

УДК 549.08:676.2

О ПИКРОЛИТАХ И АСБОФИТАХ БАЖЕНОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

В.А. Зырянов, Г.Ф. Тюменцева, П.В. Свергунов, А.А. Файнберг

*Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт
асбестовой промышленности (НИИпроектасбест)*

Общие сведения

На Баженовском месторождении довольно часто встречается грубоволокнистый асбестоподобный минерал в виде продольно-, косо- и реже поперечноволоконистых жил. Несмотря на более 110-летний период эксплуатации месторождения, этот минерал недостаточно изучен и не имеет однозначного названия. Геологи называют его по-разному: «пикролит», «асбофит», «спутанноволокнистый асбест», «конское мясо», «серпофит-асбест». Чаще же употребляются термины «пикролит» и «асбофит». Термин «пикролит» ввел Гауссман в 1808 г., позднее в 1847 г. он описывал пикролит как «тонко- и более или менее скрытоволокнистый, с параллельными или разбегающимися волокнами, излом удлиненно-занолистный». М.П. Мельников (1886) отмечает, что «пикролит Гауссмана является листоватым, а иногда жилковатым и асбестовидным». Браунс (Brauns R.N., 1887) предложил в качестве руководящего признака для пикролита считать радиальнолучистые, эллипсообразные и сферолитовые структуры, которые выявляются под микроскопом при скрещенных николях. По В.В. Черных [7] пикролит «образует тонкие серовато-зеленые пластинки, а также примазки в трещинах плотного змеевика». Вебски М. [8] в серпентинитах Силезии наблюдал пикролит, «переходящий с одной стороны в офит, с другой – в хризотил». Пикролитом по Н.Д. Соболеву называется «разновидность волокнистого серпентина, которая встречается вдоль плоскостей тектонических нарушений, связанных с блоковой структурой массива. Пикролит состоит из пучков и снопов грубых волокон, расположенных приблизительно параллельно плоскости трещин; он обычно мягок, от белого до желтовато-зеленого цвета, жирный на ощупь, имеет занозистый излом. Волокна расщепляются с трудом и обычно легко ломаются и рвутся» [5]. Рентгеноструктурные исследования одного из музейных образцов пикролита показали его принадлежность к антигориту [9]. Вероятно, в связи с этим В.Р. Артемов предлагает «закрепить термин пикролит за разновидностью жильного антигорита независимо от его текстурных и структурных особенностей» [1].

Как видно из приведенных описаний, исследователи по-разному определяют минерал, называемый ими пикролитом. Столь же неоднозначно определяется минерал, описываемый как асбофит.

«Асбофит» был введен в терминологию и исследован Ф.В. Сыромятниковым [6]. Он пишет, что асбофит в отличие от асбеста не растрепывается на тонкие пучки волокон и обращает на себя внимание своеобразной текстурой. Однако В.Р. Артемов указывает, что приведенная Ф.В. Сыромятниковым характеристика асбофита не позволяет однозначно решить вопрос о принадлежности описанного образца к асбофиту (в статье нет рентгенограмм) и считает целесообразным закрепить этот термин «за разновидностями жильного хризотила, по своим физико-механическим свойствам, занимающими промежуточные положения между эластичным асбестом и офитом (не распушивающимся на волокна жирным серпентином). Прядки асбофита плохо расщепляются по сравнению с асбестом, но все же расщепляются на волокна, более или менее прочные и гибкие» [1]. В свою очередь В.Р. Артемовым были исследованы два образца асбофита из Баженовского месторождения. Первый из них из коллекции В.А. Вознесенского (ЦНИГРИ, музей), второй – из коллекции П.М. Татаринова. Первый образец, по описанию В.Р. Артемова, «представлял собой продольноволокнистый хризотил-асбест медово-желтого цвета, с некоторым трудом, но все же расщепляющийся на гибкие, более или менее прочные волокна, значительно уступающие, однако, по прочности эластичному асбесту». Второй образец «по физическим свойствам во многом напоминает первый, но цвет его зеленовато- или желтовато-белый». В указанной работе приводится термограмма и электронно-микроскопический снимок дисперсных частиц первого образца, обозначенного им № 1005. На термограмме четко фиксируются раздвоенные пики эндотермического эффекта при температуре около 700°C и экзотермического – при температуре 770-810°C. На электронно-микроскопическом снимке дисперсные частицы представлены волокнами, более короткими и более тонкими (160-230 Å) по сравнению с хризотил-асбестом. Результаты исследований второго образца не приводятся.

