



Твердофазное восстановление металлов и образование карбидов из хромовых концентратов Аганозерского месторождения

Выполнили: Сулеймен Б.Т.
Косдаулетов Н.Ы.

Научный руководитель
проф., д.т.н. Роцин В.Е.

Актуальность

работы

Свойства хромовых руд различных месторождений существенно отличаются и зависят от количества в них хромита, степени окисленности железа, гранулометрического состава, соотношения между железом и хромом, минерального и химического составов вмещающей породы. Изучение строения хромовых руд, химического состава и физико-химических характеристик процессов восстановления и плавки позволит в полной мере оценить возможность использования их для выплавки феррохрома разных марок.

Цель работы: Изучение особенностей твердофазного карботермического восстановления металлов из хромового концентрата Аганозерского месторождения

Химический состав хромовых концентратов (масс. %)

	Cr_2O_3	FeO	MgO	CaO	SiO_2	Al_2O_3	P	S
1	47,65	22,85	10,75	0,80	9,90	8,00	0,002	0,009
2	51,0	12,2	19,16	0,40	7,0	7,2	0,033	0,032

1. Хромовый концентрат Аганозерского месторождения

2. Хромовая руда Кемпирсайского месторождения

Объект исследования:
хромовый концентрат Аганозерского
месторождения

Спектр 3

Спектр 4

Содержание элементов, ат.%

	O	Mg	Al	Si	Ti	Cr	Fe
1	60	9.4	6.4			19.0	
2	61	8.7	6.7			18.1	1.6
3	64				6.6		
4	60	23.3		13.6			
5	70		5.9				
6	63	9.8				14.9	

