

С о д е р ж а н и е

Алексеевко П.П., Есипов А.В., Степанов О.В.,  
Шаров Г.Н., Шаров П.С. Применение крупнообъемного опро-  
бования при разведке неглубокозалегающих россыпей золота,  
пригодных для высокомеханизированной разработки. . . . . I

О медно-порфировых месторождениях, обогащенных  
золотом (реф. с англ.). . . . . 17

208

ГЕОЛОГИЯ, МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИИ  
МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Экспресс-информация

Выпуск 3

Москва, 1990

Издается с 1972 г.

Выходит 12 раз в год

УДК 550.812.1:553.068.5:553.411

ПРИМЕНЕНИЕ КРУПНООБЪЕМНОГО ОПРОБОВАНИЯ ПРИ РАЗВЕДКЕ  
НЕГЛУБОКОЗАЛЕГАЮЩИХ РОССЫПЕЙ ЗОЛОТА, ПРИГОДНЫХ  
ДЛЯ ВЫСОКОМЕХАНИЗИРОВАННОЙ РАЗРАБОТКИ

Выбор объекта разведки

Неглубокозалегающие россыпи в широких долинах долгов время считались объектами второстепенными, а долины высоких порялков - малоперспективными на обнаружение значительных по размерам россыпей.

В некоторых районах СССР долины крупных водотоков У-УП порядков трассируют зоны разломов, контролирующих золотое оруденение. В таких долинах возникают благоприятные геоморфологические условия для накопления мелкого легкопереносимого золота, вымываемого из более древних россыпей [3]. Фракционный состав золотин может быть весьма разнообразным.

Исследуемые россыпи, сформировавшиеся в долинах У-УП порядков, залегают обычно в пределах поймы и низких надпойменных аккумулятивных террас, реже на высоких смешанных террасах с мощностью аллювиальных отложений от 2-3 до 7-8 м и более. Разрез рыхлых отложений простой: в верхней части - почвенно-растительный слой и илесто-глинистые отложения мощностью до 1,0-1,5 м, основная часть

разреза сложена песчано-глинистыми галечниками с гравием, иногда с редкими валунами.

Коренное ложе таких долин обычно сложено преимущественно осадочными породами (алевролитами, песчаниками, глинистыми сланцами) иногда с заметными гидротермальными изменениями (пиритизация, прожилковое окварцование и др.), реже встречаются изверженные породы различного состава, кварцево-жильные образования и катаклазированные, перемятые и в различной степени измененные образования тектонических зон.

Россыпи представляют собой пластовые залежи переменной мощности (от 0,2-0,4 до 1,8-2,0 м), размеры их в плане колеблются в широких пределах. Золотоносный пласт, как правило, на 40-50% приурочен к нижним горизонтам аллювиальных отложений и на 50-60% - к верхней разрушенной части коренных пород. Золото в россыпях распределено неравномерно как в плане, так и в разрезе. Крупность золота в разных россыпях различная, но в большинстве случаев характерно наличие самородков в общей массе среднего и мелкого по крупности золота.

Гидрогеологические условия в пределах мелко залегающих россыпей района различные.

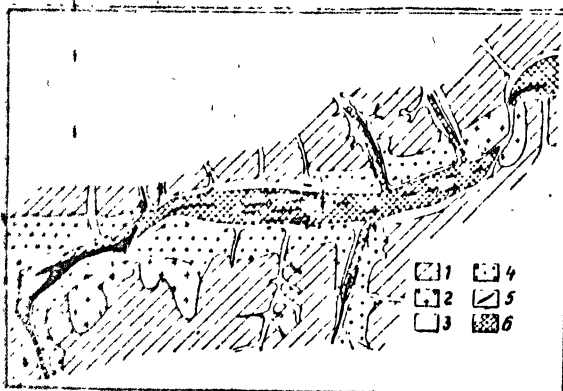


Рис.1. Схема размещения промышленных россыпей в долине У1 порядка

1 - песчаники, сланцы; 2 - граниты; 3 - современные аллювиальные отложения поймы; 4 - отложения смешанных и аккумулятивных террас; 5 - промышленные россыпи по данным буровых и шурфовочных работ; 6 - промышленные россыпи по данным разведочных сочений

Но следует отметить, что для большинства россыпей характерно наличие многолетнемерзлых пород с небольшой мощностью (до 1,0 м) деятельного слоя, полностью промерзающего в начале зимы, зон сезоннообводненных таликов, площадь (и объем) которых сокращается к концу зимы до минимума, и зон постоянно обводненных таликов, не перомерзающих в течение всей зимы.

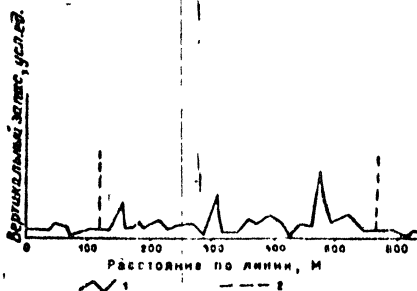


Рис. 2. График распределения вертикальных запасов вдоль разведочной линии шурфов

1 — вертикальные запасы по данным шурфов; 2 — границы участка россыпи, перспективного для постановки крупнообъемного опробования

мышленные содержания на слабозолотоносном фоне, которые по разным линиям не увязываются в единый промышленный контур. Валовое опробование за счет большого объема пробы и линейного вскрытия россыпи поднимает содержание низких классов и снижает содержание высоких, механически усредняя их на длину опробованного интервала.

