

УДК 553.6762 (574)

ГЕОЛОГО-ПРОМЫШЛЕННЫЕ ТИПЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ХРИЗОТИЛ-АСБЕСТА КАЗАХСТАНА

Н. Н. ДЖАФАРОВ, доктор геолого-минералогических наук, академик НИИ РК и МИА,
ТОО «Асбестовое ГРП»

г. Житикара, Республика Казахстан;

Ф. Н. ДЖАФАРОВ, кандидат геолого-минералогических наук,
ТОО «КазКопер»,

г. Алматы, Республика Казахстан

Қазақстанның хризотил-асбест кенорнылардың геологиялық-өнеркәсіптік типтері мақалада белгіленген.

Выделены геолого-промышленные типы месторождений хризотил-асбеста Казахстана.

Geological-minable types of chrysotile asbestos deposits of Kazakhstan are highlighted in the article.

Большинство природных скоплений хризотил-асбеста пространственно приурочено к альпинотипным ультрамафитам и лишь ограниченное количество связано с магнезиальными карбонатами. В связи с этим можно выделить хризотил-асбестовые месторождения, залегающие в породах габбро-перидотитовой формации, и месторождения хризотил-асбеста, залегающие в доломитах осадочных формаций [1].

В зависимости от расположения волокон хризотил-асбеста по отношению к стенкам асбестоносных жил на месторождениях отмечается асбест поперечно-волокнистый, продольно-волокнистый и волокно массы [2]. В *поперечно-волокнистом* волокна асбеста располагаются перпендикулярно к простиранию жилы, под прямым углом к ее стенкам. В этих случаях волокна хризотил-асбеста тонкие и нежные. Иногда отмечаются отклонения от перпендикулярности (косоволокнистый асбест) или изгибы волокна на коротких участках. Асбест *продольно-волокнистый* образует волокнистые массы, волокно которых параллельно стенкам вмещающих полостей, часто встречается в виде примазок и корок на глыбах серпентинитов. Он наиболее распространен в рассланцованных серпентинитах. Качество асбеста в таких жилах изменяется от очень высокого (длина 200 мм) с высокими текстильными свойствами волокна до низкого (малой и средней

прочности; жесткий, ломкий асбест). Содержание асбеста колеблется от 1,5 до 8,0%.

В отдельных случаях встречаются тонкие прожилки (микроскопические жилы) хризотил-асбеста, иногда почти нацело слагающие массивные серпентиниты. При тонком помоле из таких серпентинитов извлекают значительное количество волокна длиной 0,2 – 0,4 мм. Такой асбест получил название *волокно массы*.

На месторождениях наблюдаются различные геологические типы асбестоносности, которые определяются формой, мощностью, протяженностью, взаимоотношениями и интенсивностью асбестоносных жил: простые (одиночные) жилы, сложные жилы, крупная сетка жил, мелкая сетка жил, мелкопрожил, просечки.

Следует подчеркнуть, что все шесть рассмотренных типов асбестоносности связаны между собой постепенными переходами. Как правило, они сменяют друг друга последовательно, хотя иногда тот или иной тип выпадает, а последовательность зон может нарушаться.

Среди месторождений хризотил-асбеста в зависимости от морфологии залежей, типов асбестоносности, расположения волокон асбеста по отношению к стенкам жил выделяются четыре геолого-промышленных типа: баженовский, лабинский, карачаевский и аспагашский.

Геолого-промышленный тип месторождений устанавливается на основании минерального состава руд и их особенностей, определяющих промышленную ценность объекта и морфологию основных рудоносных тел. Следует обратить внимание на то, что не каждому геолого-промышленному типу в Казахстане соответствует объект класса месторождений [3].

