

# **Гигиеническая оценка подземных источников питьевого водоснабжения в районе золошлакоотвалов тепловых электростанций**

*Г.И. Крашенинина, Е.М. Трофимович,  
Новосибирская государственная медицинская академия,  
Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены*

Теплоэлектростанции (ТЭС) относятся к промышленным объектам, строящимся в первую очередь на осваиваемых территориях, и по мере социально-экономического развития регионов количество и мощность ТЭС увеличиваются. Следовательно, ТЭС являются универсальным объектом всех развивающихся территорий. Поэтому эти предприятия и были выбраны для углубленного территориального гигиенического анализа водного фактора в аспекте загрязнения подземных вод ионами металлов и, в первую очередь, ионом калия как наименее изученным с гигиенических позиций.

Сжигание угля является, в сущности, термическим обогащением металлосодержащих пород

[5, 7]. При выжигании органических компонентов углей в золе и шлаке остаются ионы металлов. На тепло-

вых электростанциях складирование золы и шлака осуществляется в золошлакоотвалах (ЗШО), пред-

ставляющих собой специальные гидротехнические сооружения.

Специфическими особенностями ЗШО являются непрерывность намыва золошлаковых отходов с высоким содержанием ионов металлов и химическая активность аккумулированной жидкой и твердой фазы за счет смещения рН золошлаковых отходов в щелочную область. По способу накопления и хранения отходов сжигания твердых топлив на ТЭС ЗШО занимают промежуточное положение между шламо- и хвостохранилищами горнорудных промышленных предприятий и накопителями твердых бытовых отходов. На осваиваемых территориях ЗШО относятся практически всегда к сооружаемым гидротехническим сооружениям.

Анализ результатов гигиенических исследований воздействия ЗШО на окружающую среду показывает, что наибольшему загрязнению, в основном химическому, подвергается водная экосистема [2]. В процессе гидротранспорта золы в результате растворения в воде солей кальция, магния, калия, натрия, меди, алюминия, железа, хрома, мышьяка, селена, ванадия и других

происходит ее избыточное насыщение химическими элементами и солями. При этом качественный состав сточных вод систем гидрозолоудаления зависит от вида сжигаемого топлива, определяющего химико-минералогический состав золы и шлака. Концентрации химических элементов в сточных водах зависят также от эксплуатационных показателей ТЭС [2, 3]. На процессы миграции химических элементов из золы в природную водную среду определяющее влияние оказывает ее кислотно-основное состояние (рН). При  $pH > 11,5$  основными микроэлементами воды, поступающими в воду в виде ионов, будут алюминий, ванадий, селен, фтор, хром; при  $7,0 < pH < 11,5$  - алюминий, ванадий, мышьяк, селен, фтор, хром [6]. При  $pH < 7,0$  спектр компонентов наиболее широк - это алюминий, ванадий, железо, марганец, мышьяк, селен, фтор, хром. Ионы калия, натрия, кальция, магния поступают в подземные воды при широком диапазоне рН сточных вод. Загрязнение поверхностных водных объектов возможно при попадании в них сточных вод из прямочных систем гидрозолоудале-

ния (ГЗУ), сбросе воды из отстойных прудов и при аварийных сбросах. Но наиболее часто происходит загрязнение подземных вод в результате процессов фильтрации из ЗШО [9]. Это связано с тем, что золошлакоотвалы занимают нередко значительную часть площади водоносных горизонтов. Кроме того, ЗШО часто располагаются в поймах рек, что определяет их влияние на подземные воды, наиболее часто используемые для питьевых целей. В результате влияния сточных вод золошлакоотвалов на состав и свойства подземных вод происходит формирование локальных техногенных биогеохимических микроэlementных провинций. Контролю содержания калия в водах систем ГЗУ посвящены немногочисленные работы. Высокое содержание соединений калия в виде гидроксида, сульфата и хлорида отмечается в воде систем гидрозолоудаления ТЭС, использующих сланцевое топливо [1]. В рекомендациях по контролю за состоянием грунтовых вод в районе размещения золоотвалов ТЭС приводятся сведения о максимальных концентрациях калия и натрия в осветленной от золы воде