Валовое опробование рекомендуется проводить при детальном разведочном рабѳах, в исключительных случаях — на поисковой стадии. Для разбѳановки объектов, выделения наиболее перспективных россыпей необходимо использовать данные старых поисковых (буровых и шурфовочных) линий, а если таковые отсутствуют, их необходимо пройти. Основная цель анализа поисковых данных — преобразование модели россыпи, полученной в результате бурения или шурфовки, в вероятную "крупнообъемную". Рекомендуется построить графики распределения вертикальных запасов вкѳест простирания россыпи по имеющимся буровым и шурфовочным линиям, выделить на них участки максимальной ширины, характеризующиеся пилообразным распределением вертикальных запасов с пиками и провалами (рис. 2), используя полученные данные, оконтурить россыпь в плане, провести подсчет прогнозных запасов.

Методика подсчета такова: все выработки, вошедшие в контур подсчета, разбиваются на классы вертикальных запасов. Определяется

Описываемые россыпи (рис. 1) можно рассматривать как сложнопостроенные геологические тела, характеризующиеся различными количественными сочетаниями относительно бедного золотоносного фона, обогащенных участков (отруй) и рассредоточенных мелких гнезд золота [2]. Такое внутреннее строение россыпей определяет низкую эффективность разведки их шурфами и скважинами ввиду неадекватности опробования. Шурфы и скважины выявляют отдельные про-

средний коэффициент через количество выработок каждого класса, который вводится в геологические запасы<sup>х)</sup>.

Ожидаемые промышленные (прогнозные) запасы определяются по формуле [2]:

$$ПЗ = ГЗ \cdot \frac{3П_1 + 2П_2 + 1П_3 + 0,5П_4}{П_1 + П_2 + П_3 + П_4}$$

где ПЗ - прогнозные запасы;

ГЗ - геологические запасы;

3; 2; 1; 0,5 - рекомендуемые коэффициенты для классов вертикальных запасов с интервалами - 0,5 г/м<sup>2</sup>; 0,5 - 1 г/м<sup>2</sup>; 1-2 г/м<sup>2</sup>; больше 2 г/м<sup>2</sup>;

П<sub>1</sub>, П<sub>2</sub>, П<sub>3</sub>, П<sub>4</sub> - количество выработок каждого класса в контуре подсчета.

В результате такого анализе определяются параметры ожидаемой россыпи, которую можно получить после проведения крупнообъемного опробования. Если они отвечают действующим кондициям или близки к ним, объект подвергается детальной разведке.

Рекомендуемые выше коэффициенты подтверждены фактическими данными по 6 россыпям, разведанным с применением крупнообъемного опробования. В выводе коэффициентов участвовало 440 пар выработок различных классов.

При повышении (в результате применения крупнообъемного опробования) вертикальных запасов в низких классах и при их снижении в высоких классах, естественно, изменялась и кондиционность выработок. Изменение кондиционности на примере 202 выработок иллюстрируется нижеследующей таблицей (табл. I).

Т а б л и ц а I

Кондиционность ранее пройденных выработок (шурфов)	Распределение вновь пройденных выработок для крупнообъемного опробования россыпей по кондиционности, %		
	Непромышленные	Бортовые	Промышленные
Непромышленные 100	15	37	48
Бортовые 100	9	30	61
Промышленные 100	2	23	75

<sup>х)</sup> Под геологическими запасами в данном случае понимаются запасы, подсчитанные без учета кондиционных лимитов.

Крупнообъемное опробование в значительной мере способствует переводу непромышленных выработок в бортовые и промышленные, а бортовых — в промышленные. Лишь небольшое количество бортовых и промышленных шурфов переходит в непромышленные. Средний коэффициент по вертикальным запасам, рассчитанный по 6 россыпям, равен 1,9.

Как видно из сказанного, выбору объекта для постановки разведки с применением крупнообъемного опробования предшествует геолого-экономический анализ, включающий: а) выбор перспективных долин У-УП порядков по имеющимся металлогеническим данным; б) анализ поисковых данных по буровым и шурфовочным линиям, а при отсутствии таковых бурение поисковых линий через 1-2 км; в) расчет ожидаемых параметров россыли и определение целесообразности постановки более детальных разведочных работ.

#### Выбор типа разведочных выработок

Выбор типа разведочных выработок определяется двумя факторами: горнотехническими условиями их проходки и необходимой представительностью опробования.

Открытые горные выработки проходятся на площадях многолетне-мерзлых пород с небольшой мощностью рыхлых отложений (до 4,0 м) или в пределах зон развития обводненных таликов на проморозку. Проходка их осуществляется раздельно по торфам и пескам. Выработки при проходке по торфам имеют трапециевидное сечение с размерами по основанию 4,0-4,5 м, по верху 8,0-12,0 м. По пескам сечение выработок в среднем 3,3 м<sup>2</sup> при ширине 1,5 м. Глубина выработок по пескам равна выемочной мощности, которая определяется как сумма мощности продуктивного пласта, мощности "защитного" олоя пород над кровлей пласта (рубашки пласта), принятой равной 0,4 м (но иногда достигающей 0,6 м), и величины углубки ниже подошвы пласта (0,2-0,4 м). Выемочная мощность и, следовательно, глубина выработки по пескам, таким образом, на 0,6-1,0 м превышает истинную мощность продуктивного пласта.