Спектр 5

Спектр 2

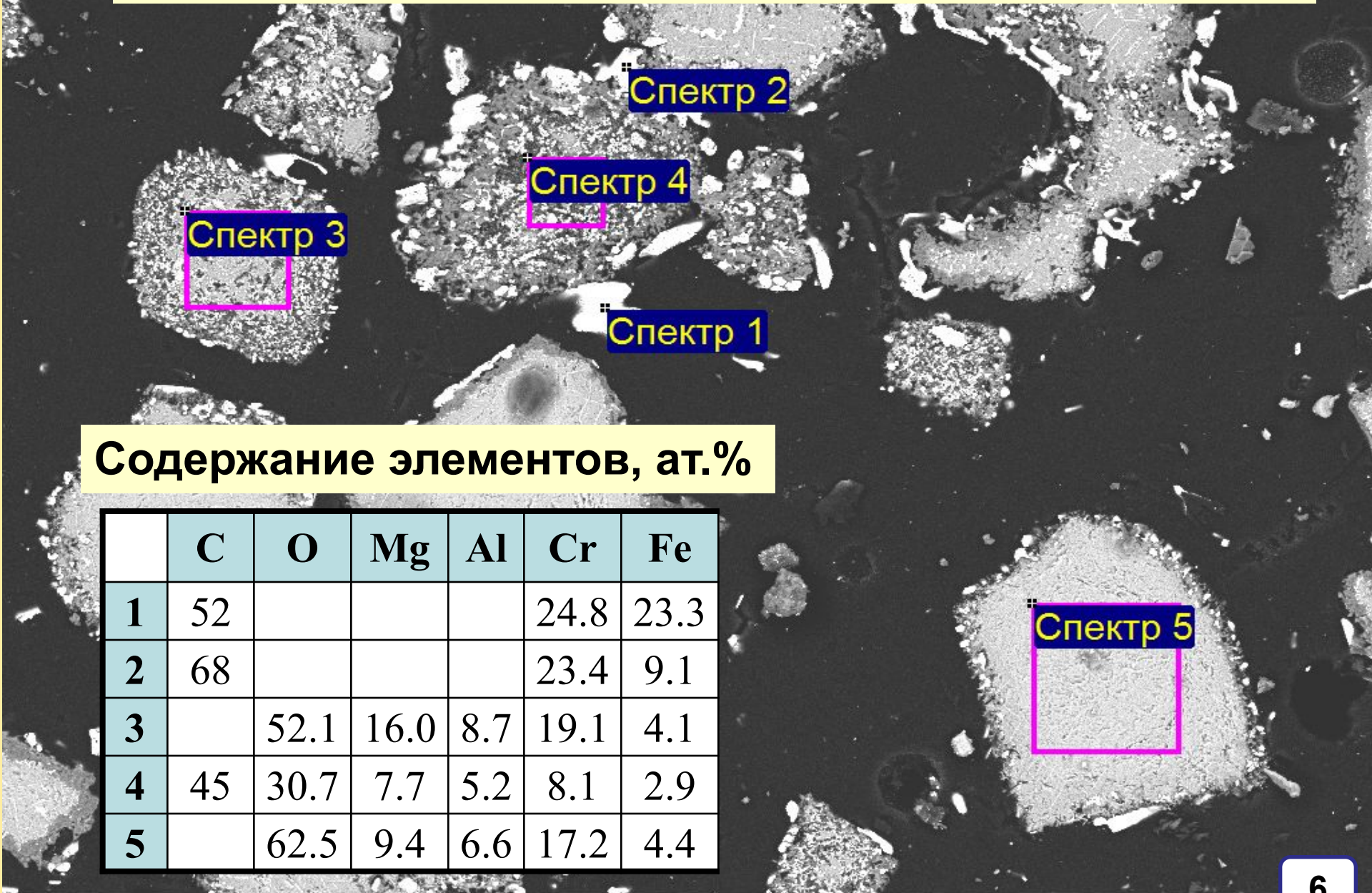
Спектр 1

Методика эксперимента №1:

Материалы:	Параметры экспериментов
<ol style="list-style-type: none">1. Хромовый концентрат2. Графит частиц размером 0-0,63 мм	Температура 1200 °С, выдержка 2 часа



Температура 1200 °С, выдержка 2 часа



Содержание элементов, ат.%

	C	O	Mg	Al	Cr	Fe
1	52				24.8	23.3
2	68				23.4	9.1
3		52.1	16.0	8.7	19.1	4.1
4	45	30.7	7.7	5.2	8.1	2.9
5		62.5	9.4	6.6	17.2	4.4

200мкм

Электронное изображение 1

Окатыш



**Хромовый
концентрат**



Жидкое стекло



**Измельченный
графит**



**Окатыш
(10-12 мм)**

Исходный состав окатыша

Содержание элементов, ат.%

	C	O	Na	Mg	Al	Si	Cr	Fe
1	16	48.9	1.2	7.2	5.3	0.5	16.7	4.7

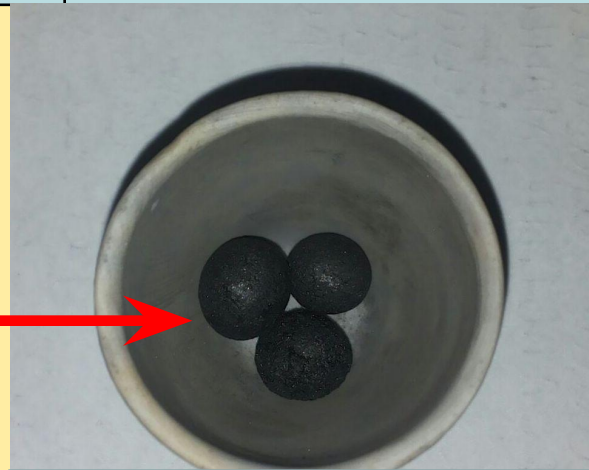
Спектр 1

500мкм

Электронное изображение 1

Методика эксперимента №2:

Материалы:	Параметры экспериментов
<p>1. Окатыш с размером 10-12мм (хромовый концентрат, графит частиц размером 0-0,63 мм, жидкое стекло)</p>	<p>Температура 1400 °С, выдержка 5 часов</p>



