



- точка отбора пробы по сечению трубопровода должна наиболее полно характеризовать газожидкостный поток;
- соблюдение условия изокINETИЧНОСТИ — равенство линейных скоростей в потоке газа и точке отбора газа;
- соблюдение условий равенства термодинамических параметров (температура и давление) в исследуемом газовом потоке и в устройстве — измерителе уноса;
- конструкция зонда для отбора пробы с расположением отверстия против потока газа;
- недопущение выноса отбираемой жидкой фазы из устройства — измерителя уноса, т.е. устройство должно быть эффективным сепаратором-поглотителем жидкости.

В настоящей работе представлен анализ применяемых на практике методик и средств определения содержания в потоке газа жидкости и механических примесей, предложенных организациями:

- ОАО «НИПИГазпереработка»;
- ОАО ИВЦ «Инжехим»;
- Научно-лабораторной службой ООО «Палл Евразия»;
- ИТЦ ООО «Газпром добыча Ямбург» (Прибор ИУ-1 ТюменНИИгипрогаз);
- ИТЦ ООО «Газпром добыча Уренгой» (Прибор УГМК Э);
- ООО «Газпром ВНИИГАЗ»;
- ДОО ЦКБН ОАО «Газпром».

При проведении сравнительного анализа предложенных методик и средств измерения учитывались следующие основные критерии:

1. расположение точки отбора исследуемой пробы газа по сечению трубопровода;
2. конструкция зонда для отбора пробы исследуемого газа;
3. соблюдение условий изотермичности;
4. соблюдение условий изобаричности;
5. соблюдение условий изокINETИЧНОСТИ;
6. возможность проведения исследований работы оборудования на «сыром» газе в безгидратном режиме;
7. метод замера («весовой» и (или) «объемный») количества жидкости в газовом потоке;
8. возможность замера количества механических примесей в газовом потоке;
9. возможность определения фракционного состава механических примесей;
10. расположение приборов измерения давления и температуры на устройстве измерения содержания жидкости в газе.

Рассмотрим применяемые на практике методы, методики и средства определения содержания жидкости и механических примесей в газовом потоке.

1. Метод измерения, предложенный ОАО «НИПИГазпереработка» [8] предназначен для проведения периодических эксплуатационных испытаний (обследования) газовых сепараторов, расширительных камер с сепарационными устройствами, фильтр-сепараторов и фильтров (рис. 1). Метод измерения основан на отборе части исследуемого потока при сохранении его скорости, температуры и давления с последующим разделением потока на газ и жидкость с измерением количества газа, жидкости и механических примесей. В зависимости от условий проведения исследования анализ потока газа возможен по одному или двум из следующих способов:

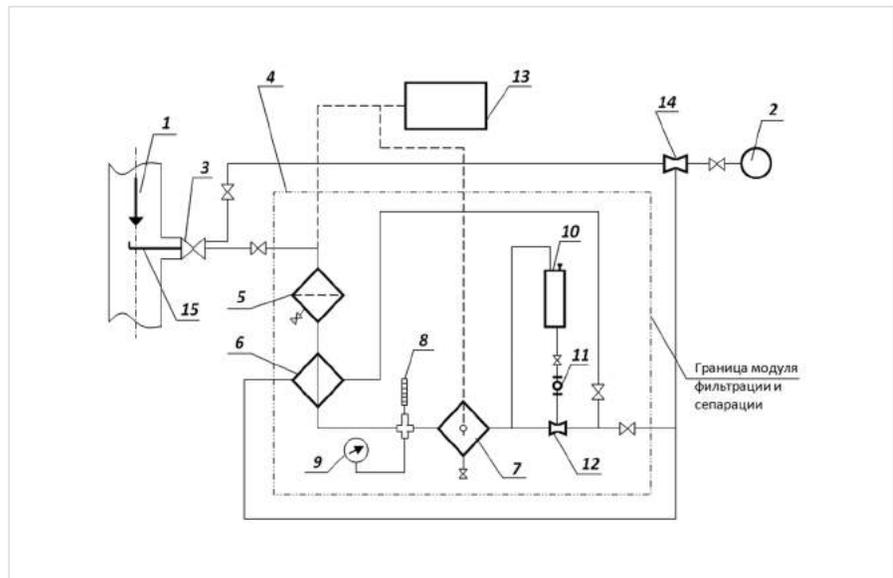


Рис. 3 — Схема измерителя ИКМ-2 с одноточечным пробоотборником конструкции ВНИИГАЗа 1 — вход газа; 2 — выход газа; 3 — задвижка Ду40; 4 — модуль фильтрации и сепарации пробы; 5 — фильтр; 6 — теплообменник; 7 — турбосепаратор; 8 — термометр; 9 — манометр; 10 — бачок ингибитора гидратообразования; 11 — индикатор капель; 12 — смеситель; 13 — тахометр; 14 — эжектор; 15 — пробоотборник одноточечный

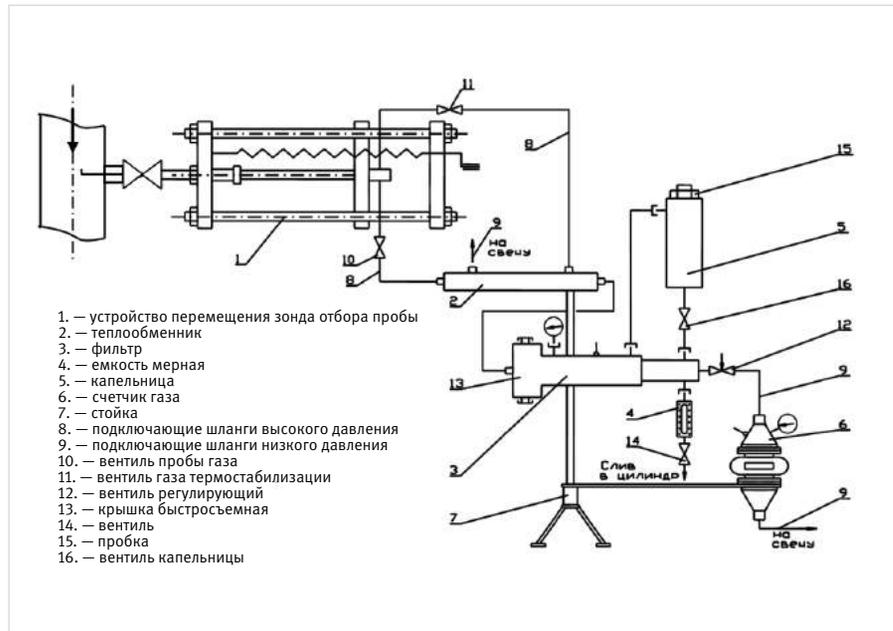


Рис. 4 — Схема подключения измерителя уноса жидкости ГПР 420.00.000 конструкции ДОО ЦКБН ОАО «Газпром»

Наименование показателей		Величина показателей
Давление МПа, кгс/см <sup>2</sup>	Рабочее, Р, не более	14,4 (144)
	расчетное, Р <sub>р</sub>	16,0 (160)
	пробное при гидравлическом испытании, не более	20,0 (200)
Температура °С	рабочая среды, t	от -30 до 100
	рабочая стенки, t	100
	минимальная допустимая стенки сосуда, находящегося под давлением, t <sub>min</sub>	-30
Среда		Природный газ с объемной долей Н <sub>2</sub> S до 25%, углеводородный конденсат, метанол, ДЭГ, вода, нефть.
Масса, кг не более		67

