

З КАФЕДРИ ПРЕЗИДІЇ НАН УКРАЇНИ



КОШЕЧКО

Вячеслав Григорович — академік НАН України, віце-президент НАН України, голова Секції хімічних і біологічних наук НАН України

ПРО ВИКОНАННЯ ЦІЛЬОВОЇ КОМПЛЕКСНОЇ ПРОГРАМИ НАН УКРАЇНИ «ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ СТВОРЕННЯ НОВИХ РЕЧОВИН І МАТЕРІАЛІВ ХІМІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА»

Стенограма наукової доповіді на засіданні
Президії НАН України 7 грудня 2016 року

У доповіді наведено основні результати виконання цільової комплексної програми НАН України «Фундаментальні проблеми створення нових речовин і матеріалів хімічного виробництва». Обґрунтовано важливість подальшого розвитку цього перспективного наукового напрямку для потреб різних галузей вітчизняної економіки.

Вельмишановний Борисе Євгеновичу!
Шановні члени Президії!

Сьогодні основу хімічного комплексу України становлять великі, морально застарілі виробництва, орієнтовані на випуск досить обмеженої номенклатури багатотоннажної продукції. На жаль, усі вони є надзвичайно енергомісткими, шкідливими для навколишнього середовища і базуються на використанні природного газу не лише як енергоносія, а й як вихідної сировини. Частка природного газу в собівартості їх основної продукції сягає 70%. Унаслідок цього конкурентоспроможність продукції українських хімічних підприємств з кожним роком стрімко знижується, а в умовах нинішньої економічної кризи більшість багатотоннажних виробництв хімічної галузі значно скорочують, а в окремих випадках і взагалі припиняють свою роботу.

Високорозвинені країни світу в стратегіях розвитку хімічної галузі зробили акцент на пріоритетному розвитку наукомісткого малотоннажного хімічного виробництва принципово нових функціональних речовин і матеріалів з широкою гамою властивостей. За оцінками з різних джерел, глобальний світовий

ринок малотоннажних хімічних технологій функціональних матеріалів має стабільну тенденцію до зростання, а його щорічний приріст оцінюється на сьогодні приблизно в 500 млрд доларів США.

Сучасна малотоннажна хімія має чітко виражений міжгалузевий характер і визначає розвиток різних галузей економіки, зокрема електроніки та електротехніки, машино- і приладобудування, енергетики, транспорту, агропромислового комплексу, сфери охорони здоров'я, легкої і харчової промисловості, біотехнологій, поліграфії, побутової хімії та багатьох інших.

Зважаючи на важливість цієї проблеми для розвитку економічної і соціальної сфери держави, Президія Національної академії наук України в 2011 р. прийняла рішення про започаткування цільової комплексної програми фундаментальних досліджень НАН України «Фундаментальні проблеми створення нових речовин і матеріалів хімічного виробництва» (розпорядження Президії НАН України від 04.07.2011 № 443). Основною метою Програми було розроблення фундаментальних основ створення нових хімічних речовин і матеріалів, що базуються на нових екологічно прийнятних, ресурсо- і енергоощадних технологіях для різних галузей промисловості та соціальної сфери України. Серед найважливіших завдань Програми було забезпечення координації та розширення сфери фундаментальних досліджень у різних установах НАН України зі створення принципово нових речовин і матеріалів хімічного виробництва, опрацювання екологічно безпечних, ресурсо- та енергоощадних способів їх одержання, а також концентрації зусиль на найперспективніших інноваційних розробках.

Протягом 2012–2016 рр. у рамках Програми було виконано 35 науково-дослідних проєктів за участю більш як 40 академічних установ і організацій, що входять до складу п'яти відділень наук НАН України. Це свідчить про дійсно комплексний характер зазначеної Програми.

Виконання Програми здійснювалося за п'ятьма основними науковими напрямками:

- нові органічні речовини і матеріали та композити на їх основі для техніки нового покоління;
- нові неорганічні матеріали для сучасної техніки;
- нові полімерні матеріали різного функціонального призначення;
- нові речовини і матеріали для потреб медицини та агропромислового комплексу;
- створення нових енерго- і ресурсощадних екологічно прийнятних способів одержання малотоннажних речовин та матеріалів хімічного виробництва.

За кожним із цих напрямів було одержано фундаментальні результати високого рівня, а цілеспрямованість відібраних до фінансування проєктів зумовила їх перспективний інноваційний характер, при цьому цілу низку розробок було створено із залученням фахівців зацікавлених промислових підприємств. За браком часу дозволяє мені серед великої кількості отриманих результатів фрагментарно відзначити лише найвагоміші.

