

М. М. Правдивий, І. О. Корж, М. Т. Скляр

Інститут ядерних досліджень НАН України, Київ

СЕРЕДНІ РЕЗОНАНСНІ ПАРАМЕТРИ ЯДЕР РУТЕНІЮ І ПАЛАДІЮ

З аналізу експериментальних диференціальних перерізів пружного розсіяння нейтронів в області енергії до 440 кеВ визначено повні набори середніх резонансних параметрів S_0 , S_1 , R'_0 , R'_1 , $S_{1,3/2}$ ядер рутенію і паладію з природним складом ізотопів. Проведено аналіз отриманих результатів, а також рекомендованих параметрів та деяких літературних даних.

Ключові слова: середні резонансні параметри, ядра рутенію і паладію, пружне розсіяння нейтронів.

Вступ

Для опису експериментальних диференціальних перерізів пружного розсіяння нейтронів необхідно мати повні набори середніх резонансних параметрів S_0 , S_1 , R'_0 , R'_1 , $S_{1,3/2}$. Нейтронні силові функції ядер S_0 , S_1 визначаються в основному з аналізу відомих параметрів розділених резонансів. На сьогодні для багатьох ядер виконано величезну кількість робіт, в яких вони визначались. Однак труднощі визначення (мала кількість резонансів, неоднозначна ідентифікація їх за орбітальним моментом l тощо) обумовили значні розбіжності між параметрами, визначеними для одного й того ж ядра в різних лабораторіях. Унаслідок цього величини рекомендованих параметрів із появою нових даних можуть змінюватись у кілька разів [1, 2]. Радіуси потенціального розсіяння R'_0 , R'_1 визначаються іншими методами й практично незалежно від силових функцій [1, 2]. Фактично ці параметри визначаються розрізнено й тому часто не узгоджені між собою і не описують диференціальні перерізи. У зв'язку з цим існує необхідність перевірки наявних резонансних параметрів на відповідність експериментальним перерізам. Задовільний їхній опис можна вважати вагомим критерієм надійності параметрів. При наявності експериментальних перерізів для достатньої кількості ядер можна було б впорядкувати і систематизувати величини опублікованих у літературі резонансних параметрів. Це сприяло б остаточному утвердженню їхніх залежностей від масового числа A . На сьогодні існують вагомі підстави вважати, що ці залежності узгодяться з розрахунками за оптичною моделлю [1, 2]. Параметри багатьох ядер підтверджують це, однак дані значної частини ядер не узгоджуються з цими розрахунками. Чи ці розбіжності мають принциповий характер, чи вони обумовлені лише труднощами визначення параметрів, – однозначної й остаточної відповіді на сьогодні ще не існує.

Дана робота присвячена визначенню повних наборів середніх резонансних параметрів S_0 , S_1 , R'_0 , R'_1 , $S_{1,3/2}$ ядер рутенію і паладію з природним складом ізотопів за допомогою розробленого нами методу з аналізу середніх експериментальних диференціальних перерізів пружного розсіяння нейтронів з енергією до 440 кеВ [3, 4]. Метод виявився плідотворним як для отримання нових даних, так і для перевірки наявних у літературі параметрів на їхню відповідність експериментальним даним. Така перевірка була здійснена щодо повних наборів резонансних параметрів роботи [5] та рекомендованих параметрів Брукхейвенської національної лабораторії [1] і МАГАТЕ [6]. Деякі параметри цих робіт мають значні розбіжності між собою, що стало додатковим стимулом для проведення наших досліджень.

Розроблений нами метод детально викладено в роботах [3, 4], тому нижче описано коротко лише його суть.

