

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

Канд. техн. наук, доц. **ЧЕРНОУСОВ С. В.**

*Белорусский государственный технологический университет*

Практически все области человеческой деятельности связаны с потреблением энергии, а, следовательно, оказывают влияние на состояние окружающей среды. На этом фоне особенно выигрышными представляются преимущества, которые сулит энергосбережение в силу своей универсальности.

Влияние индустриального развития на экосистему напрямую связано с проблемой рационального использования топливно-энергетических ресурсов (ТЭР). В настоящее время в мире создано сложное положение с наличием энергетических ресурсов. По данным ООН, при таких темпах экономического развития человечеству хватит угля на 150 лет, нефти – на 50 лет, природного газа – на 75 лет.

Республика Беларусь обеспечена собственными топливно-энергетическими ресурсами в объеме около 16 % от их общего потребления. В табл. 1 в процентах к уровню 1990 г. приведены показатели импорта основных видов энергоресурсов в 90-х гг.

*Таблица 1*

ТЭР	1995 г.	1996 г.	1997 г.	1998 г.	1999 г.	2000 г.*
Нефть	30,7	28,3	28,0	26,9	26,5	31,9
Газ природный	86,0	91,1	103,2	102,0	105,6	109,0
Уголь каменный	50,4	40,5	31,9	29,1	26,1	23,4
Электроэнергия	76,4	91,2	81,7	113,5	90,7	88,8

\* На момент написания статьи данные Минстата по 2001 г. отсутствовали.

Техническое воздействие на окружающую среду при использовании топливно-энергетических ресурсов проявляется, во-первых, в изъятии и потреблении природных ресурсов (кислород, земля, вода), во-вторых, в воздействии отходов энергетического производства в виде: беспорядочных выбросов (дым, сточные воды, сбросная теплота); захороняемых остатков (шлак, зола, отходы); побочных эффектов (электромагнитное и акустическое излучения).

Тепловые электрические станции потребляют огромное количество кислорода, который необходим для горения топлива. Кислород в атмосфере восстанавливается только в зеленых листьях растений под действием света. При современном топливном балансе расходование кислорода на сжигание топлива примерно в 5 раз превосходит его потребление всем населением Земли. В результате необратимых процессов, происходящих в природе, воспроизводство кислорода при фотосинтезе в несколько раз меньше, чем его потребление.

Энергетические установки во всем мире выбрасывают ежегодно в атмосферу 200...250 млн т золы, около 60 млн т сернистого ангидрида.

В перспективе к 2005 г. эти выбросы могут возрасти до 1,5 млрд т и 400 млн т соответственно. Зола и пыль, содержащиеся в воздухе, уменьшают прозрачность атмосферы.

Сжигание топлива ежегодно увеличивает концентрацию углекислого газа в атмосфере планеты на 1,5 %. Кроме того, в состав газообразных выбросов, образуемых при сжигании органического топлива, входит большое количество газообразных летучих соединений типа  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_x$  и др.

Особую проблему представляет сброс сточных вод электростанций в водоемы. Так, в России он составил в 1998 г. 28,5 млрд  $\text{м}^3$ , в том числе загрязненных – 1,32 млрд  $\text{м}^3$ , или около 5 % от всех условно чистых сбросов [3]. Со сточными водами сбрасывается множество загрязняющих веществ, из которых наиболее распространенными являются нефтепродукты, хлориды, сульфиты, соли тяжелых металлов, специфические вещества (формальдегид, нитраты и др.).

Значительное воздействие на окружающую среду оказывают золошлаковые отвалы котельных, которые, как правило, запыляют, загрязняют прилегающие территории, в том числе грунтовые и поверхностные воды, тяжелыми металлами и вредными соединениями.

Все энергетические источники оказывают воздействие на окружающую среду, однако некоторые из них более приемлемы с точки зрения ее охраны. К последним относятся новые и возобновляемые источники энергии (энергия воды, ветра, солнца). При этом особого внимания требуют проблемы в области окружающей среды, связанные с использованием этих источников энергии.

