

УДК 622.013

**А.П. Ван-Ван-Е**

## **АНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД РАСЧЕТА РЕСУРСОВ ЗОЛОТА ТЕХНОГЕННЫХ РОССЫПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ХАБАРОВСКОГО КРАЯ**

*Обосновываны методы расчета ресурсов техногенных месторождений золота на основе многофакторного анализа геологоразведочных и эксплуатационных данных по конкретному россыпному месторождению. Основными расчетными показателями методов являются первичные запасы, потери при разведке, опробовании, добычи, продуктивности; проведены также базовые расчеты по детально изученным месторождениям, а также учет геолого-геоморфологических и морфоструктурных особенностей россыпей.*

*Ключевые слова: россыпь, аналитический метод, золото, месторождения, прогнозные ресурсы, разведка, эксплуатация.*

С целью оценки ресурсов техногенных россыпей разработан ряд методик, которые можно подразделить на несколько основных групп:

1. Оценка прогнозных ресурсов через ожидаемую продуктивность россыпи.

2. Оценка запасов золота путем переразведки геологических блоков россыпи методом линейных пересечений.

3. Оценка прогнозных ресурсов, исходя из анализа потерь при разведке природной россыпи и потерь при ее разработке на основе учета разведанного и добытого золота, а также гранулометрического состава золота и вмещающих пород (вероятного содержания мелких и тонких фракций золота).

Первый метод основан на принципе аналогий и подсчет ресурсов производится через ожидаемую продуктивность погонной длины долины. Получаемые результаты являются крайне приближенными и не могут

служить основанием для повторной отработки.

Второй метод основан на несколько упрощенной методике проходки разведочных линий, применяемой при разведке природных россыпей. Это весьма дорогостоящий способ, не всегда дающий достоверный результат и вследствие этого не может быть применен для массовой региональной оценки ресурсного потенциала техногенных и природно-техногенных россыпей.

Для экспрессной оценки прогнозных ресурсов техногенных россыпей золота более перспективны аналитические методы (группа 3), дающие приближенно-количественные результаты и позволяющие провести первичную инвентаризацию россыпных объектов, в том числе выделить наиболее перспективные промышленные россыпи под отработку или опытную переразведку с целью подтверждения рассчитанных ресурсов.

Очевидно, что аналитические расчеты ресурсов техногенных россыпей

должны базироваться на конкретных количественных показателях разведки и эксплуатации россыпей. Таковыми являются:

$Q_{\text{п}}$  — запасы природной россыпи отработанного блока по данным разведки (кг).

$V_{\text{отр}}$  — объем горной массы природной россыпи (куб. м) в контурах отработанного блока.

$Q_{\text{д}}$  — добыча золота из отработанного блока (кг).

$C_{\text{р}}$  — среднее содержание золота в отработанном блоке (г/куб. м) по данным геологоразведочных работ

$K_{\text{н}}$  — коэффициент намыва =  $Q_{\text{д}}/Q_{\text{п}}$

$K_{\text{р}}$  — коэффициент потери промышленного золота при разведке природной россыпи в результате несовершенства методов разведки и способов разведочного опробования, а также анализа разведочных проб.

$K_{\text{мф}}$  — коэффициент содержания в россыпях мелкой фракции золота (-0,1 мм), обычно теряемой при использовании малоэффективных технологий извлечения золота в прежние годы, особенно дражным способом. Устанавливается по данным ситового анализа разведочных проб или опробования эфельных отвалов.

К сожалению, только по некоторым россыпным месторождениям в отчетных документах приводятся данные гранулометрического состава вмещающих пород и золота, коэффициенты намыва и потери металла при добыче. В связи с этим в ряде случаев приходится при расчетах ресурсов техногенных россыпей принимать усредненные значения коэффициентов, наиболее характерные для россыпей Хабаровского края. Так  $K_{\text{н}}$  изменяется от 1,1 до 1,4—1,6. это связано с

тем, что при разведке применяются стандартные разведочные сети, далеко не всегда учитывающие резко дискретный характер распределения золота в россыпи, вследствие чего объем реальных запасов золота может быть занижен, а в некоторых случаях и завышен ( $K_{\text{н}}$  менее 1). При расчетах прогнозируемых ресурсов россыпей Хабаровского края усредненное значение  $K_{\text{н}}$  может быть принято в размере 1,3, учитывая преобладающую глинистость многих крупнообъемных россыпей края.

Потери промышленного золота при разведке по данным статистики составляют в среднем 15—30 % за счет необоснованности плотности разведочных сетей, несовершенства методов опробования, анализа разведочных проб и потери пылевидного золота (Крейгер, 1962, “Методика разведки месторождений полезных ископаемых”). При расчетах прогнозных ресурсов  $K_{\text{р}}$  может быть принят в размере 0,2 (20 %).

