

УДК 620.1.08

## К ВОПРОСУ ИЗМЕРЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ ПРИРОДНОГО ГАЗА

Даев Ж.А.

АО «Интергаз Центральная Азия», Актобе Республика Казахстан  
zhand@yandex.ru

Латышев Л.Н.

ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»,  
lnl1@yandex.ru

**Аннотация.** Предлагается структура системы определения температуры точки росы газа. В данной статье авторы пытаются обобщить последние результаты в области газовой гигрометрии, сочетая построение структуры системы с основными принципами при разработке информационных измерительных систем. В статье рассматривается двухканальная структура измерительной системы, которая позволяет одновременно измерять температуры точек росы газа по воде и по тяжелым углеводородам в режиме реального времени на предприятиях трубопроводного транспорта природного газа.

**Ключевые слова:** влажность, ТТР, природный газ, измерительная система, гигрометрия

При эксплуатации магистральных газопроводов очень важно знать действительное значение такого показателя качества природного газа как влажность. При неэффективности средств осушки газа, влага конденсируется на внутренней поверхности магистрального газопровода и газового оборудования. Последнее становится источником серьезных проблем: снижается пропускная способность, возникают условия для образования кристаллогидратов, а при достижении отрицательных температур могут возникнуть ледяные пробки. Поэтому измерение влажности газа с высокой точностью на объектах трубопроводного транспорта газа является важной и актуальной задачей. Необходимо заметить, что в газовой промышленности часто оперируют таким понятием как температура точки росы (ТТР). Данный параметр очень важен не только потому, что гигрометры конденсационного типа определяют количество влаги по измеренному значению ТТР, но и потому, что содержащиеся в составе газа тяжелые компоненты или пары технологических спиртов, которые используются во время подготовки газа, могут также конденсироваться на внутренней поверхности магистрального газопровода. В таких условиях трубопроводным компаниям приходится транспортировать некоторую смесь

газа с капельной жидкостью, которая сказывается неблагоприятно на технико-экономических показателях. По этой причине важно знать не только ТТР по воде (ТТРв) для определения влажности газа, но ТТР по высшим углеводородам (ТТРву).

В работах [1, 2, 3] отмечается, что на сегодняшний день гигрометрия природного газа далеко не продвинулась, и показанный в [1, 4] обзор является подтверждением тому, что не все методы являются эффективными и не всегда точно можно однозначно определить ту или иную ТТР. Согласно работам [3, 5] наиболее важными, а также перспективными являются и представляют интерес гигрометры конденсационного типа. В данной работе пойдет речь гигрометрах данного типа.

Для конденсационных гигрометров главной проблемой является точное определение ТТРв и ТТРву для одной и тоже пробы газа. В работах [1, 2] показано, что не все приборы (а особенно западные зарубежные производители гигрометров) способны определять одновременно данные параметры при высоких давлениях на объектах магистральных газопроводов. В работах [6, 7] описаны интересные результаты исследований применения масел в качестве абсорберов для подготовки проб газа измерения ТТРв. Согласно результатам из статьи [7], в качестве поглотителей тяжелых углеводородов можно успешно применять такие вещества как моторное масло марки «Lukoil», вакуумное масло «Savant» либо медицинское вазелиновое масло.

### **Структура измерительной системы определения влажности природного газа**

В рамках данной статьи авторы предлагают структуру измерительной системы определения влажности газа. Предлагаемая структура системы является обобщением последних результатов газовой гигрометрии с общими принципами, которые приняты при проектировании информационно-измерительных систем.

Разрабатываемая система должна отвечать принципу сочетания системности и агрегатирования. Последнее означает, что все датчики и детекторы, а также вспомогательные элементы должны быть совместимы и взаимозаменяемы в условиях эксплуатации на газоопасном объекте, а характеристики должны позволять работать в среде природного или попутного нефтяного газов. Также требуется, чтобы система отвечала принципу максимальной функциональной замкнутости. Согласно данному принципу каждый элемент системы должен работать без привлечения функций других элементов системы.

