

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

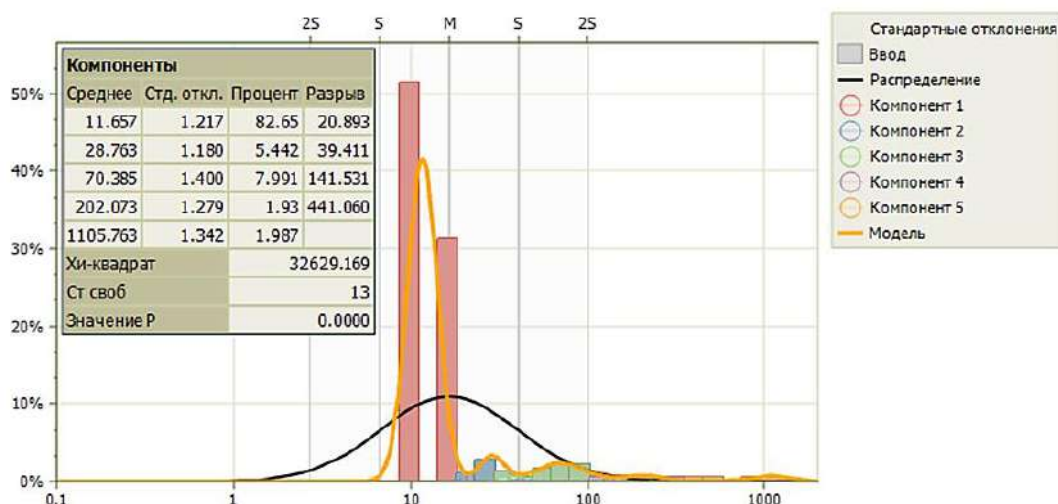


Рис. 1. Гистограмма распределения натуральных логарифмов содержаний Ag в жиле 1-14

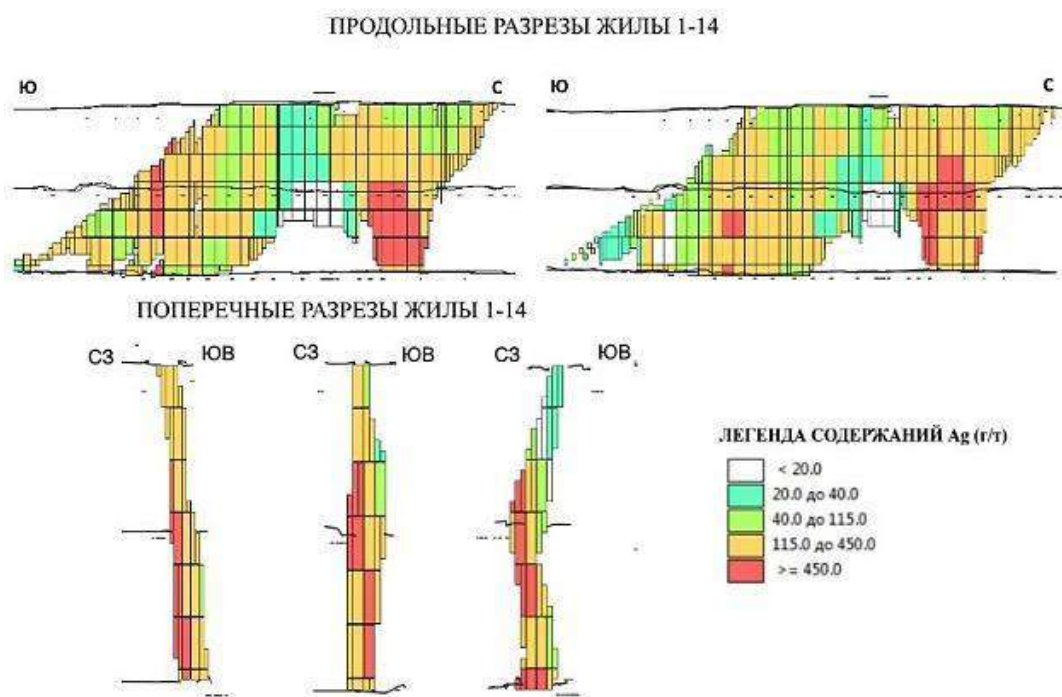


Рис. 2. Продольные и поперечные разрезы блочной модели жилы 1-14

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.

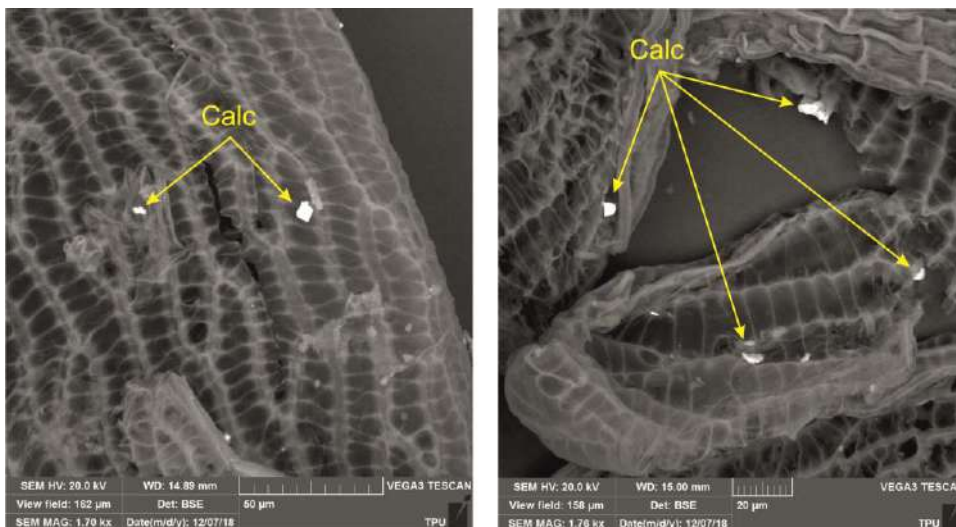


Рис. Нахождение карбонатных минералов в торфе Васюганского болота

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 отсутствия 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