

Особенности создания систем автоматического контроля загрязняющих веществ от стационарных источников выбросов

© 2023. Н. М. Макарова, д. х. н., начальник отдела,
А. Л. Балашов, к. х. н., директор по эксплуатации,
А. М. Тойгильдин, главный специалист-эксперт,
А. Г. Свирский, директор филиала,
ФГУП «Федеральный экологический оператор»,
119017, Россия, г. Москва, ул. Большая Ордынка, д. 24,
e-mail: NatMiMakarova@rosfeo.ru

На современном этапе развития промышленности наблюдается тенденция по усилению экологического контроля за объектами, оказывающими негативное воздействие на окружающую среду (НВОС). Предприятия теплоэнергетической, чёрной и цветной металлургии, нефтегазоперерабатывающей, химической и нефтехимической промышленности оказывают наибольший вред окружающей среде, выбрасывая в атмосферу преимущественно диоксид серы, монооксид углерода, диоксиды азота, углеводороды, взвешенные вещества. Для осуществления контроля за количеством выбрасываемых загрязняющих веществ на законодательном уровне по объектам I категории НВОС установлено требование об обязательном оснащении стационарных источников выбросов системами непрерывного автоматического контроля (САК). Тематика внедрения САК является актуальной ввиду наличия в настоящее время ограниченного числа предприятий, имеющих САК. Целью исследования является рассмотрение особенностей создания САК стационарных источников выбросов, их состава, функционального назначения и внедрения на промышленных предприятиях.

Ключевые слова: система автоматического контроля, окружающая среда, загрязнение атмосферного воздуха, выбросы, промышленные предприятия.

Features of creating systems for automatic control of pollutants from stationary sources of emission

© 2023. N. M. Makarova ORCID: 0000-0003-3113-4899, A. L. Balashov ORCID: 0009-0003-2253-0731,
A. M. Toygildin ORCID: 0000-0001-6068-9119, A. G. Svirskiy ORCID: 0009-0002-1343-365X,
FGUP "Federalnyj ekologicheskij operator",
24, Bolshaya Ordynka St., Moscow, Russia, 119017,
e-mail: NatMiMakarova@rosfeo.ru

At the present stage of industrial development, there is a tendency to strengthen environmental control over objects that have a negative impact on the environment (NIE). Enterprises of heat and power, ferrous and non-ferrous metallurgy, oil and gas processing, chemical and petrochemical industries cause the greatest harm to the environment by emitting mainly sulfur dioxide, carbon monoxide, nitrogen dioxide, hydrocarbons, suspended solids into the atmosphere.

In order to control the quantity of emitted pollutants at the legislative level it is mandatory to equip stationary emission sources of the 1st category objects of NIE with continuous automatic control systems (SAC). The implementation of the SAC is relevant due to the currently limited number of enterprises with SAC.

The aim of the study is to consider the features of the creation SAC of stationary sources of emissions, their composition, functional purpose and implementation in industrial enterprises.

Keywords: automatic control system, environment, atmospheric air pollution, emissions, industrial enterprises.

От последствий негативного воздействия выбросов загрязняющих веществ (ЗВ) на организм человека ежегодно в мире погибает порядка 6 млн человек. В соответствии со

статистическими данными ежегодная доля выбросов ЗВ в атмосферу стационарными источниками в Российской Федерации (РФ) составляет около 17 млн т. Наиболее

распространёнными ЗВ, выбрасываемыми в атмосферный воздух стационарными источниками, по состоянию на 2021 г. являются: SO₂ (3,2 млн т), NO (1,9 млн т), CO (5,3 млн т) и углеводороды (без летучих органических соединений) (3,6 млн т) [1].

В целях снижения негативного воздействия и улучшения экологической обстановки в РФ органами государственной власти принимаются меры по регулированию и снижению выбросов ЗВ. К основным инструментам государственного регулирования в сфере охраны окружающей среды (ОС) относятся:

- издание нормативных правовых актов (НПА), регулирующих деятельность в области охраны ОС;
- выделение субсидий предприятиям, внедряющим экологически чистые технологии;
- квотирование выбросов;
- плата за негативное воздействие на ОС и установление повышающих коэффициентов за превышение установленных нормативов;
- проведение контрольно-надзорных мероприятий;
- привлечение к административной и уголовной ответственности за нарушения установленных требований в области охраны ОС;
- налоги на товары и производство, потребление или утилизация которых наносят ущерб ОС;
- внедрение наилучших доступных технологий (НДТ);
- профилактическая работа (информирование);
- формирование экологической ответственности у населения и работников предприятий.

