

СЕРЕДНІ РЕЗОНАНСНІ ПАРАМЕТРИ ІЗОТОПІВ  $^{110,112,116}\text{Cd}$

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

Інститут ядерних досліджень НАН України, Київ

Середні резонансні параметри  $S_0, S_1, R_0', R_1', S_{1,1/2}, S_{1,3/2}$  ізоотопів кадмію  $^{110,112,116}\text{Cd}$  визначено з експериментальних диференціальних перерізів пружного розсіяння нейтронів за допомогою методу, розробленого авторами в рамках оптичної моделі. Параметри отримано шляхом підгонки одержаних авторами теоретичних виразів для  $\sigma_{el}$  і коефіцієнтів розкладу диференціальних перерізів за поліномами Лежандра  $\omega_1, \omega_2$  до їх експериментальних значень в області енергій 1 - 450 кеВ. Проведено аналіз отриманих результатів і даних інших авторів.

Вступ

Аналіз силових функцій  $S_0$  ядер в області масових чисел  $100 < A < 130$ , проведений у роботі [1], показав, що в ланцюжках ізоотопів кадмію, олова та телура їх величини з ростом  $A$  різко зменшуються, у той час як за оптичною моделлю вони повинні зростати. Зроблені пізніше оцінки цього параметра [2, 3] в основному повторили результати роботи [1]. Проведені нами раніше дослідження резонансних параметрів парних ізоотопів олова  $^{116-124}\text{Sn}$  [4, 5] підтвердили зменшення величини  $S_0$  з ростом  $A$ , але цей спад зовсім незначний. Раніше аналогічний результат отримали автори роботи [6].

Систематичні дослідження середніх резонансних параметрів ізоотопів кадмію проведено лише авторами робіт [6, 7], в яких із аналізу в рамках  $R$ -матричної теорії середніх диференціальних перерізів пружного розсіяння нейтронів в області енергій 1 - 253 кеВ було визначено повні набори середніх резонансних параметрів  $S_0, S_1, R_0', R_1', S_{1,1/2}, S_{1,3/2}$  ізоотопів  $^{106,108,110,112,116}\text{Cd}$  [7]. Раніше в роботі [8] для ядер  $^{110,111,112,113,114,116}\text{Cd}$  із аналізу резонансів, отриманих при вимірах пропускань і перерізів радіаційного захвату нейтронів в області енергій 0 - 10 кеВ, було визначено лише силові функції  $S_0$  і  $S_1$ . Ці параметри для всіх ізоотопів кадмію було визначено також авторами роботи [9]. Загалом між даними цих робіт існують помітні розбіжності, особливо значні в параметрах  $S_0$ . Отримані в роботах [7, 8] величини  $S_0$  не проявляють помітного спаду з ростом  $A$ , у той час як у роботі [9] вони зменшуються майже у вісім разів. Однак при створенні рекомендованих параметрів [1 - 3] перевага була за даними роботи [9] без урахування даних робіт [7, 8]. Через відсутність інших даних рекомендованими параметрами для всіх ізоотопів кадмію є лише  $S_0$  і  $S_1$  [1 - 3]. Цих параметрів недостатньо для опису середніх нейтронних перерізів, оскільки для цього необхідно мати їх повні набори.

Тому актуальною задачею даної роботи стало визначення повних наборів резонансних параметрів ізоотопів кадмію за допомогою розробленого нами методу та їх аналіз. Запропонований метод їх визначення з диференціальних перерізів пружного розсіяння нейтронів розроблено в рамках оптичної моделі [4, 5]. Його плідотворність було проілюстровано при визначенні повних наборів резонансних параметрів парних ізоотопів олова [4, 5]. Отримані параметри добре описують експериментальні дані з  $\sigma_{el}, \omega_1, \omega_2$  й узгоджуються із загальноприйнятими залежностями параметрів від  $A$ . Крім того, проведений аналіз наявних у літературі розрізнених і систематичних даних із резонансних параметрів дав змогу встановити, які з них не відповідають експериментальним даним із  $\sigma_{el}, \omega_1, \omega_2$ .

