

МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ КАЗССР  
АЛМА-АТИНСКОЕ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЕ ПРАВЛЕНИЕ НТГО  
КАЗАХСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

ГЕОЛОГИЯ, ТЕХНИКА РАЗВЕДКИ  
И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ  
МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ  
КАЗАХСТАНА

(СБОРНИК ТРУДОВ  
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ КАЗАХСТАНА)

МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ КАЗССР  
Алма-Атинское территориальное правление НТИО  
Казахский научно-исследовательский институт  
минерального сырья

ГЕОЛОГИЯ, ТЕХНИКА РАЗВЕДКИ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ  
ИЗУЧЕНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ КАЗАХСТАНА

(Сборник трудов молодых ученых Казахстана)

2748

КазИМС  
Алма-Ата 1978



## А Н Н О Т А Ц И Я

В настоящем сборнике освещаются основные теоретические и практические результаты работ, проведенных молодыми учеными Казахстана в области геологии, методики и техники разведки, обогащения, технологии и экономики минерального сырья.

Сборник предназначен для широкого круга специалистов, работающих в геологоразведочной отрасли народного хозяйства страны.

### Редакционная коллегия:

Г.Р.Бекжанов (гл. редактор), В.А.Нарсеев (зам. гл. редактора), Р.Г.Ми-  
линский (отв. редактор), Э.Х.Азимова, Л.П.Конулько, М.С.Рафаилович,  
В.И.Дурбин (отв. за выпуск)

---

© Казахский научно-исследовательский институт минерального  
сырья (КазИМС), 1978 г.

В.А. Бирюлин, О.А. Сокольников

К МЕТОДИКЕ ОЦЕНКИ ДОСТОВЕРНОСТИ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ  
НА ПРИМЕРЕ КОЛЧЕДАННО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ  
ГРЕХОВСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ (РУДНЫЙ АЛТАЙ)

Достоверность разведанных запасов полезного ископаемого, как известно, обусловливается, с одной стороны, изменчивостью его свойств в природном залегании, с другой — количеством пересечений и расположением сети, т.е. разведочной сетью. Авторами предлагается методика оценки достоверности геологоразведочных работ в отдельном подсчетном блоке, разведочном этаже, части рудного тела, рудном теле и в целом на месторождении. Последовательность и взаимосвязь элементов анализа приведены на рисунке. Объектами исследования являлись два наиболее крупных месторождения Греховского рудного поля на Рудном Алтае — Греховское П и Снегиревское, где колчеданно-полиметаллическое оруденение локализовано в зонах повышенной трещиноватости и рассланцевания пород на контакте вулканогенно-осадочных отложений реэвнинской и маслянской свит среднего девона и представлено крутопадающими пластовыми и линзообразными рудными телами.

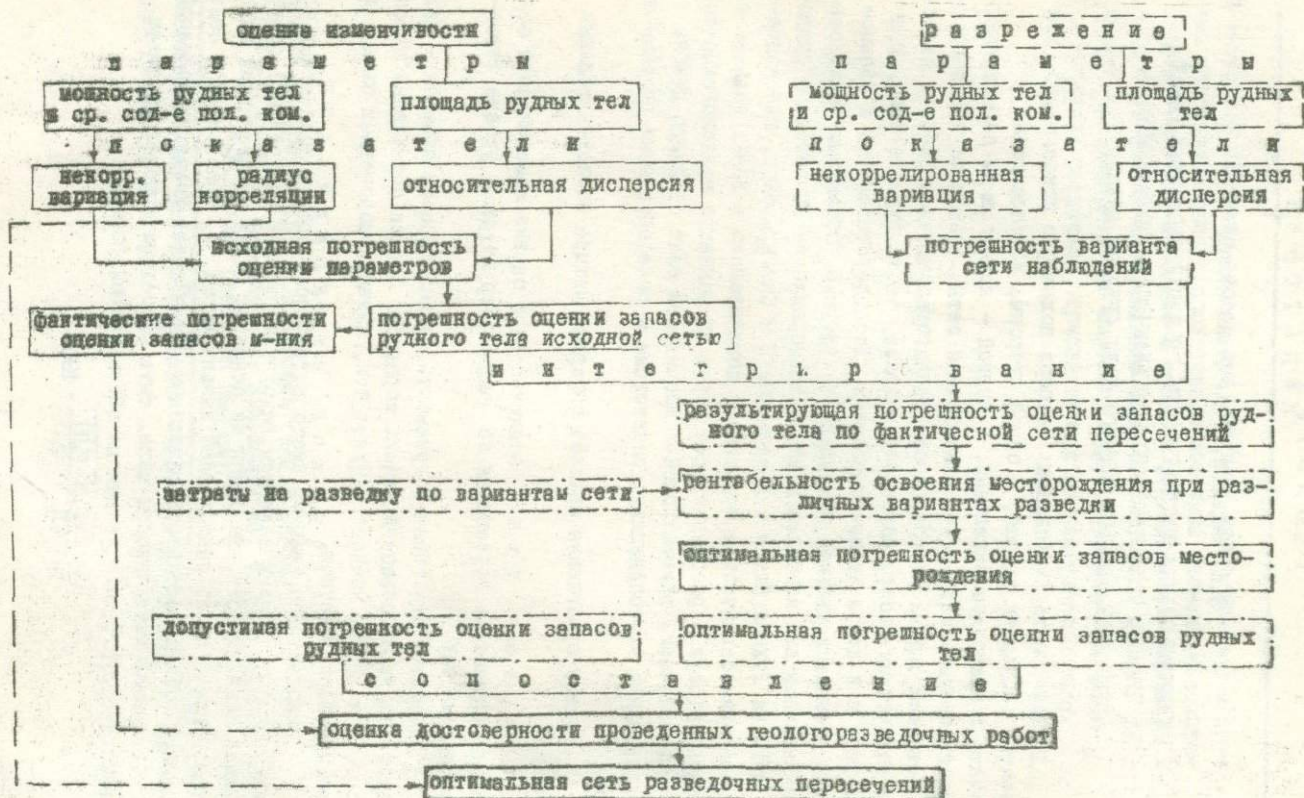
Процесс проведения анализа содержит четыре последовательных этапа.

Первый этап заключается в оценке изменчивости основных параметров оруденения на геологоструктурном уровне строения рудных тел.

Известно, что общая погрешность оценки запасов объекта — это совокупность погрешности низших порядков: оценки содержания полезного компонента, мощности рудных тел, площади подсчетных блоков и промышленных участков.

Поскольку все имеющие место погрешности оценок подсчетных параметров обусловлены наличием некоррелированной (случайной) составляющей изменчивости, то одной из основных задач исследования является исключение из наблюдаемой изменчивости  $V_0$  закономерной составляющей и выделение чисто случайной  $V_n$ . Оценка некоррелированной составляющей изменчивости может быть проведена с использованием свойств структурной функции по общепринятой формуле:

$$V_n = \frac{1}{X} \sqrt{\frac{T(h)}{2}} \cdot 100\%,$$



Р и с. Последовательность определения оптимальных параметров разведочной сети

где  $V_n$  - некоррелированная вариация признаков, %;  $\gamma(h)$  - фиксированное значение структурной функции;  $\bar{x}$  - среднее значение аргумента в определенной выборке (в зависимости от направления);  $h$  - шаг наблюдений.

Собственно структурная функция описывается выражением:

$$\gamma(h) = D[f(x+h) - f(x)], \quad (2)$$

являясь при этом возрастающей функцией от шага наблюдений. Предел (максимальное расстояние), на котором сохраняются корреляционные связи между значениями признака, выражается радиусом корреляции  $K$ .

На основе полученной оценки некоррелированной вариации рассматриваемых параметров (табл. I) определена исходная погрешность оценки средних значений мощности и содержания полезных компонентов по формуле:

$$p = \frac{V_n \cdot t}{\sqrt{n}}, \quad (3)$$

где  $t$  - значение коэффициента вероятности при уровне надежности 0,95, обычно применяемом в геологоразведочной практике;  $n$  - число наблюдений.

Т а б л и ц а I

Результаты количественной оценки изменчивости оруденения на рудных телах анализируемых объектов

Месторождение	№ рудного тела	Параметр					
		содержание полезных компонентов			мощность рудных тел		
		$V_0, \%$	$V_n, \%$	$K, м$	$V_0, \%$	$V_n, \%$	$K, м$
Греховское II	2	63,0	28,5	90	100,0	47,0	155
	20	68,0	51,0	160	82,0	75,6	>250
	23	87,0	41,5	140	113,0	56,5	125
	25	51,0	19,2	<25-30	84,0	31,6	<25-30
Снегиревское	2	114,0	24,3	90	71,0	25,7	60
	3	78,0	78,0	<25	77,0	50,0	50
	II	92,0	92,0	<25	20,0	20,0	<25
	35	88,5	47,0	80	67,0	21,3	85

Относительная дисперсия оценки площади распространения промышленного колчеданно-полиметаллического оруденения получена из выражения<sup>x)</sup>:  $\frac{\sigma}{S^2} = \frac{D}{\sqrt{S}} \cdot \frac{1}{n^{1/2}} \left[ \frac{\sqrt{2}}{6} + 0,0609 \frac{1}{\lambda} \right], \quad (4)$

x) М а т е р о и л. Основы прикладной геостатистики. М., "Мир", 1968.

где  $D$  - диаметральной вариация площади, равная среднегеометрической двух взаимно перпендикулярных измерений;  $S$  - площадь рудного тела;  $n$  - количество разведочных пересечений;  $\lambda$  - величина, определяемая отношением меньшей стороны разведочной ячейки к большей ( $\lambda \leq 1$ ).

Определение фактической ошибки оценки запасов полезных компонентов произведено по формуле:

$$P = \sqrt{P_c^2 + P_m^2 + P_S^2}, \quad (5)$$

где  $P$  - погрешности оценки содержания, мощности и площади.

Таким образом, на первом этапе исследований установлены значения фактических погрешностей оценки запасов различных по объему рудных тел (табл.2). Следует отметить, что полученные значения погрешностей соответствуют изученному объекту по категории  $C_I$ , которая на исследуемых месторождениях обеспечена преимущественно сетью разведочных пересечений  $50 \times 50$  м.

Т а б л и ц а 2

Значение фактической погрешности оценки запасов

Месторождение	№ рудного тела	P, %	Месторождение	№ рудного тела	P, %
Греховское II	2	32,1	Снегиревское	2	27,3
	20	33,5		3	60,0
	23	40,6		II	99,1
	25	35,6		35	57,4

В т о р о й э т а п - разрежение разведочной сети, которое проводится независимо от исследований первого этапа с целью определения значения ошибки оценки запасов полезных компонентов при разведочных сетях, больших по размерам, чем исходная. Поскольку в большинстве случаев на изучаемых объектах (особенно на глубоких горизонтах) практически отсутствует регулярный шаг наблюдений, авторы применили "пессимистическую оценку запасов металлов". При этом каждое разведочное пересечение характеризовало зону влияния, размеры которой соответствовали принимаемым размерам ячейки анализируемых вариантов разведочной сети.

Погрешность оценки запасов при каждом варианте разведочной сети определяется из выражения:

$$P = \sqrt{P_{исх}^2 + P_{вар}^2}, \quad (6)$$

где  $P_{исх}$  - погрешность оценки запасов полезных компонентов при исходной сети пересечений;  $P_{вар}$  - погрешность оценки вариантов разведочных сетей.

Полученные значения погрешности оценки запасов полезных компонентов в рудных телах при различных вариантах разведочной сети являются основой определения оптимальных ее параметров.

Третий этап анализа — определение допустимого и оптимального значений погрешности оценки запасов полезных компонентов. Сопоставление этих показателей является одним из главных моментов предлагаемой методики.

Разведка промышленных контуров рудных тел характеризуется достаточной точностью, если среднее значение линейного запаса  $\bar{mX}$  металлов по рудному телу не будет ниже значения минимального промышленного линейного запаса  $m_{\min} \cdot X_{\min}$ . В этом случае допустимая погрешность оценки запасов полезных компонентов определяется выражением (Ю.Д. Елькин и др., 1974):

$$P_{\text{доп}} = \frac{\bar{mX} - m_{\min} \cdot X_{\min}}{\bar{mX}} \quad (?)$$

Расчет оптимальных погрешностей оценки запасов рудных тел и месторождений основан на установлении нижней границы доверительного интервала рентабельности освоения месторождения, которая определяется разностью между нижним пределом извлекаемой ценности запасов и затратами на их оценку. При этом оптимальные значения погрешностей оценки запасов соответствуют области наиболее устойчивых и высоких значений прибыли от освоения месторождения при различных уровнях вероятности и плотности разведочной сети. Определенные таким путем значения погрешностей дифференцированно распределяются по всем рудным телам месторождения.

Таким образом, на данном этапе выявляются размеры допустимых и оптимальных значений погрешностей оценки запасов полезных компонентов (табл.3)

Т а б л и ц а 3

Значения погрешностей оценки запасов

Месторождение	№ рудного тела	Погрешность, %	
		оптимальная	допустимая
Греховское П	2	62,3	80,0
	20	61,3	88,0
	23	78,6	87,0
	25	82,1	83,0
Снегиревское	2	53,7	74,0
	3	63,9	64,0
	II	99,1	68,0
	35	98,6	24,0

Четвертый этап - определение степени разведанности рудных тел путем сопоставления рассчитанных значений оптимальной ошибки оценки запасов рудных тел с фактическими погрешностями оценок при разведочных сетях, принятых на объекте.

Для анализируемых месторождений (третья группа сложности) характерны небольшие размеры рудных тел (первые сотни метров на сотни метров). Сравнение фактических погрешностей оценки запасов полезных компонентов на рудных телах этих месторождений с оптимальными, а в случае превышения оптимальных над допустимыми - с допустимыми (табл. 2 и 3) свидетельствует, что запасы категории С<sub>1</sub>, обеспеченные буровыми скважинами по сети 50x50 м, обладают высокой степенью достоверности (табл.4).

Т а б л и ц а 4

Результаты оценки достоверности изученности запасов

Сеть, м	Месторождение							
	Греховское II				Снегиревское			
	№ рудного тела							
	20	2	23	25	2	3	II	35
25x50	+	+	+	+	+	+	+	+
50x50	+	+	+	+	+	0	-	-
75x50	+	+	+	+	+	-	-	-
100x50	+	+	0	+	+	-	-	-
125x50	+	0	-	0	0	-	-	-
25x100	+	+	+	+	+	-	-	-
50x100	0	+	+	+	-	-	-	-
75x100	+	0	+	+	+	-	-	-
100x100	-	-	-	0	-	-	-	-
25x150	0	+	-	+	+	-	-	-
50x150	-	-	-	-	-	-	-	-
75x150	-	-	-	-	-	-	-	-

П р и м е ч а н и е: +, -, 0 - запасы рудного тела соответственно переразведаны, недоразведаны, оценены достоверно.

Из данных табл.4 видна значительная степень переразведки запасов рудных тел (за исключением № II и 35) при их оценке по сети 50x50 м. Расчеты показывают, что значения оптимальных погрешностей оценки запасов месторождений Греховское II и Снегиревское составляют соответственно 25,2 и 24,8%. Запасы верхних горизонтов этих объектов оценены с одинаковой погрешностью, равной 9,73%, а нижних - соответственно 13,98 и 13,94%. Следовательно, запасы месторождений

оценивались с детальностью, превышавшей требования к разведке подобных объектов. Полученные результаты (табл. 2 и 3) свидетельствуют, что наилучшим вариантом разведочной сети для изучения запасов указанных объектов до категории  $C_1$  является сеть 75-85 x 75-85 м. Оценка запасов полезных компонентов с такой плотностью обеспечивает точность их подсчета, которая удовлетворяет требованиям ГКС, предъявляемым к разведанным объектам третьей группы сложности колчеданно-полиметаллических месторождений Рудного Алтая.

А.А. Голованов

#### НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ТЕКТОНИЧЕСКИХ СТРУКТУР ЦЕНТРАЛЬНОГО КАРАТАУ В СРЕДНЕМ ПАЛЕОЗОЕ

Как известно, хр. Каратау имеет сложноблоковое строение, к границам блоков которого тяготел рудопроявления полиметаллов и благородных металлов<sup>х)</sup>. На основании проведенных исследований нам удалось в значительной степени уточнить палеотектонические обстановки и развитие блоковых структур в среднем палеозое Центрального Каратау.

В средне-позднедевонское время в центральной части описываемого района происходило заложение длительноживущего глубинного разлома, названного нами Баялдырским (рис. I). К западу от него до Жамантасского разлома формировались осадки мелководных фаций - конгломераты с примесью кислого вулканогенного материала. Имеющиеся фактические данные указывают на погружение южной и восточной частей района по отношению к северо-западной на 700 м. Верхняя часть разреза средне-верхнедевонской толщи сложена вулканогенным материалом кислого состава, представленным разрезами пачки в тьялькубашской свиты.

Несколько иное развитие испытала территория Центрального Каратау к востоку и юго-востоку от Баялдырского меридионального разлома. Здесь на площади до Бессазского разлома накапливались косослоистые песчаники, мощность которых составляет 1200 м, а вблизи Баялдырского разлома отмечается отложение кислого вулканогенного материала, область распространения которого ограничивается Биресекским разломом. К востоку от Бессазского разлома накапливались грубообломочные конгломераты мощностью до 500 м, среди которых встречаются прослои лав среднего состава.

Таким образом, в средне-позднепалеозойское время территория

<sup>х)</sup> Захаров Е.Е. Металлогения Каратау. В кн. "Закономерности размещения полезных ископаемых", т. III. м., Изд. АН СССР, 1960.



Центрального Каратау испытывала дифференцированные вертикальные движения отдельных блоков относительно друг друга. Наибольшее погружение претерпели центральные части района, где оно сопровождалось проявлением кислого вулканизма, по-видимому, вдоль Возбутацкого и Бирсекского разломов. В восточной части района воздыманию блоков по Минжилгинскому разлому сопутствовало излияние андезитовых лав. Из анализа мощностей отложений видно, что вертикальные блоковые движения носили ступенчатый характер. В этот период времени определяется роль Баялдырского разлома как границы распространения различных фаций осадочных и вулканогенно-осадочных образований.

Во франский век на территории Центрального Каратау накапливались глинисто-карбонатные и глинистые осадки коралловой свиты (рис.2). Вертикальные перемещения блоков по разломам, заложеным в среднем девоне, привели к накоплению в различных областях района разных ассоциаций пород, мощностью от 200 до 550 м. К западу от Баялдырского разлома выделяются два блока: центральный и западный. Для западного блока характерно развитие (сверху вниз по разрезу) алевролитов, аргиллитов, доломитов и мергелей общей мощностью 20-300 м, для центрального - существенно карбонатных ассоциаций пород с прослоями туфогенных песчаников, аргиллитов, алевролитов и железистых глинистых сланцев в низах разреза. Их максимальная мощность (650 м) отмечается в средней части центрального блока. Этот блок испытывал наибольшее погружение, по-видимому, по Баялдырскому разлому, по сравнению с другими частями района. К востоку от Баялдырского разлома мы выделяем три области (блока), ограниченные Бирсекским, Бессазским и минжилгинским разломами.

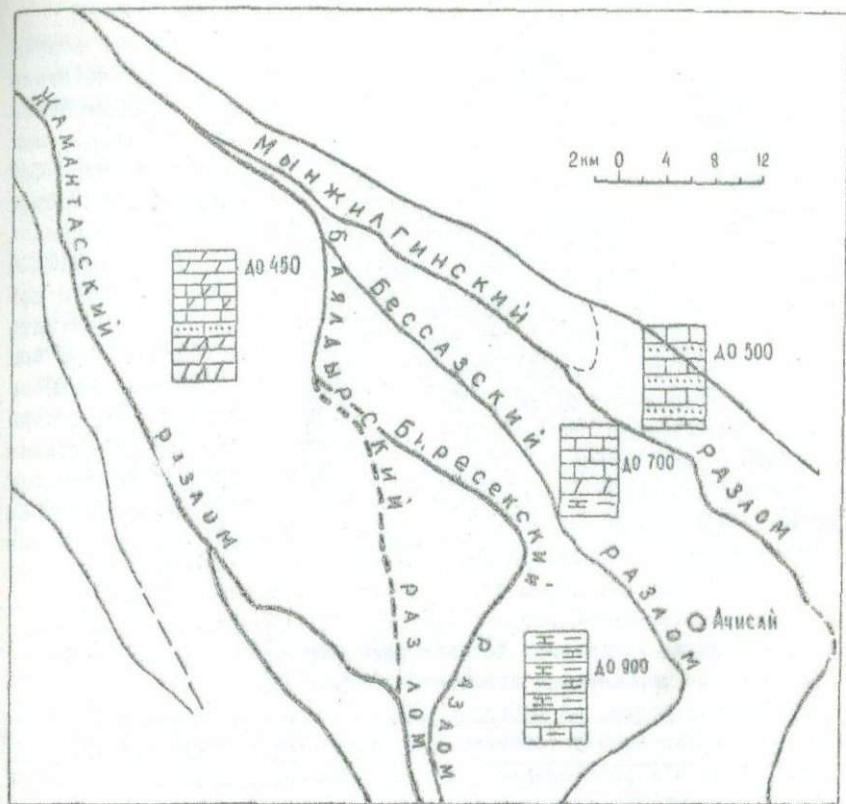
Для первой характерно преобладание в разрезе глинистых равностей с прослоями и линзами алевролитов и доломитов. Она приподнята относительно центрального блока на 400 м.

Блок, ограниченный Бессазским разломом, характеризуется в верхах разреза чередованием прослоев алевролитов, аргиллитов и доломитов (мощность до 350 м), в низах - пачкой малиновых алевролитов (мощность до 200 м). По отношению к первой области он опущен на 400 м.

Область к востоку от Бессазского разлома представляет собой приподнятый блок, в кровле которого залегает пачка серых аргиллитов мощностью около 100 м, которая ниже сменяется чередованием прослоев алевролитов, мергелей и доломитов общей мощностью порядка 100 м. Эта область приподнята относительно соседнего блока на 350-400 м.

