*Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова,*
*т. XXXVI, вып. 2, 1959 г.*

# ОПРОБОВАНИЕ ПО ТИПАМ РУД НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ БУРОН

*Н. И. Руденко*

При изучении (1953—1954 гг.) вещественного состава руд месторождения Бурон было установлено, что объемная и пунктирная борозды в условиях этого месторождения по точности не уступают борозде правильного сечения (5×2 *см*). Производительность пробщика при взятии проб объемной бороздой возрастает в 3 раза, а пунктирной — в 4 раза по сравнению с производительностью взятия проб бороздой правильного сечения (рис. 1), не считая того, что при взятии проб, например, пунктирной бороздой экономятся силы и средства на дальнейшей обрабоке проб, так как при одинаковой длине борозды вес пунктирной пробы в 2,3 раза меньше бороздовой. Не меньшие возможности открываются при разработке и внедрении некоторых новых способов опробования.

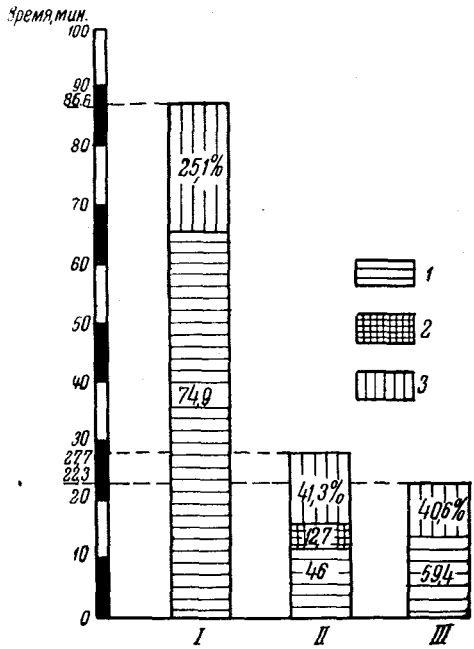



Рис. 1. Диаграмма затрат времени на опробование 1 *пог. м* мощности рудного тела при различных способах взятия проб и распределение времени по отдельным операциям:

*I* — борозда правильного сечения (5 × 2 *см*); *II* — объемная борозда; *III* — пунктирная борозда. Операции: *1* — отбор материала в пробу (зарубка и скалывание); *2* — замер объема; *3* — подготовка места взятия пробы, расстилка брезента, этикетирование и пр.

## Условия залегания месторождения

Месторождение Бурон залегает в сильно дислоцированных и рассланцованных метаморфических породах, испытавших регрессивный метаморфизм и определяющихся как диафториты или диафторитовые сланцы. Возраст этих пород точно не установлен, но большинством исследователей они относятся к нижнему палеозою и докембрию.

Оруденение контролируется зонами дробления и ослабленными участками, приуроченными к флексурообразным изгибам пород на од-

ном из крыльев антиклинали. Рудные залежи имеют линзообразную форму и выклиниваются по мере затухания флексур.

В центральных частях залежей обычно располагаются массивные сульфидные руды, которые со всех сторон окаймляются вкрапленными рудами, образующими как бы чехол вокруг сплошных руд. Границы между типами и разновидностями типов сплошных и вкрапленных руд довольно четкие, а границы последних с вмещающими породами расплывчатые.

В соответствии с элементами залегания рудоконтролирующих структур падение рудных залежей является пологим (20—30°) на средних и более крутым (45—60°) на верхних и нижних горизонтах месторождения. Простирание для всех залежей близко к широтному.

Месторождение является гидротермальным, метасоматическим по способу отложения минералов, испытавшим два этапа метаморфизма (дополиметаллический и послеполиметаллический). Метаморфизм выразился в образовании полосчатых и гнейсовидных текстур руд, а также в частичной перекристаллизации и перераспределении таких минералов, как галенит, халькопирит, пирротин, сфалерит и др. В результате перераспределения содержание полезных компонентов по отдельным разновидностям руд оказалось, вероятно, более равномерным, чем было до метаморфизма.

## Типы руд

Наши исследования подтвердили наличие всех ранее выделенных типов руд [1] и позволили детализировать прежнюю классификацию в направлении выделения разновидностей в пределах уже известных типов руд и уточнения их минерального и химического составов и особенностей пространственного распределения ценных минералов. Были установлены практические возможности использования некоторых природных закономерностей и, в частности, применения на месторождении Бурон опробования по типам руд, а также возможность прогноза качества еще невскрытых частей рудной залежи. В основу классификации руд по типам и разновидностям положены минералогические и текстурные особенности руд (табл. 1).

