



ЭКСПЛУАТАЦИОННОЕ ОПРОБОВАНИЕ В СОВРЕМЕННОЙ РОССИИ

В статье рассматриваются основы опробования руд, положенных в рудный штабель, а также шлама шпуров, проходимых по руде. Рассмотрены основные ошибки, которые встречаются на работающих предприятиях. Целью данной работы является привлечение внимания к проблеме использования непредставительных проб, отобранных из шпуров и рудных штабелей, при составлении 3d моделей месторождений в процессе эксплуатации и даже для принятия решения об отбраковке блока с отправкой его в сохранный отвал. Также рассмотрен вопрос взаимодействия геологических служб предприятий и лабораторий, проводящих исследования эксплуатационных проб.

Ключевые слова: опробование, проба, представительность пробы, методы опробования.



Богуславский М.А.
канд. геол.-минерал. наук
МГУ им. М.В. Ломоносова
доцент
кафедра геологии,
геохимии и экономики
полезных ископаемых
mboguslavskiy@yandex.ru

Опробование – это единственный, не имеющий альтернативы способ выявления достоверных, научно обоснованных сведений о качестве минерального сырья, его технологических свойствах, составе и строении тел полезных ископаемых, свойствах вмещающих пород и т. д. [6]. Однако, ключевым понятием в данном определении является понятие достоверности пробы, потому что не всякая проба, взятая из массива руд или пород, может быть использована при дальнейшей обработке данных и принятии каких бы то ни было решений.

В процессе эксплуатационного опробования месторождений получают данные, которые являются базовыми для всех циклов развития объекта. На этих результатах строятся 3d модели месторождений, строятся контуры рудных тел. Эти данные являются основой

для планов горных работ, а также и финансово-экономической модели.

Поводом для написания данной статьи послужил большой обзорный материал по проведению опробования в процессе эксплуатации месторождений разных типов, а также при разных способах отработки. Обширность моему материалу добавляют студенты нашей кафедры, которые посещают большое количество объектов каждый год в рамках производственных практик. Студенты привозят фото и видео материалы, а также рассказы о том, как они сами проводили эксплуатационное опробование по тем схемам, которые им предлагают их руководители практик на местах.

Целью данной статьи не является уличить кого-то в некомпетентности или публично указать на ошибки в производственном цикле, поэтому конкретных названий месторождений и компаний здесь

приводиться не будет. В рамках данной статьи хотелось бы привлечь внимание главных геологов и руководителей компаний к проблеме опробования и к тем способам, которые применяются на местах, а также к катастрофическим последствиям, к которым может привести использование недостоверных или непредставительных проб.

Методические рекомендации для проведения опробования довольно давно написаны. Они подтверждены большим фактическим материалом. Более глубокое математическое обоснование тем материалам, которые будут изложены в данной работе, вы можете найти в обширной литературе советского периода, когда проводились эти методические работы. Для наглядности будут разобраны несколько часто встречаемых типов эксплуатационного опробования и основные ошибки, которые встречаются на действующих предприятиях.

Опробование шлама шпура

Эксплуатационное опробование в виде взятия проб из шлама, образуемого в процессе бурения скважин для буровзрывных работ (*рис. 1*), является часто встречаемым на месторождениях разных типов. Преимущества такого подхода очевидны: не нужно делать отдельных скважин или борозд для отбора проб. Это экономически оправдано, однако, размещение этих скважин и направление бурения далеко не всегда совпадает с линией максимальной изменчивости, которую необходимо выдерживать для качественного отбора проб. В любом курсе разведки написано, что опробование нужно проводить по линии максимальной изменчивости [1]. В случае скважин для заложения взрывчатого материала, очевидно, что они размещены и направлены так, как необходимо для взрыва, а не для опробования (*рис. 2*).

С таким положением дел можно смириться, но пробы из шлама нужно, если уже принято такое решение и предприятие готово мириться с таким допущением, брать, выдерживая методические рекомендации.



Рис. 1.
Производство шлама на карьере (фото автора).

