

## СОРБЦІЙНА ЗДАТНІСТЬ ГІДРОКСОПАТИТУ НА ОСНОВІ $^{90}\text{Sr}$

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

Дослідження сорбційної здатності радіоактивних ізотопів Стронцію-90 важливі з огляду на їх прояви у метаболічних процесах у кісткових тканинах. Подане повідомлення присвячено дослідженню сорбційних властивостей Стронцій-90 і молекул води у нанодисперсних кальцієвих апатитах. Дослідження виконані на 5 високоякісно каліброваних зразках, для яких і було виміряно сорбційна здатність. Встановлена висока адсорбційна здатність радіоізотопів Стронцію 90, що пояснюється малими розмірами частинок і нестехіометричністю структури.

**Ключові слова:** Стронцій-90; сорбційна здатність; нанодисперсні апатити, інгібітори.

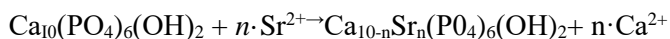
### Abstract

*Studies of Strontium-90 sorption capacity is important due to its manifestation in metabolic processes at bone tissues. This communication is dedicated to investigation of sorption capacity of  $^{90}\text{Sr}$  and water molecules in relation to nanodispersed calcium apatite. We applied five thoroughly calibrated samples and have determined sorption coefficients. We have found high level of  $^{90}\text{Sr}$  sorption capacity and explained that result by the both small particles size and non-stoichiometric structure.*

**Key words:** Strontium-90; sorption capacity, nanodispersed apatite; inhibitors.

Кальцієві апатити входять як обов'язковий компонент до складу кісткових тканин чи скелетоутворюючих структур живих організмів. Вибір медикаментозних, хірургічних чи фізіотерапевтичних процедур для лікування, реабілітації та профілактики вимагають ґрунтовних досліджень згаданих матеріалів якомога більшою кількістю методик і технологій. Серед них важливе місце відіграє вивчення сорбційних властивостей кальційзаміщаючих елементів, зокрема ізоотопу стронцію-90. Саме сорбційна здатність  $^{90}\text{Sr}$  і є об'єктом даного дослідження.

Нами отримано результати, які свідчать про високу сорбційну здатність до  $^{90}\text{Sr}$  та молекул води нанодисперсного апатиту кальцію, що, на нашу думку, обумовлено як малими розмірами частинок, так і нестехіометричністю складу. Також встановлено, що катіони  $\text{Sr}^{2+}$  діють як інгібітори при розчиненні апатиту кальцію. Це обумовлено тим, що іони  $\text{Sr}^{2+}$  ізоморфно заміщують іони  $\text{Ca}^{2+}$  на поверхні ГАП за схемою:



Утворений за такою схемою  $\text{Sr}^{2+}$ -заміщений апатит визначає швидкість розчинення апатиту кальцію. Для дослідження використовувався нанодисперсний апатит кальцію, з якого виготовлено 5 зразків. Зразки з номерами від 1 до 4 і масою 0.1 мг кожен (розмір частинок  $\sim 40$  нм) заливали 10 мл водного розчину з різною концентрацією  $^{90}\text{SrNO}_3$ , співвідношення фаз становило 1:100. Зразок № 5 був отриманий наступним чином: вихідний гель масою 1 г заливався модельним розчином 25 мл з такою ж концентрацією  $^{90}\text{Sr}$ , як і зразок № 4. Потім колоїдний розчин ГАП періодично перемішували протягом 1 доби, після чого відфільтровували на воронці Бюхнера. Після цього проводили вимірювання ступеня сорбції та десорбції  $^{90}\text{Sr}$  апатитом зразків № № 1-4, тверда фаза зразка № 5 прожарювалася при 650 °С.

Збільшення концентрації радіоізоотопу у воді практично не приводить до зростання коефіцієнта розподілу, хоча показник десорбції зі зростанням концентрації зростає практично лінійно (табл. 1). Таким чином, значна кількість поглинутого радіоізоотопу легко десорбується із нанодисперсного апатиту. Разом з тим, при однакових вихідних концентраціях  $^{90}\text{Sr}$  у розчині, сорбційні характеристики зразка № 5 знижуються у порівнянні з нанодисперсними зразками № 1-4 майже на 35%, а показник десорбції - знижується приблизно у 30 разів. Таким чином, радіоізоотоп  $^{90}\text{Sr}$ , адсорбований на нанодисперсному апатиті, міцно утримується його структурою при термічному перетворенні ГАП у кристалізований стан.

**Таблиця 1.** Сорбційні характеристики досліджених зразків до  $^{90}\text{Sr}$ .

№ зразка	Внесено, Бк/мл	$K_d$ , мл/г	Десорбовано, Бк/мл
1	5.4	285	3.8
2	9.3	389	6.9
3	30.0	206	20.8
4	61.0	279	42.0
5	61.0	183	1.48

Подані у Таблиці 1 дані дозволяють зробити висновок щодо значних магнітуд коефіцієнтів десорбції для нанодисперсних осадів вказують на те, що іони  $\text{Sr}^{2+}$  утворюють слабкі зв'язки із структурою апатиту, можливо, адсорбуючись на поверхні замість протонів ОН-груп та/або утворюючи аквакомплекси  $\text{Sr}^{2+}\cdot n\text{H}_2\text{O}$ . Термічна обробка вихідного осаду, збагаченого  $^{90}\text{Sr}$ , призводить до різкого зменшення величини десорбції при достатньо високому значенні  $K_d$ . Це свідчить про те, що при формуванні кристалів апатиту великих розмірів при прокалюванні відбувається ізоморфне входження слабкозв'язаних з поверхнею нанорозмірних частинок іонів  $\text{Sr}^{2+}$  в структуру апатиту.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Карбовський В.Л., Ю.А. Загородний, В.Х. Касіяненко, С.С. Смоляк, А.П. Шпак, Энергетический ландшафт валентных электронов апатитов природного происхождения, «Наносистемы, наноматериалы, нанотехнологии». -2009, -т.7, №4, с.999
2. V.L. Karbivskiy, T.A Korniyuk, *Ukrainica Bioorganica Acta.*, 2, 7, -2009.
3. K. Gerasopoulos, X. Chen, J. Culver, C. Wang, and R. Ghodssi, *Chem. Commun.* 46,7349 (2010).

**Касіяненко Василь Харитонович**, доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри фізики загальної фізики, Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця, [cassic1955@gmail.com](mailto:cassic1955@gmail.com)

**Kasyianenko Vasyl Kharytonovich**, Doctor of Science in Physics and Mathematics, full professor and Chief of Physics Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, [cassic1955@gmail.co](mailto:cassic1955@gmail.co)