Таблица 1

| Тип руды по текстурным и минералогическим признакам | Разновидность типа руды по минералогическим признакам |
|---|---|
| I. Вкрапленная | 1. Пиритовая<br>2. Пирротиновая<br>3. Халькопиритовая<br>4. Галенитовая |
| II. Сплошная пиритовая | 1. Магнетито-пиритовая<br>2. Магнетито-пиритовая с макроскопически заметным халькопиритом<br>3. Магнетито-пиритовая с макроскопически заметным галенитом |
| III. Сплошная пирротиновая | 1. Пирротиновая<br>2. Пирротиновая с макроскопически заметным халькопиритом<br>3. Пирротиновая с макроскопически заметным галенитом |

**Тип I — вкрапленные руды.** Первая разновидность руды I-1 макроскопически представляет собой вкрапленную руду в основном пирито-

вого состава, содержащую местами заметные скопления зерен магнетита и очень редко арсенопирита. Максимальный размер зерен не превышает 1 *мм*. Пирротин и халькопирит присутствуют в весьма незначительных количествах, цементируя зерна пирита или выполняя трещинки в руде. Галенит встречается значительно реже и обычно в виде прожилков.

Локальное сгущение вкрапленников контролируется сланцеватостью оруденелых пород и обусловливает наличие полосчатой текстуры руды (рис. 2). Рассматриваемая разновидность чаще контактирует с рудой типа II, причем граница обычно резкая и легко устанавливается. Местами вдоль границы располагается руда типа III или вкрапленные руды других разновидностей первого типа.



Рис. 2. Первая разновидность первого типа руды. Полосчатая текстура руды. Полосы, обогащенные пиритом *Py*, пересекаются неправильными прожилками кварца *q*. Темно-серое — кварц. Полированный штуф [1]

Разновидность I-2 макроскопически представляет собой вкрапленную руду, сульфидная часть которой состоит в основном из пирротина. Другие сульфиды (пирит, халькопирит и галенит) присутствуют в крайне незначительных количествах, а местами полностью отсутствуют. По количеству на втором месте после пирротина стоит халькопирит, который выполняет тончайшие трещинки в пирротине и нерудных минералах (главным образом, в хлорите). Для этой разновидности руды характерны типично вкрапленная, брекчиевидная и петельчатая текстуры, хотя нередко встречается и полосчатая (как в первой разновидности). При наличии брекчиевидной или петельчатой текстуры рудные минералы как бы цементируют отдельные зерна и агрегаты зерен нерудных минералов или обломки раздробленной вмещающей породы. Данная разновидность наиболее часто контактирует с типом III, но встречается в контактах всех типов руд месторождения, а иногда и в пределах контуров сплошных сульфидных руд. В последнем случае она приурочена к слабо минерализованным «ксенолитам» вмещающих пород.

Разновидность I-3 по текстурным особенностям аналогична рудам I-1 и I-2, но в третьей разновидности иногда встречается плойчатая тек-

[1] Здесь и на всех последующих фотографиях показана натуральная или почти натуральная величина полированных штуфов руды.

стура (рис. 3). Основное отличие руды I-3 заключается в резко повышенном содержании халькопирита. Суммарное же содержание всех сульфидов остается примерно таким же, как в первой разновидности, но обычно оно меньше. Почти во всех образцах разновидности руды макроскопически заметна мелкая рассеянная вкрапленность сфалерита. Галенит макроскопически изредка устанавливается только в тонких (1—2 *мм*) прожилках, ориентированных в различных направлениях и пересекающих все сульфиды, в том числе и халькопирит. Рассматриваемая разновидность руды наиболее часто контактирует с массивными рудами второго типа, располагаясь главным образом в их

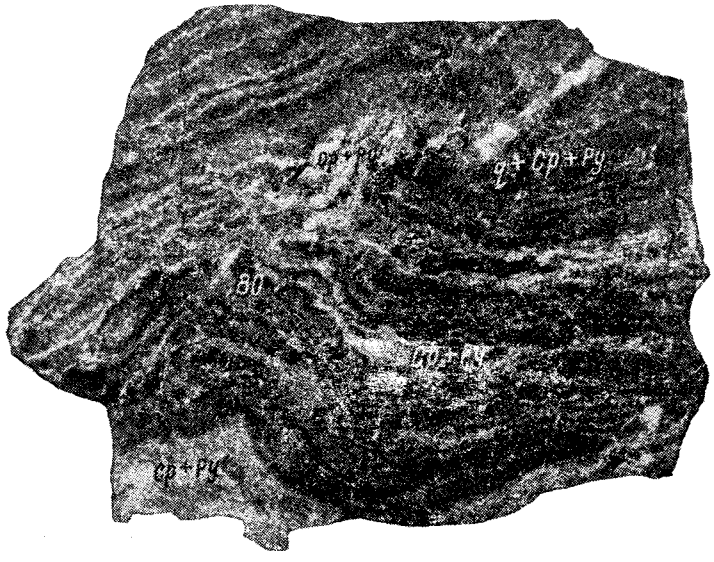



Рис 3. Третья разновидность первого типа руды. Плойчатая текстура. Светло-серое — халькопирит *Ср*, пирит *Ру* и пирротин *Ро*. Серое и темно-серое — кварцит и кварц *q*. Полированный штуф.

