

Определение массовой доли элементов в ферросплавах при помощи рентгенофлуоресцентного анализатора РЕАН



Ферросплавы — сплавы железа с примесями (Cr, Si, Mn, Ti и др.), применяемые в основном для раскисления и легирования стали (напр., феррохром, ферросилиций). К ферросплавам условно относят также некоторые сплавы, содержащие железо лишь в виде примесей (силикокальций, силикомарганец и др.), и некоторые металлы и неметаллы (Mn, Cr, Si) с минимальным содержанием примесей. Основным показателем качества ферросплавов является его химический состав и, прежде всего, содержание в нем ведущего элемента. При этом важно постоянство содержания легирующего элемента в ферросплаве отдельных плавок, объединяемых в одну партию. С помощью спектрометра РЕАН возможно количественное определение основных компонентов и содержания примесей.

Fe-Ti

Ферротитан — ферросплав, содержащий до 35 или более 60 % Ti, 1-7 %. Помимо основных составляющих, в сплаве содержатся такие металлы, как хром, алюминий, кремний, марганец и др. Последние три компонента находятся в виде примесей, крайне нежелательных в ферросплаве.

Ферротитан применяют для раскисления и легирования стали. Получают выпечным алюминотермическим способом из ильменитового концентрата и титановых отходов (низкопроцентный ферротитан) или сплавлением в электрической печи железных и титановых отходов (высокопроцентный ферротитан).

С помощью спектрометра РЕАН измерены образцы ферротитанов (рис. 1-2) и построены градуировочные зависимости (рис. 3-6).



Определяемые элементы:

Al, Si, V, Cr, Fe, Zr, Mo, Sn

Таблица №1. Стандартные образцы Fe-Ti, имеющиеся в наличии в АО «Научные приборы»

Титановые СО	C	Al	Si	V	Cr	Fe	Zr	Mo	Sn
281	-	7,83	0,14	-	0,78	0,19	0,2	4,07	-
282	-	6,67	0,37	-	1,37	0,47	0,28	2,55	-
283	-	6,59	0,25	-	-	0,26	0,52	2,91	-
284	-	6,46	0,22	-	-	0,2	1,36	3,41	-
311	0,18	2,21	0,064	5,59	-	0,14	-	5,89	-
312	0,087	3,09	0,078	3,56	-	0,24	0,12	4,46	-
313	0,1	3,9	0,14	1,55	-	0,34	0,29	2,9	-
314	0,13	5,3	0,1	3,92	-	-	0,31	-	-
315	0,042	7,49	0,21	0,91	-	0,41	0,043	1,78	-
331	-	3,2	0,17	2,07	1,72	1,59	0,43	5,31	-
332	-	4,35	0,096	3,64	1,1	0,57	0,24	3,81	-
333	-	5,24	0,071	4,39	0,72	1,14	0,19	2,18	-
334	-	6,28	0,046	5,36	0,41	0,35	0,039	1,19	-
341	-	4,14	0,034	-	-	0,37	0,17	-	3,48
342	-	5,02	0,049	-	-	0,28	0,21	-	2,33
343	-	5,67	0,12	-	-	0,16	0,29	-	1,95
344	-	6,59	0,12	-	-	0,097	0,44	-	0,86
351	-	4,3	0,037	0,64	-	0,4	3,28	2,67	-
352	-	4,97	0,074	1,1	-	0,23	2,03	1,41	-
353	-	6,31	0,13	1,61	-	0,16	1,41	0,76	-
354	-	7,73	0,22	3,21	-	0,093	1,09	-	-

