УДК 553.042

В.Е.Бойцов, Г.Н.Пилипенко

Московский геолого-разведочный университет

МЕТОДОЛОГИЯ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ТЕХНОГЕННЫХ ОБЪЕКТОВ АЛДАНСКОГО РУДНОГО РАЙОНА

Рассмотрены возможности комплексного использования природных ресурсов техногенных объектов, образованных в процессе крупномасштабных геолого-разведочных работ в Центрально-Алданском золоторудном районе Южной Якутии. В основу оценки положены данные о размерах отвалов, изменении содержаний и минеральных форм нахождения рудных элементов в зоне окисления. Показана экономическая эффективность утилизации отвалов, содержащих стратегически важные металлы: уран и золото.

The multipurpose use prospects of natural resources of technogenic formations made up as a result of large-scale prospecting in the Central Aldan gold-mining region of South Yakutya is considered hereinafter. The evaluation is based on the data of rock dumps' volume, variability of contents and mineral forms of ore-element occurrence in the oxidation zone. The economic utilization efficiency of rock dumps, containing such strategically important metals as gold and uranium is shown in this paper as well.

В перечне критических технологий Российской Федерации выделена тема «Оценка, комплексное освоение месторождений и глубокая переработка стратегически важного сырья». Уран и благородные металлы принадлежат к группе стратегически важных видов минерального сырья. Несмотря на резкое различие геохимических свойств, технологий добычи и области использования, их объединяет уникальная значимость для народного хозяйства, определяющая особый, все возрастающий интерес к этим металлам. К сожалению, в последние годы в нашей стране их сырьевая база и объем добычи заметно сократились. Воспроизводство добычи возможно за счет освоения новых, нетрадиционных видов комплексного сырья.

В настоящее время потребности атомной энергетики в уране значительно превышают его производство. Пока этот дефицит компенсируется за счет складских запасов, но они не безграничны.

В России работают девять АЭС с 29 энергоблоками мощностью 21 ГВт. Для обеспечения их ядерным горючим необходимо 3600-3800 т урана. Основным и пока единственным уранодобывающим предприятием является Приаргуньский комбинат (АО «11111 ХО») отрабатывающий месторождения Стрельцовского рудного поля. Его номинальная мощность 3500 т, а фактическое производство 2250-2500 т. Кроме того, России для снабжения АЭС своих партнеров необходимо не менее 6000 т урана. Для удовлетворения потребностей атомной

энергетики на период до 2010 г. необходимо 10-12 тыс.т урана в год, а имеющаяся сырьевая база не может их обеспечить.

Сырьевая база золота в настоящее время сократилась в 2 раза по сравнению с 70-ми гг. и составляет около 150 т в год. В связи с падением мировых цен на золото в настоящее время рентабельно разрабатывать коренные месторождения с содержанием золота не менее 5-7 г на 1 т руды. На территории России значительную долю запасов составляют руды с низким содержанием золота (2-5 г/т) и труднообогащаемые, требующие применения дорогостоящих технологий.

Важной особенностью золотодобычи в России является то, что около 50 % металла добывается из россыпных месторождений, а они составляют лишь 12,5 % от общих ресурсов золоторудного сырья. Прирост разведанных запасов в последние годы сокращается и значительно уступает добыче. В создавшихся условиях пополнение золотого фонда страны является задачей весьма актуальной: необходимо довести добычу золота в стране до 250-300 т в год, что требует новых подходов к оценке рудных объектов, применения прогрессивных технологий переработки комплексных руд.

Одним из наиболее крупных по запасам золота, а также комплексных золотоурановых руд с повышенными содержаниями серебра, молибдена и редких металлов является Центрально-Алданский рудный район. В результате детального изучения здесь выделено несколько типов золотого и комплексного золотоуранового оруденения. Из них перспективными для промышленного освоения, которое может обеспечить значительный прирост добычи металлов, являются следующие объекты:

- зона Южная, самая крупная по размерам структура с комплексным оруденением и большими запасами урана и золота;
- зона Федоровская, меньшая по размерам и запасам, рудоносная структура, характеризующаяся рудами с более высоким содержанием золота и серебра;
- техногенные объекты, возникшие в процессе разведки и отработки месторождений (рудные отвалы горных выработок и отвалы забалансовых руд).

Зона Южная является крупнейшей из примерно 80 выявленных и предварительно оцененных рудоносных зон Эльконского горста. Она разведана горными выработками по простиранию на 20 км, на глубину до 2 км. Зона сложена плотными породами – золотоносными пирит-карбонат-калиевошпатовыми метасоматитами. В зонах метасоматитов развиты серии швов с браннеритовой и более поздней минерализацией. Среднее содержание золота и серебра относительно невысоко: соответственно 1-2 и 8-15 г/т; среднее содержание урана 0,1-0,2 %. Основная часть золота в дисперсной форме входит в состав тонкозернистого метасоматического пирита-мельниковита, в котором его содержание составляет около 80 г/т. Главная сложность комплексного извлечения урана и золота из этих руд связана с минеральной формой нахождения урана в виде браннерита и дисперсной формой нахождения золота в пирите ранних генераций. В качестве положительного фактора следует отметить установленное нами тесное пространственное совмещение урановой и золотой минерализации в центральной части зоны Южной: золотоносные метасоматиты содержат 72 %, а локализованные внутри них урановорудные тела 62 % всего золота, присутствующего в зоне. Оруденение зоны Южной характеризуется большими запасами урана (около 300 тыс.т) и золота (около 300 т). Для разработки технологий оптимального извлечения урана и золота отобраны технологические пробы.