корундовый тигель

Температура 1400 °С, выдержка 5 часов

Спектр 1

Содержание элементов, ат.%

	C	O	Na	Mg	Al	Si	Cr	Fe
1	71						21.0	8.4
2		61.1	2.8	2.3	1.7	32.1		

Спектр 2

200мкм

Электронное изображение 1

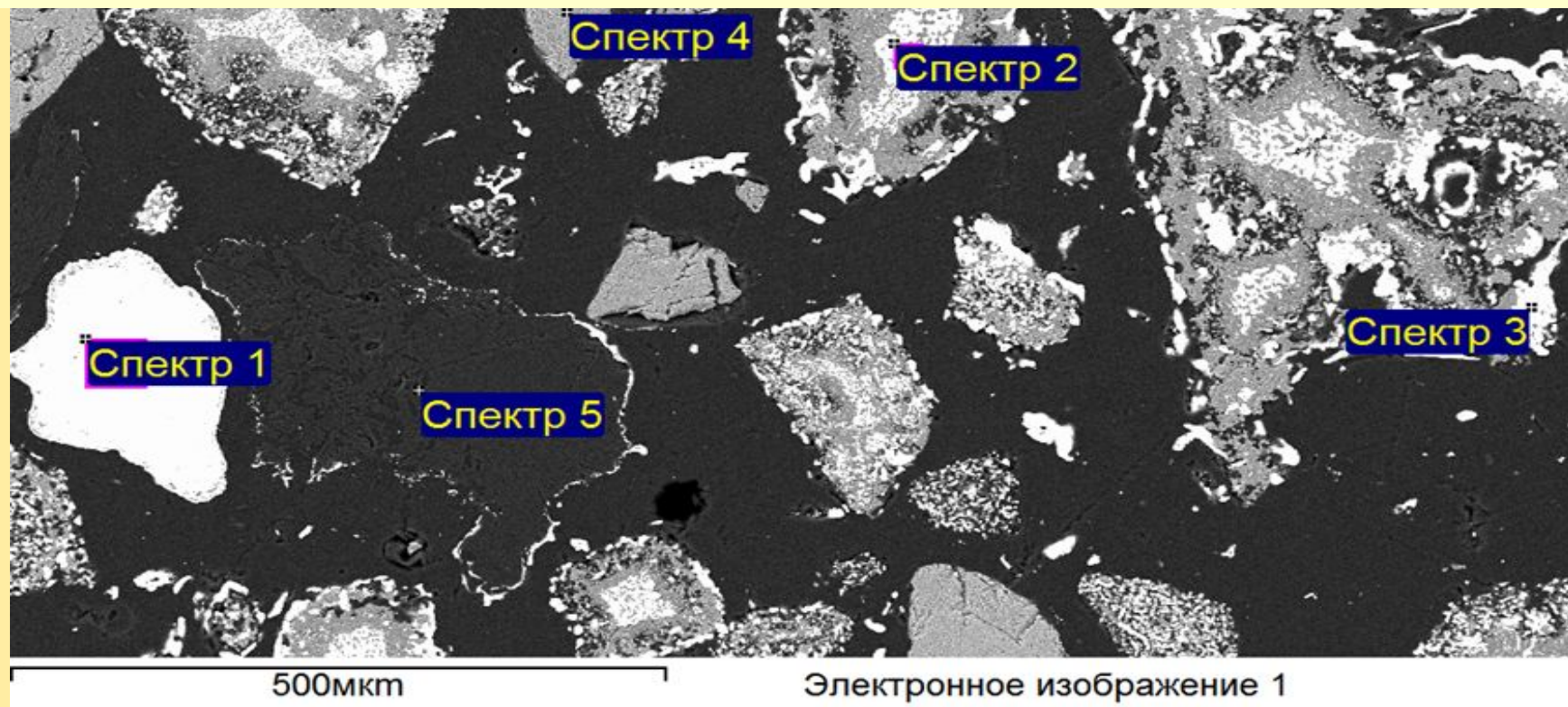
Методика эксперимента №3:

