

С. АДАМЕНКО

«НЕСИЛОВИЙ» МЕТОД КЕРОВАНОГО НУКЛЕОСИНТЕЗУ

Серед актуальних проблем сучасної науки керована трансмутація елементів та ізотопів належить до найпріоритетніших. Вона є ключовою для розв'язання таких нагальних питань, як екологічно безпечне (нереакторне) використання ядерної енергії, технологічний синтез малопоширених ізотопів, безпечна та ефективна переробка й утилізація радіоактивних відходів (зокрема відпрацьованого ядерного пального), синтез надважких трансуранових ядер.

Кожне з цих питань протягом десятиліть намагаються вирішити великі наукові центри індустриально розвинених країн із залученням найкваліфікованіших фахівців та великих фінансових і технічних ресурсів. Однак досягти істотних результатів, які можна було б широко впровадити у практику, поки що не вдається. Втім, зміна концептуальних підходів дала змогу одержати дуже обнадійливі експериментальні результати.

Досі у галузі ядерних перетворень панує концепція так званого «силового» методу. Його прибічники вважають, що проблему керованого нуклеосинтезу можна розв'язати шляхом використання дедалі потужніших технічних засобів (прискорювачів з максимально високою енергією, джерел нейтронів з максимально високою інтенсивністю, систем керованого синтезу типу «Токамак»), що потребує вкладання величезних коштів, які вимірюються мільярдами доларів. Однак цей шлях принципово хибний, бо технологічні ресурси цивілізації обмежені, а силові спроби відтворити у лабораторних умовах процеси, які відбуваються в аномальних астрофізичних об'єктах типу пульсарів або нейтронних зірок, малореальні.

Ми спробували знайти інший метод розв'язання проблеми, який би забезпечив досягнення надкритичних умов не з допомогою сильного зовнішнього впливу на ядерну систему, а стимуляцією потужних процесів внутрішньої самоорганізації матерії на ядерному рівні. При цьому роль технологічних факторів зовнішнього впливу істотна тільки на початковій фазі керованої стимуляції процесу, а далі він відбувається за власною гармонійною динамічною моделлю, в якій вирішальну роль відіграє дія природних взаємоузгоджених законів.

Організація робіт зі створення умов для стимуляції синергетичного процесу ядерних перетворень стала метою діяльності заснованої в Україні у 1999 р. Лабораторії електродинамічних досліджень «Протон-21». До роботи у ній були залучені кваліфіковані наукові працівники та інженери, а фінансували її виключно приватні інвестори.

Методичною основою діяльності лабораторії стала попередньо обґрунтована гіпотеза про можливість керованої стимуляції колапсу конденсованої речовини, який за певних початкових умов самоорганізується до стану електронно-ядерної плазми. На цій стадії вплив кулонівського бар'єра стає неістотним і відбувається швидка трансмутація елементів та ізотопів.

Для перевірки гіпотези була створена експериментальна лабораторна установка. Стартові умови формування колапсу забезпечувалися спеціально організованою когерентною дією

на твердотільну мішень потоку електронів (когерентного електронного драйвера), загальна енергія якого в експериментах не перевищувала 1 кДж.

Установка дала змогу провести близько 4000 успішних експериментів з керованого нуклеосинтезу протягом 1999–2002 рр. з використанням різних мішеней, виготовлених з легких, середніх або важких елементів в інтервалі атомних мас $10 < A < 210$, а також різних режимів когерентної дії драйвера [1].

Аналіз результатів експериментів здійснювався із залученням комплексу найінформативніших аналітичних методів вимірювання (мікрорентгеноспектральний аналіз, Оже-електронна спектроскопія, лазерна та вторинна іонна мас-спектрометрія) і відповідних приладів, які використовуються у провідних інститутах Національної академії наук України та відповідають сучасним вимогам. Вимірювання проводили кваліфіковані наукові працівники, котрі мають великий досвід роботи з цими приладами.

Під час експериментів стабільно реєструвався процес формування стимульованого квазіточкового електронно-ядерного колапсу з характерними механічними ознаками (специфічні розриви мішені та утворення у ній макроскопічної каверни). У процесі формування, еволюції та розпаду електронно-ядерного колапсу фіксувалося точкове рентгенівське випромінювання зі спектром, близьким до теплового, характерною температурою $T \approx 35$ кеВ і тривалістю близько 10 нс.

В усіх експериментах (у тому числі й тих, де мішень була виготовлена з одного максимально очищеного від домішок хімічного елемента) спостерігався синтез більшості відомих легких, середніх і важких елементів та ізоотопів у діапазоні мас $1 \leq A \leq 240$ і в кількості, що на багато порядків перевищувала повну кількість домішок. Типова ефективність синтезу залежала від початкового хімічного складу мішеней і дорівнювала $\kappa \approx 10^{14} - 10^{16}$ (синтезованих ядер/Дж вкладеної енергії). У значній частині синтезованих елементів ізоотопний склад істотно (у 1,5 ÷ 3 і більше разів) відрізняється від природного співвідношення ізоотопів для цих хімічних елементів.

Характерною (очікуваною) ознакою всіх синтезованих ізоотопів є практично повна відсутність радіоактивності. Багаторазова перевірка на накопичувальних гамма- та бета-спектрометрах показала, що відносна концентрація радіоактивних ядер усіх синтезованих ізоотопів не перевищувала $\eta \approx 18^{-8} \div 10^{-12}$.

