

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЗОЛОТВАЛОВ ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ НА ОБЪЕКТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ (НА ЮГЕ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА)

В. П. Зверева^{а, б}, Л.Т. Крупская^в

^а Дальневосточный федеральный университет, ул. Суханова 8, Владивосток, 600091 Россия
e-mail: zvereva@fegi.ru

^б Дальневосточный геологический институт Дальневосточного отделения РАН,
пр. 100-летия Владивостока 159, Владивосток, 690022 Россия

^в Тихоокеанский государственный университет, ул. Тихоокеанская 136, Хабаровск, 680035 Россия

Поступило в редакцию 25 ноября 2012 г.

В статье приведены результаты оценки влияния золоотвалов теплоэлектростанций на объекты окружающей среды (гг. Владивосток и Хабаровск). Высокая радиоактивность Дальневосточных углей способствует накоплению радионуклидов в золе и шлаке, что приводит к загрязнению атмосферы, литосферы, биосферы и гидросферы токсичными и радиоактивными элементами. Сточными водами они выносятся в Уссурийский залив Японского моря. Отмечается отрицательное воздействие этих отходов на организм человека. Показаны возможные способы их утилизации и даны рекомендации.

Ключевые слова: золошлаковые отходы, золоотвал, ТЭЦ, радиоактивные элементы, пульпа.

ВВЕДЕНИЕ

Теплоэлектростанции (ТЭЦ), как неотъемлемые составляющие гг. Владивостока и Хабаровска, являются одними из основных источников загрязнения окружающей среды. Поэтому особое внимание необходимо уделять утилизации золошлаковых отходов для обеспечения их экологической и социальной безопасности. В связи с этим возникает необходимость решения актуальной для Дальневосточного региона проблемы мониторинга, контроля над изменением объектов природной среды. Детальная объективная информация о состоянии природной среды, позволит не только выявить и оценить опасность уровней загрязнения, но также установить тенденции происходящих изменений и прогнозировать их скорость. Исходя из этого, определена цель исследования, состоящая в оценке влияния техногенных объектов на экосистемы, выявлении закономерностей и изучении динамики накопления тяжелых металлов (ТМ) в почвах и

растениях в зоне влияния ТЭЦ (на примере Приморского и Хабаровского краев) для снижения их негативного воздействия на окружающую среду. Сформулированы следующие задачи:

- изучить особенности распределения поллютантов в снежном покрове;
- исследовать воздействие ТЭЦ-2 (г. Владивосток) и ТЭЦ-3 (г. Хабаровск) на почвенно-растительный покров, поверхностные воды и оценить степень накопления загрязнителей в них;
- разработать мероприятия по снижению влияния ТЭЦ на объекты окружающей среды и здоровье человека.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.

Методологической основой послужило учение академика В.И. Вернадского о биосфере и ноосфере [1] и основные положения, изложенные в “Программе и методике биогеоэкологических исследований” [2]. Использованы комплексный и

Таблица 1. Концентрация радионуклидов в углях и золе, Бк/кг [11–12]

Изотоп	Уголь	Шлак	Летучая зола
U ²³⁸	9–31	56–185	70–370
Ra ²²⁶	7–25	20–166	85–281
Th ²³²	9–19	59	81–174
K ⁴⁰	26–130	230–962	233–740

системный подходы. Работа проводилась с применением маршрутных и экспериментальных исследований в зоне влияния теплоэлектростанций. В процессе изучения проблемы применялись современные инструментальные и традиционные физико-химические и химические методы. На каждой исследуемой площадке закладывался разрез с подробным морфологическим описанием почвенного профиля и отбором ее образцов по генетическим горизонтам. Ежегодно буром отбирались смешанные почвенные образцы (весом 1.5–2 кг) из горизонтов методом конверта для исследования агрохимических показателей, радионуклидов и тяжелых металлов. Отбор смешанных проб растений проводился в фазу технической спелости, весом 2 кг для зерновых, зернобобовых и трав; 5–8 кг – для пропашных, овощных и плодовых культур. Исследовался гамма фон прибором СРП 68-01 П. В зоне влияния источника загрязнения (ТЭЦ-3) площадки закладывались радиусом 1.5 км по 8 румбам; в радиусе 3 км – по 10–12 румбам, согласно методике [3–5]. Снежный покров изучался по методике В.Н. Василенко [6].