Методика визначення середніх резонансних параметрів

Розсіяння нейтронів ядрами при енергіях до ~ 450 кеВ здійснюється переважно з орбітальними моментами $l = 0$ і 1 . У цьому випадку диференціальні перерізи пружного розсіяння можна розкласти за поліномами Лежандра у вигляді

$$\sigma_{el}(\mu) = \frac{\sigma_{el}}{4\pi} \{1 + \omega_1 P_1(\mu) + \omega_2 P_2(\mu)\}, \quad (1)$$

де $\mu = \cos\theta$; θ – кут розсіяння; σ_{el} – інтегральний переріз пружного розсіяння; P_l – поліноми Лежандра; ω_1 і ω_2 – коефіцієнти розкладу диференціальних перерізів. Ці коефіцієнти називаються кутковими моментами індикатриси розсіяння й дорівнюють $\omega_l = (2l + 1) \bar{P}_l$, де \bar{P}_l – поліноми Лежандра, усереднені по кутах із вагою диференціального перерізу розсіяння. За умови $\sigma_t \approx \sigma_{el}$ для парно-парних ядер нами було отримано вирази для коефіцієнтів розкладу [3]:

$$\omega_1 = \frac{6\pi\lambda^2}{\sigma_{el}}(1 - \eta_{0Re} - \eta_{1Re} + \eta_{0Re} \cdot \eta_{1Re} + \eta_{0Im} \cdot \eta_{1Im}), \quad (2)$$

$$\omega_2 = \frac{2}{\sigma_{el}}(\sigma_{s1} + \pi\lambda^2 T_{1,3/2}), \quad (3)$$

де $\eta_l = \eta_{lRe} + i\eta_{lIm}$ – діагональні елементи середньої матриці розсіяння; σ_{s1} – перерізи потенціального розсіяння нейтронів із $l = 1$; $T_{1,3/2}$ – коефіцієнти проникності для $l = 1$ і $j = 3/2$.

В оптичній моделі перерізи σ_{el} складаються з відповідних парціальних перерізів компаундного й потенціального розсіяння нейтронів $\sigma_{el} = \sigma_{c0} + \sigma_{c1} + \sigma_{s0} + \sigma_{s1}$, що виражаються через матричні елементи η_l . У резонансній теорії середні перерізи також складаються з відповідних перерізів резонансного й потенціального розсіяння, що у свою чергу виражаються через середні резонансні параметри. У випадку вузьких резонансів ($\Gamma \ll D$) парціальні перерізи оптичної моделі збігаються з відповідними перерізами резонансної теорії [7]. Це дозволяє матричні елементи η_l виразити через резонансні параметри. Таким чином, якщо в рівняннях (1) - (3) величини σ_{el} , ω_1 , ω_2 виразити через середні резонансні параметри, то підгонкою розрахованих величин σ_{el} , ω_1 , ω_2 до їхніх експериментальних значень можна визначити середні резонансні параметри S_0 , S_1 , R'_0 , R'_1 , $S_{1,3/2}$, які є параметрами підгонки. Із співвідношення $S_1 = (S_{1,1/2} + 2S_{1,3/2})/3$ можна визначити параметр $S_{1,1/2}$. Для проведення розрахунків було використано відповідну програму підгонки по мінімуму χ^2 . Підгонка здійснювалась одночасно до трьох величин σ_{el} , ω_1 , ω_2 , а контроль по χ^2 можна було спостерігати для кожної величини окремо.

Отримані результати та їхній аналіз

Середні резонансні параметри S_0 , S_1 , R'_0 , R'_1 , $S_{1,3/2}$ ядер рутенію і паладію з природним складом ізотопів визначено нами з підгонки розрахованих величин σ_{el} , ω_1 , ω_2 до їхніх експериментальних значень, виміряних авторами роботи [8] (на початку діапазону енергії нами проведено додаткове усереднення даних). Усі інші підгонки, описані нижче, здійснено до даних цієї роботи. Крім визначення нових даних було проведено перевірку повних наборів резонансних параметрів роботи [5] та рекомендованих параметрів [1, 6] на їхню відповідність експериментальним даним. Для частини ізотопів рутенію і паладію рекомендовано лише параметри S_0 і S_1 , з яких нами було розраховано середньозважені величини для

природного складу ізотопів. При їхній фіксації з автоматичної підгонки отримано решту параметрів із повного набору. Розраховані за цими наборами величини σ_{el} , ω_1 , ω_2 порівнювались із експериментальними. У всіх випадках якість опису експериментальних даних оцінювалась за величиною χ^2 та візуально на графіках.