висячем боку, но нередко она обнаруживается в лежачем боку рудного тела и даже в центральной его части, где возникает в результате обогащения халькопиритом первой или второй разновидностей руды первого типа. Во всех типах и разновидностях руд месторождения Бурон халькопирит тяготеет к реликтам сильно хлоритизированных пород. Содержание меди в разновидности I-3 примерно такое же, как и в массивных рудах.

Разновидность I-4 характеризуется резко повышенным, в отличие от других разновидностей, содержанием галенита, который слагает обычно почти мономинеральные прожилки, ориентированные чаще согласно со сланцеватостью вмещающих пород, т. е. в общем параллельно простиранию рудной залежи. Толщина прожилков колеблется от долей миллиметра до 8—15 *мм*. Кроме прожилков, галенит образует тонкую вкрапленность в самой вмещающей породе, в результате чего возникает прожилково-вкрапленная текстура руды. В ассоциации с галенитом встречаются сфалерит и халькопирит, реже пирротин и еще реже пирит. Данная разновидность чаще всего располагается вдоль контактов сульфидных руд второго и третьего типов, но иногда, как и другие разновидности вкрапленных руд, приурочивается к «ксенолитам» слабо минерализованных вмещающих пород среди сплошных руд.

При сравнении образцов руды каждой из описанных разновидностей с различных горизонтов месторождения обычно не заметно каких-либо существенных изменений в текстуре или в содержании сульфидов, что позволяет быстро определять любую разновидность на любом горизонте месторождения. Однако общая тенденция изменения все же имеется. Так, например, вниз от горизонта штольни 2 во всех четырех разновидностях несколько увеличивается содержание халькопирита и галенита, а вверх от горизонта штольни 2 — количество пирротина.

**Тип II — сплошные пиритовые руды.** Разновидность II-1 представлена рудой в основном магнетито-пиритового состава с полосчатой




Рис. 4. Первая разновидность второго типа руды. Полосчатая текстура. Белое — пирит *Ру*, серое и темно-серое — магнетит и сфалерит в ассоциации с нерудными минералами. Полированный штуф.

(рис. 4) и грубополосчатой текстурой. Полосчатость обусловлена тем, что среди сплошного пирита в виде струй и полос шириной от 1 *мм* до 1,0—1,5 *см* наблюдаются скопления магнетита, сопутствуемого мелкозернистым сфалеритом, пирротином и халькопиритом. Значительно реже в ассоциации с магнетитом макроскопически удается различить единичные зерна и тонкие прожилки галенита. Помимо полос магнетит образует также неправильной формы обособления и скопления линзовидной формы. Структура руды среднезернистая до крупнозернистой. Размер зерен преобладающих минералов (пирита и магнетита) обычно 1,0—1,5 *мм*.

Разновидность II-1, как правило, слагает центральные части рудных тел и чаще контактирует со второй разновидностью этого же типа руды. При сравнении образцов этой разновидности с различных горизонтов месторождения отчетливо устанавливается, что, в отличие от горизонта штольни 2, на горизонтах штолен 3, 7 и 9 руда имеет более неравномернозернистое строение. Особенно это относится к пириту, размер зерен которого колеблется от 0,5—1,0 до 2—3 и даже 8 *мм* в поперечнике.

Разновидность II-2 по составу, так же как и I-1, является в основном магнетито-пиритовой. Однако во всех образцах этой разновидности макроскопически хорошо заметно значительное количество халькопирита. Руда обычно имеет массивную, участками слабо полосчатую текстуру (рис. 5), которая при уменьшении количества рудных минералов становится грубополосчатой и очковой или гнейсовидной. Структура руды обычно мелкозернистая, реже крупнозернистая (размер зерен 3—4 *мм*). В разностях руды с гнейсовидной и полосчатой текстурой довольно часто встречаются реликты раздробленных и иногда «растащенных» кварцевых прожилков. Обломки кварца цементируются сульфидами и магнетитом. Тонкие трещинки в кварцевых обломках залечены пирротином и халькопиритом. Последний цементирует также мелкие

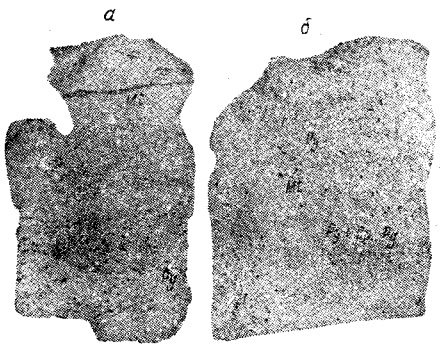



Рис. 5. Вторая разновидность второго типа руды. Слабо полосчатая (*а*) и массивная (*б*) текстуры. Белое — метакристы позднего пирита *Py*. Серое — мелкозернистый пирит и халькопирит *Py* + + *Cp*. Черное — отдельные зерна и полосы магнетита *Mt*. Полированный штуф




