

Руководство по охране окружающей среды, здоровья и труда для теплоэлектростанций

Введение

Руководства по охране окружающей среды, здоровья и труда (ОСЗТ) представляют собой технические справочники, содержащие примеры надлежащей международной отраслевой практики (НМОП)¹ как общего характера, так и относящиеся к конкретным отраслям. Если в реализации проекта участвует один член Группы организаций Всемирного банка или более, применение настоящего Руководства осуществляется в соответствии с принятыми в этих странах стандартами и политикой. Такие Руководства по ОСЗТ для различных отраслей промышленности следует применять в сочетании с **Общим руководством по ОСЗТ** – документом, в котором пользователи могут найти указания по общим вопросам ОСЗТ, потенциально применимым ко всем отраслям промышленности. При осуществлении комплексных проектов может возникнуть необходимость в использовании нескольких Руководств, касающихся различных отраслей промышленности. С полным перечнем Руководств для отраслей промышленности можно ознакомиться по адресу: <http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/Content/EnvironmentalGuidelines>

В Руководствах по ОСЗТ приводятся такие уровни и параметры эффективности, которые, как правило, считаются

¹ Определяется как применение профессиональных навыков и проявление старательности, благоразумия и предусмотрительности, чего следует с достаточным на то основанием ожидать от квалифицированного и опытного специалиста, занятого аналогичным видом деятельности в таких же или сходных условиях в любом регионе мира. При оценке применяемых в ходе реализации проекта способов предупреждения и предотвращения загрязнения окружающей среды квалифицированный и опытный специалист может выявить обстоятельства, такие, например, как различные уровни экологической деградации и ассимилирующей способности окружающей среды, а также различные уровни финансовой и технической осуществимости.

достижимыми на вновь введенных в эксплуатацию объектах при современном уровне технологии и приемлемых затратах. Применение положений Руководств по ОСЗТ к уже существующим объектам может потребовать разработки особых целевых показателей для каждого объекта и соответствующего графика их достижения. Применение Руководства по ОСЗТ следует увязывать с факторами опасности и риска, определенными для каждого проекта на основе результатов экологической оценки, в ходе которой принимаются во внимание конкретные для каждого объекта переменные, такие как особенности страны реализации проекта, ассимилирующая способность окружающей среды и прочие проектные факторы. Порядок применения конкретных технических рекомендаций следует разрабатывать на основе экспертного мнения квалифицированных и опытных специалистов. Если нормативные акты в стране реализации проекта предусматривают уровни и параметры, отличные от содержащихся в Руководствах по ОСЗТ, то при реализации проекта надлежит в каждом случае руководствоваться более жестким из имеющихся вариантов. Если в силу особых условий реализации конкретного проекта целесообразно применение менее жестких уровней или параметров, нежели те, что представлены в настоящем Руководстве по ОСЗТ, в рамках экологической оценки по конкретному объекту надлежит представить подробное и исчерпывающее обоснование любых предлагаемых альтернатив. Такое обоснование должно продемонстрировать, что выбор любого из альтернативных уровней результативности обеспечит охрану здоровья населения и окружающей среды.

Применение

Настоящий документ содержит информацию о процессах сжигания газообразного, жидкого и твердого ископаемого топлива и биомассы в целях получения электрической или механической энергии, пара, тепла и любого их сочетания вне зависимости от вида топлива (за исключением твердых отходов, в отношении которых существует отдельное Руководство для объектов по утилизации отходов) с общей проектной входной тепловой мощностью выше 50 МВт тепловой мощности (МВтт) по высшей теплотворной способности (ВТС)². Он применим к бойлерам, поршневым двигателям и турбинам внутреннего сгорания существующих и вновь строящихся объектов. В Приложении А приведено подробное описание видов деятельности в данном секторе, а в Приложении В содержатся рекомендации в отношении экологической оценки (ЭО) проектов теплоэлектростанций. Руководство по выбросам в атмосферу для объектов с общей входной тепловой мощностью менее 50 МВтт приведено в разделе 1.1 **Общего руководства по ОСЗТ**. В зависимости от параметров конкретного проекта и связанных с ним видов деятельности (то есть подача топлива и отвод выработанной электроэнергии) читатель может также ознакомиться с Руководством по ОСЗТ для горнодобывающих предприятий и Руководством по ОСЗТ для сетей передачи и распределения электроэнергии.

Решение об инвестировании в данный сектор принимается одним или несколькими участниками Группы организаций Всемирного банка с учетом стратегии Группы организаций Всемирного банка в области изменений климата.

Настоящий документ состоит из следующих разделов:

Раздел 1.0 – Воздействие отраслевой деятельности и управление им

² Общая мощность установки с несколькими блоками.

- Раздел 2.0 – Показатели эффективности и мониторинг
Раздел 3.0 – Справочная литература и дополнительные источники информации
Приложение А – Общее описание видов деятельности, относящихся к данной отрасли
Приложение В – Руководство по экологической оценке проектов теплоэлектростанций

1.0 Воздействие отраслевой деятельности и управление им

В данном разделе приводится краткий обзор наиболее значительных проблем ОСЗТ, связанных с теплоэлектростанциями и возникающих на этапе их эксплуатации, и содержатся рекомендации по их решению.

Как описано во введении к **Общему руководству по ОСЗТ**, в рамках общего подхода к решению проблем ОСЗТ в контексте промышленного развития, включая энергетические установки, следует учитывать их возможное воздействие в самом начале проектного цикла, в частности учитывать связанные с ОСЗТ соображения при выборе площадки и в процессе проектирования установки, чтобы максимально расширить число возможных вариантов для предотвращения и контроля потенциального неблагоприятного воздействия.

Рекомендации по решению проблем ОСЗТ, характерных для большинства крупных промышленных и инфраструктурных объектов на этапе их строительства и вывода из эксплуатации, приведены в **Общем руководстве по ОСЗТ**.

1.1 Окружающая среда

К числу экологических проблем, характерных для реализации проектов, связанных с теплоэлектростанциями, в первую очередь относятся следующие:

- Выбросы в атмосферу
- Энергоэффективность и выбросы парниковых газов

- Потребление воды и изменение водной среды обитания
- Стоки
- Твердые отходы
- Вредные вещества и нефть
- Шум

Выбросы в атмосферу

Основные выбросы в атмосферу от сжигания ископаемого топлива и биомассы состоят из диоксида серы (SO_2), оксидов азота (NO_x), твердых частиц (PM), монооксида углерода (CO) и парниковых газов, таких как диоксид углерода (CO_2). В зависимости от вида и качества топлива в меньших количествах могут выбрасываться, главным образом, используемые в качестве топлива отходы и твердое топливо, а также другие вещества, такие как тяжелые металлы (включая ртуть, мышьяк, кадмий, ванадий, никель и т. п.), галогенные соединения (включая фтористый водород), несгоревшие углеводороды и другие летучие органические соединения (ЛОС), которые, однако, могут оказывать существенное влияние на окружающую среду в связи с их токсичностью и/или устойчивостью. Диоксид серы и оксиды азота также могут включаться в переносимые на большие расстояния трансграничные кислотные осадки.

Количество и характер выбросов в атмосферу зависит от таких факторов, как вид топлива (например, уголь, дизельное топливо, природный газ или биомасса), тип и конструкция установки сжигания (например, поршневой двигатель, турбина внутреннего сгорания или бойлер), условия эксплуатации, контроль за составом выбросов (например, регулирование горения основной смеси, вторичная очистка отходящих газов) и общая эффективность системы. Например, газовые электростанции, как правило, выбрасывают незначительные количества твердых частиц и оксидов серы, а уровень оксидов азота составляет около 60% от уровня работающих на угле электростанций (без

использования мер снижения выбросов). Работающие на природном газе электростанции также выделяют малые количества диоксида углерода, относящегося к парниковым газам.

Некоторые меры, включая выбор топлива и использование мер повышения эффективности преобразования энергии, снижают выбросы многих загрязнителей атмосферы, включая CO_2 , в расчете на единицу производимой энергии.

Оптимизация эффективности преобразования энергии в процессе ее производства зависит от множества факторов, включая природу и качество топлива, тип системы сжигания, рабочую температуру турбины внутреннего сгорания, рабочее давление и температуру паровой турбины, местные климатические условия, тип используемой системы охлаждения и т. п. Рекомендуемые меры для предотвращения, минимизации и контроля выбросов в атмосферу включают следующее:

- использование экономически возможных наиболее чистых видов топлива (природный газ лучше, чем нефть, которой следует отдавать предпочтение в сравнении с углем), если это соответствует общим принципам энергетической и природоохранной политики страны или региона, в котором предполагается строительство электростанции. Для самых крупных электростанций выбор топлива зачастую определяется национальной политикой в области энергетики, и потому вид топлива и технологии сжигания и контроля загрязнения, которые связаны между собой, необходимо очень тщательно оценивать с самого начала проекта в целях оптимизации экологических характеристик проекта;
- при сжигании угля следует отдавать предпочтение углям с высокой теплотворной способностью, низкой зольностью и низким содержанием серы;

- следует учитывать выгоды от снижения зольности, особенно для углей с высокой зольностью³;
- следует подбирать наилучшую технологию производства энергии для выбранного вида топлива, чтобы сохранить баланс экологических характеристик с экономическими выгодами. Выбор технологии и систем контроля загрязнения должен основываться на оценке состояния окружающей среды для конкретной площадки (примерами могут служить использование систем с повышенной эффективностью производства энергии, таких как парогазовые установки для агрегатов, работающих на природном газе и нефтяном топливе, и технологии надкритического, ультранадкритического или комплексного комбинированного цикла газификации угля (КЦКГУ) для агрегатов, работающих на угле);
- проектирование высоты дымовой трубы в соответствии с надлежащей международной отраслевой практикой (НМОП) во избежание избыточной концентрации на уровне земли и для минимизации воздействия, включая кислотные осадки⁴;
- учет возможности использования теплоэлектроцентралей (ТЭЦ). За счет использования отходящего и в иных случаях теряемого тепла ТЭЦ могут

обеспечивать тепловой КПД 70–90% по сравнению с 32–45% для обычных теплоэлектростанций;

- как указано в Общем руководстве по ОСЗТ, выбросы в атмосферу от отдельного проекта не должны превышать 25% от уровня, определяющегося действующими стандартами для качества воздуха, чтобы обеспечить устойчивое развитие в будущем в том же воздушном бассейне⁵.

Ниже приведены рекомендации по контролю конкретных загрязняющих веществ.

Диоксид серы

Диапазон вариантов контроля оксидов серы существенно меняется за счет больших различий в содержании серы в разных видах топлива и в затратах на контроль, как показано в табл. 1. Выбор технологии зависит от результатов анализа рентабельности для экологических характеристик различных видов топлива, затрат на контроль и наличия рынка для побочных продуктов удаления серы⁶. Рекомендуемые меры предотвращения, минимизации и контроля выбросов SO₂ включают:

- использование топлив с низким содержанием серы, когда это экономически оправдано;
- использование извести (CaO) или известняка (CaCO₃) в работающих на угле бойлерах со сжиганием в кипящем слое (FBC) для обеспечения комплексной десульфурации, эффективность удаления при которой

³ Если сера связана неорганическими соединениями золы, то это снизит и содержание серы.

⁴ Конкретные указания для расчета дымовой трубы см. в Приложении 1.1.3 Общего руководства по ОСЗТ. Увеличение высоты дымовой трубы не следует использовать для повышения допустимого уровня выбросов в атмосферу. Однако если предполагаемый уровень выбросов в атмосферу приводит к существенно возрастающему воздействию на качество окружающего воздуха, то для обеспечения соответствующих стандартов для окружающего воздуха при экологической экспертизе следует рассмотреть варианты увеличения высоты дымовой трубы и/или дополнительного сокращения выбросов. Типовая высота дымовой трубы в соответствии с НМОП составляет приблизительно 200 м для крупных электростанций, работающих на угле, до 80 м для дизельных электростанций, работающих на тяжелом дизельном топливе, и до 100 м для газотурбинных электростанций с комбинированным циклом, работающих на газе. Окончательный выбор высоты дымовой трубы зависит от рельефа окружающего участка, соседних зданий, метеорологических условий, прогнозируемого усиливающегося воздействия и расположения существующих и будущих подвергающихся воздействию загрязнителей объектов.

⁵ Например, пределы увеличения, установленные Управлением по охране окружающей среды США (US EPA) для предотвращения существенного ухудшения воздействию загрязнителей сохранного воздушного бассейна следующие: 91 мкг/м³ для вторых 24 часов с высоким уровнем загрязнения, 20 мкг/м³ для среднегодового уровня SO₂, 20 мкг/м³ для среднегодового уровня NO₂ и 30 мкг/м³ для вторых 24 часов с высоким уровнем загрязнения и 17 мкг/м³ для среднегодового уровня PM₁₀.

⁶ В этих условиях можно рассмотреть регенерационные методы десульфурации дымовых газов (FGD) (влажный или полусухой).

может достигать 80–90% за счет сжигания в кипящем слое^{7, 8};

- в зависимости от размера установки, качества топлива и возможности значительных выбросов в атмосферу SO₂ используют метод десульфурации дымовых газов (FGD) для крупных бойлеров, работающих на угле или нефтяном топливе, и для крупных поршневых двигателей. Оптимальный тип системы FGD (например, влажная FGD с использованием известняка и эффективностью удаления от 85 до 98%, сухая FGD с использованием извести и эффективностью удаления от 70 до 94%, FGD с морской водой и эффективностью удаления до 90%) зависит от мощности установки, свойств топлива, условий на площадке, стоимости и доступности реактивов, а также от возможностей удаления и утилизации побочных продуктов⁹.

⁷ ЕС (2006).

⁸ Эффективность удаления SO₂ по технологии FBC зависит от содержания серы и извести в топливе, количества сорбента, его относительного содержания и качества.

⁹ Использование мокрых скрубберов в дополнение к оборудованию для удаления пыли (например, электростатического или тканевого фильтра) дает то преимущество, что одновременно снижаются выбросы HCl, HF, тяжелых металлов и происходит дальнейшее снижение выброса пыли, оставшейся после электростатического и тканевого фильтра. В связи с большей стоимостью процесс мокрой очистки обычно не используется для установок мощностью ниже 100 МВт (ЕС 2006).

Таблица 1. Показатели/характеристики FGD

Тип FGD	Характеристики	Увеличение капитальных затрат на установку
Влажная FGD	<ul style="list-style-type: none"> • Отходящий газ насыщен водой • Известняк (CaCO₃) в качестве реагента • Эффективность удаления до 98% • Потребляет 1–1,5% вырабатываемой электроэнергии • Используется наиболее широко • Необходимо учесть расстояние до источника известняка и химическую активность известняка • Большой расход воды • Необходимость очистки сточных вод • Получение гипса в качестве пригодного к продаже побочного продукта или отходов 	11–14%
Полусухая FGD	<ul style="list-style-type: none"> • Называют также "сухой очисткой" при регулируемом увлажнении • Известь (CaO) в качестве реагента • Эффективность удаления до 94% • Способна также удалять SO₃ с большей эффективностью, чем влажная FGD • Потребляет 0,5–1,0% вырабатываемой электроэнергии, меньше чем при влажной FGD • Известь дороже известняка • Отсутствие сточных вод • Отходы состоят из смеси летучей золы, не прореагировавшей добавки и CaSO₃ 	9–12%
FGD с морской водой	<ul style="list-style-type: none"> • Эффективность удаления до 90% • Непригодна для высокосернистого угля (>1% S) • Следует тщательно проанализировать воздействие на морскую окружающую среду (например, снижение pH, попадание оставшихся тяжелых металлов, летучей золы, повышение температуры, сульфаты, растворенный кислород и химическое потребление кислорода) • Потребляет 0,8–1,6% вырабатываемой электроэнергии • Простой процесс, не образует сточных вод или твердых отходов 	7–10%
Источник: ЕС (2006) и Группа организаций Всемирного банка.		

Оксиды азота

Образование оксидов азота можно контролировать с помощью изменения рабочих и проектных параметров процесса сжигания (первичные меры). В некоторых случаях может потребоваться дополнительная очистка от NO_x отходящих газов (вторичные меры; см. табл. 2) в зависимости от целевых характеристик окружающего воздуха.

Рекомендуемые меры предотвращения, минимизации и контроля выбросов NO_x включают:

- использование горелок с низким выделением NO_x и другими модификациями сжигания, такими как сжигание с низким избытком воздуха (LEA) для бойлерных установок. Может потребоваться установка дополнительного контрольного оборудования для NO_x на бойлерах в целях соблюдения пределов выбросов в атмосферу; с этой целью можно использовать систему избирательного каталитического восстановления (SCR) для пылеугольных бойлеров, бойлеров на нефтяном и газовом топливе или систему избирательного некаталитического восстановления (SNCR) для бойлеров с псевдоожиженным слоем;
- использование камер сухого сжигания с низким выходом NO_x для турбин внутреннего сгорания, работающих на природном газе;
- использование впрыска воды или системы SCR для сжигания в турбинах внутреннего сгорания и поршневых двигателях, работающих на жидком топливе¹⁰;
- оптимизация рабочих параметров для действующих поршневых двигателей, работающих на природном газе, для снижения выброса в атмосферу NO_x;

- Использование технологии, основанной на сжигании бедной топливной смеси или системы SCR для новых газовых двигателей.

