



Организация системы мониторинга выбросов на цементном производстве

Информационный бюллетень

giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Опубликовано:

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
Немецкое общество по международному сотрудничеству (ГИЦ) ГмбХ

Штаб-квартира общества:

Бонн и Эшборн, Германия

Адрес:

Московское представительство
119435, Москва, ул. Малая Пироговская, дом 5, офис 25
Тел.: +7 495 795 08 39
+7 495 795 08 40

I: www.giz.de

Проект: «Климатически нейтральная хозяйственная деятельность: внедрение НДТ в Российской Федерации»

Проект реализуется по поручению Федерального министерства окружающей среды, охраны природы и ядерной безопасности Германии (BMU) в тесном сотрудничестве с Министерством природных ресурсов и экологии Российской Федерации и является частью программы Германской инициативы по климатосберегающим технологиям (DKTI) и Международной инициативы по защите климата (IKI).

Сайт проекта: www.good-climate.com

Ответственный за публикацию:

Ирина Короленко
E: irina.korolenko@giz.de

Авторы: Д-р Штефан Шефер, д-р Уте Цунцер (НИИ цементной промышленности VDZ)

Источники фотографий: Изображение Krishna Chandra с сайта Pixabay

URL ссылки: Данная публикация содержит ссылки на внешние сайты. Ответственность за информацию на данных внешних сайтах лежит полностью на их владельцах и издателях.

GIZ несёт ответственность за содержание данной публикации.

Москва 2019 г.

1 Введение

Проект «Климатически нейтральная хозяйственная деятельность: внедрение наилучших доступных технологий в Российской Федерации» реализуется в России с октября 2015 г. по заказу Федерального министерства окружающей среды, охраны природы и ядерной безопасности Германии (BMU) в тесном сотрудничестве с Министерством природных ресурсов и экологии РФ, являющимся официальным российским партнером. Основанием для запуска проекта стало подписание Соглашения (Совместного Заявления) между двумя министерствами. Основная цель проекта - поддержка российских партнеров в процессе перехода промышленности на принципы наилучших доступных технологий (НДТ). Посредством распространения информации о современных экологически безопасных и ресурсосберегающих технологиях проект вносит вклад в модернизацию российской промышленности, и, как следствие, в защиту климата и окружающей среды согласно целям Международной инициативы по защите климата (IKI) и Германской инициативы по климатосберегающим технологиям (DKTI). Оператором проекта на территории России является Немецкое общество по международному сотрудничеству (GIZ GmbH).

В основе концепции проекта лежит работа по нескольким компонентам, что позволяет охватить максимально широкий спектр участников процесса перехода на НДТ в РФ. Компонент «Взаимодействие с бизнесом и банками» основан на взаимодействии с действующими российскими предприятиями пилотных отраслей промышленности: нефтехимической, горнодобывающей и цементной.

В 2017 г. Научно-исследовательский институт цементной промышленности VDZ (Ассоциация немецких цементных заводов, Германия) выполнил экспертную оценку отдельных российских цементных заводов на предмет соответствия российскому информационно-техническому справочнику по НДТ «Производство цемента» (ИТС 6-2015) и справочному документу по наилучшим доступным технологиям «Производство цемента, извести и оксида магния (BREF)» (2013 г.), утвержденному Европейской Комиссией. В рамках проведенного обследования был определен потенциал предприятий для внедрения НДТ и предложены проекты для реализации. Результаты оценки технического уровня и соответствия НДТ каждого из цементных заводов были представлены в отчетах.

Опираясь на эти отчеты, авторы данного информационного бюллетеня приводят технические рекомендации, касающиеся мониторинга выбросов газов во время производства цемента.

1.1 Описание текущей ситуации до переоборудования промышленности на основе НДТ

В настоящее время в открытом доступе отсутствуют базы данных о выбросах цементных заводов в России. Результаты проведенных в 2017 году специалистами VDZ аудитов показали, что современные печи для обжига цементного клинкера (оснащенные кальцинатором и третичным воздухопроводом) в основном соответствуют шестнадцати российским критериям НДТ (приложение

Б, Д к ИТС 6-2015) и двадцати девяти критериям НДТ BREF Европейской комиссии¹. Тем не менее, существуют исключения, и на многих заводах требуется модернизация, а также оценка ее эффективности с использованием оборудования для мониторинга выбросов.

