



УДК 553.64

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ШЛЕЙФА ОТЛОЖЕНИЯ ШЛАМА БУРОВЗРЫВНЫХ СКВАЖИН И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ В НЕМ КОМПОНЕНТОВ, РЕГЛАМЕНТИРУЮЩИХ КАЧЕСТВО МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ (НА ПРИМЕРЕ КОВДОРСКОГО АПАТИТ-ШТАФФЕЛИТОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ)

В.А. Дунаев, Е.Б. Яницкий

ОАО «ВАОГЕМ», Россия, 308007,
г. Белгород, пр. Б. Хмельницкого, 86

E-mail: yanecz@geomix.ru

Изложены результаты выполненных на Ковдорском апатит-штаффелитовом месторождении экспериментальных исследований по 20 шарошечным скважинам, которые позволили существенно уточнить и дополнить лежащие в основе методики опробования шлейфа шлама буровзрывных скважин на карьерах представления об особенностях строения и формирования шлейфа, распределения в нем химических компонентов, регламентирующих качество минерального сырья.

Ключевые слова: месторождение, карьер, буровзрывная скважина, шлейф отложения шлама, экспериментальные исследования, опробование, представительный пояс, изменчивость.

Опробование шлама буровзрывных скважин для оценки качества минерального сырья применяется при открытой разработке месторождений самых различных геолого-промышленных типов. Из всех известных способов такого опробования наиболее предпочтительным является способ, основанный на отборе из удаленного на определенное расстояние от скважины представительного (достоверно отражающего химический состав валовой пробы шлама) пояса шириной 10–15 см нескольких частных проб, материал которых объединяется в одну пробу, идущую на обработку и химический анализ. Позиция представительного пояса относительно скважины устанавливается экспериментально по результатам обработки и анализа частных проб, отобранных по 3–5 радиальным (секторным) сечениям шлейфа отложения шлама. Для изометричного в плане конусовидного шлейфа форма представительного пояса кольцевая, а в случае явно вытянутого в одном направлении шлейфа такой пояс ориентирован перпендикулярно его длинной оси [1, 2].

Основные выводы предшественников относительно особенностей распределения химических компонентов в шлейфе шлама, влияющих на методику его опробования, сводятся к следующему:

- позиция представительного пояса одинакова для всех компонентов, регламентирующих качество минерального сырья;
- никакое радиальное сечение не может служить достоверной пробой шлама;
- в каждом радиальном сечении есть представительный относительно его интервал;
- совокупность таких равноудаленных от скважины интервалов по всем радиальным сечениям образует пояс, представительный для всей массы выбуренного шлама.

Выполненные авторами статьи исследования по экспериментальному обоснованию методики опробования буровзрывных скважин на подготовленном к эксплуатации карьером Ковдорском апатит-штаффелитовом месторождении [3] доказали приемлемость в целом предложенных предшественниками методических подходов к проведению подобных исследований, но при этом не нашло подтверждения большинство из приведенных выше положений относительно особенностей распределения в шлейфе шлама химических компонентов, регламентирующих качество минерального сырья.

Экспериментальные исследования были проведены на трех участках месторождения (западном, центральном и восточном), отличающихся друг от друга особенностями геологического строения, типами руд и средним содержанием в них основного полезного компонента P_2O_5 , носителями которого являются минералы апатит и штаффелит (фосфаты кальция). Всего пробурено и исследовано 5 колонковых и 20 шарошечных скважины, в том числе 15 сопряженных с колонковыми (по 3 на каждую колонковую скважину). Расстояние между сопряженными скважинами (колонковой и шарошечными) 1–2 м. Глубина скважин (15 м) определялась проектной высотой эксплуатационного уступа будущего карьера (12 м) и величиной перебура взрывных скважин (3 м). Шарошечное бурение осуществлялось станками Atlas Copco DML,

применение которых предусмотрено проектом обработки месторождения. Диаметр 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°. В разрезе шлейфа в перевернутом виде отражается последовательность смены геологических образований, пересекаемых скважиной. Угол наклона слоев шлама, представленных материалом различной окраски и размерности частиц (от пылевидных до 2 см), составляет в среднем 15° при колебаниях 10–20°, а в непосредственной близости от скважины до 30° (рис. 1). Конусовидным шлейфом представлены 17 из 20 экспериментальных скважин. Иногда по техническим соображениям 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 см 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 выполаживается до субгоризонтального залегания слоев. С удлиненным шлейфом шлама исследовано 3 скважины.