Исследования состояния объектов природной среды предусматривали агрохимические и радиохимические анализы, а также определение тяжелых металлов. Пробы готовились по “Методике выполнения гамма-спектрометрических измерений активности радионуклидов в пробах почвы и растительных материалов” [3], определение содержания удельной активности естественных радионуклидов (⁴⁰K, ²³²Th, ²²⁶Ra) осуществлялось на спектрометрической установке ГАММА-ПЛЮС [4]. Радиологическое обследование проводилось согласно методическим указаниям комплексного агрохимического обследования почв сельхозугодий [5]. Контрольные участки закладывались с учетом почвенно-климатических условий, направления преобладающих ветров, типичности возделываемых

культур и особенностей их агротехники, расположения вблизи потенциальных источников загрязнения.

Отобранные на золоотвалах ТЭЦ-2 золошлаковые образцы (120 проб по площади и в разрезе) исследованы с помощью рентгеновского анализа и метода ИК спектроскопии. Во время отбора проб на золоотвалах проводились работы по перескладированию зол с одних отвалов на другие, со вскрытием последних на глубину до 5–7 м, что позволило отобрать пробы с более глубоких горизонтов. Внешне зола представлена, главным образом, тонкодисперсным, мягким, сыпучим порошком светло- и темно-серого цвета. Также встречались достаточно уплотненные прослойки, которые при легком нажатии рассыпались в пыль. Образцы золы проанализированы с использованием полуколичественного спектрального анализа. С помощью прибора СРП-68-01 они были исследованы на радиоактивность. В районе золоотвала ТЭЦ-2 также взяты пробы инфильтрационных вод. В этих пробах методом атомно-эмиссионной спектроскопии на приборе марки Plasmquant-110 определены следующие элементы: Ca, Na, Al, Ba, Mg, Fe, Mn, V, Cr, Ni, Co, Ag, Cu, Pb, Zn, Cd, Li, Sr, Se, Ga, Hg и B.

Полученные количественные показатели обработаны статистически с поиском корреляционных связей.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Дальневосточный каменный уголь и его отходы, используемые для получения электроэнергии, в Приморском и Хабаровском краях, являются источниками радиоактивного загрязнения экосистем. Все угли содержат радионуклиды уранового и ториевого рядов распада. Сравнение средних значений удельной активности естественных радионуклидов углей Дальнего Востока показало, что они превышают мировые данные в 1.3–2 раза [7–11]. В результате сжигания угля нелетучие компоненты остаются в золе, что приводит к концентрированию в ней радионуклидов (табл. 1).

Эксплуатация тепловых электростанций, муниципальных и производственных котельных гг. Владивостока и Хабаровска, работающих на твердом топливе (каменные и бурые угли, торф,



Рис. 1. Вид золоотвала: (а) – секция № 1, (б) – секция № 2.

сланец), способствует накоплению значительного количества отходов в виде золы и шлака, которые выносятся с пульпой на золоотвалы. Это специально оборудованные сложные гидротехнические сооружения, к изготовлению и эксплуатации которых предъявляются жесткие требования. Емкости существующих золоотвалов периодически исчерпываются, и создается критическая ситуация со складированием золошлаковых отходов, которая характерна в настоящее время и для ТЭЦ-2 и ТЭЦ-3 (гг. Владивосток и Хабаровск). Такие отходы служат источниками загрязнения природной среды при их ненадлежащем хранении [9].

Для гидроудаления золы используется не только пресная, но и морская вода (на ТЭЦ-2), которая после отстойника (рис. 2) в виде инфильтрационных растворов сливается в бухту Промежуточную Японского моря. Загрязнение поверхностных и подземных вод суши, а также прибрежных морских, возникающее при работе угольных ТЭЦ, служит одним из главных источников экологических проблем водохозяйственного комплекса г. Владивостока. По массе золошлаковые отходы составляют более 90% всех видов отходов, образующихся на тепловых электростанциях.

С экологической точки зрения, целесообразнее в качестве топлива использовать газ, но доставка газа очень дорогая, и в условиях острого дефицита финансовых средств остается практически единственным и самым верным применение наиболее совершенных технологий сжигания твердого топлива [13].

К сожалению, проблема рекультивации отработанных золоотвалов не решается. На энерго-

предприятиях, например г. Владивостока АО “Энерго”, производство по переработке золошлаковых отходов практически отсутствует, за исключением ОАО “Дальэнерго”, где имеется технологическая линия РИФЕЙ-4 по производству стеновых блоков из шлакобетона. Ее производительность равна около 416 м³ в год, а это позволяет перерабатывать всего 1.2–1.9 тыс. тонн золы в год, что составляет малую часть отходов [14].