Совокупность рассмотренных признаков позволяет в связи с габбро-перидотитовой формацией установить три геолого-промышленных типа месторождений хризотил-асбеста (см. таблицу). При этом следует подчеркнуть ряд обстоятельств. Все ультрамафиты, содержащие хризотил-асбестовую минерализацию являются типичными альпинотипными образованиями, а потому, вероятнее всего, принадлежат к упомянутой выше габбро-перидотитовой формации. Причем, если баженовский тип залегает в серпентинизированных породах дунит-гарцбургитовой ассоциации, что устанавливается по реликтовым ядрам ультрамафитов, широко развитым на месторождениях, то типы лабинский и карачаевский приурочены к породам, полностью превращенным в серпентиниты. Объекты карачаевского типа очень часто проявляют пространственную связь с пироксенитами (вебстеритами), а потому их, как и лабинский тип, затруднительно тесно увязывать с гарцбургитами – породами, состав которых наиболее сходен с хризотил-асбестом.

В. Р. Артемов [4] на основании особенностей проявления асбестоносности выделяет еще один тип – *брединский*, связанный с нацело серпентинизированными ультрамафитами. Он отличается широким развитием мелкой сетки жил, мелкопрожила и просечек. Обычно это мелкие объекты, не имеющие серьезного промышленного значения. Они известны большей частью на Урале и в Казахстане не выделялись. Целесообразно их рассматривать в качестве частного случая *баженовского* геолого-промышленного типа.

Положение волокон относительно стенок жил также не всегда является постоянным признаком, и все три вида асбеста встречаются практически во всех геолого-промышленных жилах, проявляясь в них в разной степени (см. таблицу). Типы асбестоносности на месторождениях, связанных с ультрамафитами, резко разнятся. Однако

тип одиночных жил, являющийся определяющим в лабинском типе, можно рассматривать как частный случай сложных отороченных жил, или наоборот. Мелкая и крупная сетки жил занимают определенное место в рудах месторождений карачаевского типа. Лишь месторождения аспагашского типа стоят особняком, но их практически нет в Казахстане.

Баженовский геолого-промышленный тип - наиболее широко распространенный тип хризотил-асбестовых месторождений. К нему принадлежат такие гиганты, как Баженовское, Киембаевское, Актовракское (Россия), Манро, Тетфорд (Канада), Шабани, Машаба (Зимбабве), Джетыгара (Казахстан), а также менее крупные объекты – Алапаевское, Лесное, Режевское, Красноуральское, Кривское, Ильчирское, Молодежное (Россия), Батмановское, Хантау (Казахстан) и многие другие. Месторождения этого типа дают подавляющее количество товарного хризотил-асбеста на мировом рынке.

Объекты баженовского типа приурочены к альпинотипным массивам тектонизированных ультрамафитов, принадлежащих к дунит-гарцбургитовой ассоциации габбро-перидотитовой формации. В районах месторождений гарцбургиты и дуниты серпентинизированы в различной степени и образуют полную гамму переходов от неизмененных пород или пород слабо серпентинизированных до пород нацело серпентинизированных. Тектонизированные ультрамафиты образуют ядра, размеры которых колеблются от первых сантиметров до нескольких километров по длинной оси. Кроме указанных выше пород встречаются лерцолиты и вебстериты, амфиболиты. Массивы имеют линейную ориентировку вдоль сутурных линий или надвиговых фронтов и представляют собой протрузии. Большинство рудных тел окаймляют ультрамафитовые ядра и имеют форму линз, лент и пластов. Каждое тело имеет внутри зональность асбестоносности. Все залежи объединяются в рудные поля, число которых часто зависит от количества крупных ядер ультрамафитов. Массивы ультрамафитов и рудные тела рассечены системами более поздних разрывных нарушений, полости которых часто выполнены дайками кислого состава, в контакте с которыми руды испытывают антигоритизацию и оталькование.

