



МИРО

измерений

www.ria-stk.ru/mi

5
2014

сартоГОСМ

Новые весы
Secura®



Простое и надёжное взвешивание
для регулируемых видов деятельности

www.sartogosm.pф

192007, г. Санкт-Петербург, ул. Расстанная, д. 2, корп. 2, лит. А

(812) 380 25 69
web@sartogosm.ru



Тема номера:
Нефть и газ

Raptor
OPEN SYSTEM

Требования к организации учета продолжают расти. Пришло время открыть для себя новую систему учета!

Полностью обновленная система учета продуктов в резервуарных парках Raptor от компании Rosemount поднимает учет на новый уровень и дает вам больше возможностей при возрастающих требованиях к эффективности, безопасности и точности.

Raptor представляет собой открытую и гибкую систему на основе использования стандартных протоколов связи, а также технологии IEC 62591 (WirelessHART). Система Raptor обеспечивает полный контроль за состоянием резервуарных парков и параметрами продуктов, а также вычисление объема и массы в резервуарах любого типа. Стабильная и непревзойденная точность измерений позволяет использовать эту систему для организации коммерческого учета.

Подробнее на сайте www.kombit.ru

ВМЕСТЕ С RAPTOR К НОВЫМ ПОБЕДАМ!



ROSEMOUNT
Tank Gauging

КОМБИТ ISO 9001
www.kombit.ru


EMERSON
Process Management

The Emerson logo is a trademark and service mark of Emerson Electric Co. © 2011 Emerson Electric Co.

EMERSON. CONSIDER IT SOLVED.™

16+

Ежемесячный
метрологический
научно-технический
журнал

Основан в марте 2001 г.

Учредители



ООО "РИА "Стандарты
и качество"

Общероссийская
общественная организация
"Всероссийская
организация качества"

Генеральный директор
Н.Г. Томсон

Редакционный совет
Ю.В. Тарбеев, председатель
Ю.С. Васильев
М.В. Балаханов
И.Ф. Шишкин
Н.П. Муравская
Н.Н. Новиков
О.А. Сперанский
Н.Г. Томсон
В.П. Иванов

Тел.: (495) 771 6652,
988 8434
Факс: (495) 771 6653
E-mail: mi@mirq.ru
mi.55@mail.ru

Свидетельство о регистрации
ПИ № ФС 77-33231 от 26.09.2008

При перепечатке материалов
ссылка на журнал и его электронную
версию обязательна

Редакция не несёт ответственность
за содержание рекламы

Подписные индексы:
каталог агентства
"Роспечать" – 80407,
объединённый каталог – 39445

Подписано в печать 25.04.2014.
Бумага мелованная матовая 60×90/8.
Печать офсетная. Усл. п. л. 8.
Тираж 1000. Свободная цена.
Заказ 151595

Отпечатано в типографии "Вива-Стар".
107023, Москва,
ул. Электровзаводская, д. 20



© ООО "РИА "Стандарты и качество", 2014



ММЮ Измерений

5 (159) 2014

ТЕМА НОМЕРА: **НЕФТЬ И ГАЗ**

И.А. Исаев, А.И. Горчев, Р.Р. Замалетдинов
**Применение ультразвуковых преобразователей расхода для измерения
объёмного расхода попутного нефтяного газа**..... 3

О.А. Васильева
Нормы точности учёта сырой нефти..... 7

Н.В. Кузь, М.О. Шевчук
Измерительная система объёма природного газа и степени его одоризации..... 11

О ЕДИНСТВЕ ИЗМЕРЕНИЙ В ТАМОЖЕННОМ СОЮЗЕ

Применение единиц величин – разговор на одном языке..... 13

ОБ УТВЕРЖДЕНИИ ТИПОВ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ..... 18

НОВЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

Метрологические стенды (комплекты рабочих мест для поверки средств измерений)..... 21

Инновационные решения в области создания беззеховых камер..... 24

ТЕОРИЯ. ЭКСПЕРИМЕНТ. ПРАКТИКА

В.К. Береснев
Погрешности измерений объёмов воды российскими приборами учёта..... 26

А.С. Чуев
**Архитектурные модели систем физических величин и закономерностей
на базе систем единиц СИ и СГС**..... 29

