

УДК 669

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ

Жданович В.А., Счастный К.А.

Научный руководитель – к.э.н., доцент Нагорнов В.Н.

В настоящее время энергетические потребности человечества обеспечиваются в основном за счет трех видов энергоресурсов: органического топлива, воды и атомного ядра. Энергия воды и атомная энергия используются человеком после превращения ее в электрическую энергию. В то же время значительное количество энергии, заключенной в органическом топливе, используется в виде теплоты и только часть ее превращается в электрическую энергию. Высвобождение энергии органического топлива связано с его сжиганием и выделением продуктов горения в окружающую среду.

За счет сжигания различных видов органического топлива в настоящее время в мире производится около 90% энергии. При этом структуры потребления этого топлива в промышленно развитых странах существенно отличаются друг от друга. Например, в США по данным на 1995 год нефть в общем энергобалансе страны составляла 44%, а в получении электроэнергии - только 3%. Для угля характерна противоположная закономерность: при 22% в общем энергобалансе он является основным источником получения электроэнергии (52%).

В Китае доля угля в получении электроэнергии близка к 75%, в то же время в России преобладающим источником получения электроэнергии является природный газ, а на долю угля приходится только 18%. Атомная энергетика в мировом масштабе дает 17-18% электроэнергии, причем, в энергетических балансах ряда стран она является преобладающей (Франция - 74%, Бельгия - 61%, Швеция - 45%).

Сжигание топлива - не только основной процесс получения энергии, но и важнейший поставщик в окружающую среду загрязняющих веществ. Тепловые электростанции в наибольшей степени «ответственны» за усиливающийся парниковый эффект и выпадение кислотных осадков. Вместе с транспортом они поставляют в атмосферу основную долю техногенного углерода (CO<sub>2</sub>), около 50% двуокиси серы, 35% окислов азота.

В выбросах ТЭС содержится значительное количество металлов и их соединений. При пересчете на смертельные дозы в годовых выбросах ТЭС мощностью 1 млн. кВт содержится алюминия и его соединений свыше 100 млн. доз, железа - 400 млн. доз, магния - 1,5 млн. доз. Летальный эффект этих загрязнителей не проявляется только потому, что они попадают в организмы постепенно в незначительных количествах через воздух, воду, почву и другие звенья экосистемы.

Вместе с тем влияние энергетики на среду и ее обитателей в большей мере зависит от вида используемых энергоносителей. Наиболее чистым топливом является природный газ, далее следуют: мазут, каменные угли, бурые угли, сланцы и торф. Несмотря на то, что в настоящее время значительная доля электроэнергии производится за счет относительно чистых видов топлива (газ,

нефть), в последнее время отмечается устойчивая тенденция уменьшения их доли. По имеющимся прогнозам, эти энергоносители потеряют свое ведущее значение уже в первой четверти XXI столетия.

Не исключена вероятность существенного увеличения в мировом энергобалансе использования каменного угля. По имеющимся расчетам, запасы углей таковы, что они могут обеспечивать мировые потребности в энергии в течение 200-300 лет. Возможная добыча углей с учетом разведанных и прогнозных запасов оценивается более чем в семь триллионов тонн. Поэтому закономерно ожидать увеличения доли углей и продуктов их переработки в получении энергии. Угли содержат от двух десятых до десятков процентов серы в основном в виде пирита, сульфата, закисного железа и гипса. Имеющиеся способы улавливания серы при сжигании топлива далеко не всегда используются из-за сложности и дороговизны.

Серьезные экологические проблемы связаны с твердыми отходами ТЭС - золой и шлаками. Несмотря на то, что зола в основной массе улавливается различными фильтрами, ежегодно в атмосферу в виде выбросов ТЭС поступает около 250 млн. тонн мелкодисперсных аэрозолей, которые способны заметно изменить баланс солнечной радиации у земной поверхности. Они же являются ядрами конденсации паров воды и формирования осадков, вызывающих у человека заболевания органов дыхания. В выбросах ТЭС находится источник такого сильного канцерогенного вещества, как бензопирен, с действием которого связано увеличение онкологических заболеваний, а выбросы угольных ТЭС содержат также окислы кремния и алюминия, которые относятся к абразивным материалам и способны разрушать легочную ткань, вызывая при этом силикоз.

Большую проблему представляет складирование вблизи ТЭС золы и шлаков, для чего требуются значительные территории, которые в последствии долгое время не используются и являются очагами накопления тяжелых металлов с повышенной радиоактивностью. Необходимо отметить, что любая ТЭС - это существенный источник подогрева природной воды, которая используется в паросиловом цикле как охлаждающий агент. Подогретая вода нередко попадает в реки и другие водоемы, обуславливая их тепловое загрязнение и сопутствующие ему цепные природные явления, такие как размножение водорослей, потерю кислорода, превращение типично водных экосистем в болотные и т. п.

