

Рис. 1. Гистограмма распределения натуральных логарифмов содержаний Ag в жиле 1-14

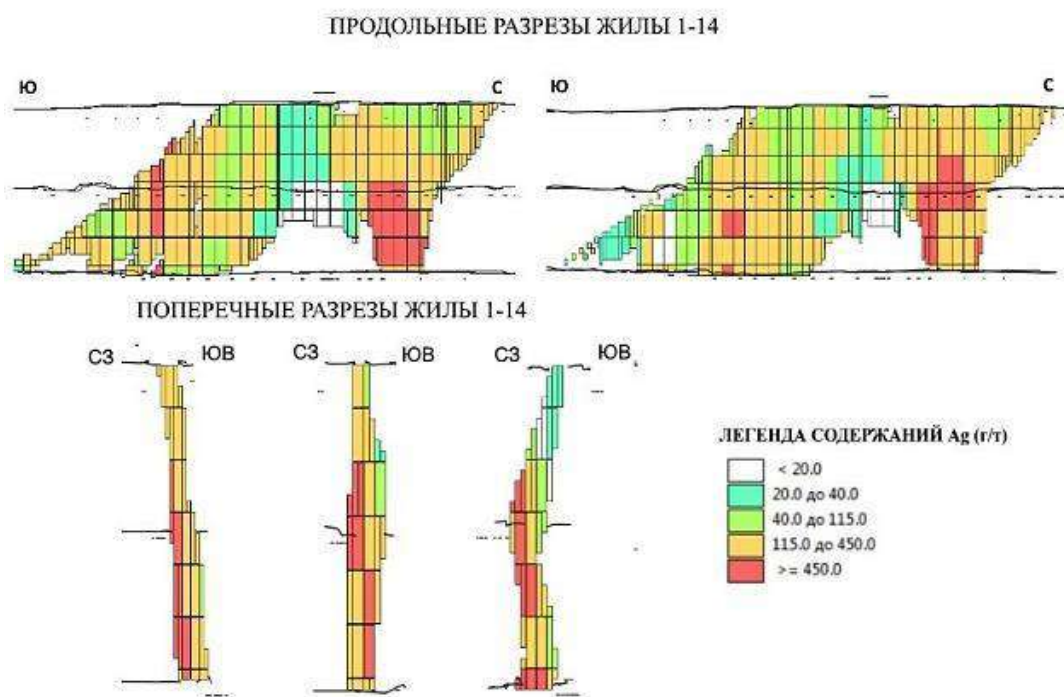


Рис. 2. Продольные и поперечные разрезы блочной модели жилы 1-14

Литература

1. Подсчет запасов золота и серебра Дукатского месторождения на 01.01.2006. Подсчет запасов. Пояснительная записка, ОАО «МНПО «ПОЛИМЕТАЛЛ», Санкт-Петербург, 2006. – Т. 1.

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НОВООБРАЗОВАННЫХ МИНЕРАЛОВ В ТОРФЯНОЙ ЗАЛЕЖИ ВАСЮГАНСКОГО БОЛОТА (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)

А.Б. Даулетова, А.С. Рубан

Научный руководитель доцент М.А. Рудмин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Васюганское болото, являясь самым большим на планете (площадь более 5 250 000 гектаров), представляет собой уникальный научный объект в аспекте прогноза состояния минералого-геохимического облика геологической среды. Огромные залежи торфа (около 18,7 млрд т [4]) служат уникальным хранилищем различных металлов и их

соединений. Различные биохимические процессы, протекающие в торфяных залежах, способствуют формированию аутигенных минеральных форм, включая карбонаты, сульфиды, сульфаты и др [3 - 8]. Изучение этих минералообразующих процессов в условиях современного торфяного болота позволит пролить свет на понимание условий концентрирования металлов в подобных обстановках, особенно учитывая потенциальные геологические палеоаналоги.