Рис. 6. Третья разновидность второго типа руды. Галенит тяготеет к полосам магнетита *Mt* + *Ga*. Черное — реликты кварца *q*. Светлое — полосы пирита *Py*. Полированный штуф

зерна пирита и выполняет тонкие трещинки, пересекающие все другие сульфиды, за исключением галенита. Рассматриваемая разновидность руды обычно располагается в контактах первой разновидности руды этого же типа. При сравнении образцов руды разновидности II-2 с различных горизонтов наблюдается некоторое увеличение содержания халькопирита с глубиной. Относительное количество руды этой разновидности также больше на нижних горизонтах месторождения. На горизонте штольни 9 она почти отсутствует.

Разновидность II-3 по составу и строению аналогична двум первым разновидностям руд этого типа, но отличается от них наличием макроскопически заметного галенита, количество которого в некоторых образцах достигает 8—10%, а в среднем близко к 3%. Галенит образует тонкие прожилки, но гораздо чаще встречается в виде невыдержанных полос и обособлений, тяготеющих к магнетитовым полосам (рис. 6). Ширина полос, обогащенных галенитом, изменяется от 1—2 до 15 *мм*. Иногда галенит распределен более или менее равномерно и как бы цементирует зерна магнетита и пирита. В данной разновидности, так же как и в описанных выше, встречаются обломки раздробленного кварца размером до $1 \times 2$ *см*. Вблизи обломков (возле тех сторон обломков кварца, которые ориентированы перпендикулярно полосчатости руды) заметно увеличивается количество халькопирита, что, вероятно, указывает на наличие теней давления. Третья разновидность более часто

встречается вдоль контактов первой и второй разновидностей руды второго типа. Однако нередко она встречается и в центральной части массивных руд второго типа.

**Тип III — сплошные пирротиновые руды.** Разновидность III-1 макроскопически определяется как сплошная пирротиновая руда со значительным количеством пирита и небольшим содержанием магнетита. Из других рудных минералов макроскопически всюду устанавливается только халькопирит. Сфалерит и галенит обнаруживается очень редко, хотя сфалерит присутствует в значительном количестве (по данным микроскопии, количество сфалерита равно 9,5%). Руда имеет в основном массивную, местами грубополосчатую и неяснополосчатую текстуры. Структура тонкозернистая, реже неравномернозернистая, при которой отдельные зерна пирита и магнетита, а также агрегаты зерен этих минералов цементируются мелкозернистым пирротином. Агрегаты зерен пирита и магнетита имеют обычно круглую («оплавленную») форму, их размеры достигают 3—4 *мм* в поперечнике. Как правило, в руде присутствует значительное количество реликтовых включений сильно хлоритизированных вмещающих пород и обломков жильного кварца. Форма включений неправильная, угловатая или слегка овальная. Размеры включений изменяются от 1 *мм* до 2—3 *см* в поперечнике. Наиболее часто встречаются включения размером 3—5 *мм*.

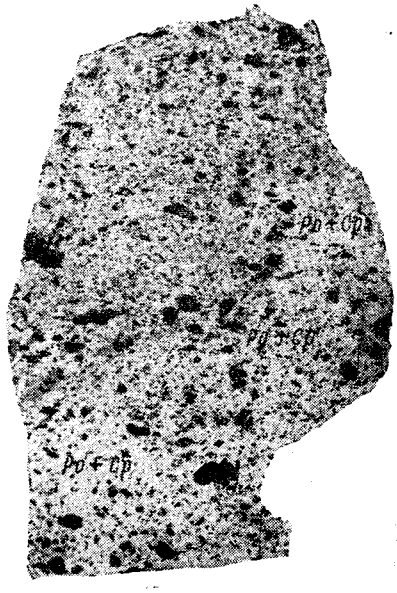



Рис. 7. Вторая разновидность третьего типа руды. Серое и светло-серое — пирротин и халькопирит *Po + Cp*. Черное — реликты вмещающих пород. Полированный штуф

Эта разновидность руды чаще встречается на контактах (в лежачем и висячем боках) массивных руд второго типа. При небольшой мощности (1—2 *м*) сплошные руды обычно представляют собой руды третьего типа и чаще первую его разновидность.

Разновидность III-2 по строению аналогична первой, но отличается значительным количеством халькопирита, мало заметного в первой разновидности. Кроме того, во второй разновидности содержится большее количество включений вмещающих пород (рис. 7) и довольно часто крупные (до 2—3 *мм* в поперечнике) кристаллы арсенопирита. Халькопирит обычно концентрируется вблизи нерудных включений и отчасти в самих включениях. Он образует также невыдержанные струи и прожилки толщиной не более 1—2 *мм*. Струи ориентированы согласно простиранию рудного тела и иногда огибают нерудные включения, в тенях давления которых ширина их заметно увеличивается. Халькопиритовые прожилки в нерудных включениях часто ориентированы перпендикулярно простиранию рудного тела. Содержание халькопирита во второй разновидности руды колеблется от 3 до 10—15% и в среднем равно приблизительно 8%. Эта разновидность руды встречается совместно с первой в приконтактовых ее частях.

