

13.06.2019

Засідання Президії Національної академії наук України 12 червня 2019 року

12 червня 2019 р. під головуванням Президента Національної академії наук України академіка Б. Патона відбулося чергове засідання Президії НАН України ([Національна академія наук України](#)).

Із теми «Дослідження і розробки в галузі радіаційного матеріалознавства для забезпечення сталої ядерної енергетики України» виступив директор Інституту фізики твердого тіла, матеріалознавства та технологій Національного наукового центру «Харківський фізико-технічний інститут» (ННЦ «ХФТІ») член-кореспондент НАН України В. Воеводін.

Він відзначив важливість та ефективність досліджень фахівців НАН України, спрямованих на потреби ядерно-енергетичного комплексу України, а також вагомі результати співробітництва установ НАН України з Державним підприємством «Національна атомна енергогенеруюча компанія «Енергоатом» (ДП «НАЕК «Енергоатом»).

Ядерні енергетичні установки є основним джерелом електричної та теплової енергії, що гарантують енергетичну незалежність України. За 2017-2018 рр. близько 60 % електричної енергії вироблялося на 15 атомних енергоблоках АЕС України. Конструкційні і паливні матеріали забезпечують безпечну й економічну роботу атомних станцій. Найважливішою особливістю цих матеріалів порівняно з матеріалами традиційних енергетичних установок є те, що вони працюють у специфічних і складних умовах. Нейтронне опромінення викликає пороутворення та радіаційне розпухання; прискорює процеси повзучості; різко знижує деформаційну здатність при помірних і високих температурах; зменшує опірність корозії. В результаті ядерних реакцій у матеріалах утворюються газоподібні домішки (гелій, водень), які сприяють проявам гелієвого окрихчення, водневої крихкості та газового розпухання. В енергетичних ядерних технологіях майбутнього для генерації нейтронів використовуватимуть прискорені пучки електронів і протонів з енергією від 100 до 1000 МеВ, що спричинятиме підвищення рівня трансмутаційного утворення газових домішок.

Фахівці НАН України, зокрема ННЦ «ХФТІ», розробили ефективні методи оцінювання і продовження ресурсу об'єктів атомної енергетики. На підставі результатів виконаних робіт триває експлуатація головних циркуляційних трубопроводів 1-го та 2-го енергоблоків Південноукраїнської АЕС після 200 тисяч годин експлуатації. Для операторів АЕС створено «Каталог даних неруйнівного контролю напружено-деформованого стану корпусів реакторів типу ВВЕР-1000 і трубопроводів АЕС». Учені НАН України побудували емпіричну функцію для розрахунку розпухання сталі вигородки реакторів у широкому інтервалі доз, температур опромінення та швидкостей створення зміщень, що дозволило зробити прогноз працездатності вигородки реактора ВВЕР-1000 при тривалих строках експлуатації (30-60 років).

Ще однією з актуальних проблем атомно-енергетичного комплексу України є збільшення технічного ресурсу роботи ядерного палива та підвищення терміну експлуатації матеріалів активної зони. Перспективним напрямом вирішення цієї проблеми є застосування сплаву $Zr1\%Nb$ на основі магнієтермічного цирконію з метою подальшого виробництва цирконієвих виробів для застосування в активній зоні атомних реакторів. У ННЦ «ХФТІ» успішно здійснюються роботи з відпрацювання та визначення оптимальних режимів технологічних процесів отримання магнієтермічної губки цирконію та вакуумної високотемпературної обробки чорнової цирконієвої губки.

Забезпечення ефективності і конкурентоспроможності ядерного палива ставить завдання вдосконалення сплаву для труб оболонок тепловидільних елементів (ТВЕЛ) і комплектуючих тепловидільного складання (ТВС) з метою підвищення ресурсу їхньої роботи до 5-6 років. Учені ННЦ «ХФТІ» вивчають вплив мікродобавок заліза та кисню у сплаві $Zr1\%Nb$ на корозійні, радіаційні та механічні властивості, що забезпечує проектний запас і стабільність опору формозміни оболонок ТВЕЛів.