На наш взгляд, судя по электронно-микроскопическому снимку, образец № 1005, скорее всего, представлял собой смесь продольноволокнистого асбеста с офитом.

При исследовании офитов К.Г. Башта с соавторами [2] отмечают, что по мере «приобретения офитовым агрегатом все более совершенного волокнистого строения» он переходит в асбофит. Приведенный в работе электронно-микроскопический снимок дисперсных частиц асбофита очень напоминает снимок образца № 1005. Кроме того, в работе отмечается, что «асбофиты состоят из трубок диаметром 100-150 Å».

А.С. Варлаков с соавтором [3] предлагают описываемый В.Р. Артемовым и К.Г. Баштой жильный серпентин с гибкими волокнами, имеющими очень малый диаметр (0,008-0,015 мкм), относить к особой разновидности хризотил-асбеста, но не к асбофиту.

Н.Д. Соболев к асбофиту относит «поперечноволоконистый или шестоватый минерал зеленоватого цвета, сходный с хризотил-асбестом по химическому составу и оптическим свойствам, но не расщепляющийся на волокна или пучки волокон. Асбофит представляет разновидность серпентина, тонковолокнистое строение его отчетливо видно в шлифе в скрещенных николях микроскопа».

В геологическом словаре пикролит определяется как волокнистая разновидность антигорита, но в противоположность хризотилу его волокнистость ориентирована параллельно оси [010], а асбофитом называется разновидность серпентина, промежуточная между асбестом и офитом со структурой либо хризотила, либо лизардита.

На наш взгляд, приведенные выше описания пикролита и асбофита характеризуют один и тот же минерал, который встречается в асбестоносных породах Баженовского месторождения и особенно в большом количестве обнаружен нами на залежи 2-я Старая. В связи с этим целью настоящей статьи является детально исследовать этот минерал, определить принадлежность его к той или иной структурной разновидности серпентинов и дать ему однозначное определение.

Описание пикролита (асбофита) Баженовского месторождения

Следует сразу же отметить, что встречающийся на Баженовском месторождении грубоволокнистый минерал очень неоднороден, даже в пределах одной жилы: часть волокон представлена гибкими грубоволокнистыми прядями, другая часть – сцементированными текстурированными разностями, при механическом воздействии на которые они разволакиваются на мягкие ватоподобные короткие волокна и зернистую часть, очень похожую на офит. Создается впечатление, что участки офита как бы обрастают волокнами и оперяют его по плоскостям спайности. Исходя из этого, можно предположить, что вышеперечисленные авторы исследовали случайные образцы, отобранные из различных участков жил.

На залежи 2-я Старая пикролит (асбофит) встречается как на плоскостях скольжения в виде длинных (20-30 см) агрегатов, так и в виде отороченных жил, подобных жилам хризотил-асбеста, но жилы мощностью до 50-60 мм сложены пикролитом (асбофитом) косоволокнистого строения. При этом часто наблюдаются переходы от грубоволокнистой мягкой разности к груботекстурированной офитоподобной и даже к текстурированному

каменистому офиту, вдоль плоскостей текстурированности которого развиты волокнистые агрегаты. Иногда встречаются жилы, внутри которых от одного контакта к другому наблюдаются переходы хризотил-асбеста к грубоволокнистому и далее к офитоподобному серпентину.

Цвет волокнистого пикролита (асбофита) – белый, с сероватым оттенком или серый, а груботекстурированного – серый, зеленоватый, желтоватый и синеватый.

