

## Раздел третий

## ОБРАЩЕНИЕ С ЗОЛОШЛАКАМИ

## 3.3. Свойства золошлаков

## 3.3.4. Биогеохимическая характеристика отходов топливной энергетики на примере Ургальского угольного месторождения

С.Е. Сиротский

*Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, Хабаровск, Россия*

## АННОТАЦИЯ

На примере Ургальского угольного месторождения рассматривается биогеохимическая характеристика отходов топливной энергетики.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

На водосборном бассейне Буреинского водохранилища расположены месторождения каменных углей. Для характеристики элементного состава золы углей и вмещающих пород апробировалась скважина №7–2000 Буреинского угольного разреза, включающая в себя группу пластов Б-6 и Б-7. Образцы углей и вмещающие породы отбирались из буровых кернов через 10 см. Общая толщина угольного пласта более 7 м. Кровля и почва пластов в большинстве случаев сложены тонкозернистыми породами: алевролитами, аргиллитами включениями туффитов и песчаниками. Угли месторождения гумусовые, каменные [3]. Промышленное освоение данных пластов осуществляет ОАО «Ургалуголь». Разработка углей ведется открытым способом. Угли данного месторождения в качестве топлива используются в котельных пос. Чегдомын и бытовых печах частного сектора. Детальное опробование угольного разреза позволяет получить осредненную характеристику элементного состава золы углей для оценки загрязнения воздушной среды и почв поселка продуктами его сгорания, зола и шлаки являются отходами угольной энергетики, а вмещающие осадочные породы характеризуют геохимический природный фон обследуемой территории. Угли и вмещающие породы в лабораторных условиях в муфельной печи при температуре 800 °С подвергались полному озолению, а в исходной золе определялись химические элементы. По потере веса при прокаливании рассчитывалась зольность образцов проб. Подготовленные соответствующим образом пробы углей, вмещающих пород Буреинского угольного разреза и взвешенные вещества снежного покрова пос. Чегдомын и его окрестностей подвергались полному эмиссионно-спектральному анализу в центральной лаборатории физических методов исследований ФГУГПП «Хабаровскгеология». Полный эмиссионно-спектральный анализ в пробе незначительной навески позволяет одновременно определить свыше 40 химических элементов, металлов, и по этим возможностям, а также по скорости, оперативности, сходимости и воспроизводству результатов аналитических работ он превосходит практически все разработанные к настоящему времени виды

анализов, предусматривающих определение тяжелых металлов в твердом веществе.

## ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Определялись золообразующие элементы — кремний, алюминий, магний, кальций, железо, натрий, калий, а также химические элементы, относящиеся к разряду тяжелых металлов — марганец, никель, кобальт, титан, ванадий, хром, молибден, вольфрам, ниобий, тантал, цирконий, медь, свинец, серебро, сурьма, висмут, мышьяк, цинк, кадмий, олово, германий, галлий, барий, бериллий, уран, торий, иттрий, иттербий, лантан, стронций, церий, скандий, литий, бор, теллур, селен и фосфор (т.е. семь макроэлементов, 37 микроэлементов, всего — 44 химических элемента). Из 37 определяемых микроэлементов в зольном составе углей обнаружено 27 химических элементов: марганец, никель, кобальт, титан, ванадий, хром, молибден, ниобий, цирконий, медь, свинец, серебро, висмут, мышьяк, цинк, олово, германий, галлий, барий, бериллий, иттрий, иттербий, лантан, стронций, скандий, литий и фосфор.

За пределами обнаружения находились 10 элементов: вольфрам, тантал, сурьма, кадмий, уран, торий, церий, бор, теллур, селен. Следует особо подчеркнуть, что мышьяк обнаружен только в шести прослоях угля, зольность которых составляет менее 10 %. В остальных пробах углей, вмещающих пород мышьяк не обнаружен. Мышьяк также не обнаружен в водной фазе снежного покрова. Во взвешенном веществе снежного покрова, из 27 перечисленных элементов для углей не обнаружены германий, мышьяк, висмут, литий, фосфор, т.е. пять химических элементов.

С практической и теоретической точек зрения целесообразно сравнение средних значений элементного химического состава вмещающих осадочных пород в целом, т.е. песчаники + алевролиты + аргиллиты + туффиты (что характеризует природный геохимический фон территории) с элементным составом углей, отличающихся между собой по зольности, и элементным состав взвешенных веществ снежного покрова как результат отхода топливной энергетики

Имеющиеся в наличии материалы позволяют перейти к расчету местных кларков, т.е. средних значений для элементов в золе углей, осадочных породах и взвешенных веществах снежного покрова на территории обследования.

Известно, что некоторые элементы содержатся в золе угля в более высоких концентрациях, чем во вмещающих угольные пласты породах. Так как минеральные компоненты большинства углей (средне- и высокзолных) представляют собой терригенный материал, то мы наблюдаем обогащение его определенными элементами при озолении угля. Это обогащение происходит в значительной мере потому, что специфические для угля элементы концентрируются в биогенной и сорбционных формах, связанных с органическим веществом. При озолении они «добавляются» в состав золы сверх того количества, которое содержится в терригенном материале. Ясно, что особенно сильно должна обогащаться зола малозольных углей. Такие специфические для угля элементы Я.Э. Юдович предложил называть типоморфными [2, 4, 5].