У даній роботі наведено результати визначення повних наборів резонансних параметрів ізоотопів кадмію  $^{110,112,116}\text{Cd}$  та їх аналізу.

Методика визначення середніх резонансних параметрів

При енергіях нейтронів, менших  $\sim 450$  кеВ, у розсіянні практично не беруть участі орбітальні хвилі з  $l > 1$ , і 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  $\mu = \cos\theta$ ;  $\theta$  – кут розсіяння;  $\sigma_{el}$  – інтегральний переріз пружного розсіяння;  $P_l$  – поліноми Лежандра;  $\omega_1$  і  $\omega_2$  – коефіцієнти розкладу диференціальних перерізів за поліномами Лежандра. Для парно-парних ядер та орбітальних моментів  $l = 0, 1$  при умові, що  $\sigma_l \approx \sigma_{el}$ , нами [5] було отримано вирази для коефіцієнтів розкладу

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

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

де  $\eta_l = \eta_{lRe} + i\eta_{lIm}$  – діагональні елементи середньої матриці розсіяння, які, як правило, розраховуються за оптичною моделлю;  $\sigma_{el}$  – інтегральні перерізи пружного розсіяння нейтронів;  $\sigma_{s1}$  – перерізи потенціального розсіяння нейтронів з  $l = 1$ ;  $T_{1,3/2}$  – коефіцієнти проникності нейтронів з  $l = 1$  і  $j = 3/2$ .

В оптичній моделі перерізи пружного розсіяння  $\sigma_{el}$  для  $l = 0$  і  $1$  складаються з парціальних перерізів компаундного й потенціального розсіяння

$$\sigma_{el} = \sigma_{c0} + \sigma_{c1} + \sigma_{s0} + \sigma_{s1}, \quad (4)$$

які виражаються через матричні елементи  $\eta_l$ .

У рамках R-матричного формалізму відповідні парціальні перерізи виражаються через середні резонансні параметри. У випадку вузьких резонансів ( $\Gamma \ll D$ ) середні перерізи потенціального та резонансного розсіяння збігаються з відповідними перерізами оптичної моделі [10] і для  $l = 0$  і  $1$  мають такий вигляд:

$$\sigma_{c0} = \pi\lambda^2 T_0, \quad \sigma_{c1} = 3\pi\lambda^2 T_1, \quad \sigma_{s0} = 4\pi\lambda^2 \sin^2 \delta_0 (1 - 0,5T_0), \quad \sigma_{s1} = 12\pi\lambda^2 \sin^2 \delta_1 (1 - 0,5T_1), \quad (5)$$

$$\text{де } \delta_0 = \arcsin(\rho R_0^\infty) - \rho, \quad \delta_1 = \arcsin(\rho v_1 R_1^\infty) - \rho + \arctg \rho, \quad \rho = kR, \quad v_1 = \frac{(kR)^2}{1 + (kR)^2},$$

$$R = (1,23A^{1/3} + 0,8), \quad T_l = 1 - |\eta_l|^2 = 1 - \exp(-2\pi S_l v_l \sqrt{E}), \quad R_l' = R[1 - (2l+1)R_l^\infty],$$

$$k = 1/\lambda = 0,21968 \sqrt{E} A/(A+1).$$

Оскільки матричні елементи  $\eta_l$  також можна виразити через середні резонансні параметри [10], то, таким чином, останні можна визначити з підгонки розрахованих величин  $\sigma_{el}$ ,  $\omega_1$ ,  $\omega_2$  до їх експериментальних значень. Для проведення розрахунків було створено відповідну програму підгонки по мінімуму  $\chi^2$ , в якій підгоночними параметрами є  $S_0$ ,  $S_1$ ,  $R_0'$ ,  $R_1'$ ,  $S_{1,3/2}$ . Параметр  $S_{1,1/2}$  визначався із співвідношення  $S_1 = 1/3(S_{1,1/2} + 2S_{1,3/2})$ .