Следует заметить, что с ростом городов золоотвалы часто попадают в черту города. Их пытаются перенести или ликвидировать, но не всегда удается это сделать успешно. Например, в центре Владивостока на площадке старого золоотвала была организована автостоянка, изменившая внешний вид этой территории в лучшую сторону, но не решившая экологическую проблему до конца.

Земли, отведенные под золошлаковые отходы, безвозвратно изымаются из полезного пользования. Нередки случаи прорыва дамб, ограж-



Рис. 2. Отстойник ТЭЦ-2.

дающих эти участки, сопровождающиеся выносом за их пределы больших объемов сильно минерализованной воды из прудов отстойников и золошлакового материала, накопленного в отвалах.

Золоотвалы ТЭЦ-2 состоят из трех секций площадью 21, 36, 47 га (рис. 1а, 1б), объемы заполнения которых соответственно равны 3704, 6045, 5623 тыс. тонн, и двух проектируемых участков (36.5 и 41 га).

На ТЭЦ-2 и ТЭЦ-3 сжигаются бурые и каменные угли из семнадцати разных угольных месторождений: Райчихинского, Ретиховского, Павловского и др. Химический состав золошлаков, полученных после сжигания этих углей представлен следующими компонентами (%): SiO_2 10–58, Al_2O_3 10–30, Fe_2O_3 2–20, CaO 2–60, MgO 0–10, R_2O 0–5 (R_2O – сумма TiO_2 , FeO , MnO , K_2O) [14, 15]. Золошлаки содержат микропримеси различных элементов. Основной минеральной частью углей являются главным образом глинистые минералы с незначительным количеством оксидов железа, пирита и сидерита. Указанные компоненты претерпевают термическое превращение в процессе сжигания. Большинство из них плавится при активном горении, а затем застывает в виде стекловидных частиц. Часть серы реагирует с кальцием с образованием CaSO_4 . В золе и шлаке содержится значительная доля углерода (механического недожога). При содержании в углях микроэлементов (Mn , As , Hg , Pb , Sb , Cd и др.) в золошлаках их количество существенно выше фоновых, что приводит к повышенной экологической опасности.

Определение авторами статьи удельной активности (УА) в углях (месторождений Нерюнгринское, Чегдомынское, Харанорское, Райчихинское, Ургальское, Лучегорское), используемых на ТЭЦ-3, свидетельствует о том, что в зависимости от месторождений она изменяется следующим образом (Бк/кг): для ^{40}K от 24 до 171, ^{232}Th – 4.39–46.25 и ^{226}Ra – 7.85–55.75. В летучей золе УА составляет (Бк/кг): для ^{40}K – 75–427.2, ^{232}Th – 51.24–190 и ^{226}Ra – 65.8–153.3. В шлаке УА варьирует (Бк/кг): для ^{40}K от 89.76 до 510.1, ^{232}Th – 15.46–125.1 и ^{226}Ra – 81.55–165.3. Концентрация естественных радионуклидов ^{40}K и ^{226}Ra в золе увеличивается от 2 до 8 раз по сравнению с углем, ^{232}Th – 3–8, а в шлаке ^{40}K возрастает от 2 до 7 раз, ^{232}Th – 3–9, а ^{226}Ra – 3–8. Следует отметить, что

угли месторождений Нерюнгринское обогащены ^{232}Th , а – Чегдомынское – ^{40}K и ^{226}Ra . После их сжигания эти элементы концентрируются в золе и шлаке.

В отобранных и проанализированных спектральным методом образцах шлаков с золоотвалов ТЭЦ-2, где они составляют не более 5% от массы всех отходов, токсичные химические элементы не обнаружены. Спектральный состав золы показал, что в ней содержатся следующие химические элементы (%): Sn и Pb – 0.0001–0.0004; Zn – 0.003–0.005; Be – 0.0001–0.0005; Cu – 0.0007–0.005; Ge – 0.0001–0.0002; Co – 0.0005–0.6; Ni – 0.0003–0.008; Zr – 0.002–0.008. Результаты спектрального анализа изученных проб золы довольно близки, несмотря на то, что сжигаемые угли использовались с различных месторождений. Содержания As , Cd , Hg , Sb , Bi , Au , Pt и In в исследуемых пробах оказались ниже чувствительности метода (0.01). Полученные данные по содержанию элементов-примесей в изученных образцах близки к литературным и к кларковым [16], а для некоторых элементов даже на порядок ниже. С этой стороны золы ТЭЦ-2 можно считать безопасными.

