

УДК 543.442.5

АТОМНО-АБСОРБЦІЙНЕ ТА АТОМНО-ЕМІСІЙНЕ З ІНДУКТИВНО-ЗВ'ЯЗАНОЮ ПЛАЗМОЮ ВИЗНАЧЕННЯ ПЛЮМБУ ТА ФЕРУМУ В ПЛАСТОВИХ ВОДАХ З ВИКОРИСТАННЯМ НОВИХ СЕРЕДОВИЩ ТА СТАНДАРТНИХ ЗРАЗКІВ СКЛАДУ**О.І. Юрченко ^a, Т.В. Черножук ^b, О.А. Кравченко ^c***Харківський національний університет імені В.Н.Каразіна, хімічний факультет, майдан Свободи, 4, Харків, 61002, Україна*a) ✉ yurchenko@karazin.uaID <https://orcid.org/0000-0002-7117-4556>b) ✉ tanya.chernozhuk@gmail.comID <https://orcid.org/0000-0001-5580-7838>c) ✉ alekseykravch@ukr.netID <https://orcid.org/0000-0003-1211-2459>

Вивчено вплив концентрації поверхнево-активної речовини (Тритон X-100) та часу обробки ультразвуком на величину аналітичного сигналу при атомно-абсорбційному та атомно-емісійному з індуктивно-зв'язаною плазмою визначенні аналітів в пластових водах. Найбільший аналітичний сигнал при визначенні Плюмбуму та Феруму досягнуто при використанні неіоногенної поверхнево-активної речовини, яка дозволяє зменшити поверхневий натяг аналізованого розчину та збільшити адсорбційність при визначенні аналітів. Показано, що при використанні сучасної пробопідготовки чутливість атомно-абсорбційного визначення Плюмбуму збільшується у 1.5, а Феруму в 1.8 рази. Методами атомно-абсорбційної та атомно-емісійної спектроскопії з індуктивно-зв'язаною плазмою визначено вміст Плюмбуму та Феруму в пластових водах з використанням ацетилацетонатів плюмбуму та феруму як стандартних зразків складу, що дозволило значно підвищити прецизійність та точність визначення аналітів. Шляхом варіювання об'єму зразку та методом «введено – знайдено» показано, що систематична похибка не значна. Узгодженість результатів, отриманих двома незалежними методами, оцінено за F– та t– критеріями. Показано, що дисперсії однорідні, а розбіжність середніх не значна та виправдана випадковим розкидом. Атомно-абсорбційним методом оцінено межу виявлення аналітів за розробленою методикою, та показано, що отримані результати нижче літературних. Розроблена методика, за метрологічними характеристиками, є конкурентоздатною на світовому рівні.

Ключові слова: пластові води, пробопідготовка, атомно-абсорбційна та атомно-емісійна з індуктивно-зв'язаною плазмою спектроскопія, Плюмбум, Ферум, Тритон X-100, ультразвук, ацетилацетон, ацетилацетонати феруму та плюмбуму, метрологічні характеристики.

Вступ

При видобутку вуглеводнів пластову воду зазвичай вважають небажаним побічним продуктом. Аналіз зразків пластової води може дати життєво важливу інформацію для плану розробки родовищ, включаючи оптимізацію конструкції та закінчуючи вибором матеріалів для вилучення вуглеводнів.

Аналіз води на пласті грає роль в динамічному моделюванні запасів, їх кількісному визначенні та розрахунків вартості завершення проектів, отримати інформацію про те, скільки буде витрачено на обсадну та поверхневу техніку (капітальні витрати). Аналіз води допомагає оператором оцінити експлуатаційні витрати. Кількісна оцінка хімії води допомагає знайти порозуміння зв'язку запасів і характеристику перехідних зон в карбонатах, тим самим впливаючи на оцінку обсягу пласту. Ще допомагає фахівцям з планування визначити, чи можуть нові відкриття бути прив'язані до існуючої інфраструктури і чи мають вони вирішальне значення для розробки проектів хімічного дослідження води. Властивості пластової води можуть бути різними, в залежності від виду колектора [1]. Аналіз мікроелементного складу пластових вод дозволяє визначити наявність родовищ нафти та газу. Вміст таких елементів, як Феруму, Мангану та Цинку дозволяє стверджувати, що дане родовище багате покладами нафти та газу.

