

УДК 543.422

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ БОРА В ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБАХ АТОМНО-ЭМИССИОННЫМ СПЕКТРАЛЬНЫМ МЕТОДОМ С ПРИМЕНЕНИЕМ ДУГОВОГО ДВУХСТРУЙНОГО ПЛАЗМОТРОНА

*С.Б. Заякина<sup>1</sup>, Г.Н. Аношин<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup>*Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН,  
630090, г. Новосибирск, пр.акад. В.А. Коптюга, 3  
[zayak@uiggm.nsc.ru](mailto:zayak@uiggm.nsc.ru)*

<sup>2</sup>*Новосибирский государственный университет*

Поступила в редакцию 1 апреля 2010 г.

Приведены результаты определения бора в геологических пробах атомно-эмиссионным спектральным методом с применением в качестве источника возбуждения спектров дугового двухструйного плазмотрона. Показано, что модернизация спектрографа ДФС458С и применение многоканальных анализаторов МАЭС позволяет проводить определение бора по группе аналитических линий, что повышает достоверность результатов анализа.

**Ключевые слова:** атомно-эмиссионный спектральный анализ, дуговой двухструйный плазмотрон, бор в геологических пробах.

**Заякина Светлана Борисовна** – доктор технических наук, старший научный сотрудник лаборатории редких и благородных металлов и экогеохимии Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН.

**Область научных интересов** - атомно-эмиссионный спектральный анализ дисперсных материалов, методы спектральной диагностики источников низкотемпературной плазмы, применяемых в атомно-эмиссионном спектральном анализе, аналитическая геохимия благородных и редких металлов.

Автор 120 публикаций.

**Аношин Геннадий Никитович** - доктор геолого-минералогических наук, действительный член РАЕН, член Научного совета РАН по аналитической химии, профессор НГУ, главный научный сотрудник Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН.

**Область научных интересов** - аналитическая геохимия благородных и редких металлов.

Автор свыше 250 публикаций.

## ВВЕДЕНИЕ

При проведении ряда геолого-геохимических исследований важно количественное определение бора в минеральном сырье, что является весьма трудной задачей [1-3]. Использование графитовых электродов для атомно-эмиссионного анализа по способу испарения затруднено тем, что при температурах 2500-2600 °С бор реагирует с углеродом с образованием карбида бора, имеющего температуру кипения 3500 °С. В большинстве работ отмечается существенное влияние состава анализируемых проб на результаты определений. Кроме того, при определении бора в минеральном сырье следует учитывать наложения спектральных линий сопутствующих компонентов, особенно железа и молекулярного спектра SiO<sub>2</sub>.

Задачей данных исследований являлась разработка методики определения бора в геологических пробах с использованием ду-

гового двухструйного плазмотрона. Перспективность применения такой методики атомно-эмиссионного определения бора в минеральном сырье обусловлена следующим:

- чистотой аналитической зоны, так как анализ ведется в атмосфере аргона и материал электродов плазмотрона не содержит бора;
- высокой температурой плазменного факела, которая обеспечивает наиболее полное испарение пробы и ослабляет влияние ее состава на результаты анализа.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

### Описание экспериментальной установки

В экспериментальную установку входят следующие основные блоки:

- источник возбуждения спектров: аргоновый дуговой двухструйный плазмотрон (ДДП);
- дифракционный спектрограф ДФС-458С;

- система регистрации спектров: многоканальный анализатор эмиссионных спектров МАЭС;  
 - компьютер и программное обеспечение «Атом».

Дуговой двухструйный плазмотрон новой конструкции разработан ООО «ВМК-Оптоэлектроника» и изготовлен для Института геологии и минералогии СО РАН при финансовой поддержке Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере (Проект № 4818). Технические характеристики ДДП:

- мощность – до 12 кВт;
- максимальный ток дуги – до 120 А;
- напряжение на дуге – до 100 В;
- расход охлаждающей воды – (100-150) г/с;
- расход рабочего газа (Ar) -  $\geq 0,05$  г/с,

в том числе:

- расход плазмообразующего газа – (4-5) л/мин и расход газа, транспортирующего пробу – (0.8-1.0) л/мин.

