

**В. М. Брицун, А. М. Череменко, О. М. Кузнецова,
Н. М. Очеретяна, Р. А. Мелешко, Н. В. Останіна**

Залишковий уміст металів (As, Cd, Pb, Cu, Fe, Zn) в азотній і хлористоводневій кислотах для атомно-емісійної спектрометрії з індуктивно зв'язаною плазмою

*Державна установа «Інститут громадського здоров'я імені О. М. Марзєєва
Національної академії медичних наук України», м. Київ*

Ключові слова: атомно-емісійна спектрометрія з індуктивно зв'язаною плазмою, кількісний уміст металів (As, Cd, Pb, Fe, Cu, Zn), азотна кислота, хлористоводнева кислота

Державна науково-дослідна лабораторія контролю якості лікарських засобів ДУ «Інститут громадського здоров'я імені О. М. Марзєєва НАМНУ» здійснює контроль за якістю лікарських засобів, субстанцій, дієтичних добавок, фармацевтичної сировини та дитячих іграшок на відповідність вимогам нормативних документів і провідних фармакопей світу. Для цього застосовуються як класичні, так і новітні фізико-хімічні методи, зокрема, атомно-емісійна спектрометрія з індуктивно зв'язаною плазмою (ІЗП-АЕС), що характеризується високою чутливістю, точністю й оперативністю. Метод ІЗП-АЕС придатний для аналізу органічних, неорганічних речовин, мінералів і визначення кількісного вмісту хімічних елементів [1–3]. У фармацевтичній галузі ІЗП-АЕС використовується для встановлення вмісту металів у лікарській сировині, субстанціях і готових лікарських формах, рослинних засобах, дієтичних добавках [4] і в скляних контейнерах [5].

Для випробовувань (пробопідготовки й аналізу) спектрометри ІЗП-АЕС

потребують значної кількості неорганічних кислот (зазвичай азотної та хлористоводневої) [4, 5]. Концентровані кислоти потрібні для переведення проб у водорозчинну фазу, а розведені кислотні розчини (0,1–5 %) – для генерації індуктивно зв'язаної плазми в струмені робочого газу (аргону) і випробовувань.

Для високочутливих тестів виробники приладів рекомендують застосовувати кислоти кваліфікації «о. с. ч.» (for ultratrace analysis, «extra pure»), проте для більшості рутинних досліджень вони є комерційно малодоступними.

Мета дослідження – визначення залишкового вмісту металів – арсену (As), кадмію (Cd), свинцю (Pb), заліза (Fe), міді (Cu), цинку (Zn) у розчинах хлористоводневої й азотної кислот кваліфікації «о. с. ч.» і «ч. д. а.» («analytical grade»), які застосовуються для випробовувань методом ІЗП-АЕС. Обґрунтування можливостей використання для аналізів у ІЗП-АЕС розчинів комерційно доступніших кислот (кваліфікації «ч. д. а.»).

Матеріали та методи. Дослідження здійснювали на оптико-емісійному спектрометрі з індуктивно зв'язаною плазмою Agilent 5800 ICP-OES (потужність генератора плазми 1200 Вт, потік небулайзера 0,65 л/хв,

час стабілізації 20 с, час зчитування 30 с (режим аксіального огляду плазми). Вимірювання вмісту металів проводилось шляхом порівняння емісії досліджуваних розчинів з емісією стандартних розчинів.

Для приготування розчинів використовували хлористоводневу кислоту 33,6 % (Honeywell, TraceSelect Ultra for ultratrace analysis), хлористоводневу кислоту 37 % (Merck for analysis EMSURE, Reag. Ph. Eur.), азотну кислоту $\geq 69,0$ % (Honeywell TraceSelect for trace analysis), азотну кислоту 69,5 % (Carlo Erba for analysis ACS, Reag. Ph. Eur.). Стандартні розчини хімічних елементів були приготовлені зі стандартів ICP-OES Wavelength Calibration Solution фірми «Agilent Technologies» розведенням до потрібних концентрацій у полімерному посуді. Воду деіонізовану було отримано з системи Millipore Direct-Q 3 UV.