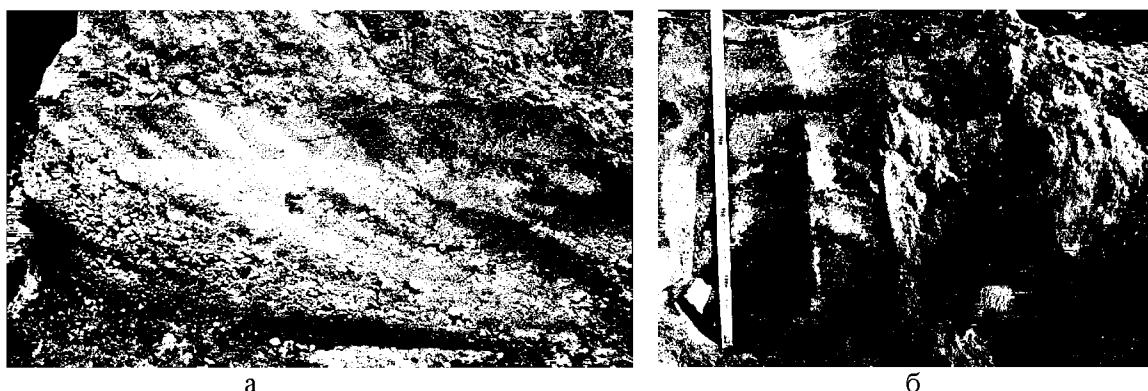


Рис. 1. Разрезы шлейфов отложения шлама: а – конусовидного (скв. №10сш); б – вытянутого (скв. №19сш)

Для шлейфов шлама (конусовидных и вытянутых) характерна асимметричность, выраженная некоторым их смещением правее относительно линии «станок – скважина», что обусловлено вращением шарошечного долота при бурении скважины по часовой стрелке.

В процессе проведения экспериментальных исследований применялись две схемы отбора шламовых проб: первая – для конусовидного шлейфа, вторая – для вытянутого шлейфа. По первой схеме (рис. 2а) радиально относительно скважины устанавливалось пять секционных пробоотборников п-образного сечения длиной 150 см, равномерно расширяющихся от одного конца (15 см) до другого (25 см). Секционные пробы отбирались последовательно, начиная с дальнего конца пробоотборника. Граница между пробами фиксировалась алюминиевой пластинкой, вставляемой в пробоотборник, что исключало перемешивание материала соседних проб.

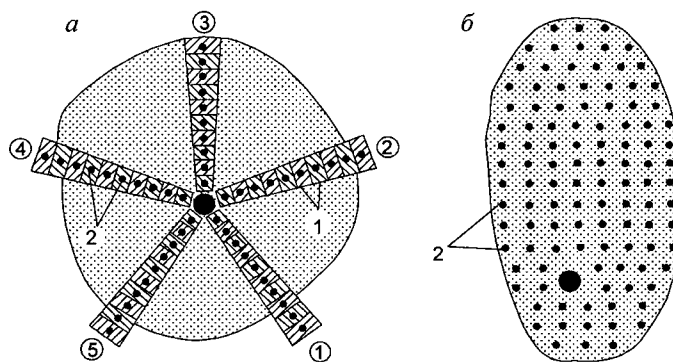


Рис. 2. Схема отбора секционных (1) и точечных (2) проб в конусовидном (а) и удлиненном (б) шлейфах отложения шлама; цифры в кружках – номера пробоотборников

По шести скважинам отбор секционных проб предварялся взятием в центре каждой секции точечной пробы на всю мощность шлейфа шлама трубчатым пробоотборником РПШ



конструкции А.П. Поддубного [1] с внутренним диаметром трубы 30 мм. Оставшийся после отбора секционных и точечных проб шлак в совокупности с остатками материала этих проб, полученного после выделения из них аналитической навески, составлял массу валовой пробы шлейфа отложения шлама. Отобранные и обработанные частные (секционные, точечные) и валовые пробы шлама анализировались не только на P_2O_5 , но и на сопутствующие полезные компоненты ($Fe_{общ}$, ZrO_2), представленные минералами магнетитом и бадделейтом соответственно.

За предел допустимой погрешности определения содержания компонентов, регламентирующих качество апатит-штаффелитовых руд, по той или иной совокупности частных проб шлама буровзрывной скважины принято 10% отн. (эталон – содержание компонента в валовой пробе шлама), исходя из следующих соображений. Степень допустимой погрешности средних колебаний содержания компонентов в подаваемой на обогатительную фабрику Ковдорского ГОКа рудной массе установлена техническими требованиями предприятия на уровне $\pm 12\%$ отн. С учетом возможного влияния субъективных факторов при отборе и обработке проб нами взят более узкий коридор допустимой погрешности ($\pm 10\%$ отн.).

