

Как измерить влажность природного газа?

ВИКТОР САТАНОВСКИЙ, управляющий директор Артвик Лтд. — Российского отделения Artvik, США

СЕРГЕЙ ЛОЗИНСКИЙ, управляющий директор Синдек, Инк. — Украинского отделения Artvik, США

Одним из важнейших параметров природного газа является его влажность. Надежное и точное измерение содержания воды в газе позволяет решить ряд технических и коммерческих задач при его транспортировке. Эта проблема находится в центре внимания многих компаний, одной из которых является компания Artvik (см. статью *Сколько стоит измерение. «Рынок нефтегазового оборудования СНГ», 1996, №3, с. 46.*). Задаче измерения влажности газа, а также ее практическому решению с использованием анализатора влажности АМТЕК 5000, поставленного компанией Artvik на испытания в ДП «Львовтрансгаз» АО «Укргазпром», посвящена настоящая статья.

Определение влажности природного газа при его транспортировке на первый взгляд не представляет особой сложности. Однако эта задача на протяжении многих лет с трудом поддается решению. Рассмотрим ряд основных причин, определяющих, с одной стороны, сложность, а с другой стороны, исключительную важность этой задачи.

«Мокрый снег» в трубопроводе

При работе с природным газом весьма важен контроль за образованием гидратов. Эти вещества — твердые кристаллические образования, похожие на мокрый снег и состоящие на 10% из углеводородов и на 90% из воды, могут заблокировать трубопровод, запорную и регулируемую арматуру, вывести из строя контрольно-измерительные приборы. Гидраты образуются, если температура газа ниже так называемой «температуры точки росы» (или инея) — явления, хорошо известного в природе. В тех местах, где происходит редуцирование давления, например, на арматуре и расходомерных шайбах, температура газа из-за эффекта Джоуля-Томсона понижается. Таким образом, для того чтобы избежать образования гидратов, необходимо контролировать температуру точки росы, или влажность газа.

При перекачке газа существуют также режимы, когда вода скапливается в неровностях в нижней части трубопровода. При наличии в газе H_2S и CO_2 кислоты, получающиеся в результате взаимодействия этих веществ с водой, приводят к возникновению сильной питтинговой коррозии. Если влажный газ содержит одновременно H_2S и CO_2 , ее скорость может достигать 30 мм/год! Один из «кирочков» этого процесса — вода — всегда присутствует в перекачиваемом газе. Следовательно, контроль за содержанием воды необходим и для предотвращения аварийности, связанной с коррозией.

По упомянутым выше причинам перекачиваемый природный газ должен быть предварительно осушен. Среди многочисленных способов осушки газа наибольшее распространение получило использование этиленгликолей (ДЭГ или ТЭГ) в качестве поглотителей воды. Подобные установки можно встретить и в местах добычи газа, и на подземных хранилищах. Однако этот процесс весьма энергоемкий. Осушка газа ниже требуемого уровня крайне невыгодна. Существует проблема и с уносом части гликоля с потоком газа. Поэтому на выходе из установки осушки чрезвычайно важно иметь надежный анализатор влажности, способный отличать воду от гликоля, чтобы вести процесс по его показаниям.

Не последнюю роль влажность газа имеет и при осуществлении коммерческих взаиморасчетов. Покупатель не хочет платить за воду ту же цену, что и за газ. При этом и продавец, и покупатель должны быть уверены в точности измерения как расхода газа, так и содержания в нем воды. В конечном счете выигрывает тот, чьи приборы более совершенны, т.е. обеспечивают быстрое, стабильное и точное измерение.

О роли равновесия

Средства измерения влажности газа широко используются в газовой промышленности, а история их создания насчитывает около 50 лет. Первыми были предложены приборы, использующие эффект запотевания зеркала при его охлаждении. Эти анализаторы получили название измерителей температуры точки росы. Используя отраженный от зеркала свет, можно автоматизировать регистрацию температуры точки росы. Другой принцип основан на способности пятиоксида фосфора поглощать воду. Используя закон Фарадея, можно связать количество электричества, прошедшего через ячейку P_2O_5 , с количеством поглощенной воды, и, тем самым, с концентрацией па-

ров воды в газе. Получили распространение и емкостные датчики для определения влажности газа. Если в качестве диэлектрика конденсатора выбрать вещество, способное адсорбировать воду (обычно Al_2O_3 или SiO_2), то его емкость будет изменяться при изменении влажности газа, что и регистрируется подобными приборами.

Несмотря на разные принципы измерения, реализованные в этих анализаторах, большинство из них объединяет одно качество — они равновесные. Это означает, что погрешность измерения зависит от того, с какой точностью достигнуто равновесие между водой, находящейся в газе, и водой на чувствительном элементе прибора. При уменьшении содержания воды равновесие устанавливается медленно, и зачастую сложно отделить дрейф нуля от процесса установления равновесия. Кроме того, равновесие по воде предполагает установление равновесия и по другим соединениям в потоке, к которым принадлежат и этиленгликоль, уносимый с установок осушки, и метанол, добавляемый в газ для предотвращения образования гидратов. Поэтому равновесные анализаторы, как правило, регистрируют не только воду, а суммарное содержание, например, воды и метанола.

А есть ли другое решение?

Другое решение реализовано в анализаторе влажности АМТЕК, использующем неравновесный принцип, основанный на зависимости частоты колебания кварцевого кристалла от массы воды на его поверхности. С одной стороны, это обеспечивает очень быстрый отклик анализатора, а с другой — исключает влияние примесей, так как скорость поглощения воды кристаллом намного превосходит скорость поглощения метанола, гликолей и других примесей. В схему включен и генератор влажности,

воспроизводящий заданную концентрацию воды. Это дает возможность быстро проверить правильность показаний прибора на потоке.