Геолого-промышленные типы месторождений хризотил-асбеста Казахстана

Геолого-промышленный тип месторождений	Геологическая формация (группа формаций, ассоциация)	Структурно-морфологические типы рудных тел	Главнейшие типы асбестоносности	Положение волокна по отношению к стенкам вмещающих полостей	Параметры объектов		Главнейшие объекты	
					в мире	в Казахстане	в мире	в Казахстане
Поперечно-волокнистого зонально размещенного хризотил-асбеста в серпентинизированных ультрамафитах – баженовский тип	Габбро-пегматитовая формация, дунит-гарцбургитовая ассоциация	Пластообразные тела, ленты и линзы	Простые и сложные отороченные жилы, крупная и мелкая сетка жил, мелкопрожил	Поперечное, реже косое и изогнутое, еще реже продольное	До уникальных	До уникальных	Баженовское, Киембаевское (Россия), Тетфорд (Канада), Шабани (Зимбабве)	Джетыгара, Батмановское, Хангау
Поперечно-волокнистого хризотил-асбеста в серпентинитах – лабинский тип	Габбро-пегматитовая формация	Жилы, ленты	Одиночные и сложные жилы, мелкая сетка, мелкопрожил	Поперечное, реже косое и изогнутое	Мелкие	Мелкие	Лабинское, Псянчиское (Россия), Нью-Амиантус (США)	Джамбульское, Гарланатское
Продольно-волокнистого хризотил-асбеста в серпентинитах – карачаевский тип	Габбро-пегматитовая формация	Линзы, жилы, ленты	Одиночные, простые и сложные жилы, крупная и мелкая сетка, мелко-прожил	Продольное, реже косое, чрезвычайно редко поперечное	До крупных	До крупных	Карачаевское (Россия), Бунайское, (Таджикистан)	Ешкильмес, Шайтанас, Агжал, Южное Айрау, Джангабул
Хризотил-асбеста в серпентинизированных доломитах – аспагашский тип	Группа осадочных формаций (доломиты)	Линзы, жилы, ленты	Простые и сложные жилы	Любое	До крупных	-	Аспагашское (Россия), Аризона (США)	Нет

Запасы асбеста на этих месторождениях достигают десятков миллионов тонн. Качество хризотил-асбеста зависит от типа асбестоносности, развитого в рудных телах. Подавляющее большинство жил поперечно-волокнутое. Оптимальным является широкое развитие крупной и мелкой сетки жил, которые, с одной стороны, дают максимальный выход волокна, а с другой – характеризуются максимальной интенсивностью асбестоносных жил.

В Казахстане объекты баженовского геолого-промышленного типа широко распространены. На Уральском щите это два месторождения – Джетыгаринское и Батмановское и многочисленные проявления, залегающие во фрагментах океанских литосферных плит, которые расположены как вблизи сутурных линий, так и в зонах обдукции.

В пределах Восточно-Казахстанского щита объекты, которые можно отнести к баженовскому типу, также многочисленны и занимают сходную геологическую позицию. Они известны во фрагментах океанских литосферных плит вблизи Тектурмасской, Шидертинской, Кентерлауской, Жалаир-Найманской, Акшатауской, Тарбагатайской, Чарско-Горностаевской и других сутурных линий. Они известны также среди ультрамафитов обдукционных зон: Боровской, Шидертинской, Кендыктасской, Прибалхашской, Акбастау-Космурунской.

Среди геологических объектов баженовского геолого-промышленного типа в Восточно-Казахстанском щите выделяется Хантауское месторождение. Остальные проявления изучены слабо.

Джетыгаринское месторождение занимает ведущее место среди асбестовых месторождений Казахстана. Поскольку особенности геологического строения, методика изучения и результаты эксплуатации этого уникального по количеству запасов месторождения периодически публикуются на страницах научных журналов, рассмотрим здесь другие месторождения Казахстана.

Батмановское месторождение хризотил-асбеста расположено на Южном Урале, в Карабалыкском районе Костанайской области, в 28 км к юго-юго-востоку от районного центра

Карабалык. В 1962 г. при оценке коры выветривания Батмановского ультраосновного массива на никель и кобальт и в 1962-64 гг. во время комплексной геологической съемки масштаба 1:50000 в керне скважин были отмечены прожилки поперечно-волокнутого асбеста. Целенаправленные поиски хризотил-асбеста на массиве были осуществлены в 1980-1982 гг., а в 1982-1985 гг. были проведены поисково-оценочные работы с подсчетом запасов месторождения А. Н. Лепиловым, Е. В. Зоренко и др.