Гибкие грубоволокнистые пряди после одного-двух перегибания поперек волокнистости легко разрываются или даже раскрашиваются. Грубоволокнистость обуславливается тем, что отдельные пряди, как бы цементируются зернистым материалом.

Под биноклем гибкие длинноволокнистые агрегаты разделяются на грубые пряди волокон, очень похожие на хризотил-асбест, но в отличие от него, больше напоминают тонкие ленты. При растирании пикролита (асбофита) в ступке образуются мягкая волокнистая и жесткая зернистая фракции. После разделения этих фракций путем просеивания, на сите остается белый войлоко- или ватоподобный материал, а в просев уходят зерна офитоподобного минерала угловато-уплощенной и призматической формы.

Волокнистая фракция под биноклярной лупой и под микроскопом выглядит в виде свойлоченных прядей или пучков волокон. При расщеплении длинных прядей волокна разломачиваются и разрываются, образуя метельчатые агрегаты.

Среди волокнистой части встречаются удлиненные и уплощенные зерна офита бледно-зеленого цвета длиной 1-2 мм. Вдоль уплощенности на офите, как бы вырастая из него, развиты волокнистые выделения. На отдельных таких агрегатах видны постепенные переходы текстурированного офита к волокнистой фракции по схеме: офит → пластинчато-волокнистый плохо расщепляющийся, но хорошо текстурированный пикролит (асбофит) → волокнистый ватообразный пикролит (асбофит). При раздавливании волокнистых агрегатов образуется множество мелких частиц, чешуек, коротких обрывков волокон размером до 0,05-0,15 мм и тонкой пыли (<0,01 мм), среди которых встречаются иголки немалита. Кроме того, в сростках пикролита (асбофита) отмечаются зерна магнетита.

Продукты просева представлены офитом, пикролитом (асбофитом), бруситом и магнетитом.

Зерна офита угловато-уплощенной и призматической формы, в большинстве случаев массивной и реже сланцевато-слоистой текстуры.

Брусит наблюдается в виде мелких (до 0,2 мм) пластинок, чешуек, листочков, прозрачных на просвет. Количество брусита достигает 5-15%.

Пикролит (асбофит) присутствует в виде коротких (до 0,5 мм) обрывков моховидного облика с рваными метельчатыми окончаниями. В волокнистой части встречаются пластинки офита и мелкие зерна магнетита (сотые доли мм). При встряхивании волокнистых хлопьев освобождаются пылевидные частицы и мелкие волокна.

На залежи Восточной нами отобран затронутый выветриванием пикролит (асбофит), отличающийся буроватым цветом. Волокна бурого, затронутого выветриванием пикролита (асбофита), как бы сгруппированы в отдельные грубые пряди (ленты) с шелковистым отливом на плоскостях, на которые он сравнительно легко разделяется. Длина прядей, особенно у продольноволокнистых разностей, может достигать 10-15 и более сантиметров. Вдоль волокнистости прядей наблюдаются вытянутые веретено- и линзовиднообразные уплощенные образования длиной от долей сантиметра до 5-6 см и толщиной в поперечнике до 3-5 мм. Сложены они свойлочным асбестовидным минералом.

