

УДК 543.422.3:[546.655:546.657:546.661]

КОНТРОЛЬ СОДЕРЖАНИЯ АКТИВИРУЮЩИХ ДОБАВОК ЦЕРИЯ, НЕОДИМА И ЕВРОПИЯ В СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛАХ СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

© 2008 О. В. Гайдук¹, Л. В. Гудзенко¹, Т. И. Ивкова¹, Р. П. Панталер¹, А. Б. Бланк¹

Обобщены результаты исследований спектрофотометрических методов определения микрограммовых количеств церия, неодима и европия с целью использования их для контроля содержания активирующих добавок РЗЭ в сцинтилляционных материалах различного состава. Найден оптимальные условия взаимодействия церия (IV) с *o*-толидином и тропеолином 00, церия (III) и европия (III) с хлорфосфозано III, неодима (III) с арсеназо III. Рассчитаны параметры градуировочных графиков и метрологические характеристики методик.

В последние годы активно разрабатываются и исследуются различные перспективные сцинтилляционные материалы, в состав которых входят активирующие добавки, улучшающие их рабочие характеристики. В качестве люминесцирующих добавок наиболее успешно применяются редкоземельные ионы, в частности, церий, европий и неодим. Даже небольшие отклонения содержания добавок РЗЭ от заданных значений могут существенно изменить функциональные свойства монокристалла.

Церий – один из наиболее распространенных активаторов. Он может находиться в монокристаллах в виде Ce(III), Ce(IV) или смеси этих двух форм. Общее содержание активатора в сцинтилляторах различно: от 0.001% до 0.5% масс. Определение соотношения валентных форм церия в монокристаллах позволяет выяснить природу радиационных центров и направленно влиять на сцинтилляционную эффективность матрицы.

После активации фтороалюминатов лития–кальция или лития–стронция церием или европием они приобретают сцинтилляционные свойства, которые позволяют использовать их в качестве эффективных детекторов β -частиц, нейтронов, рентгеновского и низкоэнергетического γ -излучений. Во фторалюминаты вводят от 0.05 до 1.0 масс.% Eu(III).

Монокристаллы молибдата свинца находят широкое применение в лазерных системах. Введение добавок РЗЭ, например, неодима, приводит к появлению в кристалле областей селективного поглощения и спонтанной люминесценции. Шихту для выращивания кристалла молибдата свинца синтезируют из оксидов молибдена и свинца керамическим методом при температуре 650°C. Неодим вводят в расплав шихты в виде оксида, молибдата или ниобата. Его содержание изменяют от 0.05 до 3 % масс.

Цель настоящей работы – изучение условий определения церия, европия и неодима в различных сцинтилляционных материалах спектрофотометрическим методом.

Экспериментальная часть

В работе использовали реактивы квалификации не ниже чда и дважды дистиллированную воду; 1-фенил-3-метил-4-бензоилпиразолон-5 (ФМБП), квалификации ч, очищали перекристаллизацией из гептана. Концентрацию рабочих растворов металлов устанавливали титриметрическим методом. Светопоглощение растворов измеряли на спектрофотометрах СФ-46 и СФ-2000. Для измерения рН использовали иономер И-160.

Обсуждение результатов

Определение Ce(IV). Фотометрические методы определения микрограммовых количеств церия основаны, чаще всего, на использовании окислительно-восстановительных реакций. Ре-

¹ Научно-технологический комплекс «Институт монокристаллов» НАН Украины, просп. Ленина, 60, Харьков, Украина, 61001

акция может проходить с образованием окрашенных продуктов, как, например, при окислении *o*-толидина [1,2] и тетрона [3], или бесцветных продуктов, как при окислении метилового красного [4], метилового оранжевого [4,5], или ПАР [6]. Для определения четырехвалентного церия в присутствии других РЗЭ наиболее пригоден достаточно чувствительный и селективный метод, основанный на окислении *o*-толидина с последующим измерением светопоглощения желтого продукта окисления при 440 нм.