В РФ все объекты, оказывающие негативное воздействие на ОС (НВОС), в зависимости от уровня их негативного воздействия подразделяются на четыре категории. В соответствии с критериями наибольшее НВОС оказывают объекты I категории, относящиеся к областям применения НДТ. В связи с оказанием объектами I категории НВОС значительного негативного воздействия Федеральным законом от 10.01.2002 № 7-ФЗ установлено требование об оснащении таких объектов системами непрерывного автоматического контроля (САК) при условии наличия в их составе стационарных источников выбросов ЗВ, образующихся при эксплуатации технических устройств, оборудования или их совокупности (установок), виды которых устанавливаются распоряжением Правительства РФ от 13.03.2019 № 428-р. Для объектов капитального строительства,

являющихся объектами НВОС I категории и относящихся к областям применения НДТ, при их архитектурно-строительном проектировании, строительстве и реконструкции неотъемлемым элементом является проектирование САК.

Перечень основных НПА, регламентирующих создание САК и предъявляемые к ней требования, представлен в таблице 1.

Целью данного исследования является рассмотрение особенностей создания САК стационарных источников выбросов, их состава, функционального назначения и внедрения на промышленных предприятиях.

Особенности создания систем непрерывного автоматического контроля

Под САК понимается комплекс технических средств, обеспечивающих автоматические измерения и учёт показателей выбросов ЗВ, фиксацию и передачу информации о показателях выбросов ЗВ в государственный реестр объектов НВОС. Федеральным законом от 10.01.2002 № 7-ФЗ установлен запрет на ввод в эксплуатацию объектов капитального строительства, относящихся к объектам I категории НВОС, не оснащённых техническими средствами и технологиями, направленными на комплексное предотвращение и (или) минимизацию НВОС, не оснащённых средствами контроля за загрязнением ОС, в том числе автоматическими средствами измерения и учёта объёма или массы выбросов ЗВ и концентрации ЗВ, техническими средствами фиксации и передачи информации об объёме и (или) о массе выбросов ЗВ и их концентрации.

Вопросам оснащения стационарных источников выбросов САК посвящены статьи [2–4]. Авторами работы [5] обозначены технологические особенности внедрения САК. В работе [6] представлены результаты анализа технологического оборудования системы автоматизированного мониторинга дымовых газов тепловых электростанций. В статье [7] обобщены требования к внедрению САК.

Целью САК является обеспечение автоматического измерения и учёта показателей выбросов, фиксации и передачи информации об указанных показателях в государственный реестр объектов НВОС.

В соответствии с Федеральным законом от 10.01.2002 № 7-ФЗ для САК установлен срок их создания, который не должен превышать четыре года со дня получения или

Таблица 1 / Table 1

Нормативные документы, регламентирующие создание и требования к САК стационарных источников выбросов / Regulatory documents governing the establishment and requirements for the SAC of stationary emission sources