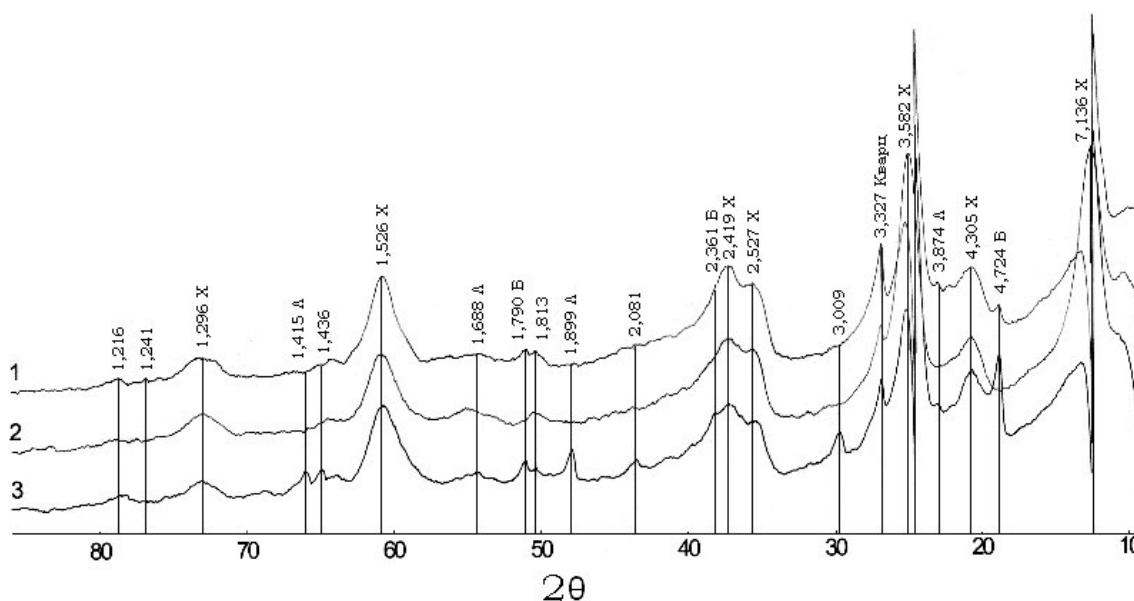


Рис. 1. Дифрактограммы асбофитов: 1 – косоволоконного, 2 – затронутого выветриванием, 3 – продольноволокнистого; х – хризотил, л – лизардит, б – брусит.

Структурные особенности

Для изучения структуры грубоволокнистых агрегатов использованы методы рентгенографического анализа (ДРОН-1,5) и инфракрасной спектроскопии (Specord 75-

IR). Съемка дифрактограмм проводилась в интервале дифракционных углов $9^\circ < 2\theta < 86^\circ$. Режим съемки: излучение $\text{CuK}\alpha$, напряжение 30 кВ, ток 30 А, скорость вращения 4 град./мин., диапазон 400 имп./с (рис. 1).

Из анализа дифрактограмм следует:

– все пробы исследуемых образцов показали их принадлежность к структурной разновидности хризотила;

– в продольноволокнистой разновидности установлена примесь немалита (дифракционные отражения 4,724; 2,361; 1,790 Å), лизардита (3,874; 1,899; 1,688; 1,415 Å) и следы кальцита. Высокая интенсивность отражений свидетельствует о значительном их содержании;

– в косоволокнистой разновидности отмечается меньшее количество примесей немалита и лизардита;

– затронутая выветриванием разновидность представлена исключительно хризотилом.

Таким образом, рентгенографические исследования показали, что грубоволокнистые жильные образования, независимо от ориентировки волокон, в структурном отношении принадлежат к хризотилам.

С целью выявления возможных изменений в структуре использован ИК-спектроскопический анализ. Наиболее информативными показателями при исследовании серпентиновых минералов являются валентные колебания иона $[\text{SiO}_4]^{4-}$ тетраэдрической сетки, обусловленные изменением длины связей между атомами в области волновых чисел 950-1100 см^{-1} и деформационные колебания гидроксильных групп октаэдрической сетки в спектральной области 3600-3700 см^{-1} .

Для сравнения структурных особенностей исследуемых минералов различной степени волокнистости на рис. 2 приведены ИК-спектры поглощения мономинеральных серпентинитов лизардитового, хризотилового и антигоритового составов, а также эластичного хризотил-асбеста нормальной прочности. Как видно из рис. 2, для лизардитов и антигоритов в полосе поглощения валентного колебания иона $[\text{SiO}_4]^{4-}$ наблюдаются дуплеты отражений в области волновых чисел 945 и 1060 см^{-1} для лизардитов и 970 и 1060 см^{-1} – для антигоритов. Для хризотилов характерен триплет отражений с максимумами в области 945, 1020 и 1070 см^{-1} . Кроме того, в полосе деформационных колебаний ОН-группы у лизардитов и антигоритов отсутствует или очень слабо разрешен пик 3640 см^{-1} в отличие от хризотилов, для которых в данной полосе характерными являются два пика (3640 и 3680 см^{-1}).

