРИРОДНОГО ГАЗУ.

Вавриш А.С., Святенко О.М., Котов В.Г., Ховавко О.І., Небесний А. А.,Ткач В.М.⁽¹⁾

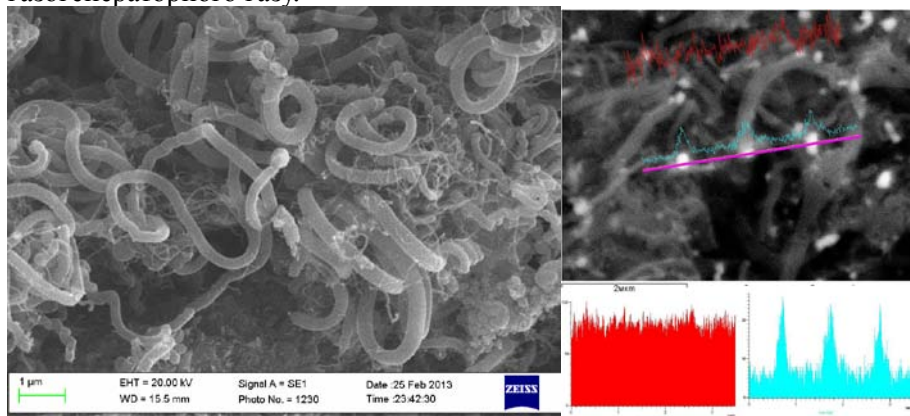
Інститут газу НАН України,

03113, Київ, вул. Дегтярівська 39. Е-mail: antonina.v@gmail.com

⁽¹⁾Інститут надтвердих матеріалів НАН України,

04074, Київ, вул. Автозаводська 2. Е-mail: tkach@ism.kiev.ua

Для отримання вуглецевих нанотрубок розроблено та виготовлено лабораторну установку, основними вузлами якої є реактор каталітичної конверсії та піч синтезу ВНТ. В якості основної технології використаний процес перетворення продуктів конверсії природного газу і повітря з точно відомим змістом водню, вуглецю і кисню. Процес здійснювався в реакторах каталітичної конверсії з використанням каталізаторів на основі нікелю. В результаті був отриманий конвертований газ, що містить СО до 18 % і 35 % H_2 , 3-5% окислювачів, 0,5-1,5 % CH_4 , решта N_2 . Газ сушили на силікагелі, а потім подавали в горизонтальну піч, де він потрапляв на порошок залізної руди на фарфоровій підложці. Порошок нагрівали, здійснюючи твердофазне відновлення оксидів заліза, а потім, не перериваючи процес, проводили реакцію розкладу двоокису вуглецю на свіжо-відновленому залізі в якості каталізатора. Якщо температуру процесу збільшувати, то через різке зростання рівноважної концентрації окису вуглецю в газовій фазі утворюється сажа і знижується ефективності виходу вуглецевого наноматеріалу. Спроба збільшити швидкість потоку газу призводить до утворення газового потоку, і великий відсоток матеріалу виноситься з печі. Крім того, шар каталізатора утворював агломерати, які створювали труднощі при вивантажуванні з печі реактора. Щоб вирішити цю проблему, було запропоновано отримувати вуглецевий матеріал на поверхні металевих пластин. Відстань між пластинами в стеку становила близько 10 мм. Цей метод зменшив практично до нуля газодинамічний опір в печі. Крім того, вивчали вплив природи каталізатора на вихід вуглецевого матеріалу. Паралельно проводилися експерименти отримання ВНТ в продуктах конверсії природного газу та в потоці газогенераторного газу.



Мал.1 Мікроскопія ВНТ

Експерименти показали, що використання конвертованого газу має перевагу перед використанням газогенераторного за рахунок активуючої ролі водню в утворенні та зростанні вуглецевих трубок. Максимальний вихід ВНТ був досягнутий на ново-відновленому залізорудному концентраті руди Інгuleцького гірничо-збагачувального комбінату (Кривий Ріг, Україна), який був використаний в якості каталізатора формування ВНТ. Отриманий матово-чорний матеріал має шарувату структуру: складається з карбонизованої підложки та об'ємного шару, що утворює ажурні коржі на поверхні підложки. Мікроаналіз на електронному скануючому мікроскопі Zeiss показує високий вміст трубок різної товщини (від 20 до 200 нм). Елементний аналіз показує вміст домішок заліза і його оксидів до 4 відсотків за масою.

СИНТЕЗ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПРОТОНПРОВІДНИХ ОРГАНО-НЕОРГАНІЧНИХ СИСТЕМ ДЛЯ СТВОРЕННЯ МЕМБРАН З АЛЬТЕРНАТИВНИМ МЕХАНІЗМОМ ПРОВІДНОСТІ

Шевченко В.В., Клименко Н.С., Стрюцький О.В., Клепко В.В.

Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України
02160, Київ, Харківське шосе, 48; valshevchenko@yandex.ru

Паливні елементи з полімерною протонопровідною мембраною (ППМ) являють собою альтернативне, екологічно безпечне, високоефективне джерело електроенергії для пристроїв різноманітного призначення [1-4]. Підвищення функціональних характеристик даних пристроїв пов'язано зі зміщенням діапазона робочих температур, який складає 60-90°C, в область температур 100-200°C, а також виключенням необхідності зволоження електроліту [4]. Для вирішення цієї проблеми застосовують різні підходи до отримання ППМ, серед яких провідне місце займають органо-неорганічні гібридні ППМ, синтезовані золь-гель методом, при використанні альтернативних (не водних) протонпровідних середовищ [4]. Наявність сформованого в процесі золь-гель синтезу неорганічного силосанового каркасу в складі таких мембран забезпечує їх високу термічну стабільність та механічну міцність [2-4]. Як протонпровідне середовище застосовують ряд низькомолекулярних сполук, таких як ортофосфорна кислота, азотисті гетероциклічні сполуки, протоновмісні йонні рідини, які, однак, схильні до дифузії з об'єму мембран, що призводить до погіршення функціональних характеристик ППМ [4]. В даній роботі як протонопровідне середовище використано олігоетиленоксидні фрагменти з цвіттерйонними групами в своєму складі. Слід відзначити, що поєднання високої полярності цвіттерйонних груп [1-3] з гнучкістю олігоетиленоксидних фрагментів та їх здатністю до сольватації і транспорту різних катіонів [4], може створити передумови для реалізації високоефективного процесу протонного переносу.

В даній роботі розроблено методи синтезу здатних до золь-гель перетворень α,ω -діалкоксисилільних похідних олігоетиленоксидів з цвіттерйонними або сульфокислотними групами в своєму складі та їх комбінації і на їх основі ППМ різного хімічного складу.

Синтез α,ω -діалкоксисилілолігоетиленоксидів з цвіттерйонними групами в своєму складі здійснювали реакцією аліфатичних і ароматичних епоксидних олігомерів з моноетаноламіном, наступним блокуванням кінцевих аміногруп отриманого олігомеру 3-гліцидоксипропілтриметоксисиланом та його обробкою 1,3-пропансульфоном. Діалкоксисилільні олігомери, що містять тільки сульфокислотні групи, отримували по аналогічній методиці реакцією 2-аміноетансульфокислоти з аліфатичними і ароматичними епоксидними олігомерами та наступною обробкою кінцевих епоксидних груп синтезованих сполук 3-амінопропілтриетоксисиланом. При цьому варіювали молекулярну масу (200, 600, 1000) використовуваної олігоетиленоксидної складової. Цвіттерйонні групи вводили до складу даних олігомерів їх обробкою 1,3-пропансульфоном. Синтез ППМ здійснювали гідролітичною конденсацією вищевказаних олігомерів в різних комбінаціях та масових співвідношеннях з використанням кислотного каталізатору (HCl). Хімічну будову та структуру отриманих плівкових матеріалів досліджено методами ІЧ-спектроскопії та рентгенографічного аналізу відповідно. Синтезовані мембрани термічно стабільні до 240-280°C. Температура склування ППМ коливається в межах 40-60°C. Статична обмінна ємність мембран рівна 0,27-0,96 мекв/г. Методом діелектричної релаксаційної спектроскопії досліджено протонну провідність синтезованих плівкових матеріалів в безводних умовах яка складає 10^{-6} - 10^{-4} См/см (100°C) причому максимум провідності залежить від типу комбінації в ППМ цвіттерйонних і сульфокислотних груп.

Список використаної літератури

1. Gan L.M., Chow P.Y., Liu Z. et al. // Chem. Commun. – 2005. – N35. – P. 4459–4461.
2. Tripathi B.P., Shahi V.K. // Appl. Mater. Inter. – 2009. – V.1, N5. – P. 1002-1012.
3. Cheng X., Zhang X., Liu J. et al. // Eur. Polymer J. – 2008. – V.44, N3. – P. 918-931.
4. Shevchenko V.V., Stryutskii A.V., Klimenko N.S. // Theor. Exp. Chem. - 2011. - V.47, N2. - P. 67-92.

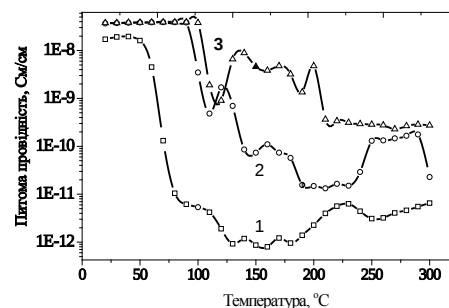
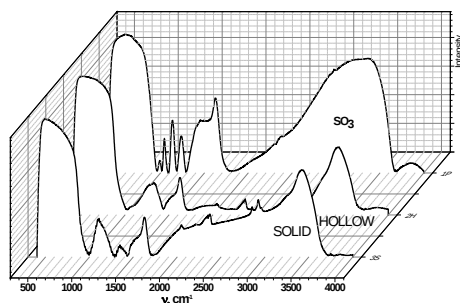
РОЗРОБКА СПОСОБІВ ГЕТЕРОФАЗНОГО ЛЕГУВАННЯ ПРОТОНПРОВІДНИХ ПОЛІМЕРНИХ МЕМБРАН NAFION 117 ПРОТОНГЕНЕРУЮЧИМИ ТІО₂ СТРУКТУРАМИ

Г.М.Тельбіз, Е.В. Леоненко, В.Бортишевський⁽¹⁾, П.А.Манорик

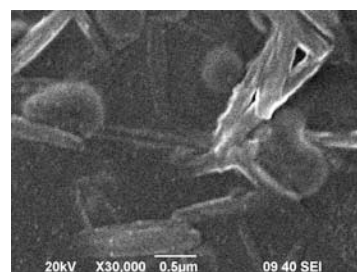
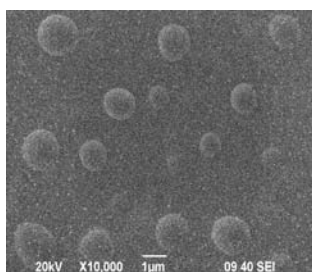
Інститут фізичної хімії ім. Л.В.Писаржевського НАН України, gtelbiz@yahoo.com

⁽¹⁾Інститут біонеорганічної хімії та вуглехімії НАН України, bort2001@ukr.net

В останні роки спостерігається стійка тенденція до переходу від класичних паливних елементів(ПЕ) з рідким електролітом до ПЕ на основі полімерної протіонообмінної мембрани Nafion. Матеріали на її основі є високотехнологічними, і на таких мембранах вдається отримувати високі характеристики при температурах < 90 °С. Однак, в паливних елементах такі мембрани повинні працювати в умовах постійного зволоження, близького до насичення в анодній і в катодних ділянках, що вимагає введення затратних додаткових пристроїв. Для підвищення провідності в гідрофільні регіони мембран привабливим є введення протонгенеруючих добавок, якими виступають, кислоти, нанорозмірні оксиди або тверді електроліти. Протон генеруючі добавки можна вводити і в полімерну непровідну матрицю. У цьому випадку гідрофільний регіон утворюється за рахунок мезоскопічної координації молекул води навколо введеної добавки з подальшим фазовим розшаруванням. Мембрана збільшує механічну міцність, забезпечує роботу при підвищеному тиску реагентів. Вищенаведене і визначає актуальність завдання проекту.



Нами синтезовані і охарактеризовані методами РФА, СЕМ, ТЕМ, гравіметрії та ІЧ спектроскопії титаноксидні сфери змінної морфології і складу (тверді, порожні та з включенням сульфат-іону. Як видно з рисунку, для зразка, що має в своєму складі сульфоруппу характерне неперервне поглинання в ІЧ спектрі (3700-2200 см⁻¹), яке може бути наслідком утворення на поверхні оксонієвих іонів Цунделя та Сйгена що забезпечують лабільність протонів в рамках механізму Гротгуса. Тестування протонпровідної здатності зразків підтвердило їх протонгенеруючі здатності. Як видно з рисунка сульфатований зразок зберігає структуру пероколяційного кластеру і протонну провідність навіть при 300°C.