Результати та їх обговорення. Дослідження складалось з двох частин: визначення межі виявлення приладу для хімічних елементів (алюмінію (Al), As, Cd, Cu, Fe, ртуті (Hg), молібдену (Mo), магнію (Mg), мангану (Mn), калію (K), Pb, Zn) в умовах експерименту та встановлення вмісту хімічних елементів (As, Cd, Cu, Fe, Pb, Zn) у розчинах розведених кислот (HCl і HNO₃) кваліфікації «о. с. ч.» і «ч. д. а.» з концентрацією 1 і 20 %. Вибір хімічних елементів для контролю був обумовлений тим, що в Державній фармакопеї України є випробовування на граничний вміст важких металів (As, Cd, Pb) у лікарській рослинній сировині та лікарських рослинних засобах [4]. Катіони Cu, Fe, Zn в аргонній плазмі характеризуються високим рівнем емісії, тому ці метали рекомендуються для перевірки метрологічних характеристик систем ІЗП-АЕС [6]. Також їхня

залишкова кількість у лікарських засобах і дієтичних добавках обмежується нормативними документами (методами контролю якості) виробників фармацевтичної продукції.

Для визначення вмісту хімічних елементів у випробувальних розчинах методом ІЗП-АЕС насамперед необхідно було в умовах експерименту встановити межу виявлення приладу, тобто мінімальний уміст речовини-аналіту в розчині, сигнал якої можна надійно відрізнити від фону (шуму). Концентрації хімічних елементів, які менші ніж межі виявлення приладу, є неінформативними. Відповідно до вимог нормативного документа [6], процедура визначення межі виявлення приладу повинна включати вимірювання концентрацій холостого розчину (10 повторів) на довжині хвилі виявлення для кожного вибраного елемента. Межа виявлення кожного елемента визначається множенням стандартного відхилення результатів вимірювання на три.

Нами були приготовані холості та стандартні розчини солей Al, As, Cd, Cu, Fe, Hg, Mo, Mg, Mn, K, Pb, Zn (концентрації – 1–10000 мкг/л у розчині 0,25 % HCl + 0,25 % HNO₃, кислоти кваліфікації «о. с. ч.» і проведени вимірювання емісії цих розчинів (табл. 1). Після цього були побудовані калібрувальні графіки та виміряні інтенсивності холостих розчинів Al, As, Cd, Cu, Fe, Hg, Mo, Mg, Mn, K, Pb, Zn, які з використанням калібрувальних графіків були перераховані в одиниці концентрації (мкг/л). Обчислено стандартне відхилення й, відповідно, знайдено межі виявлення цих елементів (табл. 2).

Межа виявлення приладу залежить від природи хімічного елемента (у першу чергу, від інтенсивності його емісії) і в умовах експерименту для

Залежність інтенсивності емісії стандартних розчинів солей Al, As, Cd, Cu, Fe, Hg, Mo, Mg, Mn, K, Pb, Zn від їхньої концентрації

