

В. И. Кевлич, Л. П. Галдобина, П. И. Кукушкина, Р. А. Трошкова

О КРИСТАЛЛОМОРФОЛОГИИ ПИРИТА В ШУНГИТАХ МЕСТОРОЖДЕНИЯ МАКСОВО

В шунгитах Карелии, как свидетельствуют исследования минерального состава и структуры, присутствуют сульфиды, представленные пиритом (Галдобина, 1982; Зайденберг и др., 1997; Ковалевский, 1997). Распределение шунгитового вещества (ШВ) в залежи Максово имеет сложный мозаичный характер (Галдобина, 1982; Филиппов, 2002), и породы с относительно высоким содержанием ШВ образуют грибообразные внутренние тела и не имеют четких границ. Изучение выделения и распределения морфотипов сульфидов в залежи Максово, которая генетически относится к сапробитумолитовым породам (со смешанным органическим веществом – первично-осадочным и миграционным), имеет важное значение для выявления особенностей пространственного распределения морфотипов сульфидов и генезиса месторождения. Для проведения исследований на месторождении (рис.) из керна ШВ визуально и по данным минералогического анализа, содержащего сульфиды, были отобраны пробы. Точки отбора проб: в кровле – проба 205/3 – кварц-шунгитовая брекчия и проба 202/38 – высокоуглеродистая шунгитовая порода с содержанием углерода до 30%, в центре – пробы 202/46 и 202/86 – высокоуглеродистая шунгитовая порода, содержащая до 30% углерода, шунгитовая порода и в подошве – проба 230/61 – шунгитосодержащий известняк. По данным изучения сульфидов, с учетом состава, размеров зернистости и физических свойств минералов, разрабатывалась схема выделения мономинеральных фракций сульфидов из шунгитов месторождения Максово.

Схема выделения предусматривала дробление, измельчение в замкнутом цикле до крупности 0,25 мм, разделение в тяжелой жидкости с плотностью 2,89 г/см³, при этом в легкую фракцию переходит основная часть ШВ, кварц, алюмосиликаты, в тяжелую – сульфиды и агрегаты, состоящие из кристалликов сульфидов, сцементированных ШВ и силикатным цементом. Рассев, измельчение тяжелой фракции и последующее разделение в центрифуге с плотностью тяжелой жидкости 4,1–4,2 г/см³, числом оборотов не менее 5000 об/мин. позволяют в тяжелой фракции получить монофракцию сульфидов, состоящую из обломков в результате измельчения и зерен, имеющих кристаллографическую огранку. Магнитная сепарация монофракций сульфидов на изодинамическом сепараторе в режиме: поперечный угол наклона 2–3°, продольный угол наклона 26° при токе 1,0–1,5 А – позволяет разделить их на электромагнитную фрак-

цию, состоящую из сульфидов и тонкозернистых агрегатов, различимых под микроскопом, и немагнитную фракцию сульфидов.

Микроскопическое изучение монофракций сульфидов из проб месторождения Максово (рис.) показало следующее.

Проба 205/3. Основные кристаллографические формы пирита представлены тонкозернистыми с остроугольными и сглаженными краями обломками, кубическими и встречающимися весьма редко округлой формы зернами пирита (рис.). Размер зерен от 0,15–0,1 мм до 0,05 мм и менее. Цвет темно-желтый, лагунно-желтый. Поверхность зерен блестящая, иногда матовая, тусклая, порой бугорчатая и с примазками ШВ. Твердость невысокая, порошок темный, почти черный. Встречаются одно-, два круглых включения пирита, возможно другой генерации. Магнитная восприимчивость $0,01 \times 10^{-3}$. В HNO₃ растворяется полностью, в осадке остается черная сажистая масса, иногда мельчайшие светло-желтые блестящие, бесформенные зерна сульфида (пирита). Среди общей массы встречаются единичные зерна халькопирита.