### Результати розрахунків резонансних параметрів та їх аналіз

Для визначення резонансних параметрів ядер  $^{110,112,116}\text{Cd}$  нами було використано експериментальні дані з  $\sigma_{el}$ ,  $\omega_1$ ,  $\omega_2$ , отримані авторами робіт [6, 11] для розділених ізотопів в області енергії 1 – 253 кеВ. Для підвищення надійності визначення резонансних параметрів у розрахунках нами було використано наряду з даними роботи [11] також дані з  $\sigma_{el}$ ,  $\omega_1$ ,  $\omega_2$  при енергіях 275, 350, 400 та 450 кеВ, отримані авторами роботи [12] для кадмію з природним складом ізотопів  $^{112,4}\text{Cd}$ . Вони займають проміжне положення серед аналогічних даних інших авторів [13 - 16]. Спочатку їх було використано в розрахунках для ізотопу  $^{112}\text{Cd}$ , а після аналізу їх результатів – і в розрахунках для ізотопів  $^{110,116}\text{Cd}$ . Для перевірки правомірності цієї

процедури для кожної з величин  $\sigma_{el}$ ,  $\omega_1$ ,  $\omega_2$  нами було побудовано графіки їх залежності від енергії, на яких було наведено експериментальні дані ізотопів кадмію  $^{106,108,110,112,116}\text{Cd}$  із робіт [11 - 16]. Аналіз показав, що на фоні досить значних хаотичних флуктуацій практично неможливо виявити якийсь помітний ізотопний ефект. Результати розрахунків та їх аналіз підтвердили доцільність використання даних роботи [12].

Визначення повних наборів резонансних параметрів ізотопів  $^{110,112,116}\text{Cd}$  здійснювалось аналогічно нашим роботам [4, 5]. Спочатку проводились розрахунки величин  $\sigma_{el}$ ,  $\omega_1$ ,  $\omega_2$  з фіксованим набором резонансних параметрів із роботи [7]. Потім проводилась підгонка з фіксованими рекомендованими параметрами  $S_0$  і  $S_1$  [1 - 3], в якій визначалась решта параметрів із повного набору. Нарешті, проводилась вільна підгонка без фіксації параметрів для визначення повного набору. Загалом результати цих розрахунків або не призводили до задовільного опису одночасно всіх експериментальних величин  $\sigma_{el}$ ,  $\omega_1$ ,  $\omega_2$ , або деякі визначені параметри мали значні відхилення від загальноприйнятих в їх залежностях від  $A$ . Після ретельного аналізу отриманих результатів формувался набір резонансних параметрів, який у першому наближенні описував експериментальні дані. Потім, контролюючи опис кожної із величин  $\sigma_{el}$ ,  $\omega_1$ ,  $\omega_2$  візуально на графіках та по величині  $\chi^2$ , поступовими змінами різних параметрів досягалась задовільна якість опису (вплив кожного параметра на їх опис нами було детально вивчено раніше [4, 5]). Правомірність такої процедури ґрунтується на тому, що при наявності існуючих флуктуацій експериментальних даних однаково якість їх опису по величині  $\chi^2$  можна отримати за допомогою різних наборів параметрів, величини яких змінені в певних межах. Таким способом вдалося отримати нові набори резонансних параметрів, які добре описують експериментальні дані, причому  $\chi^2$  загалом виявились найменшими з усіх варіантів розрахунків.

