

способствует введение бромидов, повышение рН растворов, повышение температуры и использование молибдата как катализатора. Предложена методика амперометрического определения железа (II) в водных растворах титрованным раствором  $\text{CuSO}_4$ .

**SUMMARY**

The interaction of  $\text{Fe}^{2+}$  with  $\text{Cu}^{2+}$  has been studied. The influence of bromide, pH, temperature and molybdate was investigated. The suitable conditions of realization of this interaction were established. The method of amperometric titration of ferrous on this basis has been proposed.

**ЛІТЕРАТУРА**

1. Ахметшин А. Г. Дифференциальное амперометрическое определение меди и висмута диэтилдимеркаптопирином / А. Г. Ахметшин, Ю. И. Усатенко, А. М. Аришкевич // Комплексообразование, межмолекулярное взаимодействие и соосаждение в некоторых системах. Сборник научных трудов ДГУ. Днепропетровск. – 1970. – С. 130–136.
2. Черноморченко Л. И. Взаимодействие хиноксалин-2,3-дитиола с ионами меди ( I, II) / Л. И. Черноморченко, А. Г. Ахметшин, В. Т. Чуйко // Журн. аналит. химии. – 1971. – Т. 26. – С. 691–696.
3. Ларькова В. М. Изучение взаимодействия меди (II, I) с этилксантогенатом калия в присутствии хлоридов / В. М. Ларькова, А. Г. Ахметшин // Деп. ВИНТИ, Иваново. – 1977. – № 1572–77.
4. Ахметшин А. Г. Способ определения меди и цинка при их совместном присутствии / А. Г. Ахметшин, В. М. Ларькова // А.С. 971798 (1982) // Б.И. – 1982. – №41.
5. Демид А. Є. Аналітичне використання електрохімічних властивостей галогенідуватів (I) і (II) та сульфуровмісних органічних реагентів / А. Є. Демид, А. Г. Ахметшин // Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету. Серія: Хімія. – 2002. – №6. – С. 38–40.
6. Demyd A. Y. Amperometric Analysis of Multicationic Mixtures with Sodium Diethyldithiocarbamate / A. Y. Demyd, A. G. Akhmetshin // Collection articles 8<sup>th</sup> Analytical Russian – German – Ukrainian Symposiun (ARGUS). – Hamburg, Germany, 2003. – P. 53–65.
7. Демид А. Є. Електротермічне визначення Купруму(II) і Нікелю(II) при їх одночасній присутності в об'єктах аналізу / А. Є. Демид, Д. О. Полевий, А. Г. Ахметшина [та ін.] // Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету. Серія: Хімія. – 2004. – №8. – С. 41–47.
8. Ахметшин А. Г. Осаждение Кобальту диэтилдитиокарбаматом при амперометрическом титровании у присутності Купруму / А. Г. Ахметшин, А. Є. Демид, А. Г. Ахметшина // Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету. Серія: Хімія. – 2005. – №9. – С. 29–33.
9. Ахметшин А. Г. Вольтамперометрическое исследование растворов солей меди на фоне галогенидов / Ахметшин А. Г., Ахметшина А. Г. // Тезисы докладов IX Всесоюзного совещания по полярографии, Усть-Каменогорск. – 1987. – С. 7, 8.
10. Кос Н. М. Электротермическое титрование железа (II) медью (II) в присутствии бромидов / Н. М. Кос, А. П. Митлошук, А. Г. Ахметшина [и др.] // Заводская лаборатория. – 1993. – №7. – С. 16–18.
11. Шарло Г. Методы аналитической химии / Г. Шарло. – М.: Химия, 1965. – С. 66.
12. Лайтинен Г. А. Химический анализ / Г.А. Лайтинен. – М.: Химия, 1966. – С. 323.
13. Стромберг А. Г. Физическая химия / А. Г. Стромберг, Д. П. Семченко. – М.: Высшая школа, 2001. – С. 441–487.
14. Краткая химическая энциклопедия, Т.3. / Гл. редактор И. Л. Кнунянц. – М.: Советская энциклопедия, 1964. – С. 298.
15. Лурье Ю. Ю. Справочник по аналитической химии / Ю. Ю. Лурье. – М.: Химия, 1971. – С. 279.
16. Бусев А. И. Аналитическая химия молибдена / А. И. Бусев. – М.: Изд-во АН СССР, 1962. – С. 302.