Сьогодні найбільш широко використовують для визначення аналітів в багатокомпонентних зразках атомно-абсорбційну та атомно-емісійну спектроскопію з індуктивно-зв'язаною плазмою. Особливу роль відіграють пробопідготовка, нові середовища та стандартні зразки складу. Методики повинні відповідати вимогам «зеленої хімії» [2–25].

Мета роботи – розробити конкурентоздатну методику атомно-абсорбційного та атомно-емісійного з індуктивно-зв'язаною плазмою визначення аналітів в пластових водах з викорис-

танням ультразвукової обробки, водних розчинів поверхнево – активної речовини та β – дикетонів металів як стандартних зразків складу.

Експериментальна частина

В роботі використано атомно-абсорбційний спектрометр *i* С-115 (полум'яний варіант, лампи з порожнистими катодами, полум'я ацетилен-повітря; атомно-емісійний спектрометр з індуктивно – зв'язаною плазмою *i* CAP 6300 DUO: швидкість плазми утворюючого потоку Аргону – 12 л/хв, потужність плазми – 1350 Вт, швидкість додаткового потоку Аргону – 1.5 л/хв, режим спостереження плазми-аксіальний, потік аргону в розпорошувачі – 0.55 л/хв, швидкість обертання насоса – 50 об/хв, час інтегрування сигналу – 20 с, 5 паралельних вимірювань, довжина хвилі, нм: Плюмбум – 220,353; Ферум – 259, 940. Ультразвукова баня, модель PS – 20, потужність – 120 Вт частота – 40 кГц. Ваги лабораторні ОНАУС РА 64 (65 / 0.0001 г). Тритон X-100, $C_{12}H_{22}O(C_2H_4O)_n$, $n=9-10$, $M_r = 631$ г/моль, $KKM = 2.9 \cdot 10^4$ моль/л. Ацетилацетон, ацетилацетонати плюмбуму та феруму. Вихідна концентрація розчинів металів для приготування градувальних розчинів – 0.1 г/л. Використана дистильована вода та хімічні реактиви кваліфікації не нижче ч.д.а.

Відбирали пластову воду та підкисляли конц. HNO_3 до рН 1.5-2.0. Для аналізу в термостійкий стаканчик відбирали 250 мл води та випарювали до вологого залишку, який розчиняли в 10 мл нітратної кислоти ($\omega=1.5\%$), обробляли 20 хв ультразвуком та пробу кількісно переносили в мірну колбу місткістю 25 мл. До отриманого розчину добавляли 2.5 мл, Тритон X-100 ($\omega=5\%$), 0.5 мл. Ацетил- ацетону та доводили до мітки 1.5% HNO_3 і ретельно перемішували.

Результати та їх обговорення

Метали в пластових водах знаходяться у вигляді комплексів з органічними лігандами, склад неорганічних стандартних зразків складу суттєво відрізняється від складу розчинів, що аналізують. Це суттєво впливає на результати визначення аналітів. Тому необхідно замінити неорганічні стандартні зразки на комплекси іонів металів з органічними лігандами. Використовуючи ультразвук, досягається інтенсифікація пробопідготовки. Добавляючи Тритон X-100 зменшується поверхневий натяг аналізованого розчину та збільшується дисперсність аерозолу, що призводить до повної атомізації. До цього розчину додавали ацетилацетон для утворення ацетилацетонатів аналітів. Градувальні розчини готували із стандартних розчинів іонів Плюмбуму (МЗС 0526:2003) та Феруму (МЗС 0518:2003), а також із ацетилацетонатів металів. Будували залежність аналітичних сигналів при атомно-абсорбційному визначенні аналітів від їх концентрації та розраховували чутливість як

$$S = tg\alpha = dA / dC . \quad (1)$$

Підвищення чутливості визначали за формулою

$$\Delta S = tg\alpha_2 / tg\alpha_1 , \quad (2)$$

де $tg\alpha_1$ – чутливість при використанні водних розчинів іонів металів, $tg\alpha_2$ – чутливість при визначенні аналітів при додаванні Тритон X-100 використані ацетилацетонати металів.

Таким чином, ми підвищили чутливість визначення Плюмбуму в 1.5 рази, а Феруму в 1.8 рази. Використовуючи ацетилацетонати металів як стандартні зразки складу (вони атестовані як стандартні зразки складу ряду підприємств України), наблизили склад аналізованих зразків до градувальних розчинів, що дало можливість підвищити прецизійність та точність вимірювань.