№ з/п	Хімічний елемент, довжина хвилі, нм*	Концентрація розчину, мкг/л				Рівняння калібрувального графіка**
		0	10	100	1000	
		Інтенсивність емісії (середнє значення 10 повторів)				
1	As (188,980)	6,01	48,65	469,61	4757,03	$y = 4,7542x + 2,0257$
2	Cd (226,502)	23,4	1346,95	13385,15	135582,39	$y = 135,57x + 23,4$
3	Pb (220,353)	13,83	91,85	799,89	7934,54	$y = 7,9227x + 11,483$
4	Zn (213,857)	125,37	880,12	6942,42	68404,77	$y = 68,279x + 125,37$
5	Cu (327,395)	20,54	524,88	4606,86	46847,48	$y = 46,818x + 20,54$
6	Mo (202,032)	17,82	258,95	2428,8	24838,52	$y = 24,814x + 17,82$
7	Hg (184,887)	0	1	10	50	
		33,36	45,92	123,76	484,36	$y = 8,9892x + 34,765$
8	Mg (279,533)	0	50	100	250	
		2043,27	66390,66	125695,26	313357,97	$y = 1242,3x + 2643,7$
9	Mn (257,610)	0	1	25	100	
		39,54	343,5	8037,84	30394,49	$y = 304,51x + 39,54$
10	Al (396,152)	0	1	10	100	
		48,75	147,9	520,88	3804,5	$y = 37,659x + 48,75$
11	Fe (238,204)	12,88	343,47	1031,97	8173,02	$y = 81,827x + 12,88$
12	K (766,491)	0	100	1000	10000	
		177,49	3814,83	34424,78	388158,55	$y = 38,753x + 177,49$

Примітка. *Встановлене інтегрування, 10 повторів для кожного хімічного розчину,

**достовірність апроксимації для калібрувальних графіків $r^2 = 0,996-0,999$.

більшості елементів (Al, Cd, Cu, Fe, Hg, Mo, Mg, Mn, Pb, Zn) становить 0,1–1,1 мкг/л (табл. 2). Деяко більшими є межі виявлення As та K (відповідно 1,4 і 2,2 мкг/л).

Для з'ясування можливості застосування у випробуваннях комерційно доступних азотної та хлористоводневої кислот нами було проведено дослідження залишкового вмісту металів (As, Cd, Pb, Cu, Fe, Zn) у кислотах кваліфікації «ч. д. а.» з концентраціями 1 і 20 %. Для порівняння

також досліджували вміст металів у кислотах кваліфікації «о. с. ч.».

Методика полягала в приготуванні холостого та стандартних розчинів металів (As, Cd, Cu, Fe, Pb, Zn у розчині 0,25 % HCl + 0,25 % HNO₃, кислоти кваліфікації «о. с. ч.»), дослідженні їхніх емісій та обчисленні калібрувальних графіків. Щоб впевнитись в якості відмивки після інжекції стандартних розчинів, знову аналізували холостий розчин на предмет відсутності значимих кон-

*Інтенсивність емісії, концентрація, стандартне відхилення та межа виявлення
Al, As, Cd, Cu, Fe, Hg, Mo, Mg, Mn, K, Pb, Zn*

№ за/п	Хімічний елемент, довжина хвилі, нм	Інтенсивність емісії (середнє значення)*	Концентрація, мкг/л	Стандартне відхилення (SD) концентрації хімічного елемента в холостому розчині	Межа виявлення (SD • 3), мкг/л	Вимоги до межі виявлення, мкг/л [6]
1	As (188,980)	0,31	-0,36	0,47	1,41	50
2	Cd (226,502)	42,38	0,14	0,11	0,33	5
3	Pb (220,353)	7,36	-0,52	0,34	1,02	50
4	Zn (213,857)	155,41	0,44	0,15	0,45	3
5	Cu (327,395)	16,79	-0,08	0,13	0,39	3
6	Mo (202,032)	16,83	-0,04	0,13	0,39	5
7	Hg (184,887)	37,64	0,32	0,33	0,99	–
8	Mg (279,533)	2830,05	0,15	0,07	0,21	30
9	Mn (257,610)	45,63	0,02	0,03	0,09	2
10	Al (396,152)	36,70	-0,32	0,38	1,14	20
11	Fe (238,204)	12,06	-0,01	0,06	0,18	3
12	K (766,491)	178,65	0,03	0,73	2,20	200

Примітка. *Встановлене інтегрування, 10 повторів для кожного розчину.

центрацій досліджуваних металів. Потім визначали вміст металів у розведених (1 %) і концентрованих (20 %) розчинах хлористоводневої та азотної кислот (кваліфікації «о. с. ч.» і «ч. д. а.»). Результати випробувань наведено в таблицях 3 і 4.

