

УДК: 621.223

КЫРГЫЗСТАНДА АЛТЫН ӨНДҮРҮҮНҮН КӨЙГӨЙЛӨРҮ
ПРОБЛЕМЫ ДОБЫЧИ ЗОЛОТА В КЫРГЫЗСТАНЕ
GOLD MINING PROBLEMS IN KYRGYZSTAN

Данная статья публикуется по гранту министерства образования и науки КР

*С.Кыдыралиев д.т.н., профессор,
С.Тайрбеков аспирант*

Аннотация: Бул илимий макалада Кыргызстанда экономикалык кризис шартында алтын өндүрүүнүн көйгөйлөрү көрсөтүлгөн. Экономикалык жана экологиялык жактан пайдалуу алтын алуунун жолу сунушталат.

Аннотация: В данной работе раскрываются проблемы производства золота в Кыргызстане в условиях экономического кризиса. Предлагается экономически и экологически эффективный способ получения золота в условиях Кыргызстана.

Annotation: This paper reveals the problems of gold production in Kyrgyzstan in the context of the economic crisis. An economically and environmentally efficient method for producing gold in the conditions of Kyrgyzstan is proposed.

Ачкыч сөздөр: Алтын, өндүрүүнүн жолу, касиеттери.

Ключевые слова: Золото, способы производства, свойства.

Key words: Gold, production methods, properties.

Президент Кыргызской Республики объявил 2019-2020 годы годами развития регионов потому, что в регионах народ живёт плохо. Отсутствует оплачиваемая работа. В таких отдалённых районах как Токтогульский, Чаткальский, Тогуз-Тороунских и других районах имеются месторождения золота 1. Однако золотодобывателями в этих районах являются иностранные государства. Местные люди участвуют в качестве чернорабочих потому, что у местного населения отсутствуют капитальные вложения и не хватает знания о добыче золота у местных бизнесменов.

Поэтому целью настоящей работы является провести сравнительные анализ существующих способов получения золота и разъяснить актуальность добычи золота для кыргызского народа, особенно для руководства. В настоящее время в связи с кризисом цены на золото возросли в 1,5 раза.

С самого начала человечество золото служило для улучшения жизни людей. Его обменивали как ценный камень на товары народного потребления. Чистое золото (99,9999%) используется для увеличения золото-валютных запасов различных государств. С увеличением золотого запаса страна становится богатой потому, что золото служит как валютный эквивалент. Золото еще используется для украшения. К товарам для украшения относят ювелирные изделия и ювелирную галантерею. Для их изготовления применяют сплавы золота потому, что золото в чистом виде отличается мягкостью и низкой механической прочностью. Поэтому для ювелирной промышленности используются сплавы золота с серебром и меди. Содержание драгоценного золота в сплаве определяют по пробе. В настоящее время принята метрическая система проб, показывающая, какое количество весовых единиц химически чистого золота содержится в тысяча единиц сплава (табл. 1).

Действующая в ряде зарубежных стран каратная система проб определяет количество весовых единиц химически чистого золота в 24 частях сплава.

Табл.1. Пробы и основной состав лигатуры ювелирных золотых сплавов в Кыргызстане и Российской Федерации.

Система обозначения проб метрическая	золотниковая	каратная	цвет
1000	100	24	жёлтый
958	95,8	23	жёлтый

750	75	18	красный
583	58,3	14	красный
375	37,5	12	розовый

Золото (Au) – мягкий, ковкий, пластичный, тягучий металл, имеющий плотность 19,26г/см³, температура плавления – 1064,4⁰С. Золото не теряет своего металлического блеска и ярко-жёлтого цвета ни на воздухе, ни в воде.

Кроме ювелирной промышленности золото еще используется в электронной промышленности.

В Кыргызстане золото в чистом виде не встречается. Встречаются два вида золоторудных месторождений различающихся по условиям образования.

1. Месторождения коренные (эндогенные), возникновение которых связано с глубинными процессами. 2. Месторождения экзогенные, представленные в основном золотоносными россыпями и возникающие при разрушении коренных месторождений золота.