Месторождение приурочено к Батмановскому ультраосновному массиву, который относится к притобольско-аккаргинскому гипербазитовому силурийско-девонскому магматическому комплексу Тургайского прогиба. В плане массив имеет сложную форму, вытянутую в северо-восточном направлении на 5,5 км при ширине до 2 км, и серией даек диоритовых порфиринов расчленен на Западный и Восточный блоки, с которыми связаны одноименные залежи хризотил-асбеста. Крутопадающим асбестовым залежам массива свойственна зональность баженовского типа, имеющая кольцевое расположение вокруг перидотитовых ядер как в плане, так и в разрезе.

Западная залежь, имея протяженность 1,8 км при ширине до 0,7 – 0,8 км, окаймляет сгруппированные многочисленные ядрышки серпентинизированных ультрабазитов. Промышленная асбестоносность представлена сложными, простыми и отороченными жилами и жилками сетчатого типа в хризотил- и хризотил-лизардитовых серпентинитах. Восточная залежь во много раз больше Западной и в виде эллипсоида с крутым субвертикальным падением вытянута на 5 км при ширине блока 1,6 км. Центральная часть блока представлена раздробленным крупным ядром серпентинизированных ультрабазитов, вокруг которого серпентиниты смешанного состава содержат промышленную асбестоносность. Установлено, что с глубиной насыщенность пород асбестом заметно не уменьшается, так что возможность обнаружения новых залежей на более глубоких горизонтах не исключается.

Предварительно оцененные запасы до глубины 200 - 300 м классифицированы по категории C_2 в количестве 2 638 тыс. т, а по категории P_1 – 406 тыс. т. Среднее содержание волокна в целом в

пределах промышленных типов асбестоносности по сумме I-VI сортов (класс крупности +0,5мм) равно 1,36 %* при бортовом содержании волокна 1 % условного VI сорта.

Хантауское месторождение хризотил-асбеста расположено в Жамбыльской области в 22 км от железнодорожной станции Хантау. Хризотил-асбест в горах Хантау выявлен в 1959 г. И. Л. Клименко и др., а последующими работами к 1966 г. установлено наличие месторождения. Оно приурочено к массиву ультрамафитов габбро-перидотитовой формации. Хантауский массив прослежен на 9 км с северо-запада на юго-восток при небольшой ширине (200-220 м), а местами прерывается и делится на части: северо-западную, центральную, юго-восточную.

Асбестоносной является центральная часть, где поисково-разведочными работами установлены две асбестоносные зоны: Западная и Восточная. Они отличаются друг от друга формой асбестовых залежей, типами жилкования, содержанием и длиной волокна хризотил-асбеста и др.

Западная асбестоносная зона более богатая, протягивается на 1800 м при мощности от 20 до 90 м. Рудное тело имеет форму крутопадающей пластины. На глубину прослежено до 280 м. Вмещающие породы в основном представлены серпентинитами антигорит-хризотилового состава зеленого, зеленовато-серого цвета. Хризотил-асбест поперечно-волокнистый, встречаются косо- и продольно-волокнистые разновидности. Установлено несколько типов жилкования хризотил-асбеста. Кроме просечек развиты простые и сложные жилы, которые тяготеют к западному контакту рудного тела, а также мелкая сетка и мелкопрожил. Содержание асбеста очень неравномерное и меняется от долей процента до 15-17 % по сумме первых шести сортов (класс крупности +0,5 мм), в среднем составляя 3,4 % . Длина волокна небольшая, до 5, иногда до 10 мм.

