

Рассматриваемый в настоящее время вариант обращения с отработавшим графитом включает:

- выдержку перед утилизацией;
- сохранение во время выдержки графитовой кладки в здании реактора;
- продолжение эксплуатации части хранилищ графитовых втулок (при необходимой модернизации хранилищ);
- перегрузку графитовых втулок и других радиоактивных отходов из другой части хранилищ, не отвечающих современным требованиям.

Результаты исследований загрязнения графита будут использованы для определения сроков демонтажа кладок, принятия решений по отдельным хранилищам, создания метода быстрой сортировки отработавших графитовых элементов по степени их загрязнения и планирования аналогичных мероприятий на других реакторах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Буланенко В.И., Фролов В.В., Николаев А.Г. Радиационные характеристики графита снятых с эксплуатации уран-графитовых реакторов. — Атомная энергия, 1996, т. 81, вып. 4, с. 304—306.
2. Miller R., Steffes J. Radionuclide Inventory and Source Terms for the Surplus Production Reactors at Hanford. UNI-3714. Rev.1, Richland, Washington, 1987.
3. Багаев В.Д., Баранов И.И., Кабанов Ю.И. и др. Снятие с эксплуатации промышленных реакторов СХК. — Атомная энергия, 1996, т. 80, вып. 2, с. 71—73.
4. Daugherty H., Miller C. The decommissioning of eight graphite-moderated reactors. — In: Proc. Intern. Conf. on Decommissioning of Major Radioactive Facilities, London, 11—12 Oct. 1988, p. 11—20.
5. White I., Smith G., Saunders L. e.a. Assessment of Management Modes for Graphite from Reactor Decommissioning. — In: EUR9232, 1984, Contr. № DE-D-001-UK, Luxembourg, p. 119.

Поступила в Редакцию 13.02.02

УДК 621.121.551

ВОЗДЕЙСТВИЕ ТЭС НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Крылов Д.А. (Межд. центр по экологической безопасности Минатома России)

В Энергетической стратегии России на период до 2020 г. предусматривается увеличение доли использования угля в электроэнергетике и теплоснабжении с целью снизить зависимость топливно-энергетического баланса страны от газа. По оценке специалистов в перспективе удовлетворение потребности страны в угле будет связано с развитием добычи угля в Кузнецком и Канско-Ачинском бассейнах. Поскольку ТЭС, расположенные в европейской части страны, в последние годы потребляют около 80% всего природного газа, сжигаемого в отрасли, то именно в этом регионе наиболее остро встанут экологические вопросы при замещении газа углем.

В табл. 1 представлена информация о производственном травматизме на предприятиях угольной промышленности. Всего с 1993 по 2000 г. в угольной промышленности погибли 1857 человек. Из анализа табл. 1 следует, что при использовании на ТЭС угля, добытого в шахтах, показатели травматизма значительно превышают показатели для угля, добытого в угольных разрезах.

В табл. 2 приведены показатели частоты травмирования персонала угольной промышленности в числе смертельных случаев на производство на угольных ТЭС 1 ГВт·год электроэнергии. К.п.д. преобразования топлива в электричество на ТЭС принят в расчетах равным 35%.

Расчетные показатели числа пострадавших со смертельным исходом для персонала газовой промышленности на производство электроэнергии на ТЭС, сжигающих природный газ, составили 0,18—0,21 число случаев/(ГВт·год). В расчетах использованы данные о пострадавших со смертельным исходом ОАО «Газпром» в 1998—2000 гг.: в

Т а б л и ц а 1. Производственный травматизм на предприятиях угольной промышленности [1]

Показатель	1993 г.	1994 г.	1995 г.	1996 г.	1997 г.	1998 г.	1999 г.	2000 г.
Смертельный травматизм,	328	292	281	183	288	183	141	161
в том числе по шахтам	197	174	172	117	219	135	96	120
Смертельный травматизм на 1000 работающих,	0,57	0,54	0,58	0,42	0,76	0,6	0,5	0,6
в том числе по шахтам	0,65	0,58	0,59	0,49	0,88	0,69	0,65	0,8
Число смертельных случаев на 1 млн т добычи,	1,01	1,07	1,03	0,74	1,37	0,78	0,57	0,65
в том числе по шахтам	1,5	1,5	1,59	1,2	2,6	1,66	1,1	1,4

Т а б л и ц а 2. Расчетные показатели частоты смертельного травматизма для промышленного персонала угольной промышленности, число случаев смерти/(ГВт·год)

Смертельный травматизм	1993 г.	1994 г.	1995 г.	1996 г.	1997 г.	1998 г.	2000 г.
Для всего персонала,	4,95	4,83	4,83	3,26	5,48	3,66	2,9
в том числе							
по шахтам	6,83	7,0	7,28	5,77	11,39	7,27	6,14
разрезам	0,84	0,61	0,64	0,63	0,58	0,73	0,56

1998 г. произошло 524 несчастных случая на производстве, из них 47 со смертельным исходом, в 1999 г. — 438 (42), в 2000 г. — 396 (37). К.п.д. ТЭС принят в расчетах равным 38%.

