

## КОМБІНОВАНІ ТА ГІБРИДНІ АДСОРБЕНТИ: ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ

**Міжнародна школа-конференція за підтримки НАТО  
(15—17 вересня 2005 р., Київ)**

У 2002 році дві групи науковців із різних країн Європи і США, яких представляли професор Марк Уайт (Технологічний університет Джорджії, Атланта, США), зав. лабораторії доктор хімічних наук Ю.Л. Зуб (Інститут хімії поверхні НАН України, Київ), доктор Нікос Канеллопулос (Національний центр наукових досліджень «Демокритос», Афіни, Греція) та член-кореспондент НАН України М.Т. Картель (Інститут сорбції та проблем ендоекології (ІСПЕ) НАН України, Київ) у нелегкій конкурентній боротьбі виграли гранти НАТО за програмою «Наука заради миру». Оскільки тематика обох проєктів була пов'язана із сорбцією, то у 2004 р. ці групи науковців об'єднали свої зусилля при поданні заявки на проведення школи-конференції НАТО (в рамках відомої у науковому світі серії ARW NATO) «Комбіновані та гібридні адсорбенти: теоретичні та прикладні аспекти» («Combined and Hybrid Adsorbents: Fundamentals and Applications»). Конференція відбулась 15—17 вересня 2005 р. у мальовничому куточку передмістя Києва — санаторному комплексі «Пуща-Озерна». Співдиректорами школи були обрані професор Джозе Мігель Лоурейро (Університет м. Порто, Португалія) і член-кореспондент НАН України М.Т. Картель (ІСПЕ НАН України).

Тематика школи-конференції охоплювала широке коло питань теорії, дизайну, методів досліджень і практичного використання комбінованих та гібридних адсорбентів, а саме:

- ✦ нові підходи до створення сорбційних матеріалів цього класу;
- ✦ проблеми синтезу гібридних адсорбційних матеріалів;
- ✦ модифікування поверхні матеріалів різної природи з метою надання їм бажаних адсорбційних властивостей;
- ✦ використання сучасних фізичних методів при вивченні матеріалів цієї групи;
- ✦ моделювання процесів сорбції;
- ✦ технологічні аспекти одержання комбінованих і гібридних адсорбційних середовищ;
- ✦ особливості використання матеріалів цього класу в сорбційних технологіях, для захисту довкілля та в інших сферах життєдіяльності.

Участь у школі-конференції взяло майже 70 науковців (49 ключових лекторів та учасників і 20 локальних — зі статусом спостерігачів) із 20 країн світу (США, Велика Британія, Німеччина, Іспанія, Греція, Бельгія, Португалія, Фінляндія, Російська Федерація, Угорщина, Болгарія, Польща, Словачка Республіка, Йорданія, Узбекистан,

Латвія, Молдова, Грузія, Білорусь, Україна), які представляли відомі наукові школи з адсорбції та адсорбентів. Програма школи була побудована традиційно: лекції 14 відомих спеціалістів, їх дискусійне обговорення та дві стендові сесії (62 стендові доповіді). Приємно відзначити, що авторами більшості стендових доповідей були молоді науковці, серед яких — значна група із наукових установ та університетів України.

Школу-конференцію відкрив академік-секретар Відділення хімії НАН України, академік НАН України В.В. Гончарук, який у своєму виступі зазначив важливість, рівень представництва та широту тематики такого форуму.

Першим із лекцією виступив відомий спеціаліст у галузі гібридних матеріалів професор Кеннет Ші (Університет Каліфорнії в Ірвіні, США) *«Функціональні місткові полісілсесквіоксани»*. Він розповів про експериментальні результати, одержані при систематичному дослідженні гібридних органо-неорганічних матеріалів, для синтезу яких було використано золь-гель метод та біс- і трис(триалкоксисилани) як прекурсори. Було показано, що використання органічних містків різного складу та геометрії, які поєднують алкоксисилільні групи, дає змогу значною мірою контролювати параметри поруватої структури кінцевих продуктів. Більше того, адсорбенти, які отримують при такому підході, мають розвинуту питому поверхню (до 1200 м<sup>2</sup>/г) і можуть використовуватися в хроматографії, при створенні мембран, як іонообмінники тощо. Логічним продовженням цієї теми стала лекція доктора хімічних наук Ю.Л. Зуба *«Синтез, структура й адсорбційні властивості функціоналізованих полісилоксанових матеріалів»*. Учений розкрив потенціал золь-гель методу в дизайні функціоналізованих полісилоксанових ксерогелів: одностадійність, можливість використання

