

Литература

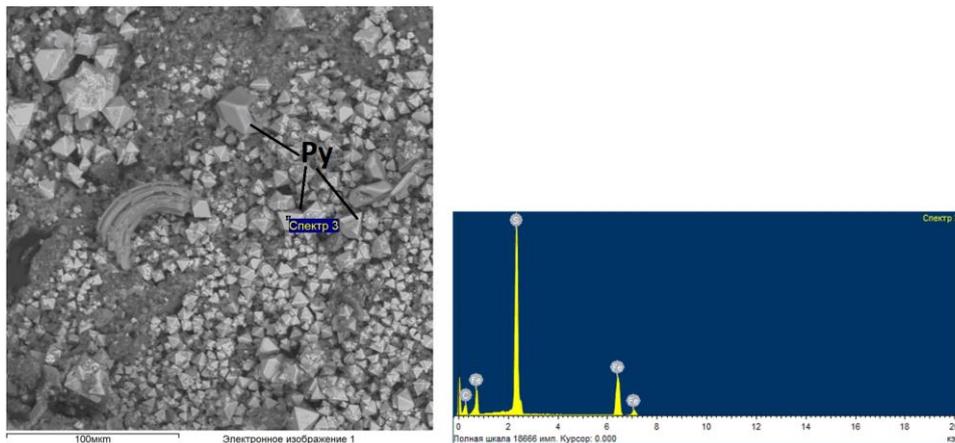
1. Бетехтин А.Г. Курс минералогии: учебное пособие. – М.: КДУ, 2007. – 720 с.
2. Дриц В.А., Коссовская А.Г. Глинистые минералы: смектиты, смешанослойные. – М.: Наука, 1990. – 214 с.
3. Огородова Л.П., Киселева И.А., Мельчакова Л.В., Вигасина М.Ф., Крупская В.В. Термохимическое изучение природного монтмориллонита // Геохимия, 2013. – № 6. – С. 541–551.
4. Солотчина Э.П. Структурный типоморфизм глинистых минералов осадочных разрезов и кор выветривания. – Новосибирск: Академ. изд-во «Гео», 2009. – 234 с.
5. Чудненко К.В. Термодинамическое моделирование в геохимии: теория, алгоритмы, программное обеспечение, приложения. – Новосибирск: Изд-во «Гео», 2010. – 287 с.
6. Gailhanou H., Blanc P., Rogez J., Mikaelian G., Kawaji H., Olives J., Amouric M., Denoyel R., Bourrelly S., Montouillou V., Vieillard P., Fialips C.I., Michau N., Gaucher E.C. Thermodynamic properties of illite, smectite and beidellite by calorimetric methods: Enthalpies of formation, heat capacities, entropies and Gibbs free energies of formation // Geochimica et Cosmochimica Acta, 2012. – № 89. – P. 279–301.
7. Srodon J. Nature of mixed-layer clays and mechanisms of their formation and alteration // Ann. Rev. Earth Planet. Sci. USA, 1999. – V. 27. – P. 19–53.

**ОСОБЕННОСТИ МОРФОЛОГИИ ЭПИГЕНЕТИЧЕСКИХ МИНЕРАЛОВ  
ПРОДУКТИВНОГО ПЛАСТА ЮС<sub>2</sub> НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ X  
И.К. Пугачёв**

Научный руководитель доцент Е.Е. Пугачёва

**Томский научно-исследовательский и проектный институт нефти и газа  
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**

Нефтяное месторождение X находится в Сургутском районе Тюменской области Ханты-Мансийского автономного округа, в 90 км к юго-востоку от г. Нефтеюганск, в междуречье рек Большой Юган и Большой Балык [4]. Месторождение расположено в Сургутском нефтегазоносном районе Среднеобской нефтегазоносной области Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции.



**Рис. 1 Основные формы минеральной фазы пирита (марказита?) (Py) и его энергодисперсионный спектр**

В керне скважины № 55 к. 17 в интервале 3010...3010,5 м, продуктивного пласта ЮС<sub>2</sub>, в тонких прослоях (мощностью от 1 до 5 см) аргиллита, переслаивающегося со светло-серым тонкозернистым песчаником, макроскопически были отмечены рассеянные кристаллы светло-серого цвета размером менее 0,1 мм, имеющие в отраженном свете сильный стеклянный блеск. Оценка химического состава минералов проводилась в ЦКП ТГУ «Аналитический центр геохимии природных систем» на электронном сканирующем микроскопе Tescan Vega II LMU. В аргиллите были обнаружены пирит, барит, ангидрит и самородная сера.

