

РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫЕ МЕТАЛЛЫ И ИХ ОКСИДЫ

Спектральный метод определения примесей оксидов редкоземельных элементов

ГОСТ
23862.1—79

Rare-earth metals and their oxides.

Spectral method of determination of impurities in oxides of rare-earth elements

МКС 77.120.99

ОКСТУ 1709

Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 19 октября 1979 г. № 3988 дата введения установлена

01.01.81

Ограничение срока действия снято по протоколу № 7—95 Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации (ИУС 11—95)

Настоящий стандарт устанавливает спектральный метод определения примесей оксидов редкоземельных элементов в редкоземельных металлах (предварительно переведенных в оксиды) и их оксидах.

Метод основан на возбуждении дугой постоянного тока и фотографической регистрации спектров анализируемого материала и образцов сравнения с последующим определением содержания редкоземельных примесей по градуировочным графикам.

Интервал определяемых массовых долей примесей оксидов:

| | | | |
|-------------------|-------------------------------|---------------------|---|
| в оксиды | лантана: | тулия | от $5 \cdot 10^{-3}$ % до 1 % |
| церия | от $1 \cdot 10^{-2}$ % до 1 % | иттербия | от $2 \cdot 10^{-3}$ % до 1 % |
| празеодима | от $1 \cdot 10^{-2}$ % до 1 % | лютеция | от $1 \cdot 10^{-2}$ % до 1 % |
| неодима | от $2 \cdot 10^{-2}$ % до 1 % | иттрия | от $2 \cdot 10^{-3}$ % до 1 % |
| самария | от $1 \cdot 10^{-2}$ % до 1 % | в оксиды праеодима: | |
| европия | от $1 \cdot 10^{-2}$ % до 1 % | лантана | от $2 \cdot 10^{-2}$ % до 1 % |
| гадолиния | от $5 \cdot 10^{-3}$ % до 1 % | церия | от $1 \cdot 10^{-1}$ % до 1 % |
| тербия | от $2 \cdot 10^{-2}$ % до 1 % | неодима | от $1 \cdot 10^{-1}$ % до 1 % |
| диспрозия | от $5 \cdot 10^{-3}$ % до 1 % | самария | от $1 \cdot 10^{-1}$ % до 1 % |
| гольмия | от $1 \cdot 10^{-3}$ % до 1 % | европия | от $5 \cdot 10^{-2}$ % до 1 % |
| эрбия | от $5 \cdot 10^{-3}$ % до 1 % | гадолиния | от $1 \cdot 10^{-1}$ % до 1 % |
| тулия | от $5 \cdot 10^{-3}$ % до 1 % | тербия | от $1 \cdot 10^{-1}$ % до 1 % |
| иттербия | от $1 \cdot 10^{-3}$ % до 1 % | диспрозия | от $2 \cdot 10^{-2}$ % до 1 % |
| лютеция | от $2 \cdot 10^{-3}$ % до 1 % | гольмия | от $5 \cdot 10^{-2}$ % до 1 % |
| иттрия | от $5 \cdot 10^{-3}$ % до 1 % | эрбия | от $2 \cdot 10^{-2}$ % до 1 % |
| в двуокиси церия: | | тулия | от $2 \cdot 10^{-2}$ % до 1 % |
| лантана | от $2 \cdot 10^{-2}$ % до 1 % | иттербия | от $1 \cdot 10^{-2}$ % до 1 % |
| празеодима | от $5 \cdot 10^{-2}$ % до 1 % | лютеция | от $5 \cdot 10^{-3}$ % до 1 % |
| неодима | от $5 \cdot 10^{-2}$ % до 1 % | иттрия | от $5 \cdot 10^{-3}$ % до 1 % |
| самария | от $5 \cdot 10^{-2}$ % до 1 % | в оксиды самария: | |
| европия | от $2 \cdot 10^{-2}$ % до 1 % | лантана | от $1 \cdot 10^{-2}$ % до 1 % |
| гадолиния | от $2 \cdot 10^{-2}$ % до 1 % | церия | от $1 \cdot 10^{-1}$ % до 1 % |
| тербия | от $5 \cdot 10^{-2}$ % до 1 % | празеодима | от $1 \cdot 10^{-1}$ % до 1 % |
| диспрозия | от $1 \cdot 10^{-2}$ % до 1 % | неодима | от $1 \cdot 10^{-2}$ % до 1 % |
| гольмия | от $5 \cdot 10^{-3}$ % до 1 % | европия | от $5 \cdot 10^{-2}$ % до 1 % |
| эрбия | от $5 \cdot 10^{-3}$ % до 1 % | | от $1 \cdot 10^{-2}$ % до $5 \cdot 10^{-2}$ % |

Издание официальное

Перепечатка воспрещена

Издание с Изменениями № 1, 2, утвержденными в апреле 1985 г., мае 1990 г. (ИУС 7—85, 8—90).

С. 3 ГОСТ 23862.1—79

| | | | |
|------------------|-------------------------------|------------------|-------------------------------|
| тербия | от $2 \cdot 10^{-2}$ % до 1 % | эрбия | от $1 \cdot 10^{-2}$ % до 1 % |
| диспрозия | от $2 \cdot 10^{-2}$ % до 1 % | иттербия | от $5 \cdot 10^{-2}$ % до 1 % |
| гольмия | от $1 \cdot 10^{-3}$ % до 1 % | лютеция | от $1 \cdot 10^{-2}$ % до 1 % |
| эрбия | от $2 \cdot 10^{-3}$ % до 1 % | иттрия | от $5 \cdot 10^{-3}$ % до 1 % |
| тулия | от $1 \cdot 10^{-3}$ % до 1 % | в окиси лютеция: | |
| лютеция | от $2 \cdot 10^{-3}$ % до 1 % | лантана | от $5 \cdot 10^{-3}$ % до 1 % |
| иттрия | от $1 \cdot 10^{-2}$ % до 1 % | церия | от $1 \cdot 10^{-2}$ % до 1 % |
| в окиси гольмия: | | празеодима | от $2 \cdot 10^{-2}$ % до 1 % |
| лантана | от $1 \cdot 10^{-2}$ % до 1 % | неодима | от $5 \cdot 10^{-3}$ % до 1 % |
| церия | от $2 \cdot 10^{-2}$ % до 1 % | самария | от $2 \cdot 10^{-2}$ % до 1 % |
| празеодима | от $5 \cdot 10^{-2}$ % до 1 % | европия | от $5 \cdot 10^{-2}$ % до 1 % |
| неодима | от $1 \cdot 10^{-2}$ % до 1 % | гадолиния | от $2 \cdot 10^{-3}$ % до 1 % |
| самария | от $2 \cdot 10^{-2}$ % до 1 % | тербия | от $5 \cdot 10^{-3}$ % до 1 % |
| европия | от $2 \cdot 10^{-2}$ % до 1 % | диспрозия | от $2 \cdot 10^{-3}$ % до 1 % |
| гадолиния | от $5 \cdot 10^{-3}$ % до 1 % | гольмия | от $2 \cdot 10^{-3}$ % до 1 % |
| тербия | от $2 \cdot 10^{-2}$ % до 1 % | эрбия | от $1 \cdot 10^{-3}$ % до 1 % |
| диспрозия | от $5 \cdot 10^{-2}$ % до 1 % | тулия | от $2 \cdot 10^{-3}$ % до 1 % |
| эрбия | от $5 \cdot 10^{-2}$ % до 1 % | иттербия | от $1 \cdot 10^{-3}$ % до 1 % |
| тулия | от $2 \cdot 10^{-2}$ % до 1 % | иттрия | от $1 \cdot 10^{-3}$ % до 1 % |
| иттербия | от $1 \cdot 10^{-3}$ % до 1 % | в окиси иттрия: | |
| лютеция | от $1 \cdot 10^{-2}$ % до 1 % | лантана | от $5 \cdot 10^{-3}$ % до 1 % |
| иттрия | от $1 \cdot 10^{-2}$ % до 1 % | церия | от $1 \cdot 10^{-2}$ % до 1 % |
| в окиси тулия: | | празеодима | от $1 \cdot 10^{-2}$ % до 1 % |
| лантана | от $2 \cdot 10^{-3}$ % до 1 % | неодима | от $5 \cdot 10^{-3}$ % до 1 % |
| церия | от $2 \cdot 10^{-2}$ % до 1 % | самария | от $5 \cdot 10^{-3}$ % до 1 % |
| празеодима | от $1 \cdot 10^{-2}$ % до 1 % | европия | от $1 \cdot 10^{-2}$ % до 1 % |
| неодима | от $1 \cdot 10^{-2}$ % до 1 % | гадолиния | от $2 \cdot 10^{-3}$ % до 1 % |
| самария | от $2 \cdot 10^{-2}$ % до 1 % | тербия | от $5 \cdot 10^{-3}$ % до 1 % |
| европия | от $5 \cdot 10^{-3}$ % до 1 % | диспрозия | от $2 \cdot 10^{-3}$ % до 1 % |
| гадолиния | от $2 \cdot 10^{-3}$ % до 1 % | гольмия | от $2 \cdot 10^{-3}$ % до 1 % |
| тербия | от $1 \cdot 10^{-2}$ % до 1 % | эрбия | от $1 \cdot 10^{-3}$ % до 1 % |
| диспрозия | от $2 \cdot 10^{-2}$ % до 1 % | тулия | от $1 \cdot 10^{-3}$ % до 1 % |
| гольмия | от $1 \cdot 10^{-2}$ % до 1 % | иттербия | от $1 \cdot 10^{-3}$ % до 1 % |
| | | лютеция | от $1 \cdot 10^{-3}$ % до 1 % |