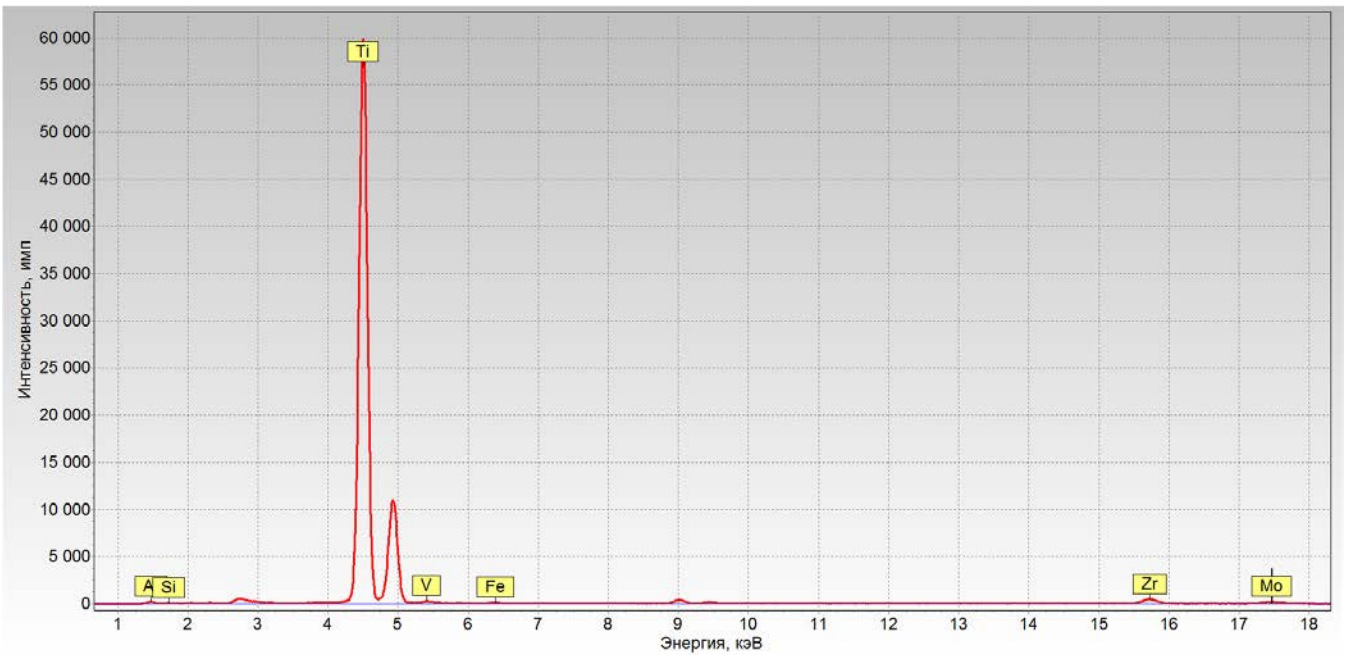


Рис. 1. Пример спектра ферротитана.