Для равномерной подачи порошковых проб применен диспергатор, обеспечивающий равномерное распыление порошковой пробы посредством ударной волны, создаваемой при электрическом пробое промежутка над поверхностью пробы.

Многоканальный анализатор эмиссионных спектров МАЭС, специальной конструкции, состоит из 10 фотодиодных линеек, которые расположены по хордам круга Роуланда. Каждая фотодиодная линейка состоит из 2500 диодов (пикселей) размером 12,5 x 1000 мкм<sup>2</sup>. Коррекционная кварцевая линза, которая применяется для компенсации остаточной дефокусировки спектральных линий при фотографической регистрации спектров в спектрографе ДФС-458С, была удалена.

Модернизация прибора ДФС-458С [4] существенно расширила регистрируемый спектральный диапазон. Для решетки 1800 штрихов/мм: до модернизации регистрируемый диапазон составлял 123 нм (от 228 до 351 нм), после модернизации – 178 нм (от 190 до 368 нм). Регистрируемый спектральный диапазон для ре-

шетки 1800 штрихов/мм увеличился на 55 нм, что составляет более 45 % от первоначального диапазона.

Особенно перспективной оказалась возможность работать в диапазоне длин волн короче 230 нм. Как известно, при применении фотопластинок этот диапазон длин волн практически не использовался, т.к. чувствительность фотопластинок в этом диапазоне была очень слабой. Развитие твердотельных фотодиодных приемников позволило регистрировать излучение в этом диапазоне длин волн, что будет показано ниже.

Разработанное ООО «ВМК-Оптоэлектроника» программное обеспечение атомно-эмиссионного спектрального анализа [5] позволяет в качестве аналитического сигнала использовать на выбор аналитика следующие параметры: интенсивности спектральных линий  $I_{\text{линии}}$  и непрерывного спектра  $I_{\text{фона}}$ , их разность  $(I_{\text{линии}} - I_{\text{фона}})$  или отношение  $I_{\text{линии}} / I_{\text{фона}}$ .

В связи с тем, что ширина регистрируемой спектральной линии превышает размер одного диода, при вычислении интенсивности необходимо вовлекать в расчет несколько диодов. Программа выбирает заданное аналитиком число диодов с максимальной интенсивностью в районе расположения линии. Для спектрографа ДФС-458С при ширине щели 15 мкм спектральная линия расположена на трех и более диодах. В общем случае интегральная интенсивность линии вычисляется по формуле (способ 1)

$$I_{\text{линии}} = \sum_l i_{\lambda+\phi} - (l/m) \sum_m i_{\phi}; I_{\text{фона}} = (l/m) \sum_m i_{\phi} \quad (1)$$

где  $i_{\lambda+\phi}$  – сигнал одного диода под аналитической линией,  $l$  – число диодов, на которых расположена линия,  $i_{\phi}$  – сигнал одного диода для фона,  $m$  – число диодов, по которым ведется расчет фона.

Для учета спектрального фона выбирали участки спектра справа и слева от линии, свободные от мешающих линий и наиболее полно отражающие интенсивность фона под измеряемой линией.

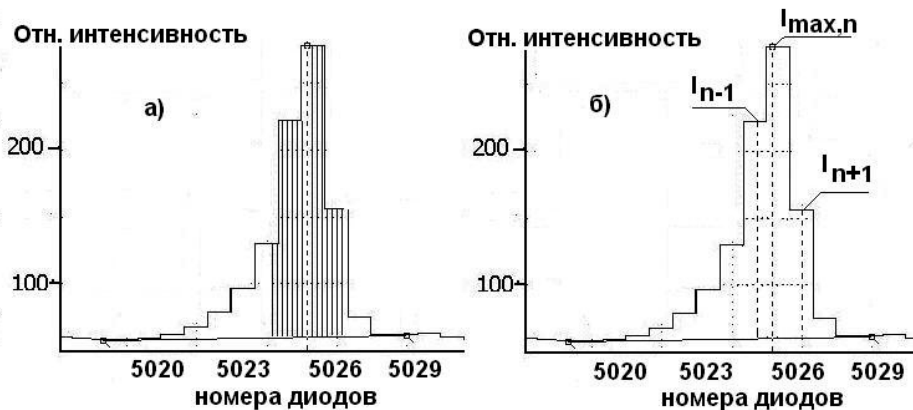


Рис. 1. Иллюстрации вычислений интегральной (а) и амплитудной (б) интенсивности спектральной линии

Таблица 1.