багатокомпонентних систем, «м'які» умови одержання, можливість спрямованого синтезу тощо. Такі полісилоксанові матеріали мають високу сорбційну ємність і перспективні для сорбційних технологій. Доповідь фахівця з Фінляндії доктора Рісто Койвула (Гельсінський університет) *«Селективне вилучення радіонуклідів зі стічних вод атомних установок за допомогою неорганічних іонообмінників»* завершувала цей цикл лекцій. У доповіді були представлені результати досліджень, дуже важливих з огляду на їх практичне використання, зокрема і в Україні. Так, дослідники з Фінляндії запропонували нові високоселективні сорбенти цезію на основі гексаціанофератів перехідних металів, які ефективно працюють у діапазоні рН 1–13, та стронцію — на основі деяких різновидів титанатів.

Значний інтерес викликала лекція представника Великої Британії Стефена Теннісона (МАСТ Карбон Текнолоджі Лтд, Гайдфорд) *«Полімерні похідні активованого вуглецю — продукування, властивості і використання»*. Розроблені компанією підходи дозволили синтезувати ціле сімейство мезо- та макропористих вуглецевих сорбентів з контролем їх поруватої структури. Ці високочисті адсорбенти можуть виготовлятися у вигляді сфер, монолітних зразків, асиметричних мембранних систем тощо, зразки яких лектор продемонстрував під час свого виступу. Діапазон використання таких поруватих матеріалів дуже широкий — від поглинання пари розчинників для їх повернення в технологічний цикл до біомедичної практики.

Професор Мітек Яронець з Університету м. Кент (США) в своїй лекції *«Дизайн, синтез і характеристика упорядкованих мезопористих матеріалів і їх використання для розв'язання проблем довкілля»* узагальнив експериментальні результати із синтезу функціоналізованих мезопористих

кремнеземів із використанням поверхнево активних речовин як темплатів. Крім того, він показав, як такі сорбенти, в свою чергу, можуть бути використані у ролі темплат для синтезу вуглецевих адсорбційних матеріалів.

Синтезу, властивостям і застосуванню вуглецевих сорбентів були присвячені і доповіді таких фахівців: професора Франциско Родрігез-Рейносо (Університет м. Аліканте, Іспанія) *«Поруватий вуглець у сепарації та збереженні газів»*; доктора Крістіни Ласло-Надь (Будапештський університет технології та економіки, Угорщина) *«Морфологія і хімія поверхні хімічно активованого вуглецю»*; професора Терези Бандож (Університет м. Нью-Йорка, США) *«Вуглецеві матеріали як десульфуючі засоби при очищенні середовищ»*.

Насиченою ґрунтовним фактичним матеріалом і важливими теоретичними узагальненнями виявилася лекція академіка НАН України В.В. Стрелка (ІСПЕ НАН України) *«Сорбція і концентрування домішок за допомогою багатоконпонентних неорганічних іонообмінників»*. Інститут, який очолює академік В.В. Стрелко, має вагомий надбання в галузі адсорбції, а широкий асортимент сорбентів, які пропонує ця установа, можна рекомендувати для селективного вилучення та концентрування d-металів, іонів цезію, стронцію, аніонів різної природи тощо.

У лекції члена-кореспондента НАН України М.Т. Картеля *«Одержання комбінованих адсорбентів із використанням активованого вугілля, глинистих мінералів і природних рослинних продуктів»* представлено оригінальний підхід у створенні нового покоління ентеросорбентів для ефективного вилучення з організму токсичних металів і радіонуклідів з одночасною корекцією біохімічного статусу організму.

