Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института, том XXIX, вып. 2, 1953 г.

НОВЫЙ СПОСОБ ВЗЯТИЯ ПРОБ «ОБЪЕМНОЙ» БОРОЗДОЙ

Доц. Н. В. ИВАНОВ

Общие замечания

Опробование является ответственной операцией в процессе разведки и изучения месторождений полезных ископаемых. Данные опробования используются при изучении вещественного состава руд, подсчете запасов того или иного компонента, оценке месторождения, разработке схемы технологического процесса, определении потерь, коэффициента разубоживания и т. д. Для решения поставленных задач опробование, как правило, производится систематически в процессе разведки и отработки месторождения. Таким образом, опробование месторождений полезных ископаемых сопровождается значительным расходом средств.

Способ взятия проб «объемной» бороздой разработан и экспериментировался автором на двух редкометальных и одном медно-колчеданном месторождениях.

1. Взятие материала проб

Взятие материала проб производится следующим образом. Рудное тело по мощности разбивается на равные отрезки. Длина каждого из них в наших исследованиях была принята равной 10 *см* (такая длина отрезков, очевидно, будет обеспечивать достаточную точность метода на большинстве месторождений, обладающих средней и большой мощностью). Со всех отрезков берется равное по объему количество материала. Отбор материала производится путем скалывания кусочков, размером 3—4 $см^3$ каждый. Кусочки скалываются по возможности непрерывно друг за другом, причем таких пунктирных борозд в пределах каждых 10 *см* должно быть несколько. При этом желательно, чтобы частичные пробы соседних борозд располагались в шахматном порядке по отношению друг к другу (рис. 1).

Отбор материала пробы с каждого отрезка производится до тех пор, пока его объем не достигнет определенной величины, принятой для данного типа месторождений. Объем пробы определяется следующим образом. В сосуд известной емкости (например, 800 $см^3$) наливается определенное количество воды (например, 500 $см^3$). Затем в сосуд последовательно отбирается (указанным выше способом) материал пробы с каждого отрезка до тех пор, пока вода не поднимется до краев сосуда. В этом случае объем материала пробы определяется, как разность объемов сосуда и воды ($800—500 = 300$ $см^3$, рис. 2).

Как известно, пунктирная борозда, широко применяющаяся на медно-колчеданных, некоторых железорудных и ряде других месторождений, также основана лишь на скалывании, причем условие взятия равного

объема материала с равных по длине борозды отрезков не соблюдается (в отличие от борозды правильного сечения и объемной борозды). Отметим, что объемная борозда, в отличие от борозды правильного сечения, не обеспечивает контроля над объемом материала, взятого с каждого сантиметра борозды, а учитывает объем с каждого отрезка длины в несколько сантиметров, однако она дает вполне достоверные результаты опробования. Таким образом, объемная борозда заимствует следующие достоинства двух других способов взятия проб: отказ от трудоемкой операции (зарубки) и взятие равных объемов материала с единицы длины борозды.

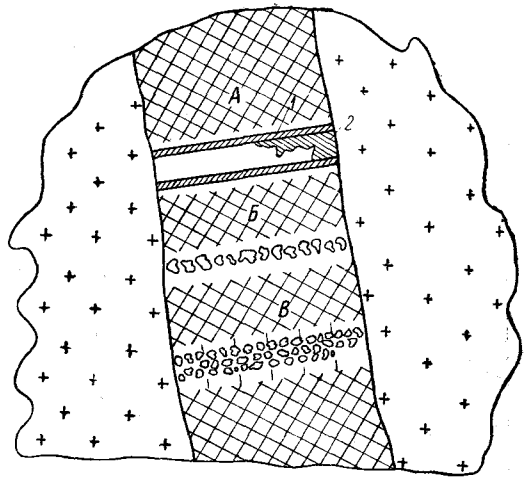


Рис. 1. Взятие проб разными способами:
А — бороздой правильного сечения: *1* — зарубка борозды; *2* — скалывания руды внутри борозды; *Б* — пунктирной бороздой; *В* — „объемной" бороздой. Видна последовательность взятия материала

Следовательно, объемная борозда принципиально почти не отличается от борозды правильного сечения. Борозда правильного сечения и объемная являются, например, линейными способами взятия проб. Пробы обоими способами берутся по линии, расположенной по мощности рудного тела. Оба способа обеспечивают взятие материала пробы равного объема с единицы длины борозды (например, с 5, 10, 20 *см* и т. д.). Последняя особенность имеет большое значение, так как взятие равного объема материала проб с единицы длины борозды является основным фактором, обеспечивающим большую достоверность опробования. Это в основном и дает возможность борозде правильного сечения успешно конкурировать со всеми известными способами взятия проб, что привело к ее широкому распространению в практике разведочного дела.