1.2 Требуемые реализации НДТ

Определение НДТ в России и ЕС, касающиеся мониторинга выбросов:

- Российские НДТ (ИТС 6-2015)

16 – Регулярный мониторинг выбросов²

«Регулярный мониторинг и измерение параметров и выбросов в соответствии со стандартами EN, ISO или национальными стандартами, гарантирующими соответствие данных научно обоснованным критериям».

- Европейские НДТ (Справочник по НДТ)

5 – Мониторинг³

«НДТ должны включать в себя проведение мониторинга и измерение технологических параметров и выбросов на регулярной основе, а также осуществление контроля согласно соответствующим стандартам EN или, если стандарты EN не применяются, стандартам ISO, внутригосударственным или другим международным стандартам, обеспечивающим предоставление данных эквивалентного научного качества»

2 Сравнение технологических параметров

2.1 Историческая справка

В начале 20 века мониторинг вредных выбросов от промышленных установок осуществлялся нерегулярно и представлял собой набор допустимых показателей по выбросам из того или иного источника. Периодические замеры предполагают установление измеряемой величины с заданным интервалом⁴. Однако в последние годы активно развиваются технологии стационарных измерительных устройств. Системы непрерывного мониторинга выбросов (СНМВ) все чаще используются для получения данных о выбросах в режиме реального времени для предоставления в органы контроля.

2.2 Технологические возможности

Цементные заводы относятся к предприятиям первой категории и оказывают значительное негативное воздействие на окружающую среду через выбросы в атмосферу. Несмотря на то, что печи для обжига клинкера обычно работают

¹ VDZ, 2018

² Бюро НДТ РФ, 2015

³ Европейское бюро по комплексному предотвращению и контролю загрязнений, 2013

⁴ Европейский комитет по стандартизации, EN 15259:2007

стабильно (за исключением времени розжига и остановки), из-за естественных изменений в составе сырья и топлива состав выбросов может каждый день незначительно изменяться⁵. Системы автоматического контроля технологического процесса требуют для отдельных операций постоянного измерения определённых величин (например, уровня выбросов SO₂, NO_x и пыли⁶). Выбросы данных веществ можно отслеживать постоянно или периодически. Эти измерения должны выполняться в соответствии со стандартными эталонными методами (СЭМ), утвержденными соответствующими подзаконными актами государственного законодательства в области экологии и защиты окружающей среды. Критерии выбора СНМВ (системы непрерывного мониторинга выбросов) должны обеспечивать точное определение загрязняющих веществ, которые подлежат измерению, в соответствии с требованиями правовых норм и эксплуатационных разрешений; а также регистрацию граничных параметров, таких как содержание кислорода, влажность и скорость газового потока. Специалисты-аналитики, проводящие периодические измерения, должны иметь сертификат, выданный полномочным органом сертификации.

Регулярность замеров определяется характером загрязняющих веществ. Компании должны самостоятельно принимать решения о выборе той или иной документации для формирования отчетности. Отчеты о выбросах могут подаваться не за календарный год, а за финансовый. Это позволяет сократить затраты, связанные с отчетностью. В отчетности тщательно фиксируются все изменения за отчетный год. Необходимо соблюдать все нормы действующего государственного законодательства⁷.

2.2.1 Контроль качества измерительных систем

Стандарт EN 14181:2014 используется в Европе как стандартный эталонный метод проверки функционирования стационарных СНМВ, установленных на источниках выбросов. Особенно важными в плане установки и проверки функционирования СНМВ являются:

- QAL 2 (2-ой уровень обеспечения качества): установка СНМВ, калибровка СНМВ с использованием СЭМ, оценка точности измерения и влияющих факторов
- AST: ежегодные контрольные испытания

Сначала в рамках QAL 2 и AST проводится проверка работы отдельных устройств СНМВ. После этого с использованием соответствующего СЭМ выполняются сравнительные измерения. Данные с СНМВ записываются и сопоставляются с результатами СЭМ за период проведения измерений. Полный цикл калибровки включает в себя не менее 15 сравнительных измерений, которые обычно требуются для обеспечения надёжной статистической зависимости. Измерения должны быть равномерно распределены как минимум по трем дням; время от одного измерения до следующего должно составлять не менее одного часа. Все

⁵ Канадский научный институт (CSI), 2012

⁶ Объединенный исследовательский центр (JRC), 2018

⁷ Канадский научный институт (CSI), 2012

параметры, необходимые для приведения измерений к стандартным условиям (273 К, 1013 мбар, сухой газ), также должны измеряться одновременно. В рамках ежегодных испытаний AST требуется проведение всего пяти измерений в день.