Результаты изучения авторами образцов зол (ТЭЦ-2) на радиоактивность свидетельствуют о том, что эта величина колеблется в пределах 17–21 мкР/ч.

Известно [17], что величина радиоактивности 4–8 мкР/ч считается пониженной, 9–20 – нормальной, а 21–27 – повышенной. Следовательно, полученные в результате исследования данные попадают в категории нормального и повышенного содержания радиоактивных элементов. Такие золы оказывают негативное влияние на здоровье населения и неблагоприятны для жизнедеятельности человека. Замеры радиоактивности проб проводились летом, когда отмечалась значительная влажность, которая способствует уменьшению ее величины. По данным Экоцентра ПГО “Приморгеология”, радиоактивность золы на ТЭЦ-2 может достигать 40 мкР/ч [18].

Радиационный мониторинг золоотвала ТЭЦ-2, проведенный В.П. Молевым [17, 18], показал, что его гамма-фон изменяется от 24 до 30 мкР/ч и превышает фоновые показатели в 2–3 раза. Установлено, что уровень радиометрического поля золоотвала в засушливое время года возрастает до 30–33, а в период осадков или оттаивания почвы

уменьшается до 18–25 мкР/ч. Мелкая фракция золы по сравнению с крупной более радиоактивна, в среднем на 10%. По результатам проведенной спектрометрической съемки, золоотвал характеризуется пониженным значением содержания К и повышенным U и Th, т. е. имеет ураноториевую природу. В основании котлована концентрации К и U несколько ниже, чем в верхней части. Для тория характерна обратная зависимость, и его содержание в разрезах сверху вниз возрастает от $19 \cdot 10^{-4}$ до $28 \cdot 10^{-4}$ %, что, по-видимому, связано с миграцией и выносом К и U и накоплением менее подвижного Th в нижних слоях разреза.

Изучение гидрохимических проб инфильтрационных вод ТЭЦ-2 показало, что величина рН их колеблется от 6.7 до 9.3. Как видно из табл. 2, нахождение ряда элементов в изученных пробах № 9 (из осветленного пруда) и № 10 (из ручья, впадающего в бухту Промежуточную) близко. Для пробы № 11 (проба отобрана в бухте Промежуточной) содержание Ag, Cd, Cu, Ga, Hg, Li, Ni, Pb, Se, V и Zn подобно данным проб № 9 и № 10, а для остальных элементов – ниже. Количество Ag, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Fe и Ni в этих пробах находится на уровне предельно допустимых концентраций (ПДК) для морской воды [19, 20]. Содержание Al, B, Li, Mn, Pb и Se превышает ПДК на порядок, а Sr и V – на два порядка. Литературные данные имеются только для Fe, Mn, Cd и Cu [21]. По нашим данным, наличие Fe и Mn в гидрохимических пробах на порядок выше, а для Cd и Cu результаты близки. Полученные результаты по содержанию Cu, Zn, Cd, Pb, Ni и Zn в морской воде бухты Промежуточной незначительно отличаются от имеющихся по Уссурийскому заливу (пробы отобраны на расстоянии до 15 км от береговой полосы), что свидетельствует о накоплении рудных элементов в морской воде за многие годы работы ТЭЦ-2, к сожалению, наши данные по наличию редких элементов в золах, таких как Ga, Sr, Hg, Se и V, сравнить не удалось, т. к. для них нет данных.

Полученные результаты (табл. 2) позволяют сделать вывод о том, что вода, используемая для транспортировки золы, должна отстаиваться длительное время и очищаться, прежде чем будет сброшена в море, так как по содержанию рудных элементов она близка к гидротермальным растворам. С фильтратом выносятся значительное количество перечисленных выше элементов, следовательно,

Таблица 2. Содержание элементов в гидрохимических пробах, мг/л

Элемент	ПДК ^а	№ пробы		
		9	10	11
Ag	0.0059	<ПО ^б	<ПО ^б	<ПО ^б
Al	0.040	0.238	0.248	0.145
B	0.10	4.460	4.540	3.790
Ba	0.740	0.259	0.284	0.077
Cd	0.005	<ПО ^б	0.001	<ПО
Co	0.010	0.028	0.035	0.014
Cr	0.02	0.013	0.018	<ПО
Cu	0.001	<ПО ^б	<ПО ^б	<ПО ^б
Fe	0.100	0.122	0.123	0.084
Ga	– ^в	<ПО ^б	<ПО	<ПО ^б
Hg	– ^в	<ПО ^б	<ПО ^б	<ПО ^б
Li	0.08	0.266	0.266	0.279
Mn	0.01	0.217	0.302	0.045
Ni	0.01	0.012	0.024	0.022
Pb	0.006	<ПО ^б	0.016	<ПО ^б
Se	0.002	<ПО ^б	<ПО ^б	<ПО ^б
Sr	0.400	11.14	12.75	7.760
V	0.001	0.239	0.268	0.230
Zn	0.010	<ПО ^б	<ПО ^б	<ПО ^б