Разновидность III-3 отличается от описанных выше присутствием макроскопически хорошо заметного галенита, количество которого

колеблется в широких пределах (от 1—2 до 10—15%). Среднее содержание галенита около 3%. Количество нерудных включений в третьей разновидности больше, чем в первых двух, поэтому меньше и суммарное содержание рудных минералов (приблизительно 60%). В остальном третья разновидность руды аналогична первой и второй. Галенит слагает тонкие прожилки, которые пересекают все рудные минералы и нерудные включения. Толщина прожилков меняется от долей миллиметра до 3—4 *мм*. Местами галенит образует обособления неправильной формы, изобилующие мелкими ответвлениями. Размер галенитовых обособлений достигает иногда 2—3 *см* в поперечнике. Третья разновидность

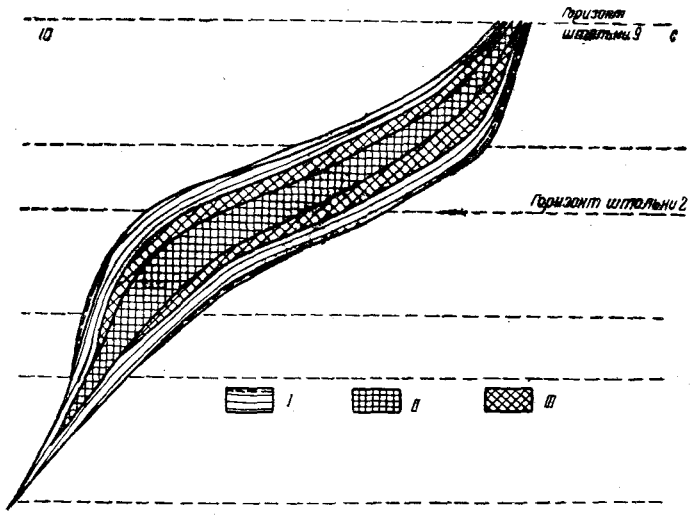



Рис. 8. Схема строения одной из рудных залежей месторождения Бурон в вертикальном разрезе и количественные соотношения типов руд (I, II, III). Вертикальный масштаб 1 : 1000, горизонтальный — 1 : 250 (уменьшено примерно в 2 раза)

руды третьего типа, как и все галенитовые разновидности других типов руд, встречается обычно в контактах массивных руд и наиболее часто в их лежачем боку.

Количественное соотношение и распределение всех трех типов в пределах изученной части месторождения видно на рис. 8.

## Количественные соотношения минералов в различных типах и разновидностях руд

Детальными исследованиями установлен следующий минеральный состав первичных руд месторождения Бурон: главные рудные минералы — пирит, магнетит, пирротин, сфалерит, халькопирит, галенит; второстепенные — арсенопирит, марказит, висмутин, самородный висмут, аргентит, самородное серебро, блеклые руды (теннантит и тетраэдрит), касситерит, кобальтин, гематит, ильменит; главные нерудные минералы — кварц, хлорит, альбит, шпинель, гранат, мусковит, серицит и карбонаты (в основном кальцит, реже сидерит); второстепенные нерудные минералы — турмалин, клиноцоизит, цоизит, стильпномелан, тремолит, рутил, сфен.

С целью изучения количественных соотношений и распределения минералов в различных типах и разновидностях руд был произведен количественный подсчет минералов по 339 полированным и 53 прозрачным шлифам, представляющим руды всех изученных горизонтов месторождения Бурон. Подсчет произведен оптико-геометрическим методом с помощью пуш-интегратора (точечный способ)[1]. Из результатов подсчета, сведенных в табл. 2, можно сделать следующие выводы.

1. Выделенные типы и разновидности руд характеризуются вполне определенными, свойственными им количественными соотношениями минералов.

2. Первые разновидности всех типов руд содержат примерно одинаковое количество халькопирита. В третьей разновидности первого типа руд халькопирита почти в два раза больше, чем в первых двух разновидностях руд второго и третьего типов.

3. Четвертая разновидность первого типа руды по содержанию галенита превосходит некоторые разновидности руд второго и третьего типов.

4. По содержанию главных ценных минералов как сплошные, так и вкрапленные руды (с учетом данных табл. 3) в целом можно назвать галенит-халькопирит-сфалеритовыми.

По данным подсчетов в прозрачных шлифах установлено, что преобладающими нерудными минералами во всех разновидностях руд являются кварц, хлорит и кальцит, причем в сплошных рудах кальцита больше, а кварца и хлорита меньше, чем во вкрапленных.