Характеристики аналитических линий бора [7-9]

Спектральные линии бора (В I)			Спектральные линии «мешающих» элементов	
Длина волны, нм	Е, эВ	Относительная интенсивность (дуга)	Длина волны, нм	Относительная интенсивность (дуга)
249.6772	4.96	240	Co II 249.6776	1.5
			Fe I 249.6792	1.56
			Co I 249.6713	15
249.7723	4.96	480	Fe II 249.781	14.1
			Mn I 249.7705	13
			Sn I 249.772	12
208.8891	5.94	400	Ni I 208.898	19
			Cr II, I 208.912	39
208.9564	5.94	650	Fe II, I 208.9874	20

Амплитудное значение интенсивности (способ 2) вычисляли по формуле (2):

$$I_{\text{амплитуда}} = (I_{\text{max},n} + 0.5 |I_{n-1} - I_{n+1}|) - I_{\text{фона}}, \quad (2)$$

где  $n$  - номер диода, соответствующий максимуму интенсивности линии  $I_{\text{max},n}$ ,  $I_{n-1}$ ,  $I_{n+1}$  - зарегистрированные интенсивности на соседних диодах, справа и слева от максимума

На рис. 1 схематически показаны оба способа вычисления интенсивности линии.

Наши исследования показали, что способ 2 расчета аналитического сигнала дает всегда заниженные результаты. В дальнейшем при расчете интенсивности аналитической линии определяемого элемента и построении градуировочных графиков мы использовали способ 1.

### Стандартные образцы состава

Для определения содержания бора применяли стандартные образцы: СГХ-1 (карбонатный, фоновый ил ГСО 3131-85), СГ-3 (агпаитовый гранит СТ СЭВ 812-85), СГХМ-4 (алюмосиликатные отложения ГСО 3486-86). В области низких содержаний бора применяли комплект стандартных образцов состава графитового коллектора микропримесей СОГ-28 (ГСО 4166-87 - 4171-87), выпускаемый Российской арбитражной лабораторией испытания материалов ядерной энергетики Уральского государственного технического университета.

### Градуировочные графики и их характеристики

После модернизации спектрографа ДФС 458С появилась возможность использовать, кроме обычно применяемых при определении бора линий В I 249.6772 и В I 249.7723 нм [6], также дополнительно В I 208.8891 и В I 208.9564 нм. Известно, что определение одновременно по группе аналитических линий повышает точность и достоверность результатов. В табл. 1 приведены спектральные характеристики линий бора и линий «мешающих» элементов. Коротковолновые линии бора более свободны от наложений спектральных линий сопутствующих элементов. Определение бора по линии В I 249.7723 нм затруднено из-за большого числа наложений от сопутствующих элементов, особенно Fe.

На рис. 2 ступеньками показаны сигналы, зарегистрированные отдельными диодами. Аппроксимированные гауссовские контуры всех указанных линий показаны штриховыми линиями. Линии зарегистрированы в спектре стандартного образца СГХ-1. В табл. 2 приведены характеристики градуировочных графиков

$$\lg I = a_0 + a_1 \lg C,$$

построенных по применяемым стандартным образцам. Вид градуировочных графиков приведен

Таблица 2

Параметры градуировочных графиков  $\lg I = a_0 + a_1 \lg C$  для определения бора

№	Длина волны линии В I, нм	Параметры градуировочных графиков, $\alpha$ -угол наклона			Проверка однородности дисперсий по разным критериям				*СКО	**С <sub>мин</sub> , ppm
		$a_0$	$a_1$	$\alpha^0$	Кохрен		Фишер			
					табл.	расчет	табл.	расчет		
1	208.8891	1.345	1.00	45.0	0.56	0.46	3.74	0.7	0.077	0.03
2	208.9564	1.720	0.96	43.9	0.73	0.56	3.88	0.2	0.050	0.01
3	249.6772	2.464	0.98	44.5	0.70	0.50	3.13	2.77	0.034	0.01
4	249.7723	2.748	0.99	44.8	0.36	0.28	2.76	2.35	0.055	0.05

Примечание: \*СКО – стандартное квадратичное отклонение градуировки, \*\*С<sub>мин</sub> – предел обнаружения, рассчитанный по градуировочному графику по 3 $\sigma$ -критерию; табл. - табличное значение.