Неудовлетворительные условия труда влекут за собой стабильно высокий уровень профессиональной заболеваемости работников угольной промышленности. Из табл. 3 видно, что профессиональная заболеваемость в угольной промышленности значительно превышает соответствующие показатели в других отраслях экономики. Среди факторов, отрицательно влияющих на здоровье шахтеров, можно выделить радиоактивное облучение. Так, уголь Кузбасса имеет, как правило, небольшую концентрацию урана при высокой концентрации тория [3]. Вместе с тем на отдельных предприятиях Кемеровской области, например, на Итатском угольном разрезе содержание природных радионуклидов в значительной части добываемого угля достигает 1 кБк/кг и более. Уголь Кузнецкого месторождения содержит большое количество некоторых токсичных элементов, в частности, мышьяка, хрома, кадмия, фтора.

Т а б л и ц а 3. Показатели профессиональной заболеваемости в некоторых отраслях экономики на 10 тыс. работающих [3]

Отрасль	1998 г.	1999 г.
Угольная промышленность	21,8	29,4
Энергетическое машиностроение	10,7	10,8
Электроэнергетика	0,9	0,8
Газовая промышленность	0,12	0,19

С 1994 г. в России начала реализовываться программа реструктуризации угольной промышленности. По состоянию на 1.01.2001 г. закрыто 12 угольных разрезов и 173 шахты. С 1993 по 2000 г. среднесписочная численность промышленно-производственного персонала в угольной отрасли уменьшилась с 577,6 до 268,6 тыс. чел. [1]. По оценкам медиков реструктуризация угольной промышленности России является дестабилизирующим фактором социально-гигиенического благополучия населения шахтерских городов. Ухудшилась санитарно-эпидемиологическая ситуация, снизился жизненный уровень населения, возросли стрессы. Это сказалось на состоянии здоровья, о чем свидетельствуют показатели заболеваемости людей.

В 1999 г. в стране насчитывалось более 60 горящих угольных терриконов. По оценкам специалистов от одного горящего террикона среднего объема, содержащего углеотходы с низким содержанием серы (0,4—1 %), за 1 ч выбрасывается в атмосферу более 80 кг SO_2 и 25 кг CO . Еще больше SO_2 выделяется при горении углеотходов с повышенным содержанием серы. При горении терриконов выделяются также аммиак, нашатырь, оксиды азота и мышьяка, смоляные продукты и другие вещества. Терриконы загрязняют не только атмосферный воздух и окружающие земли, но и реки, озера и искусственные водосмы. Подкисляющие вещества вымываются из угольных отвалов дождевыми потоками и затем переносятся грунтовыми и подземными водами в ближайшие поверхностные водосмы. Объемы загрязняющих веществ, поступающих в водоемы из многочисленных терриконов и отвалов, достаточны для экологически опасного воздействия на флору и фауну.

Добыча, переработка, транспортировка и использование угля сопровождается интенсивным загрязнением окружающей среды высокотоксичными компонентами. Избыточное поступление компонентов угля в организм человека непосредственно с вдыхаемой пылью, а также по пищевым биологическим цепочкам является причиной возникновения и широкого распространения различных заболеваний среди населения.

Вследствие химического и физического выветривания горных пород в окружающую среду попадает большой спектр загрязняющих веществ. Их перенос на значительное расстояние превращает локальные загрязнения окружающей среды в региональные. Угледобывающие комплексы оказывают большое воздействие на гидросферу, которое проявляется в изменении водного режима территорий (иссушение или подтопление), загрязнении грунтовых и сточных вод продуктами физического и химического выветривания глубинных горных пород. По оценкам специалистов предприятия угольной отрасли ежегодно сбрасывают в открытые водосмы около 2,4 млрд м^3 шахтных вод, из них только около половины нейтральные.