Таким образом, в процессе эксплуатации месторождения необходимо учитывать возможное обогащение галенитом, халькопиритом и касситеритом некоторых разновидностей сплошных руд за счет выемки вкрапленных, которым обычно не уделяется должного внимания.

## Содержание полезных компонентов в рудах

Для установления средних содержаний полезных компонентов в выделенных разновидностях руд на различных горизонтах месторождения было взято 83 секционные бороздовые пробы. Данные табл. 3, в которой приведены результаты обработки анализов, подтверждают правильность принятого принципа выделения типов и разновидностей руд и вполне соответствуют количественному подсчету минералов. Повышенное содержание свинца и меди устанавливается именно в тех разновидностях руд, которые выделялись по наличию в них макроскопически заметных галенита и халькопирита. Исключение представляет лишь вторая разновидность третьего типа руды, где содержание меди оказалось меньшим, чем в первой разновидности этого типа, что, вероятно, объясняется недостаточным числом проб, взятых по этой разновидности (2 пробы). В целом табл. 3 надежно отражает состав руд месторождения. Определение по этой таблице средних содержаний основных полезных компонентов (см. ниже) дает близкие результаты с определением средних содержаний для этой же части месторождения другими способами (табл. 4). Почти полное совпадение средних содержаний подтверждает наличие большой выдержанности минерального состава руд по падению и простиранию рудной залежи, хотя по мощности залежи, по мере перехода от одной разновидности руды к другой, содержание ценных минералов скачкообразно меняется.

---

[1] Выполнен К. И. Титовой.

Таблица 2

| Тип и разновидность руды | Число аншлифов | Число шлифов | Средний минеральный состав, объемный % | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | галенит | сфалерит | халькопирит | кассиterит | арсенопирит | висмутин и висмутин | блеклая руда теннантит+тетраэдрит | пирротин | пирит | магнетит | марказит | гематит | лимонит | нерудные минералы |
| I-1 | 32 | 6 | 0,15 | 1,32 | 2,13 | 0,004 | 0,31 | 0,01 | — | 4,90 | 17,04 | 2,43 | 0,10 | 0,01 | — | 71,60 |
| I-2 | 51 | 6 | 0,01 | 0,23 | 0,93 | 0,02 | 0,12 | 0,003 | — | 9,39 | 1,50 | 0,05 | 0,52 | — | 0,02 | 87,27 |
| I-3 | 25 | 6 | 0,01 | 0,83 | 4,96 | 0,02 | 0,15 | — | — | 4,80 | 13,29 | 0,55 | 0,45 | — | 0,19 | 74,75 |
| I-4 | 12 | 4 | 9,52 | 2,05 | 1,79 | — | 0,25 | 0,01 | 0,04 | 2,80 | 4,70 | 0,32 | 0,80 | — | — | 77,72 |
| Среднее | — | — | 0,91 | 0,88 | 2,20 | 0,01 | 0,17 | 0,01 | 0,002 | 6,39 | 8,69 | 0,82 | 0,41 | 0,001 | 0,05 | 79,45 |
| II-1 | 67 | 7 | 0,42 | 6,59 | 2,68 | 0,02 | 0,45 | — | — | 8,08 | 46,68 | 7,79 | 0,75 | — | 0,28 | 26,26 |
| II-2 | 44 | 7 | 0,49 | 6,30 | 7,87 | 0,14 | 0,66 | 0,004 | — | 8,29 | 45,91 | 7,83 | 0,25 | — | 0,07 | 22,18 |
| II-3 | 35 | 3 | 3,30 | 15,05 | 3,40 | 0,01 | 0,44 | — | — | 8,71 | 35,15 | 9,53 | 0,13 | — | — | 24,28 |
| Среднее | — | — | 1,13 | 8,54 | 4,42 | 0,05 | 0,51 | 0,001 | — | 8,30 | 43,68 | 8,22 | 0,45 | — | 0,15 | 24,55 |
| III-1 | 30 | 4 | 1,06 | 9,47 | 2,48 | 0,03 | 0,09 | — | — | 33,61 | 20,78 | 4,81 | 0,41 | — | 0,03 | 27,20 |
| III-2 | 20 | 3 | 0,40 | 5,14 | 7,88 | 0,04 | 0,16 | — | — | 31,26 | 13,47 | 4,26 | 0,66 | — | — | 36,72 |
| III-3 | 9 | 3 | 2,81 | 11,74 | 4,64 | 0,01 | 0,19 | — | — | 21,27 | 9,26 | 8,54 | 0,25 | — | — | 41,28 |
| Среднее | — | — | 1,10 | 8,35 | 4,64 | 0,04 | 0,13 | — | — | 30,93 | 16,55 | 5,19 | 0,48 | — | — | 32,58 |
| Среднее по типам II и III | | | 1,12 | 8,48 | 4,48 | 0,05 | 0,40 | 0,001 | — | 14,81 | 35,89 | 7,34 | 0,46 | — | 0,11 | 26,86 |