№ п/п	Нормативный документ Regulatory document	Основные сведения о САК стационарных источников выбросов / Basic information about the SAC of stationary emission sources
1	Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (пп. 3.1, 9,10 статьи 65)	Обязанность оснащения стационарных источников выбросов загрязняющих веществ (ЗВ) на объектах I категории негативного воздействия САК. О программе, сроках и требованиях создания САК и включении программы создания САК или сведений о её наличии
2	Постановление Правительства Российской Федерации (РФ) от 13.03.2019 № 262 «Об утверждении правил создания и эксплуатации системы автоматического контроля выбросов загрязняющих веществ и (или) сбросов загрязняющих веществ»	Порядок создания и эксплуатации САК. Задачи, решаемые с помощью САК. Этапы создания САК. Условия включения стационарных источников выбросов в программу создания САК. Приёмка САК
3	Постановление Правительства РФ от 13.03.2019 № 263 «О требованиях к автоматическим средствам измерения и учёта показателей выбросов загрязняющих веществ и (или) сбросов загрязняющих веществ, к техническим средствам фиксации и передачи информации о показателях выбросов загрязняющих веществ и (или) сбросов загрязняющих веществ в государственный реестр объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду»	Виды автоматических средств фиксации и передачи информации о показателях выбросов ЗВ (автоматические средства). Назначение автоматических средств. Требования к техническим средствам. Измеряемые показатели. Пределы и погрешности измерений
4	Распоряжение Правительства РФ от 13.03.2019 № 428-р «Виды технических устройств, оборудования или их совокупности (установок) на объектах I категории, стационарные источники выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ которых подлежат оснащению автоматическими средствами измерения и учёта показателей выбросов загрязняющих веществ и (или) сбросов загрязняющих веществ, а также техническими средствами фиксации и передачи информации о показателях выбросов загрязняющих веществ и (или) сбросов загрязняющих веществ в государственный реестр объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду»	Перечень технических устройств, оборудования или их совокупности (установок) на объектах I категории, стационарные источники выбросов ЗВ которых подлежат оснащению автоматическими средствами измерения и учёта показателей выбросов ЗВ, а также техническими средствами фиксации и передачи информации о показателях выбросов ЗВ
5	Приказ Росприроднадзора от 25.08.2022 № 382 «Об утверждении формата передачи данных о показателях выбросов загрязняющих веществ и (или) сбросов загрязняющих веществ по информационно-телекоммуникационным сетям с автоматических средств измерения и учёта показателей выбросов загрязняющих веществ и (или) сбросов загрязняющих веществ в технические средства фиксации и передачи информации в государственный реестр объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду»	Формат передачи HTTP запроса автоматических средств измерения и учёта показателей выбросов ЗВ в государственный реестр объектов НВОС, а также в ПТО УОНВОС, JSON структуры набора элементов или полей данных. Формат передачи HTTP ответа ПТО УОНВОС в АСИ JSON структуру набором элементов или полей данных. Формат передачи типов данных, единиц измерения и кодов показаний.

№ п/п	Нормативный документ Regulatory document	Основные сведения о САК стационарных источников выбросов / Basic information about the SAC of stationary emission sources
6	ГОСТ Р 8.958-2019 «Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Наилучшие доступные технологии. Автоматические измерительные системы для контроля вредных промышленных выбросов. Методы и средства испытаний»	Ввод в эксплуатацию АИС КВ. Требования к подготовке к испытаниям АИС КВ. Средства измерения при проведении испытаний АИС КВ. Требования безопасности при проведении испытаний АИС КВ. Методы испытания АИС КВ. Проверка и определение параметров АИС КВ. Оценка защиты и идентификации программного обеспечения. Анализ конструкции АИС КВ
7	ГОСТ Р 8.959-2019 «Государственная система обеспечения единства измерений. Наилучшие доступные технологии. Автоматические измерительные системы для контроля вредных промышленных выбросов. Методика поверки»	Общие требования поверки АИС КВ. Операции поверки АИС КВ. Средства и методы поверки АИС КВ. Требования безопасности АИС КВ. Условия поверки АИС КВ. Подготовка к поверке АИС КВ. Проведение поверки АИС КВ. Оформление результатов поверки АИС КВ
8	ГОСТ Р 8.960-2019 «Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Наилучшие доступные технологии. Метрологическое обеспечение автоматических измерительных систем для контроля вредных промышленных выбросов. Основные положения»	Элементы и процесс метрологического обеспечения измерений. Установление и нормирование метрологических характеристик. Метрологическая экспертиза АИС КВ. Испытания в целях утверждения типа средств измерений. Поверка и калибровка АИС КВ. Метрологический надзор АИС КВ
9	ГОСТ Р ИСО 10396-2012 «Выбросы стационарных источников. Отбор проб при автоматическом определении содержания газов с помощью постоянно установленных систем мониторинга»	Методы отбора проб отходящих газов при САК. Ограничения применимости стандарта. Руководство по проведению представительного отбора проб газов в газоходе. Характеристика источника выбросов. Определение места отбора проб. Аппаратура и оборудование. Описание функционирования системы. Содержание протокола отбора проб
10	ИТС 22.1-2021 «Общие принципы производственного экологического контроля и его метрологического обеспечения»	Принципы создания и эксплуатации систем автоматического контроля выбросов в рамках ПЭК

пересмотра комплексного экологического разрешения. Для реконструируемых стационарных источников, включённых в программу повышения экологической эффективности, сроки оснащения САК определяются сроками реализации мероприятий данной программы. Оснащение стационарных источников выбросов САК осуществляется на основании программы по их созданию, являющейся составной частью программы производственного экологического контроля, в которой определяются стационарные источники и показатели выбросов ЗВ, подлежащие автоматическому контролю, места и сроки установки автоматических средств измерения и учёта показателей выбросов ЗВ, а также технических средств фиксации и передачи информации о показателях выбросов ЗВ в государственный реестр объектов НВОС, состав и форма передаваемой информации.

