

Д-р техн. наук, проф. В.П. Надутый,
(ИГТМ НАН Украины)
д-р техн. наук, проф. З.Р. Маланчук,
инж. Т.Ю. Гринюк
(ИГТМ НАН Украины)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ВСКРЫШНЫХ И ОСНОВНЫХ ПОРОД РАФАЛОВСКОГО БАЗАЛЬТОВОГО КАРЬЕРА

У результаті виконаних досліджень визначено елементний склад розкривних і основних порід базальтового кар'єру. Контрольованим елементом був процентний вміст самородної міді, окислів заліза, титана і срібла.

DEFINITION OF ELEMENT STRUCTURE STRIPPING AND BASIC BREEDS OF RAFALOVKA BASALT CAREER

As a result of the executed researches the element structure overburden rock and basic breeds of basalt career is determined. A controllable element was the percentage native of copper, oxides of iron, titanium and silver.

Базальты Волыни являются ценным строительным материалом, и в настоящее время ведется их разработка на нескольких карьерах. Многочисленные исследования [1-7] показали их сложный химический состав, особенности геологии и возможность комплексной переработки. Целесообразность такого подхода связана с богатством вещественного состава месторождений и с особенностями траповой структуры залегания. В качестве объекта дальнейших исследований принят Рафаловский карьер, где уже давно ведется добыча базальта и переработка его на щебень. Вскрыша карьера представлена песчано-меловым слоем мощностью от 2,0 до 7,0 метров, который прежде всего представляет интерес как строительный материал. За ним следуют небольшие прослойки серого или красного туфа. В некоторых местах месторождения наблюдается выход красного туфа на поверхность. Базальтовый слой верхней Ратненской свиты месторождения отрабатывается одним уступом, высота которого изменяется в пределах 15-20 м между вскрышей и подстилающим слоем красного туфа, который при добыче базальта не отрабатывается.

Для более рационального использования добываемой горной массы возникла необходимость изучения элементного состава всех пород разрабатываемого месторождения.

Целью исследований являлось определение состава всех пород стратиграфического разреза массива карьера с позиций предпромышленной подготовки его комплексной разработки. Исследование состава пород выполнялось на основании спектрального анализа методом "присыпки" на приборе СТ-1 с приставкой УСИ-10. Результаты такого анализа пород вскрыши представлены в табл. 1. Цифровые данные по каждому элементу определялись

как средние значения из десяти проб. Следует отметить, что аналогичные исследования выполнялись и ранее [5-7] на породах Рафаловского месторождения, однако продвижение забоя и новые обнажения позволили определить среднестатистические данные состава пород, взятых в различный период времени. Учитывая неравномерность минерального состава, следует ожидать увеличение изменчивости технологических свойств руды в процессе ее обогащения или последовательного концентрирования полезных компонентов во время всех стадий дезинтеграции и получения рудного концентрата. Слоистая структура забоя требует в процессе рудоподготовки селективного подхода в отборе горной массы. Например, отделение лавобрекчии от базальтов повышает и технологически облегчает извлечение самородной меди. Отделение туфа (или отдельная выемка) позволяет обеспечить извлечение крупнозернистой самородной меди после дробления и измельчения базальта, при этом не ухудшается качество базальтовой смеси, утилизируемой в строительстве и химической промышленности.

Таким образом, на стадии рудоподготовки необходимо выполнить опережающие технологические опробования горной массы для планирования и разработки последующих операций разделения технологических типов рудных концентратов с возможным посортным усреднением руд по отдельным технологическим типам с последующим формированием рудных потоков для целевого извлечения полезных компонентов [7].

Таблица 1 – Результаты спектрального анализа пород вскрыши Рафаловского карьера

№ п/п	Состав элементов	Концентрация элементов, %			
		Песок	Мел	Серый туф	Красный туф
1	Al_2O_3	0	5,0	6,7	9,03
2	SiO_2	36,66	0,27	43,12	33,886
3	SO_3	3,08	1,868	2,0	1,775
4	K_2O	0,65	0,93	4,83	3,49
5	CaO	48,5	71,124	3,44	3,04
6	TiO_2	0,21	0	3,64	4,388
7	MnO_2	0,16	8,72	0	0
8	Fe_2O_3	0,56	0,5	26,0	32,25
9	Rb_2O	0	1,6	4,66	2,58
10	SrO	8,96	0,149	4,53	4,05
11	Y_2O_3	0	8,53	1,06	2,31
12	ZrO_2	1,83	0	0,116	3,215
13	Nb_2O_5	0	0	1,36	4,618