Отже, за першим напрямом **«Нові органічні речовини і матеріали та композити на їх основі для техніки нового покоління»** було опрацьовано фундаментальні основи створення новітніх органічних речовин, електропровідних полімерів і матеріалів та композитів на їх основі для мікроелектроніки, електротехніки; фотопровідних та люмінесцентних матеріалів; матеріалів для чутливих елементів сенсорів; нових високоенергетичних електродних матеріалів для хімічних джерел струму; маркерів та аналітичних реагентів для медико-біологічних досліджень тощо.

Зокрема, розроблено методи синтезу нових похідних піримідину та імідазолу та їх комплексів з лантанідами з високоінтенсивною люмінесценцією у видимому діапазоні, що зумовлює перспективи їх застосування як чутливих флуоресцентних біомаркерів, контрастних агентів для флуоресцентної мікроскопії тощо (Фізико-хімічний інститут ім. О.В. Богатського НАН України).

Розроблено оригінальні високопродуктивні та екологічно прийнятні механохімічні та елек-

трохімічні способи отримання ряду сучасних двовимірних матеріалів — графену, його похідних і неорганічних графеноподібних матеріалів, що дозволяє отримувати дисперсії 2D-наночастинок з високим вмістом моношарової фракції, а також методи одержання функціональних композитів з електропровідними полімерами на їх основі. Ці матеріали є перспективними для наноелектроніки, запасання і перетворення енергії, сенсорики, каталізу тощо. На їх основі створено нанокомпозитні матеріали для використання як активних компонентів катодних мас літєвих акумуляторів з високою розрядною ємністю, стабільністю при тривалому циклуванні заряду-розряду (Інститут фізичної хімії ім. Л.В. Писаржевського НАН України).

Отримано нові поліфункціональні електропровідні нанокомпозити поліаніліну та поліпіролу з вуглецевими нанотрубками, а на їх основі — чутливі покриття в активних елементах сенсорів для визначення концентрацій токсичних газів, зокрема аміаку. Створені плівкові електропровідні нанокомпозити, завдяки їх здатності до екранування електромагнітного випромінювання, можна також успішно використовувати як електромагнітні екрани (Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії НАН України).

Синтезовано ряд функціональних органічних і органо-неорганічних олігомерних іонних рідин різної молекулярної архітектури з високою іонною провідністю. Показано ефективність їх використання як електролітів у паливних комірках, суперконденсаторах, як реагентів для синтезу твердих полімерних електролітів тощо (Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України).

У межах другого напрямку «*Нові неорганічні матеріали для сучасної техніки*» проводився пошук шляхів створення принципово нових ефективних неорганічних хімічних речовин і матеріалів з оптичними, фото- та люмінесцентними, електролюмінесцентними та іншими цінними функціональними характеристиками для різних видів новітньої техніки; неорганічних матеріалів для сучасних технологій; ново-

го покоління каталізаторів, сорбентів та носіїв різного призначення; хімічних реактивів для наукових та діагностичних досліджень тощо.

Зокрема, опрацьовано різноманітні підходи до одержання високолюмінесцентних напівпровідникових наночастинок халькогенідів металів різної морфології, в тому числі квантових точок, нанострижнів, емісія яких перекиває весь видимий діапазон спектра. Показано перспективність застосування отриманих наноматеріалів у світлодіодах на твердій та гнучкій основі, світлоконверторах для синіх світлодіодів та фотовольтаїчних пристроях (Державна наукова установа «НТК «Інститут монокристалів» НАН України», Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України).

Одержано нові оптичні склоподібні композиції на основі рідких кристалів з наночастинами металів і напівпровідників з екситонним та плазмонно-резонансним поглинанням світла для функціональної оптоелектроніки, систем запису та збереження оптичної інформації, систем передачі інформації тощо. Запропоновано підходи до створення нових нанорозмірних оксидних матеріалів багатофункціонального призначення. Зокрема, проведено доклінічні випробування і виявлено високу ефективність низки таких матеріалів як індукторів гіпертермії злоякісних пухлин. Показано перспективність застосування плівок, виготовлених на основі нових оксидних систем зі структурою шпінелі, для створення резонансних надвисокочастотних елементів сучасних систем зв'язку і навігаційної апаратури (Інститут загальної та неорганічної хімії ім. В.І. Вернадського НАН України).