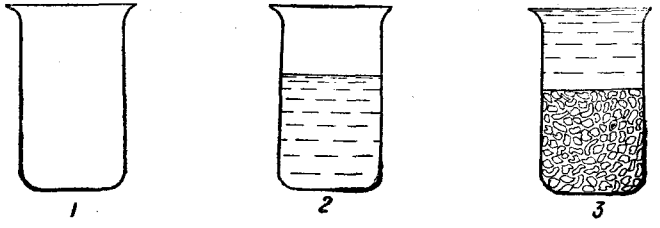


Рис. 2. Замер объема материала взятой пробы:
1 — сосуд для измерения материала, емкость 800 *см*³; *2* — сосуд частично заполнен водой — 500 *см*³; *3* — сосуд заполнен материалом пробы — 300 *см*³. Вода поднялась до срезов сосуда (в разрыхленном состоянии материал заполнит пространство сосуда, равное 450 *см*³)

Одним из наиболее существенных недостатков этого способа является относительно низкая производительность взятия материала проб, особенно в крепких рудах. Одной из самых непроизводительных операций рассматриваемого способа взятия проб является зарубка борозды. Проведенный хронометраж операций взятия материала проб и документации проб показали, что на зарубку борозды задалживается от 44 до 52%

общего времени, а на скалывание — от 8,5 до 13,5%. Известно, что при зарубке борозды правильного сечения разрушение руды производится в основном путем раздавливания и частично скалывания. Породы и руды обладают значительно бо́льшим сопротивлением раздавливанию, чем скалыванию. Этим обусловливается резкое различие в производительности зарубки и скалывания борозды.

Вторым существенным недостатком борозды правильного сечения является невозможность сохранения ее сечения в относительно сильно трещиноватых рудах. В этом случае при взятии материала пробы сечение борозды, как правило, нарушается и борозда утрачивает свое основное достоинство.

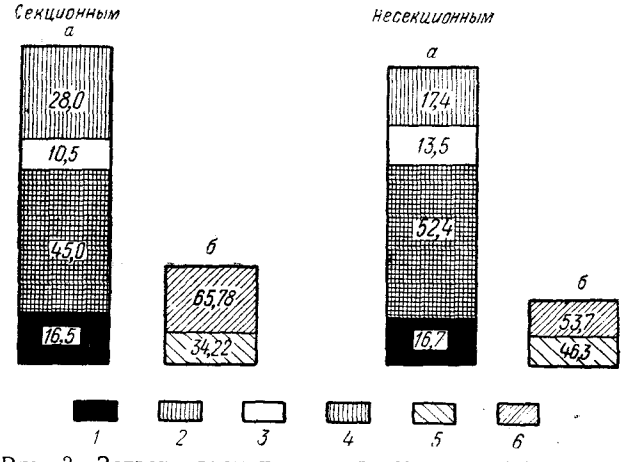


Рис. 3. Затрата времени на производство отдельных операций при взятии проб в подземных горных выработках (в процентах):

а — бороздой правильного сечения; *б* — „объемной" бороздой. *1* — подготовка плоскости; *2* — зарубка борозды; *3* — скалывание борозды; *4* — подсушивание, сбор материала в мешочки и документация; *5* — взятие материала в пробу; *6* — замер объема, сбор материала в мешочки и документация

Способ взятия проб объемной бороздой учитывает положительные и отрицательные особенности борозды правильного сечения. Прежде всего при взятии материала проб объемной бороздой исключается зарубка борозды, а материал берется только путем скалывания, т. е. устраняется самая трудоемкая операция. Экспериментальные исследования определения точности и производительности метода были проведены на двух редкометалльных месторождениях (*А, Б*) и на одном медно-колчеданном месторождении типа Уральских (*В*). На всех трех месторождениях полезные компоненты были распределены неравномерно, особенно по мощности рудных тел.

Произведенный хронометраж взятия проб в рудах, по крепости близких к плотному мелкозернистому граниту, показал, что в одних и тех же условиях способ взятия проб объемной бороздой является в 3,2—4,6 раза более производительным в сравнении с производительностью борозды правильного сечения (рис. 3).

