

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ

***ЦІЛЬОВА КОМПЛЕКСНА
ПРОГРАМА НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ***



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

НАУКОВА ЗВІТНА СЕСІЯ



Тези доповідей та програма сесії

13 ГРУДНЯ 2012року

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.**

Члени комітету

І.І. Білан, к.ф.-м.н.;

О.Г. Єршова,

секретар робочої групи, к.т.н.;

Л.І. Чернишев, к.т.н.;

Т.В.Гудименко, гол.програм.;

Л.О. Ковальова

В.І. Семенцов.

ПРОГРАМА

РЕГЛАМЕНТ РОБОТИ

ЧЕТВЕР, 13 ГРУДНЯ 2012Р.

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.

10.15–11.45 Засідання секції I. Отримання водню. Дискусія.

11.45–12.00 Кофе-брейк

12.00–13.15 Засідання секції II. Зберігання водню. Дискусія.

13.15–14.00 Обід

14.00–15.30 Засідання секції III. Використання водню. Дискусія.

15.30-16.00 ***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

ЧЕТВЕР, 13 ГРУДНЯ 2012Р.

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.

10.15–11.45 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)

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., Гончаренко С.Г., Данільцев Б.І., Святогор А.В.

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

15 хвилин

РОЗРОБКА ОПТИЧНИХ МЕТОДІВ ДІАГНОСТИКИ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ПЛАЗМОПАРОВОЇ КОНВЕРСІЇ ПАЛИВ

Жовтянський В.А.

Інститут газу НАН України

15 хвилин

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ КОНВЕРСІЇ ЛЕТУЧИХ БІОМАСИ ТА ОРГАНІЧНИХ ВІДХОДІВ В СИНТЕЗ-ГАЗ ТА ВОДЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ КАТАЛІТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ РОЗКЛАДАННЯ ВУГЛЕВОДНІВ

Дудник О.М., Соколовська І.С.

Інститут вугільних енерготехнологій НАН України

15 хвилин

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ЗМЕНШЕННЯ ЗОЛЬНОСТІ ВУГІЛЛЯ З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ ЙОГО РЕАКЦІЙНОЇ ЗДАТНОСТІ. ПРОВЕДЕННЯ ПАРОВОЇ ГАЗИФІКАЦІЇ ВУГІЛЛЯ З РІЗНИМ ВМІСТОМ ЗОЛИ ЗА НИЗЬКИХ СПІВВІДНОШЕНЬ ВОДЯНА ПАРА/ВУГІЛЛЯ. ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ ВМІСТУ ЗОЛИ НА ПРОЦЕС ПАРОВОЇ КОНВЕРСІЇ УКРАЇНСЬКИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КАМ'ЯНИХ ТА БУРИХ ВИДІВ ВУГІЛЛЯ

Дудник О.М., Соколовська І.С.

Інститут вугільних енерготехнологій НАН України

15 хвилин

РОЗРОБЛЕННЯ КАТАЛІЗАТОРІВ КОНВЕРСІЇ «ЛЕТЮЧИХ» ТВЕРДОЇ ВІДНОВЛЮВАНОЇ СИРОВИНИ

Трипольський А.І., Калішин Є.Ю.

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

15 хвилин

РОЗРОБКА ДЕШЕВОГО, ЕФЕКТИВНОГО ТА ШВИДКОГО СПОСОБУ НАРОЩУВАННЯ ТА ЗБЕРІГАННЯ У ПРОМИСЛОВИХ ОБ'ЄМАХ БІОМАСИ ЖИВИХ МІКРООРГАНІЗМІВ-ПРОДУЦЕНТІВ Н₂

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

Інститут мікробіології і вірусології НАН України

15 хвилин

Дискусія

12.00–13.15

ЗАСІДАННЯ СЕКЦІЇ П. ЗБЕРІГАННЯ ВОДНЮ.

Головуючі:

Завалій І.Ю. (Фізико-механічний інститут НАН України)

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

**МЕХАНОХІМІЧНИЙ СИНТЕЗ НОВИХ ІНТЕРМЕТАЛІЧНИХ СПОЛУК ТА
КОМПЛЕКСНИХ ГІДРИДІВ ЯК ЕФЕКТИВНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ
АКУМУЛЮВАННЯ ВОДНЮ**

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

Фізико-механічний інститут НАН України

15 хвилин

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВИХІДНОЇ СТРУКТУРИ ТА ФАЗОВОГО СКЛАДУ НА
МЕХАНІЗМ І КІНЕТИКУ ПРОЦЕСІВ СОРБЦІЯ - ДЕСОРБЦІЯ ЛИТИХ СПЛАВІВ
СИСТЕМИ Ti-Fe-Mn ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ НАЯВНОСТІ ПЕРВИННИХ КРИСТАЛІВ
ІНТЕРМЕТАЛІДІВ НА ХАРАКТЕР ПРОЦЕСУ ГІДРУВАННЯ**

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

Інститут металофізики ім. Г.В.Курдюмова НАН України

15 хвилин

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

Неклюдов І.М., Морозов О.М., Куліш В.Г., Журба В.І., Колодій І.В.,

Ломіно М.С., Купрін О.С., Овчаренко В.Д., Проколаєва В.О.

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

15 хвилин

**Створення нових борвмісних вуглецевих пористих матеріалів для
зберігання і накопичення водню**

Яремов П.С., Щербань Н.Д., Ільїн В.Г.

Інститут фізичної хімії ім. Л.В.Писаржевського

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

Дискусія

14.00–15.30 **ЗАСІДАННЯ СЕКЦІЇ ІІІ.**
ВИКОРИСТАННЯ ВОДНЮ

Головуючі:

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

Білоус А.Г. (Інститут загальної та неорганічної хімії ім. В.І. Вернадського НАН України)

ЕЛЕКТРОЛІТНІ ТА ЕЛЕКТРОДНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОЇ (600°C) ПАЛИВНОЇ КОМІРКИ НА ОСНОВІ ОКСИДУ ЦИРКОНІЮ, СТАБІЛІЗОВАНОГО КОМПЛЕКСНИМИ СКАНДІЄВМІСНИМИ ДОБАВКАМИ

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

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

15 хвилин

СИНТЕЗ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПРОТОНОПРОВІДНИХ ОРГАНО-НЕОРГАНІЧНИХ СИСТЕМ ДЛЯ СТВОРЕННЯ МЕМБРАН З ПРОТОННОЮ ПРОВІДНІСТЮ В УМОВАХ КОНТРОЛЬОВАНОЇ ЗВОЛОЖЕНОСТІ

Шевченко В.В., Клименко Н.С., Стрюцкий О.В.

Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України

15 хвилин

ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРНИХ І ХІМІЧНИХ ЗМІН АНОДУ ПІД ЧАС ЙОГО ВИГОТОВЛЕННЯ З ПОРОШКІВ NiO І ZrO₂ І НАСТУПНОГО ВІДНОВЛЕННЯ Ni В ЙОГО СТРУКТУРІ

Васильєв О.Д., Бродніковський Є.М., Подгурська В.Я.⁽¹⁾, Василів Б.Д.⁽¹⁾, Andrzejczuk M.⁽²⁾, Ушкалов Л.М., Бродніковський Д.М., Самелюк А.В., Головкова М.Є., Остап О.П.⁽¹⁾, Lewandowska M.⁽²⁾, K. J. Kurzydłowski⁽²⁾

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

⁽¹⁾Фізико-механічний інститут ім. Г.В.Карпенка НАН України,

⁽²⁾ Warsaw University of Technology

15 хвилин

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЗМУ КОМПАКТУВАННЯ ГІДРИДУ ЦИРКОНІЮ ТА ПОРОШКОВИХ СУМІШЕЙ НА ЙОГО ОСНОВІ З ДОБАВКАМИ ГІДРИДУ ТИТАНУ І ЛЕГУВАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

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

Інститут металофізики ім. Г.В.Курдюмова НАН України

15 хвилин

ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕТИКИ ТА ТЕПЛОМАСООБМІНУ В ПРОЦЕСАХ УТВОРЮВАННЯ ВОДНЮ ПРИ РЕАКЦІЯХ ГРР З ВОДОЮ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ВИХІДНИХ ТИСКІВ ДО 60 МПа, ТЕМПЕРАТУР ТА ВЛАСТИВОСТЕЙ ХІМІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА, В ЯКОМУ ЗДІЙСНЮЄТЬСЯ ПРОЦЕС ГІДРОЛІЗУ

Кравченко О.В., Велігоцький Д.О., Сімбірський О.В., Прощицька Л.В.

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

15 хвилин

ДОСЛІДЖУВАННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ РОЗМІРІВ КРИСТАЛІТІВ, ПАРАМЕТРА ТЕКСТУРИ ТА МАГНЕТНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОРОШКІВ ЛЕГОВАНИХ СПЛАВІВ НА ОСНОВІ СПОЛУКИ Nd₂Fe₁₄B ВІД ПАРАМЕТРІВ ВОДНЕВОГО ОБРОБЛЕННЯ

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

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

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

15 хвилин

Дискусія

15.30-16.00

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.

ЧЕТВЕР, 13 ГРУДНЯ 2012Р.

ПОСТЕРНА СЕСІЯ

(Доповіді експонуються 10⁰⁰-16⁰⁰)

РОЗРОБКА МЕТОДІВ ЕЛЕКТРОХІМІЧНОГО МОДИФІКУВАННЯ ПОВЕРХНІ СТАЛІ ТА НІКЕЛЮ ВАНАДІЄМ, НІОБІЄМ І ТАНТАЛОМ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ КАТОДНОГО ВИДІЛЕННЯ ВОДНЮ ТА АНОДНОГО ВИДІЛЕННЯ КИСНЮ НА МОДИФІКОВАНИХ ЕЛЕКТРОДАХ З ЛУЖНОГО РОЗЧИНУ

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

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

ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КАТАЛІЗАТОРІВ ТА АНАЛІЗ ЇХ ЗВ'ЯЗКУ З КАТАЛІТИЧНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ ЗРАЗКІВ В ПРОЦЕСІ ПАРОВОГО РИФОРМІНГУ БІОЕТАНОЛУ

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

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

ДОСЛІДЖЕННЯ НАНОКОМПОЗИЦІЙНИХ ЕЛЕКТРОДІВ ТА ЕЛЕКТРОКАТАЛІЗАТОРІВ В ПРОЦЕСАХ ВИДІЛЕННЯ ВОДНЮ, ВІДНОВЛЕННЯ КИСНЮ ТА ЕЛЕКТРОХІМІЧНОЇ КОНВЕРСІЇ ДІОКСИДУ ВУГЛЕЦЮ

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

ОКИСНЮВАЛЬНИЙ РИФОРМІНГ МЕТАНОЛУ НА Zn(Zr)-Cr-Cu-ОКСИДНИХ СТРУКТУРОВАНІХ КАТАЛІЗАТОРАХ

Капран А.Ю., Орлик С.М.

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

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

ВПЛИВ ОРЗЕ НА АКТИВНІСТЬ СТРУКТУРОВАНІХ Ni-AL₂O₃/КОРДІЄРИТ КАТАЛІЗАТОРІВ В ПРОЦЕСІ ПАРО-КИСНЕВОГО РИФОРМІНГУ ПРОПАНУ

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

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

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВНОЇ ТА ПРОТОННОЇ ПРОВІДНОСТІ ТЕРМОСТІЙКИХ ПОЛІМЕРІВ РІЗНОЇ ПРИРОДИ В ДІАПАЗОНІ ТЕМПЕРАТУРИ 200–450 С

Бортишевський В.А., Корж Р.В.

Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії НАН України

ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ПРОЦЕСІВ ОТРИМАННЯ ВОДНЮ ПРИ ОЧИЩЕННІ ПРИРОДНИХ ВОД ФОТОКАТАЛІТИЧНИМ ТА ЕЛЕКТРОМЕМБРАННИМ МЕТОДАМИ

Кучерук Д.Д., Дульнева Т.Ю., Приходько Р.В.

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

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НАНОСТРУКТУРУВАННЯ ПОВЕРХНІ TiO₂ ПЛІВОК НА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ ФОТОЕЛЕКТРОХІМІЧНОЇ КОМІРКИ

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

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

ХРОМАТИЧНА РЕГУЛЯЦІЯ КУЛЬТИВУВАННЯ МІКРОВОДОРОСТЕЙ І ОПРАЦЮВАННЯ РЕЖИМІВ ВПЛИВУ СПЕКТРАЛЬНОГО СКЛАДУ СВІТЛА НА УТВОРЕННЯ ВОДНЮ МІКРОВОДОРОСТЯМИ

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

Інститут ботаніки ім. М.Г.Холодного НАН України

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ СУМІСНОЇ РОБОТИ ВІТРОУСТАНОВОК І ЕЛЕКТРОЛІЗЕРІВ, ЯКІ ЗАБЕЗПЕЧУЮТЬ ОПТИМІЗАЦІЮ ЦЬОЇ СИСТЕМИ ПРИ ОТРИМАННІ ВОДНЮ

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

Інститут відновлюваної енергетики НАН України

РОЗРОБКА ОСНОВ КОМБІНОВАНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ОТРИМАННЯ ВОДНЮ МЕТАЛПАРОВИМ МЕТОДОМ ТА СИНТЕЗУ ОКСИДІВ ВОЛЬФРАМУ ШЛЯХОМ ПЕРЕРОБКИ ПРОМИСЛОВИХ ВІДХОДІВ З ВИКОРИСТАННЯМ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

Пасічний В.В., Зенков В.С.

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

ВПЛИВ МОДИФІКУВАННЯ ФОТОАНОДІВ НА ОСНОВІ ПОЛІКРИСТАЛІЧНИХ ПЛІВОК ХАЛЬКОГЕНІДІВ КАДМІО ТА ТИПУ ІОН-ПРОВІДНОЇ МЕМБРАНИ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОЦЕСІВ ВИДІЛЕННЯ ВОДНЮ

Слободянюк І.О., Русецький І.А., Колбасов Г.Я., Білоус А.Г.,

Кобилянська С.Д.

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

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

Лампека Я.Д., Цимбал Л.В., Гавриш С.П., Гуртовий Р.І.

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

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ДЕСОРБЦІЇ ВОДНЮ З ГІДРОФУЛЛЕРИТІВ C₆₀H_x

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

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

ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СПЛАВІВ АВ₅ ТИПУ ТА ЇХ ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ

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

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

СИНТЕЗ ГІДРИДОУТВОРЮЮЧИХ МЕХАНІЧНИХ СПЛАВІВ СИСТЕМИ Mg-Al-Ti-Fe-H ТА ВИЗНАЧЕННЯ КОМПЛЕКСУ ЇХ ОСНОВНИХ ХАРАКТЕРИСТИК

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

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

ВИВЧЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ПОВЕДІНКИ ПРОЦЕСУ ЗАРЯДУ І РОЗРЯДУ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД СТРУКТУРИ ВОДЕНЬСОРБУЮЧИХ СПЛАВІВ ТА СКЛАДУ КОМПЗИТІВ НА ЇХ ОСНОВІ

ВПЛИВ МОДИФІКУВАННЯ ФОТОАНОДІВ НА ОСНОВІ ПОЛІКРИСТАЛІЧНИХ ПЛІВОК ХАЛЬКОГЕНІДІВ КАДМІО ТА ТИПУ ІОН-ПРОВІДНОЇ МЕМБРАНИ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОЦЕСІВ АКУМУЛЮВАННЯ ВОДНЮ

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

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

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

ВИВЧЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ПОВЕДЕНКИ ПРОЦЕСУ ЗАРЯДУ І РОЗРЯДУ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД СТРУКТУРИ ВОДЕНЬСОРБУЮЧИХ СПЛАВІВ ТА СКЛАДУ КОМПОЗИТИВ НА ЇХ ОСНОВІ

Щербакова Л.Г., Сподарик М.І., Солонін Ю.М., Кравчук Д.М.
Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України

РОЗВИТОК МОДЕЛІ ІВХТ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ КОНСТРУКЦІЙНИХ СТАЛЕЙ НА БАЗІ СУЧАСНИХ УЯВЛЕНЬ МЕТАЛОФІЗИКИ ПРО МЕХАНІЧНУ СТАБІЛЬНІСТЬ І ГРАНИЧНУ МІЦНІСТЬ МЕТАЛІВ ТА СПЛАВІВ В КОНСТРУКЦІЯХ

Походня І.К., Синюк В.С., Ігнатенко О.В., Пальцевич А.П., Степанюк С.М.
Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України

РОЗРОБЛЕННЯ МЕТОДОЛОГІЧНИХ ЗАСАД І ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ВПЛИВУ ВОДНЮ ТА ІНШИХ ЧИННИКІВ ДЕГРАДУВАННЯ ФЕРОМАГНЕТИКІВ НА ГЕНЕРУВАННЯ МАГНЕТОПРУЖНОЇ АКУСТИЧНОЇ ЕМІСІЇ

Скальський В.Р., Сергієнко О.М., Рудавський Д.В., Клим Б.П.
Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України

ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ЗАСАДИ ПРОЦЕСІВ ОДЕРЖАННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ВУГЛЕЦЕВИХ ВОДНЕСОРБЦІЙНИХ НАНОМАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ВОДНЕВОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

Бондаренко Б.І., Марчук Ю.В., Пращеннік Ю.Г., Ховавко О.І., Святенко О.М., Кожан О.П., Стратівнов Є.В., Котов В.Г., Небесний А.А.

Інститут газу НАН України

ВПЛИВ УМОВ КАРБОНІЗАЦІЇ САХАРОЗИ І АКТИВАЦІЇ ВУГЛЕЦЕВИХ МАТЕРІАЛІВ НА ЇХ СТРУКТУРНО-СОБЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ І ПОГЛИНАННЯ ВОДНЮ ОДЕРЖАННЯ НАНОРОЗМІРНИХ КОМПОЗИТИВ НА ОСНОВІ МЕЗОПОРИСТОГО ДІОКСИДУ ТИТАНУ ТА НАНОПОРИСТИХ БОРВМІСНИХ ВУГЛЕЦЕВИХ МАТЕРІАЛІВ, ДОСЛІДЖЕННЯ ЇХ ГІДРОФОБНО-ГІДРОФІЛЬНИХ ТА СТРУКТУРНО-СОБЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ

Тельбіз Г.М., Бортишевський В.А.⁽¹⁾, В.Г., Манорик П.А.
Інститут фізичної хімії ім. Л.В.Писаржевського НАН України
⁽¹⁾Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії

ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ ВОДНЕВО-ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ ПОРОШКІВ НІТРИДУ АЛЮМІНІЮ НА ЯКІСНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВИРОБІВ З НИХ

Скороход В.В., Морозов І.А., Морозова Р.О., Кондрашов О.В.
Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України

ВСТАНОВЛЕННЯ СТРУКТУРНО – ФАЗОВОГО МЕХАНІЗМУ РЕАКЦІЇ ДЕСТРУКТИВНОГО ГІДРУВАННЯ ТИТАНВМІСНИХ ІНТЕРМЕТАЛІДІВ

Братаніч Т.І., Кучерявий О.В.
Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України

ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ВСТАНОВЛЕННЯ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКУ МІЖ КОНЦЕНТРАЦІЄЮ ВОДНЮ У МЕТАЛІ І ПРИКЛАДЕНИМ НАПРУЖЕННЯМ У РІЗНИХ УМОВАХ НАВОДНЮВАННЯ

Дмитрах І.М., Сиротюк А.М., Лещак Р.Л., Лутицький О.Л.
Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України

І СТВОРЕННЯ БАГАТОШАРОВОЇ ЗБІРКИ КОМПОНЕНТІВ ПАЛИВНОЇ КОМІРКИ, РОЗРОБКА МЕТОДІВ ФОРМУВАННЯ ТА СПІКАННЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ

Константінова Т.Е., Даніленко І.А., Глазунов Ф.І., Бурховецький В.В., Акхозов Л.А., Глазунова В.А., Волкова Г.К.
Донецький фізико-технічний інститут ім. О.О. Галкіна НАН України

РОЗРОБКА ТА АНАЛІЗ СХЕМ ВИСОКОМАНЕВРОВИХ ЕНЕРГОУСТАНОВОК ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ЕНЕРГОПЕРЕТВОРЮЮЧОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ГЕНЕРАЦІЇ ПІКОВОЇ ПОТУЖНОСТІ. ВИБІР ТИПУ ТА РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ЛОПАТКОВОГО АПАРАТУ ВОДНЕВОГО ТУРБОАГРЕГАТУ

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

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

РОЗРОБКА ТЕРМОДИНАМІЧНИХ ЦИКЛІВ ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ВОДНЮ ЯК РОБОЧОГО ТІЛА В ЗАМКНУТИХ СХЕМАХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК

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

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

ВІДПРАЦЮВАННЯ СХЕМИ СИСТЕМИ ЖИВЛЕННЯ ВОДНЕМ ПЛАЗМОХІМІЧНОЇ УСТАНОВКИ ТА РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ДІАГНОСТИКИ ПРОДУКТІВ КОНВЕРСІЇ КАНЦЕРОГЕННИХ СПОЛУК

Івановський О.І., Каніло П.М., Соловей В.В., Шубенко О.Л.

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

СИНТЕЗ НОВІТНІХ ЕЛЕКТРОКАТАЛІЗАТОРІВ ОКИСНЕННЯ ВОДНЮ І ЕЛЕКТРОВІДНОВЛЕННЯ КИСНЮ З ВИСОКИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ НА ОСНОВІ ГІБРИДНИХ МЕТАЛО-ВМІСНИХ КРЕМНЕЗЕМ-ВУГЛЕЦЕВИХ НАНОСТРУКТУР ТА СТВОРЕННЯ ДОСЛІДНОГО МАКЕТУ ВОДНЕВО-КИСНЕВОГО ПАЛИВНОГО ЕЛЕМЕНТУ

Пірський Ю.К., Огенко В.М., Лисюк Л.С., Гайдин О.В., 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., Гончаренко С.Г., Данільцев Б.І., Святогор А.В.

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

Наявність таких зручних енергоносіїв як нафта, природний газ сприяло стрімкому розвитку промисловості в світі, що привело до величезного стрибка виробничих сил в базових галузях, споживаючих все більшу кількість енергоресурсів. Видобуток нафти і газу (запаси яких кінцеві) досяг надзвичайно великих масштабів, що призвело до появи нафтових криз, що супроводжуються стрибком цін на нафту і нафтопродукти, а також до забруднення навколишнього середовища оксидами вуглецю, сірки, азоту, оксидами важких металів, при спалюванні вуглеводнів. Вирішення даних проблем вимагає необхідності використання відновлювальних джерел енергії. Якнайкращий метод вирішення цих проблем полягає в широкому використанні водню – по суті єдиного екологічно чистого енергоносія, тобто в переході до водневої енергетики (ВЕ). Однак, в даний час основна проблема розвитку водневої енергетики пов'язана з труднощами зберігання та транспортування водню, оскільки використані в промисловості методи отримання водню (конверсія природного газу та парова конверсія природного вугілля) не забезпечують компактного зберігання та транспортування водню, до того або іншого споживача. А отримання водню електролізом є доволі затратним і малопродуктивним методом. В зв'язку з цим нами розробляються нові способи одержання водню з води за допомогою енергоаккумуляційних речовин (ЕАР), які можна багаторазово окиснювати та відновлювати, тобто використовувати як робоче тіло при отриманні водню.

Зразки сплавів активованого цинку (системи Zn-Pb-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 (p_i). Відновлення продуктів окислення ЕАР водою проводили карботермічним методом в атмосфері аргону на протязі 2-4 год. в інтервалі температур 750–975 °С.

Волюмометричним методом при високих тисках досліджено кінетику і встановлено механізм взаємодії трьохкомпонентного (Zn-Pb-Bi) сплаву з вмістом свинцю 3 мас. % та вісмуту 3 мас. % з водою з виділенням водню в інтервалі температур 200–325 °С. Встановлено, що константи швидкості взаємодії розробленого сплаву з водою при 200; 225; 250; 275; 300 та 325 °С відповідно рівні 0.007; 0.019; 0.046; 0.101; 0.274 та 0.517 хв⁻¹. Встановлено швидкості виділення водню при взаємодії сплаву (Zn-Pb-Bi) з водою в інтервалі температур 200–325 °С. На рис. 1 показана залежність швидкості виділення водню даним сплавом, з якого видно, що максимальна швидкість виділення водню при 200; 225; 250; 275; 300 та 325 °С відповідно становить 21; 53; 87; 121; 162 та 266 лН₂/хв. З температурної залежності констант швидкості взаємодії сплаву з водою з виділенням водню визначена енергія активації, яка відповідно рівна 83.3 кДж/моль.

Дослідження по відновленню продуктів взаємодії ЕАР на основі цинку показали, що практично повне відновлення оксиду цинку відбувається при 950 °С.

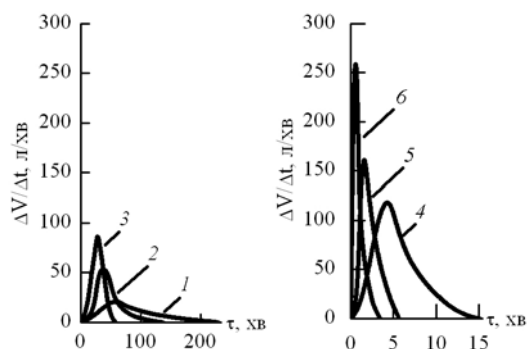


Рис. 1. Залежність швидкості виділення водню від часу при взаємодії з водою цинку, активованого свинцем 3.0% мас та вісмутом 3.0% мас. при температурах: 1 – 200; 2 – 225; 3 – 250; 4 – 275; 5 – 300; 6 – 325 °С.

РОЗРОБКА МЕТОДІВ ЕЛЕКТРОХІМІЧНОГО МОДИФІКУВАННЯ ПОВЕРХНІ СТАЛІ ТА НІКЕЛЮ ВАНАДІЄМ, НІОБІЄМ І ТАНТАЛОМ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ КАТОДНОГО ВИДІЛЕННЯ ВОДНЮ ТА АНОДНОГО ВИДІЛЕННЯ КИСНЮ НА МОДИФІКОВАНИХ ЕЛЕКТРОДАХ З ЛУЖНОГО РОЗЧИНУ

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

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

Метою даної роботи було створення поверхнево модифікованих сталевих (X18H10T) та нікелевих електродів з низькою перенапругою катодного виділення на них водню та анодного виділення кисню при електролізі лужного розчину. Для модифікування поверхні електродів запропоновано електрохімічно осаджувати на неї тонкі нікелеві покриття з сульфатно-хлоридного електроліту, в якому створена суспензія подрібнених оксидів ванадію, ніобію або танталу. Передбачалось, що під час формування електрохімічного нікелевого осаду в нього будуть включатися частки оксидів, в результаті чого будуть одержані електроди, поверхнево модифіковані відповідними композиційними покриттями. Враховуючи те, що оксиди ванадію, ніобію і танталу в незначній кількості розчиняються в розчині електроліту, не можна виключити часткового відновлення ванадію, ніобію і танталу і включення їх в катодні осади в результаті сплавоутворення з нікелем, що виділяється.

Порошок пентаоксиду ванадію одержали шляхом термічного розкладання метаванадату амонію NH_4VO_3 при температурі 500°C протягом 2 год. за реакцією $2\text{NH}_4\text{VO}_3 = \text{V}_2\text{O}_5 + 2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$. Для отримання порошків пентаоксидів ніобію і танталу використали їх пентахлориди, які гідролізували за реакцією $2\text{MeCl}_5 + 5\text{H}_2\text{O} = \text{Me}_2\text{O}_5 + 10\text{HCl}$, де Me – Nb або Ta. Після висушування в сушильній шафі одержані порошки ретельно подрібнили в агатовій ступці.

Для осадження композиційних нікелевих покриттів в нікелевий електроліт добавили подрібнені порошки оксидів в кількості 5 г/л. Під час електролізу електроліт перемішували за допомогою магнітної мішалки, при цьому дисперсна фаза рівномірно розподілялась по об'єму електроліту. Випробували густини струму $20\text{-}200 \text{ mA/cm}^2$ при тривалості електролізу 1-30 хв. і температурі електроліту $50\text{-}60^\circ\text{C}$. Модифіковані поверхні електродів дослідили за допомогою скануючого електронного мікроскопа Jeol JCM-5000 (NeoScope), рентгено-флуорисцентного спектрометра ElvaX Light SDD та рентгенівського дифрактометра ДРОН - УМ1. Встановили, що модифіковані електроди мають розвинену поверхню, морфологія якої залежить від густини струму осадження покриття. Розміри окремих поверхневих утворень, виміряні при збільшенні у 30000 разів, складають $0.15\text{-}2.5 \text{ мкм}$, однак поверхня таких утворень також є розвиненою. За даними рентгено-флуорисцентного аналізу найбільший вміст легуючих елементів (V, Nb, Ta) одержано в нікелевих покриттях, осаджених при густині струму $20\text{-}30 \text{ mA/cm}^2$ ($C_V = 1.25 \%$, $C_{\text{Nb}} = 0.44 \%$, $C_{\text{Ta}} = 2.642 \%$).

Порівняльні дослідження закономірностей катодного виділення водню та анодного виділення кисню з 30 % розчину КОН ($25\text{-}75^\circ\text{C}$) на електродах, поверхнево модифікованих композиційними нікелевими покриттями та нікелевим покриттям без включень, виконали за допомогою методу поляризаційних кривих та циклічної вольтамперометрії. Встановили, що на електродах, покритих нікелем з електроліту, що містив оксиди V, Nb або Ta, виділення водню відбувалось при менш негативних, а виділення кисню при менш позитивних потенціалах, ніж на електродах, покритих нікелем із електроліту без добавок оксидів. Найбільший деполаризуючий ефект на виділення водню ($\Delta E = 170 \text{ мВ}$ при 100 mA/cm^2 і 25°C) досягнуто на електродах, поверхнево модифікованих ванадійвмісним нікелевим покриттям. Про каталітичну дію такого покриття свідчить також зменшення нахилу тафелевих ділянок поляризаційних кривих виділення водню від 172 мВ до 109 мВ (25°C) при переході від електродів, покритих нікелем, до електродів, покритих цим покриттям.