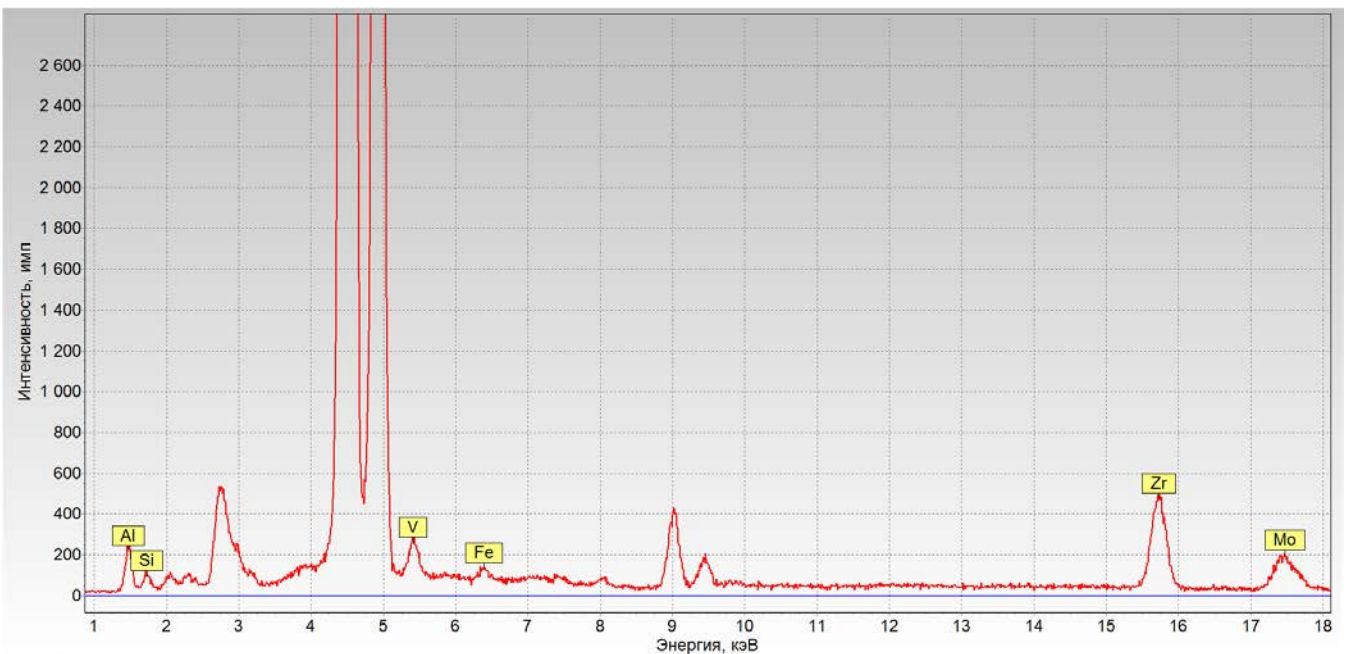


Рис. 2. Пример спектра ферротитана. Увеличена область низкоинтенсивных пиков.

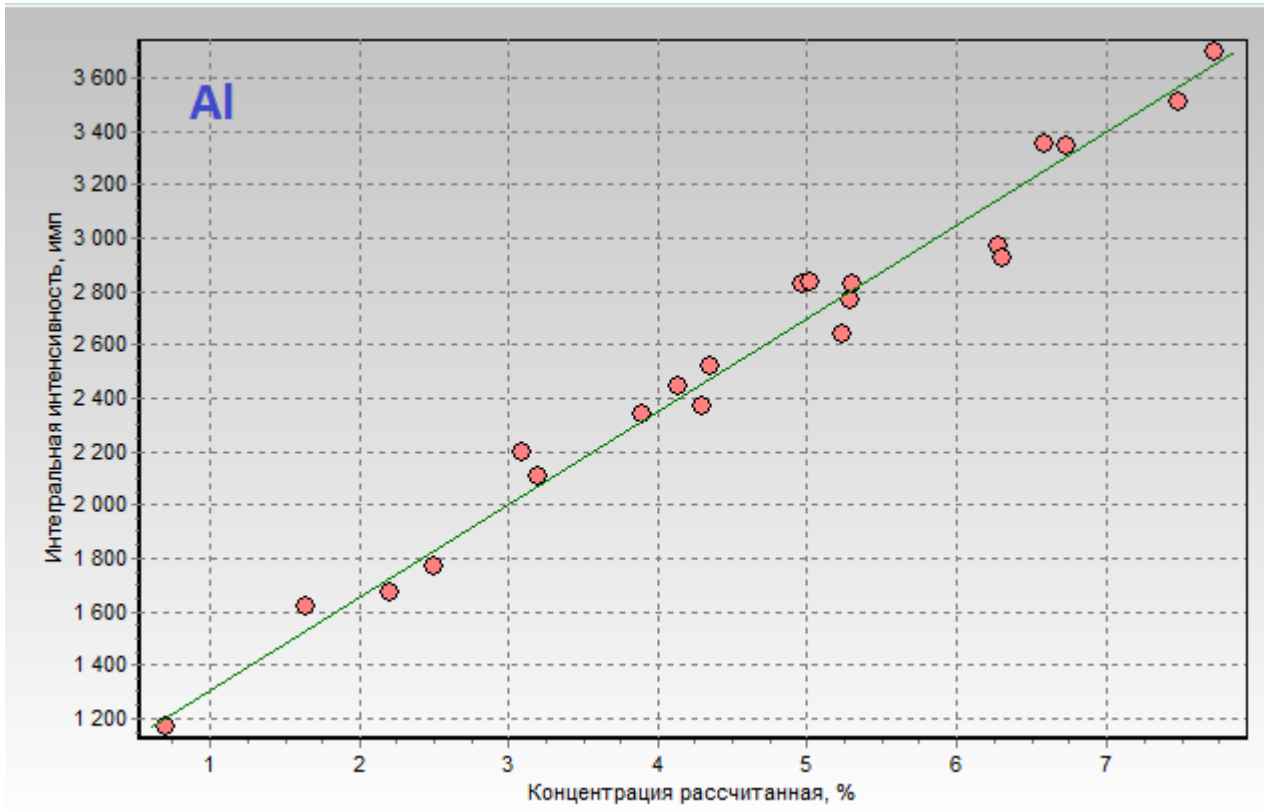


Рис. 3. Градуировочный график по алюминию (^{13}Al).