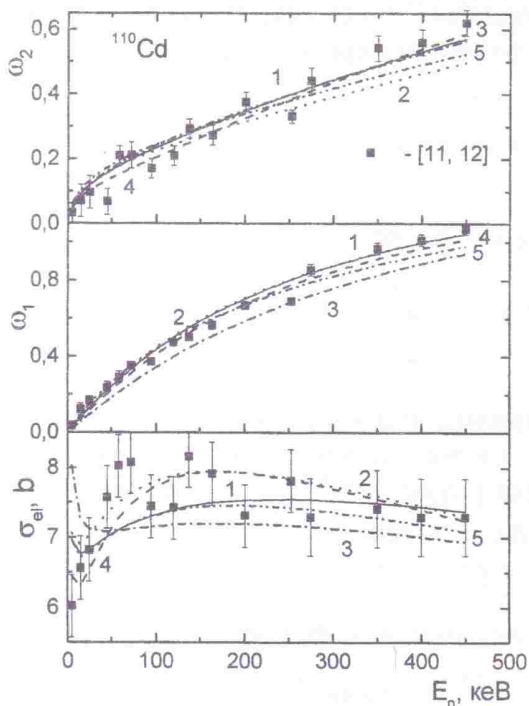


Рис. 1. Енергетична залежність величин  $\sigma_{el}$ ,  $\omega_1$ ,  $\omega_2$  для ядра  $^{110}\text{Cd}$ . Експериментальні дані: ■ - дані робіт [11, 12]. Криві 1 - 5 - результати розрахунків із різними наборами середніх резонансних параметрів (див. текст).

$^{110}\text{Cd}$ . На рис. 1 наведено енергетичні залежності експериментальних даних із  $\sigma_{el}$ ,  $\omega_1$ ,  $\omega_2$  [11, 12] (на початку діапазону енергії було проведено усереднення даних роботи [11]) та результати наших розрахунків. Криві 2 - результати розрахунків із резонансними параметрами роботи [7]:  $S_0 = 0,33(6)$ ;  $S_1 = 5,40(60)$ ;  $R'_0 = 5,76(27)$ ;  $R'_1 = 11,11(80)$ ;  $S_{1,3/2} = 3,30(25)$  (тут і далі величини  $S_i$  і  $R'_i$  наведено в одиницях  $10^{-4}$  та Фм відповідно; у дужках указано похибки). Із рисунка видно, що при здійсненні підгонки авторами було враховано підйоми в перерізах при енергіях  $\sim 50 - 100$  і  $\sim 150$  кеВ. На наш погляд, вони є флуктуаціями невідомої природи й не можуть описуватись резонансними параметрами. Крім того, із опису величин  $\omega_2$  видно, що обмеження енергією 253 кеВ призвело до заниження величини параметра  $R'_1$  і, врешті, до відповідних змін інших параметрів. Рекомендованими параметрами для цього ядра є  $S_0 = 0,44(11)$  і  $S_1 = 3,0(1,0)$  із роботи [1] та  $S_0 = 0,28(7)$  і  $S_1 = 4,0(9)$  із робіт [2, 3]. При їх фіксації з підгонок було отримано решту параметрів із повних наборів для цих пар відповідно:  $R'_0 = 6,29$ ;  $R'_1 = 11,07$ ;  $S_{1,3/2} = 3,21$  та  $R'_0 = 6,05$ ;  $R'_1 = 10,75$ ;  $S_{1,3/2} = 3,41$ . Результати роз-

рахунків наведено кривими 3 та 5 відповідно. Видно, що обидва варіанти описують експериментальні величини  $\sigma_{el}$ ,  $\omega_1$ ,  $\omega_2$  загалом незадовільно; особливо незадовільно описує перерізи на початку діапазону енергії перший варіант рекомендованих параметрів, що є наслідком завищення параметра  $S_0$ . Підгонку без фіксації параметрів здійснено також з урахуванням згаданих флуктуацій у перерізах, що дало результати:  $S_0 = 0,44$ ;  $S_1 = 7,56$ ;  $R'_0 = 4,48$ ;  $R'_1 = 14,52$ ;  $S_{1,3/2} = 2,41$ . Опис даних експерименту загалом задовільний (криві 4), але отримані величини параметрів  $S_1$  і  $R'_0$  явно виходять за межі загальноприйнятих їх залежностей від  $A$ . Нарешті, було визначено остаточний варіант набору параметрів  $S_0 = 0,25$ ;  $S_1 = 3,6$ ;  $R'_0 = 6,22$ ;  $R'_1 = 12,32$ ;  $S_{1,3/2} = 3,0$ , який добре описує (криві 1) всі експериментальні дані з  $\sigma_{el}$ ,  $\omega_1$ ,  $\omega_2$ .

