

АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН БАҚЫЛАУ ЖҮЙЕЛЕРІ АТМОСФЕРАҒА ЛАСТАУШЫ ЗАТТАРДЫҢ ШЫҒАРЫНДЫЛАРЫ ЖӘНЕ МЕТРОЛОГИЯЛЫҚ ТАЛАПТАР АНАЛИТИКАЛЫҚ БАҚЫЛАУҒА

АНДАТПА

Бұл мақалада Қазақстан Республикасында атмосфераға ластаушы заттар шығарындыларының экологиялық мониторингінің автоматтандырылған жүйелерін енгізудің маңызды рөлі, олардың артықшылықтары мен кемшіліктері қарастырылады. Автоматтандырылған мониторинг жүйелерінің негізгі компоненттері келтірілген, оларды таңдаудың практикалық тәсілдері және кәсіпорында енгізу кезеңдері егжей-тегжейлі сипатталған.

Кілт сөздер: атмосфераға ластаушы заттар шығарындыларын бақылаудың автоматтандырылған жүйелері; экологиялық бақылау; атмосфераға шығарындыларды аналитикалық бақылауға қойылатын метрологиялық талаптар.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ И МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К АНАЛИТИЧЕСКОМУ КОНТРОЛЮ

АННОТАЦИЯ

В данной статье рассматривается важная роль внедрения в Республике Казахстан автоматизированных систем экологического мониторинга выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, их преимущества и недостатки. Приведены основные компоненты автоматизированных систем мониторинга, подробно описаны практические подходы к их выбору и этапам внедрения на предприятии.

Ключевые слова: автоматизированные системы мониторинга выбросов загрязняющих веществ в атмосферу; экологический контроль; метрологические требования к аналитическому контролю выбросов в атмосферу.

AUTOMATED MONITORING SYSTEMS EMISSIONS OF POLLUTANTS INTO THE ATMOSPHERE AND METROLOGICAL REQUIREMENTS TO ANALYTICAL CONTROL

ANNOTATION

This article discusses the important role of the introduction of automated environmental monitoring systems for emissions of pollutants into the atmosphere in the Republic of Kazakhstan, their advantages and disadvantages. The main components of automated monitoring systems are presented, practical approaches to their selection and stages of implementation at the enterprise are described in detail.

Keywords: automated systems for monitoring emissions of pollutants into the atmosphere; environmental control; metrological requirements for analytical control of emissions into the atmosphere.





ВВЕДЕНИЕ

Выбросы в атмосферу токсичных газов промышленными предприятиями оказывают негативное воздействие на здоровье и условия жизни миллионов людей. С ростом промышленного производства и начавшегося в связи с этим увеличения вредных выбросов, растет внимание к вопросам загрязнения атмосферы.

В настоящее время можно достаточно точно определять выбросы вредных веществ в любой момент, при достаточно грамотной адаптации для условий работы конкретной автоматической станции мониторинга, а также соответствующего технического обеспечения. В первую очередь системами мониторинга выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух должны быть оснащены предприятия нефтепереработки, нефтехимии, химии, энергетики и металлургии.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Производственный контроль и экологический мониторинг осуществляются в целях обеспечения выполнения в процессе хозяйственной и иной деятельности мероприятий по охране окружающей среды, рациональному использованию и восстановлению природных ресурсов, а также в целях соблюдения требований в области охраны окружающей среды, установленных природоохранным законодательством.

Экологический мониторинг – это комплексная система наблюдений за состоянием окружающей среды, оценки и прогноза изменений состояния окружающей среды под воздействием природных и антропогенных факторов.

Производственный экологический контроль – это система административных мер, направленная на предотвращение, выявление и пресечение нарушений природоохранного законодательства, обеспече-

ние соблюдения промышленными предприятиями и другими субъектами хозяйственной деятельности нормативных документов в области охраны окружающей среды.

Программа производственного экологического контроля – это система административных мер, направленная на предотвращение, выявление и пресечение нарушений природоохранного законодательства, обеспечение соблюдения промышленными предприятиями и другими субъектами хозяйственной деятельности нормативных документов в области охраны окружающей среды.

Система автоматизированного экологического мониторинга создается в целях обеспечения автоматического измерения и учета показателей выбросов и (или) сбросов, фиксации и передачи информации об указанных показателях, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду.