Рутеній. На рис. 1 наведено енергетичні залежності величин σ_{el} , ω_1 , ω_2 рутенію з природним складом ізотопів. Експеримент представлено лише даними роботи [8]. Оскільки інших даних не існує, то для перевірки надійності перерізів σ_{el} на рисунку наведено також середні повні перерізи σ_t [9]. Загалом вони задовільно узгоджуються між собою. Кривими наведено результати розрахунків.

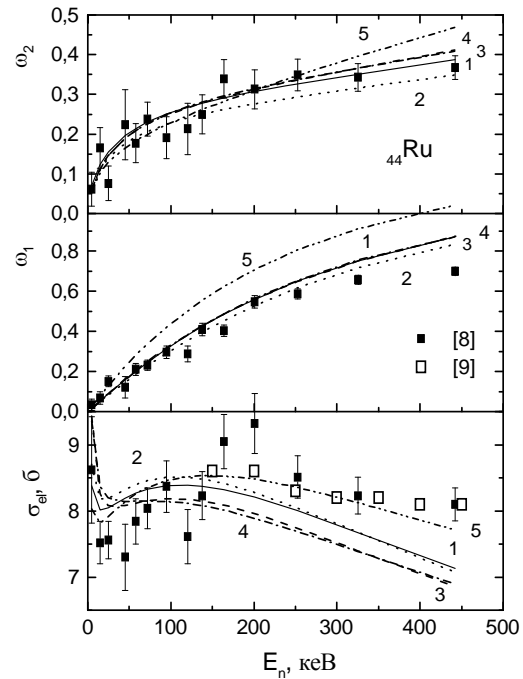


Рис. 1. Залежності від енергії величин σ_{el} , ω_1 , ω_2 ядер рутенію. Символи – експериментальні дані. Криві – результати розрахунків (див. текст).

Кривими 2 наведено результати розрахунків величин σ_{el} , ω_1 , ω_2 з використанням повного набору параметрів роботи [5]: $S_0 = 0,43(7)$; $S_1 = 5,12(46)$; $R'_0 = 6,53(20)$; $R'_1 = 5,75(59)$; $S_{1,3/2} = 4,53(33)$ (тут і далі силові функції наведено в одиницях 10^{-4} , радіуси – в одиницях Фм; у дужках указано похибки). Коефіцієнти ω_1 описано загалом задовільно; гірше описано коефіцієнти ω_2 , що обумовлено заниженими величинами параметрів $S_{1,3/2}$ і R'_1 . Однак перерізи σ_{el} описано незадовільно як за величиною, так і за формою залежності від енергії.

Із семи стабільних ізотопів рутенію в роботі [1] величини параметра S_0 рекомендовано лише

для $^{101,102}\text{Ru}$ (48 % у природному складі ізотопів), з яких нами отримано середньозважену величину $S_0 = 0,72$. Для чотирьох ізотопів (79 %) рекомендовано величини параметра S_1 - середньозважена величина $S_1 = 5,62$. При їхній фіксації з автоматичної підгонки визначено решту параметрів повного набору: $R'_0 = 5,88$; $R'_1 = 7,37$; $S_{1,3/2} = 4,71$. Результати розрахунків із цим набором на рисунку наведено кривими 3. Як бачимо, задовільно описано лише коефіцієнти ω_1 , ω_2 . При енергіях $> \sim 200$ кеВ розраховані перерізи виявились явно заниженими. Це можна пояснити тим, що отримана з підгонки величина параметра R'_0 є заниженою, яка не узгоджується з рекомендованою залежністю від A ($R'_0 \sim 6,5 - 7$) [1]. А загалом, як і в першому наборі, зовсім не описано залежність перерізів від енергії.