$^{112}\text{Cd}$ . На рис. 2 наведено експериментальні дані з  $\sigma_{el}$ ,  $\omega_1$ ,  $\omega_2$  із робіт [11 - 16]. Хоча серед даних різних авторів спостерігаються досить значні розкиди, усі вони відображають загалом однакову тенденцію залежності експериментальних даних від енергії. Кривими 2 наведено результати розрахунків із параметрами роботи [7]:  $S_0 = 0,30$ ;  $S_1 = 4,4$ ;  $R'_0 = 6,06$ ;  $R'_1 = 10,77$ ;  $S_{1,3/2} = 3,33$ . З рисунка видно, що перерізи описуються досить добре, а величини  $\omega_1$  описуються незадовільно. У кінці діапазону енергії не описуються й величини  $\omega_2$ , що свідчить про заниженість параметра  $R'_1$ . Рекомендовані параметри для цього ядра  $S_0 = 0,50(10)$  і  $S_1 = 4,4(1,0)$  [1 - 3]. Підгонка з їх фіксацією дала такі результати для решти параметрів:  $R'_0 = 5,46$ ;  $R'_1 = 12,20$ ;  $S_{1,3/2} = 3,06$ . Ці параметри добре описують (криві 3) лише величини  $\omega_2$ . Із опису перерізів на початку діапазону енергії видно, що величина параметра  $S_0$  завелика. Підгонка без фіксації параметрів дала такі результати:  $S_0 = 0,45$ ;  $S_1 = 6,57$ ;  $R'_0 = 4,67$ ;  $R'_1 = 13,96$ ;  $S_{1,3/2} = 2,61$ . Експериментальні дані описані досить добре (криві 4), проте величини параметрів  $S_1$  і  $R'_0$  явно не узгоджуються з їх залежністю від  $A$ . Врешті, нами було сформовано новий набір резонансних параметрів –  $S_0 = 0,25$ ;  $S_1 = 4,00$ ;  $R'_0 = 5,99$ ;  $R'_1 = 12,38$ ;  $S_{1,3/2} = 3,10$ , який добре описує експериментальні дані (криві 1).

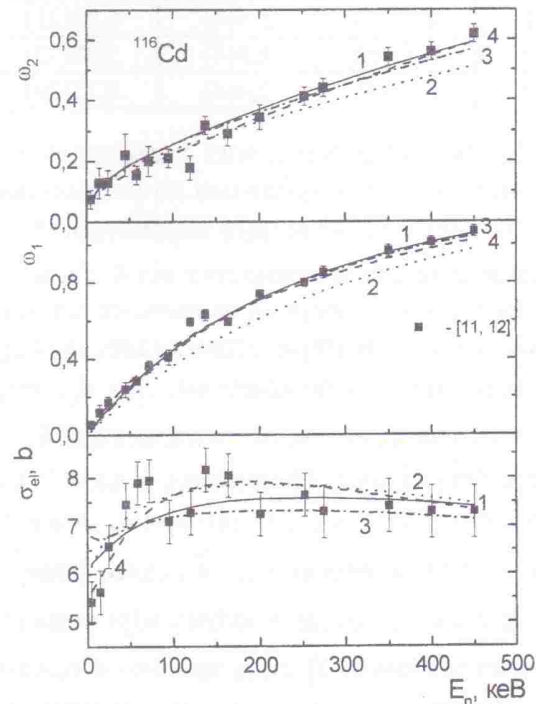
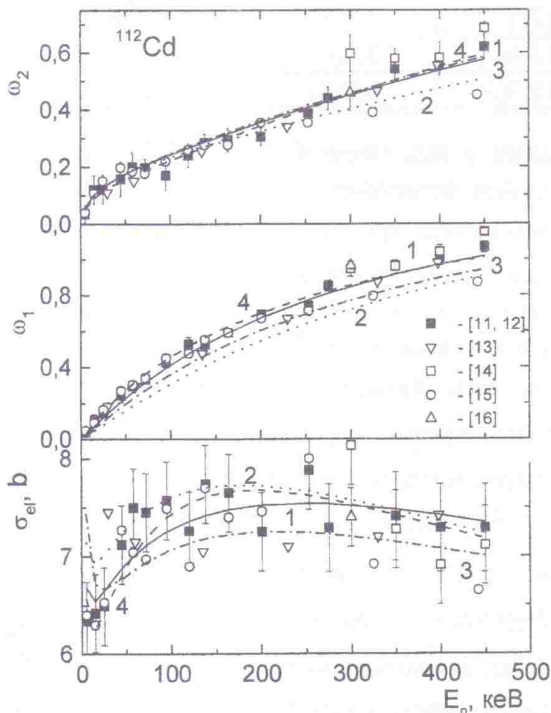


Рис. 2. Те ж саме, що й на рис. 1, для ядра  $^{112}\text{Cd}$ .

