

АВТОМАТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ СОСТАВА ВЫБРОСОВ – РЕШАЮЩИЙ ФАКТОР ПОДДЕРЖАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Д. Чернокозинский, С. Найман (Компания Modcon-Systems Ltd)

Показано, что внедрение автоматических систем непрерывного контроля и учета выбросов (АСНК и УВ) удовлетворяет требованиям по контролю качества атмосферного воздуха, принятым в РФ. Сравниваются поточные системы мониторинга, базирующиеся на различных принципах измерения и характеризующиеся разными уровнями реализации.

Ключевые слова: системы непрерывного контроля и учета выбросов, системы мониторинга, поточные анализаторы, принципы измерений, пробоподготовка, пробоотбор.

Введение

Автоматический непрерывный контроль промышленного загрязнения воздушной среды является основным средством контроля и оценки производственных объектов и технологий с точки зрения обеспечения экологической безопасности и on-line оценки экологической ситуации. Этот современный метод, интегрирующий необходимость развития промышленного производства со всеми возрастающими требованиями охраны окружающей среды, стремительно распространяется в индустриальном сообществе. Адекватным ответом на увеличение уровня антропогенного загрязнения воздушной среды является принятие в РФ соответствующих государственных требований по контролю качества атмосферного воздуха и внедрение автоматических систем непрерывного контроля и учета выбросов (АСНК и УВ). Мониторинг выбросов особенно необходим в отраслях с многотоннажной эмиссией загрязняющих веществ. Это касается, в первую очередь, предприятий нефтепереработки и нефтехимии [1–3], производств, использующих как стандартные процессы сжигания (котельные, ТЭЦ [4]), так и занятых мусоросжиганием [5–6], а также связанных с получением биогаза от переработки или захоронения органических отходов [7–8].

Автоматизация контроля выбросов

При работе АСНК и УВ можно выделить два потока:

1) физический: движение пробы — от начальной точки с места врезки в технологический процесс через анализатор к месту выхода пробы либо в окружающую среду, либо обратно в технологический процесс. Возврат пробы в технологический процесс осуществляется в двух случаях: при опасности для природной среды или при больших объемах и полезных свойствах исследуемых образцов;

2) информационный: движение информации о фактическом состоянии объекта от датчиков, измеряющих необходимые параметры, через анализатор к управляющему органу.

Алгоритм действий при работе с информацией состоит в следующем: определение источника информации, получение первичной информации, обработка информации, анализ подготовленной информации, выводы, обратная связь в виде управляющего воздействия на начальные элементы объекта.

Применительно к системам автоматического непрерывного контроля это выглядит следующим образом:

- установление места отбора проб;
- качественный забор пробы, осуществляемый первичными пробоотборниками;
- система пробоподготовки, необходимая в случае несоответствия технологических параметров потока и качественных показателей пробы условиям работы сенсорных элементов и диапазону измерений прибора;
- непосредственная работа измерительного прибора, включая его калибровку и периодический лабораторный контроль;
- выдача результатов с данными о величине контролируемых величин;
- при необходимости осуществление с помощью технических средств фиксации и передачи информации о показателях выбросов загрязняющих веществ в государственный реестр объектов, оказывающих негативное воздействие.

Прорывом в данной области была модульность исполнения измерительной системы в соответствии с потребностями производства. Модульный подход позволяет, с одной стороны, стандартизировать процесс анализа, использовать уже разработанное и апробированное на других предприятиях оборудование, а с другой стороны, применять индивидуальный подход, исходя из конкретных задач.

При подборе системы поточного анализа следует ориентироваться на следующие факторы: физические параметры анализируемой пробы (температуру, давление, вязкость), химические параметры анализируемой среды (компонентный состав, наличие механических примесей и коррозионных веществ), назначение системы (товарно-учетные операции, коммерческий учет, технологический контроль, экологический мониторинг), размещение (климатические условия, степень защищенности IP по IEC 60529), взрывозащищенность исполнения по ГОСТ 30852.0-2002, степень автоматизации (ручное или автоматическое управление арматурой), степень гибкости и адаптивности (диапазоны возможных рабочих температур и давлений, устойчивость к вибрации).