Таб. 1 — Основные технические характеристики измерителя уноса жидкости ГПР 420

Основные критерии анализа	Наименование организации						
	ОАО «НИПИ-газпереработка»	ОАО ИВЦ «Инжехим»	НЛС ООО «Палл Евразия»	ИТЦ ООО «Газпром добыча Ямбург» (Измеритель ИУ-1 ТюменНИ-Игипрогаз)	ИТЦ ООО «Газпром добыча Уренгой» (Измеритель УГМК Э)	ООО «Газпром ВНИИГАЗ» (Измеритель ИКМ-2)	ДАО ЦКБН ОАО «Газпром»
1	2	3	4	5	6	7	8
1) Расположение точки отбора исследуемого потока газа по сечению трубопровода	(+) Возможность отбора в любой точке по сечению трубопровода	(+) Возможность отбора в любой точке по сечению трубопровода (глубина погружения зонда до 375 мм)	(-) Отбор производится из осевой зоны трубы (зона с самой низкой концентрацией аэрозоля)	(-) Отбор производится с внутренней стенки трубы (зона самой высокой концентрации аэрозоля)	(-) Отбор производится с внутренней стенки трубы (зона самой высокой концентрации аэрозоля)	(+) Возможность отбора в любой точке по сечению трубопровода различного диаметра (от 100 до 1200 мм)	(+) Возможность отбора в любой точке по сечению трубопровода различного диаметра (от 100 до 1000 мм)
2) Конструкция зонда для отбора потока исследуемого газа	(+) Исполнение зонда в виде трубки с расположением отверстия отбора соосно оси трубопровода-навстречу течению потока газа	(-) Исполнение зонда в виде трубки со срезанным под углом 45° концом (перо)	(-) Исполнение зонда в виде трубки со срезанным под углом 45° концом (перо)	(-) Отсутствие зонда. Отбор исследуемого потока ведется через штуцер, приваренный к трубопроводу	(-) Отсутствие зонда. Отбор исследуемого потока ведется через штуцер, приваренный к трубопроводу	(+) Исполнение зонда в виде трубки с расположением отверстия отбора соосно оси трубопровода-навстречу течению потока газа	(+) Исполнение зонда в виде трубки с расположением отверстия отбора соосно оси трубопровода-навстречу течению потока газа
3) Соблюдение условий изотермичности в процессе проведения исследований	(+/-) Установка термоизолирована / не термостатирована	(-) Установка не термоизолирована и не термостатирована	(-) Установка не термоизолирована и не термостатирована	(-) Установка не термоизолирована и не термостатирована (см. п. 10)	(+/-) Установка термоизолирована / не термостатирована	(-) Установка не термоизолирована и не термостатирована	(+) Соблюдаются, установка термоизолирована и термостатирована
4) Соблюдение условий изобаричности в процессе проведения исследований	(-) Не соблюдаются (см. п. 10)	(-) Не соблюдаются (см. п. 10)	(-) Не соблюдаются (см. п. 10)	(-) Не соблюдаются (см. п. 10)	(-) Не соблюдаются (см. п. 10)	(-) Не соблюдаются (см. п. 10)	(+) Соблюдаются (см. п. 10)
5) Соблюдение условий изокинетичности в процессе проведения исследований	(+) Соблюдаются	(-) Не соблюдаются (см. п. 2)	(-) Не соблюдаются (см. п. 2)	(-) Не соблюдаются (см. п. 2)	(-) Не соблюдаются (см. п. 2)	(+) Соблюдаются	(+) Соблюдаются

Начало Таб. 2 — Результат сводного анализа применяемых, методов, методик и средств измерения

- при помощи аналитического фильтра аэрозолей (далее фильтр-элемент или АФА) определяется содержание механических примесей в газе;
- при помощи тестового сепаратора определяется стабильная и нестабильная составляющая капельной жидкости в газе.

Объемная производительность аппарата по газу определяется штатным расходомером. Для измерения объемного расхода газа через пробоотборное устройство применяется комплект из трубки типа Пито и дифференциального манометра ДМЦ-01М (Testo 435-4). Для измерения расхода газа через пробоотборное устройство, используется счетчик газовый барабанный ГСБ-400, ГСБ-1600, в зависимости от пределов измерения, или ротаметр.

Отбор пробы производится при помощи перемещаемого пробоотборного зонда. Место для отбора газа выбирается на прямолинейных участках трубопровода на

расстоянии не менее 6 диаметров от поворота или задвижки в доступном для обслуживания месте. При невозможности выполнить это условие, допускается расположение пробоотборных точек на меньших расстояниях при соответствующем снижении точности анализа.

Рабочие давление и температура измеряются штатными манометром и термометром соответственно.

Объем жидкости в сборнике конденсата фильтр-пробоотборника измеряется встроенным измерителем уровня или измерительным цилиндром.

Плотность жидкости в сборнике конденсата фильтр-пробоотборника определяется расчетным путем по хроматографическому анализу состава газа.

