

- технический журнал. – 2004. – №2. – Режим доступа: <http://www.nitu.gubkin.ru/tng/204.htm> (дата обращения 05.09.2015)
4. Дьячкова Т.Н. Химическая технология органических веществ: Учебное пособие / Т. П. Дьячкова, В. С. Орехов и др. – Тамбов: Издательство ТГТУ, 2007.
5. Панкин К.Е. Сравнение биотоплив с нефтяными топливами по физико-химическим характеристикам / К.Е. Панкин, Ю.В.Иванов, Р.И.Кузьмина и др. // Химия и технология топлив и масел : научно-технический журнал. – 2011. – №1 – 8-10 с.
6. Панкин К.Е. Сравнение жидких биотоплив с нефтяными топливами по экологическим характеристикам / К.Е. Панкин, Ю.В.Иванов, Р.И.Кузьмина и др. // Химия и технология топлив и масел : научно-технический журнал. – 2011. – №3 – 3-6 с.
7. Сидрачева И.И. Синтез противоизносной присадки к дизельным топливам на основе рапсового масла и н-бутилового спирта : дис. ... канд. техн. наук : 02.00.13 / И. И. Сидрачева. – Уфа, 2009. – 117 с.
8. Режим доступа: http://a4group.net/kupit_gotovyi_chertezh-chertezhi-teplotekhnika_ventilyaciya_vodosnabzhenie/pereeterifikaciya_gidrooblagorazhivanie.html (дата обращения 20.10.2015)

**ЭКОГЕОХИМИЯ ЭЛЕМЕНТОВ-ПРИМЕСЕЙ ПРИ СЖИГАНИИ УГЛЕЙ,
ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ И ХРАНЕНИИ ЗОЛОШЛАКОВ
(НА ПРИМЕРЕ БЕРЕЗОВСКОЙ ГРЭС)**

Ю.П. Зайцева

Научный руководитель профессор С.И. Арбузов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время доля выработки электроэнергии на тепловых электростанциях России составляет около 67 %. Согласно данным Государственного доклада «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации», предприятиями тепловой энергетики страны в атмосферу ежегодно выбрасывается свыше 4400 тыс. тонн загрязняющих веществ, в поверхностные воды сбрасывается около 9 млрд. м³ загрязненных сточных вод, образуется около 70 млн. тонн твердых отходов [2]. Березовская ГРЭС является одним из самых крупных промышленных объектов, оказывающих многофакторное воздействие на окружающую природную среду, включающее химическое загрязнение воздушного бассейна, поверхностных и подземных вод, почв, геологической среды, а также физическое воздействие (тепловое, радиационное, акустическое, электромагнитное).

Одним из значимых факторов воздействия топливной энергетики на окружающую среду является выбросы в атмосферу большой группы токсичных металлов, таких как Hg, Sb, As, Be и другие. Для предотвращения загрязнения окружающей среды токсичными металлами используются различные системы золоулавливания, преимущественно электрофильтры. При этом вопросы потерь элементов с тонкой золой-уносом и с газовой фазой изучены слабо. Практически не оценена доля потерь различных металлов в процессе сжигания угля на ТЭС, транспортировки и хранения золошлаков.

Целью работы было изучение поведения химических элементов при сжигании углей, при транспортировке и хранении золошлаков на примере Березовской ГРЭС.

Было изучено 40 проб угля, золы угля с электрофильтров и золошлаков из золошлакоотстойников. Содержание элементов определялось в ядерно-геохимической лаборатории Томского политехнического университета методом нейтронно-активационного анализа (ИНАА), разработанным для углей на базе исследовательского ядерного реактора ИРТ-Т (исполнитель А.Ф. Судыко). Правильность анализа подтверждалась использованием стандартных образцов ЗУК-1 и ЗУА-1.

Методика расчета сводилась к следующему: на первом этапе определялось содержание элементов в исходном угле, золе угля, полученной при лабораторном озолении, золе уноса с электрофильтров, золошлаков из золоотстойника Березовской ГРЭС. Затем, учитывая зольность угля, определялось расчетное содержание элементов в золе. Потери определялись путем сравнения расчетного и измеренного содержания элемента в золе и в золошлаках.

При сжигании угля наибольшие потери элементов с уносом отмечены для La (60%), Ce (64%), Sm (61%), Eu (68%), Tb (79%), Yb (64%), Lu (74%), Th (64%), Co (68%), Sc (71%), Hf (78%), Cr (87%), U (91%) (таблица 1). Потери Ca, Fe, Br, Sb составляют от 35% до 50%. Практически не изменяется содержание Na, Sr, Cs, Ta.

Таблица 1

Потери химических элементов при сжигании угля, транспортировке и хранении золошлаков на Березовкой ГРЭС-2

Элемент	Потери, %		Суммарные потери, %
	При сжигании угля	При транспортировке и хранении ЗШО	
Na	7	56	58.7
Ca	46	14.9	54
Sc	71	5	68
Cr	87	0	87
Fe	50	2,4	73
Co	67	23	75
Br	50	60	80
Sr	7	45	49
Sb	35	7	39
Cs	17	23	11
La	60	14	66
Ce	64	0	63
Sm	61	0	59
Eu	68	25	76
Tb	79	13	82
Yb	64	17	70
Lu	74	18	79
Hf	78	18	82
Ta	14	6	19
Hg	96	17	98
Th	64	0	58
U	91	2	91

При транспортировке и хранении золошлаковых отходов только несколько элементов теряются в большом количестве. Это Na, Br, Sr (45-60%). Для всех остальных изученных элементов потери незначительны и не превышают 7 %.

