

УДК 543.422.3:544.351.3

СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИЙ Co (II) И Ni (II) В КОМПЛЕКСАХ С 1-(2-ПИРИДИЛАЗО)-2-НАФТОЛОМ В ВОДНО-МИЦЕЛЛЯРНОЙ СРЕДЕ

Н.А. Леонова, О.И. Юрченко, А.С. Батрак

Рассчитаны концентрации кобальта (II) и никеля (II) в комплексах с 1-(2-пиридилазо)-2-нафтолом в водно-мицеллярной среде, содержащей натрия додецил-бис(оксиэтилен)сульфат с массовой долей $\omega=2\%$. Представлено применение расчетных методов, таких как метод стандартных добавок ("H-point standard addition method", HPSAM) и линейный метод наименьших квадратов (ЛМНК) при совместном определении катионов. HPSAM позволяет перевести случайную погрешность, вызванную присутствием мешающего компонента, в разряд систематической, которая может быть оценена и минимизирована.

Ключевые слова: Кобальт, Никель, 1-(2-пиридилазо)-2-нафтол, водно-мицеллярная среда, метод стандартных добавок, линейный метод наименьших квадратов, спектрофотометрия.

С развитием сфер человеческой деятельности происходит постепенное расширение зон распространения техногенных загрязнителей. К числу последних относят тяжелые металлы. Поэтому необходимы надежные методы их обнаружения и определения. Согласно учебному пособию [1] достоверно признаны токсичными следующие металлы: арсен, кадмий, ртуть, хром, свинец, никель, ванадий. В работах Авцына А.П. [2] описано биологическое действие на организм человека «металлических» токсикантов. Тяжелые металлы, к числу которых относятся кобальт и никель, обладают канцерогенными свойствами и вызывают у людей онкологические заболевания [2]. Среди методов, позволяющих проводить определение концентраций металлов, широко используется спектрофотометрический метод анализа, преимуществом которого является исключение необходимости отделения мешающих компонентов в анализируемой пробе, что упрощает ряд операций перед непосредственным измерением аналитического сигнала.

В работе автора Бахрама М. [3] представлен достаточно простой и селективный спектрофотометрический метод для одновременного определения Co(II) и Ni(II) в комплексах с 1-(2-пиридилазо)-2-нафтолом (ПАН) в мицеллярных средах с использованием неионогенного поверхностно-активного вещества Тритон X-100. Для расчетов концентраций катионов применяли метод стандартных добавок (H-point standard addition method, HPSAM), который широко применяется в аналитической практике при совместном определении катионов металлов [3-12].

Такой же подход расчета концентраций использовали и в работе Афкхами А. [4] при одновременном определении Zn(II), Co(II) и Ni(II) с ПАН в мицеллярных средах при сопоставлении метода HPSAM и метода парциальных наименьших квадратов (PLS regression). В данной работе [4] также вводили в систему ПАВ – неионогенный Тритон X-100 – для растворения комплексов Zn(II) - ПАН, Co(II) - ПАН и Ni(II) - ПАН. Применение мицеллярных сред является достаточно эффективным, т.к. появляется возможность перевести в раствор не растворимые в воде комплексы и отойти от вредных сред и органических растворителей, которые являются токсичными, а их применение противоречит принципам «зеленой» химии.

Применение метода HPSAM для определения концентраций при совместном присутствии Co(II) и Fe(III) в мицеллярной среде с 4-(2-пиридилазо)-резорцином (ПАР) описано в работе авторов [5]. Для определения Pd(II) и Co(II) в следовых количествах, использовали 1-нитрозо-2-нафтол-3,6-дисульфат динатрия (нитрозо-R-соль) в качестве селективного хромогенного реагента либо 1-(2-пиридилазо)-2-нафтол (ПАН) – в работах [6,8]. Показаны преимущества метода HPSAM при расчете концентраций компонентов при совместном присутствии.

Цель работы: определение концентраций никеля и кобальта в комплексах с ПАН в водно-мицеллярной среде при совместном присутствии с применением расчетных методов ЛМНК и HPSAM.

Экспериментальная часть

При выполнении экспериментальной части использовали следующие реактивы: кобальт, марки чда; никель первичный, марки чда; этанол ректифицированный технический; четыреххлористый углерод, чда; натрия гидроксид, чда; натрий тетраборнокислый 10-водный (бура), чда; кислота хлоридная, осч; 1-(2-пиридилазо)-2-нафтол, фирмы Reanal, очищенный перекристаллизацией из этанола; калия бифталат, чда; аскорбиновая кислота мед., чда; натрия хлорид, чда; ПАВ натрия додецил-бис(оксиэтилен)сульфат с массовой долей $\omega=2\%$, ч.