Высокая окислительная способность ионов Ce(IV) ($E_0=1.44$ В в сернокислой среде), с одной стороны, позволяет определять его в присутствии других редкоземельных элементов, но, с другой стороны, вызывает необходимость уделять особое внимание сохранению валентного состояния церия при растворении анализируемой пробы, содержащей микроколичества определяемого компонента. Для перевода образцов в раствор чаще всего используют серную кислоту, так как сернокислые растворы церия наиболее устойчивы. Установлено [7], что нагревание растворов Ce(IV) в серной кислоте всегда сопровождается потерями определяемого компонента вследствие взаимодействия его с присутствующими в H_2SO_4 органическими восстановителями или диоксидом серы. Как показали наши исследования, для уменьшения потерь Ce(IV) из-за его восстановления нужно растворять образцы в разбавленной H_2SO_4 при комнатной температуре и обязательно в присутствии реагента, то есть серную кислоту следует прибавлять после введения в раствор реагента, который используется для определения церия(IV).

Для растворения образцов *боратов* оптимальной является 2–4 М H_2SO_4 . Изменение концентрации *o*-толидина в интервале 10^{-5} – 10^{-4} моль/л не влияет на результаты определения церия (IV). Для устранения мешающего влияния ионов Fe(III), которые могут присутствовать в растворе, прибавляли ортофосфорную кислоту.

Определение Ce(IV) в *дигидрофосфате аммония* предложено проводить по реакции окисления тропеолина 00 [8]. Тропеолин 00 (натриевую соль дифениламин-(4-азо-1)-бензол-4-сульфокислоты) используют как кислотно-основной индикатор с переходом окраски в интервале pH 1.4–3.2. В отличие от метилового красного, тропеолин 00 растворим в воде. В сернокислом растворе при pH < 1.4 он имеет красно-фиолетовую окраску с максимум светопоглощения при 530 нм. В присутствии Ce(IV) происходит ослабление окраски раствора в результате окисления красителя (рис. 1).

Исследования показали, что уменьшение светопоглощения раствора тропеолина 00 ($\Delta A = A_0 - A_{исп.}$) находится в линейной зависимости от концентрации церия (IV). Методом насыщения установлено, что Ce(IV) взаимодействует с тропеолином 00 в молярном соотношении 2 : 1. Изучена зависимость уменьшения светопоглощения тропеолина 00 от кислотности раствора. В 0.2 М растворе серной кислоты ΔA достигает максимального значения и остается постоянным при дальнейшем увеличении концентрации H_2SO_4 .

Определение $Se_{общ.}$. Суммарное содержание Ce(III) и Ce(IV) в образцах сцинтилляционных монокристаллов также определяли с *o*-толидином после предварительного окисления Ce(III) персульфатом аммония [9]. Во избежание неполного окисления церия применяют катализаторы – ионы Ag(I) или Co(II). Так как мы использовали *o*-толидин в виде его растворимого хлорида, в качестве катализатора предпочли применить ионы Co(II), хотя нормальный потенциал системы Co(II)/Co(III) ($E_0=1.84$ В) несколько ниже, чем потенциал системы Ag(I)/Ag(II) ($E_0=1.98$ В). Концентрация ионов кобальта в растворе не должна превышать $2 \cdot 10^{-5}$ моль/л. Окислительная способность растворов персульфата аммония из-за разложения быстро уменьшается, поэтому мы использовали его в кристаллическом виде (0.5 г). Избыток окислителя удаляли кипячением в течение 10 мин, предварительно разбавив раствор вдвое, так как для полного разложения персульфата необходима более низкая кислотность, чем для окисления Co(III).

При анализе *фторидов* и *силикатов* перед определением общего содержания церия необходимо было удалить фторид- и силикат-ионы. С этой целью навеску образца фторида лития – гадолиния растворяли в смеси борной и хлорной кислот при нагревании, затем раствор упаривали досуха под инфракрасной лампой для удаления BF_3 . Монокристаллы силиката гадолиния, активированного церием, вначале разлагали смесью фтористоводородной и хлорной кислот при нагревании, после чего удаляли летучий SiF_4 упариванием. Сухие остатки растворяли в воде,

проводили окисление Ce(III) персульфатом аммония и определение Ce(IV) с *o*-толидином, как описано выше.