Таблица 2. Показатели/характеристики вторичных систем снижения выбросов NO_x

Тип	Характеристики	Увеличение капитальных затрат на установку
SCR	<ul style="list-style-type: none"> • снижение уровня выбросов NO_x на 80–95% • потребление 0,5% вырабатываемой электроэнергии • использование аммиака или мочевины в качестве реагента • увеличение выноса аммиака с ростом отношения NH₃/NO_x может создавать проблему (например, слишком высокое содержание аммиака в летучей золе). Для решения этой проблемы может потребоваться увеличение объема катализатора или улучшение перемешивания NH₃ и NO_x в отходящих газах • катализатор может содержать тяжелые металлы. Требуется должное обращение, а также удаление/утилизация отработанного катализатора • срок службы катализатора составляет 6–10 лет (на угле), 8–12 лет (на нефтяном топливе) и более 10 лет (на газе) 	<p>4–9% (бойлер на угле)</p> <p>1–2% (газовая турбина на газе с комбинированным циклом)</p> <p>20–30% (поршневые двигатели)</p>
SNCR	<ul style="list-style-type: none"> • снижение уровня выбросов NO_x на 30–50% • потребление 0,1–0,3% вырабатываемой электроэнергии • использование аммиака или мочевины в качестве реагента • невозможность использования для газовых турбин или газовых двигателей • работает без использования катализатора 	1–2%

Источник: ЕС (2006), Группа организаций Всемирного банка.

Твердые частицы

Твердые частицы выбрасываются в атмосферу в процессе сгорания¹¹, особенно при использовании тяжелого нефтяного топлива, угля и твердой биомассы. Отработанная технология

¹⁰ Впрыскивание воды оказывается в любом случае бесполезным для промышленных турбин внутреннего сгорания. Даже при наличии воды водоочистные сооружения, их эксплуатация и техническое обслуживание могут быть весьма дорогостоящими, что будет усложнять эксплуатацию небольших турбин внутреннего сгорания.

¹¹ Для всех размеров частиц (например, общие взвешенные частицы, PM₁₀ и PM_{2.5}).

удаления твердых частиц на электростанциях заключается в использовании тканевых фильтров и электростатических осадителей (ESP), как показано в табл. 3. Выбор между тканевым фильтром и ESP зависит от свойств топлива, типа системы FGD, если она используется для контроля SO₂, и целевых показателей для окружающего воздуха. Твердые частицы могут также выделяться при подаче и хранении угля и добавок типа извести. Рекомендации по предотвращению, минимизации и контролю выбросов твердых частиц включают следующее:

- использование установок пылеудаления, обеспечивающих эффективность удаления более 99%, типа ESP или тканевых фильтров (рукавных фильтров) для работающих на угле электростанций. Дополнительный контроль частиц возможен с помощью влажного ESP, который дополнительно увеличивает эффективность удаления, а также собирает конденсируемые вещества (например, туман серной кислоты), эффективный захват которых с помощью ESP или тканевого фильтра невозможен¹²;
- использование погрузочно-разгрузочного оборудования, которое обеспечивает минимальную высоту падения топлива в отвал с целью снижения выделения летучей пыли, и установка циклонных пылеудалителей;
- использование систем распыления воды для подавления образования летучей пыли из хранимого твердого топлива в сухих условиях;

- использование герметично закрытых конвейеров с хорошо спроектированным оборудованием для удаления и фильтрации в точках перегрузки конвейера с целью подавления образования пыли;
- для твердых топлив, в тонкой летучей пыли которых могут содержаться ванадий, никель и полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) (например, в угольном и нефтяном коксе), использование полной герметизации при транспортировке и, в случае необходимости, покрытие отвалов;
- проектирование и эксплуатация транспортных систем с целью минимизации образования пыли и ее проникновения на площадку;
- хранение извести или известняка в силосах с надлежащим образом спроектированным оборудованием для удаления и фильтрации;
- использование ветрозащитных ограждений при открытом хранении угля или использование закрытых хранилищ, когда это необходимо для минимизации выбросов в атмосферу летучей пыли, применение специальных систем вентиляции в закрытых складах для предотвращения взрыва пыли (например, использование циклонных сепараторов в точках перегрузки угля).

См. Приложение 1.1.2 к **Общему руководству по ОСЗТ** в качестве дополнительной наглядной демонстрации технологий предотвращения и контроля выбросов в атмосферу из точечных источников.

¹² Метод кондиционирования дымовых газов (FGC) рекомендуется для решения проблемы низкой электропроводности дымовых газов и снижения эффективности сбора электростатическим фильтром, которая возникает при использовании электростатических фильтров для сбора пыли от сжигания топлива с очень низким содержанием серы. В одной из конструкций FGC предусмотрен ввод газообразного триоксида серы (SO₃) в отходящие газы до электростатического фильтра с целью повышения электропроводности дымовых газов, и это кардинально улучшает эффективность сбора с помощью электростатического фильтра. Обычно при этом не возникает риска увеличения выбросов SO_x, поскольку SO₃ обладает высокой химической активностью и адсорбируется на пыли.

Таблица 3. Показатели/характеристики систем пылеудаления

Тип	Показатели/характеристики
ESP	<ul style="list-style-type: none"> • эффективность удаления >96,5% (<1 мкм), >99,95% (>10 мкм) • потребление 0,1–1,8% вырабатываемой электроэнергии • возможный отказ при работе с частицами с очень высоким электрическим сопротивлением. В этом случае кондиционирование отходящих газов (FGC) может улучшить работу ESP • способность обрабатывать очень большие объемы газа при низком падении давления
Тканевый фильтр	<ul style="list-style-type: none"> • эффективность удаления >99,6% (<1 мкм), >99,95% (>10 мкм). Удаляет более мелкие частицы, чем ESP • потребление 0,2–3% вырабатываемой электроэнергии • срок службы фильтра сокращается при повышении содержания серы в угле • эксплуатационные затраты существенно возрастают при увеличении плотности тканевого фильтра для большего удаления частиц • если зола обладает высокой химической активностью, она может ослаблять ткань и в конечном счете разрушить ее
Мокрый скруббер	<ul style="list-style-type: none"> • эффективность удаления >98,5% (<1 мкм), >99,9% (>10 мкм) • потребление до 3% вырабатываемой электроэнергии • в качестве дополнительного действия может удалять и абсорбировать пары тяжелых металлов • потребность в очистке сточных вод
Источник: ЕС (2006) и Группа организаций Всемирного банка.	

Другие загрязняющие вещества

В зависимости от вида и качества топлива возможно присутствие в экологически значимых количествах и других загрязняющих веществ, что необходимо надлежащим образом учитывать при оценке потенциального воздействия на качество окружающего воздуха и при разработке и реализации управленческих и природоохранных мероприятий. Дополнительными загрязняющими веществами являются, например, ртуть в угле, ванадий в тяжелом нефтяном топливе и другие тяжелые металлы, присутствующие в используемых в качестве топлива отходах,

таких как нефтяной кокс и отработанные смазочные масла¹³. Рекомендации по предотвращению, минимизации и контролю выбросов в атмосферу других загрязняющих воздух веществ, таких как, в частности, ртуть, с теплоэлектростанций включают применение обычных вспомогательных средств контроля, таких как тканевые фильтры и ESP, работающих в сочетании с методиками FGD, в том числе FGD с применением известняка, FGD с применением сухой извести или впрыска сорбента¹⁴. Дополнительное удаление металлов, например ртути, может осуществляться в системе SCR при сильной запыленности с применением активированного угля, усиленного бромом порошкообразного активированного угля (PAC) или других сорбентов. Поскольку выбросы в атмосферу ртути с теплоэлектростанций могут вызывать значительное местное и трансграничное воздействие на экологические системы, а также здоровье и безопасность населения за счет биологического накопления, то при ЭО и, соответственно, при проектировании установки необходимо предусмотреть специальные меры для их минимизации¹⁵.

Компенсация выбросов

Объекты, расположенные в нарушенных воздушных бассейнах, должны минимизировать возрастающее воздействие с помощью соблюдения уровней выбросов в атмосферу, указанных в табл. 6. Если эти уровни выбросов в атмосферу, тем не менее, приводят к слишком сильному воздействию на окружающую среду по сравнению с местными

¹³ В этом случае при выполнении экологической оценки следует учитывать потенциальное воздействие на качество окружающего воздуха тяжелых металлов, включая ртуть, никель, ванадий, кадмий, свинец и т. п.

¹⁴ Для тканевых фильтров или электростатических осадителей, работающих в сочетании с методикой FGD, можно получить средний уровень удаления в 75 или 90% при дополнительном наличии SCR (ЕС, 2006).

¹⁵ Хотя ни одна из основных промышленно развитых стран официально не приняла нормативных пределов для выброса в атмосферу ртути с теплоэлектростанций, возможность введения таких ограничений рассматривается в Соединенных Штатах Америки и Европейском союзе начиная с 2008 г. В будущей обновленной редакции этого Руководства по ОСЗТ будут отражены изменения в международной практике предотвращения и контроля выбросов ртути.

нормативными стандартами (или в их отсутствие с другими международно принятыми стандартами или нормами, включая рекомендации Всемирной организации здравоохранения), в рамках проекта должны быть разработаны и осуществлены специальные меры компенсации для конкретного места, которые обеспечивают отсутствие абсолютного увеличения общего выброса в атмосферу тех загрязняющих веществ (например, твердых частиц, диоксида серы или диоксида азота), которые ответственны за деградацию воздушного бассейна. Положения о компенсации должны быть введены в действие до вывода электростанции на полную мощность. Надлежащие меры компенсации могут включать, в зависимости от необходимости, снижение выбросов твердых частиц, диоксида серы или диоксида азота с помощью а) введения новых или более эффективных средств контроля на других агрегатах той же электростанции или на других электростанциях, расположенных в том же воздушном бассейне, б) введения новых или более эффективных средств контроля на других крупных источниках, включая районные отопительные установки или промышленные установки в том же воздушном бассейне, либо с) инвестиций в системы распределения газа или районные отопительные системы с целью замены угля, используемого в качестве топлива, для центрального отопления и других небольших бойлеров. Где возможно, положения о компенсации выбросов должны быть введены в действие в рамках общей стратегии управления качеством воздушной среды, направленной на обеспечение соответствия качества воздуха в воздушном бассейне стандартам качества окружающей среды. Мониторинг качества воздуха в воздушном бассейне и принуждение к соблюдению установленных норм направлены на обеспечение соблюдения положений о компенсации и должны осуществляться местным или национальным органом, отвечающим за выдачу природоохранных разрешений и надзор за выполнением их требований.

Спонсорам проекта, которые не могут провести переговоры, необходимые для заключения соглашения о компенсации (например, ввиду отсутствия местного или национального механизма управления качеством воздуха), следует рассмотреть возможность одновременного использования более чистого топлива и более эффективных средств контроля либо пересмотреть выбор площадки, предлагаемой для строительства объекта. Общая цель состоит в том, чтобы предотвратить дальнейшее ухудшение состояния уже деградировавшего воздушного бассейна в результате работы новых теплоэлектростанций.

Энергоэффективность и выбросы в атмосферу парниковых газов

Диоксид углерода, один из основных парниковых газов (GHG) согласно Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата, выделяется при сжигании ископаемых топлив. Рекомендации по предотвращению, минимизации и компенсации выбросов в атмосферу диоксида углерода с новых и действующих теплоэлектростанций включают, среди прочего, следующее:

- использование ископаемых топлив с более низким содержанием углерода (имеется в виду меньшее содержание в топливе углерода в расчете на единицу теплотворной способности: для газа оно меньше, чем для нефти, и для нефти меньше, чем для угля) или их совместное сжигание с топливами, имеющими нулевой баланс выбросов углерода (то есть биомассой);
- использование теплоэлектроцентралей (ТЭЦ), где это экономически осуществимо;
- использование более эффективных технологий преобразования энергии с тем же видом топлива/мощностью электростанции, что и средние по стране или региону. Новые объекты должны находиться в верхнем квартиле средних значений для страны или региона для того же вида топлива и той же мощности

электростанции. Реконструкция действующих объектов должна приводить к существенному улучшению их эффективности. Типовые характеристики выбросов CO₂ для различных видов топлива и технологий представлены ниже в табл. 4;

- следует рассмотреть компромиссные с точки зрения эффективности решения в плане капитальных и эксплуатационных затрат, возникающих при использовании различных технологий. Например, капитальные затраты на электростанции со сверхкритическими параметрами могут оказаться выше, чем на электростанции с субкритическими параметрами той же мощности, но эксплуатационные затраты могут быть ниже. С другой стороны, характеристики существующих и будущих размеров энергосетей могут накладывать ограничения на мощность электростанции и, следовательно, на выбор технологии. Эти компромиссные решения необходимо тщательно проанализировать при составлении ЭО;
- использование высокоэффективных методик мониторинга и управления технологическим процессом, надлежащее проектирование и техническое обслуживание систем сжигания с целью поддержания первоначальных проектных показателей эффективности;
- по возможности, использование механизмов компенсации выбросов (включая гибкие механизмы Киотского протокола и добровольный рынок торговли квотами на выбросы углерода), в том числе восстановление лесов, лесонасаждения или улавливание и хранение CO₂, а также другие, пока еще экспериментальные, возможности¹⁶;

- по возможности, использование мероприятий по снижению потерь при передаче и распределению электроэнергии и мер управления спросом. Например, инвестиции в регулирование пиковой нагрузки могут снизить требования к цикличности работы электростанций, тем самым повышая их рабочую эффективность. Экономическая осуществимость таких вариантов компенсации выбросов может меняться в зависимости от того, входит ли электростанция в вертикально интегрированную энергокомпанию или является независимым поставщиком электроэнергии;
- учет выбросов из топливного цикла и факторов, действующим за пределами площадки (например, снабжение топливом, близость к центрам потребления, возможность использования отходящего тепла за пределами площадки или использования отработанных газов из соседних источников (доменные газы или метан из угольного пласта) в качестве топлива и т. п.).

¹⁶ Применение технологии улавливания и хранения углерода (CCS) с теплостанций все еще находится во всем мире на стадии эксперимента, хотя есть мнение, что CCS доведено до готового к проектированию уровня. Сегодня оценивают несколько вариантов, включая хранение CO₂ в угольных пластах или глубоких водоносных слоях и впрыск CO₂ в нефтяные пласты с целью повышения нефтеотдачи.

Таблица 4. Типовые характеристики выбросов CO₂ с новых теплоэлектростанций

Топливо	Эффективность	CO ₂ (г CO ₂ /кВтч полной мощности)
Эффективность (полезная в %, высшая теплотворная способность)		
Уголь (*1, *2)	<u>Суперсверхкритическая (*1):</u> 37,6–42,7	676–795
	<u>Сверхкритическая:</u> 35,9–38,3 (*1)	756–836
	39,1 (без CCS) (*2)	763
	24,9 (с CCS) (*2)	95
	<u>Субкритическая:</u> 33,1–35,9 (*1)	807–907
	36,8 (без CCS) (*2)	808
	24,9 (с CCS) (*2)	102
	<u>IGCC:</u> 39,2–41,8 (*1)	654–719
	38,2–41,1 (без CCS) (*2)	640–662
	31,7–32,5 (с CCS) (*2)	68–86
Газ (*2)	<u>Усовершенствованная газовая турбина с комбинированным циклом (CCGT) (*2):</u> 50,8 (без CCS) 43,7 (с CCS)	355 39
Эффективность (полезная в %, низшая теплотворная способность)		
Уголь (*3)	42 (суперсверхкритическая)	811
	40 (сверхкритическая)	851
	30–38 (субкритическая)	896–1,050
	46 (комбинированный цикл комплексной газификации (IGCC))	760
38 (IGCC+CCS)	134	
Уголь и лигнит (*4, *7)	(*4) 43–47 (уголь-PC)	(*6) 725–792 (полезная)
	>41 (уголь-FBC)	<831 (полезная)
	42–45 (лигнит-PC)	808–866 (полезная)
	>40 (лигнит-FBC)	<909 (полезная)
Газ (*4, *7)	(*4) 36–40 (газовая турбина с простым циклом)	(*6) 505–561 (полезная)
	38–45 (газовый двигатель)	531–449 (полезная)
	40–42 (бойлер)	481–505 (полезная)
	54–58 (комбинированный цикл комплексной газификации)	348–374 (полезная)
	Нефть (*4, *7)	(*4) 40–45 (поршневой двигатель на тяжелом или легком нефтяном топливе)
Эффективность (общая в %, низшая теплотворная способность)		
Уголь (*5, *7)	(*5) 47 (суперсверхкритическая)	(*6) 725
	44 (сверхкритическая)	774
	41–42 (субкритическая)	811–831
	47–48 (комбинированный цикл комплексной газификации)	710–725
Нефть (*5, *7)	(*5) 43 (поршневой двигатель)	(*6) 648
	41 (бойлер)	680
Газ (*5)	(*5) 34 (газовая турбина с простым циклом)	(*6) 594
	51 (комбинированный цикл комплексной газификации)	396

Источники: (*1) Управление по охране окружающей среды США, 2006 г., (*2) Министерство энергетики США, Национальная лаборатория энергетических технологий, 2007 г., (*3) Всемирный банк, апрель 2006 г., (*4) Европейская Комиссия, 2006 г., (*5) Группа организаций Всемирного банка, сентябрь 2006 г., (*6) Оценка Группы организаций Всемирного банка.

Потребление воды и изменение водной среды обитания

Паровые турбины, используемые с бойлерами, и парогенераторы утилизации тепла (HRSG), используемые на газотурбинных установках с комбинированным циклом, требуют системы охлаждения для конденсации пара, использованного во время производства электроэнергии. К типовым системам охлаждения, используемым на теплоэлектростанциях, относятся i) прямоточная система охлаждения с наличием достаточного количества охлаждающей воды и поверхностным водоприемником; ii) влажная система охлаждения с замкнутым циклом и iii) сухая система охлаждения с замкнутым циклом (например, конденсаторы с воздушным охлаждением).