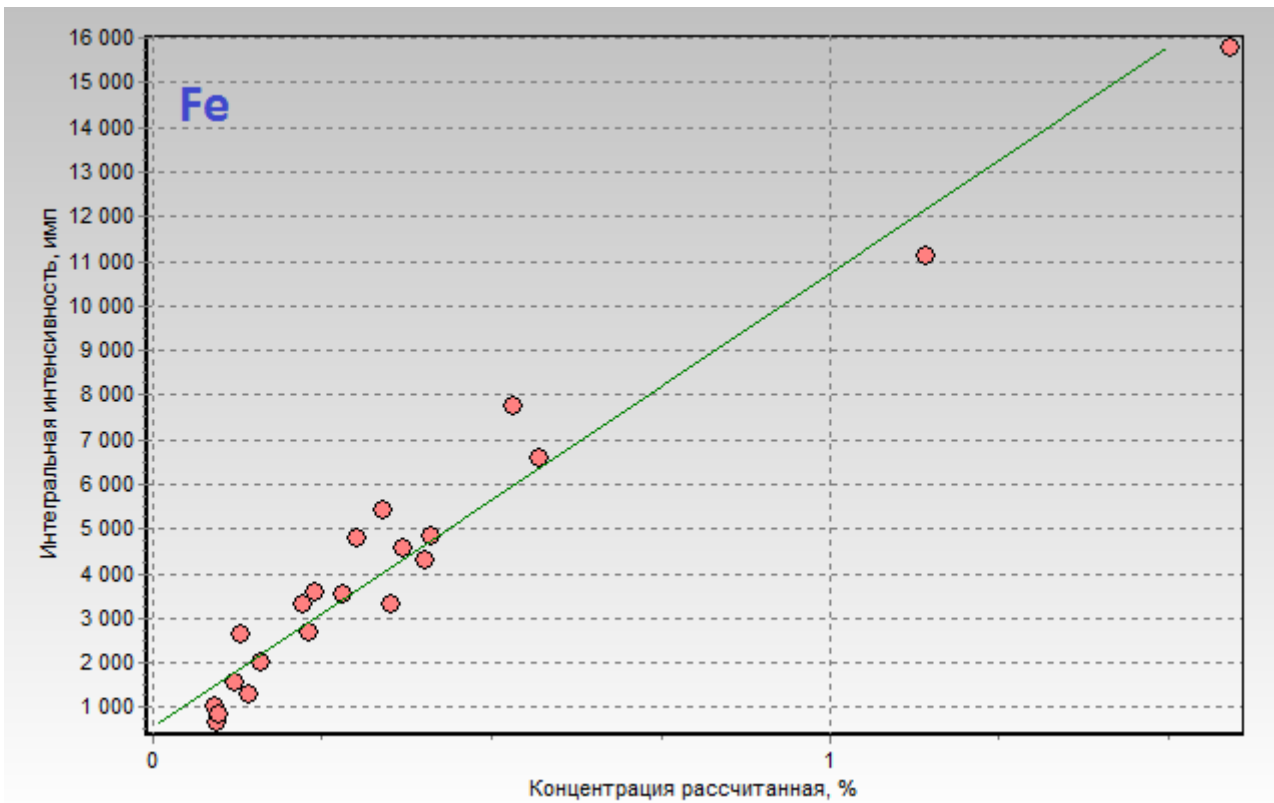


Рис. 4. Градуировочный график по железу (^{26}Fe).