Определение Ce(III). Во *фторалюминатах лития–кальция и лития–стронция* церий, как активирующая добавка, находится в трехвалентном состоянии. Для его определения выбран хлорфосфозадо III (ХФ) – 2,7-бис-(4-хлор-2-фосфонобензолазо)-1,8-диоксинафталин-3,6-дисульфоновая кислота, – который известен в качестве реагента, применяемого для определения как редкоземельных [10,11] так и щелочноземельных металлов (ЩЗМ) [12,13]. Выбор нами этого реагента обусловлен тем, что реакция взаимодействия его с Ce(III) отличается высокой чувствительностью и контрастностью. Благодаря присутствию в молекуле этого органического реагента группировки $—PO_3H_2$, он способен взаимодействовать с катионами в более кислых растворах, чем реагенты, содержащие другие аналитические группы, например, $—AsO_3H_2$ (арсеназо III) [14]. Кроме того, контрастность реакций РЗЭ с хлорфосфозадо III выше, чем с широко применяемым реагентом арсеназо III, что связано с введением хлора в *n*-положение к азогруппе в молекуле реагента [10]. Избирательность реагента относительно невелика, поэтому при определении микрограммовых содержаний РЗЭ в присутствии макроколичеств других ионов обычно проводят предварительное отделение анализируемого компонента, чаще всего с использованием экстракции. Известные методы разделения достаточно трудоёмки и длительны [15,16].

Спектр поглощения комплекса Ce(III) – ХФ имеет два максимума при длинах волн 620 нм и 670 нм. Максимумы светопоглощения комплексов ЩЗМ с ХФ при $pH \geq 3$ лежат в области 610 – 660 нм, в спектре поглощения комплекса Al с ХФ наблюдается широкий максимум при 580 – 605 нм, для хлорфосфозадо III $\lambda_{max} = 565$ нм. Установлено, что повышение кислотности растворов приводит к разрушению комплексов Ca и Sr с хлорфосфозадо III и усилению интенсивности поглощения комплекса Ce(III) с ХФ в длинноволновой области. При этом значительно повышается чувствительность и избирательность реакции.

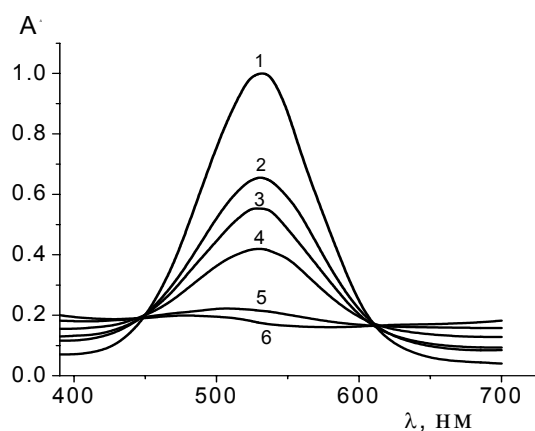


Рис. 1. Спектры поглощения $3 \cdot 10^{-6}$ М растворов тропеолина 00 в отсутствие (1) и в присутствии (2–6) Ce(IV); $c(H_2SO_4) = 0.48$ моль/л; $c(Ce^{4+}) = 3 \cdot 10^{-6}$ (2); $4.5 \cdot 10^{-6}$ (3); $6 \cdot 10^{-6}$ (4); $9 \cdot 10^{-6}$ (5); $1.2 \cdot 10^{-5}$ (6) моль/л.

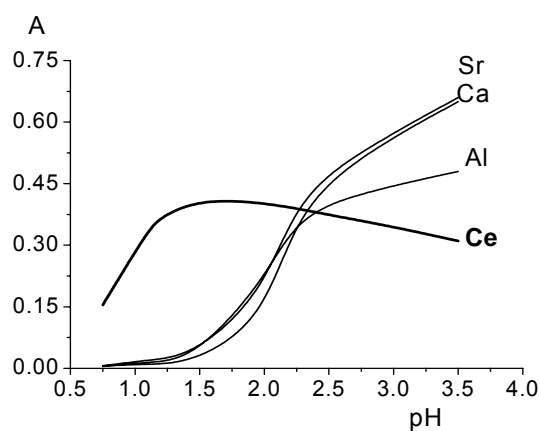


Рис. 2. Зависимость светопоглощения растворов комплексов Ce, Al, Ca и Sr с хлорфосфозадо III от pH, $c(ХФ) = 2.4 \cdot 10^{-6}$ моль/л, $c(Ce) = 1.43 \cdot 10^{-6}$ моль/л, $c(Al) = c(Ca) = c(Sr) = 6 \cdot 10^{-6}$ моль/л.