В качестве объекта исследования был выбран участок Васюганского болота, расположенный в его восточной части между реками Бакчар и Икса. Материалом для проведения данного исследования послужили образцы торфяного керна диаметром 7,5 см, отобранные с интервалом 25 см. Минералогические исследования проводились с использованием методов рентгенодифракционного анализа (Bruker D2 Phaser) и сканирующей электронной микроскопии (TESCAN VEGA 3 SBU).

Цель данной работы заключалась в изучении условий концентрирования и характера распределения аутигенных минеральных форм в торфяной среде с оценкой источников и механизмов мобилизации микроэлементов.

Так как имеются вопросы касательно источников металлов, условий минералообразования и последующей эволюции минералов в торфяных залежах [8], обогащение металлами торфов объясняется взаимодействием с окружающими породами и диффузией из грунтовых вод [5], выпадением атмосферной пыли, вызванное естественным или антропогенным факторами [3, 6]. Исследования минералообразующих процессов и источников металлов являются ключевыми пунктами для построения концепции эволюции геологических аналогов торфяной среды с формированием их металлогенического облика.

Торфяная залежь в исследуемом районе имеет мощность от 1.75 до 3.8 м. Изучаемый разрез представлен олиготрофным (0...100 см), мезотрофным (100...175 см), эвтрофным (175...275 см) торфом, который подстилается базальными суглинками (от 275 см). С использованием сканирующей электронной микроскопии и рентгенодифракционного анализа было выявлено около 30 минеральных фаз в составе неорганической фракции торфа и в составе базальных отложений. Минеральный состав можно разделить на три группы по происхождению: детритовые, глинистые и аутигенные. Среди детритовых выявлены: кварц, полевые шпаты, ильменит, рутил, магнетит, циркон, монацит, амфиболы (роговая обманка). К глинистым минералам относятся иллит, каолинит, смектит, хлорит. Аутигенные минералы представлены следующими фазами: карбонаты (кальцит и доломит), галит, кристобалит, окислы и гидроокислы железа, галенит, сфалерит, пирит, халькопирит, фаза Zn-Pb-S, барит, баритоцелестин, целестин, стибнит, касситерит, фосфат P3Э и др. [13].

Взаимонахождение характерных для осадочных сред аутигенных минеральных фаз (кальцит, доломит, фрамбоидальный пирит, галенит, сфалерит, барит, гидро- и окислы железа), исключает интерпретацию их приноса в торфяную залежь атмосферным аэрозолем. Напротив, концентрирование этих минералов приурочено к определённым геохимическим обстановкам в разрезе торфа. Базальные отложения с щелочной средой обогащены карбонатами, галенитом, сфалеритом и баритом. Эвтрофная часть торфяной залежи характеризуется сменой вверх по разрезу ассоциациями аутигенных минеральных фаз: карбонатно-Fe-(гидро-) оксидная сменяется пиритовой, которая переходит в галенит-сфалеритовую с подчиненным количеством карбонатов и пирита. Эта область тождественна зоне метаногенеза в сообществе с сульфат-редукцией, как следствие интенсивного разложения органического вещества. Результатом двух этих процессов являются новообразованные карбонатные и сульфидные фазы. Мезотрофный торф обогащен кальцитом (рис.) с подчиненным количеством Fe-(гидро-)оксидов в нижней части и преобладанием барита в верхней. Максимум кальцита в интервале 1.25...1.5 м можно интерпретировать анаэробным окислением метана, поступающего из эвтрофной толщи, с сульфат-редукцией в интервале 1...1.25 м. Обеднение этой части разреза металлами, такими как Pb, Zn, привело к концентрированию барита при, вероятно, биогенном источнике бария [11]. И наконец олиготрофная толща характеризуется развитием Fe-(гидро-)оксидов с локальным проявлением карбонатазации и сульфидизации как следствие сезонных колебаний окислительно-восстановительного режима.