При сжигании органического топлива и его переработке возникают проблемы сточных вод, кислых дождей и громадного выброса диоксида углерода. Сегодня в мире из ископаемого топлива добывается 90 % первичной энергии. Меры по охране окружающей среды дорогостоящи и пока еще не настолько разработаны, чтобы решить экологические проблемы. В то же время рост выбросов диоксида углерода в ближайшие 20 лет в результате использования ископаемых видов топлива прогнозируется на уровне 40...50 %.

В последние годы также возрастает обеспокоенность общественности в связи с неполадками на атомных электростанциях, авариями и опасностью возникновения будущих бедствий, а также в связи с нерешенной проблемой захоронения радиоактивных отходов. В результате этого доля использования атомной энергии в будущем может быть ниже, чем в предыдущие годы.

В этом плане новые и возобновляемые источники энергии (НВИЭ) являются более благоприятными по сравнению с уже упомянутыми, хотя они также оказывают определенное негативное воздействие на окружающую среду, проявляющееся в возникновении проблем землеводопользования, шума и визуального вмешательства. В целом же НВИЭ не вызывают загрязнения и поэтому предпочтительны в использовании. Однако вероятность того, что доля НВИЭ в структуре энергопоставок будет значительно возрастать в ближайшее десятилетие, сомнительна. Более оптимистично расценивается их потенциал в долгосрочной перспективе.

В свете сказанного сделаем количественную оценку выбросов, загрязняющих атмосферный воздух, при этом в первую очередь рассмотрим вы-

бросы от стационарных источников загрязнения и определим их влияние на экосистему республики.

В табл. 2 представлена динамика изменения вредных выбросов в атмосферный воздух по отдельным ингредиентам в Республике Беларусь [1].

Таблица 2

Ингредиент	1985 г.	1990 г.	1995 г.	1998 г.	1999 г.	2000 г.
Всего выбросов, загрязняющих атмосферный воздух (тыс. т)	–	3403	2201	1788	1420	1312
В том числе от:						
автотранспорта	–	2230	1693	1374	1047	953
стационарных источников	1437	1173	508	414	372,6	358,5
Из них:						
твердых	179,1	132,7	50,9	48,9	41,4	38
газообразных и жидких	1257,8	1040,6	457,2	365,5	331,2	320,5
из них:						
сернистого ангидрида	699	563,4	218,2	145,6	124,7	103,8
окислов азота	84	101,6	54,6	50,6	50,4	50,3
окиси углерода	308	192	96,2	90,4	84,8	83,5
летучих органических соединений	166,8	144,4	70,4	53,9	47,7	53,6

Нужно отметить, что основными источниками выбросов загрязняющих веществ в атмосферу на территории Беларуси являются автотранспорт, объекты энергетики и промышленные предприятия, которыми в 2000 г. выброшено в атмосферу 1312 тыс. т вредных веществ. Большая часть из них произведена, как уже отмечалось, автотранспортом – 72,6 %, на долю стационарных источников загрязнения пришлось 27,4 %.

На рис. 1 представлена структура выбросов вредных веществ от стационарных источников в 2000 г. Видно, что наибольший удельный вес приходится на выбросы сернистого ангидрида (28 %) и окиси углерода (23 %), далее идут окислы азота (14 %), летучие органические соединения (15 %), жидкие отходы (9 %). Доля выбросов окислов углерода автотранспортом в суммарном отношении составляет 57,8 %, что значительно выше стационарных источников.

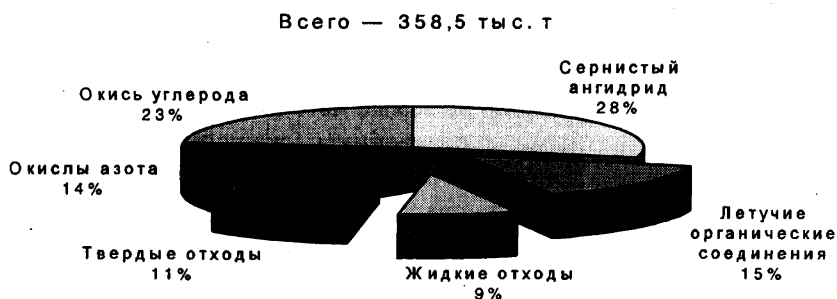


Рис. 1. Структура выбросов вредных веществ в атмосферу от стационарных источников загрязнения в республике в 2000 г.

