Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. LII, вып. 2, 1967 г.

УДК 550. 81

К МЕТОДИКЕ РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ХРИЗОТИЛ-АСБЕСТА

К. С. Кужугет, А. К. Сибилев

Разведку месторождений асбеста все чаще ведут буровыми работами. Почти все известные месторождения хризотил-асбеста СССР разведаны скважинами колонкового бурения.

Как показывает многолетняя практика разведки этих месторождений, при опробовании керна скважин, пробуренных по асбестоносным породам, несколько искажается определение содержания волокна в рудах. Это связано с относительно большим истиранием пород на отдельных интервалах керна, с перетиранием асбестового волокна при бурении. Характер самого процесса истирания керна из асбестоносных пород и степень искажения определения содержания асбеста при опробовании керна до сих пор изучались недостаточно.

Интенсивное вымывание волокна при бурении по асбестоносным породам неоднократно отмечалось при разведке Баженовского и Актовракского месторождений. При этом предполагалось одностороннее преимущественное истирание асбеста из-за слабой связанности волокна с вмещающей породой и бóльшей способности асбестовой жилы крошиться. Это по существу правильное заключение, однако, не обосновывалось ни практическими опытами, ни какими-либо расчетами.

Специальные опытные работы по выявлению характера и степени истирания керна скважин колонкового бурения при разведке Актовракского месторождения в какой-то мере восполняют пробел в методике применения колонкового бурения для разведки месторождений асбеста.

Актовракское месторождение хризотил-асбеста в Тувинской АССР разведано с поверхности канавами, шурфами и штольнями, а на глубину — скважинами. Разведочные линии пройдены вкрест простирания асбестоносного массива через 50 *м*. В месторождениях баженовского типа запасы асбестовых руд, сложенных хорошо выдержанными зонами асбестоносности и разведанных канавами через 50 *м* по простиранию, подсеченных по падению скважинами колонкового бурения также через 50 *м*, согласно инструкции применения классификации запасов можно отнести к категории А до глубины 50 *м* от поверхности. На Актовракском месторождении, несомненно аналогичном Баженовскому, разведку запасов категории А можно было провести по указанному выше способу. Но учитывая, что характер распространения зон асбестоносности и распределения асбеста по сортам на Актовракском месторождении был не изучен, верхнюю часть месторождения разведывали штольнями. Этому благоприятствовал и рельеф местности. Нижние же горизонты целиком разведаны скважинами колонкового бурения. При этом удельное значение скважин при подсчете запасов с глубиной увеличивается. Так, запасы

по категории А разведаны только горными выработками, по категории В — горными выработками и скважинами, по категории C_1 — только скважинами.

По данным опробования керна разведочных скважин оценено около $^3/_4$ всех разведанных по Актовракскому месторождению запасов хризотил-асбеста, и только $^1/_4$ часть запасов опирается на пробы из горных выработок.

Почти все исследователи, как участвовавшие в детальной разведке и подсчете запасов (В. А. Шубин, С. Д. Дубровин, А. К. Сибилев), так и проектировавшие асбестовый комбинат (А. В. Рубцов), различно оценивают запасы Актовракского месторождения. Их оценка отличается от запасов, утвержденных ГКЗ в 1958 г. Выявленные при последнем подсчете запасы асбеста по рекомендации ГКЗ пересчитаны и утверждены с учетом поправочного коэффициента 1,33, а затем Сибцветметниипроектом введены дифференцированные поправочные коэффициенты для руд разных категорий. Вопрос сводится к определению истинного значения этого коэффициента. Насколько важно выяснение степени относительного истирания волокна в керне при оценке запасов асбестовых руд, видно из следующего.

Последним подсчетом разведанных запасов Актовракского месторождения установлено, что содержание волокна сортов I—VI по данным опробования разведочных скважин и горных выработок с глубиной падает. Используя дифференцированные коэффициенты на истирание керна для руд разных категорий (коэффициенты, учитывающие долю участия в подсчете запасов скважин и горных выработок), А. В. Рубцов заключает, что содержание асбеста с глубиной не падает, а даже несколько увеличивается, преимущественно оставаясь постоянным. Введение же усредненного для всего месторождения коэффициента 1,33 не противоречит мнению о закономерном падении содержания асбеста с глубиной.

