

**ОЦЕНКА НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА
РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ФОН УГЛЕЙ С ПОВЫШЕННЫМ
СОДЕРЖАНИЕМ ЕСТЕСТВЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ**

***Аннотация:** Неоспоримым фактом является воздействие предприятий угольно-топливного цикла на экологическую среду. Геоэкологическая опасность использования угля как источника энергии связано, прежде всего, с природной радиоактивностью топлива. Отходы ТЭС, образующиеся при сжигании углей с повышенным содержанием естественных радионуклидов, оказывают влияние на формирование радиационной обстановки в районах расположения электростанций и являются источником радиоактивного загрязнения окружающей среды и облучения людей.*

***Ключевые слова:** радиоактивные элементы, отработанный уголь, ТЭС, радиоэкологическая безопасность.*

***Annotation:** The environmental impact of the coal-fuel cycle enterprises is an indisputable fact. The geoeological danger of using coal as an energy source is primarily associated with the natural radioactivity of fuel. TPP waste generated by burning coal with a high content of natural radionuclides affects the formation of the radiation situation in the areas where power plants are located and are a source*

of radioactive pollution of the environment and human exposure.

Keywords: *radioactive elements, spent coal, thermal power plants, radioecological safety is an indisputable fact.*

В настоящее время в России эксплуатируются 124 угольные ТЭС суммарной мощностью 57,9 ГВт. Угли, используемые на российских ТЭС, отличаются разнообразием сортов и марок. Объемы поставок угля на электростанции в 2006–2014 гг. составляли 115–140 млн т в год [1].

По мнению экологов, топливная энергетика на угле относится к числу наиболее крупных источников загрязнения окружающей среды. Это обусловлено загрязнением атмосферы частицами летучей золы, газообразными выбросами, нарушением правил эксплуатации золоотвалов. Также стоит отметить, что одной из важных и порой недооцениваемых проблем современной угольной энергетике является природная радиоактивность топлива.

Многими учеными было установлено, что уголь как природный сорбент обладает способностью накапливать естественные радиоактивные элементы уранового (^{238}U и продукты его распада ^{234}U , ^{226}Ra , ^{222}Rn , ^{210}Pb , ^{210}Po и т.д.) и ториевого (^{232}Th и продукты его распада ^{220}Rn , ^{216}Po) рядов, а также долгоживущий радиоактивный изотоп ^{40}K .

Угли с повышенным содержанием естественных радионуклидов (ЕРН) могут быть обнаружены на многих угольных месторождениях. К примеру, было установлено, что содержание урана в различных месторождениях мира изменяется от 0,6 до 3600 Бк/кг [2]. По данным известного российского геохимика Я.Э. Юдовича и его сотрудников среднее содержание урана (кларк) в углях составляет 3,6 г/т, тория для бурых углей – 6,3 г/т, каменных – 3,5 г/т [2]. В большей части угольных месторождений содержание урана не превышает кларкового, но есть месторождения, где это значение превышено в несколько раз.

При проведении исследований углей и продуктов сжигания некоторых месторождений Забайкальского края выявлено, что содержание ЕРН увеличивается от 3 до 14 раз, данные опробования углей и продуктов их сжигания приведены в табл. 1 [3,4].

Таблица 1. Данные опробования углей и продуктов их сжигания на радиоактивные элементы для месторождений Забайкалья

Месторождение угля	Концентрация радиоактивных элементов в продуктах сжигания углей, г/т							
	²³⁸ U		²²⁶ Ra		²³² Th		⁴⁰ K	
	Уголь	Зола	Уголь	Зола	Уголь	Зола	Уголь	Зола
Окино-Ключевское	4,7	43	1,7	—	1,2	—	6,6	—
Татауровское	4,8	42	2,1	—	1,8	—	6,9	—
Харанорское	5,8	53	2,0	28	1,6	12	2,1	13
Уртуйское	18	62	3,5	43	2,8	13	13	70
Кутинское	27	71	2,5	—	2,2	—	14	—

В процессе использования угля на ТЭС радиоактивные элементы переходят в золошлакоотвалы и в летучую золу, загрязняя при этом почву, воду и атмосферу. Вокруг ТЭС накапливаются значительные объемы золы и шлаков, содержащих естественные радионуклиды, что приводит к формированию техногенного радиационного фона и служит дополнительным фактором облучения персонала электростанций. При неудовлетворительной очистке дымовых газов от продуктов горения угля образуются многокилометровые шлейфы загрязнения поверхности земли, обусловленные выпадением летучей золы, содержащей повышенные концентрации естественных радионуклидов.

