

Вклад вулканизма в формирование геохимической специализации углей Черемховского каменноугольного месторождения (Иркутский угольный бассейн) по данным изучения тонштейнов

Соктоев Б.Р.¹, Арбузов С.И.^{1,2}

Contribution of volcanism to the formation of geochemical specialization of coals based on the data of tonsteins study (case of Cheremkhovo coal deposit, Irkutsk coal basin)

Soktoev B.R., Arbuzov S.I.

¹ *Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск; e-mail: bulatsoktoev@tpu.ru*

² *Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, г. Владивосток*

Данные об элементном и минеральном составе тонштейнов в составе угленосных толщ Черемховского месторождения (Иркутский угольный бассейн) показывают, что тонштейны оказывают существенное влияние на обогащение вмещающих углей, прежде всего, редкими элементами, что позволяет потенциально рассматривать угли как комплексный ресурс.

Введение

Угольные бассейны и месторождения различного возраста по всему миру характеризуются весьма неоднородным составом по уровням накопления элементов-примесей и характеру их распределения. Геохимическая специализация углей и угленосных пород формируется под влиянием ряда контролирующих факторов, ведущими из которых являются фактор петрофонда области питания, геотектонический фактор, фактор угольного метаморфизма, эпигенетические факторы (гидротермальные процессы, гипергенное окисление углей), фактор субсинхронного вулканизма [1, 6].

Фактор субсинхронного торфонакоплением и углеобразованию вулканизма играет существенную роль в накоплении ценных и потенциально токсичных элементов в угленосных отложениях вплоть до формирования редкометалльного оруденения [7]. Исходное вулканогенное вещество в углях, как правило, представлено измененным вулканическим пеплом (*altered volcanic ash*), чаще всего в виде тонштейнов, иногда бентонитов, К-бентонитов, безглинистых пластов и пропластков [5, 9]. Они выявлены и охарактеризованы во многих угольных бассейнах мира разного возраста – от каменноугольного до неогенового [7, 8, 9]. В ряде случаев установлено, что материал, формирующий тонштейны, является источником накопления в углях промышленных концентраций ценных металлов и аномальных концентраций потенциально токсичных элементов.

На сегодняшний день в пределах Иркутского бассейна, начиная с 70-х гг. XX в., были выявлены туфы и туфовые породы [4], наиболее распространенные в юго-восточной части бассейна. Ранее детально были изучены тонштейны только Азейского месторождения [2, 4], на других месторождениях бассейна подобного рода исследования ранее не проводились. Целью данной работы является выявление геохимических особенностей тонштейнов и оценка их вклада в формирование геохимической специализации вмещающих углей в пределах Черемховского месторождения.

Материалы и методы

Исходные пробы представлены тонштейнами и вмещающими их углями, отобранными на двух участках (Сафроновский, Тогот Северный) Черемховского каменноугольного месторождения, которое разрабатывается с 1896 г. Угленосность приурочена к отложениям заларинской и черемховской свит. Общая мощность угленосной толщи не превышает 100 м. Балансовые запасы (A+B+C₁) составляют 219 млн тонн [3].

Опробование было проведено в 2018 г. в вертикальном разрезе угольного пласта бороздовым методом с шириной борозды 5 см. Всего заложено 7 вертикальных

разрезов, отобрана 81 проба, в том числе 50 проб углей, 31 проба породных прослоев, включая тонштейны. Для определения элементного состава проб был применен метод инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА), выполненный в ядерно-геохимической лаборатории Международного инновационного научно-образовательного центра (МИНОЦ) «Урановая геология» Томского политехнического университета (аналитики – А.Ф. Судыко, Л.В. Богутская). Для ИНАА навеска угля составляла 200 мг, для породных прослоев и тонштейнов – 100 мг. Определение 28 химических элементов осуществлялось без предварительного концентрирования для исключения возможных потерь элементов при озолении. Оценка содержания ртути в пробах выполнена методом беспламенной атомной абсорбции с использованием прибора РА-915+ с пиролитической приставкой ПИРО-915. Минеральный состав тонштейнов определен методом порошковой рентгеновской дифрактометрии на дифрактометре D2 Phaser в МИНОЦ «Урановая геология» (аналитик – Б.Р. Соктоев).

Результаты и их обсуждение

Мощность выявленных тонштейнов варьирует в интервале от 5 до 25 см. Рентгенофазовый анализ показал, что минеральный состав тонштейна представлен преимущественно глинистыми минералами (каолинит, вермикулит, иллит), также в составе выявлены породообразующие минералы – кварц, К-На полевые шпаты. В ряде проб выявлены карбонатные минералы (кальцит). Полученные результаты хорошо согласуются с литературными данными о тонштейнах в других угольных бассейнах России и за рубежом. Схожие данные были установлены для тонштейнов в пределах Азейского месторождения в северо-западной части Иркутского угольного бассейна [4].