Процесс создания САК для каждого предприятия индивидуален. Это связано с тем, что

даже при общем подобии технологических процессов каждое конкретное предприятие имеет свои индивидуальные конструктивные особенности и производственное назначение. Вместе с тем для установления единого порядка создания и эксплуатации САК постановлением Правительства РФ от 13.03.2019 № 262 утверждены правила по их созданию и эксплуатации (Правила), которыми устанавливаются: задачи и этапы создания САК, требования к содержанию и разработке программы создания САК, условия включения источников НВОС в программу создания САК, требования к проектированию САК.

Согласно Правил процесс создания САК включает в себя несколько этапов: определение стационарных источников и показателей выбросов, подлежащих контролю автоматическими средствами измерения, их предпроектное обследование; разработка и утверждение программы создания САК; проектирование САК; поставка и монтаж оборудования, не-

обходимого для создания САК; приёмка САК в эксплуатацию; ввод в эксплуатацию САК.

К основным требованиям, предъявляемым к САК, относятся обеспечение её работы в непрерывном, автоматическом и круглосуточном режиме с использованием прямых инструментальных методов, соответствующих законодательству в области обеспечения единства измерений. Функционал, осуществляемый САК, включает в себя:

- измерение мгновенных выбросов ЗВ атмосферу;
 - приём измеренных мгновенных и интегральных значений выбросов от других источников;
 - расчёт мгновенных и интегральных значений выбросов от технологических установок и в целом по предприятию;
 - отображение значений выбросов и технологических параметров на мониторах АРМ эколога в режиме реального времени;
 - ведение оперативных архивов полученных и рассчитанных параметров, построение трендов, создание отчётов;
 - предоставление данных по выбросам и технологическим параметрам специалистам предприятия в виде видеокладов и трендов (web-интерфейс) и в виде текущих и архивных значений (ODBC-интерфейс, SOAP web-сервис);
 - передача в автоматизированные системы управления технологическим процессом или оператору технологических установок информации о превышении предаварийных/аварийных параметров для принятия неотложных мер по уменьшению выбросов;
 - передача данных по выбросам в Росприроднадзор посредством государственного реестра объектов НВОС.
- При определении стационарных источников и показателей выбросов, подлежащих контролю с помощью САК, проводится:
- сбор и анализ информации о составе и показателях выбросов стационарными источниками выбросов;
 - выбор стационарных источников выбросов, подлежащих оснащению автоматическими средствами измерения, а также средствами фиксации;
 - определение технической возможности осуществления автоматического контроля в условиях эксплуатации выбранных стационарных источников выбросов;
 - определение для каждого стационарного источника, подлежащего оснащению автоматическими средствами измерения, показате-

лей выбросов, подлежащих автоматическому контролю;

- определение методик, приборов и оборудования по измерению показателей выбросов;
- определение мест установки средств измерений в газоходах с отходящими газами в соответствии с требованиями промышленной безопасности, а при отсутствии отраслевых национальных стандартов по выбору измерительных секций и мест измерений для конкретной отрасли промышленности – в соответствии с национальным стандартом РФ ГОСТ Р ЕН 15259-2015 «Качество воздуха. Выбросы стационарных источников. Требования к выбору измерительных секций и мест измерений, цели и плану измерений, и составлению отчёта».

Для управления аппаратной частью САК предусмотрено создание программного обеспечения, позволяющего проводить в непрерывном режиме расчёт химических и физических показателей, анализ поступающей от приборов информации, архивирование и систематизацию данных, передачу данных в автоматизированные системы более высокого уровня, сохранение результатов измерений и учёта информации с регистрацией времени и даты остановки и возобновления работы автоматических средств измерения и передачи информации в государственный реестр объектов НВОС.

Требования к формату передачи данных о показателях выбросов ЗВ по информационно-телекоммуникационным сетям с автоматических средств измерения и учёта показателей выбросов ЗВ в технические средства фиксации и передачи информации в государственный реестр объектов НВОС установлены приказом Росприроднадзора от 25.08.2022 № 382. Передача информации в государственный реестр объектов НВОС о результатах измерений выбросов осуществляется усреднённо за каждые 20 или 30 мин.

