

Е.Б. Яницкий, В.А. Дунаев

ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДИКИ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО ОПРОБОВАНИЯ АПАТИТ-ШТАФФЕЛИТОВЫХ РУД КОВДОРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Изложена экспериментально обоснованная методика опробования шлейфа отложения шлама буровзрывных скважин в процессе открытой добычи апатит-штаффелитовых руд и с учетом изменчивости в них содержания P_2O_5 доказана необходимость опробования каждой скважины, пробуренной во взрывном блоке по рудной залежи и в непосредственной близости от нее.

Ключевые слова: апатит-штаффелитовое месторождение, карьер, буровзрывная скважина, шлейф отложения шлама, пяточка фосфора, представительный пояс, коэффициент вариации.

Kовдорское апатит-штаффелитовое месторождение расположено в Мурманской области в непосредственной близости от одноименного апатит-магнетитового месторождения, которое разрабатывается Ковдорским ГОКом с 1964 г. Апатит-штаффелитовое оруденение по своему генезису является остаточно-инфилтратионным и залегает в коре выветривания апатитсодержащих карбонатитов, а также вмещающих их фенитов и фенитизированных гнейсов [1]. В связи с предстоящей открытой разработкой апатит-штаффелитового месторождения ОАО «ВИОГЕМ» по договору с Ковдорским ГОКом разработал методику эксплуатационного опробования апатит-штаффелитовых руд, включающую экспериментально обоснованный способ опробования шлама буровзрывных скважин и оцененную с учетом изменчивости оруденения на детально разбуренном эталонном участке месторождения оптимальную плотность сети опробования буровзрывных скважин.

Анализ существующих способов экспериментального обоснования методики опробования буровзрывных скважин на карьерах [2–4] показал,

что наиболее предпочтительным является способ, предусматривающий установление позиции представительного (адекватно отражающего среднее содержание полезного компонента во всей массе шлейфа отложения шлама) пояса шириной 10–15 см [2]. Форма такого пояса для конусовидного шлейфа шлама кольцевая, а для шлейфа, вытянутого в одном направлении, линейная с ориентировкой пояса перпендикулярно длинной оси шлейфа.

В процессе выполнения экспериментальных работ использованы приемы предшественников [2]: установка перед бурением шарошечных скважин секционных п-образных пробоотборников; отбор, обработка и анализ секционных проб, а также валовой пробы шлама, содержание полезного компонента P_2O_5 в которой, являлось эталонным. Вместе с тем, проведены дополнительные исследования, позволившие экспериментально доказать представительность валовой пробы шлама как эталонной (за альтернативу брались результаты опробования колонковых скважин, пространственно совмещенных с шарошечными скважинами) и существенно упростить сам

способ экспериментального обоснования методики опробования шлама буровзрывных скважин на карьерах.

Допустимая погрешность оценки результатов определения содержания P_2O_5 в пробах, отобранных различными способами, может быть установлена на уровне $\pm 12\%$ отн. [5]. Данная погрешность характеризует степень допустимых среднесменных колебаний содержания полезного компонента в рудной шихте, подаваемой на обогащение. С целью снизить влияние субъективных факторов при отборе и обработке проб и более точной оценке расхождений в данных опробования, допустимая погрешность принята на уровне $\pm 10\%$ отн.

Экспериментальные исследования выполнены на трех участках месторождения (западном, центральном и восточном), отличающихся друг от друга особенностями геологического строения, типами руд и средним содержанием в них P_2O_5 . Всего пробурено и исследовано 5 колонковых и 25 шарошечных скважин, в том числе 15 сопряженных с колонковыми (расстояние между сопряженными скважинами 1–2 м), а также 11 соосных скважин, пройденных вначале с получением керна, а затем разбуренных шарошкой. Глубина скважин (15 м) определялась проектной высотой эксплуатационного уступа будущего карьера (12 м) и величиной перебора взрывных скважин (3 м).

Диаметр бурения колонковых скважин: начальный – 132 мм, конечный – 93 мм; средний выход керна 94,2%. Содержание P_2O_5 на всю глубину скважины определялось как средневзвешенное на длину рядовых проб керна. Шарошечное бурение осуществлялось станками *Atlas Copco DML*, применение которых предусмотрено проектом отработки месторождения. Диаметр шарошечных скважин 250 мм, средний выход керна 81,46%.

При бурении скважин станками *Atlas Copco DML* обычно формируется конусовидный шлейф отложения шлама высотой до 0,65 м, диаметром основания до 2,4 м и углом конусности 30–40°. Угол наклона слоев шлама, представленных материалом различной окраски и размерности частиц (от пылевидных до 2 см) составляет в среднем 15°. Конусовидным шлейфом представлены 22 из 25 экспериментальных скважин. Иногда по технологическим соображениям в процессе бурения используется пылеотдув, в результате чего формируется вытянутый по направлению от станка шлейф шлама со средним размером основания 1,8–4,8 м, максимальной высотой 0,45 м и углом наклона поверхности от 15–20° вблизи скважины до субгоризонтального с удалением от нее на 0,8–1,0 м. Угол наклона слоев шлама на расстоянии до 40 см от скважины 25–30°, а затем быстро выполняется до субгоризонтального.