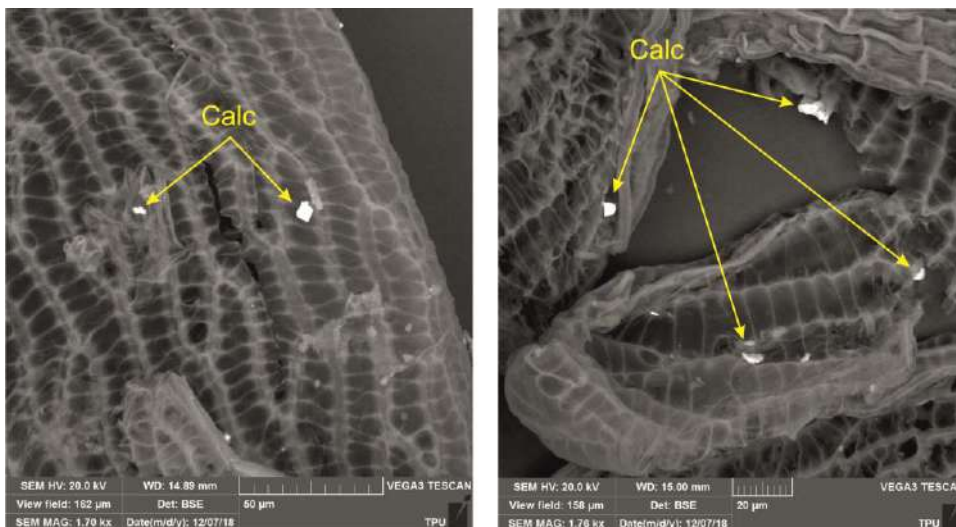


Рис. Нахождение карбонатных минералов в торфе Васюганского болота

СЕКЦИЯ 3. МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МПИ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЛОГИИ.

Формирование сульфидов Zn, Pb и Sb приурочено к анаэробным условиям эвтрофного торфа и базальных отложений. Образование фрамбоидов пирита связано с зоной перехода от органоминеральных отложений в эвтрофный торф и интерпретируется как результат активной бактериальной сульфат-редукции. Выше этого интервала начинается формирование карбонатных фаз и уменьшение количества глинистых минералов параллельно с локальным сульфидообразованием (галенит, сфалерит, халькопирит, стибнит). Максимум карбонатизации приходится на толщу мезотрофного торфа, где происходило анаэробное окисление метана, что заканчивалось кристаллизацией барита как продукта остаточной сульфат-редукции в верхней части. В толще олиготрофного болота отмечается преобразование глинистой фазы в каолинит или его привнос, среди которой отмечаются фазы гипса, галенита, халькопирита, сфалерита и реликты карбоната. Изменение кислородных условий отражается в ассоциации минеральных новообразований в соответствующих интервалах торфяной залежи. Это можно объяснить активностью микробиологических процессов, таких как анаэробное окисление метана и сульфат-редукция, выраженные в карбонатизации (100...225 см) и сульфидизации (175...250 см), соответственно. Среди факторов, определяющих формирование геохимических барьеров, следует отметить, прежде всего, резкое сокращение доступа кислорода в верхнем деятельном слое 0,25...0,50 м, биоаккумуляция, ее сезонные и многолетние изменения, условия пространственно-временной дифференциации водно-минерального питания, включая условия выноса или трансформации токсичных для микро- и макрофлоры продуктов, различную доступность твердого вещества, различия фильтрационных свойств органического и минерального грунта и их многолетняя динамика с учетом типов и видов торфа.

Учитывая предложенную модель, следует рассматривать торфяную залежь Васюганского болота как динамически растущую систему, концентрирующую в себе различные металлы. При продолжении ее эволюции с течением геологического времени можно прогнозировать дальнейшую консолидацию олиготрофной и мезотрофной толщ с трансформацией в эвтрофную с пирит-барит-карбонатной ассоциацией. Тем самым ископаемая часть торфяной залежи при сценарии устойчивости формирующихся минеральных фаз, то есть отсутствии их ремобилизации, должна иметь слоистый характер распределения минеральной фракции в своём разрезе как это описывается в некоторых лигнитовых месторождениях.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта 18-35-00302.