Спектры поглощения кобальта и никеля в комплексах с ПАН измеряли на спектрофотометре СФ-46 ЛОМО (Санкт-Петербург, Россия) в односантиметровой кварцевой кювете с шагом в 5 нм при ширине щели 1,5 нм. рН-метр (универсальный ионметр рН-метр 150 МИ, Минск, Беларусь) с комбинированным стеклянным электродом ESKL-08М и датчиком температуры TDL-1000.

Стандартные растворы катионов металлов ($1 \cdot 10^{-2}$, $1 \cdot 10^{-4}$ моль/л) готовили растворением навесок металлов особой чистоты и последующим разбавлением в соответствии со справочником [13]. Рабочий раствор очищенного ПАН готовили растворением необходимой навески (0,1 г) ПАН в 100 мл этилового спирта ($c = 4,0 \cdot 10^{-3}$ моль/л). Фталатный буферный раствор ($\text{pH} \approx 3,5$) готовили смешиванием растворов хлоридной кислоты 0,1 моль/л и 0,2 моль/л гидрофталата калия в соотношении 1:4. Боратный буферный раствор ($\text{pH} \approx 9,2$) готовили растворением $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ в воде (19,07 г на 1 л раствора). Использовали 10 % раствор аскорбиновой кислоты. Лаурил-ди-оксиэтилен-сульфат натрия (коммерческий реагент SLES-ME 70, Flexible Solutions) использовался без дополнительной очистки, готовили раствор с массовой долей $\omega=2\%$ непосредственно в исследуемом растворе.

В результате предварительных исследований, а именно подбор области рН, в котором значение светопоглощения было максимальным, опробованы буферные растворы с разным значением рН (бифталатный буферный раствор, оксалатный, боратный) и выяснили, что максимальному выходу комплекса способствует применение стандартного буферного раствора с $\text{pH} = 4,01$. В сильнокислой среде комплексы не достигают своего максимального выхода, т.к. значение светопоглощения уменьшается, в нейтральной среде комплексы коагулируют. Вид индивидуальных комплексов и их смеси представлен на рисунке 1.

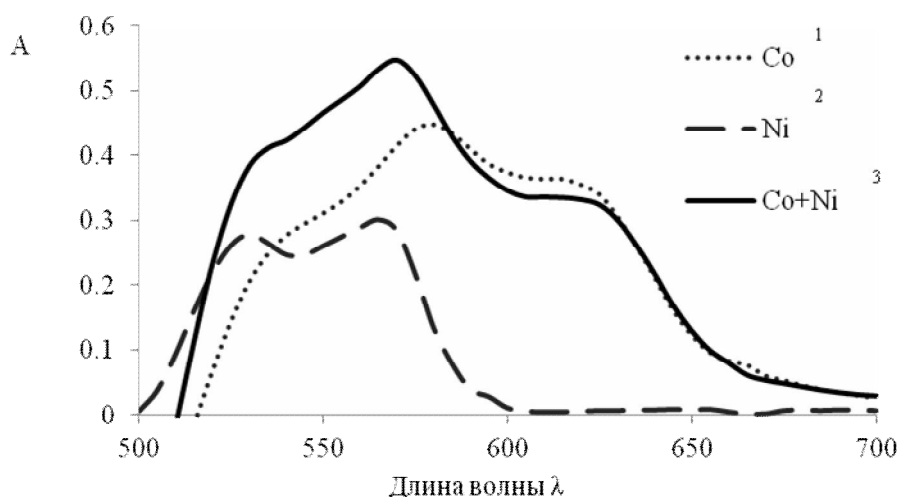
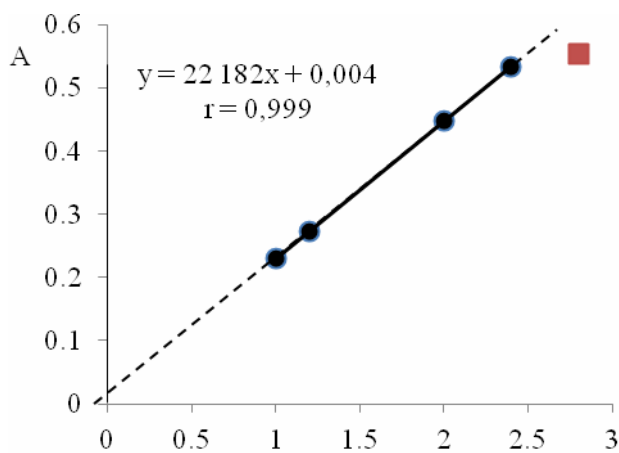


