Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г.В.Плеханова,
1985, т. 105

УДК 622.245

О ЗАВИСИМОСТИ УСТОЙЧИВОСТИ СТВОЛА СКВАЖИН ОТ СТЕПЕНИ АРГИЛЛИЗАЦИИ ИГНИМБРИТОВ НА ПРИМЕРЕ ОДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ СЕВЕРО-ВОСТОКА

В.Г.ПОРТНОВ, Л.И.БЕРЕСНЕВА,
В.П.ГНЕДИНА, Ю.М.ЧАШИНОВ

Практика разведочного бурения в пределах месторождения свидетельствует, что подавляющее число осложнений и аварий при проходке скважин связано с зонами аргиллизированных игнимбритов, генетически связанных с рудной минерализацией. Анализ баланса рабочего времени бурения показывает, что затраты времени на ликвидацию геологических осложнений весьма высоки. Поэтому несомненный практический интерес представляет изучение особенностей строения зон метасоматитов, предопределяющих аварии типа вывалов горных пород, обрушения стенок скважин и поглощения промывочных жидкостей в процессе бурения.

С целью изучения минерального состава аргиллизитов с различных интервалов скважин и подземных горных выработок было отобрано более сорока штуфов, которые исследовались методами микроскопического, рентгенографического и дифференциально-термического анализов. Определение физико-механических параметров игнимбритов проводилось на универсальном прессе П-50 по 105 образцам призматической формы.

В геологическом отношении месторождение приурочено к южной части крупного прогиба и характеризуется двухъярусным строением. Породы нижнего структурного этажа представлены слабо дислоцированными морскими отложениями норийского яруса, триасовой системы, слагающими восточный приподнятый блок участка. Породы представлены алевролитами с редкими прослоями вулканогенных песчаников мощностью более 500 м.

Западный, опущенный блок площади месторождения (верхний структурный этаж) сложен вулканогенными образованиями меловой системы. Низы разреза представлены верхнемеловыми образованиями таватумской свиты с преобладающим развитием лав и туфов андезитов. Подчиненное значение имеют туфогенно-осадочные породы и туфы кислого состава. Мощность свиты не превышает 200 м.

Верхи меловой системы представлены покровной фацией крупного субвулканического массива и сложены игнимбритами липаритов с подчиненным количеством туфов. В составе толщи игнимбритов ваяханской свиты выделяются две пачки. Нижняя представлена переслаиванием горизонтов пестроцветных слабосваренных лито-витро-кристаллокластических игнимбритов со слабовыраженной площадной аргиллизацией. Верхняя пачка сложена однородными по со-

ставу сильносваренными кристаллокластическими игнимбритами липаритов, в основании которых залегает маломощный маркирующий горизонт мелкообломочных витро-кластических туфов. Суммарная мощность свиты 600-650 м.

Интрузивные образования в пределах площади месторождения представлены дайковым комплексом, пространственно связанным с зоной крупного Северо-Восточного разлома глубинного заложения. Особенно широким развитием пользуются дайко- и штокверкообразные тела невадитов, прорывающие породы триасового и мелового возраста. Залегание этих тел, как правило, крутое, реже пологое.

Диоритовые порфириты слагают небольшие тела на северном фланге месторождения и залегают согласно ориентировке Северо-Восточного разлома. В центральной части рассматриваемой площади среди норийских отложений верхнего триаса закартирована субвертикальная дайка фельзолипаритов. Длина ее по простиранию более 1100 м, мощность около 200 м.

