ОБ УСКОРЕНИИ ПРОЦЕССА ПОДГОТОВКИ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБ К АНАЛИЗУ

КОЧНЕВ В.Г.
Директор
ООО «ТТД»,
канд. техн. наук

ГРУШИНСКАЯ О.В.
Заместитель
директора
ООО «ТТД»

В статье рассматривается новый технико-технологический комплекс обработки керновых проб и проб горных выработок на базе планетарной мельницы, обеспечивающий высокую производительность и существенное снижение сроков оценки месторождения.

При проведении геологоразведочных работ определяющим фактором является достоверность оценки критериев ***«сколько»,*** то есть какое количество полезного компонента в граммах, каратах или процентах находится в данном месторождении, и ***«как скоро»*** — насколько быстро могут быть получены достоверные параметры объекта для определения его конъюнктуры и принятия решения о начале инвестирования.

Известно, что достоверность критерия ***«сколько»*** оценивается коэффициентом, рассчитываемым как отношение фактического значения параметра месторождения (среднего содержания или запаса) к его значению по данным разведки. По определению некоторых российских институтов, в частности Иргиредмета, значение этого коэффициента колеблется от 0,5 до 2,0.

Состояние, когда данные разведки завышены относительно фактических, иногда в полтора — два раза, называется неподтвержденные запасы. Сам по себе термин ***«неподтвержденные запасы»*** выглядит достаточно безобидно, однако в реальности это приводит в лучшем случае к снижению прибыли, в худшем — банкротству предприятия, потерянным инвестициям, изломанным судьбам людей. Но самое неприятное, что это состояние зачастую возникает, когда предприятие уже работает, вложены деньги в карьер, фабрику, инфраструктуру, подключены местные органы власти и надзора.

Считается, что избежать состояния «неподтвержденные запасы» нельзя, так как вероятность его возникновения определяется многими факторами как объективного (параметры месторождения, возможности технологии и т.д.), так и субъективного характера (грамотность и добросовестность геологической службы, прогрессивность инвестора и т.д.). Некоторые специалисты считают, что для уменьшения риска крупного экономического ущерба необходимо минимизировать капиталовложения. Тем не менее, на наш взгляд, реализация данного совета способна лишь усилить неопределенность, и чревата затягиванием срока ввода месторождения в эксплуатацию.

Мы же предлагаем за счет применения нового технико-технологического инструмента при обработке керновых проб и проб горных выработок отказаться от самого понятия «неподтвержденные запасы» и при этом снизить срок оценки месторождения в два-три раза.

Этим технико-технологическим инструментом является комплекс малогабаритного оборудования, в котором в качестве главного компонента выступает устройство избирательного измельчения — планетарная мельница.

Используя хорошо известные свойства золота — ковкость и пластичность, первоначально была разработана технология доводки золотосодержащих концентратов с использованием планетарной мельницы. Например, после

избирательного измельчения концентратов гравитационной технологии с содержанием золота 100–600 г/т были получены следующие показатели: содержание золота в классе –500+100 мкм — 92 %; –100+75 мкм — 70 %; –75+44 мкм — 1,5 %. Впоследствии дополнительное измельчение класса –75+44 мкм позволило без особых затруднений обеспечить концентрацию до 30 %.

Успешное решение проблемы доводки концентратов по технологии избирательного измельчения натолкнуло на идею обогащения тем же методом, но уже исходного материала. Реальные результаты были впервые получены на богатой керновой пробе одного из месторождений в Бурятии: после избирательного измельчения пробы массой 10 кг в классе +500 мкм было обнаружено до десятка золотин.

В дальнейшем работы по селективному измельчению золотосодержащих геологических проб, в частности кернов, были продолжены, и в настоящее время мы готовы рекомендовать к практическому использованию технологическую установку.

Предварительно необходимо рассказать о причинах, побудивших взяться за разработку новой технологии переработки кернов.

На рис. 1 показана традиционная технологическая схема подготовки керновой пробы для последующего анализа с целью определения содержания золота. Эта технология с успехом применяется как в России, так и в других странах, например в Бразилии. Чем она нас не устраивает? Прежде всего, количеством оборудования, задействованным в технологии. Хорошо известно: чем больше оборудования, тем больше вероятность ***заражения*** пустых проб золотом, оставшимся от переработки предыдущей золотосодержащей пробы. ***Двойное квартование*** после дробления и измельчения оставляет мало шансов крупным золотинам (100–200 мкм) попасть в конечный продукт, который непосредственно отправляется на анализ. В ином случае проба показывает аномальное, или ***ураганное,*** содержание драгоценного металла, и по правилам этот результат должен быть исключен из подсчета запасов.