По результатам оценки расхождений между данными химического анализа валовой пробы и сопряженных (удаленных на одинаковое расстояние от стенки скважины) секционных проб для конусовидного шлейфа шлама установлен представительный пояс: по P_2O_5 (45–60 см, цифры означают расстояние по радиусу от стенки скважины до границ кольцевого в плане пояса), $Fe_{общ}$. (30–45 см), а ZrO_2 (60–75 см), характеризующиеся минимальными по сравнению с другими поясами значениями размаха и средней величины расхождений, их дисперсии и среднеквадратического отклонения. Кроме того, представительный пояс по каждому компоненту отличается приуроченностью к нему минимальных расхождений по существенно большему, чем к другим поясам, количеству экспериментальных скважин (табл. 1).

Таблица 1

Сравнительная оценка расхождений между значениями среднего содержания компонентов в сопряженных секционных пробах (поясах) и валовой пробе шлама

Пояс	Max	Min	Ср	Дисп	СКО	N
<i>P_2O_5</i>						
0–15	27.68	0.32	6.35	42.17	6.49	0
15–30	9.69	0.13	3.06	6.67	2.58	3
30–45	6.40	0.15	1.84	3.69	1.92	3
45–60	5.49	0.11	1.86	3.12	1.77	6
60–75	6.80	0.00	2.78	3.49	1.87	2
75–90	12.31	0.19	5.11	13.69	3.70	0
90–105	17.80	0.33	5.17	16.85	4.10	1
<i>$Fe_{общ}$</i>						
0–15	64.17	2.22	17.71	279.45	16.72	1
15–30	28.00	0.12	9.92	66.44	8.15	2
30–45	30.40	0.83	6.58	46.99	6.86	3
45–60	36.40	0.30	9.22	139.78	11.82	4
60–75	40.96	0.77	12.36	170.49	13.06	2
75–90	47.69	0.10	13.16	144.17	12.01	2
90–105	44.29	0.82	14.60	139.81	11.82	2
<i>ZrO_2</i>						
0–15	104.12	1.54	35.11	868.59	29.47	0
15–30	51.58	1.54	21.59	299.01	17.29	3
30–45	171.79	1.82	22.48	1466.95	38.30	3
45–60	34.85	0.00	12.87	108.97	10.44	3
60–75	31.58	0.76	10.67	71.08	8.43	4
75–90	251.92	2.13	27.29	3057.57	55.30	3
90–105	66.13	6.06	22.77	253.14	15.91	0

Примечание: Max, Min, Ср – соответственно максимальное, минимальное и среднее значения расхождений, Дисп – дисперсия, СКО – среднеквадратическое отклонение, N – количество скважин, минимальные расхождения по которым приурочены к данному поясу.

По второй схеме сформированный шлейф шлама разбивался на ориентированные перпендикулярно его длинной оси профили через 20 см, а на них также через 20 см намечались места отбора частных точечных проб (рис. 2б), который осуществлялся пробоотборником РПШ. Эти пробы по каждому профилю объединялись в одну пробу, направляемую на обработ-

ку и химический анализ. 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 (см. рис. 2б). Указанные расхождения по данному профилю составляют по трем скважинам от 0.7 до 2.5% отн. По сопутствующим компонентам однозначной позиции представительного пояса установить не удалось из-за ограниченного числа экспериментальных скважин. По этой же причине дальнейший анализ особенностей формирования шлейфа шлама и распределения в нем компонентов, регламентирующих качество минерального сырья, как и ранее изложенные результаты статистических выкладок по сравнительной оценке расхождений (см. табл. 1), будут базироваться на материале, полученном при исследовании конусовидных шлейфов шлама.

Выполненное по 17 шарошечным скважинам с конусовидным шлейфом шлама сопоставление среднего содержания компонентов (P_2O_5 , $Fe_{общ}$, ZrO_2) в радиальных сечениях шлейфа, рассчитанного по данным химического анализа составляющих их секционных проб, с содержанием указанных компонентов в валовой пробе шлама показало, что все скважины характеризуются наличием 1–2 представительных радиальных сечений шлейфа, но позиция этих сечений изменчива, в том числе и для совокупности пространственно сопряженных скважин. При этом указанная позиция индивидуальна для определенного компонента (рис. 3).