Анодне виділення кисню при найменшій поляризації відбувалось на електродах, модифікованих танталвмісним нікелевим покриттям. Різниця в потенціалах виділення кисню на електродах з таким покриттям і на електродах, покритих нікелем без включень, склала 98 мВ при 100 mA/cm^2 і 25°C . Тафелевий кутовий коефіцієнт поляризаційних кривих виділення кисню зменшився від 75 мВ до 52 мВ (25°C) при заміні нікелевого покриття без включень на танталвмісне нікелеве покриття.

РОЗРОБКА ДЕШЕВОГО, ЕФЕКТИВНОГО ТА ШВИДКОГО СПОСОБУ НАРОЩУВАННЯ ТА ЗБЕРІГАННЯ У ПРОМИСЛОВИХ ОБ'ЄМАХ БІОМАСИ ЖИВИХ МІКРООРГАНІЗМІВ-ПРОДУЦЕНТІВ Н₂

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

Інститут мікробіології і вірусології НАНУ, 03680, м Київ, вул. Заболотного, 154,
anna tach@ukr.net

На основі селекціонованих асоціацій споруутворюючих мікроорганізмів ґрунтів, пташиного посліду та збродженого осаду метантенку розроблені модифікації гранульованого мікробного препарату для утилізації широкого спектру твердих органічних відходів та мікробного синтезу Н₂. Препарат являє собою сухі гранули, що містять спори водень-синтезуючих мікроорганізмів, адаптованих до ефективного зброджування органічних відходів, джерела вуглецю та енергії (що необхідні для швидкої активації мікробної асоціації), збалансовану композицію макро- та мікроелементів, а також регулятори мікробного метаболізму. Регулятори мікробного метаболізму необхідні для багатократного прискорення мікробної деструкції відходів та ефективного синтезу молекулярного водню. Діюча основа – споруутворюючі водень-синтезуючі мікроорганізми забезпечують наступні унікальні властивості препарату:

- здатність до одночасного зброджування широкого спектру органічних сполук (полімери тваринного та рослинного походження);
- висока активність метаболізму та відповідно – швидке споживання субстратів та потужний синтез Н₂;
- стабільність функціонування мікробної асоціації - забезпечення домінування споруутворюючих продуцентів водню представниками *Bacillus* та *Clostridium* за рахунок термостабільності їх ендогенних спор;
- «технологічна універсальність» цих продуцентів водню за рахунок стійкості їх спор до тривалого висушування та інших несприятливих факторів;
- можливість швидкої активації бацилярно-кlostридіальних мікробних угруповань (внесення гранул у воду);
- поєднання у спорових асоціаціях мікроорганізмів технологічної ефективності та ефективності продукування молекулярного водню при зброджуванні широкого спектру органічних відходів;
- перспективність використання асоціацій спорових мікроорганізмів в універсальних біотехнологіях одночасного знешкодження екологічно небезпечних відходів та отримання водню як енергоносія.

Розроблені оптимальні режими нарощування та іммобілізації мікробної біомаси, режим висушування препарату (збереження максимальної кількості мікроорганізмів-продуцентів Н₂). Субстратом для найбільш ефективного нарощування мікробної біомаси є відходи картоплі, які містять легкодоступний вуглевод – крохмаль. Визначено оптимальний склад та концентрацію макроелементів для нарощування біомаси – NH₄Cl – 5 г/л, K₂HPO₄ – 5 г/л, Na₂SO₄ - 2 г/л. Мікробні асоціації, сорбовані на порошок CaCO₃ проявляють найвищу метаболічну активність при зброджуванні органічних відходів. Встановлено, що протягом 36 годин на крейді іммобілізуються до 85% бактерій.

Сухий гранульований мікробний препарат за фізіологічними параметрами є еквівалентним вологій концентрованій мікробній біомасі або рідкому інокуляту, що використовуються у стандартних мікробних технологіях. Активація мікробного препарату відбувається протягом 16-26 годин. Цей час відповідає терміну адаптації рідкого інокуляту мікробних асоціацій. Як критерій активації мікробного препарату використовували початок синтезу молекулярного водню при деструкції органічних відходів. В рамках проекту встановлено, що препарат зберігає здатність до швидкого відновлення метаболічної активності (синтезу Н₂) щонайменше протягом 8 місяців. Це є значною перевагою у порівнянні з використанням вологої або рідкої біомаси, яка залишається метаболічно активною при зберіганні протягом 3-7 діб. Початкова кількість клітин продуцентів Н₂ становить 2,5-3,8 тис. клітин/ г препарату та збільшується до 0,9 млн. кл/мл культуральної рідини після активації.

Отримані дані вказують на можливість вироблення мікробного препарату у промислових об'ємах та його використання у промислових біотехнологіях синтезу Н₂ при зброджуванні широкого спектру органічних відходів. Висока метаболічна активність препарату та стабільність Н₂-синтезуючих мікробних угруповань передбачає можливість використання мікробного препарату також для біоремедіації побутових звалищ.

РОЗРОБЛЕННЯ КАТАЛІЗАТОРІВ КОНВЕРСІЇ «ЛЕТЮЧИХ» 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

Для виробництва водню, як найбільш доцільний варіант розглядається парова газифікація біо-вугілля, яке не містить смол та сполук сірки, що утворюється в процесі карбонізації біомаси. В результаті виконання першого етапу проекту створено установку для досліджень процесів карбонізації та відпрацьовано методики карбонізації органічних відходів в мікроканальному реакторі. Дослідження процесу карбонізації різних типів твердої відновлюваної сировини проводилось спільно з Інститутом вугільних енерготехнологій НАН України. Вивчено процеси карбонізації різних типів твердої відновлюваної сировини в присутності та у відсутності каталізаторів карбонізації в режимі з використанням теплоти згоряння летучих.

Рідкі продукти, що утворюються в процесі карбонізації твердої відновлюваної сировини суттєво знижують газоутворення і, відповідно, вихід водню. Проведені нами попередні дослідження з каталітичної карбонізації деревини показали, що в залежності від умов проведення процесу 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. Тому для подальшого їх використання потрібно проводити подальший крекінг в малі молекули. Враховуючи, що смоли піролізу складаються з речовин різного класу, для їх каталітичного перетворення може потребуватись багатофункціональні каталізатори.

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 каталітичне перетворення спиртів, тригліцеридів карбонових кислот, кетонів та карбонових кислот. Робота зосереджена на встановлення закономірностей, що пов'язують основні фізико-хімічні та структурні характеристики гетерогенних каталізаторів, та їх активністю в процесах низькотемпературного перетворення модельних речовин. Основною проблемою каталітичного перетворення смол піролізу є дезактивація каталізатору за рахунок утворенню коксу, що може бути подолано за рахунок проведення процесу в присутності водню або води.

В результаті виконання роботи були виявлені закономірності конверсії «летючих», що отримуються в процесі карбонізації твердої відновлюваної сировини, та їх окремих складових. Будуть запропоновані каталітичні системи для конверсії смол піролізу твердої відновлюваної сировини.

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

Список публікацій:

1. Карбонизация и пиролиз органических отходов/А.Н. Дудник, П.Е. Стрижак, А.И. Трипольский, И.С. Соколовская., Е.Ю. Калишин// Сборник тезисов докладов международной научно-технической конференции «энергоэффективность-2012» 29мая-1июня,2012. Санкт-Петербург, Россия. С.48-49.
2. Конверсия твердых органических отходов с использованием микроканального реактора/ А.Н. Дудник, П.Е. Стрижак, А.И. Трипольский, И.С. Соколовская., Е.Ю. Калишин// Сборник научных статей: Современная наука. №3(11). 2012. С.80-83.

ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КАТАЛІЗАТОРІВ ТА АНАЛІЗ ЇХ ЗВ'ЯЗКУ З КАТАЛІТИЧНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ ЗРАЗКІВ В ПРОЦЕСІ ПАРОВОГО РИФОРМІНГУ БІОЕТАНОЛУ

Долгіх Л.Ю., Дейнега І.В., Стара Л.О., 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, admini@inphyschem-nas.kiev.ua

В роботі з використанням методів рентгенофазового аналізу (РФА), електронної мікроскопії, температурно-програмованого відновлення (ТПВ) досліджено каталізатори парового риформінгу етанолу (ПРЕ) на основі біметалічних компонентів: нанесених систем М-Cu/ZrO₂ (М = Fe, Co, Ni) і нанорозмірних складних оксидів MFe₂O₄ (М = Co, Ni), проаналізовано зв'язок між фізико-хімічними та каталітичними властивостями зразків.

За даними РФА для зразків М-Cu/ZrO₂ (М = Fe, Co, Ni) після прокалення виявлено наявність на поверхні носія кристалітів CuO та оксидних фаз другого металу з різним ступенем взаємодії з оксидом міді. Для Co-Cu/ZrO₂ спостерігається утворення змішаного оксиду кобальту та міді типу шпінелі. Взаємодія оксиду міді та оксиду нікелю у зразку Ni-Cu/ZrO₂ проявляється у разупорядкуванні кристалічної ґратки NiO. На відміну від зазначених каталізаторів для Fe-Cu/ZrO₂ не спостерігається взаємодія оксидів металів, сполуки заліза знаходяться в рентгеноаморфному або високодисперсному стані. Згідно з даними РФА каталізатори MFe₂O₄, (М = Co, Ni) представляють собою чисту фазу відповідного фериту, що має кристалічну структуру типу кубічної шпінелі.

Профілі ТПВ каталізаторів Co-Cu/ZrO₂ і Ni-Cu/ZrO₂ представлені одним піком відновлення з температурою максимуму (Т_М) при 260 і 240 °С, відповідно. На відміну від зазначених зразків відновлення Fe-Cu/ZrO₂ характеризується наявністю трьох піків з Т_М = 226, 490 і 600 °С. З врахуванням результатів РФА можна припустити, що один пік ТПВ для Co-Cu/ZrO₂ і Ni-Cu/ZrO₂ характеризує відновлення як оксиду міді, так і складних оксидних фаз, які мають близькі температури максимуму. Для Fe-Cu/ZrO₂ низькотемпературний пік характеризує відновлення частинок оксиду міді, а високотемпературні максимуми відображають, найімовірніше, відновлення високодисперсних частинок Fe_xO_y. Введення другого металу до мідь-вмісного каталізатора призводить до суттєвого зниження температури відновлення оксидів Cu, Ni та Co. В ТПВ-профілі NiFe₂O₄ спостерігається виражений пік з Т_М = 355 °С і два розмитих піка з Т_М = 421 і 551 °С. Профіль ТПВ зразка CoFe₂O₄ характеризується інтенсивним піком з Т_М = 445 °С і плечем в області 480 °С. Отримані дані дозволяють також зробити висновок, що прийнята в даній роботі попередня обробка каталізаторів воднево-азотною сумішшю при 350 °С приводить до повного відновлення нанесених металоксидних частинок активної фази Co-Cu/ZrO₂ та Ni-Cu/ZrO₂. Відновлений каталізатор Fe-Cu/ZrO₂ являє собою співіснуючі на поверхні носія високодисперсні частинки міді і оксиду заліза. Попередня обробка може розглядатися як активаційна для зразків NiFe₂O₄ і CoFe₂O₄. Зіставлення отриманих результатів дозволяє зробити висновок, що досліджені зразки як нанесених, так і масивних складних оксидних каталізаторів здатні до відновлення в умовах ПРЕ (300-550 °С), що, в свою чергу, може приводити до зміни їх фазового складу в ході процесу.

Співставлення фізико-хімічних характеристик та каталітичних властивостей досліджених зразків дозволяє заключити, що виявлена на попередньому етапі досліджень підвищена активність біметалічного каталізатора Fe-Cu/ZrO₂ в процесі парового риформінгу біоетанолу може бути пов'язана з присутністю оксидів заліза, які, як відомо, є активними каталізаторами реакції водяного зсуву, що, в свою чергу, приводить до збільшення конверсії СО у СО₂ та підвищення виходу водню при низьких температурах. Промотуючий ефект заліза на реакцію водяного зсуву в умовах перебігу ПРЕ відмічено також для каталізаторів 10%Co-1%Fe/ZnO та Rh-Fe/Ca-Al₂O₃ [1, 2].

Література:

1. Casanova A., Roig M., Leitenburg C., Trovarelli A., Llorca J. // Int. J. Hydrogen Energy. – 2010. – 35. – P. 7690–7698.
2. Chen L., Choong C. K. S., Zhong Z., Huang L., Ang T.P., Hong L., Lin J. // J. Catal. – 2010. – 276. – P. 197–200.

ДОСЛІДЖЕННЯ НАНОКОМПОЗИЦІЙНИХ ЕЛЕКТРОДІВ ТА ЕЛЕКТРОКАТАЛІЗАТОРІВ В ПРОЦЕСАХ ВИДІЛЕННЯ ВОДНЮ, ВІДНОВЛЕННЯ КИСНЮ ТА ЕЛЕКТРОХІМІЧНОЇ КОНВЕРСІЇ ДІОКСИДУ ВУГЛЕЦЮ

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, kurys@inphyschem-nas.kiev.ua

Розроблен електрохімічний метод прямого одержання графена з графіту з використанням низькотемпературної іонної рідини і охарактеризована структура та властивості матеріалу, що утворюється, з використанням комплексу фізико-хімічних методів. Показана можливість і вивчені оригінальні шляхи модифікації електродів з різних матеріалів (скловуглець, Pt та ін) графеном та іншими формами вуглецю. Проведено процеси електрохімічного виділення водню з різних водних розчинів з використанням розроблених модифікованих електродів, що дозволило підвищити ефективність цих реакцій, яка пов'язана, в першу чергу, зі зміною робочої площі електродів в результаті нанесення вуглецевих покриттів та зростання роботи виходу електрона. Вивчено вплив кислотності розчинів на вольтамперні характеристики досліджуваних процесів отримання H_2 .

Одержано багатокомпонентні гібридні електрокаталізатори реакції відновлення кисню (РВК) для низькотемпературних паливних елементів на основі електропровідних амінозаміщених аналогів поліаніліну – полі-*o*-фенілендіаміну (ПОФДА) або полі-*m*-фенілендіаміну (ПМФДА), металевого кобальту та високодисперсного вуглецю – ПОФДА-Со/С та ПМФДА-Со/С. Показано, що відмінності в будові ПОФДА та ПМФДА, які обумовлені положенням аміногруп в ароматичному кільці вихідних мономерів, спричиняють різницю в електрохімічних властивостях гібридних наноконкомпозитів. Зокрема, як електрокаталізатори РВК у 0,1 н H_2SO_4 зазначені композити характеризуються приблизно однаковими потенціалами виникнення каталітичних струмів (~ 150 мВ, відн. Ag/AgCl) та їх максимумів (близько 0 мВ), в той час як величина каталітичних струмів при застосуванні композиту ПМФДА-Со/С є більшою в 2 рази ніж у композиту на основі ПОФДА. Встановлено здатність композитів ЕПП-Со/С (де ЕПП = ПМФДА, поліпірол – ППі) проявляти електрокаталітичну активність у РВК не тільки у кислому, але й у нейтральному електролітах, що дало змогу одержати на їх основі біогібридні аналоги, які містять додатково фермент пероксидазу (HRP). Наявність ферменту в складі композиційних електрокаталізаторів призводить до значного зростання каталітичних струмів (в 2-4 рази) порівняно з композитами, де HRP відсутня. Причиною даного ефекту може бути вклад ферменту як в процес електрохімічного відновлення кисню, так і продукту його 2-електронного відновлення – перекису водню, який є небажаним інтермедіатом. Встановлено вплив умов введення HRP в композити на їх електрокаталітичну активність в процесі відновлення H_2O_2 .

Вивчено електрохімічну поведінку фреонів CF_2Br_2 і CF_3CH_2Br у відсутності і в присутності діоксиду вуглецю – побічного продукту отримання водню з вуглеводнів. Визначено оптимальні умови (катод – Ag або Cu, анод – Zn, неподілена електрохімічна комірка, апротонний розчинник) проведення катодного карбоксилування фреонів. Показана можливість спільної електрохімічної конверсії CO_2 і фреонів з отриманням відповідних фторовмісних карбонових кислот з досить високими виходами.

ВПЛИВ ОРЗЕ НА АКТИВНІСТЬ СТРУКТУРОВАНИХ Ni- Al₂O₃/КОРДІЄРИТ КАТАЛІЗАТОРІВ В ПРОЦЕСІ ПАРО-КИСНЕВОГО РИФОРМІНГУ ПРОПАНУ

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

Інститут фізичної хімії ім. Л.В. Писаржевського НАН України,
03028, Київ, проспект Науки, 31, soloviev@inphyschem-nas.kiev.ua

В роботі представлено результати регулювання окисно-відновних характеристик композитів Ni- γ -Al₂O₃, нанесених на блокові носії стільникової структури з кордієриту, шляхом модифікування ОРЗЕ (La₂O₃ та CeO₂) для забезпечення їх стабільної роботи в умовах паро-кисневої конверсії пропану. Нами показано [1], що високоактивні в реакціях парової та паро-кисневої конверсії C₁-C₃-алканів нікель-алюмооксидні каталізатори схильні до окислення в присутності кисню та накопичення вуглецю при зменшенні концентрації водяної пари.

Парова конверсія пропану (C₃H₈ + 3H₂O = 3CO + 7H₂) в присутності Ni-Al₂O₃-каталізатора починається при температурі ~300°C, максимальна конверсія досягається вже при 450–470°C, водночас, при 420–470°C досягають максимуму концентрації побічних продуктів – CO₂ та CH₄. Вихід метану при цьому складає до 30% від всіх вуглецевмісних продуктів. Концентрації CO та H₂ монотонно зростають до 550–600°C.

Кисень є більш активним окиснювачем, ніж водяна пара, тому додавання O₂ може сприяти перебігу як прямої реакції – отримання H₂ та CO, так і їх глибокого окислення, а також, знижувати активність каталізатора за рахунок окиснення Ni до NiO.

Додавання невеликої кількості кисню (до 1,3% об.) в присутності немодифікованого каталізатора складу 6,0%NiO+4,8%Al₂O₃ призводить до зниження конверсії C₃H₈ і концентрації H₂ та зростання концентрації CO₂, що є наслідком глибокого окислення пропану. При концентрації O₂ вище 1,3% об. каталізатор втрачає активність внаслідок окислення Ni до NiO.

Модифікування каталізатора ОРЗЕ (La₂O₃, CeO₂) впливає на окисно-відновні характеристики його поверхні, що обумовлює стійкість роботи в присутності кисню. В присутності Се-модифікованого каталізатора спостерігається гістерезис активності каталізатора, що пов'язано з окисленням Ni до NiO водяною парою за відносно низьких температур та відновленням NiO до Ni при високих температурах (вище 450 °C). Відновлений стан зберігається і при нижчих температурах, оскільки підтримується атомарним воднем, утвореним у процесі конверсії пропану.

Додавання 1,2% об. O₂ в присутності La-Ni-Al₂O₃-каталізатора призводить до зростання конверсії C₃H₈ на 10%, зменшення кількості продукованого метану, при цьому кількість продукованого водню зменшується від 3,3 до 1,7%об. Одночасне зменшення концентрації CH₄ та H₂ може бути свідченням того, що за цих умов метан утворюється шляхом гідрогенолізу пропану, або метанування CO.

Додавання O₂ до газової суміші у присутності Се-модифікованого каталізатора навпаки призводить до зростання як конверсії C₃H₈ (від 60 до 80%), так і концентрації H₂ і CO (на ~20%). Кількість утвореного CH₄ при цьому практично не змінюється, що свідчить про інший механізм впливу кисню в присутності Се, ніж у випадку La. Збільшення концентрації водню може бути пов'язане з суттєвим (на 20%) зростанням конверсії C₃H₈.

Отже, модифікування Ni-Al₂O₃ каталізаторів ОРЗЕ: La₂O₃, CeO₂ обумовлює зростання активності щодо цільового процесу комбінованого риформінгу – паро-кисневої конверсії пропану; забезпечує стабільну роботу в присутності O₂, а також дозволяє регулювати селективність процесу по H₂ і CO, варіюючи співвідношення окисників (водяної пари та кисню).

1. S. A. Solov'ev, Ye. V. Gubareni, Ya. P. Kurilets, S. N. Orlik // Theoretical and Experimental Chemistry.– 2012.– 48, Issue 3.– P. 199–205

ОКИСНЮВАЛЬНИЙ РИФОРМІНГ МЕТАНОЛУ НА Zn(Zr)-Cr-Cu-ОКСИДНИХ СТРУКТУРОВАНИХ КАТАЛІЗАТОРАХ

Капран А.Ю., Орлик С.М.

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

Розроблення каталізаторів риформінгу метанолу за умов високопродуктивного автотермічного режиму [1] потребує дослідження окремих стадій комбінованого процесу – парціального окиснення (ПОМ) і парової конверсії (ПКМ) субстрату. В наших попередніх роботах з'ясовано особливості перебігу процесу ПОМ, а також розкладу метанолу, в присутності каталітичних композицій Cu-ZnO-M_xO_y/Al₂O₃ (M: Ce, Ni) на структурованих керамічних носіях [2, 3].

В тезах представлено результати дослідження реакції ПКМ (CH₃OH + H₂O → CO₂ + 3H₂) на каталізаторах ZnO(ZrO₂)-Cr₂O₃-CuO/Al₂O₃/кордієрит (табл.), а також супряженого процесу парокисневого риформінгу метанолу в присутності ZrO₂-CuO/Al₂O₃/кордієрит.

Таблиця. Показники парової конверсії метанолу на металоксидних каталізаторах на структурованих носіях Al₂O₃/кордієрит (3 об.% CH₃OH; 55 об.% H₂O; W = 2,5 тис. год.⁻¹)

Каталітична композиція, %/мас.	Конверсія CH ₃ OH, %/t, °C	H ₂		CO
		Селективність,%	Вихід,%	Селективність,%
8%ZnO-7%CuO	93/270	→100	93	→0
	93-32*/270-350	→100	93-32*	→0
	32-100/350-505	→100	32-100	→0-20
6%ZnO-9%Cr ₂ O ₃ -9%CuO	→100/230-400	→100	→100	→0
	→100/425-505	→100	→100	3-5
8%ZrO ₂ -9,5%CuO	→100/300-425	→100	→100	38-46

* – відповідні показники знижувались із підвищенням температури в інтервалі 270–350°C

Згідно до отриманих результатів, температурні залежності конверсії метанолу водночас із виходом водню на ZnO-CuO/Al₂O₃/кордієрит характеризуються максимумом при ~270°C, після чого при підвищенні t до ~350°C каталітична активність монотонно знижується, а при подальшому підйомі температури знову зростає. Зниження показників процесу в присутності каталізатора ZnO-CuO в інтервалі 270–350°C логічно пояснити відновленням CuO реакційним середовищем: при температурах до ~270°C каталітично активною є оксидна форма, а з підвищенням t до ~350°C реакція ПКМ внаслідок відновлення CuO уповільнюється. Подальше підвищення температури спричиняє закономірну інтенсифікацію цільового процесу за рахунок зростання активності металічної міді.

При введенні до складу каталізатора хром-(цирконій)-оксидних компонентів конверсія метанолу після досягнення максимальних значень →100% при 230°C (300°C) залишається незмінною з подальшим підвищенням t до ~400–500°C.

Отже, хром- і цирконій-оксидні складові каталізатора забезпечують стабільну активність композитів ZnO(ZrO₂)-Cr₂O₃-CuO/Al₂O₃/кордієрит в процесі парового риформінгу метанолу з показниками селективності і виходу по водню →100% в температурному інтервалі 230–505°C (300–425°C). Зазначений ефект, згідно даних термопрограмованого відновлення воднем зразків каталізаторів, обумовлено стабілізацією оксидної форми міді. Висока селективність по CO як побічного продукту в присутності каталітичної композиції ZrO₂-CuO (табл.), ймовірно, зумовлена перебігом зворотньої реакції водяного зсуву: CO₂ + H₂ → CO + H₂O. Додавання кисню (1 об.%) в реакційну суміш сприяє істотному зниженню (в 5 разів) утворення монооксиду вуглецю і на 60°C (до 240°C) температури 100% конверсії метанолу водночас із деяким зниженням вмісту водню серед продуктів супряженого процесу парокисневого риформінгу, що обумовлено утворенням меншої кількості цільового продукту (2 г-моль H₂ на 1 г-моль CH₃OH) в реакції ПОМ порівняно з ПКМ.

[1] Schuyten S., Wolf E.E. // Catal. Lett. – 2006. – **106**. – P. 7-14.

[2] Капран А.Ю., Soloviev S.O., Orlyk S.N. // Reac. Kinet. Mech. Cat. – 2010. – **101**. – P. 343-353.

[3] Капран А.Ю., Орлик С.М., Луцев Н.К. // Теорет. и эксперим. химия. – 2012. – **48**, №2. – С. 124-129.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВНОЇ ТА ПРОТОННОЇ ПРОВІДНОСТІ ТЕРМОСТІЙКИХ ПОЛІМЕРІВ РІЗНОЇ ПРИРОДИ В ДІАПАЗОНІ ТЕМПЕРАТУРИ 200–450 С

Бортишевський В.А., Корж Р.В.

Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії НАН України,
Мурманська 1, Київ, 02094, Україна, bort2001@gmail.com

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 водної суспензії бурого вугілля в присутності композитних протонопровідних мембранних каталізаторів. Розробка композитних мембранних каталізаторів передбачає вибір каталізатора необхідної природи, вдосконалення каталізатора шляхом введення попередньо розробленого протонопровідного матеріалу і формування його у вигляді мембрани з наступним визначенням його основних фізико-хімічних характеристик. У зв'язку з цим, *мета роботи за етапом* полягала у розробці протонопровідного матеріалу для композитних мембранних каталізаторів процесу одержання водню із вуглецевої сировини. Пошук протонопровідного матеріалу здійснювали серед полімерних сполук органічної та неорганічної природи, стійких за жорстких температурних умов процесу гідротермальної газифікації. Як ключовий параметр протонопровідного компонента композитного каталізатора визначали повну і протонну провідність в діапазоні температури 200–500 °С в умовах водневої та/або вологої атмосфери як модельної атмосфери процесу одержання водню із вуглецевої некондиційної сировини.

Виконаними дослідженнями питомої провідності органічних матеріалів (рис. 1) показано, що полієнові (ДГПКА, 1) та полібензімідазольні (ПБІ, 2) полімери характеризуються задовільною протонною провідністю в інертній або відновлювальній атмосфері на рівні 10^{-5} – 10^{-4} См/см при 350–450 °С. Але нестабільність органічних полімерів у вологій і окислювальній атмосфері обмежує їх практичне застосування колом гідрогенізаційних процесів нафтохімічного синтезу.

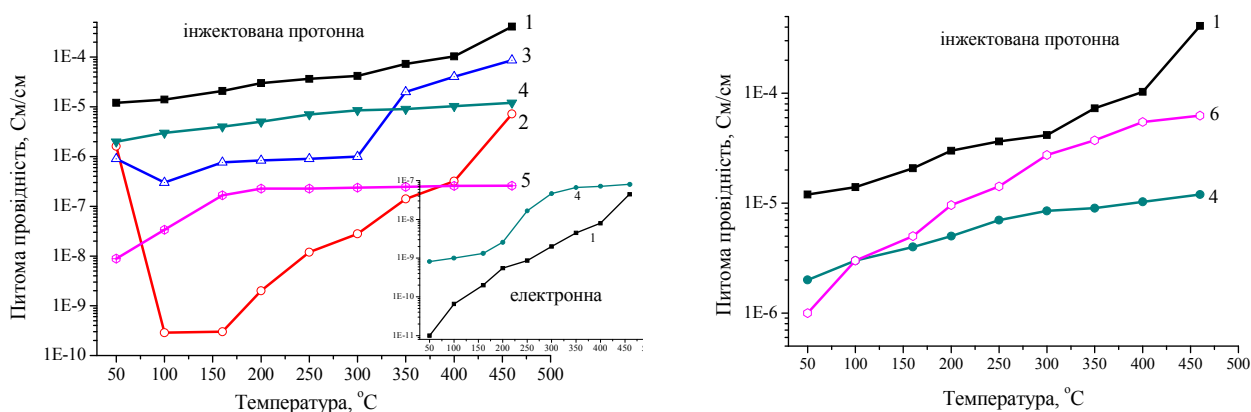


Рис. 1. Температурна залежність питомої провідності: 1 – ДГПКА; 2 – ПБІ; 3 – композиту на основі ДГПКА/ПБІ; 4 – композиту на основі ДГПКА/ППФТФА; 5 – ППФТФА; 6 – композиту на основі ДГПКА/ППФТФА, стабілізованого БТ.

ДГПКА = продукт окислювальної дегідрополіконденсації ацетилену; ПБІ = полі(2,2'-(*m*-фенілен)-5,5'-бібензімідазолу); ППФТФА = поліпарафенілентерефталамід; БТ = барію титанат, допований оксидом ніобію та карбонатами кальцію та марганцю

Придатними для застосування за окислювальних та/або гідротермальних умов є композити на основі ДГПКА/ПБІ (масове відношення 3/1, 3) та ДГПКА/ППФТФА/БТ (масове відношення 5/4/1, 6), які характеризуються при 460 °С провідністю $1 \cdot 10^{-4}$ і $6,27 \cdot 10^{-5}$ См/см, відповідно, завдяки чому можуть бути рекомендовані в ролі протонопровідного матеріалу для процесів одержання водню при гідротермальній конверсії низькосортного вугілля. Разом з тим, склади таких композитів можуть вдосконалюватися, відкриваючи нові перспективи пошуку термостійких матеріалів з високою провідністю.

ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ПРОЦЕСІВ ОТРИМАННЯ ВОДНЮ ПРИ ОЧИЩЕННІ ПРИРОДНИХ ВОД ФОТОКАТАЛІТИЧНИМ ТА ЕЛЕКТРОМЕМБРАННИМ МЕТОДАМИ

Кучерук Д.Д., Дульнева Т.Ю., Приходько Р.В.

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

Досвід експлуатації більшості станцій знезалізнювання підземних вод показує, що залишкова концентрація заліза в промивних водах після 4-х год відстоювання становить 20–40 мг/дм³. Повернення такої води для подальшого очищення разом з підземними водами ускладнює цей процес, тому розробка нових, ефективніших методів очищення таких промивних вод є вкрай важливою й актуальною.

Мета даної роботи полягає в дослідженні процесу переробки промивних вод, що містять іони Fe³⁺, електромікрофільтраційним методом. Такий процес супроводжується супутнім виділенням водню та інших цінних речовин, які дозволяють вирішувати як екологічні, так і енергетичні завдання.

Очищення здійснювали на електробаромембранній установці, що складалася із ємності з вихідною водою, насоса та мембранного апарата, в корпусі якого розміщений фільтруючий елемент – трубка із спеченого пористого титану із середнім діаметром пор 15–25 мкм, що є катодом, і спіралеподібний анод із платинового дроту, який розташований зовні титанової трубки. Електроди ізольовані один від одного полімерною сіткою. Установка працювала в проточно-рециркуляційному режимі при робочому тиску 0,05 МПа і густині струму 152,4 А/м² протягом 2,5 год до досягнення стаціонарної питомої продуктивності мембрани.

У ході експериментів визначали розділові характеристики керамічних трубчастих мембран: коефіцієнт затримання іонів R (%) та питому продуктивність J_v (м³/(м²/год)) [1]. Очищенню піддавали модельний розчин, що містив 4,0–40,0 мг/дм³ іонів Fe³⁺. Вибір концентрації іонів Fe³⁺ обумовлений складом, який близький до вмісту цих іонів у промивних водах після знезалізнювання підземних вод.

Під дією поля постійного електричного струму у результаті виділення лугу в прикатодній області титанової мембрани утворювалися гідроксосополуки заліза, по відношенню до яких мембрана проявляє більшу селективність, ніж до самих іонів. Встановлено, що залишкова концентрація іонів Fe³⁺ у фільтраті становила 0,01–1,0 мг/дм³. При цьому на мембрані-катоді виділявся водень, який під дією тиску разом з фільтратом проходив крізь мембрану. Розділення водню і фільтрату дозволяє одночасно отримати паливо й очищену від іонів Fe³⁺ воду з величиною рН фільтрату 12,0–12,7, яка може використовуватися як луг.

Результати переробки промивної води наведені в таблиці.

Таблиця. Переробка промивної води від іонів Fe³⁺ з супутнім отриманням водню та лугу

Концентрація Fe ³⁺ у промивній воді, мг/дм ³	Концентрація Fe ³⁺ у фільтраті, мг/дм ³	Коефіцієнт затримання іонів Fe ³⁺ , %	Питома продуктивність мембрани за водою, м ³ /(м ² ·год)	Питома продуктивність мембрани за воднем, м ³ /(м ² ·год)	рН концентрату	рН фільтрату
4,0	<0,1	99,9	0,05	1,14	2,84	12,66
25,0	<0,1	99,6	0,04	1,10	2,7	12,5
40,0	1,7	97,0	0,03	1,10	2,44	12,45

Таким чином, результати проведених досліджень свідчать про високу ефективність електромікрофільтраційної переробки промивної води з вилученням іонів Fe³⁺ і супутнім виділенням водню та лугу.

1. Брык М.Т., Цапюк Е.А. Ультрафільтрація. – Киев: Наук. Думка, 1989. – 228 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НАНОСТРУКТУРУВАННЯ ПОВЕРХНІ TiO₂ ПЛІВОК НА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ ФОТОЕЛЕКТРОХІМІЧНОЇ КОМІРКИ

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, d.danko@ipms.kiev.ua

Плівки TiO₂ широко досліджуються в якості фотоанодів комірок для генерування водню методом фотокаталітичного розкладу води. Головним їх недоліком є поглинання тільки в УФ області, на яку припадає близько 4 % енергії сонячного світла. Для збільшення поглинання та, відповідно, підвищення фотокаталітичної активності проводяться дослідження по модифікації поверхні плівок, зокрема, формування на їх поверхні нульмірних та одномірних структур [1].

У даній роботі проведено дослідження впливу параметрів синтезу плівок на морфологію їх поверхні та встановлення кореляції між морфологією поверхні та величиною фотоструму. Синтез плівок проводили у температурному діапазоні 550 – 950 °С та часовому діапазоні 10 – 60 хв. у проточному кварцовому реакторі на підкладки з титану та нікелю за реакцією:



Морфологію поверхні плівок досліджували на скануючому електронному мікроскопі Superprobe 733. Вимірювання фотоструму проводили у розчині 1М КОН при опроміненні ксеноною лампою 100 мВт/см² (1 sun). Результати досліджень наведені на рис. 1.

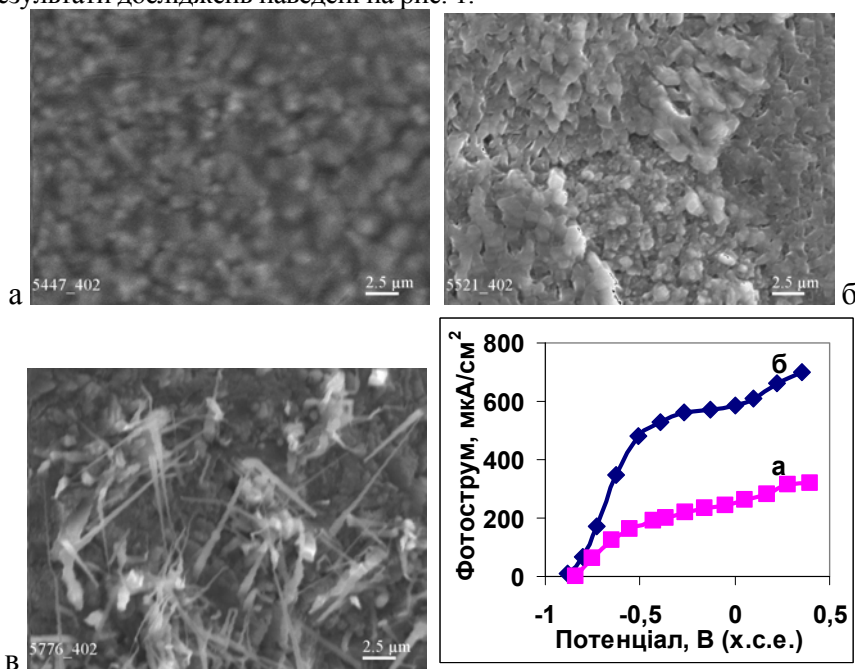


Рис.1. Морфологія поверхні та значення фотоструму плівок TiO₂, синтезованих при різних температурах: а – 550 °С, б – 750 °С, в - 950 °С.

Як видно з рисунка 1, при температурі синтезу 550 °С на поверхні плівки формуються кристаліти, розмір яких складає декілька мікрометрів. При підвищенні температури до 750 °С спостерігали більш розвинену поверхню, а кристаліти мали розмір від декількох мікрометрів до десятків нанометрів. При максимальній температурі синтезу 950 °С на поверхні плівки крім кристалітів росли також голкоподібні мікро- та нановолокна TiO₂. Величина фотоструму була більшою для плівок з більш розвиненою поверхнею.

1. H.M. Yates, P.Evans and D.W. Sheel. Effects of APCVD Growth Conditions on the Photocatalytic Behaviour of Titania Films // J. Electrochemical Society. – 2009. - 25 (8). – P. 781-788.

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
03142, вул. Кржижанівського 3, Київ, belanira@ipms.kiev.ua

Проведено поповнення реферативно-бібліографічної та повнотекстової частин електронної бібліотеки програми «Водень в альтернативній енергетиці та новітніх технологіях». Реферативно-бібліографічна частина бібліотеки містить як дані баз власного формування і подальшого інформаційного супроводу та експлуатації (АПС Документ), так і дані всесвітньо відомих баз даних ВІНІТІ, SCOPUS, SCIRUS, до яких було організовано доступ в 2012 році. Повнотекстова частина бібліотеки містить понад 8000 одиниць інформації (понад 40 видань) з тематичних профільних колекцій найбільш відомих всесвітніх видань Elsevier, Springer, матеріали симпозіумів, конференцій, семінарів. Ця інформація стає все більш актуальною в зв'язку з повним припиненням доступу до повнотекстових ресурсів з центральної наукової бібліотеки ім.В.І.Вернадського. Крім того, програмний ресурс містить оглядову, патентну інформацію, базу основних web-ресурсів, а також відомості про відповідні конкурси 7 Рамкової програми Євросоюзу за пріоритетними напрямками Energy, Environment, Nanosciences, Nanotechnologies, Materials and new Production Technologies (NMP), а також про конкурси CRDF, EOARD, SCTU та інші.

Практичне інтерактивне інформаційне забезпечення проектів програми було проведено 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

З метою можливості представлення результатів виконання проектів програми в мережах відкритого доступу було встановлено та налагоджено сервер відкритого доступу на основі програмного забезпечення DSpace. Проведені роботи по адаптації серверу, систематизації та каталогізації даних. Сервер встановлено в ІПМ НАН України на окремому комп'ютері мережі і має окремий доступ до всесвітніх мереж відкритого доступу.

Проведено підготовку до розміщення результатів виконання проектів програми «Водень в альтернативній енергетиці та новітніх технологіях» на власній web-сторінці програми 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

Створено базу даних провідних європейських організацій, наукова та практична діяльність яких пов'язана з проблемами отримання, збереження та транспортування водню та його використання в новітніх сучасних технологіях. База даних створена за допомогою програмного забезпечення Access (стандартний додаток Microsoft Office), що забезпечує можливість автономного використання цих даних на будь-якому персональному комп'ютері. Як розміщення відповідної інформації на сервері відкритого доступу, так і на власній web-сторінці програми дозволить знайти партнерів для підготовки пропозицій щодо виконання сумісних проектів в рамках білатерального науково-технічного співробітництва, а також в рамках проектів Європейської Рамкової програми «Горизонт-2020»

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

РОЗРОБКА ОПТИЧНИХ МЕТОДІВ ДІАГНОСТИКИ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ПЛАЗМОПАРОВОЇ КОНВЕРСІЇ ПАЛИВ

Жовтянський В.А.

Інститут газу НАН України, 03113, вул. Дегтярівська 39, Київ, zhovt@ukr.net

Виконані дослідження щодо оптимізації процесів виробництва альтернативних газових палив на основі конверсії вуглецевмісної сировини в процесах газифікації некондиційних палив, біомаси, утилізації твердих побутових відходів, знешкодження небезпечних відходів (наприклад - медичних) із застосуванням плазмових технологій. На основі термодинамічно рівноважного наближення моделюється процес плазмо-парової газифікації зазначеної вище сировини в реакторі, внутрішній об'єм якого розігрівається за допомогою плазмотрона, працюючого на повітрі (зокрема, збагаченому киснем), водяній парі або їх суміші, що використовуються як газифікуючий агент. При виборі режиму роботи установки для конверсії вуглецевмісної сировини враховані вимоги, пов'язані з виключенням утворення супертоксикантів і сажі. Крім того, на основі кінетичного підходу аналізуються умови утворення оксиду та діоксиду азоту у випадку використання повітряної плазми. Визначений складів продуктів газифікації вуглецевмісної сировини на прикладі відходів.

Протягом останніх років у світовій і національній науковій літературі активно обговорюються взаємопов'язані питання виробництва альтернативних газових палив на основі переробки вуглецевмісної сировини, зокрема – небезпечних відходів (наприклад – медичних) із застосуванням плазмових технологій. Про динаміку розвитку цього напрямку свідчить статистика патентування в США: кількість одержуваних патентів у ньому приблизно подвоюється кожні п'ять років, починаючи з 1981 р., а в 2001-06 рр. було видано близько чотирьохсот патентів [1]. У разі утилізації твердих побутових відходів (ТПВ) або знешкодження небезпечних відходів, що містять вуглець, останній в цих технологіях теж конвертується в альтернативне газове паливо. Воно може використовуватися для енергетичного самозабезпечення установки газифікації (наприклад, із застосуванням газопоршневих електростанцій – технології їхнього переобладнання для цих цілей нині добре розвинені).

Принципові переваги в якості газифікуючого агента має плазма водяної пари – вона дозволяє отримувати продукти газифікації максимальної теплотворної здатності, а також оптимально вирішувати проблему виключення попадання в ці продукти оксидів азоту – неминучого атрибуту плазмово-повітряних технологій, а також діоксинів і фуранів у разі переробки хлорвмісної сировини. Згідно з Директивою 2000/76/ЕС при спалюванні небезпечних відходів, у складі яких є понад 1% мас. галогеновмісних органічних речовин у перерахунку на хлориди, температура повинна підтримуватися на рівні 1100 °С, причому кожен локальний об'єм одержуваних при переробці газів повинен перебувати при цій температурі ≥ 2 с. У цих умовах згадані супертоксиканти повністю розкладаються, а хлор присутній у сполуці HCl і легко утворює солі в подальших процесах очищення; крім того, гарантовано знешкоджується біологічна компонента відходів. Зазначений температурний режим близький до оптимального для проведення пароводяної газифікації вуглецю – при цьому автоматично забезпечується також висока швидкість протікання реакцій газифікації в установці. Надалі здійснюється швидке охолодження продуктів газифікації, щоб уникнути утворення супертоксикантів в їх складі. Особливо небезпечна з цієї точки зору область температур 200 - 650 °С; вважається, що найбільш активне їх утворення відбувається при 200 - 450 °С, з піковими показниками при температурі близько 300 °С. Процес охолодження завершується пропусканням цих продуктів через вапняне молоко або розчин соди, в яких хлор зв'язується в стійкі безпечні сполуки. Склад отримуваних продуктів газифікації наведений у наступній таблиці:

Компо- ненти	H ₂	CH ₄	CO	CO ₂	C ₂ H ₄	C ₂ H ₂	C ₂ H ₆	H ₂ S	C ₃ H ₆	iC ₄ H ₁₀	nC ₄ H ₁₀	H ₂ O
%, об.	49,89	1,99	35,25	2,52	3,37	3,92	0,13	0,13	0,45	0,20	0,23	1,92

[1] Жовтянський В.А., Петров С.В., Колесник В.В. и др. Конверсия углеродсодержащего сырья с применением плазменных технологий // Энерготехнологии и ресурсосбережение. – 2012. – № 5. – Принято к печати.

ХРОМАТИЧНА РЕГУЛЯЦІЯ КУЛЬТИВУВАННЯ МІКРОВОДОРОСТЕЙ І ОПРАЦЮВАННЯ РЕЖИМІВ ВПЛИВУ СПЕКТРАЛЬНОГО СКЛАДУ СВІТЛА НА УТВОРЕННЯ ВОДНЮ МІКРОВОДОРОСТЯМИ

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

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

Фотосинтетичне отримання H_2 привертає увагу як альтернатива невідновлюваним технологіям отримання енергії. Серед першочергових завдань цього напрямку є пошук штамів мікроводоростей, здатних до ефективного продукування водню [1]. До останнього часу одноклітинна водорість *Euglena gracilis* не розглядалася як перспективний продуцент H_2 . Однак, нещодавно білоруським дослідникам [2] вдалося показати, що за певних умов *E. gracilis* здатна продукувати водень. *E. gracilis* може існувати як за рахунок фотосинтезу, так і за рахунок гетеротрофного живлення і легко адаптується до широкого діапазону концентрацій кисню, виживаючи навіть за його відсутності. Це може сприяти продукуванню водню, оскільки кисень є потужним інгібітором гідрогеназ, що каталізують утворення H_2 .

Метою роботи було визначення впливу освітлення на індукцію продукування водню одноклітинною мікроводоростю *Euglena gracilis*. В якості джерела нітрогену був використаний амоній та амінокислоти.

В умовах аноксії процеси перетворення енергії в клітинах факультативно анаеробної культури *Euglena gracilis* мають ряд фундаментальних відмінностей від реакцій фотосинтетичної енерготрансформації в ціанобактеріях і одноклітинних зелених водоростях [Johnston et al. 2009]. Це насамперед це пов'язано з особливостями її мітохондрій [Inui et al. 1982; Tucci et al. 2007], які займають проміжне положення між мітохондріями аеробних і анаеробних організмів і гідрогеносомами – H_2 -продукуючому формами мітохондрій анаеробних протистів. В анаеробних умовах мітохондрії *E. gracilis* містять піруват: ферредоксин оксидоредуктазу (ПФО) - фермент, характерний для гідрогеносом і анаеробних мітохондрій, а також піруват дегідрогеназу і убіхінон, характерні для аеробних мітохондрій. Результати дозволили прийти до висновку, що адаптаційна відповідь клітин *E. gracilis* на перехід до без кисневого існування принципово відрізняється від метаболічної стратегії іншого факультативно анаеробного організму - *Chlamydomonas reinhardtii*, в клітинах якого в умовах аноксії швидко синтезуються ПФО, ПФЛ (піруват: форміат ліаза), [Fe]-гідрогеназа, ацетат кіназа і фосфотрансціклаза і утворюються ацетат, форміат і молекулярний водень [Mus et al. 2007]. Очевидно, що механізм фотосинтетичного утворення водню клітинами *Euglena gracilis* принципово відрізняється від добре вивчених процесів анаеробного світлозалежного виділення водню ціанобактеріями і зеленими одноклітинними водоростями.

Нам вдалося показати, що фотовиділення H_2 у *E. gracilis* стимулюється червоним світлом в присутності певних екзогенно доданих кофакторів, що дозволяє припускати їх залученість в синтез *de novo* неідентифікованих білків - компонентів ферментативної системи продукування водню. Ми припускаємо також, що утворення H_2 пов'язано з ультраструктурної трансформацією органел і анаеробної метаболізацію запасних полісахаридів, утворених у ході оксигенного фотосинтезу. Останнє може бути документовано як біохімічними методами, так і електронно-мікроскопічним аналізом змін величини внутрішньоклітинних полісахаридних гранул. Отримані результати дають підставу розглядати *Euglena gracilis* як найбільш ефективний продуцент фотоводорода. В даний час механізм фотовиділення H_2 не відомий навіть в загальних рисах і вимагає системного дослідження.

1. Akkerman I., Janssen M., Rocha J., Wijlens R.H. Photobiological hydrogen production: photochemical efficiency // Int. J. Hydrogen Energy - 2002. –27. – P. 1195-1208.
2. Мельников С. С., Мананкина Е. Е., Самович Т. В., Коляго В. М., Шальго Н. В. Выделение водорода поликультурами микроорганизмов. //Изв. Нац. Акад. наук Беларуси Сер. биол. Наук. – 2007. - No.2. – С. 75--82.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ КОНВЕРСІЇ ЛЕТУЧИХ БІОМАСИ ТА ОРГАНІЧНИХ ВІДХОДІВ В СИНТЕЗ-ГАЗ ТА ВОДЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ КАТАЛІТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ РОЗКЛАДАННЯ ВУГЛЕВОДНІВ

Дудник О.М., Соколовська І.С.

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

Досліджено процеси карбонізації муніципальних відходів (поліетилентерефталату, тканини з поліестеру (65 мас. %) та бавовни (35 мас. %), бавовняної тканини та поліетилену). В реактор завантажувались зразки вагою 3,7 г. Карбонізація проводилась за темпу нагрівання зразків 12-15 °С/хв. впродовж 30-35 хв. до 470-500 °С (з визначенням початку впливу виходу вологи та летучих на темп нагрівання зразків). Далі зразки витримувались впродовж 30 хв. за температури 470-500 °С та охолоджувались до 100-120 °С. Отримані сухі зразки вугілля вивантажувались та зважувались [1, 2]. Вихід сухого вугілля з сухого поліетилентерефталату становив 19,33 %, з сухих зразків тканини з поліестеру та бавовни – 19,07 % і бавовняної тканини – 22,82 % відповідно. Під час конверсії поліетилену отримувався тільки газ. Вплив змінення агрегатного становища та виходу летучих на темп нагрівання зразків спостерігався за температури: поліетилентерефталату - 234 °С, тканини з поліестеру та бавовни - 153 °С, тканини з бавовни - 222 °С та поліетилену - 143 °С відповідно.

Спеціально для експериментальних досліджень в Інституті вугільних енерготехнологій НАНУ з метою збільшення вмісту водню в газі після карбонізації відходів в Індійському інституті нафти розроблено нові нікелеві каталізатори конверсії летучих. Каталізатори використано під час конверсії лузги соняшникового насіння і тканини з поліестеру та бавовни. Завдяки використанню каталізатора без використання водяної пари вдалося збільшити вміст водню в отриманому сухому газі під час карбонізації до 53,5об. %.

З метою отримання газу з підвищеним вмістом водню відходи поліетилену та поліетилентерефталату використано для досліджень процесів розкладання відходів та їх летучих з використанням каталізаторів на установці для досліджень паливних елементів. Для досліджень процесів розкладання летучих використано каталізатори на основі Са та Mg.

Зроблено розрахунки нової схеми отримання синтез-газу з відходів, використовуючи технологію торрефікації. Процес торрефікації включає етапи часткової карбонізації зразків органічних відходів за температур до 280 °С, одержання синтез-газу з газоподібних продуктів після часткової карбонізації в шарі вугілля за температур до 1000 °С. Основними продуктами цього процесу є синтез-газ з підвищеним вмістом водню та кокс.

1. Дудник А.Н. Карбонизация и пиролиз органических отходов / А.Н. Дудник, П.Е. Стрижак, А.И. Трипольский, И.С. Соколовская, Е.Ю. Калишин // Сборник тезисов докладов Международной научно-технической конференции «Энергоэффективность-2012», 29 мая – 1 июня, 2012, Санкт-Петербург, Россия. – 2012. – С. 48-49.
2. Дудник А.Н. Конверсия твердых органических отходов с использованием микроканального реактора / А.Н. Дудник, П.Е. Стрижак, А.И. Трипольский, И.С. Соколовская, Е.Ю. Калишин // Современная наука: исследования, идеи, результаты, технологии. Сборник научных статей. – 2012. – № 3 (11). – С. 80-83.

ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ ВМІСТУ ЗОЛИ НА ПРОЦЕС ПАРОВОЇ КОНВЕРСІЇ УКРАЇНСЬКИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КАМ'ЯНИХ ТА БУРИХ ВИДІВ ВУГІЛЛЯ

Дудник О.М., Соколовська І.С.

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

За період з січня по листопад 2012 р. в Україні здобуто 71,166 млн. т вугілля. Вугілля є основним вітчизняним органічним енергоносієм для подальшого розвитку економіки незалежної України.

Проведений аналіз новітніх вугільних енерготехнологій показав, що на початку XXI сторіччя у світі з'явилися нові вугільні ТЕС (потужністю до 100 МВт_е) з новими системами видалення золи, сполук сірки, азоту та CO₂ – вугільні ТЕС без шкідливих викидів. Розробка вугільних ТЕС ведеться за такими напрямками: встановлення нових систем очищення після наявних котлів; використання нових котлів, що працюють на дутті O₂/CO₂ з використанням систем очищення; впровадження нових вугільних парогазових установок (ПГУ), що працюють з видаленням CO₂ і виробництвом водню [1]. Зроблено розрахунки щодо впливу якості органічного палива, ефективності його використання на вихід CO₂ газу та отримання H₂. Найбільша ефективність вугільних ТЕС конденсаційного типу (до 38 %) з видаленням CO₂ може бути досягнута завдяки використанню ПГУ з виробництвом водню [2].

Проведено експериментальні дослідження зі збагачення бурого вугілля Кіровоградської області у чотирихлористому вуглеці (CCl₄, густина рідини – 1,5954 г/см³). В результаті розшарування часток вихідного вугілля (розміром 0,4-1,0 мм з вмістом золи та летучих у сухій масі: A^d = 31,44 %, V^d = 41,77 %) у важкій рідині отримано два продукти: низькозольне вугілля (A^d = 9,81%, V^d = 52,26 %) та високозольний залишок (A^d = 65,62 %, V^d = 21,44 %). Низькозольне буре вугілля, вихідне буре вугілля та високозольний залишок використано для отримання синтез-газу з високим вмістом водню. На першому етапі проводилась парова конверсія летучих за температур від 350 до 550 °С. Вміст водню в отриманому газі залежав від температури процесу та зольності зразків і становив від 25 до 59 об. %. Отримані зразки коксів використано для парової газифікації за 700-800 °С. Одержано залежності впливу зменшення вмісту золи у бурому вугіллі на збільшення швидкості реагування фіксованого вуглецю з водяною парою. В результаті парової газифікації коксів отримано сухий синтез-газ з вмістом водню від 51 до 62 об. %.

Проведено експериментальні дослідження зі збагачення кам'яного вугілля Львівської області України у водному розчині хлориду цинку (ZnCl₂). Збільшення густини розчину з 1,3 до 1,9 г/см³ забезпечувалось збільшенням долі ZnCl₂ з 31 до 67 мас. %. В результаті розшарування часток вихідного вугілля (розміром 0,4-1,0 мм з вмістом A^d = 33,1 %, V^d = 27,9 %) у важкій рідині отримано два продукти: низькозольне вугілля (A^d = 5,1 %) та високозольний залишок (A^d = 56,4 %). Зразки кам'яного вугілля зольністю від 5,1 до 56,4 % використано для отримання синтез-газу з високим вмістом водню. На першому етапі досліджень проводилась парова конверсія летучих зразків за температур від 450 до 690 °С. Вміст водню в отриманому газі залежав від температури процесу та зольності зразків і становив від 18 до 67 об. %. Отримані зразки коксів використано для парової газифікації за температур 810-980 °С. Одержано залежності впливу зменшення вмісту золи у кам'яному вугіллі на збільшення швидкості реагування фіксованого вуглецю з водяною парою. В результаті парової газифікації коксів отримано сухий синтез-газ з вмістом водню від 49 до 56 об. %.

1. Дудник А.Н. Концепции новых тепловых угольных электростанций с удалением углекислого газа и получением водорода // Современная наука: исследования, идеи, результаты, технологии. Сборник научных статей. - 2012. - № 3 (11). - С. 91-97.

2. Дудник А.Н. Современные процессы получения водорода используя энергию угля и биомассы / Сборник тезисов докладов Международной научно-технической конференции «Энергоэффективность-2012», 29 мая – 1 июня, 2012, Санкт-Петербург, Россия. – 2012. – С. 45-47.

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ СУМІСНОЇ РОБОТИ ВІТРОУСТАНОВОК І ЕЛЕКТРОЛІЗЕРІВ, ЯКІ ЗАБЕЗПЕЧУЮТЬ ОПТИМІЗАЦІЮ ЦІЄЇ СИСТЕМИ ПРИ ОТРИМАННІ ВОДНЮ

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

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

Складність моделювання роботи вітроустановки як джерела енергії та електролізерів як виробника водню полягає у випадковій природі чинників погоди і як результат стохастичному характеру продуктивності досліджуваної системи. Оскільки детерміновані (регулярні) характеристики обладнання загалом відомі, як правило їх задає виробник, то об'єктом додаткового дослідження має стати саме стохастичність балансу виробництва і споживання електроенергії та відповідного виробництва водню. Зокрема, поточна потужність вітроустановки (установок) розглядається як стохастичний процес на певному імовірнісному просторі. Електричне навантаження моделюється як сума функцій, що представляють середні значення навантажень і певний стохастичний процес: $L(t) = \mu(t) + X(t)$. Середнє $\mu(t)$ визначає паспортну характеристику роботи обладнання, імітуючи його типову поведінку. Стохастичний процес $X(t)$ вибирається у відповідності з певними припущеннями, головним з яких є нормальність його розподілу. Поведінку процесу можна змодельовати, використовуючи формулу: $X(t) = X(0) \cdot e^{-\beta t} + \frac{\sigma}{\sqrt{2\beta}} \sqrt{1 - e^{-2\beta t}} \cdot \varepsilon$, де $\varepsilon \sim N(0,1)$ – випадкова величина нормального розподілу з нульовим середнім та одиничною дисперсією. Параметр β визначає швидкість повернення до середнього рівня, величина σ характеризує розмах відхилень. Невідомі коефіцієнти, які визначають поведінку стохастичного процесу, визначаються за певними правилами шляхом аналізу експериментальних даних. При моделюванні процесу генерації електроенергії (чи її споживання) слід враховувати лише ті сценарії, які відповідають реальним технічним можливостям обладнання. У випадку, якщо об'єкти енергосистеми є різнотипними і не можуть бути змодельовані одним процесом без суттєвої втрати точності, можливе введення багатовимірною випадкового процесу як суми окремих складових. Така математична модель потребує певних обчислювальних можливостей для застосування методів типу Монте-Карло до визначення параметрів роботи досліджуваної енергосистеми.

Визначення реальних характеристик ВЕУ при використанні електролізера в якості навантаги є однією з задач експериментального дослідження. В загальному випадку при проведенні експериментальних досліджень реєстрації мають підлягати якомога більше параметрів установки; це розширює можливості моделювання та збільшує його адекватність. Остаточний набір параметрів має визначитися програмою та методикою випробувань, які повинні якомога достовірніше наповнювати прийнятну математичну модель фактичними даними. При цьому експериментальні дані містять значну флуктуаційну складову, параметри якої належить визначити статистичною обробкою накопиченої під час досліджень бази даних. Наявність достатніх експериментальних даних дозволяє визначити параметри математичної моделі, з допомогою якої можна описати імовірні стани та показники продуктивності досліджуваної системи установок.