Изучение зависимости светопоглощения комплексов от кислотности растворов (рис. 3) показало, что при определении церия оптимальным является интервал pH 1.2 – 1.4, при котором поглощение комплекса Ce с хлорфосфозадо III достигает максимального значения, а мешающее влияние элементов матрицы сведено к минимуму. Алюминий частично маскировали сульфосалициловой кислотой (0.04 моль/л).

Однако наши исследования показали, что полностью устранить мешающее влияние основных компонентов фторалюминатов лития–кальция и лития–стронция не удастся, так как молярная концентрация их в анализируемом растворе в десятки тысяч раз превышает концентрацию активатора. Для получения правильных результатов мы предложили вводить элементы

матрицы в контрольный раствор при измерении светопоглощения анализируемого раствора, исключив тем самым их влияние на результат определения церия. Экспериментально установлено, что изменение концентрации основных компонентов в анализируемом растворе на 10–15% отн. не влияет на результаты определения церия. Избыток реагента при этом должен быть 4–12-кратным по отношению к концентрации церия. При дальнейшем повышении концентрации хлорфосфозано III увеличивается влияние основных компонентов.

Определение Eu(III). Для спектрофотометрического определения Eu(III) во *фторалюминае лития–стронция* наиболее удобным реагентом также оказался хлорфосфозано III. Найдено, что оптимальным для определения европия с этим реагентом является интервал pH 0.85 – 1.5. В этих условиях максимумы поглощения комплексов алюминия и стронция с ХФ имеют сдвиг около 20 нм относительно максимума поглощения комплекса европия (рис.3, кривые 3, 4 и 5 соответственно). Маскирование ионов алюминия сульфосалициловой кислотой (H_2Ssal) значительно снижает поглощение его комплекса с реагентом (рис.3, кривые 2 и 3).

Зависимость светопоглощения растворов комплекса от концентрации европия линейна в области концентраций от $7 \cdot 10^{-7}$ до $2.3 \cdot 10^{-5}$ моль/л. На фоне ионов Al и Sr в концентрациях, близких к их содержанию в образце $LiSrAlF_6(Eu)$, интервал линейности несколько сужается – от $1.3 \cdot 10^{-6}$ до $1.8 \cdot 10^{-5}$ моль/л. Для полного устранения влияния основных компонентов анализ проводят, используя в качестве контрольной пробы раствор, полученный из образца $LiSrAlF_6$ без добавки европия, или модельный раствор, содержащий элементы основы в соответствии с теоретическим содержанием их в пробе. Варьирование фона, на котором проводится определение европия с ХФ, в довольно широких пределах (300–600 мкг Sr и 50–100 мкг Al) существенного влияния на результаты определения европия не оказывает.

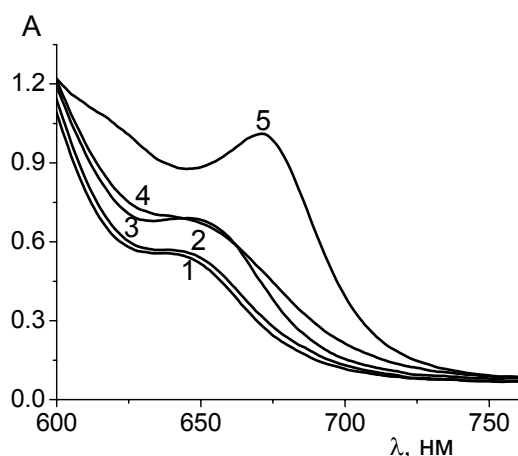


Рис. 3. Спектры поглощения ХФ (1) и его комплексов с Al в присутствии H_2Ssal (2) и в её отсутствие (3), со Sr (4) и Eu^{3+} (5) при pH 1.0; $c(Eu)=1 \cdot 10^{-5}$ моль/л; $c(Al)=2 \cdot 10^{-4}$ моль/л; $c(Sr)=1 \cdot 10^{-4}$ моль/л; $c(ХФ)=4 \cdot 10^{-5}$ моль/л; $c(H_2Ssal)=0,2$ моль/л.