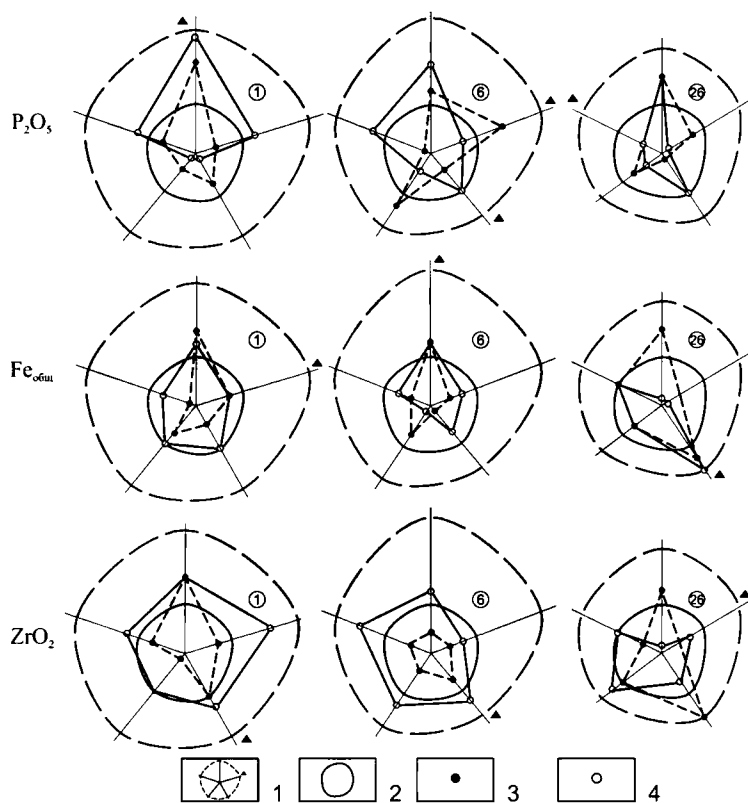


Рис. 3. Позиция на плане шлейфа отложения шлама радиальных сечений, представительных относительно валовой пробы, и секционных проб, представительных относительно соответствующего радиального сечения и валовой пробы по содержанию P_2O_5 , $Fe_{общ}$, ZrO_2 (буровой станок располагался внизу на продолжении вертикального на плане радиального сечения):

1 – контур и радиальные сечения шлейфа отложения шлама, цифра в кружке вверху справа – номер скважины (представительные сечения отмечены залитым треугольником); 2 – представительный пояс; 3 – секционная проба, представительная относительно радиального сечения шлама, из которого она взята (точки отбора таких проб соединены между собой пунктиром); 4 – секционная проба, представительная относительно валовой пробы (точки отбора проб соединены между собой сплошными линиями)

Кроме того, установлено, что представительная относительно конкретного радиального сечения секционная проба (выделялась по минимальному расхождению содержания компонента в ней и радиальном сечении, которому она принадлежит) для каждого компонента и сечения своя, причем расположены такие пробы на различном расстоянии от скважины и только в единичных случаях лежат на представительном поясе (см. рис. 3). В частности для P_2O_5 по 17 экспериментальным скважинам наблюдается следующая картина: ни одной пробы на представительном кольце – 9 скважин, одна проба – 5 скважин, две пробы – 2 скважины, четыре пробы – 1 скважина.

Представительная относительно валовой секционная проба шлама также имеет свою позицию на каждом радиальном сечении, причем часто совершенно отличную от позиции секционной пробы, представительной относительно соответствующего радиального сечения (см. рис. 3). Например, для P_2O_5 по 17 экспериментальным скважинам установлено: по двум из них ни одного совпадения позиций указанных проб, по шести скважинам – одно, по семи – два, по



одной – три и еще по одной скважине – четыре совпадения. При этом только в единичных случаях секционные пробы, представительные относительно валовой пробы, лежат на представительном кольце шлейфа шлама (по семи скважинам ни одного такого случая, по восьми – один, а по двум – два).

Среднее содержание компонента по кольцевым сечениям шлейфа шлама в направлении от скважины изменяется различным образом. Графики такого изменения, построенные для 17 скважин по основному компоненту (P_2O_5) подразделяются на линейные, параболические (выпуклые и вогнутые), периодические (рис. 4) при явном преобладании параболических (табл. 2). Параболические и периодические кривые получены методом наименьших квадратов с использованием в качестве аппроксимирующей функции полинома третьей степени (кривые строились с помощью стандартных средств MicrosoftOfficeExcel 2007).