(Измененная редакция, Изм. № 2).

1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

1.1. Общие требования к методу анализа — по ГОСТ 23862.0—79.

2. АППАРАТУРА, МАТЕРИАЛЫ И РЕАКТИВЫ

Спектрограф дифракционный типа ДФС-13 с решеткой 1200 штр/мм, работающий в первом порядке отражения, с трехлинзовой системой освещения.

Генератор дуговой типа ДГ-2 с дополнительным реостатом или аналогичный, приспособленный для поджига дуги постоянного тока высокочастотным разрядом.

Выпрямитель 250—300 В, 30—50 А.

Микрофотометр нерегистрирующий типа МФ-2 или аналогичный.

Спектропроектор типа ПС-18 или аналогичный.

Весы аналитические.

Весы торсионные типа ВТ-500 или аналогичные.

Ступка и пестик из агата или яшмы.

Печь муфельная с терморегулятором, обеспечивающим температуру 1000 °С.

Станок для заточки электродов.

Угли спектральные ОСЧ-7—3, диаметром 6 мм.

Электроды, выточенные из углей спектральных ОСЧ-7—3, диаметром 6 мм, заточенные на усеченный конус с углом при вершине 15 градусов и с площадкой диаметром 1,5 мм.

Электроды, выточенные из углей спектральных ОСЧ-7—3, диаметром 6 мм, с кратером глубиной 5 мм, диаметром 2 мм и толщиной стенок 1 мм.

Графит порошковый особой чистоты по ГОСТ 23463—79.

Калька бумажная по ГОСТ 892—89.

Вата медицинская компрессная по НТД или гигроскопическая по ГОСТ 5556—81.

Тигли фарфоровые.

Фотопластинки спектрографические тип I, размером 9×24 или аналогичные, обеспечивающие нормальные почернения аналитических линий в спектре.

Спирт этиловый ректификованный по ГОСТ 18300—87.

Окиси редкоземельных элементов: лантана, церия, празеодима, неодима, самария, европия, гадолиния, тербия, диспрозия, гольмия, эрбия, тулия, иттербия, лютеция, иттрия, чистые по определяемым примесям.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

3. ПОДГОТОВКА К АНАЛИЗУ

3.1. Приготовление образцов сравнения

Образцы сравнения (ОС) готовят перед фотографированием спектров смешиванием образцов на графите порошковом (ОГП) с окисью РЗЭ, чистой по определяемым примесям, в соотношении 1 : 1. Для приготовления ОС используют окись РЗЭ, соответствующую анализируемой основе, свежепрокаленную.

3.2. Образцы на графите порошковом (ОГП) готовят перемешиванием порошкового графита с окисями редкоземельных элементов (РЗЭ). Последовательно готовят две серии ОГП. Одна серия — легкие ЛОГП содержит добавки окисей лантана, церия, празеодима, неодима, самария и европия (легкие РЗЭ).

Другая серия — тяжелые ТОГП содержит добавки окисей гадолиния, тербия, диспрозия, гольмия, эрбия, тулия, иттербия, лютеция и иттрия (тяжелые РЗЭ).

Для приготовления ЛОГП 1, содержащего по 1 % (по массе окисей) легких РЗЭ, в яшмовую ступку помещают 1,88 г порошкового графита, по 20 мг свежепрокаленных окисей лантана, церия, празеодима, неодима, самария и европия.

При химико-спектральном анализе окиси тербия (ГОСТ 23862.7—79, ГОСТ 23862.9—79) для приготовления ЛОГП 1 в яшмовую ступку помещают 1,86 г порошкового графита, по 20 мг свежепрокаленных окисей лантана, церия, празеодима, неодима, самария, европия и гадолиния. Содержимое перемешивают в течение 30 мин, добавляя спирт до кашицеобразного состояния массы. После окончания перемешивания спирт выжигают и перемешивают массу в течение 3 мин.

Для приготовления ТОГП 1, содержащего по 1 % (по массе окисей) тяжелых РЗЭ, в яшмовую ступку помещают 1,82 г порошкового графита и по 20 мг свежепрокаленных окисей гадолиния, тербия, диспрозия, гольмия, эрбия, тулия, иттербия, лютеция и иттрия. Повторяют процедуру перемешивания и выжигания спирта, как указано для образца ЛОГП 1.

Образцы ЛОГП 2—ЛОГП 8, содержащие легкие РЗЭ, и образцы ТОГП 2—ТОГП 10, содержащие тяжелые РЗЭ, готовят последовательным разбавлением соответственно ЛОГП 1 и ТОГП 1, а затем каждого последующего образца порошковым графитом, повторяя каждый раз процедуру перемешивания и выжигания спирта, как описано при приготовлении образца ЛОГП 1.

