

К ПРОБЛЕМЕ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗВЕДКИ И ДОБЫЧИ БЛАГОРОДНЫХ МИНЕРАЛОВ (ЗОЛОТА, СЕРЕБРА, ПЛАТИНОИДОВ, АЛМАЗОВ И ДРУГИХ)

М.Н. Климентов
А.Н. Петин

*Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет*

*Россия, 308015,
г. Белгород, ул. Победы, 85
E-mail: Petin@bsu.edu.ru*

В статье рассматривается проблема повышения эффективности разведки, опробования и разработки благородных металлов на россыпных месторождениях полезных ископаемых. Предлагается шире применять способы и устройства для скважинной гидродобычи полезных ископаемых, основанных на принципах гидромониторных методах размыва рыхлых отложений и подъема их на поверхность.

Ключевые слова: благородные минералы, золото и платиноиды, серебро, алмазы, скважинная гидродобыча.

Проблемы добычи благородных минералов

Проблемам разведки и добычи благородных минералов во всех странах уделяется большое внимание. Самородное золото и серебро известны человечеству несколько тысячелетий, о чём свидетельствуют многочисленные находки драгоценных древних изделий. Золото и платина относятся к особо ценным благородным металлам, которые обладают отличными свойствами и широко применяются как валютный металл, а также в зубоорудном деле, химической, электротехнической, приборостроительной и ювелирной промышленности: авиации, космонавтике и в военном деле.

Золото и платина превосходят все металлы по ковкости, тягучести и устойчивости, так как практически не соединяются с кислородом, водородом, азотом и углеродом. Золото (A_{11}) может быть прокатано в лист толщиной до 1×10^{-5} мм, а платина в очень тонкую проволоку – до 0,001 мм. Золото и платина растворяются только в царской водке, соляной кислоте и щелочных цианидах [1].

В природе A_{11} и P_1 встречаются в самородном виде на месторождениях разного генетического типа: гидротермальных, магнетических в россыпях и др.

Особо важное промышленное значение имеют аллювиальные, делювиальные, элювиальные и шельфовые россыпи. Самородное золото часто по весу содержит примеси серебра до 16%, меди до 20%, палладия до 11%, висмута до 90.4% и соответственно имеют названия – электрум, купроаурит, коруенит и висмутоаурит.

В самородной платине обычно имеются примеси железа (до 20%), иридия (до 37%), палладия и радия (до 5%), рутения и меди (до 15%).

Велико значение аллювиальных россыпей, среди которых выделяются косовые, русловые, долинные, террасовые шельфовые, а так же древние (погребальные), которые нередко замечают в очень сложных гидрологических, горных и морфологических условиях.

При разведке и добыче благородных металлов применяются шлифовка и металлометрическая съёмка, геофизические способы, а также комплексные горно-буровые методы (дудки, шурфы, карьеры и скважины различного назначения). Золото и платиноиды в россыпных месторождениях обычно представлены мелкими фракциями – от микронов до небольших самородков в несколько сантиметров с массой в десятки грамм.

Серебро (A_g) – драгоценный металл тверже золота, но очень пластичный, тягучий, «мировой рекордсмен» по электропроводности. Самородное серебро в природе встречается значительно реже, чем золото, так как легко образует химические соединения с другими элементами. Известно более 50 природных минералов серебра в том



числе электрум ($A_u + A_g$), кюстелит ($A_g + A_u$), аргентит (серебро+сера), крусылит (серебро+мышьяк+сера) и т.д. Серебро образует комплексные месторождения, где оно составляет более 50% всех полезных компонентов или входит в состав руд цветных, легирующих и благородных металлов.

Собственно серебряные месторождения играют важную роль в мировой добыче драгметаллов. Встречаются иногда огромные самородки серебра. Так на руднике «Святой Георгий» (около г. Фрайберг) был найден самородок весом 20 т. В здании парламента Канады представлен в настоящее время образец весом 612 кг. Другой образец был также найден в Канаде и назван «Серебряный тротуар», так как имел длину 30 м и содержал 20 т серебра.

К благородным металлам относятся ещё 5 более редких металлов-платиноидов: палладий (Pd), рутений (Ru), родий (Rh), иридий (Ir), осмий (Os). Все они химически стойкие, пластичные, коррозиестойкие и редко образуют другие соединения. Платиноиды кроме того отличаются тугоплавкостью, имеют сверхнизкую электропроводность и теплопроводность. Данные свойства определяют широкие области их применения в промышленности.

К благородным металлам относят также «технеций», который очень редко встречается в природе. Он сильно радиоактивен.