Состав и функциональное назначение систем непрерывного автоматического контроля

Условно САК можно разделить на два уровня: нижний уровень – автоматическая система измерений на источниках выбросов, первичная обработка полученной информации и передача результатов измерений и вычислений на верхний уровень; верхний уровень – серверное оборудование, оснащён-

ное специальным программным обеспечением и сеть автоматизированных рабочих мест (АРМ) пользователей [8].

Требования к используемым в САК автоматическим средствам измерения и учёта показателей выбросов ЗВ, а также техническим средствам фиксации и передачи информации о показателях выбросов ЗВ в государственный реестр объектов НВОС определены постановлением Правительства РФ от 13.03.2019 № 263. Кроме того, установлены виды автоматических средств измерений, их максимально допустимые погрешности, требования к периодичности передачи информации о результатах измерений техническими средствами фиксации и передачи информации, требования к программному обеспечению технических средств фиксации и передачи информации, а также срокам хранения информации, полученной от автоматических средств измерений.

Обязательные метрологические требования к измерениям при осуществлении деятельности в области охраны ОС, включая диапазон и пределы допустимой погрешности, указаны в перечне измерений, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, утверждённом постановлением Правительства РФ от 16.11.2020 № 1847.

В качестве основных недостатков средств измерений САК, влияющих на результаты измерений, можно выделить следующее:

- не нормируемость суммарной погрешности САК в рабочих условиях;
- отсутствие учёта дополнительной погрешности измерений, вызываемой пробоотборными устройствами и системами подготовки пробы;
- использование средств измерений с устаревшими и ненадёжными методами измерений, имеющими большой цикл измерений (не отвечающих требованиям непрерывности), использующие не прямые измерения с восстановлением или окислением компонента и не имеющие нормированной погрешности;
- физические изменения состава пробы при применении систем подготовки пробы с охлаждением и осушкой, что, в свою очередь, влияет на достоверность результатов анализа;
- использование бинарных стандартных образцов, а не многокомпонентных газовых смесей, в качестве средств для поверки и калибровки средств измерений;
- отсутствие учёта дополнительной погрешности систем пробоотбора, транспор-

тировки и подготовки пробы при подаче парогазовых смесей непосредственно в газоанализатор, а не в пробоотборный зонд [9, 10].

Выбор мест установки средств измерений осуществляется на этапе проектирования, при этом необходимо руководствоваться следующими рекомендациями: места установки должны отвечать требованиям по соблюдению определённого режима газового потока в измерительной плоскости (отсутствие завихрений и обратных потоков, иметь заданный и стабильный профиль потока, позволяющий определить его скорость и массовую концентрацию ЗВ); однородность анализируемого газового потока; возможность создания специализированных площадок обслуживания для доступа к приборам; возможность врезки фланцев; возможность подсоединения электропроводов, наличие сжатого воздуха, линии водоснабжения и водоотведения; обеспечение безопасных условий труда; предотвращение негативного воздействия на ОС; обеспечение лёгкого доступа к средствам измерения.

Монтаж средств измерений осуществляется на стационарных источниках выброса промышленных установок или на подводящих газоходах к дымовым трубам. В случае выбросов ЗВ несколькими промышленными установками через один стационарный источник выбросов местом установки средств измерений и учёта являются газоходы всех промышленных установок или сам стационарный источник выбросов.

Вместе с тем, при выборе мест установки средств измерений возникают некоторые сложности, связанные со следующими факторами: проблематичность соблюдения требований к прямым участкам при установке расходомеров и анализаторов пыли на больших по диаметру дымовых трубах; необходимость согласования врезок на дымовых трубах и строительства площадок обслуживания; проведение высотных работ; часто встречающееся высокое содержание твёрдых частиц (сажи, пыли), осаждающееся на установленном оборудовании; низкая плотность среды; низкая скорость газового потока; высокая температура.

Для проведения измерений ЗВ с помощью САК используются методы, указанные в ИТС НДТ 22.1-2021 (табл. 2).

