

УДК 553.411:548.55:537.32(571.53)

## КРИСТАЛЛОМОРФОЛОГИЯ И ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПИРИТА И АРСЕНОПИРИТА В ЗОЛОТОРУДНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ ЧЕРТОВО КОРЫТО (ПАТОМСКОЕ НАГОРЬЕ)

Е.А. Вагина, М.А. Рудмин

Томский политехнический университет

E-mail: VEA1986@mail.ru

Рассмотрен состав и пространственное расположение сульфидной минерализации нового месторождения черносланцевого типа Чертово Корыто (Патомское нагорье). Исследованы кристалломорфология и термоэлектрические свойства пирита и арсенопирита. Установлено, что пириту метасоматических пород и кварцевых жил, в отличие от арсенопирита, свойственны разные сочетания граней кристаллов и разные типы термоЭДС. Проведен сравнительный анализ кристалломорфологических форм минералов и их термоЭДС в месторождениях, образованных в черносланцевом и несланцевом (кристаллическом) субстрате. Получены дополнительные результаты, подтверждающие геолого-генетическую однородность месторождений двух совокупностей.

### Ключевые слова:

Месторождение Чертово Корыто, пирит, арсенопирит, кристалломорфология, термоэлектрические свойства.

### Key words:

Chertovo Koryto deposit, pyrite, arsenopyrite, morphology of crystal, thermoelectric property.

### Введение

Кристалломорфологические черты минералов и термоЭДС содержат информацию о генезисе месторождений и могут служить критериями прогноза оруденения, так как различная огранка кристаллов и отличные значения термоЭДС одного и того же минерала зависят от условий его образования. Пирит, например, в околурудных метасоматитах обычно имеет кубический габитус, тогда как в жильном выполнении он может иметь пентагондодекаэдрический и октаэдрический габитус [1, 2]. Арсенопирит, в свою очередь, образует игольчатые кристаллы при более высоких температурах, а коротко-призматические при более низких [1]. Набор простых форм в кристаллах может дать информацию о геохимической специализации металлонесных растворов. Различные по форме кристаллы одного минерала нередко представляют несколько генераций, а, следовательно, и стадий минералообразования. В зависимости от температуры и глубины минералообразования возникает анизотропность термоЭДС сульфидов, что дает возможность использовать термоЭДС в качестве типоморфного признака при поисках месторождений.

В статье приведены первые данные о кристалломорфологии и термоЭДС важнейших сульфидов нового подготовленного к освоению золоторудного месторождения Чертово Корыто, полученных в рамках комплексного исследования, предполагающего изучение минерального состава руд, последовательности образования минеральных комплексов, физико-химических режимов рудообразования, состава растворов и разработку генетической концепции образования оруденения, локализованного в толще углеродистых терригенных сланцев.

### 1. Методика исследования

Месторождение детально разведано вертикальными колонковыми скважинами до глубины 250 м по сети 50×50 м, выборочно 25×25 м. Материалом для работы служили образцы керна скважин, ото-

бранные в 4 профилях, расположенных поперечно к простиранию рудной залежи, — два в центральной части и по одному на противоположных ее окончаниях.

Для извлечения кристаллов небольшие кусочки керна измельчались на щековой дробилке, а затем рассеивались на 4 фракции: <0,2; 0,2...0,5; 0,5...1; 1...2 мм. Крупные кристаллы (более 2 мм) отбирались пинцетом. При помощи магнита отделялась магнитная фракция, представленная пирротинном. Далее пробы отмучивались и отмывались в водной среде. В итоге пробы разделены на тяжелую и легкую фракции. Из тяжелой фракции под бинокулярным микроскопом отделялись пирит и арсенопирит. Всего получено 40 монофракций пирита и 45 — арсенопирита.