Таблица 1

Качество подземных вод в районе расположения золошлакоотвалов

Показатель	Величина показателя, объект обследования				
	Норматив	под территорией ЗШО	вблизи дамбы внутри ЗШО	за территорией ЗШО	500 м от ЗШО
Запах воды при 20°С, баллы	1-2	2-5	2-5	2-5	38108
Запах воды при 60°С, баллы	1-2	2-5	2-5	2-5	38108
рН	6-9	7,2-12,0	7,2-11,2	7,3-9,85	7,5-8,2
Окисляемость, мг/дм <sup>3</sup>	5,0	1,4-8,8	2,4-9,6	2,4-5,4	1,1-5,4
Марганец, мг/дм <sup>3</sup>	0,1	0,05-4,05	0,1-2,0	0,1-1,5	0,1-1,6
Железо, мг/дм <sup>3</sup>	0,3	0,05-8,5	0,05-1,0	0,05-1,4	0,06-0,6
Калий, мг/дм <sup>3</sup>		2,2-96,0	2,5-24,2	1,5-24,2	2,0-9,9
Натрий, мг/дм <sup>3</sup>	200,0	22,5-77,0	15,7-59,5	24,5-43,5	29,1-48,0
Бор, мг/дм <sup>3</sup>	0,5	0,1-0,5	0,1-0,4	0,1-0,5	0,1-0,2
Барий, мг/дм <sup>3</sup>	0,7	0,2-2,0	0,1-20,0	1,0-7,0	1,0-9,0
Нефтепродукты, мг/дм <sup>3</sup>	0,1	0,02-0,4	0,02-1,2	0,02-0,08	0

Качество подземных вод в колодцах питьевого назначения на селитебной территории в районе золошлакоотвала

Показатель	Норматив	Величина показателя				
		Колодец №1 весна	Колодец №1 осень	Колодец №1 зима	Колодец №2 весна	Колодец №2 весна
Запах воды при 20°C, баллы	1-2	0	5	0	0	3
Запах воды при 60°C, баллы	1-2	1	3	0	0	3
Цветность, град.	20 (35)	5	25	5	0	5
Прозрачность, см	30	>30	>30	>30	>30	>30
pH	38236	6,87	8,1	7,1	6,2	7,1
Сухой остаток, мг/дм <sup>3</sup>	1000	597	550		487	492
Жесткость, мг экв/дм <sup>3</sup>	7 (10)	9,1	8,7	8,3	8,8	7,35
Сульфаты, мг/дм <sup>3</sup>	500	151,04	139,5	133,1	170,4	64
Хлориды, мг/дм <sup>3</sup>	350	41,36	75,6	70	36,96	65,52
Полифосфаты, мг/дм <sup>3</sup>		0,25	-	-	0,25	-
Азот аммиака, мг/дм <sup>3</sup>	1,5	0,58	0,41	0,69	0,5	0,255
Азот нитритов, мг/дм <sup>3</sup>	3,3	0,076	0	0,71	0,088	0
Азот нитратов, мг/дм <sup>3</sup>	45	0,2	0	0	0,2	0
Окисляемость, мг/дм <sup>3</sup>	5	1,35	1,76	7,04	1,6	5,12
Кальций, мг/дм <sup>3</sup>		117,23	107	110,2	105,2	110
Магний, мг/дм <sup>3</sup>	50	39,5	40,2	29,2	43,17	22,2
Железо, мг/дм <sup>3</sup>	0,3(1,0)	0,55	0,38	0,05	0,28	0
Натрий, мг/дм <sup>3</sup>	200	-	39,5	40	30	40
Калий, мг/дм <sup>3</sup>		9,4	3,25	3	2,13	3,25
Хром <sup>6+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,05	0	-	-	0,005	-
Медь, мг/дм <sup>3</sup>	1	0,01	-	-	0,01	-
Цинк, мг/дм <sup>3</sup>	5	0,1	-	-	0,05	-
Бор, мг/дм <sup>3</sup>	0,5	0,5	-	-	0,6	-
Марганец, мг/дм <sup>3</sup>	0,1(0,5)	0,8	-	0,7	0,7	0,6
Фтор, мг/дм <sup>3</sup>	1,5	0,3	-	-	0,3	-
Барий, мг/дм <sup>3</sup>	0,7	0	-	-	0	-
Мышьяк, мг/дм <sup>3</sup>	0,05	0	-	-	0	-
Молибден, мг/дм <sup>3</sup>	0,25	0	-	-	8,8	-
ХПК, мг/дм <sup>3</sup>		8	-	-	0	-
Нефтепродукты, мг/дм <sup>3</sup>	0,1	0,016	-	-	0,016	-

