

А. В. Горшков, менеджер компании "Artvik",  
канд. физ.-мат. наук

## Промышленные анализаторы АМТЕК на предприятиях СНГ

История создания промышленных анализаторов, часто называемых также поточными, насчитывает более 50 лет, за которые они прошли большой путь. Первое время они воспринимались как дорогие и ненадежные приборы, к тому же осложняющие работу операторам. Сегодня общепризнанно, что их использование необходимо для управления технологическими процессами, в том числе и в системах АСУТП. Только применяя промышленные анализаторы, можно достичь производительности и качества, обеспечивающих конкурентность продукции на мировых рынках.

Промышленные анализаторы, о которых пойдет речь, появились на предприятиях СССР в конце 70-х — начале 80-х годов. К этому времени требования к анализу газов в ряде важнейших процессов нефтепереработки и химии, а также переработки и транспортировки газа уже не могли быть в полной мере удовлетворены традиционными средствами. Энергетический кризис с новой силой поставил вопрос об увеличении эффективности и снижении затрат даже для таких, казалось бы, простых установок, как печи, котлы и другие энергетические установки. Это привело к созданию простых и надежных анализаторов кислорода в дымовых газах. И, наконец, в это же время требования по охране окружающей среды были значительно ужесточены, что обусловило необходимость создания промышленных анализаторов для мониторинга выбросов  $SO_2$ ,  $NO_x$  и др. Повсеместное распространение получили установки по извлечению серы, каталитическому и термическому разложению окислов азота, потребовавшие создания целого комплекса промышленных анализаторов.

Рассмотрим в качестве иллюстрации проблему измерения влажности газов как пример эволюции промышленных анализаторов. Среди важнейших процессов, где требуется этот анализ, следует упомянуть:

- каталитический риформинг;
- пиролиз и производство олефинов;
- производство полиэтилена и полипропилена;

- криогенное газоразделение;
- осушку газа молекулярными ситами;
- транспортировку и переработку газа с высоким содержанием  $H_2S$ ;
- коммерческий учет газа.

Главной причиной, затрудняющей использование традиционных гигрометров на основе  $P_2O_5$ , датчиков влажности ( $Al_2O_3$ ), измерителей температуры точки росы для адекватного решения задачи анализа влажности газов в этих случаях, является *равновесный принцип* измерения. Этот принцип не позволяет, с одной стороны, получить быстрый отклик, требующийся для работы в составе современной АСУТП, а с другой — обеспечить надежные измерения в диапазоне менее  $10 \text{ млн}^{-6}$ . К тому же газы во многих из указанных процессов характеризуются большим содержанием примесей, агрессивных компонентов, гидрофильных веществ (например, метанола), дающих тот же отклик, что и вода. В них присутствуют и компоненты, способные разлагаться или полимеризоваться на поверхности  $P_2O_5$  и  $Al_2O_3$ . Это создает серьезные проблемы для анализа на потоке с точки зрения надежности, воспроизводимости измерений и стабильности калибровки. Следует упомянуть также, что традиционные анализаторы влажности не имеют средств поверки (таких, например, как калибровочные газы, типичные для ряда других приборов), которые можно использовать непосредственно, без демонтажа датчиков. Это усложняет проверку истинности измерений, а также делает невозможным принятие оперативного решения по показаниям анализатора.

В связи с этим были сделаны попытки применить для измерения влажности другие методы, позволяющие уменьшить время отклика, диапазон измерения, а также зависимость показаний от примесей. Наиболее последовательно это было сделано в области спектральных методов (ИК-спектроскопия в ближней области спектра), что оказалось вполне оправданным для определения содержания воды в жидкостях (например, аммиаке) и расплавах (например, полимерах или жидких мономерах). Однако при измерении влажности газов, за исключением редких специальных случаев, этот метод не обеспечивает достаточной чувствительности. Другим направлением можно считать попытки реализации на потоке химических методов анализа, в частности определение влажности титрованием по Фишеру. Необходимость постоянного обслуживания таких промышленных анализаторов и замены реагентов значительно сужает область их применения.

Проблема анализа влажности газов в указанных процессах была решена в 1976 г., когда компания "DuPont Instruments" выпустила анализатор влажности модели 560.