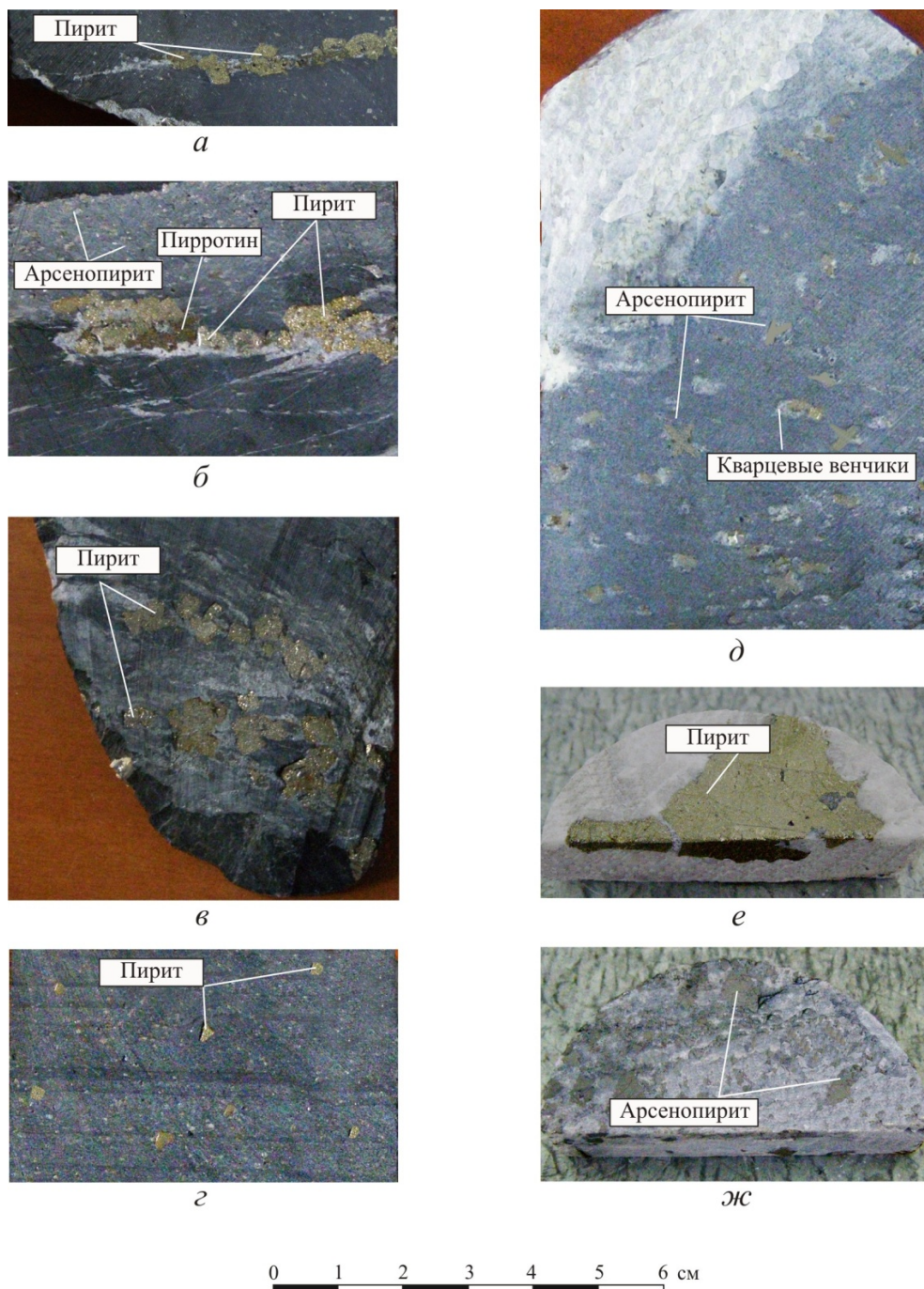
Кристалломорфология изучалась под бинокулярным микроскопом МБС-10. Для удобства количественной оценки в каждой пробе отбиралось от 50 до 100 кристаллов. Термоэлектрические свойства сульфидов изучались на установке, которая была смонтирована в соответствии с принципиальной схемой, предложенной В.Г. Прохоровым [3]. Эта установка дает возможность измерять значения термоЭДС с использованием бинокулярного микроскопа. Замеры проводились при постоянной разности температур между холодным и горячим электродами, равной 150 °С. Перед началом и в процессе работы прибор калибровался по галениту, имеющему дырочный тип проводимости. В каждой пробе измерялось значение термоЭДС у 21—40 кристаллов в течение 10...15 с. В итоге было выполнено 1680 замеров.

### 2. Минеральный состав руд

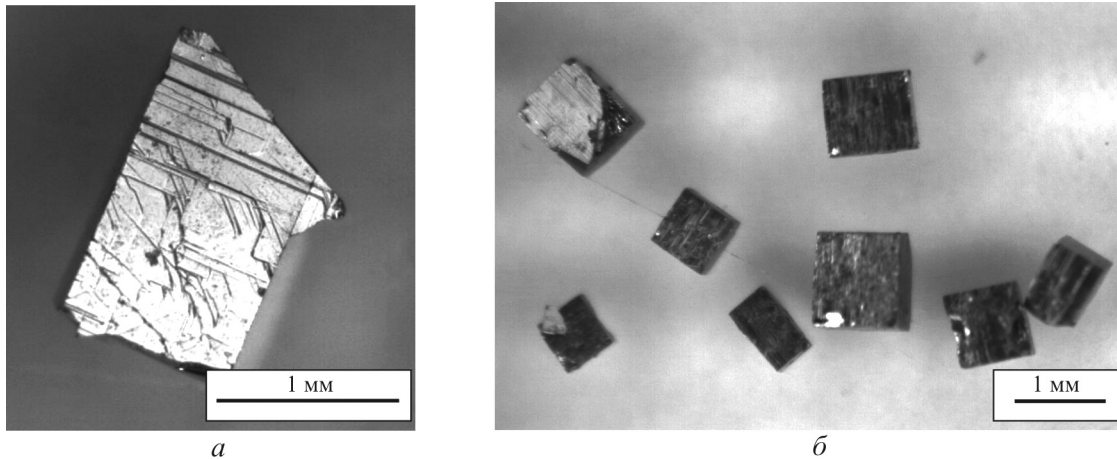
Месторождение расположено на севере Патомского нагорья в бассейне р. Б. Патом. Мощная (150 м) рудная залежь образована в раннепротерозойской углеродистой толще терригенных сланцев михайловской свиты и сложена метасоматитами березит-пропилитовой формации с жильно-прожилково-вкрапленной сульфидно-кварцевой минера-

лизацией [4]. В кварцевых жилах и прожилках сульфиды встречаются эпизодически. Среди сульфидов преобладают пирит, арсенопирит, пирротин, в качестве несущественной примеси в сульфидно-кварцевых комплексах участвуют галенит, сфалерит, халькопирит, микропримеси кобальтина, самородного свинца, ульманита, теллурувисмутита, валлериита. Преобладает свободное золото в кварце [4, 5].