^а ПДК – предельно допустимые концентрации. ^б ПО – значения меньше предела определения. ^в Данные отсутствуют.

идет накопление их в морской воде, донных осадках, флоре и фауне, и по трофическим цепям они попадают в организм человека. Кроме того, просачиваясь в грунтовые воды, фильтрат из золоотвала представляет угрозу для подземной гидросферы и вызывает загрязнение вредными элементами родниковых и питьевых вод.

Исследования на радиоактивные элементы инфильтрационных вод ТЭЦ-2 нами не проводились, но такие данные имеются в литературе [17, 18]. Обладающий высокой миграционной способностью уран выносятся инфильтрационными растворами, которые характеризуются значительной радиоактивностью – от 7 до 17 мкР/ч. Район впадения ручья в море (бухта Промежуточная) характеризуется аномальными значениями U и Th, превышающими фоновые концентрации на 20–30%, что свидетельствует о выносе и накоплении

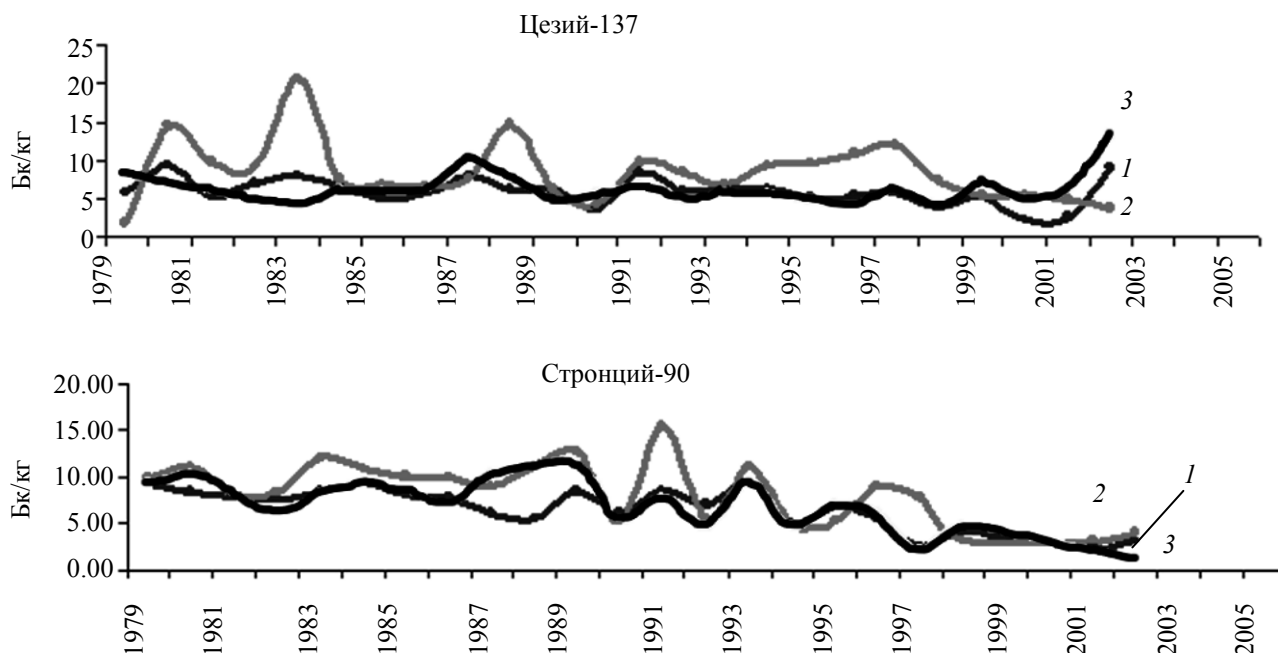


Рис. 3. Удельная активность радионуклидов на разных типах почв: (1) бурая лесная, (2) лугово-буровая, (3) лугово-глеевая.