Подземные горные выработки (рассечки) проходятся сечением 3,3 м<sup>2</sup> (2,2x1,5 м) по пласту песков в мерзлоте при мощности торфа более 4,0 м. Для подхода к пласту песков проходится наклонная трапеция под углом 29° до подошвы продуктивного пласта. Устье рассечки по длине на 2,0 м закрепляется деревянной крепью, над устьем устанавливается козырек.

В настоящее время в СССР на ряде объектов применяется отбор крупнообъемных проб из камер сечением  $1,5 \times 1$  м, которые проходятся из шурфов. Применение этого метода опробования показало его высокую эффективность и резко удешевило разведочные работы. Широкое применение шурфокамерного метода опробования затруднено из-за отсутствия полной механизации проходки шурфов. В то же время возможность сокращения выловой пробы весьма велика.

### Разведочная сеть

Густота разведочной сети при предварительной и детальной разведке определяется с учетом группы месторождений по классификации ГКЗ СССР [4], к которой отнесена ожидаемая россыпь, ее параметров (ширины и протяженности), выдержанности по ширине и равномерности распределения в ней золота.

Разведка сравнительно нешироких (200–400 м) и непротяженных (до 2,5–3,0 км) россыпей, большинство из которых относится к месторождениям III группы, для получения по ним запасов категории  $C_1$  рекомендуется разведочными сечениями через 400 м<sup>х</sup>). Это расстояние между сечениями представляется оптимальным. Сгущение приводит к удорожанию работ в два раза, при этом количество запасов и их геометрия практически не изменяются; разрежение сети в два раза приводит к значительным погрешностям в определении запасов (до 22%).

Разведку более мелких россыпей III группы, характеризующихся узкими промышленными контурами (менее 200–250 м) и небольшой протяженностью, для получения по ним запасов категории  $C_1$  необходимо проводить сплошными секционными разведочными сечениями с расстоянием между ними 200–400 м.

Разведка широких (с шириной промышленного контура более 400 м) и протяженных (более 3,0 км) россыпей, относящихся обычно к месторождениям II группы, для получения по ним запасов категории  $C_1$  рекомендуется разведочными сечениями через 600–800 м, а для очень широких участков россыпей (1000–1500 м) через 800–1200 м, при условии наличия между ними одной или более линий шурфов или сква-

<sup>х</sup>) Здесь и далее имеется в виду, что для обеспечения получения запасов соответствующих категорий, кроме необходимой густоты разведочной сети, выполняются также все другие требования по изучению месторождения.

хин ударно-механического бурения, которыми принципиально подтверждается золотосодержащий контур.

В начальный период внедрения метода крупнообъемного опробования применялись сплошные разведочные сечения с длиной секции<sup>х)</sup> (валовой пробы) 20-40 м. Затем был произведен анализ по определению необходимой и достаточной густоты выработок (секции) по разведочным сечениям в зависимости от ширины промышленного контура россыпи. Анализ проводился методом искусственной разрядки секции разведочного сечения и показал, что наиболее достоверны данные, незначительно отличающиеся (не более чем на 10%) от данных основного подсчета по сплошным разведочным сечениям "20 м<sup>хх)</sup> через 20 м" при ширине промышленного контура россыпи более 280 м и по пунктирным сечениям "40 м через 40 м" при ширине промышленного контура россыпи более 400 м.

Применение пунктирных сечений "20 м через 40 м" при ширине промышленного контура россыпи менее 320 м целесообразно, так как при сопоставлении наблюдаются значительные расхождения в линейных запасах (до 40%), судить же о возможности применения таких пунктирных сечений при широких промышленных контурах россыпей (более 400 м) нельзя из-за недостатка данных для сопоставления.

Таким образом, результаты проведенного анализа свидетельствуют о том, что принятая густота проходки выработок в разведочных сечениях для разведки различных по размерам неглубокозалегающих россыпей с применением крупнообъемного опробования обеспечивает необходимую надежность подсчета запасов.

### Опробование выработок

Применяется три вида опробования открытых и подземных разведочных выработок: оперативное (лунковое), бороздвое и валовое (крупнообъемное).

Оперативное опробование применяется для определения верхней и нижней границы вымочной мощности в процессе проходки горных выработок. По открытым секциям лунковое опробование ведется сначала при подходе выработки, проходимой по торфам, к верхней границе вы-

х) Секция - часть разведочного сечения, материал из которой отбирается в валовую пробу.

хх) Здесь и далее первая цифра обозначает длину секции, вторая - неопроваемый интервал.



мочной мощности. При появлении признаков золота в лунковых пробах проходка по торфам прекращается и начинается проходка выработки по пескам. После углубки открытой секции на величину выемочной мощности оперативным опробованием определяется полнота ее проходки по пескам. Проходка открытых выработок по пескам прекращается при отрицательных результатах оперативного опробования ее подошвы.

По подземным выработкам (рассечкам) оперативное опробование ведется в процессе их проходки путем систематического отбора лунковых проб из кровли и подошвы выработок. В зависимости от результатов оперативного опробования корректируется высота подземных выработок.