Після аварії на АЕС «Фукусіма» активно розвивається новий напрям досліджень – створення ядерного палива, стійкого до аварійних умов. Основні виробники ядерного палива в світі (Westinghouse, Areva) вже почали реалізацію програми зі створення для легководних реакторів стійких до аварійних умов паливних оболонок. Фахівці ННЦ «ХФТІ» розробили технологічні процеси осадження захисних вакуумно-дугових покриттів на оболонки з цирконієвих сплавів. Проведено комплексні дослідження захисних властивостей низки металічних і металокерамічних покриттів на цирконієвих сплавах. Ґрунтуючись на експериментальних даних, зроблено вибір на користь хромових покриттів, які забезпечують захист паливних оболонок при експлуатації та в аварійних умовах.

Перехід до нових типів реакторів, що працюватимуть у дуже жорстких радіаційних умовах (реакторів четвертого покоління), вимагає створення принципово нових радіаційно толерантних матеріалів. Для підвищення ККД реакторів, що висуває нові вимоги до конструкційних матеріалів, учені НАН України розробили новітні матеріали, толерантні до високого рівня радіації – дисперснозміцнені оксидами сталі (ДЗО-сталі), радіаційне розпухання яких у 5 разів менше, ніж базової сталі. За радіаційною стійкістю і міцнісними характеристиками ДЗО-сталі перспективні для виготовлення внутрішньокорпусних елементів і пристроїв як у діючих, так і нових типах ядерних реакторів.

Ще одним новим класом перспективних матеріалів, створених в Академії, є високоентропійні сплави (ВЕСи), які мають дуже високу пластичність і в'язкість руйнування при відносно низькій границі плинності. Розроблено метод поліпшення міцності таких ВЕСів шляхом легування їх вуглецем, унаслідок чого границя плинності «класичного» ВЕСу зростає вдвічі, границя міцності – в 1,5 раза при збереженні високої пластичності. Ці характеристики помітно вищі, ніж для аустенітної сталі, яку зараз використовують для корпусів реакторів.

Науковці НАН України приділяють велику увагу вирішенню проблеми безпечного поводження з відпрацьованим ядерним паливом і радіоактивними відходами (РАВ). Проведено роботи з наукового обґрунтування застосування нових радіаційно- та корозійностійких керамічних матеріалів (фосфатних сполук) як альтернативи традиційному бетону для ствердіння рідких радіоактивних відходів. У тісній взаємодії інститутів Відділення ядерної фізики та енергетики НАН України (ННЦ «ХФТІ» й Інституту геохімії навколишнього середовища НАН України) тривають дослідження з обґрунтування використання гранітних масивів Українського кристалічного щита для геологічного захоронення радіоактивних відходів. За допомогою сучасних матеріалознавчих досліджень вивчені фізико-механічні властивості природних матеріалів у початковому стані й після опроміненнь, що імітують радіаційний вплив з боку РАВ. Зроблено прогноз щодо поведінки матеріалів на період до 300 років.

Однак необхідно зауважити, що в галузі матеріалознавчого забезпечення ядерної енергетики все ще є певні проблемні питання. Так, українське підприємство з виробництва цирконію кілька років перебуває в санації, що призвело до зупинення виробництва цирконію в державі. Незважаючи на те, що до 2030 р. закінчиться ресурс експлуатації більшості вітчизняних атомних енергоблоків, досі відсутня стратегія розвитку ядерно-енергетичного комплексу України, що мала б на державному рівні чітко окреслити основні напрями розвитку галузі. Матеріалознавчі та технологічні дослідження, спрямовані на обґрунтування створення виробництва ядерного палива для реакторів ВВЕР із вітчизняної сировини, продовження ресурсу об'єктів атомної енергетики, створення й удосконалення конструкційних реакторних матеріалів, виконуються тільки в рамках цільових програм наукових досліджень НАН України («Надійність і довговічність матеріалів, конструкцій, обладнання та споруд» («Ресурс-2»), «Наукове забезпечення розвитку ядерно-енергетичного комплексу та перспективних ядерних технологій»). Потребує посилення взаємодія установ НАН України з ДП «НАЕК «Енергоатом», а також координація досліджень у галузі матеріалознавчого забезпечення ядерної енергетики в установах НАН України та закладах вищої освіти, активізація міжнародного співробітництва. Крім того, необхідно вдосконалити матеріально-технічну базу системи підготовки й перепідготовки висококваліфікованих фахівців і науковців, які забезпечують вирішення проблем експлуатації та перспективного розвитку ядерно-енергетичного комплексу України.