ден на рис. 3. Для применяемых аналитических линий угол наклона градуировочной прямой близок к 45°, что обеспечивает хороший концентрационный ход. Малые значения стандартного квадратичного отклонения градуировки означают достаточно высокую точность определения.

Высокая температура плазмы и выбранные условия проведения анализа позволили

существенно уменьшить влияние основы на интенсивности спектральных линий. Как видно из рис. 3, все стандартные образцы хорошо описываются единым градуировочным графиком, несмотря на существенное различие в основе. Это позволяет проводить анализ различных пород и руд по единому набору стандартных образцов.

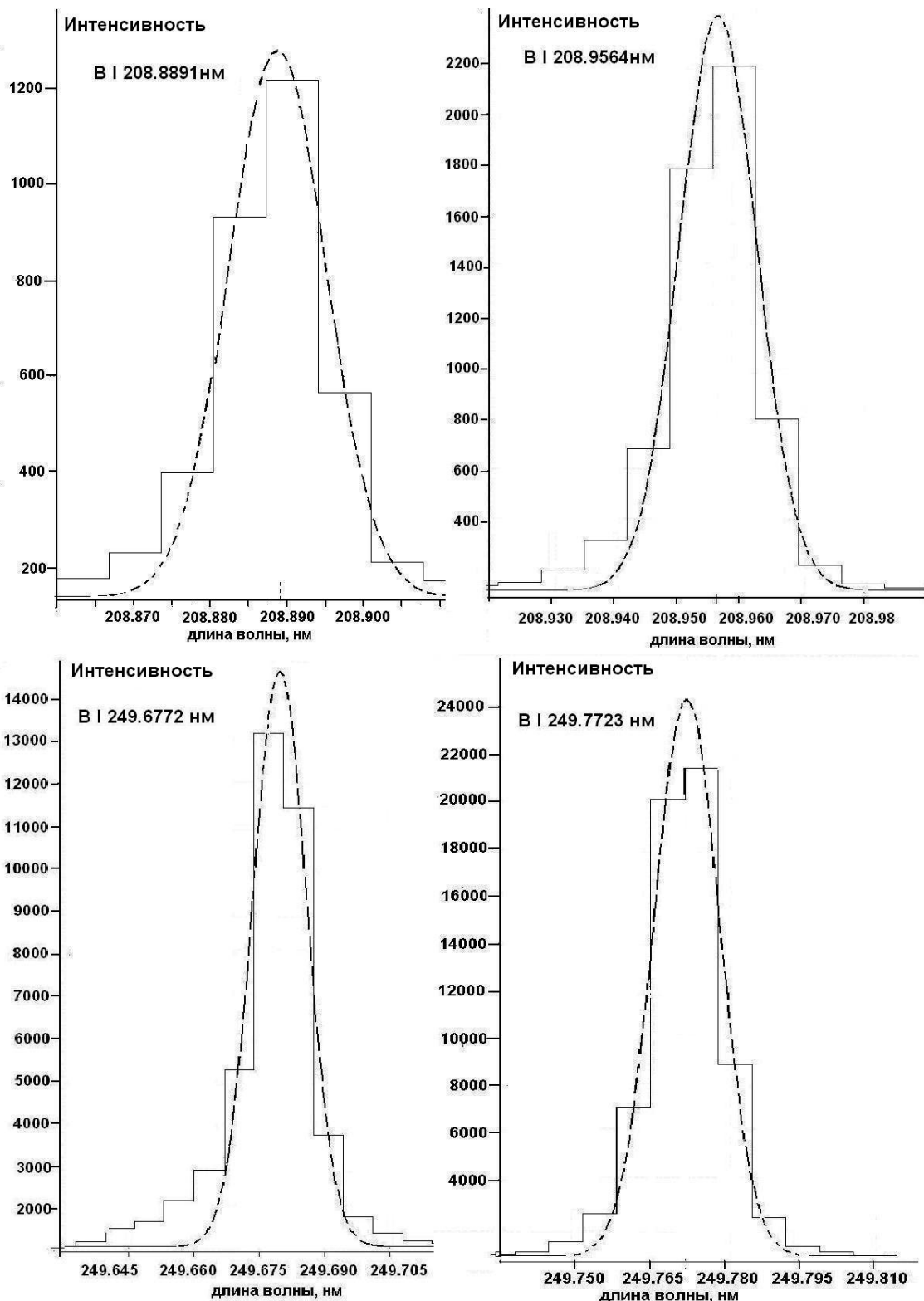


Рис. 2. Гауссовские контуры линий бора В I 208.8891, В I 208.9564, В I 249.6772 и В I 249.7723 нм. Спектр СО СГХ-1

Таблица 3

Контроль правильности определения бора (концентрация С, ppm)

Образец	Аттестованное значение	Определено по 5 параллельным для линий бора*				Среднее содержание (по линиям 1-3)	s <sub>r</sub> , %
		1	2	3	4		
СГХМ-1	90 ± 10	87.0 ± 1.4	88.0 ± 4.0	86.6 ± 4.1	97.0 ± 19	87.2 ± 0.72	1.5
СГХ-5	60 ± 6	60.2 ± 9.5	59.4 ± 9.4	57.9 ± 7.6	62.9 ± 20	59.2 ± 1.7	2.0
СГД-1А	16 ± 3	16.8 ± 4.5	17.2 ± 3.5	15.6 ± 1.5	18 ± 2	16.5 ± 0.8	5.0
СГ-1А	10 ± 2	9.5 ± 1.2	9.7 ± 0.8	11.0 ± 1.5	12.0 ± 1.3	10.0 ± 0.8	8.0

\*Примечание: нумерация линий соответствует табл. 2