Алмазы тоже входят в разряд драгоценных ювелирных и технических минералов наивысшей твердости (10). Ограниченные кристаллы алмазов отличного качества преобразуются в благородные бриллианты и высоко ценятся. Среди технических алмазов выделяют по качеству и цвету четыре разновидности:

- 1) борт – темноокрашенные и недостаточно прозрачные кристаллы;
- 2) баллас – светлоокрашенные мелкозернистые кристаллы;
- 3) карбонадо – тонкозернистые темно-серые ;
- 4) конго – алмазная мелочь, низкосортные разновидности, которые используются в качестве абразивных изделий.

Технические алмазы широко применяются в металлообрабатывающих изделиях (резцы, свёрла, для изготовления породоразрушающих буровых наконечников, коронок, долот, калибраторов и т.д.)

Коренные месторождения встречаются в кимберлитовых «трубках взрыва», а россыпи алмазов накапливаются в рыхлых отложениях. Алмазы очень устойчивы по отношению физико-химическим агентам выветривания.

Добыча благородных металлов в России началась в XVII веке в Забайкалье с разработки серебряных руд.

В 1824 г. на восточном склоне Уральских гор были обнаружены богатые россыпи платины с золотом. Позднее была открыта Исовская система золотоплатиновых россыпей, получивших мировую известность. Подземную и комбинированную разработки россыпных месторождений полезных ископаемых (МПИ) часто применяют на глубоких захороненных россыпях в долинах рек (Лена, Енисей, Колыма) и т.д.

В России драгоценные минералы добывают, в основном, из россыпных месторождений, а за рубежом из рудных. По эффективности добычи благородных металлов из россыпей лучшим считается дражный способ, а менее экономичными признаны гидравлический и скрейперно-бульдозерный методы. При этом подземная разработка россыпей почти в 1.5 раза дороже дражного способа. Платину и платиноиды из её группы часто выплавляют вместе с медью и никелем из полиметаллических руд.

Доля благородных металлов в общем объёме горнодобывающей промышленности всего мира незначительна (0.00005%), но благодаря их высокой ценности стоимость добычи в 100000 раз выше за единицу массы любого другого минерала (кроме алмаза).

Для получения золота используют его способность реагировать лишь с немногими веществами – ртуть, цианиды. На этой базе используют методы амальгамации и цианирования, когда руда дробилась, смешивалась с ртутью и синильной кислотой или пропускалась через обогатительные шлюзы, покрытые медными листами и тонким слоем ртути. Для извлечения драгоценных металлов в настоящее время исполь-

зуют сложные многоэтапные технологии с целью извлечения различных примесей на специальных аффинажных заводах.

Проблемы повышения эффективности разведки, опробования и добычи благородных минералов решались различными научно-исследовательскими и промышленными организациями.

В России можно выделить ЦНИГРИ, МГ ГРУ, Томский ПТУ, Северо-восточное геологическое управление и другие предприятия.

При поисках и разведке россыпных месторождений благородных минералов широко используются также геофизические, шлиховые и горно-буровые методы.

При вскрытии и оконтуривании МПИ, а также при опробовании и добыче проводятся обычно шурфы, шахтные колодцы, разрезы и карьеры, а также разные виды буровых работ: ударно-канатные; вращательные, колонковые; гидронефмоударные; вибрационные, с гидротранспортом керна и т.д.

При этом скважины бурятся обычно большого диаметра (≥ 300 мм) с использованием керноотборных снарядов, ковшовых и грейферных буров. А при опробовании россыпей используются ковшепередвижные установки типа ПРОБА-2 М с питателем, виброгрохотом и центробежным сепаратором, на которых механизированы операции дезинтеграции и обогащения. Применяются также малогабаритные установки для отбора проб типа УОП-2.

Современные технологии разработки россыпных месторождений

К числу принципиально новых высокотехнологичных разработок можно отнести способы и устройства для скважинной гидродобычи полезных ископаемых, основанных на принципах гидромониторных методов размыва рыхлых отложений и подъема их на поверхность [2, 3, 4, 5, 6].

Весьма перспективными является также новые роторно-турбинные способы разработки, в которых предусмотрены активные методы разрушения рыхлых отложений с применением реактивно-турбинных буров со спецрасширителями и извлечение штыково-винтовой колонной в вакуумной среде. Такие способы могут быть успешно применены для скважинной гидродобычи различных минералов, в том числе на шельфах морей и океанов.

При разведке и освоении россыпных месторождений на шельфах морей и океанов условия бурения скважин резко осложняются из-за наличия над устьем водного слоя, подверженного естественному волнению. Естественные факторы определяют проблемы организации работ, конструктивные варианты технических средств, геологическую информативность, стоимость и эффективность всего комплекса работ. При бурении скважин глубиной до 50 м на россыпях с глубиной моря 50 м используются плавучие буровые установки (ПБУ) и амфибийные суда (АБУ) грузоподъемностью до 30 т. [7, 8]. Применяются оригинальные буровые способы и механизмы, имеющие различную связь с ПБУ, АБУ и другими плавсредствами.