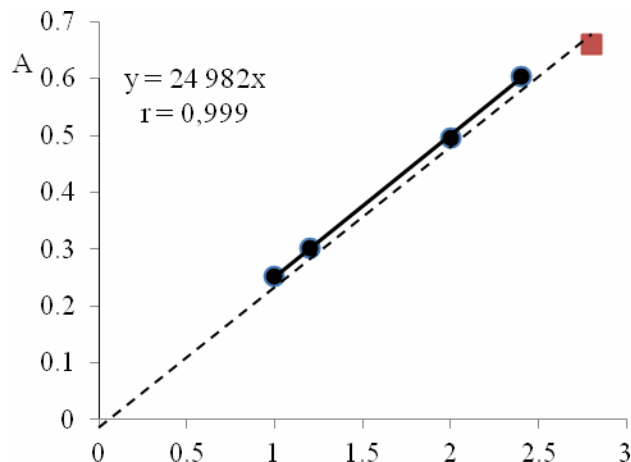
Рис. 1 Спектры комплексов $\text{Co}(\text{ПАА})_2$, $\text{Ni}(\text{ПАА})_2$ и $\text{Co}(\text{ПАА})_2 + \text{Ni}(\text{ПАА})_2$. 1) $c(\text{Co})=2 \cdot 10^{-5}$ моль/л, 2) $c(\text{Ni})=1,2 \cdot 10^{-5}$ моль/л, 3) $c(\text{Co})=1,6 \cdot 10^{-5}$ моль/л, $c(\text{Ni})=1,2 \cdot 10^{-5}$ моль/л; $\omega(\text{аск.})=0,4\%$; $c(\text{ПАА})=2,4 \cdot 10^{-4}$ моль/л; $V(\text{буф. р-р с pH}=4,01)=10,0$ мл; $\omega(\text{ПАВ})_{\%}=1,4\%$

Для выбора оптимального участка концентраций комплексов построены градуировочные зависимости светопоглощения от концентрации для растворов индивидуальных комплексных соединений. Как видно из рисунков 2, 3 линейный диапазон сохраняется в области concentra-

ций $(0,5-2,5) \cdot 10^{-5}$ моль/л. При дальнейшем увеличении концентрации ионов наблюдается отклонение от линейности (квадрат на графике) и результаты расчета концентраций в этой области могут быть искажены.



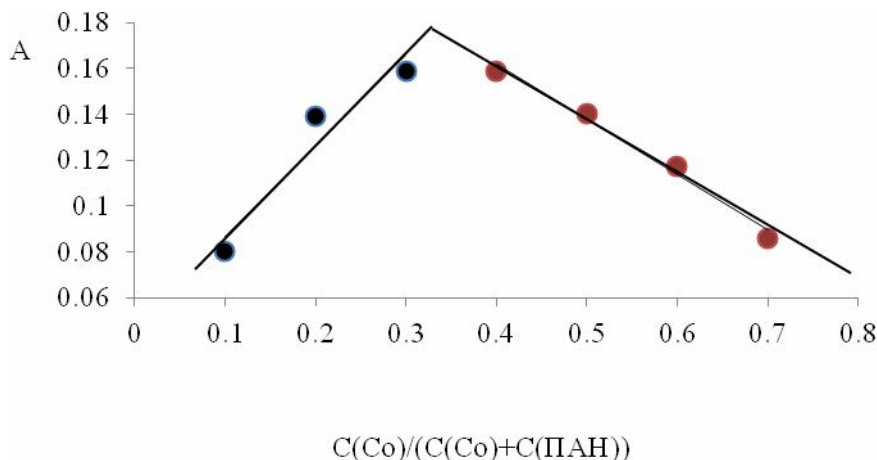
Концентрация $c(\text{Ni})$, 10^{-5} , моль/л
Рисунок 2. Градуировочный график для комплекса $\text{Ni}(\text{ПАН})_2$



Концентрация $c(\text{Co})$, 10^{-5} , моль/л
Рисунок 3. Градуировочный график для комплекса $\text{Co}(\text{ПАН})_2$

