

Ногаева К.А., Молмакова М.С.

**ГРАВИТАЦИОННОЕ ОБОГАЩЕНИЕ МЕДНО-ЗОЛОТОЙ РУДЫ  
МЕСТОРОЖДЕНИЯ КУМБЕЛЬ**

*K.A. Nogaeva, M.S. Molmakova*

**GRAVITY CONCENTRATION COPPER-GOLD ORE FIELD KUMBEL**

УДК: 553.26/М-75

По данным элементного и рационального анализа руды выбран гравитационный метод обогащения. Дано описание и принцип работы концентратора Knelson, проведены исследования гравитационного обогащения руды на этом аппарате. Представлены результаты исследований одностадийной и двухстадийной схем обогащения. Рекомендована одностадийная схема обогащения руды на концентраторе Knelson.

According to the element and rational analysis of the gravitational method of enrichment is chosen. The description and a principle of work of concentrator Knelson is given, researches of gravitational enrichment of one on this device are carried out. results of researches one stadiational and two stadiational enrichment schemes are presented. the scheme of

enrichment of ore on concentrator Knelson is recommended one stadiational.

Исследованию на гравитационную обогатимость была подвергнута проба, взятая с участка «Западный» месторождения «Кумбель». Ранее проведенные исследования этой руды на гранулометрический состав [1] показали, что повышенное содержание меди 47,4% в классах более 0,25мм предопределяет гравитационный метод обогащения для получения концентратов.

Элементный анализ руды (табл.1) показывает, что промышленное значение имеют золото и медь.

Таблица 1

Элемент	Au	Ag	Cu	W	S <sub>общ.</sub>	S <sub>сульф.</sub>	Fe <sup>2+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	S <sub>общ.</sub>	Pb	S <sub>орг.</sub>
содержание	7,47 г/т	26,87 г/т	3,5%	0,057%	0,08%	<0,01%	0,68%	14,82%	1,95%	0,0098%	0,042%

Как видно из таблицы, вредные примеси As, Sb, Te отсутствуют. Свинец содержится в количестве 0,0098%, что возможно будет снижать качество концентрата.

Также был проведен рациональный анализ руды на содержание золота пробы измельченной до -1,0мм и -0,1мм (табл.2)

Таблица 2

классы	0-1мм	0-0,1мм
Свободное легко амальгируемое, %	52,15	76,81
Ассоциированное с кварцем, %	24,85	9
Ассоциированное с сульфидами, %	7	9
Покрытое оболочками, %	16	5,19
Итого:	100	100

Как видно из таблицы, исследуемая руда в классе крупности 0-1мм на 52,15 % представлена свободными включениями золота, на 7 % – ассоциировано с сульфидами. Значительная часть золота ассоциирована с кварцем (24,85 %) и покрыто оболочками из оксидов марганца и железа (16 %). При этом та часть золота, которая ассоциирована с кварцем (24,85 %), как было установлено минералогическими исследованиями, содержит свободные включения самородного золота и частицы золота, встроенные в кристаллическую решетку кварца в межзерновых и межкристаллических полостях. А в классе крупности 0-0,1мм видно, что исследуемая руда на 76,81% представлена свободными включениями золота, на 9 % – ассоциировано с сульфидами. На 9% ассоциирована с кварцем и на 5,19% покрыто оболочками. Полученные результаты также подтверждают, что необходимо использовать гравитационный метод обогащения.

Были проведены лабораторные испытания по гравитационному обогащению на 3-х дюймовом концентраторе Knelson. Концентратор Knelson разработан для эффективного извлечения тонкого золота (и других тяжелых минералов) под действием центробежной силы и обогащения в разрыхленной (флюидизированной) среде. Концентратор эффективно извлекает частицы золота размером до 20мкм. В отличие от традиционных гравитационных аппаратов (шлюзы, отсадочные машины, винтовые сепараторы, концентрационные столы и т.д.), где применяется только одна естественная сила гравитации, концентратор Knelson работает в диапазоне 60-200g, где g – ускорение.

Наиболее распространенной моделью для лабораторных исследований является Knelson KC-MD3 с диаметром конуса 3 дюйма. Концентратор применяют для проведения теста GRG (Gravity Recoverable Gold – гравитационно-извлекаемое золото) для определения максимального теоретически достигаемого гравитацией извлечения золота (%) от конкретной руды. Производительность концентратора – до 45кг по твердому материалу в час при объеме производимого за 1 цикл концентрата 58мл. По литературным данным [2] гравитация медно-золотой руды на таком же аппарате Knelson при измельчении руды до 0,1мм позволяет извлечь концентрат с выходом 0,93%, содержанием золота 709 г/т и соответственно извлечением 85%.

