



В.И. Стюф
канд. хим. наук
ген. директор
ЗАО НТФ Анакон
stuf_vi@mail.ru

Оборудование для пробоподготовки и сокращения проб

Обзор дробильно-измельчительного оборудования компании Rocklabs (Новая Зеландия) – мирового лидера в производстве оборудования для предварительной подготовки проб. Рассмотрены варианты использования технологических модулей при проведении геологоразведочных работ на благородные металлы
The paper is a review of crushing and milling equipment manufactured by ROCKLABS Ltd. of New Zealand, the world leader in sample preparation equipment. Various applications of technological modules (combo systems) for exploration of noble metals are reviewed as well

Ключевые слова: пробоподготовка, технический модуль, золотодобыча
Keywords: sample preparation, the technical module, gold mining

Пробоподготовка – важная стадия в организации аналитического обеспечения геологоразведочных работ, особенно при поиске благородных и редких металлов. На организацию пробоподготовки предприятие затратит меньше и средств, и усилий, чем на создание аналитической лаборатории, но и здесь не обойтись без ответственного выбора схемы и подходящего оборудования. Среди компаний, производящих оборудование для предварительной подготовки проб, одно из ведущих мест занимает новозеландская компания *Rocklabs* (работает с 1969 г., сегодня входит в тройку крупнейших в этой области). Дробильно-измельчительное оборудование, выпускаемое компанией, специально создавалось и конструировалось для предварительной подготовки проб при разведке и добыче благородных рассеянных элементов.

Компания поставляет оборудование в 86 стран мира (более 1200 лабораторий). Особенно ощутимо лидерство компании в золотодобывающей отрасли, достаточно сказать, что на ее оборудовании работают компании *Barrick Gold*, *Newmont*, *Kingross*, *Codelco*, *Rio Tinto* и многие другие.



Рис. 1.
Модуль: дробилка Бойд – сократитель

В странах СНГ оборудование новозеландской компании успешно работает на подавляющем большинстве золотодобывающих предприятий, более чем на 100 предприятиях горнорудной и металлургической отраслей, в том числе на Норильском Никеле, Магнитогорском Металлургическом комбинате, Полюсе, Казцинке, Казхrome, СУАЛе.

Многие машины компании *Rocklabs* уникальны и не имеют аналогов в мире. Наиболее наглядно преимущество этого оборудования проявляется в технологических модулях.

Широко известны методы сокращения проб с помощью вращающихся делителей. Толчком к созданию технологических

модулей послужила работа А. Хана «Критическая оценка процедур подготовки порошковых проб» [1] написанная в 70-х гг. прошлого века. В ней дана сравнительная характеристика и проведены расчеты ошибок при использовании различных методов сокращения. Эта работа и дальнейшие исследования показали, что использование вращающихся делителей значительно (на порядок) уменьшает погрешность при сокращении порошковых проб. Приведенные в ней материалы помогут как геологам (проводить расчеты), так и аналитикам (упростить процедуру подготовки проб и, соответственно, уменьшить величину ошибки).

Стоит отметить, что вращающиеся делители производят многие компании (*Fritsch*,



Retsch и др.). Преимущество технологических модулей *Rocklabs* в том, что в них работа дробилок и мельниц синхронизирована с работой непрерывных делителей.

На **рис. 1** представлен технологический модуль Дробилка Бойд – непрерывный конусный сократитель. По мере дробления проба поступает на виброфидер, который питает сократитель: таким образом, сразу получается необходимая навеска для последующего истирания.

Модуль крайне эффективен – дробит и сокращает пробу при расчетной скорости вращения делителя 42 об/мин. (такая скорость позволяет до минимума сократить погрешность

сокращения). После дробления материал попадает на виброфидер, а затем сокращается вращающимся делителем (вырезанное окно в двух движущихся конусах). Проба остается представительной (в подавляющем числе случаев) и не требует перемешивания (т.е. сразу готова к дальнейшей работе). Материал размером 50–70 мм дробится сразу до 2 мм и сокращается в пропорции 2–50% с шагом 1% или в пропорции 4–50% с шагом в 2%, если необходимо выделить две пробы и остаток. Производительность – 5 кг/мин. Особенность дробилки – обе щеки подвижные (в отличие от остальных дробилок в мире), и, кроме того – щеки гладко отполированы. Минимальный

Здесь применен другой тип вращающегося делителя, так называемый секторный делитель, позволяющий сократить пробу от 5 до 50% с интервалом 5%. Его применение обосновано тем, что с уменьшением веса пробы появляется вероятность увеличения погрешности сокращения из-за угла наклона падения пробы (в конусном сократителе). При секторном варианте сократителя проба движется вертикально вниз.

