

**Д.А. Крылов, Г.П. Сидорова****ПУТИ СНИЖЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ  
НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ УГОЛЬНЫХ ТЭС РОССИИ**

Приведенные данные показывают, что российские угольные ТЭС являются источником загрязнения микроэлементами и радионуклидами окружающей среды. Это происходит в результате концентрирования микроэлементов и радионуклидов в золошлаковых отвалах ТЭС и в выбросах в атмосферу летучей золы ТЭС. Для снижения негативного воздействия микроэлементов и радионуклидов необходим хорошо организованный контроль, как за содержанием микроэлементов и радионуклидов в углях, так и в золошлаковых отходах и в выбросах летучей золы ТЭС. Значительно снизить экологическое воздействие угольных ТЭС на окружающую среду можно лишь при внедрении инновационных чистых технологий в электроэнергетику и в переработку угля. В Энергетической стратегии России на период до 2030 г. намечено расширенное внедрение новых экологически чистых и высокоэффективных технологий сжигания угля. При этом должно резко уменьшиться экологическое воздействие на окружающую среду угольных ТЭС России.

Ключевые слова: уголь, микроэлементы и радионуклиды в углях, летучая зола ТЭС, выбросы в атмосферу от ТЭС, воздействие на окружающую среду и здоровье людей вредных примесей угольных ТЭС.

**В** Энергетической стратегии России на период до 2030 г., и в Долгосрочной программе развития угольной промышленности России на период до 2030 г. намечено опережающее развитие угольной генерации в России. Одним из самых уязвимых мест угольных ТЭС являются экологические проблемы. Увеличение объемов использования угля на ТЭС, соответственно приведет и к увеличению экологических проблем.

Европейский банк реконструкции и развития (ЕБРР) в 2009 г. провел исследование «Реконструкция и повышение энергоэффективности тепловых электростанций». В отчете ЕБРР были проанализированы 158 российских ТЭС суммарной мощностью 122,2 ГВт. Это – 84% мощности всех ТЭС России. В отчете отмечено, что ТЭС «оборудованы простейшими системами контроля выбросов. Выбросы на ТЭС до сих пор превышают нормы Евросоюза и другие международные

нормы в 50 раз. Нет контроля за выбросами окисей азота и серы. По сравнению с современными западными странами отмечены следующие различия в энергоэффективности: средний электрический КПД приблизительно на 10% меньше, чем на современных западных станциях. Потребление топлива на старых ТЭС приблизительно на 30% выше, чем на западных ТЭС при выработке одинакового объема электроэнергии».

Угли, используемые в настоящее время на существующих ТЭС России, имеют различные качественные характеристики, определяющие энергетическую, экологическую и экономическую эффективность их использования. Так в 2000–2007 гг. средняя зольность угля, сжигаемого на ТЭС составляла 21–22%. Объем образования золошлаковых отходов (ЗШО) составлял 22–27 млн т в год [1].

Действующий парк золоуловителей на ТЭС России состоит в основном из

электрофильтров. В среднем эффективность парка электрофильтров на ТЭС России составляет лишь 96,5%. В соответствие с Европейскими стандартами золоуловители на европейских ТЭС обеспечивают степень очистки газа до 99,8–99,9% [1].

По нашей оценке, базирующейся на официальных данных, за 16 лет (1991–2006) суммарные выбросы в атмосферу вредных веществ от российских ТЭС составили:  $SO_2$  – 27,6 млн т;  $NO_x$  – 16,9 млн т и твердых частиц – 19,9 млн т [1]. При этом, практически весь объем  $SO_2$  и твердых частиц в этих выбросах можно отнести на долю угольных ТЭС.

ТЭС России – крупнейший потребитель низкокачественных углей, потребление которых составляет около 90% суммарного ежегодного объема потребления угля на ТЭС. Такое положение с поставками низкокачественных углей происходит вследствие технических ограничений основного и вспомогательного котельного оборудования российских ТЭС по сжиганию качественных углей: действующие ТЭС не нуждаются в высококачественном угле, они (за редким исключением) спроектированы и построены в расчете на уголь конкретных месторождений [2].