Восточная асбестоносная зона представляет собой линзу длиной 1,5 км и средней мощностью около 60 м. Хризотил-асбест в основном косо- и продольно-волокнистый, реже поперечно-

волокнистый. Встречаются мелкосетчатая и мелкопрожилковая асбестизация с бедным содержанием первых шести сортов до 1 %. В асбестовых жилах установлено высокое (до 14 %) содержание немалита. По геологическому строению и генетической принадлежности Восточная асбестоносная зона является как бы переходной между баженовским и карачаевским геолого-промышленными типами. Запасы хризотил-асбеста Хантауского месторождения, подсчитанные по сумме шести сортов, 1,0 млн. т (Западная асбестоносная зона). Геологические запасы оцениваются в пределах 3-3,5 млн. т.

Объекты *лабинского геолого-промышленного типа* широко распространены как в мире, так и в Казахстане.

Среди них многочисленны мелкие месторождения: Лабинское, Псянческое, Устейское, Кускунугское (Россия), Нью-Амиантус, Хавелок (ЮАР) и другие. Иногда подобные рудные тела встречаются на месторождениях баженовского типа, например на Красноуральском и Алапаевском в России.

Месторождения лабинского типа залегают полностью в серпентинизированных ультрамафитах (серпентинитах), породообразующим минералом в которых является лизардит. Учитывая, что рассматриваемые объекты часто проявляют пространственную связь с месторождениями баженовского типа, можно предположить, что вмещающие серпентиниты большей частью возникают по образованиям дунит-гарцбургитовой ассоциации габбро-перидотитовой (альпинотипной) формации.

Рудные залежи представляют ленты и полосы серпентинитов, рассеченные одиночными и сложными жилами, редко мелкой сеткой и мелкопрожилом. Структурно-тектоническая позиция объектов этого типа практически не отличается от таковой баженовского типа.

В Казахстане известны многочисленные рудопроявления, залегающие в Боровском районе, Чу-Балхашской, Шидертинской, Олетинской, Каратауской, Шарско-Горностаевской и Заилийской минерагенических зонах. Наиболее изученные из

* В связи с тем что все месторождения Казахстана были изучены до введения новой методики обработки проб асбеста по классам крупности, здесь и далее содержания асбеста указываются для первых шести (I-VI) сортов асбеста, что соответствует содержанию асбеста по классу +0,5 мм.

них располагаются в Шу-Балхашской зоне, к их числу относятся Джамбульское и Тарланатское.

Джамбульское проявление залегает в серпентинитах Джамбульского массива, образующих линзы среди габбро. Серпентиниты – черные, зеленовато-черные, зеленые, чаще массивные, иногда рассланцованные, развиты, вероятно, по гарцбургитам и верлитам. Размеры линз серпентинитов в целом не велики (15-25 м в длину и 5 м в ширину); единичные линзы имеют более крупные размеры (мощность одной линзы достигает 80 м). Асбестовые жилы выявлены лишь в трех линзах серпентинитов. Асбест поперечно-волокнистый. Мощность жил колеблется от 0,5 до 3 см. По типу асбестоносности выделяются одиночные и сложные отороченные жилы, распространен мелкопрожил.

Асбестоносные линзы серпентинитов концентрируются в северо-восточной части массива, расстояние между ними 15-150 м. На двух асбестоносных линзах проведены поисково-разведочные работы. Запасы хризотил-асбеста подсчитаны в количестве 4110 т. Массив оценен как бесперспективный [5].

Тарланатское проявление находится в северо-западной части Тарланатского габбро-перидотитового массива, в 20 км на юго-восток от рассмотренного выше Джамбульского. Проявление занимает площадь около 3 000 м² и приурочено к краевой части массива, вблизи тектонического контакта его с песчано-конгломератовой толщей карадокского возраста. Непосредственно в зоне контакта, в рассланцованных серпентинитах, асбест наблюдается в виде сплюснутых по плоскостям сланцеватости продольно-волокнистых масс. Местами жилы имеют прямолинейные ограничения, местами они изогнуты. Волокно ломкое, но без примеси немалита. На удалении от контакта, в массивных серпентинитах, асбест поперечно-волокнистый, нормальной прочности. Он встречается здесь в виде одиночных жил, нередко отмечаются мелкая сетка и мелкопрожил. Содержание хризотил-асбеста неравномерное и колеблется от 0,36 до 5 - 8 %. Асбестоносные серпентиниты прослежены до глубины 25 м, причем асбестоносность с глубиной не исчезает. Тарланатское проявление хризотил-асбеста является наиболее крупным представителем лабинского

геолого-промышленного типа в Казахстане. Перспективы его вызывают сомнения, хотя некоторые исследователи оценивали их положительно.