Основной проблемой здесь является невысокая представительность проб, так как сами скважины могут быть размещены не оптимально (*рис. 2*). При этом главной проблемой является даже не то, как размещены скважины, а как происходит отбор пробы от этого материала скважин. В большинстве случаев, к сожалению, участковый геолог отбирает пробу из одного места и это 1, 2 (в редких случаях больше) килограмма измельченного материала, но это все никак невозможно описать математически. Это случайное место отбора пробы. Для отбора проб из такой кучки руды методически оправдан и рекомендован или горстьевой, или метод вычерпывания (*рис. 3*). Горстьевой метод проще в исполнении, а значит дешевле, но выбор метода зависит исключительно от коэффициента вариации, который на данном объекте характеризует распределение полезного компонента.

В своей докторской диссертации П.И. Кушнарев рассматривает коэффициент вариации для большого количества золоторудных объектов и при этом средний из рассмотренных равен 235% [4]. При этом горстьевой способ может быть рекомендован для объектов, где коэффициент вариации соответствует весьма равномерному распределению полезного компонента, другими словами равному 60% и не ниже.

Вычерпывания не очень удобный метод, так как необходимы усилия по выравниванию кучи и отбору материала до ее основания (*рис. 3б*). Еще этот метод неудобен тем, что необходимо забирать и переносить большую массу материала. Масса пробы получается большой и стоимость ее обработки тоже возрастает, но в противном случае опробование в целом теряет свой смысл, так проба перестает быть представительной. Показано, что величина погрешностей определения содержания только из-за сокращения пробы в некоторых условиях составляет от минус 100 до плюс 1000% и более [2]. В нашем случае взятие тоже можно описать как сокращение пробы. Учитывая наличие уже одного допущения в виде шпуров, расположенных не по линии максимальной изменчивости, при добавлении непредставительных проб можно вообще не проводить опробования и сэкономить таким образом.

Опробование рудного штабеля

Довольно часто применяемым способом при оконтуривании рудной зоны является опробование рудного штабеля, то есть руды, уже отделенной от массива. Этот способ используют для определения содержания полезного компонента в краевых частях, а порой и для определения того, является ли весь эксплуатационный блок, рудой с кондиционным содержанием полезного компонента или нет.

Рудный штабель чаще всего собирается сразу на месте взрывных работ (причем не важно, как проводится отработка месторождения: подземным или открытым способом), а далее отбирается проба, которая отправляется в лабораторию.

Основная проблема, возникающая при опробовании рудного штабеля – это непредставительность отобранной пробы. Нередко участковый геолог или горный рабочий просто отбирает пробу весом пару килограммов и отправляет в лабораторию. Такой подход не может быть рекомендован, так как он не может быть подтвержден или описан никакими математическими моделями.

Здесь, как и в случае с опробованием шлама от шпура, единственным методом, который может быть оправдан для месторождений с коэффициентом вариации больше 60, а это почти все золоторудные месторождения и месторождения цветных металлов – это вычерпывание. В старых руководствах можно найти описание, как горнорабочие разравнивают руду доской и берут пробу на всю глубину получившегося «диска» руды (рис 3б).

Масса получается большой, но в каждом из мест отбора в пробу попадают и мелкие (даже пылевидные) части и крупные куски руды, оставшиеся после взрыва. Такой подход позволяет получить представительную пробу с максимально несмещенным средним.

Сильное запаздывание лаборатории

Отдельная проблема эксплуатационного опробования – это недостаточно быстрая работа лабораторий или недостаточное количество времени, которое оставлено на процесс анализа между взрывом блока, его опробованием и принятием решения о том, куда вести рудную массу.

Очевидный для написания методических рекомендаций момент, становится совершенно неочевидным на работающем предприятии. Геолог, отправив пробу в лабораторию, ждет результатов, а горняки требуют решения, куда везти: в сохранный отвал или на фабрику. Причем нередко на фабрике нужна не просто руда, а руда с определенным содержанием.