На кафедре инженерной геологии и гидрогеологии Белгородского государственного научного исследовательского университета разработаны принципиально новые и перспективные технологические решения, направленные на дальнейшее повышение эффективности разведки и добычи россыпных месторождений (защищенных рядом патентов на изобретения и полезные модели).

Интересные научные и опытно-промышленные результаты в последние годы были получены при сооружении гидродобычных скважин в Белгородской области на крупнейших в мире железорудных месторождениях КМА, на которых сосредоточено порядка 82,2% от прогнозных ресурсов железа России. Ранее в 1988-1993 годах здесь были разведаны ПХО «ЦЕНТРГЕОЛОГИЯ» богатые рыхлые мармитовые руды, которые представляют собой остаточные и переотложенные продукты древнего латеритного выветривания. Содержание *Fe* в богатых мармитовых рудах составляет до 69% и общие запасы легкообратимых видов оценены в 0.75 млрд. т. [9]. Богатая руда является весьма ценной дефицитной продукцией для комплексного использования в порошковой электрометаллургии, аккумуляторной и лакокрасочной промышленности. Од-



нако они находятся в очень сложных горно-гидрогеологических глубокозалегающих условиях и их добыча возможна, преимущественно, с применением новейших скважинных технологий.

На пути эффективного и экологически сбалансированного недропользования на КМА стоит важная проблема дальнейшего повышения научно-технического уровня разведки, добычи и переработки полезных ископаемых.

В заключении статьи следует отметить, что месторождения благородных металлов, да и других россыпных ценных минералов, находящихся близко к поверхности в основном уже отработаны. Остались глубоко залеженные погребённые залежи, находящиеся в сложных географических, гидрогеологических и горнотехнических условиях. Для данных условий необходимо применять более эффективные технологии и усовершенствованные комплексы технических средств.

Список литературы

1. Вязальщиков В.П., Парчукин З.Н. Справочник по обработке золотосодержащих руд и россыпей. – М., 1963. – 360 с.
2. Способ роторно-турбинного бурения и устройство для его осуществления / Климентов М.Н., Сергеев С.В., Петин А.Н., Дрямов В.С., Сергеева Л.М. Патент на изобретение № 2280747. Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений РФ 27 июля 2006 г.
3. Способ скважинной гидродобычи полезных ископаемых и устройство для его осуществления / Климентов М.Н., Петин А.Н., Дрямов В.С., Пономаренко Ю.В., Свергузова С.В., Клименко Н.А., Сергеева Е.М. Патент на изобретение № 2307937. Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений РФ 10 октября 2007 г.
4. Устройство для скважинной гидродобычи полезных ископаемых / Климентов М.Н., Дрямов В.С., Петин А.Н., Сергеева Л.М. Патент № 77640, Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений РФ 27.10.2008 г.
5. «Устройство для скважинной гидродобычи полезных ископаемых» / Климентов М.Н., Сергеев С.В., Овчинников А.В., Дрямов В.С., Сергеева Л.М. Патент на полезную модель № 66423, Зарегистрировано. 18.09.2007 г.
6. Способы скважинной гидродобычи полезных ископаемых и устройство для его осуществления / Климентов М.Н., Петин А.Н., Дрямов В.С. и др. Патент № 2307937, рег. 10.10.07 г.
7. Брылин В.И. Бурение скважины специального назначения. – Томск: ТПУ, 2006. – 254 с.
8. Технология бурения разведочных скважин / Калинин А.Г., Волосюк В.Н., Ошкордин О.В., Скрыбин Р.М. – М., 2004. – 528 с.
9. Петин А.Н. Минерально-сырьевые ресурсы Курской магнитной аномалии и экологические проблемы их промышленного освоения // Вестник РУДН, сер. Инженерные исследования. – 206. - № 119/2). – С. 124-135.

TO A PROBLEM OF EFFICIENCY INCREASING OF INVESTIGATION AND EXTRACTION OF NOBLE MINERALS (GOLD, SILVER, PLATINUM, DIAMONDS AND OTHERS)

M.N. Klimentov
A.N. Petin

*Belgorod State National Research University
Pobedy St., 85, Belgorod, 308015,
Russia
E-mail: Petin@bsu.edu.ru*

The paper considers the problem of increasing the efficiency of exploration, testing and development of precious metals in placer deposits of minerals. Proposed to make greater use of methods and devices for hydraulic borehole mining, based on the principles jetting methods of erosion of loose sediments and lift them to the surface.

Key words: precious minerals, gold and platinum, silver, diamonds, hydraulic borehole.