В этом анализаторе, использующем изменения частоты колебаний кристалла, покрытого макропористым полимером, который поглощает моле-

кулы воды, реализован *неравновесный* принцип измерения. Он обеспечивает быстрый отклик во всех диапазонах и позволяет измерить предельно низкие концентрации влаги — до единиц миллиардных долей. Особенности реализованного на основе такого принципа прибора, благодаря которым можно решить практически *все* проблемы измерения влажности, характерные для современных процессов, рассмотрены в работе [1]. Среди важнейших из них необходимо упомянуть встроенные средства поверки и калибровки, совместимость с любыми газами и независимость измерения от их состава, селективность по отношению к воде в потоках, содержащих гидрофильные примеси (метанол, спирты, гликоли и т. п.).

Практически сразу же анализаторы модели 560 и их модификации стали широко использоваться на предприятиях СССР. В течение короткого времени было поставлено около 50 таких анализаторов. Достаточно сказать, что *все* установки по получению этилена ЭП 300 (Лисичанск, Нижний Новгород, Нижнекамск, Ангарск) были оснащены подобными приборами.

Многие из этих анализаторов работают до настоящего времени, демонстрируя высокую надежность и уникальность заложенных в конструкцию принципов. Это связано и с тем, что подобные приборы практически не требуют текущего обслуживания (за исключением замены запасных частей), что существенно упрощает их эксплуатацию.

Значительная часть этого оборудования была поставлена в составе проектов "под ключ" крупными инжиниринговыми компаниями. Среди таких проектов — газоперерабатывающие заводы для объединения "Сибнефтегазпереработка" ("Japan Steel"), Астраханского и Оренбургского ГПЗ ("Technip"), установки полимеризации этилена и пропилена ("Technimont"), установки риформинга ("UOP") и другие. Поставки оборудования через третьи стороны были связаны также с существовавшим в то время эмбарго. Это не позволило установить надежный контакт изготовителя с конечными пользователями в СНГ, что впоследствии сыграло отрицательную роль в дальнейшем продвижении этих приборов.

Глобальные перемены в СССР в конце 80-х годов, привели, в частности, к ликвидации или потере отраслевыми министерствами, многими институтами и проектными организациями бывшего значения. По времени это совпало с преобразованиями и в компании "DuPont" — с продажей ее аналитических подразделений компании "АМЕТЕК" (США). В результате рынок оборудования на территории бывшего СССР был в значительной мере потерян для изготовителя, выступавшего под недостаточно известной в СНГ маркой АМЕТЕК. Неудовлетворительно осуществлялось даже снабжение действующих влагомеров запасными частями, так как связи между изготовителем и

пользователями были нарушены, а попытки последних найти компанию "DuPont Instruments" оказывались безуспешными.

В настоящее время эксклюзивным представителем изготовителя этого оборудования (компании "АМЕТЕК Process and Analytical Instruments") в СНГ является компания "Artvik" (США), которая имеет дочерние отделения в России и в Украине и профессионально занимается инжинирингом и поставками систем метрологического обеспечения, а также аналитического оборудования [2]. Компания "Artvik" отвечает за все вопросы, связанные с поставками оборудования на территорию СНГ, осуществляя шефмонтаж, пусконаладку и сервисное обслуживание анализаторов АМЕТЕК, проведение сертификационных и других испытаний.

С 1994 г. компания "Artvik" начала методичную работу по продвижению этих анализаторов на рынок СНГ. К этому времени сменилось поколение приборов. Использование микропроцессоров и новых методов покрытия кристалла полимером позволило увеличить точность приборов, ввести функции автоматической калибровки и многие другие. Существенно расширилось и семейство моделей анализаторов, ориентированных на разные приложения и финансовые возможности заказчиков.

Специалисты "Artvik" разработали полный комплект документации, учитывающей особенности рынка стран СНГ, а также ориентированный на эту территорию специальный набор комплектующих и запасных частей, который обеспечивает надежную работу оборудования в самых различных условиях эксплуатации, включая удаленные необслуживаемые площадки.

В настоящее время все анализаторы влажности АМЕТЕК имеют сертификаты Госстандарта, свидетельства о взрывозащищенности Госэнергонадзора и разрешение на применение. Для этого специалистами Госстандарта были проведены исследования метрологических характеристик влагомера и разработаны соответствующие методики поверки и калибровки.

Продолжая взаимодействие с органами Госстандарта России, компания "Artvik" в настоящее время работает с ВНИИМС над созданием эталонной установки, предназначенной для калибровки, поверки и испытаний гигрометров. Ее основой является модель 5800, использующая те же принципы, что и другие поточные анализаторы влажности АМЕТЕК. Создание такой установки позволит во многом решить проблемы метрологического обеспечения различных промышленных влагомеров.