Одним из способов установления состава комплексных соединений между органическими лигандами и катионами металлов есть метод изомолярных серий [14]. Суть его заключается в нахождении отношения стехиометрических коэффициентов в формуле M_nL_k по данным зависимости, построенной в координатах светопоглощение – отношение концентрации одного из компонентов к сумме концентраций двух компонентов ($A - c(\text{M}^{z+})/(c(\text{M}^{z+})+c(\text{L}))$ или $A - c(\text{L})/(c(\text{M}^{z+})+c(\text{L}))$). Для этого готовят ряд растворов, в которых концентрации компонентов меняются в антибатных соотношениях, например, 1:9, 2:8, 3:7, ..., 8:2, 9:1, но при этом суммарная концентрация обоих компонентов остается постоянной. Данные о светопоглощении растворов наносят на график в соответствии с соотношением $c(\text{M}^{z+})/(c(\text{M}^{z+})+c(\text{L}))$. Через каждую из двух групп полученных точек приближенно можно провести прямые, которые будут пересекаться в некоторой точке. Эта точка и есть соотношение индексов $n/(n+k)$ или $k/(n+k)$ в формуле M_nL_k .

Стехиометрия комплексов была установлена с помощью метода изомолярных серий: $\text{Co}(\text{II}): \text{ПАН} = 1:2$ и $\text{Ni}(\text{II}): \text{ПАН} = 1:2$, график которого представлен на рисунке 4.



$\text{C}(\text{Co})/(\text{C}(\text{Co})+\text{C}(\text{ПАН}))$
Рисунок 4. Определение состава комплекса $\text{Co}(\text{ПАН})_x$, $\text{Ni}(\text{ПАН})_x$

Расчет концентраций комплексов кобальта и никеля с ПАН методом ЛМНК. Приготовление растворов проводили следующим образом: в 6 мерных колб вместимостью 25 мл вносили

объемы, соответствующие соотношениям концентраций катионов металлов 6:1, 5:2, 4:3, 3:4, 2:5, 1:6 (таблица 1.), 1 мл раствора аскорбиновой кислоты, 1,5 мл раствора ПАН с концентрацией $4,0 \cdot 10^{-3}$ моль/л, 10,0 мл буферного раствора, 2 мл ПАВ ($\omega = 12\%$).

По полученным значениям светопоглощения индивидуальных комплексов кобальта и никеля с ПАН составлена матрица светопоглощения A_{ij} и матрица молярных коэффициентов светопоглощения ε_{ij} растворов комплексов кобальта и никеля. По известным значениям светопоглощения и введенных концентраций можно записать следующее равенство для расчета молярных коэффициентов светопоглощения индивидуальных комплексов:

$$\varepsilon_{ij} = A_{ij} / (l \cdot c_i), \quad (1)$$

где ε_{ij} – молярный коэффициент светопоглощения i -го компонента при j -й длине волны, A_{ij} – светопоглощение i -го компонента при j -й длине волны, l – толщина поглощающего слоя, c_i – концентрация i -го компонента.

В соответствии с законом аддитивности, в светопоглощение раствора смеси вносят вклад значения светопоглощения каждого из компонентов смеси, если $A = \varepsilon_i \cdot l \cdot c_i$, то для двухкомпонентной системы при разных длинах волн справедливо записать следующие выражения:

$$A_{\lambda 1} = l \cdot \varepsilon_{1\lambda 1} \cdot c_1 + l \cdot \varepsilon_{2\lambda 1} \cdot c_2$$

$$A_{\lambda 2} = l \cdot \varepsilon_{1\lambda 2} \cdot c_1 + l \cdot \varepsilon_{2\lambda 2} \cdot c_2$$

...

$$A_{\lambda n} = l \cdot \varepsilon_{1\lambda n} \cdot c_1 + l \cdot \varepsilon_{2\lambda n} \cdot c_2$$

В конечном счете, для расчета концентраций катионов кобальта и никеля использовали следующее выражение (учитывая, что $l=1$ см):

$$c = (\varepsilon' \cdot \varepsilon)^{-1} \cdot \varepsilon' \cdot A \quad (2)$$

где c – вектор-столбец искомых концентраций катионов кобальта и никеля $c = \begin{pmatrix} c_1 \\ c_2 \end{pmatrix}$, где c_1 и c_2

– искомые концентрации катионов кобальта и никеля соответственно, ε – матрица молярных коэффициентов светопоглощения, которая содержит составляющие для обоих компонентов (катионов металлов), ε' – транспонированная матрица молярных коэффициентов светопоглощения, A – матрица полученных экспериментальных значений светопоглощения. Значения концентраций компонентов, полученных в результате расчетов, приведены в таблице 1.