Среди представленных методов наиболее широкое распространение получили: хемилюминесценция, недисперсионная инфракрасная спектроскопия и Фурье-

Таблица 2 / Table 2

Перечень основных методов измерения, применимых при создании САК выбросов загрязняющих веществ / List of basic measurement methods applicable when creating SAC of pollutant emissions

Загрязняющее вещество Pollutant	Способ контроля Control method
Аммиак (NH ₃)	Фурье-спектроскопия, недисперсионный инфракрасный сенсор (ИК-сенсор) с корреляционным газовым фильтром, диодно-лазерная абсорбционная спектроскопия
Углерода оксид (CO) как показатель полноты сгорания топлива	Фурье-спектроскопия, недисперсионный ИК-сенсор с корреляционным газовым фильтром, электрохимия*
Углерода оксид (CO) во всех остальных случаях	Фурье-спектроскопия, недисперсионный ИК-сенсор с корреляционным газовым фильтром, электрохимия*
Хлористый водород (HCl)	Фурье-спектроскопия, недисперсионный ИК-сенсор с корреляционным газовым фильтром, диодно-лазерная абсорбционная спектроскопия
Фтористый водород (HF)	Фурье-спектроскопия, диодно-лазерная абсорбционная спектроскопия, дифференциальная оптико-абсорбционная спектроскопия
Оксиды азота (сумма азота оксида и азота диоксида, (NO ₂ и NO))	Хемилюминесценция, фурье-спектроскопия, недисперсионный ИК-сенсор с корреляционным газовым фильтром, недисперсионная УФ спектроскопия, дифференциальная оптико-абсорбционная спектроскопия, электрохимия*
Кислород (O ₂)	Парамагнитный метод, циркониевый датчик, электрохимия
Диоксид серы (SO ₂)	Фурье-спектроскопия, недисперсионный ИК-сенсор с корреляционным газовым фильтром, недисперсионная УФ спектроскопия, дифференциальная оптико-абсорбционная спектроскопия
Сероводород (H ₂ S)	Фурье-спектроскопия, недисперсионный ИК-сенсор с корреляционным газовым фильтром, недисперсионная УФ спектроскопия, дифференциальная оптико-абсорбционная спектроскопия

Примечание: * – метод применим только для электростанций, в которых природный газ является основным видом топлива.

Note: * – the method is applicable only for power plants with natural gas as the main fuel.

спектроскопия. Инфракрасная спектроскопия с преобразованием Фурье является одной из самых надёжных и эффективных технологий для автоматического мониторинга выбросов, позволяющая одновременно измерять несколько газообразных компонентов. Например, газо-анализатор ЭкоСпектр-Ф (изготовитель ООО «НПО «Экохимприбор»), предназначенный для непрерывного измерения содержания различных компонентов газовых смесей в промышленных выбросах, таких как NH₃, CO₂, CO, CH₄, NO, NO₂, O₂, SO₂, H₂O, N₂O, HCl, HF. Гибкость и универсальность инфракрасной спектроскопии с преобразованием Фурье делают её экономически выгодным и многоцелевым инструментом для измерения широкого спектра газовых компонентов в различных промышленных процессах, требующих непрерывного газового мониторинга.

В зарубежных промышленно развитых странах большое внимание уделяется контро-

лю за загрязнением атмосферного воздуха, для осуществления которого ими приняты НПА, ограничивающие выбросы ЗВ в атмосферный воздух, а также созданы САК. В частности, Директивой Европейского парламента и Совета Европейского Союза от 24.11.2010 № 2010/75/ЕС «О промышленных выбросах (о комплексном предотвращении загрязнения и контроле над ним, новая редакция)», установлены ограничения по выбросам ЗВ от промышленных предприятий и требования по их непрерывному контролю. Все установки, подпадающие под действие вышеуказанной директивы, должны предотвращать и сокращать загрязнение путём применения НДТ и обеспечивать эффективное использование энергии, управление отходами, а также меры по предотвращению аварийных ситуаций и ограничению их последствий. Также в Европейских странах установлены общие стандарты для непрерывных измерений качества воздуха с помощью автоматизированных из-

мерительных систем EN 15267-1, EN 15267-2, EN 15267-3, EN 14181.

В настоящее время в РФ при создании САК используется как российское, так и зарубежное оборудование (пылемер Dusthunter SB100, ультразвуковой расходомер Flowsic100H, термопреобразователь Sitrans7MC7512, преобразователь давления Sitrans7MF4233).

