

УДК 622

## РАДИАЦИОННАЯ ОПАСНОСТЬ ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ КАМЕННОГО УГЛЯ

Бородачев Н.М., аспирант гр. ПБа-211, II курс

Научный руководитель: Портола В.А., д.т.н., профессор

Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф.

Горбачева

г. Кемерово

Угольные электростанции являются главным источником производства энергии, обеспечивая около 40% мирового потребления. В некоторых развивающихся странах, таких как Китай, Казахстан и Южная Африка, доля угля в производстве электроэнергии составляет от 70 до 90%, в то время как в России этот показатель значительно ниже – около 13%. Современной проблемой является безопасная утилизация отходов производства – по всему миру наблюдается тенденция к сокращению количества выбросов и внедрению технологий безопасной утилизации. Однако значительное количество отходов (до 90%), которые производятся российской угольной энергетикой, хранятся на золоотвалах, а уровень их утилизации составляет всего 10% [1-2]. Это вызывает серьезное загрязнение окружающей среды, включая грунты, поверхностные воды, снежный покров и почвы.

Известно, что угольные теплоэлектростанции являются источником радиационного загрязнения, связанного с естественными радионуклидами, содержащимися в углях, что ведет к ухудшению санитарного состояния территории и заболеваниям дыхательных путей [3]. Тонкодисперсная летучая зола является основным источником загрязнения окружающей среды, а изотопная активность воздуха и почв, прилегающих территорий, может в несколько раз превышать предельно допустимые значения. Отходы ТЭС оказывают негативное воздействие на здоровье населения, при этом на первом месте бронхит, бронхиальная астма и другие заболевания верхних дыхательных путей [4].

Трансурановые элементы всегда содержатся в угле (уран и продукты его распада  $^{234}\text{U}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{222}\text{Rn}$ ,  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{210}\text{Po}$  и т.д., а также торий и продукты его деления –  $^{220}\text{Rn}$ ,  $^{216}\text{Po}$ ), а также долгоживущий изотоп  $^{40}\text{K}$ . По данным комиссии ООН по атомной энергии [5], средние удельные активности естественных радионуклидов в угле составляют 35 Бк/кг для  $^{238}\text{U}$  (16–110 Бк/кг); 35 Бк/кг для  $^{226}\text{Ra}$  (17–60 Бк/кг); 30 Бк/кг для  $^{232}\text{Th}$  (11–64 Бк/кг) и 400 Бк/кг для  $^{40}\text{K}$  (диапазон 40–850 Бк/кг). Глобальные средние значения концентраций урана и тория в каменном угле составляют  $1,9 \pm 0,1$  г/т и  $3,2 \pm 0,1$  г/т соответственно [6]. В зависимости от геологического строения угля и состава

органического вещества концентрация радионуклидов в угле и, следовательно, в летучей золе может изменяться в очень широких пределах.

Химические элементы, претерпевающие альфа распад, такие как торий-232, уран-238, радий-226 являются источником повышенной опасности для людей. Ядра этих элементов богаты нейтронами, что делает возможной эмиссию альфа-частиц. Альфа-частицы относительно тяжелые и медленные, поэтому обладают низкой проникающей способностью и не могут пройти даже через бумагу или эпителий кожи причинив вред. Однако попадая внутрь организма при ингаляции или проглатывании они могут быть чрезвычайно токсичными. Вызываемая ими ионизация приводит к более серьезному повреждению клеток и ДНК нежели бетта- или гамма-излучение.

Исследования показывают, что торий накапливается в костях и костном мозге и его биологический период полувыведения длится десятки лет [7]. Уран также концентрируется в костях и легких, но выводится быстрее, чем торий. Опасность тория заключается в его способности накапливаться в органах и большом периоде полураспада. Уран менее активен как излучатель и по способности к биологическому накоплению уступает торию, несмотря на то, что его концентрация в ископаемых углях обычно выше [7].

Стоит отметить, что многие строительные материалы, произведенные на основе природных материалов, например гранит и глиняный кирпич, могут накапливать радиоактивные вещества. Однако радиоактивность, исходящая от строительных материалов, составляет лишь малую долю в сравнении с другими источниками, например, от радона, поступающего из грунта. Опасность именно золы обусловлена не только наличием активных изотопов, но и высокодисперсном состоянии. До 95% взвешенных частиц на российских ТЭС улавливаются электрофильтрами или батарейными циклонными уловителями, но высокодисперсные золи не улавливаются и попадают в атмосферу. Проблема усугубляется развитой площадью поверхности, что позволяет сорбировать на ней не только трансурановые элементы, но и многие другие, например мышьяк, кадмий, свинец, ртуть и другие. Таким образом их концентрация в золе-уносе кратно возрастает.

### **Список литературы:**

1. Адеева Л.Н., Борбат В.Ф. Зола ТЭЦ – перспективное сырье для промышленности // Вестник Омского университета. 2009. № 2. С. 141–151.
2. Игнатьева О.А., Михина Т.В. Перспективы утилизации использования золошлаковых отходов Черепетской ГРЭС // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2004. № 11. С. 130–131.
3. Сидорова Г.П., Овсейчук В.А., Крылов Д.А. Проблемы угольной энергетики, связанные с радиоактивностью углей // Вестник ЗабГУ. 2013. № 8 (99). С. 38–45.
4. Овсейчук В.А., Крылов Д.А., Сидорова Г.П. Радиационные выбросы от угольных ТЭС // Вестник ЗабГУ. 2012. № 10 (89). С. 24–29.

5. Adrovic F.; Prokic M.; Nincovic M.M.; Glissic, N. Measurements of environmental background radiation at location of coal-fired power plants. Radiat. Prot. Dosimetry 2004, 112, 439-442.
6. Papastefanou C. Escaping radioactivity from coal-fired power plants (CPPs) due to coal burning and the associated hazards: A review. J. Environ. Radioactiv. 2010, 101, 191–200.
7. Кизильштейн Л.Я. Уголь и радиоактивность // Химия и жизнь. — 2006. — № 2. — С. 22—24.