этих элементов в море. Величина радиационного фона бухте Промежуточной достигает 15 мкР/ч.

Авторами статьи была выявлена закономерность в распределении радионуклидов искусственного и естественного происхождения зоны влияния ТЭЦ-3 (г. Хабаровск) в системе уголь–зола и шлак–снег–почва–растения: с удалением от источника загрязнения их количество уменьшается. Определение в снежном покрове (СП) радионуклидов показывает, что величина удельной активности изменяется на расстоянии от 1.5 до 3 км от Хабаровской ТЭЦ-3 в определенных пределах (Бк/л): по ^{40}K она составляет от 45.29 до 22.48–28 и 35–22.23 соответственно, ^{226}Ra – 9.08–4.04 и 7.75–4.97, ^{232}Th – 7.78–3.37 и 4.38–3.27. В СП на расстоянии 1.5 и 3 км содержание тяжелых металлов колеблется (мг/л) для Cd от 0.003 до 0.001 и 0.002–0.0006, а Pb – 0.027–0.006 и 0.018–0.003 соответственно. Установлено, что наибольшее накопление тяжелых металлов в снежном покрове происходит в северо-восточном направлении в зоне 1.5 км, а в юго-западном – 3 км. Следовательно, снежный покров является индикатором загрязнения природной среды, так как в нем накапливаются поллютанты, поступающие в атмосферу в результате сжигания углей на ТЭЦ и ветрового разноса зол.

Почвы также являются депонентом техногенного загрязнения. Радиоэкологические исследования, проведенные авторами, показывают, что загрязнение почвенного покрова естественными и искусственными радионуклидами (^{90}Sr , ^{40}K , ^{232}Th , ^{226}Ra) характеризуется показателями выше средних значений для России, что видно на рис. 3. Как показали результаты исследования, количество Cu, Pb, Hg, Zn, Cd, Ni и других тяжелых металлов находится в пределах естественного фона и в концентрациях, близких к ПДК.

Наши данные по накоплению радионуклидов в растительности на юге Хабаровского края свидетельствуют о том, что УА ^{90}Sr в них изменяется (Бк/кг) от 13.4 в соломе сои до 1.35 в плодах груши, что значительно выше, чем в Омской области [22]. Коэффициенты накопления ^{90}Sr варьируют от 1.64 в многолетних травах до 0.09 в зерне пшеницы. Таким образом, ^{90}Sr максимально концентрируется в вегетативной массе овса и сои, а минимально – в репродуктивных органах растений.

Владивосток и другие города Приморского края (Артем, Спасск, Дальнегорск, Уссурийск, Фокино и Находка) входят в критическую группу по показателям экологической напряженности [23]. К этой же группе можно отнести и г. Хабаровск.

Таблица 3. Содержание некоторых токсичных химических элементов в биологическом материале детского населения (волосах детей), проживающего в г. Лучегорске Приморского края и в различных регионах СНГ [24], в мкг/г

Регионы	Свинец	Цинк	Медь	Кадмий	Хром
г. Лучегорск	9.81	201.34	17.23	0.67	3.22
г. Владивосток	8.80	164.70	9.20	0.44	–
Нечерноземье	3.58	132.80	11.00	0.19	–
Центральное Черноземье	7.24	131.50	10.10	0.38	–
Крым	4.80	147.00	14.10	0.30	–

Результаты анализа биологического материала (волосы детей г. Лучегорска), полученные авторами, свидетельствуют о значительном уровне содержания в нем токсичных химических элементов по сравнению с другими регионами России. Содержание свинца в волосах детей, проживающих в г. Лучегорске, выше, чем в Центральном Черноземье, Нечерноземье и Крыму в 1.4–2.7 раз, цинка – 1.4–1.5, меди – 1.2–1.7 и кадмия – 1.8–2.2 (табл. 3).

Анализа биологического материала (волосы детей г. Владивостока), проведенный другими авторами [24], также показывает более высокие содержания в нем токсичных химических элементов по сравнению с выше рассматриваемыми регионами России. Содержание свинца в волосах детей, проживающих в г. Владивостоке, выше, чем в Центральном Черноземье, Нечерноземье и Крыму в 1.2–2.5 раза, цинка – 1.1–1.3 раза и кадмия – 1.2–2.3 раза (табл. 3).