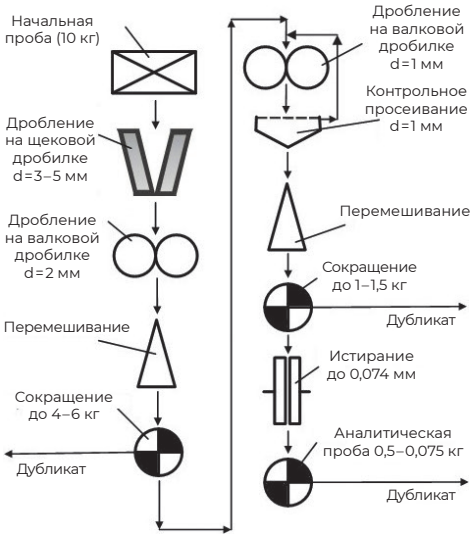

Рисунок 1. *Традиционная схема обработки керновой геологической пробы*

По правде говоря, правила меняются, но пока достоверных данных нет. Кроме того, схема на рис. 1 обеспечивает ***низкую производительность,*** что не может устраивать инвестора. Например, если геологическая разведка проводится на крупном месторождении размером 2000×2000 м, то при буровой сетке 10×10 м и глубине бурения 200 м количество проб для подготовки к анализу составит ***8 млн единиц.***

Наши наблюдения, проведенные с видеофиксацией в известной компании в Бразилии, показывают, что среднее время обработки пробы составляет 25 минут в расчете на одного оператора. Нетрудно подсчитать, что данные, по которым инвестор будет принимать решение, поступят ему через 3,3 млн часов, или через 416 лет. Конечно, так не бывает, поскольку операторов нанимают столько, сколько нужно для выполнения работы, и разряжают сетку бурения, делая ее не 10×10, а 40×40 м. При этом снижается не только количество проб на квадратный километр, ***но и достоверность оценки месторождения.***

Рисунок 2. *Предложенная ТТД технология переработки керновых геологических проб мокрым способом*

На рис. 2 изображена технологическая схема, в которой отсутствует дробление в традиционных дробилках, что сразу же ***исключает*** заражение, зачистку оборудования и квартование. Исходный керн диаметром 60–70 мм загружается непосредственно в барабаны (4 шт.) планетарной мельницы, рис. 3.

Как правило, метровый интервал керна массой 12 кг полностью размещается в четырех барабанах. В них же помещаются ролики: по одному в каждый барабан (рис. 3). Подбором размеров роликов, их масс добиваются максимальной эффективности процесса. Например, при обработке керновых проб из кварцита, имеющих крайне высокую прочность, процесс измельчения занимает не более двух минут (рис. 4).

Получение порошка крупностью –100 или –74 мкм на менее прочном материале происходит за одну минуту или даже тридцать секунд. За счет этого производительность, по сравнению с самой прогрессивной технологией, повышается ***в четыре раза.*** Далее ***весь*** измельченный продукт поступает на вибросито; в классе +100 мкм выявляется несколько частичек материала, в том числе золота, которые идут в подсчет запасов — это как раз тот драгоценный металл, который по традиционной технологии не попадает

Рисунок 3. *Загрузка барабанов планетарной мельницы с роликом*

Рисунок 4. *Порошок, полученный в планетарной мельнице в течение двух минут*

в конечный продукт, тот, который дает достоверный и существенный ***прирост запасов.*** Кроме того, по этому золоту можно быстро оценить месторождение, поскольку опытный геолог может довольно точно определить содержание ценного компонента в пробе, следуя за буровой установкой.

Прошедший через сито материал крупностью –100 мкм совершенно обоснованно поступает на квартование, и далее отобранная проба направляется на анализ. Следует заметить, что классификацию можно выполнять и по более тонким классам, например 40, 20 мкм или 5 мкм, однако разделение по ним возможно лишь с помощью воздушного классификатора.

Таким образом, новая технология позволяет значительно (в четыре раза — проверено в лаборатории Geosol (Бразилия), работающей на австралийском оборудовании) увеличить скорость подготовки керновых проб к анализу, выделить крупное золото из всей пробы — и тем самым повысить не только ее достоверность, но и провести экспресс-оценку месторождения, — до минимума снизить риск заражения. Такая технология обеспечивает обработку от 4 до 8 проб в час, или от 28 до 56 тыс. в год.

В 2007 году была выполнена переработка 148 кг кернов одного из предприятий, работающих по технологии ТТД (рис. 2). Результаты представлены в табл. 1. Доля крупного (+0,1 мм) золота, дополнительно выделенная благодаря решению компании, составляет 16,23 %, мелкого (–0,1 мм) — 83,77 %. Что интересно: есть пробы, где доля крупного золота достигает 52,8 %.