Объем лунковых проб принят равным  $0,02 \text{ м}^3$ , размер лунок, как правило, составляет  $0,4 \times 0,25 \times 0,2 \text{ м}$ . По выработкам (открытым и подземным) длиной 20 и 40 м лунковые пробы отбираются через 5,0 м.

Бороздовое опробование проводится с целью определения мощности промышленного пласта песков, глубины залегания пласта (мощности торфов) и установления характера распределения золота в россыпи по вертикали. Бороздовые пробы отбираются после завершения проходки выработок из нижних их стенок через 10 м, причем первая бороздовая проба располагается в 5 м от начала выработки. По 20 и 40-метровым выработкам, следовательно, отбирается соответственно по две и по четыре пробы. Ширина бороздовой пробы, пересекающей по вертикали всю выемочную мощность, вскрытую выработкой, принята равной 1,0 м, отбирается она по секциям снизу вверх. Интервал, опробуемый одной секцией бороздовой пробы, равен 0,2 м, длина его равна ширине секции (1,0 м), углубляется секция в стенку выработки на 0,2 м. Объем породы, отбираемой из каждой секции бороздовой пробы, составляет  $0,04 \text{ м}^3$ . Количество секций в бороздовой пробе зависит от мощности золотоносного пласта.

Промывается оперативные и бороздовые пробы сразу после их отбора в специальных утепленных помещениях на промывочных установках "Крошка" с доводкой мелкой фракции пробы на лотке либо (что лучше) механизированным способом.

Валовое (крупнообъемное) опробование ведется для определения среднего содержания золота по выработке на выемочную мощность и (после пересчета) на промышленный пласт песков, выделенный по результатам бороздового опробования. В валовую пробу поступает вся порода, полученная при проходке выработки по пескам. Объем ее зависит от длины выработки и от величины выемочной мощности и со-

ставляет обычно 60-80 м<sup>3</sup> из 20-метровых выработок или 120-150 м<sup>3</sup> из 40-метровых выработок. Определяется объем валовой пробы по маркшейдерскому замеру выработок, пройденных по пескам. Громуваются валовые пробы в летнее время на промприборах типа МПД-6, СПП-1, ТОУ-1 с доводкой концентрации на специальных доводочных установках и с последующим извлечением золота из шлиха отдувкой.

#### Объем валовой пробы и возможность его сокращения

Объем валовой пробы песков, отбираемой из секции разведочного сечения, обычно равен 60-80 м<sup>3</sup> при 20-метровой секции и 100-150 м<sup>3</sup> при 40-метровой секции. Имеется возможность сократить объем валовой пробы и довести его до минимально необходимого, обеспечивающего получение достоверной информации о минимальных затратах.

А.В.Есипов и Н.В.Климов [1] для определения оптимального объема частной пробы предложили следующую формулу:

$$V = \frac{P_i \cdot N}{C \cdot \pi_i}$$

где  $V$  - объем пробы по продуктивному пласту, м<sup>3</sup>;

$P_i$  - средний вес золотинок "критического"<sup>х)</sup> класса крупности, г;

$N$  - процентный выход основных классов крупности золота в россыпи;

$C$  - бортовое содержание, г/м<sup>3</sup>;

$\pi_i$  - выход золотинок критического класса, %.

Для одного из месторождений таким образом был определен оптимальный объем валовой пробы - 2,0 м<sup>3</sup> вместо 100 м<sup>3</sup>. Проведены опытные работы, включающие параллельный отбор проб из рассечек средним объемом 100 м<sup>3</sup> и камер из них объемом около 2 м<sup>3</sup>. По результатам сопоставления 60-ти сопряженных проб установлено, что частные отклонения по парам сопряженных проб колеблются от 0,57 до 2,74.

Средние поправочные коэффициенты составили к содержанию 0,99, к вертикальным запасам 0,95. Параметры россыпи по 5 разведочным линиям также близки между собой (рис. 5, 4). Таким образом, экспериментально подтверждена возможность сокращения валовой пробы.

<sup>х)</sup> Под критическим классом крупности понимается класс крупного золота с малой частотой встречаемости, который необходимо выявить пробой расчетного объема [1].

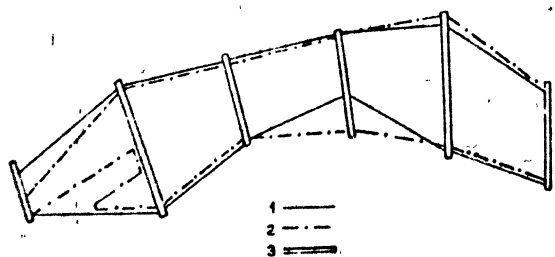


Рис.3. Схема сопоставления контуров промышленной россыпи при разных видах отработки

1 - контур промышленной россыпи при отработке из камер (объем пробы 2-3 м<sup>3</sup>);  
 2 - контур промышленной россыпи при отработке из расщелин (объем пробы 80-100 м<sup>3</sup>);  
 3 - разведочные сечения