Основной объем исследований выполнен по наиболее многочисленной группе шарошечных скважин с конусовидным шлейфом шлама по следующей схеме (рис. 1, а). Перед бурением скважин на площадке формирования шлейфа расстилалась полиэтиленовая пленка, а затем радиально относительно скважины устанавливались пять секционных пробоотборников п-образного сечения длиной 150 см, равномерно расширяющихся от одного конца (15 см) до другого (25 см). На боковых стенках пробоотборников белой краской через 15 см были нанесены линии, разграничающие секции, и номера секций. Секционные пробы отбирались последовательно, начиная с дальнего конца пробоотборника. Граница между пробами фиксировалась алюминиевой пластинкой, вставляемой в пробоотборник, что исключало перемешивание материала соседних проб. По шести

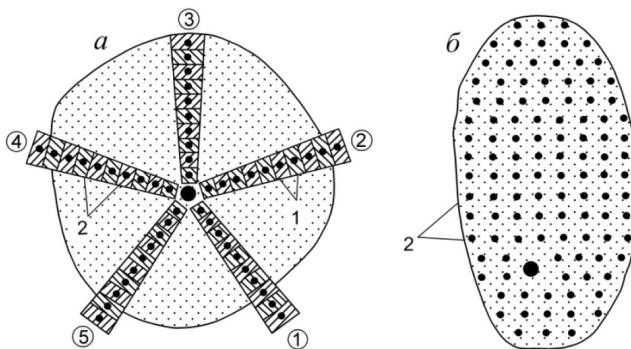


Рис. 1. Схема отбора секционных (1) и точечных (2) проб в конусовидном (а) и удлиненном (б) шлейфах отложения шлама; цифры в кружках – номера пробоотборников

скважинам отбор секционных проб предварялся взятием в центре каждой секции точечной пробы на всю мощность шлейфа шлама трубчатым пробоотборником РПШ конструкции А.П. Поддубного [2] с внутренним диаметром трубы 30 мм.

Для оценки влияния устанавливаемых до начала бурения скважин секционных пробоотборников на распределение полезного компонента в

шлейфе отложения шлама по двум скважинам был выполнен отбор секционных проб шлама с применением специально изготовленного комплекта пробоотборников, представляющих собой металлическую трубу диаметром 15 см, оснащенную боковыми ручками и запирающей лопаткой для удержания шлама. Такие пробоотборники по каждому радиусу в соответствии со схемой на рис. 1, а давливались на всю мощность шлейфа шлама последовательно один за другим без просветов между ними, а затем уже извлекались с материалом пробы.

Оставшийся после отбора секционных и точечных проб шлам в совокупности с остатками материала этих проб, полученного после выделения из них аналитической навески, составлял массу валовой пробы шлейфа отложения шлама. С использованием делителя Джонсона она сокращалась

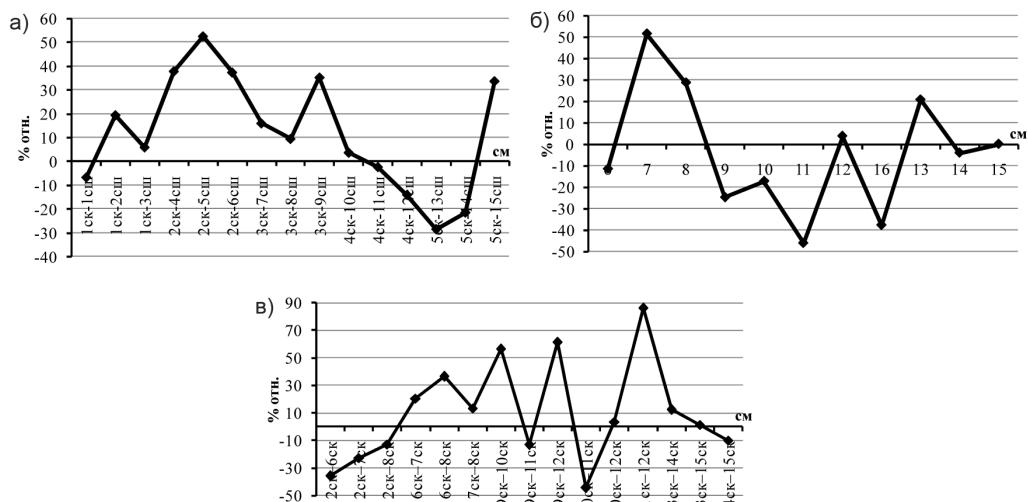


Рис. 2. Графики расхождений (в % отн.) между значениями среднего содержания P_2O_5 в скважинах: а) – сопряженных колонковых (ск) и шарошечных (вш); б) – соосных колонковых и шарошечных; в) – сопряженных колонковых; цифры – номера скважин

до 80 кг – минимальной достоверной массы пробы, рассчитанной по формуле Ричардса-Чечетта (максимальный размер частицы шлама 2 см, коэффициент неоднородности руд 0,2).