Зона Федоровская выявлена и разведана в юго-западной части Эльконского горста на площади широкого развития мезозойских интрузий. Вмещающие породы являются более меланократовыми по сравнению с зоной Южная. Аналогичные метасоматиты содержат больше золотоносного пирита (до 15 %) и карбонатов (до 35 %). Особенностью этой зоны являются повышенная золотоносность (3-10 г/т) и высокие содержания серебра (20-60 г/т, до 1400 г/т). Как показали исследования, это обусловлено не только увеличением количества золотоносного пи-

рита добраннеритовых метасоматитов, но и наложением на золотоносные метасоматиты и последующую браннеритовую минерализацию продуктов более поздней золото- и серебросодержащей стадии, представленной прожилковидными выделениями рисовидного кварца и карбонатов. К ним приурочены выделения свободного золота и минералов серебра (серебро, акантит). Продукты этой стадии проявлены в виде мелких наложенных прожилков, обычно унаследованно локализованных в зоне пирит-карбонат-калиевошпатовых метасоматитов вблизи браннеритовых швов и в самих этих швах. В эту стадию образуются две тесно связанные минеральные ассоциации: пирит-карбонат-кварцевая и пирит-карбонатная со свободным золотом и минералами серебра. Урановое оруденение также отчетливо располагается внутри зоны золотоносных метасоматитов и представлено серией тектонических швов с браннеритом.

Техногенные объекты представлены отвалами горных работ, в том числе отвалами забалансовых руд на отрабатываемых и балансовых руд на разведанных месторождениях. Огромные рудные отвалы накопились в 1962-1992 гг. при разведке выявленных здесь золотоурановых месторождений. В процессе этих работ, сопровождавшихся выемкой горно-рудной массы, было пройдено более 60 км подземных горных выработок и 1,3 млн $м^3$ вскрывающих оруденение канав.

Крупнейшая и наиболее разведанная из многочисленных оцениваемых рудоносных зон Эльконского горста – зона Южная – имеет большую протяженность практически непрерывного оруденения. По этой зоне проведен основной объем геолого-разведочных работ: пройдено шесть разведочных штолен и три шахты, вскрывших оруденение на глубине до 600 м. Соответственно в отвалах пройденных по золотоурановорудным зонам Эльконского горста подземных геолого-разведочных выработок находится более 1 млн т горной массы. Проходка основной части этих выработок – рудных штреков – сопровождалась радиометрической сепарацией поднимаемой на поверхность в вагонетках горной массы, которая складировалась в рудных отвалах. В этих отвалах находится не менее 500 тыс.т золотоурановых руд. Так как содержание золота при радиометрической сепарации руд несколько возрастает, то среднее содержание золота в этих отвалах составляет более 1 г/т, т.е. в них находится более 500 кг золота и (с учетом разубоживания) более 200 т урана. Объем отвалов разведочных канав в 2 раза больше. Нами показано, что в лежалых отвалах руд тонкодисперсное золото, находящееся в метасоматическом пирите, как правило, вскрывается. При окислении руд технологические показатели уранового оруденения также улучшаются. В процессе разведки месторождения Лунное зоны Федоровской были пройдены траншея длиной 110 м и средней шириной 9 м и штольня длиной 300 м. Добытая при их проходке горная масса складирована в двух отвалах, в которых средние содержания металлов (с учетом разубоживания) следующие: золота 3,5 г/т, серебра 50 г/т, урана 0,04 %. Эти содержания и полная окисленность руды в отвалах определяют несомненную эффективность их утилизации. С переработки отвалов методом кучного выщелачивания может быть начато освоение этих золотоурановых месторождений, являющихся главным резервным источником золота, серебра и урана в России, при уточнении режимов и номенклатуры реагентов для проведения последовательно раздельного или одновременного растворения этих руд с целью добычи урана и благородных металлов. Укрупненно-лабораторные пробы для технологических испытаний комплексных руд Эльконского горста отобраны из отвалов трех основных рудных зон этого района.

Большие количества забалансовых золотых руд находятся в отвалах отрабатываемых карстовых месторождений Куранахского рудного поля. Об объемах этих отвалов можно судить по количеству добытой здесь руды (около 100 млн т) и полученного золота (240 т). Среднее содержание золота в перерабатываемых рудах менялось следующим образом: 8-15 г/т в первые 10 лет отра-

ботки, 6-7 г/т в следующие семь лет, 3-4 г/т в следующие 10 лет и около 2 г/т в последующие годы. Это связано с соответствующим изменением бортовых и забалансовых отвальных содержаний. Исходя из этого, в забалансовых отвалах Куранаха находится более 100 млн т горной массы с содержанием золота не менее 1 г/т. Переработка этих отвалов по технологии кучного выщелачивания начата, но в связи с высокой глинистостью этих руд необходима доработка технологии их окомкования.

Важным источником золота могут стать отвалы богатых золоторудных месторождений Лебединского типа, разрабатываемых с 1933 по 1994 г. Длительное время они отрабатывались с бортовым содержанием до 8 г/т. Было переработано около 1,4 млн т руды со средним содержанием золота более 25 г/т. Это свидетельствует о значительном объеме отвалов забалансовых руд, содержащих не менее 3 г/т золота. Переработка отвалов Лебединских месторождений начата артелью старателей «Селигдар».

Приведенная методика оценки объемов техногенных объектов и возможности комплексного использования рудных отвалов одного из крупных рудных районов России может иметь значение и для других регионов.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект 02-05-64150.