Таким образом, по-разному применяя различные поправочные коэффициенты, эти авторы принципиально противоположно трактуют закономерность развития асбестового оруденения в Актовракском массиве ультраосновных пород.

При рассмотрении и утверждении запасов руд Актовракского месторождения в 1958 г. ГКЗ отметила, что принятый поправочный коэффициент требует тщательной проверки с использованием данных опробования по горным выработкам центральной части месторождения и новых данных, которые будут получены при доразведке месторождения на глубину, путем прямого сравнения содержания волокна по горным выработкам с содержанием по скважинам.

Для уточнения этого коэффициента в 1964 г. на Актовракском месторождении проведены специальные работы, методика которых сводилась к проверке данных опробования по сопряженным выработкам. Было пробурено 25 приблизительно двадцатиметровых скважин общим объемом 561 *м*. По осям этих скважин пройдены шурфы сечением 2 $м^2$. Общий объем шурфов 312 *м*. Несоответствие объема бурения и проходки шурфов объясняется тем, что некоторые скважины не подвергались контролю из-за плохого выхода керна или по другим техническим причинам. Все скважины вертикальные и бурились станками СБУ-ЗИВ-150 и СБУ-ЗИФ-300. Контрольные шурфы проходились по осям скважин, проходка осуществлялась буровыми работами.

При выборе места заложения скважин учитывалась необходимость контролирования главных типов руд месторождения. Выработки пройдены по сетке 50 × 50 *м*. Режим бурения, конструкция и параметры шурфов аналогичны принятым при подсчете запасов. Опробование как керно-

вое, так и валовое производилось по аналогии с разведкой. Длина сопряженных керновых и валовых проб 2 *м*. В керновую пробу брался весь керн, поднятый с двухметровой проходки, а в валовую пробу входил весь материал от проходки шурфа на данном интервале. Пробы обрабатывались по схемам высокосортных и низкосортных асбестовых руд ВИМС применительно к Баженовскому месторождению.

Основными причинами избирательного истирания керна являются физико-механические и химические свойства различных прослоев и включений пород, их структурно-текстурные особенности. Преимущественное истирание асбестового волокна в керне скважин объясняется плохой связанностью самих волокон с вмещающими асбестовую жилу серпентинитами и способностью асбеста легко расщепляться на отдельные тонкие волокна. В разной степени асбестовое волокно истирается в зависимости от угла встречи скважины с жилой, от характера естественной деформированности волокон, режима бурения, конструкции скважин и т. д.

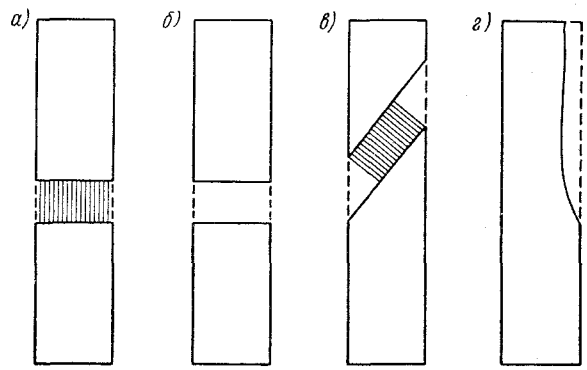


Рис. 1. Истирание асбестового волокна в керне

Когда жила пересекается скважиной под прямым углом, происходит либо наименьшая потеря волокна, либо полное его вымывание. Если волокно связано с вмещающими серпентинитами относительно крепко, то асбестовая жила почти целиком остается в керне, отщепляются лишь крайние волокна (рис. 1, *а*). Если же волокно слабо связано с вмещающими породами или деформировано, то оно максимально истирается или выносится в шлам целиком (рис. 1, *б*).

Когда жила пересекается скважиной под острым углом, происходят два противоположных процесса: с одной стороны, более интенсивный износ волокон, обусловленный тем, что другой конец их, связанный с породой, срезан стенкой скважины, с другой, — обогащение керна волокном, так как удельный объем асбестовой жилы в керне увеличивается, достигая максимума при совпадении простирания жилы с осью скважины (рис. 1, *в*), но в последнем случае, если жила расположится близко к краю керна (рис. 1, *г*), волокна легко срываются и вымываются, сильно обедняя керновую пробу.