Таблица 3

| Тип и разновидность руды | Число проб | Средневзвешенное (по длине борозды) содержание, вес. % | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Pb | Zn | Cu | S | Sn |
| I-1 | 6 | 0,39 | 1,28 | 1,06 | 13,69 | 0,03 |
| I-2 | 5 | 0,33 | 0,59 | 0,44 | 5,44 | 0,01 |
| I-3 | 6 | 0,80 | 4,48 | 2,12 | 17,37 | 0,14 |
| I-4 | 6 | 1.07 | 0,30 | 0,21 | 1,67 | 0,01 |
| Среднее | | 0,59 | 1,77 | 1,00 | 9,82 | — |
| II-1 | 15 | 1,06 | 2,83 | 0,99 | 25,72 | 0,08 |
| II-2 | 15 | 0,66 | 2,79 | 2,09 | 35,31 | 0,13 |
| II-3 | 11 | 2,94 | 6,94 | 0,68 | 30,26 | 0,06 |
| Среднее | | 1,28 | 3,68 | 1,35 | 30,25 | — |
| III-1 | 16 | 1,71 | 3,07 | 0,91 | 24,60 | 0,08 |
| III-2 | 2 | 0,78 | 2,44 | 0,51 | 23,66 | 0,19 |
| III-3 | 1 | 4,33 | 9,95 | 0,76 | 27,86 | 0,04 |
| Среднее | | 1,83 | 4,05 | 0,88 | 25,04 | — |

Примечание. Среднее содержание по типам руд определялось как средневзвешенное по мощностям опробованных разновидностей каждого типа.

Таблица 4

| Наименование величин | Число проб | Число сечений | Pb | Zn | Cu |
|---|---|---|---|---|---|
| Среднее содержание по данным бороздового опробования (химического), вес. % | 96 | 25 | 1,23 | 3,62 | 1,34 |
| Среднее содержание по данным опробования по типам руд, вес. % | — | 25 | 1,37 | 3,39 | 1,14 |
| Определение „действительной" [6] погрешности опробования по типам руд: | | | | | |
| среднее абсолютное квадратическое отклонение | — | 25 | ± 0,392 | ± 1,257 | ± 0,648 |
| ложный коэффициент вариации | — | — | ±31,9 | ±34,7 | ±48,4 |
| средняя абсолютная квадратическая ошибка среднего содержания | — | — | ± 0,078 | ± 0,251 | ± 0,13 |
| средняя относительная квадратическая ошибка среднего содержания | — | — | ± 6,34 | ± 6,93 | ± 9,55 |
| Определение „действительной" погрешности химического опробования: | | | | | |
| среднее содержание[1] | 25 | — | 1,20 | 3,28 | 1,29 |
| среднее абсолютное квадратическое отклонение | | | ± 0,406 | ± 0,577 | ± 0,253 |
| ложный коэффициент вариации | — | — | ±34,4 | ±17,7 | ±19,8 |
| средняя абсолютная квадратическая ошибка среднего содержания | — | — | ± 0,081 | ± 0,115 | ± 0,051 |
| средняя относительная квадратическая ошибка среднего содержания | — | — | ± 6,7 | ± 3,5 | ± 4,0 |

[1] Средневзвешенное по длинам борозд по всем 25 сечениям (рядовые рудничные пробы).

### Возможность опробования по типам руд

Способ опробования по типам руд впервые был разработан и внедрен в производство на колчеданных месторождениях Урала Н. В. Ивановым в 1938—1941 гг. Сущность этого метода состоит в том, что на основании геологической документации (по зарисовкам рудного тела) сразу же на месте (в забое) определяется содержание тех или иных компонентов по всему вскрытому выработкой телу или по отдельной его части. До применения этого метода руды месторождения должны быть тщательно изучены. В процессе изучения необходимо установить: 1) природные типы и разновидности руд и их характерные особенности, позволяющие надежно различить руды непосредственно в забое; 2) вещественный состав и закономерности его изменения в выделенных типах и разновидностях. Пользуясь этими данными и зарисовкой документируемой выработки, нетрудно определить содержание любого компонента как во всем вскрытом рудном теле, так и в отдельных его частях (зонах или полосах).