*Поступило до редакції 05.06.2012 р.*

**А. В. Чусько, А. В. Латаєва, Л. Б. Солодова, О. М. Нікіпелова**  
**ДУ «Український НДІ медичної реабілітації та курортології»**  
**МОЗ України, м. Одеса**

УДК 615.327.074:543.422:546.42

## **ЕЛЕКТРОТЕРМІЧНЕ АТОМНО-АБСОРБЦІЙНЕ ВИЗНАЧЕННЯ СТРОНЦІЮ В МІНЕРАЛЬНИХ ВОДАХ**

Стронцій входить в перелік компонентів, контроль яких необхідний і регламентований згідно ДСТУ 878-93 «Води мінеральні фасовані. Технічні умови». Завдяки низькій межі визначення, точності і експресності аналізу електротермічна атомно-абсорбційна спектроскопія (ЕТААС) знайшла широке застосування при визначенні важких металів в різних об'єктах. Проте в нормативних документах [1, 2] на цей метод стронцій не включений до переліку елементів, що визнаються. Очевидно, причиною є можливість залишкової пам'яті [3] при електротермічному вимірі стронцію. В роботі [4] на основі методики [5] проведено оптимізацію умов ЕТААС-визначення стронцію. При емісійному полум'яно-фотометричному методі вимірювання цього елемента вплив компонентів, що заважають, усувають додаванням до проби хлоридів лантану або кальцію [6, 7] у кількості 0,2-1 мас. %. Представляло інтерес вивчити можливість застосування хлориду лантану при електротермічному визначенні стронцію в мінеральних водах різного хімічного складу.

**Матеріали і методи**

Основний розчин стронцію  $0.01 \text{ мг/см}^3$  в  $0.2 \%$ -му розчині нітратної кислоти готували з розчинів стандартних зразків МСО О148:2000 з концентрацією  $1.00 \text{ мг/см}^3$ . Градувальні розчини з концентрацією  $50\text{-}200 \text{ мкг/дм}^3$  готували в день визначення. Об'єктами дослідження обрані мінеральні води з мінералізацією (М) до  $15 \text{ г/дм}^3$ . Вимірювання проводили на атомно-абсорбційному спектрофотометрі С-115 М1 з дейтерієвим коректором фону і електротермічним атомізатором Графіт-5. Атомне поглинання вимірювали за резонансною лінією стронцію –  $460.7 \text{ нм}$ . Аналізовані розчини об'ємом  $20 \text{ мкл}$  за допомогою автоматичного дозування вводили в графітову піч і проводили термічну обробку за заданою програмою: висушування  $25 \text{ с}$  при  $110^\circ\text{C}$ , озолення  $10 \text{ с}$  при  $600^\circ\text{C}$ , атомізація  $5 \text{ с}$  при  $1800\text{-}2100^\circ\text{C}$ . Вимірювані зразки мінеральних вод перед визначенням розводили в  $10$  разів  $0.2\%$ -им розчином нітратної кислоти марки ОСЧ (нульовий розчин).

Основний розчин хлориду лантану марки ЧДА концентрацією  $0.7 \text{ М}$  готували на бідистильованій воді. Перед визначенням цей розчин розводили в  $100$  разів і додавали  $20 \text{ мкл}$  отриманого розчину до  $1 \text{ см}^3$  кожного зразка розведеної в  $10$  раз проби мінеральної води або нульового розчину. Масову концентрацію стронцію обчислювали за формулою:

$$C_{Sr} = C_{\text{вим.}} \times F, \text{ де}$$

$C_{\text{вим.}}$  - концентрація стронцію, яку знайдено за градувальною залежністю; F - кратність розведення проби.

Для перевірки правильності результатів вимірювань використано метод стандартних добавок. У кожному з розбавлених проб було внесено по  $100 \text{ мкг/дм}^3$  стронцію.

**Результати дослідження**

Як видно з представлених в табл. 1-3 результатів, у всіх пробах добавки виявлено з відсотковою мірою правильності від  $91$  до  $107\%$  і відносною похибкою від  $3$  до  $17\%$ .

**Таблиця 1**

**Визначення стронцію в мінеральній природній столовій воді «Вікторія» складного аніонного складу натрієвій; смт. Сергіївка, Одеська обл.,  $M = 1.10 \text{ г/дм}^3$**

№	Концентрація стронцію, $\text{мкг/дм}^3$	
	Проба без добавки	Проба з добавкою
1	200.10	290.68
2	146.23	250.31
3	171.90	282.41
4	183.34	284.21
5	146.41	250.69
6	174.19	280.84
7	146.41	278.70
8	134.43	250.01
9	123.27	220.69
10	134.14	241.92
$\bar{X}$	156.05	263.05
Середньоквадратичне відхилення, S	24.87	23.27
Відносна похибка, $S_r$ , %	16.0	9.0
Відсоткова міра правильності, %	107.0	

**Таблиця 2**

**Визначення стронцію в мінеральній лікувально-столовій воді «Одеська», с. Олесько, Львівська обл.,  $M = 2.47 \text{ г/дм}^3$**