Сравнение значений среднего содержания P_2O_5 по 15 парам сопряженных колонковых и шарошечных скважин (валовым пробам шлейфа шлама) выявило существенные расхождения, как абсолютные, так и относительные (за эталон брались данные кернового опробования). В частности, только по 4 парам скважин абсолютные расхождения укладываются в интервал 0,55–0,84%, а по остальным парам они составляют 1,6–5,98%. Относительные расхождения менее 10% (2,4–9,4%) установлены для 5 пар скважин, а для остальных пар они колеблются от 14 до 52,4% (рис. 2, а). Аналогичные результаты получены при сопоставлении данных опробования 11 пар соосных колонковых и шарошечных скважин, а также 15 пар сопряженных колонковых скважин, расположенных на расстоянии 1–2 м друг от друга. Только по 3 парам соосных скважин относительные расхождения составляют менее 10% (0,0–4,1%), а по остальным 8 парам они колеблются в интервале 11,6–51,4% (рис. 2, б). Относительные расхождения менее 10% выявлены всего по 3 парам сопряженных колонковых скважин (1,2–9,9%), а по остальным 12 парам они легли в интервале 13,1–85,8% (рис. 2, в).

Установленные существенные расхождения между средним содержанием P_2O_5 в сопряженных и соосных колонковых и шарошечных скважинах, а также в сопряженных колонковых скважинах обусловлены пространственной разобщенностью сопоставляемых скважин (пусть небольшой до 1–2 м) и различными диаметрами колонковых и шарошечных скважин на фоне изменчивости фосфатного оруднения. С уменьшением вычислен-

ного по совокупности рядовых проб керна коэффициента вариации содержания P_2O_5 (%) в последовательности 26,9 (центральный участок); 16,6 (западный участок); 5,1 (восточный участок) соответственно уменьшаются средние расхождения (в % отн.) между данными опробования пробуренных на указанных участках колонковых и шарошечных скважин: 44,0; 23,5; 7,8. Таким образом, экспериментально доказано, что эталоном для оценки степени достоверности результатов определения полезного компонента (в нашем случае P_2O_5) путем опробования по той или иной методике шлама буровзрывных скважин являются данные анализа валовой пробы шлама.

По результатам оценки расхождений между данными химического анализа P_2O_5 валовой пробы и совокупности сопряженных (удаленных на одинаковое расстояние от стенки скважины) секционных проб для конусовидного шлейфа шлама установлен представительный пояс 45–60 см (цифры означают расстояние по радиусу от стенки скважины до границ кольцевого в плане пояса), характеризующийся минимальными и близкими по значениям относительными расхождениями – в среднем 1,9% отн. при колебаниях от 0,1 до 5,5% отн. (рис. 3). Указанный пояс четко выделяется и в шлейфах шлама двух скважин (№ 17, 23), опробованных с использованием специального комплекта трубных пробоотборников, т.е. без установки до начала бурения секционных пробоотборников. По этим скважинам расхождения между данными анализа валовой пробы и совокупности сопряженных точечных проб, отобранных в поясе 45–60 см составляют всего 0,2 и 0,6% отн. Таким образом, секционные пробоотборники не оказывают сколько-нибудь существенного влияния на распределение полезного компонента в шлейфе отложения шлама.