Автоматическая измерительная система – это не просто один или несколько анализаторов, датчиков. Это единый комплекс равнозначных по важности составляющих, в перечень которых включаются используемые технические решения, применяемые компоненты для построения системы, управляющее программно-аппаратное обеспечение, анализаторы и датчики, организационные и технические мероприятия по эффективной эксплуатации системы, автоматизированные технические и организационные мероприятия гарантирования достоверности данных. Следует отметить также, что надежность и качество работы любой автоматической измерительной системы зависит от целого комплекса организационных и технических мероприятий.



Введение автоматизированной системы мониторинга организованных источников выбросов позволяет передавать в автоматическом режиме надзорным органам и заинтересованным службам предприятия результаты измерений по выбросам и на этой основе иметь объективную оценку экологической безопасности предприятия, соблюдения им установленных предельно допустимых нормативов. Получаемые результаты могут быть также использованы для корректировки технологических процессов установок.

Основные функции автоматизированной системы:

- автоматизация систем администрирования и учета на объектах;
- контроль соблюдения показателей с промышленных объектов;
- снижение рисков возникновения чрезвычайных происшествий;
- ведение и архивирование журнала событий.

Установка систем мониторинга выбросов является необходимым этапом программы повышения экологической безопасности и позволяет соответствовать нормам Экологического Кодекса Республики Казахстан, а также:

1. Облегчить процедуры получения предприятиями комплексных экологических разрешений;
2. Снизить риски штрафов и повышенного внимания надзорных органов;
3. Посредством постоянного мониторинга выбросов дать предприятиям возможность оценивать целесообразность внедрения прогрессивных технологий, направленных на повышение экологической безопасности производственного процесса.

Внедрение систем экологического мониторинга и следующие за этим мероприятия по снижению выбросов ведут к улучшению экологической ситуации не только на территории предприятия, но и в ближайших населенных пунктах.

Необходимо отметить особенности внедрения систем контроля, поскольку измерение валовых выбросов в дымовых газах является сложной задачей вследствие следующих факторов:

- большие диаметры дымовых труб и как следствие трудности соблюдения требований к прямым участкам для установки расходомеров и анализаторов пыли;
- необходимость согласования врезок на дымовых трубах, строительство площадок обслуживания;
- монтаж и обслуживание оборудования,

установленного на трубах, связано с высотными работами;

- часто встречающееся высокое содержание твердых частиц (сажи, пыли), которое осаждается на установленном оборудовании;
- низкая плотность среды;
- часто встречающиеся низкая скорость и высокая температура потока.

Даже при общем подобии технологических процессов на сходных предприятиях, каждое конкретное предприятие имеет свои индивидуальные конструктивные особенности, поэтому внедрение систем мониторинга должно выполняться по индивидуальным проектам.

Также часто встречаются недостатки существующих и предлагаемых на рынке систем контроля:

1. Предлагается только система мониторинга концентрации вредных веществ («шкаф аналитики»). В действительности для получения данных по валовым выбросам помимо аналитических данных необходимы еще данные по объемному расходу дымовых газов, приведенные к нормальным условиям, а также контроллер, где происходит расчет значений выбросов и передача данных на верхний уровень.
2. Нормирование метрологических характеристик заключается в оценке погрешности анализатора, при этом суммарная погрешность системы автоматического контроля выбросов не оценивается.
3. Использование в качестве источников данных по концентрациям вредных веществ аналитических систем:

- базирующихся на ненадежных принципах измерения, таких как электрохимия;
- имеющих длительный цикл измерений, при котором не обеспечивается непрерывность, такие как хроматография;
- использующих не прямые измерения с ненормированной погрешностью результата – конвертеры.

Предприятие может столкнуться также с трудностями выбора надежного и экономически выгодного оборудования для химического анализа, который требует всестороннего изучения существующих методов, их достоинств и недостатков.



Основные базовые требования к автоматическим системам мониторинга выбросов, обеспечивающие ее функционирование в течение долгого времени без высоких затрат на обслуживание и полное соответствие законодательным нормам, на которые необходимо обратить внимание:

1) Достоверность

- Опробованные методики выполнения измерений;
- Высокая стабильность и достоверность измерения;
- Самодиагностика;
- Удаленный контроль.

2) Надежность

- Тщательно выполненный инжиниринг;
- Обследования и предварительные проработки;
- Доступность сервиса;
- Доступность запчастей;
- Открытое программное обеспечение;
- Простота методик выполнения измерения;
- Обучение персонала.