2. Погрешность опробования

Для определения относительной точности опробования при взятии проб способом объемной борозды были взяты на всех трех месторождениях с одних и тех же участков рудного тела, т. е. сопряженно, пробы бороздой правильного сечения и объемной бороздой. Пробы обрабатывались и анализировались в одних и тех же условиях и на одни и те же компоненты.

Полученные данные позволяют сопоставить сходимость средних содержаний, установленных по данным указанных способов взятия проб, и выяснить относительную погрешность опробования при взятии проб объемной бороздой.

Известно, что при прочих равных условиях коэффициент вариации и средние квадратические отклонения, вычисленные для одних и тех же

участков рудной залежи, будут тем выше, чем грубее способ взятия проб, по результатам которого они вычислены.

Для решения поставленной задачи для обоих способов взятия проб были установлены средние содержания полезных компонентов и определены коэффициенты вариации и другие квадратические отклонения. Сводные данные экспериментальных работ, приведенные в табл. 1, дают возможность сделать выводы.

Таблица 1

Средние квадратические отклонения, отражающие погрешность различных бороздовых способов взятия проб при определении пяти различных полезных компонентов. Средние содержания полезных компонентов приведены в условных единицах

Исходные данные и наименование результатов исследования	По месторождению									
	А		*Б*				*В*			
	правильного сечения	объемной бороздой	правильного сечения		объемной бороздой		правильного сечения		объемной бороздой	
Наименование компонентов	*а*	*а*	*в*	*с*	*в*	*с*	*б*	*д*	*б*	*д*
Среднее содержание компонентов	25,0	26,4	3,90	0,85	3,30	0,85	3,46	44,18	3,50	46,44
Количество проб	42	42	10	10	10	10	46	46	46	46
Коэффициент вариации $v = \pm\%$	74,5	79,1	43,8	34,1	71,7	39,4	119,3	46,1	115,4	44,2
Среднее относительное квадратическое отклонение при определении среднего содержания полезных компонентов $m = \pm\%$ . . .	11,5	12,21	13,8	10,8	19,5	12,5	17,6	6,8	17,0	6,5

Примечание. Если исходить из полученных стандартов и принять равное количество проб (25) на всех месторождениях и для всех полезных компонентов, то относительные квадратические отклонения, т. е. суммарная погрешность определения среднего содержания полезных компонентов с учетом природного рассеивания их, будет:

14,9	15,8	8,8	6,8	12,3	7,9	23,8	9,2	23,0	8,8

1. Средние квадратические отклонения, установленные для трех месторождений и отражающие относительную погрешность способов взятия проб бороздой правильного сечения и объемной бороздой, практически равновелики. Только при определении полезного компонента *в* на месторождении *Б* эти отклонения являются существенными. Но если учесть, что по этому же месторождению компонент *с*, содержание которого значительно ниже компонента *в*, установлен достоверно, а средние квадратические отклонения равновелики, то можно считать, что различие коэффициента вариации на рассматриваемом месторождении не столько определяется погрешностью взятия проб, сколько природным рассеиванием. При изучении руд этого месторождения установлено, что минерал,

содержащий компонент *в*, распределен крайне неравномерно и нередко имеет гнездовые скопления.

2. Средние содержания полезных компонентов, установленные обоими рассматриваемыми способами взятия проб, близки между собой, а равновеликое значение коэффициентов вариации позволяет считать их равнодостоверными.

Следовательно, объемный способ взятия проб является равноточным способу взятия проб бороздой правильного сечения.

Приведенные в табл. 1 средние относительные квадратические отклонения m (%), характеризующие надежность определения среднего содержания полезных компонентов, установлены с учетом их природного рассеивания, так как, кроме погрешности опробования на величину погрешности, оказала существенное влияние и степень изменчивости распределения полезных компонентов. Если принять, что в очень узких пределах рудного тела содержание полезных компонентов остается постоянным, то при сравнении данных по сопряженным пробам расхождение содержания по ним будет в основном определяться методикой опробования. Следовательно, погрешность опробования можно установить по разности в содержании полезных компонентов, определенных равноточными способами взятия проб (табл. 2).