В городах Сибири, где используется уголь, зафиксировано значительное загрязнение воздуха, почвы и сельхозпродуктов токсичными тяжелыми металлами. Это загрязнение отрицательно влияет на организм человека (заболевания крови, печени, костных тканей, злокачественные опухоли, патология беременности и родов, врожденные уродства и нарушение иммунной системы). В 1992 г. Минприроды РФ определило экологическую ситуацию в Кемеровской области как чрезвычайную. Кемеровская область вышла на первое место в стране по загрязнению атмосферного воздуха. Причем три ее населенных пункта входят в первую десятку городов с наивысшим загрязнением воздушного бассейна. Из табл. 4 следует, что на фоне других регионов Кемеровская область выделяется самыми высокими показателями смертности, причем в этой области они превышают среднероссийские и средние по Западной Сибири по всем категориям населения.

Т а б л и ц а 4. Стандартизованные коэффициенты смертности от болезней системы кровообращения по территориям в 1995 г. на 100 тыс. населения [4]

Территории	Все население		Городское население		Сельское население	
	Мужчины	Женщины	Мужчины	Женщины	Мужчины	Женщины
Россия	1051,8	633,2	1068,7	648,2	1014,5	611,7
Западно-Сибирский район	980,7	603,5	1045,6	642,7	856,7	539,4
Алтайский край	840,8	496,5	1015,3	588,3	702,7	428,2
Новосибирская обл.	986,8	585,1	1049,6	620,9	829,3	506,2
Омская обл.	911,9	573,8	950,4	583,3	841,3	562,0
Томская обл.	917,8	548,5	912,7	529,2	929,2	584,6
Тюменская обл.	983,0	629,4	960,4	623,4	1017,7	647,8
Кемеровская обл.	1163	753,3	1169,1	759,0	1138,4	734,8

При сжигании на ТЭС природного газа в окружающую среду поступают различные оксиды азота, способные глубоко проникать в легкие, вызывая повреждения эпителия и бронхов. Исследованиями, выполненными в различных странах, показано, что в загрязненных оксидами азота районах снижаются дыхательные функции людей, повышается респираторная заболеваемость, обнаруживаются изменения в крови.

Особенностью отечественной энергетики является большое число газомазутных электростанций, в частности, ТЭЦ. Как правило, мазут на них является резервным топливом и используется в основном в зимнее время. В настоящее время теплоснабжение от ТЭЦ, расположенных в городах, превратилось в серьезную экологическую проблему. При сжигании мазута концентрация оксидов серы в дымовых газах значительно превышает действующие стандарты по выбросам в атмосферу в развитых странах. В нашей стране после 1 января 2001 г. согласно новому ГОСТу выброс сернистого ангидрида в атмосферу не должен превышать $700\text{--}1400\text{ мг/м}^3$, т.е. должен быть снижен в 3—6 раз по сравнению с сегодняшними уровнями. При сжигании мазута в атмосферу поступает также сажа, которая наносит существенный ущерб окружающей среде, поскольку является носителем кислот и канцерогенов.

Примером тяжелого положения проживания населения в загрязненном промышленными выбросами и отходами атмосферном воздухе является Москва, где размеры зон влияния от ТЭЦ при их работе на мазуте достигают 19 км, при сжигании природного газа — 6 км [5]. Фактически большая часть населения города подвержена воздействию вредных выбросов.

Измерениями ИМГРЭ РАН показано, что сажистые частицы выбросов расположенной в Бирюлеве ТЭЦ № 26 Москвы, объем которых оценивается в 40 т/год, обогащены V, Ni (в сотни раз выше фона), Cr, Co, Mo, Pb, Cu (в десятки раз). ТЭЦ № 26, выбрасывая ежегодно огромное количество пылевых частиц, содержащих токсичные металлы, загрязняет атмосферный воздух, снеговой покров и, как следствие, почву, формируя высококонтрастные полиметалльные аномалии. Загрязнение носит прогрессирующий характер. В районе ТЭЦ № 26 выделяется зона сильного и среднего уровней загрязнения с повышенным содержанием V, Ni, Pb, характерным для продуктов сгорания мазута. Из опасных элементов в загрязненном снеге накапливаются никель и цинк [6].

В Костромской области на фоне высокой нагрузки на окружающую среду выбросами ГРЭС прослеживается высокий уровень заболеваемости населения Волгореченска болезнями крови и кроветворных органов, нервной системы, органов дыхания [5]. Основным топливом на Костромской ГРЭС, расположенной в Волгореченске, является природный газ. Мазут используется лишь в зимний период. По данным Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова объем выбросов SO_2 в атмосферу в 1998 г. в Волгореченске (18 тыс. жителей) составил 26,5 тыс. т, Костроме (285 тыс. жителей) — 2,6 тыс. т. Различие в объемах выбросов большое, что указывает на значительные выбросы SO_2 Костромской ГРЭС.