3) Низкая стоимость владения

- Использование качественных комплектующих;
- Авторское сопровождение;
- Сервисные контракты;
- Высокая наработка на отказ;
- Оптимальный межповерочный интервал;
- Система самодиагностики.

Рассмотрим оптимальные решения при проектировании систем автоматизированного контроля выбросов, где в первую очередь должны учитываться следующие требования:

- система должна работать в автоматическом, непрерывном, круглосуточном режиме;
- все данные, необходимые для расчета величины валовых выбросов получают на основании прямых инструментальных методов выполнения измерений;
- система в целом и ее компоненты должны соответствовать Закону Республики Казахстан «Об обеспечении единства измерений».

При этом, предпочтение необходимо отдавать оборудованию, имеющему методику поверки и возможность проведения поверки на территории Республики Казахстан и аттестованным методикам выполнения измерений имеющим учетную регистрацию в реестре Государственной системы обеспечения единства измерений Республики Казахстан, которые требуют относительно невысокие

капитальные затраты, но при этом гарантируют высокую надежность, простоту и удобство эксплуатации, а также низкую стоимость эксплуатации в течение многих лет.

Система должна обеспечивать решение следующих задач:

- круглосуточная работа в автоматическом режиме, в соответствии со стандартизованными (аттестованными) методиками выполнения измерений;
- измерение в точке отбора пробы концентраций токсичных газов, расхода, температуры и давления в режиме онлайн;
- расчет валовых выбросов, хранение, визуализация и передача информации надзорным органам экологического контроля и службам предприятия;
- надежность и простота в эксплуатации.

При разработке комплексных решений по экологическому мониторингу, необходимо рассматривать как приоритетные требования закона, так и ограничения по бюджету. Системы мониторинга выбросов прежде всего должны обеспечивать достоверные результаты, однако не менее важно, чтобы они работали надежно, требовали минимального обслуживания и служили на протяжении не одного десятка лет.

Решение по мониторингу выбросов должно включать:

- измерение химического состава и концентрации компонентов отходящих газов;
- измерение содержания пыли;
- измерение температуры, абсолютного давления и мгновенного расхода дымовых газов;
- контроллеры и специальное программное обеспечение для сбора, обработки и хранения информации. Такое решение полностью соответствует требованиям к системам непрерывного измерения выбросов.

Инжиниринговые ресурсы каждой компании должны позволять обеспечить полное сопровождение экологических проектов, начиная от обследования производства и заканчивая вводом систем в эксплуатацию, включая все метрологические требования по оборудованию и методам измерений и сервисным сопровождением. Решение для конкретного применения разрабатывают после экспертного обследования предприятия, а гарантированный сервис и фиксированные цены на запчасти обеспечивать стабильную работу системы на протяжении всего жизненного цикла.



РАССМОТРИМ СТАДИИ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОЕКТА:

1) Инициация проекта

Изучение исходной документации или визит на предприятие для предварительного выбора и согласования мест установки приборов и архитектуры системы мониторинга в целом.

При выборе места установки оборудования необходимо учитывать состояние труб, наличие и состояние установленных на них площадок и лестниц. Монтаж оборудования может нести дополнительные затраты и риски.

2) Предпроектное обследование

Важный этап в работе проектной команды, ведь от полученных данных будет зависеть качество выполнения проекта, точность последующей работы, удобство и стоимость обслуживания системы.

Вместе со сформированной проектной командой в детальном исследовании должны принимать участие представители предприятия.

3) Разработка технического задания

Команда проекта формируется из специалистов проектного, инженерного и экспертного отделов компании. Участники со стороны предприятия предоставляют доступ к необходимым данным и заполняют опросные листы. Если техническое задание еще окончательно не сформировано, то объем и сроки работ уточняются совместно с представителями предприятия.

4) Разработка и согласование проектной документации

В проектировании задействованы: инженеры-проектировщики, эксперты по расходомерии и аналитике. Каждый этап проектирования согласовывается с представителями предприятия.

5) Сборка, предварительное конфигурирование оборудования и внутренние испытания

Производятся на собственном сборочном производстве.

6) Поставка оборудования, монтажные и пусконаладочные работы

Новая система мониторинга выбросов «под ключ», когда вопросы проектирования, привязки по месту, монтажа, наладки и соответствия законодательству об обеспечении единства измерений решает поставщик. Заводские, метрологические и приемосдаточные испытания проводятся на площадке заказчика. Специалисты со стороны предприятия принимают непосредственное участие в заводских приемосдаточных испытаниях.