Таблица 1 Результаты расчетов концентраций катионов Co (II) и Ni (II) в комплексах с ПАН, полученных методом ЛМНК ($P=0,95$; $n=3$)

c(Co)/ c(Ni) введено	c(Co), 10^{-5} , моль/л		c(Ni), 10^{-5} , моль/л		S_{rCo} , %	S_{rNi} , %
	введено	найдено	введено	найдено		
6:1	2.40±0.05	2.23±0.04	0.40±0.01	0.18±0.01	7.1	56.0
5:2	2.00±0.04	1.93±0.04	0.80±0.02	0.72±0.01	3.5	10.0
4:3	1.60±0.03	1.47±0.03	1.20±0.03	0.94±0.02	8.1	22.0
3:4	1.20±0.03	1.02±0.02	1.60±0.03	1.63±0.03	15.0	2.0
2:5	0.80±0.02	0.71±0.01	2.00±0.04	1.50±0.03	11.3	25.0
1:6	0.40±0.01	0.44±0.01	2.40±0.05	2.12±0.04	2.8	12.0

Расчет концентраций комплексов кобальта и никеля с ПАН методом HPSAM. Приготовление серии модельных смесей, в которых концентрация одного из компонентов X возрастала на определенное значение добавки: (0; 0,4; 0,8; 1,2; 1,6)· 10^{-5} моль/л, концентрация другого компонента Y оставалась постоянной – 1-я серия, и наоборот – 2 серия (таблица 2), 1 мл раствора аскорбиновой кислоты, 1,5 мл раствора ПАН с концентрацией $4,0 \cdot 10^{-3}$ моль/л, 10,0 мл буферного раствора, 2 мл ПАВ ($\omega = 12\%$).

Значения светопоглощения растворов измеряли при 585 и 630 нм (в случае, когда концентрация катионов никеля остается постоянной [15]), и при 565 и 580 нм (концентрация катионов кобальта постоянна) раствор с pH = 4,01, 3,0 мл раствора ПАВ ($\omega=12\%$ по масс.).

Авторы [3] утверждают, что HPSAM дает возможность совместного определения ионов X (рассматриваемый в качестве аналита) и Y (который рассматривается в качестве мешающего

иона) в виде смеси их комплексов даже в том случае, когда их спектры сильно перекрываются и накладываются максимумы поглощения.

Таблица 2 Концентрации катионов Co (II) и Ni (II) в комплексах с ПАН, полученных для расчета методом HPSAM* (P=0,95; n=3)

1-я серия	C _o	C _o +C _{0,4}	C _o +C _{0,8}	C _o +C _{1,2}	C _o +C _{1,6}
X, 10 ⁻⁵	1.00±0.02	1.16±0.02	1.32±0.03	1.48±0.03	1.64±0.03
Y, 10 ⁻⁵	1.60±0.03				
2-я серия	C _o	C _o +C _{0,4}	C _o +C _{0,8}	C _o +C _{1,2}	C _o +C _{1,6}
Y, 10 ⁻⁵	1.00±0.02	1.16±0.02	1.32±0.03	1.48±0.03	1.64±0.03
X, 10 ⁻⁵	1.60±0.03				

* 1-я серия: c(Ni(II))=const, Ni(II) – Y
2-я серия: c(Co(II))=const, Co(II) – Y

В рамках метода HPSAM для определения катионов требуется определить светопоглощение лишь при двух определенных длинах волн. При этих выбранных длинах волн сигнал анализа должен находиться в линейной зависимости от концентрации, тогда как сигналы мешающего компонента должны оставаться постоянными даже в том случае, если концентрация анализа меняется [16]. Обязательным условием является равенство аналитического сигнала смеси комплексов сумме сигналов индивидуальных комплексов каждого из ионов металлов.

По полученным данным светопоглощения в зависимости от соотношения концентраций компонентов из таблицы 2 построили графики, которые представлены на рисунках 5, 6.