Массовая концентрация жидкости и механических примесей в газе определяется путем взвешивания фильтр патрона на аналитических весах с точностью 0,0005 г, до

и после проведения исследований, с целью вычисления привеса и, соответственно, расчета количества жидкости и мехпримесей в исследуемом газе.

2. Метод и средство измерения, предложенные ОАО ИВЦ «Инжехим» подробно описаны в источнике [9].

3. Метод измерения, предложенный Научно-лабораторной службой ООО «Палл Евразия» [10] основан на принципе коалесценции и заключается в пропускании определенного объема газа через пилотную установку и измерении массы жидкости, отделенной на коалесцирующих элементах. Оценка загрязненности газа жидкостью производится на основе полученных результатов и последующей их интерпретации.

Базовая конструкция тестового оборудования является неизменной (рис. 2). В зависимости от условий процесса и требований безопасности возможны следующие

Основные критерии анализа	Наименование организации						
	ОАО «НИПИ-газпереработка»	ОАО ИВЦ «Инжехим»	НЛС ООО «Палл Евразия»	ИТЦ ООО «Газпром добыча Ямбург» (Измеритель ИУ–1 ТюменНИИгипрогаз)	ИТЦ ООО «Газпром добыча Уренгой» (Измеритель УГМК 3)	ООО «Газпром ВНИИГАЗ» (Измеритель ИКМ-2)	ДООАО ЦКБН ОАО «Газпром»
1	2	3	4	5	6	7	8
6) Возможность проведения исследований работы оборудования на «сыром» газе в безгидратном режиме	(-) Отсутствует	(+) Имеется (на участке измерения расхода газа устанавливается калиброванное сопло, исключаящее гидратообразование)	(+) Имеется (перед регулирующим вентилем имеется подогрев)	(+) Имеется (перед регулирующим вентилем и дроссельной шайбой установлен адсорбер)	(+) Имеется (перед регулирующим вентилем установлена капельница для подачи ингибитора гидратообразования)	(+) Имеется (перед регулирующим вентилем установлена капельница для подачи ингибитора гидратообразования)	(+) Имеется (перед регулирующим вентилем установлена капельница для подачи ингибитора гидратообразования)
7) Метод замера («весовой» и (или) «объемный») количества капельной жидкости в газовом потоке	(+) Весовой +объемный	(-) Только весовой	(+) Весовой+объемный	(-) Только весовой	(-) Только объемный	(+) Весовой +объемный	(+) Весовой +объемный
8) Возможность замера количества механических примесей в газовом потоке	(+) Имеется	(-) Отсутствует	(+) Имеется	(-) Отсутствует	(-) Отсутствует	(+) Имеется	(+) Имеется
9) Возможность определения фракционного состава механических примесей	(-) Отсутствует	(-) Отсутствует	(-) Отсутствует	(-) Отсутствует	(-) Отсутствует	(-) Отсутствует	(+) Имеется
10) Расположение приборов измерения давления и температуры на устройстве измерения содержания капельной жидкости в газе	(-) Отсутствует возможность замера давления и температуры на фильтре	(-) Отсутствует возможность замера давления и температуры на фильтре (производится после фильтра)	(-) Отсутствует возможность замера давления и температуры (замер температуры производится в трубе подачи до фильтра, замер давления после 2-х фильтров)	(-) Отсутствует возможность замера давления и температуры (замер давления производится перед фильтром, замер температуры отсутствует)	(+/-) Замер температуры производится на фильтре/ отсутствует возможность замера давления на фильтре (замер давления производится после фильтра)	(-) Отсутствует возможность замера давления и температуры на фильтре (замер Р и t производится после фильтра на отрезке между теплообменником и турбосепаратором)	(+) Приборы измерения температуры и давления расположены непосредственно на фильтре.

Продолжение Таб. 2 — Результат сводного анализа применяемых, методов, методик и средств измерения

варианты подключения:

- вход газа высокого давления / выход в атмосферу;
- вход газа высокого давления / выход в линию низкого давления (факел и т.п.);
- вход газа высокого давления / выход в линию среднего давления.

Для замеров концентрации аэрозолей используются тестовые коалесцирующие патроны Палл.

Рабочая среда — газообразные среды с давлением до 10 МПа и температурой от 0 до 80°C, включая углеводородные газы, воздух, углекислый газ, сероводород, инертные газы.