На території Переяслав-Хмельницької Дослідно-випробувальної бази Інституту проблем матеріалознавства НАН України в урочищі «Бурлівщина» змонтовано дослідно-демонстраційну установку (перша черга), яка містить в своєму складі вітроелектричну установку потужністю 800 Вт, контролер заряду акумулятора, акумулятор і електролізер.

Дослідна експлуатація вітроелектричної установки показала, що мінімальна швидкість вітру, при якій установка починає генерувати електроенергію становить 3,5 м/с.

1. Кудря С.О., Морозов Ю.П., Кузнєцов М.П. Перспективні напрями розвитку сучасних технологій виробництва водню з використанням відновлюваних джерел енергії // Матеріали XIII Міжнародної конференції „Відновлювана енергетика XXI століття”. – АР Крим, 2012. – С. 116-121.
2. Кузнєцов М.П. Стохастичні моделі роботи енергосистеми, яка містить вітрові електростанції // Відновлювана енергетика. – 2012. – № 1. – С.34-41.

РОЗРОБКА ОСНОВ КОМБІНОВАНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ОТРИМАННЯ ВОДНЮ МЕТАЛПАРОВИМ МЕТОДОМ ТА СИНТЕЗУ ОКСИДІВ ВОЛЬФРАМУ ШЛЯХОМ ПЕРЕРОБКИ ПРОМИСЛОВИХ ВІДХОДІВ З ВИКОРИСТАННЯМ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

Пасічний В.В., Зенков В.С.

Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України
03142, м. Київ, вул. Кржижановського, 3, pasich2008@meta.ua

Огляд міжнародних науково-технічних публікацій за останні 6 – 8 років підтвердив зростання уваги вчених і спеціалістів до проблеми отримання водню в сонячних печах метал-паровим методом (WSTC - water-splitting thermochemical cycle). В Ізраїлі за участю ряду країн Європи створено дослідну установку тепловою потужністю 300 кВт з використанням Zn/ZnO як робочого тіла. Ведуться концептуальні розробки для розміщення в штаті Колорадо (США) конструкцій демонстраційної на 5 МВт та комерційної на 30 МВт сонячних станцій. Одночасно проводиться пошук інших більш ефективних реагентів для редокс циклів. Зокрема, японські вчені довели, що таким може бути пара W/WO₃ [1]. Їх висновки та досвід ІПМ НАН України в дослідженні процесів термічної переробки вольфраммістячих промислових відходів та отримання водню в сонячних печах стали передумовою постановки даної роботи.

Аналіз результатів попередніх робіт по даній проблемі дозволив прийняти на початковому етапі деякі конструктивні рішення відносно постановки і проведення подальших досліджень. По-перше, враховуючи економічну та стратегічну значимість вольфраму, запропоновано три технологічні схеми термічної переробки вольфраммістячих відходів, при реалізації яких товарним продуктом на виході можуть бути окремо водень, вольфрам, водень та триоксид WO₃, водень або W/ WC. По-друге, пропонується мати два реактора – один для окиснення, другий для відновлення робочої маси. Оскільки робоча температура першого на 300 – 400 °С нижче температури другого, то конструктивно і «матеріально» перший може бути простіше і дешевше. По-третє, оскільки сонячні печі працюють «дискретно», пропонується система накопичення кожного виду речовин і продукції, що дозволить планувати роботи в залежності не тільки від наявності сонячного випромінювання, а і від надходження відповідної сировини.

З використанням термодинамічної програми «HSC-5.1» були отримані дані, які дозволяють провести термодинамічний аналіз відновних та окисних процесів, що протікають в системі W-CO-CO₂-C, та на їх основі прогнозувати можливий шлях взаємодії складових цієї системи. Встановлено температурні режими, в яких ці процеси стають реальними. З використанням отриманих термодинамічних даних можливий вибір реакційного середовища та аналіз його складу залежно від кінцевого продукту відновлювального циклу - W чи WC. Показана актуальність циклічного проведення процесів в стадіях відновлення – карбідізації вольфраму – в середовищі CO.

Розроблено принципову схему експериментів в сонячній печі СГУ-6. Головна відмінність схеми полягає в застосуванні системи з двох дзеркальних концентраторів: основного ϕ 2,8 м та співвісного з ним додаткового ϕ 360 мм, розміщеного в центрі першого. В фокальній зоні першого розміщено реактор, в фокусі другого – генератор водяної пари. Реактор представляє собою кварцову колбу з механізмом обертання для перемішування робочої маси в процесі експерименту. Відповідно до такої конструкції розроблено математичний апарат для теплофізичного аналізу теплового балансу в кварцовому реакторі. Втрати радіаційного потоку при проходженні через кварцову стінку реактора оцінені експериментально і складають біля 20 %. Одночасно була розроблена методика проведення термогравіметричного аналізу редокс циклів з використанням на першому етапі хімічно відносно простих відходів - вольфрамкової плутанки.

Виконані аналітичні та інженерно-технічні підготовчі роботи повинні забезпечити експериментальні дослідження на наступному етапі проекту.

1 Kodama T., Ohtake H., Matsumoto S. et all. Thermochemical methane reforming using a reactive WO₃/W redox system/ Energy.- 2000.-Vol. 25.- P. 411-425.

ВПЛИВ МОДИФІКУВАННЯ ФОТОАНОДІВ НА ОСНОВІ ПОЛІКРИСТАЛІЧНИХ ПЛІВОК ХАЛЬКОГЕНІДІВ КАДМІЮ ТА ТИПУ ІОН-ПРОВІДНОЇ МЕМБРАНИ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОЦЕСІВ ВИДІЛЕННЯ ВОДНЮ

Слободянюк І.О., Русецький І.А., Колбасов Г.Я., Білоус А.Г., Кобилянська С.Д.

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

Досліджені фотоелектрохімічні властивості, процеси рекомбінації, структура поверхні модифікованих плівок CdSe і твердих розчинів $CdSe_xTe_{1-x}$ ($x=0,60-0,70$), а також їх ефективність у фотоелектрохімічних системах для виділення водню. Полікристалічні плівки CdSe (рис. 1) отримано методом контактного обміну на титані з Cd протиелектродом у водних сірчано-кислих розчинах, які містили іони Cd^{2+} та H_2SeO_3 . Плівки $CdSe_xTe_{1-x}$ одержано методом розпилення на провідну Ti - підкладку спиртової суспензії дрібнодисперсних порошоків CdSe, CdTe і $CdCl_2$. Отримані напівпровідникові сполуки стійкі в окислювально - відновлювальній системі S^{2-}/S_2^{2-} , що використовується у якості робочого електроліту для фотоелектрохімічної системи з накопиченням водню, а також у фотоелементах регенеративного типу [1].

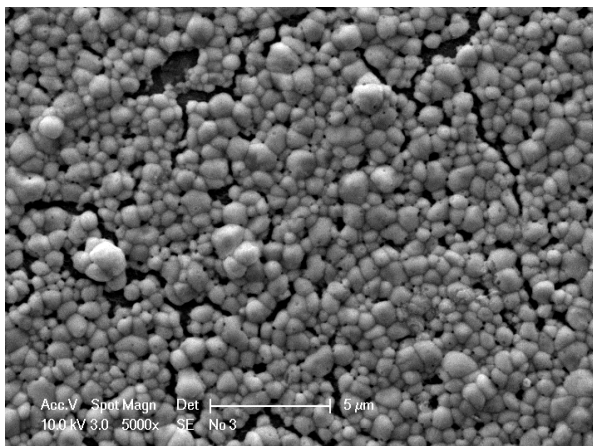


Рис. 1. Електронна мікрофотографія поверхні CdSe електрода, отриманого методом контактного обміну.

Для підвищення ефективності фотоперетворення поверхня напівпровідників піддавалася багаторазовому травленню в розчині 0.5M CrO_3 і іонній обробці в розчині 1M $ZnCl_2$. Отримано, що багаторазова комплексна обробка поверхні напівпровідників приводить до покращення навантажувальних характеристик фотоелектрохімічної комірки, в результаті чого збільшується фотопотенціал електрода в точці максимальної віддачі потужності. Встановлено, що така обробка поверхні фотоелектродів приводила до зменшення щільності центрів рекомбінації, які утворені поверхневими дефектами, що знаходяться в зоні трифазного контакту [2], та збільшення характеристичного часу релаксації

фотопотенціалу і зростанні його амплітуди, тобто збільшенню фоточутливості електрода.

Досліджена ефективність процесу одержання водню у фотоелектрохімічній комірці (ФЕХК) з одержаними фотоанодами, Pt катодом і розчинами електролітів з різними значеннями рН та керамічною мембраною, яка розділяє анодний та катодний простори ФЕХК. Встановлено, що для розділення електролітів у ФЕХК перспективно використовувати Li провідну керамічну мембрану на основі складного оксиду $La_{0,5}Li_{0,42}TiO_{2,96}$. Різниця рН аноліту та католіту обумовлює виникнення хімічного потенціалу, який сприяє йонному обміну у фотоелектрохімічній комірці за рахунок зменшення різниці потенціалів, необхідної для виділення водню. Цими ж факторами обумовлені більші величини струму у такій ФЕХК у порівнянні з коміркою з однаковими значеннями рН католіту та аноліту. Керамічна мембрана має перевагу перед стандартною мембраною МФ4-СК при невеликій щільності струму та при умові зменшення її питомого опору (збільшення площі та зменшення її товщини) для більшого струму.

1. Гуревич Ю.Я. Плесков Ю.В. *Фотоелектрохімія напівпровідників*. – М.: Наука, 1983. – 312 с.
2. Колбасов Г.Я., Городыський А.В. *Процеси фотостимульованого переносу заряду в системі напівпровідник – електроліт*. – К.: Наук. думка, 1993.

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

Лампека Я.Д., Цимбал Л.В., Гавриш С.П., Гуртовий Р.І.
Інститут фізичної хімії ім. Л. В. Писаржевського НАН України,
03028, проспект Науки 31, Київ, lampeka@adamant.net

Пористі кристалічні сполуки координаційно-полімерної природи (т. зв. метал-органічні каркаси, МОК) є перспективними матеріалами для акумулювання водню, що обумовлено широкими можливостями варіювання їх просторової будови і хімічної природі і пов'язаною з цим можливістю досягнення високої сорбційної здатності за даним адсорбатом. Одним з найбільш дієвих способів підвищення пористості таких матеріалів є використання великих за розмірами лігандів, які виконують місткову функцію, зв'язуючи металовмісні центри в полімерні структури різної розмірності. Раніше нами було показано, що використання в якості місткового ліганду між макроциклічними катіонами $[\text{NiL}]^{2+}$ (L=1,4,8,11-тетраазаціклотетрадекан) тридентатного карбоксилату $[\text{ВТВ}]^{3-}$ (рис.1) дійсно приводить до утворення двовимірних (2D) координаційних полімерів (КП) стільникової будови з розмірами «вікон» близько 2,5 нм, однак пористість такого матеріалу суттєво зменшується внаслідок взаємопереплетіння паралельних 2D шарів (зокрема, для МОК $[(\text{NiL})_3(\text{ВТВ})_2]$ доступний для зв'язування адсорбату простір складає 574 \AA^3 , тобто 13.3% від об'єму елементарної комірки).

З метою з'ясування впливу хімічної будови складових МОК на їх пористість в рамках виконання даного проекту були отримані нові кристалічні матеріали на основі макроциклічних катіонів цинку(II) і нікелю(II) та аніонів трьох тридентатних карбоксилатів порідненої будови, а саме, $\{(\text{ZnL})_3[\text{m-TATB}]_2\} \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ (**1**), $\{(\text{NiL})_3[\text{m-TATB}]_2\} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (**2**), $\{[\text{Zn}(\text{L})(\text{H}_2\text{O})_2](\text{H}[\text{p-TATB}])\} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (**3**) та $\{[\text{Zn}(\text{L})(\text{H}_2\text{O})_2](\text{H}[\text{ВТВ}])\} \cdot 2\text{H}_2\text{O} \cdot \text{DMF}$ (**4**). Як засвідчили дані рентгеноструктурного аналізу, природа як макроциклічної, так і карбоксилатної складових суттєвим чином впливає на кристалічну будову МОК. Зокрема, сполуки **1** і **2** є 2D КП з паралельними шарами, що не переплітаються (рис.2а), тоді як ґратки комплексів **3** і **4** є іонними, в яких діаніон карбоксилату не координується до іона металу із-за його блокування координованими молекулами води (рис.2б). При цьому найбільший вакантний об'єм наявний у МОК **4** (650 \AA^3 , тобто 16.3% від об'єму елементарної комірки).

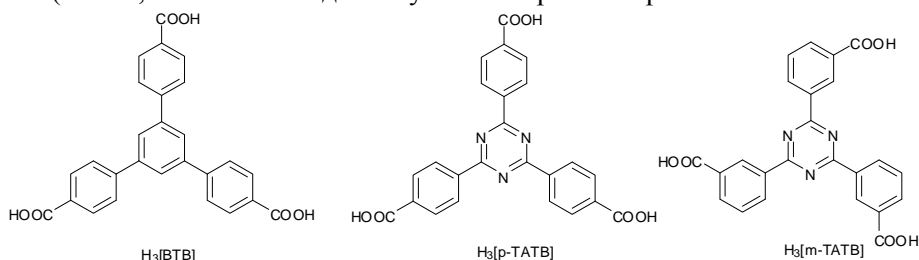


Рис. 1. Формули карбоксилатних місткових лігандів в МОК на основі макроциклічних комплексів

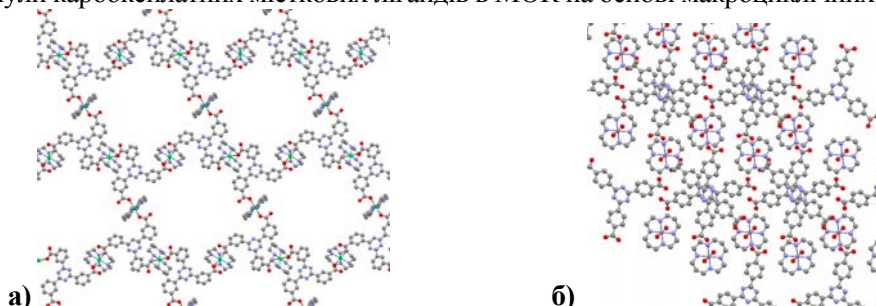


Рис. 2. Фрагменти кристалічних ґраток комплексів **2** (а) і **3** (б)

Термогравіметричні дослідження показали, що кристалізаційні молекули розчинників видаляються з ґраток синтезованих МОК при температурах, що не перевищують $150 \text{ }^\circ\text{C}$, при цьому сполуки зберігають свою кристалічну будову в процесах десольватації/ресольватації. Проведені дослідження сорбційних властивостей отриманих МОК по відношенню до водню показали, що максимальна сорбційна ємність серед досліджених сполук (0,42% ваг) притаманна МОК **4**.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ДЕСОРБЦІ ВОДНЮ З ГІДРОФУЛЛЕРИТІВ $C_{60}H_x$

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

Інституту проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України
03680, Київ-142, вул. Кржижанівського 3, 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 другого етапу проекту «Гідрування об'єктів дослідження»: відпрацьовано процес очистки та розділення хроматографічним методом металофуллеренів, їх гідрування та проведення процесу дегідридів.

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

Результати, що були отримані за другим етапом 2012 р. знайдуть використання в різних галузях промисловості зокрема в водневій енергетиці.

ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СПЛАВІВ АВ₅ ТИПУ ТА ЇХ ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ

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

Створена теорія розчинності водню в сплавах АВ₂ 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 Ps, ізоплет Р-Т, з'ясовано причини, що визначають характер таких залежностей, рівень кривих, їх нахил, нелінійність, прояв на них плато, обґрунтовано 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. СМІРНОВ А.А. Молекулярно-Кинетическая Теория Металлов. - М.: Наука, 1966. - 488 С.
5. СМІРНОВ А.А. Теория Сплавов Внедрения. - М.: Наука, 1979. - 368 С.
6. СМІРНОВ А.А. Теория Фазовых Превращений И Размещения Атомов В Сплавах Внедрения. - Киев: Наукова Думка, 1992. - 280 С.

СИНТЕЗ ГІДРИДОУТВОРЮЮЧИХ МЕХАНІЧНИХ СПЛАВІВ СИСТЕМИ Mg-Al-Ti-Fe-H ТА ВИЗНАЧЕННЯ КОМПЛЕКСУ ЇХ ОСНОВНИХ ХАРАКТЕРИСТИК

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

Інститут проблем матеріалознавства НАН України,
03142, вул. Кржижанівського 3, Київ, 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 попередньому (першому) етапі робіт за проектом досліджено вплив окремо кожного з легуючих елементів Al, Ti, Fe як на температуру розкладу, так і на кінетику десорбції водню з гідридної фази MgH₂ композитів, отриманих методом реактивного механічного сплавлення (зокрема помелом в середовищі водню під тиском 1,2 МПа сумішей Mg + 10% мас. Al, Mg + 10 % мас. Ti, Mg + 10 % мас. Fe).

Метою досліджень на другому етапі робіт за проектом було встановити ефект зниження температури та покращення кінетики десорбції водню з гідридної фази MgH₂ механічного сплаву, що отримано реактивним помелом сумішей **Mg + 10 % мас. Al + 10%мас.Ti** та **Mg + 10 % мас. Al + 10%мас.Fe** завдяки механічному легуванню магнію в процесі його помелу в атмосфері водню одночасно двома такими металами як Al і Ti, або Al і Fe. Важливо також було дослідити персональний внесок легуючого елемента Al в зниження термічної стійкості та температури розкладу гідридної фази MgH₂ механічного сплаву Mg + 10 % мас. Al, яку отримували за різних умов гідрування. Очікувалось, що результати вказаних досліджень дозволять оптимізувати склад легуючих елементів і умови отримання механічного сплаву, що забезпечать максимально низьку термічну стійкість і температуру розкладу його гідридної фази MgH₂ з одночасним покращенням кінетики сорбції – десорбції з неї водню.

Реактивним помелом сумішей (Mg +10% мас.Al + 10 % мас. Ti) та (Mg + 10% мас.Al +10 % мас. Fe) в атмосфері водню під тиском 1,2 МПа на протязі 10 год. отримано механічні сплави МС1 та МС2 відповідно. Механічні сплави МС3 і МС4 отримано помелом суміші (Mg + 10 % мас. Al) в атмосфері Ar на протязі 17 год. (МС3) та 20 год. (МС4) з наступним гідруванням їх у різний спосіб.

З застосуванням термодесорбційної спектроскопії при тиску водню 0,1 МПа досліджено воденьсорбційні характеристики, термічну стійкість та кінетику десорбції H₂ з отриманих МС; визначено енергію активації процесу десорбції з них водню. Встановлено, що механічне легування магнію Al і Ti забезпечує кращі воденьсорбційні характеристики та кінетику десорбції водню з гідридної фази MgH₂ механічного сплаву-композиту ніж легування Al і Fe.

З аналізу першої після синтезу десорбції водню з механічних сплавів МС1 і МС2 встановлено, що в результаті реактивного помелу суміші Mg + 10 % мас. Al + 10%мас.Ti на протязі 10 годин вдається досягти значно більшої величини водневої ємності (6,57% мас.H₂), ніж у випадку реактивного помелу (теж на протязі 10 год.) суміші Mg + 10 %Al + 10 % мас. Fe (3,5 % мас.H₂). Такий же висновок можна зробити і з аналізу десорбції водню з вказаних механічних сплавів після їх першого гідрування із газової фази (5,56 % мас.H₂ і відповідно 4,5 % мас.H₂). Температури початку першої після синтезу МС1 і МС2 десорбції водню з їх гідридної фази MgH₂ виявились рівними відповідно 330 °С і 305 °С, а після першого гідрування із газової фази вказаних МС - 305 °С і 315 °С.

Встановлено, що у випадку МС3 утворення твердого розчину Al в Mg за умов помелу суміші порошків Mg +10%мас.Al в аргоні на протязі 17 год. з наступним помелом у водні на протязі 10 год. не привело до очікуваного зниження рівноважної при тиску водню в реакторі 1 бар температури десорбції H₂ з легованої алюмінієм гідридної фази MgH₂ цього механічного сплаву. Не спостерігалось зниження температури десорбції H₂ з гідридної фази MgH₂ механічного сплаву МС4, який теж отримували помелом суміші порошків Mg +10%мас.Al в аргоні на протязі 20 год. з наступним гідруванням із газової фази.

ФОТОЕЛЕКТРОХІМІЧНА СИСТЕМА ДЛЯ НАКОПИЧЕННЯ ВОДНЮ НА ОСНОВІ ВОДЕНЬСОРБУЮЧИХ СПЛАВІВ І КОМПОЗИТІВ НА ЇХ ОСНОВІ ТА НАНОСТРУКТУРОВАНІХ ФОТОАНОДІВ TiO₂/CdSe

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

⁽¹⁾Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України,
03142 м. Київ, вул. Кржижановського 3, Україна, larisa_c@ukr.net
Інститут загальної та неорганічної хімії ім. В.І. Вернадського НАН України,
03680 Київ-142, пр. Палладіна 32/34, Україна, kolbasov@ionc.kiev.ua

Для акумулювання водню під дією сонячного світла використана модифікована фотоелектрохімічна (ФЕХ) комірка з фторопласту [1], у якій в якості фотоанода використано CdSe електрод, який знаходився в полісульфідному розчині, та катод в розчині 30% КОН.

Напівпровідникові плівки CdSe були отримані катодним електроосадженням (А3) на Ti - підкладку із спеціально сформованим шаром нанотрубок TiO₂ з водних розчинів електролітів, які містять іони Cd²⁺ і H₂SeO₃, а також шляхом розпилення (А1, А2) спиртової суспензії здрібнених порошків CdSe та CdCl₂. Товщина плівки становила 0,3 ÷ 3 мкм. Для підвищення ефективності фотоперетворення поверхня напівпровідника піддавалася модифікуванню Zn і Pt [1].

В якості активної речовини катодів використана суміш воденьсорбуючих сплавів LaNi_{4,5}Mn_{0,5}+LaNi_{4,5}Al_{0,5}, які взяті у рівних вагових частинах, з добавками суміші високодисперсної сажі марки PureBlack 205 (питомою площею поверхні ~ 45 м²/г) та багатостінних вуглецевих нанотрубок (НТ) діаметром 100-150 нм у співвідношенні (сажа:НТ): К1 - 7%:1% і К2 – 5%:3%.

Результати дослідження роботи ФЕХ комірки з різними парами анод-катод наведені в таблиці.

Таблиця. Дані по проведенню випробувань різних пар фотоанод - катод у ФЕХ комірці

Позначення електродів		Характеристики ФЕХ комірки						Потужність світлового потоку, мВт/см ²
		Співвідношення S _{ан} /S _к	Фото-струм, мА	Густина фотоструму, мА/см ²		Потенціал, В		
анод	катод			анод	катод	анод	катод	
А1	К1	2.2	3.58	1.10	2.24	-0.962	-0.923	80.7
	К2	2.2	2.6	0.743	1.625	-0.950	-0.921	83.7
А2	К2	2.2	2.37	0.68	1.50	-0.944	-0.918	76.0
	К1	2.2	2.24	0.64	1.40	-0.942	-0.918	84.8
	Pt	1.75	0.68	0.20	0.34	-0.984	-0.978	86.0
А3	К2	2.2	2.86	0.817	1.79	-0.955	-0.924	89.7
	Pt	1.75	0.92	0.263	0.575	-1.01	-0.998	76.0

Показана сумісність обох композитних катодів у парах із усіма дослідженими фотоанодами. Найбільший струм генерується у ФЕХ системі при роботі пари анод А1 - катод К1. Показано, що фотоелектрохімічний процес одержання та акумулювання «сонячного» водню композитними катодами більш ефективний у порівнянні із процесом його виділення на платині.

1. Колбасов Г.Я., Щербакова Л.Г. *Фундаментальні проблеми водневої енергетики.* / НАН України; за редакцією В.Д. Походенка, В.В. Скорохода, Ю.М. Солоніна. – К: Видавництво „КІМ”, 2010. - с. 77-91.

ВИВЧЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ПОВЕДЕНКИ ПРОЦЕСУ ЗАРЯДУ І РОЗРЯДУ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД СТРУКТУРИ ВОДЕНЬСОРБУЮЧИХ СПЛАВІВ ТА СКЛАДУ КОМПОЗИТІВ НА ЇХ ОСНОВІ

Щербакова Л.Г., Сподарик М.І., Солонін Ю.М., Кравчук Д.М.

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

03142, вул. Кржижанівського 3, Київ, larisa_c@ukr.net

У рамках цього етапу було вивчено морфологію, кристалічну структуру, вміст кисню, склад поверхні в залежності від розміру частинок порошку газорозпиленних сплавів типу AB_5 ($LaNi_{4.5}Al_{0.5}$ і $(La+Mm)Ni_{3.5}Co_{0.7}Al_{0.35}Mn_{0.4}Zr_{0.05}$), а також закономірності процесів оборотного поглинання водню електродами з цих порошків в залежності від складу сплаву, розміру фракції порошку і типу струмопровідної добавки.

Електроди зі сплаву ГРП $LaNi_{4.5}Al_{0.5}$ показали хороші воденьсорбційні та електрохімічні характеристики, які покращувалися зі збільшенням розміру фракції порошку сплаву. Розраховані коефіцієнти дифузії водню в електродах при розряді зростали в залежності від розміру частинок сплаву і струмопровідного компонента в послідовності: дрібна < середня < велика +Cu < велика+вуглецевий композит. Електроди з порошків дрібної фракції $\leq 0,050$ мм в процесі оборотного електролітичного гідрування покращують свої кінетичні і сорбційні характеристики, здатні до розряду високими струмами, що дозволяє рекомендувати їх в якості катодного матеріалу для оборотного накопичення водню без додаткового механічного подрібнення. Електроди, виготовлені з дрібної фракції порошку сплаву $(La+Mm)Ni_{3.5}Co_{0.7}Al_{0.35}Mn_{0.4}Zr_{0.05}$ ($< 0,050$ мм), навпаки дуже важко активуються і показують розрядну ємність по водню (С) на 15-20 % нижчу, ніж порошки з більшим розміром частинок. Попередня хімічна активація порошку сплаву покращує кінетику поглинання водню, але практично не впливає на сорбційні характеристики катодів. На відміну від більших за розміром порошків, електроди, виготовлені з дрібної фракції сплаву не здатні до високошвидкісного розряду. Нанесення на поверхню порошку Ni покриття і попереднє гідрування у атмосфері водню не є доцільним, тому що спостерігається погіршення кінетики поглинання водню і, як наслідок, зменшення розрядної ємності.

Різниця в електрохімічній поведінці при оборотному електролітичному поглинанні водню електродами з 2-ох фракцій сплавів в залежності від їх складу (таблиця), в основному, пов'язана з різним станом поверхні часток сплаву, особливо дрібних, що підтверджено даними РФС і ОЖС.

Таблиця. Порівняльні характеристики електродів, виготовлених з досліджених сплавів типу AB_5

Сплав	Фракція, мм	Стан поверхні	Коефіцієнт дифузії водню, cm^2/s	$C_{75mA/g}$, $mA^*год/g$	$C_{300mA/g}$, $mA^*год/g$
$LaNi_{4.5}Al_{0.5}$	≤ 0.05	Вихідна	$6 \cdot 10^{-12}$	235	290
	0.63-1.0	Вихідна	$3.5 \cdot 10^{-10}$	296	289
$(La+Mm)Ni_{3.5}Co_{0.7}Al_{0.35}Mn_{0.4}Zr_{0.05}$	≤ 0.05 1.0-1.6	Вихідна	$2 \cdot 10^{-12}$	-	-
		Активована	$1.5 \cdot 10^{-10}$	135	54
		Вихідна	$1.8 \cdot 10^{-11}$	205	-
		Активована	$4.0 \cdot 10^{-9}$	220	207

Продовжено роботи по створенню високоємнісних композитних воденьсорбуючих катодів і нікельоксидних анодів з використанням сучасних струмопровідних вуглецевих добавок: наносажі (НСж), нанотрубок (НТР) та їх композицій. Показано, що введення струмопровідного вуглецевого композиту (1-3 мас.% НТР+7-5 мас.% НСж) в електроди зі сплавів $LaNi_{4.5}Al_{0.5}$, $MmNi_{4.3}Mn_{0.5}Al_{0.2}$ і $(La+Mm)Ni_{3.5}Co_{0.7}Al_{0.35}Mn_{0.4}Zr_{0.05}$ дозволило створити електроди з високою ємністю по водню як на одиницю маси воденьсорбуючого сплаву, так і на одиницю маси електроду. Синтезовано дрібнодисперсний порошок 2-ох фазного $Ni(OH)$ (α - і β -модифікації), вивчені його структура і морфологія. Дослідження показали, що кінетика його окислення і відновлення, а також електрохімічна ємність значно кращі, ніж у акумуляторного β - $Ni(OH)$. Електроди, виготовлені з цього $Ni(OH)$ з доданням вуглецевого композиту мають високу питому ємність (біля 185 $mA^*год/g$ електроду).

