

## О ВЗАИМОСВЯЗИ МЕЖДУ КОМПОНЕНТАМИ В ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ СКАРНАХ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТАШТАГОЛ

П. И. РАЙСКИЙ

(Представлено научным семинаром кафедр маркшейдерского дела и геодезии)

Изучение вопроса о взаимосвязи между компонентами в железорудных скарнах имеет большое практическое значение. Рудные тела месторождения по содержанию металла в руде не имеют ясно выраженных контактов. К границам рудных тел содержание железа в руде, как правило, уменьшается, а на контактах рудных тел с вмещающими породами руды переходят в рудные скарны.

При разработке рудных тел происходит разубоживание руды вмещающими породами, а следовательно, изменяется ее качественный состав. Поэтому для определения качества добытого рудного сырья необходимо знать не только вещественный состав руды в целом, но нужно хорошо знать химико-минералогический состав рудных скарнов, которые разубоживают руду в период добычи.

Вещественный состав рудных скарнов также может быть более полно раскрыт, если изучить закономерные взаимосвязи между различными компонентами, входящими в их состав.

В настоящей работе приводятся результаты исследований взаимосвязи

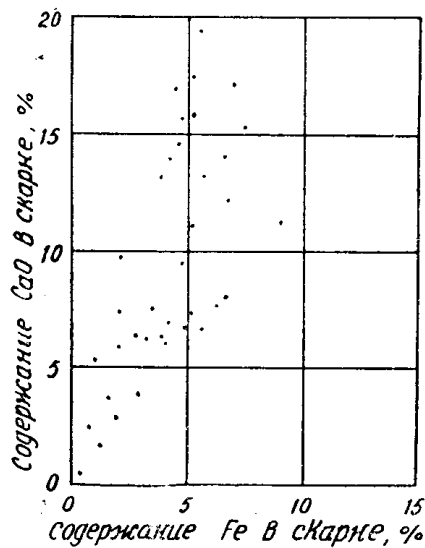


Рис. 1. График зависимости содержания СаО в рудном скарне от содержания в нем Fe.

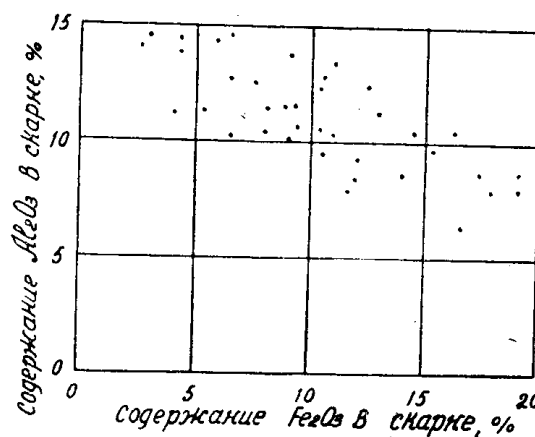


Рис. 2. График зависимости содержания  $Al_2O_3$  в рудном скарне от содержания в нем  $Fe_2O_3$ .

между компонентами, входящими в состав рудных скарнов месторождения Таштагол.

### Связь $\text{SiO}_2$ , $\text{CaO}$ , $\text{Al}_2\text{O}_3$ и $\text{MgO}$ с $\text{Fe}$ и $\text{Fe}_2\text{O}_3$

Для изучения вида и силы связи окислов  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и  $\text{MgO}$  с  $\text{Fe}$  рудное и  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  нами были построены графики зависимости содержания  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и  $\text{MgO}$  в рудных скарнах от содержания в них  $\text{Fe}$  и  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Для примера два графика, из вышеперечисленных, изображены на рис. 1 и 2. Сделана также оценка связи компонентов  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и  $\text{MgO}$  с  $\text{Fe}$  и  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  путем определения величины коэффициента корреляции (табл. 1).

Таблица 1

Оценка силы связи окислов  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и  $\text{MgO}$  с  $\text{Fe}$  и  $\text{Fe}_2\text{O}_3$

Наименование связи	Количество анализов	Коэффициент корреляции	Погрешность коэффициента корреляции
$\text{Fe} - \text{SiO}_2$	30	-0,76	$\pm 0,074$
$\text{Fe} - \text{CaO}$	35	+0,79	$\pm 0,064$
$\text{Fe} - \text{Al}_2\text{O}_3$	41	-0,67	$\pm 0,097$
$\text{Fe} - \text{MgO}$	30	+0,66	$\pm 0,096$
$\text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$	37	-0,89	$\pm 0,041$
$\text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{CaO}$	36	+0,73	$\pm 0,080$
$\text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{Al}_2\text{O}_3$	35	-0,74	$\pm 0,077$
$\text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{MgO}$	29	+0,67	$\pm 0,100$

Сила связи окислов  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и  $\text{MgO}$  с  $\text{Fe}$  и  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  в рудных скарнах является несколько меньшей, чем сила связи между вышеупомянутыми компонентами в самих рудах [1], но вполне достаточная для использования этих связей в практических целях, т. е. для определения качества добытого рудного сырья в период его усреднения (коэффициенты корреляции равны 0,67—0,89).

