

обоснован различием торий-уранового отношения в разных угольных сечениях – аномально низкого, характерного для гидрогенного оруденения и высокого, как у большинства терригенных осадочных пород. Полученные новые данные подтверждают ведущую роль экзогенных факторов в накоплении урана и РЗЭ в углях Раковской впадины.

*Исследования выполнены при финансовой поддержке РФФИ проект № 21-55-53013 ГФЕН\_а.*

#### Литература

1. Коковкин А.А. Новейшая структура Сихотэ-Алинского орогена, металлогения Сихотэ-Алинской рудной провинции // Региональная геология и металлогения. – 2013. – № 53. – С. 105-113.
2. Редкометалльно угольные месторождения Приморья / В.И. Вялов, Е.В. Кузеванова, П.А. Нелюбов и др. // Разведка и охрана недр. – 2010. – № 12. – С. 53–57.
3. Седых А.К. Кайнозойские рифтогенные впадины Приморья (геологическое строение, минералогия и геодинамика углегенеза). – Владивосток: Дальнаука, 2008. – 248 с.
4. Середин В.В. Металлоносность углей: условия формирования и перспективы освоения // Угольная база Рос сии. – М.: Геоинформмарк, 2004. – Т. 4. – С. 453–519.
5. Тейлор С. Р., Мак-Леннан С. М. Континентальная кора: ее состав и эволюция: Пер. с англ.—М.: Мир, 1988. 384 с.
6. Угольная база России. Том V, кн. 1. Угольные бассейны и месторождения Дальнего Востока (Хабаровский край, Амурская область, Приморский край, Еврейская АО). Под ред. В.И. Подольяна. – М.: Геоинформмарк, 1997. 371 с.
7. Чекрыжов И. Ю., Середин В.В., Арбузов С. И. Редкоземельные элементы и уран в углях Раковской впадины Южное Приморье // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека. Томск 2016. С. 703-706.
8. Seredin, V.V., Finkelman R.B. Metalliferous coals: A review of the main genetic and geochemical types // Int. J. Coal Geol. – 2008. – Vol. 76 (4). – P. 253–289
9. Seredin V. V., Dai S. Coal deposits as potential alternative sources for lanthanides and yttrium // International Journal of Coal Geology. 2012. Vol. 94. P. 67–93.

### **ПРИРОДА РЕДКОЗЕМЕЛЬНОГО ОРУДЕНЕНИЯ В УГЛЯХ ВАНЧИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ПРИМОРСКИЙ КРАЙ)**

**Серегин М.С.**

Научный руководитель - профессор С.И. Арбузов

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

В настоящее время редкоземельные элементы (РЗЭ), являются особо ценным стратегическим минеральным сырьем. Ванчинская впадина уже давно привлекает к себе повышенное внимание благодаря своей аномальной рудоносности. Ванчинское проявление находится в Ольгинском районе Приморского края, в истоках р. Милоградовка (старое название р. Ванчин). Ванчинская впадина имеет северо-западное простирание и представляет собой небольшой (3-5х15 км) ассиметричный грабен. Грабен представлен угленосными вулканогенно-осадочными отложениями мощностью первые сотни метров.

Фундамент впадины представлен юрскими и нижнемеловыми углеродисто-терригенными толщами Таухинского и Журавлевского террейнов, а также позднемеловые-датские эффузивы Восточно-Сихотэ-Алинского вулканического пояса среднего и кислого составов.

Кайнозойские вулканогенно-осадочные отложения с стратиграфическим несогласием перекрывают породы фундамента. Для них характерно моноклинальное залегание с падением слоев в сторону крутого юго-западного борта впадины под углом 10о-20о [3].

Угли Ванчинской впадины слагают серию маломощных (0.3–0.5, редко – 1.5–2.7 м) пластов и линз, практически не поддающихся увязке из-за сложной тектоники. Угли сложены в основном мацералами группы витринита (β- и Δ-витринит, β-паренхинит, феллинит, десмито-витринит).

На территории Ванчинского грабена особое значение имеют РЗЭсодержащие угли. К этому типу относятся угли, в золе которых содержание суммы лантаноидов (REY) ≥0,1% (Середин 2004).