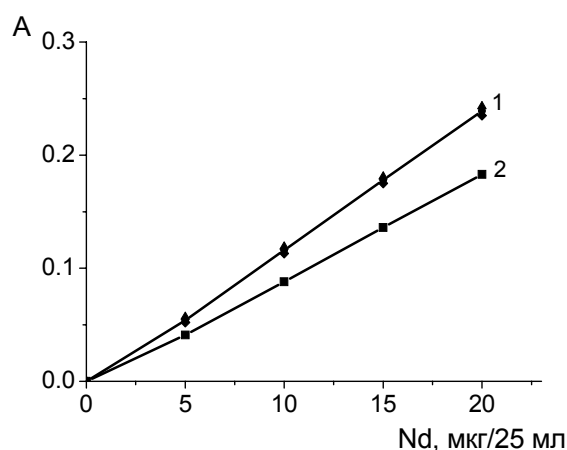


Рис. 4. Градуировочные зависимости для определения неодима с $2.6 \cdot 10^{-4}$ моль/л арсеназо III: 1 – в присутствии Mo(V), Pb(II) и комплексона III (●) и в отсутствие этих компонентов (▲), 2 – в присутствии только комплексона III; $c(Mo^{5+}) = c(Pb^{2+}) = 1.1 \cdot 10^{-3}$ моль/л, $c(комплексона\ III) = 2 \cdot 10^{-3}$ моль/л.

Определение Nd(III). Для определения неодима в *молибдате свинца* был выбран арсеназо III, образующий с ионами РЗЭ достаточно прочные хелаты с максимумом светопоглощения в области 650–660 нм. Известны три области pH для определения РЗЭ с арсеназо III: ≤ 3.2 ; 6.4–8.0 и 9.7–10.5 [17,18]. В кислой среде помехи со стороны сопутствующих элементов меньше, чем в нейтральной и щелочной среде. Для повышения избирательности определения неодима с арсеназо III мы применили комплексон III. Комплексонат Mo(V) более устойчив, чем комплексонат Mo(VI), поэтому перед определением неодима мы восстанавливали Mo(VI). В качестве восстановителя использовали дигидрохлорид гидразина. Восстановление проводили в среде 1.2 M HCl при температуре 70–80°C в течение 5 мин., не допуская образования молибденовой сини в

виде коллоидного раствора или осадка, в котором молибден может находиться частично в степени окисления пять, частично в степени окисления шесть. При $pH \leq 3$ комплексонат свинца (II) достаточно устойчив.

При $pH > 2$ комплексон III образует прочные комплексы и с ионами редкоземельных элементов. Устойчивость комплексов с арсеназо III примерно одинакова для всех РЗЭ, тогда как устойчивость комплексонатов увеличивается с увеличением порядкового номера лантаноида [19,20]. Маскирования комплексон III лёгких РЗЭ, к которым относится неодим, удаётся избежать, если концентрация комплексона III равна $2 \cdot 10^{-3}$ моль/л, а концентрации основных компонентов лежат в интервале $(0.2-1.1) \cdot 10^{-3}$ моль/л. В выбранных условиях удаётся полностью исключить мешающее влияние основы на определение активирующей добавки неодима (рис.4, кривая 1). Вместе с тем в присутствии комплексона III, но в отсутствие ионов молибдена и свинца, наблюдается частичное маскирование неодима комплексон III (рис.4, кривая 2). При определении неодима с арсеназо III оптимальным является $pH 2.7-2.8$, в противном случае снижается чувствительность и воспроизводимость метода. Для получения правильных результатов определения при измерении светопоглощения анализируемого раствора в контрольный раствор вводили элементы матрицы. Определение неодима возможно в присутствии более чем 500- и 1000-кратных количеств молибдена и свинца.

В случае, когда активатор вводится в *молибдат свинца* в виде $NdNbO_4$, для предотвращения гидролиза ниобия навеску образца растворяли в смеси хлороводородной и винной кислот. Результат определения неодима с арсеназо III получается завышенным, несмотря на присутствие в анализируемом растворе комплексона III. Возникает необходимость отделения определяемого микрокомпонента от элементов основы. В качестве экстракционного реагента мы использовали 1-фенил-3-метил-4-бензоилпиразолон-5 (ФМБП), который применяют как для концентрирования, так и для разделения ряда элементов [21]. Были изучены условия экстракции неодима в присутствии ниобия, молибдена и свинца 0.05 М раствором ФМБП в хлороформе из $6.7 \cdot 10^{-2}$ М раствора винной кислоты. Концентрации ионов $Nd(III)$, $Nb(V)$, $Mo(VI)$ и $Pb(II)$ в растворе были равны $1.4 \cdot 10^{-6}$ г-ион/л, $5.3 \cdot 10^{-6}$ г-ион/л, $1.1 \cdot 10^{-4}$ г-ион/л, $1.1 \cdot 10^{-4}$ г-ион/л соответственно. Экстракцию проводили при $pH 6.0-7.5$ и соотношении органической и водной фазы 1:10 в течение 3 мин. Установлено, что из тартратных растворов ниобий и молибден в виде комплекса с ФМБП хлороформом не извлекаются; неодим в отсутствие ниобия экстрагируется на 99.9% (при двукратной экстракции). В присутствии ниобия при $pH 6.0$ и $pH 7.5$ неодим в виде соединения с ФМБП извлекается хлороформом на ~ 93% и ~ 98.5% соответственно. Свинец, как и неодим, количественно экстрагируется хлороформом. Однократным промыванием органической фазы 3.0 М раствором хлорида аммония (соотношение органической и водной фазы 1:1) в течение 20 с достигается полное извлечение свинца в водную фазу. Следы неодима концентрируются в органической фазе, откуда они реэкстрагируются 0.1 М раствором хлороводородной кислоты. В реэкстракте определяли неодим с помощью арсеназо III.