Розроблені способи легування полімерних мембран Nafion протонгенеруючими добавками на основі титаноксидних сфер які забезпечують їх мезоскопічне впорядкування в робочому тілі мембрани.

СТВОРЕННЯ НОВИХ АЗОТВІСНИХ ВУГЛЕЦЕВИХ І ВУГЛЕЦЬКРЕМНЕЗЕМНИХ ПОРИСТИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ І НАКОПИЧЕННЯ ВОДНЮ

Яремов П.С., Щербань Н.Д., Філоненко С.М., Ільїн В.Г.

Інститут фізичної хімії ім. Л.В.Писаржевського НАН України,
просп. Науки 31, Київ-28, 03028, Україна, e-mail: nataliyalisenko@ukr.net

Одним з перспективних підходів до підвищення ефективності сорбентів для накопичення водню, зокрема зниження тиску зберігання, є модифікування їх поверхні з метою підвищення адсорбційної специфічності, а саме енергії і питомої адсорбції водню. Таким, зокрема, видається формування на поверхні вуглецевих і кремнеземних сорбентів з розвиненою пористістю додаткових центрів поляризації, зокрема елементвісних (азотовісних тощо), а також графітоподібного вуглецевого покриття (шару) на основі поліароматичних сполук. Для дослідження було обрано відповідні пористі азотвісні вуглецеві матеріали (ВМ), одержані об'ємною і матричною карбонізацією органічних прекурсорів (сахароза, ацетонітрил та інш.) в цеолітих (Цт, NaY, BEA) і мезопористих молекулярних ситах (ММС – SBA-15, KIT-6 та інш.) як екзотемплатах, а також вуглецькремнеземні матеріали (ВКМ) з графітоподібним покриттям. Варіювання умов карбонізації, природи органічних прекурсорів, пористості та природи поверхні матриць розширює можливості цілеспрямованого регулювання адсорбційних властивостей ВМ і ВКМ по відношенню до водню.

Аналіз адсорбційних властивостей синтезованих ВМ за воднем проводився з урахуванням характеристик їх пористої структури, одержаних із ізотерм адсорбції азоту в однакових для азоту і водню умовах адсорбції (77,4 К, $p \leq 760$ тор). Для вихідних і N-вісних продуктів об'ємної карбонізації сахарози загальна адсорбційна здатність щодо водню близька і складає 1,1 – 1,3 % ваг., питома адсорбція водню в об'ємі мікропор має досить високі значення і суттєво вище для N-вісних зразків (65 мг/см³ проти 53 мг/см³ для вихідного ВМ, для промислового вугілля СКТ – 42 мг/см³), при цьому потенціал адсорбції водню також зростає ($|\Delta\mu_o|$ – від 5,0 до 5,6 кДж/моль).

Для синтезованих матричною карбонізацією ВМ адсорбційна здатність до водню змінюється від 0,7 до 1,8 % ваг. (1,8 % ваг. – для ВМ на основі матриці KIT-6) і знаходиться у відповідності з об'ємом і питомою поверхнею мікро- і мезопор ВМ (V_{mi} – до 0,4 см³/г, S_{mi} – до 1000 м²/г, V_{me} – до 2,0 см³/г, S_{me} – до 1200 м²/г). Питома адсорбція водню в об'ємі мікропор помітно більше для вихідних і N-вісних зразків, зокрема для ВМ, одержаних з використанням Цт NaY – 31 проти 22 мг/см³, ММС типу SBA-1 – 39 проти 35 мг/см³, при цьому потенціал адсорбції водню для цих зразків зростає ($|\Delta\mu_o|$ – від 3,1 до 3,9 кДж/моль і від 4,3 до 4,8 кДж/моль, відповідно). Питома адсорбція водню на поверхні (ρ) мезопористих ВМ також більша для N-вісних зразків, зокрема для ВМ, одержаних з використанням ММС типу KIT-6 – 12 проти 7 мкг/м².

Порівняльний аналіз адсорбційних властивостей за азотом і воднем продуктів об'ємної і матричної карбонізації сахарози виявляє підвищену адсорбційну специфічність до водню поверхні N-вісних ВМ, що зумовлено формуванням відповідних поверхневих центрів.

Для вихідних ММС і ВКМ питома адсорбція водню на поверхні мезопор і потенціал адсорбції водню суттєво зростають з нарощуванням вуглецевого шару (частка в об'ємі мезопор 0,1 – 0,4), відповідно для ММС типу MCM-48, ВКМ C-MCM-48-0,4: ρ – від 2,5 до 7,4 мкг/м²; $|\Delta\mu_o|$ – від 2,6 до 3,9 кДж/моль. Встановлено, що для зразків ВКМ, одержаних матричною карбонізацією прекурсора 2,3-дигідроксинафталіну, загальний рівень питомої адсорбції і потенціалу адсорбції водню суттєво вищий, відповідно для ВКМ на основі SBA-15 і KIT-6: ρ – 24,7 проти 4,6 мкг/м², $|\Delta\mu_o|$ – 5,1 проти 2,8 кДж/моль і ρ – 10,4 проти 6,0 мкг/м²; $|\Delta\mu_o|$ – 4,6 проти 2,8 кДж/моль. Підвищена адсорбційна специфічність до водню поверхні ВКМ, одержаних матричною карбонізацією 2,3-дигідроксинафталіну зумовлена утворенням в процесі карбонізації поліароматичних сполук тонкого графітоподібного вуглецевого шару товщиною в 3 – 6 графенових площин з підвищеною енергією адсорбції водню.

Отже, досліджені способи синтезу вуглецевих і вуглецькремнеземних матеріалів на основі ММС типу SBA-15 і KIT-6 з прекурсорами різної природи дозволяють одержати специфічні до водню адсорбенти з підвищеною адсорбційною здатністю щодо водню і наблизитися, за умов формування розвиненої пористої структури (насамперед, мікро- і супермікропор), до одержання практично та економічно прийнятних поглиначів і акумуляторів водню.

СИНТЕЗ ПЛІВОК ОКСИДУ ЦИРКОНІЮ, СТАБІЛІЗОВАНОГО КОМПЛЕКСНИМИ СКАНДІЄВМІСНИМИ ДОБАВКАМИ

В'юнов О.І., Коваленко Л.Л., Солопан С.О., Янчевський О.З., Білоус А.Г.

Інститут загальної та неорганічної хімії ім. В.І. Вернадського НАН України

03680, Київ-142, пр. Паладіна 32/34, belous@ionc.kiev.ua

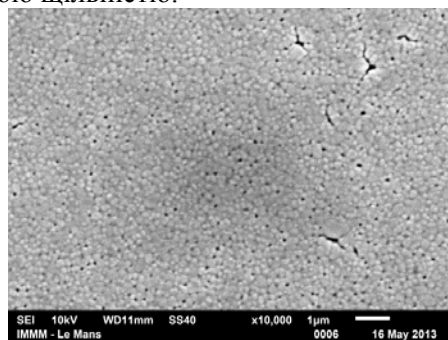
Практичне використання оксиду цирконію, легованого оксидом скандію, який забезпечує найвищу провідність по аніонам O^{2-} серед твердих електролітів на основі ZrO_2 , стримується температурною та часовою нестабільністю кубічної модифікації. Для стабілізації кубічної модифікації оксиду цирконію перспективним є використання комплексних скандієвмісних добавок. Крім того, в паливних комірках часто як твердий електроліт використовують плівки на основі стабілізованого оксиду цирконію.

Тому метою досліджень був синтез золь-гель методом плівок оксиду цирконію, стабілізованого комплексними скандієвмісними добавками і дослідження їх властивостей.

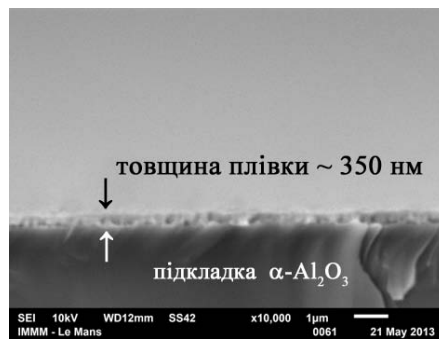
В роботі досліджувались плівки складів $(ZrO_2)_{0.90}(Sc_2O_3)_{0.07}(Fe_2O_3)_{0.03}$, $(ZrO_2)_{0.80}(Sc_2O_3)_{0.07}(CeO_2)_{0.06}$. Для порівняння проводилося також дослідження плівок оксиду цирконію, стабілізованого комплексними ітрійвмісними добавками: $(ZrO_2)_{0.90}(Y_2O_3)_{0.07}(Fe_2O_3)_{0.03}$, $(ZrO_2)_{0.80}(Y_2O_3)_{0.07}(CeO_2)_{0.06}$.

Для одержання плівкоутворюючих гелів були використані розчини кристалогідратів $ZrOCl_2 \cdot 8H_2O$, $Y(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$, $Ce(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$, $Sc(NO_3)_3 \cdot 4H_2O$ у етанолі, які наносили на підкладки полірованого керамічного оксиду алюмінію. Було визначено умови одержання тонких, щільних та однорідних плівок (рис. 1): концентрацію катіонів в розчині етанолу, час витримки плівкоутворювального гелю, температуру термообробки.

Рентгеноструктурний аналіз показав, що всі плівки є однофазні з кубічною структурою кристалічної комірки (просторова група $Fm\bar{3}m$). Збільшення товщини плівки супроводжується лінійним збільшенням інтенсивності піків. Дослідження електронної мікроскопії показали, що плівки мають товщину 270 - 350 нм з середнім розміром зерен 100 - 250 нм і характеризуються високою щільністю.



а



б

Рис. 1 Мікрофотографії поверхні (а) та поперечного перерізу (б) плівки $(ZrO_2)_{0.90}(Sc_2O_3)_{0.07}(Fe_2O_3)_{0.03}$ на підкладках полірованого керамічного оксиду алюмінію

На основі імпедансометричних досліджень скандієвмісних плівкових і керамічних зразків одного складу в широкому діапазоні температур визначено, що провідність плівок при 650°C знаходиться в діапазоні $1.9 \cdot 10^{-3} - 8.8 \cdot 10^{-4}$ См/см, а енергії активації провідності становлять 1.16-1.18 еВ. Провідність плівок є дещо нижчою порівнюючи з провідністю керамічних зразків ($3.4 \cdot 10^{-3} - 8.2 \cdot 10^{-3}$ См/см), а величина енергії активації провідності керамічних та плівкових зразків практично однакова.

Дослідження електронної провідності синтезованих твердих розчинів в інтервалі температур (500-750°C) показали, що отримані плівки і кераміка мають низький рівень електронної провідності в широкому інтервалі активностей кисню ($10^{-25} < a_{O_2} < 1$).

Синтезовані золь-гель методом плівки на основі оксиду цирконію, стабілізованого комплексними скандієвмісними добавками характеризуються в області середніх температур 500-750°C) високою йонною провідністю, низьким рівнем електронної провідності, і можуть бути використані як тверді електроліти для низькотемпературних паливних комірок.

ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ ВОДНЕВОТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ (ВТО) ПОРОШКІВ НІТРИДУ КРЕМНІЮ НА ЯКІСНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВИРОБІВ З НИХ.

Скороход В. В., Морозов І. А., Морозова Р. А., Кондрашов О. В.

Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України
(ІПМ НАН України); 03680, м. Київ–142, вул. Кржижановського,3; e-mail:morozov@i.ua

Об'єкт дослідження – порошки нітриду кремнію вихідні та після водневотермічної обробки (ВТО).

Метою роботи є вивчення впливу ВТО порошків нітриду кремнію на якісні характеристики виробів з них.

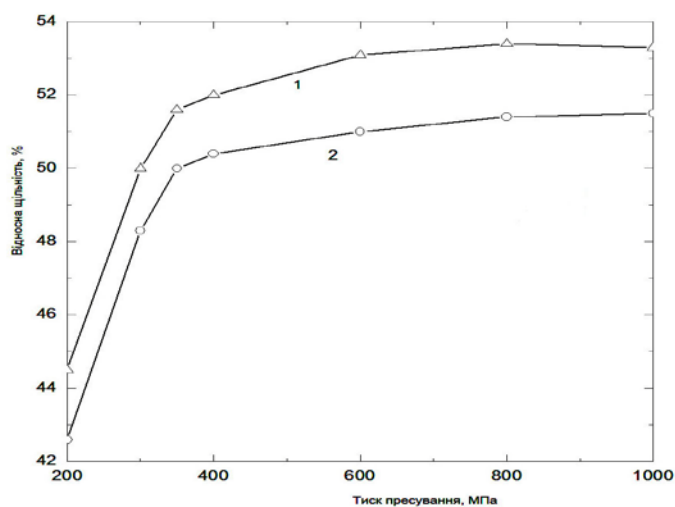
Методи дослідження: теоретичні термодинамічні розрахунки, рентгено-фазовий і рентгено-структурний аналізи, інфрачервона спектроскопія, просвічуюча електронна мікроскопія в поєднанні з мікродифракцією і растрова електронна мікроскопія в поєднанні з рентгеноспектральним мікроаналізом.