Анализ данных по уровням накопления 29 химических элементов позволил установить, что тонштейны в углях Черемховского месторождения преимущественно обогащены широким спектром химических элементов, в том числе редкими, редкоземельными и радиоактивными. Особый интерес представляет группа редкоземельных и радиоактивных элементов, максимальные значения содержания которых в вертикальном распределении приурочены к тонштейнам. Среднее содержание суммы редкоземельных элементов в тонштейнах составляет 260, Th – 29.6, U – 7.2 г/т. Данный спектр косвенно указывает на вероятный генезис изученных тонштейнов – кислый и щелочной пирокластический материал. Вертикальное распределение Th в углях и тонштейнах Черемховского месторождения приведено на рис. 1.

В качестве дополнительного критерия в литературе также используются Ta и Th, которые позволяют идентифицировать тонштейны в составе углей, а также пирокластику кислого и основного состава. Для вулканогенной пирокластики кислого и щелочного состава характерно высокое содержание Ta и Th, что отмечается и для тонштейнов Черемховского месторождения (максимальные содержания – 49.8 и 4 г/т, соответственно). В то время как для тонштейнов, образованных из пирокластического материала среднего и основного составов, характерны более низкие концентрации Th, в том числе нижекларковые.

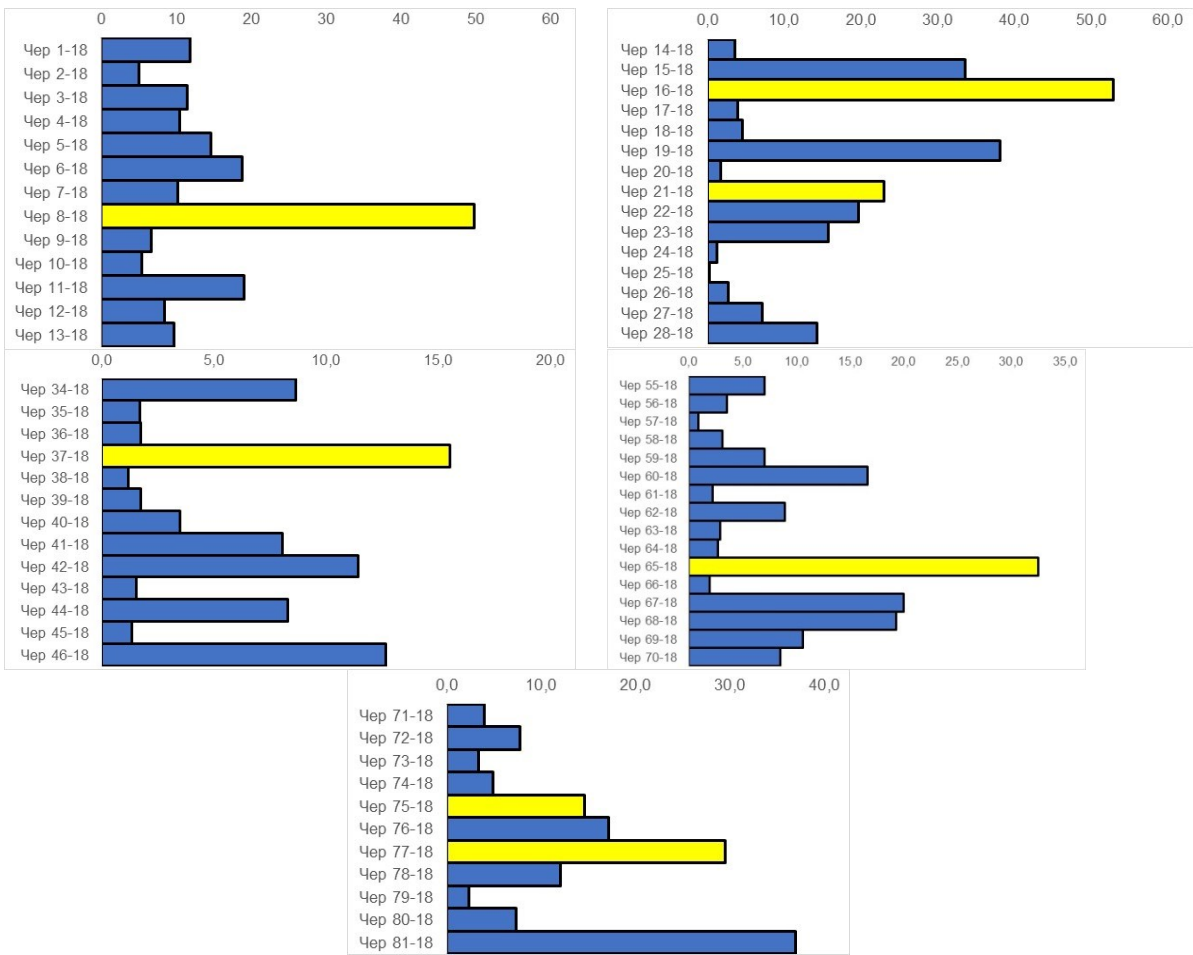


Рис. 1. Вертикальное распределение Th в углях и тонштейнах Черемховского месторождения, г/т: желтым цветом отмечены тонштейны.

Тонштейны также хорошо идентифицируются по некоторым индикаторным отношениям, таким как Th/U (рис. 2), La/Ce, La/Yb, U/REE. Th/U варьирует в интервале от 2.8 до 8.3 единиц. В тонштейнах Азейского месторождения данный показатель – 1.8-4.2 [4].