В отличие от России в развитых странах обогащению подвергается от 70 до 100% всех добываемых каменных углей, что обеспечивает низкую среднюю зольность сжигаемых на электростанциях углей от 10% в США

и до 17% в Англии. В ЮАР и Австралии обогащаются все 100% углей, в Германии – 95%.

По оценкам специалистов ОАО «НИИ экономики энергетики» из-за низкого качества поставляемого на ТЭС России угля ежегодно недопроизводится до 20 млрд кВт·ч электроэнергии. Себестоимость вырабатываемой электроэнергии из-за сжигания углей ухудшенного качества значительно возрастает. Ухудшение качества углей вызывает увеличение расхода электроэнергии на тягу, дутье, топливоподачу, пылеприготовление, гидрозолоудаление и газоочистку. Указанный прирост расхода электроэнергии на собственные нужды соответственно уменьшает отпуск электроэнергии потребителям. Каждый процент увеличения зольности угля, сжигаемого на ТЭС, приводит к снижению КПД котла на 0,10–0,15%, увеличению дополнительного расхода топлива для поддержания заданной мощности на 0,5 г на каждый выработанный кВт·ч электроэнергии, увеличению расхода электроэнергии на собственные нужды на 0,13%.

Поставка на ТЭС угля ухудшенного качества приводит к необходимости транспортирования пустой породы, увеличению вместимости складов ТЭС.

По данным Генеральной схемы размещения объектов электроэнергетики России до 2020 г. в табл. 1 приведены ожидаемые объемы выбросов вредных веществ от ТЭС. Из данных в табл. 1 следует, что в 2020 г. по сравнению с

Таблица 1

**Ожидаемые объемы выбросов в атмосферу от ТЭС России, млн т/год**

Ингредиенты	Годы			
	2006	2010	2015	2020
Летучая зола	0,92	1,11	1,03	0,96
Диоксид серы ( $SO_2$ )	1,19	1,47	1,59	1,78
Оксиды азота ( $NO_x$ )	0,91	1,04	1,06	1,12

2006 г. могут увеличиться объемы выбросов: – летучей золы на 4%; – диоксида серы на 50%; – оксидов азота на 23%.

В Генсхеме планируется значительное увеличение потребления угля на ТЭС; угольная генерация на 48% должна будет обеспечена новыми генерирующими мощностями на базе новых «чистых» угольных технологий производства энергии, на новых ТЭС будут установлены современные золоуловители, а на существующих ТЭС предусматривается провести реконструкцию и модернизацию устаревших и неэффективных золоуловителей.

В публикациях, посвященной экологическому влиянию ТЭС на окружающую среду, в частности, проблеме ЗШО, выбросов в атмосферу CO<sub>2</sub>, оксидов серы, азота и летучей золы уделяется большое внимание. Опыт решения экологических проблем с этими выбросами от ТЭС освещен во множестве книг и статей. Существуют и соответствующие государственные программы по снижению таких выбросов.

Однако, влиянию микроэлементов и радионуклидов, находящихся в составе углей и в продуктах их сжигания, их

негативному воздействию на окружающую среду и здоровье людей уделяется несопоставимо меньшее внимание.

### **Микроэлементы в углях и в продуктах сгорания угля на ТЭС. Их негативное воздействие окружающую среду и здоровье людей**

Геохимиками в химическом составе неорганического вещества угля выделяются две группы элементов. Одна из них – это главные золообразующие элементы: Si, Al, Fe, Ca, Mg, Na, K, S, P. На их долю в углях приходится примерно 99% всей массы неорганического вещества в углях. Другая группа – микроэлементы, составляющие обычно не более 1% от всего неорганического вещества угля. В соответствии с геохимической классификацией по концентрированному признаку к микроэлементам относят собственно малые элементы 0,1–0,001% (1000–10 г/т), редкие – 0,001–0,00001% (10–0,1 г/т) и ультраредкие с содержанием менее 0,00001% (менее 0,1 г/т) (табл. 2) [1].