Из анализа изменения структуры выбросов в атмосферный воздух с 1985 по 2000 г. (рис. 2) следует, что доля сернистого ангидрида в суммар-

ных выбросах снизилась с 49 до 28 %, при этом увеличилась доля окислов азота и окиси углерода. Это обусловлено тем, что при общем падении ВВП на 13,2 % потребление природного газа возросло на 6 % (2000 г. по сравнению с 1990 г.), и снизилось потребление топочного мазута (как основного источника сернистого ангидрида) на 86 %. Следует заметить, что за этот период суммарное потребление нефти и нефтепродуктов уменьшилось на 66 %.

Данные тенденции наиболее характерны для объектов базовой энергетики (концерна «Белэнерго»). Так, по сравнению с 1995 г. суммарные выбросы вредных веществ этими объектами в 2000 г. сократились на 45,2 %, и доля их в общих выбросах составила 5,2 %. Это обусловлено не только увеличением доли природного газа в топливном балансе концерна и уменьшением потребления мазута, но и внедрением энергосберегающих экологически чистых технологий и оборудования. И хотя сокращение выбросов вредных веществ этими объектами не приводит к ощутимому снижению их концентрации в атмосфере белорусских городов, поскольку вклад энергетики в среднегодовые приземные концентрации на порядок ниже ее вклада в суммарные выбросы, состояние воздушного бассейна по среднегодовым концентрациям укладывается в нормативы СНГ.

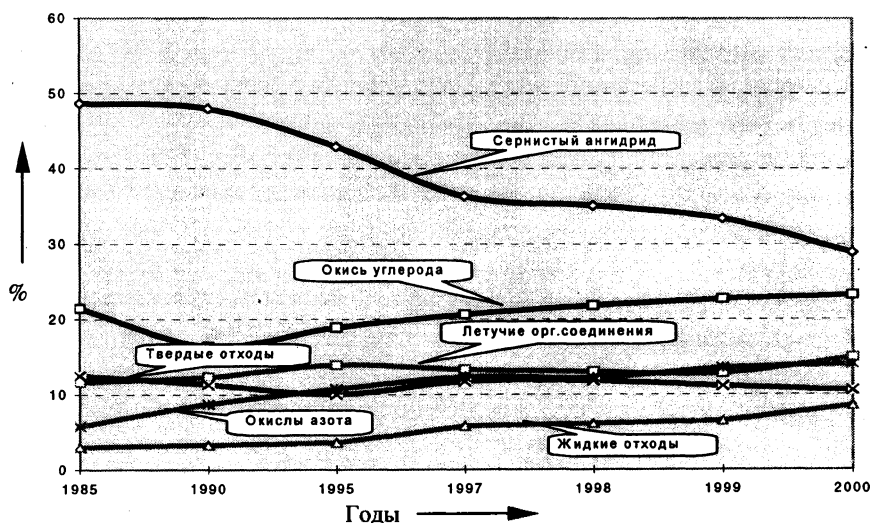


Рис. 2. Изменение структуры выбросов отдельных ингредиентов в атмосферный воздух по годам (в процентах к итогу)

Следует также заметить, что существовавшие ранее на территории Республики Беларусь нормативы по суммарным выбросам оксидов серы и азота были в 2...3 раза жестче, чем в странах ЕС. Главным санитарным врачом республики были пересмотрены и утверждены новые более мягкие ПДК, что значительно расширяет возможности строительства новых энергетических объектов или увеличения мощности существующих. В итоге все это будет способствовать снижению затрат на атмосферно-охранные мероприятия, что в полной мере касается не только базовой энергетики, но и промышленности, сельского хозяйства и других отраслей экономики, обладающих в то же время огромным потенциалом энергосбережения [2].