В изученных РЗЭ-углях концентрация REY варьирует от 100 г/т до 700 г/т, в золах от 300 г/т до 5000 г/т.

Природа накопления РЗЭ в углях разнообразна. При отсутствии следов субсинхронного вулканизма в угольном пласте простого строения отчетливо проявляется «закон Зильберминца» выраженный в накоплении наиболее высоких содержаний РЗЭ в верхней и нижней частях угольного пласта в прикровельной и припочвенной зонах [1].

В изученном пласте аномальные содержания РЗЭ фиксируются только в его прикровельном и приподожвенном горизонтах, в то время как в центральной части они лишь слабо превышают кларковый уровень для углей (рис.1).

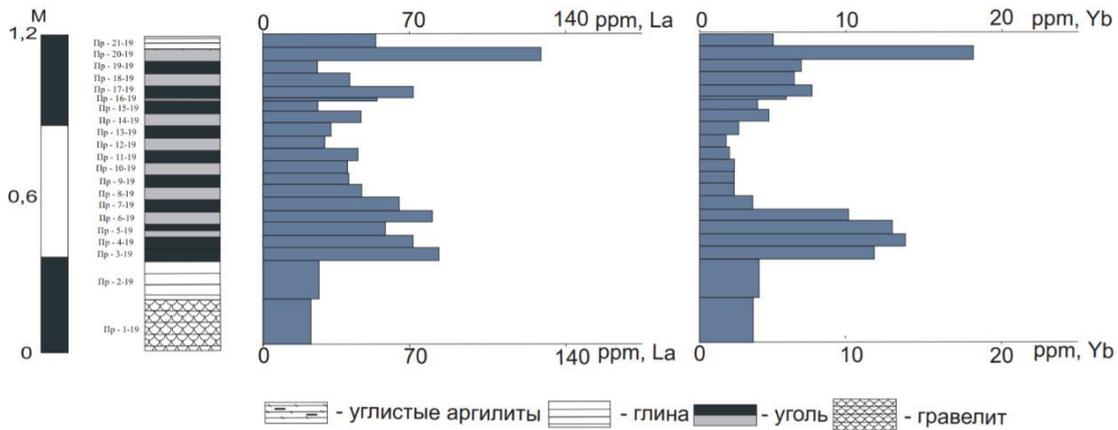


Рис.1 Распределение лантана, иттербия в обнажении угля в левом борту ручья (Прямой – основной?)

В.В. Середин [2] в основе нормирования содержаний РЗЭ в углях к средним данным для углей США и к NASC выделил четыре основных типа распределения РЗЭ в углях: N, L, M и H. Классификация, разработанная В.В. Серединым в настоящее время широко используется, так как позволяет в первом приближении оценить природу накопления РЗЭ в углях. Предполагается, что угли с N- и L- типами распределения формируются при привносе большей части РЗЭ с терригенным материалом, а угли с M- и H- типами распределения – при поступлении основной части РЗЭ с водными растворами.

Для изученных углей, при нормировании к NASC, установлен M- тип распределения, что позволяет в первом приближении говорить о возможном поступлении основной части РЗЭ с водными растворами (рис.2) [4].