В настоящей работе предел обнаружения бора рассчитывали по стандартной методике, по 3σ-критерию [10, 11]. В качестве контрольного опыта регистрировали не менее 20 спектров чистого графитового порошка (graphite AGRSP, Union carbide corporation). Измеряли интенсивность сигнала I<sub>к</sub> на месте аналитической линии, рассчитывали среднее значение I<sub>к,сред</sub> и дисперсию сходимости s<sub>к</sub>. Пределу обнаружения приписывали сигнал

$$I_{по} = I_{к,сред} + 3s_{к},$$

по градуировочному графику находили концентрацию, соответствующую этому сигналу

$$\lg C_{по} = [\lg (I_{к,сред} + 3s_{к}) - a_0] / a_1.$$

Эта процедура заложена в программе «Атом», и значения C<sub>по</sub> приводятся в характеристиках градуировочных графиков.

Проверку правильности методики определения бора проводили на основе анализа стан-

дартных образцов, аттестованных на бор. При проверке правильности «анализируемый» стандартный образец исключался из построения градуировочного графика, а градуировочный график строили по остальным стандартным образцам. В табл. 3 приведены результаты контроля правильности определения бора, рассчитанные результаты по каждой линии бора и усредненные значения по применяемой группе линий бора.

Найденные средние значения X<sub>сред</sub> сопоставляли с аттестованным значением A<sub>со</sub> массовой доли бора в стандартном образце. Считали, что если модуль разности вычисленной и аттестованной величины меньше величины случайной погрешности

$$|\bar{X} - A_{со}| \leq \Delta, \quad \Delta = t_{pf} s (P = 0,95),$$

$$s = \{\sum_N (\bar{X} - X_i)^2\}^{0.5} / (N-1),$$

то погрешность методики отсутствует или незначима.