В случаях, когда часть работ заказчик берет на себя, поставщик должен оказать консультационные услуги по подготовке к монтажу и провести контроль за

выполнением монтажных работ специалистами заказчика или специалистами привлеченной заказчиком подрядной организации. Поставщик выполняет проверку правильности подключения, настройку и запуск оборудования в работу, проводит инструктаж ваших специалистов по эксплуатации оборудования. Такие условия необходимо четко прописывать в договоре.

7) Метрологическая аттестация и передача в эксплуатацию

Комплект документов фирмы-изготовителя должны иметь перевод на государственный и русский языки, содержать полные сведения о технических (метрологических) характеристиках, порядке работы, иметь необходимые данные для проведения обслуживания, эксплуатации и ремонта. А также, техническую документацию, включая документы на методы и средства поверки.

Согласно СТ РК 2.21 «ГСИ РК. Порядок проведения испытаний и утверждения типа средств измерений» все средства измерений, включенные в систему автоматического мониторинга, должны пройти испытания с целью утверждения типа или метрологическую аттестацию.

Все используемые в документах метрологические термины должны соответствовать принятой в республике терминологии по СТ РК 2.1 «ГСИ РК. Метрология. Термины и определения», обозначения единиц физических величин – соответствовать ГОСТ 8.417 «ГСИ РК. Единицы физических величин»;

8) Сервисная поддержка

Договор на сервисное обслуживание измерительного и аналитического оборудования является проактивным подходом, обеспечивающим гарантированную работоспособность системы мониторинга выбросов. В рамках сервисной поддержки поставщик предоставляет экспертные знания, технологии и процессы, которые помогут обеспечить безотказную работу. Поддержка системы может осуществляться и в процессе промышленной эксплуатации, в том числе и после истечения срока гарантии, который стандартно составляет 2 года, на основе сервисного контракта.

9) Диагностика и ремонт

Выявление возможных неисправностей оборудования с использованием программно-технических средств. Информация о ремонтпригодности оборудования для принятия взвешенного, основанного на фактах, решения о целесообразности его ремонта. диагностика и ремонт



- *снижение риска внезапных отказов системы;*
- *оптимизация ваших затрат на ремонт оборудования;*
- *устранение неисправностей оборудования по стандартам завода-изготовителя. В зависимости от типа оборудования и характера неисправности, выявленной при диагностике, ремонт выполняется на месте эксплуатации, в сервисном центре или на заводе-изготовителе.*
- *оперативное и квалифицированное восстановление работоспособности оборудования.*

10) Калибровка и поверка

Определение фактических метрологических характеристик и подтверждение заявленных метрологических характеристик контрольно-измерительных приборов и каналов системы. Выполнение работ на заводе-изготовителе или непосредственно на производственной площадке заказчика.

Своевременное выполнение требований Закона Республики Казахстан «Об обеспечении единства измерений», правил промышленной безопасности, стандартов в области обеспечения качества.

11) Обучение

Команда опытных инженеров оказывает необходимую сервисную поддержку как во время пусконаладочных работ, так и в процессе последующей эксплуатации.

Также должно быть проведено обучение представителей предприятия, что позволит более эффективно эксплуатировать и обслуживать систему мониторинга выбросов. Обучение персонала работе с оборудованием желательно проводить непосредственно на производственном объекте, либо в учебных центрах завода-изготовителя, где специалисты предприятия получают знания и практический опыт, необходимые для эксплуатации оборудования.

Основное преимущество применения системы для контроля за выбросами - предприятие, внедряющее систему мониторинга выбросов, снижает риски штрафов и получает возможность оценивать целесообразность внедрения прогрессивных технологий, направленных на повышение экологической чистоты производства.

Комплексное решение на базе оборудования одного поставщика, как правило сопровождается следующими моментами:

- *отсутствие посредников;*
- *минимальная стоимость за комплексное решение;*

- *индивидуальная метрологическая сертификации системы в целом с внесением в Государственный реестр средств измерений;*
- *проект «под ключ», ответственность поставщика за комплексное решение;*
- *гарантийный и постгарантийный сервис;*
- *возможность фиксировать цены на запасные части;*
- *возможность бесплатного обследования и разработки решения по индивидуальному техническому заданию заказчика на предконтрактной стадии;*
- *квалифицированный персонал по всем линейкам оборудования и оперативная техническая поддержка;*
- *расширенная гарантия на решение в целом.*

Как правило в автоматизированную систему мониторинга входят следующие подсистемы:

1) Подсистема мониторинга газообразных веществ:

Используется для измерения концентрации и общего количества выбросов определяемых показателей. Например, измерение содержания вредных веществ: оксида углерода (CO), диоксида азота (NO₂), диоксида серы (SO₂), хлористого водорода (HCl) и др. (автоматическая калибровка осуществляется по воздуху, и дополнительная пробоподготовка не требуется), измерение содержания кислорода (O₂) (возможность измерения в агрессивных средах).