Литература

1. Berner R.A. Sedimentary pyrite formation: An update // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. – 1984. – Vol. 48. – № 4. – P. 605–615.
2. Белоус Н.Х. и др. Западно-Сибирский железорудный бассейн. – Новосибирск: СО РАН СССР, 1964. – 448 с.
3. Horng C.-S., Roberts A.P. Authigenic or detrital origin of pyrrhotite in sediments?: Resolving a paleomagnetic conundrum // *Earth and Planetary Science Letters*. – 2006. – Vol. 241. – № 3. – P. 750–762.
4. Inisheva, L.I.; Kobak, K.I.; Inishev, N.G. Paludification on Vasyugan Mire. *Contemp. Probl. Ecol.* – 2017. – P. 105–110.
5. Jørgensen B.B. et al. Anaerobic methane oxidation and a deep H₂S sink generate isotopically heavy sulfides in Black Sea sediments // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. – 2004. – Vol. 68. – № 9. – P. 2095–2118.
6. Kvenvolden K.A. Gas hydrates – geological perspective and global change // *Reviews of Geophysics*. – 1993. – Vol. 31. – P. 173–187.
7. Kennett J.P., Stott L.D. Abrupt deep-sea warming, paleoceanographic changes and benthic extinctions at the end of the Paleocene // *Nature*. – 1991. – Vol. 353. – P. 225–229.
8. Larrasoana J.C. et al. Diagenetic formation of greigite and pyrrhotite in gas hydrate marine sedimentary systems // *Earth and Planetary Science Letters*. – 2007. – Vol. 261. – № 3. – P. 350–366.
9. Lemaître N. et al. Trace element behaviour at cold seeps and the potential export of dissolved iron to the ocean // *Earth and Planetary Science Letters*. Elsevier. – 2014. Vol. 404. – P. 376–388.
10. Roberts A.P. Magnetic mineral diagenesis // *Earth-Science Reviews*. – 2015. – Vol. 151. – P. 1–47.
11. Rudmin M. et al. Ferrimagnetic Iron Sulfide Formation and Methane Venting Across the Paleocene-Eocene Thermal Maximum in Shallow Marine Sediments, Ancient West Siberian Sea // *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*. – 2018. – Vol. 19. – P. 1–22.
12. Rudmin M., Mazurov A., Banerjee S. Origin of ooidal ironstones in relation to warming events: Cretaceous-Eocene Bakchar deposit, south-east Western Siberia // *Marine and Petroleum Geology*. Elsevier. – 2019. – Vol. 100. – P. 309–325.
13. Rudmin, M., Ruban, A., Savichev, O., Mazurov, A., Dauletova, A., Savinova, O., Authigenic and Detrital Minerals in Peat Environment of Vasyugan Swamp, Western Siberia. *Minerals* 8, 500. – 2018. – doi:10.3390/MIN8110500
14. Zachos J.C., Dickens G.R., Zeebe R.E. An early Cenozoic perspective on greenhouse warming and carbon-cycle dynamics // *Nature*. – 2008. – Vol. 451. – № 7176. – P. 279–283.

ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВНЫХ УЧАСТКОВ КОКТАСЖАЛЬСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ

Е.В. Дужникова

Научный руководитель профессор Б.М. Кенжин

Карагандинский государственный технический университет, г. Караганда, Казахстан

Коктасжальское рудное поле расположено в Карагандинской области, имеет площадь 175 кв. км и приурочено к узлу сочленения северо-западных плектигивных и меридиональных дизъюнктивных структур. Для района характерна золото-медно-полиметаллическая специализация. Рудное поле представлено северо-западными грядами с выходами рудолокализирующей интрузии плагиогранит-порфиров. Холмообразные возвышенности быстро