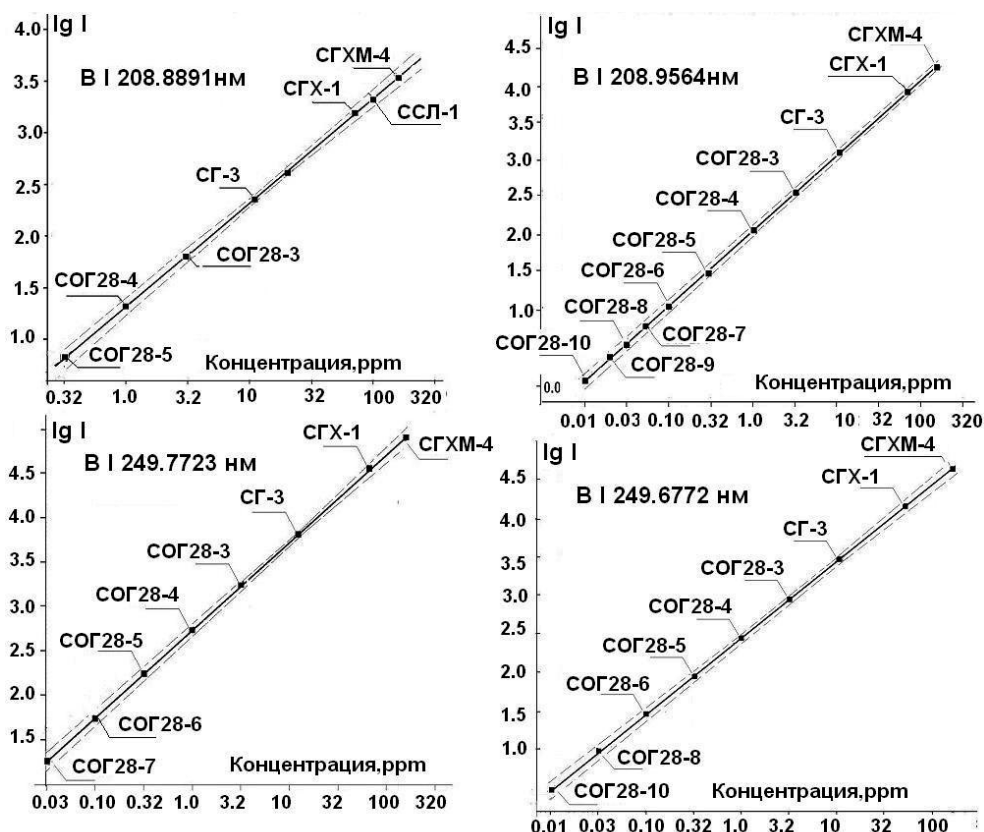


Рис 3. Градуировочные графики для определения бора по группе линий: В I 208.8891, В I 208.9564, В I 249.6772 и В I 249.7723 нм

Таблица 4

Определение бора по группе линий (концентрация С, ppm)

№ пробы	Аналитическая линия В I, нм			Среднее содержание	s <sub>r</sub> , %
	208.8891	208.9564	249.6772		
1	107 ± 5	110 ± 5	109 ± 3	109 ± 1,5	1
2	90 ± 5	93 ± 5	93 ± 5	92 ± 1.7	2
7	31 ± 2	34 ± 2	33 ± 4	32.7 ± 1.5	5
9	26 ± 1	26 ± 1	27 ± 1	26.3 ± 0.5	2
11	49 ± 8	47 ± 7	48 ± 5	48 ± 1	2
12	19 ± 1	19 ± 1	20 ± 2	19.3 ± 0.5	3
13	8.8 ± 0.4	8.6 ± 0.5	9.2 ± 0.5	8.9 ± 0.3	3
19	4.7 ± 0.4	4.9 ± 0.4	4.9 ± 0.7	4.8 ± 0.1	2

Таблица 5

Результаты анализа силикатных и силикатно-карбонатных пород, (концентрация С, ppm)

№ пробы	Аналитическая линия В I, нм			Среднее содержание	s <sub>r</sub> , %
	208.8891	208.9564	249.6772		
1	28.8	29.7	29.3	29.3 ± 0.5	2
2	13.7	13.6	13.8	13.7 ± 0.1	1
3	91.4	93.9	96	93.8 ± 2.3	2.5
4	34.2	34.8	34.6	34.5 ± 0.3	1.0
5	75	79.8	82	78.9 ± 3.5	4.5
6	9.03	9.29	9.79	9.4 ± 0.4	4
7	7.26	7.52	7.74	7.5 ± 0.2	3
8	143	154	150	149 ± 5	4
9	27	28.4	29.1	28.2 ± 1.0	4
10	25	26	27	26 ± 1	4
11	130	138	137	135 ± 4	3
12	23.7	25.4	26.1	25.1 ± 1.2	5
13	42	43.9	41.3	42.4 ± 1.3	3
14	32.1	32.6	35.3	33.3 ± 1.7	5
15	16.6	17	17.8	17.1 ± 0.6	3.5
16	25	27.7	28.2	27.0 ± 1.7	6
17	23.5	25.1	25.9	24.8 ± 1.2	5
18	17.6	18.4	18.9	18.3 ± 0.6	4
19	18.9	20.1	20.5	19.8 ± 0.8	4
20	75.3	79.4	80.6	78.4 ± 2.8	3.5
21	40.2	40.1	40.5	40.3 ± 0.2	0.5