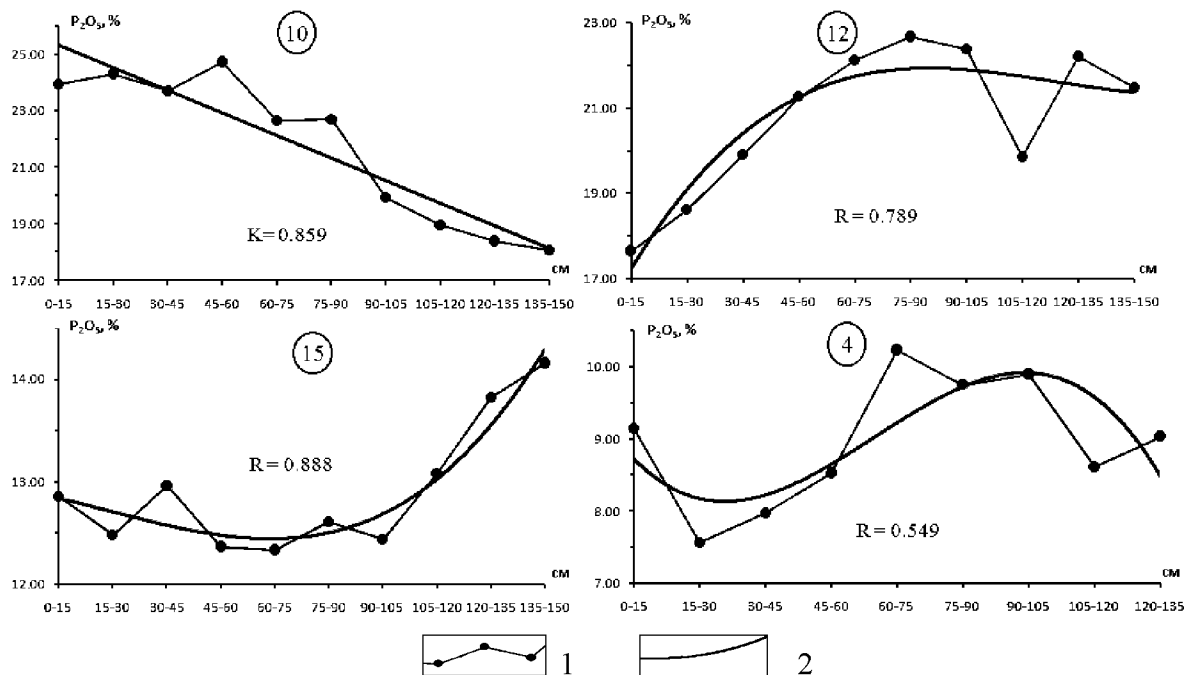


Рис. 4. Графики изменения среднего содержания P_2O_5 по кольцевым сечениям шлейфа отложения шлама (по оси x – содержание P_2O_5 , %; по оси y – позиция центра кольцевого сечения, интервал сечения показан цифрами, см)
1 – по фактическим данным; 2 – аппроксимирующая функция; цифра в кружке – номер скважины; K – коэффициент корреляции; R – корреляционное отношение

Таблица 2

Распределение шарошечных скважин по типу графиков изменения среднего содержания P_2O_5 по кольцевым сечениям шлейфа отложения шлама (с учетом пространственной сопряженности этих скважин с колонковыми скважинами)

Номер колонковой скважины	Количество шарошечных скважин с одним типом графика:			
	Линейным	Параболическим выпуклым	Параболическим вогнутым	Периодическим
1	1 (3сп)	1 (2сп)	-	1 (1сп)
2	-	1 (6сп)	-	2 (4сп, 5сп)
3	-	1 (8сп)	1 (7сп)	1 (9сп)
4	1 (10сп)	2 (11сп, 12сп)	-	-
5	-	-	3 (13сп, 14сп, 15сп)	-
Итого:	2	5	4	4

Какой-либо связи вида графика с особенностями строения разреза рудной залежи вскрытого скважиной не наблюдается, о чем свидетельствует следующее обстоятельство. Пространственно сопряженные шарошечные скважины, пробуренные в непосредственной близости от одной и той же колонковой скважины, т.е. характеризующиеся одинаковым геологическим разрезом по их стволам (это не исключает различие сопряженных скважин по среднему содержанию в их шлейфах шлама P_2O_5 в пределах 1–3%), зачастую отличаются типом графика (см. табл. 2, рис. 5). Более того, если даже тип графика для всех трех пространственно сопря-

женных скважин одинаков, эти графики могут существенно отличаться друг от друга как, например, для шлейфов шлама скважин 14 и 15 на рис. 5 (пунктиром показана линия тренда).