КВАЛИМЕТРИЯ

В.П. Мотало, А.В. Мотало
**Определение по методологии квалиметрических измерений
уровня качества природного газа как источника энергии**..... 37

КВАНТОВЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ – БУДУЩЕЕ МЕТРОЛОГИИ

Г.Н. Змиевской, С.Л. Чернышев, Л.С. Чернышев
Моделирование зрительных механизмов на основе нумерации..... 45

КОНФЕРЕНЦИИ. ВЫСТАВКИ. СОБЫТИЯ

В.И. Матвеев
Территория NDT – 2014..... 51

Итоговая коллегия Росстандарта..... 55

ВЕЛИКОЕ ПРОШЛОЕ

С.Т. Жуков
Указ 1797 г. как образец деструктивного законотворчества..... 56

DESIDERATA..... 62



В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:
ТЕРМОМЕТРИЯ

Реклама в номере:

ЗАО "НПЦентр" – 19 •
ЗАО "САРТОГОСМ" – 1-я с. обложки •
ЗАО "Теккноу" – 21, 22, 23, 4-я с. обложки •
ООО "Вибра Рус" – 3-я с. обложки •
ООО "Вэстстрой Экспо" – 10 •
ООО "Комбит Инжиниринг" – 2-я с. обложки •
ФГУП "ЦНИРТИ им. академика А.И. Берга" – 24, 25 •

РИА "Стандарты и качество" – 64

Подписка

принимается во всех отделениях связи

80407 каталог агентства "Роспечать"

39445 объединённый каталог

10968 каталог МАП "Почта России"

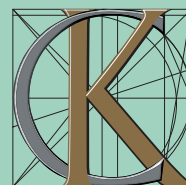


ММЮ Измерений

MEASUREMENTS WORLD

5 (159) 2014

ПОЗДРАВЛЯЕМ СО ВСЕМИРНЫМ ДНЁМ МЕТРОЛОГИИ!



РИА СТАНДАРТЫ
И КАЧЕСТВО

MAIN FEATURE: OIL & GAS

I.A. Isaev, A.I. Gorchev, R.R. Zamaletdinov

Application of Ultrasonic Flow Converters for Measuring Volumetric Flow Rates of Associated Petroleum Gas 3

O.A. Vasilieva

Standards of Accuracy for Crude Oil Stock-Taking 7

N.V. Kuz', M.O. Shevchuk

Natural Gas Volume & Odorization Measuring System 11

CONCERNING THE UNIFORMITY OF MEASUREMENTS WITHIN THE FRAMEWORK OF CUSTOMS UNION

Units of Quantities Usage being a Single-Language Conversation 13

APPROVING TYPES OF MEASURING INSTRUMENTS 18

NEW MEASURING INSTRUMENTS AND EQUIPMENT

Metrological Desks (the Sets of Work Sites for Measuring Instruments Verification) 21

Innovation Decisions for Creating the Free-Field Rooms 24

THEORY. EXPERIMENT. PRACTICE

V.K. Beresnev

Inaccuracy of Russian Instruments for Volumetric water content measurements 26

A.S. Chuev

Architectural Models for Systems of Physical Quantities and Patterns on the Basis of the SI & SGS Systems 29

QUALIMETRY

V.P. Motalo, A.V. Motalo

Qualimetric Determination of Natural Gas Quality with reference to Energy Supply 37

QUANTUM MEASUREMENTS – FUTURE OF METROLOGY

G.N. Zmievskoj, S.L. Chernyshev, L.S. Chernyshev

Simulation of Visual Mechanisms Basing on Numeration 45

CONFERENCES. EXHIBITIONS. EVENTS

V.I. Matveev

Territory NDT – 2014 51

The Final Rosstandart Collegium 55

GREAT PAST

S.T. Zhukov

The 1797 Year Decree as a Pattern of Destructive Lawmaking 56

DESIDERATA 62

▶ IN THE NEXT ISSUE:
THERMOMETRY

Издатель

ООО “РИА “Стандарты
и качество”

