

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ ТЕПЛОЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ: НАИЛУЧШИЕ ДОСТУПНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И НОРМЫ ОБЩЕГО ДЕЙСТВИЯ

© 2021 г. П. В. Росляков^{a, *}, Е. В. Черкасский^b, Т. В. Гусева^c, И. О. Тихонова^d, М. Lundholm^e

^aНациональный исследовательский университет “Московский энергетический институт”,
Красноказарменная ул., д. 14, Москва, 111250 Россия

^bПАО “Юнипро”, Пресненская наб., д. 10, блок В, Москва, 123112 Россия

^cНИИ “Центр экологической промышленной политики”, Стремянный пер., д. 38, Москва, 115054 Россия

^dРоссийский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Миусская пл., д. 9, Москва, 125047 Россия

^eFröberg & Lundholm Advokatbyrå, Kungsgatan, 44, Stockholm, 111 35 Sweden

*e-mail: RoslyakovPV@mpei.ru

Поступила в редакцию 29.03.2021 г.

После доработки 31.03.2021 г.

Принята к публикации 21.04.2021 г.

Система технологического нормирования негативного воздействия на окружающую среду (НВОС) формируется на основе принципов наилучших доступных технологий (НДТ), разработанных ведущими зарубежными и российскими научными школами. Нормирование на основе НДТ предполагает определение приоритетов при внедрении новых ресурсоэффективных технологических и технических решений в теплоэнергетике, сосредоточение внимания на первоочередных источниках и факторах НВОС. Для решения задачи оптимизации системы нормирования следует разработать новые нормативные документы, федеральные нормы и правила, возможность применения которых предусмотрена российским законодательством. Показано, что такими нормативными документами могут стать стандартные правила или нормы общего действия для второстепенных источников, расположенных в границах промплощадок теплоэлектростанций. Проведен анализ вклада второстепенных источников в общий поток выбросов загрязняющих веществ. Показано, что нормы общего действия (НОД), построенные по принципу обязательных для выполнения процедур систем менеджмента с четкими количественными показателями, могут заменить десятки различных расчетных методик, применяемых для описания выбросов вредных веществ из мелких источников/мелкими источниками, вклад которых не превышает 1–2%. При разработке НОД целесообразно учитывать международный опыт, а также опыт подготовки национального стандарта 113.38.01-2019 “Наилучшие доступные технологии. Малые котельные. Стандартные правила”. Оптимизация системы технологического нормирования потребует междисциплинарного подхода и участия специалистов в области теплоэнергетики, промышленной экологии и химии окружающей среды.

Ключевые слова: тепловые электростанции, окружающая среда, загрязняющие вещества, технологическое нормирование, наилучшие доступные технологии, нормы общего действия, информационно-технические справочники

DOI: 10.1134/S0040363621100052

С начала 2000-х годов переход к наилучшим доступным технологиям и технологическое нормирование негативного воздействия на окружающую среду задумывались и планировались в РФ как меры промышленной и экологической политики, направленные на отказ от использования устаревших и неэффективных технологий и повышение экологической и ресурсной эффективности ключевых отраслей экономики [1, 2]. В число 39 областей применения НДТ вошли тепловые электростанции (ТЭС) [3]. Более того, 44 крупные пылеугольные и газовые ТЭС перво-

начально были включены в перечень 300 объектов НВОС, вклад которых в суммарные выбросы и сбросы загрязняющих веществ в России составляет не менее 60% [4].

При разработке проектов нормативных правовых актов и информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям (ИТС НДТ) предполагалось, что первоочередное внимание промышленных предприятий и надзорных органов должно уделяться модернизации основных технологических процессов и контролю приоритетных факторов НВОС [5, 6]. С этой

целью во всех отраслевых ИТС НДТ были определены перечни маркерных загрязняющих веществ (ЗВ), т.е. веществ, которые можно считать наиболее представительными, характерными для состава эмиссий, исходя из используемых технологий, сырья, реагентов и пр. Таким образом, маркерные вещества характеризуют экологическую и ресурсную эффективность применяемых технологий и особенности производственных процессов [7]. В нормативных документах стран Европейского союза наиболее близким к используемому в России понятию “маркерные вещества” является термин “key environmental issues” (ключевые экологические аспекты). Однако следует отметить, что кроме загрязняющих веществ к таким ключевым аспектам также относят удельное потребление ресурсов или коэффициент полезного действия объекта [8, 9].