Итак, во франском веке в развитии Центрального Каратау также





Р и с. 3. Палеотектоническая схема Центрального Каратау для  
фаменского века:

1 - известняки; 2 - доломитистые известняки; 3 - доломиты; 4 - известковистые доломиты; 5 - песчанистые известняки; 6 - глинистые известняки; 7 - песчаники; 8 - мергели; 9 - мощность оглозней

большое значение имели разломы, заложенные в среднем девоне, но вертикальные смещения блоков относительно друг друга носили несколько иной характер и изменялись на протяжении всего франского века, о чем свидетельствуют приведенные мощности нижней и верхней пачек корпещской свиты (рис.2).

Фаменский век характеризуется интенсивным погружением южных и юго-восточных частей Центрального Каратау, северо-западные же блоки являлись сравнительно стабильными. Последние представляют собой единый крупный блок, частично ограниченный с востока Байлдарским разломом (рис.3). В этом крупном блоке развит карбонатный комплекс пород (доломиты, доломитистые и песчаные известняки) мощностью 450 м. К востоку от него обособился блок пород существенно мергелистого и глинистого состава, огибающий южную часть северо-западного блока с запада по Бозбутакскому разлому, погружаясь относительно его на 500 м. Здесь наибольшая мощность фаменских отложений достигает 900-1000 м с возрастанием к югу. Еще дальше к востоку мощности образований фамена уменьшаются, а состав пород меняется на известковистый и песчанисто-известковистый.

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы.

Основные разломы, определившие развитие региона в среднем палеозое, были заложены не позднее среднего девона. Граничащие по ним между собой блоки испытали в течение рассмотренного периода времени вертикальные перемещения относительно друг друга.

Полученные данные по развитию района в среднем палеозое могут позволить в дальнейшем установить пространственные связи проявлений эндогенной минерализации с тектоническими процессами, происходившими на территории Центрального Каратау в позднем палеозое. Это даст возможность конкретизировать направление геологоразведочных работ в указанном районе на промышленное полиметаллическое оруденение и другие виды полезных ископаемых.

М.Е. Жусупов

#### МИНЕРАЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОДОЛЬНОВОЛОКНИСТОГО ХРИЗОТИЛ-АСБЕСТА МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЕШКИОЛЬМЕС

Более 95% разведанных запасов месторождения Ешкиольмес представлены рудами, содержащими продольноволокнистый хризотил-асбест. Возможность промышленного использования этих руд до сих пор окончательно не определена. Основным фактором, снижающим качество волокна, считается примесь немалита, срс нее содержание которого в руде составляет 17-22% [2].

При изучении продольноволокнистого асбеста и степени влияния на его качество немалита было обнаружено, что прочность волокна в значительной мере зависит и от наличия других минералов, нередко находящихся в агрегатах хризотил-асбеста в виде включений и просечек. Среди них наиболее широко распространены кальцит, магнетит и серпидит. В отличие от жил поперечноволокнистого хризотил-асбеста, которые характеризуются мономинеральным составом, совместно с продольноволокнистым хризотил-асбестом, по данным А.В.Струтынского и М.Д.Хардикайнен (1962), встречаются около тридцати минералов классов сульфидов, окислов, карбонатов и силикатов. Этой неоднородностью волокна объясняется и тот факт, что в процессе предварительной переработки опытной партии хризотил-асбеста месторождения на чесальном аппарате и прядильной машине отмечалось повышенное пыление. В товарных сортах асбеста количество примесей, без учета немалита, достигает 5-8% (Т.М.Степанова, 1959). Прочность на разрыв продольноволокнистого асбеста определялась на аппарате Скотта в лаборатории ВНИИпроектасбеста. При этом были получены данные, близкие к хризотил-асбесту нормальной прочности, т.е. более 50 кг/мм<sup>2</sup> (табл. I).

Т а б л и ц а I  
Результаты определения механической прочности продольно-  
волокнистого хризотил-асбеста и немалита

№ пробы	Наименование пробы	Прочность, кг/мм <sup>2</sup>
427-Т	Хризотил-асбест	60,20
С-122 <sup>б</sup>	Немалит	37,92
Н <sub>1</sub>	То же	32,71
75	Хризотил-асбест с немалитом	4,59
425-Т	То же	10,50
426-Т	Хризотил-асбест с кальцитом	2,94
С-122	Немалит выветрелый	4,17

Из табл. I видно, что в сростках с другими минералами волокно асбеста обладает значительно меньшей прочностью, чем мономинеральный асбест и даже немалит.

Минералогический и электронномикроскопический анализ продольноволокнистого хризотил-асбеста позволил выявить основные формы, размеры и количественные соотношения находящихся в нем минералов-примесей.

Карбонаты (кальцит, пироаурит, доломит) отмечаются в виде

мелкозернистых участков, цементирующих агрегаты хризотил-асбеста. Их отдельные зерна находятся или в виде вclusions между волокнами, или в виде просечек, нарушающих цельность волокон асбеста. Нередко встречаются вроски кальцита игольчатой формы. Размеры включений колеблются от 0,001 до 0,05 реже до 0,1 мм.

Магнетит широко распространен в хризотил-асбестовых жилах, имея аналогичные с карбонатами формы выделений и размеры. Часто встречаются столбчатые и псевдоволокнистые формы магнетита.

В подчиненном количестве волокна асбеста содержат зерна серпентита, иголки актинолита, чешуйки хлорита и мелкие обломки серпентинита. Реже наблюдаются сульфиды железа, меди и никеля. В отдельных случаях проявлено оталькование.

Таким образом, становится очевидным, что минералообразующая среда, в которой происходило отложение продольноволокнистого асбеста, была менее стерильной по сравнению с той, где отлагался поперечноволоконный хризотил-асбест.

Свободный от примесей продольноволокнистый асбест по своим механическим, оптическим и физико-химическим свойствам практически не отличается от хризотил-асбеста нормальной прочности. Химический состав продольноволокнистого хризотил-асбеста характеризуется пониженным содержанием  $SiO_2$  и более высокими содержаниями  $MgO$  и  $CaO$ . Это обстоятельство обусловлено наличием в пробе немалита и карбонатов. После обработки одной из проб 0,5%-ной  $H_2SO_4$ , с целью удаления минералов-примесей, ее химический состав приблизился к составу поперечноволоконного хризотил-асбеста (О.Б.Бейсеев, 1967).

Показатели преломления продольноволокнистого хризотил-асбеста месторождения Ешкиольмес сравниваются с таковыми по другим месторождениям баженовского генетического подтипа (табл.2, [1]).

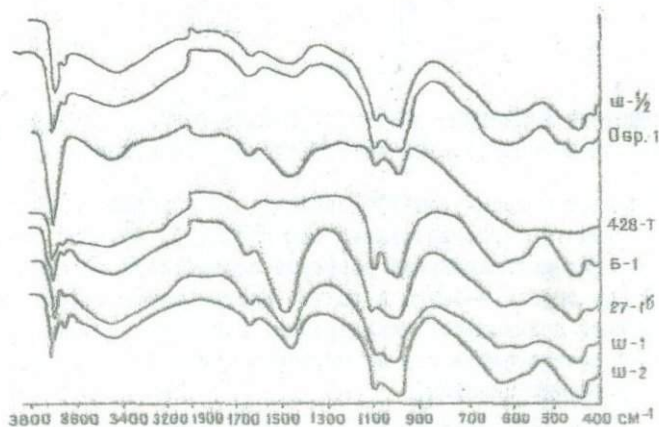
Т а б л и ц а 2  
Показатели преломления хризотил-асбеста

Месторождение	Ng-Np	Ng	Np	Автор
Ешкиольмес	0,010	1,547	1,537	М.Е.Жусупов
Красноуральское	0,017	1,547	1,536	Б.Я.Меренков
Таловское	0,013	1,548	1,535	" "
Ильчирское	0,010	1,548	1,538	Н.Д.Соболев
Канада (ВСЧТ)	0,010	1,547	1,537	В.Эрехт, Б.Брандбергер

Как видно из табл.2, указанные оптические свойства минералов находятся в пределах сходимости.

Для изучения продольноволокнистого хризотил-асбеста также использовали метод инфракрасной спектроскопии и термический анализ.

Снятие инфракрасных спектров поглощения выполнены И.И. Масимовой (КазИМС, 1976) на приборе UR-20 в областях от 400 до 1900 и от 2800 до 3600  $\text{см}^{-1}$  с призмами KBr, NaCl, LiF (рис.) Анализ показал в общем стандартную картину полос поглощения хризотил-асбеста, за исключением проб 428-Т и Б-1, представленных соответственно немалитом и асбофитом из Баженовского месторождения. В пробах Ш-1 и 27-1<sup>б</sup> более интенсивные полосы поглощения в области 1400-1500  $\text{см}^{-1}$  обусловлены присутствием в волокнах асбеста включений кальцита, что подтверждается данными рентгеноструктурного анализа.



Р и с. ИК-спектры: Ш-1/2, обр. 1, 27-1<sup>б</sup>, Ш-1 и Ш-2 - хризотил-асбеста; 428-Т - немалита; Б-1 - асбофита

При термическом анализе описываемых проб, выполненном В.С. Киселевой (КазИМС, 1976) на дериватографе системы P. Paulik, J. Paulik, L. Erden, установлена тесная связь продольноволокнистого хризотил-асбеста с хлоритом. Вероятно, в процессе кристаллизации хризотил-асбеста в антигоритовых серпентинитах одновременно происходило и переотложение хлорита.

Результаты исследований показали, что продольноволокнистый хризотил-асбест месторождения Ешкиольмес по ряду свойств не отличается от поперечноволокнистого. Однако его механическая прочность весьма непостоянна и зависит в основном от наличия включений и вростков не только немалита, но и карбонатов, серпентинита, магнетита



и т.д. Удаление всех этих примесей должно способствовать улучшению качества товарных сортов хризотил-асбеста указанного месторождения, для достижения чего в технологическом процессе следует предусмотреть более интенсивную распушку хризотил-асбестового волокна.

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. М е р е н к о в Б.Я. Генезис хризотил-асбеста. М., Изд. АН СССР, 1958.

2. М и х а й л о в Н.П., М о с к а л е в а В.Н., С т р у т ы н с к и й А.В. Месторождения хризотил-асбеста Восточного Казахстана. В кн. "Месторождения хризотил-асбеста СССР". М., "Недра", 1967.

Ю.А. Иванов

### О ВЛИЯНИИ ИЗМЕНЕНИЯ ПЛОТНОСТИ ГОРНЫХ ПОРОД С ГЛУБИНОЙ НА РЕЗУЛЬТАТЫ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ГРАВИТАЦИОННЫХ АНОМАЛИЙ

В настоящее время большое значение приобретают работы по изучению глубинного строения рудных районов [1, 3, 4]. При этом широко применяется моделирование разрезов земной коры по гравитационному полю до глубин 4-10 км и более. Плотностные свойства пород на всех глубинах принимаются неизменными, соответствующими данным измерений параметра плотности по образцам, отобраным с поверхности или из неглубоких скважин.

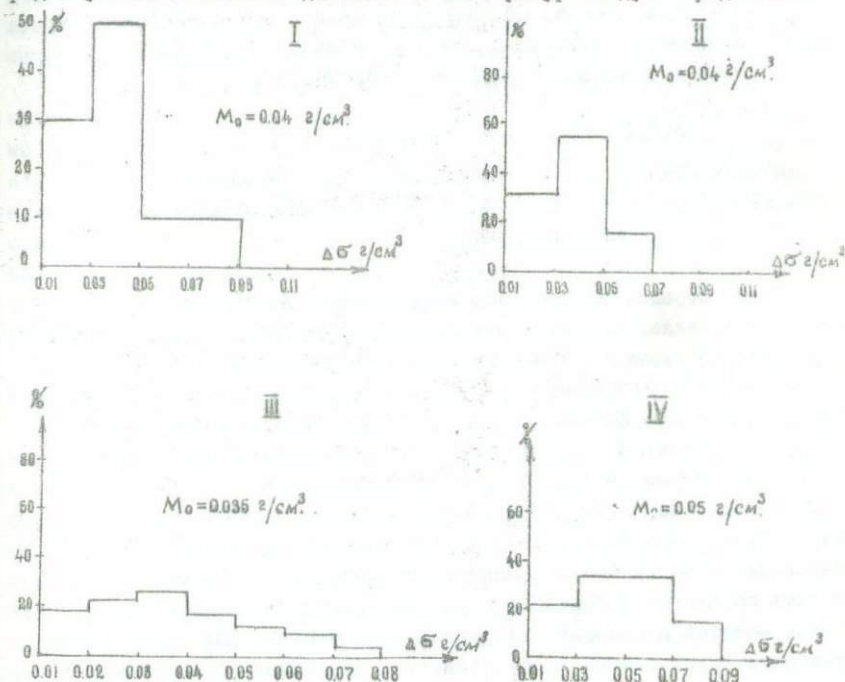
Известно, что горные породы, представляющие собой кристаллические агрегаты различных минералов, с ростом глубин и давлений (до 4000-10000 кг/см<sup>2</sup>) повышают свою плотность за счет закрытия порового пространства и, в меньшей мере, за счет деформации кристаллических решеток минералов.

В 1977 г. были опубликованы результаты большой экспериментальной работы А.К.Курскева по изучению физических свойств горных пород Казахстана при высоких давлениях [2].

Используя его данные, мы выполнили статистический анализ величин приращения плотности интрузивных и осадочно-метаморфических горных пород при возрастании давлений до 4000 кг/см<sup>2</sup>, что соответствует глубинам 6-10 км (рис.). Получены следующие основные результаты: плотность интрузивных пород как основного (43 образца), так и кислого (20 образцов) состава увеличилась на 0,04 г/см<sup>3</sup>; плотность метаморфических пород докембрия (34 образца) увеличилась на 0,035 г/см<sup>3</sup>, а нижнепалеозойских пород (30 образцов) возрасла на 0,05 г/см<sup>3</sup>.

Из этих данных следует, что в пределах точности определения параметра плотности все перечисленные комплексы горных пород увеличивают свою плотность в равной мере и эффект уплотнения пород с глубиной не сказывается на значениях избыточных плотностей, которыми мы оперируем при расчетах.

Следовательно, исходя из имеющихся экспериментальных данных, можно сделать предварительный вывод о том, что учитывать уплотнение кристаллических пород с глубиной при моделировании верхней части земной коры по полю силы тяжести необязательно. Однако, принимая во внимание важность затронутого вопроса и малое количество экспериментальных данных, исследование изменения плотности горных пород в условиях высоких давлений и температур следует продолжить.



Р и с. Гистограммы приращений плотности горных пород при давлении  $400 \text{ kg/cm}^2$  (составлены по материалам А.К.Курскеева)

Графики вариационных кривых: I - интрузивных пород основного состава, II - гранитов и гранодиоритов, III - метаморфических пород докембрия, IV - вулканогенно-терригенного метаморфизованно-о-комплекса нижнего палеозоя

1. Бекжанов Г.Р., Любецкий В.Н., Полева Л.Д., Углин А.Ф. Характеристика геологических формаций Казахстана (по геофизическим данным). Алма-Ата, "Наука", 1975.
2. Курские в А.К. Геофизическая характеристика земной коры Казахстана. Алма-Ата, "Наука", 1977.
3. Любецкий В.Н. Модель глубинного строения Коунрадского рудного района. Сб. Комплексное геолого-геофизическое изучение глубинного строения складчатых областей палеозойского возраста (тезисы докладов). Алма-Ата, КазИМС, 1977.
4. Полева Л.Д. Модель глубинного строения Калбинского золоторудного района. Сб. Комплексное геолого-геофизическое изучение глубинного строения складчатых областей палеозойского возраста (тезисы докладов). Алма-Ата, КазИМС, 1977.

В.П.Кобзарь, Э.А. Токарский

ОПЫТ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ МЕДИ СПАССКОЙ  
МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОЙ ЗОНЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАТЕМАТИЧЕСКИХ  
МЕТОДОВ И ЭВМ<sup>х</sup>)

В процессе анализа геолого-геофизических материалов среднего масштаба в пределах Спасской металлогенической зоны была опробована методика прогнозирования с применением математических методов и ЭВМ. При этом использовались отдельные программы системы "Прогноз", разработанной в ОМП КазИМСа, и ряд программ трансформаций физических полей. В основу прогнозных построений с использованием системы "Прогноз" положен принцип распознавания образов.

Район Спасской металлогенической зоны слабо изучен грави- и электроразведочными объемами с одного масштаба, в связи с чем прогнозирование с использованием математических методов и ЭВМ выполнено лишь по данным магнитного поля. Благоприятными предпосылками при этом явились следующие положения: 1) магнитное поле четко картирует фациальный состав вулканогенных и осадочных образований, слагающих Спасскую зону; 2) с помощью магнитного поля уверенно трассируются тектонические нарушения.

Результаты прогнозирования представлены в виде карт изолиний

<sup>х</sup>) Работы проводились под руководством канд. г.-м. наук Р.Н.Кириллова.

близости к эталонному объекту. На основе карты изолиний выделаны области близости, превышающие пороговое значение. За величину порога принимается фоновый уровень близости к эталону в пределах участка.

Одной из интересных площадей для прогнозных построений является район месторождения Алтын-Тюбе и рудопроявления Хаджиконган. Участок находится на северном борту Карагандинского синклиория. Его северная часть, сложенная вулканогенными образ. занями нижнего и среднего девона и перекрывающими их породами нижнего карбона, представляет собой пологопадающую в южном направлении моноклираль, осложненную серией структур более высокого порядка. Южная часть участка, сложенная терригенными отложениями среднего-верхнего девона и терригенно-карбонатными образованиями верхнего карбона, смята в систему напряженных складок северо-восточного направления.

Месторождение Алтын-Тюбе расположено вблизи внутриформационного пологопадающего субширотного надвига с многочисленными зонами расланцевания и дробления. Аллохтоном служат известняки верхнего фанена, сменяющиеся на глубине 70-120 м автохтонно лежащими известняками нижнего карбона и порфиридами салкитауской свиты среднего девона. Рудная минерализация прожилково-вкрапленного типа, представленная пиритом, халькопиритом, борнитом и халькозином, развивается в зонах расланцевания и дробления в известняках и андезитовых порфиридах.

Рудопроявление Хаджиконган расположено в пределах Рахимжановской мульды в вулканогенных образованиях салкитауской свиты. Оно приурочено к штокообразному телу, разбитому на блоки многочисленными нарушениями, образующими зону дробления. В ее пределах брекчированные породы представлены обломками андезито-базальтовых порфиритов и их туфов, цементированных кварц-карбонатным материалом. По цементу и обломкам развита интенсивная минерализация, представленная малахитом и азуритом (зона окисления), халькозином, ковеллином и халькопиритом (зона вторичных сульфидов), халькопиритом, борнитом, в меньшей степени халькозином и ковеллином (зона первичных руд).

В качестве признаков, описывающих эталоны Алтын-Тюбе и Хаджиконган и объекты распознавания, были приняты следующие параметры магнитного поля:

- 1) среднее по окну  $3 \times 3$  точки исходных значений;
- 2) среднее по окнам  $3 \times 3$  и  $5 \times 5$  точек вертикальной производной;
- 3) среднее по окну  $5 \times 5$  точек поля, пересчитанного вниз на

100 и 200 м;

4) модальные значения горизонтального приращения поля, пересчитанного вверх на 100 и 200 м;

5) модальные значения горизонтального приращения поля, пересчитанного вниз на 100 и 200 м.

Для выбора наиболее информативного комплекса признаков значения близости рассчитывались как по полной системе, так и по различным сочетаниям признаков. Прогнозные построения делались по полной системе признаков.

В результате расчетов с эталонами Алтын-Тюбе и Хаджиконган в районе выделено II областей повышенной близости, которые объединяются в четыре перспективные зоны. Области повышенных значений близости к эталонам Алтын-Тюбе и Хаджиконган частично перекрываются, что свидетельствует о сходстве эталонов.

Все зоны располагаются в северной части участка. Первые две перспективные зоны тяготеют к эталонам Алтын-Тюбе и Хаджиконган, в их пределах располагается также ряд других рудопроявлений и точек минерализации. Две другие зоны приурочены к Ражимжановской мульде и восточному крылу Жуантобинской брахиантиклинали. Все зоны состоят из серий областей повышенной близости по отдельным эталонам. Обращает на себя внимание характерная форма отдельных перспективных областей, возможно, указывающая на направление рудоносных структур.

Таким образом, прогнозирование с использованием математических методов и ЭВМ на одном из участков Спасской металлогенической зоны позволило подтвердить перспективность принятой методики. Выделенные перспективные зоны в районе месторождения Алтын-Тюбе и рудопроявления Хаджиконган расположены в благоприятной геологической обстановке и могут быть рекомендованы для проведения дальнейших работ.

М.С. Рафаилович

#### О НЕКОТОРЫХ КАТЕГОРИЯХ ГЕОМИМИЧЕСКОЙ ЗОНАЛЬНОСТИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ИХ РОЛИ ПРИ ДЕТАЛЬНОМ ПРОГНОЗИРОВАНИИ

Совершенствование методологии зональности является одной из актуальных задач прикладной геохимии. Широкие возможности в решении этого вопроса открывает системно-структурный анализ. В свете системных идей теория зональности преломляется прежде всего в проблему экологии месторождений, т.е. в проблему взаимоотношений рудных объектов между собой и вмещающей средой.

Нами выделены три основные группы экологически сосуществующих

щих месторождения: 1) гомогенные системы рудных объектов; 2) гетерогенные системы месторождений; 3) совокупности объектов, характеризующихся конвергентным тождеством геохимических признаков.

Гомогенные системы  $S_I$ , или системы первого рода, состоят из множества однородных (изоморфных) объектов:

$$S_I = M_0 = M_1 = M_2 = \dots = M_n,$$

где  $S$  — система;  $M_0, M_1, M_2 \dots M_n$  — рудные месторождения.

Изоморфизм геохимических параметров является основанием отношения объектов  $S_I$  к так называемым "геохимическим фигурам подобия" [7]. Анализ систем первого рода позволяет проводить оценку уровня эрозионного среза объекта-прототипа на основании зональности объекта-эталона ("умозаключения по аналогии" [8]). Гомогенную систему образуют рудоносные струи Главной жилы одного из месторождений Заильского Алатау. Изоморфным свойством струй является приуроченность в них рудных столбов висмута и сурьмы к средним и верхним горизонтам [5]. Выявленную закономерность можно распространить на аналогичные объекты района.