У роботі [6] також для частини ізотопів рекомендовано параметри S_0 і S_1 , з яких нами вираховано середньозважені величини $S_0 = 0,57$ і $S_1 = 4,22$. Як видно, вони помітно відрізняються від рекомендацій роботи [1]. При їхній фіксації з автоматичної підгонки отримано решту параметрів: $R'_0 = 6,54$; $R'_1 = 6,98$; $S_{1,3/2} = 4,74$. Результати розрахунків на рисунку наведено кривими 4. За величиною χ^2 і візуально на графіках вони близькі до кривих 3, хоча в цих наборах зовсім різні величини параметрів S_1 і R'_0 . У цьому випадку основним критерієм надійності параметрів може бути лише їхнє узгодження з наявною залежністю від масового числа A (детальніше - нижче) [1].

Із рис. 1 видно, що жоден набір параметрів принципово не описав залежність експериментальних перерізів від енергії. Узгодження перерізів σ_{el} роботи [8] з повними перерізами σ_t [9] свідчить про їхню надійність. Розбіжності між експериментальними й розрахованими перерізами можна пояснити внеском у перерізи крім потенціального й компаундного ще й інших механізмів розсіяння нейтронів, зокрема передрівноважних процесів. Однак експериментального підтвердження цього припущення не існує. Для отримання оптимального опису наявних експериментальних даних за допомогою параметрів, що узгоджувались би з їхніми залежностями від A [1], ми провели відповідні розрахунки. Врешті було отримано такий набір параметрів: $S_0 = 0,35$; $S_1 = 4,67$; $R'_0 = 6,66$; $R'_1 = 6,59$; $S_{1,3/2} = 4,96$. Результати розрахунків на рис. 1 наведено кривими 1. Загалом досягнуто дещо кращого опису експериментальних даних, хоча залежність перерізів від енергії також описати не вдалося.

Серед причин підвищення експериментальних перерізів у кінці діапазону енергії було розгляну-

то можливість впливу нейтронів із орбітальним моментом $l = 2$. Для частини ізотопів рутенію рекомендовано [1] величини параметра S_2 , що дало змогу вирахувати величину цього внеску $\sigma_{c2} \sim 30$ мб, що свідчить про мінімальний вплив на перерізи σ_{el} .

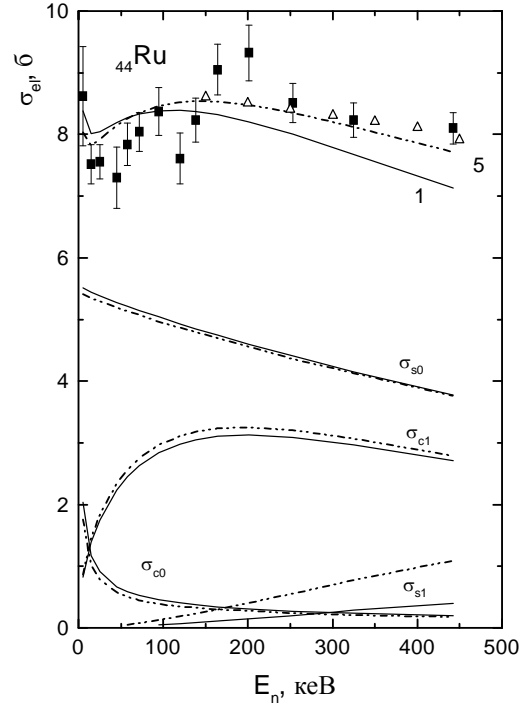


Рис. 2. Парціальні внески орбітальних моментів $l = 0$ і 1 в інтегральні перерізи пружного розсіяння нейтронів (див. текст).