Кристаллы пирита (марказита?) (FeS<sub>2</sub>) октаэдрического габитуса широко рассеяны по основной глинистой массе и преобладают над другими кристаллическими формами, представлены они преимущественно хорошо ограниченными октаэдрами, на некоторых видны двойники прорастания (рис. 1). Размер кристаллов составляет от 5 до 30 мкм. Грани ровные, дефектов не отмечается.

Барит (BaSO<sub>4</sub>) имеет ограниченное распространение, представлен мелкими агрегатами размером 1...3,5 мкм неправильной формы, развивающимися на гранях и ребрах кристаллов октаэдрического пирита (марказита?).

Ангидрит (CaSO<sub>4</sub>) встречается довольно редко, его кристаллы имеют наибольшие размеры – 20...200 мкм. Отмечается сросток кристаллов таблитчатой формы, на котором отчетливо заметны плоскости роста, а также прорастание по ангидриту мелких ограниченных октаэдров пирита (марказита).

Самородная сера (S) образует кристаллы игольчато-призматической, копьевидной формы, размеры варьируют от 50 до 220 мкм, иногда кристаллы образуют параллельные сростки (рис. 2). Грани кристаллов не имеют

дефектов, на них отмечаются плоскости двойников срастания. Такой облик кристаллов указывает на одну из полиморфных модификаций серы – моноклинную серу ( $\beta$ -серу) [2]. В природных условиях наиболее устойчивой является ромбическая модификация —  $\alpha$ -сера (ромбическая сера). При атмосферных давлении и температуре выше  $96,5^\circ\text{C}$  ромбическая  $\alpha$ -сера переходит в  $\beta$ -серу моноклинной сингонии.

На основании установленных морфологических признаков кристаллов сульфидов и их взаимного расположения возможно предположить последовательность и варианты условий их формирования в породах пласта ЮС<sub>2</sub> нефтяного месторождения X на этапе эпигенеза.

1. Первоначально, по основной сплошной глинистой массе сформировались кристаллы ангидрита. Помимо возможности образования в условиях осадочного процесса, образование ангидрита может происходить и при активной роли флюидов в гидротермальной системе [6].

2. Следующим за ангидритом формировались кристаллы пирита (марказита?). Недостаток железа или избыток серы в системе образования минералов приводят к преобладающему росту кристаллов пирита октаэдрического и кубоктаэдрического габитусов, которые отличаются по своим морфологическим особенностям от пирита, образующегося на стадии диагенеза в нефтесодержащих породах [5]. Избыточным источником серы могут быть сульфат-ионы пластовых вод или сера нефтей. Сульфидная минерализация в осадочных породах современных бассейнов осадконакопления устанавливается диагенетического и гидротермального происхождения, при этом сульфиды гидротермального происхождения образуют явные кристаллически-зернистые формы [1].

3. После формирования кристаллов пирита (марказита?) октаэдрического габитуса происходило образование агрегатов барита. В настоящее время установлено, что сульфатная минерализация в отложениях дальневосточных бассейнов может быть связана с диагенетическими и гидротермальными процессами [1].

4. Последним сформировавшимся минералом является самородная сера, выделение которой происходило в достаточно стабильных геохимических условиях, способствующих росту кристаллов при температуре окружающего пространства выше  $96,5^\circ\text{C}$  [2]. Возможно допустить два варианта формирования кристаллов моноклинной серы: на стадии катагенеза в условиях высоких температур из органических остатков, рассеянных в основной глинистой массе; при воздействии на вмещающие породы высокотемпературного флюида. Второй вариант представляется наиболее вероятным с учётом установленных морфологических особенностей минерального вида сульфида.

