

**А.А. Вареничев, Б.В. Комогорцев,
М.П. Громова**

СЫРЬЕВАЯ БАЗА ЗОЛОТА РОССИИ

Дана общая характеристика минералов и руд золота, приводится его среднее содержание, даются размеры частиц вкрапленного золота, его форма, наличие в рудах других полезных ископаемых, имеющих промышленное значение, наличие примесей, осложняющих извлечение, степень окисления руд. Отмечается, что золотосодержащие руды характеризуются большим разнообразием вещественного и химического состава. Наиболее распространенным минералом в рудах является кварц, содержание которого колеблется от 10 до 90%. Кроме него в рудах присутствуют сульфиды железа (пирит, марказит), сульфид меди (халькопирит), а также сульфиды мышьяка (арсенопирит), свинца (галенит) и цинка (сфалерит). В различных количествах в рудах присутствуют многие другие несulfидные минералы – оксиды, карбонаты, турмалины, магнетит. В качестве вмещающих горных пород золотосодержащих руд являются граниты, сланцы и другие. Приведены запасы золота России по категориям А, В, С1 и С2 и его структура по собственно золоторудным, комплексным месторождениям и россыпям. Дана характеристика основных золоторудных регионов и наиболее крупных собственно золоторудных месторождений, к которым относятся Сухой Лог (1378,9 т) в Иркутской области и которое ждет своих инвесторов и Наталкинское (1262,7 т) в Магаданской обл., находящееся в стадии освоения.

Ключевые слова: золото, руды, месторождения, запасы, коренное золото, россыпи, минерально-сырьевая база, окисленные руды, концентрат, сопутствующие металлы.

Минералы и руды золота — общая характеристика

Золотосодержащие руды отличаются от других металлосодержащих руд тем, что они содержат золота на несколько порядков меньше, чем других металлов. Если в рудах черных металлов содержится железо от 10 до 40%, в рудах цветных металлов — свинец, цинк, медь и другие составляют 0,5–5%, а руды редких элементов — от 0,03 до 0,5%, то в золотосодержащих рудах содержание золота находится в среднем на уровне 0,0005%. Это означает, что руду нужно всю раздробить, измельчить, подвергнуть обогащению различными методами, извлечь максимально несколько граммов золота в готовую продукцию из каждой

ISSN 0236-1493. Горный информационно-аналитический бюллетень. 2016. № 8. С. 212–220.
© 2016. А.А. Вареничев, Б.В. Комогорцев, М.П. Громова.

тонны сырья и всю оставшуюся горную породу в виде хвостов складировать в хвостохранилище. Естественно, что переработка золотосодержащих руд является очень дорогим процессом, а стоимость получаемого золота не всегда покрывает затраты на переработку руды. Тем не менее, несмотря на малое содержание драгоценного металла, масштабы переработки золотосодержащих руд в мире увеличиваются, технология и оборудование извлечения золота непрерывно совершенствуются, что приводит к снижению себестоимости переработки руд.

Золото в природе находится в основном в самородном состоянии, т.е. в виде металлических частиц природных сплавов золота с серебром и некоторыми другими металлами. Известно несколько природных минералов золота, которые очень редко встречаются в рудных месторождениях. Это теллуриды или селениды золота. Самородное золото всегда содержит большее или меньшее количества серебра (до 40%) и меди, а также незначительное количество железа, платины и других металлов. Природный сплав золота с серебром называется электрум.

Самородное золото в рудах встречается в виде металлических зерен различной формы и дисперсности. Форма нахождения золота и его крупность в руде имеет большое значение для технологии обогащения. Основная часть самородного золота в руде обычно представлена мелкими зернами. При наличии в руде крупного золота размером более 0,15 мм, оно хорошо извлекается гравитационными процессами обогащения. Мелкое и пылевидное — лучше извлекается процессом флотационного обогащения или методом гидрометаллургического процесса цианирования.

Геометрическая форма частиц золота довольно разнообразна. По этому признаку золотины могут быть подразделены на несколько групп: пластинчатые и листообразные; конкрецидальные; сфероидальные; палочковидные. При флотации легче извлекаются листообразные и пластинчатые частицы, они же легче растворяются при цианировании. При гравитации, наоборот, лучше и легче извлекаются сфероидальные, конкрецидальные частицы золота.