Досліджено вплив ВТО на хімічний склад, структуру, кінетику ущільнення, механічні властивості порошків нітриду кремнію та виробів з них.

Показано, що в порошках нітриду кремнію після ВТО зменшується вміст домішкових елементів (кисень, карбон, сірка), зменшується дефектність та мікродеформація частинок.

Визначено, що ВТО активує процес ущільнення порошків нітриду кремнію і дає можливість отримати зразки з більш високими значеннями щільності.

На рисунку показано криві ущільнення вихідних і оброблених порошків нітриду кремнію.



1- вихідний порошок Si_3N_4

2- порошок Si_3N_4 після ВТО

Рисунок - Відносна щільність пресовок нітриду кремнію

Досліджено особливості структурного стану зерен гарячепресованих зразків з обробленого порошку нітриду кремнію.

Отримані наукові та практичні результати свідчать про перспективність використання методу водневотермічної обробки вихідних порошків для підвищення фізико-механічних властивостей виробів з цих порошків.

ДОСЛІДЖЕННЯ ШВИДКОСТІ ПРЯМОГО І ДЕСТРУКТИВНОГО ГІДРУВАННЯ ІНТЕРМЕТАЛІДІВ СИСТЕМ Ti-Cu, Ti-Ni І Ti-Co

Братаніч Т.І., Кучерявий О.В., Скороход В.В., Бредун Я.О.

Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М.Францевича НАН України,
Кржижанівського, 3, Київ, 03142, Україна, e-mail: tibrat@ipms.kiev.ua

Літературні дані щодо процесу деструктивного гідрування (ДГ) інтерметалічних сполук (ІМС) сконцентровані в основному навколо аналізу продуктів реакції і не містять відомостей про її швидкість. У той же час швидкість деструктивного гідрування інтерметалідів у значній мірі визначає ефективність гідридних апаратів накопичення водню, які працюють у режимі деструктивного гідрування - рекомбінація.

Швидкість деструктивного гідрування інтерметалідів залежить від швидкості процесів, які відбуваються на поверхні та в об'ємі інтерметаліду: дисоціації водню, транспорту водню в зону реакції, дифузії гідридотвірного металу в матриці композиту, тощо. У свою чергу кінетика цих процесів залежить від термобаричних умов, площі каталітичної (щодо дисоціації водню) та реакційної поверхні, тощо. На особливу увагу заслуговує вивчення швидкості першого деструктивного гідрування інтерметалідів. Це обумовлено необхідністю формування на поверхні інтерметаліду каталітичних центрів дисоціації водню, без яких гідрування ІМС неможливе. Тому перше деструктивне гідрування є найповільнішим у порівнянні з наступними і задача його інтенсифікації є актуальною.

Метою роботи було дослідження швидкості першого деструктивного гідрування інтерметалідів систем Ti – Cu, Ti – Ni, Ti – Co. Для досягнення поставленої мети слід розробити модель кінетики деструктивного гідрування інтерметалідів, оцінити енергію активації лімітуючого процесу та дослідити вплив зовнішніх чинників (температури, тиску водню, площі реакційної поверхні) на сумарну швидкість деструктивного гідрування.

Об'єкти дослідження - зразки інтерметалідів Ti_2Cu , $TiCu$, Ti_3Cu_4 , Ti_2Cu_3 , Ti_2Ni , $TiNi$, Ti_2Co у вигляді пластин діаметром 13 мм і товщиною 1,5 мм з двосторонніми шліфами на плоско-паралельних поверхнях; порошків з розміром частинок менше 300 мкм, а також пресованих таблеток з порошків та злитків діаметром 10 мм.

Методика експериментального дослідження швидкості деструктивного гідрування інтерметалідів полягала в ізотермічному наводнюванні інтерметалідів з реєстрацією зміни воднеємності у часі в залежності від температури, тиску водню та площі реакційної поверхні зразків.

Запропоновано модель кінетики деструктивного гідрування інтерметалідів на основі титану. Показано, що сумарна швидкість реакції деструктивного гідрування інтерметалідів на основі титану визначається переважним впливом дифузії водню в інтерметаліді. Про це свідчить величина енергії активації деструктивного гідрування інтерметалідів, яку, наприклад, для Ti_2Cu у діапазонах температур 473-773 К та воднеємностей 160-360 мл Н/г Ti оцінено на рівні 10,7 кДж/моль. Підвищення температури пришвидшує процес деструктивного гідрування внаслідок зростання коефіцієнта дифузії водню в інтерметаліді. Сумарна швидкість реакції зростає при збільшенні тиску водню, вмісту нікелю в інтерметалідах системи Ti-Ni та при підвищенні концентрації титану в інтерметалідах системи Ti – Cu. Руйнування інтерметалідів у ході деструктивного гідрування прискорює процес. Пресування порошків та злитків інтерметалідів інтенсифікує процес деструктивного гідрування за рахунок формування під час пресування ювенільних каталітично активних інтерметалічних поверхонь.

ХАРАКТЕРИЗАЦІЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ЗРАЗКІВ АНОДУ. ВІДПРАЦЮВАННЯ EB-PVD ЕЛЕКТРОЛІТУ ТА КАТОДУ.

**Васильєв О.Д., Бродніковський Є.М., Бричевський М.М., Лисуненко Н.О.,
Підгурська В.Я.⁽¹⁾, Василів Б.Д.⁽¹⁾, Остап О.П.⁽¹⁾, Ушкалов Л.М.,
Бродніковський Д.М., Самелюк А.В., Головкова М.Є.**

Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М.Францевича НАН України,
вул. Кржижанівського, 3, м. Київ, 03142, vasilev@ipms.kiev.ua

⁽¹⁾Фізико-механічний інститут ім. Г.В.Карпенка НАН України,
вул. Наукова, 5, м. Львів, 79060, ostash@ipm.lviv.ua

Керамічні паливні комірки (КПК) є однією з найперспективніших технологій альтернативної енергетики. Для плоского дизайну КПК, композиційний анод NiO-ScSZ є несієм всієї комірки. На нього наносяться тонкі шари електроліту (3-10 мкм) і функціональні шари електродів. Плоский дизайн КПК є найбільш перспективним через можливість зниження омичних втрат в електроліті через зменшення його товщини. У процесі напилення електролітної плівки необхідно забезпечити утворення щільної тонкої плівки на поруватій підкладці-аноду. Тому вивчення особливостей структуроутворення електролітної плівки на аноді є дуже важливим для розуміння процесів, які відбуваються, та підвищення ефективності роботи усієї КПК. У світі пробують також покращити розподіл компонентів у структурі композитного аноду Ni-ZrO₂ з використанням методу просочування.

В даній роботі досліджувався вплив мікроструктури поверхні підкладинки на формування щільного шару електроліту при його нанесенні електронно-променевим способом. Структура зламів напиленого електроліту вивчалась на скануючому електронному мікроскопі, щільність плівок перевіряли тестом на проникність етилового спирту. Встановлено, що наявність на поверхні підкладинки крупних зерен, грані яких мають значний нахил відносно загальної поверхні, і великих пор веде до формування рівнонаправлених слабков'язкозв'язаних кущеподібних структур, які викликають нещільність електроліту. Лише функціональний шар, який перекриває великі пори анодної підкладки, забезпечує щільність напиленої електролітної плівки.

Дослідження розподілу компонентів у структурі композитного аноду Ni-ZrO₂ з використанням методу просочування показали, що даний метод не дозволяє повністю забезпечити однорідність структури аноду. Важкість забезпечення необхідних розмірів порових каналів і наявність «вузьких» місць є найголовнішою перешкодою у створенні суцільної мережі нікелю в структурі аноду за допомогою методу просочування.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ЛОКАЛЬНОГО НАВОДНЮВАННЯ СТАЛЕЙ В ОКОЛІ КОНЦЕНТРАТОРІВ НАПРУЖЕНЬ ТА ТРІЩИНОПОДІБНИХ ДЕФЕКТІВ

Дмитрах І.М., Сташук М.Г., Сиротюк А.М., Дорош М.І.
Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України;
79060, м. Львів, вул. Наукова, 5; dmtr@ipm.lviv.ua

На основі моделювання взаємовпливу напружено-деформованого стану системи „метал – водень” запропоновано наступні вихідні рівняння, які дозволяють знаходити розподіл водню в матеріалі, а також оцінювати додаткові напруження в матеріалі, обумовлені воднем:

$$\begin{cases} \rho \ddot{u} - \frac{E}{2(1+\nu)} \Delta \bar{u} - \frac{E}{2(1+\nu)(1-2\nu)} \text{grad div } \bar{u} = -\frac{\alpha_c E}{3(1-2\nu)} \text{grad}(C - C_0) \\ \frac{\partial C}{\partial t} = \text{div} \left(D \text{grad } C - \frac{DV_H}{RT} C \text{grad } \sigma^p - \frac{DV_H}{RT} C \text{grad } \sigma^H \right) \end{cases};$$

де ρ – густина, E – модуль Юнга, ν – коефіцієнт Пуассона матеріалу; $\bar{u}$ – вектор переміщень, α_c – коефіцієнт водневого концентраційного розширення металу; C_0 та C – відповідно початкова та наявна концентрації атомів водню у металевому тілі, D – коефіцієнт дифузії, V_H – парціальний молярний об’єм атома водню в металі, R – універсальна газова стала, T – абсолютна температура; Δ – оператор Лапласа. Права частина першого рівняння даної системи диференціальних рівнянь задає об’ємну силу $\vec{F}_V(\rho X, \rho Y, \rho Z) = -(\alpha_c E / 3(1-2\nu)) \text{grad}(C - C_0)$, яка викликає внутрішні напруження, що обумовлюються водневою концентрацією, причому коефіцієнт α_c виражає прямо пропорційну залежність гідростатичного напруження від концентрації водню у металі, σ^p – гідростатичні напруження зовнішніх навантажень, σ^H – гідростатичні напруження, обумовлені воднем.

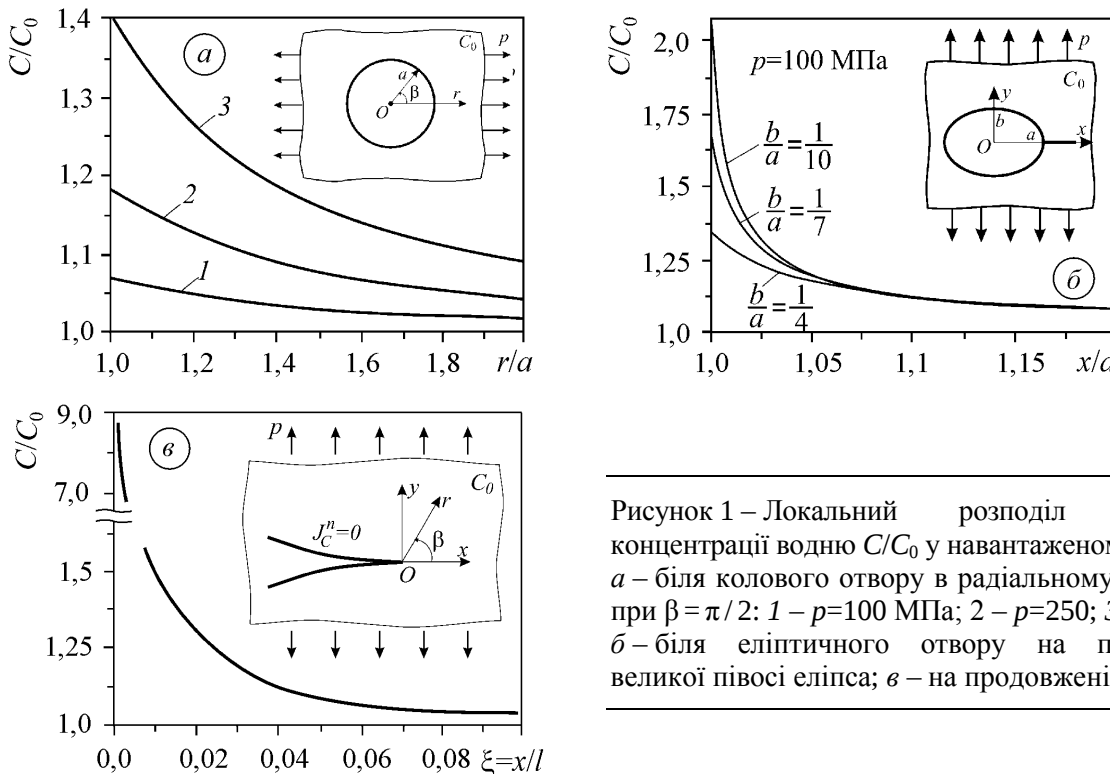


Рисунок 1 – Локальний розподіл відносної концентрації водню C/C_0 у навантаженому металі: a – біля колового отвору в радіальному напрямку при $\beta = \pi/2$: 1 – $p=100$ МПа; 2 – $p=250$; 3 – $p=500$; b – біля еліптичного отвору на продовженні великої півосі еліпса; c – на продовженні тріщини.