Упомянем лишь главные типы золоторудных месторождений. Кварц-золоторудные и кварц-сульфидно-золоторудные месторождения, формирующиеся на больших и умеренных глубинах в обстановке высоких и средних температур, представлены жильобразными или линзовидными рудными телами, единичными протяжёнными жилами, системами жил и прожилков, зонами прожилковой и в крепленной минерализации.

В кварц-золоторудных месторождениях рудные тела сложены агрегатами сливного и грубозернистого кварца с небольшими (1-5%) количеством сульфидов (пирит, арсенопирит). Золото, обычно свободное, характеризуется неравномерным распределением с образованием столбообразных и гнездо видных участков.

Минеральный состав кварц-сульфидно-золоторудных значительно разнообразнее, чем кварц-золоторудных, сульфиды составляют 15-30% жильного выполнения. Кроме пирита, арсенопирита, сульфидов свинца, меди, цинка, распространены сульфасоли серебра, сурьмы, минералы висмута, теллируды. Золото находится как в свободном, так и дисперсном, распыленном в сульфидов состоянии 2 .

Во всех двух месторождениях золота главным и наиболее распространенным минералом золота является самородное золота. Оно служит основным источником добычи золота в рудных месторождениях. Самородное золото постоянно содержит в виде примеси серебра. Не считая разновидностей, концентрация серебра в самородном золоте колеблется от долей процента до десятков процентов. Содержание (сAu) в самородном золоте отнесённое к сумме содержаний золота и серебра сAu (сAu+ сAg) получило название пробы золота. Известно, также медистое, палладистое и висмутное золота цвет самородного.

Золотины размером 8 мм и более обычно имеют массу свыше 1 г и называются самородками. Различают самородки мелкие (1-10г), средние (10-100 г), крупные (100-1000 г), весьма крупные (1-10 кг) и гигантские (более 10 кг). Однако иногда самородками называют также золотины «резко выделяющиеся по размерам среди других частиц металла», и нижний предел массы самородка принимают 0,1 грамма. Самый крупный самородок золота найден в Австралии – «Плита Холтермана» (285 кг вместе с кварцем, чистого золота 83,3 кг); на Урале найден самородок золота «Большой треугольник» (36,2 кг). Большинство крупных самородков имеют свои имена (табл.4).

табл.4. Крупнейшие самородки мира

Год находки	Место находки	Масса, кг	Присвоенное название	Источник сведений
1842	Россия, Урал	36,2	«Большой треугольник»	В.В.Данилевский
1851	Австралия, шп. Новый Южный Уэльс	45,3	«Хандреуейт»	Дж.Салмон
1857	Австралия, Кингоуер	65,7; 54	«Блестящий»	Дж.Салмон

			Баркли»	
1857	Австралия, шт. Виктория	42	«Донноли»	В.И.Соболевский
1858	Австралия, Балларат	69	«Желанный»	В.И.Соболевский
1868	Австралия, Балларат	50	«Канадец 1-й»	Дж.Салмон, В.И.Соболевский
1870	Австралия, шт. Виктория	60,7	Нет	Дж.Салмон
1870	Колифорния	48	Нет	Дж.Салмон
1872	Австралия, район Сиднея	285/83,2	«Плита Холтермана»	В.И.Соболевский
1873	Колифорния	108,8	Нет	Дж.Салмон
1899	Западная Австралия	45,3	Нет	Дж.Салмон
1901	Япония, о.Хоккайдо	71	«Японец»	В.И.Соболевский
1937	Австралия	32	«Золотой орел»	Из газет
1954	США, Калаверас	72,9	нет	Дж.Салмон
1954	Колифорния	36,3	«Оливер Мартин»	Дж.Салмон
1983	Бразилия, шт. Пара	39,5;36	нет	Из газет
н.д.	Колифорния	88,4	нет	Дж.Салмон
н.д.	Австралия	75,4	нет	Д.С.Ньюбери
н.д.	Австралия, шт. Виктория	44,7	«Леди Хотэм»	Дж.Салмон
XX век	Западная Китай	44	нет	Дж.Салмон
н.д.	Австралия, шт. Виктория	40	«Канадец 2-й»	В.И.Соболевский
н.д.	Колифорния	35,6	«Посейдон 2-й»	В.И.Соболевский