Полученные данные сравнительных измерений обрабатываются и проходят проверку на вариабельность (расчёт отклонения результатов измерений от максимально допустимого стандартного отклонения), после чего рассчитывается функция калибровки. Затем калибровочные параметры заносятся в компьютер СНМВ, чтобы задать формулу для КИПиА, на основе которой выполняется расчёт данных о выбросах. Калибровочная функция действительна только в пределах ее диапазона калибровки, верхней границей которого является максимальное откалиброванное значение концентрации СНМВ, полученное с использованием СЭМ, плюс 10%.

При проведении ежегодных испытаний AST функция калибровки проверяется с помощью как минимум пяти параллельных сравнительных измерений; проводится также тест на вариабельность. Измеренные значения с СНМВ пересчитываются в концентрации с использованием актуальной функции калибровки. Затем функция калибровки проверяется и для пяти новых значений AST выполняется расчет стандартного отклонения.

Помимо проверок QAL 2 и AST, оператор также обязан регулярно проводить дополнительные проверки – как правило, ежедневные – чтобы обеспечить бесперебойную работу СНМВ. Комплекс таких проверок называется QAL 3.

2.2.2 Дистанционный мониторинг выбросов

Системы дистанционного мониторинга выбросов (REM) используются для непрерывного мониторинга и формирования отчетов о загрязнении атмосферы промышленными объектами. Стандартная система включает необходимое оборудование для непрерывного измерения, систему сбора и обработки данных (DANS), которая обрабатывает сигналы, и компьютер для удаленной передачи данных о выбросах, на котором выполняется буферизация измеренных сигналов для последующей их передачи на компьютер соответствующего органа контроля. Дальнейшую передачу данных различным органам контроля может выполнять ответственное лицо. Преимущества такой системы для органов контроля заключаются в том, что таким образом предоставляется больше информации об уровне выбросов завода; оператор может максимально оперативно сообщить о превышении норматива; органы контроля могут ежедневно проверять работу измерительного оборудования.

2.2.3 Сбор цифровых данных

В настоящее время в большинстве случаев передача данных из СНМВ в систему сбора и обработки данных осуществляется с помощью аналогового интерфейса 4–20 мА. Хотя это простой и эффективный метод, такие системы

предусматривают ряд ограничений, в частности, связанных с высокими затратами на установку и ограниченными диапазонами измерений.

Европейский стандартный эталонный метод EN 14181⁸ предусматривает регулярную проверку СНМВ с использованием проверочных нулевого и калибровочного газов, что позволяет проверить достоверность измерения концентраций данными системами. Зачастую эта операция выполняется персоналом завода вручную, однако в последние годы в новых СНМВ и системах обработки данных все чаще применяется автоматическая поверка. Это позволяет значительно сократить эксплуатационные затраты, однако вызывает новые проблемы. Самым важным является документирование этих проверок в системе. Она должна поддерживать отправку в СНМВ запросов на регулярное проведение проверок и учет измеренных значений, которые используются для проверки герметичности измерительной системы. В цифровых интерфейсах эта функция встроена изначально, в то время как в устаревших аналоговых системах для поддержки этих возможностей потребуются дорогостоящие модификации.

Помимо того, что цифровые интерфейсы обеспечивают и повышают качество проверок QAL 3, они также играют важную роль в проведении проверок QAL 1, QAL 2 и AST. С применением специально генерируемых сигналов выполняется проверка на отсутствие ошибок при передаче данных. Кроме того, функция экспорта измеренных значений с меткой времени, предоставляемых СНМВ, позволяет значительно сократить объем работ для испытательных лабораторий при выполнении параллельных сравнительных измерений с использованием СЭМ. Данные всегда предоставляются в стандартизированном формате независимо от используемого протокола⁹.

2.2.4 Расчет, оценка и передача данных

В системе сбора и обработки информации данные, полученные от СНМВ, преобразуются в количественные показатели, такие как уровень концентрации, объем газа или валовые выбросы.

Все измеренные значения, полученные за время эксплуатации системы, должны записываться с указанием времени и состояния. Сигналы состояния указывают время начала и окончания эксплуатации, а также характеристики режима эксплуатации системы.

