

СЕКЦИЯ 11
ГЕОЛОГИЯ И РАЗВЕДКА РУД РЕДКИХ И РАДИОАКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ,
СТРАТЕГИЧЕСКИЕ МЕТАЛЛЫ

РОЛЬ ПАЛЕОВУЛКАНИЗМА В НАКОПЛЕНИИ РЕДКИХ МЕТАЛЛОВ В УГЛЯХ
ЧЕРНОГОРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ МИНУСИНСКОГО УГОЛЬНОГО БАСЕЙНА

А.В. Вергунов

Научный руководитель профессор С.И. Арбузов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Тонштейнами или флинтклями, в геологической литературе называют маломощные глинистые прослои. Их применяют для характеристики роли вулканизма во время образования угленосных отложений, а также выяснения состава и периодичности продуктов извержения вулканов [1]. Вулканогенная природа тонштейнов доказана и в настоящее время уже не дискутируется [4]. Исследователями установлено, что пирокластика, которая формирует тонштейны, служит источником накопления в углях промышленных концентраций ценных металлов и аномальных концентраций элементов-примесей [2].

В ходе исследования в угольных пластах Черногорского месторождения Минусинского угольного бассейна были детально опробованы и изучены как сами тонштейны, так и вмещающие их угли. Целью исследования является оценка роли пирокластического материала в накоплении редких и радиоактивных элементов-примесей в углях Минусинского каменноугольного бассейна.

Дело в том, что специфической особенностью торфяников, особенно верхового типа, является хорошая сохранность в них большинства попадающих в них элементов. Выщелоченные из тонштейна химические элементы в большинстве случаев накапливаются на границе с тонштейном как ниже его, так и над ним [2]. Мощность ореола накопления химического элемента над и под тонштейном зависит от подвижности элемента в палеоболотной среде и последующей его диффузии из тонштейна в уголь в процессе углефикации. Формирующиеся при этом минеральные ассоциации отличаются от исходных минералов тонштейнов. Используя математические процедуры, можно ориентировочно рассчитать содержания этих элементов в исходном пепловом материале [3].

В ходе исследования в угольных пластах Гигант, Мощный, Безыманный, Великан I, Двухаршинный и Малый Черногорского месторождения были детально опробованы и изучены как сами тонштейны, так и вмещающие их угли. Всего выявлено и изучено 17 тонштейнов мощностью 0,5 – 2 см.

Анализ данных показывает, что для Черногорского месторождения характерно довольно выдержанный состав пеплового материала, он изменяется в основном от андезитового до риолитового (рис.).

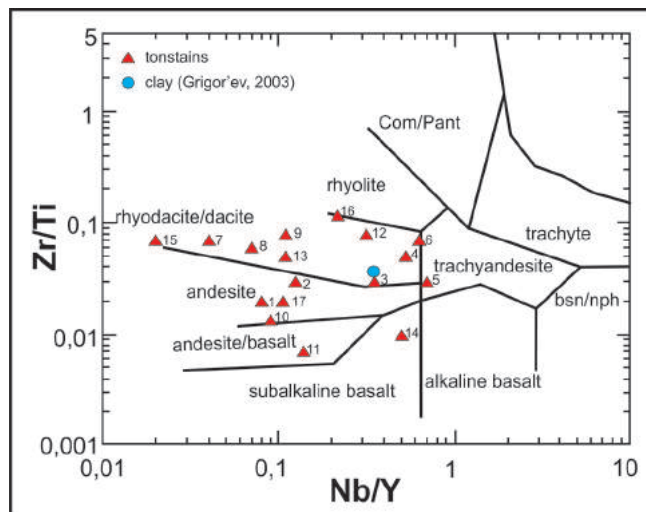


Рис. 1. Zr/Ti – Nb/Y классификационная диаграмма тонштейнов Черногорского месторождения [5]

Исследование химического состава тонштейнов выполнено методом ICP MS в аналитическом центре Дальневосточного геологического института, г. Владивосток (аналитик Е.В. Еловский). Исследовано содержание 61 элемента. Анализ состава петрогенных элементов выполнен методом рентгено-флуоресцентного анализа в Институте геологии и минералогии СО РАН (исполнитель Н.Г. Карманова).