В ИТС 38-2017 [10] в качестве маркерных ЗВ для топлива разных видов определены следующие вещества:

оксиды азота $\text{NO}_x = \text{NO} + \text{NO}_2$ (в пересчете на NO_2), оксид углерода CO для ТЭС, работающих на угле, мазуте и газе;

диоксид серы SO_2 для ТЭС, работающих на угле и мазуте;

зола твердого топлива и зола мазутная (в пересчете на ванадий) для ТЭС, работающих соответственно на угле и мазуте.

Для всех указанных маркерных загрязняющих веществ ТЭС в России установлены технологические показатели НДТ (ТП) – максимальные (максимально допустимые) концентрации загрязняющего вещества, $\text{мг}/\text{м}^3$, в отводимых в атмосферу дымовых газах, характеризующие технологические процессы и оборудование ТЭС [2, 10]. На их основе для каждого ЗВ рассчитывается технологический норматив НДТ (ТН) – норматив массового выброса загрязняющего маркерного вещества, $\text{т}/\text{год}$ или $\text{г}/\text{с}$, в атмосферный воздух, устанавливаемый для технологических процессов основных производств и оборудования, отнесенных к областям применения наилучших доступных технологий, с применением технологического показателя выброса [11].

В ИТС 38-2017 [10] также подробно описаны технологические, технические и организационные решения, направленные на снижение негативного воздействия на водные объекты и обеспечивающие минимизацию негативного воздействия при обращении с золошлаковыми материалами, маслами и др. В соответствии с принятыми методическими подходами идентифицированы наилучшие доступные технологии, однако технологические показатели не установлены. Как показывает правоприменительная практика 2019–2021 гг., при актуализации ИТС 38-2017 [10] для упрощения порядка нормирования негативного воздействия ТЭС на

окружающую среду целесообразно провести отраслевой бенчмаркинг (изучение и адаптацию наилучших методов других предприятий) и установить технологические показатели, характеризующие состав сточных вод.

В целом оптимизация системы технологического нормирования представляет собой научно-техническую задачу, решение которой требует междисциплинарного подхода и участия специалистов в области теплоэнергетики, промышленной экологии, состояния окружающей среды и др., при этом логично учитывать как отечественный, так и зарубежный опыт.

В странах Евросоюза обязательные требования к тепловым электростанциям предъявляются на основе отраслевых показателей эмиссии, соответствующих наилучшим доступным технологиям (Best Available Techniques) – BAT-Associated Emission Levels (BAT-AELs, $\text{мг}/\text{м}^3$). Кроме справочников по НДТ в Европейском союзе выпускаются также Заключение по НДТ (BAT Conclusions – BATC) – особые документы, содержащие краткое (по сравнению с информационно-техническим справочником по НДТ) описание наилучших доступных технологий, показатели эмиссий (BAT-AELs) и требования к производственному экологическому контролю (environmental self-monitoring). Заключение по НДТ, включающие BAT-AELs, подлежат официальному утверждению специальным решением Европейской комиссии (Commission Implementing Decision) [12].

В 2017 г. после долгих дискуссий и согласований со всеми заинтересованными сторонами было опубликовано Решение Еврокомиссии [13], устанавливающее обязательное соблюдение требований Заключений по НДТ всеми крупными установками, на которых осуществляется сжигание топлива в целях производства энергии. Однако в 2021 г. Польша, Болгария и Венгрия оспорили порядок голосования, в результате чего Заключение по НДТ были аннулированы [14]. Это не отразилось на изменении требований (как качественных, так и количественных), так как большинство ТЭС в странах Европейского союза уже достигли соответствия НДТ. Поэтому предприятия и надзорные органы продолжают руководствоваться документом [13], выпущенным в 2017 г. Повторное голосование по данному вопросу будет проведено в течение 2021 г. В свою очередь в России ожидается выход приказа Министерства природных ресурсов и экологии, утверждающего технологические показатели НДТ для ТЭС [15]. Сопоставление перечней российских маркерных [10] и европейских ключевых [13] ЗВ для угольных и газовых теплоэлектростанций приведено в табл. 1.