Установлены интервалы концентраций, в которых соблюдается закон Бера, рассчитаны параметры градуировочных графиков (табл. 1).

Таблица 1. Характеристика методов определения церия, европия и неодима в сцинтилляционных материалах.

Определ. элемент	Реагент	λ_{max} , нм	Диапазон измеряемых концентраций, мкг/мл	Уравнения градуировочных графиков	Коэффиц. корреляц.
Ce(IV)	<i>o</i> -толидин	440	0.08 – 1.0	$A = 2.42 \cdot 10^{-2} c^*$	0.998
Ce _{общ.} (IV)	<i>o</i> -толидин	440	0.1 – 1.0	$A = (1.32 c + 0.66) \cdot 10^{-2}$	0.998
Ce(IV)	тропеолин 00	530	0.04 – 0.4	$\Delta A = 2.89 \cdot 10^{-2} c^*$	0.995
Ce(III)	хлорфосфоназо III	670	0.08 – 0.8	$A = (1.84 c + 0.75) \cdot 10^{-2}$	0.998
Eu(III)	хлорфосфоназо III	670	0.2 – 2.0	$A = (3.21 c - 0.55) \cdot 10^{-2}$	0.995
Nd(III)	арсеназо III	654	0.2 – 0.8	$A = 1.23 \cdot 10^{-2} c^*$	0.999

* – величина свободного члена незначима

Разработанные методики определения церия, европия и неодима были проверены по способу “введено–найдено” на модельных растворах и смесях (табл. 2). Метрологические характеристики свидетельствуют об их правильности и отсутствии систематических погрешностей.

Результаты анализа реальных образцов монокристаллов по разработанным методикам представлены в таблице 2.

Таблица 2. Результаты проверки методики на модельных смесях и анализа реальных образцов сцинтилляционных материалов
($P = 0.95, n = 5 - 6$)

Объект анализа	Определ. элемент	Модельные смеси			Образцы сцинтилляторов	
		Введено, мкг	Найдено, мкг	s_r	Найдено, %	s_r
$\text{Li}_6\text{GdB}_6\text{O}_9$ (Ce)	Ce _{общ.}	10 20	9.9 19.5	0.02 0.04	0.023	0.05
$\text{Li}_6\text{GdB}_6\text{O}_9$ (Ce)	Ce(IV)	5 10	4.9 10.0	0.06 0.03	0.018	0.04
SrB_4O_7 (Ce)	Ce(IV)	10 20	10.1 20.2	0.04 0.03	0.142	0.06
$(\text{NH}_4)_2\text{H}_2\text{PO}_4$ (Ce)	Ce(IV)	3.0 7.0	2.8 6.8	0.03 0.05	0.0067	0.05
LiGdF_4 (Ce)	Ce _{общ.}	40 60	39.6 60.0	0.02 0.02	0.146	0.02
GdSiO_5 (Ce)	Ce _{общ.}	25 50	25.5 50.9	0.02 0.02	0.101	0.02
LiCaAlF_6 (Ce)	Ce(III)	5.0 15.0	4.8 15.3	0.06 0.03	0.013	0.08
LiSrAlF_6 (Ce)	Ce(III)	5.0 10.0	4.8 10.3	0.08 0.07	0.022	0.04
LiSrAlF_6 (Eu)	Eu(III)	5.0 10.0	5.1 10.5	0.04 0.05	1.01	0.11
PbMoO_4 (Nd)	Nd(III)	5.0 15.0	5.1 14.8	0.09 0.03	0.866	0.08
PbMoO_4 (Nd, Nb)	Nd(III)	10.0 20.0	9.9 20.1	0.03 0.01	1.026	0.07