В табл. 1 наведено дослідження по вибору концентрації ПАР для атомно-абсорбційного визначення аналітів, а табл. 2 – вибір часу обробки зразків ультразвуком.

При використанні Тритон X-100 ($\omega=5\%$) досягається максимум аналітичного сигналу при визначенні аналітів.

Як видно із табл. 2, зразки необхідно обробляти УЗ протягом 20 хв.

В табл. 3 наведено результати атомно-абсорбційного визначення аналітів в пластових водах, в табл. 4 – атомно-емісійного з індуктивно-зв'язаною плазмою, а в табл. 5 – результати перевірки правильності атомно-абсорбційного визначення металів методом «введено – знайдено».

Показано, що методика не містить значних систематичних похибок. Оцінку систематичної похибки оцінено також шляхом варіювання об'єму аналізованого зразку. Проводили розбавлення зразку 1:10; 1:20; та 1:40. Також показано, що значима систематична похибка відсутня.

Проведено співставлення результатів, отриманих двома незалежними методами, за критеріями Фішера та Стьюдента. Показано, що дисперсії однорідні, а розбіжність середніх не значна та виправдана випадковим розкидом.

Оцінено межу виявлення [25] атомно-абсорбційного визначення Плюмбуму: $C_{min} = 0.004$, $C_{lim} = 0.05$ мкг/мл, а для Феруму – $C_{min} = 0.008$, $C_{lim} = 0.015$ мкг/мл.

Таблиця 1. Вибір концентрації Тритон X-100 при атомно-абсорбційному визначення Феруму та Плюмбуму ($n=5$; $p=0.95$).

w, %	Pb, мг/л		Fe, мг/л	
	$\bar{C} \pm \frac{t_{p,f} S}{\sqrt{n}}$	S _r	$\bar{C} \pm \frac{t_{p,f} S}{\sqrt{n}}$	S _r
0	9.41±0.11	0.01	297±4	0.01
3	11.61±0.14	0.01	311±4	0.01
4	11.75±0.13	0.01	316±4	0.02
5	11.78±0.12	0.01	370±4	0.01
6	11.78±0.12	0.01	370±5	0.01

Таблиця 2. Вибір часу обробки ультразвуком при атомно-абсорбційному визначенні розчинів Плюмбуму та Феруму ($n=5$; $p=0.95$).

t, хв	Pb (Тритон X-100), мг/л		Fe (Тритон X-100), мг/л	
	$\bar{C} \pm \frac{t_{p,f} S}{\sqrt{n}}$	S _r	$\bar{C} \pm \frac{t_{p,f} S}{\sqrt{n}}$	S _r
10	11.09±0.11	0.01	370±5	0.01
15	11.61±0.14	0.01	396±5	0.01
20	11.78±0.13	0.01	448±6	0.02
25	11.78±0.12	0.01	448±6	0.01
30	11.78±0.12	0.01	448±6	0.01

Таблиця 3. Результати атомно-абсорбційного визначення Плюмбуму та Феруму в пластовій воді з використанням Тритон X-100, стабілізованих УЗ ($n=5$; $p=0.95$).

Pb, мг/л		Fe, мг/л	
$\bar{C} \pm \frac{t_{p,f} S}{\sqrt{n}}$	S _r	$\bar{C} \pm \frac{t_{p,f} S}{\sqrt{n}}$	S _r
11.78±0.14	0.01	448±6	0.01

Таблиця 4. Результати визначення вмісту Плюмбуму та Феруму методом АЕС-ІЗП в розчинах пластової води з додаванням ПАР, стабілізованих УЗ ($n=5$; $p=0.95$).

Pb, мг/л		Fe, мг/л	
$\bar{C} \pm \frac{t_{p,f} S}{\sqrt{n}}$	S _r	$\bar{C} \pm \frac{t_{p,f} S}{\sqrt{n}}$	S _r
11.78±0.15	0.01	448±6	0.01

Таблиця 5. Перевірка правильності результатів атомно-абсорбційного визначення Плюмбуму та Феруму методом «введено – знайдено» ($n=5$; $p=0.95$).