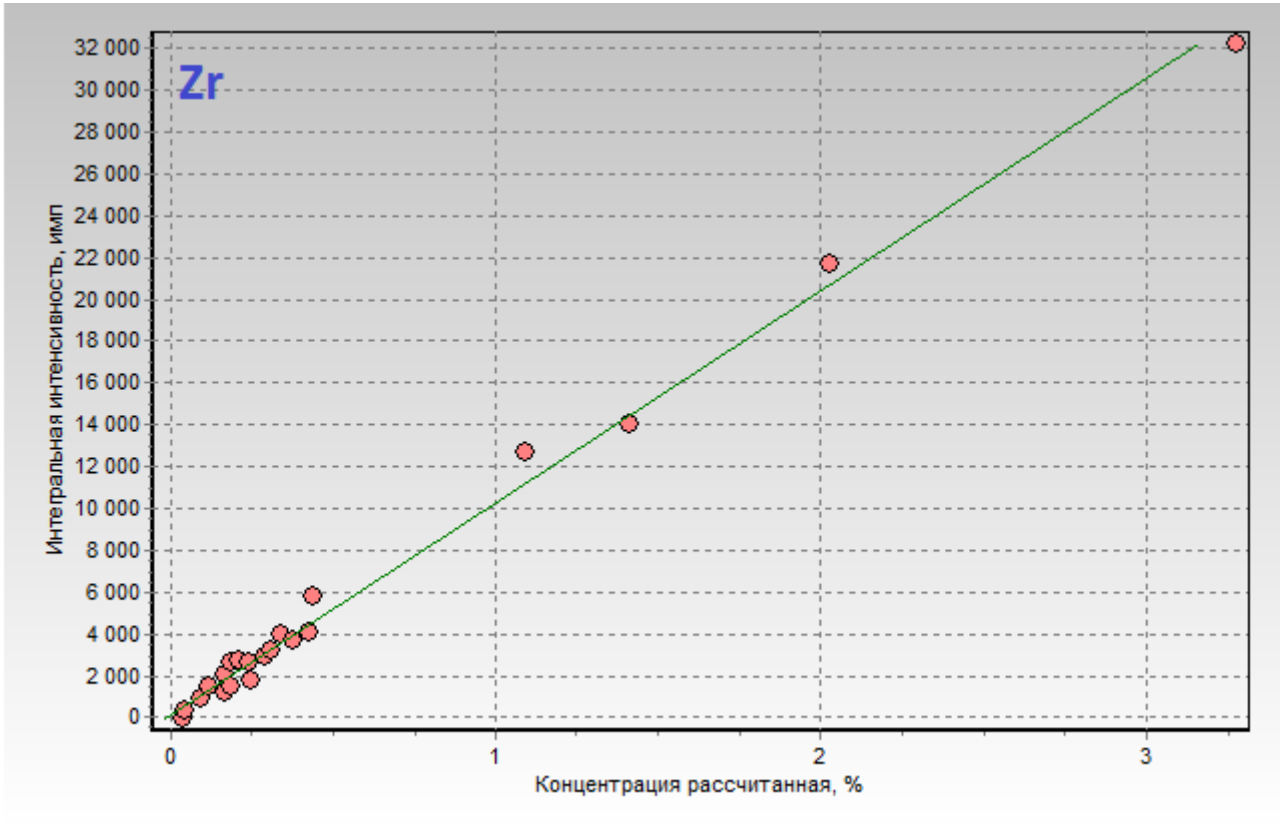


Рис. 5. Градуировочный график по железу (^{40}Zr).