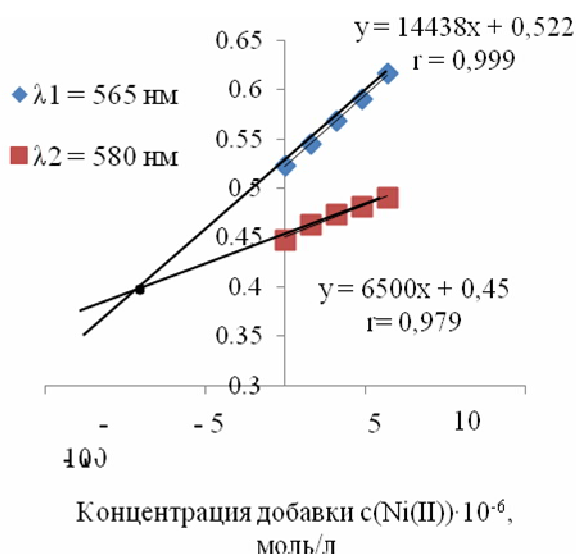


Рисунок 5. График зависимости аналитического сигнала смеси комплексов от концентрации добавки никеля

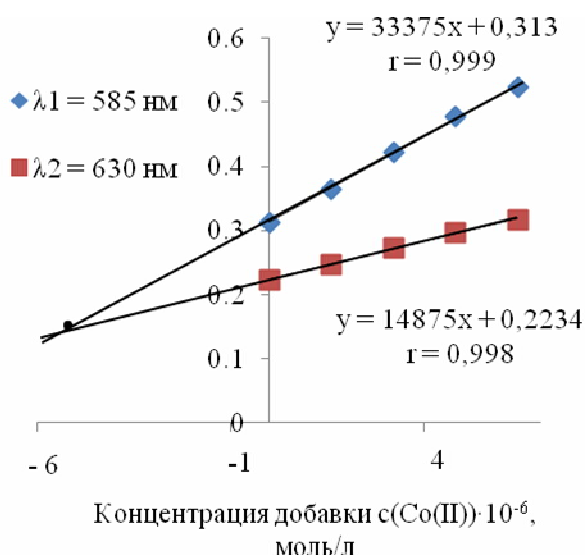


Рисунок 6. График зависимости аналитического сигнала смеси комплексов от концентрации добавки кобальта

Таблица 3 Результаты расчета искомых концентраций компонентов в смеси в рамках метода HPSAM (P=0,95; n=3)

	введено	найдено	S _г , %	введено	найдено	S _г , %
c(Co), 10 ⁻⁵ , моль/л	1.00	1.08	8.0	1.60	–	–
c(Ni), 10 ⁻⁵ , моль/л	1.60	–	–	1.00	0.91	9.0

Путем проектирования точки пересечения прямых (H-point) на ось абсцисс получили значение концентрации искомого компонента в смеси. При этом, в соответствии с методом HPSAM, полученное значение концентрации отрицательно, необходимо взять модуль этого числа. Проектированием точки пересечения прямых на ось ординат получают значение светопоглощения, пропорциональное концентрации примеси. При помощи градуировочной зависимости (рисун-

ки 2, 3) можно оценить величину концентрации примеси. Результаты расчетов искомым концентраций компонентов в смеси по методу HPSAM представлены в таблице. 3.

Выводы

Рассчитаны концентрации кобальта и никеля в комплексах с ПАН в водно-мицеллярной среде при совместном присутствии методом HPSAM, результаты сравнены с методом ЛМНК. Результаты показали, что метод HPSAM дает сравнительно меньшую погрешность, по сравнению с ЛМНК. Существенным преимуществом метода HPSAM является то, что он требует небольшого числа растворов в серии экспериментов и измерений при двух длинах волн (для одного элемента), а не весь спектр.