Концентрации некоторых микроэлементов в углях могут значительно превышать их средние содержания в

Таблица 2

#### **Классификация микроэлементов в углях по [1]**

Группа малых элементов	Интервал содержания, г/т сухого вещества	Ориентировочный состав групп малых элементов в углях
Собственно малые	1000–10	B, F, Cl, Ti, V, Cr, Mn, Ni, Cu, Zn, As, Zr, Ba, Pb
Редкие	10–0,1	Li, Be, Sc, Co, Ga, Ge, Se, Sr, Br, Y, Nb, Mo, Cd, Sn, Sb, Zn, Cs, La, Yb, W, Bi, U, Hg
Ультраредкие	менее 0,1	Ag, Re, Au, Pt

Таблица 3

#### **Среднее содержание тяжелых металлов в различных углях, мг/кг у. т**

Бассейн	Pb	As	V	Cr	Zn
Донецкий	51–63	23–24	36–51	33–45	21–120
Экибастузский	16–32	12–24	32–96	16–80	48–200
Канско-Ачинский	2–5	3–9	2–6	3–9	5–11

Таблица 4

**Средние содержания и локальные значения концентраций токсичных элементов в канско-ачинских и кузнецких углях, г/т**

Бассейн	Zn	As	Cr	Co	Ni	Pb	Sb
Канско-Ачинский	14,2 (300)	0,7 (200)	22,3 (3320)	8,1 (320)	15,9 (300)	2,2 (60)	0,28 (9,1)
Кузнецкий	55,7 (2000)	7,21 (589)	21,3 (375)	8,2 (60,7)	32,1 (400)	15,8 (300)	0,45 (14,5)

\* – опасные значения локальных концентраций токсичных элементов в углях.

земной коре. Это обусловлено тем, что геохимическая среда в угленосных пластах благоприятна для накопления микроэлементов по сравнению со средним фоном земной коры.

Американские геохимики Р. Финкельман и Р. Броун отмечают, что при учете масштабов добычи угля в США из него можно было бы получить не менее половины ежегодно потребляемых в стране мышьяка, бериллия, висмута, кобальта, гафния и др., снизив при этом уровень экологического загрязнения, поскольку при использовании угля накапливается значительное количество опасных элементов, оказывающих существенное влияние на человека и окружающую среду [1].

В различных углях отмечено неравномерное содержание микроэлементов. Из данных в табл. 3 видно насколько сильно отличаются показатели по содержанию металлов в углях различных угольных бассейнов [3].

Специалисты отмечают, что за рамками внимания природоохранных организаций России при оценках экологической опасности углей остается без должного внимания поток в природную среду микроэлементов, в первую очередь тяжелых металлов, обладающих токсичными, канцерогенными, мутагенными и тератогенными свойствами, способные к тому же усиливать эти негативные свойства в присутствии друг друга.

По степени опасности (токсичности) химические элементы подразделяются

на три класса (ГОСТ 17.4.1.02-83): 1) As, Cd, Hg, Se, Pb, Zn; 2) B, Co, Ni, Mo, Cu, Sb, Cr; 3) Ba, V, W, Mn, Sr.

Среднее содержание ртути в углях, добываемых в различных бассейнах мира колеблется от 0,05 до 0,3 г/т. Угли бассейнов Китая в среднем содержат ртути 0,55 г/т. В США содержание ртути в углях в среднем составляет около 0,2 г/т при интервале содержаний (от 0,003 до 2,9 г/т). А в угольных пластах Донбасса, расположенных в пределах Никитского месторождения ртути, содержание ртути в углях повышается до нескольких десятков грамм на тонну, а в отдельных линзах до 1000 г/т [1]. По данным в [4], в среднем в углях Сибири содержание ртути составляет 0,16 г/т и сильно колеблется для разных месторождений, достигая 0,96 г/т в Минусинском угольном бассейне.

В табл. 4 по оценке ученых Томского политехнического университета приведена информация по средним содержаниям некоторых микроэлементов в кузнецких и канско-ачинских углях и по наибольшим локальным значениям концентраций этих элементов в данных углях (они даны в скобках) в граммах на тонну угля [4].

По [2] «объем накопленных золошлаковых отходов (ЗШО) на российских ТЭС оценивается в 1,5 млрд т. Ежегодно утилизируется не более 8% (2,1 млн т) выхода ЗШО. Если подобная тенденция сохранится, то к 2020 г. объем накопленных ЗШО пре-

высит 1,75 млрд т, а ряд угольных ТЭС России придется остановить и вывести из энергобаланса».