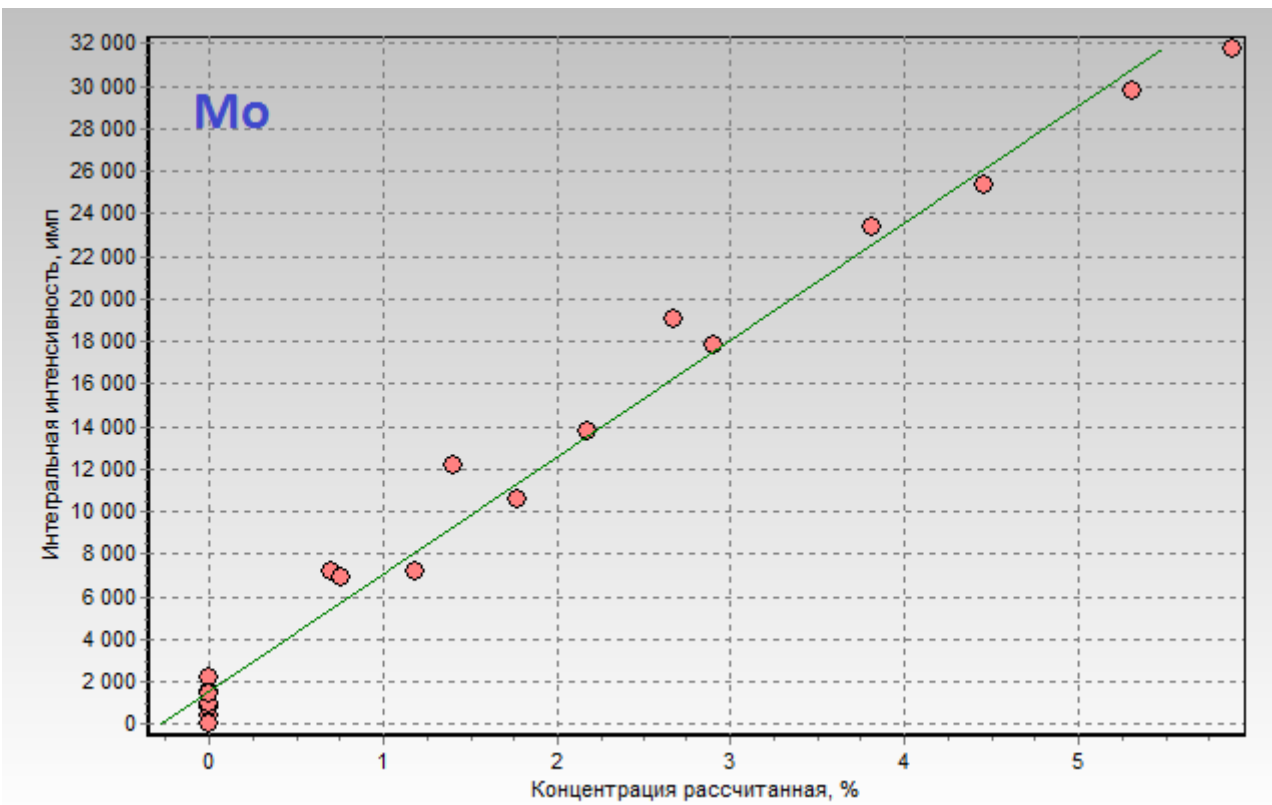


Рис. 6. Градуировочный график по железу (^{42}Mo).