Потери большинства изученных элементов по всей цепочке от исходного угля в угольном разрезе до золошлаков в золошлакоотстойнике составляют 39-79 %, и только Cs и Ta имеют потери 11 и 19% соответственно. Самые большие потери установлены для Br (80%), Hf (82%), Tb (82%), U (91%) и Hg (98%).

В процессе сжигания углей на Березовской ГРЭС наблюдается фракционирование элементов, обусловленное преимущественным накоплением отдельных химических элементов в различных фракциях золы уноса, улавливаемых соответствующими фильтрами системы золоулавливания. Наиболее тонкие фракции летучей золы и возгоны, не задерживаясь фильтрами, улетают в трубу, загрязняя атмосферу. Самым ярким представителем таким элементом является ртуть. Более 90 % от ее содержания теряется при сжигании угля. Традиционно считается, что ртуть при сжигании угля практически полностью выносится с возгонами в атмосферу [3]. Проведенные исследования показали, что потери ртути в процессе сжигания угля на Березовской ГРЭС-2 составляют 96 %. Однако в уловленной наиболее тонкой фракции золы уноса содержание ртути достигает 0,16 г/т. Какое-то количество, не превышающее 0,13 г/т. установлено и в золошлаках из золошлакохранилища. При транспортировке золы и хранении золошлаков теряется в среднем 17% ртути от ее количества, уловленного в системе золоулавливания.

В значительных количествах в процессе сжигания угля выносится также и уран. В этом процессе на Березовской ГРЭС-2 теряется более 90 % металла. Незначительное его количество дополнительно выщелачивается при транспортировке и хранении золошлаковых отходов. Потери урана несравненно выше, чем тория. При близости основных свойств этих элементов, данный факт указывает на разные формы их нахождения в угольном топливе. Торий в значительной степени сконцентрирован в аксессуориях (монацит, циркон), а уран в бурых углях содержится преимущественно в сорбированной форме [1].

Важен факт значительных потерь лантаноидов при сжигании угля Березовского месторождения. Факты накопления лантаноидов в снеге и почвенном покрове часто отмечались при эколого-геохимических исследованиях, однако природа их не всегда понятна. Полученные результаты позволяют отметить значительный вклад угольных ТЭС в техногенном накоплении редкоземельных элементов в природной среде.

Таким образом, проведенный анализ поведения химических элементов при сжигании угля, транспортировке и хранении золошлаков на Березовской ГРЭС показал, что основные потери изученных химических элементов происходят на этапе сжигания угля. Для большинства изученных элементов на этом этапе теряется более 50 % от исходного их содержания в угле. При транспортировке и хранении золошлаков в существенных количествах теряются лишь Br, Sr и Na. Эти потери обусловлены выщелачиванием химических элементов при воздействии воды на золошлаки.

Литература

1. Арбузов С.И., Ершов В.В. Геохимия редких элементов в углях Сибири. – Томск: Изд. дом «Д-Принт», 2008. – 468 с.

2. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2012 году».[Электронный ресурс]. // <http://www.ecogosedoklad.ru/default.aspx>
3. Кизильшейн Л.Я. Экогеохимия элементов-примесей в углях. – Ростов-на-Дону: Изд-во СКНЦ ВШ, 2002. – 296 с.

ТОКСИЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ-ПРИМЕСИ В УГЛЯХ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

М.З. Кажумуханова

Научный руководитель профессор С.И. Арбузов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Республика Казахстан располагает значительными ресурсами разнообразных по качеству и марочному составу ископаемых углей. По запасам угля страна занимает восьмое место в числе 12 государств, в которых сосредоточены свыше 96% мировых запасов угля и третье место - среди стран СНГ. Суммарные запасы угля в Казахстане достигают 170 млрд. т [1].

По степени преобразованности органического вещества угли относятся к бурым (от лигнитов и землистых бурых) и каменным различной степени метаморфизма, вплоть до полуантрацитов и антрацитов. Возраст углей от девона до палеогена [4].

Угли Казахстана в целом слабо изучены на комплекс попутных ценных и токсичных элементов-примесей, при этом развитая угледобывающая и связанная с нею теплоэнергетическая промышленность страны обеспечивает стабильный рост добычи и потребления угля. Вместе с этим усиливается воздействие на окружающую среду, что вызывает необходимость обеспечения экологически безопасного сырья.

Для оценки углей на комплекс попутных элементов была подготовлена коллекция из 161 пробы угля и углевмещающих пород различных угольных бассейнов и месторождений Казахстана и выполнено ее исследование. В качестве основного метода использован инструментальный нейтронно-активационный анализ (ИНАА), реализованный на базе исследовательского ядерного реактора ИРТ-Т ТПУ. Методом ИНАА определены содержания 29 элементов-примесей (табл. 1) в 74 пробах угля (аналитик А.Ф. Судыко).

Определение содержания Hg производилось атомно-абсорбционным методом с электрохимической атомизацией на анализаторе ртути РА 915+ с приставкой ПИРО-915+ (161 проба). Оба вида анализов выполнялись на кафедре геоэкологии и геохимии ТПУ.

В целом, угли Казахстана обогащены редкими, радиоактивными и цветными металлами. Наиболее высокие концентрации характерны для Sr, Sc, Hf, REE, меньше – для Cs, Zn, Th, U и Au.

Для углей Карагандинского бассейна характерно невысокое среднее содержание большинства элементов-примесей, сопоставимое с кларковыми значениями для каменных углей. В них установлены более высокие, по сравнению с кларком, концентрации скандия и ртути. Содержание ртути в некоторых пробах превышает «порог токсичности» для углей и достигает 1,25 г/т. Природа накопления ртути в углях требует специального изучения. Аномалии ртути могут быть обусловлены значительным влиянием вулканогенного материала, установленного в