



## ПЕРЕРАБОТКЕ ТРУДНОБОГАТИМОСТИ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ РУД

<sup>1</sup>А.У.Самадов,

<sup>2</sup>Ж.У.Суяров,

<sup>3</sup>Н.И.Носиров

Алмалыкского филиала Ташкентского государственного  
технического университета имени Ислама Каримова. Узбекистан.

<https://www.doi.org/10.5281/zenodo.7787678>

### ARTICLE INFO

Received: 21<sup>th</sup> March 2023

Accepted: 30<sup>th</sup> March 2023

Online: 31<sup>th</sup> March 2023

### KEY WORDS

Золото, серебро, медь,  
гравитация, флотация,  
комбинированная схема,  
сорбционное цианирование,  
извлечение, концентрат.

### ABSTRACT

*Золотосодержащие руды по вещественному составу отличаются большим разнообразием. В некоторых рудах более 90% по весу составляет кварц, в других наряду с кварцем преобладающими минералами являются барит (до 50-60%), карбонаты (до 20-30%), оксиды железа (до 25%), турмалин (до 50%). Содержание сульфидов (в основном пирита, арсенопирита и пирротина) колеблется от 0 до 80%. В различном количестве в рудах присутствуют еще и многие другие минералы, а также вмещающие породы (сланцы, граниты, диориты и др.). Руды различаются и по физическому состоянию. Большинство из них после добычи представлено прочным кусковатым материалом, некоторые имеют вид рыхлой глинистой массы с отдельными кусками. Еще больше различаются руды свойствами золота и ассоциацией его с минералами.*

*При выполнении технологических исследований первостепенный интерес представляют те признаки вещественного состава, которые в наибольшей степени определяют технологию обработки руд.*

В Республике Узбекистан известно около 600 месторождений, рудопроявлений и точек золотой минерализации. 144 объекта учтены кадастрами Госгеолфонда РУз. Всего обрабатываются – 12, разведаны – 15, разведуются – 16 месторождений золота. Главное значение имеют коренные месторождения золота, расположенные в основном в трех геолого-экономических районах (ГЭР): Кызылкумском (Кокпатас, Мурунтау, Мютенбай, Триада, Балпантау, Бесапантау, Амантайтау, Даугызтау, Аджибугут, Турбай, Алтынтау, Айтым и др.), Нурата-Самаркандском (Чармитан, Гужумсай, Сармич, Биран, Марджанбулак, Алтынказган и др.) и Приташкентском (Кочбулак, Кайрагач, Кызылалмасай, Актурпак, Каульды, Пирмираб, Гузаксай, Сартабуткан и др.). В Южно-Узбекистанском ГРЭ промышленные месторождения золота пока не известны.



В перечне отечественных и мировых золоторудных объектов первое место по праву занимает уникальное месторождение Мурунтау. Открытие, разведка, успешная эксплуатация этого месторождения вызывает постоянный интерес геологов, горняков, технологов и предпринимателей всех стран.

Золотосодержащие руды по вещественному составу отличаются большим разнообразием. В некоторых рудах более 90% по весу составляет кварц, в других наряду с кварцем преобладающими минералами являются барит (до 50-60%), карбонаты (до 20-30%), оксиды железа (до 25%), турмалин (до 50%). Содержание сульфидов (в основном пирита, арсенопирита и пирротина) колеблется от 0 до 80%. В различном количестве в рудах присутствуют еще и многие другие минералы, а также вмещающие породы (сланцы, граниты, диориты и др.). Руды различаются и по физическому состоянию. Большинство из них после добычи представлено прочным кусковатым материалом, некоторые имеют вид рыхлой глинистой массы с отдельными кусками. Еще больше различаются руды свойствами золота и ассоциацией его с минералами.

При выполнении технологических исследований первостепенный интерес представляют те признаки вещественного состава, которые в наибольшей степени определяют технологию обработки руд. Такими признаками являются:

наличие в рудах наряду с золотом других полезных компонентов, имеющих промышленное содержание;

содержание в рудах окисленных минералов по сравнению с сульфидными, т.е. степень окисления руд;

наличие в рудах компонентов, существенно осложняющих технологию обработки; характер золота в рудах, в первую очередь крупность частиц золота.

Наличие в рудах кроме золота других промышленно ценных компонентов является одним из решающих факторов при выборе технологии обработки. Значение этого фактора постоянно возрастает. Этому способствует, с одной стороны, увеличение числа полезных компонентов с ростом глубины добычи золотосодержащих руд и с другой – требование комплексного использования обрабатываемого сырья.

По степени окисления руды подразделяют на первичные (сульфидные), частично окисленные (смешанные) и окисленные.

В настоящее время наибольшее промышленное значение имеют первичные руды; содержание сульфидов в них колеблется от десятых долей до 80-90%. В некоторых рудах присутствуют и окисленные минералы, но в таком небольшом количестве, при котором они практически не влияют на технологию обработки.