На ИК-спектрограммах поглощения асбофита, как у породообразующего хризотила и хризотил-асбеста, фиксируется четкий триплет пиков (945, 1020 и 1070 см^{-1}) колебания

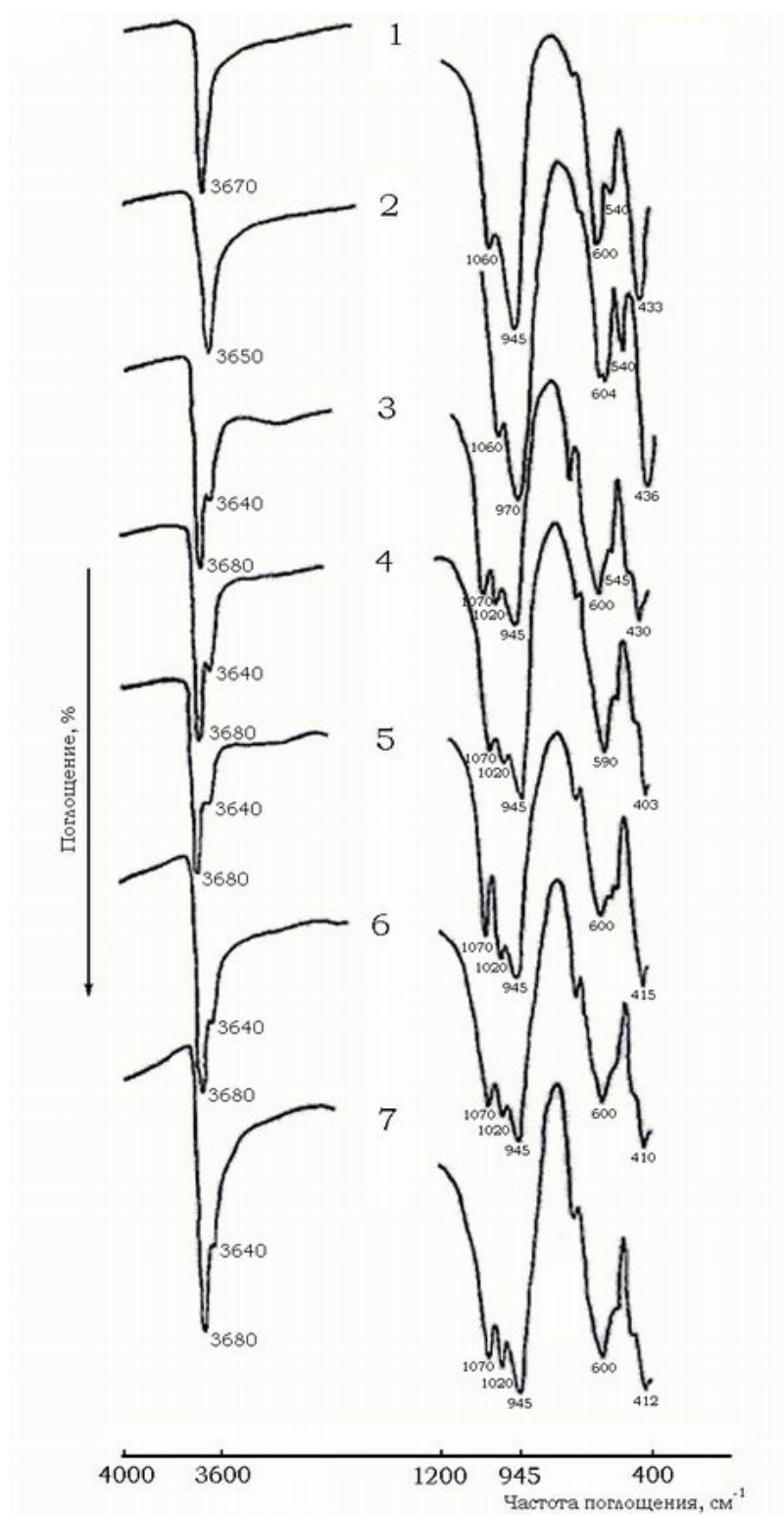


Рис. 2. ИК-спектры поглощения: 1-3 – серпентинитов: 1 – лизардитового, 2 – антигоритового, 3 – хризотилового, 4 – хризотил-асбеста, 5-7 – асбофитов: 5 – косоволокнистого, 6 – затронутого выветриванием, 7 – продольноволокнистого.