Тигель	Материалы:	Параметры экспериментов
1.	1. Хромовый концентрат 2. Графит с размером частиц 0-0,63 мм	Температура 1400 °С, выдержка 2 часа
2.	1. Окатыш с размером 10-12мм (хромовый концентрат, графит с размером частиц 0-0,63 мм, жидкое стекло)	



Вид металлических и оксидных частиц после восстановительного обжига без жидкого стекла

Температура 1400 °С, выдержка 2 часа

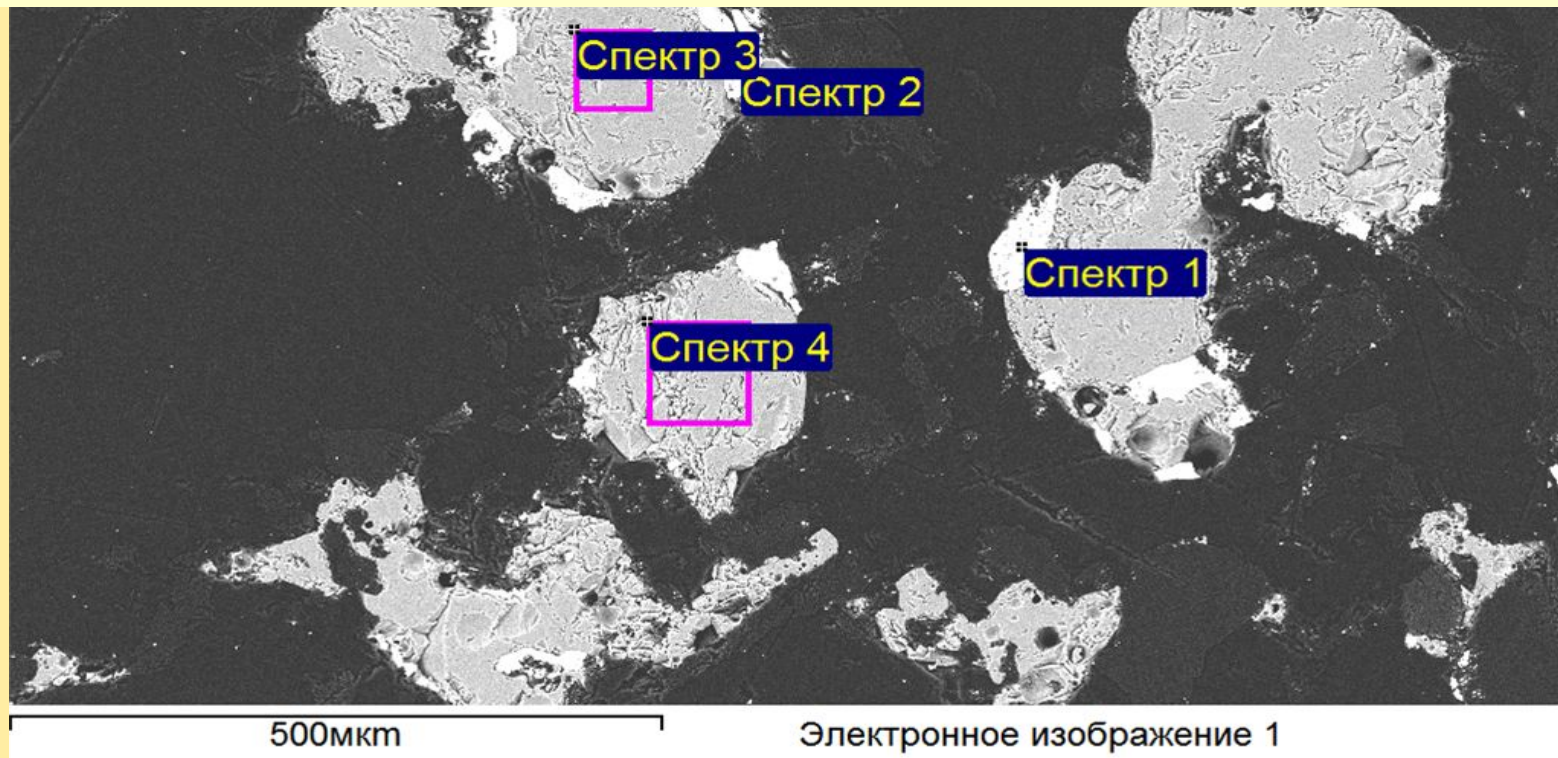


Содержание элементов, ат.%

	C	O	Mg	Al	Si	Ti	Cr	Fe
Спектр 1						100		