Золоотвалы ТЭС кроме отчуждения земель могут при нарушении правил эксплуатации загрязнять атмосферу из-за пыления хранящейся золы и фильтрации водорастворимых тяжелых металлов через ложе золоотвала в грунтовые воды. Золоотвалы даже при выполнении необходимого комплекса мероприятий в той или иной мере оказывают угнетающее воздействие на окружающую среду не только в зоне их расположения, но и далеко за пределами вследствие пыления и загрязнения водного бассейна фильтрациями токсичных соединений. Пыление золоотвалов вызывает снижение продуктивности сельскохозяйственных полей, ухудшает санитарное состояние территории, что негативно влияет на здоровье человека.

При выгорании органического вещества угля на ТЭС происходит испарение металлов, содержащихся в угле, часть из которых конденсируется на аэрозолях и улетучивается с дымовыми газами. Другая часть испарившегося металла конденсируется на частицах летучей золы. Распределение некоторых микроэлементов в различных по размеру частиц фракциях летучей золы обычно увеличивается с уменьшением размеров частиц. Поэтому более мелкая зола, не уловленная золоулови-

телями ТЭС, содержит больше микроэлементов, чем средняя по составу зола исходного топлива. При этом концентрация микроэлементов в летучей золе возрастает на 1–2 порядка.

В исследовании, выполненном в Ростовском государственном университете [5] установлено, что при сжигании углей в атмосферу поступает в среднем:

- не менее 10% общей массы содержащихся в них Al, Co, Fe, Mn, Na, Se;
- 30% Cr, Cu, Ni, V;
- 50% Ag, Cd, Pb, Zn;
- 100% As, Br, Cl, Hg, Sb и Sc.

В табл. 5 приведены, выполненные авторами, расчетные удельные показатели по среднему содержанию микроэлементов выбрасываемых в атмосферу с летучей золой ТЭС на производство 1 кВт·ч электроэнергии при сжигании различных углей [1].

При увеличении числа взвешенных частиц, выбрасываемых ТЭС в воду, возникает угроза жизнедеятельности представителей водной фауны. Высвобождение из пылевых частиц потенциально опасных элементов: As, В, Мо, Se, Sr, V в воду и почву приводит к накоплению их в сельскохозяйственных растениях, и они могут попасть в организм животных и человека. Элементы Se и Мо не токсичные для растений, концентрируясь в растительной ткани, являются токсичными для пастбишных животных. Почвы

Таблица 5

**Расчетные показатели по содержанию микроэлементов в летучей золе углей, сжигаемых на российских ТЭС, мкг/ кВт·ч**

Уголь, сжигаемый на ТЭС, из разных угольных бассейнов	Расчетные показатели по содержанию микроэлементов в летучей золе, мкг/ кВт·ч					
	Cd	Co	Cu	Ni	Pb	Zn
Донецкий бассейн	9,7	332	955	753	867	614
Кузнецкий бассейн	77	109	135	109	–	328
Канско-Ачинский бассейн	18	39	29	69	174	145
Экибастузский бассейн	237	1058	638	766	1520	1462

с высоким уровнем Мо могут вызывать, например, молибдениоз рогатого скота [6].

Металлы быстро накапливаются в почве и крайне медленно из нее выводятся, приводя к повышенному их содержанию по сравнению с фоновым уровнем в зонах пахотного земледелия зерновых культур, пастбищ, сенокосов и населенных пунктов.

Анализ заболеваемости органов дыхания у населения, проживающего в зоне влияния выбросов ТЭС, позволил сделать вывод, что удельный вес заболеваний выше у тех, кто проживает на расстоянии от 1000 до 2000 м от ТЭС. Среди заболеваний на первом месте – заболевания верхних дыхательных путей, бронхит, бронхиальная астма и др. [6].

По оценке ОАО «ВТИ» [7] содержание тяжелых металлов в летучей золе выбросов Рязанской ГРЭС в 10 раз и более превышает значение фоновой концентрации соответствующих элементов в почвах (табл. 6).