Кроме пылевидного золота в разведочном опробовании и при эксплуатации россыпей терялась мелкая и супертонкая фракция (менее 0,1—0,05 мм), вследствие чего эту часть золота следует учитывать при расчетах прогнозных ресурсов. Проведенные опыты показывают, что пробирный анализ занижает содержание золота в 5—25 раз по сравнению с полным анализом. Значительная часть золота остается в отвалах также в сростках с другими минералами (в основном, с кварцем и сульфидами). В течение длительного воздействия на техногенные россыпи кислородсодержащих поверхностных вод сульфиды окисляются, из других минералов золото выщелачивается, укрупняется и, таким образом, происходит

естественное повышение содержания металла. Величина  $K_{\text{мф}}$  может быть взята из данных ситового опробования. Косвенно содержание мелкой фракции увязывается со степенью промывистости золотоносных песков: низкая ( $K = 1,3$ ), средняя ( $K = 1,2$ ), высокая ( $K = 1,0$ ).

Таким образом, первичные запасы природной россыпи могут быть скорректированы тремя коэффициентами:  $K_{\text{н}}$  (коэффициент намыва),  $K_{\text{р}}$  (несовершенство методов разведки, разведочного опробования и анализа разведочных проб) и  $K_{\text{мф}}$  (потери мелких фракций золота и в сростках при добыче). Исходя из этого может быть получена расчетная формула прогнозных ресурсов техногенных россыпей ( $Q_{\text{т}}$ ) в виде:

$$Q_{\text{т}} = Q_{\text{п}} (K_{\text{н}} + K_{\text{р}} + K_{\text{мф}}) - Q_{\text{д}} \quad (1)$$

Следует отметить, что поправочные коэффициенты отражают потери как при разведке, так и при добыче в основном мелкого и пылевидного золота, вследствие чего ресурсы техногенных россыпей обеспечиваются, главным образом, за счет преобладающего содержания в них золота мелких, тонких и сверхтонких фракций.

В большинстве случаев представляют большие трудности расчеты ресурсов золота отдельно в отвальных комплексах (в собственно техногенных россыпях) и в остаточно-целиковых массивах. Вследствие этого, приведенные выше обоснования расчетов (формула 1) предполагают оценку ресурсов золота суммарно в природно-техногенных россыпях (отвальные + остаточно-целиковые комплексы), тем более что при повторной переработке такие россыпи будут

представлять единый золотороссыпной объект.

При расчетах прогнозных ресурсов техногенных россыпей учитываются разведанные запасы, а также при отсутствии разведки и прогнозных ресурсов по категориям  $P_{1-2}$ . Проведенная нами статистическая обработка сопоставления данных прогнозов и проведенной впоследствии разведки показали близость этих показателей, при некотором превышении запасов по данным разведки в некоторых золотороссыпных узлах.

Средние содержания золота в природно-техногенных россыпях  $C_{\text{т}}$  могут быть рассчитаны по формуле:

$$C_{\text{т}} = Q_{\text{т}} / V_{\text{отр}} \quad (2)$$

При отсутствии данных по объему горной массы отработанного блока ( $V_{\text{отр}}$ ) этот показатель рассчитывался нами по данным маркшейдерских замеров параметров отработанного блока:

$$V_{\text{отр}} = (l \times h \times m) \text{ м}^3$$

Из всего объема техногенных россыпей Хабаровского края 30% относятся к россыпям с высокой степенью глинистости и значительным содержанием мелкого, тонкого и пылевидного золота. Легко промывистые россыпи составляют 10—15%; остальные относятся к россыпям средней промывистости со средними значениями потерь золота при отработке. К крупным и уникальным золотороссыпным месторождениям Хабаровского края относятся россыпи долин средних порядков, отработанные преимущественно дражным способом и с объемом горной массы свыше 20 000 000 м<sup>3</sup>. Их протяженность свыше 10 км, продуктивность — многие сотни кг на

1 км погонной длины. К таким месторождениям относятся россыпи рек Херпучи, Семи, Сулакиткана, М. Битки, Олга, Ниман, Колчан и ряд других.

К россыпям среднего масштаба можно отнести большинство месторождений, обработанных также дражным способом и с объемом промывной горной массы свыше 2 000 000 м<sup>3</sup>. Их протяженность составляет первые километры, продуктивность 100—200 кг на 1 км погонной длины россыпи. Примерами могут служить россыпи таких рек, как Хон, Кайгачан, Б. Бори, Ботоон, Ниламокит, Тяпка, Оемку и другие.

К малым месторождениям относятся большинство россыпей, обработанных гидромеханизированным способом и имеющим объем горной массы менее 2 000 000 м<sup>3</sup>. Это террасовые россыпи долин средних порядков и долинные низких порядков. Протяженность их от нескольких сотен метров до первых километров. Продуктивность изменяется от 20 до 100 кг на 1 м погонной длины россыпи. Их доля в общем балансе россыпных месторождений края составляет около 18%.