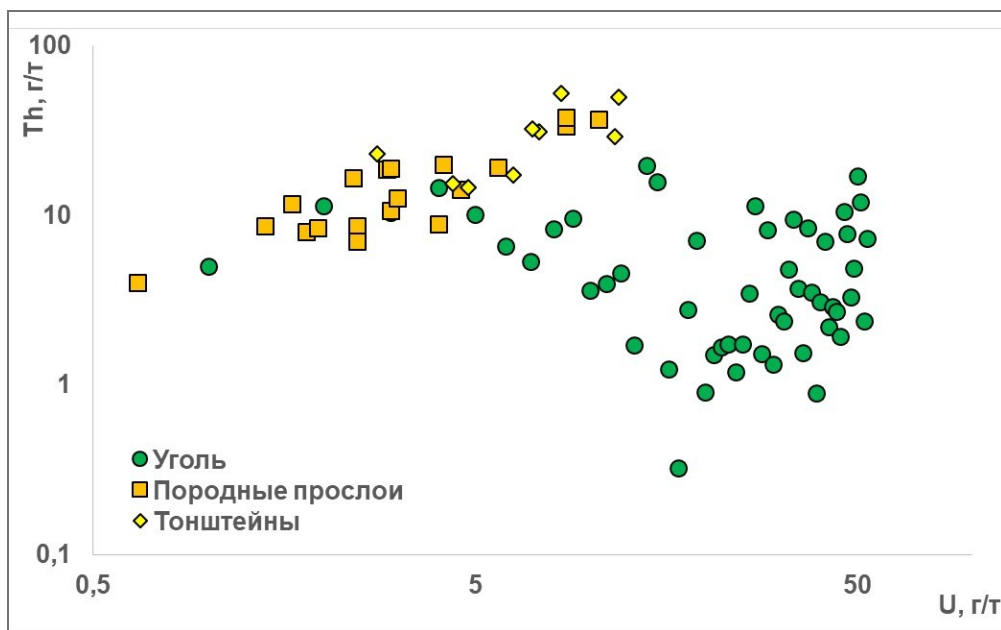


Рис. 2. Радиогеохимическая типизация углей, породных прослоев и тонштейнов Черемховского месторождения.

Заключение

Таким образом, полученные данные указывают на отличительные геохимические особенности тонштейнов в угольных пластах Черемховского месторождения. Выявленные тонштейны специализированы на спектр редких, редкоземельных и радиоактивных элементов, а также устанавливаются по индикаторным отношениям. Данные элементного состава косвенно указывают на изначальный источник пирокластики, сформировавшей тонштейны, – кислая и щелочная.

Обработка и интерпретация данных проведена в рамках реализации гранта Российского научного фонда (проект № 24-77-00010), <https://rscf.ru/project/24-77-00010/>.

Список литературы

1. Арбузов С.И., Еришов В.В. Геохимия редких элементов в углях Сибири. Томск: Д-Принт, 2007. 468 с.
2. Михеева Е.А., Демонтерова Е.И., Хубанов В.Б. и др. Возраст угленакопления в Иркутском бассейне по данным датирования акцессорных цирконов из тонштейна Азейского месторождения (LA-ICP-MS) // Вестник СПбГУ. 2020. Т. 65. Вып. 3. С. 420-433. <https://doi.org/10.21638/spbu07.2020.301>
3. Угольная база России. Том III. Угольные бассейны и месторождения Восточной Сибири (Красноярский край, Канско-Ачинский бассейн; Республика Хакасия, Минусинский бассейн; Республика Тыва, Улугхемский бассейн и др. месторождения; Иркутская область, Иркутский бассейн и угольные месторождения Предбайкалья). М.: ООО «Геоинформцентр», 2002. 488 с.
4. Arbuzov S.I., Mezhibor A.M., Spears D.A. et al. Nature of tonsteins in the Azeisk deposit of the Irkutsk Coal Basin (Siberia, Russia) // International Journal of Coal Geology. 2016. V. 153. P. 99-111. <https://doi.org/10.1016/j.coal.2015.12.001>
5. Bohor B.F., Triplehorn D.M. Tonsteins: Altered Volcanic-Ash Layers in Coal-Bearing Sequences. Colorado: The Geological Society of America, 1993. 42 p.
6. Dai S., Finkelman R.B., Hower J.C. et al. Inorganic Geochemistry of Coal. Elsevier, 2023. 450 p.
7. Dai S., Ward C.R., Graham I.T. et al. Altered volcanic ashes in coal and coal-bearing sequences: A review of their nature and significance // Earth-Science Reviews. 2017. V. 175. P. 44-74. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2017.10.005>
8. Huff W.D. K-bentonites: a review // American Mineralogist. 2016. V. 101. P. 43-70. <https://doi.org/10.2138/am-2016-5339>
9. Spears D.A. The origin of tonsteins, an overview, and links with seatearths, fireclays and fragmental clay rocks // International Journal of Coal Geology. 2012. V. 94. P. 22-31. <https://doi.org/10.1016/j.coal.2011.09.008>