

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Россихин В.М. Проблемы охраны труда в угольной промышленности России в период ее реструктуризации. — Горный информ.-аналит. бюл., 2002, № 1, с. 100—105.
2. Государственный доклад «О санитарно-эпидемиологической обстановке в Российской Федерации в 1999 г.». — Экологический вестник России, 2001, № 3, с. 3—13.
3. Рихванов Л.П., Ершов В.В., Арбузов С.И. Комплексное эколого-геохимическое исследование углей. — Уголь, 1998, № 2, с. 54—57.
4. Соболева С.В. Смертность населения Кемеровской области на фоне регионов Сибири. — Труды Межд. научно-практ. конф. «Экологические проблемы угледобывающей отрасли в регионе при переходе к устойчивому развитию». Кемерово, 1999, т. 1, с. 328—333.
5. Государственный доклад «О санитарно-эпидемиологической обстановке в Российской Федерации в 1998 г.». — Экологический вестник России, 2000, № 4, с. 7—9.
6. Головин А.А., Морозова И.А., Гуляева Н.Г. и др. Оценка ущерба окружающей среде от загрязнения токсичными металлами. Под ред. Э.К. Буренкова и др. М., ИМГРЭ, 2000, 134 с.

Поступила в Редакцию 18.03.02

УДК 621.121(551.583+551.983)

ОЦЕНКИ ВЫБРОСОВ В АТМОСФЕРУ SO_2 , NO_x И ТВЕРДЫХ ЧАСТИЦ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НА ТЭС ПРИРОДНОГО ГАЗА И УГЛЯ

Крылов Д.А. (Межд. центр по экологической безопасности Минатома России),
Путинцева В.Е. (ИБРАЭ)

Для определения воздействия на здоровье людей и окружающую среду необходимо учитывать не только непосредственный процесс производства электроэнергии на электростанциях, но и все стадии работ, которые предшествуют ему (добыча топлива, его подготовка и транспортировка к электростанции) и осуществляются в конце топливного цикла (обработка и локализация вредных продуктов, образующихся в результате трансформации топлива в электроэнергию).

Оценка выбросов ТЭС в окружающую среду в последние годы приобретает особую остроту в связи с тем, что в ближайшие годы предполагается значительное увеличение потребления угля на электростанциях страны. Уголь, используемый в настоящее время в электроэнергетике страны, имеет различные качественные характеристики, определяющие энергетическую, экологическую и экономическую эффективность его использования. По данным РАО «ЕЭС России» средняя степень очистки дымовых газов от золы на ТЭС страны составляет 95,5%, что заметно меньше, чем за рубежом (99—99,8%), дымовые газы от оксидов серы и азота на ТЭС не очищаются (табл. 1) [1].

По оценкам специалистов увеличить добычу угля для поставок на ТЭС в первую очередь могут Кузнецкий и Канско-Ачинский бассейны. В 2000 г. на ТЭС страны было израсходовано 74,4 млн т усл. топл. угля разных месторождений, в том числе 20,2 и 15,4 млн т усл. топл. кузнецкого и канско-ачинского соответственно.

Цель настоящей статьи — расчет удельного выброса в атмосферу SO_2 , NO_x и твердых частиц при производстве электроэнергии на ТЭС, сжигающих природный газ, кузнецкий и канско-ачинский уголь, с учетом соответствующих энергетических цепочек: от добычи до потребления. В расчетах использованы данные АО «НИИЭЭ» среднего удельного расхода условного топлива на производство электроэнергии на ТЭС, использующих только кузнецкий или канско-ачинский уголь, 345 и 355 г/(кВт·ч). Эти значения соответствуют термическому к.п.д. преобразования топлива в электричество 36 и 35%.

Т а б л и ц а 1. Удельный выброс SO_2 и NO_x при использовании угля на ТЭС, г/(кВт·ч)

Выброс	Угольный бассейн	
	Кузнецкий	Канско-Ачинский
SO_2	3,5	2,6
NO_x	3,7	1,5

В расчетах объема выбросов в атмосферу SO_2 , NO_x и твердых частиц для топливных циклов производства электроэнергии на ТЭС использованы данные ОАО «Газпром» и угольной промышленности России за 1996—1997 гг. (табл. 2).

Т а б л и ц а 2. Выброс в атмосферу SO_2 , NO_x и твердых частиц (летучей золы) ТЭС при непосредственном производстве электроэнергии (А) и до и после него (Б), г/(кВт·ч)

Энергоисточник	SO_2	NO_x	Твердые частицы*
Кузнецкий уголь:			
А	3,5	3,7	3,48/1,02
Б	0,12	0,044	0,2
Капско-ачинский уголь:			
А	2,6	1,5	1,36/0,49
Б	0,12	0,046	0,2
Природный газ:			
А	0	0,41	0
Б	0,025	0,08	0,0042

*В числителе/знаменателе приведены показатели для ТЭС с к.п.д. золоулавливания 96 и 99% соответственно.

Анализ табл. 2 показал, что доля выбросов в атмосферу SO_2 , NO_x и твердых частиц непосредственно ТЭС в угольных топливных циклах составляет 94—99%. Выбросы SO_2 , NO_x и твердых частиц (летучей золы), образующиеся при сжигании кузнецкого угля на ТЭС с к.п.д. золоулавливания 96%, являются самыми крупными в топливных циклах производства электроэнергии — 3,62, 3,74 и 3,68 г/(кВт·ч) соответственно. При использовании природного газа выбросы NO_x составят ~ 0,41 г/(кВт·ч), по технологической цепочке движения природного газа до ТЭС — 0,08 г/(кВт·ч). Выбросы в атмосферу твердых частиц и SO_2 по технологической цепочке движения природного газа до ТЭС могут быть оценены ~ 4,2 и 25 мг/(кВт·ч) соответственно.