2) Подсистему мониторинга твердых веществ:

Используется для измерения концентрации пыли (взвешенных частиц, фракцией РМ-2,5 и РМ-10) в газовых выбросах, измерения оптической прозрачности среды.

3) Подсистему измерения физических параметров газового потока:

Используется для измерения скорости / расхода, температуры, давления и влажности дымовых газов.

4) Подсистему сбора и обработки данных:

- *сбор данных от датчиков и анализаторов;*
- *пересчет величин к стандартным состояниям и расчет моментальных выбросов;*
- *визуализация текущего состояния технологического оборудования и управление всеми модулями системы;*
- *составление отчетов о валовых выбросах за отчетные периоды от часовых до годовых;*
- *архивирование и защита данных;*
- *передача данных;*
- *лицензионное программное обеспечение;*
- *специализированное программное обеспечение для системы экомониторинга.*



Программно-аппаратный комплекс позволяет получать и отображать измеренные значения концентрации загрязняющих веществ, а также температуры и объемного расхода газового потока, рассчитывать валовые выбросы загрязняющих веществ, сохранять информацию, управлять в ручном и дистанционном режимах элементами системы. Кроме того, он позволяет управлять экологической безопасностью и передавать информацию в надзорные органы и другие информационные системы экологического мониторинга.

Внедрение автоматических измерительных систем контроля выбросов в Республике Казахстан призвано мотивировать природопользователей повышать

эффективность своих технологических цепочек. На сегодняшний день реализация проектов по автоматическим измерительным системам контроля выбросов состоит из трех этапов: установки системы мониторинга, анализа получаемых данных и оптимизации технологических процессов.

В настоящий момент в нашей стране реализуется первый этап таких проектов, где система автоматического контроля промышленных выбросов позволит своевременно выявлять экологические инциденты, предотвращать аварийные ситуации, оперативно реагировать на изменения качества компонентов окружающей среды и, как следствие, минимизировать затраты на ликвидацию последствий.

Литература

- Экологический кодекс РК от 2 января 2021 года № 400-VI ЗРК.
- Закон РК «Об обеспечении единства измерений» от 07 июня 2000 года № 53-II.
- Богдановский Г. А. Химическая экология. М.: Изд-во МГУ, 2003.
- Официальный сайт analitpribor-smolensk.ru.
- Горелик Д. О. Конопелько Л. А. Мониторинг загрязнения атмосферы и источников выбросов. - М.: Издательство стандартов. 1992.
- Израэль Ю. А. Экология и контроль состояния природной среды. М.: Гидрометеиздат, 1984.
- «Наше общее будущее». Доклад международной комиссии по окружающей среде и развитию (МКОСР). М. Прогресс. 1989.
- Кочуров Б. И., Лобковский В. А., Смирнов А. Я., Лобковская Л. Г.. Критерии и показатели эффективности природопользования как процессов региональной деятельности// Проблемы региональной экологии. - 2011. - № 1.

References

1. Environmental Code of the Republic of Kazakhstan dated January 2, 2021 No. 400-VI SAM.
2. The Law of the Republic of Kazakhstan "On ensuring the uniformity of measurements" dated June 07, 2000 No. 53-II.
3. Bogdanovsky G. A. Chemical ecology. Moscow: Publishing House of Moscow State University, 2003.
4. Official website analitpribor-smolensk.ru.
5. Gorelik D. O. Konopelko L. A. Monitoring of atmospheric pollution and emission sources. - M.: Publishing House of Standards. 1992.
6. Israel Yu. A. Ecology and control of the state of the natural environment. M.: Hydrometeoizdat, 1984.
7. "Our common future". Report of the International Commission on Environment and Development (ICEDD). M. Progress. 1989.
8. Kochurov B. I., Lobkovsky V. A., Smirnov A. Ya., Lobkovskaya L. G. Criteria and indicators of environmental management efficiency as processes of regional activity// Problems of regional ecology. - 2011. - № 1.