Золотосодержащие руды характеризуются большим разнообразием вещественного и химического состава. Наиболее распространенным минералом в рудах является кварц, содержание которого колеблется от 10 до 90%. Кроме него в рудах присутствуют сульфиды железа (пирит, марказит), сульфид меди (халькопирит), а также сульфиды мышьяка (арсенопирит), свинца

(галенит) и цинка (сфалерит). В различных количествах в рудах присутствуют многие другие несulfидные минералы — оксиды, карбонаты, турмалины, магнетит. В качестве вмещающих горных пород золотосодержащих руд являются граниты, сланцы и другие.

Важнейшими признаками, определяющими характер золотосодержащих руд в технологическом отношении, являются следующие:

1) наличие в рудах наряду с золотом других полезных ископаемых, имеющих промышленное содержание;

2) содержание в руде окисленных минералов по сравнению с сульфидными, т.е. степень окисления руды;

3) наличие в руде компонентов, существенно осложняющих технологию переработки;

4) характер золота в рудах, в первую очередь, крупность частиц золота и состояние поверхности золотин.

Если в золотой руде присутствуют другие цветные металлы в промышленных концентрациях, то в этом случае руду называют золото-полиметаллической, и технология ее переработки должна предусматривать наряду с извлечением золота получение обогащенных концентратов цветных металлов. По количественному содержанию сульфидных минералов золотосодержащие руды подразделяют на: малосульфидные с содержанием сульфидов до 3—4%; среднесульфидные 4—10%, сульфидные (от 10 до 30% сульфидов).

Наиболее часто встречаются кварц-сульфидно-золоторудные месторождения, которые имеют наибольшее промышленное значение. Сульфидные руды обычно представлены залежами, прожилками, вкрапленниками. При этом золото имеет характер тонкодисперсного и пылевидного. Из этих руд золото извлекается попутно наряду с медными, цинковыми и пиритными концентратами. Следует заметить, что простых по составу кварцевых руд, которые легко перерабатываются и из которых легко извлекается золото, осталось в мире очень мало. Зачастую сульфиды в рудах присутствуют в окисленной или полуокисленной форме, и тогда руды по степени окисления подразделяют на первичные руды (сульфидные), частично окисленные (смешанные) и окисленные. Окисленные руды содержат в значительном количестве оксиды железа, а также оксиды других металлов. Технология переработки окисленных золотосодержащих руд существенно осложняется, особенно при использовании процесса цианирования.

Некоторые компоненты руд, не имеющие промышленного значения, могут серьезно осложнить технологию переработки руды. Такими компонентами являются минералы меди и сурьмы, пирротин, элементарный селен, углистые вещества и некоторые другие. Руды, содержащие указанные компоненты, называются медистыми, сурьмянистыми, углистыми, селенистыми и т.д. Присутствующие в руде шламообразующие минералы (тальк, глинистые минералы, сланцы и другие) затрудняют дробление, сгущение, флотацию и фильтрацию [1].

Таким образом, основными промышленными источниками золота являются собственно золоторудные коренные месторождения и коренные месторождения комплексных руд, в которых золото присутствует в качестве попутного компонента, а также в меньшей степени – россыпи, где концентрируется золото, высвобожденное при разрушении коренных месторождений.

Характеристика сырьевой базы золота России

В России запасы золота категорий А+В+С1 на начало 2012 г. составляли 8098 т, С2 – 4407 т. По официальным данным в стране имеется 5970 месторождений золота, 5489 из которых – россыпи. При этом почти 60% разведанных запасов сосредоточено в собственно золоторудных, еще более четверти – в комплексных месторождениях. Доля россыпей неуклонно сокращается, с завершением разведки двух крупных коренных месторождений (Сухой Лог и Наталкинское), доля коренных месторождений составила около 86% запасов золота в России. Тем не менее, доля россыпного золота в запасах по-прежнему превышает средний мировой уровень и составляет около 14%. Качество Российских россыпных месторождений неуклонно снижается [2]. Россия по добыче золота, включая комплексные руды, стабильно занимает пятое-шестое место, получив в 2009 г. 193 т из недр, а с учетом вторичного производства – 205 т.

Минерально-сырьевая база (МСБ) золота по массе запасов обеспечивает дальнейший рост добычи (суммарно) по всем типам месторождений. В ее структуре преобладают золоторудные месторождения – 6,9 тыс. т, в комплексных рудах – 2,6 тыс. т и в россыпях – 1,4 тыс. т. В Государственном балансе учтено 250 собственно золоторудных месторождений различных геолого-промышленных типов. Из них эксплуатируется 30%, которые обеспечивают 62,5% добычи, россыпи – 37%, комплексные руды – 7,5%.