Содержание каждой из определяемых примесей в образцах ЛОГП 1—ЛОГП 8 и ТОГП 1—ТОГП 10 и вводимые в смесь навески порошкового графита и предыдущего образца указаны в табл. 1.

| Обозначение образца | Массовая доля каждой из определяемых примесей в расчете на массовую долю окисей в смеси окисей и порошкового графита, % | Масса навески, г | |
|---------------------|---|---------------------|---|
| | | Порошкового графита | Предыдущего образца (в скобках указано его обозначение) |
| ЛОГП 1 | 1,0 | — | — |
| ЛОГП 2 | $5 \cdot 10^{-1}$ | 0,900 | 0,900 (ЛОГП 1) |
| ЛОГП 3 | $2 \cdot 10^{-1}$ | 1,155 | 0,770 (ЛОГП 2) |
| ЛОГП 4 | $1 \cdot 10^{-1}$ | 0,925 | 0,925 (ЛОГП 3) |
| ЛОГП 5 | $5 \cdot 10^{-2}$ | 0,850 | 0,850 (ЛОГП 4) |
| ЛОГП 6 | $2 \cdot 10^{-2}$ | 1,050 | 0,700 (ЛОГП 5) |
| ЛОГП 7 | $1 \cdot 10^{-2}$ | 0,750 | 0,750 (ЛОГП 6) |
| ЛОГП 8 | $5 \cdot 10^{-3}$ | 0,500 | 0,500 (ЛОГП 7) |
| ТОГП 1 | 1,0 | — | — |
| ТОГП 2 | $5 \cdot 10^{-1}$ | 0,885 | 0,885 (ТОГП 1) |
| ТОГП 3 | $2 \cdot 10^{-1}$ | 1,155 | 0,770 (ТОГП 2) |
| ТОГП 4 | $1 \cdot 10^{-1}$ | 0,940 | 0,940 (ТОГП 3) |
| ТОГП 5 | $5 \cdot 10^{-2}$ | 0,880 | 0,880 (ТОГП 4) |
| ТОГП 6 | $2 \cdot 10^{-2}$ | 1,140 | 0,760 (ТОГП 5) |
| ТОГП 7 | $1 \cdot 10^{-2}$ | 0,900 | 0,900 (ТОГП 6) |
| ТОГП 8 | $5 \cdot 10^{-3}$ | 0,800 | 0,800 (ТОГП 7) |
| ТОГП 9 | $2 \cdot 10^{-3}$ | 0,900 | 0,600 (ТОГП 8) |
| ТОГП 10 | $1 \cdot 10^{-3}$ | 0,500 | 0,500 (ТОГП 9) |

Образцы хранят в пакетиках из кальки в эксикаторе.

4. ПРОВЕДЕНИЕ АНАЛИЗА

4.1. Анализуют подвергают окиси РЗЭ. Металлы переводят в окиси по ГОСТ 23862.0—79.

4.2. Навеску анализируемой пробы массой 30 мг смешивают шпателем на кальке в течение 1—2 мин с 30 мг порошкового графита. Полученную смесь делят на четыре равные части и помещают с помощью шпателя и металлического стержня в кратеры четырех электродов.

По 15 мг каждого из образцов ЛОГП 1—ЛОГП 8 или ТОГП 1—ТОГП 10 смешивают с 15 мг окиси РЗЭ чистой по определяемым примесям. Для приготовления смеси используют окись РЗЭ, соответствующую анализируемой основе. Полученную смесь делят на две равные части и помещают в кратеры двух электродов.

Электрод с анализируемой пробой или ОС служит анодом, верхний электрод, заточенный на усеченный конус — катодом. Между электродами зажигают дугу постоянного тока 10 А. Время экспозиции от 60 до 120 с (до полного испарения материала).

Спектры фотографируют на спектрографе ДФС-13. Ширина щели спектрографа 15 мкм. В кассету спектрографа заряжают пластинки типа I.

Спектры каждой анализируемой пробы и каждого ОС фотографируют на фотопластинке два раза. Каждую пробу фотографируют в двух областях спектра на две фотопластинки. В области 390—425 нм с ОС, содержащими легкие РЗЭ (ЛОГП 1—ЛОГП 8), и в области 310—340 нм с образцами сравнения, содержащими тяжелые РЗЭ (ТОГП 1—ТОГП 10).

Экспонированные фотопластинки проявляют в течение 3 мин, промывают водой, фиксируют, промывают в проточной воде 15 мин и сушат.

4.2.1. Определение европия в окиси самария в интервале определяемых массовых долей от $1 \cdot 10^{-2}$ % до $5 \cdot 10^{-2}$ % проводят по п. 4.2. Спектры фотографируют в области 440–460 нм с образцами сравнения (ЛОГП 1—ЛОГП 8).

(Введен дополнительно, Изм. № 1).

5. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ

5.1. В каждой спектрограмме фотометрируют почернения аналитической линии определяемого элемента S_x и линии сравнения S_c (табл. 2) (в качестве линий сравнения используют линии редкозе-

мельной основы) и вычисляют разность почернений $\Delta S = S_s - S_c$. По двум параллельным значениям ΔS_1 и ΔS_2 , полученным по двум спектрограммам, снятым для каждого образца, находят среднеарифметическое $\overline{\Delta S}$. По значениям $\lg C$ и $\overline{\Delta S}$ для образцов сравнения строят градуировочный график в координатах $(\overline{\Delta S} - \lg C)$.

Массовую долю определяемой примеси в анализируемой пробе находят по градуировочному графику по значению ΔS .

Расхождения результатов двух анализов (отношение большего результата к меньшему) не должны превышать значения допускаемого расхождения, равного 1,5.

Таблица 2

| Основа | Определяемый элемент | Длина волны аналитической линии, нм | Длина волны линии сравнения (линии элемента-основы), нм | Интервал определяемых массовых долей окисей РЭЭ, % |
|----------------|----------------------|-------------------------------------|---|--|
| Окись лантана | Церий | 422,26 | 422,31 | $1 \cdot 10^{-2} - 1 \cdot 10^{-1}$ |
| | | 422,26 | 422,93 | $2 \cdot 10^{-2} - 1,0$ |
| | Празеодим | 422,29 | 422,31 | $1 \cdot 10^{-2} - 1 \cdot 10^{-1}$ |
| | | 422,29 | 422,93 | $3 \cdot 10^{-2} - 1,0$ |
| | Неодим | 425,24 | 425,57 | $2 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ |
| | | 425,24 | 424,83 | $1 \cdot 10^{-3} - 1,0$ |
| | Самарий | 426,51 | 424,83 | $5 \cdot 10^{-2} - 1,0$ |
| | | 432,90 | 432,74 | $1 \cdot 10^{-2} - 1 \cdot 10^{-1}$ |
| | Европий | 390,71 | 390,80 | $1 \cdot 10^{-2} - 1 \cdot 10^{-1}$ |
| | | 390,71 | 391,08 | $5 \cdot 10^{-2} - 1,0$ |
| | Гадолиний | 335,86 | 335,21 | $5 \cdot 10^{-3} - 5 \cdot 10^{-2}$ |
| | | 335,86 | 335,75 | $3 \cdot 10^{-2} - 1,0$ |
| | Тербий | 319,96 | 319,38 | $2 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ |
| | | 319,96 | 320,45 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | Диспрозий | 315,65 | 315,64 | $5 \cdot 10^{-3} - 5 \cdot 10^{-2}$ |
| | | 315,65 | 315,76 | $3 \cdot 10^{-2} - 1,0$ |
| | Гольмий | 339,89 | 340,05 | $1 \cdot 10^{-3} - 2 \cdot 10^{-2}$ |
| | | 316,62 | 316,90 | $1 \cdot 10^{-2} - 1,0$ |
| | Эрбий | 323,06 | 322,47 | $5 \cdot 10^{-3} - 5 \cdot 10^{-2}$ |
| | | 323,06 | 323,57 | $3 \cdot 10^{-2} - 1,0$ |
| Тулий | 313,39 | 313,41 | $5 \cdot 10^{-3} - 5 \cdot 10^{-2}$ | |
| | 313,39 | 313,63 | $3 \cdot 10^{-2} - 1,0$ | |
| Иттербий | 328,94 | 329,35 | $1 \cdot 10^{-3} - 1 \cdot 10^{-2}$ | |
| | 328,94 | 328,39 | $5 \cdot 10^{-3} - 1 \cdot 10^{-1}$ | |
| Лютеций | 328,75 | 328,71 | $5 \cdot 10^{-2} - 1,0$ | |
| | 331,21 | 331,09 | $2 \cdot 10^{-3} - 2 \cdot 10^{-2}$ | |
| Иттрий | 331,21 | 331,06 | $1 \cdot 10^{-2} - 1 \cdot 10^{-1}$ | |
| | 319,81 | 320,45 | $5 \cdot 10^{-2} - 1,0$ | |
| Двоокись церия | Лантан | 398,85 | 398,89 | $2 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ |
| | | 398,85 | 398,71 | $3 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ |
| | Празеодим | 398,85 | 398,61 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | | 422,53 | 422,54 | $5 \cdot 10^{-2} - 5 \cdot 10^{-1}$ |
| | Неодим | 422,53 | 422,57 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | | 397,33 | 397,27 | $5 \cdot 10^{-2} - 5 \cdot 10^{-1}$ |
| | Самарий | 397,33 | 397,60 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | | 392,24 | 392,67 | $5 \cdot 10^{-2} - 5 \cdot 10^{-1}$ |
| | Европий | 392,24 | 392,08 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | | 393,05 | 393,23 | $2 \cdot 10^{-2} - 1,0$ |
| | | 393,05 | 393,55 | $2 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |

| Основа | Определяемый элемент | Длина волны аналитической линии, нм | Длина волны линии сравнения (линии элемента-основы), нм | Интервал определяемых массовых долей оксидов РЗЭ, % | |
|----------------|----------------------|-------------------------------------|---|---|--|
| Двуокись церия | Гадолиний | 335,05 335,05 | 335,04 335,18 | $2 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ $5 \cdot 10^{-2} - 1,0$ | |
| | Тербий | 332,44 | 332,40 | $5 \cdot 10^{-2} - 1,0$ | |
| | Диспрозий | 340,78 340,78 | 340,80 340,88 | $1 \cdot 10^{-2} - 5 \cdot 10^{-1}$ $3 \cdot 10^{-2} - 1,0$ | |
| | Гольмий | 345,60 345,60 | 345,78 345,55 | $5 \cdot 10^{-3} - 5 \cdot 10^{-2}$ $1 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ | |
| | Эрбий | 345,60 326,48 | 345,63 326,52 | $5 \cdot 10^{-2} - 1,0$ $5 \cdot 10^{-3} - 5 \cdot 10^{-2}$ | |
| | Тулий | 326,48 329,10 325,80 | 326,21 328,39 325,83 | $2 \cdot 10^{-2} - 1,0$ $5 \cdot 10^{-3} - 5 \cdot 10^{-2}$ $1 \cdot 10^{-2} - 1 \cdot 10^{-1}$ | |
| | Иттербий | 325,80 328,94 328,94 | 325,78 328,95 328,83 | $5 \cdot 10^{-2} - 1,0$ $2 \cdot 10^{-3} - 2 \cdot 10^{-2}$ $1 \cdot 10^{-2} - 1,0$ | |
| | Лютеций | 335,96 335,96 | 336,10 335,94 | $1 \cdot 10^{-2} - 5 \cdot 10^{-1}$ $3 \cdot 10^{-2} - 1,0$ | |
| | Иттрий | 320,03 320,03 | 320,02 326,09 | $2 \cdot 10^{-3} - 5 \cdot 10^{-2}$ $3 \cdot 10^{-2} - 1,0$ | |
| | Оксид празеодима | Лантан | 404,29 404,29 | 404,31 404,19 | $2 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ $5 \cdot 10^{-2} - 1,0$ |
| | | Церий | 394,28 | 394,17 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | | Неодим | 402,18 | 402,05 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | | Самарий | 406,46 | 406,47 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| Европий | | 390,71 | 390,72 | $5 \cdot 10^{-2} - 1,0$ | |
| Гадолиний | | 310,05 310,05 | 310,06 310,03 | $1 \cdot 10^{-2} - 1 \cdot 10^{-1}$ $5 \cdot 10^{-2} - 1,0$ | |
| Тербий | | 332,44 | 332,45 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ | |
| Диспрозий | | 339,36 339,36 | 339,37 339,41 | $2 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ $5 \cdot 10^{-2} - 1,0$ | |
| Гольмий | | 339,90 | 339,89 | $5 \cdot 10^{-2} - 1,0$ | |
| Эрбий | | 326,48 326,48 | 326,43 326,33 | $2 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ $5 \cdot 10^{-2} - 1,0$ | |
| Тулий | | 336,26 336,26 | 336,18 336,31 | $2 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ $5 \cdot 10^{-2} - 1,0$ | |
| Иттербий | | 328,94 328,94 | 328,86 329,55 | $1 \cdot 10^{-2} - 5 \cdot 10^{-1}$ $3 \cdot 10^{-2} - 1,0$ | |
| Лютеций | | 331,21 328,17 328,17 | 331,15 328,26 328,07 | $5 \cdot 10^{-3} - 5 \cdot 10^{-2}$ $2 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ $5 \cdot 10^{-2} - 1,0$ | |
| Иттрий | | 320,33 320,33 | 320,28 319,91 | $5 \cdot 10^{-3} - 5 \cdot 10^{-1}$ $5 \cdot 10^{-2} - 1,0$ | |
| Оксид неодима | | Лантан | 433,37 433,37 | 433,35 433,32 | $2 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | | Церий | 442,99 422,26 | 442,65 422,24 | $5 \cdot 10^{-2} - 1,0$ $5 \cdot 10^{-2} - 1,0$ |
| | Празеодим | 438,22 422,53 422,53 | 442,65 422,70 422,51 | $5 \cdot 10^{-2} - 1,0$ $5 \cdot 10^{-2} - 5 \cdot 10^{-1}$ $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ | |
| | Самарий | 440,88 433,42 443,39 | 442,65 433,48 442,65 | $5 \cdot 10^{-2} - 1,0$ $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ $5 \cdot 10^{-2} - 1,0$ | |
| | Европий | 397,20 | 397,24 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ | |

Продолжение табл. 2

| Основа | Определяемый элемент | Длина волны аналитической линии, нм | Длина волны линии сравнения (линии элемента-основы), нм | Интервал определяемых массовых долей оксидов РЗЭ, % |
|---------------|----------------------|-------------------------------------|---|---|
| Оксид неодима | Гадолиний | 310,05 | 310,08 | $1 \cdot 10^{-2} - 1 \cdot 10^{-1}$ |
| | | 310,05 | 309,99 | $3 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ |
| | | 310,05 | 309,95 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | Тербий | 332,44 | 332,49 | $5 \cdot 10^{-2} - 1,0$ |
| | | Диспрозий | 340,78 | 340,74 |
| | 340,78 | | 340,84 | $3 \cdot 10^{-2} - 1,0$ |
| | Гольмий | 347,42 | 347,34 | $5 \cdot 10^{-2} - 1,0$ |
| | | Эрбий | 323,06 | 323,15 |
| | 323,06 | | 322,99 | $2 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ |
| | 323,06 | | 323,17 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | Тулий | 346,22 | 346,26 | $2 \cdot 10^{-3} - 2 \cdot 10^{-2}$ |
| | | 324,15 | 324,34 | $5 \cdot 10^{-3} - 5 \cdot 10^{-2}$ |
| | | 324,15 | 324,20 | $3 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ |
| | | 324,15 | 323,98 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | Иттербий | 328,94 | 328,99 | $5 \cdot 10^{-3} - 5 \cdot 10^{-2}$ |
| | | 328,94 | 329,38 | $2 \cdot 10^{-2} - 1,0$ |
| | Лютеций | 331,21 | 331,18 | $5 \cdot 10^{-3} - 5 \cdot 10^{-2}$ |
| | | 331,21 | 331,12 | $1 \cdot 10^{-2} - 1 \cdot 10^{-1}$ |
| | | 331,21 | 331,10 | $3 \cdot 10^{-2} - 1,0$ |
| | Иттрий | 319,56 | 319,57 | $5 \cdot 10^{-3} - 5 \cdot 10^{-2}$ |
| 319,56 | | 319,50 | $1 \cdot 10^{-2} - 1 \cdot 10^{-1}$ | |
| 319,56 | | 319,46 | $5 \cdot 10^{-2} - 1,0$ | |
| Оксид самария | Лантан | 433,37 | 433,34 | $1 \cdot 10^{-2} - 1 \cdot 10^{-1}$ |
| | | 423,84 | 423,86 | $3 \cdot 10^{-2} - 1,0$ |
| | Церий | 424,87 | 424,90 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | | Празеодим | 422,29 | 421,95 |
| | Неодим | | 430,36 | 430,40 |
| | | 430,36 | 430,13 | $5 \cdot 10^{-2} - 1,0$ |
| | Европий | 393,05 | 392,29 | $5 \cdot 10^{-2} - 1,0$ |
| | | 462,72 | 462,41 | $1 \cdot 10^{-2} - 5 \cdot 10^{-2}$ |
| | Гадолиний | 335,05 | 335,07 | $1 \cdot 10^{-2} - 1 \cdot 10^{-1}$ |
| | | 335,05 | 334,98 | $3 \cdot 10^{-2} - 1,0$ |
| | Тербий | 332,44 | 332,42 | $5 \cdot 10^{-2} - 1,0$ |
| | | Диспрозий | 339,36 | 339,41 |
| | 339,36 | | 339,34 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | Гольмий | 339,90 | 339,82 | $2 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ |
| | | 339,90 | 339,74 | $5 \cdot 10^{-2} - 1,0$ |
| | | Эрбий | 326,48 | 316,46 |
| | 326,48 | | 326,37 | $3 \cdot 10^{-3} - 5 \cdot 10^{-1}$ |
| | 326,48 | | 326,49 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | Тулий | 336,26 | 336,24 | $2 \cdot 10^{-3} - 5 \cdot 10^{-2}$ |
| | | 336,26 | 336,27 | $2 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ |
| | | 336,26 | 336,14 | $5 \cdot 10^{-2} - 1,0$ |
| | Иттербий | 328,94 | 328,89 | $1 \cdot 10^{-3} - 1 \cdot 10^{-2}$ |
| | | 328,94 | 328,90 | $3 \cdot 10^{-3} - 5 \cdot 10^{-2}$ |
| 328,94 | | 328,62 | $2 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ | |
| Лютеций | 331,21 | 331,48 | $5 \cdot 10^{-2} - 1,0$ | |
| | Иттрий | 319,56 | 319,51 | $2 \cdot 10^{-3} - 2 \cdot 10^{-2}$ |
| 319,56 | | 319,57 | $1 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ | |
| 319,56 | | 319,62 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ | |

| Основа | Определяемый элемент | Длина волны аналитической линии, нм | Длина волны линии сравнения (линии элемента-основы), нм | Интервал определяемых массовых долей оксидов РЭЭ, % |
|-----------------|----------------------|-------------------------------------|---|---|
| Оксид европия | Лантан | 433,37 | 433,24 | $5 \cdot 10^{-3} - 5 \cdot 10^{-2}$ |
| | | 433,37 | 433,12 | $3 \cdot 10^{-2} - 1,0$ |
| | Церий | 428,99 | 429,39 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | | 422,29 | 422,23 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | Неодим | 401,23 | 401,12 | $1 \cdot 10^{-2} - 1 \cdot 10^{-1}$ |
| | | 401,23 | 401,04 | $5 \cdot 10^{-2} - 1,0$ |
| | Самарий | 425,64 | 425,59 | $5 \cdot 10^{-2} - 5 \cdot 10^{-1}$ |
| | | 425,64 | 425,85 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | Гадолиний | 335,86 | 335,69 | $1 \cdot 10^{-2} - 1 \cdot 10^{-1}$ |
| | | 335,86 | 335,71 | $5 \cdot 10^{-2} - 1,0$ |
| | Тербий | 332,44 | 332,37 | $5 \cdot 10^{-2} - 1,0$ |
| | | 339,36 | 339,24 | $1 \cdot 10^{-2} - 1 \cdot 10^{-1}$ |
| | Диспрозий | 339,36 | 339,38 | $5 \cdot 10^{-2} - 1,0$ |
| | | 339,90 | 339,80 | $1 \cdot 10^{-2} - 1 \cdot 10^{-1}$ |
| | Гольмий | 339,90 | 339,66 | $5 \cdot 10^{-2} - 1,0$ |
| | | 326,48 | 326,09 | $2 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ |
| | Эрбий | 326,48 | 327,43 | $5 \cdot 10^{-2} - 1,0$ |
| | | 336,26 | 336,20 | $5 \cdot 10^{-3} - 5 \cdot 10^{-2}$ |
| | Иттербий | 328,97 | 328,59 | $2 \cdot 10^{-2} - 1,0$ |
| | | 328,97 | 328,78 | $1 \cdot 10^{-3} - 5 \cdot 10^{-2}$ |
| Лютеций | 337,65 | 337,37 | $2 \cdot 10^{-2} - 1,0$ | |
| | 337,65 | 338,17 | $1 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ | |
| Иттрий | 321,67 | 321,74 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ | |
| | 321,67 | 322,19 | $5 \cdot 10^{-3} - 5 \cdot 10^{-2}$ | |
| | 321,67 | 321,38 | $2 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ | |
| Оксид гадолиния | Лантан | 394,91 | 394,70 | $2 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ |
| | | 394,91 | 395,34 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | Церий | 424,87 | 425,03 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | | 422,29 | 422,30 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | Неодим | 430,36 | 430,73 | $2 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ |
| | | 430,36 | 430,35 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | Самарий | 425,64 | 425,41 | $2 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ |
| | | 425,64 | 425,54 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | Европий | 393,05 | 393,30 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | | 322,44 | 332,48 | $1 \cdot 10^{-2} - 1 \cdot 10^{-1}$ |
| | Тербий | 332,44 | 332,14 | $5 \cdot 10^{-2} - 1,0$ |
| | | 329,31 | 328,90 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | Диспрозий | 340,78 | 341,04 | $2 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ |
| | | 340,78 | 341,10 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | Гольмий | 339,90 | 339,92 | $2 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ |
| | | 339,90 | 340,11 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | Эрбий | 323,06 | 323,07 | $5 \cdot 10^{-3} - 5 \cdot 10^{-2}$ |
| | | 323,06 | 322,92 | $1 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ |
| | Тулий | 323,06 | 323,60 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | | 342,51 | 342,78 | $2 \cdot 10^{-3} - 2 \cdot 10^{-2}$ |
| Иттербий | 336,26 | 336,32 | $5 \cdot 10^{-3} - 5 \cdot 10^{-2}$ | |
| | 336,26 | 336,29 | $2 \cdot 10^{-2} - 1,0$ | |
| Лютеций | 328,94 | 328,95 | $1 \cdot 10^{-3} - 2 \cdot 10^{-2}$ | |
| | 328,94 | 328,90 | $1 \cdot 10^{-2} - 1 \cdot 10^{-1}$ | |
| Иттрий | 328,94 | 329,22 | $5 \cdot 10^{-2} - 1,0$ | |
| | 335,96 | 335,32 | $1 \cdot 10^{-2} - 1 \cdot 10^{-1}$ | |
| Иттрий | 325,43 | 325,36 | $2 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ | |
| | 325,96 | 335,66 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ | |
| Иттрий | 321,67 | 321,92 | $2 \cdot 10^{-3} - 2 \cdot 10^{-2}$ | |
| | 321,67 | 322,42 | $1 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ | |
| | 321,67 | 322,54 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ | |

Продолжение табл. 2

| Основа | Определяемый элемент | Длина волны аналитической линии, нм | Длина волны линии сравнения (линии элемента-основы), нм | Интервал определяемых массовых долей оксидов РЗЭ, % |
|--------------|----------------------|-------------------------------------|---|---|
| Оксид тербия | Лантан | 398,83 | 398,89 | $1 \cdot 10^{-2} - 1 \cdot 10^{-1}$ |
| | | 398,83 | 398,82 | $2 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ |
| | | 398,83 | 398,95 | $5 \cdot 10^{-2} - 1,0$ |
| | Церий | 394,28 | 394,32 | $2 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ |
| | | 394,28 | 394,29 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | Празеодим | 422,53 | 422,54 | $2 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ |
| | | 422,53 | 422,49 | $5 \cdot 10^{-2} - 1,0$ |
| | Неодим | 395,22 | 395,23 | $5 \cdot 10^{-2} - 1,0$ |
| | Самарий | 428,08 | 428,18 | $5 \cdot 10^{-2} - 5 \cdot 10^{-1}$ |
| | | 428,08 | 428,19 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | Европий | 390,71 | 390,73 | $2 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ |
| | | 390,71 | 390,65 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | Гадолиний | 310,05 | 310,02 | $1 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ |
| | | 310,05 | 310,01 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | Диспрозий | 338,89 | 338,90 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | | 347,71 | 347,69 | $5 \cdot 10^{-2} - 5 \cdot 10^{-1}$ |
| | Гольмий | 347,71 | 347,67 | $2 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | | 347,43 | 347,08 | $1 \cdot 10^{-1} - 5 \cdot 10^{-1}$ |
| | Эрбий | 347,43 | 347,35 | $2 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ |
| | | 347,43 | 347,13 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | Тулий | 326,48 | 326,47 | $5 \cdot 10^{-2} - 1,0$ |
| | | 342,51 | 342,52 | $1 \cdot 10^{-2} - 1 \cdot 10^{-1}$ |
| | Иттербий | 325,80 | 325,88 | $2 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ |
| | | 325,80 | 325,81 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | Иттрий | 328,94 | 328,97 | $5 \cdot 10^{-3} - 5 \cdot 10^{-2}$ |
| | | 328,94 | 328,96 | $1 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ |
| Лютеций | 328,94 | 328,38 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ | |
| | 325,43 | 325,49 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ | |
| Иттрий | 324,23 | 324,22 | $5 \cdot 10^{-3} - 5 \cdot 10^{-2}$ | |
| | 324,23 | 324,14 | $1 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ | |
| | | 324,23 | 324,32 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | Оксид диспрозия | Лантан | 394,99 | 394,84 |
| 394,99 | | | 394,69 | $2 \cdot 10^{-2} - 1,0$ |
| Церий | | 394,28 | 394,33 | $5 \cdot 10^{-2} - 1,0$ |
| | | 422,29 | 422,33 | $5 \cdot 10^{-2} - 1,0$ |
| Празеодим | | 397,68 | 397,67 | $2 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ |
| | | 397,68 | 397,69 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| Неодим | | 428,08 | 428,09 | $2 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ |
| | | 428,08 | 428,15 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| Европий | | 390,71 | 390,74 | $5 \cdot 10^{-2} - 1,0$ |
| | | 335,05 | 335,09 | $5 \cdot 10^{-3} - 5 \cdot 10^{-2}$ |
| Гадолиний | | 335,05 | 335,03 | $2 \cdot 10^{-2} - 1,0$ |
| | | 332,44 | 332,53 | $5 \cdot 10^{-2} - 1,0$ |
| Тербий | | 345,60 | 345,77 | $1 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ |
| | | 345,60 | 345,66 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| Эрбий | | 323,06 | 323,03 | $2 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | | 315,10 | 315,07 | $5 \cdot 10^{-2} - 1,0$ |
| Тулий | | 347,88 | 347,91 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | | 325,43 | 325,34 | $5 \cdot 10^{-2} - 1,0$ |
| Иттербий | 319,56 | 319,57 | $5 \cdot 10^{-3} - 5 \cdot 10^{-2}$ | |
| | 319,56 | 319,76 | $2 \cdot 10^{-2} - 1,0$ | |

| Основа | Определяемый элемент | Длина волны аналитической линии, нм | Длина волны линии сравнения (линии элемента-основы), нм | Интервал определяемых массовых долей окисей РЗЭ, % |
|---------------|----------------------|-------------------------------------|---|--|
| Окись гольмия | Лантан | 433,37 | 433,53 | $1 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ |
| | | 432,30 | 431,83 | $5 \cdot 10^{-2} - 1,0$ |
| | Церий | 422,23 | 422,22 | $2 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ |
| | | 422,23 | 422,17 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | Празеодим | 422,29 | 422,17 | $5 \cdot 10^{-2} - 1,0$ |
| | | Неодим | 430,36 | 430,35 |
| | 430,36 | | 430,41 | $5 \cdot 10^{-2} - 5 \cdot 10^{-1}$ |
| | Самарий | 430,36 | 430,16 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | | 425,64 | 425,61 | $2 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ |
| | Европий | 425,64 | 425,60 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | | 390,71 | 390,72 | $2 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ |
| | Гадолиний | 390,71 | 390,96 | $5 \cdot 10^{-2} - 1,0$ |
| | | 335,86 | 336,00 | $5 \cdot 10^{-2} - 1,0$ |
| | Тербий | 329,31 | 329,24 | $2 \cdot 10^{-2} - 1,0$ |
| | | Диспрозий | 330,89 | 330,65 |
| | Эрбий | | 344,11 | 344,18 |
| | | Тулий | 336,26 | 336,16 |
| | Иттербий | | 336,26 | 336,29 |
| | | 328,94 | 328,98 | $1 \cdot 10^{-3} - 1 \cdot 10^{-2}$ |
| | Лютеций | 328,94 | 328,90 | $5 \cdot 10^{-3} - 5 \cdot 10^{-2}$ |
| | | 328,94 | 328,78 | $2 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ |
| | Иттрий | 328,94 | 328,85 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | | 337,65 | 337,66 | $1 \cdot 10^{-2} - 1 \cdot 10^{-1}$ |
| Иттрий | 331,21 | 331,30 | $2 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ | |
| | 331,21 | 331,25 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ | |
| Иттрий | 319,56 | 319,86 | $1 \cdot 10^{-2} - 1 \cdot 10^{-1}$ | |
| | 319,56 | 319,57 | $5 \cdot 10^{-2} - 1,0$ | |
| Окись эрбия | Лантан | 433,37 | 433,34 | $5 \cdot 10^{-3} - 5 \cdot 10^{-2}$ |
| | | 423,84 | 423,97 | $2 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ |
| | Церий | 423,84 | 423,48 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | | 422,26 | 422,64 | $5 \cdot 10^{-2} - 5 \cdot 10^{-1}$ |
| | Празеодим | 422,26 | 422,43 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | | 422,29 | 422,64 | $2 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ |
| | Неодим | 422,29 | 422,43 | $5 \cdot 10^{-2} - 1,0$ |
| | | 430,36 | 430,35 | $1 \cdot 10^{-2} - 1 \cdot 10^{-1}$ |
| | Самарий | 430,36 | 430,54 | $5 \cdot 10^{-2} - 5 \cdot 10^{-1}$ |
| | | 430,36 | 430,38 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | Европий | 425,64 | 425,80 | $5 \cdot 10^{-2} - 5 \cdot 10^{-1}$ |
| | | 425,64 | 425,57 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | Гадолиний | 397,20 | 397,04 | $2 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ |
| | | 397,20 | 397,00 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | Тербий | 336,22 | 336,21 | $2 \cdot 10^{-3} - 2 \cdot 10^{-2}$ |
| | | 336,22 | 336,27 | $1 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ |
| | Диспрозий | 336,22 | 336,15 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | | 332,44 | 332,46 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | Гольмий | 346,10 | 346,00 | $2 \cdot 10^{-3} - 1 \cdot 10^{-1}$ |
| | | 346,10 | 345,78 | $5 \cdot 10^{-2} - 1,0$ |
| | Тулий | 345,60 | 345,78 | $5 \cdot 10^{-3} - 1 \cdot 10^{-1}$ |
| | | 345,60 | 345,93 | $5 \cdot 10^{-2} - 1,0$ |
| | Иттербий | 330,98 | 330,97 | $2 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ |
| 330,98 | | 330,94 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ | |
| Лютеций | 347,88 | 347,86 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ | |
| | 335,96 | 335,98 | $2 \cdot 10^{-3} - 2 \cdot 10^{-2}$ | |
| Иттрий | 335,96 | 336,04 | $5 \cdot 10^{-3} - 2 \cdot 10^{-1}$ | |
| | 319,81 | 319,80 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ | |
| Иттрий | 320,03 | 320,11 | $1 \cdot 10^{-3} - 2 \cdot 10^{-2}$ | |
| | 320,03 | 319,96 | $1 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ | |
| 320,03 | 320,19 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ | | |

Продолжение табл. 2

| Основа | Определяемый элемент | Длина волны аналитической линии, нм | Длина волны линии сравнения (линии элемента-основы), нм | Интервал определяемых массовых долей оксидов РЗЭ, % |
|----------------|----------------------|-------------------------------------|---|---|
| Оксиды земли | Лантан | 433,37 | 433,06 | $2 \cdot 10^{-3} - 2 \cdot 10^{-2}$ |
| | | 433,37 | 433,47 | $1 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ |
| | Церий | 402,59 | 402,75 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | | 424,87 | 424,92 | $2 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ |
| | Празеодим | 424,87 | 424,95 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | | 422,53 | 422,43 | $1 \cdot 10^{-2} - 1 \cdot 10^{-1}$ |
| | Неодим | 422,53 | 422,35 | $5 \cdot 10^{-2} - 5 \cdot 10^{-1}$ |
| | | 422,53 | 422,60 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | Самарий | 430,36 | 430,35 | $1 \cdot 10^{-2} - 1 \cdot 10^{-1}$ |
| | | 430,36 | 430,24 | $5 \cdot 10^{-2} - 5 \cdot 10^{-1}$ |
| | Европий | 397,95 | 398,04 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | | 422,97 | 422,79 | $2 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ |
| | Гадолиний | 422,97 | 423,04 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | | 393,05 | 393,06 | $5 \cdot 10^{-3} - 5 \cdot 10^{-1}$ |
| | Тербий | 393,05 | 392,87 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | | 335,05 | 335,12 | $2 \cdot 10^{-3} - 2 \cdot 10^{-2}$ |
| | Диспрозий | 335,05 | 334,96 | $1 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ |
| | | 335,05 | 335,10 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | Гольмий | 329,31 | 329,29 | $1 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ |
| | | 329,31 | 329,37 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| Эрбий | 339,36 | 339,38 | $2 \cdot 10^{-2} - 1,0$ | |
| | 339,90 | 339,93 | $1 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ | |
| Иттербий | 339,90 | 340,04 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ | |
| | 323,06 | 323,07 | $1 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ | |
| Лютеций | 323,06 | 322,85 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ | |
| | 313,26 | 313,27 | $5 \cdot 10^{-2} - 5 \cdot 10^{-1}$ | |
| Иттрий | 313,26 | 313,41 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ | |
| | 325,43 | 325,30 | $1 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ | |
| Оксид иттербия | Лантан | 325,43 | 324,98 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | | 320,33 | 320,32 | $5 \cdot 10^{-3} - 1 \cdot 10^{-1}$ |
| | Церий | 320,33 | 320,41 | $5 \cdot 10^{-2} - 1,0$ |
| | | 433,37 | 433,04 | $5 \cdot 10^{-3} - 5 \cdot 10^{-2}$ |
| | Празеодим | 433,37 | 433,54 | $1 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ |
| | | 423,84 | 424,17 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | Неодим | 422,26 | 422,41 | $2 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ |
| | | 422,26 | 423,35 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | Самарий | 422,29 | 422,87 | $2 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ |
| | | 422,29 | 423,35 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | Европий | 430,36 | 431,30 | $5 \cdot 10^{-3} - 1 \cdot 10^{-1}$ |
| | | 430,36 | 430,10 | $5 \cdot 10^{-2} - 1,0$ |
| | Гадолиний | 428,08 | 427,25 | $1 \cdot 10^{-2} - 1 \cdot 10^{-1}$ |
| | | 428,08 | 427,34 | $5 \cdot 10^{-2} - 5 \cdot 10^{-1}$ |
| | Тербий | 428,08 | 427,21 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | | 397,20 | 397,25 | $1 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ |
| | Диспрозий | 397,20 | 397,48 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | | 310,05 | 310,10 | $5 \cdot 10^{-3} - 2 \cdot 10^{-1}$ |
| | Гольмий | 310,05 | 310,07 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | | 321,99 | 321,96 | $2 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ |
| Эрбий | 321,99 | 321,14 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ | |
| | 315,65 | 315,92 | $2 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ | |
| Иттербий | 315,65 | 315,58 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ | |
| | 339,90 | 339,98 | $1 \cdot 10^{-3} - 2 \cdot 10^{-2}$ | |
| Лютеций | 339,90 | 339,87 | $1 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ | |
| | 339,90 | 338,75 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ | |
| Иттрий | 323,06 | 322,84 | $2 \cdot 10^{-3} - 2 \cdot 10^{-1}$ | |
| | 323,06 | 322,97 | $5 \cdot 10^{-2} - 1,0$ | |