Спектр 2		23.1	17.9	6.1			40.5	12.4
Спектр 3	55						31.1	13.6
Спектр 4		59.6	25.3		13.7			1.4
Спектр 5	100							

Вид металлических и оксидных частиц после восстановительного обжига с жидким стеклом

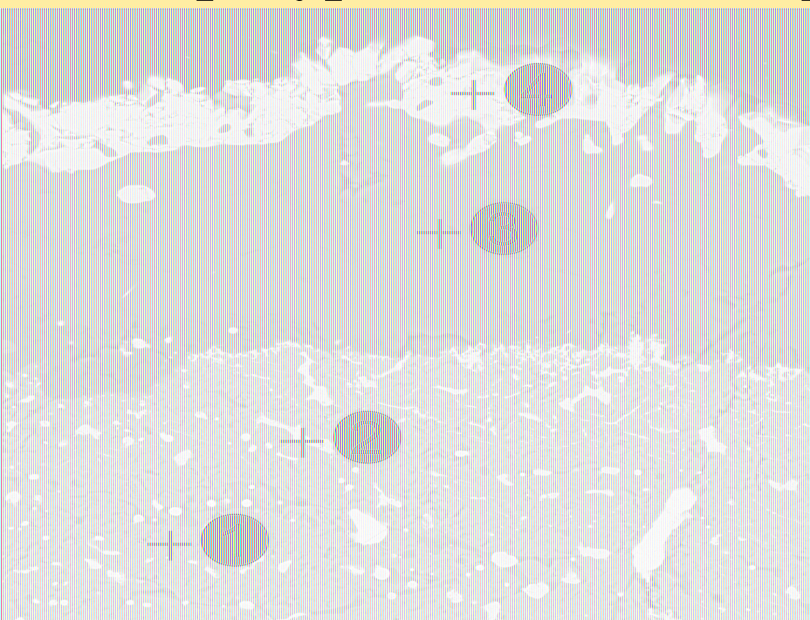
Температура 1400 °С, выдержка 2 часа



Содержание элементов, ат.%

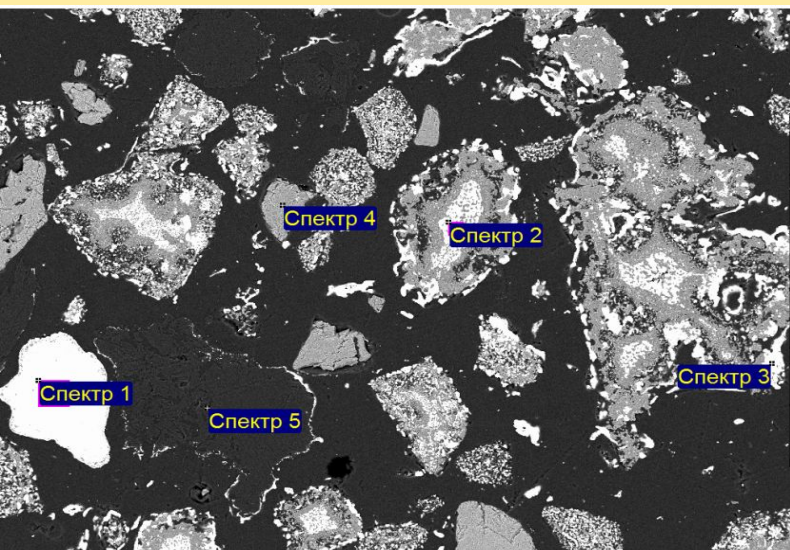
	C	O	Mg	Al	Si	Cr	Fe
Спектр 1	73					25.4	1.6
Спектр 2	66					32.1	2.3
Спектр 3		73.4		4.6	22.0		
Спектр 4		74.1		3.7	22.2		