Большая часть пирита представлена разнозернистыми кристаллическими скоплениями, образующими совместно с кварцевыми прожилками и пирротинном отдельные обособления в виде гнезд и линз. Размер зерен изменяется от долей мм и до 10 мм в поперечнике. Такие агрегаты пирита в краевых частях образуют ясно проявленные внешние кристаллические ограничения как в кварце, так и



**Рис. 1.** Сульфидная минерализация руд месторождения Чертово Кoryто: а, в) разнозернистые кристаллические скопления пирита; б) разнозернистые кристаллические скопления пирротина и пирита, образующие гнезда совместно с кварцем, отдельные кристаллы арсенопирита в массе породы; г) отдельные кристаллы пирита в массе углеродистых песчаников; д) крестообразные двойники арсенопирита с «кварцевыми венчиками»; е) мелкозернистые агрегаты пирита в маломощных кварцевых жилах; ж) кристаллические скопления арсенопирита в кварце



**Рис. 2.** Кристаллы и отдельные грани пирита: а) многоцентровая штриховка послойного роста граней (пирит из кварца); б) кубические кристаллы пирита (пирит из пород)

во вмещающей породе (рис. 1, а–в). Пирит также встречается в виде отдельных крупных метакристаллов с четкими ограничениями в основной массе породы с размером зерен до 3 мм (рис. 1, г). Гораздо меньше пирит встречается в мощных кварцевых жилах в виде отдельных зерен и плотных зернистых масс совместно с пирротинном (рис. 1, е).

Большое количество арсенопирита является специфической особенностью данного объекта. Рудное тело пространственно совпадает с аномалиями мышьяка. Основная часть арсенопирита сосредоточена в измененных терригенных породах углеродистой зоны метасоматического ореола в виде рассеянной вкрапленности с размером зерен до 3 мм в поперечнике (рис. 1, б). В крупных кварцевых жилах арсенопирит встречается значительно реже и образует плотные зернистые агрегаты (рис. 1, ж). Как правило, в приближении к относительно мощным кварцевым жилам встречаются крупные кристаллы арсенопирита в виде крестообразных двойников сростания, вокруг которых отчетливо наблюдаются «кварцевые венчики» (рис. 1, д).

### 3. Кристалломорфология пирита и арсенопирита

Пирит из разнозернистых кристаллических скоплений, а также распространенный в виде метакристаллов в основной массе породы образует хорошо ограненные крупные кристаллы размером от 0,02 и до 1 см (рис. 2, б). Преобладает грань куба, в подчиненном развитии отмечается грань октаэдра, образованная не по всем вершинам куба. Нередко видно, что грань (111), развитая только в двух вершинах куба, расположенных по диагонали, занимает положение, параллельное сланцеватости. Поэтому кристаллы пирита в углеродистых сланцах приобретают часто уплощенный облик (рис. 3, а, 1, а, – 3, б). Выделяется два морфологических типа кристаллов (МТК) рис. 3, А, (МТК – 1, 2). Пирит, расположенный в песчаниках, имеет четкие не деформированные кубические кристаллы. На гранях куба отмечается простая комбинационная штриховка (рис. 3, б).

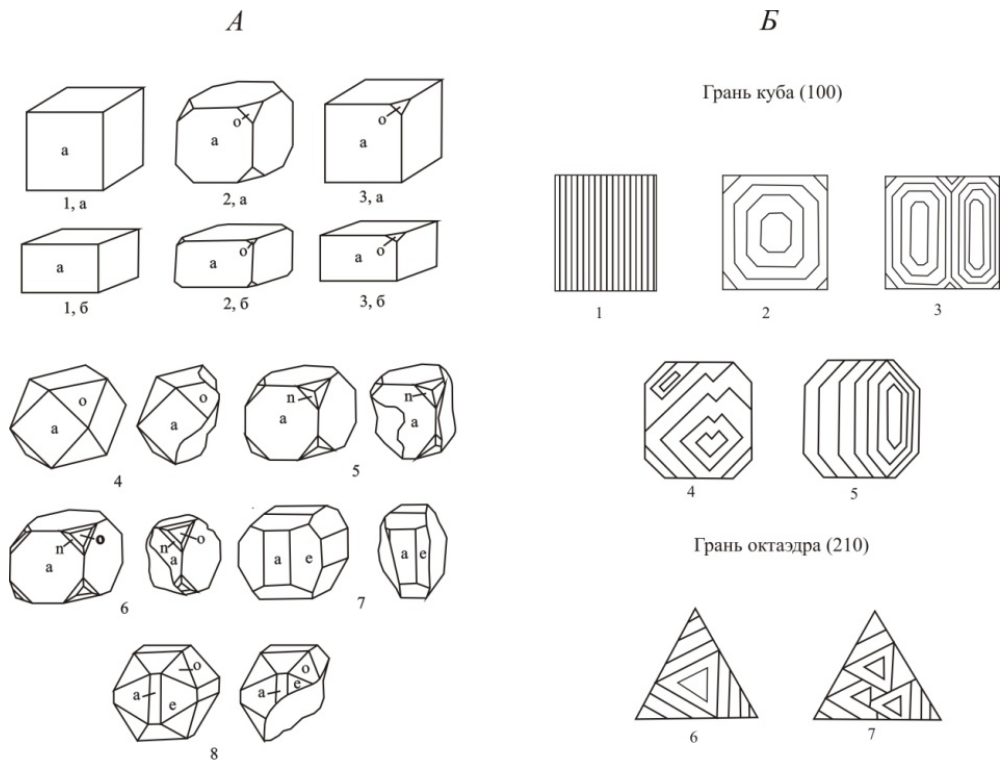
В кварцевых жилах для пирита характерно большее число простых форм. Из них развиты: куб (100), октаэдр (111), пентагондодекаэдр (210) и тетрагонтриоктаэдр (211). Грань куба присутствует во всех комбинациях, развита равномерно. Грани октаэдра, пентагондодекаэдра и тетрагонтриоктаэдра являются подчиненными, по отношению к грани куба (перечислены по убыванию частоты встречаемости). В результате анализа кристалломорфологии было выделено 7 МТК (рис. 3, А, МТК 4–8). Очень часто кристаллы находятся в сростании. Форма кристаллов далека от идеальной, они часто уплощены и имеют псевдоизометричный облик.