Исследованиями установлено, что в рудных скарнах содержание окислов  $\text{SiO}_2$  и  $\text{Al}_2\text{O}_3$  находятся в обратной, а содержание окислов  $\text{CaO}$  и  $\text{MgO}$ —в прямой зависимости от содержания в них  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  и  $\text{Fe}$ . При уменьшении содержания железа в рудных скарнах содержание в них  $\text{SiO}_2$  и  $\text{Al}_2\text{O}_3$  увеличивается, а  $\text{CaO}$  и  $\text{MgO}$  уменьшается.

Знание вопроса о прямой и обратной корреляционных связях между компонентами в рудных скарнах имеет важное практическое значение, так как можно без химанализов определить качество и основность рудного сырья в период его добычи. Вследствие разубоживания руд рудными скарнами основность рудного сырья (отношение  $\frac{\text{CaO} + \text{MgO}}{\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3}$ ) всегда будет ниже основности руд в целике. Объясняется это тем, что разубоживание руд рудными скарнами приводит к увеличению в них содержания  $\text{SiO}_2$  и  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и уменьшению содержания  $\text{CaO}$  и  $\text{MgO}$ .

Снижение основности руд хорошо подтверждается в процессе эксплуатации месторождения: основность рудной массы всегда на 0,1—0,15 меньше основности руды в целике.

Для решения многих практических задач требуется, чтобы взаимосвязь между компонентами как в руде, так и в рудном скарне

была представлена в аналитическом виде. Исследования показали, что для рудных скарнов месторождения Таштагол связь  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CaO}$  и  $\text{MgO}$  с  $\text{Fe}$  в аналитическом виде может быть выражена следующими эмпирическими формулами:

$$\text{SiO}_2, \% = A1^{-(0,345+0,149A)\text{Fe}} - 26; \quad (1)$$

$$\text{CaO}, \% = 3.2 e^{B\text{Fe}} - 3.2; \quad (2)$$

$$\text{MgO}, \% = 2.35 e^{B\text{Fe}} - 2.35, \quad (3)$$

где 26, 3.2, 2.35 — коэффициенты, численно равные среднему содержанию в земной коре  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CaO}$  и  $\text{MgO}$ , %;

$A$  и  $B$  — неопределенные коэффициенты;

$\text{Fe}$  — содержание железа в рудном скарне, относительных единицах.

### Взаимосвязь между окислами $\text{SiO}_2$ , $\text{CaO}$ , $\text{Al}_2\text{O}_3$ и $\text{MgO}$

Взаимосвязь между окислами  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и  $\text{MgO}$  в рудных скарнах устанавливалась нами методом теории корреляции и построением графиков. Для изучения вопроса о взаимосвязи между компонентами в рудных скарнах были построены следующие графики:

а) график зависимости содержания в скарнах  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$  и  $\text{MgO}$  от содержания в них  $\text{SiO}_2$ ;

б) графики зависимости содержания в скарнах  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и  $\text{MgO}$  от содержания в них  $\text{CaO}$ ;

в) график зависимости содержания в скарнах  $\text{MgO}$  от содержания в них  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

Из вышеперечисленных графиков два графика для примера представлены на рис. 3, 4.

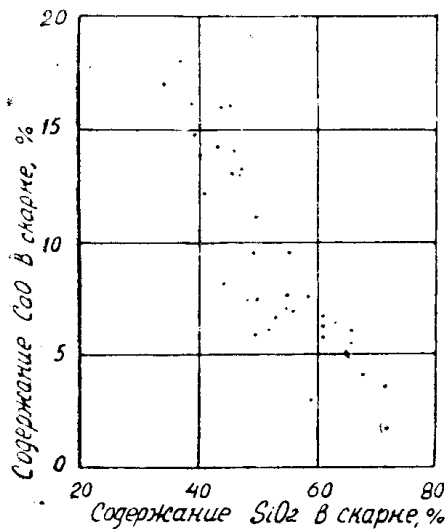


Рис. 3. График зависимости содержания в скарнах  $\text{CaO}$  от содержания в них  $\text{SiO}_2$ .