Рис. 3. Те ж саме, що й на рис. 1, для ядра  $^{116}\text{Cd}$ .

<sup>116</sup>Cd. Експериментальні дані з робіт [11, 12] і результати розрахунків для цього ядра наведено на рис. 3. При тих же енергіях, що й для ядра <sup>110</sup>Cd, спостерігаються помітні флуктуації в перерізах. Кривими 2 на рисунку наведено результати розрахунків із параметрами роботи [7]:  $S_0 = 0,05$ ;  $S_1 = 4,00$ ;  $R'_0 = 6,39$ ;  $R'_1 = 10,88$ ;  $S_{1,3/2} = 3,34$ . З урахуванням флуктуацій перерізи описуються досить добре, величини  $\omega_1$  описуються незадовільно, а величини  $\omega_2$  вище енергії  $\sim 250$  кеВ описуються, як і раніше, незадовільно. Рекомендованими параметрами для цього ядра є  $S_0 = 0,16(5)$  і  $S_1 = 2,80(80)$  [1 – 3]. Із підгонки отримано решту параметрів:  $R'_0 = 6,53$ ;  $R'_1 = 10,92$ ;  $S_{1,3/2} = 3,36$ . Видно (криві 3), що всі величини  $\sigma_{el}$ ,  $\omega_1$ ,  $\omega_2$  описуються загалом задовільно. Підгонка без фіксованих параметрів дала такі результати:  $S_0 = 0,26$ ;  $S_1 = 7,08$ ;  $R'_0 = 4,70$ ;  $R'_1 = 14,08$ ;  $S_{1,3/2} = 2,65$ . Із рисунка видно (криві 4), що експериментальні дані загалом описані задовільно, однак величини параметрів  $S_1$ ,  $R'_0$ , як і для попередніх ядер, явно випадають із загальноприйнятих залежностей їх від  $A$ . Врешті, нами було отримано новий набір резонансних параметрів:  $S_0 = 0,11$ ;  $S_1 = 3,40$ ;  $R'_0 = 6,25$ ;  $R'_1 = 12,31$ ;  $S_{1,3/2} = 3,00$ . Він досить добре описує експеримент, його параметри в межах похибок узгоджуються з рекомендованими, а також із залежностями параметрів від  $A$ .

Отримані в даній роботі резонансні параметри ядер <sup>110,112,116</sup>Cd наведено в таблиці. Вони є самоузгоджені, але зміни різних резонансних параметрів по-різному впливають на опис кожної з величин  $\sigma_{el}$ ,  $\omega_1$ ,  $\omega_2$  і відповідно на зміни інших параметрів при проведенні нових підгонок. Для досліджуваних ядер незначні зміни параметра  $S_0$  досить слабо впливають на величини інших параметрів і на опис експериментальних даних. Фактично метод дає змогу визначати лише верхню межу величини цього параметра, вище якої в першу чергу погіршується опис перерізів на початку діапазону енергії. Саме це дозволило зробити висновок, що рекомендовані величини  $S_0$  для ядер <sup>110,112</sup>Cd є завищеними (див. рис. 1 і 2).