Как отмечалось выше, большинство аварий и осложнений при разведочном бурении пространственно связано с зонами аргиллизированных игнимбритов. Последние сопровождают зоны прожилково-вкрапленного оруденения с сульфидной минерализацией и отличаются сложной морфологией. С различной степенью детальности к настоящему времени разведано несколько рудных зон. Так как они имеют достаточно сходное строение, представляется целесообразным сопровождающие оруденение метасоматиты рассмотреть на примере наиболее продуктивной и наиболее изученной рудной зоны, расположенной в северной части месторождения и вытянутой по поверхности на 900 м. По падению зона прослежена скважинами до глубины 320-360 м, она несет отчетливые следы выклинивания, имеет сложные очертания в плане и характеризуется кулисообразным строением (кулисы располагаются по правилу правой руки). Азимуты падения отдельных участков зоны метасоматитов изменяются в широких границах (северо-запад 290^0 - северо-восток 10^0) при генеральном простирании длинной оси измененных пород на северо-восток 40-50^0, углы падения 45-50^0 до 60^0. Весьма примечательно, что максимальные мощности (до 45 м) аргиллизированных пород соответствуют наименьшим углам простирания их контактов с вмещающими игнимбритами. Увеличение этого параметра приводит к закономерному сокращению мощности метасоматитов вплоть до выклинивания.

В подземных выработках наблюдается значительное уменьшение мощности аргиллизитов до 8-10 м в раздувах и 1-3 м на участках пережимов, но взаимосвязь элементов ориентировки и мощности измененных пород сохраняется. Как и на поверхности, зона имеет кулисообразное, хотя и более сглаженное строение, но отличается меньшими углами падения (от 20 до 50^0 при средних значениях 30-35^0). Необходимо отметить, что по простиранию наблюдается своеобразная "ундуляция" длинной оси зоны метасоматитов, выражающаяся в существенном изменении как углов, так и азимутов падения: от 220 угол 28^0 до 350 угол 50^0 в крайних пределах.

Пространственно аргиллизиты связаны с верхней пачкой игнимбритов липаритов и характеризуются весьма постепенными и расплывчатыми контактами с вмещающими породами. Визуально неизмененные игнимбриты предотавляют собой

плотные, массивные породы темно-серого цвета с отчетливо наблюдаемыми порфировыми выделениями кварца, полевых шпатов свежего облика и скрытокристаллической основной массой. Под микроскопом наблюдаются порфировые выделения калинатровых полевых шпатов, кислых плагиоклазов (до 25 %), кварца (от 10-15 до 25 %), биотита (3-5 %) и единичные зерна роговой обманки.

Кварц представлен фенокристаллами близкой к изометричной формы, обломками неправильных очертаний, зачастую трещиноватых. Для калишпата свежего облика характерны таблитчатые кристаллы; плагиоклазы (олигоклаз-андезин) полисинтетически сдвойникованы и нередко имеют зональное строение. Структура породы полифировая, на отдельных участках оскольчато-порфировая.

Основная масса кварц-полевошпатового состава. Во многих образцах отмечаются реакционные взаимоотношения фенокристаллов и основной ткани. Структура основной массы меняется от криптокристаллической до микрофельзитовой с отдельными участками микропойкилитовой. Вторичные изменения представлены в виде обесцвечивания биотита, пелитизации по трещинам в фенокристаллах калишпата, слабой хлоритизации и соссюритизации плагиоклазов. Интенсивно протекают процессы замещения роговой обманки, которая диагностируется только по габитусу, с образованием псевдоморфоз хлорита, карбонатов и рудного минерала.

По данным рентгенографического анализа, в неизмененных игнимбритах липаритов отмечаются аморфная фаза, кварц, калинатровые полевые шпаты, плагиоклаз, гидрослюды (следы), хлорит (следы). Дифференциально-термическим анализом в породах установлены гетит, гематит, сульфиды, кварц, хлорит (следы).

Игнимбриты - крепкие скальные породы, относящиеся к УШ-IX категориям по буримости. Среднее значение предела прочности на сжатие неизмененных разностей в естественно сухом состоянии составляет 224 МПа (см. таблицу). Воздействие воды практически не снижает их прочности. Все это определяет устойчивость стенок при бурении скважин и возможность проходки неизмененных игнимбритов без осложнений.

В пределах рудных зон характер структурно-текстурного рисунка, минеральный состав и физико-механические свойства пород существенно отличаются от рассмотренных. Слабо аргиллизированные игнимбриты липаритов визуально характеризуются темно-серым цветом, хорошо выраженной порфировой структурой, слабым изменением отдельных зерен полевых шпатов, наличием незначительного количества глинистых минералов.