Таким образом, перечни маркерных и ключевых загрязняющих веществ ТЭС, в отношении которых устанавливаются технологические пока-

Таблица 1. Маркерные вещества и ключевые экологические аспекты для угольных и газовых теплоэлектростанций

Загрязняющее вещество	ИТС 38-2017 (в зависимости от вида сжигаемого топлива, мощности установки и сроков ввода в эксплуатацию) [10]	Commission Implementing Decision 2017/1442 [13]
	Угольные теплоэлектростанции	
Взвешенные вещества	Технологический показатель для золы твердого топлива	Показатель BAT-AEL для пыли без указания химического или гранулометрического состава
Оксиды азота (по NO _x)	Технологический показатель для оксидов азота NO _x как суммы NO + NO ₂ в пересчете на NO ₂	Показатель BAT-AEL для оксидов азота NO _x
Оксиды серы (по SO ₂)	Технологический показатель	Показатель BAT-AEL
Оксид углерода II (CO)	То же	Показатель BAT-AEL не определен, даны ориентировочные уровни концентраций в выбросах дымовых газов при оптимизации процессов сжигания топлива и сокращения выбросов NO _x
Ртуть	Не рассматривается в качестве маркерного вещества, но НДВ устанавливается как для вещества 1-го класса опасности	Показатель BAT-AEL
Хлорид водорода (HCl)	Не рассматривается в качестве маркерного вещества, но НДВ устанавливается как для вещества 2-го класса опасности	То же
Фторид водорода (HF)	То же	»
Газовые теплоэлектростанции		
Оксиды азота (по NO _x)	Определен ТП для оксидов азота NO _x как суммы NO + NO ₂ в пересчете на NO ₂	Показатель BAT-AEL для оксидов азота NO _x
Оксид углерода II (CO)	Технологический показатель	Показатель BAT-AEL не определен; даны ориентировочные уровни концентраций в выбросах дымовых газов при оптимизации процессов сжигания топлива и сокращения выбросов NO _x

Примечание. НДВ – норматив допустимого выброса.

затели НДТ и рассчитываются технологические нормативы (или нормативы предельно допустимых выбросов для веществ 1–2-го классов опасности) и BAT-AELs, практически идентичны [6]. При этом первоочередное внимание уделяется основным источникам выбросов (топливосжигающим установкам) и факторам их негативного воздействия.

Кроме BAT-AELs, устанавливающих граничные условия к составу выбросов ЗВ, определены показатели сбросов сточных вод, образующихся в процессе очистки отходящих газов. Прежде всего речь идет об очистке выбросов угольных ТЭС от взвешенных частиц и оксидов серы. В сточных

водах, поступающих в природные водные объекты, установлены следующие предельные концентрации [13]:

Содержание, мг/дм ³ :	
взвешенных веществ	10–30
сульфитов	1–20
сульфидов	0.1–0.2
фторидов	10–25
Сульфаты, г/дм ³	1.3–2.0
Химически окисляемые вещества (по ХПК), мг O/дм ³	60–150

В России на ТЭС кроме основных источников выбросов ЗВ в атмосферу в настоящее время ведется учет многочисленных мелких организованных и неорганизованных источников побочных выбросов разных ЗВ, часто не являющихся маркерными для ТЭС: сварочных постов, металло- и деревообрабатывающего станочного оборудования, постов окраски, емкостей с химическими реагентами, нефтепродуктами и маслами, аппаратов очистки воды, аспирационных установок, вытяжных шкафов химических лабораторий, складов угля, автостоянок, гаражей и т.п. Нормирование и контроль ЗВ таких источников осуществляются с применением исключительно расчетных методов в соответствии с [16] и других методик в зависимости от специфики вспомогательных видов деятельности и производств, представленных на том или ином энергообъекте. Результаты этих расчетов затем включаются в проекты предельно допустимых выбросов (ПДВ) и приказы территориального органа Росприроднадзора об установлении ПДВ, которые уже в ближайшее время будут заменены комплексными экологическими разрешениями [2, 4].