Объекты *карачаевского геолого-промышленного типа* распространены в мире широко. К их числу относятся Ист-Брутон (США), Слип (Зимбабве), Бунайское (Таджикистан), Карачаевское и Мойвинское (Россия), Ешкиольмес (Казахстан). Как правило, они залегают в смятых и интенсивно рассланцованных апоперидотитовых серпентинитах, испытавших полную лизардитизацию, хризотилизацию и антигоритизацию. Рудные залежи имеют линзо- и лентообразную форму, изредка образуют жилы. Большая часть асбеста продольно-волокнистая, хотя наблюдаются жилы с косым и поперечным волокном. Асбестовые жилы образуют либо одиночные жилы, либо сетку, в значительной степени деформированную, с уплощенной формой ячеек. Особенности месторождений этого типа являются интенсивная деформация как жил, так и вмещающих пород, наличие многочисленных пострудных разрывных нарушений, зеркал скольжения. В жилах часто присутствует немалит, делающий асбестовое волокно хрупким. В Казахстане объекты карачаевского типа известны в Улытауском минерагеническом поясе (месторождения Ешкиольмес, Шайтантас, Акжал, Южное Аиртау, Джангабул).

Месторождение Ешкиольмес расположено в 130 км к северо-западу от г. Жезказган. Как проявление известно с 1912 г. Месторождение было впервые изучено К. И. Сатпаевым и И. С. Яговкиным, разведано Ю. И. Кручьяковым, В. Н. Годовиковым и А. В. Струтынским в 1951-1961 гг. Качество волокна оценивалось рядом институтов, в том числе КазИМС. Минералогия месторождения детально изучена О. Б. Бейсеевым [6].

Месторождение находится в юго-западной части Восточно-Казахстанского щита, в Улытау-Арганатинской системе аккреционных призм. Среди последних устанавливаются две меридиональные сутурные линии: Восточно-Улытауская протяженностью 200 км и Западно-Улытауская протяженностью 300 км, которые трассируются раннепалеозойскими ультрамафитами. Месторождение Ешкиольмес располагается

в ультрамафитах Восточно-Улытауской сутуры. Ешкиольмесский массив, к которому приурочено месторождение, представляет собой крупное линзообразное тело длиной 12 км, шириной 2 км, падающее в северо-восточном направлении под углом 70°. Вмещающими породами для ультрамафитовой протрузии являются гнейсы и сланцы нижнего протерозоя. Краевые части массива сложены интенсивно метаморфизованными габбро, местами окаймленными амфиболитами. В средней части массива расположены две крупные линзы хризотил-антигоритовых и хризотилитовых серпентинитов, развитых в основном по пироксеновым перидотитам. Серпентинитовые линзы в осевой части массива отделены друг от друга серпентинизированными пироксенитами и габбро. На севере осевой части массива выделяется относительно крупное ядро слабо серпентинизированных, оталькованных пироксенитов, среди которых преобладают бронзититы и реже встречаются вебстериты.

Среди жильных образований установлены габбро-диабазы и лампрофиры. В секущем залегании находятся тела гранат-пироксеновых и хлорит-гранатовых пород.

На месторождении установлено два этапа асбестообразования. На первом этапе возникли массивные серпентиниты с поперечно-волокнистым асбестом, образованным, по мнению А. В. Струтынского [7], автометаморфическим путем. Эти руды во втором, аллометаморфическом, этапе в результате последующих тектонических деформаций массива превратились в смятые серпентиниты. При смятии пород асбест в жилах приобрел сначала косо-волокнистую, а затем продольно-волокнистую текстуру. Гидротермы второго этапа усложнили минеральный состав асбестовых жил, в них отложилось большое количество немалита, магнетита и других минералов.