В исследованиях института Фундаментальных проблем биологии РАН, показано, на загрязнение Челябинска и его окрестностей тяжелыми металлами и мышьяком источником которых являются выбросы ТЭС и котельных, сжигающие челябинский уголь, а также выбросы горящих терриконов шахт Челябинского угольного бассейна. Загрязнение этими веществами обуслов-

лено воздушным переносом от этих источников, а также вследствие пылеобразования и переноса аэрозолей из ЗШО теплоэнергетических установок. Загрязнение поверхностных и подземных вод происходит в результате смыва, фильтрации и выщелачивания токсичных веществ из ЗШО ТЭС. Содержание Zn, Pb, Cd и Hg в почвах этой территории оказалось выше нормативов ПДК в 1,5–20 раз, Cd и Hg в воде – в 6 и 2 раза. Содержание мышьяка в почвах оказалось выше ПДК в 7–18 раз, а в почвах садово-огородных участков и сельскохозяйственных угодий – в 7–19 раз [8].

В последние годы в мире большое внимание уделяется проблеме выбросов ртути в атмосферу от угольных ТЭС. Энергетики США и Западной Европы активно занимаются внедрением на ТЭС различных способов сокращения выбросов в атмосферу ртути. В 2000 г. американское Агентство по защите окружающей среды объявило о подготовке законодательного ограничения по выбросам ртути. В соответствии с этим законом выбросы ртути на угольных ТЭС должны быть снижены на 90%.

К сожалению, в России не принимаются действенные меры по защите окружающей среды от негативного воздействия выбросов ртути в атмосферу от угольных ТЭС. С учетом рассеивания (при наличии высоких дымовых

Таблица 6

**Содержание тяжелых металлов в выбросах Рязанской ГРЭС и почвах Русской равнины, мг/кг**

Металл	Содержание тяжелых металлов в выбросах Рязанской ГРЭС и в почвах Русской равнины, мг/кг	
	в летучей золе	в почвах (по Виноградову)
Cu	400	20
Zn	791	50
Pb	188	10
Cd	6,0	0,13



труб угольных ТЭС) концентрация ртути, выбрасываемой в атмосферу с дымовыми газами ТЭС, в приземном воздухе оказывается сравнительно низкой и не создает угрозы здоровью человека, но атмосферная ртуть возвращается на землю с дождями, снегом и сухой пылью.

### **Радионуклиды в продуктах сгорания угля на ТЭС и их негативное воздействие на окружающую среду и здоровье людей**

Радиоактивность угольной золы обусловлена в основном тремя составляющими: радием ( $^{226}\text{Ra}$ ), торием ( $^{232}\text{Th}$ ) и калием ( $^{40}\text{K}$ ).

В табл. 7 приведены данные по содержанию урана и тория в углях, использованных на ряде ТЭС СССР и в летучей золе на этих ТЭС.

Из данных в табл. 7 видно, что при сжигании угля на ТЭС происходит концентрирование радионуклидов в летучей золе.

В табл. 8 представлены суммированные данные из многочисленных источников по диапазонам удельной ра-

диоактивности радионуклидов различных углей, сжигаемых на ТЭС, и по удельной радиоактивности радионуклидов в шлаках и летучей золе [9]. Для всех радионуклидов, приведенных в табл. 8, концентрации радионуклидов в шлаке и золе оказываются почти в 10 раз выше, чем в угле.

По результатам радиоэкологического обследования, проведенного сотрудниками Ростовского университета, на Несветайской и Новочеркасской ГРЭС, работающих на углях Восточного Донбасса, были оценены плотности радиационного загрязнения в окрестностях электростанций от выбросов ГРЭС, которые сформировались за период их эксплуатации. Так, для зоны максимального загрязнения при радиусе 0,4–1,0 км вокруг Несветайской ГРЭС оценки дали следующие значения: для  $^{238}\text{U}$  – более 240 мКи/км<sup>2</sup>, для  $^{226}\text{Ra}$  – более 9 мКи/км<sup>2</sup> и для  $^{210}\text{Pb}$  – примерно 29 мКи/км<sup>2</sup>. По результатам выполненных исследований сделаны следующие выводы:

- распределение ЕРН ( $^{238}\text{U}$ , и  $^{226}\text{Ra}$  и  $^{232}\text{Th}$ ) по земной поверхности в за-

Таблица 7

#### **Среднее содержание урана и тория в каменных и бурых углях и в летучей золе ТЭС, г/т**

Элементы	Каменный уголь		Бурый уголь		Среднее для углей	
	сухое вещество	зола углей	сухое вещество	зола углей	сухое вещество	зола углей
Th	3,2±0,1	23±1	3,3±0,2	19±1	3,3	21
U	1,9±0,1	15±1	2,9±0,3	16±2	2,4	16
Th/U	1,7	1,5	1,1	1,2	1,4	1,3