С целью исследования процесса гравитации медно-золотой руды месторождения «Кумбель» было произведено стадийное гравитационное обогащение.

Первая стадия обогащения проводилась с рудой, измельченной до 100% класса 0,63мм при давлении оживающей воды 12...16кПа, производительности по твердому 21,05кг/ч и времени работы 28 мин.

Второй стадии подвергли хвосты, доизмельченные до 100% класса 0,315мм при давлении оживающей

воды 10...13кПа, производительности по твердому 15,33кг/ч и времени работы 36 мин. (табл.3).

Как видно из таблицы, на первой стадии в концентрат извлекается 0,98% продукта, при содержании 471г/т при этом составляет 64%.

Таблица 3

Результаты двухстадиального гравитационного обогащения руды

№	Режим гравитации				продукт	выход, %		содержание Au, г/т	извлечение Au, %	
	давление оживающей воды, кПа	производительность по твердому, кг/ч	время работы, час	крупность руды, мм		от операции	от руды		от операции	от руды
1	12...16	21,05	28мин	100%-0,63	Концентрат 1	0,98	0,98	471,87	64,0	64,0
					Хвосты 1	99,02	99,02	2,62	36,0	36,0
					Итого:	100,00	100,00	7,22	100,0	100,0
2	10...13	15,33	36мин	100%-0,315	Концентрат 2	1,05	1,04	208,53	78,7	28,3
					Хвосты 2	98,95	97,98	0,60	21,3	7,6
					Итого:	100,00	99,02	2,79	100,0	36
					Общий концентрат		2,02	336,04		92,4
					Хвосты		97,98	0,60		7,6
					Итого:	100,0	100,00	7,39		100,0

В хвостах первой стадии остается немалое количество золота 2,62г/т. В связи с этим хвосты доизмельчаются до 100% класса 0,315мм и подвергаются обогащению на том же аппарате Knelson.

Результаты исследований показывают, что после второй стадии гравитации получаем концентрат с содержанием 208,53г/т с извлечением от операции 78,7%, а от руды 28,3%.

Использование стадии обогащения хвостов первой стадии дает возможность снизить содержание золота до 0,6г/т. В результате получается концентрат, обогащенный золотом.

Таким образом, двухстадиальное обогащение дает возможность получить богатый общий концентрат с содержанием золота 336,04г/т с извлечением 92,4%.

Однако использование двух стадий повышает экономические затраты, поэтому нами была проведена одностадиальная схема обогащения руды, измельченной до 95% крупностью руды 0,1мм на концентраторе Knelson [4]. В этом случае извлечение составит 83,04% с содержанием золота в концентрате 331,75г/т и выходе 2,42%. Совместно с золотом в гравикоцентрат извлекается до 23% W, его содержание в концентрате незначительно. Обогащение серебра незначительно, его содержание в концентрате составляет 250-375г/т.

Таблица 4

Результаты одностадиального обогащения руды

класс	0,1мм			
	Au, г/т	Ag, г/т	W, %	Cu, %
концентрат	331	250	23	0,05
хвосты	0,65	0,25	0,02	3,6

Медь в концентрат не извлекается, так как основные медные минералы представлены карбона

тами, т.е. обогащения меди в процессе гравитации не происходит.

Полученные результаты показывают, что измельчение руды до 95% класса 0,1мм позволяет получить богатый концентрат с содержанием золота 331,75г/т, а при двухстадиальной гравитации общий концентрат с содержанием золота 336,04г/т. Поэтому рекомендуется одностадиальная схема обогащения.

Медь гравитацией почти не концентрируется, содержание ее в концентрате даже снижается.

Хвосты не являются отвальными ни по меди, ни по золоту.

Таким образом, проведенные исследования показывают:

1. На основании элементного и рационального анализа руды обосновано применение гравитационного обогащения.
2. Проведены исследования двухстадиального обогащения руды, измельченной до 100% класса крупности 0,63мм и хвостов доизмельченных до 100% класса крупности 0,315мм.
3. Сравнительный анализ двухстадиального и одностадиального обогащения показывает, что одностадиальное обогащение руды измельченной до 95% класса 0,1мм дает такие же результаты, как при двухстадиальном процессе гравитации.

**Литература:**

1. Шохин В.И., Лопатин А.Г. гравитационные методы обогащения – М.: Недра, 1993 г.
2. Молмакова М.С. Известия Кыргызского государственного технического университета им. И.Раззакова, 2011 г.

Рецензент: к.хим.н., доцент Алмакучукова Г.М.