При проведении строительно-монтажных работ на промплощадке ТЭС, например, обычно считается, что сварочные работы сопровождаются выделением в атмосферу оксида железа, марганца и его соединений, диоксида азота, оксида углерода, плохо растворимых неорганических фторидов, фтористых газообразных соединений, неорганической пыли (с содержанием диоксида кремния 20–70%). Для окрасочных работ в список ЗВ, которые выделяются в атмосферу, включены ксилол, этилбензол, спирт *n*-бутиловый, пропанол, этанол, фенол, 1-метокси-2-пропанол, сольвент нефтяной и взвешенные вещества. В качестве примера далее приведены результаты расчетов состава выбросов ЗВ, %, поступивших в атмосферу при проведении строительно-монтажных работ на одной из российских ТЭС:

Фтористые газообразные соединения	2
Ксилол	18
Этилбензол	4
Спирт <i>n</i> -бутиловый	5
Фенол	7
Сольвент нефтяной	6
Взвешенные вещества	6
Пыль неорганическая с 20–70% SiO ₂	1
Оксид:	
железа	13
азота	6
углерода	31
Марганец и его соединения	1

Суммарные выбросы этих ЗВ составили 1.272385 т/год, в том числе при проведении сварочных работ 0.682018 т/год и окрасочных работ 0.590367 т/год – примерно 0.001% общей массы загрязняющих веществ, ежегодно выбрасываемых в воздух (согласно с природоохранным разрешениям). Концентрации ЗВ рассчитаны по удельным показателям, утвержденным различными методиками 15–25 лет назад. Неопределенность таких расчетов довольно велика, но в соответствии с давно сложившейся практикой их результаты в отчетах ТЭС должны указываться с точностью до граммов.

Отсутствие в действующем российском законодательстве простых, но научно обоснованных требований к побочным источникам выбросов вредных веществ и правилам их учета приводит к значительному и необоснованному росту количества нормируемых и контролируемых ЗВ, не отнесенных к маркерным и выбрасываемых в пренебрежимо малых количествах [16]. При этом оценки количества выбросов ЗВ и результаты расчета их рассеяния на прилегающих территориях не оказывают влияния на разработку мероприятий по сокращению негативного воздействия ТЭС на окружающую среду, но требуют больших затрат человеческих и временных ресурсов экологических служб энергопредприятий. Тем самым внимание специалистов отвлекается от решения главной задачи – внедрения НДТ в целях эффективной модернизации основного производства. Ситуация в настоящее время дополнительно осложняется необходимостью инструментальной инвентаризации и измерения фактического количества выбрасываемых в атмосферный воздух загрязняющих веществ в случае отсутствия утвержденных в установленном порядке методик расчета их концентраций [17, 18]. Это уже вызвало многочисленные отказы территориальных органов Росприроднадзора в установлении ПДВ, разработанных с использованием ранее действовавших методик.

В международной практике в таких случаях используют общие обязательные (стандартные) правила, называемые нормами или правилами общего действия (GBRs – General Binding Rules) [19, 20]. В русскоязычной литературе чаще всего встречается термин “нормы общего действия” (НОД) [21]. Статья 29, изложенная в [2], устанавливает возможность для подготовки и утверждения подобных документов и в Российской Федерации. До настоящего времени в соответствии именно с этой статьей выпущены нормативные документы в области охраны окружающей среды, утверждающие технологические показатели наилучших доступных технологий для 39 областей их применения.

Согласно определению, данному в [19], НОД представляют собой набор минимальных стандартных требований, предъявляемых к порядку эксплуатации установки, закрепленных в нормативном документе и учитываемых природоохранными органами при определении условий экологического разрешения. Нормы общего действия включают в себя нормативы, основанные на передовых технических достижениях, требования к методам эксплуатации установок, а также условия их производственного экологического контроля. При этом нормы общего действия должны охватывать значительное число однотипных объектов со сходными факторами воздействия на окружающую среду и обычно разрабатываются в тех случаях, когда количество таких объектов значительно (не менее 100 на уровне государства или региона), а технологии и технические решения не меняются часто. Только в этих случаях разработка и ввод в действие НОД экономически целесообразны [19, 20].

В Великобритании, Норвегии, странах Евросоюза и других странах на основе НОД нормируются сотни тысяч однотипных установок (объектов) следующего назначения:

очистка коммунальных сточных вод (до нескольких кубических метров в сутки);

переработка отходов;

извлечение из отходов и вторичное использование материалов;

водоотведение в поверхностные водные объекты;

хранение и передача отходов;

малые котельные мощностью 0.2–5.0 МВт, работающие на биомассе, газе или жидком топливе.