Литература

1. Харламова Л.И., Борчева Т.А., Соломатин В.Т. // Заводск. лаборатория. 1974. Т. 40. № 10. С. 1169 – 1177.
2. Gayduk O.V., Pantaler R.P., Blank A.B. // Functional materials. 2005. V.12. №1. P. 69 – 71.
3. Iordanov N., Antonova N., Daiev C. // Talanta. 1966. V. 13. № 10. P. 1459 – 1462.
4. Черкесов А.И., Жигалкина Т.С. // Журн. аналит. химии. 1961. Т. 41. № 3. С. 364 – 365.
5. Basavaiah K, Chandrashekar U., Nagegowda P. // Bulg. Chem. Commun. 2003. V. 35. № 3. P. 174 – 182.
6. Иванов В.М., Фигуровская В.Н. // Авт. свидет. СССР № 12017406. 1985.
7. Нестерова И.Л., Ковтуненко П.В., Ахназарова С.Л., Хачатуров-Тавризян А.Е. // Изв. вузов. Хим. и хим. технол. 1990. Т 33. № 6. С. 30–34.
8. Гайдук О.В., Панталер Р.П., Бланк А.Б. Патент № 77087А, Украина, G01N 31/22. 2006. Заявл. 13.12.2004.

9. Brazejak-Ditges D. // Z. analyt. Chem. 1970. V. 251. № 1. С. 11.
10. Непомнящая Н.А., .Меньков А.А., Ленский А.С. // Журн. аналит. химии. 1976. Т. 31. Вып. 6. С. 1138–1145.
11. Меньков А.А., Непомнящая Н.А. // Журн. неорганической химии. 1977. Т. 22. Вып. 8. С. 2135–2140.
12. Лазарев А.И., Органические реактивы в анализе металлов. – М.: Металлургия, 1980. 232 с.
13. Лукин А.М., Чернышева Т.В., Жаданов Б.В., Заварихина Г.В. // Химические реактивы и препараты. Труды ИРЕА. 1975. Вып. 37. С. 235–240.
14. Немодрук А.А., Новиков Ю.П., Лукин А.М., Калинина И.Д. // Журн. аналит. химии. 1961. Т. 16. Вып. 2. С. 180–185.
15. O’Laughlin J.W., Jensen D.F. // Talanta. 1970. V. 17. P. 329–332.
16. Taketatsu T., Kaneko V., Kono N. // Talanta. 1974. V. 21. P. 87–91.
17. Ермакова Н.В., Бурмаа Дашдэндэв, Иванов В.М. и др. // Вестн. Моск. Ун-та. Сер. 2. Химия. 2000. Т. 41. № 5. С. 305-308.
18. Спицын П.К., Шварев В.С. // Журн. аналит. химии. 1971. Т. 26. Вып. 7. С. 1313–1317.
19. Кутейников А.Ф. // Заводск. лаборатория. 1962. Т. 28. № 10. С. 1179 – 1182.
20. Саввин С.В., Петрова Т.В., Романов П.Н. // Журн. аналит. химии. 1973. Т. 28. Вып. 2. С. 272–277.
21. Золотов Ю.В., Кузьмин Н.М. Экстракция металлов ацетилпиразолонами. М.: Наука, 1977. 140 с.

Поступила в редакцию 2 апреля 2008 г.

Kharkov University Bulletin. 2008. № 820. Chemical Series. Issue 16(39). O. V. Gayduk, L. V. Gudzenko, T. I. Ivkova, R. P. Pantaler, **A. B. Blank**. Content control of activating additives of cerium, neodymium and europium in scintillation materials by spectrophotometry.

The results of investigating cerium, neodymium and europium determination for microgram quantities by spectrophotometry were generalized with the purpose of the use them for content control of these rare earth elements in different scintillation materials. The optimum conditions were found for interactions of cerium(IV) with o-tolidine, tropaeoline 00; cerium(III) and europium(III) with chlorophosphonazo III; and neodymium(III) with arsenazo III. The calibration plot parameters and metrological characteristics of the techniques were calculated.