На цій основі запропоновано аналітико-числовий алгоритм розрахунку перерозподілу концентрації водню навколо концентраторів напружень у матеріалі залежно від прикладених зовнішніх навантажень та здійснено відповідні чисельні оцінки для деяких типових концентраторів напружень (коловий та еліптичний отвори), а також для тріщиноподібного дефекту (рис. 1).

ДОСЛІДЖУВАННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ МАГНІТНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НАНОСТРУКТУРНИХ АНІЗОТРОПНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАГНІТІВ З ЛЕГОВАНИХ СПЛАВІВ НА ОСНОВІ СПОЛУКИ $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ ВІД УМОВ ВИГОТОВЛЕННЯ ПОРОШКУ ТА ПАРАМЕТРІВ ФОРМУВАННЯ КОМПОЗИТІВ

Булик І.І., Тростянчин А.М., Бурховецький В.В. ⁽¹⁾

Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України,
вул. Наукова, 5, Львів, 79601, bulyk@ipm.lviv.ua, trostianchyn@gmail.com

⁽¹⁾Донецький фізико-технічний інститут ім. О.О. Галкіна НАН України,
вул. Р. Люксембург, 72, Донецьк, 83114, val-bur@ukr.net

Методами електронної металографії, диференціального термічного (ДТА), рентгенівського фазового (РФА), елементного аналізування досліджено вплив параметрів та середовища помелу легованих цирконієм сплавів системи неодим-залізо-бор на: особливості гідрування, диспропорціонування, десорбування, рекомбінування (ГДР) за низьких тисків водню, магнітну анізотропію та умови виготовлення магнітів. Дослідження проводили на сплаві $\text{Nd}_{16}\text{Fe}_{73,9}\text{Zr}_{2,1}\text{B}_8$ за тисків водню нижче 0,1 МПа та температур нижче 700 °С під час гідрування, диспропорціонування (ГД); та за температур до 900 °С під час десорбування, рекомбінування (ДР). Сплав мололи в водні, а насичений воднем сплав мололи в олеїновій кислоті. Частота обертання камери планетарного млина рівна 100 та 200 об/хв., тривалість помелу до 12 год.

Встановлено властивості порошків після помелу в водні та олеїновій кислоті. РФА показано, що після помелу сплаву за частоти обертання камери планетарного млина 100 та 200 об/хв. тривалістю до 12 год. феромагнітна фаза $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ залишається стабільною. Згідно з отриманими результатами, за низької частоти помелу частинки порошку анізотропні (рис. 1), однак низької дисперсності (5-10 мкм). За вищої частоти обертання камери млина розмір частинок порошку зменшується до 100-350 нм, однак відбувається їх агломерація, шляхом механічного сплавлення, і вони стають ізотропними.

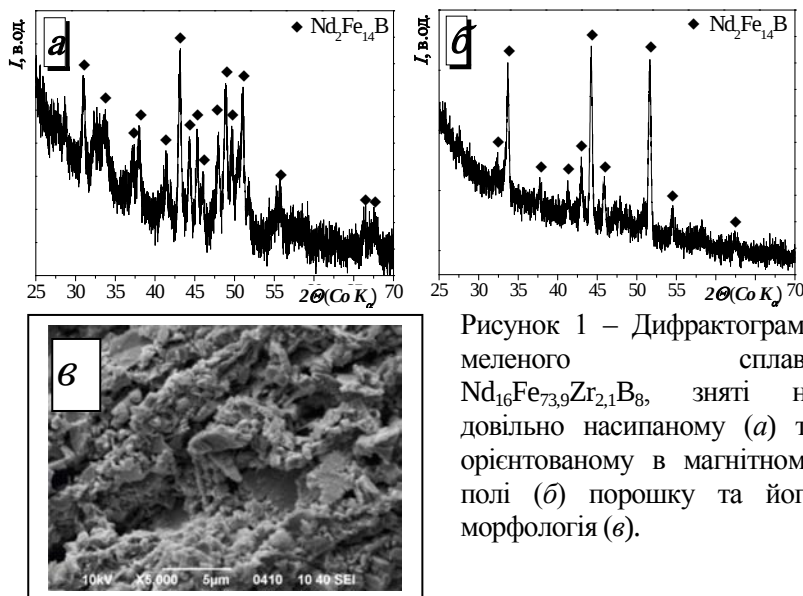


Рисунок 1 – Дифрактограми меленого сплаву $\text{Nd}_{16}\text{Fe}_{73,9}\text{Zr}_{2,1}\text{B}_8$, зняті на довільно насипаному (а) та орієнтованому в магнітному полі (б) порошку та його морфологія (в).

Показано, що помел насиченого воднем сплаву в олеїновій кислоті запобігає агломерації високодисперсних анізотропних частинок порошку (рис. 1 в).

Уточнено умови ГДР меленого сплаву і показано, що він диспропорціонує за тисків водню нижче 1 атм. Встановлено високу реакційну здатність меленого порошку: під час нагрівання у форвакуумі неодим окиснюється, як під час диспропорціонування, так і під час рекомбінування. Для отримання взірців композиційних магнітів необхідно застосувати високовакуумне устаткування. Експериментально підтверджено

спікання високодисперсного порошку за температур нижчих 1000 °С. Оцінено вплив способів приготування магнітів на їх анізотропію та густину.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕВОЛЮЦІЇ МІКРОСТРУКТУРИ ПОРОШКОВИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ ГІДРИДУ ЦИРКОНІЮ З ПОРОШКАМИ ЛЕГУВАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ПІД ДІЄЮ ТВЕРДОФАЗНОЇ ДИФУЗІЇ

Івасишин О.М., Саввакін Д.Г., Гуменяк М.М.

Інститут металофізики ім. Г.В.Курдюмова НАН України,

36, бульв. Вернадського, 03142, Київ E-mail: ivas@imp.kiev.ua, savva@imp.kiev.ua

Висока корозійна стійкість, міцність та опір повзучості сплавів на основі цирконію роблять ці матеріали надзвичайно привабливими для використання в ядерній енергетиці та медицині. Сплави Zr-1%Nb та Zr-1%Sn (мас.%) використовуються в ядерній енергетиці для виготовлення оболонок паливних елементів та структурних елементів реакторів. Перспективним шляхом отримання і переробки цих сплавів є застосування порошкових технологій, з використанням водню як тимчасового легувального додатку до цирконію для керованого впливу на фазовий склад, мікроструктуру і фізико-механічні властивості. Дана робота присвячена розробці фізичних основ синтезу цирконієвих та цирконій-титанових сплавів з гетерогенних порошкових систем на основі частинок наводненого цирконію.

Метою даного етапу роботи є встановлення основних закономірностей формування однорідних сплавів Zr-1%Nb та Zr-1%Sn з порошкових систем, що складаються з частинок гідриду цирконію ZrH_2 та легувальних порошків Nb і Sn.

Дослідження хімічної гомогенізації та еволюції мікроструктури при нагріванні таких систем дозволяє встановити основні розбіжності при формуванні сплавів повністю твердофазним шляхом (синтез сплаву Zr-1%Nb) і при утворенні рідкої фази олова на початкових етапах синтезу (сплав Zr-1%Sn). Встановлено особливості росту густини і еволюцію мікроструктури при нагріванні скомпактованих порошкових систем, визначено закономірності перерозподілу легувальних елементів в них в процесі спікання і формування хімічно однорідних сплавів. На основі цього розроблено рекомендації щодо формування однорідних сплавів з густиною, близькою до теоретичних значень, що необхідно для досягнення прийнятних механічних характеристик синтезованих сплавів.

РОЗРОБКА ОСНОВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ПК ТРУБЧАСТОГО ДИЗАЙНУ ТА МОДУЛЮ ДЛЯ ЇЇ ТЕСТУВАННЯ

**Глазунов Ф.І., Даніленко І.А., Константінова Т.Є, Прохоренко С.В .,Волкова Г.К.,
Глазунова В.А.**

Донецький фізико-технічний інститут ім. О.О.Галкіна НАН України,
83114, м. Донецьк, вул. Р.Люксембург, 72;тел: (062)311-11-21;
e-mail:matscidep@aim.com

Паливні комірки трубчастого типу мають безліч переваг перед комірками з планарною конструкцією. Це висока термостійкість, висока механічна міцність, легкість ущільнення, і відносна простота виробництва. Трубчасті конструкції з невеликими розмірами дозволяє уникнути однієї з найбільших проблем в багатьох концепціях паливних елементах - катастрофічний збиток від температурних градієнтів. Градієнти виникають при термоциклюванні - при запуску і виключенні, і повторюються протягом терміну служби пристрою. Малі радіуси кривизни зводить до мінімуму термічні градієнти [1]. Тому роботи під час виконання третього етапу проекту було спрямовано на розробку основ технології виготовлення ПК трубчастого дизайну з малими діаметрами комірок.

При виготовленні паливних комірок було використано геометрію комірки з несучим анодом. Зразки аноду, складу ZrO_2 -8%мол Y_2O_3 + NiO було одержано методом гідростатичного пресування, плівкового литва та екструзії. Плівки одержувались методом шлікерного лиття на машині ТСС-1200. Екструдати виготовлялись методом екструзії пластичної маси на основі метілцелюлози. На сформований анод було нанесено шар електроліту ZrO_2 -8%мол Y_2O_3 , та після спікання при 1500С, шар катоду складу ZrO_2 -8%мол Y_2O_3 +LSM. Всі типи нанопорошків, необхідних для виготовлення паливної комірки, було одержано по технології ДонФТІ.

Спікання при оптимальних температурах, що були встановлені раніш, показали, що двошарові збірки трубчастої форми із щільним електролітом довжиною 150-200 мм та діаметром 5-6 мм без короблення можна отримати тільки за допомогою методу компактування в умовах гідростатичного тиску. Зразки, що було отримано плівковим литтям деформувались при спіканні по лінії стику шарів аноду. Зразки, що було отримано методами екструзії, виявили неоднорідність товщини та схильність до короблення при спіканні. Отримання необхідного рівня поруватості анодного шару було забезпечено двома способами – використанням нанопорошку ZrO_2 -8%мол Y_2O_3 з розміром частинок 50-60 нм, або додаванням органічного пороутворювача до порошку з розміром частинок 16 нм.

У процесі роботи було виготовлено макет для тестування характеристик паливної комірки трубчастої форми та проведено вивчення процесу відновлення окису нікелю у анодному шарі паливної комірки у середовищі водню.

Збірки було відновлено у атмосфері водню при 800°C для відновлення окису нікелю до металевого нікелю. За допомогою ПЕМ, СЕМ та енергодисперсійного аналізу було досліджено структуру та хімічний склад елементів паливної комірки.

В результаті виконання роботи було відпрацьовано технологічні режими одержання двошарової збірки з несучим анодом трубчастої форми з необхідним рівнем поруватості аноду та щільним електролітом з товщиною 30-50 мкм.

1. <http://www.acumentrics.com/sofc-products-fuel-cell-technology.htm>

- номер проекту за програмою №38-13
- бажана форма доповіді: постерна

РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ТА РОЗРАХУНКИ ТЕРМОГАЗОДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК В ОСНОВНИХ ЕЛЕМЕНТАХ ВОДНЕВОЇ ЕНЕРГОУСТАНОВКИ. ОПТИМІЗАЦІЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ РОБОЧИХ ЛОПАТЕЙ ТА НАПРАВЛЯЮЧОГО АПАРАТУ ПРОТОЧНОЇ ЧАСТИНИ ВОДНЕВОЇ ВИСОКОМАНЕВРЕНОЇ ТУРБІНИ

Мацевитий Ю.М., Русанов А.В., Соловей В.В., Кошельник О.В.

Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України,
вул. Дм. Пожарського 2/10, Харків, 61046, Україна, e-mail: solovey@ipmach.kharkov.ua

Проведений аналіз схем високотемпературних промислових комплексів різного цільового призначення, що формують технічну базу основних енергоємних виробництв, показав можливість застосування водневих турбін в теплоутилізаційних енергоперетворюючих установках, де в якості джерела теплоти можуть бути використані теплові вторинні енергоресурси різного температурного рівня.

Розроблено схему енерготехнологічного комплексу для виробництва гарячого дуття та електроенергії, що інтегрується в систему повітропостачання доменної печі. Основними елементами схеми є воднева турбоустановка та металогідридний термосорбційний компресор, що дозволяє використовувати низькопотенційну теплоту скидних газів з високим ступенем термодинамічної досконалості. Для подальшого підвищення ефективності паливовикористання у доменному виробництві запропоновано схему енергоперетворюючого комплексу для одночасного вироблення гарячого дуття, електроенергії та холоду з використанням водневої турбіни та абсорбційної установки з металогідридним компресором.

З застосуванням методів дослідження, що базуються на використанні ексергетичних функцій, проведено аналіз роботи та визначено ефективність енергоперетворюючого комплексу для вироблення гарячого дуття та електричної енергії. Отримано основні характеристики водневого контуру енергосилової установки за умов роботи в діапазоні температур димових газів від 523 до 723 К. Визначено вплив рівня температури димових газів на коефіцієнт досконалості системи, що змінюється в діапазоні від 0,4693 до 0,5168. Отримано характеристики водневого контуру енергосилової установки та параметри роботи теплоутилізаційного комплексу з отриманням електричної енергії та холоду в енергетичній установці на базі ТСК в вузлових точках циклу. Коефіцієнт досконалості системи при цьому змінюється в діапазоні від 0,457 до 0,5257.

Виконано порівняльний аналіз ефективності роботи водневих теплоутилізаційних комплексів для отримання гарячого дуття і електроенергії та гарячого дуття, електроенергії і холоду в порівнянні з базовою схемою без додаткового теплоутилізаційного обладнання. При температурі скидних газів $T_r < 630$ К найбільшу ефективність мають установки з виробленням гарячого дуття, електроенергії та холоду на базі ТСК, а при більш високому рівні температур – з виробленням гарячого дуття та електроенергії.

Розроблено математичну модель для дослідження та розрахунку течії в'язкого газу у тривимірній постановці з урахуванням відривних явищ у ступенях водневої турбіни, яка враховує особливості нестационарних газодинамічних процесів у проточній частині водневої турбомашини з урахуванням впливу комплексу геометричних та режимних факторів.

За допомогою розробленої методики розрахунку для визначення конструктивних характеристик лопаткового апарату водневої турбіни проведено розрахункове дослідження з метою визначення оптимальних параметрів елементів проточної частини водневого турбоагрегату. Визначено характер зміни газодинамічних параметрів потоку для кожного ступеня турбіни при оптимальному законі закручення лопаток з урахуванням втрат енергії, які зумовлені протічками водню через надбандажні й діафрагменні ущільнення. Визначено параметри забезпечують високу ефективність роботи лопаткового апарату турбоагрегату при збереженні оптимального коефіцієнта навантаження.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЯВИЩА ТЕМПЕРАТУРНОГО ГІСТЕРЕЗИСУ З МЕТОЮ ВИЯВЛЕННЯ ЙОГО ВПЛИВУ НА ХАРАКТЕР ПРОТІКАННЯ ТЕПЛОМАСООБМІННИХ ПРОЦЕСІВ В МЕТАЛОГІДРИДНИХ УСТАНОВКАХ В НЕСТАЦІОНАРНИХ РЕЖИМАХ

Соловей В.В., Літвінов В.О., Чорна Н.А.

Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України
вул. Дм. Пожарського, 2/10, м. Харків, 61046, Україна, solovey@ipmach.kharkov.ua

Метою проекту є дослідження явища температурного гістерезису та визначення його впливу на ефективність та параметри роботи енергоперетворюючих систем з використанням водню в якості робочого тіла при нестационарних режимах. Фазові перетворення першого роду в замкнених термодинамічних системах супроводжуються гістерезисом, появу якого зумовлено різницею в фізичних властивостях між фазами, що утворюються в процесі гідрування. Для матеріалів здатних до охрупчування (до яких відноситься більшість інтерметалічних сполук) упруга складова енергії, що акомодується системою є найбільш значимою. Для порошкових зразків з малим розміром частинок ефект пластичної деформації практично відсутній, тому поява гістерезису є наслідком пружно-деформованого стану матеріалу, що приводить до термодинамічної необерненості процесів взаємодії водню з гідридоутворюючими матеріалами.

Встановлено, що явище температурного гістерезису може розглядатися як фактор, що призводить до таких змін в металогідридній системі, які потребують додаткових витрат енергії для повернення її в вихідний стан. Тому результати дослідження фізико-хімічної природи даного явища та його вплив на характеристики нестационарних процесів, що протікають при термохімічній взаємодії водню з гідридоутворюючими матеріалами, є важливою складовою при розробці теорії тепломасообміну в енергоперетворюючих системах.

Показано, що гістерезис оцінюється коефіцієнтом, який являє собою відношення логарифмів тисків в процесах сорбції-десорбції водню при відповідній його концентрації в металогідридній системі.

За допомогою розробленої математичної моделі визначено вплив ефекту температурного гістерезису на термодинамічну ефективність термосорбційних процесів в металогідридних системах. Проведено комплексне розрахунково-теоретичне дослідження тепломасообміну в шарі металогідриду з урахуванням цього фактору. Порівняльний аналіз результатів показав, що відхилення значень масової витрати водню, що отримано в результаті розрахунку та експерименту, лежать в діапазоні 3,7 – 12,5 %.

Результати проведеного розрахункового аналізу дозволили встановити співвідношення, що враховує явище температурного гістерезису в процесі тепломасообміну в металогідридах, отже робить математичну модель більше адекватною реальному процесу. Граничні умови не тільки враховують нахил плато тиску, але й дозволяють для багатокomпонентних гідридоутворюючих сплавів описувати переходи між двофазною областю плато й однофазними областями твердих розчинів водню. Це надає можливість при дослідженні процесу тепломасообміну із високим ступенем достовірності прогнозувати поведінку широкого кола гідридоутворюючих матеріалів в атмосфері водню. В результаті виконаних досліджень запропоновано удосконалену методику розрахунку процесу тепломасообміну з урахуванням температурного гістерезису та реального відтворення термодинамічного стану системи, що характеризується *PCT* – діаграмою, яка має похиле плато тиску. Застосування даної методики у порівнянні з існуючими дає можливість з більшою точністю провести розрахунки роботи металогідридних систем різного цільового призначення та здійснити оптимальний вибір конструктивних та режимних параметрів при розробці складових водневих енерготехнологічних систем. Отримані результати будуть використані для подальшого вдосконалення металогідридних елементів енергоперетворюючих установок з метою підвищення ефективності їхньої роботи та розробці наукових засад створення металогідридної техніки для інфраструктури водневої енергетики.

РОЗРОБКА МАКЕТНОГО ЗРАЗКА ПЛАЗМОХІМІЧНОЇ УСТАНОВКИ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕРМОХІМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ДЕСТРУКЦІЇ КАНЦЕРОГЕННИХ СПОЛУК.

Літвінов В.О., Каніло П.М., Соловей В.В., Шубенко О.Л.

Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України,
вул. Дм. Пожарського 2/10, Харків, 61046, Україна, e-mail: solovey@ipmach.kharkov.ua

Аналіз продуктів неповного згоряння палив показує, що бенз(а)пірен (БП) у тій або іншій кількості утворюється при спалюванні практично будь-яких вуглеводневих палив. При недостатній кількості кисню в окремих зонах камери згоряння (КЗ), що відбувається внаслідок недосконалості сумішоутворення палива і повітря, недостатній подачі повітря, наприклад на перехідних режимах, компоненти палива піддаються як газифікації, так і високотемпературному піролізу. Паро- і газоподібні продукти, що утворюються в процесі піролізу, містять у своєму складі різні високомолекулярні вуглеводні, у тому числі й БП. Утворення БП можливо також у результаті синтезу, наприклад, при згорянні низькомолекулярних газів в КЗ.

Для відпрацювання технології знищення екологічно небезпечних канцерогенних сполук був створений макетний зразок установки. Установка призначена для дослідження різних способів фізико-хімічного впливу на канцерогенно-мутагенні з'єднання, у тому числі термічної та плазмової деструкції супертоксикантів. Основним елементом цієї установки є трубчаста електропіч СУОЛ-04.6/12.5, що забезпечує температуру, при якій відбувається газифікація і деструкція канцерогенних вуглеводнів. Піч являє собою шафу з відповідною електронною системою керування рівнем температури та часом перебування досліджуваних речовин в реакційній камері. Основним функціональним елементом є керамічна труба із внутрішнім діаметром 40 мм і довжиною робочої зони 600 мм. В цю трубу поміщається керамічна ємність з досліджуваною речовиною. Зразок матеріалу піддається термообробці в середовищі нейтрального газу. Для уловлювання газоподібних канцерогенних вуглеводнів із продуктів термічної і плазмохімічної переробки досліджуваних речовин розроблена система бензольних пасток, яка складається із послідовно з'єднаних газопоглиначів Петрі з пористими скляними фільтрами.

Було проведено випробування макетного зразку плазмохімічної установки для відпрацювання її робочих режимів. В якості канцерогеноутримуючих сполук було використано зразки продуктів спалювання палив з різним вмістом поліциклічних ароматичних вуглеводнів в дизелі. Було також проведено аналіз кількості уловленого БП по кожній ділянці газопоглинаючої системи, який показав, що три послідовно з'єднаних газопоглинача з пористими скляними фільтрами ПОР-160 забезпечують необхідну поверхню контакту при барботуванні. При цьому вловлюється понад 99 % БП.

На основі аналізу компоновочних рішень автономної системи генерації водню модульної конструкції встановлено, що конструктивними та продуктивними факторами, які визначають вибір моделі електролізера, що працює під тиском є: зниження питомої споживаної потужності і підвищення робочої температури, а також зниження масогабаритних показників і підвищення надійності агрегатів, поліпшення експлуатаційних характеристик.

Для вибору компоновочного рішення виконання електролізера виконано розрахунок міцності стінки модуля та проведено удосконалення конструкції системи ущільнення для автономної системи генерації водню з метою запобігання аварійних ситуацій.

Розроблено методику розрахунку пожежо- та вибухонебезпечної ситуації, яка дозволила оцінити ймовірність її виникнення при експлуатації автономної системи генерації водню. Запропоновано заходи щодо зниження ймовірності виникнення аварійної ситуації в автономної системи генерації водню, що полягають у введенні додаткових функціональних елементів.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ АКТИВОВАНОГО ВОДНЮ НА ПРОНИКНІСТЬ ЗРАЗКІВ КЕРНІВ НАФТОВИХ, ГАЗОВИХ ТА МЕТАНОВИХ СВЕРДЛОВИН

Кравченко О.В., Велігоцький Д.О., Симбірський О.В., Скоблик П.І.

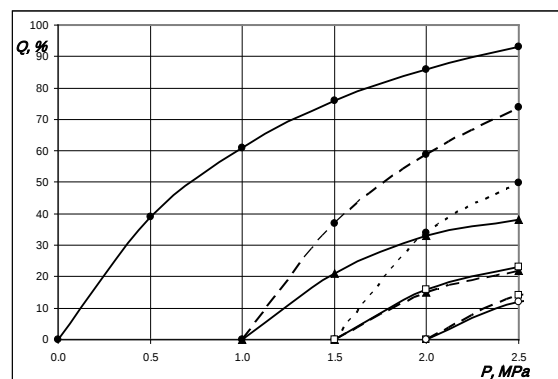
Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України
вул. Дм. Пожарського, 2/10, Харків, 61046, Україна, E-mail: krav@ipmach.kharkov.ua

Ураховуючи аномальні теплофізичні та дифузійні властивості водню, створено експериментальну установку для проведення досліджень його активаційного впливу на процеси дифузії та проникність колекторів продуктивних пластів. В цих дослідженнях циліндричні зразки ущільнених карбонатних та пісковикових кернів нафтових та газоконденсатних свердловин з низькими показниками проникності (практично нульовими) за повітрям розміщувалися в спеціальній камері. При температурі близько 80 °С з однієї сторони від кернів камера наповнювалася модельним газом (суміш N₂, NO, CO₂ в рівних пропорціях) при надлишковому тиску. Хроматографічний аналіз показав, що жоден з компонентів не фільтрується через керни, навіть при тиску в 2,5 МПа. При додаванні в модельну газову суміш водню до 5% об. фільтрується один водень, а з підвищенням його концентрації до 10% об. починають фільтруватися інші складові елементи модельного газу. Зміна властивостей кернів на газопроникність від тиску та ступеня присутності водню в модельному газі показано в таблиці та на рисунку 1. Дослідження матеріалів керну на газопроникність підтвердили дію водню як активатора процесу дифузії. Особливо важливими результатами досліджень є те, що проникність за повітрям ущільнених кернів після таких водневих обробок не тільки збільшується, але й зберігається після завершення обробки в середньому – з 0,023 - 0,035 до 0,055 -0,065 мкм².