Встановлено, що в розведених розчинах 1 % хлористоводневої та 1 % азотної кислот «о. с. ч.» залишкові концентрації важких металів (As, Cd, Pb) менші ніж межі виявлення приладу: 0–0,78, 0–0,06, 0,12–0,13 мкг/л

при межах виявлення 1,41; 0,33 і 1,02 мкг/л відповідно. Для Fe, Zn, Cu – концентрації дорівнюють 0,23–0,27, 0–0,41, 0–0,05 мкг/л при межах виявлення 0,18; 0,45 і 0,39 мкг/л відповідно.

З'ясовано, що в розведених 1 % розчинах хлористоводневої та азотної кислот «ч. д. а.» залишкові концентрації важких металів менші або на рівні межі виявлення приладу. Для As, Cd, Pb концентрації дорівнюють 0,35–1,09, 0–0,05, 0 мкг/л відповідно.

Залишкові концентрації As, Cd, Pb у 1 і 20 % розчинах хлористоводневої та азотної кислот кваліфікації «о. с. ч.» і «ч. д. а.»

№ за/п	Розчин	As, $\lambda = 188,980 \text{ нм}^*$		Cd, $\lambda = 214,439 \text{ нм}^{**}$		Pb, $\lambda = 220,353 \text{ нм}^{***}$	
		Інтен-сивність	Кон-цент-рація, мкг/л	Інтен-сивність	Кон-цент-рація, мкг/л	Інтен-сивність	Концент-рація, мкг/л
1	Холостий	3,39	0	12,08	0	2,18	0
2	Стандартний	17,21	5	377,53	5	28,22	5
3	Стандартний	24,63	10	658,54	10	38,85	10
4	Стандартний	62,94	25	1638,84	25	98,59	25
5	Стандартний	237,71	100	6373	100	383,85	100
6	Холостий	9,09	0,55	4,4045	-0,13	17,39	0,45
7	HCl 1 % о. с. ч.	10,07	0,78	28,031	0,06	6,62	0,13
8	HCl 20 % о. с. ч.	8,02	0,30	24,3005	0,03	7,77	0,28
9	HCl 1 % ч. д. а.	11,41	1,09	26,7875	0,05	5,31	-0,04
10	HCl 20 % ч. д. а.	6,17	-0,13	25,544	0,04	5,39	-0,03
11	HNO ₃ 1 % ч. д. а.	8,23	0,35	5,648	-0,12	5,47	-0,02
12	HNO ₃ 20 % ч. д. а.	7,12	0,09	49,1705	0,23	25,53	2,59
13	HNO ₃ 1 % о. с. ч.	6,56	-0,04	15,596	-0,04	6,54	0,12
14	HNO ₃ 20 % о. с. ч.	7,67	0,22	50,414	0,24	10,46	0,63

Примітка. *Калібрувальний графік $x = (y - 6,73)/4,2903$, достовірність апроксимації $r^2 = 0,999$,

**калібрувальний графік $x = (y - 20,57)/124,35$, достовірність апроксимації $r^2 = 0,998$,

***калібрувальний графік $x = (y - 5,62)/7,6867$, достовірність апроксимації $r^2 = 0,999$, повторюваність: триразова, встановлене інтегрування.

Для Fe, Zn, Cu – концентрації дорівнюють 0,45–0,85, 0,28–0,64, 0 мкг/л відповідно. Тобто, залишкові концентрації Fe та Zn дещо вищі ніж межі виявлення приладу (для Fe в 3–5 разів, для Zn в 1,5 разу).

У 20 % розчині хлористоводневої кислоти «ч. д. а.» перевищують межу виявлення приладу залишкові концентрації Cu, Fe і Zn, (відповідно 0,72; 14,83; 9,65 мкг/л), у 20 % розчині азотної кислоти «ч. д. а.» – залишкові концентрації Cu, Fe та Pb (відповідно 0,96; 6,02; 2,59 мкг/л). У 20 % розчині хлористоводневої кислоти кваліфікації «о. с. ч.» є помітна кількість Zn і Fe (відповідно 5,82 і 2,08 мкг/л), у 20 % розчині азотної кислоти кваліфікації «о. с. ч.» – Zn і Fe (відповідно 1,04 і 1,69 мкг/л).