Компания регулярно участвует в крупнейших международных выставках нефтегазового оборудования в СНГ. Традиционным является и участие в семинарах на курсах повышения квалификации специалистов нефтегазовых предприятий, организуемых ГАНГ им. И.М. Губкина в Москве. Это позволяет специалистам "Artvik" держать "руку



Рис. 1. Анализатор влажности газов моделей 2850/5800/5812 с полевым блоком и контроллером в едином корпусе

на пульсе” проблем, с которыми сталкивается персонал на местах, и максимально адаптировать оборудование к требованиям, предъявляемым к поточным анализаторам на промышленном рынке СНГ.

Какие же практические задачи решаются анализаторами влажности АМЕТЕК в настоящее время?

Большое число таких приборов, поставленных в начале 80-х годов компанией “Techpir”, эксплуатируются на Астраханском и Оренбургском газоперерабатывающих заводах. На этих предприятиях анализаторы контролируют содержание воды в товарном газе после осушки молекулярными ситами (температура точки росы  $-45^{\circ}\text{C}$ , давление 6 МПа). Такое низкое содержание воды, причем в потоках газа с высоким содержанием серных соединений ( $\text{COS}$  до  $200\text{ млн}^{-6}$ ,  $\text{R-SH}$  до  $400\text{ млн}^{-6}$ ) надежно и быстро можно измерить только анализаторами АМЕТЕК. Это предопределило закупку в 1997 г. еще одного прибора АМЕТЕК модели 5000 для второй очереди Астраханского ГПЗ РАО “Газпром”.

На Сургутском ГПЗ и на других предприятиях АО “Сибнефтегазпереработка” эти анализаторы контролируют процесс осушки товарного газа (эквивалентного по составу природному газу) и процесс регенерации осушителя воздухом.

На Нижнекамском нефтехимическом комплексе анализаторы влажности эксплуатируются во мно-



Рис. 2. Анализатор модели 880-NSL для измерения состава хвостового газа на установках Клауса и СуперКлауса

гих процессах, включая контроль влажности в этиленопроводе, при получении этилена и других олефинов. В этих процессах присутствие воды даже в незначительных количествах вызывает необратимую гибель катализаторов или выход некачественного продукта. Поэтому контроль влажности должен осуществляться на предельно низком уровне и максимально надежно.

Как уже отмечалось, на всех установках типа ЭП 300/600 бывшего СССР эти анализаторы измеряют влажность газа пиролиза и контролируют его осушку на уровне  $10\text{ млн}^{-6}$ , что чрезвычайно сложно в силу многокомпонентности потока, большого количества высококипящих компонентов и пироконденсата. Тем не менее анализаторы АМЕТЕК полностью справляются с этой задачей.

В процессах каталитического риформинга на Кременчугском и Нижегородском НПЗ анализаторы АМЕТЕК используются для измерения влажности рециркуляционного водородного газа. Сложность анализа заключается в том, что во время регенерации поток содержит кислоту в сочетании с высокой концентрацией воды (до  $2000\text{ млн}^{-6}$ ), в то время как содержание последней на рабочем режиме не превышает  $20\text{ млн}^{-6}$ . Таким образом, анализатор должен надежно измерять влажность в очень широком диапазоне концентраций.

Высокие эксплуатационные характеристики анализаторов АМЕТЕК были подтверждены и последними полевыми испытаниями на одном из узлов учета газа ДП “Львовтрансгаз” АО “Укр-газпром” [3]. Большое впечатление на персонал произвели надежность и быстрый отклик анализатора АМЕТЕК 5000, отсутствие необходимости текущего обслуживания, возможность измерения влажности как в абсолютных единицах, так и в единицах температуры точки росы, а также нечувствительность к метанолу и этиленгликолям в потоке газа. Результаты испытаний легли в основу решения о дальнейшем оснащении дочерних предприятий АО “Укргазпром” этими анализаторами.

Таким образом, анализаторы АМЕТЕК используются в самых сложных и ответственных местах для контроля влажности или качества товарного газа. Опыт их эксплуатации показывает, что во всех случаях, когда от анализатора требуется быстрый отклик, высокая точность, возможность проверки правильности показаний на потоке, и, наконец, высокая надежность при минимуме затрат на эксплуатационные расходы, влагомеры АМЕТЕК практически не имеют конкурентов.