Гетерогенные (полиморфные) системы рудных месторождений. Мы выделяем гетерогенные системы, адекватные ведущему объекту  $S_{II}$ , с мутационными отклонениями  $S_{III}$ , синтетические  $S_{IV}$  и комбинированные  $S_V, S_{VI}, S_{VII}$  и т.д. В данной статье остановимся на системах второго рода, являющихся основной структурной единицей всех полиморфных совокупностей. Системы  $S_{II}$  реализуются в рамках ведущего месторождения, т.е.

$$S = M_0 = \{m_0, m_1, m_2 \dots m_n\},$$

где  $M_0$  и  $m$  — соответственно ведущий и подчиненные ("недоразвитые") объекты (под ведущим объектом подразумевается месторождение, структура которого была благоприятна для оптимального развития изучаемых признаков; подчиненные объекты характеризуются либо "недоразвитостью" признаков, либо их отсутствием).

Полиморфизм месторождений систем  $S_{II}$  не исключает изоморфности между отдельными объектами, т.е. "полиморфизм изоморфичен" [9], вследствие чего в эти системы в качестве частного случая могут входить геохимические фигуры подобия. Одной из важных категорий систем  $S_{II}$  является симметрия подчиненных объектов определенным зонам (участкам) ведущего месторождения. Этот признак позволяет сформулировать основное правило рассматриваемых систем, аналогичное биогенетическому закону Геккеля — Мюллера: "Геохимическая изомеризация ведущего объекта системы (оттогеноз) есть краткое

повторение филогении геохимических изомеров подчиненных объектов". Под геохимическими изомерами нами понимаются ассоциации типоморфных элементов, характеризующиеся определенной структурой, под изомеризацией — переход во времени и пространстве одних изомеров в другие. В этом правиле, на наш взгляд, удачно сочетаются исторический (онто- и филогенез) и структурный (повторение) аспекты развития гидротермальных систем.

В зависимости от типа зональности ведущего объекта (за основу принята классификация В.А.Нарсеева [4]) мы выделяем три вида симметрии рудных месторождений по геохимическому признаку: полнодифференцированный, ступенчатодифференцированный и телескопированный.

Полнодифференцированный вид симметрии (ПВС) можно представить следующим образом. Пусть ведущий объект  $M_0$  характеризуется сменой в пространстве зон  $A_1, A_2, A_3 \dots A_n$ . ПВС реализуется в случае, если этим зонам симметричны соответственно подчиненные объекты  $m_1, m_2, m_3 \dots m_n$ . ПВС проявлен на месторождениях золота, меди и полиметаллов одного из рудных районов Румынии. По данным Г.Гушки и др. [1], в рудных жилах главного месторождения сверху вниз отмечаются три зоны: золото-серебряная, свинцово-цинковая и медная. Этим зонам симметричны пространственно разобщенные мелкие медные, полиметаллические и золото-кварцевые проявления, в которых зональность подобного типа отсутствует. Аналогичная симметрия установлена нами на одном из рудных полей Казахстана. По составу вмещающих пород рудные объекты подразделяются на находящиеся в гранитоидах девона ( $A_1, B_1, B_2, C$ ) и приуроченные к терригенно-осадочным отложениям ордовика ( $D, E, F, G$ ) и девона ( $H$ ). Ведущий объект системы — месторождение  $A$ . В его колонке вертикальной зональности выделяются пять зон ( $A_1, A_2, A_3, A_4$  и  $A_5$ ) со специфической структурой геохимических изомеров. Установлено, что изомер зоны  $A_1$  симметричен изомеру участка  $C$ , объекты  $B_1$  и  $B_2$  коррелируются с зонами  $A_2$  и  $A_5$ , а проявления терригенно-осадочной группы ( $D, E, F$  и  $G$ , с одной стороны, и  $H$  — с другой) адекватны соответственно зонам  $A_3$  и  $A_4$ . Приведенные примеры и анализ литературных данных свидетельствуют, что ПВС рудных объектов является одним из важных свойств систем  $S_n$ .

Ступенчатодифференцированный вид симметрии (СВС) реализуется при пульсационном поступлении растворов, когда руды подчиненных объектов  $m_1, m_2, m_3 \dots m_n$  сложены  $A_1, A_2, A_3 \dots A_n$  продуктивными ассоциациями, а на ведущем месторождении отмечается частичное наложение последних, обуславливающее моно- и полиритмовую

зональности типа  $A_1 + \{A_1, A_2\} + A_2 + \{A_2, A_3\} + \dots + \{A_{n-1}, A_n\} + A_n$ . СБС можно иллюстрировать на примере месторождений меди и олова Корнуэлла. Отложение основных минералов провинции — касситерита и халькопирита — происходило в разные стадии минерализации. При этом установлено [2] как пространственное разобщение медной и оловянной зон (рудник Тревезин), так и частичное наложение стадий с образованием промежуточной медь-оловянной полосы (Главная залежь рудника Долкос).

Телескопированный вид симметрии возникает при телескопировании минеральных ассоциаций в ведущем месторождении. Он соответствует слабо- и недифференцированному типам зональности, по В.А.Нарсееву [4]. Интеграция руд нескольких стадий определяет специфическую структуру геохимического изомера ведущего объекта, отличающуюся от таковой подчиненных месторождений. Таким образом, полиморфизм изомеров основных и "недоразвитых" объектов является главным геохимическим параметром, позволяющим расчленять систему на составные элементы.

В настоящей статье дана предварительная характеристика возможных типов симметрии геохимических изомеров рудных месторождений. Дальнейшая разработка этой проблемы будет способствовать как решению прикладных задач (оценка структур, уровня иерархии, величины эрозийного среза месторождений), так и углублению теорий зональности и симметрии в геологии.

Месторождения с конвергентным тождеством геохимических признаков. Устойчивые, отмечающиеся от одного месторождения к другому тождественные зональные свойства мы предлагаем называть стабильными конвергентными признаками зональности (СКПЗ). Приведем один пример СКПЗ. Нами [6] изучено распределение висмута в рудах четырех месторождений Южного Казахстана, локализованных в интрузивных породах. В таблице приведены данные о времени и глубинности формирования, типах оруденения, вмещающих породах и зональности висмута изученных месторождений.

Несмотря на своеобразие каждого из месторождений, висмут занимает устойчивое место в колонках зональности, отвечающее средним и верхним горизонтам оруденения. Высокое его положение в вертикальном интервале объясняется общей специфической особенностью месторождений — нахождением в интрузивной среде. По данным П.Ф.Иванкина [3], рудные очаги месторождений, формирующихся в магматитах, залегают на относительно небольшой глубине (рудные поля второго рода). Малые пути миграции гидротерм обуславливают слабое

Т а б л и ц а  
Характеристика рудных месторождений Южного Казахстана,  
локализованных в магматитах

Металлогеническая эпоха	Группа глубинности	Тип оруденения	Вмещающие породы	Положение висмута в кодонке зональности	Примеры месторождений
Герцинская	Близковерхностная	Жильный кварц-сидерит-турмалиновый полисульфидный	Адамеллиты, монцититы, амфиболиты	Средне-верхние горизонты	А
То же	Гипабиссальная	Зоны сульфидной минерализации	Плагиограниты, гранит-порфиры	Прифронтальная зона	В
Каледонская	То же	Кварцево-сульфидный штокверковый	Диориты, фельзит-порфиры	То же	С
То же	"	Кварцево-жильный полисульфидный	Гранодиориты, диориты	Средне-верхние горизонты	Д

фракционирование висмута в растворах, в результате чего элемент концентрируется во фронтальных и прифронтальных зонах. Таким образом, положение висмута в рядах зональности позволяет оценивать степень сохранности оруденения на месторождениях, локализованных в аналогичной среде.

В заключение подчеркнем, что анализ зональности целесообразнее проводить с учетом особенностей онто- и филогении рудных объектов. Основными категориями такого подхода являются, как отмечалось выше, фигуры подобия, симметрия и конвергентность свойств месторождения. Первые две категории характеризуют совокупности детерминированных объектов, третья — генетически разнородные месторождения. В статье они рассматривались с позиции геохимических особенностей месторождений. Следует ожидать, что эти категории присущи и другим зональным свойствам рудных объектов.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

И. Гушка Д., Манилич В., Степол В. Месторождение Байя-Сприе (район Байя-Маре). РЖ гео. II, ж. II6, 1964.

2. Дубровский В.Н., Кирай И.Н. Зональность оловорудных месторождений. В кн. "Зональность гидротермальных рудных месторождений", т. I. М., "Наука", 1974.

3. Иванкин П.Ф. Морфология глубоководных магматогенных рудных полей. Л., "Недра", 1970.

4. Иарсеев В.А. Эндогенная зональность золоторудных месторождений Казахстана. Алма-Ата, ОНТИ КазИИМСа, 1973.

5. Рафаилович М.С. Эндогенная геохимическая зональность одного из месторождений Заилийского Алатау. Сб. Материалы республиканской конференции молодых ученых. Алма-Ата, "Наука", 1976.

Рафаилович М.С., Калинин Н.Г. О роли висмута в золоторудных месторождениях Южного Казахстана, локализованных в интрузивных породах. Матер. совещ. молодых ученых по минералогии, геохимии и методам исследования минералов. Владивосток, 1976.

7. Сологов А.П., Досанова Б.А., Куршев П.А. Оценка прогнозных запасов металла по вторичным ореолам рассеяния месторождений. Сб. Методы количественного прогнозирования. Алма-Ата, ОНТИ КазИИМСа, 1975.

8. Уемов А.И. Истина и пути ее познания. М., Политиздат, 1973.

9. Урманцев Ю.А. Симметрия природы и природа симметрии. М., "Мысль", 1974.

Ю.Ю. Шевченко, В.П. Елдышев, Ю.А. Иванов

#### К ВОПРОСУ О МЕТОДИКЕ ИЗУЧЕНИЯ ГЛУБИННОГО СТРОЕНИЯ РУДНЫХ РАЙОНОВ КАЗАХСТАНА ПО ГЕОФИЗИЧЕСКИМ ДАННЫМ

В настоящее время существенно расширились методические возможности интерпретации геофизических аномалий за счет внедрения в практику комплексных программ обработки геофизических данных на ЭВМ.

В основу анализа геофизических полей нами были положены физические свойства горных пород: магнитные, скоростные и плотностные. Весь материал по физическим свойствам систематизирован на уровне геологических формаций, в итоге составлены плотностные модели разреза земной коры для нескольких рудных районов Казахстана. Общими в этих моделях являются плотностные границы, связанные с границами в верхней мантии, Мохоровичича и Конрада. Рельеф названных глубинных границ обуславливает региональную составляющую гравитационного поля. Аномалии более высоких порядков отражают структуры основания геосинклиналей, сложенные плотными породами, и интрузивные массивы разного состава.

Для изучения строения верхней части земной коры (до 8-10 км) необходимо исключить региональную составляющую гравитационного поля. Наиболее корректным способом такого исключения явилась бы геологическая редукция, т.е. решение прямой задачи и исключение аномальных эффектов, создаваемых глубинными границами. Однако главная трудность состоит в том, что наши знания о глубинных границах раздела очень схематичны.

По изложенным причинам для выделения составляющей гравитационного поля, характеризующей верхнюю часть разреза земной коры, нами использован метод разделения поля путем пересчетов его в верхнее полупространство (программа "Транс"). Выбор оптимальной высоты пересчета - наиболее сложная часть операции. Исходя из опыта работ, установлено, что гравитационное поле "очищается" от аномалий высоких порядков, вызываемых интрузиями гранитоидов, нижние кромки которых находятся на глубинах 8-10 км, начиная с высоты пересчета, равной 20 км.

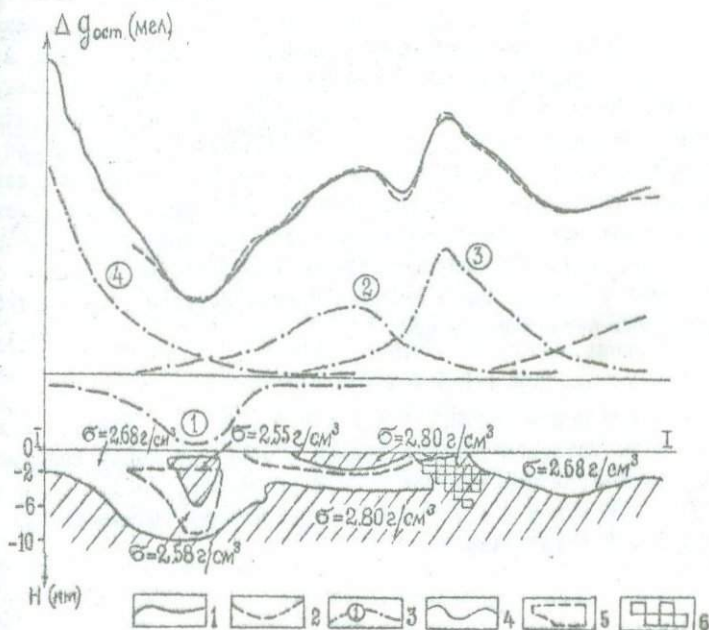
Количественная интерпретация аномалий силы тяжести осуществляется в два этапа. На первом производится решение обратных задач с использованием логарифмических палеток, номограмм, аналитических расчетов по общепринятой методике. Через каждую аномалию проводится несколько сечений (два, три и более), затем строятся графики  $\Delta g$  и  $V_{zz}$ , в случае необходимости учитывается фон. В подавляющем большинстве использовались логарифмические палетки А.А.Непомнящих [2] и номограммы Ю.И.Кузьмина [1]. Далее на исследуемой площади намечается ряд равномерно расположенных интерпретационных профилей, ориентированных вкрест простирания геологических структур. На основании анализа графиков гравитационного и магнитного полей по этим профилям составляются предварительные геологические разрезы на формационной основе, которые затем уточняются методом подбора по палеткам К.Ф.Тяпина.

Полученные таким образом данные по отдельным разрезам обычно не увязаны между собой и не учитывают взаимное влияние гравитирующих объектов. Поэтому вторым этапом является уточнение и увязка всех полученных результатов по указанной выше системе с помощью решения прямой задачи по программе Г.Г.Кравцова.

Подбор моделей разреза осуществляется путем нескольких итераций в виде диалога "человек - машина". При этом задаются реальные пределы изменения плотности элементов разреза и в этих пределах автоматически подбирается оптимальная плотность. По уточненным таким путем геолого-геофизическим разрезам отстраиваются схема-

тические карты глубинных структур земной коры (в изолиниях равных глубин до поверхности гравитирующих объектов).

Признавая недостаточную корректность разделения полей путем трансформаций, по Калбинскому рудному району была опробована методика "выметания и разметания источников" А.А.Непомнящих. Профиль I-I ориентирован вкрест простирания линейных структур Чарского антиклинория и пересекает Сорокинскую интрузию биотитовых гранитов, тела гипербазитов, известняково-кремнисто-диабазов. и комплекс (рис.).



Р и с. Геолого-геофизический разрез по профилю I-I:

1 - кривая остаточного поля  $\Delta g$ ; 2 - рассчитанное поле  $\Delta g$  по программе Г.Г.Кравцова; 3 - составляющие исходного поля, полученные по методике А.А.Непомнящих; 4 - основные гравитирующие границы, положение которых в разрезе установлено методом подбора по программе Г.Г.Кравцова; 5 - гравитационные объекты, подобранные палетками К.Ф.Тяпкина; 6 - сечения эффективных областей объектов, рассчитанные по программе "Комби-2"

С помощью программы "Приз-2М" кривая  $\Delta g$  была разделена на четыре аномальные составляющие. Аномалии 1 и 2, отражающие соот-

ветственно гранитный массив и выходящие на эрозионный срез в зоне надвига отложения известняково-кремнисто-диабазовой формации, были проинтерпретированы методом подбора по палеткам К.Ф.Тяпкина. Аномалия 3, вызванная гипербазитами и близкая к двухмерной, была проинтерпретирована по программе "Комби-2".

Как видно из рисунка, результаты расчетов по аномалиям 2 и 3 удовлетворительно совпадают с моделью разреза, построенной с помощью программы Г.Г.Кравцова. Несколько различные результаты по аномалии 1 можно объяснить тем, что она отражает явно трехмерный объект, непригодный для применения методики А.А.Непомнящих; кроме того, профиль пересекает только крайнюю часть интрузии.

Таким образом, в результате применения изложенной комплексной методики площадной интерпретации геофизических полей с целью изучения строения верхних горизонтов земной коры были получены новые сведения о поведении глубинных рудоконтролирующих структур, что позволило более направленно наметить перспективные площади для дальнейшего детального опробования. Применение в общем комплексе интерпретации методики "выметания и разметания источников", осуществляющей более корректное разделение потенциальных полей, позволяет получать более достоверные строгие количественные данные о гравитирующих объектах как в верхних частях разреза, так в глубинных, создающих региональный фон.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А .

1. Кузьмин Ю.И., Гольдшmidt В.И., Андреев А.П. Методика решения прямой и обратной задач гравиразведки для некоторых простых тел, вып.2. Алма-Ата, 1965.

2. Непомнящих А.А. Интерпретация геофизических аномалий. М., "Недра", 1964.

Э.Х. Азимова

ПРИМЕНЕНИЕ ЭКСТРАКЦИОННОГО КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ ПРИ  
АТОМНО-АБСОРБЦИОННОМ ОПРЕДЕЛЕНИИ ЗОЛОТА И СЕРЕБРА

(Обзор)

Вследствие относительно низкого содержания благородных металлов в минеральном сырье применение прямого атомно-абсорбционного определения этих элементов из продуктов их разложения во многих случаях является недостаточно эффективным. Поэтому в практике атомно-абсорбционного определения золота и серебра часто возникает необходимость предварительного их концентрирования [1]. Обычно анализ на содержание золота и серебра проводится из представительных навесок (5-10 г). Исходя из того, что золото встречается в природе чаще всего в соединениях с серой, то перед разложением пробу обжигают при температуре 650-700°C в течение 2-3 ч [2].

Учитывая, что при атомно-абсорбционном определении золота и серебра используют главным образом кислотное разложение проб, в данном обзоре сделана попытка обобщить имеющиеся сведения о применении различных органических растворителей для экстракционного извлечения указанных элементов из кислотных растворов.

Представляется интересным использование в качестве органического экстрагента золота и серебра трифенилфосфина (ТФФ) в бензоле, так как электронное строение этих элементов позволяет предположить, что эффективными экстрагентами могут быть реагенты с вакантными орбиталями, которые играют роль как доноров, так и акцепторов электронов [3,4]. Чтобы предотвратить совместное выделение золота и серебра ТФФ-ном необходимо проводить экстракцию в различных интервалах кислотности экстрагируемого раствора, поскольку известно, что с повышением кислотности степень извлечения серебра резко падает. Экспериментально показано, что оптимальной средой для экстракции золота является 3-4 М раствор соляной кислоты, а для экстракции серебра - 0,1-1 М ее раствор. Однако, обладая высокой эффективностью, ТФФ характеризуется, как правило, низкой избирательностью, что объясняется, по-видимому, его легкой окисляемостью до соответствующей фосфинокиси, экстрагирующей большое число металлов.

В работах [5-8] показана возможность экстракции серебра дифенилтиомочевинной (ДФТМ). Концентрирование проводилось из 1-3 н растворов соляной кислоты при использовании в качестве органических

разбавителей различных спиртов, кетонов и углеводов. Наибольшая степень извлечения серебра (90-99%) получена с применением ДФТМ 0,04-0,05 М концентрации в сочетании с метилизобутилкетон, бутилацетатом и бутиловым эфиром. Но при использовании указанных экстрагентов одной из основных трудностей является устранение влияния меди, снижающей поглощение серебра.

Широко применяемый при экстракции золота и серебра триалкилбензиламмонийхлорид (ТАБАХ) [9] даже при низкой кислотности растворов неселективен (0,1-0,25 М), что требует предварительного отделения железа и других компонентов путем многократной промывки экстракта. В то же время ТАБАХ и ТФФ мало пригодны для экстракции серебра из азотнокислых сред.

В целях достижения более эффективного и избирательного концентрирования золота и серебра при определении их в горных породах в качестве экстрагентов были использованы органические сульфоксиды и сульфиды, в частности диалкилсульфиды и сульфиды нефти [10-15]. Применение последних в качестве экстрагентов основывалось на способности сульфидов нефти (СН) образовывать координационные соединения с солями серебра и золота. Реакционная способность органических сульфидов как экстрагентов обусловлена способностью атома серы выступать в роли донора электронов при образовании координационной связи с экстрагируемым металлом, т.е. сульфиды ведут себя как типичные координационные экстрагенты. Существенное влияние на экстракцию серебра диалкилсульфидами оказывает природа растворителя (разбавителя), в качестве которого использованы хлороформ, бензол и толуол. Эффективность извлечения серебра растворами различных сульфидов в одном и том же разбавителе зависит от прочности  $\sigma$ -связи  $AgS$ , которая, в свою очередь, находится в зависимости от электронной плотности на атоме серы.

Для селективного отделения золота использована экстракция его раствором ди-н-бутилсульфида в бензоле [15]. Способ позволил определить пробы с содержанием золота больше 0,01 г/т.

Интересны исследования в области применения анионитов для концентрирования серебра [16]. Растворы, содержащие элемент, пропускали через колонку с анионитом АВ-17, который далее последовательно промывали 1 н соляной кислотой и аммиаком. В результате в аммиачный раствор переходило до 95% исходного количества серебра.

Одними из наиболее распространенных видов концентрирования золота из хлоридных растворов являются экстракции его изоамидовым спиртом [17-20] в виде хлораурата, простыми и сложными эфирами [21], метилизобутилкетон [22] и другими органическими экстрагентами [23]. В результате исследования поведения золота при экстрак-

ции было замечено, что с ростом концентрации соляной кислоты степень извлечения золота растет, достигает максимального значения, а затем незначительно убывает. При этом необходимо учесть и тот факт, что степень извлечения зависит и от концентрации золота. Соотношение органической и водной фаз во многих случаях равно 1:10.