В последние годы на ТЭС сжигается уголь, существенно различающийся по качеству: зольность колеблется от 8,7 до 51,7%, влажность — от 8,1 до 50,2%, теплота сгорания — от 1900 до 6000 ккал/кг, более 25% общего объема потребления содержат свыше 40% золы, около 7 млн т — более 3% серы. Общее количество балласта в сжигаемом на ТЭС угле составляет около 55 млн т, в том числе около 28 млн т породы и 27 млн т влаги.

Исследования, проведенные сотрудниками ВНИИгидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова, показали, что Рязанская ГРЭС, расположенная в Новомичуринске в 60 км от Рязани, на которой сжигается бурый уголь Канско-Ачинского и Подмосковского угольного бассейнов, а также природный газ и мазут, оказывает сильное отрицательное воздействие на атмосферный воздух и почву, а также водные источники.

По данным Всероссийского теплотехнического института содержание тяжелых металлов в летучей золе Рязанской ГРЭС в 10 раз и более превышает фоновую концентрацию соответствующих элементов в почве. В зоне влияния Рязанской ГРЭС отмечено загрязнение сельхозпродукции тяжелыми металлами, в частности, медью, цинком, свинцом, кадмием, которые выбрасываются с летучей золой ГРЭС. Загрязнены также поверхностные воды в зоне воздействия ГРЭС.

Исследование химического состава угля на содержание микроэлементов показало, что в угле, сжигаемом на Рязанской ГРЭС, содержится значительное количество титана, меди, свинца, олова, фосфора, циркония, ртути, в золе угля присутствуют висмут, бериллий, фтор. Зафиксирована повышенная радиоактивность (450—470 Бк/кг) золы подмосковного и канско-ачинского угля.

В 1989 г. по договору с Харьковэнерго Украинским институтом почвоведения и агрохимии им. А.Н. Соколовского были проведены комплексные исследования воздействия Змиевской ГРЭС на окружающую среду. Целью исследований была оценка вредного воздействия тяжелых металлов, которые выбрасываются с летучей золой Змиевской ГРЭС, работающей на донецком угле. Высота труб этой ГРЭС 250 м. Выбросы привели к значительному загрязнению почвы, растений и воды. Установлено значительное накопление тяжелых металлов в почве на расстоянии нескольких десятков километров. Рассеивание частичек золы, видимых на космических снимках, достигает радиуса 20 км, аэрозольная (невидимая) часть — 30—35 км. Техногенная нагрузка привела к изменению геохимии ландшафтов. Развитие природной среды нарушено в связи с удвоенной, утроенной концентрацией отдельных элементов в несвойственных природе сочетаниях. Это характерно прежде всего для кадмия, никеля, хрома, свинца и других металлов.

Установлено, что без мелиорации почвы и прекращения выбросов вырастить пригодную для питания людей и корма скоту продукцию невозможно. Вся выращенная продукция в 22-километровой зоне загрязнена. В исследовании установлено загрязнение молока в двух совхозах, отстоящих от ГРЭС на 2—5 и 30—35 км. Молоко первого из этих хозяйств содержит свинца в 1,2—2,3 раза больше ПДК для продовольственных целей и в 4—8 раз для детского питания. Молоко из совхоза, расположенного в 30 км, содержало свинца в 1,4—1,6 раза больше для продовольственного питания и в 4,5—5,4 раза для детского питания. Продукция сельского хозяйства Змиевского и восточной части Балаклейского районов Харьковской области загрязнена тяжелыми металлами и непригодна для использования ни на пищевые, ни на кормовые цели. Во многих растениях, выращиваемых в зоне Змиевской ГРЭС, превышено ПДК тяжелых металлов (иногда более чем в 10 раз).

По мнению специалистов Сибирского энергетического института РАН, энергетика Сибири по-прежнему во многом остается «буроугольной». Доля угля в отдельных ее регионах достигает 90%, централизованное теплоснабжение во многом обеспечивается не только ТЭЦ, но и тысячами устаревших котельных — в результате этого во многих городах и промышленных центрах Сибири сложилась тяжелая экологическая ситуация. Загрязнение воздушного бассейна в некоторых городах превышает гигиенически допустимые нормы по пыли в 4—18 раз, по оксидам серы — до 4 раз, азота — до 6—7 раз, тяжелым металлам в почве — в десятки раз. Доля электро- и теплоэнергетики в загрязнении воздушного пространства некоторых городов Сибири достигает 60—70%.