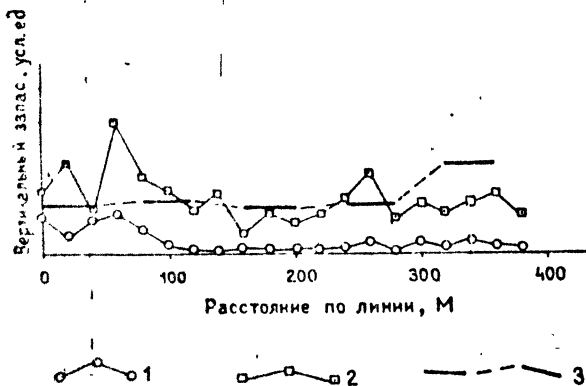


Рис.4. Сопоставление вертикальных запасов вдоль разведочной линии при разных видах отработки

1 - вертикальные запасы по шурфам; 2 - вертикальные запасы по шурфам с камерами; 3 - вертикальные запасы по разведочным сечениям

На основании теоретических расчетов и экспериментов была разработана предварительная промышленная классификация россыпей исследуемого района (табл.2) и рекомендован рациональный комплекс разведочных выработок.

Т а б л и ц а 2

Тип россыпи, строение, характеристика золота	Границы основных классов крупности, включающих 85-98% запасов, мм	Оптимальный объем пробы по пласту, м <sup>3</sup>	Рациональный тип выработок
I	2	3	4
I. Струйчато-гнездовое строение, мощность пласта изменчива, золото средних и крупных фракций, до 10% золотины средним весом 5-8 г	0,5-12,0	40-150	Траншеи, расщелины, полигоны

1	2	3	4
<p>II. Строение отчетливое струйчатое, мощность пласта выдержана, золото мелких и средних фракций, до 15% золотин средним весом 200-300 мг</p>	0,25-6,0	3-4	Шурфы с кизажинами, кизажинами, шурфы сечением 4,0 м
<p>III. Строение слабо выраженное струйчатое, мощность пласта устойчивая, золото мелких фракций, до 20% золотин средним весом 30-50 мг</p>	0,1-3,0	0,2-0,4	Шурфы сечением 1,25 м, скважины большого диаметра (500 мм)
<p>IV. Строение простое с относительно равномерным распределением золота. Золото преимущественно мелкое, пласт мощный, выдержанный, встречаемость золотин весом 10-20 мг - до 30%</p>	0,1-2,0	0,05-0,1	Скважины ударно-канатного бурения диаметром 203 мм (8 дюймов)

#### Особенности подсчета запасов при крупнообъемном опробовании

Все операции подсчета выполняются по общепринятой для россыпей методике, проверенной многолетним опытом ее применения. Следует остановиться только на рассмотрении методики подсчета средних данных по выработкам (секциям разведочных сечений), так как она несколько отличается от методики определения средних данных по шурфам и скважинам.

Оконтурирование промышленного пласта по вертикали (определение мощности пласта песков) ведется по данным бороздового опробования с включением в промышленный пласт всех секций борозды, содержания по которым превышает минимальное содержание, предусмотренное утвержденными условиями. Глубина залегания промышленного пласта (мощность торфов) определяется по маркшейдерским замерам. Средние мощности промышленного пласта песков и торфов по выработке вычисляются как среднелинейные величины мощностей по всем бороздовым пробам, отобранным в данной выработке.

Для определения среднего содержания золота на промышленный (продуктивный) пласт предварительно вычисляется среднее содержание на выемочную мощность песков по формуле

$$C_B = \frac{B_3}{O_n} \cdot K_n,$$

где  $C_B$  - среднее содержание золота на выемочную мощность песков, г/м<sup>3</sup>;

$B_3$  - вес шлихового золота, полученного из валовой пробы, г;

$Q_3$  - объем валовой пробы песков по выработке (в целом), м<sup>3</sup>;

$K_{пл}$  - коэффициент, учитывающий шлиховую пробытность золота (среднюю по разведочному сечению).

Затем производится пересчет вычисленного среднего содержания на промышленный пласт песков через вертикальный запас по формуле

$$C_{ср} = \frac{C_B \cdot M_B}{M_{ср}}$$

где  $C_{ср}$  - среднее содержание золота на промышленный (продуктивный) пласт песков по выработке, г/м<sup>3</sup>;

$M_B$  - средняя выемочная мощность песков по выработке, м;

$M_{ср}$  - средняя мощность промышленного пласта песков по выработке, м.

При такой методике подсчета среднего содержания по выработке все золото, полученное при промывке валовой пробы по нем, искусственно включается ("проеосуетса") в промышленный пласт песков, что приводит к искажению (завышению) истинного содержания золота на промышленный пласт песков, который выделяется с определенной долей условности. Для определения величин этого искажения по бороздовым пробам, отобранным по девяти месторождениям, было проведено сравнение количества золота в промышленном пласте песков и в пределах выемочной мощности песков<sup>х)</sup>, предусмотренной проектом кондиций с общим количеством намытого по бороздам золота (табл.3).

Т а б л и ц а 3

Месторождения	Количество бороздовых проб	Распределение золота, %		
		Общее количество золота в бороздовых пробам	В том числе:	
			в промышленном пласте	в минимальной выемочной мощности
1	2	3	4	5
1-я россыпь	447	100	95,1	96,3
2-я россыпь	294	100	90,5	93,0
3-я россыпь	646	100	97,8	98,0

х) Выемочная мощность песков включает мощность промышленного пласта, верхний "защитный" слой мощностью 0,2 м (предохранительную рубашку) и углубку выработки ниже подошвы промышленного пласта величиной 0,2 м.

