

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).

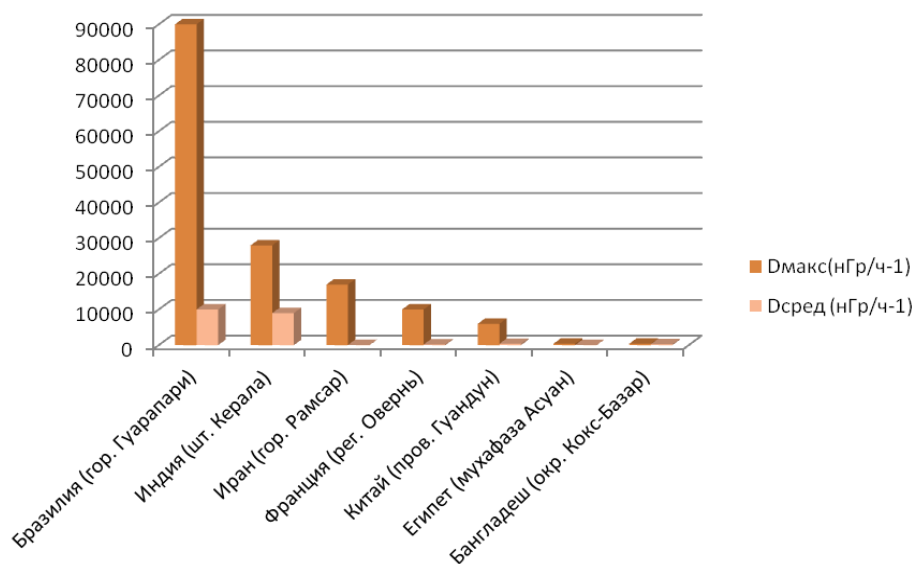


Рис. 1. Мощность поглощенной дозы (нГр/ч⁻¹) в районах с высокой радиоактивностью в почвах

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).

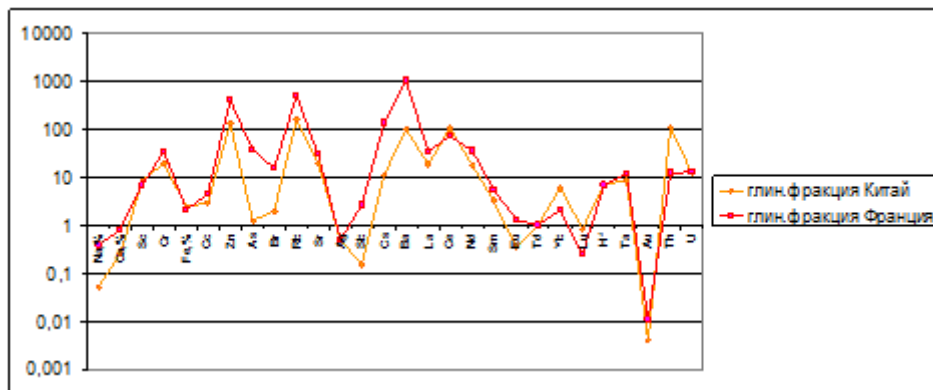


Рис. 2. Содержание химических элементов в глинистых фракциях почв региона Овернь и провинции Гуандун по данным ИНАА

Такое накопление элементов в тонких фракциях в обоих случаях объясняется аккумуляцией редких элементов новообразованными тонкодисперсными, в особенности глинистыми минералами, являющейся типичным ионообменным процессом. В ионном обмене могут участвовать как изоморфные, так и сорбированные ионы [2].

В качестве рабочей гипотезы можно предположить, что в данном случае работает сорбционный механизм концентрирования U, Th, редких земель на каолинит-гипсовом коллоидном агрегате.

Высокие (>5) торий-урановые отношения в почвах характерны для районов с проявлением ториеносных геологических образований. Это имеет место быть в почвах провинции Гуандун (отношение тория к урану по фракциям изменяется от 4,3 до 9).

Пониженные торий-урановые отношения отмечены в почвах ураноносных районов. Почвы региона Овернь отличаются низкими торий-урановыми отношениями в пределах 1-2,4. Регион расположен в пределах Центрального французского массива, к нему приурочены массивы двуслюдяных гранитов (Сан-Сильвестр и др.) с повышенным содержанием урана.

Литература

1. Арбузов С.И., Рихванов Л.П. Геохимия радиоактивных элементов: учебное пособие. – Томск: Издательство ТПУ, 2011. – 300 с.
2. Бурков В.В. Литофильные редкие элементы в корках выветривания. – Москва, 1996. – 238 с.
3. Гусева Л.В. Радиоационно-гигиенические аспекты проблемы монацитовых песков Приазовья // Вестник гигиены и эпидемиологии, 2003. – Т. 7. – № 1. – С. 114-120.
4. Рихванов Л.П. Радиоактивные элементы в окружающей среде и проблемы радиоэкологии: учебное пособие. – Томск, 1997. – 384 с.
5. Eisenbud M. Environmental radioactivity: from natural, industrial and military. – Academic Press, 1997. – 656 p.
6. Li B., Yan Y. A study of natural radioactivity levels of soil in the Lincang Basin, Yunnan // Chinese Journal of Geochemistry, 2012. – Vol. 31. – P. 191-194.
7. Manigandan P.K, Chandar Shekar B. Measurement of radioactivity in an elevated radiation background area of Western Ghats // Nuclear Technology & Radiation Protection, 2014. – Vol. 29. – P. 128-134.
8. Veiga R., Sanches N., Anjos R.M., Macario K., Bastos J., Iguatemy M., Aguiar J.G., Santos A.M.A., Mosquera B., Carvalho C., Filho M.B., Umisedo N.K. Measurement of natural radioactivity in Brazilian beach sands // Radiation Measurements, 2006. – Vol. 41. – P. 189-196.

ПРОБЛЕМА Понижения Уровня ВОДЫ в ОЗЕРЕ БАЙКАЛ и ЕЕ ПЕРВЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ

А.А. Капустина

Научный руководитель профессор Е.Г. Язиков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Уровень воды в озере Байкал зависит не только от соотношения выпавших на его водосборном бассейне осадков и притока поверхностных и подземных вод (приход), испарения и стока реки Ангары (расход), но и от режима эксплуатации Иркутской ГЭС (гидроэлектростанция), Братской ГЭС, Усть-Илимской ГЭС, работающих