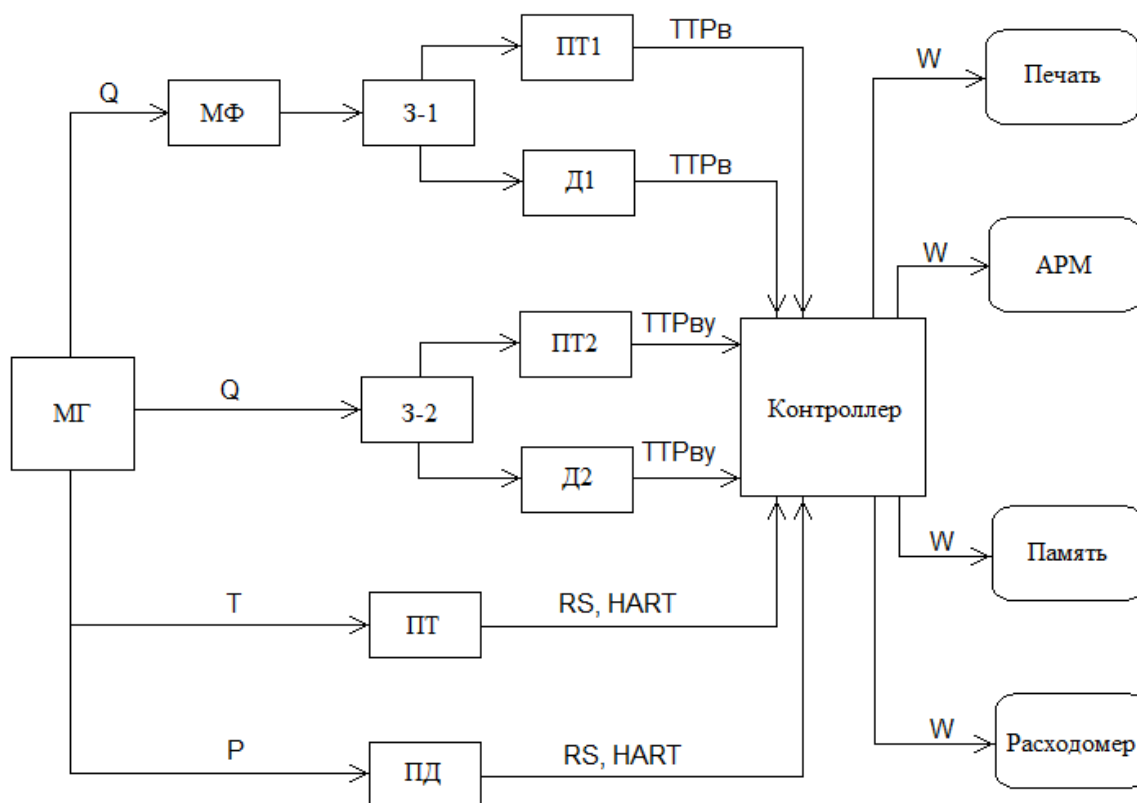


Рисунок 1. Структурная схема ИИС определения влажности газа

Последний принцип требует того, чтобы в системе были отдельные каналы измерения для ТТР<sub>в</sub> и ТТР<sub>ву</sub>, и элементы каналов позволяли определять данные параметры без привлечения общих устройств в режиме реального времени для исключения дополнительных источников погрешности. Также в состав системы должны входить преобразователи давления и температуры газа, которые необходимы для вычисления контролируемой влажности транспортируемого газа.

Структура предлагаемой системы определения влажности представлена на рисунке 1. Система состоит из двух параллельных каналов измерения ТТР, один для ТТР по воде, другой для ТТР по тяжелым углеводородам. В составе каналов имеется охлаждаемые зеркала 3-1 и 3-2, температура которых непрерывно измеряется преобразователями температуры ПТ1 и ПТ2, а выпавшие точки росы детектируются детекторами Д1 и Д2. Причем в состав канала для измерения ТТР<sub>в</sub> входит масляный фильтр МФ, предназначенный для фильтрации тяжелых фракций. Информация об измеренных параметрах непрерывно подается в вычислительное устройство, роль которого играет программируемый контроллер. В контроллере происходит обработка измерительной информации и вычисление влажности газа.