РОЗВИТОК МОДЕЛІ ІВХТ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ КОНСТРУКЦІЙНИХ СТАЛЕЙ НА БАЗІ СУЧАСНИХ УЯВЛЕНЬ МЕТАЛОФІЗИКИ ПРО МЕХАНІЧНУ СТАБІЛЬНІСТЬ І ГРАНИЧНУ МІЦНІСТЬ МЕТАЛІВ ТА СПЛАВІВ В КОНСТРУКЦІЯХ

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

Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України,
03680, м.Київ-150, МСП, вул. Боженка, 11, synvukv@nas.gov.ua

Перспективним для зберігання та транспортування газоподібного водню є використання сталевих резервуарів високого тиску. Однак, водень розчиняється у металі і його концентрація збільшується зі зростанням тиску, що може призвести до окрихчення оболонки резервуару. Проблема деградації механічних властивостей металу під дією дифузійно-рухливого водню виникає також на стадії виготовлення таких резервуарів із високоміцних низьколегованих сталей за допомогою дугового зварювання. Тому, для виготовлення та експлуатації таких конструкцій необхідно враховувати вплив водню на механічні властивості металу.

Крихке руйнування металу відбувається при втраті стабільності зародкової тріщини в момент її зародження, коли головні напруження розтягу досягають граничної величини – крихкої міцності металу R_{mc} . Наявність водню призводить до зменшення величини R_{mc} , за рахунок взаємодії водню з дислокаціями, а також зміни властивостей дислокаційних скупчень під дією водню, що призводить до утворення зародкових тріщин при меншій величині розтягуючих напружень. У разі, коли зародкова тріщина не втратила стабільність у момент свого зародження, подальша пластична деформація металу призведе до її затуплення. За наявності водню у металі, така тріщина буде рости за рахунок утворення нових дефектів у її вершині, що виникають внаслідок локалізації пластичної деформації під дією водню. Для експериментального дослідження механізму водневої крихкості використовували армко-залізо, сталі ВСт3сп, 09Г2ФБ, 10ХН3МД та високоміцний метал шва, отриманий при зварюванні дослідними електродами. Термодесорбційний аналіз водню із зразків металу, випробуваних на одновісний розтяг (рис. 1) показав, що у деформованому металі, який містив дифузійний водень, з'являється водень, що знаходиться в пастках, котрі виникли в наслідок пластичної деформації. При термодесорбційному аналізі цей водень виділяється при температурі $\sim 150^\circ\text{C}$ (дислокації) та $\sim 250^\circ\text{C}$ (мікротріщини). Таким чином, зародження і ріст мікротріщин в металі визначається характером взаємодії водню з дислокаціями.

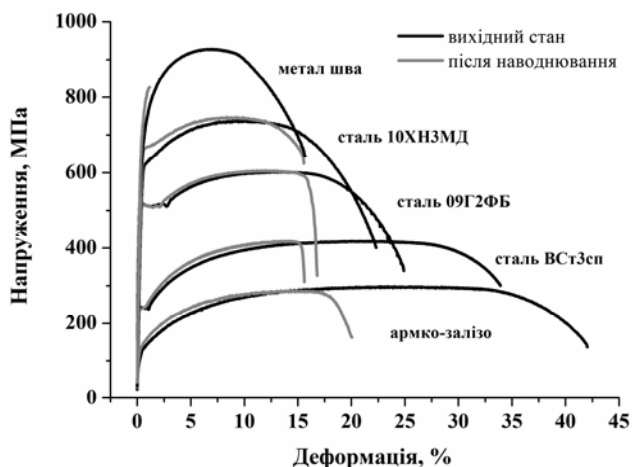


Рис. 1. Деформаційні криві випробувань на одновісний розтяг заліза та сталей, що містять водень

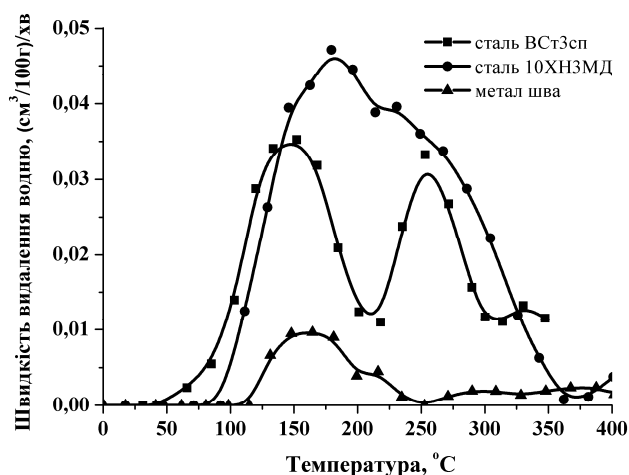


Рис. 2. Спектри термодесорбції водню із зразків металу після механічних випробувань та видалення дифузійного водню

Грунтуючись на механізмі крихкого руйнування металів та отриманих експериментальних даних була удосконалена модель утворення індукованих воднем холодних тріщин (ІВХТ) у зварних з'єднаннях високоміцних низьколегованих сталей та розвинутий критерій крихкої міцності металу, що містить водень.

МЕХАНОХІМІЧНИЙ СИНТЕЗ НОВИХ ІНТЕРМЕТАЛІЧНИХ СПОЛУК ТА КОМПЛЕКСНИХ ГІДРИДІВ ЯК ЕФЕКТИВНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ АКУМУЛЮВАННЯ ВОДНЮ

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

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

Для приготування нових сплавів на основі магнію (системи Mg-Ti-Ni, Mg-РЗМ-Со тощо) використовували високоенергетичний механомічний помел порошок металів з наступним відпалом (спіканням) в атмосфері аргону. В системі Mg-Ti-Ni виявлено утворення тернарної кубічної фази $Mg_xTi_{1-2/3x}Ni_{1-1/3x}$ (твердого розчину Mg у сполуці TiNi), що існує в діапазоні $0 < x \leq 0.5$. Показано, що ця фаза при складі $Mg_{0.5}Ti_{0.67}Ni_{0.83}$ поглинає водень за кімнатної температури та тиску 5 МПа з утворенням гідриду з ємністю 1.6 мас.% H (на 15% вище порівняно з TiNi) [1]. Детально досліджено взаємодію з воднем сплаву $Mg_{88}Ti_4Ni_8$, склад якого відповідає умовній евтектиці на рівновазі магнію з потрійним інтерметалідам Mg_3TiNi_2 . Зворотна ємність такого сплаву за температур 300-350°C складає ~5 мас.%. Покращення кінетики абсорбції-десорбції водню сплавом $Mg_{88}Ti_4Ni_8$ у порівнянні з чистим Mg пояснюється каталітичним впливом сполуки Mg_3TiNi_2 .

При дослідженні системи Mg-Tb-Co підтверджено існування тернарних інтерметалічних сполук $MgTb_4Co$ і $Mg_3Tb_4Co_2$, а також синтезовано нові сполуки $MgTbCo_4$ та $Tb_{3-x}Mg_xCo_9$ ($x=1-2$). Воденьсорбційні властивості сплавів Mg-Tb-Co будуть вивчатись на наступному етапі досліджень.

Проводили механохімічний синтез борогідриду магнію $Mg(BH_4)_2$. Цей комплексний гідрид викликає значний інтерес як матеріал для зберігання водню завдяки високій ємності (14.9 мас.% H) та сприятливій термодинамічній стабільності (теплота розкладу ~ 40 кДж \times моль $^{-1}$ H $_2$). Складність повторного синтезу $Mg(BH_4)_2$ з продуктів його розкладу за помірних умов перешкоджає практичному використанню матеріалу. Нещодавно було продемонстровано прямий синтез $Mg(BH_4)_2$ гідруванням MgB_2 за температури 400°C та тиску 95 МПа H $_2$ [2] з виходом продукту близько 75%. У нашій роботі досягнуто перетворення MgB_2 в $Mg(BH_4)_2$ за кімнатної температури з використанням помелу у середовищі водню. Реактивний помел проводили у магнето-млині Uni Ball-5 та планетарному млині Fritsch P6 за різних тисків водню та умов помелу (рис. 1). Також використовували різні каталізатори - TiO $_2$, TiCl $_4$ та графіт. Після синтезу матеріал характеризували методами РФА та ЯМР, а також досліджували десорбцію водню методом ТДС (рис. 2). Механохімічне гідрування MgB_2 приводить до утворення аморфного $Mg(BH_4)_2$ та домішкової фази $MgB_{12}H_{12}$. Максимальна кількість водню поглинутого після 60 год помелу складала ~5 мас.%. Після десорбції спостерігали часткове зворотне гідрування помеленого матеріалу за тиску 15 МПа H $_2$ та 300°C. Показано, що каталітичні добавки на основі Ti (5 мас.%) не впливають на швидкість механохімічного гідрування MgB_2 , проте, вони знижують температуру десорбції водню з матеріалу на ~100 °C [3].

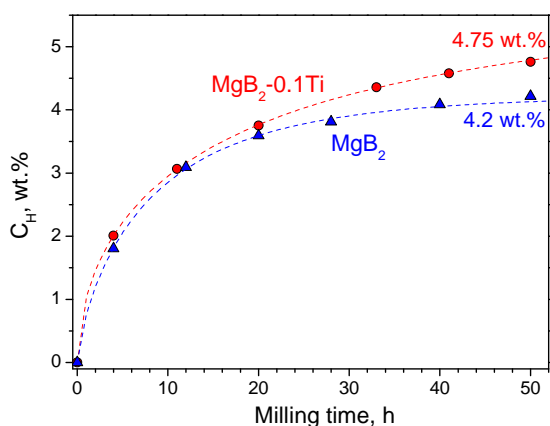


Рис.1. Криві поглинання водню в процесі помелу MgB_2 у планетарному млині за тиску 4 МПа.

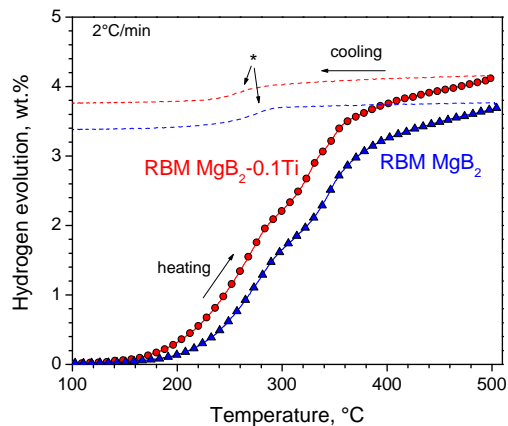


Рис.2. Криві термодесорбції водню з продуктів механохімічного синтезу.

- [1] R. Denys *et al.* Intermetallics 32 (2013) 167-175.
[2] G. Severa *et al.* Chem Commun 46 (2010) 421-423.
[3] S. Gupta *et al.* Chem Commun, *submitted*.

РОЗРОБЛЕННЯ МЕТОДОЛОГІЧНИХ ЗАСАД І ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ВПЛИВУ ВОДНЮ ТА ІНШИХ ЧИННИКІВ ДЕГРАДУВАННЯ ФЕРОМАГНЕТИКІВ НА ГЕНЕРУВАННЯ МАГНЕТОПРУЖНОЇ АКУСТИЧНОЇ ЕМІСІЇ

Скальський В.Р., Сергієнко О.М., Рудавський Д.В., Клим Б.П.
Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України,
79060 Львів-60, вул. Наукова, 5, skal@ipm.lviv.ua

Переважає більшість обладнання теплоелектростанцій, трубопровідного транспорту, виробів машинобудування тощо виготовлена зі сталей, які є феромагнетними матеріалами. Контактуючі під час довготривалої експлуатації з водневомісним середовищем феромагнетні матеріали деградують – втрачають свої міцнісні властивості та інші фізичні характеристики. Зумовлено це зміною структури феромагнетика та виникненням місць його підвищеної локальної пошкоженості. Останні, здебільшого, виникають під впливом водневого чинника та навантаження, що призводить до різкого погіршення властивостей феромагнетика, а відтак і до зародження та розвитку мікротріщин. Саме у таких місцях відбувається початок зародження макроруйнування елементів конструкцій.

Для виявлення водневої пошкоженості феромагнетних конструкційних матеріалів застосовують руйнівні та неруйнівні методи контролю. Якщо перші знайшли своє застосування у лабораторних умовах досліджень, то другі все більше використовують в інженерній практиці для моніторингу технічного стану обладнання як під час його роботи, так і під час технологічних зупинок. Особливу зацікавленість останнім часом у розв'язанні окресленої проблеми привертають методичні підходи до контролю (НК), побудовані на ефекті Баркгаузена (ЕБ) Слід зазначити, що основні фізичні механізми, які лежать в основі ЕБ відомі достатньо давно, однак, після того як було експериментально знайдено явно виражений зв'язок різних параметрів електричних сигналів ЕБ та пружних хвиль магнетопружної акустичної емісії (МАЕ), що супроводжує стрибки Баркгаузена, з внутрішніми, втомними і зовнішніми пружними напруженнями у феромагнетних сталях, а також з їх термообробкою і, отже, з їх механічними властивостями – розпочалось бурхливе застосування ефекту.

Для проведення експериментальних досліджень нами було вибрано два представники феромагнетних матеріалів – технічно чистий (99,7%) нікель та сталь 15. Під час вибору типу феромагнетика керувалися як різною їх фізичною будовою, широтою висвітлення досліджень магнетних властивостей, так і практичним застосуванням отриманих результатів для створення відповідних методик НК. Перед проведенням експериментів визначили оптимальну частоту перемагнення феромагнетика. Для цього із сталлюю пластинною товщиною 2 мм були проведені експерименти на різних частотах перемагнення. Після перемагнення пластин із вихідного стану вибраного матеріалу на частоті 9 Гц із записом МАЕ їх наводнювали з газової фази, спочатку теоретично порухавши концентрацію та розподіл водню в пластині.

Для розв'язування задачі було застосовано числовий метод скінченних елементів у вигляді програмного пакета FEMLAB 3. Розбиття сталлюю та нікелевою пластин було проведено так: сталь 15 – на 3567 елементів; нікель – на 1234 елементи. На основі проведених на комп'ютері розрахунків отримано розподіл концентрації водню у пластинках після 2 год. наводнювання. Аналіз отриманих розрахунків показав, що максимальне та мінімальне значення концентрації водню по об'єму пластини незначно відрізняється, тому при розрахунку тонких пластин достатньо знайти концентрацію водню на їх поверхнях. Після завершення наводнення зразки повторно випробували у соленоді.

У результаті експериментальних випробувань встановлено, що метод МАЕ чутливий до зміни доменної структури феромагнетиків, що відбувається під впливом воднево-механічного чинника. Наявність низьких концентрацій водню (< 8 ppm) у феромагнетнику спричиняє зростання потужності сигналів магнетопружної акустичної емісії у порівнянні із випробуваннями вихідного матеріалу на повітрі за аналогічних умов. Ураховуючи високу чутливість магнетопружної акустичної емісії до низьких концентрацій водню у феромагнетному матеріалі, можна побудувати методику неруйнівної оцінки ступеня його наводнення.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВИХІДНОЇ СТРУКТУРИ ТА ФАЗОВОГО СКЛАДУ НА МЕХАНІЗМ І КІНЕТИКУ ПРОЦЕСІВ СОРБЦІЯ - ДЕСОРБЦІЯ ЛИТИХ СПЛАВІВ СИСТЕМИ Ti-Fe-Mn ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ НАЯВНОСТІ ПЕРВИННИХ КРИСТАЛІВ ІНТЕРМЕТАЛІДІВ НА ХАРАКТЕР ПРОЦЕСУ ГІДРУВАННЯ

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

Інститут металофізики ім. Г. В. Курдюмова НАН України, бульв.
03142, Київ, Акад. Вернадського, 36, ivanch@imp.kiev.ua.

На даний час питання зберігання водню в зв'язаному стані (гідриди) є актуальним та перспективним [1]. Серед матеріалів, що претендують на використання у якості акумуляторів водню особливе місце займають гідриди на основі інтерметаліду TiFe [2,3]. Цей матеріал має цілий ряд переваг, основними з яких являються доступність вихідних матеріалів і низька вартість їх виробництва.

Процес активації, що передуює гідруванню сплаву TiFe - є енергетично витратною операцією. Тому зусилля багатьох дослідників спрямовані на пошук легуючих добавок до цього сплаву, які б спростили або здешевили цей процес. Відомо що, легування хромом, цирконієм, марганцем і ванадієм у кількості 5-30 ат. % пом'якшує початкові параметри процесу гідрування інтерметаліду TiFe [3]. Так, легування сплаву марганцем Ti(Fe_{0,8}Mn_{0,2}) дозволяє значно понизити робочий тиск і збільшити реальну сорбційну ємність [4]. Було виявлено ефект збільшення водневої ємності сплавів без застосування попередньої термічної активації шляхом використання гетерофазних композицій [5].

Методами оптичної мікроскопії і рентгенівського фазового аналізу вивчено мікроструктуру та фазовий склад гетерогенних сплавів Ti(FeMn) в литому і відпаленому станах, а також фазовий склад продуктів гідрування та подальшої десорбції. Порівнюючи мікроструктури можна стверджувати, що відпал істотно знижує кількість твердого розчину β (Ti,Fe,Mn), а також збільшує розміри кристалів інтерметаліду Ti(Fe,Mn), що призвело до збільшення реверсивної ємності. Наявність третьої фази Ti(Fe,Mn)_{2-x}, навіть у невеликій кількості приводить до зміни кінетичних параметрів процесів гідрування і десорбції.

Встановлено, що присутність в сплаві кристалів твердого розчину β (Ti,Fe,Mn) дозволяє при тиску водню 0,6 МПа без попередньої термообробки, за один цикл нагрів - охолодження отримати гідрид на основі інтерметаліду Ti(Fe,Mn) з максимальною ємністю. До того ж часткова заміна заліза марганцем дозволила підвищити стабільність цього гідриду, що є визначальним фактором для практичного збереження водню при кімнатній температурі та атмосферних умовах.

Процес десорбції продуктів гідрування відбувається при кімнатній температурі та пониженні тиску до 0,0002 МПа, при цьому виділяється приблизно 65 % від кількості поглинутого водню. Нагрів до температури 540°C дозволяє підвищити реверсивну ємність сплаву в литому стані до ~ 89 %, а у відпаленому – до 97%.

Гідрування активованих після циклу сорбція-десорбція зразків проходить з більшою швидкістю, при кімнатній температурі і суттєво нижчому тиску.

1. С. А. McAuliffe, *Hydrogen and energy*, (С. А. McAuliffe, London: 1980).
2. А. И. Мищенко, *Применение водорода для автомобильных двигателей*, (Київ: Наукова Думка: 1984).
3. Л. И. Кивало, М. М. Антонова, В. В. Скороход, *Аккумуляирование водорода интерметаллидом титан-железо*, (Препринт ИПМ АН УССР, Киев: 1983).
4. J. Toepler, O. Bernauer, H. Buchner, *J. Less-Common Metals*, **74**, No. 2: 385 (1980).
5. V. Ivanchenko, T. Pryadko, V. Dekhtyarenko, T. Kosorukova, *Chemistry of metals and alloys*, **1**, No. 2: 133 (2008).

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

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

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

Сплави на основі магнію є перспективними з точки зору сучасних вимог до систем металогідридного 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 даного етапу роботи за проектом є відпрацювання технології та виготовлення композитів систем Mg–Ti і Mg–Al–Ti та вивчення закономірностей накопичення та термоактивованого виділення водню із отриманих зразків у залежності від концентрації компонент. Згідно з діаграмою стану системи Mg–Ti існування сполук між цими компонент не виявлено.

Для одержання композитів із різним змістом компонент використовувався метод плазмового розпилення-напилювання, що дозволив поатомно напилювати компоненти та створювати композити із високою концентрацією нерозчинних елементів. Рентгенограми показали відсутність якої-небудь структури в отриманих зразках. З метою зменшення впливу фонового водню, наявного у зразках та у камері мішеней, в експериментах використовувався ізотоп водню - дейтерій. Вивчення температурних діапазонів десорбції дейтерію здійснювалося методом термодесорбційної спектроскопії. Дозоване введення дейтерію здійснювалося імплантацією іонів D^+ енергією 14 кеВ щільністю струму ~ 5 мкА/см². Зразки кріпилися на фольги-нагрівачі із неіржавіючої сталі X18H10T розміром $5 \times 45 \times 0.3$ мм³. Вимір температури здійснювався термопарою BP5/20, прикріпленою до нагрівача.

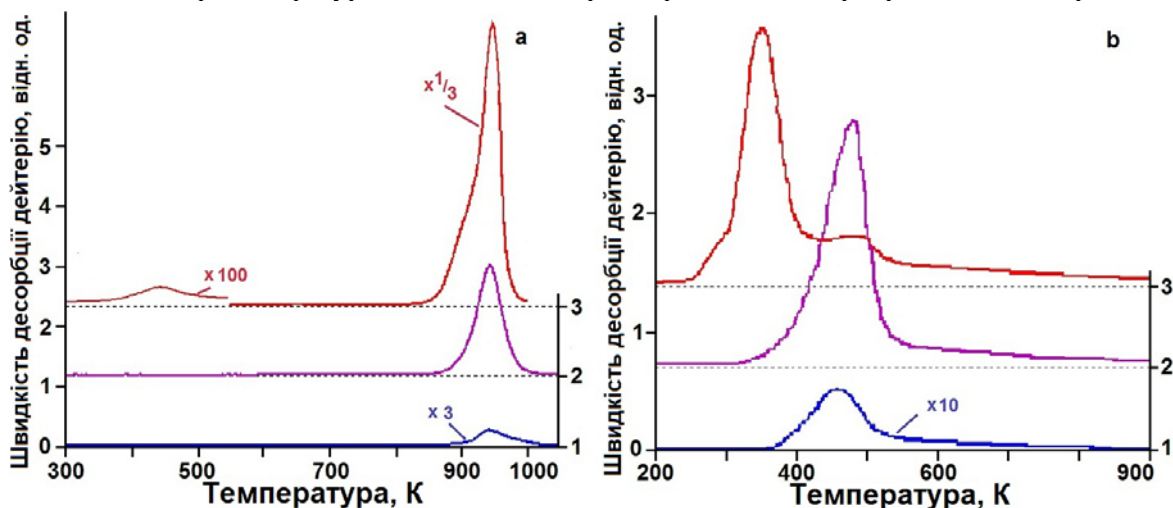


Рис. 1. Спектри термодесорбції іонно-імплантованого дейтерію із магній – титанових композитів складу $Mg_{30}Ti_{70}$ (a) та $Mg_{84}Ti_{16}$ (b). Дози: (1) $\sim 3 \times 10^{17} D/cm^2$; (2) $\sim 7 \times 10^{17} D/cm^2$; (3) $\sim 3 \times 10^{18} D/cm^2$

Виявлено, що введення домішки титану до магнію приводить до значного зниження температури десорбції дейтерію (330-450 К) у порівнянні із виділенням зі зразків магнію та титану (див., наприклад, рис.1). Східчастий вид кривої залежності температури максимуму термоактивованого виділення дейтерію із магній – титанових композитів зі зміною змісту магнію в цих сполуках свідчить про наявність двох різних структурних станів системи Mg–Ti залежно від співвідношення компонент. При цьому стехіометричне співвідношення компонент, проказує на користь можливості одержання хімічних сполук із компонент з низькою взаємною розчинністю у звичайних умовах.

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

ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ЗАСАДИ ПРОЦЕСІВ ОДЕРЖАННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ВУГЛЕЦЕВИХ ВОДНЕСОРБЦІЙНИХ НАНОМАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ВОДНЕВОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

Бондаренко Б.І., Марчук Ю.В., Праженнік Ю.Г., Ховавко О.І., Святенко О.М.,
Кожан О.П., Стратівнов Є.В., Котов В.Г., Небесний А.А.

Інститут газу НАН України,
03113, Київ, вул. Дегтярівська 39. ahova2005@ukr.net

Для виробництва лабораторних зразків вуглецевих наноматеріалів та дослідження їх адсорбційної ємності створено комплекс експериментального обладнання, що на даному етапі виконання проекту було якісно модернізовано.



Рис. 1. Модернізована установка для виробництва термографеніту (ТРГ).

Завдяки запатентованому «know-how» [1], а саме:

- 1) застосування двохпальникової системи нагріву окисненого вихідного графіту
- 2) один з пальників виступає в ролі живильника вихідної сировини, завдяки вдалося поліпшити умови для термоудару, що в свою чергу збільшило питому продуктивність установки й покращило наночастицю структуру ТРГ (зменшується насипна вага й вміст шкідливої сірки).

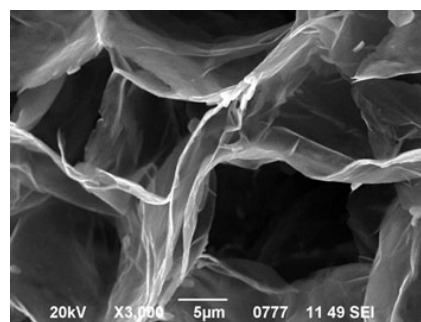
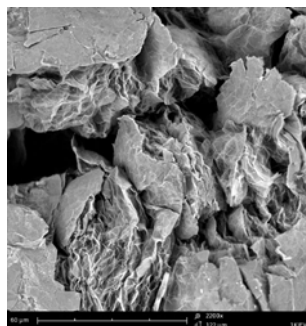


Рис. 2. Фото ТРГ на скануючому електронному мікроскопі

Вуглецеві нанотрубки (ВНТ): вивчено оптимальні параметри та розроблена ефективна технологія отримання ВНТ, що дозволило отримати сорбент досить високої чистоти та однорідної якості; розроблено вузол підготовки та система очищення газу, що містить вуглець, досліджено

Лабораторної установка для дослідження властивостей вуглецевих наносорбентів: дооснащена вузлами газоаналітичного та вакуумного обладнання, датчиком тиску, арматурою з підвищеною щільністю з метою поглибленого вивчення процесів сорбції-десорбції зразків наносорбентів; продовжено дослідження процесів при підвищених параметрах.

1. Пат. 99875 Укр., МПК (2011) С01В 31/04. Спосіб получения терморасширенного графита / Е.В. Стративнов., А.П. Кожан., Б.И. Бондаренко

СИНТЕЗ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПРОТОНОПРОВІДНИХ ОРГАНО-НЕОРГАНІЧНИХ СИСТЕМ ДЛЯ СТВОРЕННЯ МЕМБРАН З ПРОТОННОЮ ПРОВІДНІСТЮ В УМОВАХ КОНТРОЛЬОВАНОЇ ЗВОЛОЖЕНОСТІ

Шевченко В.В., Клименко Н.С., Стрюцкий О.В.

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

Серед розроблюваних паливних комірок, які вважаються одними з перспективних за своєю ефективністю електрохімічних джерел струму при використанні як відправного палива водню та спиртів, на значну увагу заслуговують полімер-електролітні паливні комірки. Досягнутий на сьогодні рівень практичного використання таких паливних комірок в основному обумовлений застосуванням як твердого полімерного електроліту перфторованих сульфокислотних мембран типу «Nafion». Цей тип полімерних протонопровідних мембран (ППМ) потребує для свого функціонування відповідного зволоження. В той же час подальший прогрес в створенні ефективних паливних комірок такого типу та їх широкого практичного впровадження вимагає підвищення температури експлуатації вище 100 °С. Це висуває відповідні вимоги до ППМ в плані забезпечення протонної провідності в маловологих або безводних умовах.

З метою вирішення даної проблеми нами розвивається підхід до створення ППМ на основі гібридних органо-неорганічних наноструктурованих систем з неводною за своєю хімічною природою протонопровідною фазою та наявністю сульфокислотних протонодонорів різної хімічної будови і різним типом зв'язку з полімерною матрицею. На даному етапі основну увагу було зосереджено на створенні нового типу сульфокислотних протонодонорів, а як протонопровідну фазу використовували олігоетиленоксидну складову, яка забезпечує дисоціацію сульфокислотних груп і транспорт протона за механізмом Гротгуса.

Розроблено методи синтезу полісульфокислотних наночасток з використанням такого об'ємнорозтаючого типу полімерів як гіперрозгалужені поліестерполіоли. Взаємодією поліестерполіоли з циклічним ангідридом 2-сульфобензойної кислоти синтезовано наночастки, що несуть на оболонці близько 30 сульфокислотних груп. Розроблено також метод синтезу кремнійорганічного аналога такого протонодонора – октадрального олігомерного силсесквіоксану (POSS) з сульфокислотними групами в органічному обрамленні силсесквіоксанового ядра. Він базується на реакції октадрального олігомерного силсесквіоксану з 8 аміногрупами в органічному обрамленні з циклічним ангідридом 2-сульфобензойної кислоти, причому отримані наночастки мали в своєму складі повністю заміщені аміногрупи або заміщені наполовину. Як вихідну сполуку для формування протонопровідної полімерної матриці використовували олігомерні прекурсори - здатні до золь-гель перетворень уретановмісні α,ω -ди(триетоксисиліл)олігоетиленоксиди. Формування плівок ППМ проводили золь-гель методом суміщенням синтезованих протонодонорів з олігомерними прекурсорами при різних співвідношеннях. Досліджено структуру і властивості отриманих ППМ.

Сформовані органо-неорганічні ППМ охарактеризовано наступними показниками: значеннями статичної обмінної ємності (СОЄ), вологопоглинання (W), термічної стабільності (T_d) та рівня протонної провідності (σ_{dc}) при 100°C в безводних умовах. Для ППМ з використанням сульфокислотного похідного гіперрозгалуженого поліестерполіоли дані показники складають: СОЄ = 0,77-2,46 мекв/г, W = 22-117%, T_d = 254-270°C, σ_{dc} = $1,85 \cdot 10^{-5}$ – $1,67 \cdot 10^{-4}$ См/см; для ППМ з використанням POSS тільки з сульфокислотними групами в органічному обрамленні: СОЄ = 0,83-1,87 мекв/г, W = 48-101%, T_d = 219-236°C, σ_{dc} = $1,59 \cdot 10^{-5}$ – $3,98 \cdot 10^{-5}$ См/см; а для ППМ з використанням POSS з сульфокислотними і амініними групами в органічному обрамленні: СОЄ = 0,87-1,75 мекв/г, W = 16-27%, T_d = 219-245°C, σ_{dc} = $5,59 \cdot 10^{-6}$ – $4,03 \cdot 10^{-5}$ См/см.