Авторами работы [24] установлена последовательность в экстракционной способности различных органических реагентов в отношении золота. В частности, наиболее полно извлекают его кетоны (метил-изобутилкетон), несколько хуже — этилацетат, затем изоамиловый спирт и далее следуют простые и сложные эфиры. Метилизобутилкетон, изоамиловый спирт, этилацетат и трибутилфосфат способны извлекать золото в широком диапазоне концентраций кислоты. При использовании этилацетата [24] полное извлечение возможно в результате подбора подходящих условий экстракции, особенно кислотности среды, или за счет неоднократного повторения экстракции. Равновесие экстракции обычно устанавливается быстро [23, 25], поэтому продолжительность контакта фаз при экстракции выбирается 2–3 минуты.

Кроме названных органических реагентов, в литературе имеются сведения об использовании для концентрирования серебра трибутилфосфата и циклогексанона [26–29]. Коэффициенты распределения для серебра относительно невелики и, как указывалось выше, с ростом кислотности раствора экстракция уменьшается. Изучение механизма экстракции серебра из хлоридных растворов показало, что серебро выделяется в виде соединения:  $\text{AgCl}_2 \cdot 3 \text{ТФФ} \cdot \text{H}_2\text{O}$ .

Уменьшение степени извлечения серебра с увеличением кислотности среды связано, по-видимому, с тем, что образующиеся при повышении концентрации хлорид-ионов многозарядные хлоридные комплексы ( $\text{AgCl}_3^-$  и  $\text{AgCl}_4^{2-}$ ) экстрагируются хуже однозарядного  $\text{AgCl}_2^-$  [23].

Механизм экстракции золота и серебра освещен в ряде работ. Так, авторами работы [3] показано, что экстрагируемые комплексы этих элементов представляют собой координационно-сольватированные соединения  $\text{MCl} \cdot \text{ТФФ}$ , которые можно рассматривать как донорно-акцепторные комплексы, образованные молекулой нейтрального галоида с молекулой экстрагента. Устойчивость этих соединений зависит от прочности связи М-Г.

При изучении экстрактов, полученных при извлечении золота растворами ТФФ в ксилоле, хлороформе и изооктане, было установлено [30], что отношение  $\text{H} : \text{Au} : \text{Cl}$  в них близко к 1:1:4, откуда был сделан вывод, что извлекается  $\text{HAuCl}_4$ , что согласуется с результатами других исследований [31]. Предполагается, что диалкилсульфиды извлекают не кислоту, а нейтральный хлорид [32]. Золото образует очень устойчивые хлоридные комплексы, из которых предельным является плоский квадратный комплекс  $\text{AuCl}_4^-$ , и уже при незначи-

льных концентрациях соляной кислоты этот комплекс должен быть практически единственной формой существования золота в водных растворах. Намного бóльшая устойчивость комплекса  $AuCl_4^-$  по сравнению с устойчивостью хлоридных комплексов других металлов обуславливает избирательность извлечения золота, особенно при низких концентрациях соляной кислоты, а большие размеры и малый заряд этого комплекса — полноту извлечения [33].

Таким образом, высокая полнота, избирательность извлечения золота и серебра из растворов, сравнительная простота анализа объясняет широкое использование экстракционного концентрирования в атомно-абсорбционном определении данных элементов в рудах, горных породах и продуктах их обогащения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Лернер Л.А., Русанов А.А., Недлер В.В. Ж. аналит. химии, 9, 1697 (1971).
2. Фишкова Н.А. Ж. аналит. химии, 9, 1776 (1977).
3. Серебряный Б.Л., Фишкова Н.А., Петрухин О.М., Раковский Э.Е. Ж. аналит. химии, 12, 2333 (1973).
4. Фишкова Н.Л., Петрухин О.М. Ж. аналит. химии, 4, 645 (1973).
5. Бажов А.С., Соколова Е.С. Ж. аналит. химии, 1, 65 (1977).
6. Шабурова В.П., Юделевич И.Р., Серякова И.В., Золотов Ю.А. Ж. аналит. химии, 2, 255 (1976).
7. Валл Г.А., Усольцева М.В., Юделевич И.Г., Серебрякова И.В., Золотов Ю.А. Ж. аналит. химии, 1, 27 (1976).
8. Воробьева Г.А., Золотов Ю.А. Ж. аналит. химии, 29, 497 (1974).
9. Хлебникова А.А., Торгов В.Г. Ж. аналит. химии, 6, 1090 (1976).
10. Торгов В.Г., Хлебникова А.А. Ж. аналит. химии, 5, 960 (1977).
11. Николаев А.В., Торгов В.Г., Гильберт Э.Н., Михайлов В.А., Пронин В.А., Стадникова Л.Г. Изв. СО АН СССР, 14, 121 (1967).
12. Торгов В.Г., Шацкая С.С., Михайлов А.Е., Губенко Л.Е., Андриевский В.Н. Изв. СО

АН СССР, сер. хим., 3, 70 (1973).

13. Долежал Я., Повондра П., Шульцек З.  
Методы разложения горных пород и минералов. М., "Мир", 1968.

14. Торгов В.Г., Михайлов В.А., Бондаренко М.Ф., Паис М.А., Насонова Л.И. Изв. СО АН СССР, сер. хим., 3, 79 (1973).

15. Галанова А.П., Кудрявина А.К., Пронин В.А., Юделевич И.Г., Валл Г..., Гилберт Б.Н. Изв. СО АН СССР, сер. хим., 3, 91 (1973).

16. Брицке М.Э., Иоффе В.П. Савельев А.Н. Зав.лаб., 12, 1456 (1972).

17. Фишкова Н.Л., Крылов Ю.А. Цветметинформация, 94 (1969).

18. Креймер С.Е., Рахлина М.Л., Домехов А.С. Зав.лаб., 8, 947 (1973).

19. Богословская М.Н., Биргер Г.И., Сатарина Г.И., Громова Т.И., Брук Б.С. Зав.лаб., 6, 683 (1975).

20. Фишкова Н.Л., Фалькова О.В. Тр. ЦНИГРИ, 97, 144 (1971).

21. Goto H., Suzuki S., Saito M., Kashimoto M. Pure Chem. Sec., 85, 75 (1964).

22. Strelow F.W.E., Feagt E.C., Matthews P.U. Et. ab. Analyt. Chem., 38, 125 (1966).

23. Золотов Ю.А., Иофа Б.З., Чучалин Л.К. экстракция галогенидных комплексов металлов. "Наука", 1973.

24. Тараян В.М., Арстамян Ж.М., Макаелян Д.А. Зав.лаб., 34, 1281 (1968).

25. Золотов Ю.А., Кузьмин Н.М. Экстракционное концентрирование. М., "Лимия", 1971.

26. Левин В.И., Козлова М.Д., Калинин А.Б. Радиохимия, 7, 673 (1965).

27. Козлова М.Д., Левин В.И. Радиохимия, 7, 430 (1965).

28. Левин В.И., Козлова М.Д. Радиохимия, 7, 437 (1965).

29. Козлова М.Д., Левин В.И. Радиохимия, 7, 534 (1965).

30. Tosher M.F., Whitney D.S., Diamond R.M. J. Phys. Chem., 68, 368 (1964).

31. Law S.L., Green T.F. Analyt. Chem., 41, 1000 (1969).

32. В а л л Г.А. Химико-спектральный анализ золота и серебра высокой чистоты и экстракционное атомно-абсорбционное определение следов золота и серебра. Автореф. докт. дисс. Иркутск, 1975 .

33. J o r d a n o v N., H a v e s o v I. Analyt. Chem., 244, 176 (1969).

Б.М.Ахметов

#### ПРИМЕНЕНИЕ КАМЕРНОГО ЭЛЕКТРОДА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СЕЛЕНА И ТЕЛЛУРА В АТОМНО-АБСОРБЦИОННОМ АНАЛИЗЕ

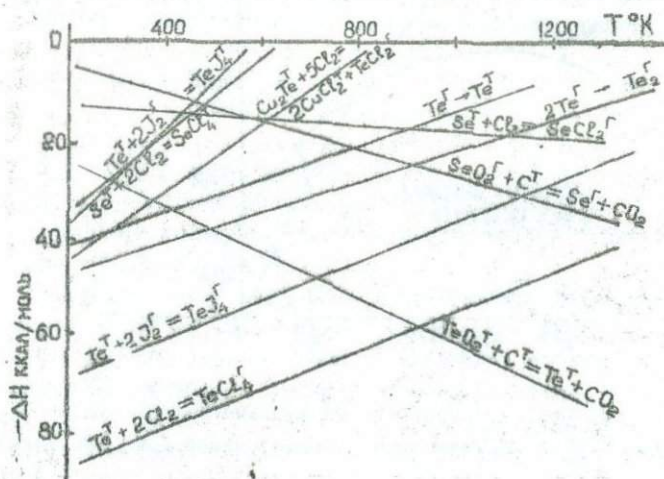
Большое значение для геологии имеет разработка эффективного способа определения таких редких элементов, как селен и теллур. Интерес вызывает парагенезис селена с ураном и ванадием в осадочных породах, а также геохимическая ассоциация селен - уран - медь - кобальт [9, 10]. Кларковые содержания селена  $5 \cdot 10^{-6}$  [7] и теллура  $1 \cdot 10^{-7}$  [17] весьма низкие, но аналитические методы их определения в условиях производственных лабораторий дают чувствительность порядка  $10^{-4}\%$ , далекую от кларковых содержаний. Разработка эффективного способа определения этих элементов в широком интервале концентрации - весьма актуальная задача аналитической службы. Одним из наиболее прогрессивных способов в атомно-абсорбционном анализе является применение комбинированных атомизаторов типа "капсула-пламя". Для широкого круга легко- и среднелетучих элементов чувствительность определения достигает  $10^{-5}$  -  $10^{-7}\%$ . Указанные выше атомизаторы позволяют применять большие навески пробы и существенно уменьшать неселективные помехи, влияние которых на результаты прямого анализа порошковых проб обычно велико [10-16]. В процессе нашего исследования было использовано пламя природного газа.

Схема для исследования включает призмный кварцевый монохроматор (ЗМР-3), фотумножитель (ФЭУ-39), блок питания, усилитель постоянного тока (СП-1М), источник монохроматического излучения (лампы БВ4), изготовленные в спектральной лаборатории КазНИИСа [2], понижающий трансформатор [18], электронный потенциометр (ЭПП-09М) и цилиндрическая горелка.

Анализ физических и химических свойств селена и теллура показывает, что для отгонки наиболее предпочтительны галогениды. Температура испарения и диссоциации соединений и минералов, в которые входят селен и теллур, в основном более  $1000^{\circ}\text{K}$ , а нередко

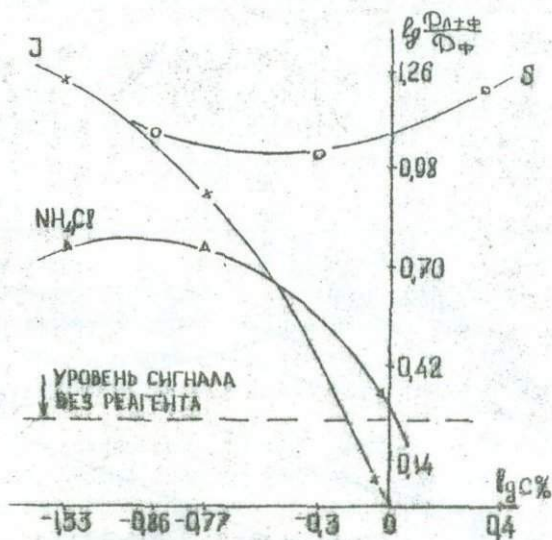
значительно выше, поэтому необходимо использование химических реагентов для селективного испарения этих элементов при более низких температурах. С целью выяснения возможности протекания в электродах химических реакций использовали уравнение Гиббса - Гельмгольца для расчета термодинамической вероятности химического взаимодействия. Направление химической реакции определяли по правилу Доджа. Возможные изменения агрегатного состояния исследуемых соединений, вызванные нагреванием пробы, учитывали введением дополнительных поправок на реакции фазовых превращений [11]. Для вычисления теплот плавления и испарения использовали формулы:  $\Delta\lambda_{пл} = 6 \cdot T_{пл}$  (кал/моль),  $\Delta\lambda_{кип} = 21,3 \cdot T_{кип}$  (кал/моль) [3], а для определения температуры кипения - приближенную формулу:  $T_{кип} = T_{пл} / 0,72$  [6]. При выборе оптимального реагента учитывали константу равновесия химической реакции. Расчет возможности ее протекания и анализ литературных данных (рис.1) показал, что летучие соединения селена могут образовываться с хлором и серой, при этом температура испарения их должна понижаться до 500-700°K [5, 9]. Экспериментальные данные ряда авторов при использовании этих элементов в качестве носителей подтверждают наши термодинамические расчеты [1, 8, 13].

Добавка различных реагентов показывает, что наиболее эффективную отгонку теллура при температурах ниже 1000°K обеспечивают хлор и иод. При этом хлор интенсивно вступает в химическую реакцию с образованием летучих хлоридов теллура [5, 21].



Р и с. 1. Зависимость энтальпии образования различных химических соединений от температуры

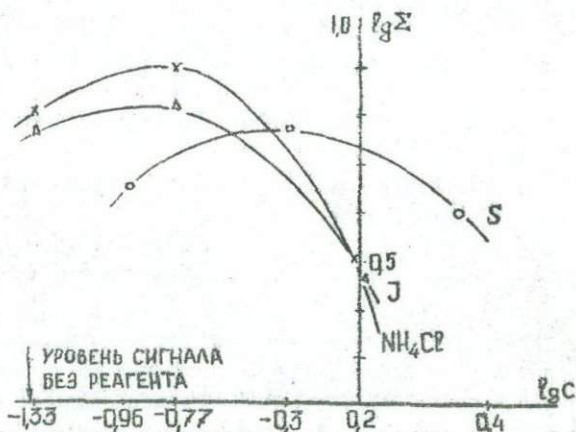
Известно, что иодиды теллура могут образовываться при невысоких температурах и интенсивно испаряться [19,21]. Возможные соединения теллура с серой являются неустойчивыми даже при нормальных температурах [21]. Однако различные исследователи отмечают влияние серы на аналитический сигнал теллура [8,18]. Мы провели эксперименты по выяснению влияния указанных выше реагентов на селективность испарения селена и теллура из камерного электрода. В качестве стандартного образца использовали сульфидную руду (ширит РУС-4). Получено, что на отгонку селена наибольшее влияние оказывает введение серы. Процесс его испарения носит равномерный характер, без резких выбросов основы. При этом концентрация серы не критична. Примеси иода и хлора в пробе приводят к значительному росту флуктуации сигнала и фона, а также к выбросу основы пробы. Вероятно, это связано с высокими парциальными давлением галогенов. Добавление серы дает 3-4-кратное увеличение полезного сигнала (рис.2).



Р и с. 2. Влияние концентрации вводимого реагента на величину аналитического сигнала селена ( $\lambda = 196,1 \text{ нм}$ )

Исследование влияния галогенов на изменение аналитического сигнала теллура показало, что наилучший эффект получается при вве-

дении серы и иода. Добавление серы приводит к стабилизации процесса испарения и усилению сигнала при меньших температурах. Кроме того, требования к точности дозировки серы при введении ее в пробу менее критичны, чем для иода или хлора. Обнадеживающие результаты получены также при добавлении к пробам иода. Сера и иод приводят к усилению полезного сигнала теллура примерно в 3-5 раз (рис. 3).



Р и с. 3. Влияние концентрации вводимого реагента на величину аналитического сигнала теллура ( $\lambda = 214,3$  нм)

Термическое отделение селена и теллура от основы может значительно повысить чувствительность их атомно-абсорбционного определения.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Альтшуллер О.В., Звиаддзе Г.Н., Чижиков Д.М. *Ж. неорг. химии*, 2, вып. 7, 1581 (1957).
2. Бажов А.С., Жеребенко А.В. *Ж. прикл. спектроскопии*, 24, вып. 3, 397 (1976).
3. Барон Н.М. и др. *Краткий справочник физико-химических величин*. Л., "химия", 1977.
4. Букетов Е.А. *Химия и технология селена, теллура и редких щелочных металлов*. Тр. Хим.-металлург. ин-та, т.9. Караганда, 1969.
5. Бэгниалл К. *Химия селена, теллура и полония*. М., 1971.
6. Викторов М.М. *Методы вычисления физико-химических величин и прикладные расчеты*. Л., "химия", 1977.
7. Виноградов А.П. *Геохимия редких и рассеянных элементов в почвах*. М., Изд. АН СССР, 1957.

8. Захария Н.Ф., Турулина О.П., Карпенко Л.И., Волощенко И.А. Зав. лаб., 29, 683 (1963).
9. Исакова Р.И., Резников А.А., Спивак М.М. Рафинирование селена. Алма-Ата, "Наука", 1975.
10. Кацков Д.А., Кругликова Л.П., Львов Б.В. Ж. аналит. химии, 30, 2, 238 (1975).
11. Крестовников А.Н., Владимиров Л.В. Справочник по расчетам металлургических реакций. ГИТИЛ, Черцветмет, М., 1963.
12. Кудрявцев А.А. Химия и технология селена и теллура. М., "Высшая школа", 1961.
13. Лапина Л.М., Илларионов В.В. Ж. неорг. химии, 3, вып. 5, 1210 (1958).
14. Назаренко Л.И., Ермаков А.Н. Аналитическая химия элементов. Селен и Теллур. М., "Наука", 1971.
15. Наумов Г.Б., Риженко Б.Н., Ходаковскии И.Л. Справочник термодинамических величин. М., 1971.
16. Разумов В.А. Доклады и сообщения по кормопроизводству. Сб. научных работ ВНИИХ им. В.Р.Вильямса, вып. 6. М., 1973.
17. Сиднеева Н.Д., Курбанова Н.В. Докл. АН СССР, 120, 358 (1958).
18. Сергеев Е.А. и др. Зав. лаб., 25, 12, 1455 (1959).
19. Фришберг А.А., Недлер В.В. Сб. Исследования по экспериментальной и теоретической физике. М., Изд. АН СССР, 1959.
20. Чижиков Д.М., Счастливыи В.П. Селен и селениды. М., "Наука", 1964.
21. Чижиков Д.М., Счастливыи В.П. Теллур и теллуриды. М., "Наука", 1966.

С.Д. Ахметова

#### О РЕАКЦИИ КАДМИЯ С I, IO-ФЕНАНТРОЛИНОМ И ФЕНИЛФЛУОРОНОМ

По аналогии с экстрагируемыми смешаннолигандными соединениями металлов с I, IO-фенантролином и анионами галогенопроизводных флуоресцеина [1,2] нами исследована экстракционно-фотометрическая реакция фенантролината кадмия с фенилфлуороном. Для выяснения условий комплексобразования изучено влияние кислотности водной фазы на развитие окраски и извлечение кадмия в органическую фазу, сняты спектры поглощения этих растворов и установлены пределы содержания кадмия, доступные фотометрированию. Спектры поглощения регистрировали на спектрофотометре СФ-10, оптическую плотность измеряли

на приборе СФ-16, кислотность растворов контролировали на рН-метре рН-340.

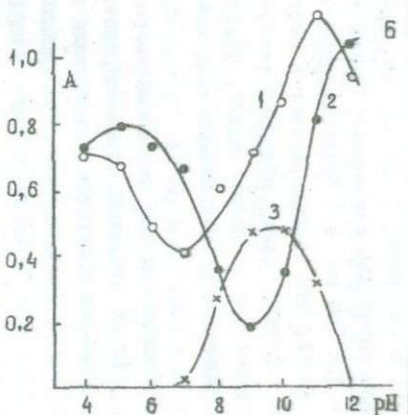
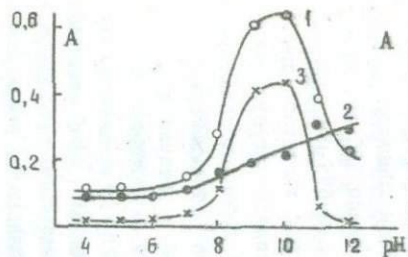
**Х о д и с с л е д о в а н и я.** К растворам прибавляли 1 мл 0,2%-ного раствора 1,10-фенантролина, 0,2 мл 0,1%-ного фенилфлуорона и для создания заданного рН добавляли 10 мл ацетатно-аммиачного буферного раствора или едкого натра. Предварительные опыты показали, что в кислой среде (до рН 4) фенилфлуорон выпадает в осадок, поэтому влияние кислотности раствора на изменение оптической плотности изучали в интервале рН 4-12.

В качестве экстрагентов испытывали гентан, бензол, четыреххлористый углерод, хлороформ, диэтиловый эфир, ацетальдегид, бутилацетат и бутанол. Бензол и четыреххлористый углерод не извлекают ни реагент, ни его комплекс с кадмием; гентан, хлороформ, диэтиловый эфир и ацетальдегид на границе раздела фаз вызывают образование пленки, окрашенной в малиновый цвет, которая не растворяется при добавлении ацетона. Только бутанол экстрагирует тройной комплекс кадмия, при этом сам реагент также переходит в экстракт, но его окраска отличается по цвету от экстракта комплекса. Поэтому в дальнейшем в качестве экстрагента использовали бутанол.

**Р е з у л ь т а т ы и с с л е д о в а н и я.** Влияние кислотности среды на развитие окраски растворов самих реагентов и с добавлением в них кадмия представлены на рис.1, из которого видно, что максимальное развитие окраски как в водном, так и в органическом слое происходит при рН 9-10. Спектры поглощения (рис.2) показывают, что максимум поглощения реагентов в водном растворе находится при 510 нм, в экстракте - при 525 нм. Тройной комплекс кадмия в водной фазе имеет два максимума: первый - около 550 нм, второй (объёмный) - при 580 нм, а в бутаноле один - при 555 нм.

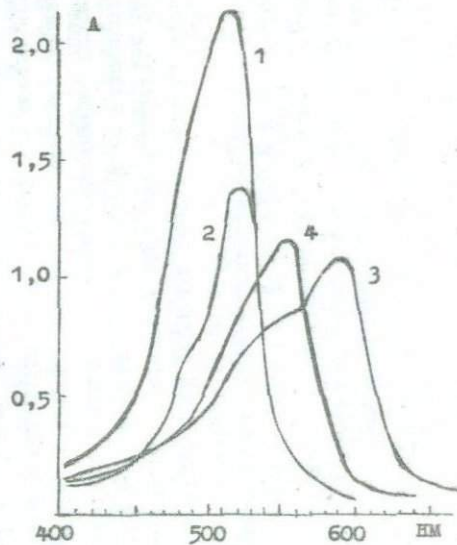
Следует отметить, что водный раствор и экстракт холостого опыта (фенантролин и фенилфлуорон) обладают желто-зеленой флуоресценцией, которая гаснет при введении кадмия, однако пропорциональности между его содержанием и уменьшением свечения не наблюдается.