Редакция

Главный редактор
С.В. Новиков

Заместитель главного
редактора
А.Я. Стефанова

Ответственный секретарь
Е.Д. Куничева

Редактор
Е.А. Ремнева

Вёрстка

А.М. Федотов

Директор по развитию бизнеса

А.И. Анискин
(495) 988 0689

Исполнительный директор

Н.В. Кунафеева
Тел.: (495) 771 6652, 988 8434

Начальник отдела продаж (подписка)

О.В. Абрамова

Менеджеры по работе с клиентами

А.В. Сафроньева
Ю.С. Шапкина
Тел.: (495) 258 8436
Факс: (495) 258 8437
E-mail: podpiska@mirq.ru

Начальник отдела маркетинга

А.И. Колесников

Менеджеры

Г.Л. Смирнова
Е.В. Науменко
Т.С. Багратян
E-mail: reklama@mirq.ru

Директор по федеральным проектам

Л.И. Гаруськина
(495) 771 6652 доб. 127
E-mail: liga@mirq.ru

Заместитель директора

Е.В. Соловьёва
(495) 771 6652 доб. 333
E-mail: riastk27@mirq.ru

Интернет-магазин

www.ria-stk.ru

Адрес редакции

115280, Москва
ул. Мастеркова, д. 4
“РИА “Стандарты и качество”
DUNS номер международной
системы идентификации
бизнесов D&B: 354699405

Subscribe
“Mir Izmereniy” (Measurements World)

In Russia, CIS, Baltic states
“Rospechat” Agency
www.rosp.ru

In other countries
“MK-Periodica” agency
www.periodicals.ru

Применение ультразвуковых преобразователей расхода для измерения объёмного расхода попутного нефтяного газа

Исследованы метрологические характеристики ультразвукового преобразователя расхода газа при использовании его в составе измерительной системы объёмного расхода попутного нефтяного газа. Обнаружены факторы, отрицательно влияющие на качество измерений объёмного расхода, приведены рекомендации по устранению этих факторов.

Учёт попутного нефтяного газа (далее – ПНГ) требует от метролога на предприятии значительных усилий в плане подбора и наладки надёжного оборудования, способного справиться с непростой измерительной задачей, оставаясь при этом в предписанных границах погрешности измерений. Большинство представленных на рынке серийно выпускаемых средств измерений предназначены для измерения однофазной среды, в то время как ПНГ может содержать и капельную жидкость, и механические примеси. Набирающие популярность высокотехнологичные ультразвуковые преобразователи расхода (далее – УЗПР) внедряются и в область измерений ПНГ. Однако насколько справедливо говорить о точности измерений расхода ПНГ при использовании УЗПР? Для того чтобы от-

ветить на этот вопрос, рассмотрим конкретные примеры.

В первую очередь необходимо договориться о том, что именно называть ПНГ. От предприятия к предприятию среда, называемая ПНГ, имеет различия по составу и физическим свойствам. Чаще всего под ПНГ понимают любой газ, полученный в процессе добычи нефти. Такой газ нередко после первичной очистки, сепарации и “отбензинивания” может рассматриваться как природный газ, состав которого соответствует характерному составу природного газа по ГОСТ 30319.0-96. Реже под ПНГ понимают природный газ (добытый из недр, а не полученный синтетически), компонентный состав которого не соответствует характерному составу природного газа по ГОСТ 30319.0-96

И.А. Исаев

А.И. Горчев,

кандидат технических наук
ФГУП ВНИИР, г. Казань

Р.Р. Замалетдинов

ЗАО НИЦ “Инкомсистем”,
г. Казань

Ключевые слова: ультразвуковой преобразователь расхода; попутный нефтяной газ

ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ РАСХОДА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ОБЪЁМНОГО РАСХОДА ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА

(но не по ГОСТ 31371.1-7-2008, т.к. именно в ГОСТ 30319.0-96 приведены методы расчёта физических свойств природного газа, разработанные в соответствии со стандартами ВНИЦСМБ*, GERG, NX-19, AGA 8). Определение физических свойств такого газа требует особого внимания метрологов. С точки зрения организации достоверных измерений наиболее характерной негативной чертой ПНГ является влажность. С некоторыми предосторожностями допустимо считать сухим газ с относительной влажностью до 10%, что в приложении к ПНГ встречается крайне редко. Дополнительно нужно помнить, что при учёте расхода ПНГ особую важную роль играет наличие сжиженных углеводородов, часто характерное для так называемого “жирного”, или “не отбензиненного”, газа. Особо отметим, что достоверные измерения расхода двухфазных сред на сегодняшний день есть трудная измерительная задача и в рамках данной статьи не рассматривается.