В пласте Гигант выявлено восемь тонштейнов. Их мощность варьирует от 0,5 до 2 см. Самым ранним в разрезе пласта является тонштейн (Ч-29-15-1), образовавшийся из субщелочной пирокластики, В 54,5 см над ним, находится тонштейн (Ч-34-15), образованный из пеплов риодацитового состава. На расстоянии 56 см, выше по разрезу расположен тонштейн (Ч-37-15), сформированный также из пеплов риодацитового состава. На некотором расстоянии от него находится тонштейн (Ч-38-15), который образовался из пирокластики андезитобазальтового состава, над ним расположен тонштейн (Ч-42-15), образованный из риодацитовой пирокластики. В 40 см выше найден тонштейн (Ч-39-15), образовавшийся из пеплов андезитового состава, а на

расстоянии 32 см расположен тонштейн (Ч-44-15), образованный из риодацитовых пирокластиков. Над ним (в 15 см) расположен тонштейн (Ч-45-15), образовавшийся из пеплов риодацитового состава.

В составе золы углей, которые располагаются непосредственно над тонштейном (Ч-29-15-1), отмечено повышенное содержание РЗЭ, V, Co, Cr, Ni, Zn, Sr, Y, Zr, Ba, Hf, Pb и Th. Следует особенно выделить аномальное содержание РЗЭ (411 г/т), Co (54,9 г/т), Ni (264 г/т), Sr (0,28%), Zr (0,19 %), Ba (0,64%), Pb (314 г/т), Th (43 г/т).

Состав золы углей, как над, так и под тонштейном (Ч-34-15), в равной степени выделяется высокой концентрацией РЗЭ, Ni, Zn, Ga, Sr, Zr, Nb, Mo, Ba, Hf, Ta, Th и U. Стоит особо выделить содержание стронция – 0,5%, ниобия – 170 г/т, молибдена – 33,5 г/т и тантала – 4,3 г/т.

В составе золы углей, которые граничат с тонштейном с обеих сторон (Ч-38-15), выявлена повышенная концентрация V, Cr, Co, Ni, Sr, Y, Zr, Ba и Pb. Отметим отдельно аномальное содержание V – 710 г/т, Cr – 182 г/т, Co – 382 г/т и Ni – 437 г/т.

Зола углей, которые находятся над и под тонштейном (Ч-42-15), аномально обогащена РЗЭ, Ni, Zn, Ga, Rb, Sr, Zr, Nb, Ba, Pb, Th и U. Стоит особо отметить концентрацию РЗЭ (706 г/т), Ni (448 г/т), Ga (192 г/т), Rb (0,16%), Th (249 г/т) и U (109 г/т).

В пласте Мощный, было выявлено два тонштейна: Ч-26-15, образовавшийся из пирокластиков риодацитового состава, и расположенный в 135,5 см над ним Ч-22-15-2, который образовался из пирокластиков трахиандезитового состава.

Зола углей, находящихся в контакте с тонштейном (Ч-22-15-2) сверху и снизу, существенно обогащена РЗЭ, Sc, Y, Co, Ni, Zn, Ga, Sr, Zr, Nb, Mo, Sn, Ba, Hf, Ta, Pb, Th и U. Следует особенно выделить содержание стронция, достигающее в золе угля 2,9%, циркония – 0,4%, бария – 1,5%, тория – 130 г/т.

Стоит отметить, что содержание большинства анализируемых элементов на порядок больше в тонштейне (Ч-22-15-2), по сравнению с тонштейном (Ч-26-15).

Пласт Великан-1 Черногорского каменноугольного месторождения содержит в себе три тонштейна: Ч-15-15 – исходным материалом для которого являлась риодацитовая пирокластика, в 19 см над ним, расположен Ч-8-15, образовавшийся из пирокластиков андезитового состава, а в 14 см выше встречен Ч-4-15, материалом для которого послужила андезитовая пирокластика. На поведение некоторых элементов могло повлиять близкое расположение изученных тонштейнов друг к другу.

В составе золы углей, которые граничат с тонштейном (Ч-15-15) выявлена повышенная концентрация Be, Sc, V, Cr, Co, Zn, Rb, Sr, Zr, Cs, Ba, Pb. Отмечено, что зола угля, находящегося под этим же тонштейном обогащена Ni, Mo, Sn, Hf.