Градуировочный график (при рН 9), построенный по результатам спектрофотометрирования при 560 нм, прямолинеен в интервале 2-50 мкг кадмия в 10 мл бутанола. Таким образом, по чувствительности эта реакция близка к методам определения кадмия [3] с кислородными оранжевыми (2-20 мкг/10 мл), пиридилазонафтолом (1-6 мкг/10 мл) и хромпиразолом П (2-15 мкг/10 мл) и на полпорядка превосходит реакцию с бромпирагаллоловым красным (10-120 мкг/10 мл); интервал содержаний кадмия, доступных фотометрированию с фенилфлуороном, в 2-4 раза шире перечисленных реагентов. К сожалению, многие элементы реагируют в условиях определения кадмия и требуют предварительного отделения.



Р и с. 1. Влияние кислотности водной фазы на интенсивность окраски комплекса (1) и холостого опыта (2) и их разность (3):

А - водная фаза, Б - экстракт



Р и с. 2. Спектры поглощения холостого опыта (1 и 2) и комплекса (3 и 4) в водном растворе (1 и 3) и бутаноле (2 и 4)

## ЛИТЕРАТУРА

1. Назаренко В.А., Антонович В.П. Триокси-флуороны. М., "Наука", 1976.
2. Столяров К.П., Фирюлина В.В. Атомно-абсорбционный анализ промышленных материалов и сырья. Изд-во общества "Знание" РСФСР, Московский Дом научно-техн. пропаганды им. Ф.Э.Дзержинского. М., 1976.
3. Щербов Д.П., Матвеец М.А. Аналитическая химия кадмия. М., "Наука", 1973.

А.И. Зайцев, Е.Р. Степанов

### ТЕРМОЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ В ОКОЛУРУДНЫХ КАРБОНАТНЫХ ПОРОДАХ

Особенности термолюминесценции в околорудных породах изучались на месторождении Сардана (Восточная Якутия), расположенном в Кыллахской зоне Кжно-Верхоянского мегантиклинория среди карбонатных пород юдомской свиты венда. Породы представлены доломитами, известняками и различными их генетическими разновидностями, в которых размещаются лентообразные рудные тела. Изучалось рудное тело № 2, представленное сфалеритом, галенитом, доломитом и кальцитом, реже кварцем и арсенипиритом.

С целью выявления ореола термолюминесценции (ТЛ) вокруг рудных тел было отобрано и исследовано 272 пробы пород и минералов из II-ти канав и 3-х скважин. Основными параметрами ТЛ пород и минералов являются светосумма и интенсивность максимума, отвечающие интенсивности свечения образца при нагревании, а также температура максимума, характеризующая локальные уровни дефекто-, с которых происходит высвечивание электронов. Характеристикой ТЛ образца является также форма ее кривой.

Породы имеют кривые ТЛ с двумя максимумами - 240-270 и 320-360°C. В некоторых образцах известняка появляется третий максимум - 390-420°C. Величина светосуммы карбонатных пород колеблется в интервале 60-6540, а интенсивность максимумов - от 5 до 1300 усл. ед. Максимальную интенсивность свечения имеют известняки, а минимальную - доломиты и битуминозные доломиты. Известняки отличаются от доломитов как интенсивностью свечения, так и отношением интенсивности низкотемпературного максимума к высокотемпературному ( $J_1 : J_2$ ), которое для известняков в среднем равно ~2, а для

доломитов  $\sim I$ . Для разновидностей доломитов интенсивности низко- и высокотемпературного максимумов равны или несколько выше среднего показателя для доломитов. Различаются эти разности лишь интенсивностью свечения.

К минералогическим факторам, влияющим на интенсивность ТЛ, следует отнести наличие в карбонатных породах терригенного компонента, кремней и вкрапленности рудных минералов, увеличение количества которых снижает интенсивность ТЛ пород. Кроме того, интенсивность свечения известняков уменьшается с повышением степени их доломитизации, а "сахаровидного" доломита — с увеличением в нем количества позднего крупнозернистого доломита. Однако главным фактором, обуславливающим значительную дисперсию интенсивности ТЛ, является влияние рудного процесса. По мере приближения к рудному телу отмечается резкое уменьшение светосуммы, интенсивностей максимумов ТЛ и отношения  $J_1 : J_2$  в карбонатных породах независимо от их типа.

Полученные нами данные свидетельствуют о наличии термолуминесцентных ореолов вокруг рудных тел месторождения Сардана и позволяют рекомендовать метод ТЛ для обнаружения слепых рудных тел сарданинского типа, локализуемых в карбонатных породах. Особенно важным представляется применение этого метода при разведке месторождения скважинами.

И.П. Белобров, Л.С. Левенберг

#### ПРИМЕНЕНИЕ СПЕКТРАЛЬНОГО МЕТОДА ПРИ АНАЛИЗЕ ИЗОТОПНОГО СОСТАВА ЭЛЕМЕНТОВ В МИНЕРАЛЬНОМ СЫРЬЕ

Оптическая масс-спектрометрия, как было предложено называть эти методы, отличающаяся простотой, экспрессностью и малой стоимостью аппаратуры, дает большие возможности для качественного определения и количественной оценки содержания стабильных изотопов. Но несмотря на это, перспективы применения спектрального метода для изотопного анализа природных образцов довольно неопределенны, поскольку такие возможности весьма мало изучены. Основная трудность практического применения этого метода заключается в отсутствии конкретных схем анализа.

#### Применение спектрального метода к анализу изотопов в природных образцах

В настоящее время имеется техническая база и показана принципиальная возможность количественного изотопного анализа по атомным

и молекулярным спектрам для H, He, Sr, В, Pb, Hg, Os, Mg, TI, Zn, Cu, Cd и др. Не существует принципиальных ограничений для распространения спектрального метода на определение изотопного состава и других элементов. Известны работы по применению этого метода к определению изотопов в природных объектах.

Большой интерес представляют работы Э.Е.Файна с сотрудниками по анализу изотопного состава осмия, выделенного из ренийсодержащих руд. Ими детально разработана методика и приведены определения отношения концентраций обыкновенного и радиогенного осмия с чувствительностью 0,5-1,0%.

А.Г. Жиглинским, Э.Н. Фафуриной, А.А. Кухаренко, Р.И. Рыжовой была разработана и применена методика спектрального определения изотопного состава магния в оливинитах, щелочных породах и генетически сопряженных, различных по составу метасоматитах Ковдорского массива. Установлены заметные различия состава магния из оливинитов и целолитов, что объяснено фракционированием изотопов при частичном плавлении мантийного субстрата в очагах зарождения глубинных щелочных магм. Рассмотрены особенности распределения магния-24 и магния-26 в различных по времени образования метасоматитах Ковдорского массива и высказано предположение, что главной причиной наблюдаемых изотопных сдвигов являются длительность и цикличность метасоматоза и перестроения материалов.

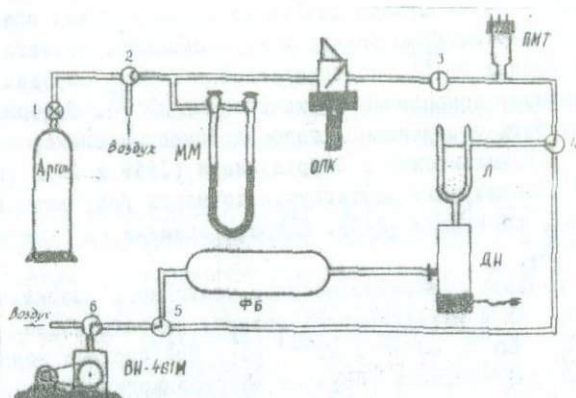
Для определения возраста различных геологических объектов представляет также интерес определение изотопного состава стронция, поскольку  $\beta$ -распад  $Pb^{87}$ , содержащегося в горных породах, приводит к постепенному накоплению в них изотопа  $Sr^{87}$ . Содержание последнего может быть определено методом оптической спектроскопии, как показано А.Г. Жиглинским с сотрудниками (1959 и 1962 гг.). Погрешности, характеризующие достигнутую точность результатов в указанных работах, составили  $\pm 2-3\%$ . Затраты времени на один анализ равнялись 1,5 ч.

С целью анализа элементов методом изотопного разбавления в минеральных пробах и металлических сплавах разрабатывалось определение изотопов  $Zn^{68}$ ,  $Cd^{110}$  и  $Tl^{203}$  [1]. При средних концентрациях анализируемых изотопов получена воспроизводимость  $\sim 0,6\%$ . В работе [2] описана методика анализа изотопного состава азота и проведено сравнение методов масс-спектрометрии и эмиссионной спектрометрии, которое показало, что спектральный метод дает относительную ошибку, не превышающую 1%.

Исследование изотопного состава лития в природных образцах спектральным методом

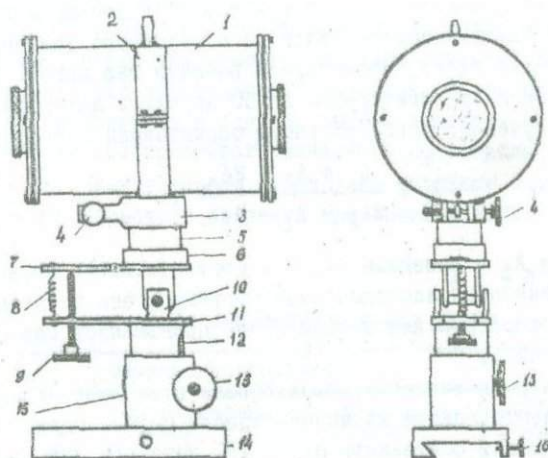
Поиски вариаций изотопного состава лития в геологических объектах представляются перспективными из-за его малого атомного веса и большой химической активности. Однако существуют разногласия по поводу наличия или отсутствия отклонений от нормального соотношения в образцах природного состава. Имеются также значительные расхождения в определениях относительной распространенности изотопов лития, так как в каждом методе встречаются свои экспериментальные трудности.

С целью выявления и изучения закономерностей фракционирования изотопного состава лития нами проведены исследования его изотопного распределения. Для этого была собрана экспериментальная установка [3], источником света в которой служил разряд с подым катодом, охлаждаемый водой. В качестве рабочего газа применяли аргон. Для обслуживания разрядной трубки использовали собранную нами вакуумную установку (рис. I). Вакуумная линия включала диффузионный масляный насос, который позволял получать вакуум до  $10^{-4}$  мм рт.ст.



Р и с. I. Вакуумная установка

Сканирование спектра при записи структуры линии осуществлялось изменением постоянной интерферометра при изменении давления газа между отражающими поверхностями, для чего интерферометр помещали в герметическую камеру (барокамеру) с устройством для ее перемещения (рис.2), которые значительно улучшают юстировку и светозащиту спектрометра. Юстировку и выведение центрального пятна интерференционной картины на центр выходной диафрагмы производили по ранее предложенному способу [3]. Кроме того, периодически осуществляли прецизионную установку углов оптической системы спектрометра с помощью газового лазера. В качестве приемника излучения использовали ФЭУ-79, имеющий малую рабочую площадь и наименьший порог чувствительности. Для усиления снимаемого с ФЭУ сигнала применяли электрометрический усилитель УИ-2, позволяющий измерять токи от  $10^{-13}$  до  $0,5 \cdot 10^{-6}$  А. После усиления сигнал подавался на электронный самописец ЭПП-09м3.



Р и с. 2. Барокамера с устройством для перемещения

Как видно из изложенного, лабораторная установка представляет собой сочетание оптико-механических узлов с электронными схемами. Поэтому при конструировании современной спектральной аппаратуры приходится решать комплекс задач, связанных с обеспечением надежной работы всех узлов аппаратуры: механических, оптических и электронных.

Описанная установка используется в спектральной лаборатории КазИИМСа для проведения анализов на изотопный состав элементов в минеральном сырье. Анализ проводился непосредственно из порошка во избежание дополнительного источника ошибок. В процессе работы было опробовано свободное насыпание пробы на дно полости катода и брикетирование. Оба способа дали неудовлетворительные результаты, так как в этих случаях затруднительно получить стабильный разряд и интенсивность линии оказывается довольно слабой. Поскольку в охлаждаемом полом катоде элемент из пробы вводится в плазму разряда в основном за счет катодного распыления, нами использован следующий способ нанесения пробы. Навеску пробы помещали в полость катода в виде спиртовой суспензии, которую выпаривали при постоянном помешивании. После высыхания проба более или менее равномерно распределялась по всей внутренней поверхности плоского катода.

В результате экспериментальных исследований был выбран оптимальный вариант методики проведения анализа, который заключался в следующем. Навеску пробы наносили на поверхность катода из алюминия, который затем помещали в разрядную камеру и устанавливали в систему откачки. Систему обезгаживали до остаточного давления  $10^{-3}$  мм рт. ст. и через камеру прокачивали рабочий газ аргон. В таких условиях производили регистрацию до 50 порядков интерференционной картины. Полученные регистрограммы обсчитывали согласно формуле:

$$\frac{Li^7}{Li^6} = \frac{A_1 + A_2 - 2A_3}{2A_2 - A_1 - A_3},$$

где  $A_1$ ,  $A_2$  и  $A_3$  — линейные размеры соответственно первой, второй и третьей компонент изотопической структуры аналитической линии. Значение соотношения для данной пробы принималось как среднее из всех результатов.

Для контроля точности использовали эталонные образцы сложного состава, приготовленные из моноизотопных солей. Оценка показала, что погрешность может составлять менее 1%, хотя при анализе проб ошибка получается несколько большей. Одним из первых условий повышения точности анализа является стабилизация источника возбуждения и более глубокое изучение его аналитических и физических параметров.

#### ЛИТЕРАТУРА

И. Мюллер Г., Майерсбергер К.,  
Шпринц Л. Специальные методы анализа стабильных изотопов.  
М., Атомиздат, 1974.

2. Guiraud G., Viscarlet L.A. Int. J. Appl. Radiat. and Isotop., 26, 4, pp. 187-193(1975).

3. Белобров И.П., Варецкая Н.П. Установка для спектрального анализа изотопов. Сб. Исследования в области химических и физических методов анализа минерального сырья, вып.3. Алмата, ОНТИ КазимСа, 1973.

К.П. Кобзарь

### О ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВАХ ОКИСЛОВ УРАНА

Широкое применение энергетического (термодинамического) метода в геологии должно помочь расшифровке природных явлений и процессов. В предлагаемой работе рассматриваются возможности метода при изучении системы уран - кислород. Для характеристики относительной устойчивости соединений использованы значения изобарно-изотермического потенциала  $\Delta G_{298}^0$  при стандартных условиях (давление 1 атм, температура 25°C).

Согласно современным представлениям, наиболее адекватное отображение естественных закономерностей дает объемный метод, при этом подразумевается сопоставление констант, в том числе и термодинамических, отнесенных к единице объема вещества [4]. Принятые молярные значения изобарно-изотермического потенциала окислов урана пересчитаны на единицу объема (1 см<sup>3</sup>) по методике П.Н.Кобзаря [4]. Необходимые для пересчета сведения приведены в табл.

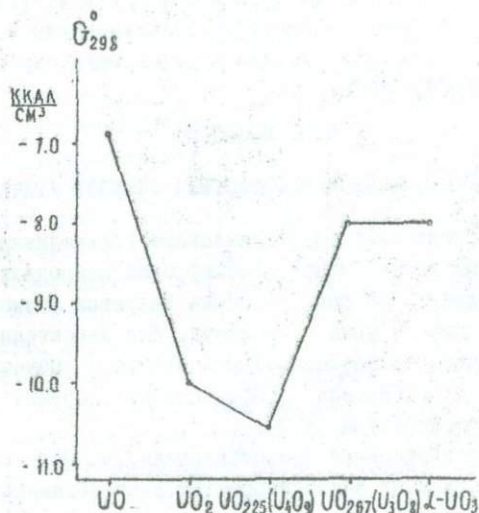
Т а б л и ц а

Физические константы окислов урана

Окислы	Физическая величина		
	молекулярная масса, г	плотность, г/см <sup>3</sup>	изобарно-изотермический потенциал, ккал/моль
UO	254,03 [5]	14,20 [3]	-123,0 [3]
UO <sub>2</sub>	270,03 [6]	10,96 [3]	-246,67 [6]
UO <sub>2,25</sub> (U <sub>4</sub> O <sub>9</sub> )	274,03 [6]	11,30 [3]	-256,1 [6]
UO <sub>2,67</sub> (U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> )	280,75 [6]	8,39 [3]	-268,4 [6]
α-UO <sub>3</sub>	286,03 [6]	8,34 [3]	-275,5 [2]

П р и м е ч а н и е. В квадратных скобках дана ссылка на литературный источник.

Для наглядности вычисленные значения изобарно-изотермического потенциала представлены графически (рис.).



Р и с. Значения изобарно-изотермического потенциала окислов урана

Сопоставление полученных величин  $\Delta G_{298}^0$  показывает, что наименьшими значениями обладают окислы UO<sub>2</sub> и U<sub>4</sub>O<sub>9</sub>, следовательно, они являются термодинамически наиболее выгодными и устойчивыми. Стабильность окисла UO<sub>2</sub> в условиях, близких к нормальным, общепризнана [1,3]. В последнее время появилось мнение об устойчивости и распространенности фазы U<sub>4</sub>O<sub>9</sub> [7]. Максимальное значение в системе  $\Delta G_{298}^0$  окисла UO характеризует это соединение как нестабильное, что также подтверждает имеющиеся сведения [1,3]. Окислы U<sub>3</sub>O<sub>8</sub> и UO<sub>3</sub> занимают промежуточное положение по величине изобарно-изотермического потенциала и должны иметь подчиненное значение в системах при нормальных условиях.

Полученные результаты находятся в соответствии с существующими представлениями и подтверждают целесообразность применения объемного метода.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Воронов Н.М. и др. Высокотемпературная химия окислов урана и их соединений. М., Атомиздат, 1971.
2. Карапетьянц М.Х., Карапетьянц М.Л.

Основные термодинамические константы неорганических и органических веществ. М., "Линия", 1968.

3. Кислородные соединения урана. М., Атомиздат, 1972. Авт. В л а с о в В.Г. и др.

4. К о б з а р ь П.Н. Изучение взаимозависимостей состава, строения и свойств твердых неорганических веществ. Алма-Ата, ОНТИ КазИМСа, 1974.

5. К р ж и ж а н о в с к и й Р.Е., Ш т е р н З.Ю. Теплофизические свойства неметаллических материалов. Л., "Энергия", 1973.

6. Н а у м о л Г.Б. и др. Справочник термодинамических величин. М., Атомиздат, 1971.

7. Ш м а р и о в и ч Е.М. О механизме пластово-инфильтрационного рудоотложения. Сов. геология, № 2, 1976.

Э.М. Краснова, Б.П. Егоров

### ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПИРИТОВ НЕКОТОРЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И РУДОПРОЯВЛЕНИЙ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПРИБАЛХАНЬЯ

Термоэлектрические свойства пиритов некоторых месторождений и рудопроявлений Северо-Западного Прибалхання исследовались с целью получения дополнительной информации о их генетических типах. Для изучения термоэлектрических свойств было отобрано 120 мономинеральных проб пирита по 9-ти месторождениям и рудопроявлениям района. Всего выполнено около 500 измерений термо-э.д.с. пиритов. Измерения производили в зернах неправильной геометрической формы диаметром 2-0,5 мм, значения термо-э.д.с. брали усредненные по замерам пяти зерен. Термо-э.д.с. измеряли на приборе, разработанном в лаборатории физических методов КазИМСа<sup>х</sup>). Равномерное нагревание осуществляли в электронагревательной печи до температуры 300°C с программой нагрева 20° в минуту. Исследуемое зерно минерала-полупроводника зажимали между электродами в поле нагрева печи. Температуру горячего и холодного электродов измеряли с помощью платинородий-платиновых термомпар, подключенных к милливольтметру типа М108/3. Спаи термомпар одновременно являлись электродами и служили электрическим и тепловым контактами в момент соприкосновения с поверхностью исследуемого зерна. В качестве измерительного прибора для определения разности потенциалов между

<sup>х</sup>) Б о ч а р о в В.Е. Прибор для определения электрических свойств сульфидов. Сб. Новое в методике минералогических исследований. Алма-Ата, 1972.

холодным и горячим концами полупроводника использовали милливольтметр типа MI98/2. Значения термо-э.д.с. записывали через каждые 20°C.

Основная масса измерений (табл.) характеризует термоэлектрические свойства пиритов медно-порфиновых месторождений: Коунрад, Сокуркой, Кенькудук, Кепчам, Прикоунрадский, меньшая часть — кварцево-жильные редкометалльные месторождения: Восточный Коунрад, Скорпион, Вольфрамовые Солки, а также колчеданное месторождение Тесиктас.

Т а б л и ц а

Термоэлектрические свойства пиритов из месторождений и рудопоявлений Северо-Западного Прибалхашья

Месторождение или рудопоявление	Минерал	Генетический тип месторождения.	Тип проводимости	Максимальные и минимальные величины коэффициента термо-э.д.с., мкВ/град	Характерные значения коэффициента термо-э.д.с., мкВ/град
Коунрад Медный	Пирит	Медно-порфиновый	Электронный	300; 70	200 90
Сокуркой Медный	То же	То же	То же	250; 50	180 80
Кенькудук	"	"	"	325; 80	300 140
Кепчам	"	"	"	400; 70	180 90
Прикоунрадский 2	"	"	"	240; 40	180 90
Восточный Коунрад	"	Кварцево-жильный	"	320; 30	225 70
Вольфрамовые Солки	"	То же	"	250; 30	230 30
Скорпион	"	"	"	190; 20	150 60
Тесиктас	"	Эффузивно-осадочный	"	170; 40	140 40

Из таблицы видно, что по характерным величинам коэффициента термо-э.д.с. можно выделить три генетических типа исследуемых месторождений: типично медно-порфиновые (величина указанного коэффициента от 80 до 300 мкВ/град); редкометалльные (от 30 до 230 мкВ/град) и эффузивно-осадочные (от 40 до 140 мкВ/град).