**Середні резонансні параметри ізотопів кадмію**

Ядро	$S_0 \cdot 10^4$	$S_1 \cdot 10^4$	$R'_0$ , Фм	$R'_1$ , Фм	$S_{1,1/2} \cdot 10^4$	$S_{1,3/2} \cdot 10^4$
<sup>110</sup> Cd	0,25(5)	3,6(4)	6,22(21)	12,4(4)	4,8(6)	3,0(3)
<sup>112</sup> Cd	0,25(5)	4,0(4)	5,99(22)	12,4(4)	5,8(6)	3,1(3)
<sup>116</sup> Cd	0,11(3)	3,4(4)	6,25(20)	12,3(5)	4,2(8)	3,0(2)

У наборах резонансних параметрів, отриманих у підгонках без фіксації параметрів, величини параметрів  $S_0$  близькі до рекомендованих. Але величини параметрів  $S_1$  помітно більші і, як наслідок, величини параметрів  $R'_0$  помітно менші від загальноприйнятих величин цих параметрів в їх залежностях від  $A$ . Саме таке співвідношення між ними не призводить до погіршення опису перерізів на початку діапазону енергії так, як це проявилось у розрахунках із рекомендованими параметрами (див. складові перерізів у [4, 5]). Слід також зауважити, що наявні кореляції між параметрами  $S_1$  і  $R'_0$  дещо знижують однозначність їх визначення. Проте існує верхня межа також і в параметра  $R'_0$ , вище якої погіршується опис перерізів на початку діапазону енергії. Наприклад, в ядра <sup>116</sup>Cd експериментальні перерізи на початку діапазону становлять  $\sigma_{el} \approx 5,5$  б, що при  $\sigma_{el} \approx \sigma_{s0} = 4\pi R_0'^2$  відповідає  $R'_0 \approx 6,6$  Фм. Оскільки існують ще вклади перерізів  $\sigma_{c0}$  і  $\sigma_{c1}$  (див. формулу (4)), то ясно, що величина  $R'_0$  повинна бути відповідно меншою. Це в якійсь мірі знижує невизначеність між параметрами  $S_1$  і  $R'_0$  при здійсненні підгонок. Досить надійно й однозначно визначаються величини параметрів  $R'_1$  і  $S_{1,3/2}$ . Із формул (3) і (5) видно, що на початку діапазону енергії вклад в  $\omega_2$  обумовлений переважно компаундним розсіянням, тобто параметром  $S_{1,3/2}$ ; з ростом енергії цей вклад стає приблизно постійним і зростання  $\omega_2$  обумовлено параметром  $R'_1$ . Саме цим можна пояснити

ту обставину, що майже всі набори резонансних параметрів мають досить близькі величини параметрів  $R_1'$  і  $S_{1,3/2}$ .

Більш детальний аналіз отриманих нами та наявних у літературі резонансних параметрів буде проведено пізніше після визначення резонансних параметрів ядер  $^{106,108}\text{Cd}$ .