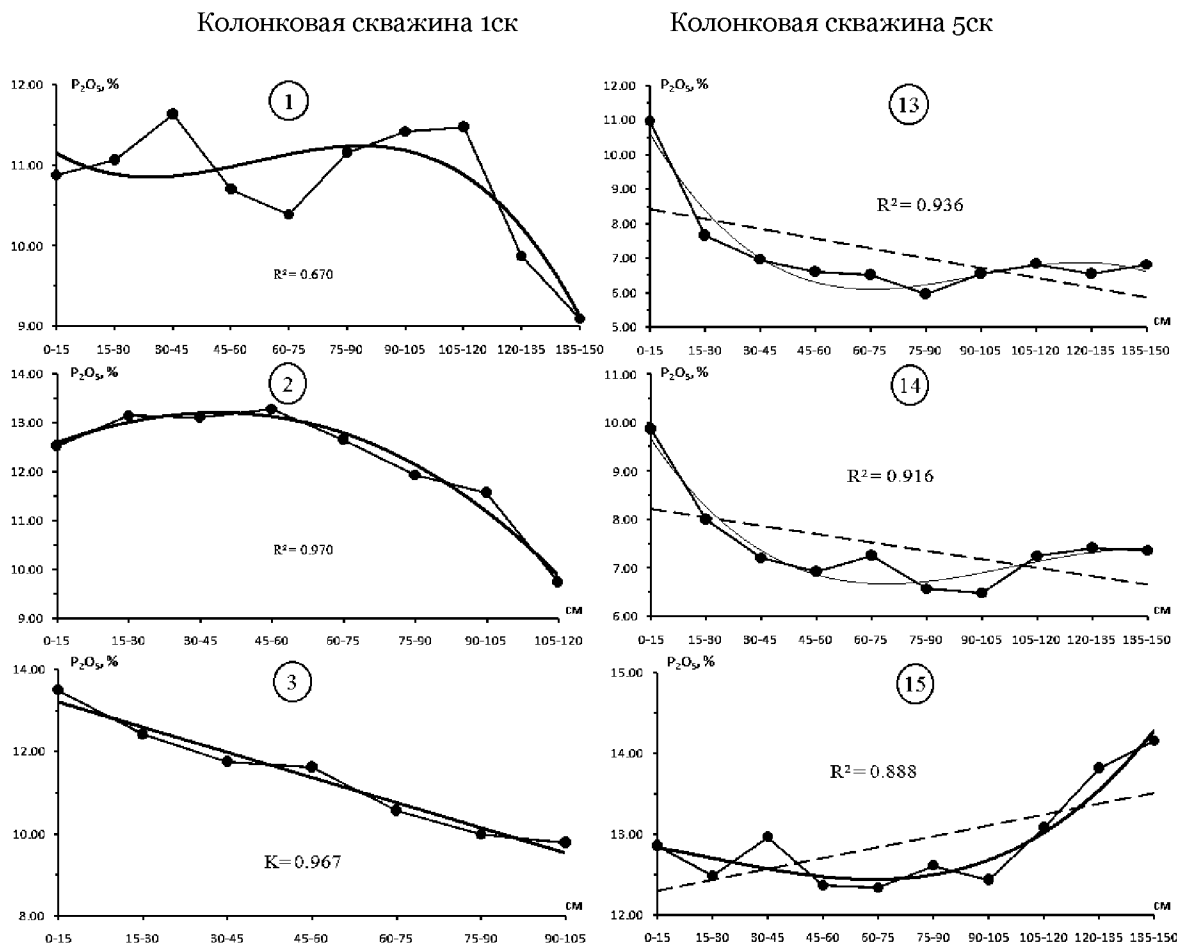


Рис. 5. Графики изменения среднего содержания P_2O_5 по кольцевым сечениям шлейфа шлама шарошечных скважин, пространственно сопряженных между собой и колонковой скважиной (пояснения и условные обозначения см. на рис. 4)

Изложенный выше материал свидетельствует о сложном и изменчивом процессе формирования и строения шлейфа отложения шлама, в которых сочетаются как закономерная, так и случайная составляющие. Сказанное подтверждается и существенными различиями в картине распределения содержания P_2O_5 в шлейфах сопряженных скважин (рис. 6).