Таким чином, використання концентрованих (20 %) розчинів азотної та хлористоводневої кислот кваліфікації «ч. д. а.» для визначення Cu, Fe, Zn і Pb є небажаним для методу ІЗП-АЕС.

Висновки

1. Методом ІЗП-АЕС встановлено, що концентрація домішок (As, Cd, Pb, Cu) у розведених 1 % хлористоводневій та 1% азотній кислотах кваліфікації «ч. д. а.» зазвичай менше межі виявлення приладу. У випадку невеликого надлишку концентрацій домішок (Fe, Zn) у холостому, стандартних і випробувальних розчинах він автоматично враховується й компенсується приладом. За необхідності можна застосо-

Залишкові концентрації катіонів Cu, Zn, Fe в 1 і 20 % розчинах хлористоводневої та азотної кислот кваліфікації «о. с. ч.» та «ч. д. а.»

№ за/п	Тип розчину	Cu, $\lambda = 327,395 \text{ нм}^*$		Zn, $\lambda = 213,857 \text{ нм}^{**}$		Fe, $\lambda = 238,204 \text{ нм}^{***}$	
		Інтенсивність	Концентрація, мкг/л	Інтенсивність	Концентрація, мкг/л	Інтенсивність	Концентрація, мкг/л
1	Холостий	22,89	0	23,16	0	15,97	0
2	Стандартний	261,87	5	499,15	5	723,87	5
3	Стандартний	484,43	10	715,86	10	1151,75	10
4	Стандартний	1167,45	25	1463,9	25	2454,68	25
5	Стандартний	4551,89	100	5087,9	100	8673,06	100
6	Холостий	23,34	0,01	34,70	0,22	28,23	0,14
7	HCl 1 % о. с. ч.	20,17	-0,06	44,45	0,41	36,12	0,23
8	HCl 20 % о. с. ч.	22,89	0,0	321,66	5,82	198,15	2,08
9	HCl 1 % ч. д. а.	17,45	-0,12	37,78	0,28	90,42	0,85
10	HCl 20 % ч. д. а.	55,53	0,72	518,28	9,65	1314,9	14,83
11	HNO ₃ 1 % ч. д. а.	27,42	0,0	55,74	0,64	55,38	0,45
12	HNO ₃ 20 % ч. д. а.	66,41	0,96	540,35	10,08	543,25	6,02
13	HNO ₃ 1 % о. с. ч.	25,16	0,05	4,41	-0,36	39,62	0,27
14	HNO ₃ 20 % о. с. ч.	20,17	-0,06	76,28	1,04	163,99	1,69

Примітка. *Калібрувальний графік Cu $x = (y - 22,89)/45,332$, достовірність апроксимації $r^2 = 0,998$,
 **калібрувальний графік Zn $x = (y - 23,16)/51,33$, достовірність апроксимації $r^2 = 0,993$,
 ***калібрувальний графік Fe $x = (y - 15,97)/87,588$, достовірність апроксимації $r^2 = 0,996$,
 повторюваність: триразова, встановлене інтегрування.

увати розчини з меншими концентраціями кислот (0,1–0,5 %).

2. Отже, розчини розведених 1 % хлористоводневої і 1 % азотної

кислот кваліфікації «ч. д. а.» можливо використовувати для визначення кількісного вмісту As, Cd, Pb, Fe, Cu, Zn методом ІЗП-АЕС.