Проба 202/38. Формы зерен пирита отмечены на рисунке. Среди них октаэдрические, кубические кристаллы, агрегаты октаэдрических кристаллов и округлые зерна, часто сцементированные ШВ, кубооктаэдры и пентагондодекаэдры – единичные зерна, обломки массивных зерен с раковистым изломом тонкозернистого строения, иногда в тонком сростании с ШВ, и другие сложные формы кристаллов пирита. Редко встречаются зерна, в которых присутствуют включе-

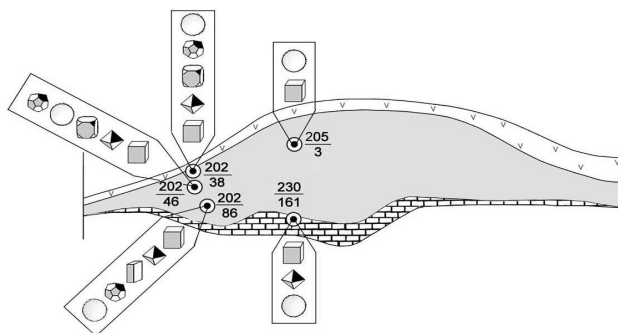


Схема кристалломорфологических типов пирита в пробах шунгита по разрезу АВ Максовского месторождения

ния сульфидов двух генераций – внутренние почти округлые, а внешние частично разрушены. Поверхность зерен блестящая, порой матовая, ямчатая, иногда как бы трещиноватая или тонкозернистая. Размер зерен от 0,25–0,1 мм до 0,05 мм и менее. Цвет сульфидов – желтоватый, темно-желтый до темно-серого, особенно у октаэдрических кристаллов и округлых зерен. Твердость невысокая и низкая. Порошок темный, черный. Магнитная восприимчивость $0,01 \times 10^{-3}$. Массивный пирит в HNO_3 растворяется с трудом, при этом через несколько часов остается белесый остаток и частично черный сажистый, порой мелкие обломки светло-желтого пирита. Октаэдрические кристаллы темнеют сразу и растворяются быстро до сажистого остатка.

Проба 202/46. Пирит в пробе находится (рис.) в виде массивных обломков с раковистым изломом тонкозернистого строения, иногда в срастании с ШВ, кубических кристаллов со штриховкой на гранях, октаэдров, кубооктаэдров, встречаются редко агрегаты (друзы) мелких октаэдров, округлой формы, цементированные ШВ сероватого цвета. Размер зерен от 0,25–0,1 мм до 0,05 мм и менее. Цвет сульфидов темно-желтый, латунино-желтый, сероватый. Твердость невысокая, порошок темный. Магнитная восприимчивость – $0,01 \times 10^{-3}$. Растворяется в HNO_3 до рыхлого сажистого остатка с реликтами силикатов, быстрее темнеют и растворяются тонкие зерна пирита.

Проба 202/86. Среди зерен пирита (рис.) встречаются индивиды октаэдрической, кубической, вытянутой (прямоугольные бруски) формы, пентагондодекаэдры, округлой формы, а также монокристаллы кубов, сложные формы и обломки. Размер зерен 0,2–0,1 мм до 0,05 мм и менее. Основная масса пирита темно-желтого, серовато-желтого цвета, а часть зерен отдает местами желтовато-синеватым цветом. Сероватые зерна имеют тусклый блеск и неровную поверхность, обломки кристаллов имеют гладкую с металлическим блеском поверхность. Твердость средняя, порошок темно-золотистый. Поверхность зерен гладкая, блестящая или тонкозернистая шероховатая, пиритовая. Магнитная восприимчивость $0,01 \times 10^{-3}$. Зерна пирита частично растворяются HNO_3 . При этом зерна чернеют, становятся рыхлыми, начинают разрушаться. В единичных зернах встречается халькопирит.

Проба 230/161. Основные формы зерен пирита в пробе (рис.) представлены в виде кристаллов кубической формы, октаэдров и округлых зерен пирита. Размер зерен от 0,1 до 0,05 мм и менее. Цвет зерен темный, сероватый или желтоватый, часть зерен местами отдает желтовато-синеватым отливом и белесоватыми натеками. Сероватые зерна имеют тусклый блеск и неровную поверхность, обломки кристаллов имеют гладкую с металлическим блеском поверхность. Встречаются кристаллы пирита в тонких сростках с халькопиритом ярко-желтого цвета, порой с красноватым оттенком (пленки окислов), карбонатом и ШВ, цементирующим округлые глобулы и агрегаты. Твердость низкая, порошок темный. Магнитная восприимчивость $0,01 \times 10^{-3}$. От капли HNO_3 зерна пирита чернеют и спустя некоторое время (3–5 часов) становятся рыхлыми и разрушаются.