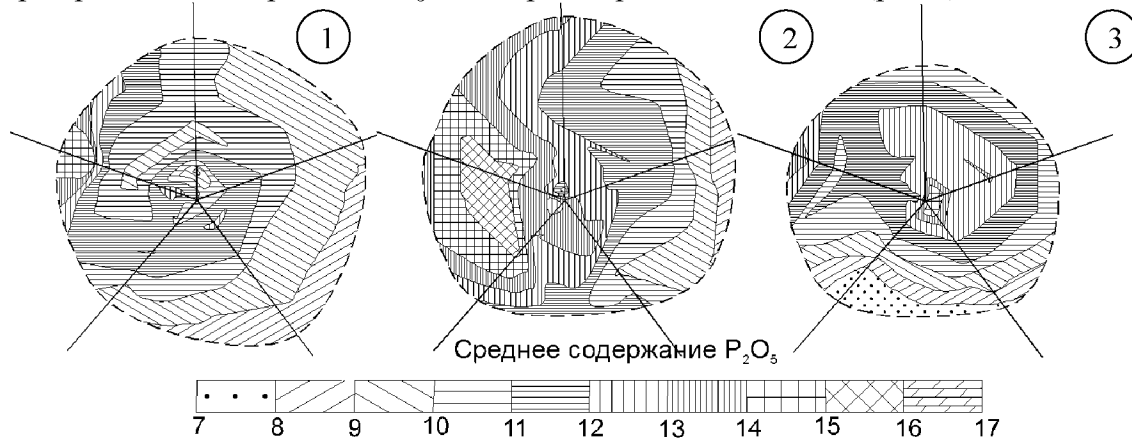


Рис. 6. Распределение содержания P_2O_5 в шлейфах сопряженных шарошечных скважин №№1, 2, 3



Закономерная составляющая, проявленная в наличии представительного пояса и постоянстве его позиции относительно устья скважины, обусловлена соответствием последовательной смены в разрезе шлейфа слоев различного цвета и вещественного состава геологической колонке перебуренного интервала, только в перевернутом виде. Кроме того, в представительном поясе по каждому секторному (радиальному) сечению отклонения приведенной мощности слоев шлама относительно средней по сечению минимально [1]. Приведенная мощность (m) рассчитывалась по формуле $m = h_{ск} \times h_{сл} / h_{ш}$, где $h_{ск}$ – глубина скважины, $h_{сл}$ – измеренная мощность слоя шлама, $h_{ш}$ – высота шлейфа шлама в точке измерения $h_{сл}$. Таким образом, в представительном поясе шлейфа отложения шлама формируется разрез, близкий к геологической колонке пробуренной скважины, но с изменчивым по периметру этого пояса вещественным составом.

Закономерная позиция представительного пояса в шлейфе отложения шлама при проведении буровзрывных работ на данном конкретном месторождении является следствием применения однотипного бурового станка, одного диаметра буровых штанг и шарошечных долот, и относительного постоянства технологических параметров бурения (скорости вращения снаряда и давления на забой, давления восходящей струи воздуха или воздушно-водяной смеси в кольцевом пространстве между стенкой скважины и буровой штангой, а при бурении с пылеотдувом, кроме того, высоты расположения вентилятора от кровли обуриваемого блока и давления создаваемого им воздушного потока, а также направления этого потока).

Случайная составляющая в формировании шлейфа отложения шлама обусловлена в основном двумя факторами. Первым из них является изменчивость частиц шлама по гранулометрии и минеральному составу (удельной массе), а соответственно по скорости их перемещения в стволе скважины и дальности разлета непосредственно в процессе формирования шлейфа отложения шлама. Кроме того, при бурении шарошечным долотом в стенках скважин часто возникают участки разрушения пород, материал которых под воздействием вибрации бурового снаряда осыпается вниз, засоряя шлам перебуриваемого в это время интервала.

Вторым фактором является изменчивость траектории движения частиц шлама и в целом динамики формирования шлейфа его отложения. Перемещение шлама в кольцевом пространстве между стенкой скважины и буровой штангой под давлением восходящего потока воздуха происходит по сложной спиралевидной траектории, обусловленной вращением бурового снаряда. Определенное влияние при этом оказывает вибрация бурового снаряда и неровности поверхности стенок скважины.

Вынесенные из устья скважины частицы шлама теряют кинетическую энергию вследствие резкого снижения скорости восходящего воздушного потока. Если пылеотдув не применяется, то радиальный разлет частиц от устья скважин происходит по дугообразным траекториям (перегиб дуги соответствует точке смены восходящего движения частицы на нисходящее), осложненным центробежной составляющей, связанной с инерцией вращательного движения частиц на выходе из скважины. С удалением от гребневой, т.е. максимальной по высоте, части конуса увеличивается площадь разлета частиц и уменьшается мощность шлейфа шлама. По мере углубления скважины и наращивания конуса выноса шлама изменяется геометрия и увеличивается высота зоны движения частиц шлама от устья скважины до гребня конуса. В упрощенном представлении она имеет форму опрокинутого конуса, основанием которого является устье скважины. Изменчивая динамика движения частиц шлама в этой зоне вносит свою лепту в случайную составляющую процесса формирования шлейфа отложения шлама. Нередко частицы шлама размером более 0.5 см после падения на поверхность формируемого шлейфа скатываются по ней, иногда достигая границ шлейфа. Необходимо также сказать о влиянии на формировании шлейфа шлама изменчивости направления и силы ветра, а также осадков (дождя, снега). В итоге образуется шлейф шлама, радиальные и кольцевые сечения которого характеризуются случайной изменчивостью мощности и вещественного состава его отдельных слоев.

