УДК 551.578.46-026.562:662.92:504.064

Эколого-геохимическая оценка в окрестностях объектов теплоэнергетики по данным снеговой съемки

© *А. В. Таловская, Е. Г. Язиков, Т. С. Шахова*
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия,
E-mail: talovskaj@yandex.ru

Представлены результаты сравнительного анализа микроэлементного состава твердых частиц в окрестностях котельных сельских поселений, отличающихся технологическими параметрами и видом топлива (уголь, газ), на основе изучения микроэлементного состава снежного покрова. Определены элементы-индикаторы в твердой фазе снега в окрестностях котельных в зависимости от вида топлива и технологических параметров.

Ключевые слова: снеговой покров; теплоэнергетика; микроэлементы.

Eco-geochemical assessment within heat power engineering plants on basis of snow cover study

A. V. Talovskaya, E. G. Yazikov, T. S. Shakhova
National Research Tomsk Polytechnic University, Russia. E-mail: talovskaj@yandex.ru

This paper will report on the comparison results of dust pollution and trace element concentrations in solid airborne particles deposited in snow in vicinity of coal-fired and gas-fired boiler houses with different technological parameters. We identified some tracer elements characterized the anthropogenic impact of studied boiler houses depending on use fuel and technological parameters.

Keywords: snow cover; heat power engineering plants; trace elements.

Введение. Выбросы городских ТЭЦ и ГРЭС являются постоянными объектами изучения, поскольку они мощные антропогенные источники поступления в атмосферный воздух твердых частиц, содержащие опасные для здоровья человека тяжелые металлы [4]. Но при этом, без внимания остаются локальные угольные котельные, являющиеся основными источниками загрязнения воздуха в сельских поселениях. Исследование состава и распределения выбросов от объектов теплоэнергетики возможно с использованием снежного покрова [2]. В данной работе представлена эколого-геохимическая оценка в окрестностях котельных в сельских поселениях, отличающихся видом топлива и технологическими параметрами, на основе изучения снежного покрова.

Методика. В феврале 2016 и 2017 гг. проводили отбор проб снежного покрова в окрестностях двух угольных и газовых котельных Томской области для изучения состава твердых частиц, аккумулированных в снежном покрове за весь зимний период. Пункты отбора проб были расположены в соответствии с нормативной методикой. Всего в окрестностях каждой котельной было отобрано от 10 до 12 проб. Проводили анализ микроэлементного состава (As, Cd, Se, Pb, Zn, Co, Ni, Mo, Cu, Sb, Cr, Ba, V, Mn, Sr и W) проб твердой фазы снега масс-спектрометрией с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-МС) в аккредитованной лаборатории Химико-аналитического центра «ПЛАЗМА» (г. Томск). Содержание Hg определяли атомно-абсорбционной спектроскопией (метод пиролиза) в лаборатории микроэлементного состава природных сред МИНОЦ «Урановая геология» (ТПУ).

Обработка данных включала расчет эколого-геохимических показателей (коэффициент концентрации, суммарный показатель загрязнения) для твердой фазы снега в соответствии с методическими рекомендациями [4]. Аналитические данные были обработаны в пакете STATISTICA 7.0 с помощью непараметрических критериев [3].

Результаты. Ранее нами было выявлено, что пробы твердой фазы снега из окрестностей угольной котельной № 1 обогащены Cd и Sb (Кс = 7,0÷24,8), Hg, Mo, Pb, Sr, Ba, Ni, Mo, Zn (Кс = 1,9÷4,2) по сравнению с фоном [7]. Данные элементы формируют средний уровень загрязнения и умеренно опасную экологическую ситуацию по величине суммарного показателя загрязнения (Zc = 32÷64 [4]), составляющую в среднем 47,8 (табл.). В пробах из окрестностей угольной котельной № 2 было определено, что Hg, Mn, As, V, Zn, Ni, Mo, Co, Ba, Cd и Sr составляют группу микроэлементов с высоким накоплением (Кс = 1,6÷4,7) по средним значениям коэффициентов концентрации (табл.). Суммарный показатель загрязнения составляет в среднем 22,2, что соответствует низкому уровню загрязнения и неопасной экологической ситуации (Zc < 32 [4]). Общим для двух изучаемых угольных котельных является обогащение твердой фазы снега Hg, Zn, Ni, Mo, Co, Ba и Sr относительно фона (Кс = 1,6÷4,7). Сравнительный анализ показал статистически незначимые различия содержания этих микроэлементов в пробах из окрестностей данных котельных. Такие элементы, как Cd, Pb и Sb можно