Проверка правильности результатов определений показала, что при проведении анализа по линии В I 249.7723 нм получаем завышенные результаты, поэтому анализ проводили по группе из трех линий В I 208.8891, В I 208.9564 и 249.6772 нм.

### Экспериментальные данные

В результате исследований влияния параметров плазматрона ДДП на интенсивности спектральных линий и применения математического метода планирования оптимального экс-

перимента выбраны следующие оптимальные условия:

- ток, формирующий плазму - 80 А;
- расход плазмообразующего газа – 4 л/мин (по 2 л/мин через каждую электродную головку);
- скорость подачи пробы – 10 мг/с;
- расход газа, транспортирующего пробу - 1 л/мин.

Время экспозиции одного спектра составляло 5 с (40 накоплений по 125 мс). Число параллельных спектров  $n_{\text{сп}}$  было не менее 4. Полное время экспозиции определяется программой через задание аналитиком  $n_{\text{сп}}$  и  $m_{\text{пр}}$  (масса анализируемой пробы).

Таблица 6

Сравнение результатов независимых методов анализа

№ пробы	Исполнитель анализа	Концентрация, ppm			
		B – среднее значение	Ba 233.52 нм	Cd 228.80 нм	Cr 283.56 нм
1	*АЭС-ДДП	40.3	760	55,2	211
	**НГС, Израиль	40	755	55	210
2	АЭС-ДДП	50.5	817	2.39	105
	НГС, Израиль	50	630	2.5	120
3	АЭС-ДДП	76.7	6140	4.5	225
	НГС, Израиль	80	2200	2.0	200

Примечание: \*АЭС-ДДП - разработанная методика определения бора атомно-эмиссионным методом с применением дугового двухструйного плазмотрона; \*\*НГС. Израиль – результаты, предоставленные Национальной геологической службой Израиля.

Все параметры устанавливаются аналитиком в программе, весь процесс проведения анализа управляется через компьютер.

Анализируемые пробы предварительно измельчают до крупности частиц 50-70 мкм. Навеску пробы (0.1–1.0г) насыпают в стаканчик из оргстекла и помещают в специальное устройство, в котором стабилизированным потоком аргона проба подается в зону слияния плазменных струй с определенной скоростью. Для предотвращения слипания частиц применяется высокочастотный разряд над поверхностью порошка.

Для анализа были представлены пробы сильно преобразованной фисташковой породы. Результаты определения бора приведены в табл. 4.

Проанализирована большая группа проб силикатных и силикатно-карбонатных пород (табл. 5). Часть проб была проанализирована Национальной геологической службой Израиля. В табл. 6 сравниваются результаты анализа некоторых проб разработанным нами методом и данные Национальной геологической службы, Израиль. Одновременно с бором определяли Ba, Cd и Cr. По всем элементам, приведенным в табл. 6, отмечается хорошее совпадение результатов независимых определений.

## ВЫВОДЫ

Проведенные исследования показали возможность определения бора в геологических объектах прямым атомно-эмиссионным спектральным методом анализа с применением автоматизированной установки на базе дугового двухструйного плазмотрона новой конструкции (ДДП) и спектрографа ДФС-458С с регистрацией анализатором МАЭС.

В результате модернизации спектрографа ДФС 458С появилась возможность использовать, кроме обычно применяемых при определении бора линий В I 249.6772 и В I 249.7723 нм, также дополнительно В I 208.8891 и В I 208.9564 нм. Проверка контроля правильности показа-

ла, что при проведении анализа по линии В I 249.7723 нм получаем завышенные результаты, поэтому анализ проводили по группе из трех линий, при этом получены пределы обнаружения: по линии В I 208.8891нм – 0.03 ppm, по линиям В I 208.9564 и 249.6772 нм – 0.01ppm.