Основу минерально-сырьевой базы РФ оставляют разведанные запасы Сибирского (42,2%) Дальневосточного (40,4%) фе-

деральных округов (ФО), 11,3% приходится на Приволжский ФО, 4,9% – на Уральский и 0,7% и 0,5% – на Северо-Западный и Северо-Кавказский ФО соответственно. Такая статистика подчеркивает, что большинство золотых месторождений страны находится в труднодоступных малонаселенных районах, где ощущается недостаток в энергетике, транспортных коммуникациях, инфраструктуре. Поэтому удельные затраты на промышленное освоение коренных месторождений примерно в 1,5–2 раза превышают адекватные на аналогичных по качеству руд месторождениях в других странах [3].

Всего же запасы золота учитываются в 34-х субъектах РФ, из которых следует отметить Иркутскую область с запасами и ресурсами 3890 т, Магаданскую область – 2506 т, республику Саха (Якутия) – 2013 т, Красноярский и Забайкальский края – 1903 и 1406 т соответственно.

Собственно золоторудные месторождения

Главнейшими по запасам считаются 21 собственно золоторудные месторождения, в которых учтено 5978 т золота (кат. А+В+С1+С2), а остаток по первым трем категориям составил 3752 т. В 2011 г. из этих месторождений добыто 56,9 т золота из 262,2 т, извлеченных из недр по стране.

Крупнейшее российское месторождение «Сухой Лог» в Иркутской области (1378,9 т по категории А+В+С1) находится пока в нераспределенном фонде и ждет своих инвесторов. Наталкинское месторождение в Магаданской области (1262,7 т) – в стадии освоения. Следует также отметить несколько крупнейших месторождений с остатками утвержденных запасов: 250,2 т – «Благодатское» в Красноярском Крае (в 2011 г. добыто 13,2 т золота); 230,1 т – «Нежданинское» в Якутии; 171,5 т – «Олимпиадинское» в Красноярском Крае (в 2011 г. добыто 24,1 т золота). В очереди на освоение находится месторождение «Ключус» в республике Саха (Якутия) с запасами по кат. А+В+С1+С2 – 175,3 т со средним содержанием золота 6,07 г/т. Среди главнейших золоторудных месторождений – подготавливаемое к освоению «Майское» в Чукотском автономном округе, разведываемое «Бамское» 107,5 т в Амурской области, разрабатываемое «Тасеевское» (105,6 т) в Забайкальском крае.

В числе крупных (с запасами от 5 до 50 т) числятся 39 месторождений с общими запасами по кат. А+В+С1+С2 1041,2 т, в которых находится 459,2 т остатков золота (А+В+С1) от утвержденных ГКЗ и ТКЗ. Всего же в 50-ти наиболее крупных зо-

лоторудных месторождениях России содержится 7020 т золота (кат. А+В+С1+С2, в которых сосредоточено 4210,9 т металла (кат. А+В+С1) утвержденных ГКЗ и ТКЗ.

Комплексные золоторудные месторождения

В РФ известно 16 комплексных месторождений с запасами более 50 т. Их балансовые запасы по кат. А+В+С1+С2 – 2469,1 т, из которых остатки утвержденных ГКЗ и ТКЗ по первым трем категориям запасов составляют на 01.01.12 г. 1450,6 т золота.

Крупнейшее медно-порфировое месторождение «Песчанка» в Чукотском АО (233,8 т золота) находится в стадии разведки. В нераспределенном фонде – Быстринское золото-железо-медное месторождение (Забайкальский край) с запасами 236,2 т. Разрабатываются медно-колчеданное Гайское месторождение в Оренбургской области (432,6 т золота), сульфидные медно-никелевые Октябрьское (273,4 т) и Талнахское (196,7 т) в Красноярском крае, медно-колчеданное Юбилейное в Башкортостане (133,5 т). В этой же республике готовятся к освоению медно-колчеданные месторождения: «Ново-Учалинское» (164 т) и «Подольское» (123,3 т). В республике Саха (Якутия) в стадии разведки и подготовки к освоению находится молибден-золото-урановое месторождение «Южное» (141 т золота). В 15-ти комплексных золоторудных месторождениях с запасами от 5 до 50 т золота учтено 371,8 т драгоценного металла по категории А+В+С1+С2, в которых остатков по категории А+В+С1 составили 164,6 т золота. Подавляющая часть запасов золота кат. А+В+С1 комплексных месторождений (49,9%) сконцентрирована в медноколчеданных рудах. Значительно меньшее количество разведанных запасов золота приурочено к сульфидным медно-никелевым (18,5%), полиметаллическим (1,9%), свинцово-цинковым (0,7%) и прочим типам руд комплексных месторождений (29,0%).