Рассмотрим работу измерительной системы более подробно. Проба газа в виде потока  $Q$  по двум линиям идет на охлаждаемые зеркала 3-1 и 3-2. Для того чтобы зафиксировать на зеркале 3-1 ТТР по воде, газ проходит через масляный фильтр МФ, характеристики которого исследованы в [7]. Достоинствами такой

фильтрации является то, что проба газа подается под давлением без редуцирования в отличие от твердых поглотителей. Температура охлаждения зеркал 3-1 и 3-2 постоянно измеряется преобразователями температуры ПТ1 и ПТ2, соответственно. Точка росы, которая выпадает на зеркалах фиксируется детекторами Д1 и Д2. В качестве детекторов можно использовать стандартные применяемые в газовой гигрометрии оптические системы. Давление и температура пробы газа измеряется непрерывно преобразователем температуры ПТ и датчиком давления ПД. Полученная информация во время измерительной процедуры передается по стандартным интерфейсам в контроллер.

По переданным данным (ТТРв, ТТРву, давление и температура) контроллер рассчитывает влажность газа  $W$ . Алгоритм расчёта влажности может быть построен на основе интерполированных данных, которые приводятся в [8] либо других адекватных источников. Измеренные и рассчитанные данные о влажности, ТТРв и ТТРву при давлении  $P$  и температуре  $T$  отображаются на экране автоматизированного рабочего места (АРМ) оператора, архивируются и хранятся в памяти, могут быть напечатаны, а величина влажности также может быть передана в автоматическом режиме для корректировки количества газа в систему измерения расхода и количества газа. Данная система может работать и в составе информационно-измерительной системы, принцип работы которой описан в [9].

Также следует заметить, что предлагаемая система соответствует принципу физической однородности и в тоже время довольно проста в эксплуатации. Применяемые элементы при выходе из строя могут заменяться без остановки всего измерительного процесса, отключая один из измерительных каналов на момент работ по обслуживанию. Точность системы определения влажности газа, в основном, определяется точностью, применяемых преобразователей температуры ПТ1 и ПТ2, быстротой срабатывания детекторов Д1 и Д2.

### **Выводы**

Предлагаемая в статье структура является небольшой попыткой авторов обобщить информацию по автоматическому измерению температур точек росы природного газа по воде и тяжелым углеводородам и определению количества влажности. Представленная структура системы определения влажности отвечает многим принципам построения информационных измерительных систем. Система одновременно способна непрерывно измерять два важных параметра - ТТРв и ТТРву под давлением без редуцирования при эксплуатации объектов магистральных газопроводов. Система рекомендуется для применения в газовой промышленности и промыслах газоконденсатных месторождений.

## Литература

1. Конденсационные гигрометры: состояние и перспективы совершенствования. Ч.1. /Вышиваный И.Г. и др. // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. 2007. №7. С. 2-13.
2. Конденсационные гигрометры: состояние и перспективы совершенствования Ч. 2 /Вышиваный И.Г. и др. // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. 2007. №8. С. 11-17.
3. Москалев И.Н. Влагометрия природного газа: перспективы развития // Газовая промышленность. 2001. №1. С. 43-48.
4. Пеклер В.В., Мамонтов Г.М. Состояние и перспективы развития гигрометров и средств их метрологического обеспечения // Датчики и системы. 2006. №1. С. 33-38.
5. Истомина В.А. Влагомеры конденсационного типа // Газовая промышленность. 2000. №12. С. 39-41.
6. Применение масляного абсорбера постоянного действия для подготовки пробы газа при замерах точки росы /Донских Б.Д. и др. // Наука и техника в газовой промышленности. 2008. №1. С. 66-69.
7. Использование масляной абсорбции для подготовки пробы природного газа при замерах точки росы воды /Крашениников С.В. и др. // Наука и техника в газовой промышленности. 2007. №4. С. 62-66.
8. ГОСТ 20060-83 «Газы горючие. Методы определения содержания водяных паров и точки росы влаги» М: ИПК Издательство стандартов. 1999. 35 с.
9. Латышев Л.Н., Даев Ж.А. Метод повышения точности измерения расхода газа // Датчики и системы. 2010. №1. С. 31 – 34.