Принципы НОД используют и при определении условий комплексных экологических разрешений для установок, нормируемых на основе НДТ (аналогичных российским объектам I категории), в состав которых входят однотипные второстепенные источники [21]. Фактически НОД представляют собой описание надлежащей (типовой) практики обслуживания таких объектов с указанием приоритетных экологических аспектов, подлежащих контролю. Многие НОД по структуре и содержанию подобны процедурам, разрабатываемым и поддерживаемым в рамках систем экологического менеджмента предприятий [22]. Аналогичные подходы могли бы найти применение и в России для снижения административной нагрузки и повышения эффективности экологического контроля и надзора. Нормы общего действия могут быть разработаны для оптимизации системы технологического нормирования в целом. При этом решения в части выбора источников и факторов воздействия на воздух, воду, почву, для которых такие документы следует готовить в первую очередь, целесообразно принимать в результате консульта-

ций специалистов ТЭС с экспертами НДТ и представителями природоохранных органов.

В пользу такого подхода можно привести следующие аргументы. Так, например, 20–30 лет назад на российских тепловых электростанциях контролировали выбросы только шести-семи загрязняющих веществ: CO, оксидов азота в пересчете на NO₂, SO₂, золы, бенз(а)пирена от двух-трех основных источников (дымовых труб). В настоящее время на обычной угольной ТЭС должны нормироваться и включаться в экологическое разрешение на выбросы 3В сотни разнообразных основных и второстепенных источников и около 50 загрязняющих веществ. При этом на основные источники выбросов (дымовые трубы энергетических котлов) и четыре маркерных 3В (NO_x, SO₂, CO, зола твердого топлива) приходится более 99% всех выбросов 3В [10].

В свою очередь, на типичной газовой ТЭС нормируются и контролируются, как правило, более 20 разных источников выбросов и до 30 загрязняющих веществ. При этом 99.99% всех фактических выбросов приходится на два основных маркерных 3В (NO_x и CO), выбрасываемых в атмосферу через дымовые трубы с отходящими газами котельных установок. Вклад всех остальных второстепенных источников и загрязняющих веществ обычно не превышает 1.5–2.0 т/год или составляет в среднем по 72 кг/год. В табл. 2 приведены значения массовых выбросов 3В в атмосферный воздух от второстепенных источников для двух крупных российских ТЭС.

При разработке документов, подобных нормам общего действия, и утверждении их в соответствии с положениями Статьи 29, изложенной в [2], требования к второстепенным источникам НВОС получают отражение в процедурах сертифицированных систем экологического менеджмента, функционирующих на большинстве крупных ТЭС. Соблюдение таких процедур обязательно и является предметом внутреннего аудита. Подготовку таких документов необходимо организовать в технических рабочих группах, в составе которых должны быть представлены специалисты в области теплоэнергетики и промышленной экологии. При этом следует рассмотреть возможность проведения отраслевого бенчмаркинга для определения вклада типовых второстепенных источников, характерных для большинства электростанций.

Разумно также учесть опыт разработки национального стандарта [23], представляющего собой документ, подобный нормам общего действия. Данный стандарт распространяется на котельные общей выходной проектной тепловой мощностью менее 20 МВт с паровыми, водогрейными и пароводогрейными котлами, работающими на топливе любого вида. В нем описаны наилучшие экологические практики – технологические, тех-

Таблица 2. Массовые выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от вспомогательных процессов на Сургутской и Березовской ГРЭС (по данным ПАО «Юнипро»)

Второстепенное производство	Массовый выброс, т/год	Доля суммарных выбросов загрязняющих веществ ГЭС, %
Сургутская ГРЭС-2 (основное топливо – природный газ)		
Вспомогательные процессы на площадке:		
паросиловые энергоблоки ПСУ-800 МВт № 1–6	4.644467	0.0068
парогазовые энергоблоки ПГУ-400 МВт № 7, 8	0.002086	0.0001
подсобное хозяйство филиала «Сургутская ГРЭС-2»	34.639926	0.0495
Все вспомогательные производства	39.286479	0.0564
Березовская ГРЭС (основное топливо – березовский бурый уголь)		
Все вспомогательные производства на основной промплощадке ПСУ 800 МВт № 1–3 (сварочные посты, стоянки транспорта, резервуары с нефтепродуктами, металлообрабатывающие станки и пр.)	4.184	0.032

нические и управленческие решения, применяемые при эксплуатации котельных и направленные на снижение уровня НВОС и соблюдение природоохранных требований нормативных правовых актов РФ. С этой целью в [23] рассмотрены все стадии технологического процесса: разгрузка, хранение и подготовка топлива, водоподготовка и конденсатоочистка, обращение с маслами, золошлакоудаление и др. При этом особое внимание уделено порядку обслуживания различных теплогенерирующих энергоустановок (котельные установки, а также газовые турбины, дизельные и газопоршневые двигатели с устройствами для утилизации тепла дымовых газов). Перечислены основные ЗВ, выбросы которых в атмосферный воздух подлежат учету: оксид углерода, оксиды азота, диоксид серы и зола (при сжигании твердых топлив и мазута), а также сажа и бенз(а)пирен (для котлов паропроизводительностью менее 30 т/ч, работающих на твердом и жидком топливе).