Несмотря на то, что системы поточного анализа являются набором готовых элементов, перед началом разработки проектной документации проводятся проектно-исследовательские работы, которые включают изучение технологического процесса с точки зрения установки программно-аппаратного комплекса, сбор первичных данных по объекту, обследование технологических линий, зданий и сооружений, определение мест врезок при установке приборов, а также дальнейшую подготовку конструктивных решений. Проектирование позволяет определить способы и места установки элементов оборудования, привязав их к конструкциям зданий и сооружений.

В настоящее время существует множество различных технологий, вариации которых, а соответственно, и подбор модулей начинаются с пробоотбора — ручного или автоматического, периодического или непрерывного, с помощью специального зонда или с помощью датчика, установленного непосредственно в дымоходе, с автоматической периодической продувкой или без нее и т. д. Далее переходят к системе пробоподготовки (СПП) — определяют принципиальную необходимость ее отсутствия или наличия, а в последнем случае, потребность в структурных элементах, компоновка которых зависит от исходных процессов — давления, температуры, присутствия загрязняющих веществ и т. п. Следующим этапом подбора аналитической системы является непосредственно выбор способа измерения, а вместе с ним и соответствующих детекторов, действие которых основано на различных физических, химических и физико-химических свойствах. На сегодняшний день известно около 20 типов селективных и универсальных детекторов. Их выбор оказывает влияние на конфигурацию СПП, в разных точках которой для каждого типа детекторов определяются предельные значения расхода, давления и температуры. Все типы детекторов объединяет одно свойство: они работают при минимальном избыточном давлении. В стандартизируемых анализаторах детекторы обычно имеют значительный срок службы, не требуют частой замены и трудностей при обслуживании.

Затем полученные данные необходимо обработать на персональном компьютере с представлением ре-

зультатов замеров в аналоговой или цифровой форме. Должны быть представлены непрерывные измерения технологических параметров (количественного содержания загрязняющих компонентов, концентрации пыли, скорости потока и расхода дымовых газов, температуры и др.), а также вычисления количества выбросов загрязняющих веществ за определенный период. На экране следует показывать последние данные, динамику изменения показателей, а также рабочее состояние линий и анализатора. Форма представления информации должна обеспечивать наглядность, достоверность и однозначное понимание представляемых данных. Следует иметь возможность информацию систематизировать, архивировать, передавать в автоматизированные системы верхнего уровня, формировать отчетность, связанную с выбросами в атмосферу. Это требует серийного интерфейса для передачи данных на компьютер и подходящего программного обеспечения для обработки данных. Программно-аппаратный комплекс автоматической системы контроля должен быть разработан на основе открытости программных и аппаратных средств и иметь возможность передачи информации по протоколу Modbus RTU для интеграции в автоматизированные системы верхнего уровня. Кроме того, он должен комплектоваться технической документацией, программой и методикой испытаний и описанием массива и организации информации.

К одному из этапов компоновки АСНК и УВ относится подбор места размещения подготовительного и аналитического оборудования — в производственном помещении, которое может быть удалено на значительное расстояние от места забора пробы, или на улице, где существенен перепад климатических условий, от чего зависит степень защиты системы от воздействия окружающей среды и доступность для обслуживания. При размещении на большом расстоянии будет необходимо предусмотреть прокладку оптоволоконного кабеля, использование которого предотвращает потерю сигнала при передаче данных. При установке оборудования на улице потребуются сооружение специального защитного бокса или шельтера.