На ряде объектов я сталкивался с тем, что геологическая служба не выясняет отношения с лабораторией, а, используя ручной прибор, проводит экспресс анализ. Проблема даже не в погрешности прибора в 20%, а в том, что окно анализа 1мм на 1 мм. При таком анализе результаты вообще непредставительные. Это как составить представление о вкусе и составе борща, попробовав случайный кубический миллиметр объема кастрюли. Может так статься, что борщ будет, неотличим по вкусу от просто вареной картошки.

Это происходит на объектах повсеместно. На крупных и на маленьких, по добыче золота,

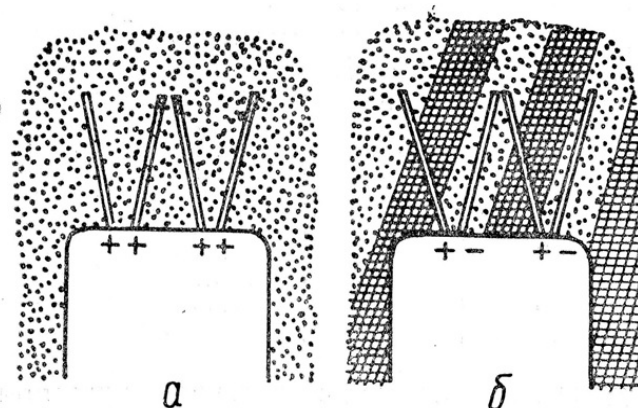


Рис. 2. Порядок отбора материала при шпуровом способе опробования [3]. А – полный сбор материала по равномерно минерализованному рудному телу, б – выборочный сбор материала при бурении по полосчатому телу.

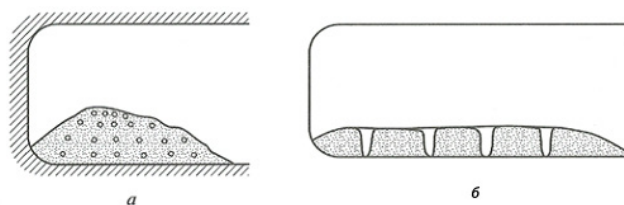


Рис. 3. Методы отбора пробы из измельченной рудной массы. а. Горстьевой; б. Вычерпывания [1].

меди и неметаллических полезных ископаемых. Отладка технологических процессов на эксплуатируемых объектах бывает очень затруднительна. Лаборатории обычно закрывают свои процессы от посторонних глаз и не реагируют на геологов. В таких случаях исключительно желание руководителей предприятий разобраться в происходящем и дать указания сверху может привести к изменению ситуации, по-другому обычно договориться не получается.

Процесс сокращения пробы

Закрытость лабораторий ведет к тому, что не всегда сокращение пробы ведется методически верно. Контролировать процесс сокращения, а также саму лабораторию, когда сокращение происходит в самой лаборатории, довольно сложно.

Сокращение пробы это такой же важных этап в процессе опробования как отбор и сам анализ. Проба, отобранная на объекте, обычно составляет 5-30 кг (в случае, если она отобрана методически верно), а порой сильно больше. Прибор проводит анализ из 100-200 грамм. Процесс сокращения пробы необходим для того, чтобы проба, попадающая в прибор максимально точно отражала среднее содержание характерное для изначально отобранной пробы.

Схемы контроля построены на манипуляциях с этапностью дробления и степенью раскрытия. Внутри лаборатории такие исследования проводить сложно, так как лаборатория перегружена рядовыми пробами. Сами сотрудники не заинтересованы в контроле качества и нередко получается, что без вмешательства руководителей контроль вообще не проводится. К сожалению, геологическая служба на объектах тоже перегружена рутинной работой и не задумывается о представительности и точности проб.

Величину погрешностей, возникающих при сокращении проб, рекомендуется нормировать и контролировать так же систематически, как в настоящее время в сертифицированных лабораториях контролируется качество анализов [2].