Аналогично в странах Европейского союза работа котельных мощностью 1–50 МВт регулируется Директивой [24]. В приложении III к Директиве приведены численные значения предельных выбросов оксидов азота, диоксида серы и взвешенных веществ (табл. 3), которые считаются приоритетными для всех установок тепловой мощностью до 50 МВт, работающих на твердом и жидком топливе. При использовании природного газа в качестве топлива нормируются исключительно выбросы оксидов азота.

Подходы, изложенные в [23], близки к принципам, установленным Директивой [24]. Однако

национальный стандарт РФ отличается гораздо большим вниманием ко всем процедурам на всех стадиях технологического процесса, обеспечивающим снижение НВОС в целом. В то же время численных показателей, подобных технологическим показателям для установок, нормируемых на основе НДТ, данный стандарт пока не содержит. В целом ГОСТ [23], разработанный с учетом существующей практики, получил положительные отзывы профессионального сообщества. Представляется, что этот документ может служить моделью для подготовки других норм общего действия (нормативных документов в сфере охраны окружающей среды), а также может быть дополнен численными (по сути, технологическими) показателями наилучших экологических практик. Нормирование предельных выбросов ЗВ малых котельных в этом случае стало бы гораздо более рациональным.

ВЫВОДЫ

1. Система технологического регулирования негативного воздействия на окружающую среду на базе наилучших доступных технологий в российской теплоэнергетике находится на стадии становления. Для ее успешного развития необходимо сосредоточиться на решении главной задачи – внедрении НДТ в целях эффективной модернизации основного производства в рамках выполнения национального и федеральных экологических проектов.

2. Научно обоснованные принципы ранжирования источников и факторов НВОС по приоритетам и сосредоточения усилий именно на первооче-

Таблица 3. Предельные значения выбросов загрязняющих веществ действующими средними топливосжигающими установками тепловой мощностью 1–5 МВт/более 5 МВт (кроме газотурбинных и поршневых установок) [24]

Топливо	Концентрация загрязняющих веществ в дымовых газах, мг/м ³ (в пересчете на нормальные условия)		
	диоксид серы	оксиды азота	пыль (взвешенные вещества)
Твердая биомасса	200/200*1, *2	650/650	50/30*7
Твердое, кроме биомассы	1100/400*3	650/650	50/30*7
Дизельное	–	200/200	–
Жидкое, кроме дизельного	350/350*4	650/650	50/30
Природный газ	–	250/200	–
Газообразное, кроме природного газа	200/35*5, *6	250/250	–

*1 Не применяется для установок, работающих исключительно на древесной биомассе.

*2 300 мг/м³ для установок, сжигающих солому.

*3 1100 мг/м³ для установок тепловой мощностью выше 5 МВт, но ниже либо равной 20 МВт.

*4 До 01.01.2020 850 мг/м³ для установок мощностью выше 5 МВт, но ниже либо равной 20 МВт, работающих на нефти тяжелых фракций.

*5 400 мг/м³ для установок, работающих на низкокалорийном коксовом газе, и 400 мг/м³ для установок, работающих на низкокалорийном доменном газе (в черной металлургии).

*6 170 мг/м³ для установок, работающих на биогазе.

*7 50 мг/м³ для установок тепловой мощностью выше 5 МВт, но ниже или равной 20 МВт.

редных проблемах внедрения НДТ в настоящее время сосуществуют с подходами, сформировавшимися в течение последних десятилетий. В этой связи существующие архаичные правила учета на ТЭС второстепенных выбросов загрязняющих веществ от мелких сопутствующих производств не являются эффективным инструментом сокращения НВОС, но требуют больших затрат человеческих и временных ресурсов экологических служб энергопредприятий.