Для установок сжигания, использующих прямоточную систему охлаждения, требуются большие количества воды, которая сбрасывается обратно в поверхностный водоприемник, но при повышенной температуре. Вода также требуется для подпитки бойлера, вспомогательного оборудования станции, удаления золы и систем десульфурации дымовых газов (FGD)¹⁷. Отбор такого большого количества воды потенциально сравним с другими важными видами использования воды, включая орошение сельскохозяйственных земель и снабжение питьевой водой. Отбор и сброс воды с повышенной температурой и химическим загрязнением, например, биоцидами и другими добавками, если они используются, может оказать воздействие на водные организмы, включая фитопланктон, зоопланктон, рыб, ракообразных, моллюсков и многие другие водные формы жизни. Водные организмы, попадающие в сооружения забора охлаждающей воды, наталкиваются на узлы конструкции забора охлаждающей воды либо

¹⁷ На выбор используемой системы FGD (то есть выбор влажной или полусухой системы) могут повлиять наличие воды и факторы использования воды.

захватываются в саму систему водяного охлаждения. При столкновении либо захвате водные организмы могут погибнуть или получить сильные повреждения. В некоторых случаях (например, морские черепахи) организмы проникают в заборные каналы. Особая обеспокоенность может быть связана с потенциальным воздействием сооружений для забора охлаждающей воды, расположенных вблизи или в самой зоне обитания биологических видов, находящихся под угрозой исчезновения или вымирания, а также других охраняемых видов, либо в районах активного рыболовства.

Обычные водозаборные сооружения имеют вращающиеся сита с относительно высокой скоростью прохождения и без каких-либо систем захвата и возврата рыб¹⁸. Меры по предотвращению, минимизации и контролю воздействия на окружающую среду, связанного с забором воды, следует определять на основе ЭО проекта с учетом доступности водных ресурсов и их использования на местах, а также экологических характеристик района, затрагиваемого проектом. Рекомендуются следующие организационные меры по предотвращению или контролю воздействия на водные ресурсы и водную среду обитания¹⁹:

- сохранение водных ресурсов, особенно в районах с ограниченными водными ресурсами, посредством:
 - использования систем водяного охлаждения с замкнутым циклом и рециркуляцией (например, градирня с естественной или искусственной тягой) или, при необходимости, систем сухого охлаждения с замкнутым циклом (например, конденсаторы с воздушным охлаждением) для предотвращения недопустимого неблагоприятного воздействия. Для систем водяного охлаждения с рециркуляцией

¹⁸ Скорость, которую обычно считают достаточной для задержки мусора, составляет 1 фут/сек (0,30 м/сек) при наличии сетки с крупными ячейками, стандартный размер ячеек для электростанций составляет 3/8 дюйма (9,5 мм).

¹⁹ Дополнительную информацию см. в Schimmoller (2004) и USEPA (2001).

основные методики заключаются в использовании прудов-охладителей и градирен. Прямоточная система водяного охлаждения может оказаться приемлемой, если она будет совместима с гидрологией и экологией источника воды и водоприемника и может служить в качестве предпочтительной или экономически осуществимой альтернативы ряду технологий борьбы с загрязнением, таким как использование скрубберов с морской водой;

- использования сухих скрубберов, когда такая методика контроля требуется, или рециркуляции сточных вод работающих на угле электростанций для использования этих вод в качестве добавки при FGD;
- использования систем воздушного охлаждения;
- снижение максимальной проектной скорости забора с течением через сито до 0,5 фут/сек;
- снижение потока забора до следующих уровней:
 - для пресноводных рек и ручьев до потока, достаточного для поддержания пользования ресурсами (то есть орошения и рыбного хозяйства), а также биологического разнообразия при среднегодовом уровне малой воды²⁰;
 - для озер и водохранилищ поток забора не должен нарушать теплового расслоения или характера обмена в источнике воды;
 - для речных дельт или приливо-отливных рек снижение потока забора до 1% от двойной амплитуды приливного объема;
- при наличии видов, находящихся под угрозой исчезновения или вымирания, и других охраняемых

²⁰ Требования к расходу потока могут основываться на среднегодовом потоке или среднем низком потоке. Нормативные требования могут соответствовать 5% и выше для среднегодового потока и от 10 до 25% для среднего низкого потока. Их применимость следует проверить для конкретной площадки с учетом использования ресурсов и требований сохранения биоразнообразия.

видов или если рыболовство осуществляется в гидрографической зоне влияния забора, снижение возможности столкновений и захвата рыб и моллюсков должно осуществляться с помощью технологий, таких как заградительные сетки (устанавливаемых на сезон или на весь год), систем перегрузки и возврата рыб, мелкочаеистых сеток, клиновидных сеток и систем водных барьеров с фильтрами. Примерами оперативных мер для снижения возможности столкновений и захватов могут служить сезонные отключения, при необходимости, снижение потока или непрерывное использование сеток. Проектирование местоположения заборных сооружений в другом направлении или дальше от берега водоема также может снизить возможность столкновений и захватов.

Стоки

Стоки с теплоэлектростанций включают сброс горячей воды, сбросы сточных вод и бытовые сточные воды.

Сброс горячей воды

Как было отмечено выше, теплоэлектростанции с парогенераторами и прямоточной системой охлаждения потребляют существенные объемы воды для охлаждения и конденсации пара при возврате в бойлер. Нагретая вода обычно сбрасывается обратно в водоем забора (то есть в реку, озеро, дельту или море) либо в ближайший поверхностный водоем. Как правило, сброс горячей воды должен быть спроектирован таким образом, чтобы температура сбрасываемой воды не приводила к превышению соответствующих температурных стандартов качества окружающей воды за пределами научно установленной зоны смешивания. Зоны смешивания обычно определяют как зону, в которой происходит первоначальное разведение сброса и в которой соответствующие температурные стандарты качества воды могут быть

превышены с учетом кумулятивного воздействия сезонных изменений, качества окружающей воды, использования водоприемников, потенциальных объектов воздействия, а также, среди прочего, ассимилирующей способности. Определение такой зоны смешивания зависит от конкретного проекта; она может быть установлена местным регулятивным органом и впоследствии утверждена или скорректирована в процессе ЭО проекта. В отсутствие нормативных стандартов приемлемое изменение температуры окружающей воды устанавливают в процессе ЭО. Горячие сбросы необходимо проектировать так, чтобы предотвратить неблагоприятное воздействие на водоприемник, принимая во внимание следующие критерии:

- участки с повышенной температурой за счет горячих сбросов с объекта не должны нарушать целостность всего водоема или создавать угрозу для экологически уязвимых районов (таких как зоны отдыха, нерестилища или зоны с уязвимой биотой);
- необходимо исключить гибель организмов или оказание существенного воздействия на особенности их размножения и питания;
- необходимо исключить возникновение значительного риска для здоровья человека или для окружающей среды в результате повышенной температуры или остаточных концентраций реактивов, использованных для обработки воды.

При использовании прямоточной системы охлаждения для больших объектов (то есть электростанция с мощностью парогенерации более 1200 МВт) при осуществлении ЭО необходимо оценить воздействие горячих сбросов с помощью математической или физической модели гидродинамического шлейфа, которая является достаточно эффективным методом оценки горячих сбросов для определения максимальной температуры сброса и скорости потока, которые бы соответствовали экологическим параметрам

водоприемника²¹. Рекомендуемые меры предотвращения, минимизации и контроля горячих сбросов включают следующее:

- использование многополюсных диффузоров;
- корректировка температуры, расхода, места и конструкции водовыпуска с целью минимизации воздействия до приемлемого уровня (то есть увеличение длины канала сброса до выхода в поверхностный водоем для предварительного охлаждения или изменение места сброса в целях уменьшения зон с повышенной температурой);
- использование описанных выше систем охлаждения с замкнутым циклом и рециркуляцией (например, градирен с естественной или принудительной тягой) или, при необходимости, сухих систем охлаждения с замкнутым циклом (например, конденсаторов с воздушным охлаждением) для предотвращения неприемлемого неблагоприятного воздействия. Основными техническими средствами водяных систем охлаждения с рециркуляцией служат пруды-охладители и градирни.

Жидкие отходы

Потоки сточных вод с теплоэлектростанции включают оборотную воду продувки градирни, сточные воды удаления золы, сбросы влажной системы FGD, стоки с материальных складов, сточные воды очистки металла и малые объемы сточных вод, в том числе воды промывки нагревателя и осадителя, продувки бойлера, отходы химической очистки бойлера, дренаж и колодцы на полу и во дворе, лабораторные отходы и вода обратной промывки установки

²¹ Примером модели может служить компьютерное моделирование гидродинамической зоны смешивания CORMIX (Корнельская экспертная система для зоны смешивания), разработанное Управлением по охране окружающей среды США. Эта модель служит, главным образом, для прогнозирования геометрии и характеристик разведения для конкретной площадки и конкретного сброса с целью оценки воздействия на окружающую среду предполагаемого сброса.

ионообменной очистки воды для бойлера. Все эти сточные воды обычно присутствуют на электростанциях, работающих на угле или биомассе, однако некоторые из этих стоков (например, сточные воды удаления золы) могут присутствовать в уменьшенных количествах или вовсе отсутствовать на электростанциях, работающих на нефти и газе. Характеристики полученных сточных вод зависят от того, как использовалась вода. Загрязнение возникает за счет опреснителей, смазочных масел и вспомогательных нефтяных топлив, следового загрязнения топлива (попадающего через сточные воды удаления золы и сбросы влажной системы FGD), а также хлора, биоцидов и других реактивов, используемых для управления качеством воды в системе охлаждения. При продувке градирни часто образуется большое количество общих растворенных твердых веществ, но этот сброс часто относят к неконтактной охлаждающей воде, и поэтому для нее обычно вводят ограничения для pH, остаточного хлора и токсичных реактивов, которые могут присутствовать в добавках для градирни (включая реактивы для ингибирования коррозии, содержащие хром и цинк, использование которых следует исключить).

Рекомендуемые методы очистки воды и консервации сточных вод рассматриваются соответственно в разделах 1.3 и 1.4 **Общего руководства по ОСЗТ**. Кроме того, рекомендуемые меры предотвращения, минимизации и контроля сбросов сточных вод с теплоэлектростанций включают следующее:

- рециркуляция сточных вод в электростанциях, работающих на угле для использования в качестве добавки для десульфурации дымовых газов (FGD). Такая технология способствует рациональному

- водопользованию и уменьшению числа потоков сточных вод, требующих очистки и сброса²²;
- на электростанциях, работающих на угле без системы FGD, очистка технологических сточных вод должна осуществляться с помощью традиционных физико-химических систем обработки, как минимум для регулирования pH и удаления общего количества твердых взвешенных веществ (TSS), а также масла и смазки. В зависимости от местных норм эту систему очистки можно также использовать для удаления большинства тяжелых металлов с уровнем концентрации порядка частей на миллиард (мг л^{-1}) с помощью химического осаждения в виде гидроксида металла или сераорганических соединений металла;
 - сбор летучей золы в сухом виде и зольного остатка с помощью системы скребкового цепного конвейера на новых электростанциях, работающих на угле;
 - возможность использования сажеобдувочных аппаратов или других сухих методов удаления отходов топki с поверхностей теплопередачи в целях минимизации частоты применения и количества используемой воды для промывки топki;
 - использование мер контроля просачивания и стока, таких как уплотнение грунта, защитная облицовка и регулирование осаждения для стоков из штабеля угля;
 - обрызгивание штабеля угля анионными моющими средствами для подавления бактериального роста и сведения к минимуму кислотности продуктов выщелачивания²³;
- использование систем удаления SO_x , которые создают меньше сточных вод, если это экономически осуществимо; однако в каждом конкретном случае необходимо оценивать экологические и экономические характеристики как используемых материалов, так и отходов;
 - очистка потоков сточных вод малого объема, которые обычно собирают в колодцах бойлерной и турбинного зала в традиционных сепараторах воды и нефти перед их сбросом;
 - очистка кислотных потоков сточных вод малого объема, в том числе связанных с регенерацией добавляемых реактивов для обессоливания и с системами глубокой конденсатоочистки, с помощью химической нейтрализации на месте перед сбросом;
 - подготовка добавляемой в градирню воды, установка автоматических контроллеров подачи и слива и использование инертных конструкционных материалов в целях снижения требований к химической обработке для градирни;
 - удаление металлов, таких как хром и цинк, из химических присадок, используемых для подавления образования окалины и коррозии в градирнях;
 - использование минимального необходимого количества хлорированных биоцидов вместо бромированных биоцидов либо же периодическое применение ударных доз хлора вместо непрерывной подачи его низких концентраций.

²² Пригодные для вторичного использования потоки сточных вод включают воду для промывки гипса, которая выводится отдельным потоком от сточных вод FGD. На установках, которые производят товарный гипс, гипс промывают для удаления хлоридов и других нежелательных элементов, присутствующих в следовых количествах.

²³ Если стоки из штабеля угля используют для добавления в систему FGD, анионные моющие средства могут усилить или вызвать вспенивание в системе скруббера. Поэтому применение анионных поверхностных веществ для угольных штабелей следует оценивать в каждом конкретном случае.

Бытовые сточные воды

Канализационные и другие сточные воды, образующиеся в умывальных комнатах и т. п., подобны бытовым сточным водам. Воздействие бытовых сточных вод и управление их удалением и очисткой рассматриваются в разделе 1.3

Общего руководства по ОСЗТ.

Твердые отходы

Работающие на угле и биомассе теплоэлектростанции образуют наибольшее количество твердых отходов в связи со сравнительно высоким содержанием золы в топливе²⁴. Большие объемы отходов от сгорания угля (CCW) состоят из летучей золы, зольного остатка, топочного шлака и шлама FGD. Биомасса содержит меньше серы, поэтому FGD может и не требоваться. Бойлеры со сгоранием в псевдооживленном слое (FBC) образуют летучую золу и зольный остаток, который называют шлаком. Летучая зола, удаляемая из отходящих газов, составляет 60–85% зольных остатков угля в пылеугольных бойлерах и 20% в бойлерах с механическим забрасывателем. Зольный остаток содержит шлак и частицы, более грубые и тяжелые, чем в летучей золе. За счет присутствия сорбента в отходах FBC содержится больше кальция и сульфатов и меньше кремнезема и глинозема, чем в обычных отходах от сжигания угля. Твердые отходы малого объема в работающих на угле теплоэлектростанциях и других установках содержат отходы углеразмольной мельницы и пирит, осадок градирни, осадок обработки сточных вод и осадок очистки воды.

Отходы от сгорания нефти содержат летучую золу и шлак и обычно образуются в значительных количествах только при сжигании топочного мазута в паровых электробойлерах, работающих на нефтяном топливе. Другие технологии (например, турбины внутреннего сгорания и дизельные двигатели) и виды топлива (например, дистиллятное топливо) образуют мало твердых отходов или не образуют их вовсе. В общем и целом, отходы от сжигания нефти образуются в намного меньших количествах, чем обсуждавшиеся выше CCW большого объема. Работающие на газе теплоэлектростанции практически не образуют твердых

отходов в связи с незначительным содержанием золы вне зависимости от технологии сжигания.

Экологической проблемой является присутствие металлов в CCW, а также в твердых отходах малого объема. Например, зольные остатки и пыль, удаляемая из отходящих газов, могут содержать в дополнение к инертным веществам значительные количества тяжелых металлов и некоторых органических соединений.

Зольные остатки обычно не относят к вредным отходам в связи с их инертным характером²⁵. Однако если в зольном остатке ожидается потенциально высокое содержание тяжелых металлов, уровень радиоактивности или концентрации других потенциально вредных материалов, необходимо провести их тестирование в момент начала эксплуатации электростанции, чтобы подтвердить их отнесение к вредным или безвредным материалам в соответствии с местными нормами или международно признанными стандартами. Дополнительные сведения по классификации и обработке вредных и безвредных отходов приведены в разделе 1.6 **Общего руководства по ОСЗТ**.

Отходы CCW большого объема обычно утилизируются в отвалы или в пруды-накопители либо зачастую используются для ряда полезных применений. Отходы малого объема также сбрасывают в отвалы или пруды-накопители, причем последние используются в этих целях значительно чаще. На многих работающих на угле электростанциях одновременно утилизируют отходы большого и малого объема.

Рекомендуемые меры предотвращения, минимизации и контроля объемных твердых отходов теплоэлектростанций включают следующее:

²⁴ Например, 500 МВтэ электростанция, использующая уголь с 2,5% серы (S), 16% золы и теплосодержанием 30 000 кДж/кг, образует около 500 т твердых отходов в день.

²⁵ В некоторых странах летучая зола может быть отнесена к категории вредных отходов в связи с наличием в ней мышьяка или радиоактивности, что препятствует ее использованию в качестве строительного материала.