Параметры установки:

- Расчетное давление — 10 МПа;
- Расчетная температура — (минус) 20 ... +150°C;
- Подсоединения — гибкие армированные

шланги;

- Материалы исполнения — сталь 08X18H10, 08X18H10M2;
  - Габаритные размеры — 2800x1200x1000.
4. Индикатор уноса жидкости ИУ–1 конструкции ТюменНИИгипрогаз.

Методика разработана ИТЦ ООО «Газпром добыча Ямбург» с целью её применения на УКПГ сеноманских залежей северных месторождений при проведении обследования оборудования, контрольных измерениях, исследовательских испытаниях нового и модернизированного оборудования [11].

5. Метод измерения, предложенный ИТЦ ООО «Газпром добыча Уренгой» с применением измерителя уноса УГМК 3.

Методика подразумевает проведение промысловых замеров при нескольких скоростях газа, не менее 3-х: скорость газа в

системе пробоотбора должна быть ниже, приблизительно равна и выше предполагаемой точки изокинетичности. По полученным данным строится график содержания жидкой фазы в зависимости от скорости потока и рассчитывается искомая величина содержания жидкости в газе при условии изокинетичности. Методика применяется для определения удельного содержания жидкости в потоке газа и используется при определении этих величин для ДЭГа, воды, водного раствора метанола и газового конденсата. Более подробное описание предложенного метода с применением измерителя уноса УГМК 3 описано в источнике [7].

6. Метод измерения, предложенный ООО «Газпром ВНИИГАЗ» (измеритель ИКМ-2) [12] разработан с целью его применения для определения содержания твердых и жидких

взвешенных частиц в потоке газа. В качестве каплеотделителя в измерителе возможно использование метода фильтрации и (или) сепарации газа.

Принцип работы измерителя конструкции ВНИИГАЗ заключается в изокинетическом отборе из газопровода части потока газа с последующей внешней фильтрацией и сепарацией пробы при давлении и температуре газа в газопроводе с последующим определением относительных величин сухого привеса фильтра или объема отсепарированной жидкости.

Измеритель ИКМ-2 (рис. 3) состоит из 2-х основных узлов: пробоотборника и модуля фильтрации и сепарации газа. Пробоотборник может быть исполнен в 2-х модификациях: одноточечный пробоотборник с механизмом его перемещения по сечению газопровода и комплект многоточечных неподвижных пробоотборников. Использование в процессе проведения измерений одноточечного пробоотборника является более предпочтительным, т.к. обеспечивает возможность определения скорости газа в газопроводе и отбор пробы с меньшей, по сравнению с многоточечным, погрешностью.

Технические характеристики:

Пределы измерения:

- твердые примеси, мг/м<sup>3</sup> – 0,02±100;
- жидкие примеси, см<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> – 0,02±10;
- Относительная погрешность, % - ± 20;
- Отбор пробы газа на анализ, м<sup>3</sup>/час – ≤ 75 (при P<sub>раб</sub>=10МПа);
- Условные диаметры газопроводов, мм – 100÷1200;
- Минимальное давление газа в газопроводе, МПа – 0,2;
- Температура газа, °С – минус 30 ÷ 90;
- Температура окружающей среды, °С – минус 10 ÷ 40;
- Масса установки, кг – не более 50.

7. Измеритель уноса жидкости ГПР 420.00.000 конструкции ДООАО ЦКБН ОАО «Газпром» [13, 14] предназначен для:

- измерения содержания жидкости перед оборудованием;
- измерения уноса жидкости после оборудования;
- измерения распределения жидкости по сечению трубопровода;
- измерения массовой доли мехпримесей до и после оборудования;
- отбора представительной пробы для последующего проведения гранулометрических исследований и определения фракционной эффективности.

Измеритель уноса жидкости может измерять количество капельной жидкости объемным и (или) весовым методом, а также количество мехпримесей и их фракционный состав в потоке природного газа с объемной долей Н<sub>2</sub>S до 25% в трубопроводах диаметром от 100 до 1000 мм включительно. Основные технические характеристики измерителя уноса жидкости ГПР 420 приведены в таб. 1.