	Вміст, мг/л	Введено, мг/л	Знайдено, $\bar{C} \pm \frac{t_{p,f} S}{\sqrt{n}}$	S _r
Pb	11.78	10.0	21.76±0.27	0.01
Fe	448	500	947±12	0.01

Висновки

Використання водних розчинів Тритон X-100 та УЗ-обробки виключає використання токсичних та дорогих реагентів, підвищує стабільність та гомогенність отриманих розчинів, зменшує час аналізу, підвищує чутливість визначення аналітів в 1.5 – 1.8 рази. Стандартні зразки складу на основі ацетилацетонатів металів наближають хімічний склад аналізованих зразків до градувальник розчинів, що дозволяє підвищити прецизійність та точність вимірювань.

Література

1. Бурюкін Ф.А., Гавголенко Н.В., Степанова М.А., Костішина А.І. Проведення комплексних досліджень пластової води Ванкорського родовища. В *Молодь і наука: збірник матеріалів VII Всеросійської науково-технічної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених, присвячений 50-річчю першого польоту людини в космос*, Красноярськ, 2011, с.10-12.
2. Насибуллина О.А. Коррозионные испытания ингибиторов коррозии в условиях низкой обводненности. В *Образование и наука в современных условиях*. Матер. внутривуз. науч. – практ. конф. Стерлитамак: Полиграфія, 2016; с. 287 – 288.
3. Гареев, А.Г. *Коррозия и защита металлов в нефтегазовой отрасли*; Уфа: Гилем, Башк. энцикл. 2016.
4. Хусаинова Р.Ф. Коррозия насосно-компрессорных труб в пластовых водах месторождения западной сибирей. В *IX международная конференция студентов и молодых ученых «Перспективы развития фундаментальных наук»*. 2012. №9. С. 264.
5. Немец Н. Н., Пантелеймонов А.В., Шугай Е. А., Холін Ю. В. Створення зразка порівняння для візуального бінарного тестування заліза (III) у підземних. *Вісник Харківського національного університету*. **2008**, Хімія.вип.16(39), 151 – 158.
6. Басова Е.М., Іванов В.М., Апендеева О.К. Спектрофотометричне визначення тіоціанат-іонів в пластових водах. *Вістн. моск. ун-ту. сер. 2. хімія*. **2014**, 55,15.
7. Юрченко О.І. Титова Н.П., Мандрика Т.С., Добріян М.А., Черножук Т.В. Атомно-абсорбційне та атомно-емісійне з індуктивно-зв'язаною плазмою визначення заліза у нафтопродуктах з використанням ацетилацетонату залізу у якості стандартного зразка складу. *Вісник Харківського національного університету*. **2011**, Хімія.вип.20(43), 216.
8. Мариненко А.И., Пеляев О.И. Экспресс-метод определения содержания железа в бензинах. *Химия и технология топлив и масел*. **2008**, 1, 29 – 31.
9. Кулакова В.В. Использование внутрислоевой очистки подземных вод от железа и марганца (на примере водоснабжения г. Хабаровск). *Вестник ДВЦ РАН*. **2013**, 2, 85.
10. Юрченко О.И., Титова Н.П., Курочкина Е.М. Выбор способов пробоподготовки нефтепродуктов для атомного спектрального анализа. *Журн. прикл. спект.* **2010**, 77,2, 316-320.
11. Темердашева З.В. Исследование и анализ бензинов, измененных в процессах испарения и выгорания. *Заводская лаборатория. Диагностика материалов*. **2008**. 74,4,4-8.
12. Трофимчук А.К., Латаєва А.В., Чуєнко А.В. Сорбційно-атомно-абсорбційне визначення свинцю у високомінералізованих водах. *Український хімічний журнал*. **2009**,75,10, 120-123.
13. Щербанчеко М.Д. Електротермічне атомно-абсорбційне визначення свинцю і кадмію у різноманітних видів спиртів. *Криміналістичний вісник*. **2014**. 2 (22), 190-196.
14. Болдырев К.А., Кузьмин В. В., Куранов Н.П., Билек Ф. Геохимическое моделирование внутрислоевого обезжелезивание и деманганации подземных вод. *Водоснабжение и санитарная техника*. **2012**, 4,49-50
15. Кулаков В.В., Стеблевский В.И., Домин К.В., Херлитциус Й., Тесля В.Г. Опытная промышленная эксплуатация пилотной установки очистки подземных вод на Тунгусском водозаборе. *Водоснабжение и санитарная техника*. **2012**, 7,29-35
16. Кулаков В.В. Биогеохимические аспекты очистки подземных вод Приамурья. *Тихоокеан. геология*. **2008**, 27,1, 109-118.