На **рис. 3** показана наиболее часто применяемая цепочка оборудования: модуль Бойд-сократитель + одноярусная непрерывная мельница с делителем + двухъярусная непрерывная мельница с делителем.

Схема пробоподготовки в этом случае выглядит так. Проба дробится до 2 мм и одновременно сокращается, процент сокращения обычно определяет (рассчитывает) главный геолог, отвечающий за результат. Процент сокращения определяется весом пробы, т.к. как размер частиц на выходе задан, выдерживается хорошо, постоянная регулировка не требуется.



Рис. 2.
Модуль Непрерывная кольцевая мельница с делителем

размер частиц, получаемых при дроблении, – 2 мм (90%) .

На **рис. 2** – технологический модуль Непрерывная кольцевая мельница с делителем. Он не имеет аналогов в мире, выпускается в двух вариантах.

1. Одноярусная непрерывная мельница с делителем. Производительность – до 1500 кг в сутки, скорость измельчения 1500 г/мин, на выходе проба 0,2–0,3 мм, одновременно сокращает пробу в пропорции 5–50% с шагом 5%.

2. Двухъярусная непрерывная мельница с делителем. Производительность до 350 кг в сутки, на выходе проба 0,074 мм (90%). Служит для окончательного истирания пробы.

Если в пробу не попали кованые предметы, проверять зазор можно не чаще 1 раза в неделю при круглосуточной работе. Проверка занимает не более 1 минуты. Затем сокращенная или не сокращенная (например, при относительно малой величине) проба подается на одноярусную непрерывную мельницу и истирается до 0,2–0,5 мм. Скорость истирания и, соответственно, размер частиц регулируются скоростью подачи материала, т.к. в мельнице нет замкнутого пространства. Проба истирается только по мере передвижения по истирающей гарнитуре сверху вниз. На этой стадии можно выделить аналитическую пробу, т.к. при размере частиц 0,2–0,3 мм нет ограничений в сокращении



Рис. 3.
Линия пробоподготовки № 1. Модуль Бойд – делитель –
Одноярусная непрерывная мельница с делителем –
Двухъярусная непрерывная мельница с делителем



Рис. 4.
Линия пробоподготовки № 2. Модуль Бойд – делитель –
Одноярусная непрерывная мельница с делителем –
Стандартная мельница

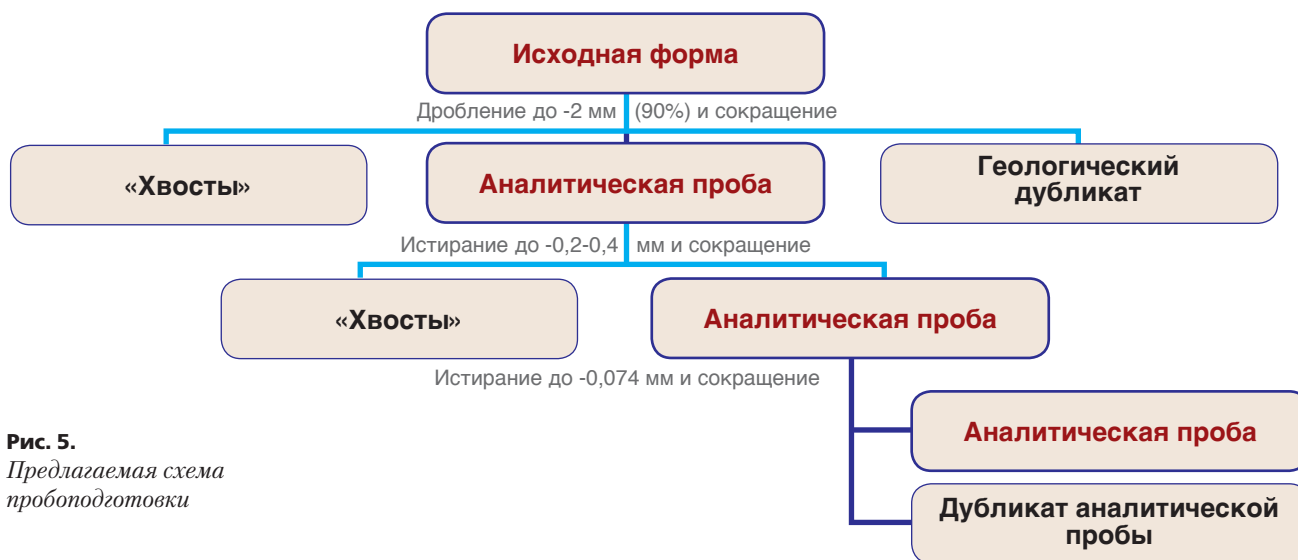


Рис. 5.
Предлагаемая схема
пробоподготовки

пробы. Затем аналитическую пробу нужно дотереть до размера 0,074 мм.