На гранях куба и октаэдра отмечается сложная штриховка, причем на гранях одного и того же кристалла она может быть развита неравномерно. Одни грани покрыты хорошо развитой штриховкой, на других (одноименных) гранях штриховка развита слабо, или отсутствует. Очень часто на гранях куба отмечается многоцентровая штриховка роста граней (рис. 2, а, рис. 3, б).

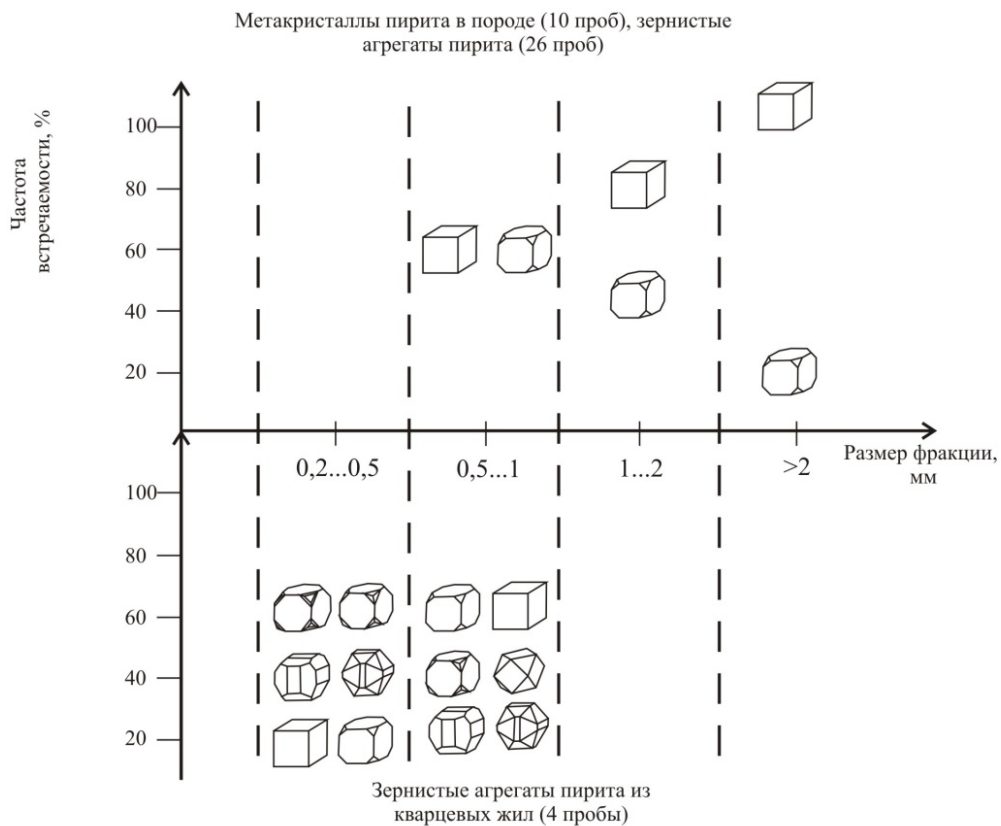
При изучении кристаллов пирита в разных по размеру фракциях установлена закономерная изменчивость морфологии (рис. 4). С увеличением размера фракции на них исчезают слабо развитые грани, кристаллы стремятся к кубическому габитусу. При уменьшении размера кристаллов разнообразие их увеличивается за счет появления слабо развитых граней.

Кристаллы арсенопирита, развитые в основной массе терригенных пород, представлены преимущественно коротко-призматическими и реже удлиненно-призматическими формами (рис. 6, а, г). Кристаллы имеют ромбическое поперечное сечение. Достаточно часто отмечаются характерные сростки двух и более кристаллов, а также двойники и тройники прорастания (рис. 6, б, в). В зависимости от количества простых форм в комбинации и углу наклона грани призмы (021) относительно длинной оси «с» выделено 8 МТК. По характеру удлинения их можно разделить на короткопризматические  $K_y=1...1,5$  (рис. 5, МТК – 1–5) и удлинен-





**Рис. 3.** Морфологические типы кристаллов пирита и штриховка на их гранях. А: а (100) куб; о (111) октаэдр; п (211) тетрагон-триоктаэдр; е (210) пентагондодекаэдр; слева изображены идеальные кристаллы, справа их обломки, встречающиеся в пробах. Б: штриховка простая комбинационная (1); послойного роста граней (2, 5, 6); многоцентровая послойного роста граней (3, 4, 7)



**Рис. 4.** МТК пирита и их соотношения в различных фракциях

но-призматические с  $K_u$  от 1,6 до 3 (рис. 5, МТК – 6–8). Наибольшим распространением пользуются МТК – 2–5, 8, (рис. 5). Грани призмы (110) хорошо и равномерно развиты, на них не наблюдается штриховка, в отличие от грани призмы  $u$  (021), на которой штриховка грубая.