- сухая обработка отходов от сжигания угля, в частности летучей золы. При применении сухих методов утилизации не используются пруды-накопители, и поэтому не возникает экологических рисков, характерных для прудов-накопителей (например, поглощения металлов дикой природой);
- повторное использование ССВ в производстве цемента и других бетонных изделий, строительной засыпки (включая несущую засыпку, сыпучую засыпку и дорожную подушку), в сельском хозяйстве для производства кальцийсодержащих удобрений (при условии, что содержание малых концентраций металлов и других потенциально вредных материалов находится в приемлемых пределах), в утилизации отходов, в горном деле, в строительных материалах (например, синтетический гипс для сухой штукатурки), а также для добавления к другим продуктам при условии, что остатки (включая металлические микроэлементы и радиоактивность) не будут сочтены опасными. Обеспечение постоянного качества топлив и присадок помогает получить пригодные для повторного использования ССВ. Если полезное повторное использование ССВ оказывается экономически невыгодным, рекомендуется утилизировать ССВ в разрешенных отвалах, оснащенных средствами экологического мониторинга, включая мониторинг поступления и стока, облицовки, системы сбора продуктов выщелачивания, грунтовых вод, запирающего слоя, промежуточной грунтовой засыпки (или рабочего покрытия) и летучей пыли;
- сухой сбор шлака и летучей золы на электростанциях, сжигающих тяжелое нефтяное топливо, при высоком содержании экономически ценных металлов, таких как ванадий и вторичное сырье для выделения ванадия (если это экономически оправдано), или утилизация в разрешенные отвалы, оснащенные средствами экологического мониторинга;
- управление удалением и извлечением золы в целях минимизации воздействия на окружающую среду, особенно миграции токсичных металлов, если они присутствуют, в близлежащие поверхностные водоемы и грунтовые воды, в дополнение к переносу взвешенных твердых веществ в поверхностные стоки при сезонных осадках и наводнениях. В частности, строительство, эксплуатация и обслуживание прудов-накопителей должны осуществляться в соответствии с международно принятыми стандартами^{26, 27};
- повторное использование шлама с очистки сточных вод на электростанциях с системой FGD. Этот шлам можно повторно использовать на электростанциях с системой FGD за счет содержащегося в нем кальция. Его можно также применять как добавку при сжигании на работающих на угле электростанциях для улучшения поведения расплава золы.

Вредные материалы и нефть

К вредным материалам, которые хранятся и используются на установках сжигания, относятся твердые, жидкие и газообразные топливные отбросы, реактивы для очистки воздуха, воды и сточных вод и химикаты для технического обслуживания оборудования и объектов (например, краски, определенные типы смазочных материалов и чистящие средства). Руководящие указания по предотвращению и ликвидации разливов приведены в разделах 1.5 и 3.7 **Общего руководства по ОСЗТ**.

²⁶ См., например, U.S. Department of Labor, Mine Safety and Health Administration regulations at 30 CFR §§ 77.214 - 77.216.

²⁷ Дополнительные подробные указания по предотвращению и контролю воздействия на почву и водные ресурсы в процессе утилизации вредных и безвредных твердых отходов приведены в Руководстве по ОСЗТ Всемирного банка для предприятий по переработке отходов.

В дополнение к этому рекомендуемые меры предотвращения, минимизации и контроля опасностей, связанных с хранением и переработкой вредных материалов на теплоэлектростанциях, включают использование подземных резервуаров высокого давления с двойными стенками для хранения чистого сжиженного аммиака (например, для использования в качестве реагента для SCR) в количествах более 100 м³; резервуары меньшей емкости должны изготавливаться с использованием процессов закалки (ЕС 2006).

Шум

К основным источникам шума на теплоэлектростанциях относятся турбогенераторы и вспомогательные устройства, бойлеры и вспомогательные устройства, включая устройства пылеприготовления для угля, поршневые двигатели, вентиляторы и воздухопроводы, насосы, компрессоры, конденсаторы, осадители, включая встряхиватели и виброплиты, трубопроводы и клапаны, электродвигатели, трансформаторы, автоматы защиты цепи и градирни. Теплоэлектростанции, используемые для работы на базисную нагрузку, могут работать непрерывно; небольшие установки могут работать с меньшей частотой, однако они также представляют собой источник значительного шума, если расположены в городских районах.

Воздействие шума, меры контроля и рекомендуемые уровни внешнего шума приведены в разделе 1.7 **Общего руководства по ОСЗТ**. Дополнительные рекомендуемые меры предотвращения, минимизации и контроля шума от теплоэлектростанций включают следующее:

- расположение новых объектов с максимально возможным учетом расстояния от источника шума до объекта воздействия (например, жилых домов, школ, больниц, религиозных учреждений). Если локальное

землепользование не контролируется с помощью зонирования или действует неэффективно, необходимо выяснить, могут ли жилые объекты воздействия быть выведены за границы зоны, отведенной для электростанции. В некоторых случаях экономически более выгодно приобрести дополнительный земельный участок для буферной зоны, если это возможно, чем полагаться на технические меры подавления шума;

- использование методов подавления шума, таких как применение звуконепроницаемых кожухов для машин, выбор конструкций по их звукоизолирующему действию для покрытия зданий, использование звукопоглощающих устройств или глушителей в заборном и выхлопном каналах, использование звукопоглощающих материалов для стен и потолка, использование виброизоляторов и гибких соединений (например, спиральных стальных пружин и резиновых прокладок), проведение тщательного рабочего проектирования для предотвращения возможной утечки шума через отверстия или для минимизации колебаний давления в трубопроводе;
- изменение конфигурации электростанции или использование звуковых барьеров, в частности берм и насаждений для ограничения наружного шума на границе зоны электростанции, особенно при наличии объектов, чувствительных к воздействию шума.

Модели распространения шума могут быть эффективным средством при оценке вариантов подавления шума, включая изменение расположения электростанции, общее размещение установки и вспомогательного оборудования, проектирование оболочки зданий, и вместе с результатами оценки фонового шума позволят добиться соответствия действующим требованиям в отношении шума в населенных пунктах.

1.2 Гигиена труда и техника безопасности

Риски, связанные с гигиеной труда и техникой безопасности, а также меры по смягчению воздействия при строительстве, эксплуатации и выводе из эксплуатации теплоэлектростанций аналогичны мерам для других крупных промышленных объектов и описаны в разделе 2.0 **Общего руководства по ОСЗТ**. Кроме того, особого внимания в ходе эксплуатации теплоэлектростанций требуют приведенные ниже воздействия, касающиеся гигиены труда и техники безопасности.

- Неионизирующее излучение
- Тепловое воздействие
- Шум
- Закрытые пространства
- Риски, связанные с использованием электричества
- Опасность возгораний и взрывов
- Риски химического воздействия
- Пыль

Неионизирующее излучение

Работники объектов, связанных со сжиганием, могут подвергаться более сильному воздействию электрических и магнитных полей (EMF), чем остальные люди, в связи с их работой в непосредственной близости к электрогенераторам, оборудованию и соединительным высоковольтным линиям электропередач. Воздействие EMF на производстве следует предотвращать или сводить к минимуму с помощью разработки и реализации программы техники безопасности для EMF с включением в нее приведенных ниже позиций:

- выявление возможных уровней воздействия на рабочих местах, включая обследование уровней воздействия для

новых проектов и использование индивидуальных средств контроля во время работы;

- обучение рабочих выявлению производственных уровней воздействия EMF и иных рисков;
- определение и обозначение безопасных зон с целью отделить их от рабочих участков с возможным повышенным уровнем EMF по сравнению с участками, пригодными для общественного использования, а также обеспечить доступ к ним только для рабочих, имеющих специальную подготовку;
- реализация планов мероприятий для работы в условиях возможных или подтвержденных уровней воздействия, которые превышают стандартные уровни воздействия на производстве, разработанные международными организациями, включая Международную комиссию по защите от неионизирующего излучения (ICNIRP), Институт инженеров по электротехнике и электронике (IEEE)²⁸. Необходимо ввести индивидуальные средства для контроля воздействия с целью предупреждения об уровнях воздействия ниже стандартных уровней на производстве (например, 50%). План мероприятий по снижению уровней воздействий на производстве может включать ограничение времени воздействия посредством чередования операций, увеличения расстояния от рабочего места до источника, если это экономически выполнимо, и использования экранирующих материалов.

Тепловое воздействие

Производственное воздействие тепла возникает в ходе эксплуатации и технического обслуживания устройств для сжигания, труб и связанного с ними горячего оборудования. Рекомендуемые меры для предотвращения и контроля

²⁸ Руководства по воздействию ICNIRP для воздействия на производстве перечислены в разделе 2.2 настоящего Руководства.

воздействия тепла на теплоэлектростанциях включают следующее:

- регулярный осмотр и техническое обслуживание емкостей высокого давления и трубопроводов;
- обеспечение необходимой вентиляции на рабочих участках для снижения нагрева и уровня влажности;
- сокращение времени, необходимого для работы в среде с повышенной температурой, и обеспечение доступа к питьевой воде;
- экранирование поверхностей в местах, где рабочие находятся в непосредственной близости от горячего оборудования, включая генерирующее оборудование, трубы и т. п.;
- установка предупредительных знаков вблизи высокотемпературных поверхностей и, при необходимости, использование средств индивидуальной защиты (PPE), включая теплоизолирующие перчатки и обувь.

Шум

К источникам шума на объектах сгорания относятся турбогенераторы со вспомогательными устройствами, бойлеры со вспомогательными устройствами, включая устройства пылеприготовления для угля; дизельные двигатели, вентиляторы и воздухопроводы, насосы, компрессоры, конденсаторы, осадители, включая встряхиватели и виброплиты, трубопроводы и клапаны, электродвигатели, трансформаторы, автоматы защиты цепи и градирни. Рекомендации для снижения шума и вибрации описаны выше в разделе 1.1. Кроме того, для предотвращения, сведения к минимуму и контроля воздействия шума на производстве для теплоэлектростанций рекомендуется следующее:

- обеспечение звукоизоляции в диспетчерских с уровнем шума ниже 60 дБА²⁹;
- проектирование генераторов с учетом их соответствия действующим нормам по уровню шума на производстве;
- определение и маркировка участков с высоким уровнем шума и требование использовать индивидуальные средства защиты от шума в течение всего времени работы на таких участках с высоким уровнем (обычно участки с уровнем шума >85 дБА).

Закрытые пространства

Конкретные участки с ограниченным пространством могут включать контейнеры для угольной золы, турбины, конденсаторы, градирни (во время технического обслуживания). Рекомендуемый порядок входа в ограниченные пространства обсуждается в разделе 2.8 **Общего руководства по ОСЗТ**.

Риски, связанные с использованием электричества

Находящееся под напряжением оборудование и линии электропитания могут представлять опасность удара электрическим током для рабочих теплоэлектростанций. Рекомендации по предотвращению, минимизации и контролю уровня опасности поражения электрическим током на теплоэлектростанциях включают следующее:

²⁹ В зависимости от типа и размера теплоэлектростанции различается расстояние от диспетчерской до источников шума. В CSA Z107.58 приведены инструкции для проектирования диспетчерских с 60 дБА. Крупные теплоэлектростанции с использованием паровых бойлеров или турбин внутреннего сгорания обычно дают уровень шума ниже 60 дБА. Изготовители поршневых двигателей рекомендуются 65–70 дБА вместо 60 дБА (Позиция Евромот от 9 мая 2008 г.). В этом руководстве рекомендуется 60 дБА в качестве GIIP с учетом того, что 65 дБА можно принять для энергетических установок с поршневыми двигателями, если уровень 60 дБА окажется труднодостижимым с экономической точки зрения.

- предусмотреть установку предупреждающих световых сигналов внутри кожухов электрооборудования для предупреждения случайной подачи напряжения;
- использовать датчики напряжения перед входом рабочих в кожух, содержащий электрические узлы, а также во время пребывания в нем;
- отключать и надежно заземлять находящееся под напряжением оборудование и линии распределения питания везде, где возможно, в соответствии с действующими законами и руководствами перед выполнением работ на этом оборудовании или вблизи него;
- предусмотреть специальное обучение технике безопасности при работе с электричеством для рабочих, которые работают непосредственно с открытыми узлами электрических цепей или вблизи их. Такая подготовка должна включать (но не ограничиваться) обучение основам теории электричества, порядку действий в соответствии с техникой безопасности, бдительности и распознаванию опасности, правильному применению индивидуальных средств защиты (PPE), установленному порядку блокировки и вывешивания предупреждений, первой помощи, включая искусственное дыхание, а также необходимым действиям по спасению. При необходимости следует предусмотреть периодическую переподготовку.

Опасность возгораний и взрывов

На теплоэлектростанциях хранят, транспортируют и используют большие количества топлива, поэтому осторожное обращение с ним необходимо для снижения уровня риска пожаров и взрывов. В частности, опасность пожара и взрыва возрастает при уменьшении размеров частиц угля. Частицы такого размера, который может вызвать распространение взрыва, возникают в тепловых сушилках,

циклонах, рукавных фильтрах, системах распыления топлива, мельницах и в другом технологическом или конвейерном оборудовании. Руководство по организационным мерам по предотвращению пожара и взрыва приведено в разделах 2.1 и 2.4 **Общего руководства по ОСЗТ**. Рекомендуются следующие меры для предотвращения, минимизации и контроля физических опасностей на теплоэлектростанции:

- использование автоматизированного контроля сжигания и безопасности;
- надлежащее техническое обслуживание устройств безопасности бойлера;
- применение порядка пуска и отключения, при котором сводится к минимуму риск появления взвешенных горячих частиц угля (например, в устройстве пылеприготовления, мельнице или циклоне) во время пуска;
- регулярная очистка сооружений с целью предотвращения скопления угольной пыли (например, на полу, обвязке, балках и оборудовании);
- удаление мест перегрева из угольного штабеля (вызванных спонтанным самовозгоранием) и разбрасывание их до охлаждения; исключение загрузки горячего угля в систему пылеприготовления топлива;
- использование автоматизированных систем, включая датчики температуры и датчики монооксида углерода, для контроля участков хранения твердого топлива с целью обнаружения участков самовозгорания и выявления точек риска.

Риски химического воздействия

На теплоэлектростанциях используются вредные материалы, включая аммиак для системы контроля NO_x и газообразный хлор для водоподготовки для бойлеров и градирен.

Инструкции по борьбе с химической опасностью приведены в разделе 2.4 **Общего руководства по ОСЗТ**. Кроме того,

рекомендуется предусмотреть следующие меры для предотвращения, минимизации и контроля химической опасности на тепловых электростанциях:

- возможность получения аммиака из мочевины на площадке или использование водного раствора аммиака вместо чистого сжиженного аммиака;
- возможность использования гипохлорита натрия вместо газообразного хлора.

Пыль

Пыль образуется при перегрузке твердого топлива, присадок и твердых отходов (например, золы). Пыль может содержать кремнезем (вызывающий силикоз), мышьяк (вызывающий рак кожи и легких), угольную пыль (вызывающую пневмокониоз) и другие потенциально вредные вещества. Руководство по работе с пылью приведено в разделах 2.1 и 2.4 **Общего руководства по ОСЗТ**. Рекомендуют следующие меры для предотвращения, минимизации и контроля воздействия на производстве:

- использование пылеподавления (например, вытяжной вентиляции) для поддержания уровня запыленности ниже действующих значений по инструкции (см. раздел 2), а также в тех случаях, когда уровень свободного кремнезема во взвешенной в воздухе пыли превышает 1%.
- регулярный осмотр и техническое обслуживание содержащих асбест материалов (например, теплоизоляция на старых установках может содержать асбест) для предотвращения попадания в воздух частиц асбеста.

1.3 Охрана здоровья и безопасность местного населения

Многие факторы воздействия на здоровье и безопасность населения при строительстве, эксплуатации и вывода из эксплуатации тепловых электростанций совпадают с этими факторами для большинства сооружений инфраструктуры и промышленных объектов и обсуждаются в разделе 3.0 **Общего руководства по ОСЗТ**. В дополнение к этим и другим вопросам, описанным в разделе 1.1, для проектов тепловых электростанций особенно важными с точки зрения здоровья и безопасности населения могут быть следующие аспекты:

- водопользование;
- безопасность дорожного движения.

Водопользование

Бойлерные установки потребляют большие количества охлаждающей воды для конденсации пара и эффективной работы теплового агрегата. Объем охлаждающей воды, проходящей через конденсаторы, является самым большим технологическим потоком воды, на который обычно приходится около 98% от общего технологического расхода воды для всей установки. В прямоточной системе водяного охлаждения вода обычно подается на установку из поверхностных водоемов, но иногда используют и грунтовые воды или коммунальный водопровод. Необходимо оценить возможное воздействие использования воды, как описано в разделе 3.1 **Общего руководства по ОСЗТ**, чтобы убедиться, что проект не приведет к дефициту воды для гигиенических, рекреационных нужд, сельского хозяйства и других потребностей населения.

Безопасность дорожного движения

Работа теплоэлектростанций приводит к повышению интенсивности дорожного движения, особенно для объектов с транспортировкой топлива по земле и морю, включая использование тяжелых грузовиков, перевозящих топливо, добавки и т. п. Интенсификация дорожного движения может оказаться особенно значительной в малонаселенных районах, в которых расположены некоторые теплоэлектростанции. Предотвращение и контроль в отношении связанных с дорожным движением травм обсуждается в разделе 3.4 **Общего руководства по ОСЗТ**. Безопасности водного транспорта посвящено **Руководство по ОСЗТ для водного транспорта**.