Температура 1400 °С, выдержка 3 часа



	C	O	Na	Mg	Al	Si	S	K	Ca	Cr	Fe	Ni
1	–	60,48	–	10,7	4,50	0,07	–	–	0,03	20,51	4,14	–
2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	45,69	53,83	0,48
3	–	61,63	0,16	9,08	7,91	16,91	0,27	0,10	3,31	0,55	0,08	–
4	44,17	–	–	–	–	–	–	–	–	46,17	9,66	–

Температура 1400 °С, выдержка 2 часа

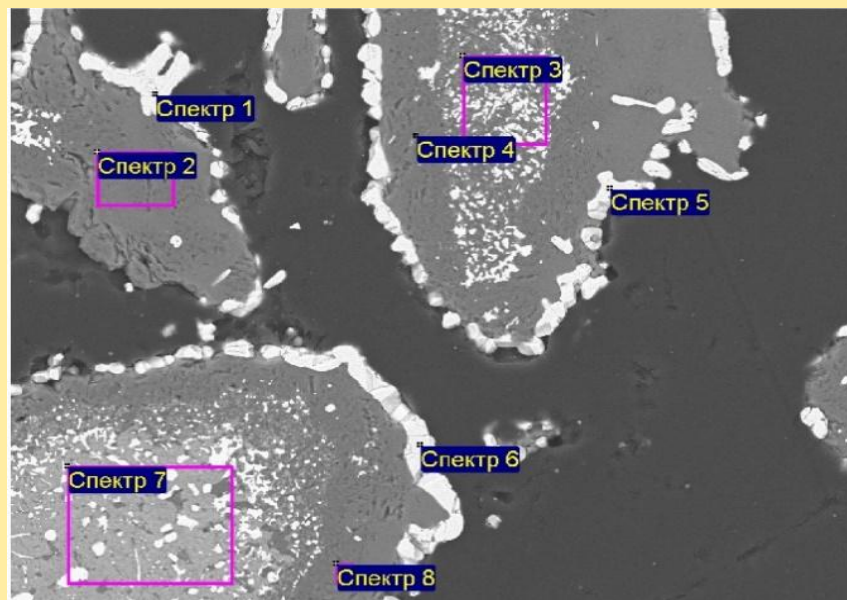


	C	O	Mg	Al	Si	Ti	Cr	Fe
1						100		
2		23.1	17.9	6.1			40.5	12.4
3	55						31.1	13.6
4		59.6	25.3		13.7			1.4
5	100							