Значения угольных кларков позволяют рассчитать кларки концентрации (КК) элементов в золах углей, т.е. вычислить среднюю оценку типоморфности для каждого элемента. По градации Э.Я. Юдовича элементы с КК меньше 1, называются нетипоморфными, 1...2 — умеренно типоморфными, 2...5 — просто типоморфными, и более 5 — высокотипоморфными [6].

С целью оценки типоморфности рассматриваемых элементов нами рассчитаны местные кларки для вмещающих угольные пласты осадочных пород, местные кларки элементов для углей Буреинского угольного разреза и кларки содержания элементов для взвешенных веществ снежного покрова. Также были рассчитаны средние содержания элементов для золы всех углей, характеризующихся средней зольностью 24,7 %, и углей, отличающихся между собой по зольности, со средней зольностью 27,1 % и 10,2 % соответственно.

Из полученных данных следует, что максимальное содержание микроэлементов по отношению к осадочным вмещающим породам наблюдается в углях с наименьшей зольностью. Относительно углей со средней зольностью 10,2 % к вмещающим породам к нетипоморфным элементам относятся цинк (КК= 0,3), фосфор (КК= 0,8), стронций (КК= 0,9), кремний и алюминий (КК= 0,9 и 0,7 соответственно), магний (КК= 0,9) и калий (КК= 0,2).

Умеренно типоморфными элементами являются олово, медь, свинец, серебро, висмут, литий, кобальт, никель, ванадий, хром, лантан, ниобий, барий, титан, иттрий, цирконий, иттербий, галлий, скандий, железо, магний. К просто типоморфным элементам относятся германий, молибден, бериллий, марганец и кальций.

Разница соотношений между элементами отчетливо проявляется в углях малой зольности — 10,2 % и углях при средней зольности 27,1 %. Чем меньше зольность угля, тем выше содержание микроэлементов в зольном остатке.

Содержание микроэлементов во взвешенном составе снежного покрова по отношению к вмещающим породам имеет определенные отличия от золь-

ного состава углей. Как отмечено ранее, во взвешенном веществе снежного покрова за пределами обнаружения эмиссионно-спектральным анализом находились германий, мышьяк, висмут, литий, фосфор. К нетипоморфным химическим элементам в нем относятся следующие элементы: олово, молибден, кобальт, никель, ванадий, хром, барий, стронций, титан, иттрий, цирконий, иттербий, галлий, скандий, кремний, алюминий, магний, натрий и калий.

По всей видимости, представленная ассоциация химических элементов переходит в растворимую фракцию снежного покрова.

Только такие элементы, как медь с (КК= 1,8), цинк (КК= 1,2), серебро (КК= 1,2), бериллий (КК= 1,7), марганец (КК= 2,8), лантан (КК= 1,3), ниобий (КК= 1,3), железо (КК= 1,9), кальций (КК= 3,5) имеют более высокое содержание по отношению к осадочным породам исследуемого района. На настоящий момент можно ставить вопрос о загрязнении почвенного покрова пос. Чегдомын вышеперечисленной ассоциацией химических элементов. Ранее было показано [1], что такие элементы, как медь, цинк и марганец в более высоких концентрациях по отношению к зольному составу углей находятся в чистой саже. При количественной оценке загрязнения взвешенными веществами снежного покрова, целесообразно ориентироваться на осредненный элементный состав взвешенных веществ и на их количество в снежном покрове.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Ивашов П.В., Сиротский С.Е., Климин М.А.** Эколого-геохимическая оценка отходов угольной энергетики на основе Ургальского месторождения // Биогеохимические и экологические оценки техногенных экосистем бассейна р. Амур. Владивосток: Дальнаука, 1989. С. 20—33.
  2. **Китаев И.В.** Золообразующие и малые элементы углей Дальнего Востока. Владивосток: ДВО АН СССР, 1989. 140 с.
  3. **Оприлов В.В., Шарикова Е.А., Коновалова Л.Н.** Физико-химические свойства углей Дальнего Востока. М.: Наука, 1978. — 108 с.
  4. **Юдович Я.Э.** Геохимическая ассоциация типоморфных элементов-примесей в углях и связанные с ними генетические проблемы // Тектоника, стратиграфия и литология осадочных формаций Якутии. Якутск, 1966. С. 204—218.
  5. **Юдович Я.Э.** Геохимия ископаемых углей. Л.: Наука, 1978. 262 с.
  6. **Юдович Я.Э., Кетрис М.П., Мерц А.В.** Элементы-примеси в ископаемых углях. Л.: Наука, 1985. 239 с.
- С.Е. Сиротский.** Биогеохимическая характеристика отходов топливной энергетики на примере Ургальского угольного месторождения микросферы из зол уноса электростанций // Труды II Межд. научн. практ. конф. и спец. выст. «Экология в энергетике — 2005», 19-21 октября 2005 г., Москва, Изд-во МЭИ, - М. С. 203 — 204.