К системам поточного анализа качества предъявляются следующие требования:

- безопасность на всех стадиях: отбора, транспортировки и исследования образцов за счет минимизации воздействия таких поражающих факторов, как, например, повышенные давление или температура, с помощью предохранительных и обратных клапанов, регуляторов давления, вентилей, кранов, холодильников и т. п.;

- пожаро- и взрывозащищенность кабелей, трубопроводов, самого прибора. Класс защиты оборудования — IP54; для контрольно-измерительных приборов, устанавливаемых на открытом воздухе и имеющих электрический выход — не менее IP65;

- репрезентативность отбираемых проб, то есть способность системы доставить до анализатора ис-

следуемый образец с неизменным составом и свойствами;

- исключение условий для повышения в ходе анализа активности коррозионных веществ, которые, в свою очередь, могут создать серьезные трудности в работе запорно-регулирующей арматуры и снизить износостойкость всех звеньев АСНК и УВ;

- надежность и ремонтпригодность оборудования. Оборудование автоматической системы контроля должно обеспечить непрерывную работу в течение всего срока службы, с остановочными ремонтами и профилактическим обслуживанием в сроки, принятые для основного технологического оборудования, с возможностью многократного восстановления после отказов. Основные узлы и части оборудования должны быть взаимозаменяемыми, должна быть предусмотрена защита от потери информации от помех, аварий в системе энергоснабжения, в управляющем контуре. Автоматическая система контроля должна сохранять устойчивую и бесперебойную работу независимо от условий окружающей среды;

- удобство обслуживания и эргономичность PROBазорного устройства, СПП и прибора;

- возможность адаптации к различным требованиям измерительного процесса, например, изменение диапазонов измеряемых величин, или применение различных типов сенсоров для разных диапазонов концентраций при измерении одного и того же компонента, что обеспечивает максимальную точность в выбранном диапазоне;

- возможность апгрейда системы, в том числе и за счет модульности.

Технологии и оборудование автоматического контроля выбросов

Информационный технический справочник НДТ ИТС22.1-2016 описывает применяемые за рубежом наилучшие технологии для решения подобных задач. Но даже в данном справочнике не разъясняются преимущества или слабые стороны каждой из технологий измерений, которые важно оценить для принятия окончательного решения.

В газообразных средах для измерения параметров выбросов могут использоваться поточные системы анализа с различными принципами измерения и уровнями сложности.

Начнем с наиболее простых систем, которыми являются электрохимические датчики и анализаторы. Электрохимическая технология измерения появилась в аналитике одной из первых и имела преимущества как селективная и дешевая технология. Но ее слабыми сторонами являются невысокая надежность и простота использования систем, так как электрохимические датчики и анализаторы имеют короткий срок службы и требуют постоянной замены чувствительных элементов.

Более современные технологические анализаторы, пришедшие на смену электрохимическим методам, — оптические фотометры, которые гораздо надежнее

и практичнее электрохимических. Эти анализаторы требуют лишь периодических проверок того, что мощность светового излучения лампового модуля и способность поглощения оптического фильтра не ослабли и не требуют корректировки, а саму корректировку в случае необходимости можно производить в режиме реального времени, без демонтажа прибора. Срок службы таких решений гораздо дольше, а функционирование стабильней, чем у электрохимических систем. Единственным недостатком является меньшая селективность и ограниченный перечень веществ, подлежащих измерению.

К современным технологиям мониторинга относятся оптические спектрофотометры. Эти системы позволяют измерять гораздо больше компонентов, чем фотометры, являются более селективными, не требуют больших помещений или шкафов для размещения как, например, фотометры. Основное отличие между фотометрами и спектрофотометрами заключается в том, что фотометр калибруется на один определенный компонент, и в случае необходимости в него можно добавить дополнительные модули, но при этом каждый измерительный модуль может измерять лишь одно вещество в определенном диапазоне. То есть при изменении требований к перечню веществ в составе выбросов или к числу компонентов с другим диапазоном предприятие при использовании фотометров может столкнуться с проблемой серьезного изменения в системе подготовки проб и с необходимостью добавления новых анализаторных систем и дополнительных существенных затрат.