Таблица 2

Сводная таблица, отражающая погрешность опробования при взятии проб правильного сечения и объемной бороздой [1]

Исходные данные и наименование результатов исследования	По месторождению					
	А		*Б*		*В*	
Название компонентов	*а*	*а*	*в*	*с*	*б*	*д*
Средние содержания компонентов	21,2	25,7	3,60	0,85	3,50	45,31
Количество проб	39	42	12	12	46	46
Коэффициент вариации $v_л = \pm$ %[2]	17,7	16,7	21,4	12,2	16,0	8,7
Относительная квадратическая погрешность опробования m, %	2,8	2,6	6,8	4,8	2,4	1,3

Примечание. Если исходить из полученных стандартов и принять равное количество проб (25) на всех месторождениях и для всех полезных компонентов, то погрешности опробования m (%) будут равны: 3,5; 3,3; 4,3; 2,6; 3,2; 1,7.

Сопоставляя данные, приведенные в табл. 1 и 2, можно сделать вывод, что суммарная погрешность определения среднего содержания полезных компонентов всегда выше (в 2—10 раз) погрешности опробования; следовательно, на точность определения среднего содержания полезных компонентов наибольшее влияние оказывает степень изменчивости их распределения, а погрешность опробования имеет меньшее значение.

[1] На месторождении *А* основные и контрольные пробы взяты бороздой правильного сечения. На месторождениях *Б* и *В* основные пробы взяты объемной бороздой, контрольные — бороздой правильного сечения.

[2] $v_л$ — ложный коэффициент вариации, в основном возникший за счет погрешности опробования (см. Иванов Н. В. Некоторые данные, уточняющие коэффициент вариации. Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института, т. XXV, вып. II, 1951).

Как видно из табл. 2, при определении средних содержаний пяти различных компонентов, в том числе трех, представляющих редкие металлы, погрешность опробования остается более или менее устойчивой и в основном колеблется в пределах 3—4%. Только при определении содержания компонента *д* погрешность опробования меньше и составляет 2%. Последнее обстоятельство не является случайным и показывает, что на погрешность опробования в какой-то степени оказывает влияние и природная рассеянность полезных компонентов.

В табл. 2 приведены погрешности опробования при взятии основных и контрольных проб бороздой правильного сечения и при взятии основных проб объемной бороздой, а контрольных — бороздой правильного сечения. В том и другом случае погрешность опробования практически одинакова. Это подтверждает ранее сделанный вывод о том, что способы взятия проб бороздой правильного сечения и объемной бороздой равноточны.

Необходимо было проверить равноточность сравниваемых способов с точки зрения устойчивости объемов взятого материала проб с единицы их длины. Для этого мы воспользовались систематическим учетом веса по каждой пробе. Большое количество определений объемного веса, проведенных в процессе исследования месторождения *В*, позволило установить объем взятого материала по обоим способам взятия проб. Сводные данные в виде средних квадратических отклонений приведены в табл. 3.

Сводная таблица отражает устойчивость объемов и веса проб, взятых способом борозды правильного сечения и объемной борозды.

Таблица 3

Данные, отражающие устойчивость объемов с единицы длины борозды по месторождению *В*

Исходные данные и наименование результатов исследования	Средние показатели установлены для способов взятия проб бороздой	
	правильного сечения	объемной
Средний объем фактически взятого материала пробы с одного линейного сантиметра борозды, $см^3$	11,0	8,2
Коэффициент вариации, отражающий устойчивость объемов, v	16,3	14,4

Устойчивость объемов проб, взятых рассматриваемыми способами, как видно из табл. 3, практически одинакова.

Таким образом, проведенные экспериментальные исследования показывают, что способ взятия проб объемной бороздой в сравнении с бороздой правильного сечения обеспечивает: 1) увеличение производительности труда более, чем в 3—4 раза; 2) сохранение той же достоверности опробования, которая характерна для борозды правильного сечения; 3) при опробовании трещиноватых руд — более точные данные.

Изложенное позволяет рекомендовать объемный способ взятия проб при массовом опробовании месторождений цветных и редких металлов, особенно при опробовании крепких и трещиноватых руд. При этом на отдельных месторождениях перед применением указанного способа желательно убедиться в достоверности полученных данных. Для этого необ-

ходимо взять 20—25 контрольных (сопряженных с объемной бороздой) проб бороздой правильного сечения. Предлагаемый способ не может быть применен при опробовании растворимых и смачиваемых руд. Во всех других случаях условия применения объемного способа взятия проб совершенно аналогичны способу взятия бороздой правильного сечения (неравномерность распределения полезных компонентов, текстурные и структурные особенности руд, резкие различия в хрупкости и вязкости минералов, слагающих руды, и др.).

Поступило 4/XII-1952 г.