Щоб з'ясувати, яким чином можна поліпшити опис перерізів, нами було розраховано парціальні перерізи $\sigma_{el} = \sigma_{c0} + \sigma_{c1} + \sigma_{s0} + \sigma_{s1}$ з використанням параметрів даної роботи. Результати наведено на рис. 2 вказаними кривими. Вони дають змогу оцінити вплив кожного параметра на величину розрахованих перерізів σ_{el} . Оскільки зміна величин параметрів S_0 , S_1 , R'_0 призводить практично лише до паралельного зміщення на графіку відповідної кривої, то з наведених даних видно, що покращити опис перерізів рутенію в кінці діапазону енергії можна лише збільшенням величини параметра R'_1 , тобто перерізу σ_{s1} . Шляхом підбору параметрів це було досягнуто за допомогою таких параметрів: $S_0 = 0,30$; $S_1 = 4,9$; $R'_0 = 6,6$; $R'_1 = 10,8$. При їхній фіксації з підгонки отримано параметр $S_{1,3/2} = 4,0$. Результати розрахунків на рис. 1 і 2 наведено кривими 5 і відповідними кривими парціальних перерізів на рис. 2. Загалом перерізи описані задовільно й візуально і за величиною χ^2 ; коефіцієнти ω_2 описані загалом задовільно, хоча й дещо відмінно від інших наборів у відповідності

зі змінами величин параметрів $S_{1,3/2}$ і R_1' (до речі, величина χ^2 через існуючі розкиди експериментальних коефіцієнтів ω_2 досить близька до величин χ^2 у кривих 3 і 4). Але розраховані коефіцієнти ω_1 виявились значно більшими від експериментальних. Слід нагадати, що коефіцієнти ω_1 і ω_2 визначаються з розкладу за поліномами Лежандра експериментальних диференціальних перерізів для кожної енергії, при якій проведено вимірювання. Тому незадовільний опис коефіцієнтів ω_1 свідчить про незадовільний опис диференціальних перерізів. Кращого опису одночасно всіх величин σ_{el} , ω_1 , ω_2 досягти не вдалося. Отримані параметри S_0 , S_1 , R_0' у першому наближенні узгоджуються з рекомендованими залежностями їх від масового числа A [1], однак параметр R_1' значно більший, ніж в інших наборах параметрів та в сусідніх ядрах ($R_1' \sim 6,5 - 7,5$) [5]. Таким чином, можна зробити висновок, що причиною нетипової залежності експериментальних перерізів від енергії може бути вплив інших механізмів розсіяння нейтронів.

Із наведених на рис. 2 результатів розрахунків можна зробити висновок, що до енергії ~ 100 кеВ внески в перерізи σ_{el} параметрів S_0 і S_1 різко змінюються з енергією. Саме в цій області енергії утримується вся інформація про співвідношення між величинами параметрів S_0 , S_1 , R_0' , оскільки лише їхні узгоджені внески формують величини середніх перерізів. Далі внески в перерізи, обумовлені цими параметрами, плавно зменшуються з ростом енергії, причому основний внесок у перерізи σ_{el} вносять параметри S_1 , R_0' . Описати середні перерізи в цій області енергії фактично можна відповідними змінами в певних межах величин цих параметрів. Ці межі визначаються описом перерізів на початку діапазону енергії. Прикладом подібної ситуації є криві 3 і 4 на рис. 1. Рекомендовані в роботах [1] і [6] величини параметрів S_0 , S_1 різні й тому з автоматичної підгонки отримано різні величини параметра R_0' (слід мати на увазі, що підгонка здійснюється до трьох величин σ_{el} , ω_1 , ω_2 одночасно). Оскільки з обома наборами параметрів отримано близький опис експериментальних даних як візуально (див. рис. 1), так і за величиною χ^2 , то виникає питання, яка з рекомендованих у роботах [1] і [6] величин параметра S_1 відповідає дійсності. До того ж слід враховувати, що обидва набори рекомендованих параметрів не описують перерізи на початку діапазону енергії, що свідчить про завищеність величин параметра S_0 (див. рис. 1 і 2). У даній ситуації єдиним критерієм для оцінки величин параметрів може бути залежність їх від

масового числа A . Величина параметра $R_0' = 5,88$ набору роботи [1] не узгоджується з нею ($R_0' \sim 6,5 - 7$), з чого можна зробити висновок, що величина параметра S_1 (як і параметра S_0) цієї роботи є завищеною.

