

золошлакохранилища. При транспортировке золы и хранении золошлаков теряется в среднем 17 % ртути от ее количества, уловленного в системе золоулавливания.

Таблица

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

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

В значительных количествах в процессе сжигания угля выносятся 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 аксессуарах (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 хранения 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». – М., 2013. – 483 с.
3. Кизильштейн Л.Я. Экогеохимия элементов-примесей в углях. – Ростов-на-Дону: Изд-во СКНЦ ВШ, 2002. – 296 с.

РАЙОНЫ С ПОВЫШЕННОЙ ЕСТЕСТВЕННОЙ РАДИОАКТИВНОСТЬЮ В ПОЧВАХ

А.Н. Злобина

Научный руководитель профессор Л.П. Рихванов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Районы с повышенным содержанием радиоактивных веществ в почвах на данный момент изучены не достаточно детально. Одним из первых о районах с повышенной естественной радиацией упомянул в своей книге «Радиоактивность внешней среды» американский ученый М. Эйзенбад, отмечая, что известны два источника высокой природной радиоактивности: минеральные источники и районы монацитовых песков или других природных отложений [5].

Концентрация урана и тория в почвах зависит от их содержания в подстилающих породах. Унаследование почвами радиоактивности почвообразующих пород прослеживаются в самых рыхлых природно-климатических зонах с различными типами выветривания и почвообразования [1]. Почвы, сформировавшиеся на

продуктах выветривания кислых пород, содержат радиоактивных изотопов больше, чем образовавшиеся на основных и ультраосновных породах.

На земном шаре существует несколько регионов с высоким содержанием естественных радиоактивных элементов в почвах. Примером могут служить почвы района Посус-ди-Калдас штата Минас-Жерайс в Бразилии, почвы острова Ньюе, а также почвы из южно-китайской провинции Гуандун [4].

Мощность поглощенной дозы (нГр/ч-1) в районах с высокой радиоактивностью в почвах представлена на сравнительной диаграмме (рис. 1).

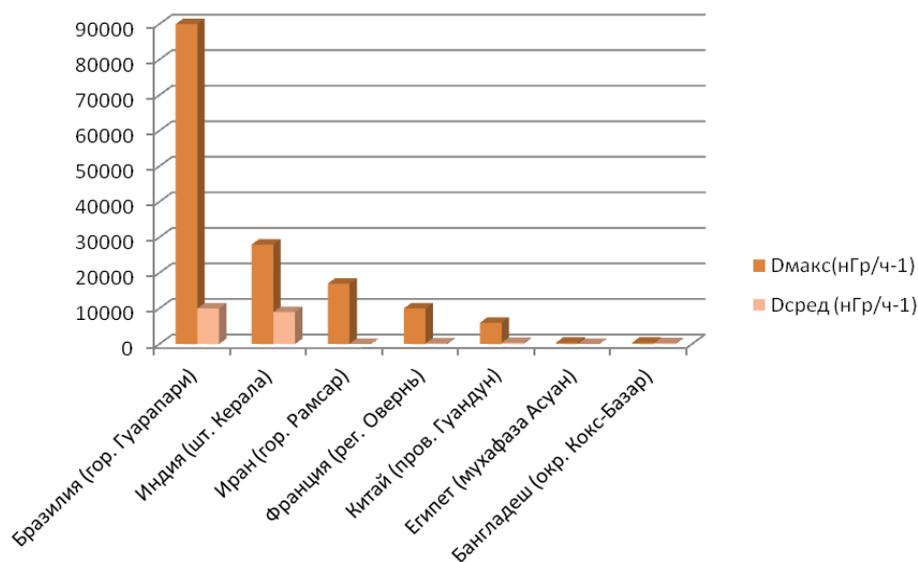


Рис. 1. Мощность поглощенной дозы (нГр/ч⁻¹) в районах с высокой радиоактивностью в почвах

Залежи радиоактивных материалов встречаются в прибрежных образованиях в приморских районах Индии. Особый интерес представляет участок длиной 250 км и шириной 0,5 км на юго-западном побережье в штатах Керала и Тамилнад. Эти залежи богаты монацитом, который содержит торий-232. Самые концентрированные залежи в штате Керала расположены на 55-километровой полосе, на которой проживает 70 000 жителей. Средняя мощность поглощенной дозы в воздухе за счет земного излучения в штате Керала составляет 130 мкрад·час⁻¹ (11440 мкГр·год⁻¹), что в 5 раз превышает средний радиационный фон излучения. Средняя величина поглощенной дозы для 70 000 человек, проживающих в Индии, равна 3800 мкГр·год⁻¹, что в 50 раз больше средней годовой дозы внешнего облучения от земных источников радиации [7].