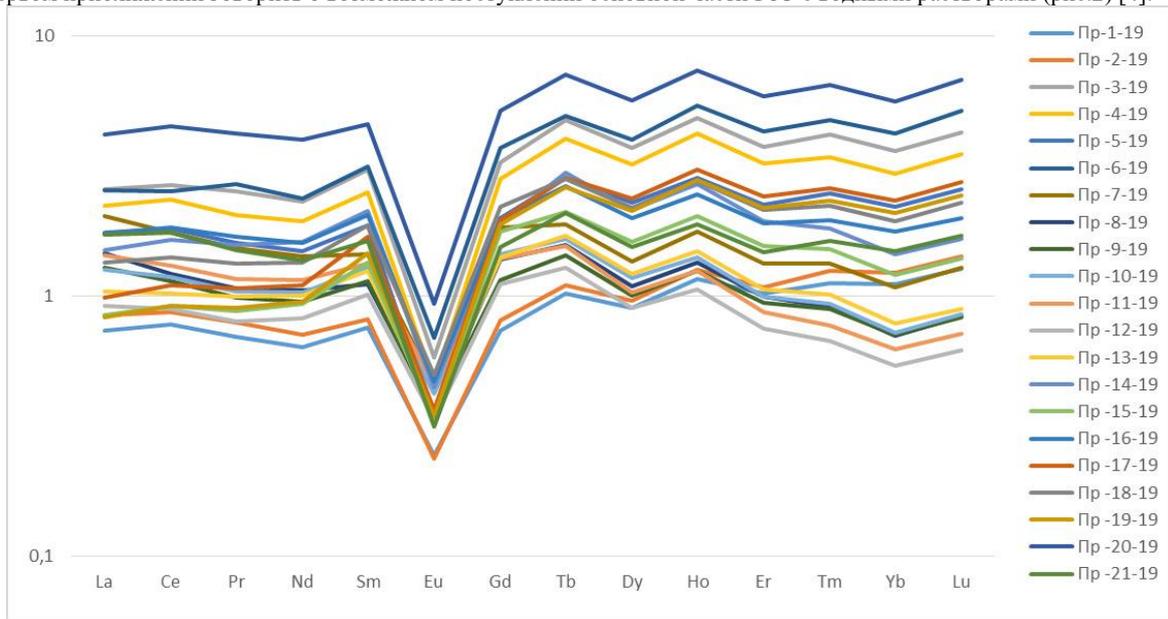


Рис.2 Распределение РЗЭ в изучаемых образцах

РЗЭ спектры содержаний угля, относительно стандарту североамериканских сланцев указывают на обогащение тяжелыми лантаноидами, относительно легких, а также имеют четко выраженный Eu минимум.

Природа накопления РЗЭ в углях разнообразна и вероятнее всего протекала в несколько этапов. В любой обстановке, важен фактор петрофонада, который обычно определяет фоновые содержания элементов. Одновременно в этом процессе участвуют и другие факторы, в данном случае гидрогеохимический фактор, с которым связано поступление водорастворимых форм лантаноидов, обуславливающих накопление их концентраций в приконтактных зонах угольных пластов, а именно в прикровельном и приподошвенном горизонтах.

#### Литература

1. Арбузов С. И. и др. Редкоземельные элементы (La, Ce, Sm, Eu, Tb, Yb, Lu) в углях Северной Азии (Сибирь, российский Дальний Восток, Северный Китай, Монголия, Казахстан). – 2017.
2. Середин В.В., Чекрызов И.Ю. Рудоносность Ванчинского грабена (Приморье) // Геология рудных месторождений. – 2011. – Т. 53, № 3. – С. 230–249.

3. Чекрыжов И. Ю. и др. Новые данные по стратиграфии, вулканизму и цеолитовой минерализации кайнозойской Ванчинской впадины, Приморский край //Тихоокеанская геология. – 2010. – Т. 29. – №. 4. – С. 45-63.
4. Seredin, V.V., Finkelman R.B. Metalliferous coals: A review of the main genetic and geochemical types // Int. J. Coal Geol. – 2008. – Vol. 76 (4). – P. 253–289

## МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ УРАНОВОРУДНЫХ ЭЛЬКОНИТОВ АЛДАНСКОГО ШИТА

Цыпленко М.М.

Научный руководитель - профессор С.И. Арбузов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Золотоурановорудные элькониты, развитые в пределах эльконского урановорудного района являются продуктом позднего (низкотемпературного) калиевого метасоматоза. Исходными для эльконизированных пород в указанном районе являются докембрийские гнейсы и гранитоиды, а также эпидотизированные амфиболиты, рассечённые древними разломами глубокого заложения, подновлёнными во время мезозойской тектономагматической активизации (рис. 1, 2) [1].

Собственно, мезозойские интрузии вскрыты эрозией только на западе Эльконского горста, однако процесс метасоматического преобразования развит в плоскостях дизъюнктивов практически по всей площади горста.