По последним данным в стране на золоотвалах ТЭС накоплено уже более 2 млрд т золы и шлака. Общая площадь отвалов ТЭС составляет 20 тыс. га. Пыление золошлаковых отвалов ТЭС ухудшает санитарное состояние территорий, негативно влияет на здоровье человека. Особенно неблагоприятно проявляется пыление золоотвалов в районах с большой скоростью ветра. В этих условиях золоотвалы могут служить источником загрязнения территории площадью в несколько сот квадратных километров. За пределы некоторых золоотвалов от отдельных ТЭС в год поступает до 1000 т золы. Золошлакоотвалы ТЭС являются одним из самых крупных источников загрязнения подземных вод, в результате чего многие водоносные горизонты перестают использо-

ваться ввиду их непригодности. Большинство золоотвалов на ТЭС в настоящее время находятся либо в неудовлетворительном, либо в аварийном состоянии. Аварии на золоотвалах могут иметь катастрофические последствия и наносить значительный материальный ущерб. Иллюстрацией такого положения может служить авария на золоотвале ТЭЦ № 11 Иркутскэнерго в 1988 г. При прорыве ограждающих дамб высотой всего лишь 10 м поток пульпы (смесь золошлаков, льда и воды, т.е. фактически селевый поток) на равнинной местности «прошел» путь более 3,5 км, повредив по дороге несколько инженерных сооружений и лечебно-трудовой профилакторий. Все химически загрязненные воды (объем вырвавшегося потока пульпы составил примерно 300 тыс. м³) в конечном итоге попали в Ангару.

В табл. 5 приведены расчетные данные выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для предлагаемого ОАО «Газпром» сценария замены в топливном балансе ТЭС природного газа углем. Принято, что на существующих ТЭС европейского региона страны вместо 30 млрд м³ природного газа будут сжигаться бурые канско-ачинские угли и каменный кузнецкий уголь в количестве 35 млн т усл. топл. В расчетах принято, что угольные ТЭС оснащены электрофильтрами с эффективностью очистки золы 99%, при сжигании угля и природного газа будут соблюдены нормативы удельного выброса SO₂, NO_x и летучей золы для котельных установок, вводимых на ТЭС России с 1 января 2001 г. В настоящее время средняя степень очистки дымовых газов от золы на ТЭС ниже. Она составляет лишь 95,5%, что заметно меньше, чем за рубежом. Дымовые газы от оксидов серы и азота не очищаются, отсутствуют приборы непрерывного контроля выбросов ТЭС.

Т а б л и ц а 5. Выбросы в атмосферу загрязняющих веществ и уловленные золошлаковые отходы при сжигании на ТЭС природного газа и заменяющего его угля, млн т

Вид топлива	CO ₂	SO ₂	NO _x	Летучая зола	Уловленные зола и шлаки
1-й вариант — 100% канско-ачинский уголь (65 млн т)	114	0,26	0,11 (0,15)	0,031	3,1
2-й вариант — 100% кузнецкий уголь (45,5 млн т)	94	0,31 (0,35*)	0,13 (0,37)	0,086	8,6
3-й вариант — по 50% канско-ачинского (32,5 млн т) и кузнецкого угля (22,8 млн т)	104	0,28 (0,31)	0,12 (0,26)	0,059	5,85
Природный газ — 30 млрд м ³	56	—	0,044	—	—

*В скобках указан объем выбросов, рассчитанный по усредненным значениям удельного выброса на существующих в настоящее время ТЭС.

Использование на ТЭС кузнецкого и канско-ачинского угля вместо природного газа приведет к значительному росту выбросов в атмосферу SO₂, NO_x и летучей золы. Наиболее высокие расчетные выбросы вредных веществ характерны при использовании кузнецкого угля (вариант № 2). По сравнению с объемом выбросов ТЭС в европейской части России в 1998 г. для рассматриваемых трех вариантов замены газа углем выбросы могут возрасти: по летучей золе до 290 тыс. т (на 16—43%), NO_x до 670 тыс. т (20—24%), SO₂ до 1,23 млн т (28—34%). Объем уловленных золошлаковых отходов может повыситься на 9—24%. Выбросы CO₂ возрастут до 515—535 млн т (на 13—20%).

Проведенные расчеты позволяют сделать вывод, что сокращение поставок газа на ТЭС на 30 млрд м³ при одновременном увеличении объемов использования кузнецкого и канско-ачинского угля приведет к значительному выбросу вредных выбросов в атмосферу. Окружающая среда в зоне действия угольных ТЭС будет быстро деградировать, значительно увеличится вредное воздействие электростанций на здоровье людей.

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