Поскольку планирование процесса рудоподготовки при комплексной добыче сырья должно учитывать все последующие технологические процессы после вскрытия месторождения и до раскрытия минералов (или подготовки товарной руды из горной массы для обогащения, прямой химико-металлургической переработки), то предпромышленная подготовка требует подробного изучения элементного состава, свойств горных пород (взрываемости, буримости, дробимости, измельчаемости, классификации). В данной работе рассматривается элементный состав уступа разрабатываемого карьера и оценивается возможность разработки не на щебень, а на комплексное извлечение полезных и ценных компонентов.

Из табл. 1 видно, что карьерная вскрыша, кроме породообразующих минералов (кремния, кальция) содержит высокую концентрацию соединений алюминия, титана, железа и редкоземельных металлов, особенно в составе серого и красного туфов. Несмотря на сравнительно близкий их состав, их использование нашло различное применение. Например, серый туф даже без дополнительной обработки используется как кормовая добавка животным и птице, оба туфа используются как прекрасный сорбент для очистки воды. Содержание самородной меди в серых туфах отсутствует, а в красных она содержится в пределах $0,03 \div 1,0$ % в зависимости от месторождения [5, 7]. Элементный состав красного туфа представлен в табл. 2, где для сравнения приведен состав красных туфов из других карьеров Волыни. Богатый элементный состав этих туфов указывает на необходимость комплексной безотходной разработки базальтовых карьеров, траповая структура которых имеет мощные слои туфов. Особое внимание привлекает высокое содержание алюминия, меди, титана и серебра.

По содержанию меди наибольший промышленный интерес составляют базальты с прослойками лавобрекчий [1-3]. В табл. 3 представлены результаты спектрального анализа таких пород, взятых для исследований в Рафаловском базальтовом карьере и других карьеров региона.

В процессе исследований отмечались особенности вкрапленности самородной меди в туфах, лавобрекчии и базальтах. Наиболее крупные включения, чаще дендритной формы, встречаются в лавобрекчии. В базальтах чаще всего встречаются точечные или пластинчатые включения, которые при дроблении и измельчении базальта превращаются в кусочки пластинчатой формы и размерами до 2,0 мм.

В туфах самородные включения встречаются в виде очень тонких пленок или точечных включений, которые при мелком дроблении и измельчении имеют размеры значительно менее 1,0 мм. Обращает внимание высокое содержание окиси железа и титана в туфах и вскрышных породах, а также высокое содержание серебра и редкоземельных металлов.

Таблица 2 – Результаты анализа содержания элементов в красном туфе базальтовых карьеров

№ п/п	Элементный состав	Концентрация элементов, %			
		Рафаловский карьер	Берестовецкий карьер	Карьер Янова Долина	Карьер в русле р. Цветохи
1	<i>Ba</i>	0,3-0,5	0,07	0,5->1,0	0,05
2	<i>P</i>	0,15-0,5	0,07	0,15	0,05
3	<i>Cr</i>	0,003-0,007	0,007	0,03	0,02
4	<i>Pb</i>	0,0005-0,0007	0,0003	0,0005	0,0005
5	<i>Sn</i>	0,00015	0,00015	0,00015	0,00001
6	<i>Ca</i>	0,001-0,0015	0,001	0,0001	0,0001
7	<i>Ni</i>	0,007	0,003	0,0005	0,015
8	<i>Zn</i>	0,05-0,01	0,01	0,0007	0,0007
9	<i>Zr</i>	0,015-0,02	0,02	0,0005	0,02
10	<i>Co</i>	0,007	0,007	0,0005	0,0007
11	<i>Ti</i>	0,7->1,0	>1,0	0,5	0,7->1,0
12	<i>Cu</i>	0,02-0,3	0,05	>1,0	0,05
13	<i>V</i>	0,015-0,03	0,01	0,03	0,03
14	<i>Ce</i>	0,0001-0,0002	0,0001	0,00015	0,00015
15	<i>Mo</i>	0,00007	0,0007	0,00005	0,00007
16	<i>Li</i>	0,0001	0,0001	0,00001	0,00001
17	<i>La</i>	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
18	<i>Sr</i>	0,007	0,0007	0,001	0,0007
19	<i>Mn</i>	0,05-0,1	0,1	0,07	0,7
20	<i>Fe</i>	7,0	15	7,0	10
21	<i>Al</i>	10,0	20	9,0	15
22	<i>Ag-6</i>	10, г/т	10, г/т	30, г/т	0,02