В последние десятилетия самородки начали искать с помощью металлодетекторов (разновидность миноискатель). Крупнейший самородок найденный металлодетектором весит 27,2 кг. Его нашел в Австралии в штате Виктория Кевин Хиллер (Kevin Hillier) 26 сентября 1980 года. Самородок назван «Рука Судьбы». Его размеры: 47 см в длину, 20 см в ширину и 9 см толщиной, проба 926. Кевин продал свой самородок в 1981 году за 1000000 долларов в казино «Золотой Самородок» в Лас-Вегасе. Трудно назвать другой металл, который в истории человечества сыграл бы большую роль, чем золото. Во все времена люди старались завладеть золотом хотя бы путем преступлений, насилий и войн. Начиная с первобытного человека, украшавшего себя золотыми блестками, намытыми в песках рек, и кончая современным промышленником, обладающим огромным производством, человек в упорной борьбе завладел частью природного богатства. Но эта часть золота ничтожна по сравнению с количеством распыленного в природе металла и с потребностями и желаниями самого человечества. Сегодня поиски золота и его месторождений идут все усиливающимся темпом, по добыче золота во всем мире работает не менее пяти миллионов человек, а добывается его около трех тысяч тонн ежегодно. Природа очень бережно хранит свои сокровища и упорно не отдает человеку этот металл. В наши дни создано большое количество золотодобывающей, самой современной техники, но наибольший эффект в золотодобыче дают все возрастающие знания человека о свойствах золота.

Золото золотисто-желтый (у богатых серебром разновидностей бледно-жёлтый, при повышенном содержании меди появляется розоватый оттенок). Твердость 2,5-3, плотность ($156 \cdot 10^2 - 183 \cdot 10^2$) (чистое золото $193 \cdot 10^2$). Хорошо ограненные кристаллы золота встречаются редко. Наблюдались октаэдрические, кубооктаэдрические и ромбододекаэдрические формы кристаллов. Крупные золотники – «видимое золото» встречаются относительно редко, часто золото образует мельчайшие зерна, иногда трудно различимые даже в полировочных шлифах под микроскопом. Помимо кристаллов и их сростков, наблюдаются дендриты с разнообразными рисунками ветвей и стволов, иглы, изогнутые проволочки, плёнки, чешуйки, жилки. Самородки встречаются чаще в россыпях, чем в коренных месторождениях, на которые приходится не более 10% общего количества известных находок.

Теперь остановимся на вопросе как самородное золото попадает в горные реки, которые расположены вблизи золотых месторождений. Во время дождей, снеготаяния, ветра с левого и с правого берега горных рек вода смывает горную породу и горная рассыпная порода вместе с оползневых и селевых потоков попадает в горные реки. Как известно горная река течет сверху вниз и река роет свое русло как снизу, так и с боку. И в этом случае россып течет сверху вниз. Наиболее распространены речные россыпи. Золото при перемещении от коренных источников в россыпи подвергается окутыванию, истиранию, коррозию, но все, же сохраняет ряд особенностей морфологии и состава, присущих первичному золоту.

В большинстве россыпей главная масса золота представлена частицами величиной 0,5-4 мм, причём наиболее крупное золото располагается близ коренных месторождений золота.

Химические свойства золота: Золото - один из самых интересных металлов. При нормальных условиях оно не взаимодействует с большинством кислот и не образует оксидов, поэтому его относят к благородным металлам, в отличие от обычных металлов, разрушающихся по действием кислот и щелочей. В XIV веке была открыта способность царской водки растворять золото, что опровергло мнение об его химической инертности. Царской водкой называется раствор азотной и соляной кислоты. Одна часть азотной и три части соляной концентрированной кислот.

