

УДК 543.423.(04) (575.2) (04)

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В РЕКАХ АЛАМЕДИН, АЛА-АРЧА  
АТОМНО-ЭМИССИОННЫМ МЕТОДОМ С ПРИМЕНЕНИЕМ  
ДВУХСТРУЙНОГО ПЛАЗМАТРОНА ДГП-50**

***Г.Ж. Доржуева*** – научн. сотрудник

Представлены результаты спектрального определения микроэлементов Cu, Cr, Zn, Fe в водах рек Аламедин и Ала-Арча.

*Ключевые слова:* двухструйный плазматрон; атомно-эмиссионная спектроскопия; спектрограф ДФС-13; микроэлементы.

К числу важнейших водных ресурсов республики относятся речные воды. Они более доступны, легче поддаются регулированию, непрерывно возобновляются в процессе круговорота. Однако рост городов, развитие промышленности и сельского хозяйства, расширение площадей орошаемых земель, улучшение культурно-бытовых условий и ряд других факторов все больше усложняют проблемы обеспечения населения чистой водой, потребление воды растет стремительными темпами. Одновременно увеличивается степень загрязнения вод, т.е. происходит их качественное истощение.

Значительную угрозу для водоемов представляют минеральные удобрения и ядохимикаты, которые попадают с полей вместе со струями дождевой и талой воды. Это заставляет решать ряд сложных проблем в организации рационального водопользования.

Региональные и глобальные проблемы охраны ресурсов пресных вод и их рационального использования обусловлены главным образом качественным истощением гидроресурсов. Круг вредных компонентов насчитывает до тысячи и более показателей, включающих органические соединения, неорганические вещества, элементы, их ионные и молекулярные формы [1].

Особая роль в изучении процессов, связанных с загрязнением воды, принадлежит микроэлементам, главным образом металлам, которые являются одновременно и компонентами жизненно важных биологических систем, и продуктами техногенного происхождения, попадающими в окружающую среду в результате индустриальной и сельскохозяйственной деятельности. Перечень приоритетных загрязнителей при изу-

чении мониторинга природных сред включает постоянно расширяющийся список элементов, среди которых наиболее важными считаются As, Hg, Cd, Pb, Cu, Sn, Mo, Mn, Co, Ni, Cr, Zn, Se, Be, V, V, которые являются токсикантами [2]. Среди загрязнителей природной среды особо опасными являются токсичные элементы, тяжелые металлы и их соединения, которые даже в малых концентрациях губительно действуют на живой организм, антропогенное распространение которых уже приобрело глобальный характер [3, 4].

Поэтому изучение загрязнения вод является одной из ключевых проблем в общем комплексе, связанном с сохранением природных экосистем. Решение данной задачи требует аналитической информации о наличии тяжелых металлов в воде на уровне ультрамалых концентраций [5–7].

В мировой практике анализа природных вод широко применяется атомно-абсорбционная спектроскопия (ААС) в плазменном и электрическом варианте. Несмотря на высокую экспрессность, воспроизводимость ААС, как одноэлементный метод, не может использоваться в качестве основного и применяется для оценки содержания небольшого числа элементов.

Атомно-эмиссионная спектроскопия природных вод с различными источниками возбуждения спектров (дуга постоянного тока, индуктивно связанная плазма, двухструйный плазматрон) как многоэлементный метод позволяет получить информацию по широкому кругу элементов одновременно и характеризуется слабой зависимостью аналитического сигнала от химической формы анализируемых проб.

Анализ природных вод целесообразно проводить с использованием источников возбужде-

ния спектров элементов, состав плазмы которых в меньшей мере зависит от сложности состава природных вод. В этом отношении двухструйный плазматрон ДГП-50 выгодно отличается от других источников света. Исследования влияния макросостава вод на интенсивность аналитических линий, проведенные авторами на плазматроне, показали, что изменение количественного содержания суммарных макроэлементов не оказало заметного влияния на распределение интенсивности спектральных линий атомов и ионов микроэлементов, содержащихся в природной воде вдоль потока плазмы [11]. В атомно-эмиссионном спектральном анализе природных вод устранение влияния валового состава на результаты анализа, по-видимому, связано с полным испарением капель аэрозоля, а также с особенностями механизма возбуждения в струе плазмы двухструйного плазматрона.