Из представленного анализа воздействия топливно-энергетического комплекса Беларуси можно заключить, что отрицательное его влияние в последнее время неуклонно снижается. В первую очередь это объясняется не только происшедшим спадом производства, но и значительным вкладом реализуемой политики энергосбережения, которая в республике признана приоритетной. При этом энергоёмкость ВВП уменьшилась более чем на 30 %, что свидетельствует о реальных плодах активной энергосберегающей деятельности. Естественно, это не могло не отразиться положительно на экологической обстановке в Беларуси. Так, в 90-х гг. выбросы вредных веществ от стационарных источников в атмосферный воздух уменьшились на 70 %.

Оценки экспертов [4] показывают, что каждые 3 % сэкономленной энергии могут повысить уровень национального дохода на 1 %, обеспечивая в результате серьёзный макроэкономический эффект. Сокращение потребления энергии на 30 % в промышленно развитых странах позволит снизить ежегодные выбросы диоксида углерода приблизительно на 6000 млн т, одновременно уменьшить выбросы диоксида серы, оксидов серы и азота и других загрязнителей воздуха.

Вместе с тем потенциал энергосбережения в Беларуси ещё не исчерпан. В качестве возможных мероприятий по энергосбережению, а значит, по снижению выбросов вредных веществ энергетическими установками, следует рассматривать следующие:

- дальнейшее замещение мазута и каменного угля природным газом и местными видами топлива;

- введение обязательного эколого-экономического аудита в котельных с совершенствованием горелочных устройств и внедрением автоматики;

- организация многоступенчатого сжигания топлива путем рециркуляции дымовых газов;

- увеличение объемов использования возобновляемых и нетрадиционных источников энергии и прежде всего энергии биомассы, ветра, воды и солнца;

- мероприятия, включающие создание тарифной и ценовой политики, стимулирующей разработку и внедрение экологически чистых энергосберегающих технологий и оборудования.

В настоящее время имеется существенный и пока ещё не использованный резерв экономии топлива, позволяющий одновременно улучшить экологические характеристики котельных, – внедрение систематического регулярного контроля за качеством сжигания топлива.

Проблема состоит в том, что режимные наладки теплотехнического оборудования, обеспечивающие настройку режима на оптимальные параметры, в соответствии с нормами проводятся раз в 3 года. В межналадочный период из-за несовершенства традиционных средств и методов контроля за режимом горения происходит снижение экономичности на 1...8 % и увеличение выбросов окислов углерода и азота на 10...25 %.

Для предотвращения необоснованных потерь теплоты с недожогом и с уходящими газами, а также роста выбросов в атмосферу необходимо регулярно контролировать состав дымовых газов по компонентам, определяющим экономичность оборудования ( $\text{CO}$ ,  $\text{O}_2$ ) и его экологические характеристики ( $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_2$ ).

При обычной технике проведения измерений (лабораторном химическом анализе) получение этих данных требует достаточно длительного времени, что делает их запоздалыми для корректировки режима. Кроме того, такие методы имеют большую погрешность (20...25 %). Из-за высокой трудоемкости данная работа проводится не регулярно, а порой весьма редко. Вследствие этого контроль за режимом осуществляется не по прямым показателям (состав дымовых газов), а по косвенным – давлению воздуха и топлива. Оборудование соответствует режимным характеристикам лишь в посленаладочный период, а основную часть времени оно эксплуатируется при пониженных экономических и экологических характеристиках.

В то же время, благодаря созданию переносных и стационарных компьютеризированных электронных тестеров-газоанализаторов, технические и метрологические характеристики которых на порядок выше традиционно применяемых приборов, появилась возможность практически мгновенно контролировать теплоэнергетические и экологические показатели работы топливопотребляющего оборудования и подстраивать его на оптимальный режим. Данные по экономии топлива фиксируются самим устройством. При регулярном использовании таких приборов потери топлива и выбросы окислов азота будут снижены на величину, вызванную нарушением режима работы.

В связи с изложенным появляется возможность проведения оперативного контроля как со стороны энергоснабжающих организаций и предприятий, так и со стороны государства за использованием топлива и соблюдением экологических требований при его сжигании. Предлагается ввести обязательный эколого-экономический аудит на топливопотребляющее оборудование и в первую очередь на котельных производительностью более 10 гигакалорий в час, а их в республике более 600.