1. Khan S. R., Sharma B., Chawla P. A. Inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES): a powerful analytical technique for elemental analysis. *Food Anal. Methods*. 2021. <https://doi.org/10.1007/s12161-021-02148-4>.
2. Souza R. M., Leocadio L. G., Silveira L. C. ICP-OES simultaneous determination of Ca, Cu, Fe, Mg, Mn, Na, and P in biodiesel by axial and radial inductively coupled plasma-optical emission spectrometry. *Analytical Letters*. 2008. V. 41 (9). P. 1615–1622. <https://doi.org/10.1080/00032710802122248>.
3. Inductively coupled plasma optical emission spectrometry for rare earth elements analysis. M. He, B. Hu, B. Chen, Z. Jiang. *Physical Sciences Reviews*. 2017. V. 2 (1). <https://doi.org/10.1515/psr-2016-0059>.
4. Державна фармакопея України: у 3 т., 2-е вид. Т. 1. Харків : ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. С. 156–159.
5. Державна фармакопея України: у 3 т., 2-е вид. Доп. 1. Харків : ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2016. С. 79.
6. Inductively coupled plasma atomic emission spectrometers for the measurement of metal pollutants in water. *OIML*. R. 116. 2006 (E). https://www.oiml.org/en/files/pdf_r/r116-e06.pdf.

Конфлікт інтересів відсутній.

**В. М. Брицун, А. М. Череменко, О. М. Кузнецова, Н. М. Очеретяна,
Р. А. Мелешко, Н. В. Останіна**

Залишковий уміст металів (As, Cd, Pb, Cu, Fe, Zn) в азотній і хлористоводневій кислотах для атомно-емісійної спектроскопії з індуктивно зв'язаною плазмою

У фармацевтичній галузі метод атомно-емісійної спектроскопії з індуктивно зв'язаною плазмою (ІЗП-АЕС) використовується для встановлення вмісту металів у лікарській сировині, субстанціях і готових лікарських формах, рослинних засобах, дієтичних добавках і в скляних контейнерах. Для випробовувань (пробопідготовки й аналізу) спектроскопії ІЗП-АЕС потребують значну кількість неорганічних кислот (зазвичай азотної та хлористоводневої).

Мета дослідження – визначення залишкового вмісту металів – арсену (As), кадмію (Cd), свинцю (Pb), заліза (Fe), міді (Cu), цинку (Zn) у розчинах хлористоводневої й азотної кислот кваліфікації «о. с. ч.» і «ч. д. а.», які застосовуються для випробовувань методом ІЗП-АЕС. Обґрунтування можливостей використання для аналізів у ІЗП-АЕС розчинів комерційно доступніших кислот кваліфікації «ч. д. а.».

Методом ІЗП-АЕС встановлено, що концентрація домішок (As, Cd, Pb, Cu) у розведених 1 % хлористоводневій і 1 % азотної кислотах кваліфікації «ч. д. а.» зазвичай менше межі виявлення приладу. У випадку невеликого надлишку концентрації домішок (Fe, Zn) у холостому, стандартних і випробувальних розчинах він автоматично враховується та компенсується приладом. За необхідності можна застосовувати розчини з меншими концентраціями кислот (0,1–0,5 %).

Отже, розчини розведених 1 % хлористоводневої і 1 % азотної кислот кваліфікації «ч. д. а.» можливо використовувати для визначення кількісного вмісту As, Cd, Pb, Fe, Cu, Zn методом ІЗП-АЕС.

Ключові слова: атомно-емісійна спектроскопія з індуктивно зв'язаною плазмою, кількісний уміст металів (As, Cd, Pb, Fe, Cu, Zn), азотна кислота, хлористоводнева кислота

**В. Н. Брицун, А. Н. Череменко, Е. М. Кузнецова, Н. Н. Очеретяна,
Р. А. Мелешко, Н. В. Останіна**

Остаточное содержание металлов (As, Cd, Pb, Cu, Fe, Zn) в азотной и хлористоводородной кислотах для атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой

В фармацевтике метод атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой (ИСП-АЭС) используется для установления содержания металлов в лекарственном сырье, субстанциях и готовых лекарственных формах, растительных средствах, диетических добавках и в стеклянных контейнерах. Для испытаний (пробоподготовки и анализа) спектрометры ИСП-АЭС требуют значительное количество неорганических кислот (обычно – азотной и хлористоводородной).