В результате изучения кристалломорфологии в объеме всей залежи установлено, что во всех частях с глубиной растет число удлиненно-призматических кристаллов (рис. 6,  $z$ ), но в преобладании остаются короткопризматические (рис. 6,  $a$ ). По мере приближения к разлому (в СВ направлении) также увеличивается доля удлиненных кристаллов. Набор форм в объеме месторождения остается постоянным. В пробах, отобранных на флангах рудного тела, где сульфидной минерализации становится меньше, арсенопирит развит в виде звездчатых сростков, а отдельные кристаллы встречаются редко.

В кварце арсенопирит не образует, как в породе, отдельных кристаллов, а присутствует в виде гнезд и крупнокристаллических скоплений. Здесь он представлен коротко-призматическими кристаллами. Развита две грани ромбической призмы  $m$  (110) и  $u$  (021).

#### 4. Термоэлектрические свойства пирита и арсенопирита

Для метакристаллов и разнозернистых кристаллических скоплений пирита во всех частях залежи характерен дырочный тип проводимости с абсолютными значениями от 46 до 64 мВ (табл.). Пирит из кварцевых жил обладает смешанным типом проводимости (электронно-дырочный) с изменяющимися значениями термоЭДС от 25 до 67 мВ для дырочного типа проводимости и от –60 до –67 мВ для электронного (табл.). Доля проводимости того или иного типа не постоянна, и может изменяться от преимущественно электронного до преимущественно дырочного.

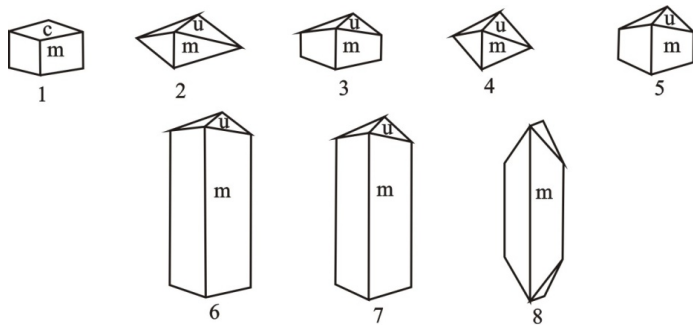
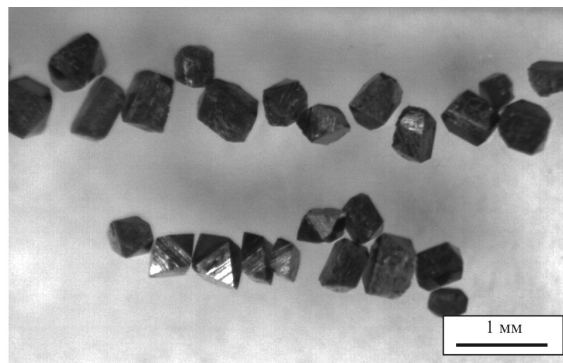
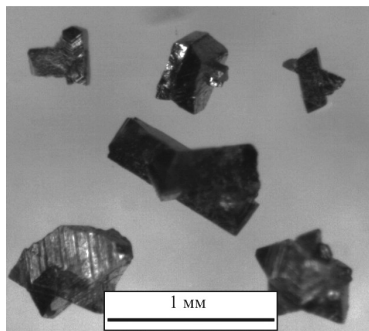


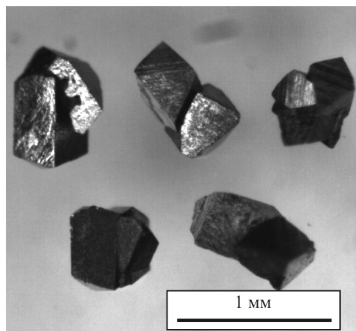
Рис. 5. МТК арсенопирита:  $m$  (110);  $u$  (021) – ромбические призмы;  $c$  (001) – пинакоид



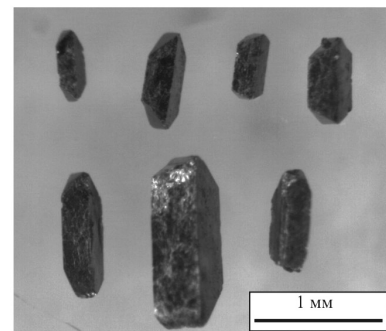
$a$



$b$



$v$



$z$

Рис. 6. Кристаллы арсенопирита:  $a$ ) коротко-призматические;  $b$ ,  $v$ ) сростания кристаллов;  $z$ ) удлиненно-призматические

Арсенопирит имеет только электронный тип проводимости. В породном арсенопирите значение термоЭДС незначительно увеличивается с глубиной и изменяется в пределах от  $-34$  до  $-45$  мВ (рис. 7). В кварце арсенопирит характеризуется гораздо меньшим разбросом абсолютных значений термоЭДС от 40 до 47 мВ, и в то же время значение параметра выше, чем в метакристаллах (табл.).