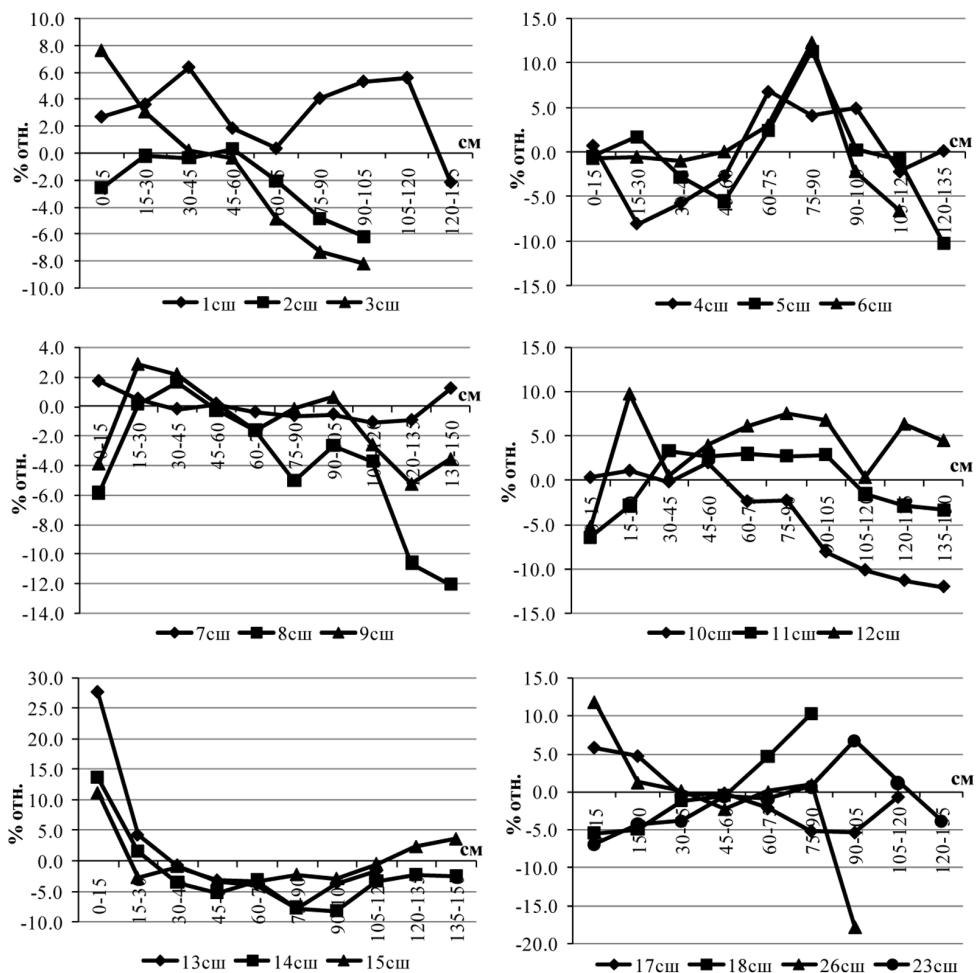


Рис. 3. Графики расхождений (в % отн.) между значениями среднего содержания P_2O_5 в сопряженных секционных пробах на разном удалении от устья скважины и в валовой пробе; 1 шш, 2 шш, ... – номера скважин

Для оценки возможности упрощения методики отбора частных проб, совокупность которых образует единую пробу, характеризующую содержание P_2O_5 в представительном поясе шлама, а также уменьшения ее массы, сделано сопоставление результатов точечного и секционного опробования шлама. Суть сопоставления заключалась в оценке расхождений (в % отн.) по 6 скважинам (№№ 4, 7, 10, 13, 18, 26) содержания P_2O_5 в сопряженных, т.е. отобранных по одному

радиусу (пробоотборнику) и на одном расстоянии от устья скважины, точечных и секционных проб. Установленные относительные расхождения по всем 173 парам сопряженных точечных и секционных проб (в среднем 10,09%, а доля пар проб с расхождением до 10% составляет 67%) свидетельствуют об удовлетворительной сходимости данных сравниваемых видов опробования. В представительном поясе 45–60 см эта сходимость существенно лучше: среднее значение

относительных расхождений 5,7% при колебаниях 0,0–12,0%; число пар проб с относительным расхождением меньше 10% составляет 89,6%.

Отсюда следует, что достоверная оценка среднего содержания P_2O_5 в представительном поясе шлейфа отложения шлама может быть достигнута путем отбора в этом поясе малообъемных проб пробоотборником РПШ или подобным техническим устройством. Кроме того, результаты выполненного сопоставления показали, что при проведении подобных экспериментальных исследований нет необходимости в использовании секционных пробоотборников и в трудоемкой процедуре отбора секционных проб. Достаточно согласно схеме (см. рис. 1, а) по пяти радиальным относительно скважины направлениям провести поинтервальную разбивку через 15 см с отметкой в середине каждого интервала мест отбора точечных проб и осуществить их отбор. При этом позиция представительного пояса устанавливается на основе оценки относительных расхождений между значениями среднего содержания полезного компонента в сопряженных точечных пробах и в валовой пробе.

Для определения минимального числа частных точечных проб, которое необходимо отобрать из предста-

вительного пояса шлейфа отложения шлама с целью формирования единой пробы, отправляемой на обработку и анализ, проведено сопоставление данных точечного и валового опробования шлама по шести скважинам (рис. 4). Результаты выполненного сопоставления подтвердили статус пояса 45–60 см как представительного и показали, что совокупность из пяти частных точечных проб, отобранных в этом поясе, является представительной по отношению ко всему шлейфу отложения шлама. В частности, расхождения между содержанием P_2O_5 в валовой пробе и средним содержанием этого компонента по результатам анализа указанной совокупности точечных проб из представительного пояса шлейфа по шести скважинам уложились в интервал 1,3–5,4% отн. (среднее 3,1%). Масса единичной точечной пробы в представительном поясе составила в среднем 0,32 кг, а объединенной пробы – 1,6 кг.