1	2	3	4	5
4-я россыль	425	100	90,3	93,4
5-я россыль	107	100	94,6	97,0
6-я россыль	179	100	84,5	90,4
7-я россыль	84	100	96,0	97,4
8-я россыль	66	100	84,1	96,3
9-я россыль	242	100	93,3	96,3
Итого:	2490			
Среднее:		100	93,3	96,5

Анализ показывает, что средние содержания на промышленный пласт за счет включения в него всего извлеченного из валовой пробы золота завышаются в среднем на 6,7%, по отдельным россыпям завышение изменяется от 2 до 10% и только по двум россыпям достигает 15%. В выемочной мощности, которая впоследствии полностью включается в отработку, находится в среднем 96,5% золота, что свидетельствует о незначительном и вполне допустимом искажении результатов подсчета запасов золота применяемым методом.

#### Технология работ

Горные выработки для крупнообъемного опробования мелкозалегающих россыпей золота проводятся в основном в осенне-зимне-весенний период и представляют собой отдельные секции сплошных или пунктирных разведочных очечений. Длина выработок (секций) принята равной 20 или 40 м. Такая длина секций является оптимальной и обеспечивает максимальную производительность труда. В зависимости от принятой схемы расположения горнопроходческого оборудования и отвалного хозяйства выработки располагаются без смещения или с небольшим смещением (до 10 м) от разведочного очечения.

При проходке открытых горных выработок сначала прогонится вскрыша торфов, рыльские их осуществляется взрывом с последующей уборкой бульдозером. Шпурь по полотну выработок бурятся перфораторами. При бурении илистых или илисто-глинистых пород применяются каменные буры типа РХ. При скреперовании песков из выработки на рабочем тресе устанавливаются два скреперных ковша емкостью 0,5 м<sup>3</sup> каждый, при этом скорость уборки песков повышается почти в 2 раза.

При проходке выработок на проморозку составляется график проморозки, и также осуществляется бурение контрольных шурфов, применяемых для определения уровня воды.

Глубина шурфов по морозоте 1,4 м, по таликам (в случае проморозки) 0,6 м. На одну секцию длиной 40 м по торфам забуриваются в среднем 236 шт./м. Бурение ведется крестовыми коронками диаметром 42 мм. Расход коронок при этом составляет 42 шт. на 1000 м<sup>3</sup> вскрытых торфов. Величина заряда берется из расчета 0,7 кг на 1 м<sup>3</sup> взорванной породы. В летнее время при мощности торфов до 3,0 м вскрытие их ведется бульдозером на отгайку.

После завершения вскрытия торфов ведется проходка выработок по пескам и из продуктивного пласта отбирается висловая проба. Проходка по пескам осуществляется при отрицательных температурах буровзрывным способом. Глубина шурфов по пескам - 1,0-1,2 м, диаметр коронки тот же - 42 мм. При проходке песков на проморозку шурфы забуриваются на глубину 0,6-0,8 м. Для взрывных работ применяется патронированный аммонит 6 ЖВ. Количество шурфов на 40-метровую секцию 96 шт., на 20-метровую - 54 шт.

Завершив выемку песков, проходчики тщательно зачищают полотно выработки, а затем отбирают из нее лунковые и бороздовые пробы с помощью отбойного молотка.

Если в лунковых пробах окажется золото, в подошве (или в кровле) выработки делается подбурка, затем взрывание и зачистка до полного отсутствия полезного ископаемого. Висловые пробы до их вывозки на рудвор или до промывки на месте выкладываются с помощью бульдозера в 10 м от пройденной секции.

При проходке рассечек по пескам на глубине свыше 5,0 м применяется проходка полуврезов, т.е. половина проходной выработки проходит наклонным стволом. Уборка песков из рассечки ведется также сдвоенными скреперными ковшами. В остальном проходка подземных горных выработок ведется общепринятым способом. Проходка камер из шурфов осуществляется так же, как и рассечек.

### Геологическая эффективность разведочных работ

Применение на разведке россыпной метода крупнообъемного опробования может способствовать выявлению промышленных месторождений россыпного золота в долинах У-УИ порядков вблизи действующ-

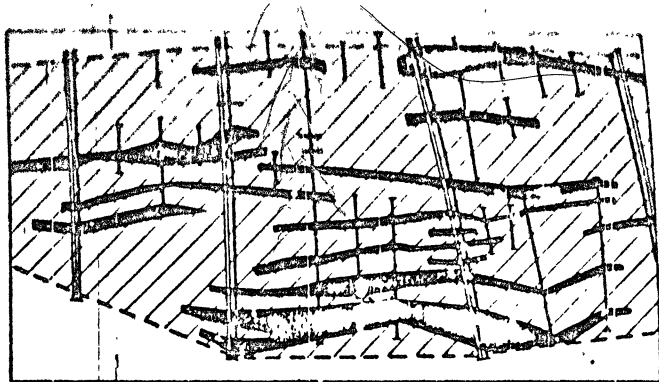


Рис.5. Сравнительные параметры россыпи при различных способах разведки

1 - линии шурфов; 2 - разведочные сечения; 3 - промышленная россыль по данным шурфов; 4 - промышленная россыль по данным разведочных сечений; 5 - границы промышленной россыпи; 6 - непромышленная россыль

