

Г. И. ВОЙТОВ, Вл. С. ЛЕБЕДЕВ, Вал. С. ЛЕБЕДЕВ,  
И. Е. ГУРЕЕВ, Л. Ф. ЧЕРЕВИЧНАЯ

## ПРИРОДНЫЕ ГАЗЫ ЮЖНО-БЕЛОЗЕРСКОГО ЖЕЛЕЗОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (УКРАИНСКИЙ КРИСТАЛЛИЧЕСКИЙ ЩИТ)

(Представлено академиком В. И. Смирновым 18 IV 1974)

В процессе вскрытия и отработки Южно-Белозерского железорудного месторождения неоднократно отмечались проявления природных газов своеобразного химического состава. Месторождение расположено на южном склоне Украинского кристаллического щита, в пределах Конско-Белозерской складчатой зоны северо-восточного простирания, сложенной осадочно-вулканогенными формациями древнейших <sup>(1)</sup> образований Земли (возраст 3100—3550 млн лет). Зона осложнена продольными и поперечными разрывными нарушениями, среди которых выделяется выполненный тектонитами Центральный надвиг с амплитудой смещения не менее 2000 м. По сейсмическим данным, в пределах района раздел Конрада находится на глубине всего 6—8 км <sup>(2)</sup>. Породы претерпели неоднократную метаморфическую переработку, в результате чего в краевых частях зоны они достигли гнейсо-амфиболитовой стадии метаморфизма, а в центральной — метаморфизма, соответствующего аспидным сланцам <sup>(3)</sup>.

Проявление природных газов в пределах Украинского щита было предметом ряда сообщений <sup>(4-7)</sup> и др.). Во всех случаях гидрогеологические и термальные условия, сопровождавшие это явление, не отличались от условий, характерных для щитов, в том числе для Украинского щита. Однако условия Южно-Белозерского месторождения уникальны. Достаточно сказать, что на глубине 480 м температура горных пород достигает 30—32° (температура пород на тех же глубинах в Кривом Роге не превышает 14—15°, что является нормой для щитов). В рудник поступает 1200—1300 м<sup>3</sup>/час воды, из них 680 м<sup>3</sup>/час — на горизонт 480 м; из отдельных дренажных скважин изливается до 50 м<sup>3</sup>/час. Воды гидрокарбонатно-натриевые или хлоридно-натриевые, нейтральные (рН 6,6—7,2) с минерализацией от 1 до 70—80 г/л; их температура на изливе отдельных скважин достигает 32—35°. Газы выделяются с поверхности горных выработок в процессе диффузионного обмена горных пород с атмосферой и в виде струй из дренажных скважин.

О масштабах газопроявлений и их локализации можно судить по балансу отдельных компонентов в исходящих струях (см. табл. 1). Видно, что основное количество газов (в первую очередь углеводородов) поступает из пород северного крыла рудника. Последнее обусловлено тем, что в пределах северного крыла локализовано большинство струй газов, которые, по-видимому, и определяют газовый режим рудника в целом. Состав углеводородов газов южного крыла рудничного поля сложнее: они почти наполовину представлены тяжелыми гомологами метана.

Среднее содержание газов (табл. 2), включенных в породы и руды месторождения, невысокое (изменяется от 0,11 до 0,15 см<sup>3</sup>/кг, без учета азота). Исключение составляет жильный кварц, который содержал свыше 37 см<sup>3</sup>/кг газа, представленного преимущественно углекислотой. По химическому составу включенные газы азотные; газы жильного кварца — углекисло-азотные. Если исключить азот, то газы в породах и рудах месторождения, по

Таблица 1

## Масштабы выделения газов в атмосферу рудника

Выработка	Колич. проходящего воздуха, м <sup>3</sup> /мин	Содержание в исходящих струях *		
		СО <sub>2</sub>	СН <sub>4</sub>	Σ т.в.
Дренажный квершлаг, горизонт 400 м	2500	0,06	0,00041	<10 <sup>-6</sup>
		2160,0	14,75	—
Исходящая южного крыла шахты	5000	0,05	0,00065	0,00030
		3600,0	46,80	21,60
Исходящая северного крыла шахты	1800	0,06	0,01017	0,00025
		1552,2	263,6	6,48

\* Над чертой — об.%, под чертой — м<sup>3</sup>/сутки.

Таблица 2

## Химический состав газов \*

№ обр.	Порода, руда	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	СО <sub>2</sub>	СН <sub>4</sub>	С <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	С <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	С <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	С <sub>3</sub> H <sub>6</sub>
1	Кварц из гидротермальной яшлы	0,27	51,40	48,18	0,08	0,01	0,020	0,005	0,01
		0,21	38,5	36,75	0,0679	0,0074	0,0137	0,0042	0,0077
2	Джеспилит	0,119	99,82	Не обп.	0,052	0,006	0,0006	0,0042	0,0054
		0,07	61,0		0,031	0,0035	0,00035	0,0025	0,0032
3	Гематит	0,08	99,89	Следы	0,028	0,003	0,0015	0,0024	0,0003
		0,105	125,7		0,035	0,0035	0,0018	0,0028	0,00035
4	Магнетит	0,53	99,05	»	0,0403	0,0045	0,0020	0,0032	0,0020
		0,70	124,34		0,047	0,0053	0,0025	0,0039	0,0032

\* Над чертой — отн.%, под чертой — см<sup>3</sup>/кг.