Для спектрофотометров же ситуация совсем иная, так как единая система измерений нуждается лишь в одной измерительной ячейке. Ячейка может быть изначально откалибрована на большее число компонентов, и если потребуются добавить или изменить какой-нибудь компонент, это будет возможно выполнить без дополнительных затрат и изменений в системе отбора пробы, только с помощью программного обеспечения анализатора и калибровки по месту.

Помимо различий в принципах измерения анализаторных систем существуют также различия в правилах подготовки пробы.

Газообразные выбросы, требующие измерения, выбрасываются в окружающую среду через дымоход с совсем другими технологическими параметрами, чем у закрытого газохода с высокими значениями давления, температуры и низкой влажностью.

Дымоход представляет собой трубу диаметром 2...6 м и высотой до 160 м, открытую в атмосферу выпускным отверстием. Давление и влажность газа в точке выброса практически совпадают с давлением и влажностью атмосферного воздуха. При этом требуется применять специальные способы забора пробы из дымохода и подготовки пробы для измерения в анализаторе.

Системы пробоотбора обязательно должны иметь продувку от пыли и обогрев с максимальной изоляци-

ей от влаги, так как часть веществ, которые существуют в выбросах и могут растворяться во влаге, выводятся из процесса, не попадая в анализатор. Соответственно вся пробоотборная линия должна быть изолирована и обогрета на протяжении всего пути пробы до анализаторной системы. Такие системы отбора и подготовки пробы относятся к экстрактивному типу.

Анализаторные системы (in situ), способные измерять пробы практически без пробоподготовки, в чем состоит их преимущество над экстрактивными системами измерения, устанавливаются непосредственно на трубе дымохода. Но эти системы гораздо более сложные в обслуживании и намного дороже классических экстрактивных систем.

Выбор автоматических систем контроля выбросов оказывает значительное влияние на бюджет проекта по внедрению систем автоматизации, а также на расходы при дальнейшей технической поддержке и эксплуатации системы. Но при этом каждый потенциальный «загрязнитель» имеет возможность ответственно подойти к вопросу контроля выбросов загрязняющих веществ, так как, кроме негативного воздействия на атмосферный воздух, предприятие совершает административное правонарушение и подвергает себя штрафным и исковым санкциям.

Таким образом, какие бы «ультрасовременные» технологии предприятия не применяли, насколько «успешно» не проводили бы аудиты и проверки, сколько бы «строгих» разрешений не получали, только «беспристрастное око» АСНК и УВ обеспечит высокоточную, непрерывную оценку и определит реальные уровни негативного воздействия на окружающую среду.

Продукция компании Modcon Systems

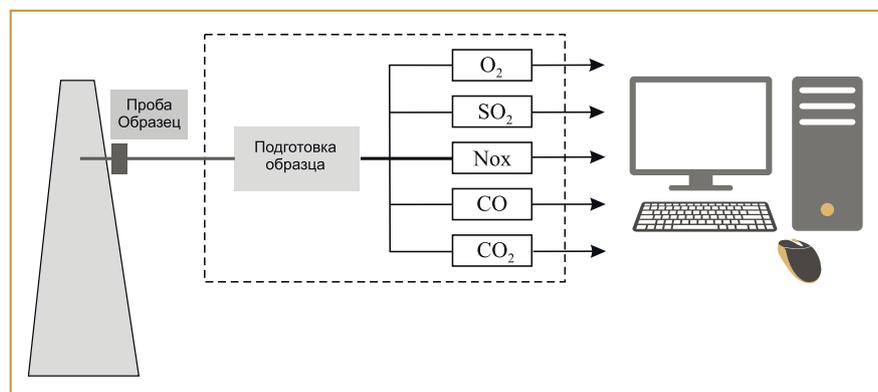
Согласно маркетинговым исследованиям фирмы Global Market Insights Inc. международного рынка точных анализаторов компания Modcon Systems занимает второе место среди ключевых игроков [9, 10]. Modcon Systems — один из мировых лидеров по внедрению на промышленных предприятиях систем контроля и регулирования выбросов нефтепереработки, нефтехимии и энергетики. Деятельность компании базируется на описанных общих алгоритмах потокового анализа (рисунок). Компания предлагает решения, которые основаны на требованиях ИТС 22.1–2016 «Общие принципы производственного экологического мониторинга и его метрологического обеспечения» в части применения наилучших доступных технологий в сфере производственного экологического контроля и обеспечивают безупречное качество данных об окружающей среде и технологическую эффективность. Готовые решения