Під час виконання Програми велику увагу було приділено створенню каталізаторів нового покоління для використання в різних хімічних процесах. Так, для вирішення екологічних проблем створено нові високоєфективні наноструктуровані каталізатори на блокових носіях стільникової структури для комплексного очищення газових викидів промисловості, мобільних і стаціонарних тепло- та електрогенераторів, двигунів внутрішнього згоряння

від токсичних оксидів азоту, оксиду вуглецю та органічних сполук різних класів, які порівняно з відомими каталізаторами характеризуються високою активністю, низьким вмістом дорогоцінних металів, високою стійкістю до отруєння (Інститут фізичної хімії ім. Л.В. Писаржевського НАН України, Інститут загальної та неорганічної хімії ім. В.І. Вернадського НАН України).

Для використання у процесах відновлення різних ароматичних нітросполук до амінів — комерційно цінних напівпродуктів малотоннажної хімії і сировини для потреб фармації розроблено нові високоєфективні і селективні нанофазні каталізатори з низьким вмістом (порівняно з промисловими каталізаторами) дорогоцінних металів. Важливою перевагою низки створених каталізаторів є можливість магнітної сепарації каталізатора від цільового продукту після завершення процесу, що значно спрощує технологію виробництва (Інститут фізичної хімії ім. Л.В. Писаржевського НАН України, Інститут загальної та неорганічної хімії ім. В.І. Вернадського НАН України, Інститут органічної хімії НАН України).

Розроблено методи одержання новітніх пористих цеолітних матеріалів різних структурних типів та морфології (наношари, нанострижні, агреговані наночастинки), які порівняно з каталізаторами, що зараз використовуються в промисловості, показали значно вищу каталітичну активність і селективність у синтезах комерційно важливих напівпродуктів фармацевтичної галузі, таких як хромани — компоненти ліків для прискорення регенерації нервових клітин — і кумарини — антикоагулянти прямої дії (Інститут фізичної хімії ім. Л.В. Писаржевського НАН України).

У рамках другого напрямку розроблено також нові підходи до цілеспрямованого створення нових функціональних сорбентів і мембранних технологій широкого призначення — наприклад, для вирішення екологічних проблем. Зокрема, створено універсальний неорганічний іоніт — силікат титану для селективного поглинання широкого спектра довгоіснуючих радіонуклідів (^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{239}Pu , ^{241}Am) та іонів

урану для комплексного очищення рідких радіоактивних відходів на об'єкті «Укриття» Чорнобильської АЕС. Ефективність використання створених сорбентів для додаткової реагентної обробки осадів підтверджено випробуваннями на Дніпровській водопровідній станції м. Києва. Ці сорбенти також використовують у харчових технологіях — в освітленні соків і комплексній переробці молочної сироватки (Інститут сорбції та проблем ендоекології НАН України, Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А.В. Думанського НАН України, Інститут загальної та неорганічної хімії ім. В.І. Вернадського НАН України).

Для забезпечення потреб транспорту у високоєфективних поліфункціональних екологічно прийнятних присадках до мастильних композицій синтезовано нові координаційні сполуки Mg, Mo, Cu, Co та ін., які значно поліпшують експлуатаційні характеристики базової оливи завдяки утворенню стійких протизношувальних та антифрикційних шарів, а також проявляють антиоксидантну активність при додаванні до біодизельного палива (Інститут загальної та неорганічної хімії ім. В.І. Вернадського НАН України).

Дослідження, що виконувалися за третім напрямом «*Нові полімерні матеріали різного функціонального призначення*», були зосереджені на фундаментальних проблемах розроблення нового покоління полімерних матеріалів, у тому числі гібридних полімерних матриць, композиційних матеріалів, які здатні працювати за високих температур; біодеструктивних полімерів; нових універсальних в'язучих речовин; екологічно прийнятних олив широкого технічного застосування тощо.

Так, в Інституті хімії високомолекулярних сполук НАН України за екологічно безпечними ресурсощадними технологіями з частковою (до 75 %) заміною продуктів нафтохімічного синтезу на продукти рослинного або біотехнологічного походження створено поліуретани і пінополіуретани різного функціонального призначення. Важливо, що після закінчення терміну експлуатації виробу з таких полімерних матеріалів здатні до повної де-

струкції під впливом природних факторів, що відкриває нові шляхи для вирішення гострої проблеми забруднення довкілля використаними полімерами.

Розроблено гібридні полімерні протимікробні покриття на основі промислових епоксифенольних емалей, що містять наночастинки срібла, для пакування продуктів харчової та фармацевтичної промисловості. Такі покриття мають високу стійкість до агресивних хімічних і біологічних середовищ, їх використання планується на потужностях ТОВ «Укртарастандарт».