С учетом указанной выше возможности установления представительного пояса шлама только с использованием его точечного опробования, без применения секционных пробоотборников и отбора секционных проб, экспериментальные исследования по скважинам, при бурении которых формировался удлиненный шлейф

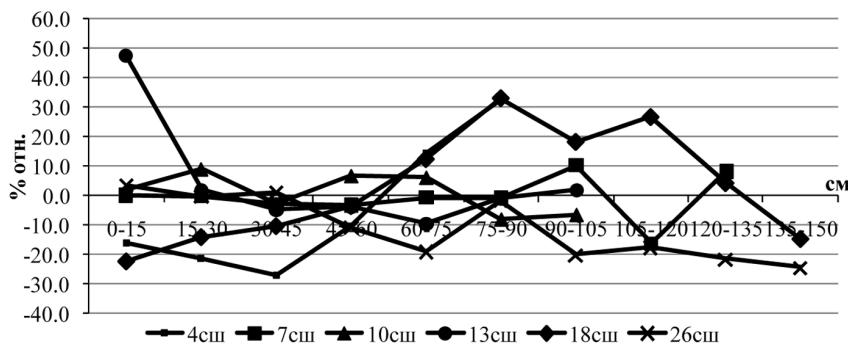


Рис. 4. График расхождений (в % отн.) между значениями среднего содержания P_2O_5 в сопряженных точечных пробах на разном удалении от скважины и в валовой пробе

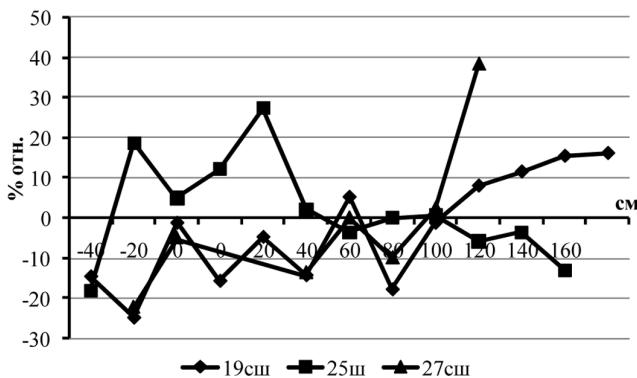


Рис. 5. График расхождений (в % отн.) между значениями среднего содержания P_2O_5 в профилях, расположенных на разном удалении от скважины, и в валовой пробе

шлама, выполнялись следующим образом (см. рис. 1, б). Шлейф шлама разбивался на ориентированные перпендикулярно его длинной оси профили через 20 см, а на них также через 20 см намечались места отбора частных проб, который осуществлялся пробо-отборником РПШ. Эти пробы по каждому профилю объединялись в одну пробу, направляемую на обработку и химический анализ. Число отобранных частных точечных проб по профилям колебалось от 4 до 8, что связано с изменчивостью ширины шлейфа шлама по направлению его вытянутости. Оценка расхождений между содержанием P_2O_5 в валовой пробе и в объединенных

пробах по профилям показала, что осью представительного пояса шлейфа отложения шлама, образованного при бурении с пылеотдувом, является профиль, удаленный от стенки скважины на 100 см (рис. 5). Указанные расхождения по данному профилю составляют по трем скважинам от 0,7 до 2,5% отн., в среднем 1,4%.

Совокупная проба массой в среднем 1,5 кг, сформированная из пяти частных точечных проб, отобранных в представительном профиле через 20 см друг от друга (одна в точке пересечения профиля с длинной осью шлейфа, а две пары других по обе стороны от нее), достоверно отражает среднее содержание P_2O_5 во

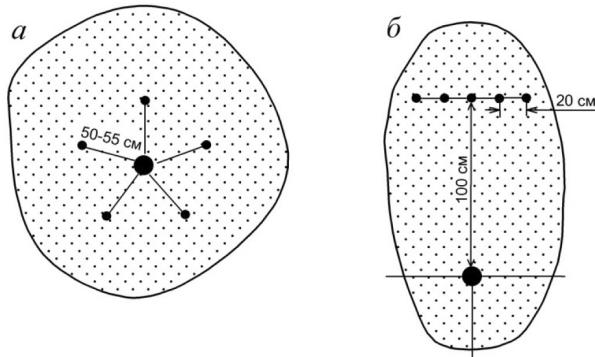


Рис. 6. Схема расположения точечных проб в конусовидном (а) и удлиненном (б) шлейфе отложения шлама