Следует отметить, что г. Лучегорск находится в непосредственной близости с угольными разрезами и его горнорудным производством, а г. Владивосток подвергается воздействию золоотвалов ТЭЦ, но параметры превышения рассматриваемых элементов в биологическом материале (волосы детей) в этих городах близки и значительно превышают таковые в центральных регионах России.

Как показали наши исследования, и литературные данные работа ТЭЦ и ее отходы имеют сильное антропогенное воздействие на окружающую среду. Для населения этих городов характерен широкий спектр заболеваний: бронхиальная астма, аллергический бронхит и аллергический ринит. Они в большинстве случаев вызваны или усугубляются пылевым воздействием, в том числе и золоотвалов, на человека. Наличие тонкодисперсной золы, которая складывается в

гигантских объемах (ТЭЦ-2 и ТЭЦ-3) и разносится на большие расстояния благодаря сильным ветрам, характерным для климата Приморья и Приамурья (в том числе и для городов Владивостока и Хабаровска), способствует распространению отмеченных выше заболеваний, а поэтому золоотвалы необходимо выносить значительно дальше за черту города. Кроме того, желательнее не складировать большие объемы зол, а организовать их использование в различных отраслях народного хозяйства.

Следует заметить, что в зимний период, когда выпадают осадки в виде снега, зола ТЭЦ часто используется в больших объемах дорожными службами для отсыпки дорог и тротуаров [25]. Зола разносится ветром, что способствует загрязнению окружающей среды и негативному воздействию на здоровье людей и все живое. Органы дыхания, являясь открытой системой, находятся на первой линии защиты организма от неблагоприятного влияния токсико-аллергических, инфекционных и физических факторов внешней среды, к которым относится и тонкодисперсная зола. Детям в таких условиях дышится труднее, и они болеют значительно чаще и тяжелее. Учитывая отрицательное воздействие на организм человека зол и шлаковых отходов, их использование с данной целью следует запретить.

По существующей классификации золы, с учетом направления использования в строительстве в зависимости от химического состава, как сырьевой компонент, можно применять при производстве глиняного кирпича, но не следует забывать, что содержание золы в стройматериалах в качестве наполнителя не должно превышать 60% [18]. В настоящее время разработано много способов, и имеется обширная научная литература с рекомендациями использования золошлаков в

строительстве, сельском хозяйстве, химической промышленности, металлургии и других отраслях народного хозяйства. Следовательно, масштабы практического использования золошлаковых отходов должны быть более рациональными.

Если сами золы ТЭЦ-2 содержат незначительное количество токсичных элементов, то пульпа даже после отстойника насыщена ими и радиоактивными элементами, а поэтому способствует интенсивному загрязнению Уссурийского залива и других водных акваторий.

Таким образом, ТЭЦ-2 и ТЭЦ-3 – это мощные источники загрязнения рудными, радиоактивными элементами и тонкодисперсной золой атмо-, био-, лито- и гидросферы. Все токсичные элементы, по трофическим цепочкам попадая в организм человека, вызывают широкий спектр тяжелых заболеваний. Для снижения негативного влияния золоотвалов на объекты окружающей среды и состояние здоровья населения необходимо предусмотреть мероприятия по рекультивации золоотвалов и организовать экологический мониторинг изменения компонентов биосферы.

ВЫВОДЫ

Сравнение средних значений удельной активности естественных радионуклидов для углей Дальнего Востока показало, что они превышают мировые данные в 1.3–2 раза. При сжигании углей на Приморской и Хабаровской ТЭЦ к наиболее опасным последствиям относятся: высвобождение радионуклидов природного происхождения, находящихся в угле, выбросы летучей золы, содержащей токсичные микроэлементы и канцерогены, а также само накопление в гигантских объемах золошлаковых отходов, содержащих радионуклиды радия, тория и калия.

Следует предусмотреть содержание золошлаковых отвалов в соответствии с правилами их эксплуатации. Необходимо полностью отказаться от использования природных водоемов и водотоков для сброса загрязненных и недостаточно очищенных сточных вод. Загрязнение природных вод (поверхностных и подземных вод суши, прибрежных морских вод), происходящее в результате работы угольных ТЭЦ, является одним из главных источников (в том числе и радио-активных) возникновения экологических проблем водохозяйственного комплекса. Недопустимо отсутствие инфор-

мации об объемах образования инфильтрационных вод ТЭЦ-2 и ТЭЦ-3. Это не менее важный и необходимый показатель по сравнению с составом загрязняющих и токсичных элементов инфильтрационных вод, так как накопление их прямо пропорционально объемам сбрасываемых вод.