Таблица 3

## Химический состав газов газовых струй северного крыла горизонта 480 м Белозерского рудника \*

№ обр.	Место отбора	He	H <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> + р.г.	СО <sub>2</sub>	СН <sub>4</sub>	С <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	С <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	С <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	i-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	n-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	С <sub>5</sub> H <sub>12</sub>
7	Орт 11, гор. 480 м	Выс.	10 <sup>-3</sup>	0,14	93,47	0,80	0,58	3,4	0,11	0,20	Сл.	0,19	0,25
8	Орт 17, гор. 480 м	»	10 <sup>-3</sup>	0,07	99,08	0,80	0,04	Н.о.	0,16	Н.о.	»	Н.о.	Н.о.

\* Содержание — об.%, с С<sub>2</sub>H<sub>6</sub> и выше — 10<sup>-4</sup> об.%. р.г. — редкие газы (газы нулевой группы) Н.о. — не обнаружено.

принятой классификации, являются углеводородно-водородными, а в кварце — углекислыми с повышенным содержанием водорода и углеводородов.

Наиболее интересные газы свободных струй, которые, несмотря на малую интенсивность каждой струи в отдельности (до 100—150 см<sup>3</sup>/мин), по-видимому, определяют газовый режим рудника. По составу (табл. 3) они азотные, богаты газами нулевой группы; содержание углеводородов и СО<sub>2</sub> не превышает 0,6 и 0,8 об. % соответственно \*. Углеводороды, представленные

\* Судя по количеству углеводородов в исходящей струе северного крыла рудника (табл. 1), такой вывод может оказаться не совсем верным, и при более тщательных поисках могут быть обнаружены струи газов, существенно обогащенных углеводородами.

метаном и его гомологами до  $C_5$  включительно, легкие — на 99,9% состоят из метана. В образце газа из 11-го орта обнаружен пропилен ( $C_3H_6$ ), т. е. углеводороды в рассматриваемом случае представляют собой неравновесную систему, какие свойственны газовым смесям с дефицитом свободного водорода. Струи такого же или близкого состава характерны для обрамлений альпийских складчатых систем, в частности Кавказа, Памира, Саян, Забайкалья и др. (<sup>8-12</sup> и др.) и склонов щитов и массивов (<sup>12, 13</sup>), где они локализованы в зонах разломов глубокого заложения. Такие газы, по-видимому, сыграли определенную роль в геохимической истории Земли, в частности, в формировании ее газовой оболочки.

В образце газа из 11-го орта северного крыла рудника определен изотопный состав углерода углеводородов и  $CO_2$ , при этом оказалось, что по изотопному составу\* углерода углеводородов ( $\delta^{13}C = -4,86\%$ ) изученные газы близки к газам свободных струй из метаморфических пород Кривого Рога (<sup>4</sup>), Мончегорска (<sup>14</sup>) и Урупского медноколчеданного месторождения на Кавказе (<sup>15</sup>). Углерод  $CO_2$  существенно обогащен ( $\delta^{13}C = -2,30\%$ ) легким изотопом  $^{12}C$  по сравнению с углеродом эндогенной углекислоты.

Таким образом, в пределах наиболее консолидированных частей земной коры — щитов обнаружен еще один район, характеризующийся особыми теплофизическими и гидрогеохимическими условиями, где происходит разгрузка газов азотного состава с высоким содержанием компонентов пулевой группы и с легкими углеводородами. По химическому составу последних и изотопному составу углерода углеводородов и  $CO_2$  эти газы можно выделить в обособленную группу, объединяющую газы метаморфической оболочки Земли.

Всесоюзный научно-исследовательский институт  
ядерной геофизики и геохимии  
Москва

Поступило  
3 IV 1974

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> В. Д. Лядева, В кн.: Геохронология докембрия Украины, Киев, 1965. <sup>2</sup> Н. П. Семеновко и др., Геология осадочно-вулканогенных формаций Украинского щита, Киев, 1967. <sup>3</sup> Н. П. Семеновко и др., Сов. геол., № 11 (1964). <sup>4</sup> Г. И. Войтов, В. С. Лебедев и др., ДАН, т. 196, № 1 (1971). <sup>5</sup> Р. Н. Довгань и др., Геол. журн., № 5 (1970). <sup>6</sup> Г. И. Войтов, В. Е. Динисенко, ДАН, т. 194, № 3 (1970). <sup>7</sup> М. Д. Брагусь и др., ДАН, т. 183, № 4 (1968). <sup>8</sup> В. В. Белоусов, Очерки геохимии природных газов, 1937. <sup>9</sup> Г. Д. Лидин, В сб.: Природные газы СССР, 1935. <sup>10</sup> А. М. Овчинников, Минеральные воды, 1963. <sup>11</sup> В. В. Иванов, В сб.: Вопросы формирования и распространения минеральных вод СССР, 1960. <sup>12</sup> А. Л. Козлов, Формирование и размещение нефтяных и газовых залежей, 1959. <sup>13</sup> В. С. Голубев и др., Геохимия, № 11 (1970). <sup>14</sup> И. А. Петерсилье и др., ДАН, т. 194, № 5 (1970). <sup>15</sup> З. Н. Несмелова, К. С. Солдатова, Геохимия, № 8 (1970).

\* Изотопный состав углерода углеводородов и  $CO_2$  дан в значениях, приведенных к стандарту PDB.