Значительное влияние на степень вымывания асбеста при бурении оказывает характер проявления послерудной тектонической деятельности в виде деформации асбестового волокна в рудах. На участке контрольно-опробовательских работ эта деятельность была проявлена несколько интенсивнее, чем на других участках месторождения. Однако раздельно учесть степень влияния тектоники на результаты кернового опробования пока не удается. Влияние режима бурения и конструкции скважин на истирание керна, по-видимому, незначительно и поэтому в расчетах не учитывается.

На величину и характер потери волокна при бурении применительно к геологическим условиям Актовракского месторождения в общем влияют все указанные выше причины, но особая роль отводится относительной

крепости вмещающих асбестовые прожилки пород. Вмещающие породы по относительной крепости разделяются на следующие группы.

1. Крепкие породы — перидотиты, реже — серпентиниты, не содержащие хризотил-асбеста. При бурении по перидотитам получается максимальный выход керна. В пределах зоны отороченных жил 40—60% пород представлено перидотитами.

2. Слабые породы — различные серпентиниты, в том числе серпентиниты асбестоносные. Породы весьма хрупкие и легко поддаются разрушению. При бурении керн часто срывается по плоскости контакта асбестовой жилы с серпентинитами. Перетертый и распущенный асбест, обладая высокой удельной поверхностью, легко выносится промывочной жидкостью и скапливается в отстойнике. На долю серпентинитов в зоне отороченных жил приходится 30—50% пород.

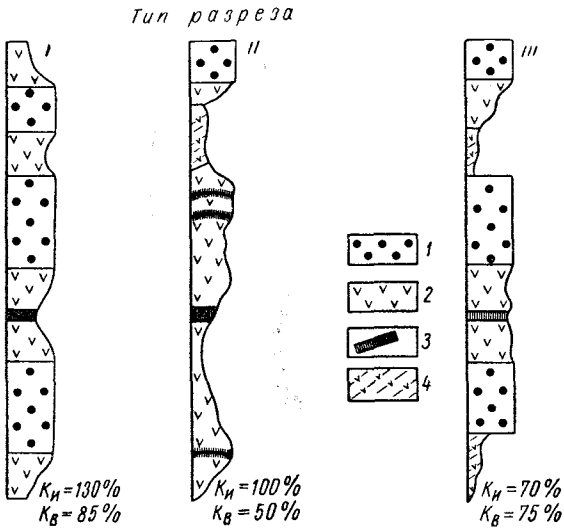


Рис. 2. Характер изменения коэффициента избирательного истирания $K_и = \frac{C_в}{C_к} 100\%$ при разных значениях коэффициента крепости и выхода керна $K_в$. (Идеализированные зарисовки керна в масшт. 1 : 20).

1 — перидотиты крепкие плотные, с трудом поддающиеся истиранию и разрушению (VI категория крепости по шкале буримости); *2* — серпентиниты, легко поддающиеся истиранию и разрушению (IV—V категория крепости); *3* — хризотил-асбест, легко отделяющийся от вмещающих серпентинитов; *4* — рассланцованные серпентиниты, очень слабые, перетертые и плохо связанные породы.

3. Весьма слабые породы — рассланцованные серпентиниты. При бурении почти полностью перетираются, что приводит к значительной их потере и явному обогащению керна волокном. Рассланцованные серпентиниты в зоне отороченных жил развиты незначительно и слагают около 10—15% асбестоносных пород.

В зависимости от доли участия в разрезе тех или иных пород различна и степень избирательного истирания керна. Различное сочетание этих групп пород может образовать три типа разреза (рис. 2).

I. Чередование перидотитов с асбестоносными и безрудными серпентинитами. Асбестоносные серпентиниты как породы, легко подвергающиеся разрушению, в значительном количестве перетираются и переходят в шлам, а перидотиты дают максимальный выход керна. Иными словами, асбестовые прожилки менее крепки, чем вмещающие их породы, поэтому в процессе бурения скважин асбестовые прожилки изнашиваются в большей мере, чем породы, и это приводит к занижению в керновых пробах содержания асбеста. Отсюда содержание волокна по контрольным валовым пробам выше, чем по контролируемым керновым.

II. Чередование перидотитов с асбестоносными и безрудными серпентинитами при наличии маломощных зон рассланцевания. Обычный выход керна составляет около 50%. Потеря асбестового волокна происходит одновременно с потерями вмещающих пород, поэтому обеднения керна волокном не происходит. Содержание асбеста по керновым и валовым пробам одинаково.