17. Duyck C., Miekeley N. Trace element determination in crude oil and its fractions by inductively coupled plasma mass spectrometry using ultrasonic nebulization of toluene solutions. *Spectrochimica Acta*, **2008**, 57, 1979-1990.
18. Болдирев К.А. Геохімічне моделювання внутріпластового знезалізнення і деманганациї підземних вод. *Водоснабження і санітарна техніка*. **2013**, 4, 49-55
19. Самтанова Д.Э. Характеристика пластовых вод нефтяных месторождений Республики Калмыкия как приоритетных загрязнителей при нефтедобыче: дисс. к. х. н.: 03.02.08. Иван. гос. хим. технол. ун-т. – Б.м. – 2017. – 175 с.
20. Юрченко А.О. Спектральні методи дослідження. *Наукові та методичні засади фізичної освіти*. **2013**, 1(5), 160-166.
21. Юрченко О.І., Титова Н.П., Сабір Корвані Саліх Сабір, Черножук Т.В. Атомно-абсорбційне та атомно-емісійне з індуктивно зв'язаною плазмою визначення Купруму в нафтопродуктах. *Вісник Харківського національного університету*. **2016**, Хімія. вип. 27(50), 79-83.
22. Мазняка Н.В., Верхотурова А.П., Лосева В.Н., Замай Т.Н. Визначення натрію та калію в біологічних об'єктах методами атомно-абсорбційної та атомно-емісійної спектроскопії. *Journal of Siberian Federal University. Chemistry*, **2012**, 3(5), 320-330.
23. Fischbach F.T. *Manual of Laboratory and Diagnostic Tests*. N.Y.: Lippincott Williams Wilkins, 2008.
24. Белецкая Э.Н. Гигиенические аспекты остеотропности свинца как фактора риска кальцийдефицитной патологии у человека. *Медицинские перспективы*. – **2014**, 2, 130-138.
25. Алемасова А.С., Зайцев В.М., Єнальєва Л.Я. *Аналітична хімія*. Донецьк: «Ноулідж», 2010.
26. Алемасова А.С., Рокун А.М., Шевчук І.О. *Аналітична атомно-абсорбційна спектроскопія*. Навчальний посібник. Севастополь: «Вебер», 2003.

References

1. Buryukin F.A., Gavgolenko N.V., Stepanova M.A., Kostishina A.I. Complex investigation of strata water of the Vankorskogo source. Youth and Science: materials of VII Russian conference of students, postgraduates and young scientists, devoted to the 50 anniversary of the first human space flight. Krasnoyarsk, **2011**, p.10-12 [in Ukr].
2. Nasibullina O.A. Corrosion testing of corrosion inhibitors under low water conditions. *Education and science in the modern conditions. Materials of scientific conference*. Sterlitamak: Poligrafiya, **2016**; p. 287 – 288 [in Rus]. <http://dx.doi.org/10.17122/ngdelo-2019-1-120-123>
3. Gareev A.G. Corrosion and protection of metals in the oil and gas industry. Ufa, Gilem, Bashk. encyclopedia. **2016** [in Rus].
4. Husainova R.F. Corrosion of compressor tubes in strata waters of the western Siberia sources. *The IX International Conference of Students and Young Scientists "Prospects for the Development of Fundamental Sciences"*, **2012**. 9. p. 264 [in Rus].
5. Reshetnyak E. A., Nemetz N. N., Panteleimonov A. V., Shugay E. A., Kholin Yu. V.. Development of a reference sample for visual binary testing of Fe(III) in groundwater. *Kharkov Univ. Bull., Chem. Ser.* **2008**, 16, 151 – 158 [in Ukr].
6. Basova, V.M. Ivanov, O.C. Apendeeva. Spectrophotometric determination of thiocyanate ions in formation waters. *MSU Vestnik*, **2014**, 55, 15 [in Rus]
7. Yurchenko O.I., Titova N.P., Mandryka T.S., Dobryian M.A., Chernozhuk T.V. Atomic-absorption and atomic-emission with the inductively-coupled plasma detection of iron in the oil products using ferric acetilacetate as the standard composition sample. *Kharkiv Univ. Bull., Chem. Ser.* **2011**, 20, 216-221 [in Ukr].
8. Marinenko A.I., Pelyaev O.I. Express methods of determination of iron contain in petrol. *Chemistry and Technology of Fuels and Oils*, **2008**, 1, 29 – 31 [in Rus].
9. Kulakova V.V. Using of intrastrata purification of underground water from iron and manganese. *Vestnik of Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences*. **2013**, 2, 85 [in Rus].