использовать отличительными элементами-индикаторами для твердой фазы снега из окрестностей угольной котельной № 1, тогда как As и V — для твердой фазы снега из окрестностей угольной котельной № 2. Микроэлементы отражают геохимические особенности углей Сибири [1] и разные технологические параметры котельных. Элементы-примеси при сжигании углей на объектах теплоэнергетики сорбируются на мелких и ультрамелких частицах, поступая в атмосферный воздух, минуя системы пылегазоулавливания [8]. Дополнительными источникам можно считать открытые угольные склады, расположенные на промплощадках. В составе золы уноса котельной № 2 определено в 10 раз высокие концентрации микроэлементов по сравнению с содержанием микроэлементов в используемых углях (рис. 1).

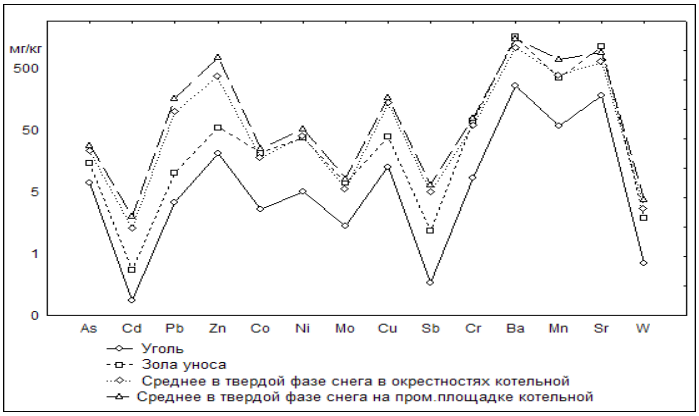

Рис. 1. Сравнительная характеристикам микроэлементного состава угля, золы-уноса и твердой фазы снега в окрестностях угольной котельной № 2.

По средним значениям коэффициентов концентрации Sb и W составляют группу элементов с высоким накоплением (Кс = 7,0÷9,1) в твердой фазе снега из окрестностей газовой котельной № 1 (табл.).

Таблица

Геохимическая характеристика твердой фазы снегового покрова в окрестностях котельных

Котельная	Коэффициент концентрации, K_c			Z_c
	≥ 1,5	1,6-5	5-25	
Угольная котельная № 1 (расход угля 416 т/год, выработка тепла 7700 Гкал/год)	$Se_{0,1}As_{0,3}V_{0,4}Cr_{0,5}$ $Cu_{0,8}W_{1,1}Mn_{1,5}$	$Hg_{1,9}Pb_{2,4}Ba_{3}$ $Co_{3,1}Ni_{3,1}Zn_{3,2}$ $Mo_{3,3}Sr_{4,2}$	$Cd_{7,2}$ $Sb_{24,8}$	47,8
Угольная котельная № 2 (расход угля 1578 т/год, выработка тепла 3772 Гкал/год)	$Se_{0,3}W_{1}Sb_{1,2}Cu_{1,2}$ $Pb_{1,3}Cr_{1,4}$	$Hg_{1,6}Mn_{1,7}As_{2,2}V_{2,4}$ $Zn_{2,7}$ Ni,Mo,$Co_{2,9}$ $Ba_{3,7}Cd_{4,4}Sr_{4,7}$	-	22,2
Газовая котельная № 1 (расход газа 737 м^3/год, выработка тепла 5310 Гкал/год)	$Se_{0,2}Cu_{0,6}Sb_{0,9}Cr_{1,0}$ $As_{1,1}$ $Sr_{1,2}Pb_{1,4}Co_{1,5}$	$Mn_{1,7}$Mo,$Zn_{1,9}$ $Ba_{2,1}Cd_{2,3}Hg_{2,5}$ $Ni_{3,4}V_{3,8}$	$W_{9,1}$	21,1
Газовая котельная № 2 (расход газа 317 м^3/год, выработка тепла 2282 Гкал/год)	$Se_{0,1}As_{0,4}Cu_{0,7}$ V,$W_{1}Mn_{1,1}$Mo, $Sb_{1,2}$Ni,$Cr_{1,3}$Pb, $Sr_{1,4}$Ba,$Co_{1,5}$	$Zn_{1,6}Hg_{1,8}Cd_{3,6}$	-	5,0