Уникальные свойства анализаторов АМТЕК обеспечили их широкое распространение в мире, в том числе и на территории стран СНГ. Многие годы эти надежные приборы успешно работают на нефте- и газоперерабатывающих производствах в России и на Украине, они внесены в Госреестр средств измерений России, имеют свидетельство о взрывозащищенности. Лучшим подтверждением высоких метрологических характеристик анализаторов АМТЕК является использование одного из них в качестве основы эталонной установки для поверки гигрометров, создаваемой совместно Artvik и ВНИИМС.

В то же время одно из основных приложений этих приборов — измерение влажности природного газа — до последнего времени не получило должного распространения в СНГ. Это обстоятельство и определило решение о предоставлении компанией Artvik анализатора АМТЕК 5000 для опытной эксплуатации на одном из узлов учета газа ДП «Львовтрансгаз».

На пути в Европу

Место испытаний было выбрано не случайно. Во-первых, транспортная система Украины играет ключевую роль в поставках газа в Европу. Украина находится на границе СНГ, и проблема ее ответственности за качество газа, поступающего далее в Европу, весьма актуальна. Газотранспортная система Украины — крупнейшая после РАО «Газпром» в Европе, и ее надежное и безаварийное функционирование определяет экономику транспортировки газа и в конечном счете прибыль или потери. Во-вторых, Украине принадлежит свыше четверти объема мирового парка подземных хранилищ газа, причем большинство из них эксплуатиру-

ется в ДП «Львовтрансгаз». И, наконец, предприятия АО «Укргазпром» связывает с дочерним отделением Artvik на Украине — компанией Сіндек — многолетнее сотрудничество в области метрологического обеспечения измерений. Достаточно упомянуть, что к настоящему времени на предприятиях АО «Укргазпром» используется более ста единиц поверочного оборудования, поставленного им компаниями Artvik и Сіндек за последние несколько лет.

После детального обсуждения всех вопросов, связанных с практическим определением влажности природного газа со специалистами АО «Укргазпром» и ДП «Львовтрансгаз», в октябре 1997 года анализатор АМЕТЕК, снабженный системой подготовки пробы, был поставлен на полевые испытания.

Монтаж анализатора был выполнен специалистами «Львовтрансгаза» в течение двух дней. Практически через два часа после подачи питания и продувки пробоотборных линий анализатор был готов к измерениям. Таким образом, сразу же была продемонстрирована чрезвычайная простота монтажа и запуска анализатора.

На площадке показания прибора раз в сутки сравнивались с измерениями температуры точки росы другого анализатора, использующегося предприятиями АО «Укргазпром» для определения влажности. Поэтому контроллер анализатора АМЕТЕК был запрограммирован специалистами ДП «Львовтрансгаз» для работы с единицами температуры точки росы.

Что показали полевые испытания

Проведенные испытания наглядно продемонстрировали соответствие анализатора АМЕТЕК 5000 целям и задачам анализа влажности природного газа в магистральных газопроводах. Быстрый отклик прибора позволил непрерывно измерять влажность газа в трубопроводе, удовлетворяя как требованиям оперативного контроля, так и коммерческого учета при прокачке больших объемов газа.

Специалисты ДП «Львовтрансгаз» особо отметили практически полное отсутствие необходимости в текущем обслуживании анализатора. Несмотря на то, что прибор несколько месяцев работал при самых разных погодных условиях, при периодическом отключении

электропитания, ни разу не возникла потребность в его остановке для проведения каких-либо сервисных работ.

Очень удобной оказалась возможность измерения влажности как в единицах температуры точки росы, так и в абсолютных единицах. Абсолютные единицы более точно характеризуют состав газа и используются для расчета тепловой способности. В то же время единицы температуры точки росы исторически более распространены в технологиях перекачки и переработки газа и более привычны для контроля этих процессов.

Сильное впечатление на пользователя произвела и возможность быстрого подтверждения правильности показаний анализатора с помощью встроенного генератора влажности, без демонтажа датчика и без остановки контроля процесса, что реализовано только в анализаторах АМЕТЕК.

Анализатор АМЕТЕК доказал возможность работы в газах, содержащих метанол и диэтиленгликоль. На следующем этапе предполагается смонтировать такой анализатор на установке осушки, чтобы обеспечить экономичность этого энергоемкого процесса.

Первый среди равных?

Итак, испытания анализатора влажности АМЕТЕК 5000 в ДП «Львовтрансгаз» были весьма успешными и позволили не только подтвердить высокие эксплуатационные характеристики этого прибора, но и прояснить многие другие аспекты измерения влажности газа. Несмотря на действующие в некоторых странах СНГ ограничения на методы измерения влажности природного газа для коммерческих целей, анализатор АМЕТЕК 5000 практически не имеет конкурентов, когда речь идет о высокой точности при сложных измерениях на потоке.

В то же время необходимо отметить, что испытанный прибор не заменяет собой все многообразие других анализаторов влажности, используемых при транспортировке газа. Учитывая стоимостные характеристики модели АМЕТЕК 5000, разумно использовать эти анализаторы, в основном, в самых ответственных местах — на выходе из больших подземных хранилищ, на узлах учета на границах государств, когда неточное или неправильное измерение влажности газа ведет к ощутимым финансовым потерям.