Наиболее устойчивая степень окисления золота в трёх валентных соединениях, в этой степени окисления. Оно легко образует с одновалентными анионами (F^- , Cl^- , CN^-) устойчивые плоско-квадратные комплексы AuX_4^- . Относительно устойчивы также соединения с степенью окисления +1, дающие линейные комплексы AuX_2^- . Долгое время считалось, что +3 высшая из возможных степеней окисления золота, однако, используя дифтарит криптона в качестве катализатора, удалось получить соединения $Au + 5$ (фторит AuF_5 , соли комплекса AuF_6^-). Соединения золота (+5) стабильны лишь со вторым и являются сильнейшими окислителями.

А также известно, что золото взаимодействует с селеновой кислотой. При температуре $200^{\circ}C$ золото растворяется в концентрированной селеновой кислоте. Концентрированная H_2SeO_4 реагирует с золотом и при комнатной температуре, при этом образуя различные нестойкие оксиды хлора. Например жёлтый раствор растворимого в воде перхлората золота (+3) Cl_2O_7 обладает сильной окислительной способностью. Золото сравнительно легко реагирует с кислородом и другими окислителями при участии комплексообразователей. Так, в водных растворов цианидов при доступе кислорода золото растворяется, образуя цианоаураты. Цианоаураты легко восстанавливаются до чистого золота.

В случае реакции с хлором возможность комплекс о образования также значительно облегчает ход реакции: если с сухим хлором золота реагирует при $\sim 200^{\circ}C$ образованием хлорида золота (+3), то в концентрированном водном растворе соляной и азотной кислот (царская водка) золото растворяется с образованием хлороурат-иона уже при комнатной температуре.

Кроме того, золото растворяется в хлорной воде. Золото легко реагирует с жидким бромом и его растворами в воде и органических растворителях, образуя трибромид $AuBr_3$.

С фтором золото реагирует в интервале температур $300-400^{\circ}C$, при более низких реакция не идет, а при больших фториды золота разлагаются.

Золото также растворяется в ртути, образуя легкоплавкий сплав (амальгаму), содержащий интерметаллиды золото-ртуть. Известно, что золото растворяется в йоде.

Известны золотоорганические соединения - например, эдилдибромид золото или ауриотиоглюкоза.

Некоторые соединения золота токсичны, накапливаются в почках, печени, селезёнке и гипоталамусе, что может привести к органическим заболеваниям и дерматитом, стоматитом, тромбоцитопении. Органические соединения золота (препараты криназол и ауранафин) применяется в медицине при лечении аутоиммунных заболеваний, в частности, ревматоидного артрита.

Золотодобыча: Люди добывают золото с незапамятных времён. С золотом человечество стелкнулось уже V веке до н.э. в эпоху неолита благодаря его распространению в самородном состоянии.

По предположению археологов, начало системной добычи было положено на Ближнем Востоке, откуда золотые украшения поставлялись, в частности, в Египет. Именно в Египте в гробнице королевы Зер и одной из королев Пу-аби Ур в Шумерской цивилизации были найдены первые золотые украшения, датируемые III веком до н.э.

В России до петровских времён золото не добывалось. Оно ввозилось из-за границы в обмен на товары и взималось в виде ввозных пошлин. Первое открытие запасов золота было сделано в 1732 году в Архангельской губернии, где вблизи одной деревни была обнаружена золотая жила. Для получения золота используются его основные физические и химические свойства: присутствие в природе в самородном состоянии, способность реагировать лишь с немногими веществами (ртуть, цианиды). С развитием современных технологий более популярными становятся химические способы.