Таблица 8

#### **Концентрации радионуклидов в углях, шлаках и в летучей золе ТЭС, Бк/кг**

Изотоп	Уголь	Шлак	Летучая зола
Урана $^{238}\text{U}$	9–31	56–185	70–370
Радия $^{226}\text{Ra}$	7–25	20–166	85–281
Тория $^{232}\text{Th}$	9–19	59	81–174
Калия $^{40}\text{K}$	26–130	230–962	233–740

висимости от расстояния от труб ТЭС имеет характерный для зольных выбросов вид;

• средняя загрязненность земной поверхности ЕРН (кроме  $^{222}\text{Rn}$  и  $^{210}\text{Pb}$ ) существенно выше в ближней зоне (0,3–3,0 км), чем в дальней: для Несветайской ГРЭС – в среднем в 1,29 раза, для Новочеркасской ГРЭС – в среднем в 1,35 раза. В целом результаты проведенных полевых и лабораторных исследований для этих ГРЭС показали, что их выбросы оказывают существенное влияние на формирование радиационной обстановки в районах их расположения [10].

Установлено, что даже при сжигании на ТЭС углей с небольшим содержанием урана и тория, при использовании полученных золошлаков для отсыпки дорог и в качестве искусственных грунтов, радиоактивный фон возрастает в два-три раза относительно местного фона.

### **Заключение**

Приведенные данные показывают, что угольные ТЭС являются источником загрязнения окружающей среды в результате концентрирования большого количества микроэлементов в ЗШО и в выбросах в атмосферу летучей золы ТЭС. Для снижения негативного воздействия на окружающую среду и население необходимо внедрение постоянного контроля как за содержанием микроэлементов в углях, так и за

содержание таких элементов в летучей золе ТЭС. Требуется осуществить на ТЭС переход от существующих электрофильтров к высокоэффективным золоуловителям.

Еще один барьер на пути развития экологически эффективной угольной генерации заключается в низком уровне утилизации ЗШО ТЭС.

Для снижения радиационного воздействия на персонал и населения от угольных ТЭС необходимо организовать тщательный контроль как за содержанием ЕРН в углях, так и за продуктами их сжигания, выбрасываемых в окружающую среду.

Решение проблем радиоактивности углей требует централизованного подхода и создания соответствующей нормативной базы. Между тем, нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009) в России ограничивают только применение шлаков в строительных целях. Уголь по радиационному признаку не нормируется.

Значительно снизить воздействие угольных ТЭС на окружающую среду можно лишь при внедрении инновационных чистых технологий в электроэнергетику и в переработку угля. В Энергетической стратегии России на период до 2030 г. намечено расширенное внедрение новых экологически чистых и высокоэффективных технологий сжигания угля. При этом резко уменьшится выход микроэлементов в окружающую среду.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Крылов Д.А. Негативное воздействие микроэлементов, содержащихся в углях, в золошлаковых отвалах и в золе-уносе угольных ТЭС, на окружающую среду и здоровье людей: Препринт НИЦ «Курчатовского института». – М., 2012. 37 с.  
2. Кожуховский И.С. Перспективы развития угольной энергетики России // Энергетик. – 2013. – № 1. – С. 3–10.  
3. Кропп Л.И., Стырикович М.А., Хорьков А.В. Использование энергетических

углей и экологические стандарты // Теплоэнергетика. – 1997. – № 2. – С. 7–12.  
4. Волостнов А.В., Арбузов С.И. Токсичные элементы в углях Сибири // Энергетик. – 2011. – № 3. – С. 39–43.  
5. Кизильштейн Л.Я., Левченко С.В. Элементы примеси и экологические проблемы угольной энергетики // Теплоэнергетика. – 2003. – № 12. – С. 14–19.  
6. Глушенко Н.Н., Ольховская И.П. Экологическая безопасность энергетики. Свой



ства частиц летучей золы ТЭС, работающих на угле // Известия РАН. Энергетика. – 2014. – № 1. – С. 20–27.