Синтезовано нові металполімерні каталізатори для одержання гліцидолу — важливого напівпродукту для виробництва епоксиполіуретанових в'язучих спеціального призначення. Пілотна установка для реалізації цього процесу вже успішно пройшла апробацію на потужностях ДП «Павлоградський хімічний завод».

Створено оригінальні високотехнологічні та екологічно безпечні гартувальні оливи, застосування яких дозволяє отримати необхідну структуру та досягти потрібної твердості загартованих деталей і виробів спеціального призначення. У виробничих умовах заводу «Енергомашспецсталь» (м. Краматорськ) успішно проведено випробування експериментальних партій запропонованої термостабільної гартувальної біодеградабельної композиції, за результатами яких розробку рекомендовано до виробництва.

В Інституті загальної та неорганічної хімії ім. В.І. Вернадського НАН України розроблено нові органо-неорганічні мембрани, що не потребують регенерації, для застосування в харчовій промисловості — для освітлення соків, комплексної переробки молочної сироватки тощо. Розроблено технічні умови на виробництво і випущено дослідну партію таких мембранних матеріалів.

Дослідження за четвертим науковим напрямом **«Нові речовини і матеріали для потреб медицини та агропромислового комплексу»** було спрямовано на розвиток наукових основ одержання хімічних і біологічних субстанцій нового покоління для лікарських засобів різ-

ного медичного призначення; сорбентів і мембран для харчової промисловості; ветеринарних засобів для тваринництва тощо.

У результаті виконання Програми, зокрема, синтезовано низку нових похідних бенздіазепінів, що мають виражені седативні, протисудомні, аналгетичні та протизапальні фармакологічні властивості. На основі дослідження біологічної активності таких сполук відібрано найперспективніші речовини для проведення розширених доклінічних випробувань. Із залученням інвестицій ТДВ «ІнтерХім» вироблено дослідні партії субстанції для проведення подальших медико-біологічних випробувань. Розроблено методи синтезу нових перспективних похідних піримідину та імідазолу, апробація яких на підприємстві «ІнтерХім» виявила сполуки з високою антибактеріальною активністю відносно кишкової палички та золотистого стафілокока, що відкриває перспективи подальшого створення на їх основі антимікробних препаратів (Фізико-хімічний інститут ім. О.В. Богатського НАН України).

Синтезовано фторвмісні похідні γ -аміномасляної кислоти, що за ефективністю дії перевершують відомий лікарський препарат «Прегабалін». Отримано ряд нових фторвмісних аналогів природних нуклеозидів і нуклеотидів з високою протигерпетичною активністю до вірусу Епштейна—Барр. Крім того, ці речовини становлять інтерес як потенційні препарати протипухлинної дії (Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії НАН України, Інститут органічної хімії НАН України, Інститут біохімії ім. О.В. Палладіна НАН України).

Для створення активних речовин лікарських засобів для лікування захворювань кісткової тканини синтезовано нові піразолвмісні бісфосфонати з високою антирезорбтивністю, що суттєво гальмують виживання клітин — попередників остеокластів та пригнічують остеокластогенез (Інститут біохімії ім. О.В. Палладіна НАН України, Інститут органічної хімії НАН України).

На велику увагу, з нашого погляду, заслуговують розроблені нові технології модифікування рослинних відходів агропромисло-

вого комплексу для одержання оригінальних сорбційних матеріалів багатофункціонального призначення — сорбентів, ентеросорбентів, харчових добавок для використання в медицині, ветеринарії, харчовій промисловості, а також для вирішення екологічних і медичних проблем, зокрема для дезактивації низькоактивних кубових залишків на АЕС, у медицині та ветеринарії як ентеросорбентів — декорпораторів радіонуклідів (Інститут хімії поверхні ім. О.О. Чуйка НАН України).

На основі наночастинок срібла і золота розроблено препарат з комплексним терапевтичним ефектом для лікування гнійних ран, абсцесів, флегмон тощо. Для потреб ветеринарії створено новий ефективний біостимулятор росту курчат-бройлерів «Нановіс-К», який, згідно з результатами проведених випробувань, є малотоксичним і не акумулюється в їхніх внутрішніх органах. Розроблено нормативні документи для використання таких препаратів у птахівництві (Інститут біологічної хімії ім. Ф.Д. Овчаренка НАН України).