## ABOUT MEASUREMENT OF MOISTURE IN NATURAL GAS

Zh.A. Dayev

JSC "Intergas Central Asia", Aktobe Kazakhstan

zhand@yandex.ru

L.N. Latyshev

Ufa state petroleum technical university,

lnl1@yandex.ru

**Abstract.** The proposed structure of the system determines the dew point of the gas. In this paper, the authors attempt to summarize recent findings in the field of gas hygrometry, combining the structuring of the basic principles of the development of information measuring systems. The article discusses the structure of two-channel measuring system that can simultaneously measure the dew point temperature of the gas in the water and heavy hydrocarbons in real time at the enterprises of natural gas pipelines.

**Keywords:** humidity, dew point, natural gas measurement system, hygrometer

### References

1. Vyshivany I.G., Kostyukov V.E., Moskalev I.N., Kuznetsov S.A. Condensation hygrometers: state and prospects of improving (Part 1) // Automation, telemetry and communications in the oil industry. 2007. № 7. Pp. 2-13.
2. Vyshivany I.G., Kostyukov V.E., Moskalev I.N., Kuznetsov S.A. Condensation hygrometers: state and prospects of improving (Part 2) // Automation, telemetry and communications in the oil industry. 2007. № 8. Pp. 11-17.
3. Moskalev I.N. Hygrometers of natural gas: prospects // Gas industry. 2001. № 1. Pp. 43-48.
4. Pekler V.V., Mamontov G.M. Status and prospects of hygrometers and their means of measurement assurance // Sensors and Systems. 2006. № 1. Pp. 33-38.
5. Istomin V.A. Condensation type hygrometers // Gas industry. 2000. № 12. Pp. 39-41.
6. Donskikh B.D., Elistratov M.V., Makinskaya A.A., Krushnevich V.T. The use of an oil absorber for continuous training in the measured sample gas dew point // Science and technology in the gas industry. 2008. № 1. Pp. 66-69.
7. Krashennnikov S.V., Donskikh B.D., Makinskaya A.A. etc. // Use an oil absorption for the sample preparation of natural gas in the measured dew point of water // Science and technology in the gas industry. 2007. № 4. Pp. 62-66.

8. GOST 20060-83 "Combustible gases. Methods for determination of water vapor and moisture dew point "M: Publisher IPC standards. 1999. 35.

9. Latyshev L.N., Zh.A. Dayev A method for increasing the accuracy of measurement of gas flow // Sensors and Systems. 2010. № 1. Pp. 31-34.

#### **Сведения об авторах**

Даев Ж. А., канд. техн. наук, ведущий специалист отдела КИПиА, метрологии и замерных узлов АО «Интергаз Центральная Азия», Актобе Республика Казахстан  
Тел.: (713) 2-741-463,  
e-mail: zhand@yandex.ru

Zhanat Dayev, PhD, leading specialist of the instrumentation, metrology and metering units of JSC "Intergas Central Asia", Aktobe Kazakhstan  
Tel.: (713) 2-741-463,  
e-mail: zhand@yandex.ru

Латышев Л. Н., канд. техн. наук, доцент кафедры «Автоматизация технологических процессов и производств» ФГБОУ ВПО УГНТУ  
Leo Latyshev, PhD, assistant professor of «Process automation and production» FSBEI USPTU  
Tel.: (347) 2-420-913,  
e-mail: ln11@yandex.ru