Литература

1. Давыдова С.Л. Тяжелые металлы как супертоксиканты XXI века: Учеб. пособие / С.Л. Давыдова, В.И. Тагасов – М.: Изд-во РУДН, 2002. – 140 с.: ил.
2. Авцын А.П. Микро-элементозы человека: этиология, классификация, органопатология / А.П. Авцын, А.А. Жаворонков, М.А. Риш, Л.С. Строчкова / АМН СССР. – М.: Медицина, 1991. – 496с.: ил.
3. Afkhamiand A. H-point standard addition method for simultaneous spectrophotometric determination of Co(II) and Ni(II) by 1-(2-pyridylazo)2-naphthol in micellar media / A. Afkhamiand, M. Bahram // *Spectrochimica Acta. Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*. – 2004. – Vol. 60, N 1-2. – P. 181-186.
4. Afkhami A. Comparison of partial least squares regression and H-point standard addition method for simultaneous spectrophotometric determination of zinc, cobalt, nickel by 1-(2-pyridylazo)2-naphthol in micellar media / A. Afkhami, M. Bahram, A. R. Zarei // *Microchimica Acta*. – 2004. – N 148. – P. 317-326.
5. Simultaneous determination of cobalt and iron using first-derivative spectrophotometric and H-point standard addition methods in micellar media / H. R. Pouretedal, P. Sononi, M. H. Keshavarz, A. Semnani // *Chemistry*. – 2009. – Vol. 18, N 3. – P. 22-35.
6. Eskandari H. H-Point Standard Addition Method for Simultaneous Determination of Palladium and Cobalt / H. Eskandari, G. B. Dehaghi // *Microchim. Acta*. – 2004. – Vol. 146. – P. 265–270.
7. Kaur P.P. H-Point Standard Addition Method for Simultaneous Determination of Mn and Zn / P.P. Kaur, U. Gupta // *Microchim. Acta*. – 2009. – Vol. 6, N 1. – P. 106-112.
8. Kaur P.P. Determination of Nickel and Manganese by Kinetic H-Point Standard Addition Method / P. P. Kaur, U. Gupta // *G.U. Journal of Science*. – 2009. – Vol. 22, N 3. – P. 157-167.
9. Eskandari H. H-point standard addition method—First derivative spectrophotometry for simultaneous determination of palladium and cobalt / H. Eskandari // *Spectrochimica Acta. Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*. – 2006. – Vol. 63, N 2. – P. 391-397.
10. Simultaneous determination of Fe (II) and Fe (III) by kinetic spectrophotometric H-point standard addition method / J. Zolgharnein, H. Abdollahi, D. Jaefarifa, G.H. Azimi // *Talanta*. – 2002. – Vol. 57. – P. 1067–1073.
11. Hasani M. H-point standard addition method for simultaneous determination of Fe(II), Co(II) and Cu(II) in micellar media with simultaneous addition of three analytes / M. Hasani, L. Yaghoubi, H. Abdollahi // *Talanta*. – 2006. – Vol. 68, N 5. – P. 1528-1535.
12. Simultaneous spectrophotometric determination of iron and vanadium by H-point standard addition method and partial least squares regression in micellar medium / H. Abdollahi, J. Zolgharnein, G. H. Azimi, D. Jafarifar // *Talanta*. – 2003. – Vol. 59, N 6. – P. 1141-1151.
13. Анализ металлов: справочник / А. И. Лазарев, И. П. Харламов. – М.: Металлургия, 1987. – 320 с.
14. Булатов М.И., Калинин И.П. Практическое руководство по фотометрическим методам анализа. – 5-е изд., перераб. – Л.: Химия, 1986. – 432 с.
15. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. – 4-е изд. перераб. и доп. – М.: Химия, 1971. – 454 с.

16. Al-Sabha T. N. H-point standard addition method (HPSAM) in simultaneous spectrophotometric determination of binary mixtures: an overview / T. N. Al-Sabha, A. A. Bunaciu, H. Y. Aboul-Enein // Applied spectroscopic reviews. – 2011. – N 46. – P. 607-623.