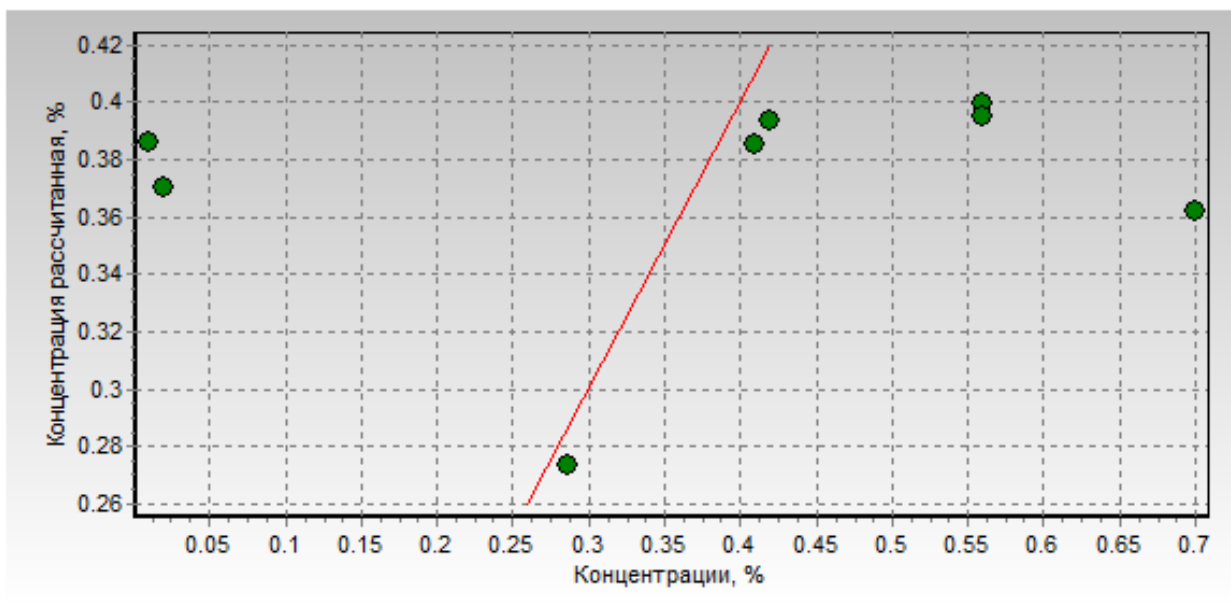


Рис. 7. Ванадий (23V). Зависимость заданных значений концентраций от рассчитанных методом линейной регрессии.

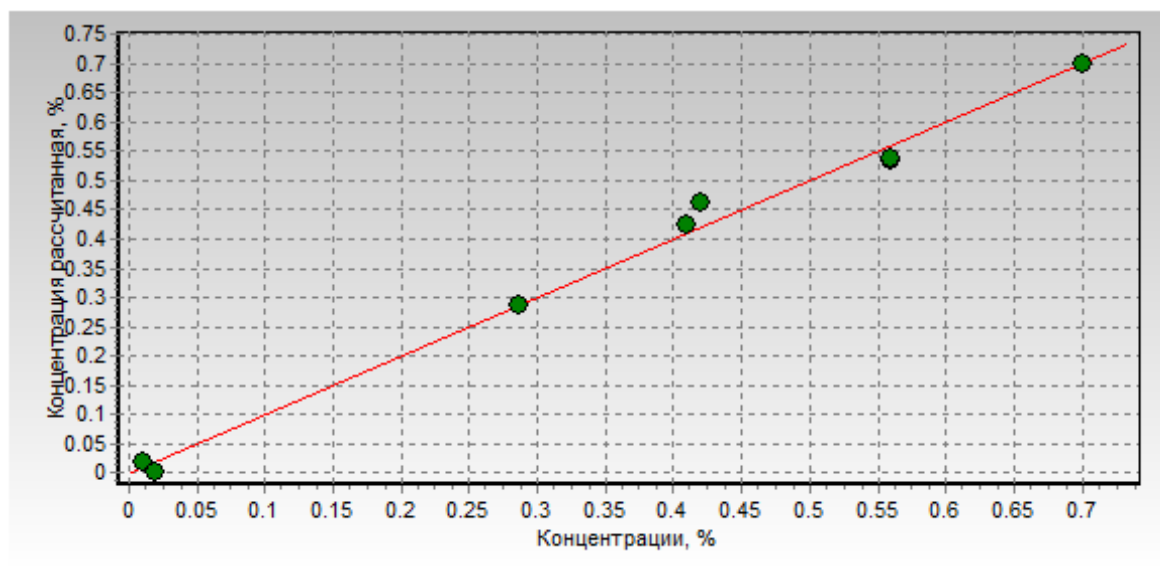


Рис. 8. Ванадий (23V). Зависимость заданных значений концентраций от рассчитанных с учетом взаимного влияния элементов.



Таблица №2. Результаты измерения образцов ферротитана.

Элемент / Образец	Al	Si	Mo	V	Cr	Fe	Zr
Ti-V1 паспорт	1,98	0,13	0,14	0,67	0,15	26,5	0,05
расчет	2,05	0,17	0,11	0,73	0,12	27,3	0,02
Ti-3 паспорт	2,28	0,07	0,14	0,14	0,11	24,8	0,06
расчет	2,12	0,09	0,12	0,09	0,08	24,6	0,04
Ti-V2 паспорт	2,88	0,09	0,14	1,42	0,16	22,2	0,06
расчет	2,34	0,13	0,09	1,15	0,15	21,9	0,04
Ti-44 паспорт	2,61	0,08	n/a	0,7	0,3	24,1	n/a
расчет	2,66	0,12	0,04	0,6	0,2	24,3	0,03

Fe-V

Феррованадий - ферросплав, содержащий 35–45% V, 1–3% Si, 0,5–1,5% Al (остальное Fe и примеси).