Содержание натрия и калия в подземных водах в районе золошлакоотвала

Глубина скважин, м	Сезон года	Концентрация химических элементов, мг/дм <sup>3</sup>	
		натрий	калий
5,3	Весна	62,7	59,1
	Осень	52,5	57
	Зима	27,75	22,3
13,2	Весна	18	58,6
	Зима	55,5	68
17,2	Осень	5,5	9,25
19,2	Весна	53,1	54
	Зима	64,5	54
20	Осень	33	31
	Зима	30,5	31,5
25	Осень	60	69
	Зима	55,5	60

девяти крупнейших месторождений угля в России. К сожалению, определение ионов натрия и калия проведено суммарным методом, и содержание их колеблется от 1,7 мг-экв/л в золошлакоотвалах ТЭС, использующих воркутинские угли, до 19 мг-экв/л при использовании канско-ачинских углей. Это не позволяет характеризовать загрязнение воды данными ионами отдельно. Гигиеническое изучение влияния сточных вод золошлакоотвалов на санитарное состояние подземных вод было проведено путем натуральных наблюдений. Пробы воды были отобраны последовательно в весенний, осенний и зимний сезоны. Результаты показали, что под площадью золошлакоотвалов и на прилегающих территориях санитарные показатели качества подземных вод имели признаки техногенного воздействия. Запах воды в верхнем (до 11м) и нижнем (до 25 м) горизонтах достигал 4-5 баллов (табл. 1).

В подземных водах под территорий золошлакоотвала зарегистрирован сдвиг pH в щелочную сторону, что связано с влиянием промышленных сточных вод, так pH золотульпы определялся в пределах 11,2-12,2. Перманганатная окисляемость воды косвенно отражает ее загрязнение органическими соединениями, легко поддающимися окислению кислородом при нагревании. Повышенные значения данного показателя выявлены в подземных водах из скважин, расположенных на площади золошлакоотвала и за ограждающими дамбами, а также в питьевой воде колодцев, расположенных на расстоянии 500 м от золошлакоотвала (табл.2). При анализе содержания химических веществ в подземных водах скважин было установлено, что превышали ПДК: бор, барий (2-й класс опасности), марганец и железо (3-й класс опасности). В золотульпе концентрация бора определялась на уровне 0,8, в воде наблюдательных скважин - от 0,1 до 0,5, в питьевой воде из колодца - до 0,6, а концентрация марганца регистрировалась на уровне 0,5-4,05 мг/дм<sup>3</sup>. За пределами золошлакоотвалов в ближайшей жилой зоне в колодцах питьевой назначе-