На наш погляд, усе це — адекватний результат «несилового» методу створення самоорганізованого електронно-ядерного колапсу, а також колективного характеру ядерних перетворень. Енергія когерентного драйвера, який стимулював такий процес, становить лише малу частину від загальної енергії, що проявляється у процесі перетворень ядер мішені на ядра синтезованих ізоотопів. Фактично в об'ємі самоорганізованого колапсу відбувається процес своєрідного «холодного перепакування» нуклонів, які входили спочатку до складу ядер мішені, аж до кінцевої конфігурації, що відповідає синтезованим ізоотопам. Внаслідок адіабатичності цього процесу і малої кількості вкладеної у нього «зайвої енергії» (така енергія завжди вкладається у синтезовані ядра за традиційного розв'язання проблеми трансмутації з використанням прискорювачів дуже високої енергії для подолання парою взаємодіючих ядер кулонівського бар'єра) створювані ядра народжуються в основному стані з мінімальною енергією. Очевидно, що це одна з головних причин відсутності в них радіоактивності.

Еволюція колапсу завершується його природним розпадом через 20–30 нс, внаслідок чого із зони колапсу викидаються синтезовані ізотопи. Вони фіксуються навколо цієї зони, а також на поверхні та в об'ємі віддалених від неї накопичувальних екранів.

В усіх проведених в оптимальних умовах експериментах реєструвалися мас-спектри довгоживучих ізотопів невідомих надважких елементів, маси яких відповідають інтервалу $270 \leq A \leq 480$ [1–3]. У кожному конкретному експерименті реєструвалось 10–20 різновидів надважких мас. Кількість ядер цих ізотопів відповідає величинам $10^{14} \div 10^{15}$ на кожний експеримент і залежить в основному від хімічного складу мішені (найбільшу кількість типів синтезованих трансуранових ядер одержано на мішенях, виготовлених із свинцю). Верхня межа атомних мас зареєстрованих ізотопів (максимальне значення $A \approx 480$) була обмежена технічними характеристиками вимірювального обладнання (іонний мікросонд IMS 4f (CAMECA)). Фактично ця межа може бути значно вищою [2]. Багаторазова додаткова перевірка за допомогою методу зворотного кулонівського розсіювання альфа-частинок на ядрах атомів, що перебувають на поверхні мішені біля зони колапсу, підтвердила наявність цих надважких мас [3]. За повторного вимірювання на тих самих мішенях через 1–2 місяці фіксувалася незмінна кількість тих же невідомих мас, що підтверджує їхню стабільність і відсутність радіоактивності.

Ці результати суперечать відомій з літератури гіпотезі, за якою всі трансуранові ізотопи, що перебувають за межами гіпотетичного «острова стабільності» ($A \approx 298$), закономірно повинні бути нестабільними і мати дуже малий час існування (значно менший за мікросекунду). Ці уявлення чималою мірою базуються на екстраполяції факту, що всі відомі раніше трансуранові елементи були нестабільними. Доцільно зауважити, що всі ці елементи, без винятку, одержано «силовим методом» у дуже невеликій кількості (часом не більше кількох ядер) при зіткненні важких ядер, розігнаних на прискорювачі до енергії 10–30 МеВ/нуклон, що саме по собі вносило у синтезоване ядро дуже багато «зайвої» енергії (3–10 ГеВ). Такий процес тривав недовго і міг бути причиною нестабільності. Отже, апроксимація цих експериментів на ті, що виконувались в адіабатичному процесі без застосування «силових методів», некоректна. Якщо під час синтезу трансуранових ядер на основі їх парної взаємодії завжди спостерігається дефіцит нейтронів, що призводить до нестабільності ядер, то в багатоядерному колапсі такої проблеми немає.

У процесі додаткових досліджень стимульованого колапсу в радіоактивних мішенях спостерігались явища трансмутації радіоактивних ядер у стабільні ядра іншого типу (так би мовити, «пасивація» радіоактивної речовини). Причина такого феномена повністю узгоджується з концепцією «перепакуння» нуклонів радіоактивних ядер у зоні колапсу в стабільніші утворення у процесі адіабатичного ядерного перетворення.

1. *S.V. Adamenko, A.S. Adamenko*. Peculiarities of isotope composition in the artificially gained products of the nucleosynthesis in the experiments with the substance in extremal state / International Symposium «New Projects and Lines of Research in Nuclear Physics», Abstracts of contributed papers, Italy, Messina, 2002, p. 19.

2. *S.V. Adamenko, V.I. Vysotsky*. Possible explanation of the anomalous localization effect of the nuclear reaction products in the solid-state plasma controlled collapse / International Symposium «New Projects and Lines of Research in Nuclear Physics», Abstracts of contributed papers, Italy, Messina, 2002, p. 43.

3. *S.V.Adamenko, A.A.Shvedov*. Superheavy nuclei research / International Symposium «New Projects and Lines of Research in Nuclear Physics», Abstracts of contributed papers, Italy, Messina, 2002, p. 41.

C. Адаменко

«НЕСИЛОВИЙ» МЕТОД
КЕРОВАНОГО НУКЛЕОСИНТЕЗУ

Резюме

Автор теоретично обґрунтовує нові підходи до проблеми керованого нуклеосинтезу і наводить відповідні експериментальні дані.

S. Adamenko

«NON-FORCED» METHOD
OF THE CONTROLLED NUCLEAR FUSION

Summary

The author gives theoretical proof of the new approaches to the problem of controlled nuclear fusion and presents corresponding experimental data.

© АДАМЕНКО Станіслав Васильович. Кандидат технічних наук. Керівник лабораторії електродинамічних досліджень «Протон-21» (Київ). 2003.