В основном оценивались ресурсы техногенных россыпей, в которых объемы добытого золота из природной россыпи превышали 100 кг. По нашему мнению этот критерий определяет нижний порог промышленного освоения техногенных россыпей. Всего оценены ресурсы 149 техногенных россыпей с рассчитанными ресурсами 104 т.

В зависимости от полноты исходных данных по конкретным обработанным россыпям нами составлены таблицы расчетов ресурсов трех видов. Первая из них включает расче-

ты по россыпям с наиболее полными и достоверными данными разведочных и эксплуатационных характеристик. Из различных информационных источников собраны фактические данные по  $Q_{п}$ ,  $V_{отр}$ ,  $Q_{д}$ ,  $C_p$  и по поправочным коэффициентам. Полученные данные позволяют с высокой степенью достоверности произвести расчеты техногенных ресурсов наиболее характерных россыпных месторождений золота Хабаровского края, а также получить коэффициенты отношений объемов добытого золота и соответствующих техногенных ресурсов по конкретным россыпям ( $K_{о.р.}$ ). По ряду обработанных россыпей мы располагали ограниченной информацией, включающей только объемы добычи золота и средние содержания металла в обработанных блоках. В этом случае ресурсы техногенных россыпей определялись путем применения усредненного коэффициента отношений объемов добытого золота и техногенных ресурсов ( $K_{о.р.}$ ), установленного при расчетах техногенных ресурсов базовых месторождений и равного 0,44. Вероятные ресурсы рассматриваемых техногенных россыпей определялись путем умножения объема добычи на 0,44.

При оценке ресурсов и содержания золота в различных гранулометрических фракциях отвального комплекса следует иметь в виду обогащение эфелей за счет удаления галечной составляющей горной массы и перехода золота различных классов и генетических типов из объема удаляемой крупнообломочной фракции в эфельную. Величина обогащения эфелей в первом приближении определяется соотношением объемов галей и эфелей и может достигать

2—4 раз. Наблюдается прямо пропорциональная зависимость между содержанием золота, количеством минералов с уд.в. более 6, объема эфелей в горной массе и процентом потерь. Так, при опытном опробовании Г.С. Мирзехановым исходных песков и эфелей россыпи Мал. Жорма получены соответственно содержания золота: в исходных песках — 388 мг/м<sup>3</sup>, а в эфелях около 400—500 мг/м<sup>3</sup> при долевым количестве эфелей в исходной горной массе около 25 %.

Имея в виду существенные обогащения эфелей при грохочении на драгах или дезинтеграции при гидромеханическом способе отработки следует относить расчетные ресурсы к объему эфелей, т.к. по данным Г.С. Мирзеханова “уход” золота в галечные отвалы составляет около 3 % от первоначального количества в исходных песках. В связи с этим промышленный интерес представляет переработка, прежде всего, эфельных отвалов техногенных россыпей. **ТАБ**

#### **КОРОТКО ОБ АВТОРЕ**

*Ван-Ван-Е Анатолий Петрович* — доктор геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник, adm@igd.khv.ru, Институт горного дела ДВО РАН.



---

### **ОТДЕЛЬНЫЕ СТАТЬИ ГОРНОГО ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОГО БЮЛЛЕТЕНЯ (ПРЕПРИНТ)**

#### **ОЦЕНКА ПОРОГОВЫХ ЗНАЧЕНИЙ И ПРЕДЕЛЬНЫХ ТОЧЕК В РАЗВИТИИ ТЕХНОЛОГИИ УГОЛЬНОЙ ШАХТЫ**

*Оганесян Николай Каренович* – аспирант, msmu-prpm.yandex.ru, Московский государственный горный университет.

*Изложены методические положения выявления этапа необходимости проведения изменений в технологической схеме, который предлагается определять при помощи оценки пороговых значений и предельных точек в развитии технологии шахты (метод критической предельной точки). Рассмотрены основные проектные решения по реконструкции технологической системы ш. Октябрьская ОАО «СУЭК-Кузбасс», которая по результатам оценки состояния шахтного фонда Кузбасса требует формы развития в виде реконструкции.*

*Ключевые слова: предельная точка, маржинальный доход, угольная шахта.*

#### **ASSESSMENT THRESHOLDS AND LIMIT POINTS IN THE DEVELOPMENT OF TECHNOLOGIES OF A COAL MINE**

*Oganesyanyan Nikolaiy Karenovich*

*Set out the guidelines identify the stage of the need for changes in the technological scheme, which is proposed to be identified with the help of the evaluation thresholds and limit points in the development of the technology of mines (the method of the critical limit point). Considered the major design decisions on reconstruction of technological system ш. Октябрьская OJSC «SUEK-Kuzbass», which according to the results of the assessment of the status of mine Fund of Kuzbass requires forms of development in the form of reconstruction.*

*Key words: marginal point, the marginal income, coal mine.*