Таблиця

Залежність проникності кернів від перепаду тиску та ступеня присутності водню в модельному газі.

Тиск, МПа	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
Тип газу					
Модельний газ	--	----	-----	-----	-----
Модельний газ +5 % H ₂	----	----	-----	H ₂	H ₂
Модельний газ+10 % H ₂	-----	-----	H ₂	H ₂ , NO	H ₂ , NO, N ₂
Модельний газ+20 % H ₂	H ₂	H ₂	H ₂ , NO	H ₂ , NO, N ₂	H ₂ , NO, N ₂ , CO ₂



● – H₂; ▲ – NO; □ – NO₂; ○ – CO₂;
— – модельний газ + 20 % H₂; — — – модельний газ + 10 % H₂; - - - - модельний газ + 5 % H₂

Рис.1. Відносна кількість складових модельного газу, що фільтруються через керн, в залежності від перепаду тиску і концентрації водню в модельному газі

Досліджено комплексний вплив активованого водню на властивості моделей кернів нафтоносних карбонатних порід. Водень одержували з води шляхом її хімічного розкладання високоенергетичними гідрореагуючими речовинами (ГРР). Зразки оброблялися воднем протягом однієї години при тиску 8,0 МПа та температурі 65-80 °С. Проведено порівняльний аналіз характеристик зразків до й після обробки. Установлено, що під впливом водню, особливо атомарного, який одержано від реакції ГРР з водою, відбувається помітне зниження міцності кернів, це свідчить про зміни структури й фізико-хімічних властивостей нафтоносних порід.

Таким чином, експериментально доведено, що хімічною (водневою) активацією можна впливати на дифузійні процеси в продуктивних пластах та покращувати проникність колекторів.

РОЗРОБКА МЕМБРАНО-ЕЛЕКТРОДНИХ БЛОКІВ ПАЛИВНОЇ КОМІРКИ З ПРОТОНПРОВІДНИМИ-МЕМБРАНАМИ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЇХ ЕЛЕКТРИЧНИХ ТА ЕНЕРГЕТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК

**Пірський Ю.К., Огенко В.М., Лисюк ЛС., Тупчиенко О.С.,
Шаранда Л.Ф., Крупеннікова О.С.**

Інститут загальної та неорганічної хімії ім. В.І.Вернадського НАН України
проспект Академіка Палладіна, 32/34, Київ, 03680, Україна, pirsky@ionc.kiev.ua

В даний час низькотемпературні воднево-кисневі паливні елементи (ПЕ) є перспективними джерелами енергії, як для стаціонарних установок, так і для автомобілів та портативних пристроїв. Такі ПЕ мають підвищену питому потужність, великий термін служби, безшумні, екологічно чисті та компактні. Однак широке впровадження ПЕ обмежується їх вартістю. Тому актуальним є розробка ПЕ з використанням більш дешевих протонпровідних мембран Fumapen F950 (50 мкм) фірми FumaTech (Німеччина), як альтернатива дорогим мембранам Nafion® та електрокаталізаторів відновлення кисню на основі паладію.

Метою цієї роботи було розробка технології виготовлення мембрано-електродних блоків для воднево-кисневих паливних елементів з використанням протонпровідних мембран F950 на основі одержаних раніше ефективних безплатинових металовмісних вуглецевих електрокаталізаторів та порівняння їх електрохімічних характеристик з каталізаторами на основі платинових металів.

Мембранно-електродний блок (МЕБ) являє собою одиничний пристрій з протон-провідною полімерною мембраною, здатною проводити протони і не пропускати паливо та окислювач. На мембрану з обох сторін нанесені шари каталізаторів, що знаходяться в контакті з газодифузійним шаром (ГДШ), пористим волокнистим матеріалом з високою електронною провідністю.

Нами досліджено два методи нанесення каталізаторів: перший на ГДШ і другий безпосередньо на мембрану. Для нанесення каталізатора на мембрану нами було розроблено каталітичне чорнило на основі колоїдного розчину мономеру Fumion® FLNA-905. Як показали дослідження найбільш підходящий метод нанесення каталізатору є метод трафаретного друку з подальшою термообробкою 120-140°C.

Випробування проводили на воднево-кисневому ПЕ, з робочою площею 1 см², розробленого нами на попередніх етапах роботи в рамках цього проекту. Умови випробування: 25°C, без надлишкового тиску водню і кисню, робоча зона електродів в МЕБ воднево-кисневого ПЕ 1 см². Отримані стаціонарні розрядні криві для ПЕ наведено на рис. 1. Для мембранно-електродного блоку з каталізатором {Pt(20%)/XC72} на катоді та аноді з вмістом платини 0,5мг/см² рис. 1 - крива 1. МЕБ містить електрокаталізатор {PdCo/SiO₂/BHT-600°C} з Pd= 2 мг/см² на катоді, а на аноді {Pt(20%)/XC72} з Pt= 0,5 мг/см² (рис. 1 - крива 2). Для газодифузійного шару використовували вуглеграфітовий папір Sigracet 10BC. Вимірювання кожного значення напруги та струму проводили в стаціонарному режимі після витримки 5 хв. Ресурсні випробування МЕБ з катодами на основі синтезованих каталізаторів проводили протягом 120 год. при постійному навантаженні та густині струму не менше 50 мА/см², які показали стабільні характеристики при їх зниженні не більше 10%. Таким чином при розробці МЕБ були створені технології приготування наноструктурних катодних Pt(20%)/XC72 відновлення кисню та анодних електрокаталізаторів окиснення водню. Розроблені технології приготування каталітичного чорнила та нанесення його на мембрану.

Одержані електрохімічні дані показали перспективність продовження робіт з воднево-кисневими низькотемпературними ПЕ для покращення їх енергетичних характеристик та розробки діючих зразків ПЕ.

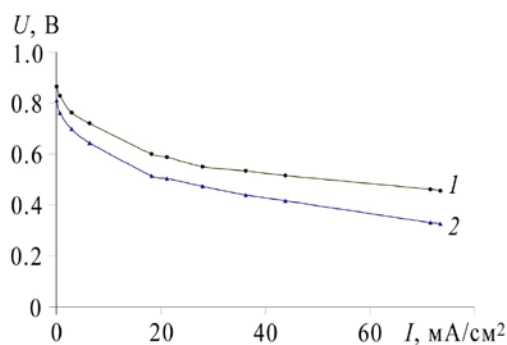


Рис.1. Стаціонарні розрядні криві ПЕ з використанням електрокаталізаторів на основі: Pt- (1), Pd- (2).

ЗМІСТ

ПРОГРАМА

3-9

Тези за проектами

I. Отримання водню

- РОЗРОБКА ВИСОКОПРОДУКТИВНИХ ПРОЦЕСІВ ОТРИМАННЯ ВОДНЮ ІЗ ВОДИ З ДОПОМОГОЮ НАНОСТРУКТУРОВАНИХ ЕНЕРГОАКУМУЛЮЮЧИХ РЕЧОВИН З ВИКОРИСТАННЯМ АКТИВОВАНИХ ЦИНКУ, МАРГАНЦЮ, АЛЮМІНІЮ, ВІСМУТУ, ЗАЛІЗА ТА ІНШИХ КОМПОНЕНТІВ З ВІДНОВЛЕННЯМ ВІДХОДІВ – ОКСИДІВ КАРБОТЕРМІЧНИМ МЕТОДОМ** 13
Козін Л.Х., Волков С.В., Святогор А.В., Данільцев Б.І., Гончаренко С.Г.
Інститут загальної та неорганічної хімії ім. В.І. Вернадського НАН України
- ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ АНОДНОГО СИНТЕЗУ ПЕРСУЛЬФАТІВ ТА РОЗРОБКА ПРОЦЕСУ АЛЬТЕРНАТИВНОГО АНОДНОМУ ВИДІЛЕННЮ КИСНЮ ПРИ ОДЕРЖАННІ ВОДНЮ ЕЛЕКТРОЛІЗОМ ЛУЖНОГО РОЗЧИНУ** 14
Козін Л.Х., Манілевич Ф.Д., Куций А.В., Лісогор Н.М.
Інститут загальної та неорганічної хімії ім. В.І. Вернадського НАН України
- ВИЗНАЧЕННЯ ДЖЕРЕЛ ЖИВЛЕННЯ ТА ЕФЕКТИВНИХ РЕГУЛЯТОРІВ МІКРОБНОГО МЕТАБОЛІЗМУ ДЛЯ МІКРООРГАНІЗМІВ-ПРОДУЦЕНТІВ H_2** 15
Таширева Г.О., Таширев О.Б., Притула І.Р.
Інститут мікробіології і вірусології НАН України
- РОЗРОБЛЕННЯ КАТАЛІЗАТОРІВ КОНВЕРСІЇ «ЛІТЮЧИХ» ТВЕРДОЇ ВІДНОВЛЮВАНОЇ СИРОВИНИ** 16
Трипольський А.І., Калішин Є.Ю.
Інститут фізичної хімії ім. Л.В. Писаржевського НАН України
- ПАРОВИЙ РИФОРМІНГ ЕТАНОЛУ ТА ВИЩИХ СПИРТІВ НА КАТАЛІЗАТОРІ $MnFe_2O_4$** 17
Долгих Л.Ю., Столярчук І.Л., Василенко І.В., Пятницький Ю.І., Стрижак П.Є.,
Інститут фізичної хімії ім. Л. В. Писаржевського НАН України
- ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК БАГАТОКОМПОНЕНТНИХ ЕЛЕКТРОКАТАЛІЗАТОРІВ В ПРОЦЕСІ ВІДНОВЛЕННЯ КИСНЮ ТА НАНОСТРУКТУРОВАНИХ ЕЛЕКТРОДІВ В ПРОЦЕСАХ ВИДІЛЕННЯ ВОДНЮ** 18
Курись Я.І., Тітов В.Є., Мішура А.М., Уставицька О.О., Кошечко В.Г., Походенко В.Д.
Інститут фізичної хімії ім. Л.В. Писаржевського НАН України
- ПАРОКИСНЕВИЙ РИФОРМІНГ МЕТАНОЛУ НА КАТАЛІЗАТОРАХ $ZnO-MgO-CuO/Al_2O_3$ /КОРДІЄРИТ** 19
Капран А.Ю., Орлик С.М.
Інститут фізичної хімії ім. Л.В.Писаржевського НАН України
- ПАРОВИЙ ТА ОКСИ-ПАРОВИЙ РИФОРМІНГ C_2-C_4 -АЛКАНІВ НА КАТАЛІЗАТОРАХ $Ni-Al_2O_3-M_xO_y$ /КОРДІЄРИТ ($M=Ce, La$)** 20
Губарені Є.В., Соловйов С.О., Курилець Я.П.
Інститут фізичної хімії ім. Л.В. Писаржевського НАН України
- РОЗРОБКА КОМПОЗИТНИХ МЕМБРАННИХ КАТАЛІЗАТОРІВ, ВДОСКОНАЛЕНИХ ШЛЯХОМ ВВЕДЕННЯ ПРОТОНОПРОВІДНОГО МАТЕРІАЛУ НА ОСНОВІ ТЕРМОСТІЙКИХ ПОЛІСНОВИХ ПОЛІМЕРІВ. ФІЗИКО-ХІМІЧНІ І КАТАЛІТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОДЕРЖАНИХ КОМПОЗИТІВ** 21
Бортишевський В.А., Корж Р.В., Євдокимов П.Ю., Трепядько Д.О., Дубровін О.М.
Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії НАН України