3. Решение задачи оптимизации системы нормирования НВОС может быть найдено путем разработки нормативных документов, федеральных норм и правил в области охраны окружающей среды, законодательно предусмотренных при переходе к технологическому нормированию в Российской Федерации. Разработка и принятие таких документов технологического нормирования для второстепенных мелких источников негативного воздействия, в том числе расположенных в границах объектов I категории, способствовали бы совершенствованию нормативной правовой базы, практики правоприменения и сокращению административной нагрузки как на объекты энергетики, так и на природоохранные органы. На первом этапе такие документы целесообразно разрабатывать и апробировать как национальные стандарты с последующим принятием решения о порядке их

применения как документов технологического нормирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Распоряжение** Правительства РФ от 19.03.2014 № 398-р “О комплексе мер, направленных на отказ от использования устаревших и неэффективных технологий, переход на принципы наилучших доступных технологий и внедрение современных технологий”. [Электрон. ресурс.] Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70519522/>
2. **Федеральный закон** от 10.01.2002 № 7-ФЗ “Об охране окружающей среды” (ред. от 30.12.2020, с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2021). [Электрон. ресурс.] Режим доступа: <https://legalacts.ru/doc/FZ-ob-ohrane-okruzhajuwej-sredy/>
3. **Распоряжение** Правительства РФ от 24.12.2014 № 2674-р (ред. от 24.05.2018) “Об утверждении перечня областей применения наилучших доступных технологий”. [Электрон. ресурс.] Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_172794/
4. **Приказ** Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 18.04.2018 № 154 “Об утверждении перечня объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, относящихся к I категории, вклад которых в суммарные выбросы,

- сбросы загрязняющих веществ в Российской Федерации составляет не менее чем 60 процентов”. [Электрон. ресурс.] Режим доступа: <https://rg.ru/2018/07/03/minprirody-prikaz-154-site-dok.html>
5. **Скобелев Д.О.** Промышленная политика повышения ресурсоэффективности и достижение целей устойчивого развития // *J. New Economy*. 2020. Т. 21. № 4. С. 153–173. <https://doi.org/10.29141/2658-5081-2020-21-4-8>
 6. **Нормативное** и правовое регулирование внедрения наилучших доступных технологий в российской теплоэнергетике / П.В. Росляков, О.Е. Кондратьева, Д.О. Скобелев, Т.В. Гусева, А. Mikaelsson // *Теплоэнергетика*. 2020. № 10. С. 58–67. <https://doi.org/10.1134/S0040363620100094>
 7. **ГОСТ Р 56828.15-2016.** Наилучшие доступные технологии. Термины и определения. М.: Стандартинформ, 2019.
 8. **Наилучшие** доступные технологии. Предотвращение и контроль промышленного загрязнения. Этап 4: Руководство по определению НДТ и установлению уровней экологической эффективности для выполнения условий получения экологических разрешений на основе НДТ / Управление по окружающей среде, здоровью и безопасности Дирекции по окружающей среде ОЭСР: пер. с англ. М.: Бюро НДТ, 2020. [Электрон. ресурс.] Режим доступа: <https://eipc.center/wp-content/themes/fgau/publics/guidance-document-on-determining-best-available-techniques-rus.pdf>.
 9. **Bretschger L., Pitte K.** Twenty key challenges in environmental and resource economics // *Environ. Resource Economics*. 2020. № 77. P. 725–750. <https://doi.org/10.1007/s10640-020-00516-y>
 10. **ИТС 38-2017.** Сжигание топлива на крупных установках с целью производства энергии: Информац.-техн. справ. по наилучшим доступным технологиям. М.: Бюро НДТ, 2017. [Электрон. ресурс.] Режим доступа: http://burondt.ru/NDT/NDTDocs-Detail.php?UrlId=1132&etkstructure_id=1872
 11. **Приказ** Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 14.02.2019 № 89 “Об утверждении Правил разработки технологических нормативов”.
 12. **Best** available technique assessment methods: A literature review from sector to installation level / D. Evrard, V. Laforest, J. Villot, R. Gaucher // *J. Cleaner Prod.* 2016. V. 121. P. 72–83. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.01.096>
 13. **Commission** Implementing Decision (EU) 2017/1442 of 31 July 2017 establishing best available techniques (BAT) conclusions, under Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council, for large combustion plants. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017D1442&from=EN>
 14. **Judgment** of the General Court (Third Chamber, Extended Composition) of 27 January 2021. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32021L0193&from=EN>
 15. **Проект** приказа Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации “Об утверждении нормативного документа в области охраны окружающей среды “Технологические показатели наилучших доступных технологий сжигания топлива на крупных установках с целью производства энергии”. <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/56697027/>
 16. **СО 153-34.02.317-2003.** Методические рекомендации по оценке выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от вспомогательных производств теплоэлектростанций и котельных. М.: Центр произв.-техн. информации энергопредприятий и техн. обучения, 2005. [Электрон. ресурс.] Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294813/4294813117.pdf>
 17. **Постановление** Правительства РФ от 16.05.2016 № 422 “Об утверждении Правил разработки и утверждения методик расчета выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух стационарными источниками”. [Электрон. ресурс.] Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_198019/
 18. **Приказ** Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 07.08.2018 № 352 “Об утверждении Порядка проведения инвентаризации стационарных источников и выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух, корректировки ее данных, документирования и хранения данных, полученных в результате проведения таких инвентаризации и корректировки” (с изм. от 17.09.2019). [Электрон. ресурс.] Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_309693/
 19. **Guiding Principles of Effective Environmental Permitting Systems.** OECD Guiding Document. Paris: OECD, 2007. <https://www.oecd.org/env/outreach/37311624.pdf>.
 20. **Bruch C., Ibrahim I.A., Lerner R.** Greenish, but with more dimensions: A framework for identifying binding instruments of international environmental law // *Georgetown Environ. Law Rev.* 2020. № 10. P. 485–514.
 21. **Брагин Е.В., Макеенко П.А., Гусева Т.В.** О технологических нормативах и иных условиях НДТ, включаемых в экологические разрешения. М.: АСМС, 2017.
 22. **Системы** менеджмента: практический курс / С.Ю. Дайман, Т.В. Гусева, Е.В. Заика, Т.В. Соколькова. М.: Форум, 2010.
 23. **ГОСТ Р 113.38.01-2019.** Наилучшие доступные технологии. Малые котельные. Стандартные правила. М.: Стандартинформ, 2019.
 24. **Directive** (EU) 2015/2193 of the European Parliament and of the Council of 25 November 2015 on the limitation of emissions of certain pollutants into the air from medium combustion plants. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32015L2193&from=EN>.