Говоря об УЗПР, мы будем иметь в виду серийно выпускаемые средства измерений объёмного расхода газа, реализующие ультразвуковой времяпролётный метод измерений. В настоящий момент рынок изобилует высокоточными УЗПР, относительная погрешность измерений которых сопоставима с погрешностью эталонных расходоизмерительных установок, используемых для калибровки и поверки средств измерений (далее – СИ) расхода. Такая ситуация сама по себе ненормальна: погрешность СИ при калибровке

на расходоизмерительных установках, полученная в лабораторных условиях, неизбежно изменяется при использовании откалиброванного УЗПР в реальных условиях эксплуатации на реальной среде под избыточным давлением и с учётом искажённого профиля скорости [1–3].

Обсуждая конкретно проблемы организации учёта ПНГ при помощи измерительных систем, базирующихся на УЗПР, следует учитывать наличие нескольких постоянно возникающих факторов, которые будут перечислены далее в статье.

1. Капельная влага. Чаще всего при проектировании узлов учёта ПНГ системы трубопроводов располагают на некотором уровне от поверхности земли, однако собственно измерительную технику, составляющую систему измерений (в том числе и УЗПР), для удобства обслуживания размещают на площадке непосредственно над землёй. Такая конфигурация измерительного трубопровода приводит к тому, что на измерительной площадке скапливаются жидкость и механические примеси. В другом случае, при условии что измерительный трубо-

провод проложен под землей, при выходе трубопровода на поверхность отсутствие системы обогрева и теплоизоляции тоже приводит к накоплению на измерительной площадке влаги. При отсутствии дренажирования рано или поздно капельная жидкость и механические примеси обуславливают сбои измерений УЗПР: ультразвуковой сигнал рассеивается, приходит на приёмник в нерасчётное время, измерения скорости потока прекращаются и показания УЗПР пропадают. Ситуация сглаживается благодаря наличию у современных многолучевых УЗПР систем мониторинга состояния измерений СВМ (*англ. condition-based maintenance*). Чаще всего сбоем измерений, вызванному накопленной влагой, предшествует множество аварийных сообщений о сбое измерений только по одному из лучей (например, по нижнему), тем не менее для высоких скоростей потока в ситуации неожиданно резкого появления влаги СВМ не поможет, и измерения прекратятся сразу по всем лучам.

На рис. 1 приведён журнал событий УЗПР, полученный при диаг-

Предупреждение	✓	20.08.13	01:49:07	Сбой луча
Предупреждение	✓	20.08.13	01:48:10	Сбой луча
Предупреждение	✓	20.08.13	01:46:59	Сбой луча
Предупреждение	✓	20.08.13	01:46:55	Сбой луча
Предупреждение	✓	20.08.13	01:43:13	Сбой луча
Предупреждение	✓	20.08.13	00:56:34	Сбой луча
Предупреждение	✓	20.08.13	00:54:37	Сбой луча
Предупреждение	✓	20.08.13	00:15:49	Сбой луча
Предупреждение	✓	20.08.13	00:14:39	Сбой луча
Предупреждение	✓	19.08.13	23:51:44	Сбой луча
Предупреждение	✓	19.08.13	23:51:05	Сбой луча
Предупреждение	✓	19.08.13	23:28:49	Сбой луча
Предупреждение	✓	19.08.13	23:27:09	Сбой луча
Предупреждение	✓	19.08.13	17:20:41	Сбой луча
Предупреждение	✓	05.08.13	13:04:49	Сбой луча
Тревога	✓	05.08.13	13:04:33	Измерение недействительно
Предупреждение	✓	05.08.13	13:00:03	Сбой луча
Тревога	✓	05.08.13	12:59:48	Измерение недействительно

Рис. 1
Журнал событий многолучевого УЗПР в условиях наличия капельной влаги

* ВНИЦСМБ – Всероссийский научно-исследовательский центр стандартизации, информации и сертификации сырья, материалов и веществ; GERG – Европейская группа газовых исследований (*англ. The European Gas Research Group*).