III. Чередование перидотитов с асбестоносными и безрудными серпентинитами при значительном участии слабых рассланцованных пород. Асбестоносные породы более прочны, чем пустые рассланцованные серпентиниты. В процессе бурения в керне в большей мере изнашиваются серпентиниты, что приводит к завышению содержания волокна по керну. Содержание асбеста в керновых пробах выше, чем в валовых.

Актовракский асбестоносный массив характеризуется развитием многочисленных равномерно распространенных в пространстве перидотитовых ядер, что обусловливает наиболее частую встречаемость первого типа разреза. Кроме того, сюда же пространственно тяготеют жилки длинноволокнистого асбеста, легко подвергающиеся истиранию.

Поправочные коэффициенты избирательного истирания волокна определялись, как указано выше, сопоставлением результатов сопряженных керновых $C_к$ и валовых $C_в$ проб.

$$K_и = \frac{C_в}{C_к}.$$

Как следует из анализа результатов опробования, избирательное истирание волокна I—III сортов в керне происходит постоянно, содержание же асбеста IV—VI сортов не только не занижается, но местами даже завышается за счет преимущественного истирания неасбестоносных рассланцованных серпентинитов. В целом по Актовракскому месторождению для асбестового волокна I—VI сортов в рудах всех категорий запасов, а также для асбеста I—III сортов в рудах категории запасов А, разведанных горными выработками, установлен коэффициент 1,0. Для текстильных сортов асбеста в рудах, разведанных главным образом буровыми скважинами (руды категории запасов В и C_1), коэффициент равен 1,4.

Достаточно надежные выводы (с вероятностью не менее 0,95) о наличии систематических расхождений в попарно сопряженных пробах можно получить при соблюдении определенных соотношений между числом расхождений разных знаков, так как основным критерием при этом является соотношение числа положительных и отрицательных расхождений, а не их величины.[1]

В нашем случае соотношение расхождений для керновых и валовых проб выглядит так:

Сорт асбеста, содержание которого определяется попарно сопряженными пробами	I—III	I—VI
Число попарно сопряженных проб	67	76
Число преобладающих расхождений по горным пробам	49	52
Число расхождений с обратными знаками	18	24
Максимальное число расхождений с обратными знаками при наличии систематических расхождений с вероятностью более 0,95	24	27

Таким образом, систематическое расхождение в попарно сопряженных пробах с большой достоверностью устанавливается практически для всех сортов.

С использованием поправочных коэффициентов запасы Актовракского месторождения оцениваются приблизительно так же, как при последнем подсчете. Несколько заниженные С. Д. Дубровиным запасы асбеста I—III сортов в рудах категории В и C_1 с введением коэффициента 1,4 прибли-

[1] И. Г. Галкин и др. Разведка штокверковых месторождений цветных и редких металлов. Госгеолиздат, 1962.

жаются к истинному значению. При этом запасы волокна I—III сортов увеличатся на 80 тыс. *т*.

Нет необходимости по выявленным коэффициентам полностью пересчитывать запасы Актовракского месторождения. Коэффициенты можно использовать при оперативном планировании добычи асбестовых руд и составлении локальных календарных планов.

Выводы

1. Промышленную оценку месторождений хризотил-асбеста на глубину можно достаточно надежно провести скважинами колонкового бурения.

2. Специфической особенностью асбеста при бурении колонковыми скважинами является избирательное истирание в керне, поэтому содержание текстильного волокна по керновым пробам несколько ниже, чем по пробам, отобранным из горных выработок. Степень занижения содержания текстильных сортов асбеста в керне разведочных скважин различна для месторождений, отличных как по насыщенности текстильным асбестом, так и по структурно-петрографическим особенностям слагающих их пород. Поправочные коэффициенты на содержание асбеста можно установить путем опробования специально пройденных сопряженных горных выработок и скважин.

3. При разведке скважинами асбестоносных зон типа мелкой сетки, неразвитых сложных жил и мелкопрожила существенных искажений керновое опробование не дает. Здесь керновые пробы могут несколько обогащаться асбестом строительной группы за счет преобладающего износа неасбестоносных пород (особенно рассланцованных серпентинитов). Однако это завышение не выходит за пределы точности опробования и подсчета запасов асбестовых руд.