Месторождение представлено двумя асбестоносными залежами: Западной и Восточной, приуроченными к соответствующим разломам. Асбестовые жилы в залежах развиты по трещинам среди серпентинитов. Западная залежь имеет падение на северо-восток под углом 50°. Длина залежи составляет 4300 м, средняя мощность на Северном участке 50 м, Центральном – 160 м, Южном – 165 м. Залежь

прослежена до глубин 250 - 300 м и одной скважиной до 600 м.

Восточная залежь тоже имеет северо-восточное падение под углами 60-70° и общую протяженность 5200 м. Она состоит из трех крупных рудных тел: Северного, Центрального и Южного, которые отделены друг от друга небольшими участками безрудных серпентинитов.

На месторождении выделяются два основных типа руд: массивные серпентиниты с поперечно-волокнистым асбестом и в различной степени смятые серпентиниты с продольно-волокнистым асбестом. В массивных рудах наблюдаются почти все типы асбестоносности: одиночные и сложные жилы, крупно- и мелкосетчатые жилы, мелкопрожил и просечки. Мелкопрожил и просечки наиболее распространены. Однако характерной для баженковского типа зональности типов асбестоносности не наблюдается.

Второй тип руд слагает подавляющую часть залежей (около 95 %). В нем по степени смятия выделяются слабо и сильно смятые серпентиниты с продольно-волокнистым асбестом. Слабо смятые руды слагают серпентиниты хризотил-антигоритового и антигоритового составов с мелко-параллелепипедальной или плитчатой отдельностью и повышенной трещиноватостью. Жилы асбеста в них косо- и продольно-волокнистые. Они образуют косоугольную сетку, реже бывают субпараллельными. Асбестовые жилы в основном полиминеральные, количество сопутствующих минералов в них достигает 20 %. Волокно имеет низкую прочность. В смятых рудах волокно обычно тесно срастается с немалитом, магнетитом и кальцитом, количество которых достигает 20 % объема жил. Слабо смятые руды составляют 65-70 %, сильносмятые – 25-30 %, массивные – 4-5 % от общих запасов месторождения.

Среднее содержание геологических сортов асбеста в целом по Ешкиольмесскому месторождению для всех разновидностей руд по сумме первых шести сортов составляет 1,53 %. Удельный выход I – III сортов – 11,1 %.

Месторождение разведано, подсчитаны запасы по категориям В и C₁: до глубины 300 м – 4,7 млн. т, глубже, до 500 – 600 м – 5,6 млн. т, всего 10,3 млн. т. Горно-технические условия разработки

месторождения несложные: обводненность залежей слабая, зона выветривания незначительная, залежи выходят на поверхность на полную мощность, коэффициент вскрыши не превышает 1,77. Несмотря на это, в связи с отрицательными результатами технологических исследований эти запасы переведены в забалансовые. Освоение месторождения определено как экономически нецелесообразное вследствие относительно низкого содержания асбеста, наличия в нем немалита и пониженной прочности волокна.

Акжалское месторождение является типичным представителем карачаевского геолого-промышленного типа. Оно приурочено к одноименному массиву, который состоит из небольших линз серпентинитов, разбросанных на площади 20 км²: они образуют полосу длиной 16 км, шириной 1-200 м северо-восточного направления. Установлено более 30 тел сильно перемятых и рассланцованных антигоритовых серпентинитов, которые не содержат реликты первичных гипербазитов.

Поисково-разведочными работами 1959-1963 гг. в районе месторождения определены некоторые особенности хризотил-асбеста исключительно продольно-волокнутого. Содержание немалита достигает 40-60 %. Выявлено несколько асбестовых рудных тел. Содержание хризотил-асбеста не превышает по сумме шести сортов 1,5-1,6 %. Асбест ломкий.

В настоящий момент месторождения карачаевского геолого-промышленного типа в Казахстане промышленного значения не имеют.