10. Yurchenko O.I., Titova N.P., Kurochkina E.M. Choose of ways of sample preparation for atomic spectral analysis. *Journ. Appl. Spectroscopy*, **2010**, 77, 2, 316-320 [in Rus].
11. Temerdasheva Z.V. Investigation and analysis of petrols, changed in processes of burning and evaporation. *Industrial laboratory. Diagnostics of materials*. **2008**, 74, 4, 4-8 [in Rus].
12. Trofimchuk A.K., Lataeva A.V., Chuenko A.V. Sorbtion atomic absorbtion determination of lead in high mineralized water. *Ukrainian chemistry journal*. **2009**, 75, 10, 120-123 [in Ukr].
13. Scherbancheko M.D. Electrochemical atomic absorbtion determination of lead and cadmium in various alcohols. *Kryminalistychnyi visnyk*. **2014**. 2 (22), 190-196 [in Ukr].
14. Boldyrev K.A., Kuzmin V.V., Kuranov N.P., Bilek F. Geochemical simulation of intrastrata reironing and remanganization of underground water. *Water Supply and Sanitary Technique*. **2012**, 4, 49-50 [in Rus].
15. Kulakov V.V., Steblevskiy V.I., Domin K.V., Herlitcius Y., Teslya V.G. Experimental industrial operation of a pilot equipment for groundwater purification at the Tunguska water intake. *Water Supply and Sanitary Technique*. **2012**, 7, 29-35 [in Rus].
16. Kulakov V.V. Biogeochemical aspects of Priamurye groundwater purification. *Russian Journal of Pacific Geology*. **2008**, 27, 1, 109-118 [in Rus].
17. Duyck C., Miekeley N. Trace element determination in crude oil and its fractions by inductively coupled plasma mass spectrometry using ultrasonic nebulization of toluene solutions. *Spectrochimica Acta*, **2008**, 57, 1979-1990. [https://doi.org/10.1016/S0584-8547\(02\)00171-4](https://doi.org/10.1016/S0584-8547(02)00171-4)
18. Boldyrev K.A. Geochemical simulation of intrastrata reironing and remanganization of underground water. *Water Supply and Sanitary Technique*. **2013**, 4, 49-55 [in Rus].
19. Samtanova D.E. Characteristics of strata water of oil sources of Kalmykia Republic as an important pollutants at oil production.: diss. Ph.D.: 03.02.08. Ivan. state. him. tehnol. un-t. - B.m. - 2017. - 175 p [in Rus].
20. Yurchenko A.O. Spectral methods of investigation. Scientific and methodic tasks of physical education. **2013**, 1(5), 160-166 [in Ukr].
21. O.I. Yurchenko, N.P. Titova, Sabir Karwan Salih Sabir, T.V. Chernozhuk. Atomic absorption and atomic emission with inductively coupled plasma determination of copper in petroleum products. *Kharkiv Univ. Bull., Chem. Ser.* **2016**, 27, 79-83 [in Ukr].
22. Maznyaka N.V., Verhoturova A.P., Loseva V.N., Zamay T.N. Sodium and potassium determination in biological objects by the methods of atomic absorption and atomic emission spectroscopy. *Journal of Siberian Federal University. Chemistry*, **2012**, 3(5), 320-330 [in Ukr].
23. Fischbach F.T. *Manual of Laboratory and Diagnostic Tests*. N.Y.: Lippincott Williams Wilkins, 2008.
24. Biletska E.M., Onul N.M., Bezub O.V. Hygienic aspects of lead osteotropy as a risk factor of calcium-deficit pathology in man. *Medical perspectives*, **2014**, 2, 130-138 [in Rus]. <https://doi.org/10.26641/2307-0404.2014.2.28461>
25. Alesmasova A.S., Zaycev V.M., Enaleva L.Ya. *Analytical chemistry*. Doneck: "Knowledge", 2010 [in Ukr].
26. Alesmasova A.S., Rokun A.M., Shevchuk I.O. *Analytical atomic absorption spectroscopy. Manual*. Sevastopol: «Veber», 2003 [in Ukr].