щих горнодобывающих предприятий. На таких месторождениях можно развивать высокопроизводительные системы отработки с применением мощной землеройной, транспортной и обогащительной техники. Геологическую эффективность применения метода крупнообъемного опробования иллюстрирует рис.5, на котором изображен фрагмент одной из разведочных россыпей, неоднократно разведываемой шурфами, в результате чего оконтуривались мелкие разрозненные промышленные струи с ограниченным количеством запасов. Применение крупнообъемного опробования позволило оконтурить широкие полигоны и увеличить количество запасов. Значительная часть разведочных сечений была пройдена вдоль линий шурфов, что позволило сравнить результаты этих видов опробования россыпей более чем по 500 парам выработок. Коэффициенты к вертикальным запасам колеблются в широких пределах по выработкам, от 0,8 до 9,5 по разведочным линиям, от 1,8 до 3 по отдельным россылям. Коэффициенты более 1 (от 1,12 до 5) получаются на низких классах содержания.



Это предопределяет наиболее эффективное применение метода крупнообъемного опробования на тех россыпях, где средние содержания по данным шурфов или скважин относительно невысокие.

Кроме вышеизложенного, применение крупнообъемного опробования обеспечивает на 90% механизацию всех операций геологоразведочного процесса, позволяет снизить стоимость единицы разведанных запасов в 1,2-1,5 раза, сконцентрировать работы на отдельных объектах и ускорить введение объектов в промышленное освоение.

### Л и т е р а т у р а

1. ЕСИПОВ А.В., КЛИМОВ Н.В. Методика определения оптимального объема проб при разведке россыпей золота. - Якутск, 1977, с.6.

2. ЕСИПОВ А.В., КЛИМОВ Н.В. К выбору рациональной методики разведки мелкозалегающих россыпей золота. - Якутск, 1977, с.4.

3. ЕСИПОВ А.В., ШАРОВ Г.Н. Пути совершенствования разведки мелкозалегающих россыпей золота. - Разведка и охрана недр, 1978, № 6, с.21-23.

4. ИЗБЕКОВ В.Д., ШАРОВ Г.Н. К вопросу о поисках рудных тел в бассейне Ченкеленьи и на террасах реки Адычи. - В кн.: Поиски и опыт реконструкции корен. источников золота по развед. россыпям. Якутск, 1975, с.149-160.

П.Н.Алексеевко, А.В.Есипов,  
О.В.Степанов, Г.Н.Шаров,  
П.С.Шаров

ВИ. ВИЭМС. Геол., методы поисков и разведки м-ний метал. полезн. ископаемых, 1980, вып.3, 1-16.

## О МЕДНО-ПОРФИРОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ, ОБОГАЩЕННЫХ ЗОЛОТОМ

Billitoe P.H. Some thoughts on gold-rich porphyry copper deposits. - Mineral Deposita, 1979, vol.14, N 3, p.161-174 (англ.)

В последние годы большинство медно-порфировых месторождений подразделяется на две категории: обогащенные золотом и обогащенные молибденом. В целом, медно-порфировые месторождения, образовавшиеся на островных дугах, в большей степени обогащены золотом и обеднены молибденом, чем месторождения в континентально-окраинных орогенах.

В работе дана краткая характеристика приведенных ниже медно-порфировых месторождений, содержащих более 0,4 г/т золота, независимо от того, содержат они молибден или нет.

Байо-де-Ля-Алумбрера (Baio de La Alumbrera) в Аргентине - запасы руды 200 млн.т, среднее содержание меди 0,58%, золота 0,63 г/т, молибдена более 0,01%, магнетита около 10%, отношение пирита к халькопириту 2:1.

Сайндак (Saindak) в Пакистане - запасы руды в одном рудном теле 110 млн.т с 0,42% меди и 0,46 г/т золота, на них 30-40 млн.т с 0,6 г/т золота и 30 млн.т с 0,024% молибдена, содержание магнетита 5-10%, отношение пирита к халькопириту менее 1:1; запасы руды в Восточном рудном теле 170 млн.т с 0,37% меди и 0,301 г/т золота, магнетит отсутствует.

Месторождения Медгорной зоны в Британской Колумбии - запасы руды от 25 до 125 млн.т; на месторождении Афтон содержание золота 0,58 г/т, магнетита 2-10%; на месторождении Карибу-Белл (Cariboo-Bell) - соответственно 0,56 г/т и 4-8%; на месторождении Гелогр-Крик (Galore Creek) - 0,4 г/т и 2-10%; на месторождении Фиш-Лейк (Fish Lake) - 0,5 г/т и значительное; на месторождении Ингербелл (Ingerbelle) - 0,18 г/т и менее 1%.

Пангуна на о.Бугенвиль, Папуа-Новая Гвинея - запасы руды с содержанием золота более чем 0,4 г/т составляют 900 млн.т, среднее содержание магнетита 2,7% (до 7-10%). На месторождении Ок-Тедл (Ok Tedi) в Папуа-Новой Гвинее - запасы руды в зоне вторичного обогащения 265 млн.т с 0,82% меди, 0,011% молибдена и 0,65 г/т золота, запасы руды в зоне выщелачивания 30 млн.т с 3 г/т золота, в зоне первичных руд содержание меди 0,2-0,4%, золота 0,5 г/т.