Process-Related Standardization of Thermal Electric Power Facilities: The Best Available Techniques and General Binding Rules

P. V. Roslyakov^{a,*}, E. V. Cherkasskii^b, T. V. Guseva^c, I. O. Tikhonova^d, and M. Lundholm^e

^a National Research University Moscow Power Engineering Institute, Moscow, 111250 Russia

^b PAO Unipro, Moscow, 123112 Russia

^c Research Institute Center of Environmental Industrial Policy, Moscow, 115054 Russia

^d Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, 125047 Russia

^e Fröberg & Lundholm Advokatbyrå, Stockholm, 111 35 Sweden

*e-mail: RoslyakovPV@mpei.ru

Abstract—A system for process-related standardization of a negative impact on the environment (NEI) is established based on the principles of best available techniques (BAT) developed by the leading foreign and Russian scientific schools. Standardization on the basis of BAT implies determination of priorities in introducing new resource-efficient technological and technical solutions in the thermal power industry and focusing the attention of the key sources and factors of NEI. For solving the standardization system optimization problem, it is necessary to develop new regulatory documents and federal regulations and codes whose application is stipulated by Russian legislation. It is shown that standard rules or general binding rules for secondary sources located within the thermal power plant site boundaries may become such regulatory documents. The contribution of secondary sources in the overall emission of polluting substances is analyzed. It is shown that general binding rules (GBRs) developed according to the principle of mandatory management system procedures with clearly defined quantitative indicators can replace dozens of various quantitative methods applied for describing the emissions of harmful substances from small sources, the contribution from which does not exceed 1–2%. In the development of GBRs, it is expedient to take international experience into account and also the experience gained from preparation of the Russian national standard 113.38.01-2019: Best Available Techniques. Small Boiler Houses. Standard Rules. Optimization of the process-related standardization system will generate the need to apply an interdisciplinary approach and participation of specialists in the fields of thermal power engineering, industrial environment protection, and environmental chemistry.

Keywords: thermal power plants, environment, polluting substances, process-related standardization, best available techniques, general binding rules, technical information handbooks