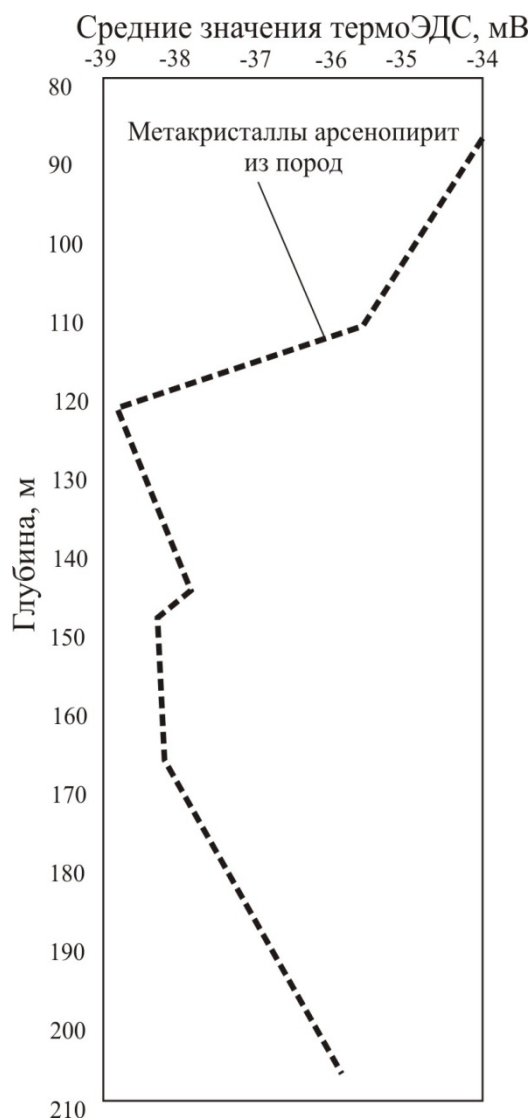


Рис. 7. Изменение средних значений термоЭДС арсенопирита с глубиной

### 5. Обсуждение результатов и выводы

Основная масса сульфидов, в том числе пирит и арсенопирит, концентрируется в ранних метасоматитах углеродистой зоны. В кварце сульфидов значительно меньше. Большая часть золота, напротив, сосредоточена в поздних кварцевых жилах и прожилках. Это, возможно, обусловлено тем, что ранние порции растворов были обогащены железом, мышьяком и серой. Обоснование позднего образования кварцевых жил и прожилков сравнительно с метасоматитами приведено в [4].

Таблица. Значение термоЭДС сульфидов месторождения Чертово Корято

Минерал	Значения термоЭДС, мВ	
	Дырочный тип / доля проводимости в %	Электронный тип / доля проводимости в %
Метакристаллы пирита (из углеродистой зоны метасоматического ореола)	46...64 / 100	–
Пирит из разнозернистых кристаллических скоплений с кварцем и пирротинном	49...58 / 100	–
Пирит из кварцевых жил (центральная часть рудного тела)	25...67 / до 60	60...67 / до 40
Метакристаллы арсенопирита (из углеродистой зоны метасоматического ореола)	–	34...45 / 100
Арсенопирит из кварцевых жил и прожилков	–	40...47 / 100

В месторождении Чертово Корято, как отмечалось, форма пирита (100) является габитусной и обладает наибольшей комбинационной устойчивостью. Почти на 100 % метасоматический пирит здесь представлен кубическими кристаллами с подчиненным развитием грани октаэдра (111), что свойственно пириту, образованному в метасоматически измененных породах многих месторождений Алтае-Саянской и Джунгаро-Балхашской складчатых систем, связанных с plutonic комплексами различного состава, и залегающих в вулканоплутонических и черносланцевых толщах.

Пирит золотоносных кварцевых жил обычно отличается сложно-комбинированными формами. В пирите из кварцевых жил и прожилков месторождения Чертово Корято преобладает грань куба в сочетании с гранями (100), (111), (211), (210) в различных комбинациях. Подобное сочетание граней кристаллов пирита, образующего прожилки, гнездовые скопления, рассеянную вкрапленность в кварцевых жилах, описано в месторождениях Джунгаро-Балхашской складчатой системы. В разнообразных морфологических типах кристаллов преобладают те же формы (100), (210), (111) [6].

Обилие арсенопирита отличает месторождение Чертово Корято от соседних месторождений – Сухого Лога, Первенца, Гольца Высочайшего. Арсенопирит месторождения Чертово Корято в углеродистой зоне метасоматического ореола имеет сравнительно простую кристалломорфологию. Набор форм постоянен во всех частях залежи. Отмечено увеличение коэффициента удлинения кристаллов по вертикали и в направлении к глубинному разлому. Вероятно, с глубиной увеличится доля удлиненно-призматических кристаллов по отношению к коротко-призматическим в силу увеличения температуры кристаллизации [1]. Арсенопирит кварцевых жил и прожилков по набору простых форм не отличается от породного. Отличия выражаются лишь в агрегатах минерала, — в жильном выполнении арсенопирит развит в виде плотных зернистых агрегатов. Развитием пользуются грани призм  $m$  (110),  $u$  (021), реже пинакоида  $c$  (001).