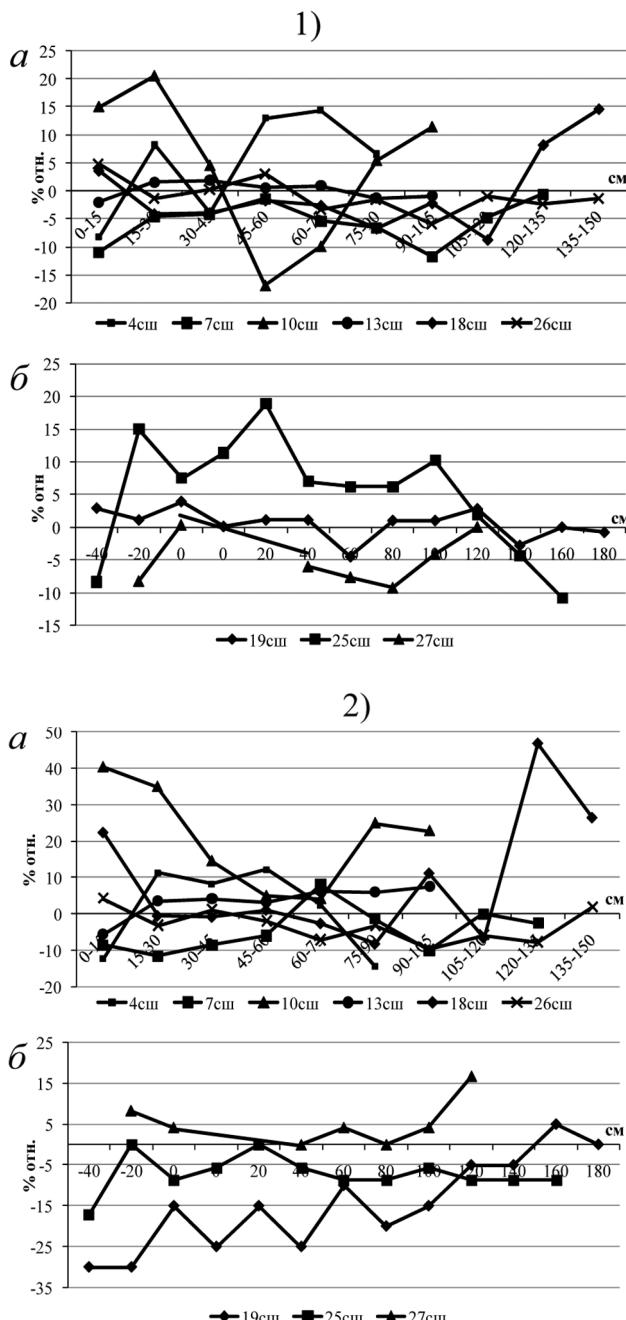


Рис. 7. Графики расхождений (в % отн.) между значениями среднего содержания железа (1) и оксида циркония (2) в сопряженных точечных пробах на разном удалении от скважины и в валовой пробе по данным опробования конусовидных (а) и удлиненных (б) шлейфов отложения шлама

всем выбуренном материале. Расхождения между содержанием P_2O_5 в валовой пробе и объединенной пробе представительного профиля по трем скважинам укладываются в интервал 0,62–2,11% отн.

Таким образом, для достоверной оценки содержания P_2O_5 в шламе взрывной скважины при разработке Ковдорского апатит-штаффелитового месторождения необходимо и достаточно отобрать пять равномерно расположенных точечных проб: в конусовидном шлейфе шлама – по кольцу, удаленном на 52,5 см от стенок скважины, а в вытянутом – в расположенному на расстоянии 100 см от стенки скважины профиле, перпендикулярном длиной оси шлейфа (рис. 6).

Попутными полезными компонентами, извлечение которых предусмотрено проектом разработки апатит-штаффелитового месторождения, является $Fe_{общ.}$ и ZrO_2 (магнетит и бадделеит). По величине расхождений между данными химического анализа на $Fe_{общ.}$ и ZrO_2 валовой пробы и совокупности спаренных точечных проб для конусовидного шлейфа установлены представительные кольцевые пояса: 30–45 см для $Fe_{общ.}$ (рис. 7.1, а) и 105–120 см для ZrO_2 (рис. 7.2, а). Указанные выше расхождения в этих поясах составили в среднем 3,3% отн. и 4,1% отн. соответственно. В уд-

Расхождения (в % отн.) между содержанием P_2O_5 , $Fe_{общ.}$, ZrO_2 в совокупности частных точечных проб, отобранных из представительного по P_2O_5 пояса шлейфа отложения шлама, и в валовой пробе

Компоненты	Расхождения (% отн.)					
	Конусовидный шлейф			Удлиненный шлейф		
	от	до	среднее	от	до	среднее
P_2O_5	1,3	5,4	3,1	0,7	2,5	1,4
$Fe_{общ.}$	0,6	16,9	6,1	1,0	10,2	5,1
ZrO_2	1,1	12,0	4,9	4,2	15,0	8,3

линиенных шлейфах шлама представительными являются профили, удаленные от скважины на 120 см (для $Fe_{общ.}$) и 140 см (для ZrO_2). Расхождения в этих профилях в среднем равны 1,6% отн. и 6,8% отн. соответственно.

Для оценки степени достоверности определения содержания попутных компонентов в шламовых пробах, отобранных из представительного по P_2O_5 пояса шлейфа отложения шлама, выполнено сопоставление относительных расхождений между содержанием P_2O_5 , $Fe_{общ.}$, ZrO_2 в совокупности частных точечных проб из этого пояса и в валовой пробе (таблица) по шести скважинам с конусовидным и трем скважинам с удлиненным шлейфом шлама.