Представленный обзор не был бы полным без упоминания о других промышленных анализаторах АМЕТЕК. Среди них в первую очередь следует отметить системы фотометрических анализаторов для процессов переработки и восстановления серы (установки Клауса). Новейшие инженерные решения позволили создать для этих приложений приборы, в которых отсутствуют пробоотборные

линии, что значительно увеличивает надежность и достоверность анализа. Именно эти анализаторы были поставлены в составе установки Клауса на Бухарский НПЗ. Более ранние модели анализаторов АМТЕК уже многие годы эксплуатируются в составе первой очереди Астраханского ГПЗ, на установке получения метиона в АО "Волжский Оргсинтез" и на других предприятиях.

Еще одним направлением деятельности компании являются анализаторы дымовых газов АМТЕК Тнеттох, предназначенные для контроля и оптимизации процессов горения. Следует отметить, что семейство этих приборов включает как простейшие анализаторы для небольших котельных, так и сложные высокотемпературные модели, способные оптимизировать процессы горения, например в печах пиролиза или других мощных энергетических установках. Эти анализаторы эксплуатируются на таких предприятиях как "Нижне-

камнефтехим", АО "Киришинефтеоргсинтез", ДП "Астраханьгазпром" РАО "Газпром".

Конструкция и инженерные решения, заложенные в фотометрические анализаторы и анализаторы дымовых газов, а также в поставляемые вместе с ними системы пробоотбора, во многом уникальны. Это позволяет добиться высокой надежности и точности при минимуме обслуживания, что необходимо для успешного применения промышленных анализаторов на предприятиях нефтегазовой и химической отраслей.

#### Список литературы

1. Анализаторы влажности газов на основе пьезокристалла// Законодательная и прикладная метрология. 1997. № 1. С. 38.
2. Сколько стоит измерение// Рынок нефтегазового оборудования СНГ. 1996. № 3. С. 46.
3. Измерение влажности природного газа в трубопроводе// Нефтегазовая вертикаль. 1998. № 6.

*Исчерпывающую информацию о технических и эксплуатационных характеристиках анализаторов АМТЕК можно получить в Российском и Украинском отделениях компании "Artvik".*

**Артвик Лтд.**

123060, Россия, Москва, ул. Маршала Соколовского, 3,  
тел. (095) 194 8161, факс (095) 956 70 78, E-mail:artvik@glasnet.ru

**СИНДЕК, ІНК**

252133, Украина, Киев, Лабораторный пер., 1,  
тел. (044) 269 9988, факс (044) 269 6033, E-mail:art@sindec.relc.com



*С. О. Арбузов, А. Г. Пеликан, Г. А. Дидин*

**Фирма "АКА-контроль" —  
нефтегазовому комплексу России**

Нефтегазовый комплекс России — наиболее динамично развивающаяся отрасль экономики и по своей сути в настоящее время является аккумулярующим началом передовых технологий как в области добычи, переработки и транспортирования готового продукта, так и в прикладных направлениях, обеспечивающих эффективность и безопасность функционирования этого фундаментального сектора российской экономики.

Огромное число средних и мелких фирм в мире разрабатывают и изготавливают контрольно-измерительное, диагностическое оборудование, приборы неразрушающего контроля для предприятий, добывающих, транспортирующих и перерабатывающих нефть и газ. Много таких пред-

приятий и у нас в стране, их число продолжает увеличиваться.

В период с 1992 по 1994 годы в России произошло 113 аварий, связанных с повреждением магистральных трубопроводов. Это — задачи контроля и диагностики. За годы "перестройки" прежнее оснащение морально и физически устарело, а то и просто утрачено в процессе приватизации, что создает объективные предпосылки для образования и роста числа фирм, способствующих технологическому развитию нефтегазового комплекса.

Почти 30 лет главным в стране по разработке средств неразрушающего контроля был московский НИИ интроскопии. Статус "открытого" института не только облегчал научную работу сотрудникам — возможность публикации в открытой печати, участие в международных конференциях, но и приучал работать в условиях ограниченных ресурсов (все помнят тепличные условия, в которых не так давно работали "оборонщики"). Поэтому переход к новой экономической модели сказался на его специалистах не так болезненно, как в ВПК. Многие предпочли организовать собственные фирмы — маленькие компании более восприимчивы к виражам переходного периода. Одна из таких фирм — "АКА-контроль". Созданная инженерами и учеными, проработав-