Характерной чертой окисленных руд является наличие в них оксидов железа. Ряд руд содержит окисленные минералы других металлов, а также шламистые (глинистые) компоненты. Сульфиды в рудах практически отсутствуют или находятся в незначительном количестве и не оказывают влияния на технологию. Частично окисленные руды наряду с сульфидными, содержать окисленные минералы железа и других металлов.

Некоторые компоненты руд, не имеющие промышленного значения вследствие низкого содержания или своих свойств, осложняют технологию обработки. Такими



компонентами являются: минералы меди (кроме халькопирита и хризоколлы) и сурьмы, пирротин, элементарный селен или селенаты, углистые вещества, теллур и легкошламуемые минералы. Руды, содержащие указанные компоненты, называются соответственно медистыми, сурьмянистыми, пирротинистыми, селенистыми, углистыми, теллуристыми и шламистыми.

Медные минералы, в первую очередь самородная медь, куприт, малахит, азурит, халькозин (с содержанием в руде по меди 0,2-0,3%), вызывают большой расход цианида при цианировании, затрудняют осаждение золота из растворов и нередко вынуждают отказываться от этого способа. Осложняют процесс цианирования минералы сурьмы, пирротин, селен в элементарной форме или в форме селенатов. Углистые руды также являются трудным объектом для цианирования, так как углистые вещества адсорбируют растворенное золото. Теллуристые руды содержат часть золота в форме теллуридов- калаверита, сильванита, петцита и др. При цианировании такое золото с трудом переходит в раствор, что вынуждает обрабатывать теллуристые руды специальными методами.

Присутствующие в рудах шламообразующие компоненты (талек, глинистые минералы, сланцы и др.) затрудняют дробление, сгущение, флотацию и фильтрование. Поэтому эти руды обрабатывают, используя специфичные приемы.

Рудное золото имеет около 20 минеральных форм. Наибольший промышленный интерес имеет самородное золото, представленное различными по величине, составу, форме и структуре металлическими частицами в ассоциации со многими минералами, чаще всего с кварцем, пиритом, арсенопиритом, баритом.

Учитывая поведение в технологических операциях, частицы золота по крупности разделяют на: крупные (крупнее 70мкм), мелкие (мельче 70,но крупнее 1мкм) и тонкодисперсные (мельче 1мкм). Иногда в крупном золоте целесообразно выделить очень крупное- крупнее 0,5-0,6мм.

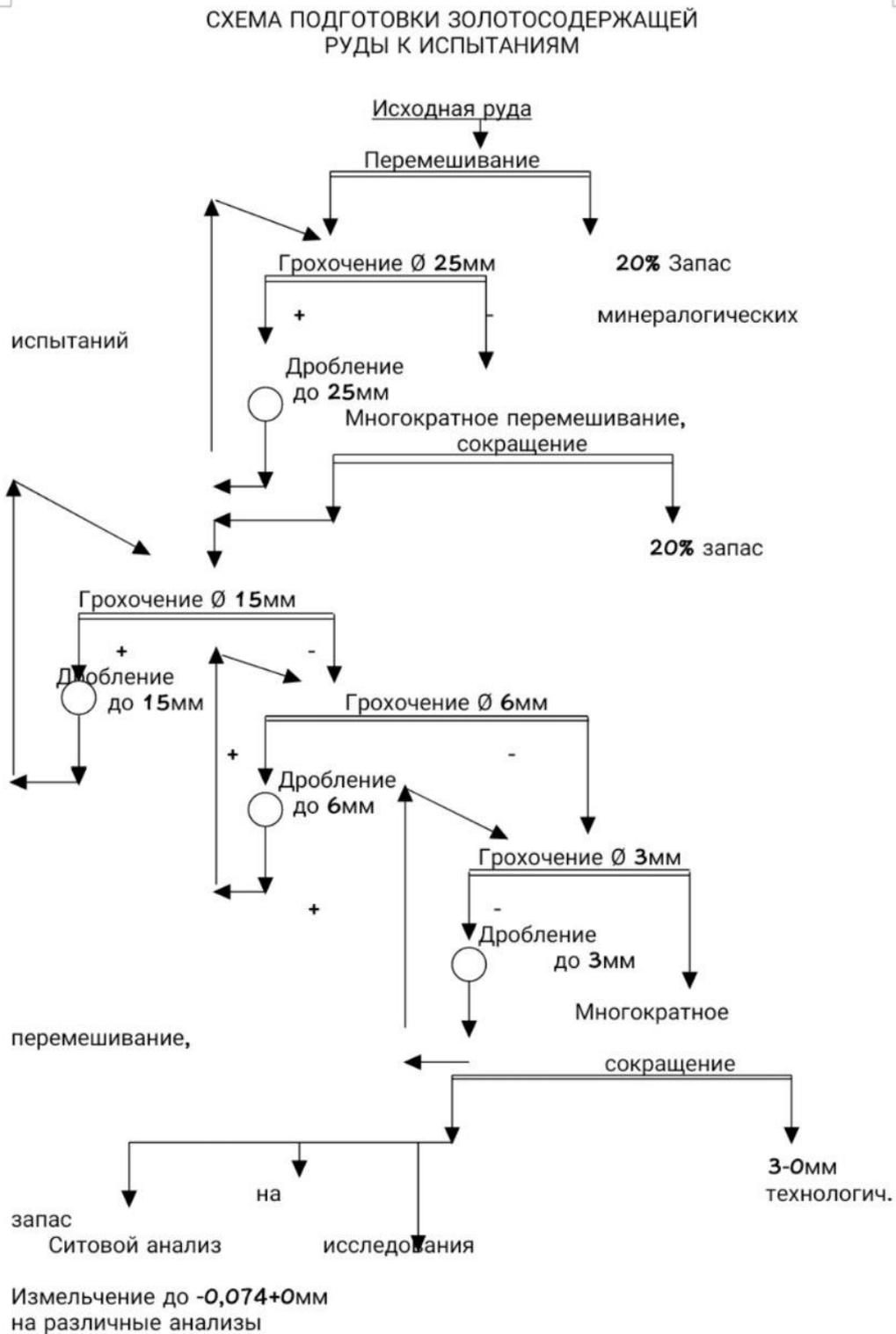
Крупное золото при измельчении руд освобождается от связи с минералами (свободное золото), легко улавливается при гравитационном обогащении, но плохо флотирует и требует продолжительного цианирования.