В Бразилии залежи монацитовых песков обнаружены в штатах Эспириту-Санту и Рио-де-Жанейро вдоль Атлантического побережья. Неподалеку от города Посус-ди-Калдас в Бразилии, расположенного в 200 км к северу от Сан-Паулу, есть небольшая возвышенность. Уровень радиации на этом участке в 800 раз превосходит средний и достигает 250 мЗв в год. Рудное тело в верхней части холма расположено очень близко к поверхности и содержит 30 000 тонн тория и 100 000 тонн редкоземельных элементов. Уровни излучения вблизи вершины холма от 1 до 2 мрад/ч (от 0,01 до 0,02 мГр/ч) на площади около 30 000 м². Чуть меньшие уровни радиации были зарегистрированы на морском курорте, расположенном в 600 км к востоку от этой возвышенности. В городе Гуарапари с населением 12 тыс. человек (и 30 тыс. человек постоянно отдыхающих) мощность поглощенной дозы колеблется в пределах 100 -200 мкрад·час⁻¹ (8800 - 17600 мкГр·год⁻¹) на улицах и до 2000 мкрад·час⁻¹ (176 мГр·год⁻¹) в некоторых местах на пляже. В городе Гуарапари средняя доза облучения жителей составляет 5,5 мГр и колеблется от 0,9 до 28 мГр. Сходная ситуация наблюдается в рыбацкой деревушке Меаипе, расположенной в 50 км к югу от Гуарапари. Оба населенных пункта стоят на песках, богатых торием [8].

В 2003 году были изучены монацитовые пески побережья Азовского моря. На побережье Азовского моря площадь изученных пятен «черных песков» колебалась от 5 м² до 512 м², глубина залегания – 1 см - 5 см. Величина МЭД составляла от 30 мкР·ч⁻¹ до 125 мкР·ч⁻¹. Показано, что основной вклад (70 %) в радиационный фон вносит изотоп торий-232 [3].

Следует отметить, что характер радиоактивности в почвах изменяется от чисто-урановой (U >> Th) до смешанной уран-ториевой (Th/U > 2,5) и ториевой (Th/U > 5). Почвы острова Ниуэ в Тихом океане, высокая радиоактивность которых образовалась вследствие глубокого выветривания кораллов [4].

Китайские исследователи отметили повышенный уровень радиоактивности в провинции Гуандун. Среднее значение поглощенной дозы составил 130 нГр/ч [6], это больше, чем рекомендуемое среднее значение 80 нГр/ч по UNSCEAR (1993).

В результате исследований почв провинции Гуандун (Китай) и почв региона Овернь (Франция) были получены следующие результаты: предварительный гамма-спектрометрический анализ китайской почвы (проба почвы весом 238 г) показал, что она характеризуется ториевой природой радиоактивности (Th – 190 Бк/ кг; U (по Ra) – 120 Бк/ кг; K⁴⁰ – 150 Бк/ кг). После разделения почв на фракции был применен метод ИНАА, который

показал, что основная концентрация радиоактивных элементов и редких земель отмечается в тонкой песковой (<0,04) и глинистой (<0,01) фракциях.

Глинистая фракция почвы провинции Гуандун также была подвержена электронно-микроскопическому анализу, по данным которого во фракции были выявлены фосфаты тяжелых и легких редких земель, минералы монацита, а также торит и редкоземельная цериевая фаза с торием.

Дальнейшим этапом было сравнение содержаний элементов в тонкодисперсных фракциях французской и китайской почв (рис. 2).