Таким образом, по величине термо-э.д.с. пириты из различных

генетических типов месторождений четко отличаются друг от друга. Наибольшие значения коэффициента термо-в.д.с. характерны для медно-порфировых месторождений, наименьшие — для колчеданного.

В.А. Хван

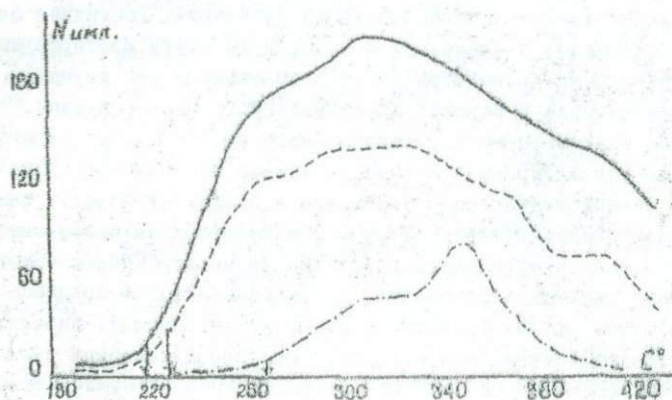
НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ О ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЯХ  
РУДОБРАЗУЮЩИХ РАСТВОРОВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ  
КАРАГАЙЛЫ

В последние годы чрезвычайно возрос интерес геологов к изучению флюидных включений в минералах, связанный с тем, что они представляют достаточно объективную информацию об основных физико-химических параметрах минералообразующих растворов. Последние очень важны для выяснения генезиса весьма широкого круга месторождений. В настоящей работе приводятся данные, полученные при изучении газо-жидких включений в баритах Карагайлинского месторождения.

Рудные тела барит-полиметаллического месторождения Карагайлы, приуроченного к северо-восточному окончанию Успенской тектонической впадины, локализованы преимущественно в осадочных породах фаменского яруса. Дислоцированные породы фамена прорваны интрузиями средне-верхнекаменноугольного возраста. На месторождении чрезвычайно широко развиты образования, сформировавшиеся в процессе контактового метаморфизма (роговики, скарноиды и скарны). Наблюдаются сложные взаимоотношения скарнов, барит-полиметаллических руд и среднекаменноугольных гранодиоритов. Барит-галенит-сфалеритовая минерализация накладывается на скарны и гранодиориты. В гранодиоритах происходит изменение первичного структурно-текстурного облика, часто с сохранением реликтовой структуры, породы подвергаются окварцеванию, баритизации и пиритизации. Интересны находки ксенолитов гранат-магнетитовых скарнов и роговиков с овоидными скарнами в гранодиоритах.

На месторождении четко выделяется несколько генераций баритов, различающихся как размером кристаллов, так и присущими каждой генерации ассоциацией сульфидов. Барит ранней генерации (барит I) мелкокристаллический, чаще серого цвета, с ним связана основная масса галенита, в меньшей степени сфалерита. Более поздняя генерация представлена белым сахаровидным мелко- и среднекристаллическим баритом (барит II), в парагенезисе с которым чаще всего отмечается сфалерит, реже галенит. Наиболее поздний по времени образования барит III крупнокристаллический, обычно стерильный от сульфидов, отмечается в виде обособлений, часто напоминающих миль в массе баритов более ранних генераций.

Из графиков декрепитации баритов (рис.1) видны снижение температуры и увеличение декрепитационной активности от ранних генераций к более поздним. За температуру декрепитации принималась температура начала массового растрескивания включений. Эти данные показывают хорошую сходимость с ранее определенными температурами образования баритов [1]. В связи с этим интересно отметить, что определение изотопного состава  $\text{Aг}$  баритов показало увеличение вадозовой составляющей в газово-жидких включениях от ранних генераций к более поздним.



Р и с. 1. Графики декрепитации баритов:

1 — барит I; 2 — барит II; 3 — барит III

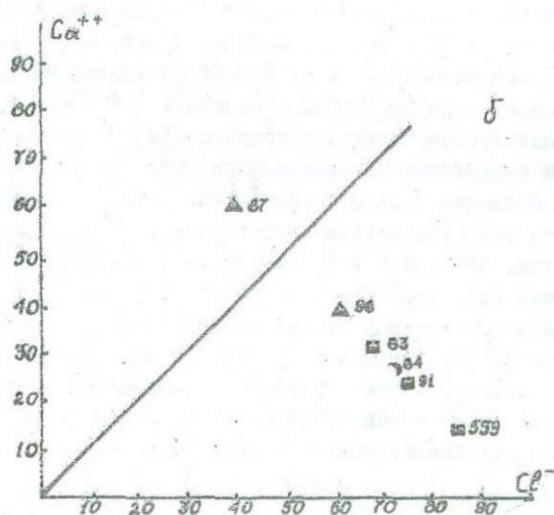
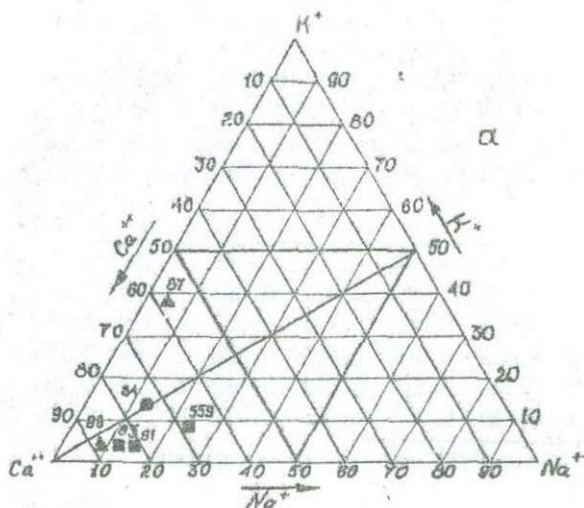
Для выяснения состава растворов, отлагавших бариты, был проведен химический анализ водных вытяжек (табл.)

Для всех анализов вычислены их погрешности по формуле [2]:

$$\lambda = \frac{\sum_{\text{ан}} - \sum_{\text{кат}}}{\sum_{\text{ан}} + \sum_{\text{кат}}} \cdot 100\%.$$

Расхождение между  $\sum_{\text{ан}}$  и  $\sum_{\text{кат}}$  составило 1,7 - 8,4%, т.е. все анализы имеют допустимую погрешность (< 10%).

Как видно из диаграмм (рис.2), в составе водных вытяжек преобладают ионы  $\text{Ca}^{++}$  и  $\text{Cl}^-$ , при подчиненных количествах  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Na}^+$  и  $\text{K}^+$ .



Р и с. 2. Диаграммы соотношения катионов (а) и анионов (б) в водных вытяжках из баритов:

● - барит I; ▲ - барит II; ■ - барит III

## Т а б л и ц а

Результаты химических анализов водных вытяжек из баритов  
в мг/экв на I л вытяжки

№ про- бы	Краткая характеристика проб	$\text{HCO}_3^-$	$\text{Cl}^-$	$\text{K}^+$	$\text{Na}^+$	$\text{Ca}^{++}$	$\Sigma_{\text{ан}}$	$\Sigma_{\text{кат}}$	$\text{K}^+/\text{Na}^+$
84	Барит I	0,015	0,040	0,007	0,006	0,036	0,055	0,049	1,16
87	Барит II	0,050	0,033	0,027	0,003	0,040	0,083	0,070	9,00
98	Барит II	0,032	0,050	0,003	0,007	0,075	0,082	0,085	0,042
91	Барит III	0,028	0,086	0,004	0,016	0,090	0,114	0,110	0,25
559	Барит III	0,020	0,115	0,013	0,032	0,095	0,135	0,140	0,40
83	Барит III	0,030	0,064	0,004	0,009	0,070	0,094	0,083	0,44

Примечание.  $\text{SO}_4^{--}$  и  $\text{Mg}^{++}$  не обнаружены.

Близкие к нашим соотношения ионов в водных вытяжках из баритов были получены ранее [3], где преобладающая роль в формировании баритов месторождений различных типов отводится хлоридным растворам с высоким содержанием иона  $\text{Ca}^{++}$ . Между отношением  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  и содержанием  $\text{Cl}^-$  устанавливается обратно пропорциональная зависимость, т.е. с повышением содержания  $\text{Cl}^-$  уменьшается отношение  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  и наоборот. После обобщения большого количества анализов водных вытяжек из минералов гидротермальных месторождений было высказано предположение о том, что такая закономерность, по-видимому, является общей для всех гидротермальных растворов в целом [2].

Из вышесказанного сделаны следующие выводы.

Ранние генерации баритов испытали очистку от примесей, вынос и перетложение связанной с ними сульфидной минерализации в периферийные части рудного тела под влиянием более поздних порций растворов, равновесных метасоматическим залежам баритов.

Карагайлы является типичным гидротермальным месторождением, в формировании рудных залежей которого принимали участие растворы существенно хлоридно-кальциевого состава с подчиненным количеством бикарбонат-иона и щелочей.

## Л И Т Е Р А Т У Р А

И. Бурштейн Е.Ф., Безмен Н.И. Соотношения барит-полиметаллического оруденения с интрузивными породами и геологический возраст Карагайлинского рудного поля (Центральный Казахстан). Изв. АН СССР, сер. геол., № II, 1968.

2. Х о д а к о в с к и й И.Л. Характеристика гидротермальных растворов по данным изучения газозо-жидких включений в минералах. Сб. Минералогическая термометрия и барометрия. М., "Наука", 1965.

3. У ч а м е й ш в и л и Н.Б., Х и т а р о в Н.И. О химическом составе растворов жидких включений в баритах. Сб. Минералогическая термометрия и барометрия". М., "Наука", 1965.

А.К. Бородин

ДАТЧИКИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ГИДРОУДАРНЫХ МАШИН <sup>х)</sup>

Совершенствование технических средств бурения, в частности гидроударных машин, возможно только при наличии необходимого количества и качества информации о процессах, происходящих в изучаемом механизме.

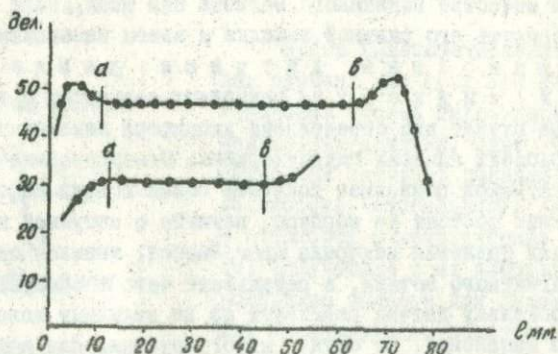
Для исследования рабочих процессов гидроударных машин в лаборатории ударно-вращательного бурения КазИМСа используют датчики скорости бойка, давления рабочей жидкости, координаты, различного рода контактные датчики и двухканальный усилитель. Запись датчиков производится на фотопленке при помощи светолучевого осциллографа Н-Ю2. Такие важные параметры работы гидроударника, как энергия единичного удара, скорость движения бойка и частота ударов, определяют при математической обработке осциллограмм с записью сигнала датчика скорости и отметчика времени, дающего отметки с интервалом в 2 мс.

Разработанный в лаборатории датчик скорости бойка состоит из магнитопровода с катушкой и магнита. Для предотвращения замыкания магнитных силовых линий на корпус магнит и магнитопровод помещены в латунные стаканы. Шток бойка гидроударника снабжен буртиком. При их перемещении внутри датчика магнитный поток, имеющий небольшую плотность между буртиком и магнитопроводом, пересекая витки катушки, создает в них ЭДС, пропорциональную скорости перемещения бойка. Ширина буртика, при диаметре обмоточного провода 0,41 мм, выбрана равной 5 мм, что позволяет уменьшить влияние возможных неплотностей намотки провода. При длине катушки датчика 55 мм рабочий участок равняется 30 мм (рис. 1, кривая I), а нелинейность на этом участке составляет 3-5%. Такая длина вполне досточна для исследования гидроударников Г-3А, Г-5А, Р-3МГ и др.

Появление гидроударников с величиной хода бойка порядка 40 мм и более вызвало необходимость разработки датчика с длиной рабочего участка 40-50 мм. С этой целью катушку датчика увеличили до 80 мм и установили еще один магнит. Таким путем удалось получить

<sup>х)</sup> Работа выполнялась под руководством канд. техн. наук Б.Е. Скобочкина.

практически совершенно линейный участок длиной 50 мм (рис. I, кривая 2).



Р и с. I. Характеристика датчика скорости:

I — с одним магнитом; 2 — с двумя магнитами

У всех изготовленных датчиков на специальном стенде проверяли длину рабочего участка и зависимость величины сигнала от скорости движения штока. Стенд состоит из корпуса, штока и кривошипа. Все устройство размещалось на токарном станке, причем корпус крепили в резцедержателе станка, а кривошип — в патроне.

Палец кривошипа может устанавливаться в двух положениях, соответствующих ходу штока в 3 и 30 мм. В первом положении (при неизменных оборотах шпинделя и перемещении корпуса с датчиком относительно буртика штока) проверяли длину рабочего участка, во втором (при неподвижном датчике и различных скоростях вращения шпинделя) — зависимость величины сигнала от скорости движения штока.

Сигнал, генерируемый датчиком скорости, достаточен для непосредственного подключения к вибраторам осциллографа, что является несомненным достоинством, а использование постоянных магнитов исключает необходимость во внешнем источнике питания. Кроме того, хорошо вписываясь в любой гидроударник, такие датчики практически не влияют на его работу и, имея большую механическую прочность, могут применяться как в условиях стенда, так и в скважине.

Недостатком датчика являются относительно большие габариты (диаметр 77 мм), что не позволяет вести исследования гидроударников малого диаметра в соответствующих скважинах. Значительному уменьшению диаметра датчиков препятствует наличие неподвижного магнита и необходимость экранирования магнитопровода.

Для уменьшения габаритов датчика скорости мы предлагаем следующее: расположить катушку непосредственно в корпусе гидроударника, а вместо буртика установить в штоке 2-4 маленьких магнита или использовать в качестве подвижного магнита сам шток, если предварительно подвергнуть его сильной закалке и затем намагнитить.

Индукционные датчики давления рабочей жидкости применяют совместно с датчиками скорости. Они служат для определения характера изменения давления жидкости в рабочих камерах гидроударника. Одновременная запись сигналов этих датчиков позволяет получать более полную информацию. Датчик давления состоит из корпуса, магнита с катушкой и мембраны. При изменении давления мембрана прогибается, вызывая изменение плотности магнитного потока, в результате чего в обмотке индуцируется ЭДС. Поскольку датчик реагирует не на величину давления, а на скорость его изменения, то сигнал интегрируется. Для компенсации происходящего при этом сильного ослабления, сигнал подается на 3-каскадный усилитель.

Работу датчиков проверяют следующим образом. К нагнетательному трубопроводу подключают два датчика - проверяемый и образцовой (в качестве образцового обычно используют индуктивный датчик), а сигналы от них подают на осциллограф Н-102. Совмещая на экране кривые, определяют наличие и величину искажений.

Достаточно большой сигнал, малые габариты, большая механическая прочность и отсутствие источника питания - главные достоинства этих датчиков. Основными же недостатками являются отсутствие нуля и невозможность статической тарировки.

Появление гидроударников, у которых величина хода бойка изменяется в зависимости от расхода рабочей жидкости, вызвало необходимость применения датчиков координаты бойка. Дело в том, что одним из исходных параметров для математической обработки осциллограмм является величина хода бойка. Датчик координаты позволяет определять эту величину и производить необходимую математическую обработку.

Первоначально применяли датчики, в которых использовали непосредственный контакт, но поскольку их точность и долговечность оказались недостаточными, был разработан и успешно применяется бесконтактный индукционный датчик координаты бойка. Он состоит из корпуса, магнита с наконечником и катушки. На штоке бойка находится буртик, который, проходя мимо наконечника, изменяет плотность магнитного потока, что приводит к появлению ЭДС в катушке.

При приближении буртика к наконечнику ЭДС увеличивается, но когда буртик оказывается точно напротив наконечника, наступает

такой момент, когда плотность потока не изменяется, и в этот момент ЭДС равна нулю. Таким образом, при пересечении кривой сигнала датчика с нулевой линией получается точная отметка координаты бойка — точка 0.



Р и с. 2. Форма сигнала датчика координаты бойка

Кроме вышеперечисленных, в отдельных случаях для контроля взаимодействий некоторых частей гидродарника применяли контактные датчики. Опыт использования описанных датчиков показал их высокую надежность, стабильность характеристик и стойкость к механическим воздействиям. Полученная с их помощью информация послужила основой для внесения изменений в конструкцию некоторых типов гидродарников, а также для составления рекомендаций по совершенствованию технических средств бурения для СКБ НИУ "Геотехника".

И.М. Городецкий

#### ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ В ДВОЙНЫХ КОЛОНКОВЫХ НАБОРАХ И БУРОВОЙ СТЕНД ДЛЯ ИХ ИССЛЕДОВАНИЯ

Течение разделенных потоков  $Q_0$  и  $Q_n$  промывочной жидкости в зоне работы двойного колонкового набора с принудительным преобразованием части прямого потока  $Q$  в обратный [I] характеризуется наличием одновременно гидравлических сопротивлений (потерь) по длине  $h_{дл}$  и местных гидравлических сопротивлений  $h_{м}$ .

К потерям по длине относятся гидравлические сопротивления на прямолинейных участках каналов постоянного сечения. В нашем случае такие потери имеют место при течении жидкости по межтрубному и внешнему кольцевым зазором, а также по керноприемной трубе.

К местным потерям относятся гидравлические сопротивления, обусловленные изменениями направления и скорости течения жидкости. Эти потери имеют место как в верхней, так и в нижней частях двойного колонкового набора. В верхней части — в каналах ввода прямого потока промывочной жидкости в межтрубный кольцевой зазор и вывода обратного потока из керноприемной трубы, в нижней части — на участке выхода жидкости из межтрубного во внешней кольцевой зазор и в полость керноприемной трубы. Кроме этого, к местным потерям от-

носятся гидравлические сопротивления, создаваемые керновым материалом. Последние потери в течение рейса, по мере заполнения керноприемной трубы керном, возрастают.

Таким образом, для каждого из разделенных потоков полные потери напора  $H$  будут определяться как арифметическая сумма потерь всех видов:

$$H = h_{\text{дл}} + \sum h_m. \quad (1)$$

Используя известные в гидравлике формулы Дарси - Вейсбаха для определения потерь напора, выражение (1) можем записать в виде:

$$H = \lambda \frac{1}{2R} \cdot \frac{V_{\text{дл}}^2}{2g} + \sum \zeta \frac{V_m^2}{2g}, \quad (2)$$

где  $\lambda$  и  $\zeta$  - коэффициенты гидравлических сопротивлений соответственно по длине и местных сопротивлений;  $l$  - длина участка, на котором имеются потери по длине;  $V_{\text{дл}}$  и  $V_m$  - средние скорости потока;  $R$  - гидравлический радиус потока.

При гидравлическом расчете или анализе отдельных схем в бурении ряд исследователей [2, 4] рекомендует представлять потери в виде функции расхода жидкости, а не скорости. Исходя из этого, формула (2) приводится к следующему виду:

$$H = \left( \frac{\lambda l}{2R} + \sum \zeta \right) \frac{Q^2}{2g^2 a^2} = (a_{\text{дл}} l + a_m) Q^2, \quad (3)$$

где  $a_{\text{дл}} = \frac{\lambda}{4Rg^2 a^2}$ ;  $a_m = \frac{\sum \zeta}{2g^2 a^2}$ .

Выражение правой части равенства (3), заключенное в скобки, является суммарным коэффициентом гидравлических сопротивлений потока. Обозначив его через  $a_{\Sigma}$ , имеем:

$$H = a_{\Sigma} Q^2. \quad (4)$$

Если гидравлические сопротивления представить в виде потерь давления, то в нашем случае суммарные потери  $P_H$  и  $P_O$  для наружного и обратного потоков будут равны:

$$P_H = a_H j_{\text{ж}} Q_H^2; \quad (5)$$

$$P_O = a_O j_{\text{ж}} Q_O^2 \quad (6)$$

где  $a_H$  и  $a_O$  - суммарные коэффициенты гидравлических сопротивлений для наружного и обратного потоков;  $j_{\text{ж}}$  - удельный вес промывочной жидкости.

Исходя из условия равенства потерь давления  $P_H = P_O$ , которое

имеет место при движении жидкости в разделенных потоках [3], и зная, что  $Q_H = Q - Q_0$ , потери давления для наружного потока можем записать в виде:

$$P_H = a_H j_{ж} (Q - Q_0)^2. \quad (7)$$

Из выражения (7) видно, что в случае прекращения обратной циркуляции жидкости в керноприемной трубе, т.е. когда  $Q_0 = 0$ , а  $Q_H = Q$ , потери давления для наружного потока будут максимальными и определяются как

$$P_{H, \max} = a_H j_{ж} Q^2 \quad (8)$$

Если рассматривать гидравлические сопротивления только в буровой коронке, то при  $Q = Q_H$  потери давления на ней будут максимальными  $P_{K, \max}$  и согласно выражению (8) равны:

$$P_{K, \max} = a_K j_{ж} Q^2, \quad (9)$$

где  $a_K$  — суммарный коэффициент гидравлических сопротивлений буровой коронки.

Преобразовав равенство (9), получим формулу для расчета коэффициента  $a_K$ :

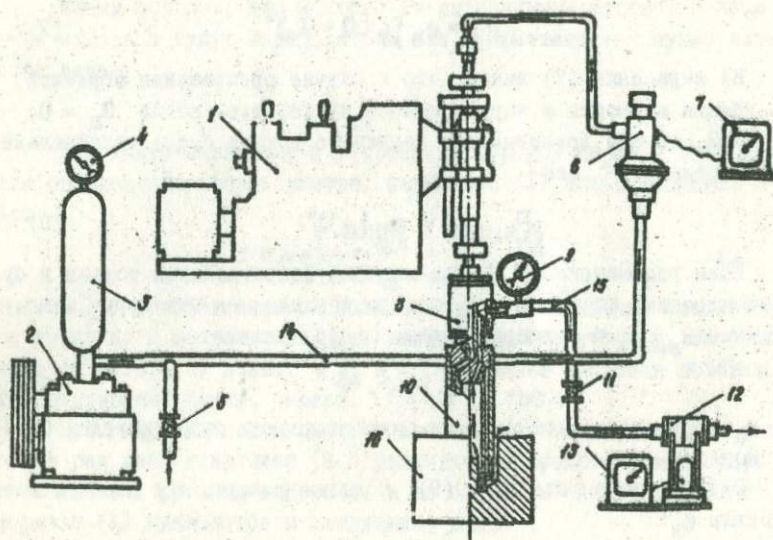
$$a_K = \frac{P_{K, \max}}{j_{ж} Q^2}. \quad (10)$$

Величина коэффициента  $a_K$  и ее поведение в процессе бурения в каждом конкретном случае в значительной степени будет определяться принятыми конструктивными параметрами буровой коронки.