Ядерная энергетика до недавнего времени рассматривалась как беспроблемная и наиболее перспективная. Это связано как с относительно большими запасами ядерного топлива, так и со щадящим воздействием на окружающую среду. К её преимуществам относится также возможность строительства АЭС, не привязанных к месторождению ресурсов, поскольку их транспортировка не требует существенных затрат в связи с малыми объемами. До середины 80-х годов человечество в ядерной энергетике видело надёжный выход из энергетического тупика. За двадцать лет с середины 60-х до середины 80-х годов мировая доля атомной энергетики возросла практически с нулевых

значений до 15-17%, а в ряде стран она стала преобладающей. Ни один другой вид энергетики не имел таких темпов роста.

До недавнего времени основные экологические проблемы АЭС связывались с захоронением отработанного топлива, а также с ликвидацией самих АЭС после окончания допустимых сроков эксплуатации. Имеются данные, что стоимость ликвидационных работ составляет до 30% стоимости самих АЭС. При нормальной работе АЭС выбросы радиоактивных элементов в среду крайне незначительны и в среднем они в 2-4 раза меньше, чем от тепловой электростанции одинаковой мощности.

До 1986 года 400 энергоблоков, производивших более 17% электроэнергии, увеличили природный фон радиоактивности не более чем на 0,02%. За это время не только в мире, но и в России, никакая другая отрасль производства не имела более низкого уровня производственного травматизма чем атомная энергетика, в которой при авариях по нерадиационным причинам погибло всего 17 человек. После 1986 года главную экологическую опасность АЭС стали связывать с возможностью аварий, вероятность которых на современных АЭС невелика, но она не исключается.

В мае 1986 года на четвертом блоке Чернобыльской АЭС произошла крупная авария, в результате которой по различным данным суммарный выброс радиоактивных продуктов деления, содержащихся в реакторе составил от 63 кг до 50 т. Для сравнения отметим, что бомба, сброшенная на Японский город Хиросима, содержала только 740 г радиоактивного вещества. В результате аварии на Чернобыльской АЭС радиоактивному загрязнению подверглась территория в радиусе более 2 тыс. км, частично охватившая территории более двадцати государств. В пределах бывшего Советского Союза пострадало одиннадцать областей, где проживало 17 млн. человек, а общая площадь загрязненных территорий превышала 80 тыс. км<sup>2</sup>. В результате аварии погиб 31 человек и более 200 человек получили дозу радиации, приведшую к лучевой болезни. 115 тыс. человек было эвакуировано из наиболее опасной 30-километровой зоны сразу после аварии. Масштаб катастрофы был такой, что её последствия будут сказываться на жизни нескольких поколений. В устранении последствий катастрофы участвовала вся великая страна. После аварии на Чернобыльской АЭС отдельные страны приняли решение о полном запрете на строительство атомных электростанций и одновременно были приняты меры по усилению защиты от аварий, существующих и планируемых к строительству АЭС. Вместе с тем человечество осознало, что без атомной энергетики на современном этапе развития не обойтись. Строительство и ввод в строй новых АЭС постепенно увеличивается. В настоящее время в мире действует более 500 атомных реакторов и примерно 100 реакторов находится в стадии строительства.

В процессе ядерных реакций выгорает лишь 0,5-1,5% ядерного топлива. Атомный реактор мощностью 1000 МВт за год работы выделяет около 60 тонн радиоактивных отходов, из которых только небольшая часть подвергается переработке, а основная масса требует захоронения. Технология захоронения довольно сложна и требует больших затрат. На первом этапе отработанное

топливо перегружается в бассейны выдержки, где за несколько лет существенно снижается его радиоактивность и тепловыделение. Окончательное захоронение проводится в специальных шурфах на больших глубинах. Шурфы располагаются друг от друга на таком расстоянии, чтобы исключалась возможность атомных реакций. Другой неизбежный результат работы АЭС - тепловое загрязнение, так как на единицу полученной энергии здесь отводится в атмосферу в 2-2,5 раза больше теплоты чем на ТЭС. Выработка 1 млн. кВт электроэнергии на ТЭС дает 1,5 км<sup>3</sup> подогретых вод, на АЭС такой же мощности объем подогретых вод достигает 3-3,5 км<sup>3</sup>. Следствием больших потерь тепла на АЭС является их более низкий коэффициент полезного действия по сравнению с ТЭС.