ВИЗНАЧЕННЯ РОБОЧИХ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСІВ ОТРИМАННЯ ВОДНЮ ПРИ ОЧИЩЕННІ ПРИРОДНИХ І СТИЧНИХ ВОД ФОТОКАТАЛІТИЧНИМ ТА ЕЛЕКТРОМЕМБРАННИМ МЕТОДАМИ Кучерук Д.Д., Дульнева Т.Ю. Інститут колоїдної хімії та хімії води ім А.В. Думанського НАН України	22
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПРОВІДНОСТІ ПЛІВОК TiO_2 ТА СТРУКТУРИ ІНТЕРФЕЙСУ TiO_2/СОНЯЧНИЙ ЕЛЕМЕНТ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ ФЕХ КОМІРКИ Данько Д.Б., Силенко П.М, Шлапак А.М., Андрущенко Д.І., Окунь І.Ю., Солонін Ю.М. Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України	23
ВПЛИВ ЛЕГУВАННЯ НА ВЕЛИЧИНУ ФОТОСТРУМУ TiO_2 ФОТОАНОДІВ ФОТОЕЛЕКТРОХІМІЧНОЇ КОМІРКИ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ВОДНЮ Силенко П.М, Данько Д.Б., Шлапак А.М., Андрущенко Д.І., Солонін Ю. М. Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України	24
ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОБІТ ЗА ПРОЕКТАМИ ПРОГРАМИ «ВОДЕНЬ В АЛЬТЕРНАТИВНІЙ ЕНЕРГЕТИЦІ ТА НОВІТНІХ ТЕХНОЛОГІЯХ» Чернишев Л.І., Білан І.І., Гудименко Т.В., Левіна Д.А., Ковальова Л.А. Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М.Францевича НАН України	25
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПЛАЗМОПАРОВОЇ КОНВЕРСІЇ БІОМАСИ Жовтянський В.А., Золотарьова О.К.⁽¹⁾, Дудник О.М.⁽²⁾, Подорванов В.В.⁽¹⁾, Якимович М.В. Інститут газу НАН України, ⁽¹⁾ Інститут ботаніки ім. Н.Г. Холодного НАН України, ⁽²⁾ Інститут вугільних енерготехнологій НАН України	26
ВІТЛОЗАЛЕЖНЕ ПРОДУКУВАННЯ ВОДНЮ МІКРОВОДОРОСТЯМИ (<i>CHLOROPHYTA</i>) І ФОТОСИНТЕТИЧНИМИ БАКТЕРІЯМИ Поліщук О.В., Подорванов В.В., Золотарьова О.К. Інститут ботаніки ім. М.Г.Холодного НАН України	27
ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОЦЕСІВ АДСОРБЦІЇ/ДЕСОРБЦІЇ CO_2 ТА ПОГЛИНАННЯ CO ПІД ЧАС КАТАЛІТИЧНОЇ ПАРОВОЇ КОНВЕРСІЇ ЛЕТУЧИХ, ПАРОВОЇ ГАЗИФІКАЦІЇ ФІКСОВАНОГО ВУГЛЕЦЮ І КАРБОНІЗАЦІЇ БІОМАСИ ТА ОРГАНІЧНИХ ВІДХОДІВ Дудник О. М., Соколовська І.С. Інститут вугільних енерготехнологій НАН України	28
ВИВЧЕННЯ ПРОЦЕСІВ КАТАЛІТИЧНОЇ ПАРОВОЇ КОНВЕРСІЇ ЛЕТУЧИХ ТА КАТАЛІТИЧНОЇ ПАРОВОЇ ГАЗИФІКАЦІЇ КОКСУ УКРАЇНСЬКИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КАМ'ЯНИХ ТА БУРИХ ВИДІВ ВУГІЛЛЯ В ГАЗИФІКАТОРІ З ВИКОРИСТАННЯМ НОВИХ АБСОРБЕНТІВ CO_2 Дудник О. М., Соколовська І.С. Інститут вугільних енерготехнологій НАН України	29
ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КОМБІНОВАНОГО ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГІЇ ВІТРУ, СОНЦЯ І ТЕПЛОТИ ЗЕМЛІ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ВОДНЮ ПРИ ЕЛЕКТРОЛІЗІ ВОДИ Кудря С.О., Морозов Ю.П., Кузнецов М.П. Інститут відновлюваної енергетики Національної академії наук України	30
НАЛАГОДЖЕННЯ УСТАНОВКИ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕТИКИ РЕДОКС-ЦИКЛІВ ТЕРМОГРАВІМЕТРИЧНИМ СПОСОБОМ; РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ВОДНЮ НА СОНЯЧНІЙ УСТАНОВЦІ З ВИКОРИСТАННЯМ ВІДХОДІВ, ЩО МІСТЯТЬ ВОЛЬФРАМ Зенков В.С., Пасічний В.В., Rogozinskyi A.A., Rogozinskaya A.O. Остапенко С.О. Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України	31

II. Зберігання водню

СИНТЕЗ НАНОКОМПОЗИТІВ ТА ГЕТЕРОСТРУКТУР НА ОСНОВІ АПІВПРОВІДНИКОВИХ ОКСИДІВ, СУЛЬФІДІВ ТА СЕЛЕНІДІВ МЕТАЛІВ, ДОСЛІДЖЕННЯ ЇХ СТРУКТУРИ ТА ФОТОЕЛЕКТРОХІМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК

Слободянюк І.О., Русецький І.А., Щербакова Л.Г.⁽¹⁾, Колбасов Г.Я., Кравчук Д.М.⁽¹⁾, Солонін Ю.М.⁽¹⁾

Інститут загальної та неорганічної хімії ім. В.І. Вернадського НАН України,

⁽¹⁾Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України

32

РОЗВИТОК ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ЗАСАД СТВОРЕННЯ НОВИХ ВИСОКОПОРИСТИХ МЕТАЛ-ОРГАНІЧНИХ КАРКАСНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ АКУМУЛЮВАННЯ ВОДНЮ

Колотілов С.В., Полунін Р.А., Сацька Ю.А., Дорофєєва В.М., Кіскін М.О.⁽¹⁾, Єременко І.Л.⁽¹⁾, Новоторцев В.М.⁽¹⁾

Інститут фізичної хімії ім. Л. В. Писаржевського НАН України,

⁽¹⁾Інститут загальної і неорганічної хімії ім. М.С. Курнакова РАН

33

ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СПЛАВІВ АВ₅ ТИПУ ТА ЇХ ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ» (ЕТАП -111 «З ЯСУВАННЯ ПРИЧИН, ЩО ВИЗНАЧАЮТЬ ХАРАКТЕР ОТРИМАНИХ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ, РІВЕНЬ КРИВИХ, ЇХ НАХИЛ, НЕЛІНІЙНІСТЬ, ПРОЯВ НА НИХ ПЛАТО, ОБГРУНТУВАННЯ МОЖЛИВИХ ВІДХІЛЕНЬ ВІД РІВНЯНЬ БОРЕЛЛУСА І СІВЕРТСА).»

Загінайченко С.Ю., Матисіна З.А., Щур Д.В., Шапошнікова Т.І., Золотаренко А.Д.

Інституту проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України

34

ОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ДЕСОРБЦІЇ ВОДНЮ З ГІДРОФУЛЛЕРИТІВ C₆₀H_x (ЕТАП-111 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ГІДРИДОУТВОРЕННЯ).»

Щур Д.В., Савенко О.Ф., Копілова Л.І., Золотаренко А.Д., Загінайченко С.Ю.,

Інституту проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України

35

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДОМІШОК ДО МАГНІЮ Al і Ni НА ТЕМПЕРАТУРУ І КІНЕТИКУ РОЗКЛАДУ ГІДРИДНОЇ ФАЗИ MgH₂ МЕХАНІЧНИХ СПЛАВІВ

Добровольський В.Д., Єршова О.Г., Солонін Ю.М.

Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України

36

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ МОДИФИКУВАННЯ ПОВЕРХНІ ПОРОШКІВ СПЛАВІВ ТА ОБ'ЕМУ КАТОДІВ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПОГЛИНАННЯ НИМИ ВОДНЮ В УМОВАХ ЕЛЕКТРО- І ФОТО- ЕЛЕКТРОХІМІЧНОГО ЗАРЯДУ

Щербакова Л.Г., Сподарик М.І., Солонін Ю.М., Хомко Т.В.

Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України

37

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РІЗНИХ ШЛЯХІВ КЕРУВАННЯ ПОВЕДІНКОЮ ВОДНЮ В МЕТАЛІ ЗВАРНИХ ШВІВ КОНСТРУКЦІЙНИХ СТАЛЕЙ

Походня І.К., Синюк В.С., Ігнатенко О.В., Пальцевич А.П.

Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України

38

СИНТЕЗ І ДОСЛІДЖЕННЯ НОВИХ МАГНІЙ-ВМІСНИХ ІНТЕРМЕТА-ЛІЧНИХ СПОЛУК, КОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ ТА ЇХ ГІДРИДІВ

Завалій І.Ю., Штендер В.В., Денис Р.В., Вербовицький Ю.В.

Фізико-механічний інститут НАН України

39

ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНА СИСТЕМА ДЛЯ ВІДБОРУ ТА ОПРАЦЮВАННЯ СИГНАЛІВ МАГНЕТОПРУЖНОЇ АКУСТИЧНОЇ ЕМІСІЇ

Скальський В.Р., Почапський Є.П., Клим Б.П., Сімакович О.Г.

Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України

40

ВСТАНОВЛЕННЯ ВПЛИВУ ЛЕГУВАННЯ ВАНАДІЄМ НА ХАРАКТЕР ФАЗОВИХ РІВНОВАГ У СПЛАВАХ ЧАСТКОВОЇ СИСТЕМИ Ti-TiMn₂-ZrMn₂-Zr. ВИЗНАЧЕННЯ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ЕВТЕКТИКИ ТА ЇЇ ФАЗОВИХ СКЛАДОВИХ.

Іванченко В.Г., Дехтяренко В.А., Прядко Т.В.

Інститут металофізики ім. Г.В.Курдюмова НАН України

41

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НЕРОЗЧИННИХ КОМПОНЕНТ НА НАКОПИЧЕННЯ ТА ВИДІЛЕННЯ ВОДНЮ ІЗ МАГНІЄВИХ КОМПОЗИТІВ 42
Неклюдов І.М., Морозов О.М., Журба В.І., Проголоєва В.О., Купрін О.С., Овчаренко В.Д., Ломіно М.С.
 Національний Науковий Центр "Харківський фізико-технічний інститут" НАН України

РОЗРОБКА ТА ВДОСКОНАЛЕННЯ СИНТЕЗУ ВУГЛЕЦЕВИХ НАНОТРУБОК МЕТОДОМ КАТАЛІТИЧНОЇ КОНВЕРСІЇ ПРИРОДНОГО ГАЗУ.
Вавриш А.С., Святенко О.М., Котов В.Г., Ховавко О.І., Небесний А. А., Ткач В.М.⁽¹⁾ 43
 Інститут газу НАН України,
⁽¹⁾Інститут надтвердих матеріалів НАН України

III. Використання водню

СИНТЕЗ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПРОТОНПРОВІДНИХ ОРГАНО-НЕОРГАНІЧНИХ СИСТЕМ ДЛЯ СТВОРЕННЯ МЕМБРАН З АЛЬТЕРНАТИВНИМ МЕХАНІЗМОМ ПРОВІДНОСТІ 44
Шевченко В.В., Клименко Н.С., Стрюцький О.В., Клепо В.В.
 Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України

РОЗРОБКА СПОСОБІВ ГЕТЕРОФАЗНОГО ЛЕГУВАННЯ ПРОТОНПРОВІДНИХ ПОЛІМЕРНИХ МЕМБРАН НАFION 117 ПРОТОНГЕНЕРУЮЧИМИ ТІО₂ СТРУКТУРАМИ
Г.М.Тельбіз, Е.В. Леоненко, В.Бортишевський⁽¹⁾, П.А.Манорик 45
 Інститут фізичної хімії ім. Л.В.Писаржевського НАН України,
⁽¹⁾Інститут біонеорганічної хімії та вуглехімії НАН України

СТВОРЕННЯ НОВИХ АЗОТВІСНИХ ВУГЛЕЦЕВИХ І ВУГЛЕЦЬКРЕМНЕЗЕМНИХ ПОРИСТИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ І НАКОПИЧЕННЯ ВОДНЮ 45a
Яремов П.С., Щербань Н.Д., Філоненко С.М., Ільїн В.Г.
 Інститут фізичної хімії ім. Л.В.Писаржевського НАН України

СИНТЕЗ ПЛІВОК ОКСИДУ ЦИРКОНІЮ, СТАБІЛІЗОВАНОГО КОМПЛЕКСНИМИ СКАНДІЄВІСНИМИ ДОБАВКАМИ 46
В'юнов О.І., Коваленко Л.Л., Солопан С.О., Янчевський О.З., Білоус А.Г.
 Інститут загальної та неорганічної хімії ім. В.І. Вернадського НАН України

ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ ВОДНЕВОТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ (ВТО) ПОРОШКІВ НІТРИДУ КРЕМНІЮ НА ЯКІСНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВИРОБІВ З НИХ. 47
Скороход В. В., Морозов І. А., Морозова Р. А., Кондрашов О. В.
 Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України

ДОСЛІДЖЕННЯ ШВИДКОСТІ ПРЯМОГО І ДЕСТРУКТИВНОГО ГІДРУВАННЯ ІНТЕРМЕТАЛІДІВ СИСТЕМ Ti-Cu, Ti-Ni І Ti-Co 48
Братаніч Т.І., Кучерявий О.В., Скороход В.В., Бредун Я.О.
 Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М.Францевича НАН України

ХАРАКТЕРИЗАЦІЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ЗРАЗКІВ АНОДУ. ВІДПРАЦЮВАННЯ ЕВ-PVD ЕЛЕКТРОЛІТУ ТА КАТОДУ.
Васильєв О.Д., Бродніковський Є.М., Бричевський М.М., Лисуненко Н.О., Підгурська В.Я.⁽¹⁾, Василів Б.Д.⁽¹⁾, Остап О.П.⁽¹⁾, Ушкалов Л.М., Бродніковський Д.М., Самелюк А.В., Головкова М.Є. 49
 Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М.Францевича НАН України,
⁽¹⁾Фізико-механічний інститут ім. Г.В.Карпенка НАН України

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ЛОКАЛЬНОГО НАВОДНЮВАННЯ СТАЛЕЙ В ОКОЛІ КОНЦЕНТРАТОРІВ НАПРУЖЕНЬ ТА ТРИЩИНОПОДІБНИХ ДЕФЕКТІВ 50
Дмитрах І.М., Стащук М.Г., Сиротюк А.М., Дорош М.І.
 Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України

ДОСЛІДЖУВАННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ МАГНІТНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НАНОСТРУКТУРНИХ АНІЗОТРОПНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАГНІТІВ З ЛЕГОВАНИХ СПЛАВІВ НА ОСНОВІ СПОЛУКИ $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ ВІД УМОВ ВИГОТОВЛЕННЯ ПОРОШКУ ТА ПАРАМЕТРІВ ФОРМУВАННЯ КОМПОЗИТІВ	51
<u>Булик І.І.</u> , Тросянчин А.М., Бурховецький В.В. ⁽¹⁾ Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України, ⁽¹⁾ Донецький фізико-технічний інститут ім. О.О. Галкіна НАН України	
ДОСЛІДЖЕННЯ ЕВОЛЮЦІЇ МІКРОСТРУКТУРИ ПОРОШКОВИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ ГІДРИДУ ЦИРКОНІЮ З ПОРОШКАМИ ЛЕГУВАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ПІД ДІЄЮ ТВЕРДОФАЗНОЇ ДИФУЗІЇ	52
Івасишин О.М., Саввакін Д.Г., Гуменяк М.М. Інститут металофізики ім. Г.В.Курдюмова НАН України	
РОЗРОБКА ОСНОВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ПК ТРУБЧАСТОГО ДИЗАЙНУ ТА МОДУЛЮ ДЛЯ ЇЇ ТЕСТУВАННЯ	53
<u>Глазунов Ф.І.</u> , Даніленко І.А., Константинова Т.Є, Прохоренко С.В., Волкова Г.К., Глазунова В.А. Донецький фізико-технічний інститут ім. О.О.Галкіна НАН України	
РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ТА РОЗРАХУНКИ ТЕРМОГАЗОДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК В ОСНОВНИХ ЕЛЕМЕНТАХ ВОДНЕВОЇ ЕНЕРГОУСТАНОВКИ. ОПТИМІЗАЦІЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ РОБОЧИХ ЛОПАТЕЙ ТА НАПРАВЛЯЮЧОГО АПАРАТУ ПРОТОЧНОЇ ЧАСТИНИ ВОДНЕВОЇ ВИСОКОМАНЕВРеноЇ ТУРБИНИ	54
Мацевитий Ю.М., Русанов А.В., Соловей В.В., <u>Кошельнік О.В.</u> Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України	
ДОСЛІДЖЕННЯ ЯВИЩА ТЕМПЕРАТУРНОГО ГІСТЕРЕЗИСУ З МЕТОЮ ВИЯВЛЕННЯ ЙОГО ВПЛИВУ НА ХАРАКТЕР ПРОТІКАННЯ ТЕПЛОМАСООБМІННИХ ПРОЦЕСІВ В МЕТАЛОГІДРИДНИХ УСТАНОВКАХ В НЕСТАЦІОНАРНИХ РЕЖИМАХ	55
Соловей В.В., Літвінов В.О., <u>Чорна Н.А.</u> Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України	
РОЗРОБКА МАКЕТНОГО ЗРАЗКА ПЛАЗМОХІМІЧНОЇ УСТАНОВКИ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕРМОХІМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ДЕСТРУКЦІЇ КАНЦЕРОГЕННИХ СПОЛУК.	56
Літвінов В.О., Каніло П.М., Соловей В.В., Шубенко О.Л. Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України	
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ АКТИВОВАНОГО ВОДНЮ НА ПРОНИКНІСТЬ ЗРАЗКІВ КЕРНІВ НАФТОВИХ, ГАЗОВИХ ТА МЕТАНОВИХ СВЕРДЛОВИН	57
<u>Кравченко О.В.</u> , Велігоцький Д.О., Симбірський О.В., Скоблик П.І. Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України	
РОЗРОБКА МЕМБРАНО-ЕЛЕКТРОДНИХ БЛОКІВ ПАЛИВНОЇ КОМІРКИ З ПРОТОНПРОВІДНИМИ-МЕМБРАНАМИ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЇХ ЕЛЕКТРИЧНИХ ТА ЕНЕРГЕТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК	58
<u>Пірський Ю.К.</u> , Огенько В.М., Лисюк ЛС., Тупчиенко О.С., Шаранда Л.Ф., Крупеннікова О.С. Інститут загальної та неорганічної хімії ім. В.І.Вернадського НАН України	
Авторський показчик	67

Авторський показчик

А
Андрущенко Д.І. 23,24

Б
Білан І.І. 25
Білоус А.Г. 46
Бортишевський В.А. 21, 45
Братаніч Т.І. 48
Бредун Я.О. 48
Бричевський М.М. 49
Бродніковський С.М. 49
Бродніковський Д.М. 49
Бредун Я.О. 49
Булик І.І. 51
Бурховецький В.В. 51

В
Вавриш А.С. 43
Василенко І.В. 17
Василів Б.Д. 49
Васильєв О.Д. 49
Вербовицький Ю.В. 39
Велігодський О.Д. 57
Волков С.В. 13
Волкова Г.К. 53
В'юнов О.І. 46

Г
Глазунова В.А. 53
Глазунов Ф.І. 53
Головкова М.Є. 49
Гончаренко С.Г. 13
Губарені Є.В. 20
Гудименко Т.В. 25
Гуменyak М.М. 52

Д
Даніленко І.А. 53
Данільцев Б.І. 13
Данько Д.Б. 23, 24
Денис Р.В. 39
Дехтяренко В.А. 41
Дмитрах І.М. 50
Добровольський В.Д. 36
Дубровін О.М. 21
Долгих Л.Ю. 17
Дорош М.І. 50
Дорофєєва В.М. 33
Дудник О.М. 26, 28, 29
Дульнева Т.Ю. 22

Є
Єршова О.Г. 36
Євдокимов П.Ю. 21
Єременко І.Л. 33

Ж
Жовтянський В.А. 26
Журба В.І. 42

З
Завалий І.Ю. 39

Загінайченко С.Ю. 34, 35
Золотаренко А.Д. 34, 35
Зенков В.С. 31
Золотарьова О.К. 26, 27

І
Іванченко В.Г. 41
Івасишин О.М. 52
Ігнатенко О.В. 38
Ільїн В.Г. 45a

К
Калішин Є.Ю. 16
Капран А.Ю. 19
Клепо В.В. 44
Клим Б.П. 40
Клименко Н.С. 44
Коваленко Л.Л. 46
Кіскін М.О. 33
Козін Л.Х. 13, 14
Колбасов Г.Я. 32
Колотілов С.В. 33
Каніло П.М. 56
Кондрашов О. В. 47
Константинова Т.Є. 53
Копилова Л.І. 35
Корж Р.В. 21
Котов В.Г. 43
Кошельник О.В. 54
Кошечко В.Г. 18
Кравченко О.В. 57
Кравчук Д.М. 32
Крупеннікова О.С. 58
Кудря С.О. 30
Кузнєцов М.П. 30
Купрін О.С. 42
Курилець Я.П. 20
Куриль Я.І. 18
Кучерук Д.Д. 22
Кучерявий О.В. 48
Куций А.В. 14

Л
Левіна Д.А. 25
Леоненко Е.В. 45
Лісогор Н.М. 14
Літвінов В.О. 55, 56
Лисуненко Н.О. 49
Лисюк ЛС. 58
Ломіно М.С. 42

М
Манорик П.А. 45
Манілевич Ф.Д. 14
Матисіна З.А. 34
Мацевитий Ю.М. 54
Мішура А.М. 18
Морозов О.М. 42
Морозов Ю.П. 30, 47
Морозова Р.О. 47

Н

Небесний А.А.	43	Скороход В.В.	47, 48
Неклюдов І.М.	42	Слободянюк І.О.	32,
Новоторцев В.М.	33	Соловійов С.О.	20
О		Соловей В.В.	54, 55, 56
Овчаренко В.Д.	42	Солонін Ю. М.	23,24,32,36,37
Огенко В.М.	58	Солопан С.О.	46
Окунь І.Ю.	23	Сподарик М.І.	37
Орлик С.М.	19	Сташук М.Г.	50
Остапенко С.О.	31	Столярчук І.Л.	17
Осташ О.П.	49	Стрижак П.Є.	17
П		Стрюцький О.В	44
Пальцевич А.П.	38	Т	
Пасічний В.В.	31	Таширева Г.О.	15
Підгурська В.Я.	49	Таширев О.Б.	15
Пірський Ю.К.,	58	Тельбіз Г.М.	45
Подорванов В.В.	26	Тітов В.Є.	18
Поліщук О.В.	27	Ткач В.М.	43
Полунін Р.А.	33	Трипольський А.І.	16
Походня І.К.,	38	Трепядько Д.О.	21
Походенко В.Д.	18	Тростянчин А.М.	51
Почапський Є.П	40	Тупчиєнко О.С.	58
Проголаєва В.О.	42	У	
Прохоренко С.В.	53	Ушкалов Л.М.	49
Притула І.Р.	15	Уставицька О.О.	18
Прядко Т.В.	41	Ф	
Пятницький Ю.І.	17	Філоненко С.М.	45а
Р		Х	
Рогозинська А.О.	31	Ховавко О.І.	43
Рогозинський А.А.	31	Хомко Т.В.	37
Русанов А.В.	54	Ч	
Русецький І. А.	32	Чернишев Л.І.	25
Рябов О.Б.		Чорна Н.А.	55
С		Ш	
Саввакін Д.Г.	52	Шапошникова Т.І.	34
Савенко О.Ф.	35	Шаранда Л.Ф.	58
Самелюк А.В.	49	Шевченко В.В.	44
Сацька Ю.А.	33	Шлапак А.М.	23,24
Святенко О.М.	43	Штендер В.В.	39
Святогор А.В.	13	Шубенко О.Л.	56
Сергієнко О.М.	40	Щ	
Силенко П.М	23, 24	Щербакова Л. Г.	32,37
Симбірський О.В.	57	Щербань Н.Д.	45а
Синюк В.С.,	38	Щур Д.В.	34, 35
Сиротюк А.М.	50	Я	
Сімакович О.Г.	40	Янчевський О.З.	46
Соколовська І.С.	28, 29	Якимович М.В	26
Скальський В.Р.	40	Яремов П.С.	45а
Скоблик П.І.	57		

**ЦІЛЬОВА КОМПЛЕКСНА ПРОГРАМА (ЦКП)
НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ НАН УКРАЇНИ**

***«Водень в альтернативній
енергетиці та новітніх технологіях***

НАУКОВА ЗВІТНА СЕСІЯ

Тези доповідей та програма сесії

Редактор Л.І.Чернишев
Коректор Л.О.Ковальова
Комп'ютерне верстання Т.В.Гудименко

Підп. до друку 25.11.2013. Формат 70х108/16. Пап. офс. Друк офс.
Учб.-вид.л.13. Тираж. 80. Замовлення 580

Інститут проблем матеріалознавства
ім. І.М.Францевича НАН України
03680, Київ-142, вул. Кржижановського, 3

Дільниця оперативної поліграфії
ім. І.М.Францевича НАН України
03680, Київ-142, вул. Кржижановського, 3