

Морфология пирита и изотопный состав серы как индикаторы условий осадконакопления нефтематеринских пород

Научный руководитель – Спасенных Михаил Юрьевич

Хайруллина Алина Ильдаровна

Студент (магистр)

Сколковский институт науки и технологий, Москва, Россия

E-mail: Alina.Khayrullina@skoltech.ru

Нетрадиционные запасы углеводородов (УВ) вызывают большой интерес, однако на сегодняшний день нет четких критериев их локализации и разработки. Одними из крупнейших объектов, содержащих огромные запасы таких УВ являются породы баженовского горизонта (БГ). Породы БГ повсеместно содержат значительное количество пирита. Пирит – аутигенный минерал, формирование которого определяется окислительно-восстановительными условиями среды. Изучение пирита позволит восстанавливать условия осадконакопления и разработать дополнительные критерии выделения продуктивных интервалов [1].

Объектом исследования служат образцы пород баженовского горизонта. Основными методами исследования послужили метод масс-спектрометрии изотопного отношения (изотопный состав серы) и метод сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) (морфология пирита).

СЭМ позволил выявить различные типы пирита. Так, в баженовском горизонте встречаются фрамбоиды с различными структурными характеристиками, малые кристаллы (до 20 мкм); крупные кристаллы (до 50 мкм). Данные по изотопному составу серы в комплексе с изученными формами пирита показывают, что фрамбоидам в целом характерен легкий изотопный состав серы ($\delta^{34}\text{S}$ от -40 ‰ до -10 ‰), при этом чем крупнее фрамбоиды и микрокристаллы внутри фрамбоидов, тем тяжелее изотопный состав. В случае с крупными кристаллами изотопный состав серы характеризуется как более тяжелый ($\delta^{34}\text{S}$ до +30 ‰). Данные результаты показывают связь морфологии пирита и изотопного состава серы, что позволяет сделать выводы об условиях осадконакопления.

Фрамбоиды малых размеров с отрицательными значениями $\delta^{34}\text{S}$ образуются на морском дне в открытой системе в процессе бактериальной сульфатредукции, в ходе которой бактерии в первую очередь восстанавливают изотопно более легкий сульфат (^{32}S) до сульфида, при этом скорость кристаллизации высокая. В случае окислительной среды на морском дне формирование происходит ниже границы вода – осадок в условиях закрытой системы, происходит истощение ^{32}S , образуются крупные кристаллы пирита с тяжелым изотопным составом серы, скорость роста при этом медленная, что позволяет кристаллам разрастаться [2]. Так, фрамбоиды с отрицательными значениями $\delta^{34}\text{S}$ отображают восстановительные условия осадконакопления, в свою очередь крупные кристаллы с положительными значениями $\delta^{34}\text{S}$ свидетельствуют об окислительных условиях осадконакопления. При этом окислительные условия благоприятны для организмов, например, таких как радиолярии, которые формируют породы, рассматриваемые как коллектора в БГ.

Источники и литература

- 1) E. Idrisova et al., “Pyrite morphology and $\delta^{34}\text{S}$ as indicators of deposition environment in organic-rich shales,” *Geosci.*, vol. 11, no. 9, 2021, doi: 10.3390/geosciences11090355.

- 2) V. Pasquier, D. A. Fike, and I. Halevy, "Sedimentary pyrite sulfur isotopes track the local dynamics of the Peruvian oxygen minimum zone," *Nat. Commun.*, vol. 12, no. 1, 2021, doi: 10.1038/s41467-021-24753-x.