Цель исследования – определение остаточного содержания металлов – мышьяка (As), кадмия (Cd), свинца (Pb), железа (Fe), меди (Cu), цинка (Zn) в растворах хлористоводородной и азотной кислот квалификации «о. с. ч.» и «ч. д. а.», применяемых для испытаний методом ИСП-АЭС. Обоснование возможностей использования для анализов в ИСП-АЭС растворов коммерчески доступных кислот квалификации «ч. д. а.».

Методом ИСП-АЭС установлено, что концентрация примесей (As, Cd, Pb, Cu) в разбавленных 1 % хлористоводородной и 1 % азотной кислотах квалификации «ч. д. а.» обычно меньше предела обнаружения прибора. В случае небольшого избытка концентраций примесей (Fe, Zn) в холостом, стандартных и испытуемых растворах он автоматически учитывается и компенсируется прибором. При необходимости можно применять растворы с меньшими концентрациями кислот (0,1–0,5 %).

Таким образом, растворы разбавленных 1 % хлористоводородной и 1 % азотной кислот квалификации «ч. д. а.» можно использовать для определения количественного содержания As, Cd, Pb, Fe, Cu, Zn методом ИСП-АЭС.

Ключевые слова: атомно-эмиссионная спектроскопия с индуктивно связанной плазмой, количественное содержание металлов (As, Cd, Pb, Fe, Cu, Zn), азотная кислота, хлористоводородная кислота

**V. M. Britsun, A. M. Cheremenko, O. M. Kuznetsova, N. M. Ocherethyana,
R. A. Meleshko, N. V. Ostanina**

The residual content of metals (As, Cd, Pb, Cu, Fe, Zn) in nitric and hydrochloric acids for inductively coupled plasma atomic emission spectrometry

In the pharmaceutical industry, inductively coupled plasma atomic emission spectrometry (ICP-AES) is used to determine the metal content in medicinal raw materials, substances and finished dosage forms, herbal remedies, dietary supplements and glass containers. A significant amount of inorganic acids (usually nitric and hydrochloric acids) is necessary for tests (sample preparation and analysis) by ICP-AES.

The aim of the study was to determine the residual content of metals (As, Cd, Pb, Fe, Cu, Zn) in solutions of hydrochloric and nitric acids (qualifications «extra pure» and «analytical grade») used for testing by

ICP-AES. The rationale for opportunities to use the solutions of commercially available acids (qualification «analytical grade») for analysis by ICP-AES.

Using the ICP-AES method, it was found that the concentration of impurities (As, Cd, Pb, Cu) in dilute 1 % hydrochloric and 1 % nitric acids of analytical grade usually less than the instrument's detection limit. In the case of a slight excess of impurity concentrations (Fe, Zn) in blank, standard and test solutions, it is automatically taken into account and compensated by the instrument. If necessary, solutions with lower concentrations of acids (0,1–0,5 %) may be used.

In general, it's possible to use diluted 1 % hydrochloric and 1 % nitric acid of «analytical grade» qualification for determination of quantitative content of As, Cd, Pb, Fe, Cu, Zn by ICP-AES.

Key words: inductively coupled plasma- atomic emission spectrometry (ICP-AES), quantitative content of metal (As, Cd, Pb, Fe, Cu, Zn), nitric acid, hydrochloric acid

Надійшла: 4 жовтня 2022 р.

Прийнята до друку: 26 жовтня 2022 р.

Контактна особа: Брицун Василь Миколайович, доктор хімічних наук, головний науковий співробітник, ДУ «Інститут громадського здоров'я імені О. М. Марзєєва НАМНУ», буд. 50, вул. Гетьмана Павла Полуботка, м. Київ, 02094. Тел.: + 38 0 68 710 47 25.
Електронна пошта: britsun167@ukr.net