2.0 Показатели эффективности и мониторинг

2.1 Окружающая среда

Указания по выбросам и стокам

Рекомендательные нормативы по стокам приведены в табл. 5. Нормативы по выбросам в атмосферу приведены в табл. 6. Нормативы по стокам распространяются на прямые сбросы очищенных стоков в поверхностные воды общего использования. Уровни сбросов для конкретной площадки можно установить на основе наличия и состояния используемых общественных систем сбора канализации и очистки или, при сбросе непосредственно в поверхностные воды, в соответствии с классификацией использования водоема сброса, как описано в **Общем руководстве по ОСЗТ**. Приведенные в руководстве значения для промышленных выбросов в атмосферу и стоков в данной отрасли отвечают установившейся международной практике в этой отрасли, что отражено в стандартах стран, признавших регламентирующие основы. Эти уровни должны соблюдаться без применения разведения в течение, по крайней мере, 95% времени работы станции или блока, которые рассчитывают как долю от рабочих часов в году. Отклонение от этих уровней в связи с особыми местными условиями для проекта должны быть обоснованы в экологической оценке.

Таблица 5. Руководство по стокам

(Применяется для соответствующих потоков сточных вод, например из системы влажной десульфурации топливного газа (FGD), транспортировки влажной золы, промывки бойлера с подогревателем воздуха и осадителя, кислотной промывки бойлера, регенерации обессоливателей и конденсатоочистителей, отделенной от нефти воды, дренажа на площадке, стока из угольного штабеля и охлаждающей воды)

Параметр	мг/л, исключая pH и температуру
pH	6–9
Общее содержание взвешенных частиц (TSS)	50
Масло и смазка	10
Общий остаточный хлор	0,2
Общий хром (Cr)	0,5
Медь (Cu)	0,5
Железо (Fe)	1,0
Цинк (Zn)	1,0
Свинец (Pb)	0,5
Кадмий (Cd)	0,1
Ртуть (Hg)	0,005
Мышьяк (As)	0,5
Повышение температуры за счет горячего сброса из системы охлаждения	<ul style="list-style-type: none"> • Требования для конкретной площадки устанавливают при ЭО. • Участки с повышенной температурой за счет сброса воды из системы прямооточного охлаждения (например, на 1, 2, 3°C выше температуры окружающей воды) следует свести к минимуму с помощью регулирования проекта забора и сброса на основе конкретной ЭО для проекта в зависимости от наличия уязвимых водных экологических систем вблизи места сброса.
Примечание. Вопрос о тяжелых металлах должен быть определен при ЭО. Рекомендуемые величины в таблице взяты из различных источников по стокам с тепловых электростанций.	

Уровни выбросов в атмосферу для проекта и для эксплуатации каждого объекта должны устанавливаться с помощью экологической оценки на основе национального законодательства и рекомендаций, приведенных в этом руководящем документе, в приложении к местным условиям. Выбранные уровни выбросов в атмосферу должны быть обоснованы в экологической оценке³⁰. Приведенные здесь

³⁰ Например, в тех случаях, когда выявлена возможность кислотных отложений, которые определяются в ЭО как существенная проблема, проект и эксплуатация станции должны обеспечить эффективное снижение массы

максимальные уровни выбросов в атмосферу удается постоянно поддерживать с помощью хорошо спроектированной, хорошо работающей и хорошо обслуживаемой системы контроля за загрязнением. В отличие от этого неадекватные процессы эксплуатации или обслуживания влияют на реальную эффективность удаления загрязняющих веществ и могут снизить ее до значений намного ниже проектных технических требований. Разведение выбросов в атмосферу для достижения этих нормативов является неприемлемым. Соответствие нормативам по качеству окружающего воздуха необходимо оценивать на основе рекомендаций установившейся международной практики в отрасли (GIIP).

Как указано в Общем руководстве по ОСЗТ, выбросы в атмосферу не должны приводить к концентрациям загрязняющих веществ, которые достигают уровней соответствующих нормативов и стандартов качества окружающего воздуха или превышают их³¹ при использовании национальных законодательных стандартов, а при их отсутствии – действующее руководство по качеству воздуха ВОЗ³² или другой признанный международный документ³³. Кроме того, выбросы в атмосферу с одного объекта не должны превышать уровня в 25% от действующего стандарта для качества окружающего воздуха, с тем чтобы обеспечить

выбросов в атмосферу, чтобы предотвратить или свести к минимуму такое воздействие.

³¹ Стандарты качества окружающего воздуха представляют собой значения для качества окружающего воздуха, установленные с помощью национального законодательства и норм и опубликованные, и руководства по качеству окружающего воздуха ссылаются на уровни для качества воздуха, которые разработаны, в первую очередь, по клиническим, токсикологическим и эпидемиологическим показателям (например, публикуемым Всемирной организацией здравоохранения).

³² Приведены Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) по адресу <http://www.who.int/en>

³³ Например, национальный стандарт качества окружающего воздуха в США (NAAQS) (<http://www.epa.gov/air/criteria.html>) и соответствующие директивы Европейского Совета (Директива Совета 1999/30/ЕС от 22 апреля 1999 г. и Директива Совета 2002/3/ЕС от 12 февраля 2002 г.).

будущее устойчивое развитие в данном воздушном бассейне³⁴.

Как описано в Общем руководстве по ОСЗТ, объекты или проекты, находящиеся в районе воздушного бассейна низкого качества³⁵ и в пределах либо рядом с районами, которые считаются экологически уязвимыми (например, национальные парки), должны обеспечить, чтобы любое увеличение уровня загрязнения было как можно меньшим и составляло доли, приведенные в действующих нормативах или стандартах по краткосрочному и среднегодовому качеству воздуха, как это установлено в конкретной экологической оценке для данного проекта.

Мониторинг состояния окружающей среды

Программы экологического мониторинга для данного сектора приведены в табл. 7. Данные мониторинга необходимо анализировать и рассматривать через регулярные промежутки времени, а также сравнивать с эксплуатационными стандартами для обеспечения принятия любых необходимых мер. Примеры параметров выбросов в атмосферу, проб в дымовых трубах, качества окружающего воздуха и рекомендаций по контролю за шумом приведены в табл. 7. Дополнительные рекомендации по способам отбора образцов и методам анализа для выбросов в атмосферу и стоков приведены в **Общем руководстве по ОСЗТ**.

³⁴ Управление по охране окружающей среды США, Предотвращение существенного превышения пределов ухудшения для ненарушенного водного бассейна.

³⁵ Считается, что качество воздуха в воздушном бассейне плохое, если существенно превышены национальные законодательные стандарты качества воздуха и инструкции по качеству воздуха ВОЗ.



Таблица 6 (А). Руководство по выбросам в атмосферу (в мг/Нм³ или в указанных единицах) для поршневых двигателей

Технология сжигания/топливо	Частицы (PM)		Диоксид серы (SO ₂)		Оксиды азота (NOx)		Сухой газ, избыточное содержание O ₂ (%)
	NDA	DA	NDA	DA	NDA	DA	
Природный газ	н/п	н/п	н/п	н/п	200 (искровое зажигание) 400 (двухтопливный) (a)	200(SI) 400 (двухтопливный/CI)	15%
Жидкое топливо (Жидкое топливо от >50 до <300 МВтт)	50	30	1 170 или использование топлива с 2% S или менее	0,5% S	1 460 (воспламенение скатием, внутренний диаметр цилиндра < 400 мм) 1 850 (воспламенение скатием, внутренний диаметр цилиндра ≥ 400 мм) 2 000 (двухтопливный)	400	15%
Жидкое топливо (Жидкое топливо ≥300 МВтт)	50	30	585 или использование топлива с 1% и менее S	0,2% S	740 (в зависимости от наличия воды для впрыска)	400	15%
Бiotопливо/газообразное топливо, кроме природного газа	50	30	н/п	н/п	Пределы на 30% больше, чем указанные выше для природного газа и жидких видов топлива	200 (SI, природный газ), 400 (другое)	15%

Общие замечания

- МВтт = тепловая мощность в МВт по высшей теплотворной способности; н/п = не применимо; NDA = нарушенный воздушный бассейн (низкое качество воздуха); воздушный бассейн считается нарушенным, если превышены национальные законодательные стандарты качества воздуха или их отсутствие существенно превышены Руководящие принципы ВОЗ по качеству воздуха; S = содержание серы (выраженное в мас. %); Нм³ отвечают объему при давлении в 1 атм. и 0°C; категория МВтт относится ко всей установке, состоящей из нескольких блоков, для которых можно обоснованно считать, что их выбросы в атмосферу выходят из общей дымовой трубы. Пределы в руководстве распространяются на установки, работающие более 500 час в году. Уровень выбросов следует оценивать как среднее значение за 1 час, которое выполняется в течение 95% рабочих часов в году.
- (а) Двигатели с воспламенением скатием (CI) могут потребовать других значений выбросов в атмосферу, которые следует оценивать для каждого конкретного случая на основе ЭО.
- Сравнение пределов Руководства со стандартами отдельных стран и регионов (на август 2008 г.)
 - Поршневые двигатели на природном газе – NOx
 - Пределы Руководства: 200 (SI), 400 (DF)
 - Великобритания: 100 (CI), США: снижены на 90% и более либо 1,6 г/кВтч
 - Поршневые двигатели на жидком топливе – NOx (установки мощностью от >50 до <300 МВтт)
 - Пределы Руководства: 1 460 (CI, внутренний диаметр цилиндра < 400 мм), 1 850 (CI, внутренний диаметр цилиндра ≥ 400 мм), 2 000 (DF)
 - Великобритания: 300 (>25 МВтт); Индия: 1 460 (городские районы и установки мощностью ≤ 75 МВтт (≈ 190 МВтт), сельские районы и установки мощностью ≤ 150 МВтт (≈ 380 МВтт))
 - Поршневые двигатели на жидком топливе – NOx (при условии наличия воды для впрыска)
 - Пределы Руководства: 740 (при условии наличия воды для впрыска)
 - Великобритания: 300 (>25 МВтт); Индия: 740 (городские районы и установки мощностью > 75 МВтт (≈ 190 МВтт), сельские районы и установки мощностью > 150 МВтт (≈ 380 МВтт))
 - Поршневые двигатели на жидком топливе – SO₂
 - Пределы Руководства: 1 170 или топливо с ≤ 2% S (установки мощностью от >50 до <300 МВтт), 585 или топливо с ≤ 1% S (установки мощностью ≥ 300 МВтт)
 - Европейский союз: использование топлива с низким содержанием S или вторичная система влажной десульфурации (FGD) (IPCC LCP BREF), содержание S в топливе HFO ≤ 1% (Директива о качестве жидкого топлива), США: использование дизельного топлива с максимальным содержанием S в 500 мг/л (0,05%), Европейский союз: содержание S в судовом HFO ≤ 1,5% (Директива о качестве жидкого топлива), при использовании в районах с контролем выбросов в атмосферу SOx; Индия: города (<2% S), сельские районы (<4% S), в городах используется только дизельное топливо (HSD, LDO).
 - Источники: Великобритания (S2 1.03 Процесс сжигания; двигатели с воспламенением скатием мощностью 50 МВтт и более); Индия (Стандарты выбросов в атмосферу SOx и NOx для дизельных двигателей мощности ≥ 0,8 МВт); Европейский союз (IPCC LCP BREF, июль 2006 г.); Европейский союз (Директива о качестве жидкого топлива 1999/32/EC с изменениями от 2005/33/EC); США (NSPS для стационарных двигателей внутреннего сгорания с воспламенением скатием – Окончательная редакция – 1 июля 2006 г.)



Таблица 6 (В). Руководство по выбросам в атмосферу (в мг/Нм³ или в указанных единицах) для турбин внутреннего сгорания

Примечания

- Руководство применимо к новым станциям.
- При ЭО могут быть обоснованы более строгие или менее строгие пределы в зависимости от внешних условий, технических и экономических соображений при условии соответствия действующим стандартам для качества атмосферного воздуха и сведения к минимуму усиления воздействия.
- Для проектов восстановления действующих объектов необходимо устанавливать требования к выбросам в атмосферу для каждого конкретного случая с помощью ЭО с учетом i) существующих уровней выбросов в атмосферу и влияния на окружающую среду и здоровье населения и ii) стоимости и технической возможности приведения имеющихся уровней выбросов в атмосферу к указанным пределам для новых станций.
- ЭО должна продемонстрировать, что выбросы в атмосферу не имеют существенного значения для выполнения требовааний соответствующих инструкций или стандартов для качества атмосферного воздуха, и могут потребоваться более строгие пределы.

Технология сжигания/топливо	Частицы (PM)		Диоксид серы (SO ₂)		Оксиды азота (NOx)		Сухой газ, избыточное содержание O ₂ (%)
	Н/п	Н/п	Н/п	NDA/DA	NDA/DA	NDA/DA	
Турбина внутреннего сгорания	Н/п	Н/п	Н/п	Н/п	Н/п	51 (25 мгНг ⁻¹)	15%
Природный газ (все типы турбин установки мощностью > 50 МВт)	Н/п	Н/п	Н/п	Н/п	Н/п	152 (74 мгНг ⁻¹)	15%
Другие виды топлива, кроме природного газа (установки мощностью > 50 МВт)	50	30	Использование топлива с 1% S и менее	Использование топлива с 0,5% S и менее			

Общие замечания

МВт = тепловая мощность в МВт по высшей теплотворной способности; н/п = не применимо; NDA = ненарушенный воздушный бассейн; DA = нарушенный воздушный бассейн (низкое качество воздуха); воздушный бассейн считается нарушенным, если превышены национальные законодательные стандарты качества воздуха или в их отсутствие существенно превышены Руководящие принципы ВОЗ по качеству воздуха; S = содержание серы (выраженное в мас. %); Нм³ отвечают объему при давлении в 1 атм. и 0 °С; категория МВтт относится к отдельному блоку. Пределы в руководстве распространяются на установки, работающие более 500 час в году. Уровень выбросов следует оценивать как среднее значение за 1 час, которое выполняется в течение 95% рабочих часов в году. Если в режиме турбины с комбинированным циклом используется дожигание, то необходимо выполнять соответствующие пределы руководства для турбин внутреннего сгорания, включая выбросы в атмосферу из этих блоков дожигания (например, канальных горелках).

(а) Технологические различия (например, использование авиационных турбин) могут потребовать других значений для выбросов в атмосферу, которые необходимо оценивать в каждом конкретном случае с помощью ЭО, но эти значения не должны превышать 200 мг/Нм³.

Сравнение пределов Руководства со стандартами отдельных стран и регионов (на август 2008 г.)

- Турбина внутреннего сгорания на природном газе – NOx
 - o Пределы Руководства: 51 (25 мгНг⁻¹)
 - o Европейский союз: 50 (24 мгНг⁻¹), 75 (37 мгНг⁻¹) (если эффективность комбинированного цикла > 55%), 50*η³⁵ (где η = эффективность простого цикла)
 - o США: 25 мгНг⁻¹ (> 50 млрд. Брит. тепл. ед./час (≈ 14,6 МВтт)) и ≤ 850 млрд. Брит. тепл. ед./час (≈ 249 МВтт), 15 мгНг⁻¹ (> 850 млрд. Брит. тепл. ед./час (≈ 249 МВтт))
 - o (Примечание. Разрешение на расход воздуха обычно требует дополнительного снижения содержания NOx в интервале от 2 до 9 мгНг⁻¹)
 - Турбина внутреннего сгорания на жидком топливе – NOx
 - o Пределы Руководства: 152 (74 мгНг⁻¹) – Турбины с рамой для тяжелых условий эксплуатации и LFO/HFO, 300 (146 мгНг⁻¹) – Авиационные турбины и HFO, 200 (97 мгНг⁻¹) – Авиационные турбины и LFO
 - o Европейский союз: 120 (68 мгНг⁻¹), США: 74 мгНг⁻¹ (> 50 млрд. Брит. тепл. ед./час (≈ 14,6 МВтт)) и ≤ 850 млрд. Брит. тепл. ед./час (≈ 249 МВтт), 42 мгНг⁻¹ (> 850 млрд. Брит. тепл. ед./час (≈ 249 МВтт))
 - Турбина внутреннего сгорания на жидком топливе – SOx
 - o Пределы Руководства: использование топлива с 1% S и менее
 - o Европейский союз: содержание S в легком дистиллятом топливе для газовых турбин ниже 0,1%, США: содержание S около 0,05% (континентальные районы) и 0,4% (неконтинентальные районы)
- Источники: Европейский союз (Директива по LCP 2001/80/ЕС от 23 октября 2001 г.), ЕУ (Директива по качеству жидкого топлива 1999/32/ЕС, 2005/33/ЕС), США (NSPS для стационарных турбин внутреннего сгорания, окончательная редакция – 6 июля 2006 г.)



Примечания

- Руководство применимо к новым станциям.
- При ЭО могут быть обоснованы более строгие или менее строгие пределы в зависимости от внешних условий, технических и экономических соображений при условии соответствия действующим стандартам для качества атмосферного воздуха и сведения к минимуму усиления воздействия.
- Для проектов восстановления действующих объектов необходимо устанавливать требования к выбросам в атмосферу для каждого конкретного случая с помощью ЭО с учетом i) существующих уровней выбросов в атмосферу и влияния на окружающую среду и здоровье населения и ii) стоимости и технической возможности приведения имеющихся уровней выбросов в атмосферу к указанным пределам для новых установок.
- ЭО должна продемонстрировать, что выбросы в атмосферу не имеют существенного значения для выполнения требований соответствующих инструкций или стандартов для качества атмосферного воздуха, и могут потребоваться более строгие пределы.