Рассчитать величину коэффициента  $a_K$  буровой коронки представляется возможным, произведя в процессе бурения прямые измерения  $P_{K, \max}$  и  $Q$ . При этом если сравнить среднее значение  $a_K$ , рассчитанное по замерам, взятым в начале бурения, со значением  $a_K$ , рассчитанным по замерам, взятым после некоторого времени работы коронки на забое, то получим представление о влиянии конструктивных параметров буровой коронки на гидравлические сопротивления в процессе бурения. Именно эти соображения и были взяты нами за основу при разработке методики исследований буровых коронок на экспериментальном буровом стенде.

Буровой стенд (рис.) состоит из станка I типа ЗИФ-300М, бурового насоса 2 типа НГР 250/50 с компенсатором 3, нагнетательной системы I4 и контрольно-измерительной аппаратуры 4, 6, 7, 9, I2 и I3, предназначенной для измерения давления и расхода промышленной жидкости. В комплект контрольно-измерительной аппаратуры входят: электрические ротаметры типа Рз; дифференциальные манометры

метры типа ДМ; показывающие приборы типов ДПР4 и ДС-1; образцовые манометры типа МО.



Р и с. Схема экспериментального бурового стенда

Опытный образец двойного колонкового набора 10 с испытуемой коронкой соединяли с ведущей трубой через специальное сальниковое устройство 8, конструкция которого позволяла в процессе опытного бурения измерять расход жидкости в керноприемной трубе.

Замеры потерь давления на буровой коронке производили по манометру при закрытом кране II в обратной магистрали 15. Общий расход жидкости регулировали краном 5.

Экспериментальное бурение на буровом стенде производили в блоках 16 сиенит-порфира и мраморизованного известняка, а также в цементно-песчаных блоках с включениями обожженного кирпича для создания условий перемежаемости по твердости.

С помощью вышеописанного стенда были исследованы на гидравлические сопротивление специальные твердосплавные коронки различных схем [I] и опытные образцы двойных колонковых наборов типа ДКНТ-ВН.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гребенюк А.А., Городецкий И.М. Исследование и разработка двойных колонковых наборов с напорным восходящим потоком жидкости в керноприемной трубе. Сб. Техника и технология разведочного бурения, вып.2. Алма-Ата, ОНТИ КазИМСа, 1974.
2. Мительман Б.И. Справочник по гидравлическим расчетам в бурении. М., Гостоптехиздат, 1963.
3. Рабинович Е.В. Гидравлика. М., "Недра", 1974.
4. Шищенко Р.И., Есьман Б.И. Практическая гидравлика в бурении. М., "Недра", 1966.

И.М. Городецкий

### КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДВОЙНЫХ КОЛОНКОВЫХ НАБОРОВ ДКНТ-ВП-0 (1 и 2) - 93(76)

Двойные колонковые наборы ДКНТ-ВП-0 являются эффективными техническими средствами получения керна при бурении разведочных скважин твердыми сплавами в сложных геологических условиях. Наборы ДКНТ-ВП-0 с твердосплавными коронками диаметром 93 и 76 мм прошли широкое производственные испытания на ряде месторождений Союза с различными геолого-техническими условиями бурения. В ходе этих испытаний производилось постоянное усовершенствование отдельных узлов и деталей. Конструкции наборов ДКНТ-ВП-0 и его упрощенных вариантов ДКНТ-ВП-1 и ДКНТ-ВП-2, предназначенные для серийного производства, приведены на рисунке.

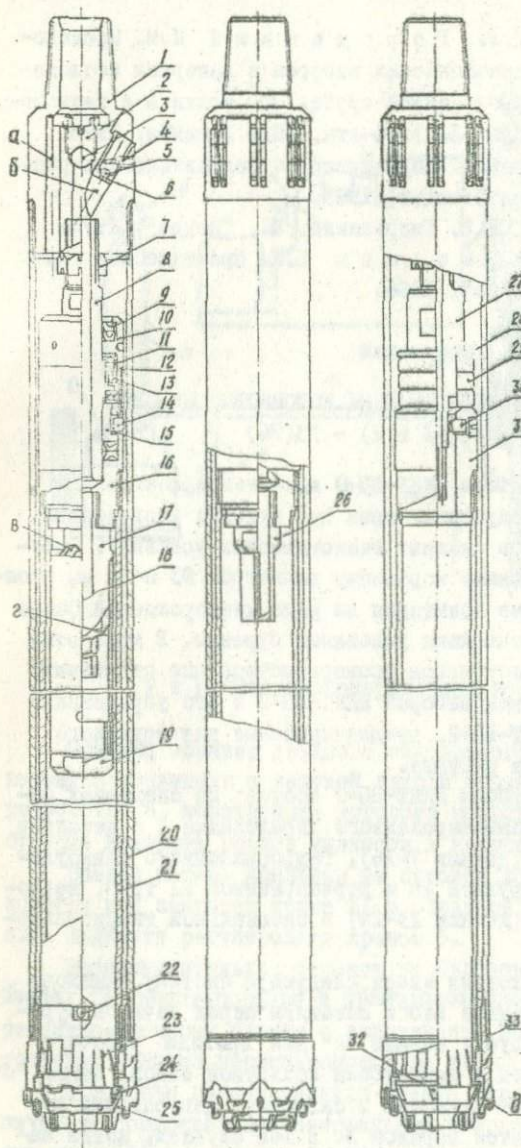
Двойные колонковые наборы ДКНТ-ВП-0 состоят из следующих основных узлов и деталей: комбинированного переходника 1 с деталями 2-6, подшипникового узла (детали 7-16), гидроциклонного шламоуловителя (детали 17-19), наружной 20 и керноприемной 21 труб, керноудерживающего устройства (детали 23-24) и специальной твердосплавной коронки 25.

Комбинированный переходник имеет следующую систему каналов: центральный канал для промывки забоя скважины перед началом бурения через керноприемную трубу; каналы "а" для прохода рабочего потока промывочной жидкости в межтрубный кольцевой зазор; канал "б" для выхода обратного потока жидкости в скважину. Центральный канал при бурении перекрывается шариком 3. В тех случаях, когда забой скважины не шламуется и нет необходимости промывать его через полость керноприемной трубы, центральный канал перекрывает заглушкой 2. В обратном канале "б" расположен дроссель 6, предназначен-

ДННТ-ВП-0

ДННТ-ВП-1

ДННТ-ВП-2



Р и з. Двойные колонковые наборы ДННТ-ВП-0 (1 и 2) и 93(76)

1 - переходник раздельный; 2 - заглушка; 3 и 5 - шарик-клапан; 4 - винт установочный; 6 - дроссель; 7 - гайка; 8 - вал; 9 - манжета уплотнительная; 10 - крышка; 11 и 13 - шарикоподшипник; 12 и 15 - втулка; 14 и 19 - пробка; 16 - корпус; 17 - гидроциклонная головка; 18 - труба шламовая; 20 - труба наружная; 21 - труба керноприемная; 22 - ограничитель; 23 - скоба керноудерживающая; 24 - стакан керноприемный; 25 - коронка; 26 - фильтр; 27 - ось; 28 - шайба; 29 - кольцо резиновое; 30 - винт ограничительный; 31 - переходник подвижный; 32 - кольцо раздельное; 33 - кольцо регулировочное; а - каналы прямого потока; б - канал обратного потока; в - канал спиралевидный; г - сопло; д - отверстие промывочное

ный для ограничения расхода жидкости в обратном потоке. Положение дросселя зафиксировано установочным винтом 4, который одновременно предохраняет шарик-клапан 5 от выпадения.

Переходник армирован твердым сплавом, что повышает его износостойчивость и способствует центрации набора в скважине.

Подшипниковый узел соединяется с переходником через вал 8, положение которого фиксируется гайкой 7. Осевые нагрузки воспринимаются валом через упорные подшипники II, а радиальные — через радиальный подшипник I3 и втулку I5. Герметизация подшипникового узла осуществляется резиновыми манжетами 9. Смазку узла можно производить без его разборки. Для этого в корпусе I6 имеется отверстие под пресс-масленку, перекрытое пробкой I4.

Гидроциклонный шламоуловитель состоит из гидроциклонной головки I7 с приваренной шламовой трубой I8, в дно которой звернута пробка I9. Гидроциклонная головка на наружной поверхности имеет спиральный паз прямоугольного сечения и центральный канал.

Керноудерживающее устройство состоит из стакана 24 и скоб 23 п-образной формы, изготавливаемых из пружинной проволоки диаметром 0,7—0,9 мм. Скобы вставляются в радиальные отверстия корпуса стакана и загнываются вверх концами под  $90^{\circ}$ . Стакан на наружной поверхности имеет пазы для прохода прямого потока жидкости. Керноудерживающее устройство соединяется с керноприемной трубой прессовой посадкой. Для предотвращения проворачивания керноудерживателя относительно керноприемной трубы на ее цилиндрической проточке имеется наварыш — ограничитель 22, который входит в паз на торце керноудерживателя. Центрация керноудерживателя в коронке обеспечивается продольными выступами на его корпусе.

Специальная твердосплавная коронка имеет ступенчатую форму с опережающим кольцевым выступом, что обеспечивает центрирование ее на забое при бурении, а кольцевой выступ предотвращает попадание керна под торец коронки. Опережающий кольцевой выступ армируется резцами форм Г 5107 или Г 5108 с выпуском над торцом не более 1,5 мм, а остальные ступени — резцами формы Г 5302 или Г 5303 с выпуском над торцом не более 3,0 мм. На корпусе коронки имеются промывочные пазы, выполненные в виде цилиндрической подковы, в которых расположены промывочные отверстия. Такая форма промывочных пазов в сочетании с промывочными отверстиями создает условия для интенсивного турбулентного течения жидкости под торцевой частью коронки за внешней периферией кольцевого выступа и способствует быстрому захвату частичек шлама и их удалению во внешний кольцевой зазор.

Регулировка торцевых зазоров производится осевым перемещением вала 8 при полной разборке и сборке набора. В процессе замены ин-

шедших из строя буровых коронок и керноудерживателей регулировка осуществляется изменением количества набора регулировочных колец.

При бурении набором ДКНТ-ВП-0 прямой поток промывочной жидкости через каналы "а" вытекает в зазор между трубами и далее в зазор между короной и керноудерживателем, на выходе из которого разделяется. Основная часть прямого потока через промывочные отверстия коронки вытекает к забю, омыв которой поступает во внешний кольцевой зазор. Вторая, меньшая по объему часть прямого потока поступает во внутреннюю полость колонкового набора.

Обратный поток, поднимаясь по керноприемной трубе, поступает в кольцевой зазор между шламоуловителем и керноприемной трубой и далее через спиралевидный канал "в" в полость гидроциклонного шламоуловителя. Протекая по спиралевидному каналу, жидкость приобретает вращательное движение, что обуславливает возникновение центробежных сил. Таким образом, выделение частичек из обратного потока и их осаждение на дно шламоуловителя происходит от совместного действия центробежных и гравитационных сил, а также вертикальной составляющей силы скоростного напора, возникающей при истечении струи из сопла "г". Очищенный обратный поток по центральным каналам гидроциклонной головки и вала, обратному каналу "б" и через отверстие дросселя выходит во внешний кольцевой зазор скважины, где соединяется с внешним потоком и вместе с ним поднимается к устью скважины.

При подъеме бурового снаряда жидкость, находящаяся в полости бурильных труб, вытекает в сторону забоя скважины по тем же каналам, что и при бурении.

В первом варианте ДКНТ-ВП-1 вместо гидроциклонного шламоуловителя установлен стальной фильтр 26.

Во втором варианте ДКНТ-ВП-2 вместо гидроциклонного шламоуловителя и подшипникового узла установлен узел безрезьбового соединения керноприемной трубы с переходником. Этот узел состоит из гайки 7, оси 27, шайбы 28, набора резиновых колец 29 и переходника 31 и ограничительного винта 30. Подвижный переходник соединяется с осью ходовой посадкой. Длина набора резиновых колец выбирается из расчета сжатия их на 5-8 мм при завинчивании коронки до упора. Такое соединение позволяет свободно извлекать керноприемную трубу из набора после отвинчивания коронки.

Все детали, необходимые для вариантов, входят в комплект поставки, что позволяет производить их сборку непосредственно на буровой. Варианты ДКНТ-ВП-1 и ДКНТ-ВП-2 применяют с учетом геологических условий бурения.

К ВОПРОСУ ОБ ИСКРИВЛЕНИИ СКВАЖИН ПРИ ПНЕВМОУДАРНОМ БУРЕНИИ

Проблема искривления скважин при разведочном пневмоударном бурении до настоящего времени является неизученной. Объясняется это тем, что колонковое бурение разведочными пневмоударниками типа РП начали внедрять сравнительно недавно. За исключением северо-восточных районов страны, оно пока не находит широкого применения.

В результате исследований механизма искривления скважин при бурении ударно-вращательным способом была получена математическая модель зенитного искривления [1]:

$$i_{\theta} = A \left( \frac{1}{l_{кр}} - \frac{1}{l_{ф}} \right), \quad (1)$$

где  $i_{\theta}$  - интенсивность зенитного искривления скважины, град/10 м;  $A$  - коэффициент, зависящий от разности диаметров скважины и пневмоударника (для РП-III этот коэффициент равен 1,146);  $l_{ф}$  - фактическая длина колонковой трубы, м;  $l_{кр}$  - "критическая длина" колонковой трубы, м.

В отличие от общепринятой "эйлеровской" критической длины, определяющей, как известно, устойчивость колонны на продольный изгиб, принятое нами понятие "критической длины" является условным и определяет состояние равновесия забойной компоновки, при котором благодаря соосности колонковой трубы и скважины обеспечиваются условия сохранения прямолинейности ствола скважины. Для каждой совокупности технических, технологических и геологических факторов (зенитного угла, осевой нагрузки, диаметра скважины и бурильной колонны, типа и состояния проходных пород и т.п.) существует строго определенная по своей длине (весу) колонковая труба, при которой достигается нулевая интенсивность искривления скважины. Физический смысл  $l_{кр}$  заключается в том, что при использовании колонковой трубы большей длины забойная компоновка ориентируется в сторону выполаживания, а при использовании меньшей - в сторону выкручивания скважины.

В общем случае критическую длину колонковой трубы находят из выражения [1]:

$$l_{кр} = \frac{0,5 \cdot \frac{l_m}{l_m} \cdot p_T \cdot \sin \theta + F \cdot \frac{l_m}{l_m} - 0,5 \cdot G_M \cdot \sin \theta}{0,5(p_K + K^2 \cdot p_M) \cdot \sin \theta}, \quad (2)$$

где  $\theta$  - зенитный угол скважины, град.;  $l_T$  - расстояние от машины до точки касания бурильной колонны со стенкой скважины (табл. I);  $l_M$  - длина машины, м;  $p_T$ ,  $p_K$  и  $p_M$  - вес 1 м бурильных труб, колонковой трубы и керна, кгс;  $G_M$  - вес машины, кгс;  $K$  - коэффициент наполнения колонковой трубы керном;  $F$  - сила давления бурильной колонны на стенку скважины в точке касания, кгс.

Т а б л и ц а I

Расстояние от пневмоударника до точки касания бурильной колонны со стенкой скважины (осевая нагрузка - 180-200 кгс, диаметр бурильных труб - 50 мм) [2]

Зенитный угол скважины, град	l <sub>T</sub> , м	Зенитный угол скважины, град	l <sub>T</sub> , м
2	9,7	10	7,0
3	9,4	11	6,9
4	8,8	12	6,7
5	8,4	13	6,6
6	7,8	14	6,4
7	7,7	15	6,3
8	7,5	16	6,2
9	7,2	17	6,2

Для проверки достоверности выражения (I) нами проанализированы данные по искривлению скважин, пробуренных пневмоударниками РП-III в различных геологических условиях - на Камчатке и Рудном Алтае (табл.2).

Т а б л и ц а 2

Данные инклинометрических замеров по скважинам, пройденным пневмоударником РП-III

Глубина, м	Северо-Камчатская ГРЭ		Тихинская ГРП		Звяновская ГРЭ	
	№ скважины					
	I	59a	710	711	2270	1835
Угол наклона скважины						
I	2	3	4	5	6	7
10	73°30'	75°40'	-	-	87°30'	89°30'
20	74 00	76 00	-	89°00'	86 00	89 00
30	74 00	76 00	89°00'	-	86 30	88 30
40	74 50	76 00	88 30	89 00	86 30	88 30
50	75 00	76 00	-	89 00	85 15	88 00
60	75 00	76 00	88 00	89 00	84 30	88 30
70	75 20	76 20	-	-	84 30	88 30
80	75 00	76 30	87 00	88 00	85 00	88 30

1	2	3	4	5	6	7
90	75 00	77 00	-	-	85 00	88 30
100	75 40	77 30	-	87 45	84 30	
110	76 10	78 00	86 00	-	84 30	
120	76 20	78 30	86 00	-		
130	76 00	78 40	-	-		
140	76 10	79 00	-	-		
150	76 50	79 10	86 00	-		
160	76 40	79 30		88 00		
170	77 00					
180	77 00					
190	77 30					
200	77 30					
210	77 30					
220	77 30					

Интенсивность искривления, град/10 м

Фактическая	-0,20	-0,27	+0,2	+0,1	+0,27	+0,11
Расчетная	-0,20	-0,27	+0,2	+0,1	+0,25	+0,10

Отметим некоторые технологические отличия проведения этих скважин. На Камчатке бурение ведут машинами РП-III диаметром 113 мм с отбором керна одинарными (ТП-102) или двойными (ТДП-102) колонновыми трубами длиной 2,0-2,5 м. В таких условиях теоретическая интенсивность зенитного искривления скважин, рассчитанная по формулам (1) и (2), находится в пределах  $-0,27 \dots -0,20$  при зенитных углах от 0 до  $35-40^\circ$ , т.е. скважины имеют постоянную тенденцию к выкручиванию, что хорошо согласуется с практическими данными.

Противоположными, однако не противоречащими теоретическим выводам, являются данные по искривлению скважин на Рудном Алтае (табл.2).

Бурение здесь до глубин 30-50 м производили большим диаметром (132 и 146 мм), чем диаметр машины (111 мм). Такая разница в диаметрах, как известно [3], приводит к выполаживанию скважины. Дальнейшую углубку производили диаметром 113 мм с применением центратора диаметром 111 мм.

Как известно [4], установка центратора в точке касания первой полушпильки бурильной колонны (при  $F = 0$ ) способствует ориентации забойной компоновки в наклонной скважине в сторону выполаживания. Поэтому использование центратора при бурении скважин на Рудном Алтае

позволило предотвратить их выкручивание. Таким образом, приведенные данные подтверждают достоверность теоретических выводов, вытекающих из выражения (I).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Музапаров М.Ж. Вывод основного уравнения зенитного искривления скважин при ударно-вращательном бурении. Сб. Техника и технология разведочного бурения, вып.5. Алма-Ата, КазИМС, 1978.
2. Вудс Г., Лубинскии А. Искривление скважин при бурении. М., Гостолтехиздат, 1960.
3. Тузов Ю.Г., Степанов Ю.Ф. Некоторые результаты по выполаживанию скважин с применением гидроударников. Сб. Техника и технология разведочного бурения, вып.1. Алма-Ата, ОНТИ КазИМСа, 1973.
4. Иманов Е.Л., Музапаров М.Ж. Причины и закономерности естественного искривления скважин при ударно-вращательном бурении. Тезисы докл. на Всес.конфер. по наклонному бурению. Баку, 1978.

Т.Е. Кравченко, Н.Е. Полюбина

ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ КИАНИТСОДЕРЖАЩЕЙ РУДЫ  
ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ НА ОБОГАТИМОСТЬ

Основной сырьевой базой алюминиевой промышленности являются бокситы, которые содержат значительное количество глинозема, перерабатываемого по сравнительно простой технологии. Запасы бокситов с малым количеством кремнезема в Советском Союзе ограничены, поэтому отечественная алюминиевая промышленность всемерно расширяет сырьевую базу за счет новых видов сырья. На очереди использование новых видов глиноземсодержащего сырья — кианитов, каолинитов, алунитов и других, запасы которых в СССР довольно значительны. Использование, например, кианита обеспечит сырьем такие отрасли промышленности, как алюминиевая (электротермическое получение силумина, производство глинозема) и огнеупорная. К настоящему времени открыто и разведано более 20 месторождений кианитовой руды со средним содержанием кианита от 30 до 45%. Руды, содержащие свыше 40% кианита, относятся к богатым, 20–30% — к бедным, менее 20% — к убогим.

Нами проверены исследования на обогатимость убогих кианитовых руд месторождений Мугоджарской группы, содержащих 7–10% кианита. Учитывая, что алюминиевой и огнеупорной промышленностью предъявляются жесткие требования к кианитовым концентратам по содержанию в них глинозема, окислов железа, титана, кальция, магния и суммы окислов щелочноземельных металлов, встает вопрос о предварительном кондиционировании кианитсодержащих руд с применением дешевых и относительно простых способов обогащения, позволяющих вывести на первых стадиях процесса отвалы по содержанию кианита хвосты, несущие основное количество вредных примесей.

Месторождения Мугоджарской группы представлены кианитсодержащими, биотитовыми, двуслюдяными и гранат-биотит-кианитовыми гнейсами.