№	Концентрація стронцію, $\text{мкг/дм}^3$	
	Проба без добавки	Проба з добавкою
1	219.69	311.01
2	226.35	318.28
3	215.93	312.63
4	223.00	320.18
5	219.92	312.47
6	212.46	303.66
7	231.63	329.15
$\bar{X}$	221.28	315.34
Середньоквадратичне відхилення, S	6.41	8.10
Відносна похибка $S_r$ , %	3.0	2.6
Відсоткова міра правильності, %	94.0	

Визначення стронцію в мінеральній хлоридній натрієвій воді «Совіньон», м. Одеса, свердловина № 1,  $M = 10.56 \text{ г/дм}^3$ 

№	Концентрація стронцію, $\text{мкг/дм}^3$	
	Проба без добавки	Проба з добавкою
1	83.76	189.04
2	76.66	144.97
3	60.08	161.18
$\bar{X}$	73.50	165.07
Середньоквадратичне відхилення, S	12.67	22.86
Відносна похибка, $S_r$ , %	17.0	14.0
Відсоткова міра правильності, %	91.6	

Результати визначення стронцію в мінеральних водах різного хімічного складу при медико-біологічній оцінці якості та цінності для визначення можливості їх практичного використання при промисловому фасуванні і в санаторно-курортній практиці представлено в табл.4.

Таблиця 4

## Визначення стронцію в мінеральних водах

Найменування МВ	Хімічна формула	Вміст специфічних компонентів		Вміст стронцію, $\text{мг/дм}^3$
		Метасилікатна кислота, $\text{мг/дм}^3$	Ортоборатна кислота, $\text{мг/дм}^3$	
с. Микілка, Котелевський р-н, Полтавська обл.	$M_{1.0} \frac{SO_4 44 HCO_3 40}{Ca 48 (Na + K) 40}$	44.52	<0.8	1.45
с. Кам'янка, Городоцький р-н, Хмельницька обл.	$M_{0.67} \frac{HCO_3 92 SO_4 6 Cl 2}{Ca 59 Mg 29 (Na + K) 12}$	26.91	<0.8	4.11
с. Баранинці, Ужгородський р-н, Закарпатська обл., свр. 29	$M_{1.60} \frac{HCO_3 88 Cl 12}{Ca 52 (Na + K) 35 Mg 13}$	116.26	5.58	2.54
ПМР, м. Бендери, свр.601	$M_{1.78} \frac{HCO_3 44 Cl 32 SO_4 24}{(Na + K) 72 Ca 14 Mg 14}$	15.88	9.21	1.78
свт. Межігор'є, Закарпатська обл., свр. 2	$M_{0.72} \frac{HCO_3 97 Cl 2 SO_4 1}{Ca 63 Mg 23 (Na + K) 14}$	28.18	<0.8	2.43
м. Євпаторія, АР Крим, свр. 6370	$M_{1.07} \frac{Cl 69 HCO_3 25}{(Na + K) 61 Mg 23}$	12.75	2.73	1.91
м. Хмільник, Вінницька обл., свр. 1495	$M_{1.45} \frac{Cl 47 HCO_3 39}{Ca 61 (Na + K) 24}$	27.87	<0.8	0.96
м. Бердянск, Запорізька обл., свр. 2	$M_{13.60} \frac{Cl 97 HCO_3}{(Na + K) 88 Mg 7}$	16.88	31.88	5.87

На запропонований метод отримано патент України на корисну модель [8]. Межу виявлення стронцію, яка складає  $0.1 \text{ мг/дм}^3$ , визначали як подвоєне значення середньоквадратичного відхилення 20-кратного вимірювання стронцію в нульовому розчині.

Таким чином, представлений спосіб електротермічного атомно-абсорбційного визначення стронцію з використанням добавки хлористого лантану для усунення впливу заважаючих компонентів дозволяє визначати стронцій в мінеральних водах з відносною похибкою від 3 до 17 %, нижньою межею виявлення  $0.1 \text{ мг/дм}^3$  та відсотковою мірою правильності 91–107%.

## РЕЗЮМЕ

Наведено результати електротермічного атомно-абсорбційного визначення стронцію в мінеральних водах з застосуванням добавки хлориду лантану для усунення впливу заважаючих компонентів. Проведено метрологічний контроль методу та підтверджено можливість його застосування при аналізі мінеральних вод. Межа визначення стронцію становить  $0.1 \text{ мг/дм}^3$  при відносній похибці 3–17% та відсотковій мірі правильності 91–107 %.

**РЕЗЮМЕ**

Приведены результаты электротермического атомно-абсорбционного определения стронция в минеральных водах с применением добавки хлорида лантана для устранения влияния мешающих компонентов. Проведен метрологический контроль метода и подтверждена возможность его применения при анализе минеральных вод. Предел определения стронция составляет 0.1 мг/дм<sup>3</sup> при относительной погрешности 3–17% и процентной мере правильности 91–107%.