Для осуществления контроля ЗВ российскими предприятиями, такими как ФГУП «СПО «Аналитприбор», ООО «Н.П.Т.О. Экоприбор», ООО «НТЦ «Промприбор», АО НИЦ «Автоматика», ООО «Информаналитиа» и др. разработаны отечественные средства измерения, позволяющие определять в непрерывном режиме следующие вещества: NO, NO₂, C₃H₄O, NH₃, SO₂, C₃H₆O, C₆H₆, Br₂, C₄H₁₀, C₆H₁₂O₂, H₂, C₄H₆O₂, NaOH, H₂S, C₆H₁₁NO, H₂SO₄, C₂H₄O₂, HNO₃, C₈H₁₀, CH₃SH, CH₄, CH₃OH, C₇H₈, C₃H₈, метилметакрилат, пыль, стирол, уайт-спирит, бензин, гексан, керосин, углеводороды C₁-C₅ (по метану), углеводороды C₁-C₁₀ (по гексану), углеводороды C₆-C₁₀ (по гексану), CO₂, CO, C₆H₅OH, CH₂O, HF, Cl₂, HCl, SF₆, C₂H₅OH, C₄H₈O₂, C₈H₁₀, C₂H₄, и т.д. Однако, по ряду ЗВ (бензапирен, диоксины, тяжёлые металлы и др.) отсутствуют средства непрерывного измерения, применяемые в САК.

Из широкого спектра определяемых веществ в основном отечественными организациями в рамках САК предоставляются услуги по контролю следующих показателей: NO, NO₂, CO, SO₂, NH₃, H₂S, HF, HCl, взвешенных веществ, скорость потока, давление, температура, содержание кислорода и влажность отходящих газов.

Вместе с тем, в связи с введёнными в отношении РФ санкциями возникли трудности с приобретением ряда оборудования, используемого в САК. Для решения данной проблемы отечественные организации, занимающиеся созданием САК, переориентировались на приобретение аналогичного оборудования у дружественных стран (Китай, Индия и т.д.). Также стоит отметить, что намечена тенденция на использование при создании САК и их техническом обслуживании только средств и оборудования отечественного производства.

За невыполнение или несвоевременное выполнение требований по оснащению стационарных источников выбросов ЗВ САК, а также за нарушение требований к их оснащению ст. 8.51 Кодекса РФ об административных правонарушениях предусмотрено наложение штрафов.

Применение САК на производственно-технических комплексах по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов I и II классов опасности (ПТК)

В соответствии с паспортом федерального проекта «Инфраструктура для обращения с отходами I–II классов опасности» в составе национального проекта «Экология» в 2024–2026 гг. планируется ввод в эксплуатацию ПТК в нескольких регионах нашей страны. Создаваемые ПТК будут представлять собой высокотехнологичные производственные комплексы, надёжные технологические решения которых будут соответствовать лучшему мировому опыту со всей необходимой инфраструктурой и современным оборудованием, позволяющими безопасно реализовать задачи по обработке, утилизации и обезвреживанию промышленных отходов I и II классов опасности, образующихся в регионах их расположения [11].

На ПТК обезвреживание отходов I и II классов опасности планируется осуществлять с помощью установки термического обезвреживания, которая в соответствии с распоряжением Правительства РФ от 13.03.2019 № 428-р входит в перечень оборудования, подлежащего оснащению автоматическими средствами измерения и учёта показателей выбросов ЗВ, а также техническими средствами фиксации и передачи информации о показателях выбросов ЗВ в государственный реестр объектов НВОС. Для объектов НВОС, осуществляющих утилизацию и обезвреживание отходов, в том числе термическими способами, приказом Минприроды России от 12.11.2021 № 844 установлены технологические показатели выбросов ЗВ в атмосферный воздух, соответствующие НДТ.

Для контроля соблюдения технологических показателей выбросов на ПТК в составе установки термического обезвреживания отходов предусмотрена установка комплектно поставляемой САК компании ООО «СМЗ». Согласно паспорта на САК и проектной документации на строительство ПТК данная система предназначена для непрерывного автоматического измерения температуры; абсолютного давления и объёмного расхода газового потока; концентраций CO, NO, NO₂, SO₂, HF, HCl, O₂, H₂O, твёрдых (взвешенных) частиц; расчёта массовых и валовых выбросов ЗВ; сбора, обработки, визуализации, хранения полученных данных, представления полученных результатов в различных форматах [12, 13]. Остальные показатели будут кон-

тролироваться инструментальными методами в аккредитованной лаборатории.

Принцип действия САК, используемой на ПТК, основан на следующих методах измерения:

- температура газового потока – термоэлектрический;
- абсолютное давление газового потока – тензорезистивный;
- скорости газового потока – ультразвуковой;
- массовая концентрация твёрдых веществ – оптический;
- объёмная доля кислорода (O₂) – ячейка на базе оксида циркония;
- массовая концентрация CO, NO, NO₂, SO₂, HF, HCl, объёмная доля паров воды – инфракрасная Фурье-спектроскопия.