В табл. 3 приведены аналогичные выбросы ТЭС Германии с фильтрами для очистки дымовых газов от оксидов серы и азота с принципиально разной технологией производства электроэнергии:

ТЭС на каменном угле с термическим к.п.д. преобразования топлива в электричество 43%;

ТЭС на буром угле с к.п.д. преобразования топлива в электричество 40,1%;

ТЭС на природном газе с парогазовыми установками с к.п.д. 57,6%.

Т а б л и ц а 3. Выброс в атмосферу ТЭС Германии при непосредственном производстве электроэнергии (А) и до и после него (Б), мг/(кВт·ч) [2]

Энергоисточник	SO_2	NO_x	Твердые частицы
Каменный уголь*:			
А	288	516	57
Б	38	44	4
Бурый уголь*:			
А	411	739	82
Б	14	51	3
Природный газ на ТЭС с ПГУ:			
А	0	208	0
Б	7	69	18

*Содержание серы в каменном угле составляет 0,9%, буром — 0,3%.

По данным табл. 3 наибольший объем выбросов вредных веществ характерен при производстве электроэнергии на ТЭС, сжигающей бурый уголь. Одной из главных причин больших объемов выбросов является более низкий к.п.д.

Показатели, приведенные в табл. 2, 3, свидетельствуют, что выбросы в атмосферу российских ТЭС значительно выше, чем ТЭС Германии (с более высоким термическим к.п.д. преобразования топлива в электричество), оснащенных фильтрами для очистки дымовых газов от серы и азота. Выбросы NO_x в угольных топливных циклах от ТЭС в Германии и России аналогичны. Выбросы SO_2 немецких угольных ТЭС 0,038 и 0,014 г/(кВт·ч) значительно меньше, чем в России — 0,12 г/(кВт·ч), выбросы твердых частиц также меньше — 3—4 мг/(кВт·ч) и 0,2 г/(кВт·ч) соответственно. Выбросы NO_x в газовом топливном цикле производства электроэнергии в Германии 0,277 г/(кВт·ч) меньше, чем в России — 0,49 г/(кВт·ч).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ольховский Г.Г., Тумановский А.Г., Глебов В.П., Берсенев А.П. Проблемы охраны воздушного бассейна от воздействия тепловых электрических станций и их решения. — Известия Академии наук. Энергетика, 1997, № 5, с. 5—17.
2. Кривитт В., Фридрих Р. Сравнение риска от различных источников электроэнергии. — Атомная техника за рубежом, 1998, № 5, с. 15—21.

Поступила в Редакцию 18.03.02

Рефераты статей

УДК 621.039.526

Митенков Ф.М. Перспективы развития быстрых реакторов-размножителей. — Атомная энергия, 2002, т. 92, вып. 6, с. 423—432.

Обсуждаются возможные направления совершенствования атомных энергетических установок с быстрыми реакторами-размножителями, условия обеспечения их конкурентоспособности. Рассматриваются некоторые вопросы схемного, конструктивного совершенствования. Приводятся результаты сравнительного анализа реакторов-размножителей с натриевым и свинцовым теплоносителем. При этом отмечается, что для реакторов с натриевым теплоносителем соответствующая информация есть результат многолетнего опыта создания, исследований и эксплуатации экспериментальных, опытных и промышленных реакторов. Опыта создания реакторов со свинцовым теплоносителем нет. Сравнительный анализ не подтверждает наличия каких-либо преимуществ по техническим или экономическим характеристикам реакторов-размножителей со свинцовым теплоносителем. Список лит. 11 назв.

УДК 621.039.542.34:621.039.526+621.039.546

Курина И.С., Гудков Л.С., Румянцев В.Н. Исследования ThO_2 и $(\text{U}, \text{Th})\text{O}_2$. — Атомная энергия, 2002, т. 92, вып. 6, с. 432—438.

Проведены исследования по влиянию свойств порошков ThO_2 и $(\text{U}, \text{Th})\text{O}_2$, изготовленных по разным технологическим режимам, на свойства готовых изделий. Работа включает детальные исследования порошков ThO_2 и $(\text{U}, \text{Th})\text{O}_2$ (рентгенофазовый ана-

лиз, электронно-микроскопическое исследование) и спеченных топливных таблеток (определение плотности, изучение микроструктуры, теплофизические исследования). Получены температурные зависимости параметров кристаллических решеток и размеров кристаллитов порошков ThO_2 и $(\text{U}, \text{Th})\text{O}_2$ с разным соотношением $\text{UO}_2:\text{ThO}_2$. Изучены температурные зависимости теплопроводности спеченных таблеток ThO_2 и $(\text{U}, \text{Th})\text{O}_2$ с разным соотношением $\text{UO}_2:\text{ThO}_2$. Рис. 4, табл. 6, список лит. 12 назв.

УДК 621.039.546

Агеенков В.И., Волков В.С., Соломин М.И., Гарусов Е.А., Звездкин В.С., Коноплев К.А., Бек Е.Г., Ильяшик М.И., Потоскаев Г.Г., Самохин М.Г., Цибуля В.А. Параметры и технология изготовления тэзлов реактора ПИК. — Атомная энергия, 2002, т. 92, вып. 6, с. 438—444.

В работе дано описание конструкции тэзла высокопоточного исследовательского реактора ПИК. Приведены технологические допуски в процессе его изготовления. Проведено экспериментальное определение основных геометрических и массовых параметров нескольких штатных партий изготовленных тэзлов. Как следует из результатов статистической обработки экспериментальных данных, отклонения основных параметров не выходят за пределы указанных технологических допусков и подчиняются с хорошей точностью нормальным распределениям. Рис. 4, список лит. 20 назв.