иона $[\text{SiO}_4]^{4-}$ кремнекислородной сетки с последовательно убывающими интенсивностями, но в отличие от них обращает внимание более интенсивное разрешение пика в области 1070 см^{-1} (рис. 2, кривые 5-7).

Так же, как и у хризотил-асбеста, наблюдается полоса деформационных колебаний ОН-группы с частотами 3640 и 3680 см^{-1} , но с более слабой степенью разрешенности пика 3640 см^{-1} в структурном внутреннем слое двухслойного пакета. Все это свидетельствует о неоднородности и более низкой степени упорядоченности структуры асбофитов по сравнению с хризотил-асбестом.

Таким образом, как по рентгеноструктурному, так и по ИК-спектральному анализам, все исследованные образцы грубоволокнистого плохо расщепляющегося жильного серпентина Баженовского месторождения, независимо от ориентировки волокнистости, по кристаллической структуре относятся к хризотилам, а, следовательно, их нужно именовать не «пикролитами», а «асбофитами». Особенности кристаллической структуры асбофита и наблюдаемая разновозрастность с хризотил-асбестом свидетельствуют об особых условиях его формирования. Согласно экспериментальным исследованиям по синтезу хризотила [4] подобные серпентины с несовершенной структурой образуются в нейтральной среде, в отличие от хризотил-асбеста, для формирования которого требуются щелочные условия.

Выводы

1. Встречающийся в асбестоносных зонах Баженовского месторождения грубоволокнистый плохо расщепляющийся жильный серпентин по кристаллической структуре аналогичен хризотилам и, в соответствии с определениями в геологическом словаре, его следует называть не пикролитом, а асбофитом.

2. По микроскопическим наблюдениям обнаруживаются постепенные переходы (разволокнение) от массивных офитов к интенсивно текстурированным офитам и далее к асбофиту.

Литература

1. *Артемов В.Р.* Описание разновидностей серпентина // Месторождения хризотил-асбеста СССР. М.: Недра, 1967. С. 355-395.
2. *Баишта К.Г., Гурьев С.А., Корнеева Л.М.* Электронно-микроскопические исследования хризотил-асбеста и офита // Труды ВНИИпроектасбест, Асбест. 1979. Вып. 21. С. 3-18.

3. *Варлаков А.С., Гурьев С.А.* Офиты и повлен-хризотилы в ультраосновных породах // Изв. АН СССР, 1984. Сер. геол. № 12. С. 75-82.
4. *Везенцев А.И.* Исследование в системе $MgO-SiO_2-H_2O$ с целью синтеза хризотил-асбеста для технических целей // Автореф. Дис...канд. геол.-мин. наук. Белгород, 1979. 16 с.
5. *Соболев Н.Д.* Введение в асбестоведение. М.: Недра, 1971. 280 с.
6. *Сыромятников Ф.В.* Асбофит – новая разновидность серпентина. В кн.: «Акад. Дмитрию Степановичу Белянкину» М.: Изд-во АН СССР, 1946. С. 32-40.
7. *Черных В.В.* К минералогии Баженовского асбестового месторождения // Материалы по общей и прикладной геологии. Вып. 151. Изд-во Геол. ком. 1930. 79 с.
8. *Websky M.* Über die Kristall – Structur des Serpentina und einiger demselben zuzurechnenden Fossilien // Zschr. D.D. Geol. Gessellsch. Vol. 10 (1958).
9. *Wittaker E.J.W., Zussman J.* The characterization of serpentine minerals X-ray diffraction // Mineral. Magaz., 1956. Vol. 31. N 233. P. 107-126.