Месторождения *аспагашского геолого-промышленного* типа известны в России (Аспагашское), Киргизии (Укокское, Баркраксай), ЮАР (Каролина), США (Глоб, Гумбстон, Аризона) и других странах. Они распространены ограниченно и обычно небольших размеров, крупные объекты встречаются крайне редко. Проявления аспагашского типа приурочены к участкам развития магнезиальных карбонатных пород, прорванным разными по размерам интрузиями мафическо-салического состава [1]. В асбестоносных доломитах всегда имеются пачки

и прослой глинистых доломитовых мергелей. На месторождениях известны интрузивы различной формы и параметров. Массивы обычно сложены гранитоидами (месторождения Укокское, Баркраксай), реже габброидами. Дайки образованы микрогранитами и спессартитами.

Развитая здесь серпентинизация охватывает обычно мергели полностью и участки доломитов, расположенные вдоль контакта с мергелями. Редко доломитовые пласты серпентинизированы тоже полностью. Серпентинизация сопровождается развитием офиокальцита и мраморизацией доломитов. Иногда наблюдается скарнирование. Вторично измененные породы имеют зональное строение. Зональность ориентирована перпендикулярно напластованию пород. Вдоль и вблизи поверхностей напластования пород развиваются серпентиниты, на некотором удалении от этой поверхности располагается офиокальцит, мраморизация наблюдается лишь в доломитах. Кроме плоскостей напластования серпентинизация развивается вдоль разрывных нарушений. Жилы серпентинита, секущие доломиты и доломитовые мергели всегда окружены каймой мраморов, состав которых чисто кальцитовый. На ряде объектов, где известны интрузивы гранитоидного состава, устанавливается скарнирование, предшествовавшее процессу серпентинизации. Серпентинизация наложена на скарны, однако интрузивы находятся в секущем положении к ней.

Асбестовая минерализация пространственно связана с серпентинитами и представлена сложными и простыми типами жил, протягивающимися согласно с простираем серпентинитовых полос. Большинство жил сложено поперечно-волокнустым асбестом. Содержания асбеста в рудах невысокие и составляют 0,5-1,0 %. Преобладает коротковолокнистый асбест, однако встречаются жилки с волокном 2-3 см. Руды маложелезистые, что повышает в определенной мере их ценность.

В Казахстане известны лишь одиночные проявления аспагашского типа, которые находятся в Западном и Юго-Западном Прибалхашье, Каратау и Южной Джунгарии.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Артемов В. Р., Колбанцев Р. В.* Хризотил- и антофиллит-асбест// Критерии прогнозной оценки территорий на твердые полезные ископаемые. Л.: Недра, 1986. С. 580 - 601.
2. *Татаринов П. М.* Генетические типы месторождений хризотил-асбеста// Месторождения хризотил-асбеста СССР. М., 1967. С. 16 - 25.
3. *Алиева О. З., Смирнов Ю. В.* Метаморфизм и минералогия гипербазитов дунит-гарцбургитовой формации в связи с эволюцией структурных элементов геосинклинали // Асбесты СССР. М., 1974. Вып. 1. С. 54-71.
4. *Артемов В. Р.* Перспективы хризотил-асбестоносности на восточном склоне Южного Урала// Советская геология. 1958. № 10. С. 100 - 117.
5. *Бок И. И., Ведерников Н. Н., Клименко Н. Л.* Асбест и тальк// Геология СССР. Т. XL. Южный Казахстан. Полезные ископаемые. М.: Недра, 1977. С. 246 - 252.
6. *Бейсеев О. Б., Жусупов М. Е.* Минералогическое и технологическое изучение хризотил-асбеста Ешкиольмесского месторождения с целью очистки и облагораживания// Минералогическое и технологическое изучение асбестов Казахстана. Алма-Ата, 1977. С. 129 - 164.
7. *Струтынский А. В.* Месторождения хризотил-асбеста// Геология СССР. Т. XX. Центральный Казахстан. Полезные ископаемые. Кн. 1. М.: Недра, 1989. С. 428 - 437.