Следует отметить, что в Беларуси подготовлена база для реализации этого предложения. Работы по эколого-экономическому аудиту могут быть выполнены существующими пусконаладочными и другими организациями, призванными контролировать эффективность использования топлива. Госстандартом упомянутые приборы аттестованы и внесены в Государственный реестр средств измерений. Решены вопросы сервисного и метрологического обслуживания.

В результате введения эколого-экономического аудита:

будет сэкономлено топливо и снизятся вредные выбросы в атмосферу (за счет снижения излишних избытков воздуха выбросы окислов азота уменьшатся на 10...25 %, а выбросы окиси углерода будут сведены до минимума);

повысятся точность, оперативность и достоверность контроля и, как следствие, возрастет уровень эксплуатации оборудования;

увеличится рентабельность предприятий за счет снижения экологических издержек и экономии топлива;

вопросы экономии топлива станут повседневной задачей предприятий, так как обеспечиваются неотступность, регулярность и объективность независимого государственного контроля за эффективностью его использования.

Таким образом, эколого-экономический аудит может стать важным инструментом контроля за эффективным использованием топлива в котельных и соблюдением экологических требований.

Основные причины пренебрежения этим предложением – отсутствие у предприятий оборотных средств для приобретения соответствующих приборов, заинтересованности в экономии топлива, квалифицированного персонала для диагностики и корректировки режимов работы оборудования котельных.

Выходом из положения может стать введение на законодательном уровне обязательного для предприятий всех форм собственности эколого-экономического аудита эффективности использования топлива.

Как видим, экологические проблемы тесно переплетаются с энергетическими. Корни последних – не только в стремительном истощении запасов ископаемых видов топлива и вытекающих из этого последствий, но и в губительном загрязнении окружающей среды продуктами сгорания и содержащимися в них вредными примесями. Тепловое загрязнение планеты, парниковый эффект, кислородное голодание, канцерогенная угроза – далеко не полный перечень экологических бед, порождаемых человечеством при использовании энергии.

Необходимо проводить активную энергосберегающую политику в качестве звена, связующего вопросы экологии и энергетики. Проведение в жизнь энергосберегающей политики и использование более чистых и возобновляемых видов топлива в большинстве случаев позволят сократить и заменить использование органических ресурсов и соответственно ослабить напряжение на окружающую среду, замедлить процесс изменения климата и значительно повысить экономическую эффективность.

Дальнейшее снижение выбросов энергетическими объектами не только окажет благоприятное воздействие на окружающую среду в Беларуси, но и в свете Рамочной конвенции ООН об изменении климата [5], подписанной Республикой Беларусь в 1992 г. в Рио-де-Жанейро, даст возможность получить определенные дивиденды от продажи своей квоты на выбросы вредных веществ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Республика Беларусь в цифрах: Краткий стат. сб., 2001 год. – Мн.: Минстат, 2001. – 329 с.
2. В и т я з ь П. А., Г а н ж а В. Д. Энергосбережение – эффективное средство решения экологических проблем // Европа – наш общий дом: Экологические аспекты: Тез. докл. междунар. конф., Минск, Республика Беларусь, 6–9 декабря 1999 г. / Научный совет при Исполнительном комитете Союза Беларуси и России. – Мн.: ООО «Белсэнс», 1999. – 4 с.
3. Экологические проблемы энергетики / Кошелев А. А., Ташкинова Г. В., Чебаненко Б. Б. и др. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1989. – 322 с.
4. Основные направления энергосбережения в Европе: Четвертая Конф. министров «Окружающая среда для Европы», Орхус, Дания, 23–25 июня 1998 г. / Комитет по экологической политике ЕЭК ООН, 1998. – 24 с.
5. Рамочная конвенция ООН об изменении климата, Рио-де-Жанейро, Бразилия, 9 мая 1992 г.

Представлена кафедрой энергосбережения,  
гидравлики и теплотехники

Поступила 6.03.2002