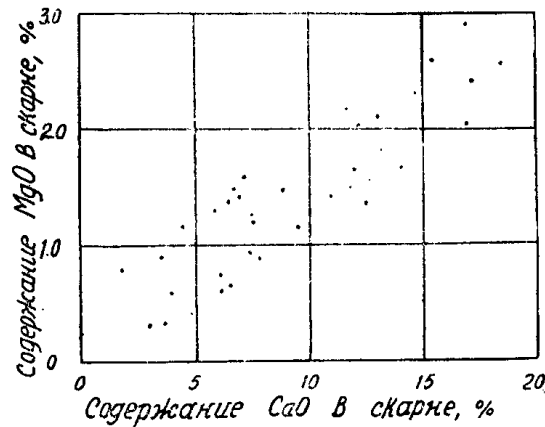


Рис. 4. График зависимости содержания в скарне  $\text{MgO}$  от содержания в нем  $\text{CaO}$ .

Построение графиков связи между компонентами, входящими в состав рудных скарнов и оценка силы связи между ними показали, что:

а) в рудных скарнах окислы  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и  $\text{MgO}$  имеют связь не только с  $\text{Fe}$  и  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , но и сами окислы кремния, кальция, алюминия и магния взаимосвязаны друг с другом;

б) окислы  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и  $\text{MgO}$  находятся в прямолинейной зависимости друг от друга; между окислами  $\text{SiO}_2$  и  $\text{CaO}$ ,  $\text{SiO}_2$  и  $\text{MgO}$ ,

CaO и Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> имеется обратная связь, а между окислами SiO<sub>2</sub> и Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO и MgO прямая связь (таб. 2).

Таблица 2

Оценка силы взаимосвязи между окислами SiO<sub>2</sub>, CaO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO

Наименование связи	Количество анализов	Коэффициент корреляции	Погрешность коэффициента корреляции
SiO <sub>2</sub> — CaO	38	-0,82	±0,052
SiO <sub>2</sub> — Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	43	+0,68	±0,083
SiO <sub>2</sub> — MgO	30	-0,66	±0,101
CaO — Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	39	-0,67	±0,089
CaO — MgO	28	+0,84	±0,055
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> — MgO	32	-0,67	±0,095

Оценка с помощью коэффициента корреляции силы взаимосвязи между окислами SiO<sub>2</sub>, CaO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и MgO показала, что между этими компонентами имеется достаточно надежная степень взаимосвязи (коэффициенты корреляции равны 0,66—0,84), табл. 2. Такая величина силы взаимосвязи между окислами SiO<sub>2</sub>, CaO, MgO и Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> является вполне достаточной для использования этих взаимосвязей в практических целях, т. е. для определения вещественного состава рудного сырья в период его усреднения.

#### Выводы

Результаты исследований позволяют нам сделать следующие выводы.

1. В рудных скарнах месторождения Таштагол содержание окислов SiO<sub>2</sub>, CaO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и MgO существенно зависит от содержания в них Fe и Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Кроме того, и сами вышеупомянутые окислы взаимосвязаны друг с другом.

Сила связи окислов SiO<sub>2</sub>, CaO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и MgO с Fe и Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, а также между самими окислами является достаточно надежной для использования этих связей в практических целях, т. е. для определения вещественного состава как самих рудных скарнов, так и добытого рудного сырья, к которому примешиваются скарны в период добычи.

2. Взаимосвязи между компонентами в железорудных скарнах с достаточной полнотой раскрывают картину изменения содержания входящих в их состав различных компонентов в зависимости от изменения содержания в них железа. По единичным пробам такую картину невозможно представить. Знание данного вопроса облегчает решение задачи об определении качественного состава железных руд по тем рудным телам, которые имеют включения рудных скарнов.

3. Изученные нами взаимосвязи между компонентами в рудных скарнах могут быть использованы для решения следующих практических задач:

а) не делая анализов на окислы SiO<sub>2</sub>, CaO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и MgO, можно определить их количество в скарне по заранее составленным графикам зависимости вышеуказанных окислов от содержания в рудном скарне железа рудного;

б) заранее планировать добычу руды из различных блоков таким образом, чтобы получить качественно однородное рудное сырье в период его усреднения, что очень важно для металлургического процесса, так как улучшается процесс плавки.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Райский П. И. О корреляционной связи между компонентами в магнетитовых рудах месторождений Горной Шории. Известия вузов, Горный журнал № 9. 1959.