

Сучасні досягнення в галузі керованого термоядерного синтезу і фізики плазми та пріоритетні напрями міжнародного співробітництва. Актуальність і комплексність проблеми керованого термоядерного синтезу охоплює не лише різні напрями фізики високотемпературної плазми, як основи енергетики майбутнього, та її технологічних застосувань, а й проблеми термоядерних реакторів, матеріалознавчі та інженерні аспекти термоядерної енергетики тощо. Ця галузь потребує розроблення матеріалів для термоядерних реакторів, дослідження їхньої поведінки в екстремальних умовах, створення нових покриттів і сполук, методів з'єднання та зварювання, нових методів діагностики, новітніх інженерних розробок у сферах сильнострумної електроніки, енергетики, турбобудування тощо.

Поточний стан світової енергетики, що ґрунтується переважно на використанні органічного палива, стимулює пошук нових енергоджерел, зокрема нетрадиційних або відновлюваних. Окреме місце займають дослідження керованого термоядерного синтезу, які в перспективі дадуть змогу одержати екологічно чисте, практично безпечне та невичерпне джерело енергії. Крім того, на основі гібридної схеми «синтез–ділення» можна запропонувати новий підхід до забезпечення паливного балансу масштабної ядерної енергетики й утилізації відпрацьованого ядерного палива.

Перший експериментальний термоядерний реактор ITER (*International Thermonuclear Experimental Reactor*) нині будують у французькому містечку Кадараш поблизу Марселя в рамках одного з найграндіозніших міжнародних проектів, у реалізації якого беруть участь США, Росія, Євросоюз, Японія, Китай, Південна Корея та Індія. Основним завданням цього проекту є досягнення стаціонарної термоядерної реакції дейтерію і тритію з виділенням енергії на рівні 500 МВт, що заплановано здійснити у 2018 р. після введення реактора в експлуатацію. Початок використання керованої термоядерної енергії у промислових масштабах прогнозується вже через два десятиліття.

Дослідження з керованого термоядерного синтезу були інтернаціональними із самого початку їх становлення в 50-х роках минулого століття. У Європейському Союзі дослідження високотемпературної плазми проводять у межах єдиної програми, фінансування якої становить понад 90 % видатків на дослідження Євратому, причому лише на 2012–2014 рр. було виділено більш як 2,2 млрд євро. Аналогічні скоординовані програми є в США, Японії, Росії, Китаї, Індії, Бразилії та інших країнах.

Вирішення завдань інноваційного розвитку країни та інтеграція України до світового наукового простору стимулюють приєднання нашої країни до міжнародних термоядерних програм, зокрема програми Євратому. Дієвим

інструментом для цього є Угода про співробітництво між Кабінетом Міністрів України та Європейським співтовариством з атомної енергії в галузі керованого термоядерного синтезу, ратифікована Законом України від 07.03.2002 р. № 3104-III (3104-14). Вона передбачає значну активізацію зусиль у цьому напрямі.

У зв'язку з тим, що Україна офіційно не входить до об'єднання країн, задіяних у спорудженні реактора ІТЕР, її участь у проекті обмежується вирішенням окремих допоміжних завдань у межах співробітництва з лабораторіями Європи і Росії. Для розв'язання зазначених проблем установи НАН України мають певні наукові здобутки, кваліфіковані кадри і відповідну матеріально-технічну базу – найбільший у Європі стеларатор «Ураган-2М», який було введено в дію 2006 р., торсатрон «Ураган-3М», електромагнітну пастку «Юпітер-2М», найпотужніший у світі квазістаціонарний прискорювач плазми КСПП Х-50 та інші термоядерні установки. Нині будується плазмовий прискорювач нового покоління для дослідження матеріалів ядерної й термоядерної енергетики в екстремальних умовах.

Роботи з теорії та чисельного моделювання процесів у термоядерних системах, діагностики плазми, вирішення проблем матеріалів і технологій термоядерного реактора активно розвиваються в таких наукових установах НАН України, як Інститут фізики плазми ННЦ ХФТІ, Інститут ядерних досліджень, Інститут теоретичної фізики ім. М. М. Боголюбова, Інститут фізики твердого тіла, матеріалознавства і технологій ННЦ ХФТІ, Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона, Інститут прикладної фізики, а також у Харківському національному університеті ім. В. Н. Каразіна, НТУ «Львівська політехніка», Київському національному університеті ім. Тараса Шевченка та ін.

У НАН України діє Наукова рада з фізики плазми та плазмової електроніки, у межах якої представники провідних установ НАН України й організацій МОН України здійснюють дослідження в напрямі фізики плазми, керованого термоядерного синтезу та технологічних застосувань плазми. За рішенням уряду України Координаційний комітет з виконання угоди про співробітництво між Україною та ЄС у галузі керованого термоядерного синтезу сформовано з числа співробітників НАН України.

У рамках виконання Державної програми фундаментальних і прикладних досліджень з проблем використання ядерних матеріалів, ядерних і радіаційних технологій у сфері розвитку галузей економіки, Цільової комплексної програми наукових досліджень НАН України «Науково-технічний супровід розвитку ядерної енергетики та застосування радіаційних технологій у галузях економіки», бюджетної тематики установи НАН

України та заклади МОН України здійснили комплекс досліджень, спрямованих на вирішення цілого спектра проблем термоядерної енергетики. Зокрема, розвинуто методи високочастотного створення і нагрівання плазми, досліджено поведінку енергійних частинок у магнітних пастках, розроблено нові методи діагностики високотемпературної плазми, проведено експериментальні дослідження поведінки конструкційних матеріалів першої стінки та дивертора в умовах екстремальних корпускулярних і енергетичних навантажень, що властиві термоядерному реактору.

На основі результатів фундаментальних досліджень з фізики плазми останніми роками одержано низку важливих прикладних розробок. Це нові методи нанесення функціональних покриттів, модифікація матеріалів потужними потоками плазми, плазмові джерела інтенсивного екстремального ультрафіолетового та рентгенівського випромінювання, плазмові озонатори, низькотемпературні плазмові озонно-ультразвукові стерилізатори, геліконні технологічні джерела, плазмохімічні реактори, пароплазмова технологія переробки органічних відходів тощо. Одними з найважливіших прикладних завдань розвитку цього напрямку в Україні є створення нових перспективних екологічно чистих плазмових технологій для промисловості, медицини, сільського господарства та охорони довкілля.

Разом з тим організація вітчизняних наукових досліджень і технологічних розробок у галузі керованого термоядерного синтезу, фізики плазми і плазмових технологій потребує повноцінного фінансового забезпечення, реалізації скоординованої програми розвитку досліджень високотемпературної плазми як основи енергетики майбутнього та її новітніх технологічних застосувань, активізації міжнародного співробітництва, вдосконалення системи підготовки висококваліфікованих фахівців *(Із зали засідань Президії НАН України // Вісник НАН України. – 2013. – № 11. – С. 127–129).*