Таблица 3 – Результаты анализа содержания элементов в базальтах

№ п/п	Элементный состав	Концентрация элементов, %		
		Базальт Рафаловского карьера	Лавобрекчии Рафаловского карьера	Базальт карьера Янова Долина
1	2	3	4	5
1	<i>Ba</i>	0,05-0,07	0,05	0,05
2	<i>P</i>	0,07-0,2	0,15	0,1
3	<i>Cr</i>	0,01-0,07	0,027	0,003
4	<i>Pb</i>	0,005-0,007	0,015	0,0005
5	<i>Sn</i>	0,00015	0,00015	0,0002
6	<i>Ca</i>	0,001	0,001	0,0015
7	<i>Ni</i>	0,005	0,005	0,007
8	<i>Zn</i>	0,005	0,02	0,015
9	<i>Zr</i>	0,001-0,005	0,01	0,015
10	<i>Co</i>	0,007	0,007	0,003
11	<i>Ti</i>	0,5-0,7	0,7	>1,0
12	<i>Cu</i>	0,1->1,0	1,0-5,0	0,03
13	<i>V</i>	0,03	0,03-0,3	0,05

Продолжение табл. 3

14	<i>Ce</i>	0,0001	0,00015	0,0002
15	<i>Mo</i>	0,0007	0	0,0005
16	<i>Li</i>	0,00015	0,0001	0
17	<i>La</i>	0,0002	0,0002	0,0002
18	<i>Sr</i>	0,01	0,0007-0,001	0,0007
19	<i>Mn</i>	0,07-0,1	0,07-0,1	0,1
20	<i>Fe</i>	4,0	4-10	15,0
21	<i>Al</i>	10,0	3-10	3,0
22	<i>Ag-6</i>	0,015-0,5	30-50, г/т	0,0012

Таким образом, выполненные исследования показывают, что по процентному содержанию некоторых элементов, в частности самородной меди, может вестись комплексная разработка базальтового месторождения. Наличие во вмещающих породах самородной меди позволяет применять менее сложную технологию ее извлечения в отличие от извлечения, например, сульфидной меди. В рассматриваемом случае возможна безреагентная технология извлечения меди.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Квасниця І. Про походження самородної міді з вендських вулканітів Західної Волині / У журн. "Геолог України". Вид. спілки геологів України. – № 3. – 2006. – С. 40-51.
2. Ємець О.В. Критерії локалізації самородномідного зруднення в трапах венду Волині / Матер. III-ї наук.-вироб. наради. – Київ, 2005. – С. 98-102.
3. Мельничук В., Матеюк В., Косовський Я., Федорчук М. Міденосні лавобрекчії в трапах Волині // Матер. наук. конф. – Львів, 2000. – С. 115-116.
4. Косовський Я.О., Мельничук В.Г. Благороднометальне зруднення в ефузивних трапах Волині // Зб. наук. праць Волинського державного університету. – Луцьк, 2004. – С. 10-14.
5. Основні фізико-хімічні та технологічні властивості туфів Рівненщини / З.Р. Маланчук, Т.Ю. Гринюк, Р.В. Жомирук, С.Е. Стець, Р.П. Рачковський. // Геотехническая механика: межвед. сб. науч. тр. ИГТМ НАН Украины. – Днепропетровск. – Вып. № 59. – 2005. – С. 123-131.
6. Надутый В.П., Гринюк Т.Ю. Результаты предварительных исследований медьсодержащих базальтов Вольни на технологичность переработки / Матер. VI Пром. конф. "Эффективность реализации научного, ресурсного и промышленного потенциала в современных условиях". п. Славское-Карпаты – Киев. – 2006. – С. 156-157.
7. Надутый В.П., Гринюк Т.Ю. Экспериментальные исследования состава и выбора метода переработки медьсодержащих базальтов Вольни / Вісник Національного технічного університету "ХПІ": Зб. наук. праць: Тематичний випуск "Хімія, хімічна технологія та екологія". – Харків, НТУ "ХПІ". – № 25. – 2006. – С. 101-107.