Устройство перемещения с зондом для отбора пробы устанавливается на трубопроводе газа через штуцер Ду 25 и задвижку ЗКС–25–160 (или штуцер Ду 40 и задвижку ЗКС–40–160).

Конструкция устройства перемещения позволяет устанавливать зонд отбора пробы газа против потока газа в трубопроводе в любой необходимой точке по сечению трубопровода под рабочим давлением при

работающем аппарате.

Устройство для отделения капельной жидкости или мехпримесей из потока газа, сбора и измерений объема отделившейся жидкости (мехпримесей) и объема очищенного газа включает в себя (рис. 4): теплообменник – 6, сепаратор – 2 с емкостью мерной – 4 и капельницей – 3, измеритель объемного расхода газа – 5, которые монтируются на общей стойке – 10.

Соединяются эти два устройства между собой при помощи гибких шлангов – 9 высокого давления.

Зонд представляет собой наконечник, с внутренним каналом по сечению с выходом под углом 90° к оси устройства.

Результат сводного анализа применяемых методов, методик и средств измерения представлен в таб. 2.

В результате проведенного анализа представленных методов и конструктивных особенностей оборудования для замера содержания жидкости в газовом потоке можно констатировать, что на сегодняшний день более универсальным с точки зрения возможности проведения обследования работы сепарационного и пилеулавливающего оборудования, полностью соблюдающим основные параметры, необходимые для получения представительной пробы в процессе проведения исследований, является измеритель уноса жидкости ГПР 420.00.000 конструкции ДООАО ЦКБН ОАО «Газпром», программа и методика которого позволяет замерять количество капельной жидкости, а также количество механических примесей и их фракционный состав, в том числе при рабочей температуре газа до минус 30 °С и обеспечении изотермичности [15].

Способ отбора пробы газа из потока с помощью зонда и методика измерения уноса приняты в ОАО «Газпром» и используются ДООАО ЦКБН и другими организациями для проведения приемочных испытаний оборудования. Это позволяет обеспечить сбор данных по работе оборудования на разных объектах, выработать мероприятия для внедрения оборудования или его совершенствования.

Для проведения экспресс оценки качества работы технологического оборудования в силу своей мобильности могут быть применены индикатор уноса ИУ-1 конструкции ТюменНИИгипрогаза по методике, разработанной ИТЦ ООО «Газпром добыча Ямбург», а также модернизированный измеритель УГМК 3 по методике, разработанной в ИТЦ ООО «Газпром добыча Уренгой».

#### Итого

По результатам проведенного анализа напрашивается вывод о необходимости проведения исследовательской работы в области измерения количества жидкости и мехпримесей в газовом потоке с последующей разработкой единой методики и средства измерения, учитывающих все необходимые параметры для обеспечения корректности проведения замеров.

#### Выводы

На сегодняшний день для замера содержания в газовом потоке количества жидкости и (или) механических примесей разными организациями применяются различные средства измерения и методики. Представленные материалы свидетельствуют

о значительных различиях в методиках и конструкции средств измерения, их универсальности, мобильности, соблюдении условий изотермичности, изобаричности и изокинетичности в процессе проведения исследований.