ОДЕРЖАННЯ НАНОРОЗМІРНИХ КОМПОЗИТИВ НА ОСНОВІ МЕЗОПОРИСТОГО ДІОКСИДУ ТИТАНУ ТА НАНОПОРИСТИХ БОРВМІСНИХ ВУГЛЕЦЕВИХ МАТЕРІАЛІВ, ДОСЛІДЖЕННЯ ЇХ ГІДРОФОБНО-ГІДРОФІЛЬНИХ ТА СТРУКТУРНО-СОРБЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ

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

Інститут фізичної хімії ім. Л.В.Писаржевського НАН України,
03028 Київ, пр. Науки 31, gtelbiz@yahoo.com

⁽¹⁾Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії НАН України,
03150 Київ, Харківське шосе, 50, bort2001@ukr.net

Останнім часом одним з перспективних методів створення протонопровідних мембран з покращеними характеристиками є виготовлення гібридних мембран на основі органо - неорганічних золь-гель матеріалів. Перспектива їх розробки полягає в створенні органо - неорганічних гібридних матеріалів є взаємопроникненими органічними та неорганічними сітками, або органічними сітками, модифікованими неорганічним наповнювачем. За рахунок підбору компонентів системи можна в широких межах варіювати властивості композитного матеріалу. Для гібридних органо - неорганічних систем з різними «функціями» органічної та неорганічної фаз можливе використання таких комбінацій полімерної та неорганічної складових:

- полімерна матриця виконує протонопровідну функцію, неорганічна складова композиту вдосконалює механічні властивості, термостабільність, хімічну стабільність і вологозатримування;
- полімерна матриця має досконалі механічні та термічні властивості і є зв'язуючим компонентом, неорганічний наповнювач виконує протонопровідну функцію;
- як полімер, так і наповнювач мають протонну провідність та інші необхідні експлуатаційні властивості;
- полімер і неорганічні частинки мають синергетичний вплив одна на одну, чим поліпшують властивості композиту в цілому.

Нами розроблені методики створення неорганічних добавок на основі діоксиду титану різної морфології (сфери, нанострижні, нанотрубки), що мають в своїй структурі додаткові важелі для підвищення протонпровідної здатності полімерних мембран типу Nafion при мезоскопічному впорядкуванні таких гостевих добавок в гідрофільних каналах та є перспективними для зменшенні кросоверу палива.

Показано, що одержані мікросфери (200-300 нм) зі структурою анатазу мають в своєму складі утворені, внаслідок умов золь-гель синтезу, сульфогрупи які спричиняють утворення на них катіонів Цунделя ($H_5O_2^+$), що підтверджено появою неперервного поглинання в FTIR спектрах в ділянці $3500-2200\text{ cm}^{-1}$. Постульоване створення сітки гідратних структур, спричинятиме реалізацію сильного водневого зв'язку і лабільність протонів в рамках механізму Гротгуса, підтримання структури «перколяційного кластеру» в гідрофільних каналах мембран типу Nafion, що в свою чергу буде передумовою їх належного функціонування в умовах низької вологості та підвищених температурах.

Одержані матеріали детально охарактеризовані методами оптичної та коливальної спектроскопії, рентгенофазового аналізу, ПЕМ та СЕМ мікроскопії. Гідрофільно-гідрофобні властивості одержаних матеріалів оцінені з застосуванням методів ІЧ- спектроскопії, термогравиметрії адсорбційних методів, та методик п'езокварцового мікрозважування.

Тестові вимірювання питомої протонної провідності одержаних матеріалів в діапазоні $40 - 200^\circ\text{C}$ показали перспективність модифікування та варіювання морфології діоксиду титану, як добавок, для збільшення ефективності протонпровідних мембран паливних комірок.

СТВОРЕННЯ НОВИХ БОРВМІСНИХ ВУГЛЕЦЕВИХ ПОРИСТИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ І НАКОПИЧЕННЯ ВОДНЮ

Яремов П.С., Щербань Н.Д., Ільїн В.Г.

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

Пористі борвмісні вуглецеві матеріали (БВМ), одержані об'ємною і матричною карбонізацією органічних прекурсорів (сахароза та інш.) в мезопористих молекулярних ситах (ММС) як екзотемплатах, є перспективними матеріалами для адсорбційного накопичення та зберігання водню. Варіація умов карбонізації, хімічного складу органічних прекурсорів, пористості матриць, а також природи поверхні (наявність специфічних до адсорбції водню елементів В, Pt тощо) розширює можливості цілеспрямованого регулювання адсорбційних властивостей ВМ, зокрема по відношенню до водню. Так, згідно з результатами теоретичних досліджень [1], допування фулеренів C_{36} та вуглецевих нанотрубок бором приводить до підвищення їх адсорбційної ємності за воднем, а також енергії адсорбції (до 20 кДж/моль порівняно з 4 – 7 кДж/моль для Ван-дер-Ваальсівської взаємодії на вуглецевих не модифікованих матеріалах) завдяки частковому перенесенню заряду із сигма-зв'язку молекули H_2 на вільну p_z -орбіталь атома В.

В результаті матричної карбонізації сахарози в ММС типу SBA-15 в присутності сірчаної (каталізатор) і борної (модифікатор) кислот (вагове H_3BO_3 /сахароза = 0,1 – 0,2, мольне 0,55 – 1,10), $T = 900$ °C) з подальшим розчиненням кремнеземної матриці в HF спостерігається помірна (м'яка) активація карбонізації сахарози, що призводить до ущільнення вуглецевого каркасу в мезопорах і, відповідно, суттєвого зростання в кінцевих ВМ типу СМК-3 діаметру, об'єму і питомої поверхні мезопор ($D_{me} = 5,8 - 6,0$ нм, $V_{me} \sim 1,0$ см³/г, $S_{BET} = 835 - 870$ м²/г), порівняно з традиційним процесом, при цьому доступний об'єм мікропор за рівнянням ТОЗМ для досліджених зразків залишається у межах $W_{mi} = 0,112 - 0,156$ см³/г, $D_{mi} = 0,48 - 0,50$ нм (адсорбція N_2 , $T_{адс} = 77$ К, Sorptomatic 1990).

В аналогічних умовах ($T = 900$ °C) об'ємна карбонізація сахарози в присутності H_3BO_3 (H_3BO_3 /сахароза = 0,28 – 1,10), супроводжується утворенням мікропористих БВМ ($W_{mi} = 0,25 - 0,30$ см³/г, $D_{mi} = 0,44 - 0,53$ нм), при цьому з підвищенням вмісту бору спостерігається зменшення однорідності мікропор (збільшення їх розміру) і відповідно характеристичної енергії адсорбції азоту E_o (від 4,0 до 3,2 кДж/моль).

За даними вимірювання адсорбції водню (77К, $P \leq 900$ тор), для синтезованих вихідних (без бору) і борвмісних ВМ типу СМК-3, одержаних матричною карбонізацією, адсорбційна здатність до водню близька і складає $\sim 1,2$ % ваг., питома адсорбція водню на поверхні пор має досить високі значення і зростає для борвмісних ВМ (від 11,6 до 13,9 мкг/м²), при цьому потенціал адсорбції водню лишається практично незмінним – $|\Delta\mu_o| = 4,6 - 4,7$ кДж/моль.

Адсорбція водню в мікропористих зразках БВМ, одержаних методом об'ємної карбонізації сахарози, помітно вища (до 1,55 % ваг.) за відповідний показник для зразків СМК-3. Співставлення адсорбційних параметрів вихідних і борвмісних ВМ за азотом і воднем свідчить про зниження питомої адсорбції водню в об'ємі мікропор з підвищенням вмісту бору в зразках (від 51,9 мг/см³ для вихідного ВМ до 37 мг/см³ для БВМ – H_3BO_3 /сахароза = 1,10) відповідно до зменшення однорідності мікропор, при цьому помітне зростання потенціалу адсорбції $|\Delta\mu_o|$ від 5,0 до 5,3 кДж/моль.

Виявлений ефект підвищення енергії і питомої адсорбції водню на поверхні БВМ (СМК-3), ймовірно, зумовлено включенням бору в вуглецевий каркас ВМ (H_3BO_3 /сахароза $\leq 0,55$) і адсорбцією водню на борвмісних адсорбційних центрах. Модифікування в присутності борної кислоти пористої структури ВМ зумовлено зміною частки, однорідності мікро- і супермікропор, формуванням звужень в мікропорах з підвищенням вмісту бору в ВМ (H_3BO_3 /сахароза $\geq 0,55$) і відповідному підвищенні потенціалу адсорбції молекул водню.

Отже, метод матричної карбонізації сахарози в порах ММС типу SBA-15, активованої борною кислотою, дозволяє одержати досить ємні вуглецеві адсорбенти і наблизитися, за умов оптимізації застосованих прийомів і високого вмісту мікропор в ВМ, до одержання практично та економічно прийнятних поглиначів і акумуляторів водню.

1. Jeong Y. et. all. The synthesis and characterization of a super-activated carbon containing substitutional boron (BCx) and its applications in hydrogen storage // Carbon. – 2010. – V. 48, – P. 2526-2537.

ЕЛЕКТРОЛИТНІ ТА ЕЛЕКТРОДНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОЇ (600°C) ПАЛИВНОЇ КОМІРКИ НА ОСНОВІ ОКСИДУ ЦИРКОНІЮ: СИНТЕЗ СЛАБКОАГЛОМЕРОВАНИХ ОСАДІВ ОКСИДУ ЦИРКОНІЮ, СТАБІЛІЗОВАНОГО КОМПЛЕКСНИМИ СКАНДІЄВМІСНИМИ ДОБАВКАМИ

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

Інститут загальної та неорганічної хімії ім. В.І. Вернадського НАН України,
03680, Київ-142, проспект Паладіна 32-34, belous@ionc.kiev.ua

За звітний період нами було синтезовано нанопорошки, кераміка і проведено дослідження електрофізичних властивостей оксиду цирконію, стабілізованого оксидами скандію і заліза в області середніх температур (500-600°C). Також було проведено порівняльний аналіз структурних особливостей і електрофізичних властивостей систем $ZrO_2-Sc_2O_3-Fe_2O_3$ (I) і $ZrO_2-Y_2O_3-Fe_2O_3$ (II).

Синтез нанопорошків проводили шляхом послідовного осадження із водних розчинів. В якості вихідних реагентів використовували $ZrCl_4$, $Fe(NO_3)_3$, $Y(NO_3)_3$, $Sc(NO_3)_3$ і NH_4OH . Знайдено оптимальні величини рН осадження для кожного етапу, які забезпечують утворення «м'яких», легко фільтруємих осадів. Було показано, що висушені осадки $ZrO(OH)_2-Sc(OH)_3-Fe(OH)_3$ формують дворівневу, починаючи з нижчого рівня фрактальну структуру типу $M \rightarrow S$; для системи $ZrO(OH)_2-Y(OH)_3$ характерна в таких же умовах трирівнева фрактальна структура $M \rightarrow S \rightarrow M$ [1].

Розраховані згідно формули Шеррера середні розміри часток прекурсорів системи I при 873K становили 22-25 нм. Хоча Fe_2O_3 може частково розчинятися у кристалічній решітці ZrO_2 , але стабілізатором його високотемпературних модифікацій не являється. В той же час в потрійних системах оксид заліза може стабілізувати кубічну модифікацію оксиду цирконію (**c-ZrO₂**), однак концентраційні та температурні умови стабілізації для систем I і II істотно різняться. В системі I існування c-ZrO₂ без оксиду заліза зберігається лише у вузькому інтервалі температур 1420-1500K і з подальшим підвищенням їх супроводжується розпадом до ромбоєдричної $Sc_2Zr_7O_{17}$ (**r-ZrO₂**) та моноклінної (**m-ZrO₂**) фаз. В той же час система II може зберігати структуру c-ZrO₂ у широкому інтервалі температур (однак при зберіганні зразків відбувається часова деградація, обумовлена мартенситним переходом до m-ZrO₂). Збільшення вмісту оксиду залізу до 3-4 мол.% в системі II до 1473K спочатку супроводжується дестабілізацією, а при подальшому підвищенні температури термообробки до 1673-1700K – повною стабілізацією c-ZrO₂ без часової деградації. Для системи I стабілізація c-ZrO₂ спостерігається після термообробки при більш високих температурах (>1800K) при вмісту оксиду заліза 2-4 мол%. Незважаючи на зменшення вмісту Sc_2O_3 , Y_2O_3 за рахунок їх часткової заміни Fe_2O_3 , появи тетрагональної модифікації оксиду цирконію не спостерігається.

Стабілізація c-ZrO₂ в системах I і II відбувається за рахунок утворення сполук $ScFeO_3$, $YFeO_3$, які розчиняються у ZrO_2 , але перешкоджають сегрегації Sc^{3+} (Y^{3+}) до границь зерен. При цьому іони Sc^{3+} (Y^{3+}), як і іони Fe^{3+} , мають найближче октаєдричне кисневе оточення [2].

Розміри зерен в кераміці, одержаної на основі синтезованих наночасток досягали декількох мікрон і не залежать від часу спікання. Однак, час спікання значно впливає на величину іонної провідності. Показано, що в системі I, на відміну від II, опір границь зерен незначний, що забезпечує більш високу іонну провідність. Крім того, вклад електронної провідності у загальну йонну провідність в області робочих температур (773-873K) не перевищував 1%.

Для зниження високих температур стабілізації скандійвмісного оксиду цирконію, розміру зерен кераміки та часу термообробки показана перспективність легування ZrO_2 оксидами скандію, заліза, церію, міді та попередньою взаємодією Sc_2O_3 та Fe_2O_3 між собою.

1. K.V. Kravchuk, Yu. P. Gomza, O.V. Pashkova, O.I. V'yunov, S.D. Nesin, A.G. Belous. Effect of synthesis conditions on the fractal structure of yttrium-stabilized zirconium dioxide. // Journal of Non-Crystalline Solids, 355 (2009) 2557–2561.
2. O. Z. Yanchevskii, E. V. Pashkova, V. P. Ivanitskii, and A. G. Belous. Mössbauer and X-Ray Diffraction Studies of Cubic $(ZrO_2)_{0.90}(Sc_2O_3)_{0.10-x}(Fe_2O_3)_x$ Solid Solutions // Inorganic Materials, 48 № 6 (2012) 607–612.

ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ ВОДНЕВО-ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ ПОРОШКІВ НІТРИДУ АЛЮМІНІЮ НА ЯКІСНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВИРОБІВ З НИХ

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

Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України,
03680, Україна, м. Київ, вул. Кржижановського, 3, imorozov@i.ua

Важливою умовою розвитку сучасної техніки є розробка технологій створення жаростійких матеріалів з підвищеними експлуатаційними характеристиками. Нітрид алюмінію завдяки своїм фізико-технічним характеристикам застосовують в техніці високих температур у якості зносостійкого, вогнетривкого і електроізоляційного матеріалу. Вироби з нітриду алюмінію одержують методами порошкової металургії. При цьому процеси ущільнення при спіканні порошків тугоплавких сполук утруднені через низькі значення коефіцієнтів дифузії, низьку концентрацію і рухливість дефектів кристалічної ґратки, пасивування поверхні порошку атомами хемосорбованих домішок.

Мета даної роботи – розробка технології водневотермічної обробки (ВТО) порошків нітриду алюмінію для отримання виробів з підвищеними експлуатаційними властивостями.

У роботі було проведено термодинамічне моделювання реакцій взаємодії водню з елементами, що найчастіше зустрічаються в якості домішок в нітриді алюмінію. На основі цих даних було визначено оптимальні температури ВТО які призводять до найбільшого зниження вмісту домішкових елементів. Досліджено кінетику ущільнення вихідних крупно- та дрібнодисперсних порошків в інтервалі температур 1773-2173 К та часу витримки 1-10 хвилин при кожній температурі. Показано, що водневотермічна обробка має суттєвий вплив на кінетику ущільнення порошків. Обравши оптимальні температури ВТО та оптимальні терміни гарячого пресування при температурах 1773-2173 К (з кроком 100°) були отримані зразки нітриду алюмінію на яких були проведені дослідження тріщиностійкості і мікротвердості зразків. Показано, що тріщиностійкість зразків після обробки зростає на 18-19% для крупнодисперсних порошків і на 12-13% для дрібнодисперсних порошків, мікротвердість зростає на 23-31% і 19-25% відповідно (рис. 1).

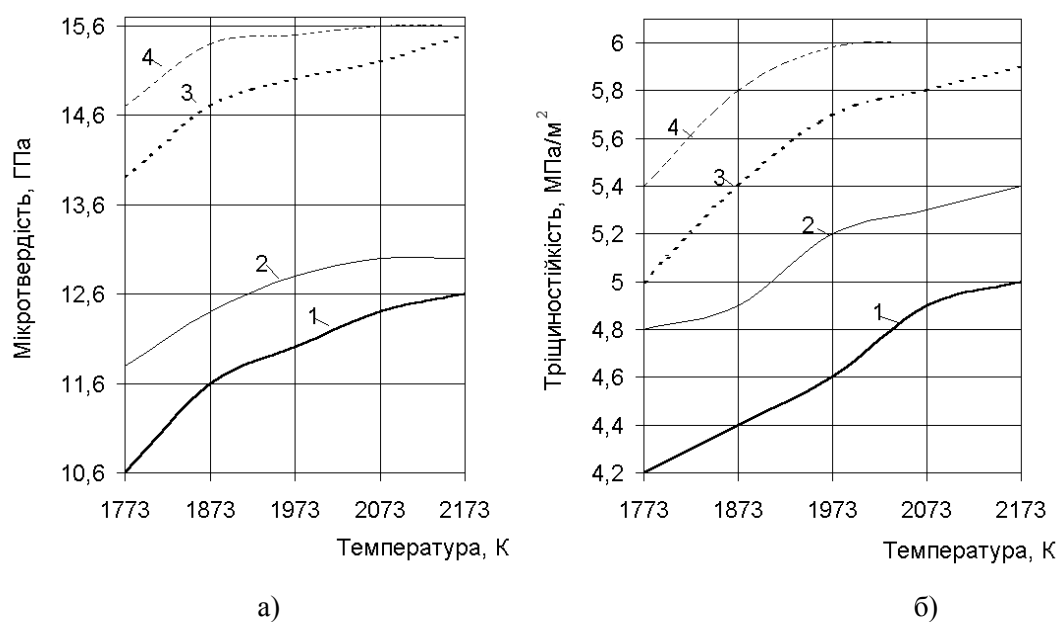


Рис. 1 — Вплив температури водневої обробки на мікротвердість (а) і тріщиностійкість (б) зразків нітрида алюмінія: 1- вихідний крупно дисперсний; 2- вихідний мілкодисперсний; 3-оброблений крупнодисперсний; 4- оброблений мілкодисперсний.

ВСТАНОВЛЕННЯ СТРУКТУРНО – ФАЗОВОГО МЕХАНІЗМУ РЕАКЦІЇ ДЕСТРУКТИВНОГО ГІДРУВАННЯ ТИТАНВМІСНИХ ІНТЕРМЕТАЛІДІВ

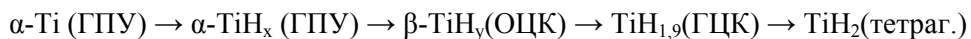
Братаніч Т.І., Кучерявий О.В.

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

Титанові сплави широко використовують в авіаційній техніці, ракетобудуванні, суднобудуванні, хімічній і нафтохімічній промисловості, медичній інженерії, тощо. Водневі технології обробки інтерметалідів на основі титану шляхом контрольованої хімічної деструкції вихідної сполуки в ході процесу деструктивного гідрування (ДГ) з наступною низькотемпературною рекомбінацією його продуктів спрямовані на подрібнення структури і покращення механічних властивостей інтерметалідів. Проте аналітичний огляд літератури показав, що процеси взаємодії інтерметалідів з воднем, ускладнені хімічною деструкцією, недостатньо вивчені. Тому актуальним є дослідження структурно – фазового механізму реакції деструктивного гідрування титанвмісних інтерметалідів, що сприятиме розробці нових функціональних композитів з регульованими властивостями.

Метою другого етапу роботи було встановлення структурно – фазових механізмів реакції деструктивного гідрування титанвмісних інтерметалідів з гексагональною (α_2 -Ti₃Al) і кубічною (Ti₂Ni) структурами.

Показано, що взаємодія сплаву α_2 -Ti₃Al з воднем в діапазоні температур від 293 до 1533 К здійснюється згідно реакції деструктивного гідрування, продуктами якої є гідрид титану та інтерметаліди Ti-Al з підвищеним вмістом алюмінію у порівнянні з Ti₃Al. Механізм деструктивного гідрування сплаву α_2 -Ti₃Al полягає в наступному. Зі збільшенням концентрації розчиненого водню до 0,44 % мас. кристалічна структура вихідного Ti₃Al розупорядковується. Надалі водень взаємодіє не з розупорядкованим сплавом, а з титаном, що вивільняється з Ti₃Al, згідно схеми:



Інтерметаліди з підвищеним вмістом алюмінію утворюються після формування нових стехіометричних співвідношень титану до алюмінію згідно діаграми стану Ti-Al.

Шляхом деструктивного гідрування пластин Ti₃Al одержано монолітний композит ((α -Ti-H_x) - (β -Ti-H_y) - TiH_{1,9}(гцк) - TiH₂(тетраг.)) - (Ti₃Al - TiAl - TiAl₂). Він має об'ємно-модульовану структуру і складається з безперервної щільної матриці та розміщених в ній включень. Матриця є композиційною і складається з Ti₃Al, TiAl та TiAl₂. Вона має шарувату структуру з шириною шару від 70 до 170 нм, в якій розміщені інтерметалічні складові з розмірами від одиниць нанометрів. Включення є також композиційними і складаються з фаз (α -Ti-H_x), (β -Ti-H_y), TiH_{1,9}(гцк), TiH₂(тетраг.), розташованих у двійниковій орієнтації. Ширина двійників – від одиниць нанометрів.

Встановлено, що деструктивне гідрування Ti₂Ni за температури 773 К відбувається шляхом хімічної деструкції вихідного інтерметаліду та послідовного утворення аморфних і кристалічних фаз гідриду титану та збагачених на нікель інтерметалідів TiNi, TiNi₃ згідно з діаграмою стану Ti – Ni. Деструктивним гідруванням пластин Ti₂Ni при 973 К одержано монолітний композит фазового складу TiH₂ – TiNi – TiNi₃. Він має матричну структуру. Матриця складається із суміші інтерметалідів TiNi та TiNi₃, які утворюють області з розмірами порядку 10 нм і більше. Включення утворені з гідриду титану і мають розміри 0,5–3 мкм.

ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРНИХ І ХІМІЧНИХ ЗМІН АНОДУ ПІД ЧАС ЙОГО ВИГОТОВЛЕННЯ З ПОРОШКІВ NiO І ZrO₂ І НАСТУПНОГО ВІДНОВЛЕННЯ Ni В ЙОГО СТРУКТУРІ.

Васильєв О.Д., Бродніковський Є.М., Подгурська В.Я.⁽¹⁾, Василів Б.Д.⁽¹⁾, Andrzejczuk M.⁽²⁾, Ушкалов Л.М., Бродніковський Д.М., Самелюк А.В., Головкова М.Є., Осташ О.П.⁽¹⁾, Lewandowska M.⁽²⁾, Kurzydłowski K. J.⁽²⁾

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

⁽²⁾ Warsaw University of Technology ,
Pl. Politechniki 1, Warsaw, 00-661, Poland: mandrzej@inmat.pw.edu.pl

Керамічні паливні комірки (КПК) є однією з найперспективніших технологій альтернативної енергетики. Композит NiO-ScSZ є дуже перспективним матеріалом аноду КПК через свою високу іонно-кисневу провідність. Під час виходу на робочий режим КПК в аноді проходить відновлення нікелю до металічного стану, що супроводжується структурними перетвореннями. Під час таких перетворень утворюються додаткові пори у структурі, а при випадковому попаданні повітря в анод проходять процеси окиснення нікелю, а повторне його відновлення викликає внутрішні напруження, які можуть призводити до руйнування всієї комірки. Тому вивчення процесів структуроутворення в аноді під час відновлення нікелю у різних середовищах є дуже важливим для розуміння процесів, які відбуваються, та підвищення стійкості аноду під час його роботи.

В даній роботі досліджувалась міцність зразків NiO у вихідному стані, після відновлення у водень-вмісному середовищі і після циклювання відновлення-окиснення (відокс). Мікроструктуру зразків NiO і анодів NiO-ScSZ досліджували з використанням передових методів скануючої електронної мікроскопії, просвічуючого скануючого електронного мікроскопу з x-променевим спектрометром енергетичної дисперсії (EDS) і спектрометром втрат енергії електронів (EELS) та методами x-променевого фазового аналізу.

Встановлено, що циклювання відокс змінює структуру NiO зразків, покращуючи контакти між частинками. Така обробка збільшує міцність NiO зразків у порівнянні з вихідним станом і після однократного відновлення у середовищах чистого водню і суміші Ag+5H₂. Встановлено, що відновлення анодів в суміші Ag+5H₂ гальмується, в результаті чого частинки NiO мають на поверхні відновлений шар металевого нікелю, а середина залишається не відновленою. X-променеві дослідження показали, що при спіканні при 1450 °C відбуваються суперечливі процеси взаємної дифузії хімічних елементів аноду та морфологічні зміни зерен його складових.

ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ВСТАНОВЛЕННЯ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКУ МІЖ КОНЦЕНТРАЦІЄЮ ВОДНЮ У МЕТАЛІ І ПРИКЛАДЕНИМ НАПРУЖЕННЯМ У РІЗНИХ УМОВАХ НАВОДНЮВАННЯ

Дмитрах І.М., Сиротюк А.М., Лещак Р.Л., Лутицький О.Л.

Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України;
79060, м. Львів-60, вул. Наукова, 5; dmtr@ipm.lviv.ua

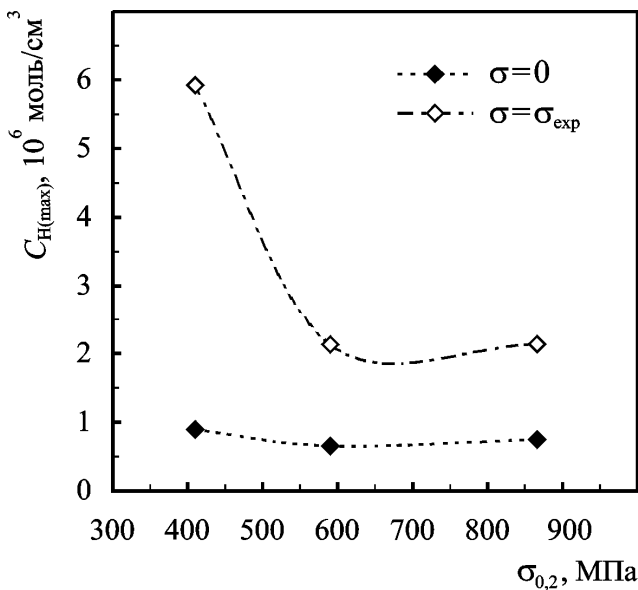
Визначення середньої об'ємної концентрації водню в матеріалі залежно від часу дії середовища та прикладених механічних навантажень має принципово важливе значення для подальшого оцінювання його міцності та довговічності в умовах тривалої експлуатації у воденьвмісних середовищах.

У роботі наведено результати комплексу досліджень низьколегованих трубопровідних сталей класу API: X52; X70 та X100 (табл. 1), які є найбільш типовими для систем транспортування водню. Зразки для випробувань вирізались безпосередньо з труб, що дало змогу максимально врахувати стан матеріалу в реальному трубопроводі.

Встановлено, що для всіх досліджених перспективних трубопровідних сталей (X52, X70 та X100) ефективність проникнення водню в метал є достатньо низькою та залежить від часу наводнювання, тобто існує максимум на кривій $C_H = f(\tau)$.

Показано, що здатність сталі поглинати водень зменшується при переході від перлітно-феритної структури (X52) до структури полігонального фериту (X70), а відтак до ферито-бейнітної структури (X100).

Встановлено взаємозв'язок між концентрацією водню у металі і рівнем прикладеного напруження. Зокрема, показано, що прикладення механічного напруження, яке відповідає номінальному коловому напруженню розтягу в стінці труби ($\sigma = \sigma_{exp}$) при її експлуатації під внутрішнім тиском 70 бар, спричиняє суттєву інтенсифікацію наводнювання досліджених сталей: різниця між максимальною концентрацією водню в ненавантаженому і напруженому металі може досягати більше, ніж 6 разів. При цьому величина максимальної концентрації водню в сталях X52, X70, X100 зменшується зі зростанням границі текучості матеріалу (рис. 1).



Таблиця 1 – Механічні характеристики сталей

Сталь	σ_B , МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа
X52	528	410
X70	712	590
X100	890	866

Рисунок 1 – Залежність максимальної $C_{H(max)}$ концентрації водню в сталях X52, X70, X100 від величини їх границі текучості $\sigma_{0,2}$ для ненавантаженого ($\sigma = 0$) та напруженого ($\sigma = \sigma_{exp}$) металу.

На завершення слід відзначити, що викладені результати досліджень одержані в умовах дуже близьких до реальних експлуатаційних умов трубопроводів, що робить їх придатними для використання при розробленні критеріїв оцінювання міцності та роботоздатності цих конструкцій.

ДОСЛІДЖУВАННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ РОЗМІРІВ КРИСТАЛІТІВ, ПАРАМЕТРА ТЕКСТУРИ ТА МАГНЕТНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОРОШКІВ ЛЕГОВАНИХ СПЛАВІВ НА ОСНОВІ СПОЛУКИ $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ ВІД ПАРАМЕТРІВ ВОДНЕВОГО ОБРОБЛЕННЯ

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

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

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

Сталі магнети на основі рідкісноземельних металів (РЗМ) мають найвищі, серед магнетів з усіх відомих матеріалів, характеристики, зокрема, коерцитивну силу, намагненість, питому магнетну енергію $(\text{BH})_{\text{max}}$. Подальше підвищення властивостей магнетів можливе за умови формування в них нанокристалічного стану. Один з перспективних технологічних підходів виготовлення феромагнетних матеріалів на основі сполук РЗМ у нанокристалічному стані базується на ініційованих воднем фазових перетворюваннях. Це, зокрема, гідрування, диспропорціонування, десорбування, рекомбінування (ГДДР), після протікання якого здрібнюється мікроструктура сплавів, підвищуються їх характеристики. За певних умов реалізування, ГДДР призводить до формування дрібнозеренної магнетно анізотропної структури.

У роботі подано результати досліджування впливу легування сплавів системи неодим-залізо-бор цирконієм на особливості ГДДР за низького тиску водню.

Методами електронної металографії, диференціального термічного (ДТА), рентгенівського фазового (РФА), елементного аналізування та знімання петлі магнетного гістерезису досліджено вплив легування сплавів системи неодим-залізо-бор цирконієм на їх фазовий склад, мікроструктуру та магнетні властивості після водневого оброблення шляхом помелу в водні та ГДДР. Вивчали сплави складу $\text{Nd}_2\text{Fe}_{13,8}\text{Zr}_{0,2}\text{B}$ та $\text{Nd}_{16}\text{Fe}_{73,9}\text{Zr}_{2,1}\text{B}_8$ за тиску водню до 0,1 МПа та температури до 760 °С під час гідрування, диспропорціонування (ГД); та за температури до 950 °С під час десорбування, рекомбінування (ДР).

Встановлено, що після ГД у сплавах утворюються NdH_2 , Fe, Fe_2B . За низьких тисків водню виявлено залишки вихідної феромагнетної фази. Сплави рекомбінують у форвакуумі за температур 840-950 °С. Після ГДДР розмір зерен у $\text{Nd}_2\text{Fe}_{13,8}\text{Zr}_{0,2}\text{B}$ рівний 100-220 нм (рис. а), а у $\text{Nd}_{16}\text{Fe}_{73,9}\text{Zr}_{2,1}\text{B}_8$ – 215-320 нм (рис. б). Тобто, заміщення частини заліза на цирконій призводить до підвищення дисперсності матеріалів після ГДДР. Порошки анізотропні.

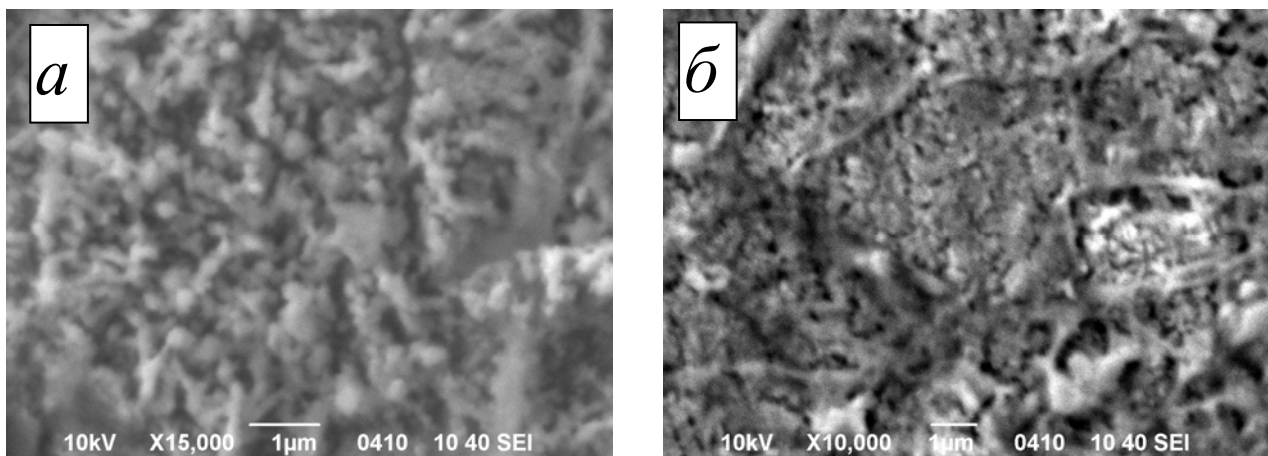


Рис1. Мікроструктура сплавів $\text{Nd}_2\text{Fe}_{13,8}\text{Zr}_{0,2}\text{B}$ та $\text{Nd}_{16}\text{Fe}_{73,9}\text{Zr}_{2,1}\text{B}_8$ після ГДДР.

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЗМУ КОМПАКТУВАННЯ ГІДРИДУ ЦИРКОНІЮ ТА ПОРОШКОВИХ СУМІШЕЙ НА ЙОГО ОСНОВІ З ДОБАВКАМИ ГІДРИДУ ТИТАНУ І ЛЕГУВАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

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

Інститут металофізики ім. Г.В.Курдюмова НАН України,
03142, Київ 36, бульв. Вернадського, 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. 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.

Спечений масивний цирконій та цирконієві сплави пропонується отримувати з порошку гідриду цирконію ZrH_2 та сумішей на його основі з добавками легувальних порошків. Метою є досягнення в процесі спікання густини отриманих матеріалів, близької до теоретичних значень.

Для цього досліджено особливості механізму компактування при кімнатній температурі порошкового гідриду цирконію, його сумішей з частинками гідриду титану та з додаванням до них легувального порошку Nb, як елемента, що традиційно входить до складу цирконієвих сплавів. Досліджено густину і мікроструктуру скомпактованих порошкових систем, та зміни цих характеристик на різних стадіях наступного нагрівання у вакуумі. Встановлено вплив тиску компактування порошкових систем на відносну густину матеріалів після високотемпературних витримок (масивного технічно чистого цирконію та синтезованих цирконієвих сплавів). Показано, що синергетичне використання частинок двох гідридів (цирконію і титану) у якості стартових матеріалів дозволяє суттєво підвищувати густину цирконій-титанових сплавів, отриманих після дегідрування і консолідації таких порошків, у порівнянні з ненаводненими стартовими частинками. На основі цього розроблено рекомендації щодо формування масивних сплавів з густиною, близькою до теоретичних значень.

СТВОРЕННЯ БАГАТОШАРОВОЇ ЗБІРКИ КОМПОНЕНТІВ ПАЛИВНОЇ КОМІРКИ, РОЗРОБКА МЕТОДІВ ФОРМУВАННЯ ТА СПІКАННЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ

Константинова Т.Е., Даниленко І.А., Глазунов Ф.І., Бурховецький В.В., Акхозов Л.А.,
Глазунова В.А., Волкова Г.К.

Донецький фізико-технічний інститут ім. О.О. Галкіна НАН України
83114, м. Донецьк, вул. Р.Люксембург, 72 ; matscidedp@aim.com

Основною проблемою виготовлення паливних елементів є одержання багатошарової збірки [1]. Використання високотемпературного ущільнювача на базі силікатного скла, що використається у планарному дизайні паливної комірки (ПК) є складною технічною проблемою, тому більш прийнятним є трубчастий дизайн ПК [2]. Ця конструкція дозволяє перенести межі ущільнення в більш низькотемпературний діапазон. Але виготовлення цієї конструкції має свої технічні труднощі, зокрема виготовлення аноду, нанесення електроліту, то що.

За технологією розробленою в ДонФТІ НАНУ [3] були одержані всі типи нанопорошків заданих фазових та різних гранулометричних складів, необхідних для виготовлення паливної комірки з електролітом на базі діоксиду цирконію.

Зразки аноду було одержано методом гідростатичного пресування, плівкового литва та екструзії. Плівки були одержані методом шлікерного лиття на машині ТСС-1200. Екструдати виготовлялись методом екструзії пластичної маси на основі метілцелюлози.

Дилатометричні дослідження процесу спікання порошку електроліту (ZrO_2 -8%мол Y_2O_3) та аноду (ZrO_2 -8%мол Y_2O_3 +NiO) дозволили визначити значення та межі усадок в залежності від розміру частинок порошку.

Дилатометричні дослідження показали, що усадка при спіканні аноду залежить від методу виготовлення та розміру частинок композитного порошку. Порівняння дилатометричних даних процесів спікання матеріалу електроліту та аноду дозволило винайти оптимальні гранулометричні склади порошків для аноду та електроліту для забезпечення їх сумісного спікання без короблення. Спіканням при температурах 1400-1500°C було одержано керамічні зразки аноду та анод-електролітної двошарової збірки у вигляді трубок діаметром 10 -15 мм та довжиною 80 мм.

Зразки, що було отримано плівковим литтям, деформувались при спіканні по лінії стику шарів аноду. Використання гідростатичного тиску для вирівнювання товщини не дало позитивного результату. Зразки, що було отримано методами екструзії та пресування, мали трубчасту форму. Регулюванням величини тиску можна було дещо змінювати рівень поруватості аноду, що було отримано по 3 методу.

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 трубчатої форми та необхідним рівнем поруватості аноду.

[1] Int. J. Appl. Ceram. Technol., 7 [6] 803–813 (2010)

[2] С.Е. Hatchwell, N.M. Sammes, K. Kendall, J. Power Sources 70 (1998) 85.

[3] Т.Е.Константинова, И.А.Даниленко, В.В.Токий, Г.К.Волкова, В.А.Глазунова, Н.В.Токий, Н.П.Пилипенко, А.С.Дорошкевич, И.К.Носолев. Наносистемы, наноматериалы, нанотехнологі 2 (2), 609 (2004)

РОЗРОБКА ТА АНАЛІЗ СХЕМ ВИСОКОМАНЕВРОВИХ ЕНЕРГОУСТАНОВОК ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ЕНЕРГОПЕРЕТВОРЮЮЧОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ГЕНЕРАЦІЇ ПІКОВОЇ ПОТУЖНОСТІ. ВИБІР ТИПУ ТА РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ЛОПАТКОВОГО АПАРАТУ ВОДНЕВОГО ТУРБООАГРЕГАТУ

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

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

Проведений аналіз існуючих засобів регулювання пікового навантаження ТЕС засвідчив, що реальні характеристики маневреності, які досягаються на діючому устаткуванні, значною мірою обмежуються технічними можливостями основних елементів енергоблоку, а також особливостями технологічної схеми конкретного енергоблоку. Це свідчить про необхідність розробки нових енерготехнологічних схем високоманеврових турбоустановок, за допомогою яких може бути вирішена ця проблема.

Для забезпечення експлуатації енергоблоків при змінній потужності запропоновано застосування водневих технологій для трансформації надлишку електричної енергії, що може бути вироблена в «провальні» періоди енергоспоживання за допомогою електролізу у водень і кисень. На виробництво водню може бути спрямована електроенергія, вироблена в нічні «провальні» години роботи енергоблоків, у вихідні та святкові дні.

Розроблено та проаналізовано принципові схеми водневих пікових енергоблоків різної компоновки, отримано розрахунковим шляхом техніко-економічні показники роботи енергоблоків для кожного варіанту схеми.

На основі проведеного термодинамічного аналізу запропоновано введення додаткової системи перегріву енергоносія з водневою турбіною, що дозволяє підвищити ККД комбінованого паротурбінного циклу на 3–5 % та забезпечити високу маневреність і додаткове вироблення електроенергії в кількості 15–17 % в порівнянні з базовим варіантом навантаження енергоблоку. Розроблено схему для реалізації даного циклу з водневою турбіною та електрохімічним генератором водню високого тиску.

Встановлено, що більш ефективно регулювання потужності електрогенеруючого устаткування в енергоустановці може бути здійснено при використанні наряду з основною, додаткових турбоустановок. Для цих установок збільшення ККД використання водню забезпечується за рахунок підвищення середньої термодинамічної температури, при якій здійснюється підведення теплоти в циклі, а також в результаті зменшення вологості пари на вихлопі турбіни, зниження витрати перегрітої пари на проміжний перегрів і скорочення регенеративних відборів пари при використанні додаткової турбіни.

З метою підвищення ефективності паротурбінного циклу за рахунок більш раціонального використання потенціалу тиску пари, що подається в підігрівачі низького тиску, запропоновано встановлення в схемі енергоблоку на лініях відбору пари з основної турбіни додаткових пароперегрівників та парових турбін. Розрахунки, проведені для турбіни потужністю 300 МВт, показали, що при такій модернізації енергоблоку, можна досягти зниження питомої витрати пари на 14 %, приросту загальної потужності до 17 %, а ККД енергоблоку зростає при цьому на 3,5 %.

Розроблена методика розрахунку для визначення оптимальних конструктивних характеристик лопаткового апарату водневої турбіни. Для ступенів водневої турбіни обрано раціональний закон закручення, що дозволяє зменшити перепад тисків ΔP у периферійних перетинах та зменшити перетічки. Виконано розрахунок газодинамічних характеристик проточної частини турбіни з метою встановлення оптимального кута виходу потоку α_1 в різних перетинах проточної частини турбіни, встановлено характер взаємозв'язку ступеня парціальності та зміни кута α_1 для ступенів водневої турбіни.

РОЗРОБКА ТЕРМОДИНАМІЧНИХ ЦИКЛІВ ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ВОДНЮ ЯК РОБОЧОГО ТІЛА В ЗАМКНУТИХ СХЕМАХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК

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

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

Метою проекту є дослідження термохімічних та термодинамічних процесів перетворення енергії, вибір ефективних циклів для енергетичних установок при використанні водню в якості робочого тіла.

В рамках робіт, які заплановано для виконання другого етапу, проаналізовані термохімічні та термодинамічні робочі процеси при перетворенні теплової енергії низького потенціалу в енергію стиснутого водню за допомогою технології металогідридного термосорбційного компримування.

Результати термодинамічних досліджень, які виконано в роботі, показали переваги використання водню в якості робочого тіла в енергетичних установках в порівнянні з іншими газоподібними енергоносіями, що дозволить розробити високоефективні водневі енергоустановки основним елементом яких є термосорбційний компресор.

На основі проведеного аналізу циклів роботи термосорбційних металогідридних компресорів показана можливість використання таких компресорів в водневих енергоперетворюючих установках та зроблено висновок про ефективність їх застосування в існуючих схемах. Показано, що основною перевагою термосорбційних компресорів у порівнянні з механічними є те, що вони забезпечують високий ступень стиснення робочого тіла з незначним підвищенням температури, тобто цей процес є наближеним до ізотермічного стиснення. Ця особливість процесів стиску та розширення робочого тіла значно підвищує ефективність термодинамічних циклів (незалежно від перепаду температур), що відповідно наближує їх до технічних показників циклу Карно.

Проаналізовано варіанти схеми при різному рівні температури водню T_2 перед розширювальною машиною стосовно температури довкілля T_0 , а саме, якщо $T_0 - T_2 > T_0$, $T_2 \leq T_0$ та $T_2 \ll T_0$. На основі розрахункового аналізу показано, що найбільш ефективним є цикл, в якому температура водню в процесі розширення набуває значення нижче температури оточуючого середовища, що забезпечує як вироблення механічної енергії так і холоду.

Розроблено схеми енергетичних установок, базовим агрегатом яких є металогідридний термосорбційний компресор та надано аналіз їхньої термодинамічної ефективності. Показано, що максимальний коефіцієнт використання теплоти досягається при комбінованому виробленні механічної енергії й холоду. Отримано співвідношення для визначення температури десорбції водню з металогідріда, що забезпечує максимум корисної роботи в циклі при використанні джерел теплоти обмеженої ємності.

На основі проведеного розрахунково-теоретичного дослідження обрані робочі цикли перетворення енергії в замкнутих схемах водневих установок, придатні для створення широкого кола енергетичного устаткування з термохімічною технологією перетворення енергії. Розроблено рекомендації щодо практичного застосування запропонованих схем енергетичних установок, що використовують водень в якості робочого тіла.

В результаті виконання етапу отримано нову наукову інформацію щодо дослідження процесів перетворення енергії в водневих металогідридних установках широкого функціонального призначення. Отримані результати буде використано з метою підвищення енергоефективності роботи водневих установок, які базуються на основі ефекту термосорбційної взаємодії водню з металогідридом, та їх екологічної сумісності з оточуючим середовищем.

ВІДПРАЦЮВАННЯ СХЕМИ СИСТЕМИ ЖИВЛЕННЯ ВОДНЕМ ПЛАЗМОХІМІЧНОЇ УСТАНОВКИ ТА РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ДІАГНОСТИКИ ПРОДУКТІВ КОНВЕРСІЇ КАНЦЕРОГЕННИХ СПОЛУК

Івановський О.І., Каніло П.М., Соловей В.В., Шубенко О.Л.

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

Встановлено, що основна маса канцерогенних вуглеводнів (КВ), що викидаються у навколишнє середовище із продуктами згоряння палив, адсорбуються на дрібнодисперсних твердих частинках (ТЧ).. Розроблено методику виміру викидів твердих часток і канцерогенних вуглеводнів з відпрацьованими газами (ВГ), які адаптовано для умов стендових випробувань. В цілому процедура визначення вмісту КВ у ВГ включає наступні етапи: відбір проб на фільтри; екстрагування органічних сполук і виділення з них КВ; їх ідентифікація та кількісний аналіз. В процесі відпрацьовування методики досліджено вплив: температури, швидкості фільтрації та об'єму газу, що прокачується через фільтри, типу і кількості фільтрів на ступінь фільтрації КВ. Вибір типу фільтрів здійснювався з міркувань повноти вловлювання аерозолів, малого гідравлічного опору та термостійкості фільтрів. Попередні дослідження показали, що для проведення коректного спектрального аналізу проби на наявність КВ об'єм газу, що прокачується через фільтри, повинен бути не менш $5 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3$.

На основі проведених експериментальних досліджень встановлено, що система, яка включає короткий відбірний газопровід (з охолодженням ізокінетичним газовідбірником) і пакет фільтрів: паперовий фільтр "Ватман-4" та два фільтри АФА-РМА-20, забезпечує достатній рівень вловлювання (проскакування не перевищувало 1–2 %) аерозолів, що містять високомолекулярні, у тому числі канцерогенні, вуглеводні.

Було проведено дослідження по спалюванню палив з різним вмістом поліциклічних ароматичних вуглеводнів в у дизельному двигуні Д21А. Випробування засвідчили, що зі збільшенням вмісту ароматичних вуглеводнів в паливах різко зростають викиди канцерогенних вуглеводнів з ВГ дизелів. Рівні викидів визначались по концентрації бенз(а)пірену (БП), який у міжнародній практиці використовується в якості індикатора присутності пріоритетної групи КВ. Фільтри, які є носіями канцерогенів, використалися надалі для відпрацьовування технології знищення канцерогенно-мутагенних інгредієнтів з використанням водневих технологій для реалізації якої було розроблено спеціальні системи живлення.

Для розробки системи генерації водню було створено лабораторний стенд для дослідження та моделювання процесів, що протікають в електрохімічній коміріці та газорідних сепараторах. На підставі проведених досліджень було визначено оптимальну комбінацію електродів, що забезпечує можливість роздільно в часі генерувати водень і кисень. Отримані залежності впливу температури на хід електрохімічної реакції розкладання води з лужного електроліту. Встановлено, що підвищення температури в діапазоні від 280 К до 398 К дозволило знизити витрати електроенергії на генерацію водню і кисню високого тиску. Циклічне генерування виключає необхідність у використанні розділових мембран, що забезпечує генерацію водню і кисню високого тиску з робочим діапазоном від 0,1 МПа до 70 МПа, що підвищує надійність і безпеку експлуатації установки.

В якості доповнення до системи живлення плазмохімічної установки воднем підвищеної чистоти розроблено варіант системи з використанням металогідричних генераторів - сорберів.

Розроблено технологію, яка дозволяє здійснити комплексу енерготехнологічну переробку водню та включає очистку і стиснення в одному агрегаті при очистці водню, який містить до 3 % газових домішок, які характерні для системи електрохімічної генерації. Випробування дозволили встановити залежність зміни концентрації водяної пари у процесі десорбції водню при атмосферному тиску, що дає підставу розглядати металогідридну технологію очистки та подачі водню в систему для конверсії водневовмістких сумішей як перспективну.

ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕТИКИ ТА ТЕПЛОМАСООБМІНУ В ПРОЦЕСАХ УТВОРЮВАННЯ ВОДНЮ ПРИ РЕАКЦІЯХ ГРР З ВОДОЮ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ВИХІДНИХ ТИСКІВ ДО 60 МПа, ТЕМПЕРАТУР ТА ВЛАСТИВОСТЕЙ ХІМІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА, В ЯКОМУ ЗДІЙСНЮЄТЬСЯ ПРОЦЕС ГІДРОЛІЗУ

Кравченко О.И., Велігоцький Д.О., Сімбірський О.В., Процицька Л.В.

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

На першому етапі досліджень, проведених в ПМаш НАН України, було показано, що нові типи перспективних гідрореагуючих речовин (ГРР), таких як ізопропілметакарборан $C_3B_{10}H_{18}$ і ізоамілметакарборан $C_5B_{10}H_{22}$, для генерування молекулярного і атомарного водню вимагають складної організації температурних режимів (500 - 600 К) їх реакцій. До цього ж, вартість їх виробництва дуже висока, що робить (не дивлячись на суттєві показники газогенерації - 4 - 4,3 м³ водню з одного кілограму гідрореагуючих речовин) використання ГРР на основі бору в нафтогазовому господарстві не завжди за доцільним. Перспективними для використання є алюмогідрид натрію та композитний состав - 50 % алюмінію та 50 % гідриду натрію. Вони суттєво дешевші ГРР на основі бору, але їх дуже висока реакційна здатність, навіть з вологою повітря, робить складним їх використання з точки зору контрольованості процесу.

На стенді з камерою-реактором високого тиску експериментально досліджено процеси утворювання водню з вертикально та горизонтально орієнтованих поверхонь двох типів вищезазначених ГРР на основі алюмінію при реакції з водою в залежності від вихідних тисків. Обидва ГРР показали придатність їх використання при тисках до 30 МПа, а також збільшення швидкості утворювання водню в процесі підвищення тиску в реакційному об'ємі. При чому додавання в реактор кислоти, зокрема соляної, призводить до прискорення хімічних процесів.

Розроблено технологічні прийоми управління початком реакції ГРС на основі алюмінію в залежності від температури в зоні хімічної реакції. Це є необхідним для протікання реакцій виділення водню на різних стадіях технологічного процесу і забезпечується спеціально розробленою методикою плакування поверхонь ГРР захисними шарами з заданими температурами їх термічного руйнування.

На рис.1 наведено графіки змінення температури середовища в експериментальному реакторі під час процесу гідролізу ГРР. На першому з них - ГРС практично не має захисного покриття. Процес

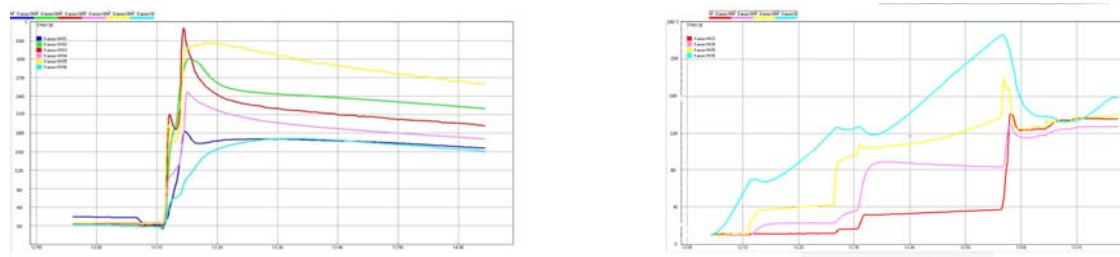


Рис. 1- Управління режимами утворювання водню процесу шляхом плакування поверхні ГРС. характеризується високим темпом набору температури з наступним поступовим охолодженням. Весь термодинамічний потенціал хімічної системи реалізується в перших хвилих реакції. Такі режими обробки при вибійної зони свердловини доцільно використовувати на газових та нафтових свердловинах з низьким вмістом парафіну з метою одержання режиму тріщиноутворювання. На другому графіку показано багатоступеневий процес екзотермічних реакцій виділення водню і, як наслідок, поступове зростання температури в реакторі, з максимумом на кінцевій стадії. Такі режими рекомендовано використовувати в нафтових та газоконденсатних свердловинах з кольматацією привибійної зони асфальтосмолопарафіновими відкладеннями.

СИНТЕЗ НОВІТНІХ ЕЛЕКТРОКАТАЛІЗАТОРІВ ОКИСНЕННЯ ВОДНЮ І ЕЛЕКТРОВІДНОВЛЕННЯ КИСНЮ З ВИСОКИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ НА ОСНОВІ ГІБРИДНИХ МЕТАЛО-ВМІСНИХ КРЕМНЕЗЕМ-ВУГЛЕЦЕВИХ НАНОСТРУКТУР ТА СТВОРЕННЯ ДОСЛІДНОГО МАКЕТУ ВОДНЕВО-КИСНЕВОГО ПАЛИВНОГО ЕЛЕМЕНТУ

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

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

Одним з актуальних напрямків у водневій енергетиці при розробці перспективних воднево-кисневих паливних елементів (ПЕ) є цілеспрямований синтез активних, селективних і недорогих гетерогенних катализаторів, оскільки основним каменем спотикання для масового виробництва ПЕ, є відсутність таких катализаторів. У даний час електрокатализатори ПЕ, в основному, виготовляються з металів платинової групи [1,2], що перешкоджає масштабному комерційному застосуванню ПЕ. Один із способів зниження вартості таких електрокатализаторів полягає в зменшенні витрат благородних металів за рахунок введення в склад катализаторів дешевших 3d-металлів, збільшенні робочої поверхні катализаторів та ефективному застосуванні вуглецевих носіїв з високорозвиненою поверхнею. Інший спосіб – створення гібридних композиційних функціональних матеріалів на основі багатокомпонентних систем з вуглецевими нанотрубками (ВНТ). За допомогою золь-гель технології нами були синтезовані каталітично активні гібридні кремнезем-вуглецеві композити, імобілізовані подвійними сплавами Fe, Co, Ni з паладієм. Найвищу каталітичну активність в реакції відновлення кисню проявили електрокатализатори, які містили кобальт. Густина струму відновлення кисню на таких катализаторах в 1М КОН складала 900 мА/г при $E_r = 0,91$ В та 5000 мА/г при $E_r = 0,83$ В.

Оцінку каталітичної активності розроблених матеріалів та визначення кінетичних параметрів відновлення кисню на них в 1М розчині КОН виконали на модельному "плаваючому" газодифузійному електроді [3] за допомогою потенціостату ПІ-50-1.1. Природу активних центрів електрокатализаторів відновлення кисню вивчили за допомогою ІК-спектроскопії та рентгенофазового аналізу. Встановили, що під час синтезу при температурі нижче 250°C в атмосфері повітря активні структури утворюються на поверхні вуглецевого носія на границі розподілу кремній-кисень-метал. При вищих температурах (600°C) і в атмосфері аргону додатково утворюються сполуки типу нестехіометричних шпінелей.

Для визначення електрохімічних характеристик розроблених електродних матеріалів та деяких технологічних параметрів запропонованого воднево-кисневого ПЕ нами був виготовлений його лабораторний макет з робочою поверхнею електродів 1 см², фотографія якого приведена на рисунку. Макет складається з двох пластин, виготовлених з щільного графіту, в якому створені канали для підведення та відведення реагуючих речовин. Між пластинами розташовується мембранно-електродний блок з протонпровідною мембраною (наприклад, F950 виробництва FumaTech), електрокатализаторами та газопідвідними шарами. Елементи ПЕ стискаються мідними пластинами, які служать струмовідводами.

Одержані електрохімічні дані показали перспективність продовження робіт з використанням золь-гель технологій для отримання катодних електрокатализаторів воднево-кисневих низькотемпературних ПЕ.



Лабораторний макет
H₂/O₂ ПЕ

Литература:

- [1] Yu X., Ye S. // J. of Power Sources, -2007. –V.172, –P.133–144.
- [2] Yu X., Ye S. // J. of Power Sources -2007. –V.172, –P.145–154.
- [3] Штейнберг Г.В., Кукушкина И.А., Багоцкий В.С. и др. // Электрохимия. –1979, – Т.15, №4. –С.527-532.