Modcon Systems включают весь комплекс необходимых работ «под ключ»:

- постановку задачи;
- предпроектные исследования;
- детальное изучение технологических процессов;
- определение производственных параметров;
- выбор метода решения и технологической схемы;
- разработку технического задания;
- подбор соответствующего оборудования, его типа и марки, от ведущих производителей в отрасли;
- непосредственное внедрение на основе собственных инженерных идей автоматических систем непрерывного контроля и учета выбросов загрязняющих веществ — АСНК и УВ;
- выполнение шеф-монтажных и пусконаладочных работ,
- дальнейшее сервисное обслуживание.

Значительное внимание Modcon Systems уделяет системе пробоподготовки, так как очень часто причиной негодного анализа является не сбой в работе самого прибора, а неправильный отбор или некачественная подготовка образцов. Высокие давления, большой перепад температур, многокомпонентный и нестабильный состав выбросов, сложные внешние условия определяют комплекс требований к системам отбора и подготовки пробы. Понимание технологического процесса, грамотно подобранное место подключения к процессу, отбор репрезентативной пробы и транспортировка ее к анализатору — только все это в совокупности может гарантировать качественное измерение выбранных параметров.

Исходя из обследования источников загрязнения, подбирается порядок размещения и расположения оборудования системы автоматического контроля, оборудования предохранительными устройствами и системами, необходимыми для автономной работы: охранно-пожарной сигнализацией, освещением, отоплением и вентиляцией (системой поддержания микроклимата), места отбора проб для газового анализа, установки расходомеров, пылемеров, датчиков давления и температуры. Для решения однотипных задач используется унификация проектных решений, обеспечиваемая единообразным подходом к созда-



Технологическая схема системы

нию унифицированных объектно-ориентированных компонентов информационного, лингвистического, программного, технического и организационного обеспечения. Применяемые типы измерительных систем позволяют производить замену элементов системы на другие, с техническими и метрологическими характеристиками не хуже указанных в описании типа измерительной системы.

Автоматические системы непрерывного контроля и учета, разработанные компанией Modcon Systems — это оптимальные технические решения для современных технологических процессов. В самые ближайшие годы подобные АСНК и УВ станут безусловным трендом экологической безопасности российских предприятий.

Список литературы

1. *Shahnovsky G., Cohen T. and McMurray R.* Integrated monitoring for optimizing crude distillation // PTQ. 2012. Q1. p. 43-49.
2. *Кигель А., Зильберман И.И.* Контроль качества сырья и нефтепродуктов в режиме реального времени с использованием корреляционных методов измерения БИК и ЯМР // Автоматизация в промышленности. 2013. №6. с. 17-20.
3. *Кигель А., Чернокозинский Д.А., Зильберман И.И.* Точный анализ и контроль ТП: методы анализа, преимущества и специфика применения // Автоматизация в промышленности. 2016. №2. с. 42-46.
4. *Найман С.М., Сурнина А.В.* Дымовые трубы ТЭЦ и кислотная коррозия. // Экология и промышленность. 2005. №1. с. 43-45.
5. *Найман С.М.* Твердые отходы и их переработка. — Казань, Казан. гос. энерг. ун-т, 2006. - 330 с.
6. *Найман С. М., Газеев Н.Х., Глебов А.Н.* Термические методы переработки твердых отходов. Под ред. С.М. Найман. Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та. 2012. 234 с.
7. *Nayman S., Ovchinnikov V.* The agricultural Waste of Tatarstan Republic in Russia is Effective Biogas Potential. //Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences (RJPBCS). 2014. Vol. 5. May-June 5(3). p. 1232-1243.
8. *Найман С.М.* Биоэнергетические технологии и рациональное природопользование. // Экология и промышленность. 2014. № 9. с. 56-61.
9. New Study on Process Analyzer Market 2018-2024 Industry Trends & Forecast | Key Players are ABB, Modcon Systems, Emerson Electric Co., Yokogawa Electric, Siemens AG, Honeywell International, Hauser AG, Teledyne Technologies, Thermo Fisher Scientific // Global Market Insights, Inc., 18.04.2019: <https://www.openpr.com/news/1709769/new-study-on-process-analyzer-market-2018-2024-industry-trends-forecast-key-players-are-abb-modcon-systems-emerson-electric-co-yokogawa-electric-siemens-ag-honeywell-international-hauser-ag-teledyne-technologies-thermo-fisher-scientific.html>.
10. Huge Market Growth Till 2024: ABB Ltd. (Switzerland), Siemens AG (Germany), Modcon Systems Ltd. (U.K), etc. //Market Industry Journal, June 21, 2019.