В чёрной металлургии феррованадий применяют при легировании стали, сплавов и чугунов для получения мелкокристаллической структуры, повышения ударной вязкости и устойчивости стали против знакопеременных нагрузок, повышения прокаливаемости. Феррованадий азотированный предназначен для легирования быстрорежущих, низколегированных, нержавеющей, морозостойких сталей ванадием и азотом. Поставляется в виде кусков массой 5-15 кг в стальных барабанах.



Определяемые элементы:

Al, Si, V, Mn, Fe, Cu

Таблица №3. Марки и химический состав феррованадия по ГОСТ 27130-86

	V	Mn	Si	C	Cu	As	Al	P	S	Cr
ФВд75У0,1	70-80	0,4	0,8	0,1	0,1	0,05	2	0,05	0,05	0,5
ФВд75У0,15	70-80	0,6	1	0,15	0,1	0,05	2,5	0,1	0,1	0,5
ФВд50У0,4	48-60	2,7	1,8	0,4	0,2	0,01	0,2	0,07	0,02	-
ФВд50У0,5	48-60	4	2	0,5	0,1	0,01	0,3	0,07	0,02	-
ФВд50У0,6	48-60	5	2	0,6	0,2	0,02	0,3	0,07	0,03	-
ФВд50У0,3	>=50	0,2	2	0,3	0,2	0,05	2,5	0,1	0,1	-
ФВд50У0,75	>=50	0,2	2	0,75	0,2	0,05	2,5	0,1	0,1	-
ФВд40У0,5	35-48	2	2	0,5	0,4	0,03	0,5	0,08	0,05	-
ФВд40У0,75	35-48	4	2	0,75	0,4	0,03	0,5	0,08	0,05	-
ФВд40У1	35-48	6	2	1	0,4	0,03	0,5	0,1	0,05	-

Fe-Мо

Определяемые элементы:

Si, P, Fe, Cu, Mo

Таблица №4. Состав ферромolibдена согласно ГОСТ 4759-89

Марка	Mo	W	Si	C	P	S	Cu	As	Sn	Sb	Pb	Zn	Bi
	%, не менее												
ФМо60(нк)	60	0,3	0,5	0,05	0,05	0,1	0,5	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
ФМо60	60	0,3	0,8	0,05	0,05	0,1	0,5	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
ФМо58(нк)	58	0,5	0,5	0,08	0,05	0,1	0,8	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01
ФМо58	58	0,5	1	0,08	0,05	0,12	0,8	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01
ФМо55	55	0,8	1,5	0,1	0,1	0,15	1	-	0,05	0,05	-	-	-
ФМо50	50	-	3	0,5	0,1	0,5	2	-	0,1	0,1	-	-	-



Кроме того, сплав может содержать газы, суммарно до 100 см³ на 100 г сплава, в том числе кислород 0,02-0,05 %, азот 0,018-0,03 %, водород 10-25 см³. При хранении куски ферромolibдена адсорбируют влагу воздуха.

Ферромolibден используют вместо чистого молибдена при легировании стали, чугуна и сплавов. Так, в стали содержание молибдена составляет от 0,1-0,3 % (легированная сталь) до 3-10 % (инструментальная сталь). Молибден улучшает закаливаемость и прокаливаемость стали, увеличивает её вязкость, ликвидирует отпускную хрупкость хромоникелевой стали, способствует сохранению свойств стали при высоких температурах. Добавка молибдена в чугун увеличивает его прочность и сопротивление износу.

Вывод:

В образцах ферросплавов с помощью рентгенофлуоресцентного анализатора «РЕАН» возможно точное определение как основных, так и примесных элементов. В случае ферротитана построены концентрационные зависимости для определения алюминия, кремния, ванадия, хрома, железа, циркония и молибдена. Для улучшения метрологических характеристик использован учет мешающего влияния элементов матрицы. Определено содержание микропримесей в представленных образцах.

Спектрометр «РЕАН» может быть использован для качественного и количественного определения элементного состава ферросплавов.

УСЛОВИЯ АНАЛИЗА

- | | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| - напряжение: 10, 25, 40 кВ | - атмосфера: вакуум, воздух |
| - ток: 2000, 100, 100 мкА | - время измерения: 100 сек |
| - трубка: Rh анод | - мертвое время: 9-20% |