7. Мажайский Ю.А., Захарова О.Л., Евтюхин В.Ф., Тобратов С.А. Техногенное загрязнение окружающей среды в зоне воздействия Рязанской ГРЭС // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 2000. – № 10. С. 29–31.

8. Галиулин Р.В., Галиулина Р.А. Загрязнение территории Челябинска и его окрест-

ностей мышьяком при сжигании угля // Химия твердого топлива. – 2011. – № 3. – С. 58–60.

9. Овсейчук В.А., Крылов Д.А., Сидорова Г.П. Радиоактивность углей и продуктов их сжигания // Атомная стратегия 21. – 2013. – № 3. – С. 12–14.

10. Давыдов М.Г. Тимонина Ю.А. Радиационная обстановка в районе расположения ГРЭС Ростовской области // Теплоэнергетика. – 2003. – № 12. – С. 8–13. **ПИАБ**

## КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Крылов Дмитрий Алексеевич – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, e-mail: krylova.verp@yandex.ru, Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», Сидорова Галина Петровна – кандидат технических наук, доцент, e-mail: druja@inbox.ru, Забайкальский государственный университет.

UDC 621.039.7

## WAYS REDUCE THE ENVIRONMENTAL IMPACT ENVIRONMENTAL COAL PLANTS RUSSIA

Krylov D.A., Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher, e-mail: krylova.verp@yandex.ru, National Research Centre «Kurchatov Institute», 123182, Moscow, Russia, Sidorova G.P., Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor, e-mail: druja@inbox.ru, Transbaikal State University, 672039, Chita, Russia.

*The data given show that Russian coal plants are a source of trace elements and radionuclides contamination of the environment. This is due to the concentration of trace elements and radionuclides in ash and slag dumps TPP and in air emissions of fly ash thermal power plants.*

*To reduce the effects of trace elements and radionuclides needs a well-organized control, as the content of trace elements and radionuclides in coal and in ash waste and emissions of fly ash thermal power plants.*

*Significantly reduce the environmental impact of coal-fired plants on the environment is possible only with the introduction of innovative clean technologies in the electricity and coal processing. The Energy Strategy of Russia for the period up to 2030 is planned to increase the introduction of new environmentally friendly and highly efficient coal combustion technologies. This should dramatically decrease the environmental impact on the environment coal-fired plants in Russia.*

*Key words: coal, trace elements and radionuclides in coal, fly ash thermal power plants, emissions from thermal power plants, the impact on the environment and human health harmful impurities coal plants.*

## REFERENCES

1. Krylov D.A. *Negativnoe vozdeystvie mikroelementov, sodержashchikhsya v uglyakh, v zoloshlakovykh otvalakh i v zole-unose ugol'nykh TES, na okruzhayushchuyu sredy i zdorov'e lyudey*: Preprint NITs «Kurchatovskogo instituta» (Negative impact of trace elements contained in coal, ash and slag dumps and in fly ash in coal-fired plants, the environment and human health, Preprint Research Center «Kurchatov Institute»), Moscow, 2012, 37 p.
2. Kozhukhovskiy I.S. *Energetik*. 2013, no 1, pp. 3–10.
3. Kropp L.I., Styrikovich M.A., Khor'kov A.V. *Teploenergetika*. 1997, no 2, pp. 7–12.
4. Volostnov A.V., Arbuzov S.I. *Energetik*. 2011, no 3, pp. 39–43.
5. Kizil'shteyn L.Ya., Levchenko S.V. *Teploenergetika*. 2003, no 12, pp. 14–19.
6. Glushchenko N.N., Ol'khovskaya I.P. *Izvestiya RAN. Energetika*. 2014, no 1, pp. 20–27.
7. Mazhayskiy Yu.A., Zakharova O.L., Evtyukhin V.F., Tokratov S.A. *Khimicheskoe i neftegazovoe mashinostroenie*. 2000, no 10, pp. 29–31.
8. Galiulin R.V., Galiulina R.A. *Khimiya tverdogo topliva*. 2011, no 3, pp. 58–60.
9. Ovseychuk V.A., Krylov D.A., Sidorova G.P. *Atomnaya strategiya 21*. 2013, no 3, pp. 12–14.
10. Davydov M.G. Timonina Yu.A. *Teploenergetika*. 2003, no 12, pp. 8–13.