В углях, находящихся в контакте с нижней частью тонштейна (Ч-8-15), наблюдаются аномальные концентрации РЗЭ, Be, Sc, V, Cr, Co, Ni, Ga, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Cd, Sn, Cs, Ba, Hf, Ta, W, Pb, Th и U. Так, в составе золы углей на границе с нижней частью тонштейна выявлены аномально высокие концентрации суммы РЗЭ (0,16%), Ni (0,11%), Sr (0,19%), Zr (2,47%), Nb (556,9 г/т), Th (67,0 г/т), U (60,9 г/т). Уголь, расположенный над тонштейном, в меньшей степени обогащен Sc, V, Cr, Co, Rb, Sr, Zr, Nb, Cs, W, чем под ним.

Зола углей, находящихся в контакте с тонштейном (Ч-4-15) сверху и снизу, отличается повышенным содержанием тяжелых лантаноидов, Be, Sc, V, Cr, Co, Ni, Ga, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Cd, Cs, Ba, Hf, Ta, W, Pb и U. Стоит отметить, что проба угля, находящегося в 17 сантиметрах над тонштейном была отобрана в непосредственной близости от кровли пласта. Этим может быть объяснена повышенная концентрация практически всего спектра проанализированных элементов в данной пробе. Уголь находящийся внизу разреза пласта, значительно обогащен всеми элементами, на содержание которых проводился анализ.

Пласт Двухаршинный, содержит в себе два тонштейна: Дв-17-02 – образованный из андезитовой пирокластиков, в 33 см над ним расположен Дв-12-02, образовавшийся из пирокластиков риодацитового состава. Малое расстояние между изученными тонштейнами, может повлиять на существенное обогащение золы угля, находящегося между тонштейнами.

Зола углей, находящаяся в контакте с тонштейном (Дв-17-02) сверху и снизу, обогащена РЗЭ, V, Cr, Ni, Zn, Sr, Zr, Nb, Mo, Cd, Ba, Hf, W, Pb, Th и U. Стоит отдельно отметить количество РЗЭ - 0,37%, Co – 558 г/т, Ni – 533 г/т, Sr – 2,7%, Ba – 2,7%, Pb – 226 г/т и Th – 89 г/т.

В составе золы углей, которые граничат с тонштейном (Дв-12-02) с обеих сторон, отмечено повышенное содержание РЗЭ, Co, Ni, Zn, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Ba, Hf, W, Pb, Th и U. Следует особенно выделить содержание (РЗЭ 0,24%), (Zr 942 г/т), (Ba 0,13%), (Th-269 г/т).

Исследования показали, что общей геохимической особенностью апориолитовых и риодацитовых тонштейнов является накопление в притонштейновых углях U, Th, Zr, Hf, Ta, Nb, Ga. Для тонштейнов, сформировавшихся из более основной пирокластиков отмечено накопление в притонштейновых углях Ni, Co, Pb, Zn, Sr, Ba.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 16-55-53122 ГФЕН_a и № 16-05-00405А.

Литература

1. Адмакин Л.А. Тонштейны – геохронометры древних эруптивных циклов // Доклады АН СССР. – 1991. – Т. 320. – № 5. – С. 1194–1197.
2. Арбузов С.И., Ершов В.В. Геохимия редких элементов в углях Сибири. – Томск: Издат. дом «Д-Принт», 2007. – 468 с.
3. Арбузов С.И., Ершов В.В. Роль вулканизма позднего карбона - перми в формировании геохимического облика углей Минусинского бассейна // III Всероссийский симпозиум по вулканологии и палеовулканологии «ВУЛКАНИЗМ И ГЕОДИНАМИКА» 5-8 сентября 2006г. Материалы симпозиума. Т.3. - Улан-Удэ: Изд-во Бурятского научного центра СО РАН, – 2006. – С. 628 – 632.
4. Spears D.A. The origin of tonsteins, an overview, and links with seatearths, fireclays and fragmental clay rocks // Int. J. of Coal Geol. – 2012. - Vol.94 – P. 22–31.
5. Winchester J.A., Floyd P.A. Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements // Chemical Geology. – 1977. – Vol. 20. – P. 325–343.