#### Список используемой литературы

1. Устройство измерения уноса жидкости из сепарационного оборудования. Материалы НТС ОАО «Газпром». Современное состояние и пути совершенствования оборудования и технологий промышленной подготовки углеводородного сырья на месторождениях ОАО «Газпром». М.: ИРЦ Газпром, 2008. С. 125–126.
2. Пэррот К. Использование пробоотборников для контроля состава газа // Нефть, газ и нефтехимия за рубежом. 1993. № 4.
3. Задора Г.И. Пробоотборники для отбора газа и конденсата из двухфазного потока. НТО, серия «Разработка и эксплуатация газовых и газоконденсатных месторождений». М.: ВНИИЭГазпром, 1976.
4. Задора Г.И., Семин В.И., Форафонов Э.С. Исследование газоконденсатной характеристики природного газа на КС и скважинах Щелковского газохранилища. Транспорт и хранение газа. Реферативный сборник, Выпуск 8. М.: ВНИИЭГазпром, 1974.
5. Бусройд Р. Течение газа со взвешенными частицами. М.: Мир, 1975.
6. Хьюитт Дж., Холл-Тэйлор Н. Кольцевые двухфазные течения. М.: Энергия, 1974.
7. Ставицкий В.А., Истомин В.А., Толстов В.А., Беспрозванный А.В. Усовершенствованная методика определения капельного уноса диэтиленгликоля на установках абсорбционной осушки газа северных месторождений // Газовая промышленность. 2000. №6–7.
8. Программа и методика периодических эксплуатационных испытаний газосепараторов 2008.02 ПМ. Краснодар: ОАО «НИПИгазпереработка», 2008.
9. Ахлямов М.Н., Байгузин Ф.А., Шигапов И.М., Хайрулин Г.М. Методика и устройство измерения уноса капельной жидкости на установках подготовки газа // Газовая промышленность. 2009. №4. С. 79–81.
10. Методика научно-лабораторной службы фирмы Палл № RFI-LS 073-06 Измерение концентрации аэрозолей жидкости в газе при помощи пилотной установки коалесцера газ/жидкость.
11. Истомин В.А., Ставицкий В.А., Абсаламова А.Х., Ключев В.А., Щипачев В.Б., Квон В.Г. Особенности нормирования технологических потерь гликолей на установках абсорбционной осушки газа. Приложение 2. Методика определения капельного уноса жидкости с газом. М.: Ротапринт «ИРЦ Газпром», 1997. С. 43–48.
12. Сборник научных трудов. Современные проблемы трубопроводного транспорта газа. М.: РАО «Газпром», ВНИИГАЗ, 1998. С. 219–226
13. Газосепаратор, Программа и методика приемочных испытаний ГП 830.00.000, ДООАО ЦКБН ОАО «Газпром».
14. Паспорт, Измеритель уноса жидкости ГПР 420.00.000, ДООАО ЦКБН ОАО «Газпром».
15. Авторское свидетельство № 1571461, «Пробоотборник газожидкостной смеси».

## Determination of the dropping liquid and solids in the gas stream. The methodology and measurement tools

UDC 622.692.4: 620.193

### Authors:

**Vladislav A. Tolstov** — ph.D., head of department<sup>1</sup>

**Aleksandr P. Romashov** — senior engineer<sup>2</sup>; [Alexandr.Romashov@ckbn.ru](mailto:Alexandr.Romashov@ckbn.ru)

**Vladimir V. Panin** — chief specialist<sup>3</sup>

<sup>1</sup>DJSC CKBN JSC "Gazprom", Podolsk, Russian Federation

### Abstract

In the article the basic parameters that must be met to obtain a representative sample of the gas-liquid flow to evaluate the effectiveness of separation and dust collection equipment.

The analysis of the various different organizations, in practice, methods and means of determining the content of the liquid and solids in the gas stream.

Addresses issues of non-convergence results of the assessment of separation and dust control equipment for conducting research on different methods of measurement by different means.

### Results

Based on the analysis conclusion about the need for research in the area of measuring the amount of fluid and mechanical impurities in the gas stream followed by the development a common methodology and measurement tools that take into account all the necessary parameters to ensure the correctness of the measurements.

### Conclusions

To date, for measuring the gas content in the stream of fluid and (or) mechanical impurities by different

organizations use different techniques and instrumentation. The submissions show significant differences in methodology

and design of measurement tools, their universality, portability, subject to the conditions isothermal, izobarichnosti and isokinetic in the process of conducting research.

### Keywords

entrainment of liquid entrainment measurement technique, representative sample, sample probe, efficiency