Месторождения на Филиппинах - Санто-Томас II (Santo Tomas II), Дивон (Divon), Бонанг (Bolang), Маунтейн-Майнес (Mountain Mines), Мариан (Marian), Амакан (Amacan) - запасы руды от 12 до 210 млн. т, содержания золота 0,4-0,93 г/т, магнетита 3-10%.

Кабанг-Кири (Cabanang Kirri) на о. Сулавеси, Индонезия - содержание меди 0,6%, золота 0,7 г/т; есть магнетит. Мапут (Mamut) на о. Калимантан, Малайзия - запасы руды 180 млн. т с 0,43% меди, 0,63 г/т золота; есть магнетит.

Танама (Tanama) в Пуэрто-Рико - запасы руды 140 млн. т с содержанием меди более 0,3%, золота до 0,57 г/т и магнетита до 10%.

Практически на всех этих месторождениях характерными минералами в гидротермально измененных породах являются биотит и калиевый полевошпат, изредка альбит-серицит (Кабанг-Кири) и пропилютовы минералы (месторождения Ижгорной зоны Британской Колумбии). Золото тесно ассоциирует с халькопиритом (или борнитом), его количество пропорционально содержанию меди. Прямой связи между содержанием золота и количеством пирита не установлено. На участках, где развита серицитизация, концентрации золота ниже, чем на участках с калиево-силикатным изменением. В большинстве обогащенных золотом, медно-порфировых месторождениях обычно присутствует значительное количество магнетита (от 3 до 10%), сопровождаемого гидротермальными метасоматическим кварцем. Магнетит встречается в виде самостоятельных и кварц-магнетитовых прожилков, гнезд и вкрапленности. Исключение составляет месторождение Бингхем в США, где магнетит отсутствует, а содержание золота составляет около 0,4 г/т.

Рассмотрение обогащенных золотом медно-порфировых месторождений показывает, что высокие содержания золота не связаны непосредственно с геотектоническим положением месторождений, составом рудовмещающих интрузий, природой вмещающих пород, возрастом минерализации, эрозийным срезов, размером рудных тел, наличием или отсутствием серицитизации. Как правило, они наблюдаются в месторождениях, характеризующихся калиево-силикатными изменениями пород и необычно высоким содержанием магнетита. Высокие концентрации золота установлены в месторождениях, сформированных как на континентальных окраинах, подстилаемых гранитным основанием (Байоде-Ля-Алумбрера, Саиндак, Фиш-Лейк), так и на островных дугах, сооруженных на океанической коре (Пангуня, Кабанг-Кири, Филиппинские месторождения). Наиболее обычны среди медно-порфировых с золотом месторождений средне-поздчеканьозойские, однако в Бри-

тенской Колумбии они имеют район подселищенно-интрузивный характер. Золото установлено как в щелочитовых интрузивах, располагающихся в островных дугах (Межгорная зона в Британской Колумбии, месторождение Мариан на Филиппинах) и континентальных окраинах (Байо-де-Ля-Алумбрера), так и в карбонатно-щелочных интрузивах различного состава. Известково-щелочные интрузивы гранодиорит-адамалитового состава более обычны для них. Концентрации золота не зависят от наличия зон щелочитового изменения. На ряде месторождений с золотом они отсутствуют (Санто-Томас II, Боненг, Мариан, Эк-Теди, Межгорная зона), на других развиты достаточно хорошо (Байо-де-Ля-Алумбрера, Пангуне, Мамут, Танама). Размер медно-порфириновых месторождений также не влияет на концентрации в них золота, поскольку запасы руды в них изменяются от 5 до 900 млн. т. Минерализованные интрузивные штоки располагаются в самых различных по составу породах: в андезитах (Байо-де-Ля-Алумбрера, Межгорная зона, Филиппины и др.), риолитах (Кабанг-Кири), алевритах (Саиндак, Мамут), алевритах, песчаниках и известняках (Эк-Теди), граувакках и глинистых сланцах (Фиш-Лейк), ранних интрузивах (Мариан). Более того, одни и те же алевриты на месторождении Саиндак вмещают обогащенное золотом Южное рудное тело и не содержащее его Восточное. Концентрации золота не зависят и от уровня эрозионного среза медно-порфириновых месторождений, как это установлено на Южном и Восточном рудных телах месторождения Саиндак, расположенных в 100 м друг от друга, или на месторождениях Боненг и Лобо, находящихся в 1,5 км одно от другого. Эрозионный уровень на этих месторождениях один и тот же, а концентрации золота резко различны.

Механизм обогащения золотом медно-порфириновых месторождений еще не совсем ясен. Наличие в большинстве таких месторождений значительных концентраций магнетита при стабильном состоянии полевого шпата является благоприятным фактором для осаждения значительных количеств золота; оно указывает на высокое отношение  $O_2/S_2$ . Высокая температура флюидов и их солоность, приведшие к калиево-силикатному изменению вмещающих пород, показывают, что золото является компонентом магматических флюидов. Перенос золота, магнетита и меди происходил в виде хлоридных комплексов. Более широкое распространение обогащенных золотом медно-порфириновых месторождений в островных дугах и, следовательно, более высокие в них отношения  $O_2/S_2$  может быть объяснено влиянием на месте дифференциации и кристаллизации магматических тел и отделением гидротермальной

Сканирование - Беспалов  
DjVu-кодирование - Беспалов