Испокон веков для получения золота используется метод промывки. Этот метод основан на высокой плотности золота, благодаря которой в потоке воды минералы с плотностью меньше золота (а это почти все минералы земной коры) смываются, и металл концентрируется в тяжёлой фракции песка, которая называется шлихом. Этот процесс называется отмывкой шлиха или шлихованием. В небольших объёмах такую промывку можно производить в ручную с помощью промывочного лотка. Этот способ используется с древности и до нашего времени для обработки маленьких рассыпных месторождений старателями, но основное его применение – поиск месторождений алмазов, золота и других ценных металлов.

Промывка используется для разработки крупных россыпных месторождений, но при этом используются специальные технические устройства: драги и промывочные установки. Полученные шлихи, кроме золота, содержат множество других тяжёлых минералов, и металл из них извлекается путём, например, амальгамации.

Методом промывки разрабатываются все россыпные месторождения золота, но он ограниченно применяется на коренных месторождениях. Для этого породу дробят и затем подвергают промывке. Этот метод не может быть применён на месторождениях с рассеянным золотом, где оно так распылено в породе, что после дробления не обособляется в отдельные зёрна и смывается при промывке вместе с другими минералами. К сожалению, при промывке теряется не только мелкое золото, которое легко смывается с промывочной породой, но и крупные самородки, гидравлическая крупность которых не позволяет им спокойно оседать в ячейках коврика. Поэтому на драгах и на приборах обязательно следят за крупными катающимися обломками – это вполне могут оказаться самородки.

Амальгамация. Метод амальгамации основан на способности ртути образовывать сплавы – амальгамы с различными металлами, в том числе и с золотом. По этому методу увлажнённая дроблённая порода смешивается со ртутью и подвергается дополнительному измельчению в мельницах – бегунных чашах. Амальгаму золота (и сопутствующих металлов) извлекают из получившегося шлама промывкой, после чего ртуть отгоняется из собранной амальгамы, используется повторно. Этот метод из-за токсичности ртути используется ограниченно.

Цианирование. Метод цианирования основан на реакции золота с цианидами в присутствии кислорода воздуха: измельчённая золотоносная порода обрабатывается разбавленным (0,3-0,03%) раствором цианида натрия, золото из образующегося раствора цианоаурата натрия $\text{Na}[\text{Au}(\text{CN})_2]$ осаждается либо цинковой пылью, либо из специальных ионообменных смол.

Метод цианирования первоначально применялся на крупных заводах, где порода дробилась и цианирование проводилось в специальных чанах.

Однако развитие технологии привело к появлению метода кучного выщелачивания, который заключается в следующем: готовится водонепроницаемая площадка, на неё насыпается руда и её орошают растворами цианидов, которые просачиваясь через толщу

породы, растворяют золото. После этого они поступают в специальные сорбционные колонны, в которых золото осаждается а генерированный раствор вновь отправляется на кучу.

Метод цианирования ограничен минеральным составом руд, применим, если руда содержит большое количество сульфидов или арсенидов, так как цианиды регулируют с этими минералами. Поэтому цианированием перерабатываются малосульфидные руды или руды из зоны окисления, в которой сульфиды и арсениды окислены атмосферным кислородом.

Для извлечения золота из сульфидных руд используются сложные многоэтапные технологии. Золото добытое из месторождений содержит различные примеси, поэтому его подвергают специальным процессам высокой очистки, которые производится на аффинажных заводах.

Получение чистого золота из сплавов. При добыче золота методом цианирования после сплавления осаждённого золота в его составе может содержаться серебро и медь. Для получения чистого золота используются метод аффинажа. Этот метод применяется для получения чистого золота из низкопробных сплавов, и основан на выделении химическим путем чистого золота из сплавов. Существует два метода аффинаже: 1) способ аффинажа методом квартования; 2) аффинаж царской водкой. По первому способу берут сплав независимо от его пробы, взвешивают на весах и соответственно весу сплава оценивают три весовые части меди или серебра. Золотой сплав и медь сплавляют, полученный новый сплав развальцовывают до толщины бумаги или гранулируют путем сливания расплавленного металла тонкой струей в воду. При этом образуются мелкие шарики. Провальцованный сплав нарезают ножницами на мелкие кусочки, а гранулированное золото освобождают от воды.