Микроскопическое исследование показало, что это породы с полностью сохранившимися особенностями структуры как порфировых вкделений, так и основной массы. Вторичные изменения проявлены более широко, выражаются в частичной карбонатизации и серицитизации олигоклаза и замещении рудным минералом биотита. Калинатровые полевые шпаты вдоль микротрещин каолинизированы. Роговая обманка нацело замещена хлоритом. Наиболее значительные гидротермальные изменения отмечаются в основной массе, которая интенсивно пелитизирована. По данным рентгенографического анализа, содержание гидрослюд относительно неизмененных игнимбритов заметно увеличено.

Изменение прочностных и деформационных характеристик игнимбритов неизмененных и аргиллизированных в зависимости от состояния образцов

Порода	Образец[x]	Модуль упругости, 10^2 МПа	Модуль общей деформации, 10^2 МПа	Прочность на сжатие, МПа
Игнимбрит неизмененный	1-с	-	93,56	200,3
	2-с	100,8	90,45	232,1
	3-с	101,63	83,65	247,8
	4-в	86,81	78,13	149,9
	5-в	97,80	93,67	213,7
Игнимбрит слабой степени аргиллизации	6-с	-	70,09	134,3
	7-с	84,92	75,77	107,4
	8-с	-	48,56	75,5
	9-в	74,93	70,06	103,5
	10-в	80,33	77,84	116,3
	11-в	82,92	73,67	111,1
Игнимбрит средней степени аргиллизации с сильной гематизацией	12-с	-	75,53	57,5
	13-с	77,94	69,33	79,4
	14-в	89,34	68,00	67,5
Игнимбрит сильной степени аргиллизации, трещиноватый	15-с	-	34,44	34,5
	16-с	-	22,16	37,8
	17-с	-	40,32	51,2
	18-в	-	9,05	13,7
	19-в	-	5,68	15,4
	20-в	35,96	20,13	29,5

[x] В номере образца индекс „с" означает сухой, „в" - выдержанный в воде в течение 7 суток.

Таким образом, в результате явлений гидротермальной переработки минеральный состав игнимбритов меняется, что обуславливает снижение плотности исходных пород, повышение пористости и уменьшение предела прочности на сжатие в естественно сухом состоянии до 75,5-134,3 МПа.

Средняя степень аргиллизации выражается в общем осветлении пород и в появлении визуально заметного количества (до 5 %) глинистых минералов. За счет достаточно интенсивных вторичных изменений постепенно стирается грань между основной массой и порфировидными выделениями. В ряде случаев наблюдается интенсивная гематитизация. Калинатровые полевые шпаты каолинизированы, и в отдельных шлифах этой группы пород отмечаются единичные полные псевдоморфозы. Фенокристаллы плагиоклазов интенсивно серицитизированы. В ряде случаев по полевым шпатам наблюдается развитие гидрослюд

бурого цвета. Темноцветные минералы нацело замещены хлоритом и рудным минералом. С помощью рентгенографического анализа выделены аморфная фаза, кварц, калинатровые шпаты, плагиоклазы гидрослюды, каолинит, хлорит. Дифференциально-термический анализ зафиксировал гетит, хлорит, кальцит.

В аргиллизированных в средней степени игнимбритах липаритов отмечается дальнейшее снижение физико-механических характеристик: предел прочности на сжатие в естественно сухом состоянии изменяется от 57,5 до 83,0 МПа. После воздействия на образцы воды в течение 7 суток прочность их на сжатие по сравнению с сухими образцами падает более чем в 2 раза (см. таблицу).

Интенсивно аргиллизированные игнимбриты отличаются низкими физико-механическими показателями, хотя типичных гидротермальных аргиллизитов в строгом толковании этого термина в пределах месторождения не отмечено. Вместе с тем переработка боковых пород весьма существенна, что приводит к заметным сложностям при определении структуры основной ткани, которая на отдельных участках шлифов встречается только в виде реликтов.