ния концентрации марганца колебались от 0,1 до 0,8мг/дм<sup>3</sup>. Концентрации железа в воде скважин в районе золошлакоотвалов варьировали в широком диапазоне, но превышали ПДК только в весенний период. В питьевой воде колодцев жилой зоны, расположенных вниз по потоку подземных вод от ЗШО, содержание железа в весенний и осенний сезоны регистрировалось на уровне 0,38-0,55 мг/дм<sup>3</sup>. Марганец и железо являются специфическими компонентами сточных вод ЗШО, поэтому повышенное их содержание в грунтовых водах близлежащих территорий связано с влиянием золошлакоотвала. Наиболее высокие концентрации бария в подземных водах составляли 15,0-20,0мг/дм<sup>3</sup>. Концентрации хрома, меди, цинка, фтора, мышьяка, молибдена были ниже их ПДК. Концентрации натрия в подземной воде скважин наблюдались в диапазоне 20,0-67,7, а в питьевой воде колодцев - 30-40 мг/дм<sup>3</sup>. Концентрации ионов калия в воде скважин на территории вокруг золошлакоотвала были в диапазоне 31,0 - 59,0 мг/ дм<sup>3</sup>, достигая на отдельных участках под ЗШО 60,0-69,0 и даже 96,0 мг/ дм<sup>3</sup> (табл. 3).

Вдоль дамбы вне золошлакоотвала концентрации ионов калия варьировали от 2,0-3,0 до 15,0-24,0 мг/дм<sup>3</sup>, а в питьевой воде колодцев - от 2,0-3,0 до 9,4-мг/дм<sup>3</sup>, что свя-

зано с миграцией данного катиона из золошлакоотвала в подземные воды.

Результаты гигиенических исследований свидетельствуют о том, что подземные воды в районе золошлакоотвалов на глубине до 25 м, в том числе в жилой зоне, загрязняются ионами металлов. На это указывают повышенные концентрации бора, бария, марганца, железа, калия. Концентрация ионов калия в подземных водах в районе ЗШО достигала 69,0 - 96,0 мг/дм<sup>3</sup>, а в ряде случаев даже превышала концентрацию ионов натрия, что в природных водах практически не встречается. Это имеет санитарно-токсикологическое значение при использовании подземных вод для питьевого водоснабжения населения. При этом санитарно-токсикологическое значение концентраций ионов калия в питьевой воде определить сложно в связи с отсутствием данных о его нормативных гигиенических параметрах в воде.

*Литература*

1. *Алексеева Т.Е.* О химическом составе воды систем гидрозолеудаления ТЭС, использующих сланцевое топливо // Изв. ВНИИГ им. Веденеева: Сб. научных трудов, 1981. Т. 150 - С. 52-54.

2. *Алексеева Т.Е., Гольдина Т.М.* Влияние золошлакоотвалов ТЭС на поверхностные грунтовые

воды // Изв. ВНИИГ им Б.В.Веденеева, СПб., 1996 Т.2 - 31.- С.551.

3. *Беляев В.К.* Токсические элементы в углях. - М.: ВИЭМС., 1986.

4. *Егоров А.П., Лактионова Н.В.* Оценка поступления микроэлементов в окружающую среду при сжигании углей на теплоэлектростанциях // Химия твердого топлива. - 1978. - № 5. - С.68-71.

5. *Ковальчук В.К.* Гигиена атмосферного воздуха при формиро-

вании энергетического комплекса Сибири: Автореф. дис. к.м.н. - М., 1985. - 18с.

6. Рекомендации по контролю за состоянием грунтовых вод в районе размещения золоотвалов тепловых электростанций (ТЭС). - ВНИИГ им. В.Г. Веденеева, 2000. - 18 с.

7. *Соколов С.М.* Гигиенические основы воздухоохраных мероприятий в условиях многокомпонентного загрязнения атмосферы выбросами

теплоэлектростанций: Автореф. дис. д.м.н. - Киев, 1990. - 45с.

8. Состав и свойства золы и шлака ТЭС: Справочное пособие / Под ред. В.А.Мелентьева - Л.: Энергоатомиздат, 1985 . - 285 с.

9. *Федяев Н.И., Алексеева Т.Е.* Предупреждение загрязнения природных водоемов сбросами систем гидрозолоудаления // Изв. ВНИИГ им. Б.В.Веденеева. - СПб., 1996 Т.2.-31. - С. 539-550.