Надіслано до редакції 16 квітня 2020 р.

О.И. Юрченко, Т.В. Черножук, А.А. Кравченко. Атомно-абсорбционное и атомно-эмиссионное с индуктивно-связанной плазмой определение свинца и железа в пластовых водах с использованием новых сред и стандартных образцов.

Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина, химический факультет, пл. Свободы, 4, Харьков, 61022, Украина.

Изучено влияние концентрации поверхностно-активного вещества (Тритон X-100) и времени обработки ультразвуком на величину аналитического сигнала при атомно-абсорбционном и атомно-эмиссионном с индуктивно-связанной плазмой определении аналитов в пластовых водах. Максимальный аналитический сигнал при определении свинца и железа был достигнут при использовании неионогенного поверхностно-активного вещества, что позволило уменьшить поверхностное натяжение анализируемого раствора и увеличить адсорбцион-

ность при определении аналитов. Показано, что при использовании современной пробоподготовки чувствительность атомно- абсорбционного определения свинца увеличивается в 1.5, а железа в 1.8 раза. Методами атомно-абсорбционной и атомно-эмиссионной с индуктивно-связанной плазмой спектроскопии определено содержание свинца и железа в пластовых водах с использованием ацетилацетонатов свинца и железа в качестве стандартных образцов состава, что позволило значительно повысить прецизионность и точность определения аналитов. Путём варьирования объема образца и методом «введено–найдено» было показано, что систематическая погрешность не значительна. Согласование результатов, полученных двумя независимыми методами, оценено согласно F– и t– критериям. Показано, что дисперсии однородны, а разброс средних не значителен, и оправдан случайным образом. Атомно-абсорбционным методом оценен предел обнаружения аналитов согласно разработанной методике, и показано, что полученные результаты ниже литературных. Разработанная методика, по метрологическим характеристикам, является конкурентоспособной на мировом уровне.

Ключевые слова: пластовые воды, пробоподготовка, атомно-абсорбционная и атомно-эмиссионная с индуктивно-связанной плазмой спектроскопия, свинец, железо, Тритон X-100, ультразвук, ацетилацетон, ацетилацетонаты свинца и железа, метрологические характеристики.

O.I. Yurchenko, T.V. Chernozhuk, O.A. Kravchenko. Atomic absorption and atomic emission with inductive connected plasma detection of Lead and Iron in strata water using new medias and standard composition samples.

V.N. Karazin Kharkiv National University, School of Chemistry, 4 Svobody sqr.,61022 Kharkiv, Ukraine

An influence of SAS (Triton X-100) concentration and ultrasound treatment time on the value of analytical signal at atomic absorption and atomic emission with inductive connected plasma detection of analytes in strata water was studied. Maximal analytical signal at of Lead and Iron was reached at using nonionogenic SAS which let us to decrease surface tension of the analyzed solution and to increase absorptivity at analytes detection. It was shown that using of the modern sample preparation increase sensibility of atomic absorption detection of Lead in 1,5 times and Iron in 1,8 times. By the methods of atomic absorption and atomic emission with inductive connected plasma spectroscopy and using acetylacetonates of Lead and Iron as standard composition samples, that let us to increase sensitivity of the detection of analytes, contain of Lead and Iron in strata water was determined. By variation of the sample volume and by "injected-found out" method we have proved that systematic error is not significant. The results, obtained by two independent methods were compared according to F- and t-criteria. It was proved that dispersions are homogenous and run of the means is not sufficient and proved by random scatter. By atomic absorption method we estimated the detection limit of the analytes according to the developed methodic and show that the obtained results are lower than the same data from literature. The developed methodic, according to its metrological characteristics, is competitive at international level.

Keywords: strata water, sample preparation, atomic absorption and atomic emission with inductive connected plasma spectroscopy, Lead, Iron, Triton X-100, ultrasound, acetylacetone, acetylacetonates of Lead and Iron metrological characteristics.

Kharkiv University Bulletin. Chemical Series. Issue 34 (57), 2020