Визуально интенсивно измененные игнимбриты представляют собой желтовато-серого цвета, сильно ожелезненные породы, среди порфировых выделений которых наблюдаются только кристаллы кварца. Более 50 % фенокристаллов полевых шпатов представлены полными псевдоморфозами серицита и каолинита. В меньшей степени развиты гидрослюды. Темноцветные разности нацело замещены хлоритом и рудным минералом. Рентгенографический анализ обнаружил в породе гематит, кварц, плагиоклазы, хлорит, каолинит, монтмориллонит.

Наиболее интенсивные изменения игнимбритов отмечены в непосредственной близости с продуктивной зоной. Фенокристаллы всех, за исключением кварца, минералов представляют собой полные псевдоморфозы. Призматические кристаллы полевых шпатов, которые определяются только по габитусу, замещены нацело серицитом. Призматические и игольчатые зерна роговой обманки представлены псевдоморфозами слабо зеленоватого хлорита и рудного минерала. Небольшие участки между призматическими кристаллами представлены серицитом, реже кварцем.

В некоторых шлифах этой группы пород, по существу представляющих собой вторичные кварциты, на отдельных участках основной массы в параллельных николях сохранилась реликтово-пепловая (флюидально-пирокластическая) структура. Пепловые рогульчато-серповидные частички достаточно отчетливо видны в параллельных николях, тогда как в скрещенных они практически не различимы. Все пепловые частицы замещены серицитом и погружены в перекристаллизованную криптофельзитоподобную массу.

Оруденелые вторичные кварциты характеризуются двумя типами псевдоморфоз: в первую очередь, это серицитовые и серицитовые с рудным минералом, который резко преобладает. Основная масса серицито-кварцевая. Характерной особенностью вторичных кварцитов следует признать наличие в их составе псевдоморфоз пирофиллита, оксидов железа и кварца (тридимит) по фенокристаллам полевых шпатов. В зонах дробления катаклазиты состоят из развальцованных обломков вторичных кварцитов и обломков кварца с мозаич-

ным погасанием. По трещинам в зернах отмечается ожелезнение. Нередко трещины в кварце залечены кристаллическим кварцем более поздней генерации, реже выполнены хлоритом. Основная масса кварц-серицитовая.

По данным рентгенографического анализа, во вторичных кварцитах отмечены аморфная фаза, кварц, гидрослюды, каолинит, гетит, гипс, хлорит, ярозит, гематит. Дифференциально-термическим анализом выделены кварц, гидрослюды, гетит, хлорит.

Интенсивно аргиллизированные игнимбриты отличаются самыми низкими физико-механическими показателями. Среднее значение предела прочности на сжатие интенсивно аргиллизированных игнимбритов в естественно сухом состоянии составляет I6 МПа, т.е. гидротермальные процессы снизили прочность пород в I4 раз, модуль общей деформации снизился более чем в 7 раз по сравнению с неизменными игнимбритами липаритов. После воздействия на образцы воды в течение 7 суток, они полностью разваливаются на обломки за счет вымывания глинистого материала (см. таблицу).

Практика разведочного бурения в пределах рассмотренного месторождения показывает, что высокая аварийность и большинство осложнений связано с проходкой горизонтов, сложенных интенсивно измененными игнимбритами липаритов; в пределах зон, представленных игнимбритами средней степени изменения, осложнений существенно меньше. Как показывают проведенные исследования, в процессе гидротермальных изменений игнимбритов липаритов происходит коренная перестройка структурно-текстурных особенностей и минерального состава исходных пород. Энергичное замещение в процессе аргиллизации первичных минералов глинистыми (более 50 % от объема породы) приводит к формированию зон метасоматитов, для которых характерны весьма низкие физико-механические показатели. Вполне естественно, что стенки ствола скважин в границах интенсивно измененных игнимбритов отличаются весьма низкой устойчивостью, что вызывает аварии типа вывалов горных пород, образования каверн, поглощения промывочных жидкостей и обрушения.

Таким образом, устойчивость ствола скважин зависит от минерального состава боковых пород. В этой связи становится понятным, что для решения чисто прикладных задач, связанных с технологией бурения в пределах зон неустойчивых игнимбритов, необходимым и достаточным является выделение трех типов, отличных по степени аргиллизации пород, которые надежно диагностируются визуально.