Если применяется направленный пылеотдув, то динамика образования шлейфа отложения шлама отличается от описанной выше, что проявляется в иной его форме – вытянутой и веерообразно расширяющейся по направлению пылеотдува. Однако при этом остаются в силе практически все указанные выше факторы, обуславливающие случайную составляющую изменчивости мощности и вещественного состава слоев шлама в шлейфе его отложения, только в ином соотношении доли влияния каждого из них.

Выводы

1. Позиция в шлейфе отложения шлама представительного пояса для каждого компонента, регламентирующего качество минерального сырья, в общем случае своя, хотя такие пояса по разным компонентам непосредственно соседствуют друг с другом.



2. Представительный для данного компонента пояс выделяется минимальными по сравнению с другими поясами значениями размаха и средней величины расхождений между содержанием компонента в этом поясе и в валовой пробе шлама, их дисперсии и среднеквадратического отклонения, а также по приуроченности к нему минимальных расхождений по существенно большему, чем по другим поясам, количеству экспериментальных скважин.

3. Конусовидные шлейфы всех экспериментальных скважин характеризуются наличием 1–2 представительных радиальных сечений, но позиция этих сечений изменчива и индивидуальна для каждого компонента.

4. Секционная проба, представительная относительно соответствующего радиального сечения шлейфа, для каждого компонента и сечения своя, а расположены такие пробы на различном расстоянии от скважины и только в единичных случаях лежат на представительном поясе. Аналогичная картина характерна и для секционных проб, представительных относительно валовой пробы.

5. Изменение среднего содержания компонента по кольцевым сечениям шлейфа в направлении от скважины характеризуется графиками трех видов (параболическим, линейным, периодическим) с явным преобладанием первого из них. Какой-либо связи вида графика с особенностями строения геологического разреза, перебуренного экспериментальной скважиной, не установлено.

6. Строение шлейфов отложения шлама характеризуется сочетанием закономерной и случайной составляющих. Первая из них, проявленная в наличии представительного пояса и постоянстве его позиции относительно скважины – следствие применения при проходке взрывных скважин одних и тех же технических и технологических параметров бурения. Случайная составляющая, выраженная изменчивостью среднего содержания компонентов по периметру представительного пояса, обусловлена изменчивостью образующихся при бурении частиц шлама по размеру, вещественному составу и удельной массе, скорости и траектории их перемещения по стволу скважины и непосредственно при формировании шлейфа. Указанная изменчивость связана главным образом с процессом бурения скважины, но эпизодически свой вклад в характер ее проявления вносят природно-климатические факторы (направление и сила ветра, осадки).

Список литературы

1. Поддубный А.П. Исследования вопросов опробования железных руд по шламу скважин бескернового бурения на карьерах КМА (на примере Лебединского месторождения): Автореферат дис. ... канд. геол.-минерал. наук. – Воронеж: Изд-во Воронежского ун-та, 1970. – 29с.
2. Труфанов Д.В., Поддубный А.П., Шапошников В.А. Способ опробования массива полезных ископаемых по шлейфам выноса шлама при бурении. А.с.1122033.1983.
3. Дунаев В.А., Яницкий Е.Б. Методика опробования шлама буровзрывных скважин при открытой разработке Ковдорского апатит-штаффелитового месторождения // Известия вузов. Геология и разведка. – 2014. – №1. – С. 30–35.

FORMATION FEATURES OF PLUME SLIME OF DRILLING AND BLASTING WELLS AND DISTRIBUTION IN IT COMPONENTS REGULATING THE QUALITY OF MINERAL RESOURCES (ON THE EXAMPLE OF KOVDORSKY APATITE-STAFFELITE DEPOSIT)

V.A. Dunaev, E.B. Yanitsky

*OJSC "VIOGEM", B. Khmel'nitsky Av,
86, 308007, Belgorod, Russia*

E-mail: yanecz@geomix.ru

The paper sets out the results of researches carried out on Kovdorsky apatite-staffelite deposit in 20 roller cones wells, which allowed to specify and supplement the underlying representations about the features of the structure and formation of the slime plume, the distribution of chemical components in it regulating the quality of mineral resources.

Key words: deposit, open-pit mine, drilling and blasting well, plume of sediments of sludge, experimental research, testing, representative zone, variability.