Таблица 6 (С). Руководство по выбросам в атмосферу (в мг/Нм³ или в указанных единицах) для бойлеров

Технология сжигания/топливо Бойлер	Частицы (PM)		Диоксид серы (SO ₂)		Оксиды азота (NOx)		Сухой газ, избыточное содержание O ₂ (%)
	NDA	DA	NDA	DA	NDA	DA	
Природный газ	н/п	н/п	н/п	н/п	240	240	3%
Другое газообразное топливо	50	30	400	400	240	240	3%
Жидкое топливо (установки мощностью от >50 до <600 МВтт)	50	30	900-1,500 ^a	400	400	200	3%
Жидкое топливо (установки мощностью ≥600 МВтт)	50	30	200-850 ^b	200	400	200	3%
Твердое топливо (установки мощностью от >50 до <600 МВтт)	50	30	900-1,500 ^a	400	510 ^c или до 1 000, если содержание летучих веществ в топливе < 10%	200	6%
Твердое топливо (установки мощностью ≥600 МВтт)	50	30	200-850 ^b	200			6%

Общие замечания

- МВтт = тепловая мощность в МВт по высшей теплотворной способности; н/п = не применимо; NDA = ненарушенный воздушный бассейн; DA = нарушенный воздушный бассейн (низкое качество воздуха); воздушный бассейн считается нарушенным, если превышены национальные законодательные стандарты качества воздуха или в их отсутствие существенно превышены Руководящие принципы ВОЗ по качеству воздуха; CFB = камера сгорания с циркулирующим кипящим слоем на угле; PC = на угольной пыли; Nm³ относятся к объему при давлении в 1 атм. и 0 °C; категория МВтт относится ко всей установке, состоящей из нескольких блоков, для которых можно обоснованно считать, что их выбросы в атмосферу выходят из общей дымовой трубы. Пределы в Руководстве распространяются на установки, работающие более 500 час в году. Уровень выбросов следует оценивать как среднее значение за 1 час, которое выполняется в течение 95% рабочих часов в году.
- а. Направлено на снижение значений в Руководстве и выявление вопросов, связанных с качеством имеющегося топлива, рентабельности контроля на малых установках и возможности более эффективного преобразование энергии (FGD может потреблять от 0,5 до 1,6% электроэнергии, производимой установкой). б. Направлено на снижение значений в Руководстве и выявление различных подходов к контролю за выбросами SO₂ в атмосферу (качество топлива в сравнении с использованием вторичного контроля) и возможности более эффективного преобразования энергии (FGD может потреблять от 0,5 до 1,6% электроэнергии, производимой установкой). Более крупные установки могут потребовать дополнительных мер для контроля за выбросами в атмосферу в некоторых пределах. Выбор уровня выброса в атмосферу должен определяться с помощью ЭО с учетом устойчивости проекта, влияния на дальнейшее развитие и рентабельность контроля за загрязнением. с. Бойлеры с механическим забрасывателем могут потребовать другого уровня выбросов в атмосферу, который следует оценивать с помощью ЭО для каждого конкретного случая.

Сравнение пределов Руководства со стандартами отдельных стран и регионов (на август 2008 г.)

- Бойлеры на природном газе – NOx
 - o Пределы Руководства: 240
 - o Европейский союз: 150 (50-300 МВтт), 200 (> 300 МВтт)
- Бойлеры на твердом топливе – PM
 - o Пределы Руководства: 50
 - o Европейский союз: 50 (50-100 МВтт), 30 (> 100 МВтт), Китай: 50, Индия: 100-150
- Бойлеры на твердом топливе – SO₂
 - o Пределы Руководства: 900-1 500 (установки мощностью от >50 до <600 МВтт), 200-850 (установки мощностью ≥ 600 МВтт)
 - o Европейский союз: 850 (50-100 МВтт), 200 (> 100 МВтт)
 - o США: 180 мг/Дж при общем выходе мощности ИЛИ снижение на 95% (= 200 мг/Нм³ при 6%O₂, принимаемая величина эффективности за 38% по HHV)
 - o Китай: 400 (общая), 800 (при использовании угля с < 12 550 КДж/кг), 1 200 (при установке на территории шахты в западном регионе без двойного контроля и сжигании угля с низким содержанием S (<0,5%))

Источники: Европейский союз (Директива по LCP 2001/80/ЕС от 23 октября 2001 г.), США (NSPS для парогенераторных блоков электрических сетей (подраздел Da), окончателная редакция –13 июня 2007 г.), Китай (GB 13223-2003)



Таблица 7. Типовые параметры и частота наблюдений по выбросам в атмосферу для тепловых электростанций
(Примечание. Подробную программу мониторинга следует составлять на основе ЭО)

Технология сжигания/топливо	Мониторинг по выбросам в атмосферу					Качество атмосферного воздуха			Шум
	Частицы (PM)	Диоксид серы (SO ₂)	Оксиды азота (NOx)	PM	SO ₂	NOx	Тяжелые металлы		
Поршневой двигатель									
Природный газ (установки мощностью от >50 до <300 МВт)	н/п	н/п	Непрерывный или индикативный	н/п	н/п	Ежегодная	н/п	н/п	Если ЭО предписывает возрастающее воздействие ≥25% от действующего краткосрочного стандарта для качества атмосферного воздуха или если мощность установки ≥1 200 МВт: - Контроль параметров (например, PM ₁₀ /PM _{2.5} /SO ₂ /NOx) должны соответствовать действующим стандартам для качества атмосферного воздуха (обычно не менее непрерывного мониторинга качества атмосферного воздуха) с помощью системы непрерывного мониторинга качества атмосферного воздуха (обычно не менее 2 систем для определения прогнозируемого максимального содержания на уровне земли, для уязвимого объекта и фонового значения). Если ЭО предписывает возрастающее воздействие ≥25% от действующего краткосрочного стандарта для качества атмосферного воздуха и если мощность установки < 1 200 МВт, но ≥100 МВт: - Контроль параметров с помощью пассивного пробоотборника (среднемесячное значение) или с помощью сезонного отбора проб вручную (например, 1 раз в неделю или в сезон) для определения соответствия параметров соответствующим стандартам для качества воздуха. Необходимо регулярно проверять эффективность программы мониторинга качества атмосферного воздуха. Ее можно упростить или сократить при разработке другой программы (например, сети контроля местной администрации). Рекомендуется продолжать программу в течение всего срока службы станции при наличии уязвимых объектов или если контролируемые уровни недалеко отстоят от соответствующих стандартов атмосферного воздуха.
Природный газ (установки мощностью ≥ 300 МВт)	н/п	н/п	Непрерывный или индикативный	н/п	н/п	Ежегодная	н/п	н/п	
Жидкое топливо (установки мощностью от >50 до <300 МВт)	Непрерывный или индикативный	Непрерывный при использовании FGD или контроль за содержанием S	Непрерывный или индикативный	Ежегодная	н/п	Ежегодная	н/п	н/п	
Жидкое топливо (установки мощностью ≥ 300 МВт)	Непрерывный или индикативный	н/п	Непрерывный или индикативный	Ежегодная	н/п	Ежегодная	н/п	н/п	
Биомасса	Непрерывный или индикативный	н/п	Непрерывный или индикативный	н/п	н/п	Ежегодная	н/п	н/п	
Турбина внутреннего сгорания									
Природный газ (все типы турбин блока мощности > 50 МВт)	н/п	н/п	Непрерывный или индикативный	н/п	н/п	Ежегодная	н/п	н/п	Если ЭО предписывает возрастающее воздействие ≥25% от действующего краткосрочного стандарта для качества атмосферного воздуха и если мощность установки < 1 200 МВт, но ≥100 МВт: - Контроль параметров с помощью пассивного пробоотборника (среднемесячное значение) или с помощью сезонного отбора проб вручную (например, 1 раз в неделю или в сезон) для определения соответствия параметров соответствующим стандартам для качества воздуха. Необходимо регулярно проверять эффективность программы мониторинга качества атмосферного воздуха. Ее можно упростить или сократить при разработке другой программы (например, сети контроля местной администрации). Рекомендуется продолжать программу в течение всего срока службы станции при наличии уязвимых объектов или если контролируемые уровни недалеко отстоят от соответствующих стандартов атмосферного воздуха.
Другое топливо кроме природного газа (установки мощностью > 50 МВт)	Непрерывный или индикативный	Непрерывный при использовании FGD или контроль за содержанием S	Непрерывный или индикативный	Ежегодная	н/п	Ежегодная	н/п	н/п	
Бойлер									
Природный газ	н/п	н/п	Непрерывный или индикативный	н/п	н/п	Ежегодная	н/п	н/п	
Другое газообразное топливо	Индикативный	Индикативный	Непрерывный или индикативный	Ежегодная	Ежегодная	Ежегодная	н/п	н/п	
Другое газообразное топливо									
Жидкое топливо (установки мощностью от >50 до <600 МВт)	Непрерывный или индикативный	Непрерывный при использовании FGD или контроль за содержанием S	Непрерывный или индикативный	Ежегодная	Ежегодная	Ежегодная	н/п	н/п	Если ЭО предписывает возрастающее воздействие ≥25% от действующего краткосрочного стандарта для качества атмосферного воздуха и если мощность установки < 1 200 МВт, но ≥100 МВт: - Контроль параметров с помощью пассивного пробоотборника (среднемесячное значение) или с помощью сезонного отбора проб вручную (например, 1 раз в неделю или в сезон) для определения соответствия параметров соответствующим стандартам для качества воздуха. Необходимо регулярно проверять эффективность программы мониторинга качества атмосферного воздуха. Ее можно упростить или сократить при разработке другой программы (например, сети контроля местной администрации). Рекомендуется продолжать программу в течение всего срока службы станции при наличии уязвимых объектов или если контролируемые уровни недалеко отстоят от соответствующих стандартов атмосферного воздуха.
Жидкое топливо (установки мощностью ≥ 600 МВт)	Непрерывный или индикативный	Непрерывный при использовании FGD или контроль за содержанием S	Непрерывный или индикативный	Ежегодная	Ежегодная	Ежегодная	н/п	н/п	
Твердое топливо (установки мощностью от >50 до <600 МВт)	Непрерывный или индикативный	Непрерывный при использовании FGD или контроль за содержанием S	Непрерывный или индикативный	Ежегодная	Ежегодная	Ежегодная	н/п	н/п	
Твердое топливо (установки мощностью ≥ 600 МВт)	Непрерывный или индикативный	Непрерывный при использовании FGD или контроль за содержанием S	Непрерывный или индикативный	Ежегодная	Ежегодная	Ежегодная	н/п	н/п	Если ЭО предписывает возрастающее воздействие ≥25% от действующего краткосрочного стандарта для качества атмосферного воздуха и если мощность установки < 1 200 МВт, но ≥100 МВт: - Контроль параметров с помощью пассивного пробоотборника (среднемесячное значение) или с помощью сезонного отбора проб вручную (например, 1 раз в неделю или в сезон) для определения соответствия параметров соответствующим стандартам для качества воздуха. Необходимо регулярно проверять эффективность программы мониторинга качества атмосферного воздуха. Ее можно упростить или сократить при разработке другой программы (например, сети контроля местной администрации). Рекомендуется продолжать программу в течение всего срока службы станции при наличии уязвимых объектов или если контролируемые уровни недалеко отстоят от соответствующих стандартов атмосферного воздуха.
Твердое топливо (установки мощностью ≥ 600 МВт)	Непрерывный или индикативный	Непрерывный при использовании FGD или контроль за содержанием S	Непрерывный или индикативный	Ежегодная	Ежегодная	Ежегодная	н/п	н/п	

Примечание. Индикативный или непрерывный означает "непрерывный контроль за выбросами в атмосферу или постоянный контроль индикативных параметров". Пробы выбросов в атмосферу из дымовой трубы предназначены для прямых измерений уровня выбросов в атмосферу для встречной проверки системы контроля за выбросами в атмосферу.

2.2 Обеспечение охраны и гигиены труда

Указания по охране и гигиене труда

Соблюдение норм охраны и гигиены труда следует оценивать исходя из опубликованных международных рекомендаций по показателям воздействия вредных производственных факторов, примерами которых являются, в частности, указания по значениям пороговых пределов (TLV®) воздействия на рабочем месте и показателям биологического воздействия (BEIS®), публикуемые Американской конференцией государственных специалистов по гигиене труда (ACGIH)³⁶, Карманный справочник по источникам химической опасности, публикуемый Национальным исследовательским институтом техники безопасности и охраны труда (NIOSH) Соединенных Штатов Америки³⁷, показатели допустимых уровней воздействия (ДУВ), публикуемые Управлением охраны труда (OSHA) Соединенных Штатов Америки³⁸, индикативные показатели предельно допустимой концентрации в воздухе рабочей зоны, публикуемые странами – членами Европейского союза³⁹, или данные из иных аналогичных источников.

К числу дополнительных показателей, непосредственно касающихся работ в сфере передачи и распределения электроэнергии, относятся опубликованные МКЗНИ предельно допустимые уровни воздействия электрических и магнитных полей на рабочих местах, приведенные в

³⁶ См. <http://www.acgih.org/TLV/> См.: <http://www.acgih.org/TLV/> и <http://www.acgih.org/store/>

³⁷ См. <http://www.cdc.gov/niosh/npg/>.

³⁸ См. http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARD&p_id=9992.

³⁹ См. http://europe.osha.eu.int/good_practice/risks/ds/oel/.

таблице 8. Дополнительные показатели, такие как уровни шума, электрической опасности, качество воздуха и т.п., представлены в разделе 2.0 **Общего руководства по ОСЗТ**.

Таблица 8. Пределы воздействия МКЗНИ электрических и магнитных полей на производстве.		
Частота	Электрическое поле (В/м)	Магнитное поле (мкТс)
50 Гц	10 000	500
60 Гц	8300	415

Источник: ICNIRP (1998), "Руководство по ограничению воздействия изменяющихся во времени электрических, магнитных и электромагнитных полей (до 300 ГГц)".

Показатели травматизма и частота несчастных случаев со смертельным исходом

Исполнителям проектов следует стремиться к полному искоренению несчастных случаев на производстве с участием занятых в проекте работников (нанятых непосредственно исполнителями проекта либо субподрядчиками), особенно несчастных случаев, способных привести к потере рабочего времени, инвалидности различной степени тяжести или даже смертельному исходу. Показатели частоты несчастных случаев на объекте можно сопоставлять с опубликованными показателями предприятий данной отрасли в развитых странах, которые можно получить из таких источников, как, например, Бюро трудовой статистики США и Инспекция по промышленной гигиене и охране труда Соединенного Королевства⁴⁰.

Мониторинг соблюдения норм охраны и гигиены труда

Следует вести мониторинг рабочей среды на предмет наличия вредных производственных факторов, характерных

⁴⁰ См. <http://www.bls.gov/iif/> и <http://www.hse.gov.uk/statistics/index.htm>.

для данного проекта. Процесс мониторинга должны разрабатывать и осуществлять уполномоченные специалисты⁴¹ в рамках программы мониторинга соблюдения норм охраны и гигиены труда. Предприятиям следует также вести журналы учета случаев производственного травматизма и профессиональных заболеваний, а также опасных ситуаций и несчастных случаев. Дополнительные указания по программам мониторинга соблюдения норм охраны и гигиены труда содержатся в **Общем руководстве по ОСЗТ**.

⁴¹ К таким уполномоченным специалистам могут относиться сертифицированные специалисты по промышленной гигиене, дипломированные специалисты по гигиене труда, сертифицированные специалисты по охране труда или специалисты аналогичной квалификации.

3.0 Справочная литература и ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ источники информации

American Society for Testing and Materials (ASTM) E 1686-02, Standard Guide for Selection of Environmental Noise Measurements and Criteria, January 2003.

ANZECC (Australian and New Zealand Environment and Conservation Council). 1992. National water quality management strategy: Australian water quality guidelines for fresh and marine waters. ISBN 0-642-18297-3. Australian and New Zealand Environment and Conservation Council. Canberra Act 2600. New Zealand.

Commission of European Communities (CEC). 1988. European community environmental legislation: 1967-1987. Document Number XI/989/87. Directorate-General for Environment, Consumer Protection and Nuclear Safety. Brussels, Belgium. 229 pp.

Euromot. 2006. World Bank – International Finance Corporation General Environmental, Health and Safety Guidelines. Position Paper. November 2006.

European Commission (EC), 2001. Integrated Pollution Prevention and Control (IPCC) Reference Document on the Application of Best Available Techniques to Industrial Cooling Systems, December 2001

European Commission (EC). 2006. Integrated Pollution Prevention and Control Reference Document on Best Available Techniques (BREF) for Large Combustion Plants. July 2006.

G. G. Oliver and L. E. Fidler, Aspen Applied Sciences Ltd., Towards a Water Quality Guideline for Temperature in the Province of British Columbia, March 2001.

International Energy Agency. 2007. Fossil Fuel-Fired power Generation. Case Studies of Recently Constructed Coal- and Gas-Fired Power Plants.

International Organization for Standardization, ISO/DIS 1996-2.2, Acoustics – Description, assessment and measurement of environmental noise – Part 2: Determination of environmental noise levels.

Jamaica. 2006. The Natural Resources Conservation Authority Act. The Natural Resources Conservation Authority (Air Quality) Regulations, 2006.

NRC. 2002. Coal Waste Impoundments: Risks, Responses, and Alternatives. Committee on Coal Waste Impoundments, Committee on Earth Resources, Board on Earth Sciences and Resources, National Research Council. ISBN: 0-309-08251-X.

Official Journal of the European Communities. 2001. Directive 2001/80/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2001 on limitation of emissions of certain pollutants into the air from large combustion plants.

People's Republic of China. 2003. National Standards of the People's Republic of China. GB 13223-2003. Emission Standard of Air Pollutants for Thermal Power Plants. December 23, 2003.