Паладій. На рис. 3 наведено залежності від енергії величин σ_{el} , ω_1 , ω_2 ядер паладію. Символами позначено експериментальні дані роботи [8] та дані робіт [10, 11]. Крім того, на рисунку наведено також усереднені повні перерізи σ_t [9], які задовільно узгоджуються з перерізами σ_{el} . Кривими наведено результати розрахунків із різними наборами параметрів.

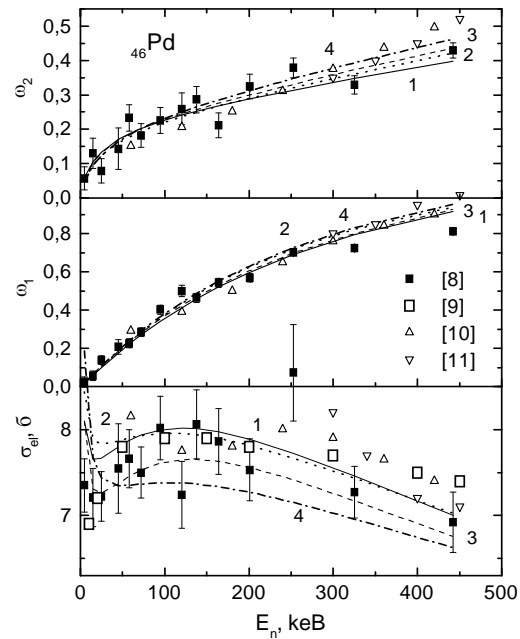


Рис. 3. Те ж саме, що й на рис. 1, для ядер паладію.

Кривими 2 наведено результати розрахунків із набором параметрів роботи [5]: $S_0 = 0,38(7)$; $S_1 = 3,67(43)$; $R_0' = 6,69(26)$; $R_1' = 8,22(40)$; $S_{1,3/2} = 3,70(24)$. Загалом експериментальні дані описано задовільно, хоча помітні розбіжності в перерізах на початку діапазону енергії. Усі параметри узгоджуються з їхніми залежностями від масового числа A , лише параметр S_1 помітно менший від усієї сукупності даних у цій області A [1] ($\sim 4 - 6$).

Для ізотопів паладію (за винятком ^{102}Pd) у роботі [1] рекомендовано величини параметрів S_0 , S_1 , з яких отримано середньозважені величини $S_0 = 0,56$ і $S_1 = 5,26$. Решту параметрів із повного набору отримано з автоматичної підгонки: $R_0' = 5,61$; $R_1' = 8,70$; $S_{1,3/2} = 3,66$. Результати розрахунків на рисунку наведено кривими 3. Цей набір параметрів задовільно описує величини σ_{el} ,

ω_1, ω_2 роботи [8], однак розраховані перерізи розташовані помітно нижче всієї сукупності перерізів. Це можна пояснити тим, що величини параметрів S_0, S_1 є завищеними і в результаті з підгонки отримано занижену величину параметра R'_0 , яка не узгоджується із залежністю цього параметра від A ($R'_0 \sim 6,5$).

У роботі [6] також для частини ізотопів паладію рекомендовано параметри S_0, S_1 , з яких нами отримано середньозважені величини $S_0 = 0,68$ і $S_1 = 4,16$; решту параметрів визначено з автоматичної підгонки: $R'_0 = 5,85$; $R'_1 = 8,27$ і $S_{1,3/2} = 3,52$. Результати розрахунків на рисунку наведено кривими 4. Коефіцієнти ω_1, ω_2 описано задовільно, але перерізи помітно менші від експериментальних. Це можна пояснити тим, що ве-

личина параметра S_0 є завищеною, у результаті з підгонки отримано занижену величину параметра R'_0 (див. рис. 2).