### References

1. *Ustroystvo izmereniya unosa zhidkosti iz separatsionnogo oborudovaniya* [The unit of measurement of liquid entrainment separation equipment. Materials NTS "Gazprom" JSC. Current status and ways to improve the equipment and technology trade preparation of hydrocarbons in the fields of "Gazprom"]. Moscow: *Gazprom RPI*, 2008, pp. 125–126.
2. Parrott K. *Ispol'zovanie probotornikov dlya kontrolya sostava gaza* [Using samplers for monitoring the composition of the gas]. *Neft', gaz i neftekhimiya za rubezhom*, 1993, issue 4.
3. Zadora G.I. *Probotorniki dlya otbora gaza i kondensata iz dvukhfaznogo potoka. NTO, seriya «Razrabotka i ekspluatatsiya gazovykh i gazokondensatnykh mestorozhdeniy»* [Samplers selection of gas and condensate from the two-phase flow. NTO, a series of "Development and exploitation of gas and gas condensate fields"]. Moscow: *VNIIGazprom*, 1976.
4. Zadora G.I., Semin V.I., Forafonov E.S. *Issledovanie gazokondensatnoy kharakteristiki prirodnogo gaza na KS i skvazhinakh Shchelkovskogo gazokhranilishcha. Transport i khranenie gaza. Referativnyy sbornik, Vypusk 8* [Study of characteristics of natural gas and condensate gas wells Schelkovskogo COP and storage facilities. Transport and storage of gas. Abstract collection, Issue 8]. Moscow: *VNIIGazprom*, 1974.
5. Busroyd R. *Technie gaza so vzveshennymi chastitsami* [The gas flow with suspended particles]. Springer-Verlag, 1975.
6. Hewitt, J., Hall-Taylor, N. *Kol'tsevye dvukhfaznye techeniya* [Ring two-phase flow]. Moscow: *Energiya*, 1974.
7. Stavitskiy V.A., Istomin V.A., Tolstov V.A., Besprozvanny A.V. *Usovershenstvovannaya metodika opredeleniya kapel'nogo unosa dietilenglikolya na ustanovkakh absorbtionnoy osushki gaza severnykh mestorozhdeniy* [Improved method for determination of droplet entrainment of diethylene glycol on the absorption of gas dehydration plants northern fields]. *Gas Industry*, 2000, issue 6–7.
8. *Programma i metodika periodicheskikh ekspluatatsionnykh ispytaniy gazoseparatorov 2008.02 PM* [The program and method of periodic performance testing of gas separators 2008.02 PM]. Krasnodar: *"NIPGaspererabotka" JSC*, 2008.
9. Ahlyamov M.N., Baiguzin F.A., Shigapov I.M., Khairulin G.M. *Metodika i ustroystvo izmereniya unosa kapel'noy zhidkosti na ustanovkakh podgotovki gaza* [Method and device for measuring droplet entrainment treatment plants]. *Gas industry*, 2009, issue 4, pp. 79–81.
10. Metodika nauchno-laboratornoy sluzhby firmy Pall № RFI-LS 073-06 Izmerenie kontsentratsii aerorozley zhidkosti v gaze pri pomoshchi pilotnoy ustanovki koalestsera gaz/zhidkost'. [Methodology of scientific and laboratory services company Pall № RFI-LS 073-06 measurement of aerosol concentration in the liquid gas through the pilot plant coalescer gas / liquid interface].
11. Istomin, V.A., Stavitskiy V.A., Absalyamova A.H., Klyus V.A., Shchipachev V.B., Kwon V.G. *Osobennosti normirovaniya tekhnologicheskikh poter' glikoley na ustanovkakh absorbtionnoy osushki gaza. Prilozhenie 2. Metodika opredeleniya kapel'nogo unosa zhidkosti s gazom* [Features of the valuation process losses of glycol on the absorption of gas dehydration units. Appendix 2. Method for determining drip liquid entrainment with the gas]. Moscow: *Rotaprint "RPI Gazprom"*, 1997, pp. 43–48.
12. *Sbornik nauchnykh trudov. Sovremennye problemy truboprovodnogo transporta gaza* [Collection of scientific papers. Modern problems of pipeline gas]. Moscow: *"Gazprom" JSC, VNIIGAS*, 1998, pp. 219–226.
13. *Gazoseparator, Programma i metodika priemochnykh ispytaniy GP 830.00.000, DOAO TsKBN OAO «Gazprom»* [Gas separator, program and method of acceptance testing 830.00.000 SE, DOAO CKBN "Gazprom" JSC].
14. *Pasport, Izmeritel' unosa zhidkosti GPR 420.00.000, DOAO TsKBN OAO «Gazprom»* [Passport, entrainment meter GPR 420.00.000, DJSC CKBN OAO "Gazprom"].
15. *Avtorskoe svidetel'stvo № 1571461, «Probotornik gazozhidkostnoy smesi»* [Copyright certificate number 1571461, "sampler gas-liquid mixture"].