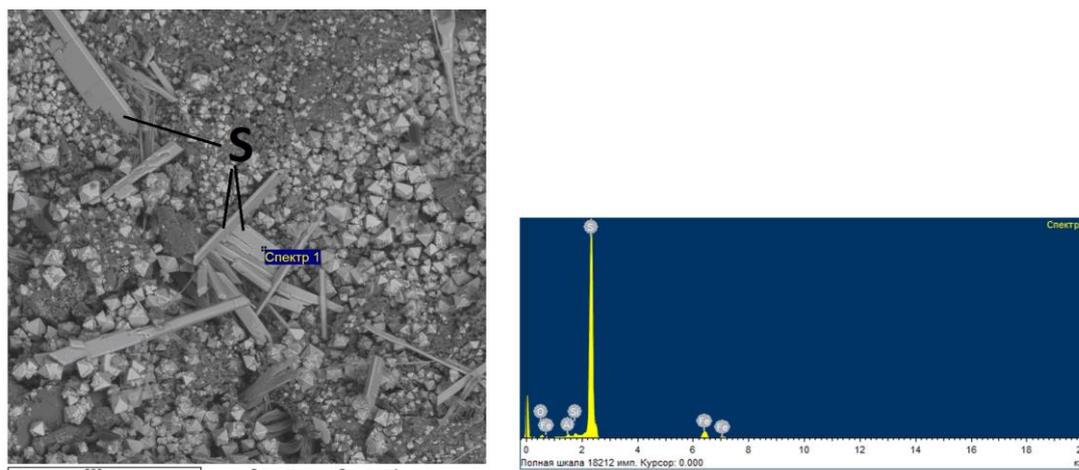


Рис. 2 Основные формы минеральной фазы самородной  $\beta$ -серы (S) и ее энергодисперсный спектр

При выявлении связи сульфидных и сульфатных минералов с залежами углеводородов на ряде месторождений отмечалось, что процессы миграции рудных и углеводородных флюидов являются типично гидротермальными и часто совместными [3]. В пределах осадочных пород условия их локализации близки, а места локализации территориально сближены. Сростки сульфидных минералов, барита и ряда других рудных минералов для осадочного рудогенеза являются запрещенными и характерны для гидротермального комплекса минералов, которые связаны с проницаемыми тектоническими нарушениями.

Таким образом, рассмотренная минеральная ассоциация (пирит, барит, ангидрит и самородная сера) является продуктом наложенного эпигенеза на ранее сформированные толщи осадочных пород. Определяющий фактор в их формировании принадлежит гидротермальным растворам и минерализованным флюидам в сложных тектонически деформированных нефтеносных породах.

В настоящее время изученность залежей нефти в пласте ЮС<sub>2</sub> является недостаточно детальной, хотя и продолжает оставаться основным резервом прироста запасов углеводородов в Сургутском районе [4]. Установленные постседиментационные изменения продуктивного песчано-глинистого слоя уменьшают объём пор, усложняют их морфологию, что влияет на ёмкостные свойства коллекторов и пути миграции углеводородов в продуктивном пласте.

#### Литература

1. Астахова Н.В. Аутигенная минерализация в позднекайнозойских отложениях Охотского и Японского морей: Автореферат дис. ... канд. геол.-минер. наук. – Владивосток, 1990. – 17 с.

2. Бетехтин А.Г. Курс минералогии: учебное пособие. – М.: КДУ, 2007. – 721 с.
3. Ваньшин Ю.В., Лихоман А.О. Проблема взаимосвязи сульфидных минералов с залежами углеводородов // Разведка и охрана недр. – 2009. – № 12. – С. 33–37.
4. Николаева Е.В. Особенности геологического строения продуктивных объектов пластов ЮС<sub>2</sub> и АС<sub>4-12</sub> Сургутского района в связи с их разведкой и доразведкой: Автореферат дис. ... канд. геол.-минер. наук. – Новосибирск, 1993. – 17 с.
5. Пшеничкин А.Я. Кристалломорфология пирита из нефтеносных пород Томской области // Академический журнал Западной Сибири. – Тюмень, 2015. – № 4 (59). – Т. 11. – С. 32–33.
6. Giggenbach, W.F. The origin and evolution of fluids in magmatic-hydrothermal systems // Geochemistry of hydrothermal ore deposits, 3rd edition. – New York: John Wiley, 1997. – P. 737–796.

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ОБЪЕКТОВ КАРЫМШИНСКОГО РУДНОГО УЗЛА (ЦЕНТРАЛЬНАЯ КАМЧАТКА)