ности прибора и характеризующий наличие предупреждений и тревог при связанных с наличием капельной влаги ошибках измерений по лучам. Переход с одной измерительной линии на другую в этом случае даст лишь временную передышку – капельная влага в измеряемой среде обязательно должна быть исключена. Тренд измерения расхода ПНГ при наличии сбоев по лучам (рис. 2) показывает, что в работе прибора есть существенные провалы и требуется провести его расширенную диагностику.

2. Отложения на стенках трубопровода. В процессе эксплуатации на стенках проточной части УЗПР постепенно откладываются парафины и другие соединения, содержащиеся в ПНГ (рис. 3). Отложения на стенках изменяют диаметр проточной части УЗПР, искажают профиль скорости потока, а кроме того, ухудшают работу УЗПР с отражёнными акустическими лучами, рассеивая полезный сигнал. Ситуация тем хуже, чем больше отражений акустического луча используется в конструкции УЗПР.

Периодическое устранение подобных отложений – трудоёмкая задача, требующая периодического отключения измерительной линии, а для УЗПР больших диаметров – применения специальной грузоподъёмной техники. Всё это сводит на нет одно из преимуществ УЗПР – возможность длительной работы без остановки измерительной линии (даже для проведения операций поверки УЗПР при использовании так называемого “имитационного метода поверки”).

Ни пропаривание, ни механическая чистка не всегда способны полностью очистить проточную часть прибора от отложений (рис. 4). Разница между фактическим значением диаметра проточной части УЗПР и зна-

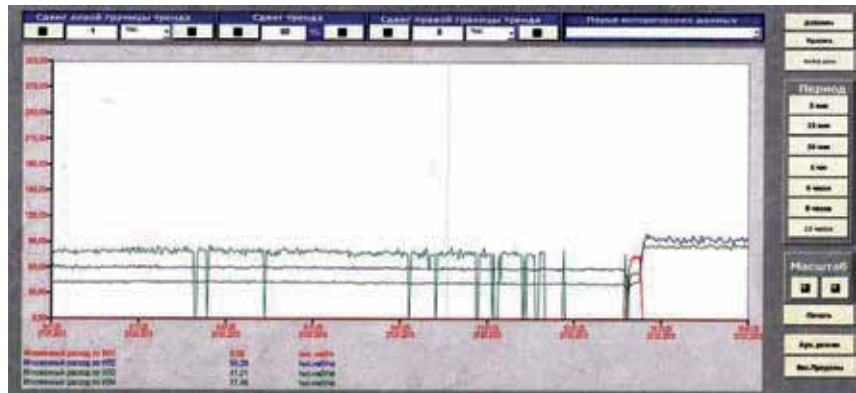


Рис. 2

Тренды, иллюстрирующие работу измерительной системы при наличии капельной влаги в проточной части УЗПР

чением, введённым в память УЗПР, существенно влияет на определение погрешности измерений объёмного расхода ПНГ (коэффициент влияния относительной погрешности при измерении диаметра на измерения объёмного расхода газа равен 2). Толщина отложений 0,5 мм на стенках УЗПР с диаметром проточной части 600 мм приводит (при условии что скорость потока не изменилась) к искажению результатов измерений объёмного расхода на 0,3%, т.е. на величину, сопоставимую с основной погрешностью [2]!

От замасленности прибора совсем избавиться не удаётся даже после пропаривания и механической чистки его внутренней поверхности (рис. 5), хотя при этом внутренний диаметр проточной части и соответствует паспортному значению.

3. Загрязнения приёмо-передающих элементов. Те же отложения на стенках трубопровода загрязняют приёмо-передающие элементы УЗПР, если в конструкции УЗПР предусмотрена их установка непосредственно в поток (такую особенность конструкции имеют большинство УЗПР). Наличие загрязнения на этих элементах изменяет их электроакустические свойства,



Рис. 3

Поверхность проточной части УЗПР при длительной эксплуатации в сочетании с ПНГ



Рис. 4

Механическая чистка