Так как исследование руд месторождения Бурон в некоторой степени удовлетворяет указанным выше требованиям, на этом месторождении было применено опробование по типам руд. Для этого было произвольно отобрано 25 зарисованных и опробованных бороздовым способом пересечений рудного тела (рассечки и квершлаги) на разных горизонтах. Оказалось, что в этих сечениях было взято 96 бороздовых проб [1], а опробованная суммарная мощность равна 112,6 *м*. Затем измерителем на каждой зарисовке определялись истинные мощности всех разновидностей руд и взвешиванием по этим мощностям содержаний металлов, установленных для каждой разновидности руд (см. табл. 3), определялось среднее содержание по данному сечению рудного тела (данной выработке). Полученное таким образом среднее содержание сравнивалось со средневзвешенным (по длине борозды) содержанием, установленным для тех же металлов бороздовым опробованием этого же сечения рудного тела. Из табл. 4, где приведены результаты обработки полученных данных, видно, что расхождения средних содержаний, установленных двумя разными способами для одних и тех же сечений, как и относительные погрешности определения среднего, оказались незначительными. Расхождения могут быть объяснены следующими причинами: а) недостаточно точно установленными средними содержаниями рассматриваемых компонентов в различных типах и разновидностях руд (некоторые разновидности руд были охарактеризованы всего 2—3 пробами); б) возможными неточностями зарисовок и ошибками в определении типов руд, поскольку часть использованных зарисовок была выполнена в самом начале полевых работ, когда еще не было достаточных навыков в определении некоторых разновидностей руд; в) изменением содержаний компонентов в пределах данной разновидности руды по простиранию и падению рудного тела, которое не учитывалось при произвольном выборе сечений для экспериментов.

Несмотря на эти обстоятельства, относительная погрешность определения среднего содержания при опробовании по типам руд все же не превышает предельно допустимых для Буронских руд средних случайных погрешностей химических анализов, хотя, как видно из табл. 4, «действительные» погрешности химического опробования при определении содержания цинка и меди значительно меньше допустимых и «действительных» погрешностей определения этих же элементов опробованием по типам руд. Это объясняется, по-видимому, не только пере-

[1] Пробы взяты до выделения типов руд.

численными выше причинами, но и высокой точностью химических анализов. В процессе производственного освоения точность опробования по типам руд будет возрастать не только за счет устранения указанных выше недостатков, но и за счет того, например, что при подсчете запасов число опробованных этим методом сечений неизбежно будет бо́льшим, чем в рассматриваемом случае.

Надежность опробования по типам руд иллюстрируется также следующими данными по средним содержаниям, вес. %:

| | | Pb | Zn | Cu |
|---|---|---|---|---|
| Определялось А. Д. Масленниковым (1941 г.) | По данным бороздового опробования (более 500 проб) . . . . . | 1,26 | 3,33 | 1,34 |
| Группой сотрудников НИСа ЛГИ, 1954 г. | Среднеарифметическое по данным бороздового опробования при 96 пробах | 1,23 | 3,62 | 1,34 |
| То же | Опробование по типам руд | 1,37 | 3,39 | 1,14 |

Как видно из приведенных данных, содержания свинца, цинка и меди, установленные опробованием по типам руд, мало отличаются от средних содержаний, установленных химическим опробованием. Незначительные расхождения средних содержаний металлов, установленных различными путями и даже в несовпадающих частях рудных тел, свидетельствуют о большой выдержанности оруденения по простиранию и падению, что является весьма благоприятным фактором для применения опробования по типам руд. Упускать эту возможность и пользоваться шаблонными методами опробования на современной стадии изучения и эксплуатации месторождения — значит допустить непростительные перерасходы средств и времени на опробование.

Таким образом, на месторождении Бурон можно успешно применять опробование по типам руд. Результаты этого опробования при соответствующем контроле можно использовать при подсчете запасов даже по высоким категориям. Этот вид опробования особенно следует рекомендовать при очистной выемке для оперативного руководства направлением очистных работ. Опробование по типам руд значительно облегчает подземное картирование и изучение строения рудных тел, позволяет делать надежные прогнозы о качестве еще невскрытых частей рудных тел. Дальнейшее изучение типов и разновидностей руд на месторождении Бурон может привести к полному переходу в процессе эксплуатации на опробование по типам руд.

Использованная литература


1. Абрамов Ф. И., Волынский И. С., Пудовкина И. А., Соломкина С. Г. Минеральный состав руд Буронского полиметаллического месторождения. «Цветные металлы», 1938, № 1.
2. Абрамов Ф. И., Волынский И. С., Масленников А. Д. и Пудовкина И. А. Распределение минералов в различных типах руд Буронского месторождения. «Цветные металлы», 1938, № 3.
3. Иванов Н. В. Опробование Карабашских колчеданных месторождений по типам руд. «Сов. Геология», 1941, № 4.
4. Иванов Н. В. Новая методика опробования по типам руд. «Разведка недр», 1946, № 5.
5. Иванов Н. В. Новый способ взятия проб «объемной» бороздой. Зап. ЛГИ, 1953, т. XXIX, вып. 2.
6. Иванов Н. В. Об уточнении коэффициента вариации. Зап. ЛГИ, 1951, т. XXV, вып. 2.
7. Лукин Л. И. Некоторые особенности структуры Буронского месторождения. «Сов. Геология», 1947, № 20.