Данные таблицы показывают, что величина таких расхождений для попутных компонентов значительно выше, чем для P_2O_5 , но в среднем не превышает 10% отн. При этом расхождения более 10% отн. установлены по $Fe_{общ.}$ всего в трех, а по ZrO_2 только в двух из девяти опробованных скважин. Учитывая, что внутрикарьерное усреднение апатит-штаффелитовых руд будет осуществляться по основному компоненту (P_2O_5), для оценки содержания магнетита и бадделеита в объеме сменной добычи руды вполне приемлемы данные анализа на $Fe_{общ.}$ и ZrO_2 проб, отобранных из представительного для определения содержания P_2O_5 пояса шлейфа отложения шлама.

Геометрия и плотность сети опробования взрывных скважин определяются аналогичными параметрами сети взрывных скважин, принятymi в проекте разработки месторождения (по руде 5,8×5,8 м, по вмещающим породам 6,7×6,7 м), и изменчивостью фосфатного оруденения, выраженной коэффициентом вариации содержания P_2O_5 . Значения этого коэффициента (54,88%) рассчитано по данным опробования 278 шарошечных скважин, пробуренных станком СБШ-250 по сетке плотностью в среднем 6,5×6,5 м, т.е. практически совпадающей с указанной выше, на эталонном участке площадью 90×135 м (западный фланг месторождения) в связи с отбором опытно-промышленной пробы фосфатных руд.

Для определения параметров сети опробования взрывных скважин с учетом указанного выше значения коэффициента вариации содержания P_2O_5 (V) выполнен расчет минимального числа проб (n), обеспечивающего достоверную оценку среднего содержания P_2O_5 на эталонном участке месторождения при допустимой погрешности (P) 10% отн. и доверительной вероятности (t) 95% по формуле $n = V^2 \cdot t^2 / p^2$ [6].

Полученное значение « n », равное 116 скважинам, формально указывает на возможность разрежения сети опробования взрывных скважин. Однако требования сохранения равномерности сети опробования взрывных

скважин, вытекающее из невозможности учета анизотропии изменчивости содержания P_2O_5 во взрывном блоке до его опробования, допускает разрежение сети опробования взрывных скважин только через ряд и через скважину в ряду. В этом случае число скважин, подлежащих опробованию, сокращается до 73, что на 43 скважины меньше минимально допустимого их числа (116). Отсюда следует вывод о том, что в процессе эксплуатации апатит-штаффелитового месторождения опробованию подлежит каждая взрывная скважина, пробуренная по рудной залежи и в непосредственной близости от нее. Этот вывод подтверждается также расчетом расстояния между пробами (l , м) при известном значении коэффициента вариации содержания полезного компонента (V) по эмпирической формуле $l = 200/V$, в основу которой положен большой фактический материал по месторождениям с различной степенью изменчивости оруденения [7]. В нашем случае « l » равно 3,64 м, т.е. не превышает расстояние между взрывными скважинами.

Выводы:

1. Пространственная разобщенность колонковых и шарошечных скважин, их различный диаметр на фоне изменчивости фосфатного оруденения не позволяют в качестве эталона использовать данные опробования керна при сопоставлении различных способов и методик опробования шлама бу-

ровзрывных скважин. Оценка степени достоверности результатов определения содержания P_2O_5 в шлейфе шлама различными способами должна быть выполнена путем сравнения с данными анализа валовой пробы шлама.

2. Среднее содержание P_2O_5 по буровзрывной скважине с необходимой достоверностью определяется путем отбора пяти равномерно расположенных точечных проб с последующим их объединением в одну пробу, ее обработкой и анализом. В конусовидном шлейфе шлама точечные пробы отбираются по кольцу, удаленному на 52,5 см от стенки скважины, а в удлиненном шлейфе – по перпендикулярному его длинной оси профилю, расположенному на удалении 100 см от стенки скважины.

3. Для P_2O_5 , $Fe_{общ}$ и ZrO_2 установлены различные представительные пояса. Однако, учитывая, что магнетит и бадделеит являются попутными полезными компонентами, оценка их содержания с допустимой погрешностью может быть получена путем анализа проб, отобранных из пояса, представительного для определения содержания основного компонента.

4. С учетом проектных параметров сети буровзрывных скважин и установленной изменчивости фосфатного оруденения Ковдорского апатит-штаффелитового месторождения в процессе его эксплуатации необходимо опробовать каждую взрывную скважину в границах рудной залежи и в ее непосредственном окружении.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дунаев В.А., Яницкий Е.Б. Рудоконтролирующие факторы, особенности размещения и степень изменчивости оруденения Ковдорского апатит-штаффелитового месторождения // Научные ведомости БелГУ, серия «Естественные науки». – 2013. – № 7 (160), вып. 24. – С. 140–147.