Исходная проба месторождения Бригадное состоит в основном из кварца, кианита и биотита, в меньшем количестве присутствуют полевые шпаты, гидроокислы железа, мусковит и титаномagnetит. Наблюдаются знаки циркона, апатита и граната. По данным минералогического анализа общее количество железо- и титансодержащих минералов достигает 44%.

Минералогическое исследование вещественного состава исходной

руды месторождения Китарсай показало, что основными минералами являются кварц, кианит (частично графитизированный), гранат (пироп-альмандинового ряда), графит, биотит и полевые шпаты. Реже встречаются циркон, рутил, апатит и каолинит. Общее количество минералов с вредными примесями, представленных биотитом, гранатом и рутилом, составляет 42%.

При изучении вещественного состава пробы месторождения Бригадное и распределения в ней минералов по классам крупности было установлено, что в исходной руде крупностью мельче 0,63 мм практически не содержится кианита. Выход класса -0,63 мм составил 33,04%. Изучение продуктов ситового анализа показало, что раскрытие зерен кианита происходит при их крупности 0,3-0,4 мм, в руде с большей крупностью зерен кианит находится в сростках со слюдой и кварцем.

С целью оттирки слюды, увеличения выхода мелких классов и улучшения последующей селекции кианита была произведена дезинтеграция исходной руды крупностью -10 ... +0 мм с последующей классификацией по классам крупности 0,63, 0,4, 0,2 и 0,074 мм. В результате выход класса -0,63 мм повысился на 16,03%. Изучая вещественный состав продуктов классификации, была установлена окончательная крупность отвального по содержанию кианита продукта - 0,4 мм, выход которого составляет 34,83%. По данным минералогического анализа содержание кианита в этом продукте достигает 0,57%, кварца - 39,88%, полевого шпата - 0,14%, биотита - 45,83% и рудных минералов - 13,58%. Общее содержание вредных примесей, представленных биотитом, гидроксидами железа и титаномагнетитом, составляет 39,41% при извлечении 45,65% биотита и 52,18% рудных минералов.

В результате дезинтеграции и последующей классификации в головке процесса выведен продукт с вредными примесями, реагентоемкими шламами и глинистыми разностями. Содержание кианита в верхнем классе крупности повысилось на 3,03% и составило 11,22% при извлечении 97,35%.

Вещественный состав и физические свойства минералов месторождения Китарсай благоприятствуют самоизмельчению и магнитной сепарации. При этом получают отвальные хвосты (магнитная фракция) с их выходом 36,66% от операции, что составляет 27,63% от руды. Содержание в хвостах биотита и граната (основных вредных примесей) достигает 93,86% при извлечении соответственно 76,38 и 100%. Содержание кианита в немагнитной фракции увеличивается до 15,87%, что на 4,15% выше, чем в исходной руде.

В заключение сделаны следующие выводы.

На обогатимость исследованы убогие кианитовые руды месторождений Мугоджарской группы Казахстана.

Впервые на кианитсодержащих рудах применен способ самоизмельчения с последующей магнитной сепарацией.

В результате предварительного кондиционирования руды простыми и дешевыми методами (дезинтеграция с последующей классификацией и самоизмельчение с последующей магнитной сепарацией) удалось повысить содержание кианита в среднем на 4% и в значительной степени облагородить минеральный состав руды, идущей на селекцию кианита.

УДК 550.812:553.3(574.4)

К методике оценки достоверности геологоразведочных работ на примере колчеданно-полиметаллических месторождений Греховского рудного поля (Рудный Алтай). Б и р ю л и н В.А., С о к о л ь - н и к о в О.А. Сб. Геология, техника разведки и технологическое изучение минерального сырья Казахстана. Алма-Ата, КазИМС, 1978.

На основе сопоставления теоретически рассчитанных значений погрешности оценки запасов полезных компонентов с размерами фактических ошибок установлена высокая достоверность разведанных запасов металлов по рудным телам месторождений Греховское П и Снегиревское. Как показали результаты анализа, для оценки запасов по категории  $C_T$  вполне достаточно сеть с размерами 75-85 x 75-85 м, при этом значение погрешности оценки запасов полезных компонентов (на уровне строения месторождения) не превысит 25% (при уровне вероятности 0,95), а принятая плотность сети пересечений приводит к некоторой переоценке запасов.

Табл. 4. Илл. 1. Библ. 1 назв.

УДК 551.248.1.73(574)

Некоторые особенности развития тектонических структур Центрального Каратау в среднем палеозое. Г о л о в а н о в А.А. Сб. Геология, техника разведки и технологическое изучение минерального сырья Казахстана. Алма-Ата, КазИМС, 1978.

С помощью составления палеотектонических схем и их анализа рассмотрено формирование отложений средне-верхнего девона и уточнено развитие блоковых структур Центрального Каратау в среднем палеозое. Установлено, что основные разломы были заложены не позднее среднего девона и граничащие по ним блоки испытывали вертикальные перемещения относительно друг друга. Данные по развитию Центрального Каратау в среднем палеозое позволяют установить пространственные связи проявлений эндогенной минерализации с тектоническими процессами.

Илл. 3. Библ. 1 назв.

УДК 553.676.2:549(574)

Минералогическая характеристика продольноволокнистого хризотил-асбеста месторождения Ешкильмес. Ж у с у п о в М.Е. Сб. Геология, техника разведки и технологическое изучение минерального сырья Казахстана. Алма-Ата, КазИМС, 1978.

Продольноволокнистый хризотил-асбест Ешкильмесского месторождения по ряду свойств не отличается от хризотил-асбеста нормальной прочности. Некоторые отклонения в свойствах асбеста вызваны

аддитивным влиянием субмикроскопических включений и вростков минералов-примесей немалита, карбонатов, серпентинита, магнетита и др.

Табл. 2. Илл. 1. Библ. 2 назв.

УДК 552.1:528.026.3

О влиянии изменения плотности горных пород с глубиной на результаты количественной интерпретации гравитационных аномалий. Иванов Ю.А. Сб. Геология, техника разведки и технологическое изучение минерального сырья Казахстана. Алма-Ата, КазИМС, 1978.

Анализируются известные ранее экспериментальные данные об увеличении плотности горных пород при высоких давлениях. Делается вывод, что учет эффекта уплотнения горных пород с глубиной при моделировании верхней части земной коры по полю силы тяжести необязателен.

Илл. 1. Библ. 4 назв.

УДК 553.43.041:681.332:51

Опыт прогнозирования месторождений меди Спасской металлогенической зоны с использованием математических методов и ЭВМ. Кобзарь В.П., Токарский Э.А. Сб. Геология, техника разведки и технологическое изучение минерального сырья Казахстана. Алма-Ата, КазИМС, 1978.

Рассматривается пример прогнозирования месторождений меди с использованием системы "Прогноз" по району месторождения Алтын-Тюбе и рудопоявления Хаджиконган. Обосновывается целесообразность выполнения работ. Описывается геологическая характеристика этакон и комплекс признаков для расчета близости. Даются результаты работ на участке.

УДК 550.4:551.2.041

О некоторых категориях геохимической зональности месторождений и их роли при детальном прогнозировании. Рафаилович М.С. Сб. Геология, техника разведки и технологическое изучение минерального сырья Казахстана. Алма-Ата, КазИМС, 1978.

На основ системного метода выявлено три типа взаимосвязи эндогенных месторождений. Первый тип представлен геохимическими фигурами подобия. Примером его являются рудоносные струи Главной хилы месторождения Зайлийского Алатау, в которых рудные столбы ведущих металлов локализованы на одних гипсометрически. уровнях. Второй тип взаимосвязи характеризует системы, состоящие из ведущего месторождения и "недоразвитых" мелких объектов (хил). При

этом установлено, что мелкие жилы по ряду свойств строго коррелируются с определенными фрагментами ведущего объекта. Третий тип реализуется в месторождениях, характеризующихся конвергентным тождеством геохимических признаков. Иллюстрацией таких месторождений является группа рудных объектов Южного Казахстана, локализованная в интрузивных породах различного состава и характеризующаяся стабильным положением максимумов отложения минералов висмута, отвечающим средним и верхним горизонтам. Установленные особенности зональности месторождений рекомендуются для использования при детальном прогнозировании.

Табл. I. Библ. 9 назв.

УДК 550.831(574)

К вопросу о методике изучения глубинного строения рудных районов Казахстана по геофизическим данным. Шевченко Ю.Ю., Блудшев В.П., Иванов Ю.А. Сб. Геология, техника разведки и технологическое изучение минерального сырья Казахстана. Алма-Ата, КазНИС, 1978.

Рассматривается методика изучения глубинного строения рудных районов Казахстана на основании моделирования по полю силы тяжести на геологической формационной основе. Проведен сравнительный анализ применимости трансформаций и метода "выметания и разметания источников" для разделения гравитационного поля на региональную и локальную составляющие.

Илл. I. Библ. 2 назв.

УДК 553.082: [543,2:542.61]:546,05.59.57

Применение экстракционного концентрирования при атомно-абсорбционном определении золота и серебра (обзор). Азимова З.Х. Сб. Геология, техника разведки и технологическое изучение минерального сырья Казахстана. Алма-Ата, КазНИС, 1978.

Показана возможность применения экстракционного концентрирования золота и серебра с помощью различных органических реагентов при атомно-абсорбционном определении малых содержаний указанных элементов в рудах, горных породах и продуктах их обогащения.

Библ. 33 назв.

УДК 553.082:543.25:546.23.24

Применение камерного электрода для определения селена и теллура в атомно-абсорбционном анализе. Ахметов Б.М. Сб. Геология, техника разведки и технологическое изучение минерального сырья Казахстана. Алма-Ата, КазНИС, 1978.

Исследовано влияние добавки различных реагентов на скорость отгонки селена и теллура из сульфидной пробы. Установлено, что более быстрое и полное отделение указанных элементов происходит при добавлении серы (для селена) и серы и иода (для теллура).

Илл. 3. Библ. 21 назв.

УДК 543.432:543.48

О реакции кадмия с I,10-фенантролином и фенилфлуороном. А х - м е т о в а С.Д. Сб. Геология, техника разведки и технологическое изучение минерального сырья Казахстана. Алма-Ата, КазИМС, 1978.

Исследованы условия проведения реакции кадмия с I,10-фенантролином и фенилфлуороном, изучено влияние кислотности водной фазы на развитие окраски и извлечение кадмия в органическую фазу, сняты спектры поглощения этих растворов и установлены пределы содержаний кадмия, доступные фотометрированию. Извлечение тройного комплекса бутанолом из водной фазы с рН 9 позволяет фотометрировать при 560 нм от 2 до 50 мкг кадмия. Необходимо предварительное отделение кадмия, поскольку его определению в этих условиях мешают многие элементы.

Илл. 2. Библ. 3 назв.

УДК 535.377:[553.24:553.55]

Термолюминесценция в околорудных карбонатных породах. З а й - ц е в А.И., С т е п а н о в Е.Р. Сб. Геология, техника разведки и технологическое изучение минерального сырья Казахстана. Алма-Ата, КазИМС, 1978.

На основе изучения особенностей термолюминесценции в околорудных породах месторождения Сардана в Восточной Якутии рекомендуется использование метода термолюминесценции для поисков не выходящего на дневную поверхность полиметаллического оруденения в карбонатных породах.

УДК 549.082:543.42:549.02

Применение спектрального метода при анализе изотопного состава элементов в минеральном сырье. Б е л о б р о в И.П., Л е - в е н Б е р г Л.С. Сб. Геология, техника разведки и технологическое изучение минерального сырья Казахстана. Алма-Ата, КазИМС, 1978.

Показана возможность применения спектральных методов для анализа изотопного состава элементов в минеральном сырье. Описана лабораторная установка и приемы работы при проведении анализа на изотопный состав лития спектральным методом. Оценка точности с ис-

пользованием эталонов показала, что может быть получена погрешность менее 1%, хотя при анализе природных образцов ошибка оказывается несколько большей.

Илл.2. Библ. 3 назв.

УДК 549.512:536.7

О термодинамических свойствах окислов урана. К о б з а р ь К.П. Сб. Геология, техника разведки и технологическое изучение минерального сырья Казахстана. Алма-Ата, КазИМС, 1978.

Рассматриваются возможности энергетического (термодинамического метода) при изучении системы уран - кислород. Подчеркивается адекватность отображения естественных закономерностей объемным методом. Приводится таблица для пересчета молярных значений изобарно-изотермического потенциала окислов урана на единицу объема. Полученные результаты подтверждают целесообразность применения данного метода.

Табл.1. Илл. 1. Библ. 7 назв.

УДК 553.661.2:543.226.25(574.5)

Термоэлектрические свойства пиритов некоторых месторождений и рудопроявлений Северо-Западного Прибалхашья. К р а с н о - в а Э.М., Е г о р о в Б.П. Сб. Геология, техника разведки и технологическое изучение минерального сырья Казахстана. Алма-Ата, КазИМС, 1978.

Результаты исследований показали, что пириты из различных генетических типов изучаемых месторождений четко отличаются друг от друга по величине термо-э.д.с. Это явилось одним из косвенных признаков для генетической классификации месторождений. Изучаемые рудопроявления и месторождения Северо-Западного Прибалхашья по характерным величинам коэффициента термо-э.д.с. можно разделить на три генетических типа: медно-порфировые (величина коэффициента термо-э.д.с. от 80 до 300 мкВ/град), кварцево-жильные (от 30 до 230 мкВ/град) и эффузивно-осадочные (от 40 до 140 мкВ/град).

Табл.1. Библ. 1 назв.

УДК 553.21/24(574.3)

Некоторые данные о физико-химических особенностях рудообразующих жидкостей месторождения Карагайлы. К в а н В.А. Сб. Геология, техника разведки и технологическое изучение минерального сырья Казахстана. Алма-Ата, КазИМС, 1978.

Рудные тела барит-полиметаллического месторождения Карагайлы локализованы в дислоцированных породах фаменского яруса, прорван-

ных интрузиями средне-верхнекаменноугольного возраста. Барит-галенит-сфалеритовая минерализация накладывается на скарны и гранодиориты С<sub>2-3</sub>. На месторождении выделяются три генерации баритов, Отмечается снижение температуры декрепитации от ранних генераций баритов к более поздним. В составе водных вытяжек из баритов преобладают ионы  $\text{Ca}^{++}$  и  $\text{Cl}^-$ , при подчиненных количествах  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Na}^+$  и  $\text{K}^+$ . Между отношением  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  и содержанием  $\text{Cl}^-$  устанавливается обратно пропорциональная зависимость. Карагайлы является типичным гидротермальным месторождением, в формировании рудных залежей которого принимали участие растворы существенно хлоридно-кальциевого состава с подчиненным количеством бикарбонат-иона и щелочей.

Табл. 1. Илл. 2. Библ. 3 назв.

УДК 622.232.74:681.3-1/-9

Датчики для исследования гидроударных машин. Б о р о д - к и и А.К. Сб. Геология, техника разведки и технологическое изучение минерального сырья Казахстана. Алма-Ата, КазНИС, 1978.

Для исследования рабочих процессов гидроударных машин в лаборатории ударно-вращательного бурения КазНИСа применяются датчики: скорости бойка, координаты бойка и давления рабочей жидкости. Датчики скорости служат для получения сигнала, пропорционального скорости движения бойка. Характеристики этих датчиков проверялись на специальном стенде, установленном на товарном станке. Датчики координаты служат для получения на осциллограмме специальных отметок, соответствующих заданному ходу бойка. Сигнал датчиков давления рабочей жидкости, пропорциональный скорости изменения давления, интегрируется и усиливается 3-каскадным усилителем. Все датчики не требуют питания, компактны, обладают большой механической прочностью, что позволяет использовать их не только в условиях стенда, но и в скважине. Датчики скорости и координаты бойка имеют уровень сигнала, достаточный для непосредственного подключения их к вибраторам осциллографа Н-102. Предложена конструкция датчика скорости с подвижными магнитами для гидроударных машин малого диаметра.

Илл. 2.

УДК 622.244.44

Гидравлические сопротивления в двойных колонковых наборах и буровой стенд для их исследования. Городецки И.М. Сб. Геология, техника разведки и технологическое изучение минерального сырья Казахстана. Алма-Ата, КазНИС, 1978.

Рассматриваются гидравлические сопротивления в двойных колонковых наборах при течении разделенных потоков промывочной жидкости. Описывается схема бурового стенда для замера гидравлических сопротивлений в специальных твердосплавных коронках и внутри двойных колонковых наборов.

Илл. 1. Библ. 4 назв.

УДК 622.243.57

Конструктивные особенности двойных колонковых наборов ДКНТ-ВП-0 (1 и 2) -93 (76). Городецкий И.М. Сб. Геология, техника разведки и технологическое изучение минерального сырья Казахстана. Алма-Ата, КазИМС, 1978.

Приводятся конструкции двойных колонковых наборов ДКНТ-ВП-0 и его вариантов ДКНТ-ВП-1 и ДКНТ-ВП-2 диаметром 93 и 76 мм. Описываются основные узлы наборов и приемы получения вариантов из основного образца.

Илл. 1.

УДК 622.243.054.3-85:622.241.7

К вопросу об искривлении скважин при пневмоударном бурении. Музапаров М.А., Кабдулов С.З., Абдильдинов К.Н. Сб. Геология, техника разведки и технологическое изучение минерального сырья Казахстана. Алма-Ата, КазИМС, 1978.

Выведена математическая зависимость зенитного искривления скважины при ударно-вращательном бурении, из которой следует, что при применении пневмоударников типа РП характерно выкручивание скважин в широком диапазоне зенитных углов - от 0 до 40°. Для предупреждения нежелательного выкручивания скважин (как, например, в условиях Северо-Камчатской ГРЭ) необходимо ставить центратор диаметром III мм в точке касания бурильной колонны со стенками скважины или производить бурение пневмоударниками РП-III при диаметре породоразрушающего инструмента 132 мм и более (аналогично опыту проведения скважины на Рудном Алтае и Южном Казахстане).

Табл. 2. Библ. 4 назв.

УДК 622.7:622.361.5

Предварительное кондиционирование кианитсодержащей руды при исследовании на обогатимость. Кравченко Т.Е., Полюбина Н.Е. Сб. Геология, техника разведки и технологическое изучение минерального сырья Казахстана. Алма-Ата, КазИМС, 1978.

Приводятся результаты исследований на обогатимость бедных кианитсодержащих руд месторождений Мугоджарской группы. Руды пред-

ставлены кианитом, кварцем, гранатом, биотитом, полевым шпатом, гидрооксидами железа. Установлена возможность предварительного обогащения руды с целью вывода отвальных хвостов в голову процесса. Применение операций дезинтеграции с последующей классификацией, а также самоизмельчение руды с последующей магнитной сепарацией позволяет в голове процесса вывести 28-35% руды с отвальным содержанием полезного компонента и в значительной степени облагородить минеральный состав руды, идущей на селекцию кианита.

## Геология

Б и р ь л и н В.А., С о к о л ь н и к о в О.А. К методике оценки достоверности геологоразведочных работ на примере колчеданно-полиметаллических месторождений Греховского рудного поля (Рудный Алтай) . . . . .	3
Г о л о в а н о в А.А. Некоторые особенности развития тектонических структур Центрального Каратау в среднем палеозое . . . . .	9
Ж у с у л о в М.Е. Минералогическая характеристика продольноволокнистого хризотил-асбеста месторождения Ешкиольмес . . . . .	14
И в а н о в Ю.А. О влиянии изменения плотности горных пород с глубиной на результаты количественной интерпретации гравитационных аномалий . . . . .	18
К о б з а р ь В.П., Т о к а р с к и й Э.А. Опыт прогнозирования месторождений меди Спасской металлогенической зоны с использованием математических методов и ЭВМ . . . . .	20
Р а ф а и л о в и ч И.С. О некоторых категориях геохимической зональности месторождений и их роли при детальном прогнозировании . . . . .	22
Ш е в ч е н к о Ю.Ю., Е л д ш е в В.П., И в а н о в Ю.А. К вопросу о методике изучения глубинного строения рудных районов Казахстана по геофизическим данным . . . . .	27
Физико-химические методы исследований	
А з и м о в а Э.Х. Применение экстракционного концентрирования при атомно-абсорбционном определении золота и селенбра (Обзор) . . . . .	31
А х м е т о в Б.М. Применение камерного электрода для определения селена и теллура в атомно-абсорбционном анализе . . . . .	36
А х м е т о в а С.Д. О реакции кадмия с I,10-фенантролином и фенилфлуороном . . . . .	40
З а й ц е в А.И., С т е п а н о в Е.Р. Термолюминесценция в околорудных карбонатных породах . . . . .	43
Б е л о б р о в И.П., Л е в е н б е р г Л.С. Применение спектрального метода при анализе изотопного состава элементов в минеральном сырье . . . . .	44
К о б з а р ь К.П. О термодинамических свойствах оксидов урана . . . . .	49

Краснова Э.М., Егоров Б.П. Термоэлектрические свойства пиритов некоторых месторождений и рудопроизведений Северо-Западного Прибалужья . . . . .	51
Хван В.А. Некоторые данные о физико-химических особенностях рудообразующих растворов месторождения Карагайлы . . . . .	53

## Техника разведки

Бородкин А.К. Датчики для исследования гидроударных машин . . . . .	58
Городецкий И.М. Гидравлические сопротивления в двойных колонковых наборах и буровой стенд для их исследования . . . . .	61
Городецкий И.М. Конструктивные особенности двойных колонковых наборов ДНТ-ВП-О (I и 2) - 93(76) . . . . .	65
Музапаров М.Ж., Кабдулов С.В., Абдильдинов К.Н. К вопросу об искривлении скважин при пневмоударном бурении . . . . .	69

## Технология и обогащение

Кравченко Т.Е., Полюбина Н.Е. Предварительное кондиционирование кианитсодержащей руды при исследовании на обогатимость . . . . .	73
--	----

Коллектив авторов

ГЕОЛОГИЯ ТЕХНИКА РАЗВЕДКИ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ  
ИЗУЧЕНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ КАЗАХСТАНА

Редактор

Р.Н. Майрина

Подписано к печати 01.12.1978 г. УГ 22475. Печатн.л. 5,4.  
Уч. - изд. л. 5,1. Формат 60x90 1/16. Тираж 500 экз. Цена 54 коп.  
Заказ № 568

---

Отпечатано на ротапринтере КазИМСа, г.Алма-Ата, ул.К.Маркса,105

Цена 54 коп.

2748