На відміну від коефіцієнтів ω_1, ω_2 (див. рис. 3) жоден із розглянутих наборів параметрів не описує оптимально перерізи паладію в усьому діапазоні енергії. Проведені нами розрахунки з метою досягти кращого опису всіх експериментальних даних дали такий набір параметрів: $S_0 = 0,37$; $S_1 = 4,40$; $R'_0 = 6,43$; $R'_1 = 7,52$; $S_{1,3/2} = 3,93$. Результати на рисунку наведено кривими 1. Коефіцієнти ω_1, ω_2 описано приблизно так само, як і попередніми наборами параметрів, але перерізи – помітно краще.

Отримані в даній роботі для обох ядер резонансні параметри наведено в таблиці.

Середні резонансні параметри ядер рутенію й паладію

Ядро	$S_0 \cdot 10^4$	$S_1 \cdot 10^4$	R'_0 , Фм	R'_1 , Фм	$S_{1,1/2} \cdot 10^4$	$S_{1,3/2} \cdot 10^4$
Ru	0,35(10)	4,67(30)	6,66(25)	6,59(45)	4,09(1,20)	4,96(40)
Pd	0,37(15)	4,40(40)	6,43(30)	7,52(50)	5,34(1,20)	3,93(40)

Таким чином, основним критерієм надійності наявних резонансних параметрів залишається задовільний опис середніх експериментальних перерізів пружного розсіяння. Але необхідних для цього експериментальних даних із різних причин на сьогодні дуже мало й до того ж вони часто деформовані впливом інших механізмів розсіяння нейтронів та флуктуаціями різного походження. Тому вирішення проблеми надійності резонансних параметрів лишається відкритим. Наприклад, рекомендовані величини параметра [6]: $^{108}\text{Pd} - S_0 = 0,90(40)$; $^{110}\text{Pd} - S_0 = 0,25(15)$. Відповідним чином повинні відрізнятися і середні експериментальні перерізи цих ядер, у першу чергу на початку діапазону енергії. Але в літературі такі дані відсутні. Таких випадків, коли силові функції різних ізотопів одного й того ж елемента відрізняються в кілька разів, існує досить багато [1, 6], але через відсутність необхідних експериментальних перерізів на сьогодні практично неможлива перевірка їхньої надійності. Важливим критерієм для оцінки їхньої надійності могла б стати їхня узгодженість із загально-

прийнятою залежністю від масового числа A . Але лише за умови, що ця залежність є остаточно встановленою та теоретично обґрунтованою, чого на сьогодні ще нема. У результаті залежність параметра S_0 від A в області $A \sim 90 - 140$ є найбільш невизначеною, оскільки в ній величини цього параметра в сусідніх ядрах можуть відрізнятися у 10 разів.

Висновки

У даній роботі визначено нові повні набори середніх резонансних параметрів $S_0, S_1, R'_0, R'_1, S_{1,3/2}$ для ядер рутенію і паладію з природним складом ізотопів. Отримані для обох ядер параметри загалом задовільно описують експериментальні дані й при цьому узгоджуються із залежністю від масового числа A [1], розрахованою за оптичною моделлю. Проведенням аналізом установлено, що рекомендовані для обох ядер величини параметрів S_0, S_1 [1] є завищеними. Також є завищеними величини параметра S_0 , рекомендовані в роботі [6] для обох ядер.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Mughabghab S.F.* Atlas of Neutron Resonances (Resonance Parameters and Thermal Cross Sections) / 5th Edition. - Amsterdam: Elsevier, 2006. - Vol. 1.
2. *Mughabghab S.F., Divadeenam M., Holden N.E.* Neutron Cross Section. BNL - 325. - N. Y. - London: Academic Press, 1981. - Vol. 1, Part A. - 823 p.
3. *Pravdiviy M.M., Korzh I.O., Sklyar M.T.* Determination of average resonance parameters from elastic scattering cross sections of low-energy neutrons by even-even nuclei // Ukr. J. Phys. - 2004. - Vol. 49, No. 7. - P. 627 - 630.
4. *Корж І.О., Правдивий М.М., Скляр М.Т.* Середні резонансні параметри парних ізотопів кадмію і олова // Proc. of the Int. Conf. "Current Problems in Nuclear Physics and Atomic Energy" (Kyiv, May 29 - June 3, 2006). Part II. - Kyiv, 2007. - P. 599 - 605.