За п'ятим науковим напрямом **«Створення нових енерго- і ресурсощадних екологічно прийнятних способів одержання малотонажних речовин та матеріалів хімічного виробництва»** розроблялися фундаментальні основи створення нових методів одержання речовин і матеріалів, що ґрунтуються на різних фізичних методах активації хімічних процесів (механохімічних, сонохімічних, мікрохвильових, електрохімічних тощо), а також на принципах «зеленої хімії».

Розроблено нетрадиційні ефективні методи ультрадиспергування лікарських препаратів, зокрема на основі нефопаму. Показано, що досягнуте зменшення розміру приводить до підвищення швидкості і ступеня вивільнення нефопаму та посилення його анагетичного ефекту. Розроблені нетрадиційні методи диспергування успішно пройшли апробацію у швейцарській компанії Kinematica AG (Державна наукова установа «НТК «Інститут монокристалів» НАН України»).

З метою розроблення нових ефективних та екологічно прийнятних підходів до одержання

комерційно важливих фторорганічних сполук розроблено нові процеси Green Chemistry — спільної електрохімічної конверсії забруднювачів повітря (фреонів з діоксидами вуглецю, сірки тощо) в цінні органічні продукти, які мають широке застосування у хімічному синтезі, енергетиці (хімічні джерела струму), при одержанні функціональних фторвмісних полімерів, у фармацевтичній та інших галузях промисловості (Інститут фізичної хімії ім. Л.В. Писаржевського НАН України).

Із застосуванням мікрохвильової активації розроблено ефективні методи синтезу катодних матеріалів, які, на відміну від традиційних, мають більш високу стабільність при циклуванні і здатні розряджатися великими струмами без деградації, що може стати основою для створення нових технологій одержання катодних матеріалів для сучасних літій-іонних джерел струму з підвищеними експлуатаційними характеристиками (Міжвідомче відділення електрохімічної енергетики НАН України).

На основі вітчизняної сировини — бурого вугілля створено нові нанопористі вуглецеві матеріали, придатні для використання як електроди для суперконденсаторів. Ці матеріали вирізняються високою стабільністю, досить високою питомою ємністю і за своїми функціональними характеристиками не поступаються матеріалам, які сьогодні використовуються у промисловості (Інститут фізико-органічної хімії і вуглехімії ім. Л.М. Литвиненка).

З використанням іонної імплантації модифіковано важкими металами поверхні різної природи, внаслідок чого значно збільшується термічна стійкість та механічна міцність виробів. Проведено модифікацію дослідної партії шоломів та бронежилетів, які зараз проходять балістичні випробування. Встановлено, що така модифікація біт для шурупів збільшує строк їх експлуатації в 15–20 разів (Інститут сорбції та проблем ендоекології НАН України).

Отже, в результаті виконання Програми було розроблено фундаментальні основи одержання цілої низки нових перспективних речовин і матеріалів для різних галузей електроніки,

електрохімічної енергетики, медицини, харчової промисловості, захисту довкілля тощо.

За результатами досліджень, виконаних у межах Програми, було опубліковано понад 350 наукових статей у вітчизняних і міжнародних фахових наукових журналах, одержано 85 патентів України, видано колективну монографію «Фундаментальні проблеми створення нових речовин і матеріалів хімічного виробництва». Частина розробок уже впроваджено у виробництво, частина — на сьогодні пройшла промислову апробацію. Розроблено і передано до підприємств і організацій України понад 15 регламентів та технічних умов на виробництво створених нових речовин і матеріалів. Протягом 2012—2016 рр. за результатами виконання Програми було проведено 5 звітних конференцій за участю наукових керівників і відповідальних виконавців проектів.

Наведені у доповіді окремі результати виконання Програми дають усі підстави вважати,

що, незважаючи на обмежені фінансові і матеріальні ресурси, основні її завдання за звітний період, на наш погляд, було виконано досить успішно. У зв'язку із завершенням терміну виконання Програми та враховуючи важливість проблеми створення нових функціональних речовин і матеріалів хімічного виробництва для різних галузей промисловості і соціальної сфери України, керівництво Програми просить Президію НАН України започаткувати з 2017 р. нову цільову комплексну програму фундаментальних досліджень «Нові функціональні речовини і матеріали хімічного виробництва», яка певною мірою має стати продовженням завершеної Програми. При цьому відібрані для фінансування проекти, як і в Програмі, що завершилася, матимуть виражений цілеспрямований фундаментальний характер.

Дякую за увагу!

За матеріалами засідання підготувала О.О. МЕЛЕЖИК