References

1. Davy'dova S.L. Tyajely'e metally' kak supertoksikanty' XXI veka: Ucheb. posobie / S.L. Davy'dova, V.I. Tagasov - M.: Izd-vo RUDN, 2002. - 140 s.: il.
2. Avcy'n A.P. Mikro-e'lementozy' cheloveka: e'tiologiya, klassifikaciya, organopatologiya /A.P. Avcy'n, A.A. Javoronkov, M.A. Rish, L.S. Strochkova / AMN SSSR. - M.: Medicina, 1991. - 496s.: il.
3. Afkhamiand A. H-point standard addition method for simultaneous spectrophotometric determination of Co(II) and Ni(II) by 1-(2-pyridylazo)2-naphthol in micellar media / A. Afkhamiand, M. Bahram // Spectrochimica Acta. Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy. - 2004. - Vol. 60, N 1-2 - P. 181-186.
4. Afkhami A. Comparison of partial least squares regression and H-point standard addition method for simultaneous spectrophotometric determination of zinc, cobalt, nickel by 1-(2-pyridylazo)2-naphthol in micellar media / A. Afkhami, M. Bahram, A. R. Zarei // Microchimica Acta. - 2004. - N 148. - P. 317-326.
5. Simultaneous determination of cobalt and iron using first-derivative spectrophotometric and H-point standard addition methods in micellar media / H. R. Pouretedal, P. Sononi, M. H. Keshavarz, A. Semnani // Chemistry. - 2009. - Vol. 18, N 3. - P. 22-35.
6. Eskandari H. H-Point Standard Addition Method for Simultaneous Determination of Palladium and Cobalt / H. Eskandari, G. B. Dehaghi // Microchim. Acta. - 2004. - Vol. 146. - P. 265-270.
7. Kaur P.P. H-Point Standard Addition Method for Simultaneous Determination of Mn and Zn / P.P. Kaur, U. Gupta // Microchim. Acta. - 2009. - Vol. 6, N 1. - P. 106-112.
8. Kaur P.P. Determination of Nickel and Manganese by Kinetic H-Point Standard Addition Method / P. P. Kaur, U. Gupta // G.U. Journal of Science. - 2009. - Vol. 22, N 3. - P. 157-167.
9. Eskandari H. H-point standard addition method-First derivative spectrophotometry for simultaneous determination of palladium and cobalt / H. Eskandari // Spectrochimica Acta. Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy - 2006. - Vol. 63, N 2 - P. 391-397.
10. Simultaneous determination of Fe (II) and Fe (III) by kinetic spectrophotometric H-point standard addition method / J. Zolgharnein, H. Abdollahi, D. Jaefarifa, G.H. Azimi // Talanta. - 2002. - Vol. 57. - P. 1067-1073.
11. Hasani M. H-point standard addition method for simultaneous determination of Fe(II), Co(II) and Cu(II) in micellar media with simultaneous addition of three analytes / M. Hasani, L. Yaghoubi, H. Abdollahi // Talanta - 2006. - Vol. 68, N 5 - P. 1528-1535.
12. Simultaneous spectrophotometric determination of iron and vanadium by H-point standard addition method and partial least squares regression in micellar medium / H. Abdollahi, J. Zolgharnein, G. H. Azimi, D. Jafarifar // Talanta - 2003. - Vol. 59, N 6 - P. 1141-1151.
13. Analiz metallov: spravochnik / A. I. Lazarev, I. P. Harlamov. - M. : Metallurgiya, 1987. - 320 s.
14. Bulatov M.I., Kalinin I.P. Prakticheskoe rukovodstvo po fotometricheskim metodam analita. - 5-e uzd., pererab. - L.: Himiya, 1986. - 432 s.
15. Lur'e YU.YU. Spravochnik po analiticheskoy himii. - 4-e izd. pererab. i dop. - M,: Himiya, 1971. - 454 s.
16. Al-Sabha T. N. H-point standard addition method (HPSAM) in simultaneous spectrophotometric determination of binary mixtures: an overview / T. N. Al-Sabha, A. A. Bunaciu, H. Y. Aboul-Enein // Applied spectroscopic reviews. - 2011. - N 46. - P. 607-623.

Поступила в редакцию 11 сентября 2014 г.

Н.О.Леонова, О.И. Юрченко, А.С. Батрак. Спектрофотометричне визначення концентрацій Со (II) і Ni (II) в комплексах з 1-(2-піридилазо)-2-нафтолом у водно-міцелярному середовищі.

Розраховані концентрації кобальту (II) і нікелю (II) в комплексах з 1-(2-піридилазо)-2-нафтолом в водно-міцелярному середовищі, що містить натрію додецил-біс(оксіетилен)сульфат з масовою часткою $\omega=2\%$. Представлено застосування розрахункових методів, таких як метод стандартних добавок ("H-point standard addition method", HPSAM) і лінійний метод найменших квадратів (ЛМНК) при спільному визначенні катіонів. HPSAM дозволяє перевести випадкову похибку, викликану присутністю заважаючого компонента, в розряд систематичної, яка може бути оцінена і мінімізована.

Ключові слова: Кобальт, Нікель, 1-(2-піридилазо)-2-нафтол, водно-міцелярне середовище, метод стандартних добавок, лінійний метод найменших квадратів, спектрофотометрія.

N. A. Leonova, O.I. Yurchenko, A.S. Batrak. Spectrophotometric determination of concentrations of Co (II) and Ni (II) in complex with 1- (2-pirydylazo) -2-naphthol in aqueous micellar medium.

The concentration of cobalt (II) and nickel (II) complexes with a 1-(2-pirydylazo)-2-naphthol in aqueous micellar medium containing sodium dodecyl bis(oksietylen)sulphate with a mass fraction $\omega = 2\%$. was calculated. Presented by applying computational methods such as the method of standard additions ("H-point standard addition method", HPSAM) and linear least squares method (LLSM) for simultaneous determination of cations. HPSAM allows to convert random error caused by the presence of interfering components, systematic discharge that can be assessed and was minimized.

Key words: cobalt, nickel, 1-(2-pyridylazo)-2-naphthol, water-micellar media, standard addition method, linear least squares method, spectrophotometry.

Kharkov University Bulletin. 2014. № 1136. Chemical Series. Issue 24 (47).