Экономика опробования

Кажется, что описанные методы являются трудоемкими, а значит, дорогостоящими. При этом еще и вес начальной пробы возрастает, а значит, происходит удорожание процесса сокращения пробы. Но если есть потребность провести опробование с результатом, который можно использовать в дальнейшем, по-другому не получится.

Представительность рядового опробования влияет на результаты оконтуривания рудных тел и геолого-экономическую оценку месторождения [5]. Опробование, происходящее на ряде объектов, с отбором случайных пары килограмм из кучи руды – абсолютно не имеет смысла. Дальнейшая оплата обработки такой пробы и анализа является потерей денег, так как проба непредставительна. В результате проведенного таким способом опробования кондиционные руды идут в отвал (что нередко подтверждается, когда такие руды волей случая оказываются на фабрике), а некондиционные руды идут на фабрику. В этих

случаях возникает неподтверждение запасов и конфликт геологов, которые вели детальную разведку, и тех, кто ведет эксплуатацию.

Проведение методически выверенного и правильно контролируемого опробования всегда окупится в процессе дальнейшей эксплуатации объекта, так как это неизбежно приведет к проведению более четкого контура кондиционной руды, а значит росту запасов и отсутствию руды с некондиционным содержанием на обогатительной фабрике.

Заключение

Такое отношение к опробованию недопустимо! Непредставительные пробы ложатся в основу 3d моделей и финансово-экономических моделей. Тратятся огромные средства на лабораторные анализы, но это не имеет смысла, если проба отобрана без мысли.

Отбор и обработка проб при эксплуатационном опробовании нередко не попадают в фокус внимания главных геологов и руководства предприятия. Где-то не выполняются предписанные методиками манипуляции, так как это усложняет жизнь участковым геологам, а где-то методические рекомендации никогда и не были доведены до людей на местах.

Представительные пробы – это пробы, отобранные по методически выверенным схемам, сокращенные по схемам, рассчитанным с учетом особенностей конкретного месторождения, а также проанализированные в лабораториях, которые регулярно проходят внешний и внутренний контроль. Если хотя бы один из этих параметров не выполняется, то погрешность всего опробования возрастает до nepозволительных пределов.

Использование непредставительных проб не имеет смысла! ❌

Литература

1. Авдонин В.В., Ручкин Г.В., Шатагин Н.Н., Лыгина Т.И., Мельников М.Е. Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых: Учебник для вузов - М.: Академический Проект; Фонд «Мир». – 540 с.
2. Кавчик Б.К. Влияние сокращения геологических проб на результаты опробования и подсчет запасов золоторудных месторождений // Недропользование XXI век. 2020. № 1 (83). С. 122-127.
3. Крейтер В.М. Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых. Изд-во «Недра», 1984 с.
4. Кушнарв П.И. Научно-методические основы количественной оценки разведанности золоторудных месторождений. Авт. Реферат на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук. 2021. ФБГУ «ВИМС». 59 с.
5. Кушнарв П.И. Оценка представительности опробования // Геология и охрана недр. 2014. № 3 (52). С. 61-66.
6. Четвериков Л.И. Методологические основы опробования пород и руд. Воронеж: изд-во ВГУ, 1980, 124 с.

UDC: 553.048

M.A. Boguslavskiy, Candidate of Science (Geol.-Mineral.), Docent of the Department of geology, geochemistry and economics of ore deposit, Geological Faculty, Lomonosov Moscow State University, mboguslavskiy@yandex.ru

OPERATIONAL TESTING IN MODERN RUSSIA

Abstract: The article discusses the basics of testing ores placed in an ore stack, as well as the sludge of boreholes traversed through the ore. The main errors that occur in operating enterprises are considered. The purpose of this work is to draw attention to the problem of using unrepresentative samples taken from boreholes and ore stacks when compiling 3d models of deposits during operation and even making a decision to reject the block and send it to a safe dump. The issue of interaction between geological services of enterprises and laboratories conducting research on operational samples was also considered.

Keywords: testing of ore, sampling, representativeness of the sample, methods of ore testing.