Как в месторождении Чертово Корято, в месторождениях Западной Калбы (Восточный Казахстан) участки повышенной золотоносности пространственно совпадают с полями развития арсенопирита в черносланцевых толщах. При этом арсенопирит в рудах также характеризуется преобладанием удлиненно-призматических кристаллов и разнообразием морфологических типов, которые определяются различным наклоном граней призмы. Минерал часто образует двойники сростания, двойники и тройники прорастания. Для арсенопирита и здесь типично развитие граней ромбических призм  $m$  (110),  $u$  (021) [7].

Помимо месторождений, образованных в терригенных толщах (Чертово Корято, Западная Калба и др.), арсенопирит обычен в рудах месторождений, образованных в кристаллическом субстрате (Берикульское рудное поле). Арсенопирит в околорудных метасоматитах образует вкрапленники отдельных кристаллов, тогда как в жильном выполнении для него типичны неправильные скопления, полоски и гнезда. В целом набор форм для арсенопирита из метасоматитов и кварцевых жил постоянен. Развитием пользуются грани призмы  $m$  (110),  $u$  (021) и пинакоида  $c$  (001) [8]. Как видно, для месторождений, образованных в кристаллическом субстрате и в черносланцевых толщах наблюдается сходство наборов граней арсенопирита.

Для пиритов месторождения Чертово Корято, образованного в метасоматически измененных породах, как было отмечено выше, характерен только дырочный тип проводимости с абсолютными значениями, изменяющимися в пределах 46...64 мВ. В месторождениях Алтае-Саянской складчатой области для метасоматического пирита отмечается подобная ситуация. Пирит имеет дырочный тип проводимости [9], который по данным В.А. Фаворова [10], определяется избытком серы при образовании минерала, либо присутствием микропримеси  $As^{2-}$ . Значение этого параметра в целом изменяется от 27 до 50 мВ [9]. Для золоторудных месторождений Джунгаро-Балхашской складчатой системы для метасоматического пирита характерен также дырочный тип проводимости и положительные значения термоЭДС (10...55 мВ).

Пириты из кварцевых жил месторождения Чертово Корято во всем объеме рудной залежи облада-

ют смешанным типом проводимости с абсолютными значениями 25...67 мВ. Доля электронного и дырочного типов при этом различна. Характерно преобладание либо дырочного, либо электронного типов. Многими авторами [9–11] неоднократно доказывалось, что для продуктивных пиритов жильных месторождений характерен смешанный тип проводимости с преобладанием электронного или дырочного в зависимости от глубины эрозионного среза. Наличие такого типа проводимости обусловлено рядом причин: присутствием элементов-примесей, входящих в кристаллическую решетку минерала, нарушением стехиометрического соотношения Fe/S и, как следствие, не идеальным внутренним строением. Перечисленные дефекты могли возникнуть в результате скачкообразного изменения давления при заполнении рудными растворами полостей и трещин отрыва, а также изменения состава порций растворов при пульсационном режиме их поступления [8].

В золоторудных месторождения Джунгаро-Балхашской складчатой системы пирит из кварцевых жил также обладает смешанным типом проводимости с преобладанием электронного. Абсолютные значения термоЭДС пирита изменяется в пределах от 20 до 50 мВ [6].

Жильный и породный арсенопирит месторождения Чертово Корято имеет только электронный тип проводимости и незначительный разброс значений термоЭДС (34...47 мВ), что не позволяет использовать термоэлектрические свойства в качестве типоморфного признака для данного объекта. Аналогичная ситуация наблюдается в черносланцевых толщах месторождений Западной Калбы [7].

Однообразие кристалломорфологических черт и сходные значения термоЭДС пиритов и арсенопиритов, свойственные месторождениям, образованным в черносланцевом и кристаллическом субстрате, согласуются с представлением о их геологической однородности [4, 5].

*Авторы выражают благодарность И.В. Кучеренко, Р.Ю. Гаврилову за просмотр рукописи и сделанные замечания, устранение которых способствовало улучшению работы.*

*Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки (грант № 2.1.1/904), Федерального агентства по образованию. ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009–2013 гг.». Гос. контракт № П238 от 23.04.2010 г.*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Евзикова Н.З. Поисковая кристалломорфология. – М.: Недра, 1984. – 143 с.
2. Беленькая Н.С. Руководящие простые формы пирита // Записки Всесоюз. минерал. общ. – 1980. – Ч. 109. – Вып. 4. – С. 358–361.
3. Прохоров В.Г. Пирит (к геохимии, минералогии, экономике и промышленному использованию) // Труды СНИИГТиМС. – Вып. 102. – Красноярск, 1970. – 188 с.
4. Кучеренко И.В. Гаврилов Р.Ю., Мартыненко В.Г., Верхошин А.В. Структурно-динамическая модель золоторудных месторождений образованных в несланцевом и черносланцевом субстрате. Ч. 2. Месторождения Чертово Корято (Патомское нагорье) // Известия Томского политехнического университета. – 2008. – Т. 314. – № 1. – С. 23–38.
5. Кучеренко И.В. Гаврилов Р.Ю., Мартыненко В.Г., Верхошин А.В. Петролого-геохимические черты рудовмещающего метасоматического ореола золоторудного месторождения Чертово Корято (Патомское нагорье) // Известия Томского политехнического университета. – 2008. – Т. 312. – № 1. – С. 11–20.
6. Кудайбергенова Н.К. Кристалломорфологические и структурные особенности продуктивного пирита золоторудных месторождений Джунгаро-Балхашской складчатой системы // Минералогическая кристаллография и ее применение в практике геологоразведочных работ / под ред. Ю.П. Мельник. – Киев: Наукова думка, 1986. – С. 135–142.