Таблица 1. *Оценка содержания крупного (+0,1 мм) и мелкого (–0,1 мм) золота при сухой обработке керновой пробы по технологии ТТД*

№ п/п	Масса пробы, кг	Содержание золота, г/т			Доля крупного золота (+0,1 мм) в общем содержании
		Крупность, мм		Общее по пробе	
		–0,1	+0,1		
1	2,43	0,06	0,001	0,061	1,6
2	4,22	1,03	0,04	1,07	3,7
3	3,67	0,81	0,01	0,82	1,2
4	4,72	0,64	0,05	0,69	7,2
5	4,19	1,13	0,01	1,14	0,9
6	4,36	1,37	0,32	1,69	18,9
7	5,13	1,09	0,41	1,50	27,3
8	8,91	0,26	0,07	0,33	21,2
9	9,63	2,25	2,52	4,77	52,8
10	9,75	2,51	0,25	2,76	9,0
11	7,97	3,46	0,4	3,86	10,4
12	8,91	4,74	0,41	5,15	8,0
13	6,68	4,78	0,8	5,58	14,3
14	6,30	2,61	0,49	3,10	15,8
15	6,97	1,41	0,14	1,55	9,0
16	11,98	0,68	0,12	0,80	15,0
17	10,88	0,25	0,04	0,29	13,8
18	8,08	0,25	0,05	0,30	16,7
19	5,81	0,33	0,04	0,37	10,8
20	7,48	0,94	0,2	1,14	17,5
21	5,21	7,44	1,19	8,63	19,8
22	4,56	2,17	0,23	2,40	9,6
	147,84	40,21	7,791	48,001	
Средневзвешенная доля крупного (+0,1мм) золота в общем содержании, %					16,23
Средневзвешенная доля мелкого (–0,1мм) золота в общем содержании, %					83,77

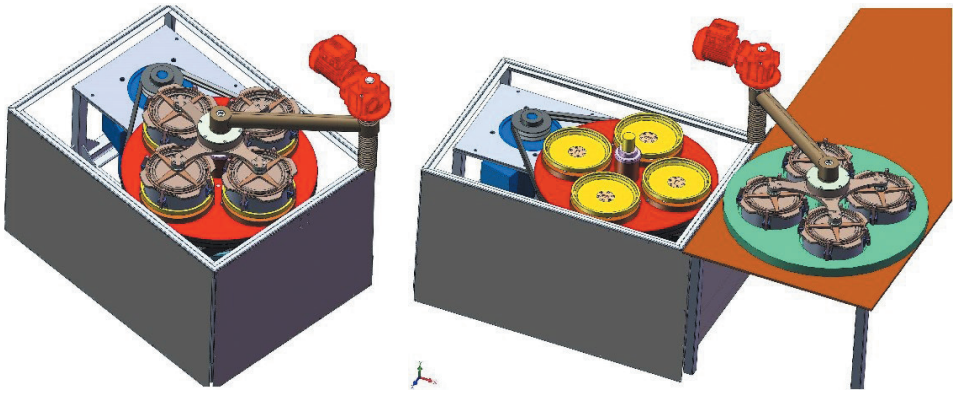

Рисунок 5. *Полуавтоматический комплекс переработки керновых проб на базе планетарной мельницы без предварительного дробления*

Следует еще раз уточнить: проба — это один метровый интервал керна массой в среднем 10–12 кг. И даже при такой высокой производительности установки с планетарной мельницей на переработку вышеуказанного количества проб (8 млн в год) потребуется 140 установок.

Для решения этой проблемы на базе такой же мельницы ТТД разрабатывается полуавтоматический комплекс (рис. 5), который позволяет переработать 40 проб в час, или 280 тыс. в год.

В этом случае для переработки 8 млн проб потребуется уже 30 установок. Конечно, это тоже много, но все же речь идет о годе работы на крупном объекте. Если иметь в виду двухгодичное исследование, то установок необходимо будет всего 15; по крайней мере, появляется много вариантов для того, чтобы с высокой достоверностью и в разумные сроки разведать месторождение золота.

Как уже сказано, месторождение может содержать золото крупностью 40, 20, 10 и 5 мкм. Понятно, что рассев на сите 40–44 мкм по технологии на рис. 5 будет весьма затруднительной задачей, а по крупности 20, 10, 5 мкм и вовсе невозможной. Для таких случаев предназначен комплекс сухой обработки пробы (рис. 6), состоящий из вибропитателя, классификатора, вытяжного агрегата и планетарной мельницы той же конструкции, что и в технологии на рис. 2.