500мкм

Электронное изображение 1

Температура 1400 °С, выдержка 5 часов

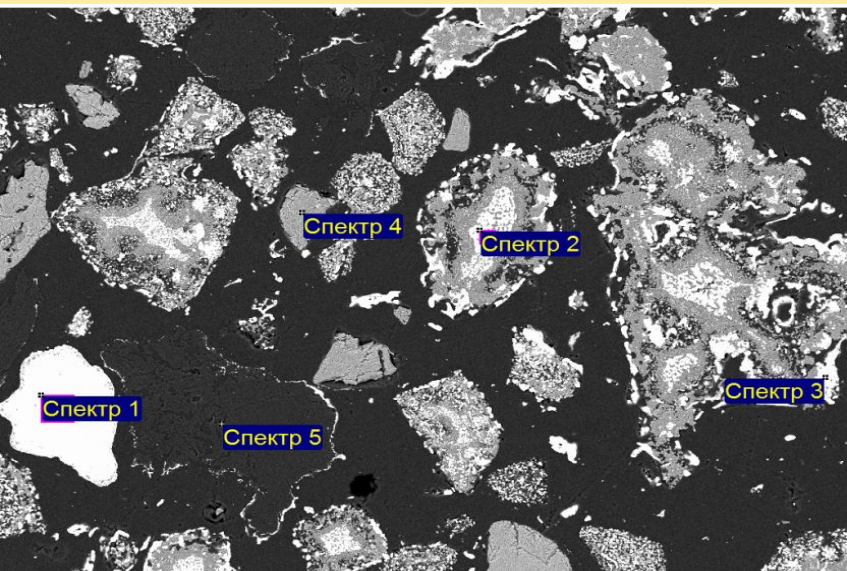


100мкм

Электронное изображение 1

	C	O	Mg	Al	Si	Ca	Cr	Fe
1	51.3				0.1		39.4	9.2
2		57.4	21.2	4.7	15.9	0.5	0.3	
3		40.4	31.1	4.6	2.8		16.3	4.8
4		57.6	21.6	10.1	10.5		0.3	
5	49.7				0.2		40.5	9.6
6	46.4				0.1		45.0	8.5
7		52.1	14.7	4.3	1.3	0.3	23.7	3.6
8		56.9	22.5	3.1	15.0	0.3	1.7	0.3

Температура 1400 °С, выдержка 2 часа



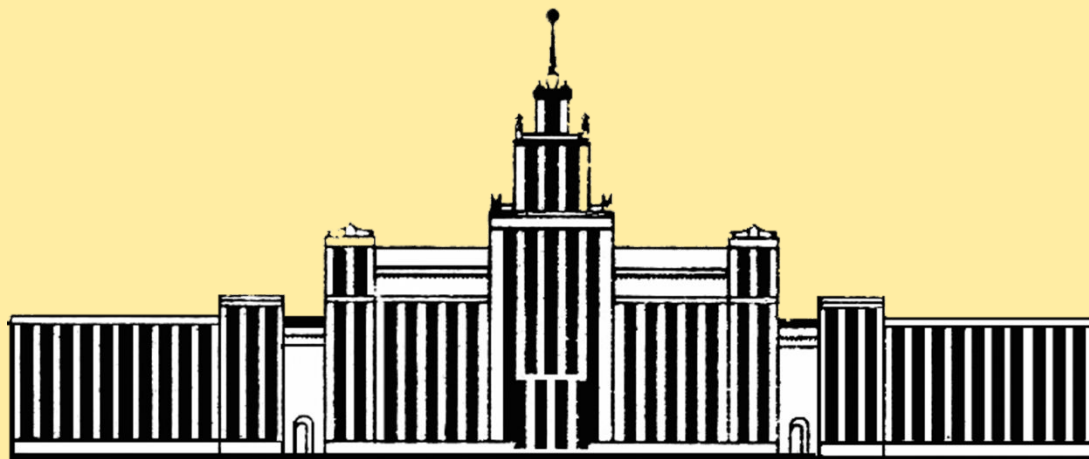
500мкм

Электронное изображение 1

	C	O	Mg	Al	Si	Ti	Cr	Fe
1						100		
2		23.1	17.9	6.1			40.5	12.4
3	55						31.1	13.6
4		59.6	25.3		13.7			1.4
5	100							

Выводы

- Экспериментально подтверждена возможность твёрдофазного восстановления из порошкообразной руды без окомкования.
- Подтверждено, что первичным продуктом восстановления является металлический сплав, а не сплав карбидов.
- Карбидообразование является вторичным процессом взаимодействия уже восстановленного металла с углеродом.
- Восстановление происходит по схеме электрохимических процессов, в которых твёрдоэлектролитным материалом являются силикатные фазы.



Спасибо за внимание!