7. Лукьянова Е.В. Прогнозирование и поиски золотого оруденения в черносланцевых толщах Западной Калбы на основе изучения типоморфных особенностей пирита и арсениопирита: дис. ... канд. геол.-мин. наук. – Томск, 2000. – 169 с.
8. Булытников А.Я. Золоторудные формации и золотосные провинции Алтае-Саянской горной системы // Труды Томского государственного университета. – 1948. – Т. 102. – 299 с.
9. Коробейников А.Ф., Нарсеев В.А., Пшеничкин А.Я., Ревякин П.С. Пириты золоторудных месторождений (свойства, зональность, практическое применение). – М.: ЦНИГРИ, 1993. – 213 с.
10. Фаворов В.А., Красников В.И., Сычугов В.С. Некоторые факторы определяющие изменчивость полупроводниковых свойств пирита и арсениопирита // Известия АН СССР. Сер. геол. – 1972. – № 11. – С. 72–84.
11. Пшеничкин А.Я., Коробейников А.Ф., Мацюшевский А.В. Особенности кристалломорфологии и термоэлектрических свойств пиритов // Известия Томского политехнического института. – 1976. – Т. 264. – С. 82–84.

Поступила 12.05.2010 г.

УДК 550.834.05(571.56)

## ПРИМЕНЕНИЕ СЕЙСМИЧЕСКОЙ ИНВЕРСИИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ПРОДУКТИВНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ТЕРРИГЕННОГО ВЕНДА В ПРЕДЕЛАХ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ МИРНИНСКОГО ВЫСТУПА (НЕПСКО-БОТУОБИНСКАЯ АНТЕКЛИЗА)

О.О. Абросимова, С.И. Кулагин, И.М. Кос\*

ОАО «Сибнефтегеофизика», г. Новосибирск

\*ОАО «Сургутнефтегаз», г. Сургут

E-mail: abrosimova@sibngf.ru

*Рассматриваются отложения терригенного комплекса, относящиеся к курсовской свите (нижний венд) и нижнебюкской подсвите (верхний венд). В составе нижнебюкской подсвиты выделяется ботубобинский горизонт (пласт В<sub>3</sub>), который является одним из основных объектов нефтегазопроисковых работ на Мирнинском выступе Непско-Ботубобинской антеклизы. Использование результатов сейсмической инверсии позволило закартировать зоны выклинивания отложений продуктивного пласта В<sub>5</sub>. В результате уточнения геологического строения района работ стало возможным выделение ловушек углеводородов.*

### Ключевые слова:

*Сейсморазведка, импеданс, курсовская свита, ботубобинский горизонт, ловушка углеводородов.*

### Key words:

*Seismic exploration, P-Impedance, Kursovsky Formation, Botuoba Horizon, hydrocarbon trap.*

### Введение

В современном тектоническом плане исследуемый район расположен в пределах восточного склона Мирнинского выступа Непско-Ботубобинской антеклизы (рис. 1).

Подсолевые венд-нижнекембрийские отложения Непско-Ботубобинской антеклизы включают в себя карбонатный и терригенный комплексы, в составе которых выделяются и прослеживаются на больших территориях продуктивные горизонты [1]. В пределах рассматриваемой территории повсеместно выделяется толща пород, относящаяся к курсовской свите ранневендского возраста, представленная переслаиванием песчаников, алевролитов и аргиллитов. Завершает разрез пачка аргиллитов, мощность которой изменяется от 10 до 40 м. На ней со стратиграфическим несогласием залегают отложения нижнебюкской подсвиты поздневендского возраста, в составе которой выделяется ботубобинский горизонт (индексируемый как пласт В<sub>3</sub>). Толщина пласта составляет от 0 до 10 м, а эффективная мощность достигает до 9 м. Коэффициент пористости варьирует от 3 до 21 %. Согласно работе [2] на время формирования отложений, относимых к кур-

совской свите и нижнебюкской подсвите, территория Непско-Ботубобинской антеклизы представляла собой обширную прибрежную аккумулятивную равнину, периодически затопляемую морем.

### Материалы и метод

К кровле терригенного комплекса приурочен основной сейсмический отражающий горизонт, который индексируется как КВ. В зоне выклинивания нижнебюкской подсвиты на породах, относимых к курсовской свите, залегают глинисто-сульфатно-карбонатные отложения верхнебюкской подсвиты. В результате бурения установлено, что отложения пласта В<sub>3</sub> на большей части рассматриваемой территории отсутствуют.

В пределах Непско-Ботубобинской антеклизы уже выявлен ряд месторождений с терригенным типом коллектора и карбонатным или сульфатно-карбонатным типом флюидоупоров. В связи с широким развитием стратиграфических несогласий, литологических замещений и разрывных нарушений морфогенетические формы ловушек существенно разнятся [2, 3]. Изучаемая территория расположена вблизи Тас-Юрхского нефтегазового