В отношении непрерывных измерений очевидно, что для обобщения результатов потребуется усреднение значений. Результаты измерений могут быть представлены в виде среднего значения, например, за полчаса, за час, за день, за месяц или за год. В отдельных случаях перед усреднением результатов измерений проводится проверка значений (например, учет погрешности измерения или удаление ошибочных значений). Если количество подтвержденных результатов является достаточным, результат считается показательным для того режима работы, при котором он был определен. Отчетный период для интервала

⁸ DIN EN 14181:2015-02

⁹ Экотехнологии, 2014

усреднения, как правило, составляет 30 минут. Усреднение применяется для всех измеряемых значений с синхронизацией по соответствующему времени (усреднение за день учитывает все измерения за сутки). Для граничных параметров, с учетом которых проводится приведение значений концентраций к стандартным условиям (таким как температура газа, влажность, давление и содержание кислорода), период усреднения должен совпадать с периодом усреднения измерений содержания загрязняющих веществ.

В отдельных случаях (например, для массовых процессов или при большом времени отклика) допускаются отклонения от средних получасовых значений. В соответствии с EN 14181 средние проверенные значения рассчитываются путем вычитания величины погрешности измерения от средних получасовых значений, приведенных к стандартным условиям.

Помимо средних получасовых значений формируются также среднесуточные и среднегодовые выходные данные.

Автоматический отчет о выбросах должен представлять собой адаптированный инструмент, решающий различные задачи мониторинга и отчетности¹⁰.

Международная отчетность по выбросам должна быть стандартизирована. Чтобы обеспечить такую стандартизацию, рекомендуется установить систему обработки и оценки данных о выбросах (если это не предусмотрено требованиями органов контроля) или использовать другие средства, обеспечивающие быстрое и надежное получение данных о выбросах и формирование соответствующих отчетов по каждой обжиговой печи.

2.2.5 Учет требований в отношении контроля нестабильных режимов работы с использованием систем мониторинга

Важно отслеживать выбросы во время нарушения нормальных условий эксплуатации (ННУЭ), поскольку в эти периоды вероятно повышение уровня выбросов. Экологические разрешения содержат положения о мониторинге выбросов при нормальных условиях эксплуатации (НУЭ). Требования в отношении мониторинга в периоды ННУЭ определяются компетентными органами контроля.

Во время запуска и остановки оборудования завода уровни выбросов могут значительно варьироваться. Таким образом, важно тщательно отслеживать и контролировать эти ситуации. Ограничить и предотвратить увеличение выбросов в таких режимах работы возможно за счет сокращения продолжительности этих периодов или использования более экологичного топлива. Мониторинг позволяет сотрудникам завода определить наилучшие процедуры запуска и остановки оборудования¹¹.

¹⁰ Канадский научный институт (CSI), 2012

¹¹ Объединенный исследовательский центр (JRC), 2018

2.3 Данные о качественном и количественном влиянии выбросов на экономические показатели


Установка СНМВ требует значительных затрат. Однако, объем данных, которые предоставляют такие системы в режиме реального времени, делают их выгодным вложением в долгосрочной перспективе.

Отправка данных по выбросам непосредственно с измерительного прибора органам контроля позволяет значительно сократить затраты при условии, что этот процесс автоматизирован, и оператор принимает в нем минимальное участие. Поскольку оператору больше не приходится обрабатывать и отправлять данные вручную, экономится большое количество человеко-часов.

Удаленный мониторинг выбросов становится важной частью в предоставлении надежных и проверенных данных непосредственно с завода в органы контроля.

Системы сбора цифровых данных обеспечивают ряд технологических и экономических преимуществ в сравнении с существующими аналоговыми системами.

СНМВ позволяют операторам более тщательно отслеживать выбросы во время запуска и остановки оборудования, что в свою очередь помогает разрабатывать более эффективные процедуры, минимизирующие возможное увеличение выбросов во время данных технологических периодов.



Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
Немецкое общество по международному сотрудничеству (ГИЦ) ГмбХ

Московское представительство
119435, Москва, ул. Малая Пироговская, дом 5, офис 25
Тел.: +7 495 795 08 39
+7 495 795 08 40
www.giz.de

Проект: «Климатически нейтральная хозяйственная деятельность:
внедрение НДТ в Российской Федерации»
www.good-climate.com