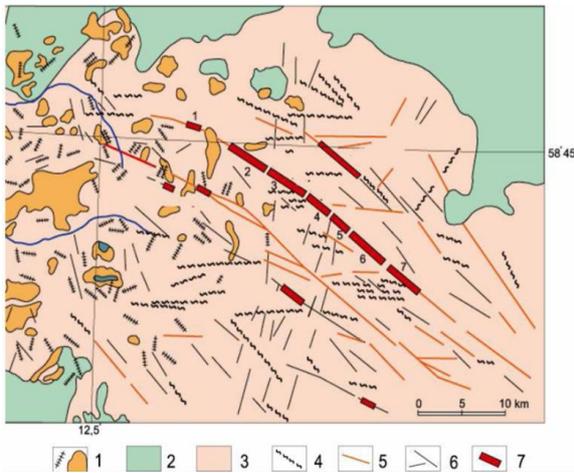


Рис. 1 Карта-схема Эльконского урановорудного района

**Примечание:** 1 – мезозойские интрузии; 2 – кембрийские платформенные карбонатные формации; 3 – докембрийские метаморфиты и гранитоиды; 4 – бластомилониты 5 – подновлённые древние разломы; 6 – мезозойские зоны разломов; 7 – урановые месторождения; Цифрами на карте указаны месторождения: 1 – Элькон, 2 – Эльконское плато, 3 – Курунг, 4 – Непроходимое, 5 – Дружное, 6 – Минеевское [3].

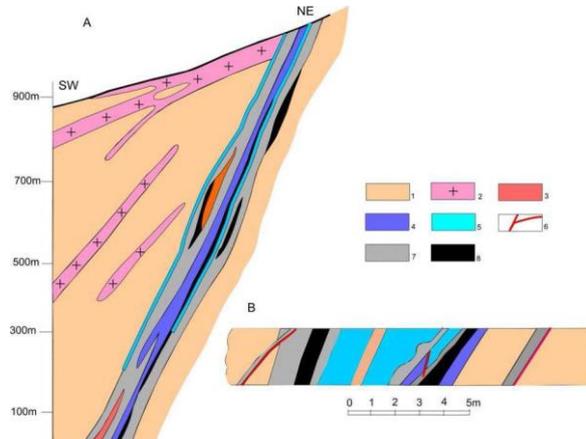


Рис. 2 Схематический разрез месторождений зоны Южная

**Примечание:** цифрами обозначены: 1 – гнейсы, 2 – гранитоиды, 3 – ортогнейсы, 4 – метаморфизованные диоритовые дайки, 5 – бластомилониты и катаклазиты, 6 – разломы, 7 – метасоматиты, 8 – рудные тела [4].

Пирит-карбонат-калишпатовые метасоматиты являются одним из главных структурных элементов зоны Южной и определяют положение всех рудных тел месторождения. Они образуют зоны (или полосы) шириной от первых десятков сантиметров до 10-15 м, на которую накладываются урановорудные и жильные минеральные ассоциации последующих стадий. Сформировались в мезозойский этап активизации, наряду с кварцевыми жилами с убогой вкрапленностью сульфидов, урановыми и молибденовыми минералами. Сложены карбонатами (анкеритом, доломитом, кальцитом), пиритом, марказитом, тонкозернистым бурым калиевым полевым шпатом и адуляром. Резко подчиненную роль в их составе играют апатит, сфен, лейкоксен, гематит.

Карбонаты совместно с пиритом и марказитом псевдоморфно замещают темноцветные минералы, выполняют тонкие прожилки и вместе с крошкой перетертых минералов слагают цемент брекчий. Калиевый полевой шпат и адуляр замещают лейкократовые минералы. Адуляр также может выполнять тонкие прожилки самостоятельно, либо вместе с карбонатом, небольшим количеством пирита и кварцем. Породный апатит, главным образом, перекристаллизовывается, но в отдельных случаях может создавать новообразования на зернах первичного апатита. Лейкоксен и сфен часто встречаются вместе с пиритом при замещении темноцветных минералов. Гематит выделяется в виде тонкой сыпи в полевых шпатах, обычно вдоль адуляровых, адуляр-карбонатных или кварц-адуляр-карбонатных прожилков.