Создаваемая САК входит в состав системы ежегодного комплексного экологического мониторинга, который планируется осуществлять на ПТК.

Заключение

Таким образом, внедрение САК в значительной степени снижает риски получения штрафов, облегчает процедуру получения комплексных экологических разрешений, улучшает экологическую ситуацию не только на территории предприятия, но и на прилегающей территории, снимает социальную напряжённость населения за счёт открытости и доступности данных о выбросах, способствует предотвращению превышений нормативов допустимых выбросов, повышает эффективность предприятий, способствует оптимизации технологических процессов, снижению налоговой нагрузки за выбросы (как правило, фактические значения валовых выбросов ЗВ в 1,5–2 раза ниже расчётных).

References

1. Environmental protection in Russia. Statistical collection of Rosstat / Eds. I.V. Vasiliev, E.N. Glushakova, V.V. Dmitriev, S.S. Drozdova, T.R. Zhemchugova, M.P. Klevakina, M.G. Kotlyakova, E.A. Kuzmina, S.V. Ledovskaya, R.V. Nekrasov, I.V. Novikova, O.N. Romanova, N.G. Rybalsky, I.V. Sukhova, O.V. Kharina. Moskva, 2022. 115 p. (in Russian).

2. Sergeechev V.V., Panarin V.M., Rybka N.A. Equipping emission sources with automatic controls // *Ekologiya proizvodstva*. 2020. No. 12 (197). P. 108–109 (in Russian).

3. Grishakov K.V., Panarin V.M., Goryunkova A.A. Development of automated systems monitoring of air pollution of the gas and chemical industry // *Izvestiya TulGU. Tekhnicheskie nauki*. 2015. No. 8. Part 2. P. 44–50 (in Russian).

4. Panarin M.V., Rybka N.A., Maslova A.A., Sergeechev V.V., Zagumennov I.Yu. Equipment of stationary sources of harmful (pollutant) substances with automatic means of control of industrial emissions of objects of the 1st category // *Measuring, Monitoring, Management, Control*. 2019. No. 4 (30). P. 12–20 (in Russian).

5. Maksimov V.V. Systems of continuous emission control // *Ekologiya proizvodstva*. 2018. No. 11 (172). P. 48–57 (in Russian).

6. Kovalev I.V., Kovalev D.I., Kolesnik V.V., Losev V.V., Karaseva M.V. technological equipment Analysis of automated monitoring systems of flue gases at power plants // *Siberian Journal of Science and Technology*. 2018. V. 19. No. 4. P. 683–690 (in Russian). doi: 10.31772/2587-6066-201819-4-683-690

7. Ermakova M.S. Creation of an automatic emission and discharge control system // *Ekologiya proizvodstva*. 2020. No. 8 (193). P. 88–96 (in Russian).

8. Berner L.I., Tolstykh A.V., Zeldin Yu.M., Stanislavchik K.V., Khadeev A.S., Kotov V.V. Automated emission control system. Building, function and implementation principles // *Informatsionnye tekhnologii v nauke, obrazovanii i upravlenii*. 2021. No. 1. P. 29–35 (in Russian). doi: 10.47501/ITNOU.2021.1.29-35

9. Malyavin A.S. Actual issues of creation of systems of automatic control of emissions and discharges at facilities of category the 1st [Internet resource] https://eipc.center/wp-content/themes/fgau/publics/malyavin_creating_automatic%D0%B2.pdf?ysclid=lpfcz6na17323301514 (Accessed: 19.10.2023) (in Russian).

10. The system of automatic control emissions KEY. SYSTEM [Internet resource] <https://arctex.ru/content/arktehkeh> (Accessed: 19.10.2023) (in Russian).

11. Petrova A.S. New conditions for handling wastes of I–II hazard classes. Prospects for business and government // *Theoretical and Applied Ecology*. 2021. No. 4. P. 203–209 (in Russian). doi: 10.25750/1995-4304-2021-4-203-209

12. Project documentation “Industrial and technical complex for processing, utilization and neutralization of waste of hazard classes I and II “Gorny””. Section 8. Environmental protection measures, code 116.4-01-OOS1.1.3. Moskva: JSC “GSPI”, 2022. (in Russian).

13. Project documentation “Industrial and technical complex for processing, disposal and neutralization of waste of hazard classes I and II “Shchuchye””. Section 8. Environmental protection measures, code 116.4-01-OOS1.1. Moskva: JSC “GSPI”, 2022. (in Russian).