ЗМІСТ

I. Отримання водню

- РОЗРОБКА ВИСОКОПРОДУКТИВНИХ ПРОЦЕСІВ ОТРИМАННЯ ВОДНЮ ІЗ ВОДИ З ДОПОМОГОЮ НАНОСТРУКТУРОВАНИХ ЕНЕРГОАКУМУЛЮЮЧИХ РЕЧОВИН З ВИКОРИСТАННЯМ АКТИВОВАНИХ ЦИНКУ, МАРГАНЦЮ, АЛЮМІНІЮ, ЗАЛІЗА ЗА ДОПОМОГОЮ ВІСМУТУ ТА ІНШИХ КОМПОНЕНТІВ З ВІДНОВЛЕННЯМ ВІДХОДІВ – ОКСИДІВ КАРБОТЕРМІЧНИМ МЕТОДОМ** 13
Козін Л.Х., Волков С.В., Гончаренко С.Г., Данільцев Б.І., Святогор А.В.
Інститут загальної та неорганічної хімії ім. В.І. Вернадського НАН України
- РОЗРОБКА МЕТОДІВ ТЕРМІЧНОГО МОДИФІКУВАННЯ ПОВЕРХНІ СТАЛІ ТА НІКЕЛЮ ВАНАДІЄМ, НІОБІЄМ, ТАНТАЛОМ І ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ КАТОДНОГО ВИДІЛЕННЯ ВОДНЮ ТА АНОДНОГО ВИДІЛЕННЯ КИСНЮ НА МОДИФІКОВАНИХ ЕЛЕКТРОДАХ З ЛУЖНОГО РОЗЧИНУ** 14
Козін Л.Х., Манілевич Ф.Д., Машкова Н.В., Куций А.В.
Інститут загальної та неорганічної хімії ім. В.І. Вернадського НАН України
- РОЗРОБКА ДЕШЕВОГО, ЕФЕКТИВНОГО ТА ШВИДКОГО СПОСОБУ НАРОЩУВАННЯ ТА ЗБЕРІГАННЯ У ПРОМИСЛОВИХ ОБ'ЄМАХ БІОМАСИ ЖИВИХ МІКРООРГАНІЗМІВ-ПРОДУЦЕНТІВ H₂** 15
Таширева Г.О., Таширев О.Б., Притула І.Р.
Інститут мікробіології і вірусології НАН України
- РОЗРОБЛЕННЯ КАТАЛІЗАТОРІВ КОНВЕРСІЇ «ЛЕТЮЧИХ» ТВЕРДОЇ ВІДНОВЛЮВАНОЇ СИРОВИНИ** 16
Трипольський А.І., Калішин Є.Ю.
Інститут фізичної хімії ім. Л.В. Писаржевського НАН України
- ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КАТАЛІЗАТОРІВ ТА АНАЛІЗ ЇХ ЗВ'ЯЗКУ З КАТАЛІТИЧНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ ЗРАЗКІВ В ПРОЦЕСІ ПАРОВОГО РИФОРМІНГУ БІОЕТАНОЛУ** 17
Долгих Л.Ю., Дейнега І.В., Стара Л.О., Столярчук І.Л., Василенко І.В., Пятницький Ю.І., Стрижак П.Є.
Інститут фізичної хімії ім. Л. В. Писаржевського НАН України
- ДОСЛІДЖЕННЯ НАНОКОМПОЗИЦІЙНИХ ЕЛЕКТРОДІВ ТА ЕЛЕКТРОКАТАЛІЗАТОРІВ В ПРОЦЕСАХ ВИДІЛЕННЯ ВОДНЮ, ВІДНОВЛЕННЯ КИСНЮ ТА ЕЛЕКТРОХІМІЧНОЇ КОНВЕРСІЇ ДІОКСИДУ ВУГЛЕЦЮ** 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
- ОКИСНЮВАЛЬНИЙ РИФОРМІНГ МЕТАНОЛУ НА Zn(Zr)-Cr-Cu-ОКСИДНИХ СТРУКТУРОВАНИХ КАТАЛІЗАТОРАХ** 19
Капран А.Ю., Орлик С.М.
Інститут фізичної хімії ім.Л.В.Писаржевського НАН України
- ВПЛИВ ОРЗЕ НА АКТИВНІСТЬ СТРУКТУРОВАНИХ Ni-Al₂O₃/КОРДІЄРИТ КАТАЛІЗАТОРІВ В ПРОЦЕСІ ПАРО-КИСНЕВОГО РИФОРМІНГУ ПРОПАНУ** 20
Губарені Є.В., Соловйов С.О., Курилець Я.П.
Інститут фізичної хімії ім. Л.В. Писаржевського НАН України
- ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВНОЇ ТА ПРОТОННОЇ ПРОВІДНОСТІ ТЕРМОСТІЙКИХ ПОЛІМЕРІВ РІЗНОЇ ПРИРОДИ В ДІАПАЗОНІ ТЕМПЕРАТУРИ 200–450 С** 21
Бортишевський В.А., Корж Р.В.
Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії НАН України

ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ПРОЦЕСІВ ОТРИМАННЯ ВОДНЮ ПРИ ОЧИЩЕННІ ПРИРОДНИХ ВОД ФОТОКАТАЛІТИЧНИМ ТА ЕЛЕКТРОМЕМБРАННИМ МЕТОДАМИ <u>Кучерук Д.Д., Дульнева Т.Ю., Приходько Р.В.</u> Інститут колоїдної хімії та хімії води ім А.В. Думанського НАН України	22
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НАНОСТРУКТУРУВАННЯ ПОВЕРХНІ TiO₂ ПЛІВОК НА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ ФОТОЕЛЕКТРОХІМІЧНОЇ КОМІРКИ Силенко П.М., <u>Данько Д.Б.</u>, Шлапак А.М., Андрущенко Д.І., Солонін Ю.М. Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України	23
ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОБІТ ЗА ПРОЕКТАМИ ПРОГРАМИ «ВОДЕНЬ В АЛЬТЕРНАТИВНІЙ ЕНЕРГЕТИЦІ ТА НОВІТНІХ ТЕХНОЛОГІЯХ» Чернишев Л.І., <u>Білан І.І.</u>, Гудименко Т.В., Левіна Д.А., Ковальова Л.А. Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України	24
РОЗРОБКА ОПТИЧНИХ МЕТОДІВ ДІАГНОСТИКИ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ПЛАЗМОПАРОВОЇ КОНВЕРСІЇ ПАЛИВ Жовтянський В.А. Інститут газу НАН України,	25
ХРОМАТИЧНА РЕГУЛЯЦІЯ КУЛЬТИВУВАННЯ МІКРОВОДОРОСТЕЙ І ОПРАЦЮВАННЯ РЕЖИМІВ ВПЛИВУ СПЕКТРАЛЬНОГО СКЛАДУ СВІТЛА НА УТВОРЕННЯ ВОДНЮ МІКРОВОДОРОСТЯМИ Подорванов В.В., Поліщук О.В., <u>Золотарьова О.К.</u> Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України	26
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ КОНВЕРСІЇ ЛЕТУЧИХ БІОМАСИ ТА ОРГАНІЧНИХ ВІДХОДІВ В СИНТЕЗ-ГАЗ ТА ВОДЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ КАТАЛІТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ РОЗКЛАДАННЯ ВУГЛЕВОДНІВ <u>Дудник О.М.</u>, Соколовська І.С. Інститут вугільних енерготехнологій НАН України	27
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ЗМЕНШЕННЯ ЗОЛЬНОСТІ ВУГІЛЛЯ З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ ЙОГО РЕАКЦІЙНОЇ ЗДАТНОСТІ. ПРОВЕДЕННЯ ПАРОВОЇ ГАЗИФІКАЦІЇ ВУГІЛЛЯ З РІЗНИМ ВМІСТОМ ЗОЛИ ЗА НИЗЬКИХ СПІВВІДНОШЕНЬ ВОДЯНА ПАРА/ВУГІЛЛЯ. ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ ВМІСТУ ЗОЛИ НА ПРОЦЕС ПАРОВОЇ КОНВЕРСІЇ УКРАЇНСЬКИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КАМ'ЯНИХ ТА БУРИХ ВИДІВ ВУГІЛЛЯ <u>Дудник О.М.</u>, Соколовська І.С. Інститут вугільних енерготехнологій НАН України	28
ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ СУМІСНОЇ РОБОТИ ВІТРОУСТАНОВОК І ЕЛЕКТРОЛІЗЕРІВ, ЯКІ ЗАБЕЗПЕЧУЮТЬ ОПТИМІЗАЦІЮ ЦІЄЇ ІСТЕМИ ПРИ ОТРИМАННІ ВОДНЮ Кудря С.О., <u>Морозов Ю.П.</u>, Кузнєцов М.П. Інститут відновлюваної енергетики НАН України	29
РОЗРОБКА ОСНОВ КОМБІНОВАНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ОТРИМАННЯ ВОДНЮ МЕТАЛПАРОВИМ МЕТОДОМ ТА СИНТЕЗУ ОКСИДІВ ВОЛЬФРАМУ ШЛЯХОМ ПЕРЕРОБКИ ПРОМИСЛОВИХ ВІДХОДІВ З ВИКОРИСТАННЯМ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ <u>Пасічний В.В.</u>, Зенков В.С. Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України	30

II. Зберігання водню

- ВПЛИВ МОДИФІКУВАННЯ ФОТОАНОДІВ НА ОСНОВІ ПОЛІКРИСТАЛІЧНИХ ПЛІВОК ХАЛЬКОГЕНІДІВ КАДМІО ТА ТИПУ ІОН-ПРОВІДНОЇ МЕМБРАНИ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОЦЕСІВ ВИДІЛЕННЯ ВОДНЮ** **31**
Слободянюк І.О., Русецький І.А., Колбасов Г.Я., Білоус А.Г.,
Кобилянська С.Д.
Інститут загальної та неорганічної хімії ім. В.І. Вернадського НАН України
- РОЗВИТОК ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ЗАСАД СТВОРЕННЯ НОВИХ ВИСОКОПОРИСТИХ МЕТАЛ-ОРГАНІЧНИХ КАРКАСНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ АКУМУЛЮВАННЯ ВОДНЮ** **32**
Лампека Я.Д., Цимбал Л.В., Гавриш С.П., Гуртовий Р.І.
Інститут фізичної хімії ім. Л. В. Писаржевського НАН України
- ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ДЕСОРБЦІЇ ВОДНЮ З ГІДРОФУЛЛЕРИТІВ C₆₀H_x** **33**
Щур Д.В., Савенко О.Ф., Копілова Л.І., Золотаренко А.Д., Загінайченко С.Ю.,
Інституту проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України
- ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СПЛАВІВ АВ₅ ТИПУ ТА ЇХ ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ** **34**
Загінайченко С.Ю., Матисіна З.А., Щур Д.В., Шапошнікова Т.І., Золотаренко А.Д.
Інститут проблем матеріалознавства ім.І.М.Францевича НАН України
- СИНТЕЗ ГІДРИДОУТВОРЮЮЧИХ МЕХАНІЧНИХ СПЛАВІВ СИСТЕМИ Mg-Al-Ti-Fe-N ТА ВИЗНАЧЕННЯ КОМПЛЕКСУ ЇХ ОСНОВНИХ ХАРАКТЕРИСТИК** **35**
Єршова О.Г., Добровольський В.Д., Солонін Ю.М., Хижун О.Ю.
Інститут проблем матеріалознавства ім.І.М.Францевича НАН України
- СИНТЕЗ ГІДРИДОУТВОРЮЮЧИХ МЕХАНІЧНИХ СПЛАВІВ СИСТЕМИ Mg-Al-Ti-Fe-N ТА ВИЗНАЧЕННЯ КОМПЛЕКСУ ЇХ ОСНОВНИХ ХАРАКТЕРИСТИК** **36**
Щербакова Л.Г., Сподарик М.І., Кравчук Д.М., Солонін Ю.М.
Інститут проблем матеріалознавства ім.І.М.Францевича НАН України
- ФОТОЕЛЕКТРОХІМІЧНА СИСТЕМА ДЛЯ НАКОПИЧЕННЯ ВОДНЮ НА ОСНОВІ ВОДЕНЬСОРБУЮЧИХ СПЛАВІВ І КОМПОЗИТІВ НА ЇХ ОСНОВІ ТА НАНОСТРУКТУРОВАНІХ ФОТОАНОДІВ TiO₂/CdSe** **37**
Щербакова Л.Г.⁽¹⁾, Слободянюк І.О., Русецький І.А., Сподарик М.І.⁽¹⁾, Колбасов Г.Я.,
Солонін Ю.М.⁽¹⁾
⁽¹⁾Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України,
Інститут загальної та неорганічної хімії ім. В.І. Вернадського НАН України,
- РОЗВИТОК МОДЕЛІ ІВХТ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ КОНСТРУКЦІЙНИХ СТАЛЕЙ НА БАЗІ СУЧАСНИХ УЯВЛЕНЬ МЕТАЛОФІЗИКИ ПРО МЕХАНІЧНУ СТАБІЛЬНІСТЬ І ГРАНИЧНУ МІЦНІСТЬ МЕТАЛІВ ТА СПЛАВІВ В КОНСТРУКЦІЯХ** **38**
Походня І.К., Синюк В.С., Ігнатенко О.В., Пальцевич А.П., Степанюк С.М.
Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України
- МЕХАНОХІМІЧНИЙ СИНТЕЗ НОВИХ ІНТЕРМЕТАЛІЧНИХ СПОЛУК ТА КОМПЛЕКСНИХ ГІДРИДІВ ЯК ЕФЕКТИВНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ АКУМУЛЮВАННЯ ВОДНЮ** **39**
Завалій І.Ю., Денис Р.В., Березовець В.В., Штендер В.В.
Фізико-механічний інститут НАН України
- РОЗРОБЛЕННЯ МЕТОДОЛОГІЧНИХ ЗАСАД І ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ВПЛИВУ ВОДНЮ ТА ІНШИХ ЧИННИКІВ ДЕГРАДУВАННЯ ФЕРОМАГНЕТИКІВ НА ГЕНЕРУВАННЯ МАГНЕТОПРУЖНОЇ АКУСТИЧНОЇ ЕМІСІЇ** **40**
Скальський В.Р., Сергієнко О.М., Рудавський Д.В., Клим Б.П.
Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВИХІДНОЇ СТРУКТУРИ ТА ФАЗОВОГО СКЛАДУ НА МЕХАНІЗМ І КІНЕТИКУ ПРОЦЕСІВ СОРБЦІЯ - ДЕСОРБЦІЯ ЛИТИХ СПЛАВІВ СИСТЕМИ Ti-Fe-Mn ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ НАЯВНОСТІ ПЕРВИННИХ КРИСТАЛІВ ІНТЕРМЕТАЛІДІВ НА ХАРАКТЕР ПРОЦЕСУ ГІДРУВАННЯ	41
<u>Іванченко В.Г.</u>, Дехтяренко В.А., Прядко Т.В. Інститут металофізики ім. Г.В.Курдюмова НАН України	

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НЕРОЗЧИННИХ КОМПОНЕНТ НА НАКОПИЧЕННЯ ТА ВИДІЛЕННЯ ВОДНЮ ІЗ МАГНІЄВИХ КОМПОЗИТІВ	42
Неклюдов І.М., <u>Морозов О.М.</u>, Куліш В.Г., Журба В.І., Колодій І.В., Ломіно М.С., Купрін О.С., Овчаренко В.Д., Проголасва В.О. Національний Науковий Центр “Харківський фізико-технічний інститут” НАН України	

ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ЗАСАДИ ПРОЦЕСІВ ОДЕРЖАННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ВУГЛЕЦЕВИХ ВОДНЕСОРБЦІЙНИХ НАНОМАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ВОДНЕВОЇ ЕНЕРГЕТИКИ	43
Бондаренко Б.І., Марчук Ю.В., Пращеннік Ю.Г., <u>Ховавко О.І.</u>, Святенко О.М., Кожан О.П., Стратівнов Є.В., Котов В.Г., Небесний А.А. Інститут газу НАН України	

III. Використання водню

СИНТЕЗ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПРОТОНОПРОВІДНИХ ОРГАНО-НЕОРГАНІЧНИХ СИСТЕМ ДЛЯ СТВОРЕННЯ МЕМБРАН З ПРОТОННОЮ ПРОВІДНІСТЮ В УМОВАХ КОНТРОЛЬОВАНОЇ ЗВОЛОЖЕНОСТІ	44
<u>Шевченко В.В.</u>, Клименко Н.С., Стрюцкий О.В. Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України	

ВПЛИВ УМОВ КАРБОНІЗАЦІЇ САХАРОЗИ І АКТИВАЦІЇ ВУГЛЕЦЕВИХ МАТЕРІАЛІВ НА ЇХ СТРУКТУРНО-СОРБЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ І ПОГЛИНАННЯ ВОДНЮ ОДЕРЖАННЯ НАНОРОЗМІРНИХ КОМПОЗИТІВ НА ОСНОВІ МЕЗОПОРИСТОГО ДІОКСИДУ ТИТАНУ ТА НАНОПОРИСТИХ БОРВМІСНИХ ВУГЛЕЦЕВИХ МАТЕРІАЛІВ, ДОСЛІДЖЕННЯ ЇХ ГІДРОФОБНО-ГІДРОФІЛЬНИХ ТА СТРУКТУРНО-СОРБЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ	45
<u>Тельбіз Г.М.</u>, Бортишевський В.А.⁽¹⁾, В.Г., Манорик П.А. Інститут фізичної хімії ім. Л.В.Писаржевського НАН України ⁽¹⁾ Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії	

СТВОРЕННЯ НОВИХ БОРВМІСНИХ ВУГЛЕЦЕВИХ ПОРИСТИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ І НАКОПИЧЕННЯ ВОДНЮ	46
Яремов П.С., <u>Щербань Н.Д.</u>, Гльїн В.Г. Інститут фізичної хімії ім. Л.В.Писаржевського	

ЕЛЕКТРОЛІТНІ ТА ЕЛЕКТРОДНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОЇ (600°С) ПАЛИВНОЇ КОМІРКИ НА ОСНОВІ ОКСИДУ ЦИРКОНІЮ, СТАБІЛІЗОВАНОГО КОМПЛЕКСНИМИ СКАНДІЄВМІСНИМИ ДОБАВКАМИ	47
<u>Білоус А.Г.</u>, Янчевський О.З., В'юнов О.І., Коваленко Л.Л. Інститут загальної та неорганічної хімії ім. В.І. Вернадського НАН України	

ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ ВОДНЕВО-ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ ПОРОШКІВ НІТРИДУ АЛЮМІНІЮ НА ЯКІСНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВИРОБІВ З НИХ	48
Скороход В.В., <u>Морозов І.А.</u>, Морозова Р.О., Кондрашов О.В. Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України	

ВСТАНОВЛЕННЯ СТРУКТУРНО – ФАЗОВОГО МЕХАНІЗМУ РЕАКЦІЇ ДЕСТРУКТИВНОГО ГІДРУВАННЯ ТИТАНВМІСНИХ ІНТЕРМЕТАЛІДІВ	49
<u>Братаніч Т.І.</u>, Кучерявий О.В. Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М.Францевича НАН України	

ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРНИХ І ХІМІЧНИХ ЗМІН АНОДУ ПІД ЧАС ЙОГО ВИГОТОВЛЕННЯ З ПОРОШКІВ NiO І ZrO₂ І НАСТУПНОГО ВІДНОВЛЕННЯ Ni В ЙОГО СТРУКТУРІ	50
Васильєв О.Д., Бродніковський Є.М., Подгурська В.Я.⁽¹⁾, Василів Б.Д.⁽¹⁾, Andrzejczuk M.⁽²⁾, Ушкалов Л.М., Бродніковський Д.М., Самелюк А.В., Головка М.Є., Осташ О.П.⁽¹⁾, Lewandowska M.⁽²⁾, K. J. Kurzydłowski⁽²⁾	
Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М.Францевича НАН України, ⁽¹⁾ Фізико-механічний інститут ім. Г.В.Карпенка НАН України, ⁽²⁾ Warsaw University of Technology , Pl. Politechniki 1, Warsaw, 00-661, Poland	
ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ВСТАНОВЛЕННЯ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКУ МІЖ КОНЦЕНТРАЦІЄЮ ВОДНЮ У МЕТАЛІ І ПРИКЛАДЕНИМ НАПРУЖЕННЯМ У РІЗНИХ УМОВАХ НАВОДНЮВАННЯ	51
Дмитрах І.М., Сиротюк А.М., Лещак Р.Л., Лутицький О.Л.	
Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України	
ДОСЛІДЖУВАННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ РОЗМІРІВ КРИСТАЛІТІВ, ПАРАМЕТРА ТЕКСТУРИ ТА МАГНЕТНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОРОШКІВ ЛЕГОВАНИХ СПЛАВІВ НА ОСНОВІ СПОЛУКИ Nd₂Fe₁₄B ВІД ПАРАМЕТРІВ ВОДНЕВОГО ОБРОБЛЕННЯ	52
Булик І.І., Тростянчин А.М., Бурховецький В.В.⁽¹⁾, Борух І.В.⁽²⁾	
Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України ⁽¹⁾ Донецький фізико-технічний інститут ім. О.О. Галкіна НАН України, ⁽²⁾ Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України	
ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЗМУ КОМПАКТУВАННЯ ГІДРИДУ ЦИРКОНІЮ ТА ПОРОШКОВИХ СУМІШЕЙ НА ЙОГО ОСНОВІ З ДОБАВКАМИ ГІДРИДУ ТИТАНУ І ЛЕГУВАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ	53
О.М.Івасишин, Д.Г.Саввакін, М.М.Гуменяк	
Інститут металофізики ім. Г.В.Курдюмова НАН України	
СТВОРЕННЯ БАГАТОШАРОВОЇ ЗБІРКИ КОМПОНЕНТІВ ПАЛИВНОЇ КОМІРКИ, РОЗРОБКА МЕТОДІВ ФОРМУВАННЯ ТА СПІКАННЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ	54
Константінова Т.Е., Даніленко І.А., Глазунов Ф.І., Бурховецький В.В., Акхозов Л.А., Глазунова В.А., Волкова Г.К.	
Донецький фізико-технічний інститут ім. О.О. Галкіна НАН України	
РОЗРОБКА ТА АНАЛІЗ СХЕМ ВИСОКОМАНЕВРОВИХ ЕНЕРГОУСТАНОВОК ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ЕНЕРГОПЕРЕТВОРЮЮЧОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ГЕНЕРАЦІЇ ПІКОВОЇ ПОТУЖНОСТІ. ВИБІР ТИПУ ТА РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ЛОПАТКОВОГО АПАРАТУ ВОДНЕВОГО ТУРБОАГРЕГАТУ	55
Мацевитий Ю.М., Русанов А.В., Соловей В.В.	
Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України	
РОЗРОБКА ТЕРМОДИНАМІЧНИХ ЦИКЛІВ ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ВОДНЮ ЯК РОБОЧОГО ТІЛА В ЗАМКНУТИХ СХЕМАХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК	56
Соловей В.В., Літвінов В.О., Чорна Н.А.	
Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України	
ВІДПРАЦЮВАННЯ СХЕМИ СИСТЕМИ ЖИВЛЕННЯ ВОДНЕМ ПЛАЗМОХІМІЧНОЇ УСТАНОВКИ ТА РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ДІАГНОСТИКИ ПРОДУКТІВ КОНВЕРСІЇ КАНЦЕРОГЕННИХ СПОЛУК	57
Івановський О.І., Каніло П.М., Соловей В.В., Шубенко О.Л.	
Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України	

ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕТИКИ ТА ТЕПЛОМАСООБМІНУ В ПРОЦЕСАХ УТВОРЮВАННЯ ВОДНЮ ПРИ РЕАКЦІЯХ ГРР З ВОДОЮ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ВИХІДНИХ ТИСКІВ ДО 60 МПа, ТЕМПЕРАТУР ТА ВЛАСТИВОСТЕЙ ХІМІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА, В ЯКОМУ ЗДІЙСНЮЄТЬСЯ ПРОЦЕС ГІДРОЛІЗУ **58**

Кравченко О.В., Велігоцький Д.О., Сімбірський О.В., Процицька Л.В.

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

СИНТЕЗ НОВІТНІХ ЕЛЕКТРОКАТАЛІЗАТОРІВ ОКИСНЕННЯ ВОДНЮ І ЕЛЕКТРОВІДНОВЛЕННЯ КИСНЮ З ВИСОКИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ НА ОСНОВІ ГІБРИДНИХ МЕТАЛО-ВМІСНИХ КРЕМНЕЗЕМ-ВУГЛЕЦЕВИХ НАНОСТРУКТУР ТА СТВОРЕННЯ ДОСЛІДНОГО МАКЕТУ ВОДНЕВО-КИСНЕВОГО ПАЛИВНОГО ЕЛЕМЕНТУ **59**

Пірський Ю.К., Огенко В.М., Лисюк Л.С., Гайдин О.В., Шаранда Л.Ф., Крупеннікова О.С.

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

Авторський показчик **69-70**

Авторський показчик

А		І	
Андрущенко Д.І.	23	Івановський О.І.	57
Andrzejczuk M.	50	Іванченко В.Г.	41
Акхозов Л.А.	54	Івасишин О.М.	53
Б		Ігнатенко О.В.	38
Березовець В.В.	39	Ільїн В.Г.	46
Білан І.І.	24	К	
Білоус А.Г.	31,47	Калішин Є.Ю.	16
Бондаренко В.М.	43	Каніло П.М.	57
Бортишевський В.А.	21,45	Капран А.Ю.	19
Борух І.В.	52	Клим Б.П.	40
Братаніч Т.І.	49	Клименко Н.С.	44
Бродніковський Д.М.	50	Кобилянська С.Д.	31
Бродніковський Є.М.	50	Коваленко Л.Л.	47
Булик І.І.	52	Ковальова Л.О.	24
Бурховецький В.В.	52,54	Кожан О.П.	43
В		Козін Л.Х.	13,14
Василенко І.В.	17	Колбасов Г.Я.	31,36
Василів Б.Д.	50	Колодій І.В.	42
Васильєв О.Д.	50	Кондрашов О.В.	48
Велігодський О.Д.	58	Константинова Т.Є.	54
Волков С.В.	13	Копилова Л.І.	33
Волкова Г.К.	54	Корж Р.В.	21
В'юнов О.І.	47	Котов В.Г.	43
Г		Кошечко В.Г.	18
Гавриш С.П.	32	Кравченко О.В.	58
Гайдин О.В.	59	Кравчук Д.М.	37
Глазунова В.А.	54	Крупеннікова О.С.	59
Глазунов Ф.І.	54	Кудря С.О.	29
Головкова М.Є.	50	Кузнєцов М.П.	29
Гончаренко С.Г.	13	Куліш В.Г.	42
Губарені Є.В.	20	Купрін О.С.	42
Гуменяк М.М.	53	Kurzydłowski K. J.	50
Гуртовий Р.І.	32	Курилець Я.П.	20
Д		Куриць Я.І.	18
Даніленко І.А.	54	Кучерук Д.Д.	22
Данільцев Б.І.	13	Кучерявий О.В.	49
Данько Д.Б.	23	Куций А.В.	14
Дейнега І.В.	17	Л	
Денис Р.В.	39	Лампека Я.Д.	32
Дехтяренко В.А.	41	Lewandowska M.	50
Дмитрах І.М.	51	Левіна Д.А.	24
Добровольський В.Д.	35	Лещак Р.Л.,	51
Долгих Л.Ю.	17	Літвінов В.О.	56
Дудник О.М.	27,28	Лисюк ЛС.	59
Дульнева Т.Ю.	22	Ломіно М.С.	42
Є		Лутицький О.Л.	51
Єршова О.Г.	35	М	
Ж		Манорик П.А.	45
Жовтянський В.А.	25	Манілевич Ф.Д.	14
Журба В.І.	42	Марчук Ю.В.	43
З		Матисіна З.А.	34
Завалий І.Ю.	39	Мацевитий Ю.М.	55
Зенков В.С.	30	Машкова Н.В.	14
Загінайченко С.Ю.	33,34	Мішура А.М.	18
Золотаренко А.Д.	33,34	Морозов І.А.	48
Золотарьова О.К.	26	Морозов О.М.	42
		Морозов Ю.П.	29
		Морозова Р.О.	48

Н			
Небесний А.А.	43	Соловей В.В.	55,56,57
Неклюдов І.М.	42	Солонін Ю. М.	23,35,36,37
О		Сподарик М.І.	36,37
Овчаренко В.Д.	42	Стара Л.О.	17
Огенко В.М.	59	Степанюк С.М.	38
Орлик С.М.	19	Столярчук І.Л.	17
Осташ О.П.	50	Стратівнов Є.В.	43
П		Стрижак П.Є.	17
Пальцевич А.П.	38	Стрюцкий О.В.	44
Пасічний В.В.	30	Т	
Пірський Ю.К.,	59	Таширева Г.О.	15
Подгурська В.Я.	50	Таширев О.Б.	15
Подорванов В.В.	26	Тельбіз Г.М.	45
Поліщук О.В.	26	Тітов В.Є.	18
Походня І.К.,	38	Трипольський А.І.	16
Походенко В.Д.	18	Тростянчин А.М.	52
Праженнік Ю.Г.	43	У	
Прогилаєва В.О.	42	Ушкалов Л.М.	50
Процицька Л.В.	58	Уставицька О.О.	18
Приходько Р.В.	22	Х	
Притула І.Р.	15	Ховавко О.І.	43
Прядко Т.В.	41	Хижун О.Ю.	35
Пятницькій Ю.І.	17	Ц	
Р		Цимбал Л.В.	32
Рудаковський Д.В.	40	Ч	
Русанов А.В.	55	Чернишев Л.І.	24
Русецький І. А.	31,36	Чорна Н.А.	56
Рябов О.Б.		Ш	
Саввакін Д.Г.	53	Шапошникова Т.І.	34
Савенко О.Ф.	33	Шаранда Л.Ф.	59
Самелюк А.В.	50	Шевченко В.В.	44
Святенко О.М.	43	Шлапак А.М.	23
Святогор А.В.	13	Штендер В.В.	39
Сергієнко О.М.	40	Шубенко О.Л.	57
Силенко П.М.	23	Щ	
Синюк В.С.,	38	Щербакова Л. Г.	36,37
Сиротюк А.М.	51	Щербань Н.Д.	46
Сімбірський О.В.	58	Щур Д.В.	33,34
Соколовська І.С.	27,28	Я	
Скальський В.Р.	40	Янчевський О.З.	47
Скороход В.В.	48	Яремов П.С.	46
Слись І.Г.			
Слободянюк І.О.	31,36		
Соловійов С.О.	20		

**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 9.11.2010. Формат 70x108/16. 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