<sup>1</sup>Ю.Л. Светлова, <sup>2</sup>Е.И. Лобзин, <sup>3</sup>А.А. Гайчуков

Научный руководитель профессор Ю.Б. Марин

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург,

<sup>2</sup>Северо-Восточное ПГО,

<sup>3</sup>Камчатский государственный университет

им. Витуса Беринга, г. Петропавловск-Камчатский, Россия

Карымшинский рудный узел приурочен к юго-восточной части Центрально-Камчатского мегаблока Охотско-Чукотского вулканогенного пояса. Первые геологоразведочные работы на Карымшинской площади (Карымшинский и Геофизический участки) проводились в 1960 году Плотниковской партией, в результате которых было выявлено перспективное рудопоявление, а геологоразведочными работами 70-80 гг. установлено его сходство с успешно отрабатываемыми золото-серебряными месторождениями (Асачинское, Родниковское, Агинское, Озерновское) [1, 2]. В это же время Карымшинский рудный узел был выделен как главная металлогеническая структура площади, но из-за застоя в экономическом развитии региона в период 1990-2000 гг. все геологоразведочные работы были остановлены. Сейчас этот объект вновь заинтересовал Министерство природных ресурсов и экологии РФ и в 2017 г. были начаты масштабные геологоразведочные работы на Карымшинском и Северном участках (последний ранее не изучался). Проведены поисковые маршруты, пройдены каналы, выполнена площадная геохимическая съемка по вторичным ореолам рассеяния и электроразведка методом СГ-ЧП и СГ-ВП. В полевой сезон-2018 АО «Северо-Восточное ПГО» планирует выполнить: бурение колонковых скважин, электроразведку методом ВЭЗ-ВП и заверку выделенных аномалий магистральными каналами. Предполагается выявление новых гидротермальных золото-серебряных жильных зон и жил, а также площадных зон гидротермально измененных пород, приуроченных к субвулканическим интрузиям миоценового комплекса в пределах Карымшинской площади.

Планируется проведение минералого-геохимических исследований, сопровождающих геологоразведочные работы, с целью подтверждения предположения 80-х годов о переходе верхнего уровня эпitherмальной системы на более нижние гипсометрические уровни в зону стволовых жил с продуктивным оруденением с содержанием золота 6,8 г/т и серебра до 39 г/т; в центральной части рудопоявления содержания золота достигают 137 г/т [5]. Детальное изучение золото-серебряной минерализации, установление формы нахождения благородных металлов и выявление условий формирования оруденения необходимы для оценки перспективности рудопоявлений Карымшинского рудного узла и повышения эффективности поисково-разведочных работ в этом и сопредельных районах [3].

По результатам ранее проведенного технологического исследования руд было выявлено, что рудные минералы распространены весьма неравномерно, их количество в жильном материале обычно менее 1 %, редко 3...5 %, но в отдельных гнездах и обогащенных линзах достигает 20 % и более. Рудная минерализация распределяется в виде тонкой вкрапленности, струйчатых, прожилковидных выделений, гнездовых скоплений в гидрослюдисто-адуляр-кварцевом минеральном агрегате. Промышленную ценность определяют золото и серебро. Золото встречается в самородном виде, серебро в виде теллурида (гессит), сульфидов (аргентит, акантит) и сульфосолей (прустит, пираргирит). Руды относятся к убого-сульфидному теллуриднему (блеклорудно-гесситовому) минеральному типу золото-серебряной формации. Отношение золота к серебру изменяется в довольно широких пределах – от 1:1 до 1:10...15 и в среднем составляет 1:5. Основные рудные минералы представлены пиритом, гесситом, блеклыми рудами, золотом и халькопиритом. Второстепенные – халькозином, борнитом, сфалеритом, галенитом; редкие – аргентитом, алтаитом, апатитом, пираргиритом, пруститом, тетрадимитом, висмутином, антимонитом, пирроотином, гематитом, ильменитом, магнетитом, лейкоксеном. Среди гипергенных обнаружены: «лимонит», ковеллин, малахит, азурит, пирролюзит, церуссит [4]. В результате петрографического и минераграфического исследования руд можно сказать, что наиболее богаты рудами метасоматические образования и кварц-адулярные жилы. Структуры руд преимущественно неоднородные мелко- и среднезернистые, нередко криптозернистые. Текстуры весьма разнообразны – прожилковые, колломорфно-полосчатые, брекчиевые, пятнистые.

Богатые руды характеризуются колломорфно-полосчатыми и брекчиевыми текстурами. Зачастую в полосчатых рудах между полосками мелко-криптозернистого кварца разного цвета и адуляр-гидрослюдистого агрегата локализуются линзовидные и мелкогнездовые скопления гессита, золота и блеклой руды.

Брекчиевые текстуры обусловлены дроблением кварца ранних стадий минерализации, наличием в жилах обломков вмещающих пород и цементацией их кварцевым, кварц-адулярным агрегатом с рассеянной