Наибольшему негативному влиянию на радиоэкологическую обстановку подвержены территории влияния выбросов ТЭС, на которых могут быть расположены земли для выращивания зерновых и овощных культур, где развито овцеводство, находятся пастбища крупнорогатого скота. Соответственно одним из факторов воздействия осадения ЕРН на население

прилегающих территорий является воздушный путь загрязнения пищевой цепочки.

Облучение людей особенно опасно, когда радиоактивные элементы вместе с вдыхаемым воздухом или пищей попадают внутрь, тогда особое значение приобретает скорость их выведения из организма. Известно, что весь торий, поступающий в организм человека с атмосферным воздухом, накапливается в костном мозге и костях скелета, период его биологического полувыведения (то есть уменьшения содержания элемента на 50 % после однократного поступления) составляет десятки лет. Урантоже концентрируется в костях и легких, при этом он выводится из скелета заметно быстрее — его содержание уменьшается вдвое за 450 суток [5]. Несмотря на то, что концентрация урана в ископаемых углях обычно выше, чем тория, по способности к биологическому накоплению он уступает торию, да и как излучатель уран менее активен [5].

В настоящее время возросли требования к предприятиям угольно-топливного цикла по вопросам радиоэкологической безопасности. В 2015 г. вступил в силу закон «Об охране окружающей среды», вводится он будет поэтапно, окончательное вступление некоторых положений закона будет осуществляться с 1 января 2020 г. По предварительным оценкам, платежи за выбросы, сбросы и размещение отходов среднестатистической электростанции, работающей на угле, при условии сохранения действующих установок очистки в ценах 2014 г. составят значительную сумму – порядка 300 млн руб. год [6]. Вопрос по ограничению выбросов ЕРН с продуктами сжигания углей на сегодняшний день остается не охваченным и не решенным, единственный нормативный документ, ограничивающий использование продуктов сжигания (применение шлаков) в строительных целях являются Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009 [7].

Содержание в углях естественных радионуклидов является одним из

важнейших показателей его качества, влияющим на радиоэкологическую безопасность топлива. Несмотря на значительный объем имеющейся информации о радиоактивности углей по отдельным угольным месторождениям и очевидность данной проблемы, вопрос радиоэкологической безопасности угольной продукции остается нерешенным, что приводит к их бесконтрольному сжиганию. Для снижения облучения персонала и населения, проживающего в районах расположения угольных ТЭС, необходимо проводить постоянный мониторинг содержания радиоактивных элементов не только в энергетических углях, но и в продуктах их сжигания, выбрасываемых в окружающую среду.

Библиографический список

1. Кожуховский И.С., Алешинский Р.Е., Говсиевич Е.Р. Проблемы и перспективы угольной генерации в России//Уголь. 2016, №2. – С. 4-15.
2. Юдович Я.Э., Кетрис М.П., Мерц А.В. Элементы-примеси в ископаемых углях. Л.: Наука. 1985. – 239 с.
3. Кизильштейн Л.Я. Уголь и радиоактивность // Химия и жизнь. 2006, № 2. – С. 22-24.
4. НРБ-99/2009 (СанПиН 2.6.1.2523-09). Нормы радиационной безопасности. М.: Минздрав России. 2009.
5. Овсейчук В.А., Крылов Д.А., Сидорова Г.П. Естественные радионуклиды в углях и золе угольных электростанций // Уголь. 2012, № 9. – С. 96-97.
6. Анализ изменений природоохранного законодательства Российской Федерации // Уголь. 2015, № 6. – С. 38-39.
7. Сидорова Г.П., Крылов Д.А. Радиоактивность углей и золошлаковых отходов угольных электростанций: монография. Забайкал. гос. ун-т. Чита: ЗабГУ, 2016. – 248 с.