На той же стадии можно отобрать и аналитический дубликат (дотереть его при необходимости можно всегда, а хранить материал безопаснее в более крупном состоянии (меньше вероятность засорения при хранении). Если по каким-либо соображениям аналитический дубликат на этой стадии не оставляется, его можно выделить на стадии дотирания пробы на двухъярусной мельнице (для этого оператор может установить в приемное устройство два одинаковых сектора). Если использовать модуль Бойд-сократитель на две навески и остаток, то на первой стадии можно выделять геологический дубликат.

Линейка обслуживается тремя операторами и позволяет подготовить за сутки 250–300 проб. Человеческий фактор снижается до минимума: все что нужно сделать оператору, это взвесить пробу и установить процент сокращения – либо рукояткой на делителе Бойда, либо сектором на непрерывной мельнице.

Человеческий фактор снижается до минимума: все что нужно сделать оператору, это взвесить пробу и установить процент сокращения – либо рукояткой на делителе Бойда, либо сектором на непрерывной мельнице

Некоторым ограничением этого варианта пробоподготовки является получение на выходе не более 95% фракции 0,074 мм. По всем ГОСТам и стандартам требуется не менее 90%, но геологи и аналитики старой советской школы хотят получить 100-процентный выход необходимой фракции.

На *рис. 4* показан второй вариант линейки оборудования (применяется так же часто, как и первый), укомплектованный модулем Бойд-сократитель + одноярусная непрерывная мельница с делителем + стандартная



Рис. 6.
Кольцевая
мельница
RM2000



Рис. 7.
Автоматическая
порционная
мельница

мельница с пневмозапором. Линейку обслуживают 3 оператора. Производительность – до 250 проб в сутки, вес конечной пробы в этом случае не может превышать 800 г. На выходе получается проба 0,074 мм (до 100%).

Использование любого из этих двух вариантов оборудования позволяет получить представительную пробу в подавляющем большинстве случаев (при наличии крупного или неравномерного золота схема пробоподготовки выглядит несколько иначе).

Эти линии оборудования позволяют сократить (без ущерба качеству) перемешивание и ситование пробы, вносящие дополнительную погрешность в результат анализа материала. На **рис. 5** приведена схема пробоподготовки, в которой без ущерба представительности пробы исключены процедуры перемешивания и ситования.

На **рис. 6** представлен новый вариант стандартной мельницы, внешне напоминающий мельницу LM2, но отличающийся как исполнением (массивный металлический корпус), так и наличием системы двойного запора головки (увеличивает надежность). Мельница может истирать до 1,6 кг пробы.


Еще одна новинка – порционная мельница. Распространено мнение, что степень истирания 0,074 мм недостаточна при анализе на платиноиды. Для этой цели была создана машина на основе непрерывной мельницы (**рис. 7**), которая позволяет создать замкнутое пространство и истирать 500 г, 1000 г, 1500 г пробы до 0,040 мм. Мельница имеет 30 загрузочных и 30 разгрузочных кассет. Межпробная



Рис. 8.
Мобильный
участок пробоподготовки

очистка осуществляется как сжатым воздухом, так и кварцевым песком.

На базе стандартного оборудования *Rocklabs* выпускает механизированные и автоматизированные линии пробоподготовки, широко применяющиеся на горнодобывающих предприятиях США, Канады, Австралии, Чили, Аргентины. В странах СНГ автоматизированные системы еще не нашли широкого применения, до настоящего времени автоматизированная система применяется только в Амурской области на золотодобывающем предприятии Покровский рудник.

На **рис. 8** показан Мобильный участок пробоподготовки (МУП), разработанный Российским представительством *Rocklabs*, который нашел широкое применение в геологоразведке. МУП оснащен линейкой оборудования *Rocklabs*, сушильным шкафом, весами, вентиляцией. При наличии дизель-генератора он может работать автономно. 

Литература

1. Allen T. and Khan A.A. Critical evaluation of powder sampling Procedures. «The Chemical Engineer» May, 1970.