| Основа | Определяемый элемент | Длина волны аналитической линии, нм | Длина волны линии сравнения (линии элемента-основы), нм | Интервал определяемых массовых долей оксидов РЗЭ, % |
|----------------|----------------------|-------------------------------------|---|---|
| Оксид иттербия | Тулий | 313,13 | 313,31 | $1 \cdot 10^{-3}$ — $2 \cdot 10^{-2}$ |
| | | 313,13 | 312,79 | $1 \cdot 10^{-2}$ — $2 \cdot 10^{-1}$ |
| | | 313,13 | 313,68 | $1 \cdot 10^{-1}$ —1,0 |
| | Лютеций | 331,21 | 331,38 | $2 \cdot 10^{-3}$ — $5 \cdot 10^{-2}$ |
| | | 331,21 | 332,09 | $2 \cdot 10^{-2}$ —1,0 |
| | Иттрий | 320,33 | 319,98 | $1 \cdot 10^{-2}$ — $2 \cdot 10^{-1}$ |
| | | 320,33 | 320,53 | $5 \cdot 10^{-2}$ — $5 \cdot 10^{-1}$ |
| | | 320,33 | 320,12 | $1 \cdot 10^{-1}$ —1,0 |
| | Оксид лютеция | Лантан | 399,58 | 399,72 |
| 433,37 | | | 433,07 | $2 \cdot 10^{-2}$ — $2 \cdot 10^{-1}$ |
| Церий | | 399,58 | 398,10 | $1 \cdot 10^{-1}$ —1,0 |
| | | 422,26 | 422,15 | $1 \cdot 10^{-2}$ — $2 \cdot 10^{-1}$ |
| Празеодим | | 422,26 | 422,72 | $1 \cdot 10^{-1}$ —1,0 |
| | | 422,53 | 422,87 | $2 \cdot 10^{-2}$ — $2 \cdot 10^{-1}$ |
| Неодим | | 422,53 | 422,72 | $1 \cdot 10^{-1}$ —1,0 |
| | | 430,36 | 430,13 | $5 \cdot 10^{-3}$ — $5 \cdot 10^{-2}$ |
| Самарий | | 430,36 | 429,85 | $2 \cdot 10^{-2}$ —1,0 |
| | | 425,64 | 425,61 | $2 \cdot 10^{-2}$ — $2 \cdot 10^{-1}$ |
| Европий | | 425,64 | 426,20 | $1 \cdot 10^{-1}$ —1,0 |
| | | 390,71 | 390,77 | $5 \cdot 10^{-2}$ — $2 \cdot 10^{-1}$ |
| Гадолиний | | 390,71 | 390,39 | $1 \cdot 10^{-1}$ —1,0 |
| | | 335,05 | 334,90 | $2 \cdot 10^{-3}$ — $2 \cdot 10^{-2}$ |
| Тербий | | 335,05 | 336,66 | $1 \cdot 10^{-2}$ —1,0 |
| | | 332,44 | 332,58 | $5 \cdot 10^{-3}$ — $5 \cdot 10^{-2}$ |
| Диспрозий | | 322,00 | 323,07 | $2 \cdot 10^{-2}$ — $2 \cdot 10^{-1}$ |
| | | 322,00 | 322,26 | $1 \cdot 10^{-1}$ —1,0 |
| Гольмий | | 339,96 | 338,81 | $2 \cdot 10^{-3}$ — $5 \cdot 10^{-2}$ |
| | | 339,96 | 338,28 | $2 \cdot 10^{-2}$ —1,0 |
| Эрбий | | 339,90 | 339,41 | $2 \cdot 10^{-3}$ — $5 \cdot 10^{-2}$ |
| | | 339,90 | 341,28 | $2 \cdot 10^{-2}$ —1,0 |
| Тулий | | 323,06 | 323,07 | $1 \cdot 10^{-3}$ — $5 \cdot 10^{-2}$ |
| | | 323,06 | 322,26 | $2 \cdot 10^{-2}$ —1,0 |
| Иттербий | | 336,26 | 336,30 | $2 \cdot 10^{-3}$ — $2 \cdot 10^{-2}$ |
| | | 336,26 | 336,66 | $1 \cdot 10^{-2}$ — $2 \cdot 10^{-1}$ |
| Иттрий | | 336,26 | 338,28 | $1 \cdot 10^{-1}$ —1,0 |
| | | 328,94 | 328,97 | $1 \cdot 10^{-3}$ — $1 \cdot 10^{-2}$ |
| Иттрий | | 328,94 | 327,34 | $2 \cdot 10^{-3}$ — $2 \cdot 10^{-2}$ |
| | | 328,94 | 329,39 | $1 \cdot 10^{-2}$ — $2 \cdot 10^{-1}$ |
| Иттрий | 347,63 | 347,77 | $1 \cdot 10^{-1}$ —1,0 | |
| | 321,67 | 321,72 | $1 \cdot 10^{-3}$ — $2 \cdot 10^{-2}$ | |
| Иттрий | 321,67 | 322,26 | $1 \cdot 10^{-2}$ — $2 \cdot 10^{-1}$ | |
| | 317,51 | 317,03 | $1 \cdot 10^{-1}$ —1,0 | |
| Оксид иттрия | Лантан | 433,37 | 433,43 | $5 \cdot 10^{-3}$ — $5 \cdot 10^{-2}$ |
| | | 433,37 | 431,96 | $1 \cdot 10^{-2}$ — $1 \cdot 10^{-1}$ |
| | Церий | 423,84 | 423,71 | $5 \cdot 10^{-2}$ —1,0 |
| | | 422,26 | 422,20 | $1 \cdot 10^{-2}$ — $1 \cdot 10^{-1}$ |
| | Празеодим | 422,26 | 421,64 | $3 \cdot 10^{-2}$ —1,0 |
| | | 422,53 | 422,20 | $1 \cdot 10^{-2}$ — $1 \cdot 10^{-1}$ |
| | Неодим | 422,53 | 422,92 | $5 \cdot 10^{-2}$ —1,0 |
| | | 430,36 | 428,83 | $5 \cdot 10^{-3}$ — $5 \cdot 10^{-2}$ |
| | 430,44 | 428,83 | $2 \cdot 10^{-2}$ —1,0 | |

Продолжение табл. 2

| Основа | Определяемый элемент | Длина волны аналитической линии, нм | Длина волны линии сравнения (линии элемента-основы), нм | Интервал определяемых массовых долей окисей РЗЭ, % |
|--------------|----------------------|-------------------------------------|---|--|
| Окись иттрия | Самарий | 428,08 | 428,80 | $5 \cdot 10^{-3} - 2 \cdot 10^{-1}$ |
| | | 428,08 | 428,82 | $1 \cdot 10^{-2} - 5 \cdot 10^{-1}$ |
| | | 428,08 | 427,93 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | Европий | 390,71 | 391,44 | $1 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ |
| | | 390,71 | 391,83 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | Гадолиний | 335,05 | 335,15 | $2 \cdot 10^{-3} - 5 \cdot 10^{-2}$ |
| | | 335,05 | 335,71 | $2 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ |
| | | 335,05 | 335,48 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | * | 426,22 | 425,44 | $1 \cdot 10^{-2} - 1 \cdot 10^{-1}$ |
| | | 426,22 | 426,46 | $5 \cdot 10^{-2} - 1,0$ |
| | Тербий | 332,44 | 332,43 | $5 \cdot 10^{-3} - 5 \cdot 10^{-2}$ |
| | | 332,44 | 333,36 | $2 \cdot 10^{-2} - 1,0$ |
| | Диспрозий | 339,36 | 339,82 | $2 \cdot 10^{-3} - 2 \cdot 10^{-2}$ |
| | | 340,78 | 340,99 | $1 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ |
| | Гольмий | 344,70 | 347,02 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | | 339,90 | 339,82 | $2 \cdot 10^{-3} - 2 \cdot 10^{-2}$ |
| | | 339,90 | 340,99 | $1 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ |
| | Эрбий | 342,16 | 340,99 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | | 326,48 | 325,92 | $1 \cdot 10^{-3} - 1 \cdot 10^{-2}$ |
| | | 323,06 | 321,71 | $5 \cdot 10^{-3} - 5 \cdot 10^{-2}$ |
| | | 323,06 | 322,71 | $2 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$ |
| | Тулий | 338,96 | 338,90 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | | 342,51 | 342,50 | $1 \cdot 10^{-3} - 1 \cdot 10^{-2}$ |
| | | 342,51 | 342,63 | $5 \cdot 10^{-3} - 2 \cdot 10^{-1}$ |
| | Иттербий | 342,56 | 342,63 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | | 328,94 | 328,45 | $1 \cdot 10^{-3} - 1 \cdot 10^{-2}$ |
| | Лютеций | 328,94 | 328,99 | $5 \cdot 10^{-3} - 2 \cdot 10^{-1}$ |
| | | 319,29 | 318,07 | $1 \cdot 10^{-1} - 1,0$ |
| | | 328,17 | 328,45 | $1 \cdot 10^{-3} - 1 \cdot 10^{-2}$ |
| | | | 335,96 | 335,70 |
| | | 338,55 | 338,90 | $2 \cdot 10^{-2} - 1,0$ |

* Линии гадолиния используются при химико-спектральном анализе тербия по ГОСТ 23862.9—79.

(Измененная редакция, Изм. № 1, 2).

5.2. При контроле воспроизводимости параллельных определений по двум параллельным значениям ΔS_1 и ΔS_2 , полученным по двум спектрограммам, снятым для каждой анализируемой пробы, по градуировочному графику находят значения C_1 и C_2 — результаты каждого из параллельных определений примесей в пробе. Отношение большего результата к меньшему не должно превышать значения допустимого расхождения, равного 1,5.

(Измененная редакция, Изм. № 1).