Менее активно в пробах накапливаются Mn, Zn, Mo, Ba, Cd, Hg, V и Ni (Кс = 1,7÷3,8). Данные микроэлементы вносят наибольший вклад в величину суммарного показателя загрязнения, которая в среднем составляет 21,1 и соответствует низкому уровню загрязнения с неопасной экологической ситуацией согласно градации (Zc < 32) [4]. В окрестностях газовой котельной № 2 пробы твердой фазы снега в большей степени обогащены Cd (Кс = 3,6) и незначительно — Zn и Hg (Кс = 1,6÷1,8) относительно фоновых значений. В соответствии с градацией [4] выявлен низкий уровень загрязнения с неопасной экологической ситуацией по величине суммарного показателя загрязнения (Zc = 5,0). Общим для двух изучаемых газовых котельных является обогащение твердой фазы снега Hg, Zn и Cd (Кс = 1,6÷3,6) относительно фона. Определены статистически незначимые различия содержания этих

микроэлементов в пробах из окрестностей данных котельных. Выявлены сильные корреляционные связи Hg, как микроэлемента, содержащегося в металлической форме в природном газе [5], с As, Ni, Sb, Cr, Ba и V (r > 0,85). Накопление этих элементов в пробах на уровне фоновых значений может свидетельствовать о частичном поступлении Hg от региональных или локальных источников, в частности с выбросами угольной котельной на территории сельского поселения. С другой стороны, эти микроэлементы могут поступать в следовых количествах при сжигании природного газа, что требует дальнейшего изучения.

Заключение. В окрестностях разных котельных выявлены общие и различные микроэлементы-индикаторы в твердой фазе снега, отражающие технологические параметры котельных, геохимические особенности используемого угля и зольных выбросов, и влияние источников на промышленной площадке котельных.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 16-45-700184р_а.

Литература

1. Арбузов С. И. Металлоносность углей Сибири // Известия Томского политехнического университета. 2007. № 1. С. 77–83.

2. Методы анализа данных загрязнения снегового покрова в зонах влияния промышленных предприятий (на примере г. Новосибирск) / С. Б. Бортникова [и др.] // Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология. 2009. № 6. С. 515–525.

3. Михальчук А. А., Язиков Е. Г. Многомерный статистический анализ эколого-геохимических измерений. Часть II. Компьютерный практикум. Учебное пособие. Томск: Изд. Томского политехнического университета, 2014. 150 с.

4. Ревич Б. А. К оценке влияния деятельности ТЭК на качество окружающей среды и здоровье населения // Проблемы прогнозирования. 2010. Т. 4. С. 87–89.

5. Рыжов В. В., Машьянов И. Л., Озерова Н. А. Первая регистрация периодических вариаций содержания ртути в природном углеводородном газе // Ученые записки СПбГУ. 1998. Вып. 35. Т. 433. С. 309–316.

6. Сает Ю. Е., Ревич Б. А., Янин Е. П. Геохимия окружающей среды. М.: Недра. 1990. 335 с.

7. Оценка аэротехногенного загрязнения в окрестностях угольных и нефтяных котельных по состоянию снегового покрова (на примере Томской области) / А. В. Таловская [и др.] // Известия Томского политехнического университета. 2016. Т. 327. № 10. С. 116–130.

8. Vejahati F., Xu Z., Gupta R. Trace elements in coal: Associations with coal and minerals and their behavior during coal utilization–A review // Fuel. 2010. № 4. С. 904–911.

Таловская Анна Валерьевна, кандидат геолого-минералогических наук, доцент Национального исследовательского Томского политехнического университета, г. Томск.