Republic of the Philippines. 1999. DENR Administrative Order No. 2000-81. RA 8749: The Philippine Clean Air Act of 1999 and its Implementing Rules and Regulations. December 2001.

Schimmoller, Brian K. 2004. "Section 316(b) Regulations: The Yin and Yang of Fish Survival and Power Plant Operation" Power Engineering/July 2004 p. 28.

Tavoulares, E. Stratos, and Jean-Pierre Charpentier. 1995. Clean Coal Technologies for Developing Countries. World Bank Technical Paper 286, Energy Series. Washington, D.C.

The Gazette of India. 2002. Ministry of Environment and Forest Notification, New Delhi, the 9th of July, 2002. Emission Standards for Diesel Engines (Engine Rating More Than 0.8 MW (800kW) for Power Plant, Generator Set Applications and Other Requirements.

The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. (IEEE), IEEE Guide for Power-Station Noise Control, IEEE Std. 640-1985, 1985

UNPEDE/EURELECTRIC. 1997. Wastewater effluents Technology, Thermal Generation Study Committee. 20.04 THERCHIM 20.05 THERRES. April 1997.

UNPEDE. 1998. Wastewater and water residue management – Regulations. Thermal Generation Study Committee. 20.05 THERRES. February 1998

U.S. Department of Energy (DOE)/National Energy Technology Laboratory (NETL), 2007. Cost and Performance Baseline for Fossil Energy Plants

U.S. Environmental Protection Agency (EPA). 1994. Water Quality Standards Handbook: Second Edition (EPA-823-B94-005a) August 1994.

U.S. Environmental Protection Agency (EPA). 1988d. State water quality standards summary: District of Columbia. EPA 440/5-88-041. Criteria and Standards Division (WH-585). Office of Water Regulations and Standards. Washington, District of Columbia. 7 pp.

U.S. Environmental Protection Agency (EPA). 1997. EPA Office of Compliance Sector Notebook Project Profile of the Fossil Fuel Electric Power Generation Industry. EPA/310-R-97-007. September 1997.

U.S. Environmental Protection Agency (EPA). 2001. Federal Register/Vol. 66, No. 243, National Pollutant Discharge Elimination System: Regulations Addressing Cooling Water Intake Structures for New Facilities, December 18, 2001 pp. 65256 – 65345.

U.S. Environmental Protection Agency (EPA), 2005. Control of Mercury Emissions from Coal Fired Electric Utility Boilers: An Update. Air Pollution Prevention and Control Division National Risk Management Research Laboratory Office of Research and Development.

U.S. Environmental Protection Agency (EPA), 2006. Federal Register/Vol. 71, No. 129, Standards of Performance for Stationary Combustion Turbines; Final Rule, July 6, 2006 pp. 38482-38506.

U.S. Environmental Protection Agency (EPA), 2006. Federal Register/Vol. 71, No. 132, Standards of Performance for Stationary Compression Ignition Internal Combustion Engines; Final Rule, July 11, 2006 pp. 39154-39184.

U.S. Environmental Protection Agency (EPA). 2006. Final Report. Environmental Footprints and Costs of Coal-Based Integrated Gasification Combined Cycle and Pulverized Coal technologies. July 2006.

U.S. Environmental Protection Agency (EPA). 2007. Federal Register/Vol. 72, No. 113, Amendments to New Source Performance Standards (NSPS) for Electric Utility Steam Generating Units and Industrial-commercial-institutional Steam Generating Units; Final Rule, June 13, 2007 pp. 32710-32768

U.S. Environmental Protection Agency (EPA), 2008. Federal Register/Vol. 73, No. 13, Standards of Performance for Stationary Spark Ignition Internal Combustion Engines and National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants for Reciprocating Internal Combustion Engines; Final Rule. pp3568-3614

West Virginia Water Research Institute. 2005. Guidance Document for Coal Waste Impoundment Facilities & Coal Waste Impoundment Inspection Form. Morgantown, WV. December 2005.

WHO (World Health Organization). 2006. Air Quality Guidelines Global Update 2005, Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulphur dioxide.

World Health Organization Regional Office for Europe Copenhagen. 2000. Air quality guidelines for Europe, 2nd edition, 2000.

World Bank Group. Pollution Prevention and Abatement Handbook 1998.

World Bank April 2006. Clean Energy and Development: Towards an Investment Framework.

World Bank Group. Sep 2006. Technical and Economic Assessment of Off-Grid, Mini-Grid and Grid Electrification Technologies Summary Report.

Приложение А. Общее описание видов деятельности, относящихся к данной отрасли

Теплоэлектростанции сжигают минеральное топливо или биомассу для выработки электроэнергии и тепла.

Механическая энергия производится тепловым двигателем, который преобразует тепловую энергию от сгорания минерального топлива в энергию вращения. Генератор преобразует полученную механическую энергию в электроэнергию за счет относительного перемещения магнитного поля и проводника. На рис. А-1 приведена обобщенная технологическая схема теплоэлектростанции на основе бойлера и выполняемых ею операций.

Согласно второму закону термодинамики, не вся тепловая энергия может быть преобразована в механическую энергию. Поэтому теплоэлектростанции также вырабатывают низкотемпературное тепло. Если для этого тепла не находится применения, оно выбрасывается в атмосферу. Если отработанное тепло находит полезное применение (например, для промышленных технологических процессов или для центрального отопления), то такая станция называется теплоэлектроцентраль, или ТЭЦ.

Типы теплоэлектростанций

Теплоэлектростанции можно подразделить по типу сжигания или газификации на бойлеры, двигатели внутреннего сгорания и турбины внутреннего сгорания. Кроме того, системы с комбинированным циклом и системы совместного производства тепла и электроэнергии повышают свою эффективность за счет использования тепла, теряемого в обычных системах сжигания. Тип системы выбирается исходя из нагрузок, наличия топлива и энергетических требований, предъявляемых к установке для производства электроэнергии. Другие вспомогательные процессы, включая обработку угля и борьбу с загрязнением, также необходимо

осуществлять для обеспечения производства электроэнергии. В последующих подразделах описана каждая система, а также рассматриваются вспомогательные процессы на объекте (USEPA 1997).

Бойлеры (паровые турбины)

На обычных паротурбинных теплоэлектростанциях электроэнергия вырабатывается с помощью ряда последовательных стадий преобразования энергии: в бойлерах сгорает топливо для преобразования воды в пар высокого давления, который затем используется для привода паровой турбины и производства электроэнергии. Тепло для системы обычно получают от сжигания угля, природного газа, нефти или биомассы, а также других типов отходов или регенерированного топлива. Высокотемпературный пар высокого давления получают в котле и затем подают на паровую турбину. С другого конца паровой турбины установлен конденсатор, в котором поддерживаются низкая температура и давление. Пар, проходящий от котла высокого давления до конденсатора низкого давления, приводит в действие лопатки турбины, которая приводит в действие электрогенератор.

Выходящий из турбины пар низкого давления попадает в кожух конденсатора и конденсируется на конденсатных трубках, для которых поддерживается низкая температура за счет потока охлаждающей воды. При охлаждении пара до конденсата конденсат подается по системе водопитания обратно в бойлер, где его используют повторно. Необходимо поддерживать постоянный поток низкотемпературной охлаждающей воды в конденсаторных трубках для сохранения нужного давления в кожухе конденсатора (со стороны пара) и обеспечения

эффективного производства электроэнергии. В процессе конденсации охлаждающая вода нагревается. Если используется открытая или прямоточная система охлаждения, то нагретая вода сбрасывается обратно в водоем забора воды⁴². В замкнутой системе теплая вода охлаждается за счет рециркуляции через градирни, озера или пруды, в которых тепло выделяется в атмосферу за счет испарения или сухой теплопередачи. При использовании системы охлаждения с рециркуляцией требуются относительно небольшие количества добавляемой воды, чтобы скомпенсировать потери на испарение и продувку градирни, которую необходимо периодически сливать для предотвращения накопления твердых веществ. В системе рециркуляции используется приблизительно в двадцать раз меньше воды, чем в прямоточной системе.

Паровые турбины обычно имеют тепловой КПД около 35%, что означает, что 35% тепла сгорания преобразуются в электроэнергию. Остальные 65% тепла либо выходят через дымовую трубу (обычно 10%), либо сбрасываются вместе с охлаждающей водой конденсатора (обычно 55%).

Чаще всего в качестве топлива на тепловых электростанциях используют уголь и лигнит, но используют и тяжелое нефтяное топливо. Системы парогенерации на угле предназначены для использования распыленного или измельченного угля. Используются несколько типов парогенераторов на угле, и их обычно классифицируют в зависимости от характеристик подаваемого к горелкам угля и режима сжигания угля. В камерах для сгорания жидкого топлива в слое топливо нагнетается газом в состоянии плавучести. Газовая подушка между твердыми веществами позволяет частицам свободно двигаться, и они текут как

жидкость. С помощью использования такой технологии снижаются выбросы в атмосферу SO_2 и NO_x за счет возможности эффективного использования такого сорбента для SO_2 , как известняк. Кроме того, за счет низких рабочих температур образуется меньше газообразных NO_x , чем при использовании традиционной технологии.

Обычно природный газ и жидкое топливо подаются на тепловую электростанцию по трубопроводам. Уголь и биомасса могут подвозиться по железной дороге, баржами или грузовыми автомобилями. В некоторых случаях уголь смешивают с водой для получения шлама, который можно перекачивать на тепловую электростанцию по трубопроводу. При поступлении угля на станцию его разгружают на склад или непосредственно в углеподатчик либо бункер. При транспортировке угля в теплый сезон и в сухом климате может потребоваться подавление пыли.

Уголь можно очищать и готовить перед его распылением или измельчением. Примеси в угле, такие как зола, металлы, кремнезем и сера, могут приводить к зарастанию поверхности бойлера и образованию шлака. Для снижения содержания в угле серы для приведения выброса в атмосферу диоксида серы (SO_2) в соответствие с нормами и одновременного уменьшения зольности и содержания тяжелых металлов можно применять очистку угля. Процесс очистки угля дорог, но затраты могут быть, по крайней мере, частично скомпенсированы повышением эффективности топлива, снижением потребностей в контроле за выбросами в атмосферу и уменьшением затрат на утилизацию отходов. Обычно очистку угля проводят на шахте с помощью методов гравитационного обогащения, флотации или осушки.

Уголь подается из бункера или силоса для измельчения, размола и дальнейшей сушки перед его сжиганием в горелке или камере сгорания. Для размола угля и

⁴² При использовании для охлаждения грунтовых вод охлаждающую воду обычно сбрасывают в поверхностный водоем.

подготовки его к сжиганию можно использовать множество механизмов. Для размола и сушки угля используют pulverизаторы, циклоны и углезагрузчики. Увеличение площади поверхности частиц и уменьшение содержания в них влаги значительно повышают теплотворность угля. После приготовления уголь подается по территории станции в систему сжигания. Зола и/или шлак улавливается устройствами в дне бойлеров.

Поршневые двигатели

Двигатели внутреннего сгорания преобразуют химическую энергию топлива (обычно дизельного топлива или топочного мазута) в механическую энергию по принципу, подобному двигателю автомобиля, и механическая энергия используется для вращения генератора. Обычно используются двигатели двух типов: среднеоборотный, четырехтактный тронковый двигатель и низкооборотный, двухтактный крейцкопфный двигатель. Оба типа двигателей работают по стандартному воздушному термодинамическому циклу для дизельного двигателя. Воздух засасывается или нагнетается в цилиндр и сжимается поршнем. Топливо впрыскивается в цилиндр и воспламеняется под действием высокой температуры от сжатия воздуха. Горючая смесь воздуха с топливом расширяется и толкает поршень. Затем продукты сгорания удаляются из цилиндра, и цикл завершается.

На выхлопные газы двигателя влияют характеристики нагрузки пускового движителя; внешние условия, такие как влажность и температура воздуха, качество нефтяного топлива, включая содержание серы, содержание азота, вязкость, воспламеняемость, плотность и зольность, а также условия на площадке и вспомогательное оборудование пускового движителя, в том числе характеристики охлаждения и противодавление выхлопных газов. К параметрам двигателя, влияющим на выбросы в

атмосферу NO_x , относятся синхронизация впрыска топлива, его продолжительность и степень распыления, состояние воздуха для сжигания, на которое влияет синхронизация клапанов, система забора воздуха и охлаждение поступающего воздуха перед подачей в цилиндр, а также процесс сжигания, на который влияет смешивание топлива с воздухом, конструкция камеры сгорания и коэффициент сжатия⁴³. Выбросы в атмосферу твердых частиц зависят от общего состояния двигателя, особенно системы впрыска топлива и ее технического обслуживания в дополнение к содержанию золы в топливе, которое бывает в пределах 0,05–0,2%. Выбросы в атмосферу SO_x непосредственно зависят от содержания серы в топливе. Нефтяное топливо может содержать всего 0,3% серы, а в некоторых случаях ее содержание доходит до 5%.

Дизельные двигатели пригодны для различных видов топлива и могут работать на дизельном топливе, котельном топливе, природном газе, сырой нефти, биологическом топливе (например, пальмовом масле и т. п.) и эмульгированных топливах (таких как водно-битумная эмульсия и т. п.).

Обычно электрический КПД в простом режиме меняется в пределах от 40% для среднеоборотных двигателей до примерно 50% для крупных двигателей и даже до более высокого КПД в режиме комбинированного цикла. Общая эффективность ТЭЦ (теплоэлектроцентрали) обычно при использовании жидкого топлива составляет до 60–80% и при использовании газового топлива бывает еще выше в зависимости от применения. Отношение тепла к мощности

⁴³ При опережении впрыска топлива повышается давление в цилиндре, что приводит к образованию большего количества оксидов азота. При запаздывании впрыска повышаются расход топлива и обороты турбоагрегата. Выбросы в атмосферу NO_x можно снизить с помощью запаздывания впрыска, но при этом увеличивается количество частиц и продуктов неполного сгорания.

обычно составляет от 0,5 до 1,3 для ТЭЦ в зависимости от применения.

Газовые двигатели для обедненной смеси

Типовой электрический КПД для крупных стационарных среднеоборотных двигателей в простом режиме составляет 40–47%, в режиме комбинированного цикла близок к 50%. Общий КПД объектов ТЭЦ обычно доходит до 90% в зависимости от применения. Отношение тепла к мощности обычно составляет от 0,5 до 1,3 для ТЭЦ в зависимости от применения.

Искровое зажигание (SG)

Часто карбюраторные двигатели с искровым зажиганием работают на обедненной топливной смеси, то есть с использованием обедненной смеси воздуха для сжигания и топлива в цилиндре (например, когда воздуха намного больше, чем это требуется для сжигания). Для стабилизации воспламенения и сгорания обедненной смеси в крупных двигателях используют форкамеру с более богатой смесью воздуха и топлива.

Воспламенение обеспечивается свечой зажигания или каким-либо другим устройством, находящимся в форкамере, что дает мощную вспышку для воспламенения главной дозы топлива в цилиндре. Наиболее важным параметром, определяющим скорость образования NOx в двигателях внутреннего сгорания, служит температура горения: чем выше температура, тем выше содержание NOx в выхлопных газах. Один из способов состоит в понижении отношения топлива к воздуху, а затем то же количество удельного тепла, выделяющегося при сгорании топлива, используют для подогрева большей массы выхлопных газов, что приводит к снижению максимальной температуры горения. Этот метод использования низкого отношения топлива к воздуху называют сжиганием

обедненной смеси, и он эффективно снижает образование NOx. Таким образом, работающий на обедненной смеси двигатель с искровым зажиганием обеспечивает низкие выбросы NOx в атмосферу. Это характерно для чисто газового двигателя, который работает только на газообразном топливе.

Двухтопливные двигатели (DF)

Некоторые типы двухтопливных двигателей могут работать на разнообразном топливе, используя природный газ низкого давления или жидкое топливо, такое как дизельное (в качестве резервного топлива и т. п.), топочный мазут и т.д. Двигатели этого типа могут работать на полную нагрузку в обоих топливных режимах. Двухтопливные (DF) двигатели могут также предназначаться для работы только на газе с запальным жидким топливом для воспламенения газа.

Турбины внутреннего сгорания

Системы газовых турбин работают аналогично системам паровых турбин с тем отличием, что вместо пара для вращения лопаток турбины используются газы сгорания. В дополнение к электрогенератору турбина также приводит в действие вращающийся компрессор для сжатия воздуха, который затем смешивают с газообразным или жидким топливом в камере сгорания. Чем выше степень сжатия, тем выше температура и достигаемая эффективность работы газовой турбины. Однако повышение температуры обычно приводит к увеличению выбросов в атмосферу NOx. Выхлопные газы турбины выбрасываются в атмосферу. В отличие от системы с паровой турбиной системы газовых турбин не имеют бойлеров или источников подачи пара, конденсаторов или системы утилизации отработанного тепла. Поэтому капитальные затраты оказываются существенно ниже, чем в случае паровой системы.

Для производства электроэнергии газовые турбины часто используются для обеспечения пиковой нагрузки, когда требуется быстрый пуск и кратковременная работа. Большинство установленных простых газовых турбин без устройств регулирования обладает КПД в пределах всего 20–30%.

Комбинированный цикл

В производстве электроэнергии по комбинированному циклу используют конфигурацию с применением одновременно газовых турбин и парогенераторов. В газовой турбине комбинированного цикла (CCGT) горячие выхлопные газы от газовой турбины используют для получения всего или части количества тепла для нагрева бойлера, который производит пар для парогенераторной турбины. Такое сочетание повышает тепловой КПД приблизительно до 50–60%. Системы с комбинированным циклом имеют несколько газовых турбин, приводящих в действие одну паровую турбину. Кроме того, иногда используют системы с комбинированным циклом в сочетании с дизельными двигателями и парогенераторами.