Высокая температура плазмы и оптимизированные условия проведения анализа позволили существенно уменьшить влияние основы на интенсивности спектральных линий. Стандартные образцы хорошо описываются единым градуировочным графиком, несмотря на существенное различие в основе. Это позволяет проводить анализ различных пород и руд по единому набору стандартных образцов.

Методика позволяет одновременно с бором определять широкий круг элементов. По всем элементам отмечается хорошее совпадение результатов независимых определений.

*Авторы выражают благодарность д.г.-м.н. Э.В. Сокол за полезную информацию и предоставление образцов пород на исследование.*

## ЛИТЕРАТУРА

1. Райхбаум Я.Д., Костюкова Е.С., Кузнецова А.И., Петров Л.Л., Смирнова Е.В., Глазунова А.Д., Арбатская С.Н. Эмиссионный спектральный анализ в геохимии / Под ред. Я.Д. Райхбаума. Новосибирск: Наука, Сиб. отд., 1976. 280 с.
2. Эристави Д.И., Броучек Ф.И. Аналитические методы определения бора. Тбилиси: «Мецниереба». 1965. 147 с.
3. Немодрук А.А., Каралова З.К. Аналитическая химия бора. М.: Наука. 1964. 283 с.
4. Заякина С.Б., Аношин Г.Н., Путьмаков А.Н. Модернизация дифракционного спектрографа ДФС–458С: расширение возможностей атомно-эмиссионного спектрального анализа // Аналитика и контроль. 2005. Т. 9, № 2. С. 212-219.
5. Гаранин В.Г., Неклюдов О.А., Петроченко Д.В., Смирнов А.В. «Атом» - программное обеспече-

ние анализатора МАЭС // Аналитика и контроль. 2005. Т. 9, № 2. С. 116-124.

6. Змитревич А.Г., Пупышев А.А. Разработка методики атомно-эмиссионного спектрального определения  $B_2O_3$  в шлаках феррохрома низкоуглеродистого способом вдувания порошков // Аналитика и контроль. 2009. Т.13, № 2. С. 114-117.

7. Зайдель А.Н., Прокофьев В.К., Райский С.М. и др. Таблицы спектральных линий. М.: Наука. 1969. 782 с.

8. Русанов А.К., Ильясова Н.В. Атлас пламенных, дуговых и искровых спектров элементов. М.: Госгеолтехиздат, 1958. 119 с.

9. Арнауты Н.В., Глухова Н.М., Яковлева Н.А. Приближенный количественный спектральный анализ природных объектов. Новосибирск: Наука, Сиб.отд., 1991. 103 с.

10. Заякина С. Б., Аношин Г.Н., Левченко Л.М., Митькин В.Н, Путьмаков А. Н. Высокая информативность прямого атомно-эмиссионного спектрального анализа при применении МАЭС // Аналитика и контроль. 2004. Т. 8, № 3. С. 236-247

11. Заякина С.Б., Аношин Г.Н., Герасимов П.А, Смирнов А.В. Автоматизированная установка для атомно-эмиссионного определения золота, серебра и платиновых металлов // Ж. аналит. химии. 1999. № 8. С. 877-884

## DETERMINATION OF BORON AT THE GEOLOGICAL SAMPLES BY ATOMIC EMISSION SPECTROSCOPY WITH USING TWO-JET ARC PLASMATRON

*S.B. Zayakina, G.N. Anoshin\**

*SOBOLEV Institute of Geology and Mineralogy SB RAS  
630090, Novosibirsk, Avenue acad. Koptuyga, 3  
\*Novosibirsk State University  
[zayak@uiqgm.nsc.ru](mailto:zayak@uiqgm.nsc.ru)*

In the paper is considered of determination of boron at geological samples by atomic emission spectroscopy with using two-jet arc plasmotron in the capacity of excitation source of spectrums. The modernization of spectrograph DFS-458 and application multichannel analysers MAES gives possibility of boron determination over groups of analytical lines and increases reliability of analysis results.

**Key words:** atomic emission spectral analysis, two-jet arc plasmotron, boron at geological samples.