2. Поддубный А.П. Исследования вопросов опробования железных руд по шламу скважин бескернового бурения на карьерах КМА (на примере Лебединского месторождения): автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. – Воронеж: Изд-во Воронежского ун-та, 1970. – 29 с.

3. Попов В.Н., Естаев М.Б., Столчнев В.Г., Молодцов О.В., Мохова Н.А. Методика опробования скважин эксплуатационной разведки при бурении сплошным забоем // Горный журнал. – 1985. – № 2. – С. 20–22.
4. Секисов Г.В., Додис Я.М. Эксплуатационная разведка на карьерах цветной металлургии. – Фрунзе: Изд-во «ИЛИМ», 1983. – 217 с.
5. Стандарт предприятия «Добытые полезные ископаемые. Бадделеит-апатит-магнетитовые и малозелезистые апатитовые руды основного карьера рудника «Железный». Технические требования». – Еврохим. ОАО «Ковдорский ГОК», 2007. – 7 с.
6. Шпаков П.С., Попов В.Н. Статистическая обработка экспериментальных данных: Учебное пособие. – М.: Изд-во МГТУ, 2003. – 268 с.
7. Авдонин В.В., Ручкин Г.В., Шатагин Н.Н., Лыгина Т.И., Мельников М.Е. Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых: Учебник для вузов / Под ред. В.В. Авдонина. – М.: Академический проект; Фонд «Мир», 2007. – 540 с. **ГИАС**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Яницкий Евгений Брониславович – кандидат географических наук, старший научный сотрудник, e-mail: yanez@geomix.ru,
Дунаев Владимир Александрович – доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий отделом, e-mail: lggt@mail.ru, ОАО «ВИОГЕМ».

UDC 550.85

RATIONALE FOR TECHNIQUE OF OPERATIONAL SAMPLING AP-ATITE-STAFFELITE ORES OF KOVDORSKY DEPOSIT

Yanitsky E.B., Candidate of Geographical Sciences, Senior Researcher, e-mail: yanez@geomix.ru, JSC «VIOGEM», 308007, Belgorod, Russia,
Dunaev V.A., Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Head of Department, e-mail: lggt@mail.ru, JSC «VIOGEM», 308007, Belgorod, Russia.

The technique experimentally testing slime plume of drilling and blasting wells in the open-pit mining of apatite-staffelite ores is described. Proved the necessity of testing each well drilled on the blasting block in ore de-posits and in the immediate vicinity from it due to the variability of content of P2O5 in apatite-staffelite ores.

Key words: apatite-staffelite deposit, open-pit mine, drilling and blasting well, phosphorus pentoxide, plume of sediments of sludge, representative zone, coefficient of variation.

REFERENCES

1. Dunaev V.A., Yanitskii E.B. Nauchnye vedomosti BelGU, seriya «Estestvennye nauki». 2013, no 7 (160), issue 24, pp. 140–147.
2. Poddubnyi A.P. Issledovaniya voprosov oprobovaniya zheleznykh rud po shlamu skvazhin beskernovo burenija na kar'eraakh KMA (na primere Lebedinskogo mestorozhdeniya) (Analysis of iron ore sampling using full diameter drilling returns in open pit mines in the Kursk Magnetic Anomaly (in terms of the Lebedinskoe deposit)), Candidate's thesis, Voronezh, Izd-vo Voronezhskogo un-ta, 1970, 29 p.
3. Popov V.N., Estaev M.B., Stolchnev V.G., Molodtsov O.V., Mokhova N.A. Gornyi zhurnal. 1985, no 2, pp. 20–22.
4. Sekisov G.V., Dodis Ya.M. Ekspluatatsionnaya razvedka na kar'eraakh tsvetnoi metallurgii (Operational exploration in open pit mines of nonferrous industry), Frunze: Izd-vo «ILIM», 1983, 217 p.
5. Standart predpriyatiya «Dobytye poleznye iskopaemye. Baddeleit-apatit-magnetitovye i malozhelezistye apatitovye rudy osnovnogo kar'era rудника «Zheleznyi». Tekhnicheskie trebovaniya». Evrokhim. OAO «Kovdorskii GOK», 2007, 7 p.
6. Shpakov P.S., Popov V.N. Statisticheskaya obrabotka eksperimental'nykh dannykh: Uchebnoe posobie (Statistical processing of experimental data. Educational aid), Moscow, Izd-vo MGGU, 2003, 268 p.
7. Avdonin V.V., Ruchkin G.V., Shatagin N.N., Lygina T.I., Mel'nikov M.E. Poiski i razvedka mestorozhdenii poleznykh iskopaemykh: Uchebnik dlya vuzov. Pod red. V.V. Avdonina (Mineral exploration and prospecting. Textbook for high schools. Avdonin V.V. (Ed.)), Moscow, Akademicheskii proekt; Fond «Mir», 2007, 540 p.