Доктор С.В. Міхаловський, колишній співробітник ІСПЕ НАН України, а нині —

професор Університету м. Брайтона (Велика Британія), у своїй лекції *«Характеристика жорстких і м'яких поруватих матеріалів та протезування»* на конкретних прикладах показав існуючі проблеми і шляхи їх розв'язання з метою дотримання євростандартів щодо характеристики поруватих біоматеріалів і можливостей їх подальшого використання в медичній практиці.

Цієї ж проблеми — характеристики поруватих об'єктів — торкнувся в своєму виступі доктор Нікос Канеллопулос (Національний центр наукових досліджень «Демокритос», Афіни, Греція) *«Розвиток комбінування технічної інфраструктури in-situ і ex-situ (суперінструментарій) для характеристики, моніторингу і контролю структури нанопоруватих твердих тіл»*. У його лекції була обґрунтована необхідність об'єднання технічних засобів цілої низки організацій для швидкого і всебічного опису синтезованих поруватих матеріалів. Такий підхід, з урахуванням сучасних засобів зв'язку, дає змогу зберігати час та економити ресурси при пошуку нових високоефективних і селективних адсорбційних матеріалів. Як приклад було наведено можливості й перші результати роботи Європейської мережі «INSIDE-PORES».

Остання група лекцій була присвячена моделюванню процесів сорбції. Серед доповідачів — професор Жозе Мігель Лоурейро (Університет м. Порто, Португалія) *«Дослідження матеріалів через процеси моделювання»*, професор Пітер Лодевікс (Королівська військова академія, Брюссель, Бельгія) *«Моделювання адсорбції газової фази в промисловості та військовій справі»*, доктор хімічних наук Рубен Ш. Вартапетьян (Інститут фізичної хімії РАН, Москва) *«Порувата структура жорстких і деформованих адсорбентів і рухливість адсорбованих молекул»*. Із цих лекцій ви-

пливала, по-перше, важливість використання сучасних засобів моделювання адсорбційних процесів. По-друге, моделювання не тільки допомагало досягти глибшого розуміння явищ, які спостерігались у тих чи інших сорбційних системах, а також — у багатьох випадках — прогнозувати результати адсорбції.

Вагомий внесок у роботу міжнародної школи-конференції зробили дві стендові сесії, де відбувалися жваві дискусії між молодими дослідниками і їх старшими колегами. Ці обговорення допомогли визначити і кращі стендові доповіді, які Оргкомітет відзначив спеціальними преміями.

Безперечно, проведення школи-семінару НАТО в Києві стало непересічною подією і викликало значну зацікавленість із боку фахівців, які проводять дослідження в галузі адсорбції і адсорбентів. Це, між іншим, є ознакою того, що українська наукова школа з адсорбції має великі досягнення і користується повагою міжнародної спільноти.

Матеріали цієї школи-конференції — як лекції, так і стендові доповіді — будуть видані збіркою тематичних статей у монографічній серії НАТО.

**М. КАРТЕЛЬ,**  
співдиректор школи-конференції НАТО,  
член-кореспондент НАН України

---

**Хроніка**

### **Для підтримки актуальних наукових досліджень**

Виповнилося десять років відтоді, коли відбулося перше засідання адміністративної ради Українського науково-технологічного центру (УНТЦ). За цей період країни-донори, що його заснували, виділили понад 110 млн доларів спонсорських коштів на проведення українськими вченими наукових досліджень. Кілька тисяч фахівців, які раніше працювали в оборонній промисловості, отримали гранти на дослідження з проблем екології, альтернативних джерел енергії, медицини, біотехнології, матеріалознавства, інформатики та інших важливих наукових напрямів.

За словами виконавчого директора УНТЦ Ендрю Худа, нині пріоритетом у діяльності центру стала співпраця з Національною академією наук України. Спільна програма спрямована на те, щоб визначити головні пріоритети розвитку науки й одночасно надавати вченим інформацію про актуальні проекти, які можуть бути затребуваними в країні та світі.