*Чернокозинский Дмитрий — руководитель направления фотометрии и газового анализа,
Найман Софья — инженер по экологической безопасности
компании Modcon-Systems Ltd.
Контактный телефон 7 (495) 989-18-40.*

Система WallMES от Elematic оптимизирует производство стеновых панелей

Компания Elematic запускает систему управления производством WallMES, разработанную для оптимизации изготовления стеновых панелей. Система является частью цифрового решения для заводов ЖБИ Plant Control и включает автоматическое планирование производства, контроль работы и проверку качества. WallMES может также принимать данные о проектировании изделий непосредственно из систем BIM.

Современные заводы по производству сборного железобетона зачастую не имеют связей между различными рабочими процессами в реальном времени, что усложняет реализацию проекта. Так, для повышения эффективности и рентабельности производства появляется необходимость в проведении оцифровки этих процессов.

Передовое решение по управлению заводом Elematic Plant Control разработано на основе специфических потребностей производства ЖБИ: с ее помощью стало возможным контролировать и оптимизировать как весь производственный процесс, так и отдельные автоматические машины. В дополнение к этому, система Plant Control совместима с системами BIM, такими как Tekla Structures.

Часть системы Plant Control - WallMES призвана оптимизировать производство стеновых панелей. Она обеспечивает автоматическое планирование, контроль работы и проверку качества.

WallMES аккумулирует данные о производстве в реальном времени, а также обеспечивает сравнение фактических рабочих

часов с ожидаемыми оценками и сроками. Кроме того, она создает диаграммы эффективности производства, сметы рабочих часов, передовую проверку качества, простое наблюдение КПЭ с автоматической приборной панелью и настраиваемыми отчетами. WallMES автоматически сохраняет все данные об истории производства.

При помощи этой системы можно сбалансировать план работ и доступные ресурсы на каждом этапе, чтобы гарантировать стабильный и ежедневный рабочий процесс. Функция анализа данных помогает принимать меры по повышению качества производства, объединяя задачи по качеству, часы, необходимые для исправлений, и рабочие процессы, в которых возникли трудности.

При проектировании системы Plant Control, и, в частности, WallMES, специалисты стремились повысить удобство пользования. Функциональность и визуальную составляющую. Благодаря тому, что система состоит из независимых модулей, есть возможность выбирать способ и уровень оцифровки, что позволяет планомерно и стабильно продвигаться в реализации проекта, без больших первоначальных инвестиций.

Кроме того, WallMES, как и вся система Plant Control, отличается удобным в эксплуатации визуальным пользовательским интерфейсом с функцией перетаскивания и понятными значками и кнопками, руководствующими пользователя в различных ситуациях. Система интуитивна в освоении и эксплуатации.

[Http://www.elematic.com](http://www.elematic.com)