### Висновки

Розроблений нами метод визначення середніх резонансних параметрів із диференціальних перерізів пружного розсіяння нейтронів дозволив отримати з експериментальних даних із  $\sigma_{el}$ ,  $\omega_1$ ,  $\omega_2$  повні набори середніх резонансних параметрів  $S_0$ ,  $S_1$ ,  $R_0'$ ,  $R_1'$ ,  $S_{1,1/2}$ ,  $S_{1,3/2}$  для ізотопів кадмію  $^{110,112,116}\text{Cd}$ . Ці параметри добре описують експериментальні дані (величини  $\chi^2$  загалом найменші з усіх згаданих вище наборів параметрів), узгоджуються з існуючими залежностями параметрів від  $A$  та в межах похибок із існуючими рекомендованими параметрами (за виключенням  $S_0$  в ядрах  $^{110,112}\text{Cd}$ ). Це свідчить про їх досить високу надійність. Для підвищення точності й надійності визначених резонансних параметрів у першу чергу необхідно значно підвищити точність і надійність експериментальних даних та розширити їх базу при проведенні аналізу.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Mughabghab S. F., Divadeenam M., Holden N. E.* // Neutron Cross Section. BNL - 325. - Vol. 1, part. - A. - N. Y. - London: Academic Press, 1981. - 823 p.
2. *Беланова Т. С., Игнатюк А. В., Пащенко А. Б., Пляскин В. И.* // Радиационный захват нейтронов. Справ. - М.: Энергоатомиздат, 1986. - 248 с.
3. *Reffo G.* // Reference input parameter library. - IAEA TECDOC - Draft. - 1998. - P. 25.
4. *Правдивий М. М., Корж І. О., Скляр М. Т.* // Зб. наук. праць Ін-ту ядерних досл. - 2004. - № 1(12). - С. 30.
5. *Pravdivy M. M., Korzh I. O., Sklyar M. T.* // Ukr. J. Phys. - 2004. - Vol. 49, No. 7. - P. 627.
6. *Самосват Г. С.* // ЭЧАЯ. - 1986. - Т. 17, вып. 4. - С. 713; *Попов А. Б., Самосват Г. С.* // Ядерная физика. - 1987. - Т. 45, вып. 6. - С. 1582.
7. *Попов А. Б., Самосват Г. С.* // Краткие сообщения ОИЯИ, № 18 - 86. - Дубна, 1986. - 30 с.
8. *Liou H. I., Hacken G., Rahn F. et al.* // Phys. Rev. C. - 1974. - Vol. 10, No. 2. - P. 709.
9. *Musgrove A. R., Allen B. J., Boldeman J. W., Maclin R.L.* // - Proc. Conf. on Neutron Physics. - Harwell, 1978. - P. 449.
10. *Лукьянов А. А.* // Структура нейтронных сечений - М.: Атомиздат, 1978. - 191 с.
11. *Popov A. B., Samosvat G. S.* Differential elastic scattering section of cadmium isotopes and  $p$ -neutron strength functions in the range  $50 < A < 130$ . - Dubna, 1985. - 6 p. - (Prepr. / JINR; E3-85-226).
12. *Elwin A. J., Lane R. O., Langsdorf A. et al.* // Phys. Rev. - 1964. - Vol. 113, No. 1B. - P. 80.
13. *Langsdorf A., Jr., Lane R. O., Monahan J. E.* // Phys. Rev. - 1957. - Vol. 107, No. 3. - P. 1077.
14. *Vonach W. G., Smith A. B.* // Nucl. Phys. - 1966. - Vol. 78, No. 2. - P. 389.
15. *Зо Ін Ок, Николенко В. Г., Попов А. Б., Самосват Г. С.* Нейтронные дифференциальные сечения упругого рассеяния в энергетической области ниже 440 кэВ. - Дубна, 1985. - 12 с. - (Препр. / ОИЯИ; P3-85-133).
16. *Корж И. А., Пасечник М. В.* // Атомная энергия. - 1966. - Т. 20, вып. 1. - С. 8.

### СРЕДНИЕ РЕЗОНАНСНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ИЗОТОПОВ $^{110,112,116}\text{Cd}$

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

Средние резонансные параметры  $S_0$ ,  $S_1$ ,  $R_0'$ ,  $R_1'$ ,  $S_{1,1/2}$ ,  $S_{1,3/2}$  изотопов кадмия  $^{110,112,116}\text{Cd}$  определены из экспериментальных дифференциальных сечений упругого рассеяния нейтронов с помощью метода, разработанного авторами в рамках оптической модели. Параметры определены путем подгонки полученных выражений для  $\sigma_{el}$  и коэффициентов разложения дифференциальных сечений по полиномам Лежандра  $\omega_1$ ,  $\omega_2$  к их экспериментальным значениям в области энергий 1 - 450 кэВ. Проведен анализ полученных результатов и данных других авторов.

AVERAGE RESONANCE PARAMETERS OF  $^{110,112,116}\text{Cd}$  ISOTOPES

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

The average resonance parameters  $S_0$ ,  $S_1$ ,  $R'_0$ ,  $R'_1$ ,  $S_{1,1/2}$ ,  $S_{1,3/2}$  of the isotopes  $^{110,112,116}\text{Cd}$  were determined from the experimental differential neutron elastic scattering cross sections with the help of the method, developed by the authors within the framework of optical model. The parameters are found by fitting of the theoretical expressions, obtained by the authors for  $\sigma_{el}$  and for coefficients Legendre polynomial expansion of differential elastic cross sections  $\omega_1$ ,  $\omega_2$ , to their experimental values in the energy range 1 - 450 keV. The analysis of the obtained average resonance parameters is carried out.

Надійшла до редакції 25.05.05,  
після доопрацювання – 06.10.05.