Комплекс работает следующим образом. Измельченный в планетарной мельнице керн до порошка 99,9 % класса менее 20 мкм (содержание класса –10 мкм — 80 %) подается в приемный бункер вибропитателя, из которого поступает в воздушный классификатор. Здесь материал разделяется на крупный (крупнее 20 мкм, включая 100 мкм) и тонкий (–10 мкм). Тонкий порошок собирается в бумажном мешке вытяжного агрегата (мощный пылесос «Керхер»), а крупный оседает в нижней части классификатора в специальном лотке. Процесс разделения идет быстро (со скоростью 5 кг/мин, или 300 кг/час) и эффективно — извлечение золота составляет 96–98 %.

Таким образом, мы предлагаем два вида установок на базе одной и той же планетарной мельницы «МПП-2-1К»: первый — для оценки месторождений

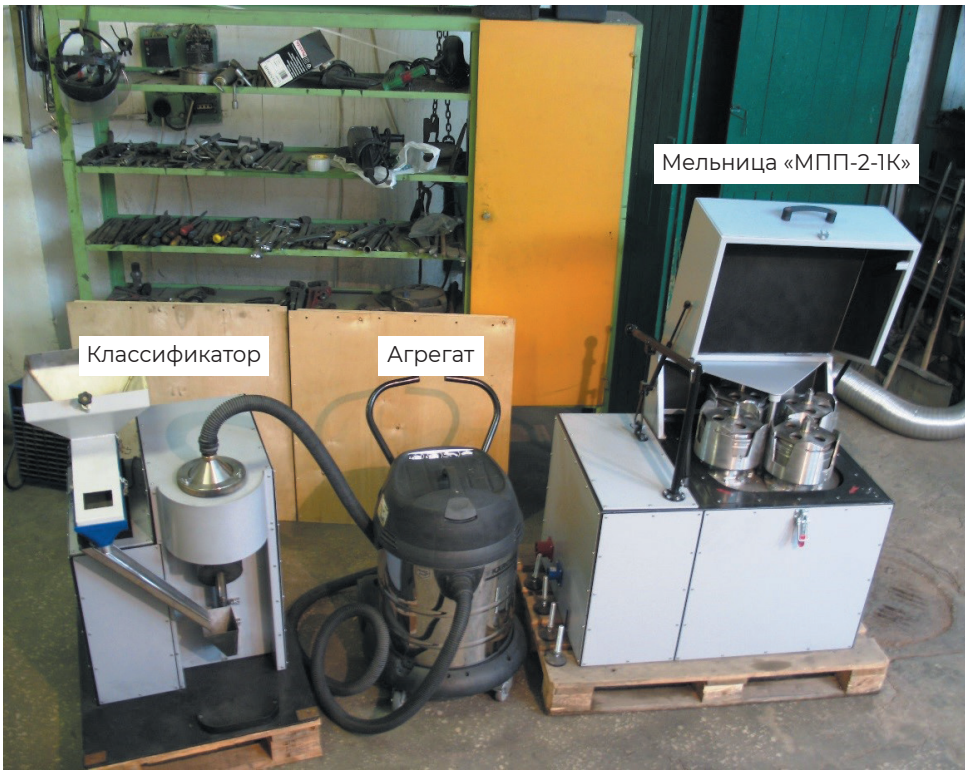

Рисунок 6. *Комплекс для сухой обработки пробы*

с крупным и мелким золотом (рис. 2), второй — для месторождений с тонким золотом (рис. 6).

Для отработки валовых проб массой 3, 7 и 10 т и более мы предлагаем установку с мельницей самоизмельчения «МБК 2×0,8» в голове и планетарной мельницей непрерывного действия «МП-1М». В зависимости от прочностных характеристик руды производительность составляет 1,2–2,6 т/ч при максимальной крупности исходной руды 300 мм.

В качестве обогатительного оборудования на установке применяются короткоконусные гидроциклоны, которые за счет геометрии, рассчитанной в процессе исследовательских работ, позволяют извлекать 92–98 % золота различной крупности (5–100 мкм) при выходе концентрата 0,2–0,7 %. Собственная технология доводки концентрата обеспечивает концентрацию драгоценного металла в конечном продукте в размере 12–40 %.

Установка, благодаря своей компактности, может легко перевозиться на трале с дизель-генератором мощностью 100 кВт (мощность частично расходуется для отопления и других бытовых нужд), емкостью для топлива и другими полезными для работы устройствами.

ООО «ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ ДЕЗИНТЕГРАЦИИ»

Russian Innovative Company TTD Российская Инновационная Компания

+7 (921) 930-8711
v.cochnev@yandex.ru
www.ttd.spb.ru