5. Попов А.Б., Самосват Г.С. Спин-орбитальные эффекты в резонансном и потенциальном рассеянии р-волновых нейтронов // Краткие сообщ. ОИЯИ, № 18-86. - Дубна, 1986. - С. 30 - 36; Самосват Г.С. Анизотропия упругого рассеяния нейтронов и свойства ядер // ЭЧАЯ - 1986. -Т. 17, вып. 4. - С. 713 - 752.
6. *Parameters for calculation of nuclear reactions of relevance to energy and non-energy nuclear applications.* - CRP on reference input parameter library: phase III / R. Capote, M. Herman, P. Oblozinsky, P.G. Young, S. Goriely, T. Belgya, A.V. Ignatyuk, A.J. Koning, S. Hilaire, V.A. Plujko, M. Avrigeanu, O. Bersillon, M.B. Chadwick, T. Fukahori, Zhigang Ge, Yinlu Han, S. Kailas, J. Kopecky, V.M. Maslov, G. Reffo, M. Sin, E. Sh. Soukhovitskii, P Talou // Nucl. Data Sheets - 2009. - Vol. 110. - P. 3107 - 3214; <http://www-nds.iaea.org/RIPL-3/>.
7. Лукьянов А.А. // Структура нейтронных сечений. - М.: Атомиздат, 1978. - 191 с.
8. Зо Ин Ок, Николенко В.Г., Попов А.Б., Самосват Г.С. - Дубна, 1985. - 12 с. - Препр. / ОИЯИ; P3-85-133).
9. *McLane V., Dunford C., Rose P.F.* Neutron Cross Section. BNL - 1988. - N. Y. - London: Academic Press, 1988 - Vol. 2.
10. *Langsdorf A., Jr., Lane R.O., Monahan J.E.* Angular Distributions of Scattered Neutrons // Phys. Rev. - 1957. - Vol. 107, No. 4. - P. 1077 - 1087.
11. *Smith A.B., Lambropoulos P., Guenther P., Whalen J.* Note on the Fast Neutron Cross Section of Palladium // Nucl. Sci. Eng. - 1972. - Vol. 49, No. 3. - P. 389 - 392.

Н. М. Правдивый, И. А. Корж, Н. Т. Скляр

СРЕДНИЕ РЕЗОНАНСНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ЯДЕР РУТЕНИЯ И ПАЛЛАДИЯ

Из анализа экспериментальных дифференциальных сечений упругого рассеяния нейтронов в области энергии до 440 кэВ определены полные наборы средних резонансных параметров S_0 , S_1 , R_0' , R_1' , $S_{1,3/2}$ ядер рутения и палладия с естественным составом изотопов. Проведен анализ полученных результатов, а также рекомендованных параметров и некоторых литературных данных.

Ключевые слова: резонансные параметры, ядра рутения и палладия, упругое рассеяние нейтронов.

M. M. Pravdivy, I. O. Korzh, M. T. Sklyar

AVERAGE RESONANCE PARAMETERS OF RUTHENIUM AND PALLADIUM NUCLEI

Full sets of the average resonance parameters S_0 , S_1 , R_0' , R_1' , $S_{1,3/2}$ for ruthenium and palladium nuclei with natural mixture of isotopes are determined by means of the method designed by authors. The determination is realized from analysis of the average experimental differential cross sections of neutron elastic scattering in the field of energy before 440 keV. The analysis of recommended parameters and of some of the literary data had been performed also.

Keywords: average resonance parameters, ruthenium and palladium nuclei, neutron elastic scattering.

Надійшла до редакції 29.07.2011.