Особенно значительные территории отчуждаются под строительство сооружений для подачи холодных и отвода подогретых вод. Для электростанции мощностью 1000 МВт требуется пруд-охладитель площадью около 800-900 га, а в том случае, если пруды заменяются градирнями, то они должны иметь огромные размеры: диаметр у основания 100 - 120 м и высота равная 40-этажному зданию.

Несмотря на изложенные экологические проблемы, в ближайшей перспективе тепловая энергетика будет оставаться преобладающей в мировом энергетическом балансе. Велика вероятность увеличения доли углей и других видов менее чистого топлива в получении энергии. В этой связи рассмотрим некоторые пути и способы их использования, позволяющие существенно уменьшать отрицательное воздействие на окружающую среду. Эти способы базируются в основном на совершенствовании технологий подготовки топлива и улавливания вредных отходов.

В настоящее время на многих ТЭС улавливаются в основном твердые выбросы с помощью различного вида фильтров. Наиболее агрессивный загрязнитель – сернистый ангидрид на многих ТЭС не улавливается или улавливается в ограниченном количестве. В то же время имеются ТЭС (США, Япония), на которых производится практически полная очистка от данного загрязнителя, а также от окислов азота на специальных десульфационных установках. Наиболее полное улавливание окислов серы и азота осуществляется посредством пропускания дымовых газов через раствор аммиака. Конечными продуктами этого процесса являются аммиачная селитра, используемая как минеральное удобрение, или раствор сульфита натрия, используемый в химической промышленности. Такими установками улавливается до 96% окислов серы и более 80% оксидов азота. Большие возможности уменьшения или стабилизации поступления загрязнений в окружающую среду связаны с экономией электроэнергии за счёт использования энергосберегающих технологий. Например, в США на единицу получаемой продукции в 2001 году расходовалось в среднем в два раза меньше энергии, чем в России, а в Японии этот расход был меньше в три раза. Не менее эффективна экономия энергии за счет уменьшения металлоемкости продукции, повышения ее качества и увеличения долговечности.

Другим направлением экономии энергии является совершенствование изоляционных свойств промышленных и жилых зданий, а также замена ламп накаливания с КПД около 5% на флуоресцентные, как более экономичные. Крайне расточительно использование электрической энергии для получения тепла. Важно иметь в виду, что получение электрической энергии на ТЭС связано с потерей примерно 60-65% тепловой энергии, а на атомных электростанциях - не менее 70%. Поэтому прямое сжигание топлива для получения тепла, особенно газа, намного рациональнее электронагрева.

Одним из вариантов уменьшения вредного воздействия энергетики на окружающую среду являются небольшие локальные установки типа ТЭЦ, располагающиеся непосредственно в зданиях. В этом случае потери тепловой и электрической энергии снижаются до минимума.

Современная атомная энергетика базируется на расщеплении ядер атомов на два более легких с выделением энергии пропорционально потере массы. Источником энергии и продуктами распада при этом являются радиоактивные элементы, с которыми связаны основные экологические проблемы ядерной энергетики.

Известно, что еще большее количество энергии выделяется в процессе ядерного синтеза, при котором два ядра сливаются в одно более тяжелое, но также с потерей массы и выделением энергии. Исходными элементами для ядерного синтеза является водород, конечным - гелий. Оба элемента не оказывают отрицательного влияния на среду и практически неисчерпаемы.

Научно-практическая задача состоит в том, чтобы ядерный синтез сделать более управляемым и создать новые сверхтермостойкие материалы для ядерного реактора. Несмотря на некоторые положительные результаты по осуществлению управляемого ядерного синтеза в ближайшей перспективе он вряд ли будет использован для решения энергетических и экологических проблем. Это связано с нерешенностью многих технических вопросов и с необходимостью колоссальных затрат на дальнейшие экспериментальные и промышленные разработки.

Современный уровень знаний, а также имеющиеся в стадии разработки новые энергетические технологии дают основание для оптимистических прогнозов и позволяют надеяться на то, что человечеству не грозит тупиковая ситуация в части исчерпания энергетических ресурсов или экологических проблем энергетики.

#### Литература

1. Бабий В.И., Котлер В.Р., Вербовецкий Э.Х. Механизм образования и способы подавления оксидов азота в пылеугольных котлах. // Энергетик. 1996. № 6. С. 8-13.
2. Беликов С.Е., Котлер В.Р. Котлы тепловых электростанций и защита атмосферы. М.: Аква-Терм, 2008.
3. [Электронный ресурс]. – 2012. – Режим доступа: [http://koi.tspu.ru/koi\\_books/bandaevskiy3/schestaja.htm](http://koi.tspu.ru/koi_books/bandaevskiy3/schestaja.htm) – Дата доступа: 16.04.2019.