Мелкое золото в измельченной руде частично находится в свободном состоянии, частично в сростании с минералами (в сростках). Свободное мелкое золото хорошо флотирует, быстро растворяется при цианировании, но с трудом обогащается гравитационными методами. Мелкое золото в сростках также успешно растворяется при цианировании, а флотация его определяется флотационной способностью связанного с ним минерала. При флотации с сульфгидрильными собирателями золото в сростках с сульфидами флотирует хорошо, а в сростках с не сульфидными минералами – только при определенном соотношении между вскрытой поверхностью золота и поверхностью связанного с ним минерала.

На рис.1 приведена схема подготовки пробы руды к испытаниям, которая включает операции многостадийного дробления, грохочения, перемешивания, классификации и сокращения. Дробление породы до крупности 50 мм проводилось вручную молотком. Затем руда дробилась в лабораторной щековой дробилке до 25мм

и валковой дробилке до 3,0 мм. Перемешивание и сокращение материала пробы выполнялись методами «кольцо-конус» и квартования. Из руды крупностью

-3,0+0мм отбиралась средняя проба, после истирания которого проведены химический анализ, опыты по определению удельного веса и измельчаемости.





Полный химический анализ средней пробы руды выполнен в ЦАЛ, результаты которого приведены в табл.1

Рис. 1

Полный химический анализ средней пробы руды выполнен в ЦАЛ, результаты которого приведены в табл.1

Таблица 1

Результаты химического анализа средней пробы руды

Компоненты	Содержание, %	Компоненты	Содержание, %
SiO <sub>2</sub>	64,42	K <sub>2</sub> O	2,28
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,88	S <sub>общ.</sub>	2,8
FeO	5,56	SO <sub>3</sub>	0,62
TiO <sub>2</sub>	0,33	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,31
MnO	0,23	CO <sub>2</sub>	3,19
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11,1	H <sub>2</sub> O	1,85
CaO	3,74	Au, г/т	2,48
MgO	2,17	Ag, г/т	2,44
Na <sub>2</sub> O	0,73	Cu	0,63

Результаты химического анализа средней пробы показали, что содержание золота в изучаемой пробе руды составило 2,48 г/т, серебра 2,44 г/т и меди 0,63%..

## References:

1. Usmanovich, S. A., Ikhtiyorovich, N. N., & Abdurashidovich, U. A. (2022). Processing of Layout Tails of Gold-Extracting Plants. *Central Asian Journal of Theoretical and Applied Science*, 3(1), 7-13.
2. Умарова, И. К., Махмарежабов, Д. Б., & Носиров, Н. И. (2021, December). ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА КОНЦЕНТРАТОВ И ХВОСТОВ ГРАВИТАЦИИ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ РУД МЕСТОРОЖДЕНИЯ "АУМИНЗО-АМАНТОЙ". In *Здравствуйте, уважаемые участники международной научной и научно-технической конференции, дорогие гости!* (p. 428).
3. Ixtiyorivich, N. N., & Anvarovna, H. Z. (2022). POLIMETAL RUDALARNI BOYITISH SXEMALARI VA AJRATISH TARTIBLARI. *World scientific research journal*, 5(1), 33-37.