В ближайшее время крайне важно построить отстойники для неоднократного отстаивания и очищения инфильтрационной воды с золоотвалов. Считаем целесообразным ее многократное использование по замкнутому циклу.

Для обеспечения экологической безопасности в зоне влияния золошлаковых отходов ТЭЦ необходимо своевременное проведение их рекультивации и организация экологического мониторинга изменения природных составляющих окружающей среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вернадский, В.И. *Живое вещество*, М.: Наука, 1978.
2. Колесников, Б.П., *Программа и методика изучения техногенных биогеоценозов*, М., 1978.
3. *Методика выполнения гамма спектрометрических измерений активности радионуклидов в пробах почвы и растительных материалов*, М.: Рослесхоз, 1994.
4. *Методы и средства радиационного контроля в сельском хозяйстве*, М.: Главчернобыль, 1995.
5. Шутов, В.П., Москевич, Л.П., Дричко, В.Ф., *Почвоведение*, 1982, № 3.
6. Василенко, В.Н. и др., *Мониторинг загрязнения снежного покрова*, Л.: Гидрометеиздат, 1985.
7. Титаева, Н.,А. *Дис. ... докт. геол.-минер. наук*, М.: 2002.
8. *Пути миграции искусственных радионуклидов в окружающей среде. Радиоэкология после Чернобыля*, под. ред. Ф. Уорнера, Р. Харрисона, М.: Мир, 1999.
9. *Состояние природной среды и природоохранная деятельность в Хабаровском крае в 1995 году*, Хабаровск, 1996.
10. *Каталог ассортимента углей и продуктов их переработки*, М.: 1990.
11. *Ценные и токсичные элементы в товарных углях России. Справочник*, М.: Недра, 1996.
12. Крупская, Л.Т., Матвиенко, Т.И., Самагин, В.Д., *Изв. вузов. Горный журнал*, 2007, № 1, С. 51.
13. Горнов, Д.А., Достовалов, В.А., Петросьянц, В.В. и др., *Экологический вестник Приморья*, 2000, № 3, С. 1.

14. Обухов, И.В., *Экологический вестник Приморья*, 2000, № 7, С. 6.
15. Китаев, И.В., *Золообразующие и малые элементы углей Дальнего Востока*. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1989.
16. Виноградов, А.П., *Геохимия*, 1962, № 7, С. 555.
17. Молев, В.П., *Дис. ... канд. геол.-минер. наук*, Владивосток, 2000.
18. Молев, В.П., *Экологический вестник Приморья*, 2000, № 6, С. 9.
19. *Перечень рыбохозяйственных нормативов предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение*, М.: Изд. ВНИРО, 1999.
20. *Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования*, М.: Минздрав России, 1998.
21. Юрченко, С.Г., Чудаева, В.А., *Деп. ВИНТИ № 2677-ВОО*, Владивосток, 2000.
22. Красницкий, В.М., *Агрохимическая и экологическая характеристики почв Западной Сибири: монография*, Омск: ОмГАУ, 2002.
23. Виткина, Т.И., *Дис. ... канд. биол. наук*, Владивосток, 2000.
24. Гудков, А.В., Багрянцев, В.Н., Кузнецов, В.Г., Бураго, А.И., *Инфекционная патология в Приморском крае*, Владивосток: Дальнаука, 2004, С. 90.
25. Преображенский, Б.В., Рынков, В.С., *Комсомольская правда*, 31 января 2001 г., С. 3.

Estimation of Influence of Ash Dumps of Thermoelectric Plants on Environment Features (in South Far East)

V. P. Zvereva^{a,b} and L. T. Krupskaya^c

^a Far East Federal University, ul. Sukanova 8, Vladivostok, 600091 Russia

^b Far East Geological Institute, FEB of RAS, Vladivostok, Russia

^c Pacific State University, Khabarovsk, Russia

Abstract—The paper presents the results of estimation of the ash dumps of thermoelectric plants on the environment features (Vladivostok and Khabarovsk). High radioactivity of the Far East coals contributes to the accumulation of radionuclides in ash and slag that results in the pollution of the atmosphere, lithosphere, biosphere, and hydrosphere with toxic and radioactive elements. Sewages evacuate them into the Gulf of Ussuriisk of the Sea of Japan. Negative action of these wastes on the man organism is observed. The paper discusses the possible ways of their utilization and gives recommendations.

Key words: ash-slag wastes, ash dumps, ТЕР (thermoelectric plant), radioactive elements, pulp.