По второму способу измельчённый сплав залипают в стеклянную колбу и заливают азотной кислотой из расчёта на 1 объем золота 10-12 объемов кислоты и постепенно подвергают над пламенем спиртовки. Азотная кислота, являясь сильным окислителем, растворяет все металлы в сплаве кроме золота. Во избежание вредного влияния на организм паров азотной кислоты работают под колпаком вытяжного шкафа. После прекращения выделения бурых паров кислоту сливают и колбу и заполняют новой порцией кислоты и повторяют подогревание. После 2-3-й порций кислоты выделение бурых паров прекращается, что свидетельствует о полном растворении лигатуры в кислоте. Оставшийся осадок промывают водой, просушивают и сплавляют в тигле. Полученное имеет 990-995-ю пробу.

Из аффинированного золота можно приготовить сплав любой пробы путем добавления лигатуры при сплавлении. Метод аффинажа золота из сплавов царской водной отличается тем, что при действии царской водкой золото растворяется, а серебро выпадает в осадок.

Известно применение микроорганизмов при производстве золота из золотосодержащих сульфидных концентратов 3

Теперь расскажем о собственных разработках. Кыргызстан является горной страной. В наших горах имеются большие месторождения золота. С кыргызских гор начинаются многие река Средней Азии. В горных реках, которые протекают вблизи золотых месторождениях имеются золотые самородки размером 1-4мм. Так как наши золотоносные месторождения относятся к экзогенным россыпным месторождениям. Одним словом горная река которая течет через золоторудных месторождений обогащается самородным золотом, за счет течения вниз россыпей слева, с право и снизу за счет смыва при донных поверхностей. Надо отметить, что эти естественные процессы заменяют работу целых горно-обогатительных комбинатов, транспортных и энергетических организаций по очистке золотых руд.

Обычно горная обогащенная река имеет двухслойное течение – верхнему слою течет пустая порода, по нижнему – золотоносная руда в большинстве случаев самородное золото. Наши разработки посвящены для разделения и извлечения экологически чистым путем именно этого самородного золота 4,5,6,7,8, которые осуществляются без дополнительного энергообеспечения и капитального вложения, что не хватает у местного населения.

Выводы:

1. Кыргызстан остается страной со слабой экономикой и большим внешним долгом. Одним из способом улучшения экономики является производство золота, так как во всех семи областях республики имеются золоторудные месторождения. Необходимо разработать технологии производства золота с наименьшим капиталовложением и без вывоза золота из страны. Золото становится нужным товаром для республики.
2. Существующие способы получения золота предусматривают взрыв горных золотосодержащих массивов, сбор и транспортировку продуктов взрыва, измельчение, промывку, перемешивания руды с химическими ядовитыми реагентами, мойку и т.д. это требует больших капитальных вложений. Страна становится не платежеспособным и продает золотоносные месторождения.
3. Кинетическую энергию горных рек можно использовать для улавливания самородок золота из этих рек. С помощью разработанных нами наших установок без дополнительных капитальных вложений можно производить золото.

Использованная литература:

1. Кыргызстандын кен байлыгы. Энциклопедиялык окуу куралы. Бишкек, 2004. Мамлекеттик тил жана энциклопедия борбору – 292 бет.
2. Благородные металлы. Под редакцией Савицкого Е.М.-М.: изд. Металлургия 1984-с.594.
3. Муравьев М.И. Разработка интенсивной технологии биокисления золото содержащих сульфидных концентратов. Автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата технических наук. Москва, 2009.16стр.
4. Кыдыралиев С. Устройство для разделения рудных концентратов из горных рек. Патент №151 от 31.01.2013 E02B3/12(2012.01)
5. Кыдыралиев С. Устройство для разделения рудных концентратов из горных рек. Патент №1880 от 29.07.2016 E02B3/00(2016.01)
6. Кыдыралиев С. Устройство для разделения и извлечения рудных концентратов из горных рек. Патент №243 от 2019.