Помимо этого, появляются установки с комплексной технологией комбинированного цикла, совмещенного с газификацией угля (IGCC). В системах IGCC получают угольный газ и очищают его под давлением в "газификаторе", что позволяет сократить выбросы в атмосферу и количество твердых частиц в отработанных газах⁴⁴. Затем угольный газ сжигают в системе генерации CCGT.

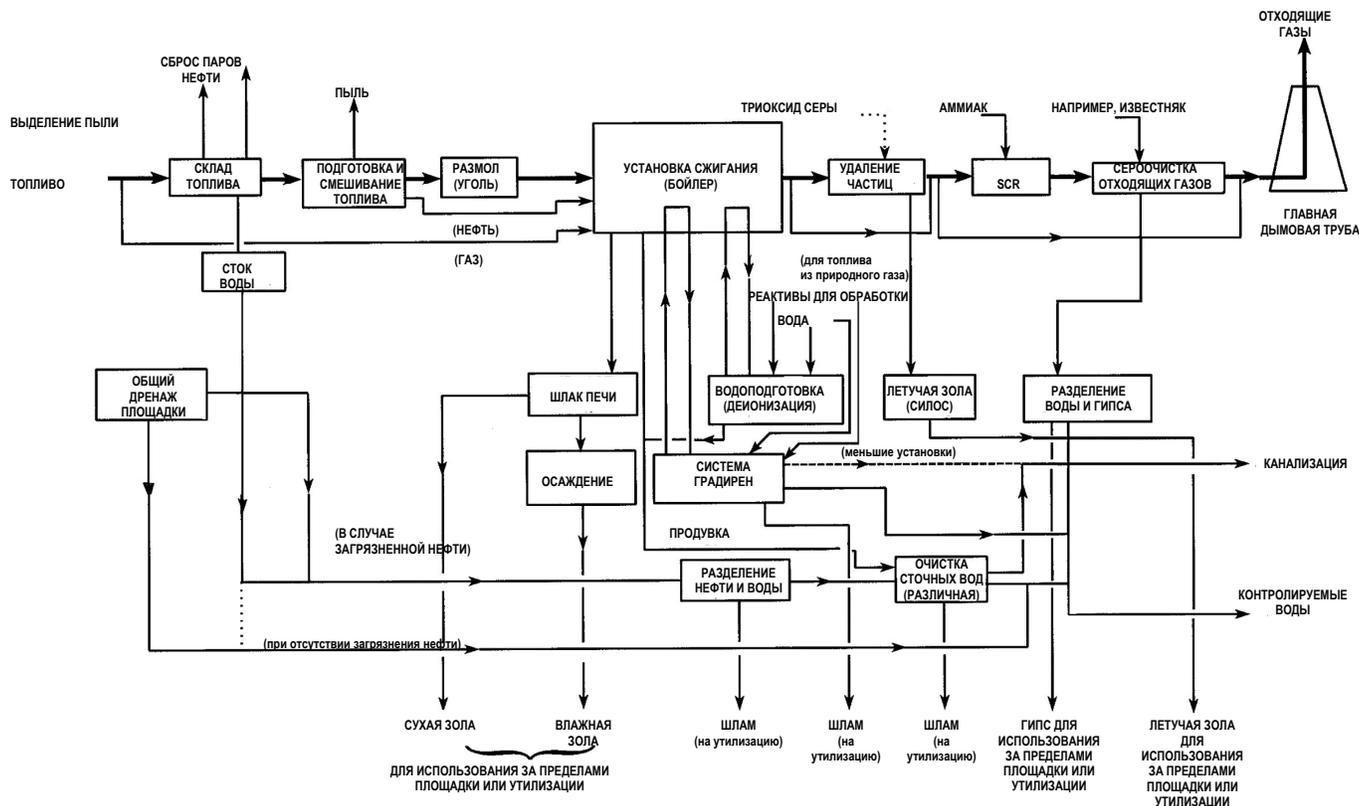
Одновременное производство тепла и электричества

Одновременное производство тепла и электричества представляет собой совмещение систем, предназначенных

для производства электроэнергии и систем, используемых для производства промышленного тепла и пара и/или для центрального отопления. Эта система предоставляет способ более эффективного использования подаваемой энергии и позволяет получать тепловую энергию для использования в промышленном процессе, которая в противном случае представляла бы собой отходы производства. Технологии одновременного производства подразделяются на системы с "циклом надстройки" и системы с "выработкой дополнительной электроэнергии из отходящего тепла" в зависимости от того, какая энергия отводится первой – электрическая (цикл надстройки) или тепловая (выработка дополнительной электроэнергии из отходящего тепла). В большинстве систем совместного производства используют цикл надстройки.

⁴⁴ Газификация представляет собой процесс, при котором уголь помещают в восстановительную атмосферу с кислородом или воздухом и паром.

Рисунок А-1
Обобщенная технологическая схема теплотэлектростанции⁴⁵ и сопутствующих операций



Источник: ЕС 2006

⁴⁵ Применимо только к станциям с бойлером и градирней. Схема не годится для двигателей и турбин, для которых используют совершенно другую конфигурацию.

Приложение В. Руководство по экологической оценке проектов теплоэлектростанций

При проведении экологической экспертизы (ЭО) для проекта теплоэлектростанции следует учитывать политику или стратегию правительства в области энергетики и/или защиты окружающей среды, включая такие стратегические аспекты, как повышение энергоэффективности существующих систем производства, передачи и распределения электроэнергии, управление электропотреблением со стороны потребителя, местоположение проекта, выбор топлива и технологии, а также экологические характеристики.

Новые объекты и расширение действующих объектов

ЭО новых объектов и совмещенную с экологическим аудитом ЭО действующих объектов следует проводить в начале проектного цикла, чтобы установить нормативы выбросов для конкретной площадки и определить другие меры в отношении новых и расширяющихся теплоэлектростанций. В табл. В-1 приведены предлагаемые ключевые элементы ЭО, масштаб которой будет зависеть от конкретных условий проекта.

Таблица В-1. Предлагаемые ключевые элементы ОСЗТ для ЭО новых теплоэлектростанций	
Анализ вариантов	<ul style="list-style-type: none"> • Выбор топлива, включая неископаемое топливо (уголь, нефть, газ, биомасса, другие возобновляемые источники энергии – ветровые, солнечные, геотермальные, гидроресурсы), источники снабжения топливом • Технология производства электроэнергии <ul style="list-style-type: none"> ○ Тепловой КПД генерации (общий по ВТС, общий по НТС, полезный по ВТС, полезный по НТС) ○ Стоимость ○ Характеристики выбросов CO₂ (г CO₂/кВтч) • Снижение выбросов парниковых газов/ варианты компенсации

	<ul style="list-style-type: none"> ○ КПД преобразования энергии ○ Организация компенсации ○ Использование возобновляемых источников энергии и т. п. • Исходное качество воды в водоприемниках • Водоснабжение <ul style="list-style-type: none"> ○ Поверхностные воды, грунтовые воды, обессоливание • Система охлаждения <ul style="list-style-type: none"> ○ Прямоточная, влажная с замкнутым циклом, сухая с замкнутым циклом • Система утилизации золы – влажная или сухая утилизация • Контроль загрязнения <ul style="list-style-type: none"> ○ Выбросы в атмосферу – первичная очистка дымовых газов в сравнении с вторичной очисткой (стоимость, характеристики) ○ Стоки (стоимость, характеристики) • Сброс стоков <ul style="list-style-type: none"> ○ Поверхностные воды ○ Выпаривание ○ Рециркуляция – нулевой сброс • Местоположение <ul style="list-style-type: none"> ○ Учет землеотвода ○ Доступ к топливу/электросети ○ Существующее и будущее зонирование землепользования ○ Существующие и прогнозируемые фоновые экологические показатели (воздух, вода, шум)
Оценка воздействия	<ul style="list-style-type: none"> • Оценка выбросов в атмосферу парниковых газов (т CO₂/год, г CO₂/кВтч) • Воздействие на качество воздуха <ul style="list-style-type: none"> ○ SO₂, NO₂, PM₁₀, PM_{2.5}, тяжелые металлы (если необходимо), кислотные осадения (если применимо) ○ Возрастающее воздействие на достижение соответствующих стандартов качества воздуха ○ Линии равной концентрации (краткосрочной, среднегодовой (если

	<p>применимо)) с наложением данных землепользования и топографической карты</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Суммарное воздействие существующих источников и будущих объектов (если они известны) ○ Определение высоты дымовой трубы ○ Учет воздействия на здоровье населения <ul style="list-style-type: none"> ● Качество воды/воздействие забора <ul style="list-style-type: none"> ○ Горячий сброс при использовании прямоточной системы охлаждения ○ Другие основные загрязнители (по необходимости) ○ Воздействие водозабора ● Воздействие шума <ul style="list-style-type: none"> ○ Контурные линии шума с наложением данных землепользования и местонахождения объектов воздействия ● Определение мер предотвращения и снижения уровня загрязнения
Меры по смягчению последствий и программа обеспечения	<ul style="list-style-type: none"> ● Воздух (высота дымовой трубы, меры контроля загрязнения, стоимость) ● Стоки (меры по очистке сточных вод, стоимость) ● Шум (меры подавления шума, стоимость) ● Утилизация и сброс отходов (например, золы, побочных продуктов FGD, отработанного масла) <ul style="list-style-type: none"> ○ План утилизации золы (количественный баланс производства золы, удаление, утилизация, размеры отвала для золы, организация транспортировки золы) ● Организация снабжения топливом ● Готовность к чрезвычайным ситуациям и план ликвидации последствий ● Оценка производственного риска (если применимо)
Программа мониторинга	<ul style="list-style-type: none"> ● Параметры ● Частота отбора образцов ● Критерии оценки ● Точки отбора образцов с наложением расположения соответствующей площадки/карты окружающих участков ● Стоимость

Задачи, связанные с проведением анализа воздействия на качество для ЭО, включают следующее:

- сбор исходных данных, начиная с относительно простых качественных сведений (для небольших проектов) и кончая более подробными количественными данными (для крупных проектов) о параметрах концентрации в окружающей среде и времени усреднения, согласно соответствующим стандартам качества воздуха в стране осуществления проекта (например, такие параметры, как PM₁₀, PM_{2.5}, SO₂ (для электростанций, работающих на нефти и угле), NO_x и концентрация озона на уровне земли и время усреднения, например, максимум за 1 час, максимум за 24 часа, среднегодовое значение) в заданном воздушном бассейне, охватывающем рассматриваемый проект⁴⁶;
- оценка исходного качества воздушного бассейна (например, нарушенный или ненарушенный);
- оценка исходного качества воды, если применимо;
- использование надлежащих математических или физических моделей распределения качества воздуха для оценки воздействия проекта на концентрацию в окружающей среде указанных загрязняющих веществ;
- если кислотные осадки рассматриваются как потенциальное значительное воздействие, использование соответствующих моделей распределения качества воздуха в целях оценки долгосрочных и трансграничных кислотных осадков;

⁴⁶ Термин "воздушный бассейн" относится к ограниченной зоне вокруг электростанции, на качество окружающего воздуха в которой непосредственно влияют выбросы с электростанции. Размер соответствующего воздушного бассейна зависит от характеристик электростанции, таких как высота дымовой трубы, а также от местных метеорологических условий и топографии. В некоторых случаях воздушный бассейн определен в законодательстве или соответствующей администрацией по защите окружающей среды. В противном случае в ЭО должен быть четко определен воздушный бассейн на основе консультаций с местными организациями, ответственными за природопользование.

- объем сбора исходных данных и оценка воздействия на качество воздуха зависят от условий проекта (например, масштаб проекта, объема выбросов в атмосферу и потенциального воздействия на воздушный бассейн). Примеры предлагаемого практического осуществления приведены в табл. В-2.

Таблица В-2. Предлагаемая методика оценки воздействия на качество воздуха	
Сбор исходных данных по качеству воздуха	<ul style="list-style-type: none"> • Качественные данные (для малых проектов, например, < 100 МВтч) • Сезонный ручной отбор образцов (для средних проектов, например, < 1 200 МВтч) • Непрерывный автоматический отбор образцов (для крупных проектов, например, ≥ 1 200 МВтч) • Моделирование существующих источников
Сбор исходных метеорологических данных	<ul style="list-style-type: none"> • Непрерывный сбор в течение одного года данных для модели рассеивания с помощью близлежащей метеорологической станции (например, метеорологической станции аэропорта) или специальной станции на площадке, если таковая установлена, для проектов среднего и большого размера
Оценка качества воздушного бассейна	<ul style="list-style-type: none"> • Определение наличия нарушения (стандарты качества для окружающего воздуха не выполняются) или отсутствия нарушения (стандарты качества для окружающего воздуха выполняются)
Оценка воздействия на качество воздуха	<ul style="list-style-type: none"> • Оценка возрастающего и результирующего уровней с помощью скрининга моделей (для небольших проектов) • Оценка возрастающего и результирующего уровней с помощью уточненных

	<p>моделей (для средних и больших проектов или для небольших проектов, если это окажется необходимым после использования скрининга моделей)⁴⁷</p> <ul style="list-style-type: none"> • При необходимости изменение уровней выбросов в атмосферу в целях обеспечения небольшого возрастающего воздействия (например, 25% от уровня соответствующего стандарта для качества воздуха) и предотвращения нарушения воздушного бассейна
--	---

Если существует разумная вероятность расширения электростанции или существенного усиления других источников загрязнения в среднесрочной или долгосрочной перспективе, при проведении анализа следует учитывать воздействие предлагаемой конструкции электростанции как во время, так и после официально планируемого повышения ее мощности либо усиления других источников загрязнения. Конструкция электростанции должна предусматривать установку в будущем дополнительного оборудования для контроля загрязнения, если это будет желательно или необходимо с учетом прогнозируемого воздействия на качество воздуха и/или ожидаемых изменений в стандартах выбросов в атмосферу (например, ввиду предстоящего вступления в Европейский союз). В рамках ЭО также должны быть учтены другие вызывающие беспокойство экологические проблемы, связанные с конкретным проектом, такие как вид топлива и выбросы в атмосферу за счет примесей к топливу. Если примеси к топливу приводят к выбросу в атмосферу известных вредных веществ, то в ЭО следует подсчитать

⁴⁷ Дополнительные указания в отношении уточненных/скрининг моделей см. Appendix W to Part 51 – Guidelines on Air Quality Models by US EPA (Final Rule, November 9, 2005).

объем выбросов, определить воздействие и предложить меры сокращения выбросов в атмосферу⁴⁸. Примерами соединений, которые могут присутствовать в определенных видах углей, топочном мазуте, нефтяном коксе и т. п., служат кадмий, ртуть и другие тяжелые металлы.

Реконструкция действующих объектов

Экологическая оценка для предлагаемой реконструкции должна проводиться на ранних стадиях процесса подготовки проекта, с тем чтобы иметь возможность для проведения оценки других вариантов реконструкции до окончательного принятия основных проектных решений. Оценка должна включать экологический аудит, в рамках которого изучается воздействие работы действующей электростанции на соседнее население и экосистемы и который дополняется экологической экспертизой, в рамках которой изучаются изменения этого воздействия, возникающие при различных технических условиях реконструкции, а также анализ капитальных и эксплуатационных расходов по каждому из вариантов. В зависимости от масштаба и характера реконструкции аудит и экологическая экспертиза могут иметь сравнительно узкий охват и уделять особое внимание лишь небольшому числу конкретных аспектов, на которые будет воздействовать проект, или же они могут быть достаточно широкими в плане охвата, как если бы на той же площадке строился новый блок. Обычно они должны охватывать следующие моменты:

- качество окружающей среды в воздушном или водном бассейне, на который воздействует электростанция, вместе с приблизительной оценкой вклада электростанции в общий объем выбросов в атмосферу основных загрязняющих веществ, присутствие которых вызывает беспокойство;
- воздействие электростанции в рамках существующих условий эксплуатации и разных вариантов реконструкции на качество окружающего воздуха и воды, влияющее на соседнее население и уязвимые экосистемы;
- вероятные затраты на соблюдение альтернативных стандартов выбросов в атмосферу или других экологических целевых показателей для электростанции в целом или для конкретных аспектов ее эксплуатации;
- рекомендации в отношении комплекса экономически эффективных мер по улучшению экологических показателей электростанции в рамках проекта реконструкции, а также любые связанные с этим стандарты выбросов в атмосферу или иные требования, возникающие при принятии конкретных мер.

Данные вопросы должны быть рассмотрены на достаточно подробном уровне, соответствующем характеру и масштабам предлагаемого проекта. Если электростанция находится в воздушном или водном бассейне, который загрязнен выбросами из ряда источников, включая саму электростанцию, то необходимо провести сопоставление относительных затрат на улучшение качества окружающего воздуха или воды посредством сокращения выбросов как с электростанции, так и из других источников.

⁴⁸ В ряде штатов США приняты нормы, которые предоставляют работающим на угле электростанциям выбор между соблюдением стандарта для выброса ртути, который зависит от количества произведенной электроэнергии, и стандарта, основанного на контроле выбросов. Например, в Иллинойсе требуют, чтобы все работающие на угле электростанции мощностью 25 МВт и более соблюдали стандарт выбросов в атмосферу в 0,0080 фунтов ртути на ГВтч общей электрической мощности либо требование контроля выбросов в 90% относительно подаваемой ртути.