В данной работе концентрирование методом упаривания использовали при определении некоторых микроэлементов в водах рек Аламедин и Ала-Арча методом атомно-эмиссионной

спектроскопии с возбуждением спектров в двухструйном плазматроне.

Пробы отбирали в реке Аламедин, начиная с водохранилища, а в реке Ала-Арча, начиная с села Чон-Арык в определенных местах на расстоянии 18 и 38 км. Пробы отбирали в предварительно подготовленные полиэтиленовые емкости. Перед отбором речных вод емкости трижды ополаскивали отбираемой водой.

Каждую взятую пробу в отдельности концентрировали 20 раз без кипячения методом упаривания в вытяжном шкафу и сохраняли в мерной колбе. В качестве образцов сравнения использовали синтетические стандартные растворы, содержащие определяемые элементы. Головной стандартный раствор готовился растворением соответствующих металлов и оксидов металлов марки ОСЧ, ХЧ и ЧДН в минимальном объеме в основном  $\text{HNO}_3$  марки ХЧ с последующим доведением до требуемого объема дистиллированной водой. Рабочий стандартный раствор получен последовательным разбавлением головного стандарта фоновым раствором.

Спектральный анализ вод р. Аламедин и Ала-Арча, мг/л

Место отбора проб	Расстояние, км	Cu	Cr	Zn	Fe
Река Аламедин					
Водохранилище	Нач.	1.28	0.011	1.68	1.38
Мост Стрельникова	8	1.4	0.026	1.1	1.8
Начало дачи: Рыбхоз	14,5	1.34	0.011	1.62	0.98
(1-й мост)	18	0.14	0.062	1.68	1.96
«	20	0.08	0.062	1.80	1.36
«	22	0.07	0.026	0.55	0.6
Санаторий	23,5	0.08	0.022	1.62	1.46
Коттедж	25	0.08	0.026	1.96	0.64
Обратно	22	0.08	0.015	1.62	0.48
«	20	0.09	0.052	1.32	1.22
Река Ала-Арча					
Чон-Арык	Нач.	0.08	0.02	0.14	5
Ортоалыш	7	0.18	0.002	1.56	0.78
Мост напротив дачи	11	0.13	0.011	0.4	0.8
Кашкасуу	17	0.14	0.011	1.62	0.28
Озеро	20	0.02	0.01	1.62	0.5
Дача Академии наук	23	0.07	0.011	1.8	0.54
«	25	0.08	0.062	1.8	0.5
Музей Ала-Арча	27	0.08	0.02	0.54	1.72
«	29	0.13	0.022	1.74	0.6
«	31	0.18	0.026	0.54	1.86
Адыгине	34	0.10	0.026	1.8	1.86

Анализы концентрированных водных проб проводились в оптимальном режиме работы двухструйного плазматрона ДПП-50 ( $I=95-100$  А,  $G=4,6$ ,  $\alpha=65^\circ$ ) проектированием (1:1) при помощи линзы с фокусным расстоянием  $F=150$  мм оптимального участка струи плазмы, отстоящего на расстоянии  $H=25$  мм от среза плазменных головок на щель спектрографа ДФС-13 с решеткой 600 штр/мм. Спектры каждой пробы и образцов сравнения синтетических растворов фотографировались на фотопластинке ПФС-01 с чувствительностью 6 ед ГОСТа при ширине щели спектрографа 20 мкм с экспозицией 40 с дважды.