Микроскопическое изучение монофракций сульфидов (рис.) в соответствии с описанием свидетель-

ствует о том, что в пробах, отобранных с разных горизонтов залежи Максово, присутствуют различные по морфологии, строению и свойствам пириты. С учетом консервативности свойств формы минералов, выявленные изменения ее у пиритов в разных точках залежи по восстановлению и, следовательно, во времени и пространстве обладают (Евзикова, 1984; Юшкин, 1977) направленностью сменяющих друг друга кристаллографических форм и ограниченностью (устойчивостью кристалломорфологических возрастных рядов минералов). Согласно анализу кристалломорфологических форм пирита, в кровле залежи (проба 205/3) преобладают пириты кубической и округлой формы, по мере приближения к центральной части (проба 202/46) наряду с кубическими и округлыми формами появляются октаэдры, кубооктаэдры и агрегаты (друзы) мелких октаэдров. В центральной части залежи (проба 202/86) наряду с пиритом кубической формы (основная часть), октаэдрами, брусками, округлыми зернами появляются пентагондодекаэдры пирита. В подошве залежи (проба 230/161) в шунгитсодержащем известняке под «Максово» встречаются кубические, октаэдрические кристаллы пиритов, а также монокристаллы пирита в виде глобул.

Изучение микрозондовым методом элементного состава мономинеральных фракций сульфидов выделенных проб (табл.) свидетельствует о различном содержании малых элементов, в частности, никеля, марганца, кобальта и других не только в пиритах из различных проб, но и в кристалломорфологических типах пиритов из одной пробы. Это указывает на изменение условий их кристаллизации в пространстве и отражается на составе и свойствах зерен сульфидов.

Содержание некоторых компонентов в морфотипах пирита месторождения Максово

Номер пробы	Компоненты	Морфотипы пирита				
		Куб	Октаэдр	Кубооктаэдр	Пентагондодекаэдр	Глобула
205/3	Ni	0,37	–	–	–	0,07
	Mn	0,01	–	–	–	0,01
	Co	0,07	–	–	–	0,07
202/38	Cr	0,02	–	–	–	–
	Ni	0,72	0,90	0,07	0,16	0,41
	Mn	–	–	–	–	–
202/46	Co	–	–	0,06	0,06	0,09
	Cr	–	–	–	–	–
	Ni	1,11	0,05	0,05	0,02	0,13
202/86	Mn	0,01	0,01	0,03	0,71	0,42
	Co	0,02	–	–	–	–
	Cr	–	–	–	–	–
230/161	Ni	0,38	0,09	0,17	–	0,43
	Mn	–	0,06	–	–	0,03
	Co	0,07	0,05	0,08	0,04	0,09
	Cr	–	–	–	–	0,01
	Ni	–	–	–	–	–
	Mn	–	–	–	–	–
	Co	–	0,06	–	–	–
	Cr	–	–	–	–	–

Примечание. Прочерк – элемент не обнаружен. Предел обнаружения: Co, Ni, Fe, S, Mn, Cr – 0,01%. Эталон: FeS_2 , Co, Ni, Cr. Условия съемки: ускоряющее напряжение – 25 kv, ток зонда – 30 nA. Ошибка: Fe, S – 1,5%; Co, Ni, Mn, Cr – 10%.

Выполненное изучение сульфидов, сочетание методов – минералогических, технологических, зондового анализа – позволили выявить кристалломорфологические типы пиритов, некоторые их свойства,

содержание отдельных элементов и распространение их в шунгитах месторождения Максово по простиранию в разрезе. При этом показано, что наиболее бо-

гатые гранями кристаллы пирита образуются в центральных, более глубинных и высокоуглеродистых частях месторождения.

ЛИТЕРАТУРА

Галдобина Л. П. Геология шунгитоносных вулканосадочных образований проторозы Карелии. Петрозаводск, 1982. С. 138–143.

Евзикова Н. З. Поисковая кристалломорфология. М., 1984.

Зайденберг А. З., Рожкова Н. Н., Ковалевский В. В., Генералов М. Е. Использование РАСМА в исследовании минерального вещества шунгитов // Тез. междунар. симпоз. «Principal genetic problems related to mineral deposits affiliation». М., 1997. Р. 219–220.

Ковалевский В. В. Сравнительный анализ высокоуглеродистых шунгитов месторождения Шуньга // Материалы симпоз. «Structure and evolution of the mineral world». Syktyvkar, 1997. Р. 64–65.

Филиппов М. М. Шунгитоносные породы Онежской структуры. Петрозаводск, 2002. 280 с.

Юшкин Н. П. Теория и методы минералогии. Л., 1977.