Россыпные месторождения

По 5489 месторождениям россыпного золота учтено 13,9% балансовых запасов кат. А+В+С1 3,5% кат С2 от разведанных запасов золота РФ. Ранее разработкой россыпных месторождений занимались предприятия крупных специализированных золотодобывающих объединений («Якутзолото», «Северовостокзолото» и др.). В последние 15–20 лет были созданы самостоятельные предприятия, акционерные общества, старательские артели, а также мелкие частные и коммерческие

структуры, которые занимают добычей россыпного золота. Из общего количества россыпей разрабатываются только 1298 т (23,6%) с остаточными запасами 266,6 т (кат. А+В+С1) и 67 т кат. С2. 480 месторождений готовятся к освоению и 2552 (64,7%) находятся в нераспределенном фонде недр, в котором учитывается 57,8% запасов россыпного золота РФ. На территории России основные запасы и добыча золота приурочены к современным (четвертичным) россыпям речных долин и ручьев и в редких случаях – к морским прибрежным зонам. Эти россыпи, как правило, залегают на глубинах 2–15 м, иногда на 40–60 м. Древние россыпи (палеогеновые и неогеновые) концентрируются в погребенных долинах.

Мощность рыхлых отложений, перекрывающих россыпи, достигает десятков и даже сотен метров, Всего учтено 38 россыпей с запасами более 3 т золота и 60 россыпей с запасами 0,5–3,0 т. В этих россыпях стоит на балансе 398 т золота по А+В+С1+С2, остаток утвержденных ГКЗ и ТКЗ запасов по кат. А+В+С1 267,3 т. Обработка россыпных месторождений проводится дражным, гидравлическим и подземным способами. Основная часть (78,5%) обрабатывается открытым способом. Среднее содержание золота по всем разведанным месторождениям составляет в собственных золоторудных – 2,40 г/т, комплексных золотосодержащих – 0,48 г/т, в россыпных для открытой добычи – 0,83 г/м³, для подземного способа – 3,86 г/м³, для дражного – 0,183 и для гидравлического – 0,175 г/м³. При этом среднее содержание золота в добытых за 2011 г. рудах и песках составило соответственно 2,49 и 1,13 г/т. В целом по России в 2011 г. добыча золота из руд собственных месторождений составила 58,4%, из руд комплексных – 18,5% и россыпных – 23,1%.

Недостаточно хорошо обстоит дело с извлечением драгоценного металла. Из добытого в 2011 г. из недр золота в количестве 262,2 т получено только 203,2 т металла (77,5%). Лучше всего извлекается золото из россыпей – 95,4% (но доля россыпного золота неуклонно снижается: если в 1991 г. из россыпей получено 85,3% золота, то в 2011 г. – только 31,1%). Извлечение из собственных золоторудных месторождений составило 85,6%, из комплексных – всего 29,9% (из добытых из недр – 48,5 т извлечено всего 14,5 т золота, потери составили 34 т драгоценного металла).

Техногенные месторождения

Оценивая общие запасы золота в недрах в недрах России, не следует сбрасывать со счета и техногенные месторождения зо-

лота, запасы металла в которых специалисты оценивают в размере 2000–3000 т. К примеру, в Куларском золотоносном районе (северная Якутия) с 1963 по 1995 гг. было извлечено 155 т золота. При этом потери металла независимые исследователи оценивают в 25–30 т. Потери происходили из-за несовершенства применяемых технологий, большой доли тонкого золота, промывки значительного количества мерзлых песков. С учетом числящихся на балансе 17,2 т золота, этот район при внедрении современных технологий обогащения золотоносных песков может снова стать привлекательным для инвесторов. И таких участков на территории России хватает [4].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барченков В. В. Основные технологические процессы переработки золотосодержащих руд. – СПб.: Изд-во Центр «Интермедия», 2013. – 469 с.
2. Дудкин Н. Сырьевая база и мировой рынок золота // Золото и технологии. – 2014. – № 1. – С. 16–20.
3. Беневольский Б. И. Золото России. – М.: ООО «Геоинформцентр», 2002. – 452 с.
4. Лунышин П. Д. Золотые недра России // Золотодобыча. – 2013. – № 8. – С. 32–34. **ПИАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

*Вареничев Анатолий Алексеевич*¹ – кандидат технических наук, старший научный сотрудник, зав. Отделением наук о Земле, e-mail: avar@viniti.ru,

*Комогорцев Борис Владимирович*¹ – кандидат технических наук, старший научный сотрудник,

*Громова Марина Петровна*¹ – старший научный сотрудник,

¹ Всероссийский институт научной и технической информации РАН Федерального агентства научных организаций.

Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'. 2016. No. 8, pp. 212–220.

UDC 553.04

A.A. Varenichev, B.V. Komogortsev, M.P. Gromova

THE RAW MATERIAL BASE OF GOLD RUSSIA

A general characteristic of minerals and ores of gold, its average content, particle sizes are interspersed with gold, its shape, the presence of other minerals ores, with industrial value, the presence of impurities that complicate the extraction, the degree of oxidation of ore. The most typical types of gold-bearing ores. It is noted that the gold ores are characterized by a large variety of material and chemical composition. The most abundant mineral in the ore is quartz, the content of which ranges from 10 to 90%. Besides it present in ores of iron sulfides (pyrite, marcasite) sulfide, copper (chalcopyrite), and the sulfides of arsenic (arseno-

pyrite), lead (galena) and zinc (sphalerite). In various quantities in the ore are present, many other non-sulfide minerals – oxides, carbonates, tourmaline, magnetite. As the host rock gold ore are granite, slate and others. Russian gold reserves are presented in categories A, B, C1 and C2 and its structure for gold on its properties, a complex and placer deposits. The characteristic of the main gold mining regions, and in fact the largest gold deposits, which include the Sukhoi Log (1378.9 m) in the Irkutsk region, and is waiting for its investors and Natalka (1262.7 m) in the Magadan region. Which is in the stage of development.

Key words: gold, ore deposits, stocks, native gold deposits, mineral resources base, oxidized ore concentrate, associated metals.

AUTHORS

Varenichev A.A.¹, Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, Head of Department of Earth Sciences, e-mail: avar@viniti.ru, Komogortsev B.V.¹, Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, Gromova M.P.¹, Senior Researcher,

¹ All-Russian Institute for Scientific and Technical Information of Russian Academy of Sciences Federal Agency Scientific Organizations, 125190, Moscow, Russia.

REFERENCES

1. Barchenkov V. V. *Osnovnye tekhnologicheskie protsessy pererabotki zolotosoderzhashchikh rud* (Basic technological processes for the processing of gold ores), Saint-Petersburg, Izd-vo Tsentr «Intermediya», 2013, 469 p.
2. Dudkin N. *Zoloto i tekhnologii*. 2014, no 1, pp. 16–20.
3. Benevol'skiy B. I. *Zoloto Rossii* (Gold of Russia), Moscow, ООО «Geoinformtsentr», 2002, 452 p.
4. Lunyashin P. D. *Zolotodobycha*. 2013, no 8, pp. 32–34.



НЕ УСТАЛО НЕБО ПЛАКАТЬ...

АРИНА ПЫТАЕТСЯ СПАСТИ ВСЕХ НЕСЧАСТНЫХ

Родители заметили, что в телефоне у Арины как-то подозрительно быстро заканчиваются деньги. Присмотрелись: ежедневно у нее списывались несколько сумм по 100–200 рублей. Провели расследование, оказалось – Арина откликнулась на все просьбы помочь больным детям, несчастным сироткам, брошенным старикам, собакам и кошкам. И она старалась откликнуться на все беды людей. Конечно, никто ее не упрекал, но возникла сложная проблема.

Как объяснить десятилетнему ребенку, что среди попрошаек много проходивцев, которые рассчитывают на отзывчивость детей, стариков, простодушных граждан. И при этом не разочаровать ее в гуманизме. Нельзя же вечно держать ее в мире иллюзий. Решиться на откровенный разговор с ребенком родители не осмелились. Выручили более ушлые одноклассники. Однажды Арина пришла домой вся в слезах, она узнала, что среди благотворительных фондов запрятались жулики и мошенники, которые совершают свои аферы в расчете на сентиментальных дурочек. Родители вздохнули с облегчением, их просветительскую работу выполнили одноклассники Арины.

Продолжение на с. 230