Анализируемые растворы, налитые в стеклянные флакончики, соединяли при помощи хлорвиниловой трубочки с распылителем и устанавливали на высоте 30 см от кончика распылителя. Спектры анализируемой воды и синтетических растворов фотографировали дважды. После съемки каждой пробы шланги и распылитель промывали дистиллированной водой в течении 15–20 с. Фотопластинку проявляли в стандартном проявителе, фиксировали, промывали, затем сушили. Аналитические линии определяемых элементов и фон рядом с линией фотометрировали на микроденситометре МД-100 и находили значения интенсивности спектральных линий исследуемых элементов  $I_d$ . Значение  $I_d$  параллельных определений усреднялись. По синтетическим стандартным растворам строился градуировочный график в координатах  $LgI_d - LgC$ , где  $C$  – концентрации определяемых элементов.

Анализ показал, что воды рек Аламедин и Ала-Арча содержат  $Cu$ ,  $Cr$ ,  $Zn$  и  $Fe$ . Из данных таблицы видно, что значения установленных концентраций найденных микроэлементов в различных точках пробоотбора вод разные, но большинство из них намного меньше, чем ПДК.

Концентрация  $Cu$  в воде р. Аламедин с удалением от города уменьшается, а в воде р. Ала-Арча такая закономерность распределения  $Cu$  не наблюдается. Содержание меди в воде р. Аламедин ближе к городу превышает ПДК в 1,3 раза, в остальных местах пробоотбора превышения ПДК не наблюдается. Повышение содержания  $Cu$  ближе к городу, по-видимому, связано с антропогенным загрязнением окружающей среды. Концентрации  $Cr$  и  $Zn$  почти во всех точках находятся ниже ПДК, кроме трех точек р. Аламедин и одной точки р. Ала-Арча. Содержание же-

леза во всех пробах превышает ПДК от 1,6 до 6,6 раз. С чем связано повышенное содержание железа по всему руслу рек Аламедин и Ала-Арча? Возможно это связано с повышенным геохимическим фоном железа в породах, где протекают реки, так как содержание железа по всему руслу сильно не меняется.

Относительное стандартное отклонение атомно-эмиссионного спектрального анализа составляет 0,5–0,6 в зависимости от определяемого элемента.

### Литература

1. Золотов Ю.А. Аналитическая химия: проблемы и достижения. – М.: Наука, 1992. – 285 с.
2. Мур Д.В., Раммамутри С. Тяжелые металлы в природных водах. – М.: Мир, 1987. – 286 с.
3. Грушко Я.М. Ядовитые металлы и их неорганические соединения в промышленных сточных водах. – М.: Медицина, 1972.
4. Жигловская Т.Н., Маханко Э.П. и др. Микроэлементы в природных водах и атмосфере / Тр. Ин-та эксперимен. метрологии. Вып. 2. – М.: Гидрометеиздат, 1974. – С. 80.
5. Шуваева О.В. Современное состояние и проблемы элементного анализа вод различной природы: Аналит. обзор / СО РАН, ГПНТБ, ИНХ. – Новосибирск, 1996. – 48с.
6. Lahl H., Lavanchy Y. Hydrogeological application of trace – element analysis with ICP-AES for the characterization of ground water categories at the foot of the Swiss Jura between Lausanne // Fresenius Z. Anal. Chem. – 1991. – Vol. 341. – P. 559.
7. Anderson J. Analysis of drinking water by ICP – AES with ultrasonic nebulizer // Atomic Spectroscopy. – 1992. – Vol. 13. – P. 93.
8. Жеенбаев Ж.Ж., Энгельшт В.С. Двухструйный плазматрон. – Фрунзе: Илим, 1983. – 202 с.
9. Королев В.В., Шувалова Н.Е. Дуговой плазматрон и его применение в эмиссионном спектральном анализе // ЖАХ. – 1979. – Т.31. – №4. – С. 585–591.
10. Энгельшт В.С., Урманбетов К.У., Жеенбаев Ж.Ж. Двухструйный плазматрон для спектрального анализа // Заводская лаборатория. – 1976. – Т.42. – №42, №2. – С. 174–176.
11. Жеенбаев Ж.Ж., Таишанов Р.А., Доржуева Г.Ж., Урманбетов К. Влияние макрокомпонентов природных вод на интенсивности линий определяемых микроэлементов // Известия НАН КР. – 2003. – №2–3. – С. 73–79.