**SUMMARY**

The results of electrothermal atomic absorption determination of strontium in mineral waters with additives of lanthanum chloride to eliminate the effect of interfering components. A metrological control method and confirmed its applicability in the analysis of mineral waters. The limit of determination of strontium is 0.1 mg/dm<sup>3</sup> relative error of 3 – 17 % and the percentage measure of the accuracy of 91 – 107 %.

**ЛІТЕРАТУРА**

1. Массовая концентрация алюминия, бериллия, ванадия, железа, кадмия, кобальта, марганца, меди, молибдена, никеля, свинца, серебра, хрома и цинка в водах. Методика выполнения измерений методом атомной абсорбции с прямой электротермической атомизацией проб РД 52.24.377-2008. – М.: Росгидромет, 2008. – 21 с.
2. ГОСТ Р 51309-99 Вода питьевая. Определение содержания элементов методами атомной спектроскопии.
3. Ермаченко Л. А. Атомно-абсорбционный анализ с графитовой печью / Л. А. Ермаченко, В. М. Ермаченко, под ред. Л.Г. Подуновой // М.: ПАИМС, 1999. – 220 с.
4. Бежин Н. А. Оптимизация условий атомно-абсорбционного метода определения стронция с использованием электротермической атомизации / Н. А. Бежин, И. И. Довгий. // Збірник наукових праць СНУЯЕтаП. – Севастополь, 2011. – С. 133–139.
5. Методика выполнения измерений массовой концентрации алюминия, железа, марганца, меди, молибдена, свинца, стронция и цинка в питьевой воде: атомно- абсорбционный метод с использованием электротермического атомизатора ММВ 081/12-4701-01. – Северодонецк: НПП «Антекс-автоматика», 2000. – 39 с.
6. ГОСТ 23950-88 Вода питьевая. Метод определения массовой концентрации стронция.
7. Пупышев А. А. Атомно-абсорбционный спектральный анализ / А. А. Пупышев. – М.: Техносфера, 2009. – 784 с.
8. Патент № 52781 UA, МПК С 02F1/62. Спосіб визначення стронцію / А. В. Чуенко, Л. Б. Солодова, О. М. Нікіпелова, А. В. Латаєва.; заяв. та патентовласник УкрНДІМР та К. - № U 2010 022239; заявлено 01.03.2010. Опуб. 10.09.2010, Бюл. № 17.

*Поступило до редакції 02.06.2011 р.*

**О. В. Мельничук, Т. В. Ткаченко, Л. В. Головки, Ю. П. Гомза\***  
**Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії НАН України**  
**\* Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України**

УДК 541.128.13; 544.47

## **ВПЛИВ СТРУКТУРИ ВУГЛЕЦЕВОГО НОСІЯ НА КАТАЛІТИЧНУ АКТИВНІСТЬ НІКЕЛЮ В РЕАКЦІЇ ОКИСНЕННЯ ВОДНЮ**

Реакція окиснення водню на гетерогенних каталізаторах є важливим модельним процесом. На даний час одне з технічних застосувань реакції полягає в очищенні водню від домішок кисню та очищення кисню від домішок водню з подальшим видаленням води, що утворюється. На взаємодії кисню з розрахованою кількістю водню в присутності каталізатора базується також очищення таких газів, як аргон, від домішок водню і кисню одночасно [1]. Слід також вказати на провідне значення реакції каталітичного окиснення водню для створення паливних елементів [2].

Вуглецеві матеріали мають унікальні електричні, електрофізичні, фізико-хімічні та структурні властивості, характеризуються високою стабільністю в агресивних середовищах, що робить їх практично незамінними для використання в паливних комірках. Вуглецеві матеріали можуть використовуватися в паливних комірках як електрокаталізатори, носії каталітично активних металів, біполярні пластини та газодифузійні шари, мембрани і т.п. Вуглецеві матеріали є потенційними засобами зберігання водню. На сучасному етапі активоване вугілля, зокрема, активований антрацит знаходить застосування як матеріали електродів в суперконденсаторах [3], для зберігання метану [4] та CO<sub>2</sub> [5], як електрохімічні конденсатори [6], гетерогенні каталізатори [7] та інше.

Традиційними формами карбону, що досить давно використовуються в паливних комірках, є графіт, сажі, активне вугілля та композити на їх основі. Однак, розвиток нанотехнологій в останні роки, особливо, досягнення в галузі доступних методів одержання вуглецевих нанотрубок, аерогелів, інших новітніх нанорозмірних та наноструктурованих матеріалів [8-13] дав додатковий поштовх широкому застосуванню вуглецевих матеріалів у водневій енергетиці. Серед нових форм вуглецевих носіїв, здатних забезпечити високу дисперсність і велику поверхню каталітично активних металів, викликають інтерес вуглецеві матеріали, одержані карбонізацією полімерів [14-16]. Це особливо актуально з огляду економії благородних