

УДК 665.7:543.053

## Применение пробоотборника с перемещающимся штоком для мониторинга состояния газожидкостного потока в трубопроводе

В.Д. Балашова<sup>1\*</sup>, Г.М. Квачантирадзе<sup>1</sup>, Р.В. Роганов<sup>1</sup>, О.Ю. Коновальчук<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Филиал ООО «Газпром ВНИИГАЗ» в г. Ухта, Российская Федерация, 169330, Республика Коми, г. Ухта, ул. Севастопольская, д. 1-а

\* E-mail: v.balashova@sng.vniigaz.gazprom.ru

**Тезисы:** В филиале ООО «Газпром ВНИИГАЗ» в г. Ухта разработано, запатентовано и изготовлено устройство для отбора проб нефтепродуктов, транспортируемых под давлением в трубопроводах, без прекращения перекачки продукта. Отбор проб можно производить в любой точке по сечению трубопровода с одновременным замером температуры потока.

Проведены испытания пробоотборника на наиболее проблемных участках межпромыслового конденсатопровода в целях определения основных причин ухудшения его функционирования и разработки предложений по обеспечению его устойчивой работы в оптимальном режиме.

Мониторинг состояния продукции, перекачиваемой по трубопроводу, и анализ динамики ее температуры способствуют принятию своевременных решений по профилактике и (или) ликвидации возможных осложнений в работе трубопровода, позволяют определять оптимальный режим запуска очистных устройств с целью восстановления/поддержания его пропускной способности, а также выявлять участки трассы с отклонением от проектной глубины залегания.

**Ключевые слова:** мониторинг, конденсатопровод, пробоотборник, уровень жидкости, сечение трубопровода.

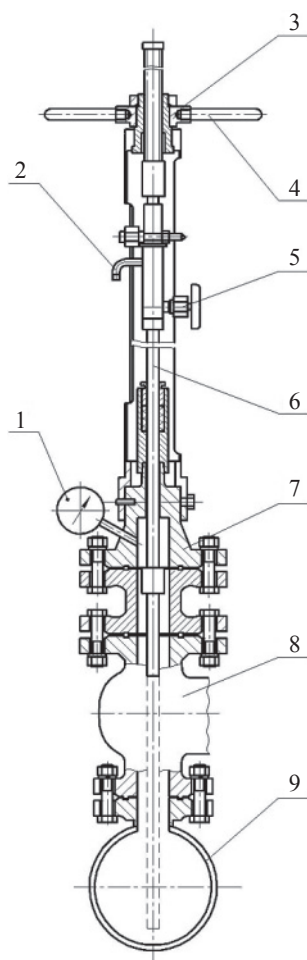
В филиале ООО «Газпром ВНИИГАЗ» в г. Ухта разработано, запатентовано [1] и изготовлено устройство для отбора проб и измерения температуры нефтепродуктов, транспортируемых под давлением в трубопроводах (далее – пробоотборник), разрешенное Ростехнадзором к применению (Разрешение № РС 25-000002).

Отличительной особенностью пробоотборника является наличие в нем полого штока, перемещение которого позволяет производить отбор проб по сечению трубопровода. Указатель со шкалой, установленной на корпусе, фиксирует величину перемещения штока и, соответственно, уровень среды в трубопроводе: вода – жидкий углеводород – газ. Датчик температуры, расположенный в нижней части штока, позволяет определять температуру транспортируемого продукта по сечению трубопровода от нижней до верхней образующей (рис. 1).

Пробоотборник испытан в период с ноября 2011 г. по ноябрь 2012 г. при проведении мониторинговых исследований на наиболее проблемных участках межпромыслового конденсатопровода месторождений Вуктыльской группы. В конденсатопроводе периодически возникали осложнения, связанные с наличием попутной пластовой воды в транспортируемом продукте (отделение воды на промысле не производится). Кроме того, в районе пикета на 95 км трассы этого конденсатопровода (ПК 950) расположена точка врезки трубопровода-отвода от установки предварительной подготовки нефти и газа (УППНГ), продукция которой характеризуется высоким содержанием парафинов (до 10 % по массе).

Для монтажа пробоотборника на 95...120 км трассы конденсатопровода были произведены специальные врезки (рис. 2).

С помощью пробоотборника определялось положение уровней транспортируемой продукции, производились отборы проб и замеры температуры жидкости по всему сечению трубопровода в точках специальных врезок между ПК 950 и ПК 1203 (соответственно места установки КЗ ОУ и КП ОУ) в различные периоды прохождения поршня в конденсатопроводе. Параллельно этому проводился отбор проб продукции на выходе насосной УППНГ. Результаты испытаний и исследований сводились к виду, удобному для их оперативного анализа (таблица, см. рис. 2).



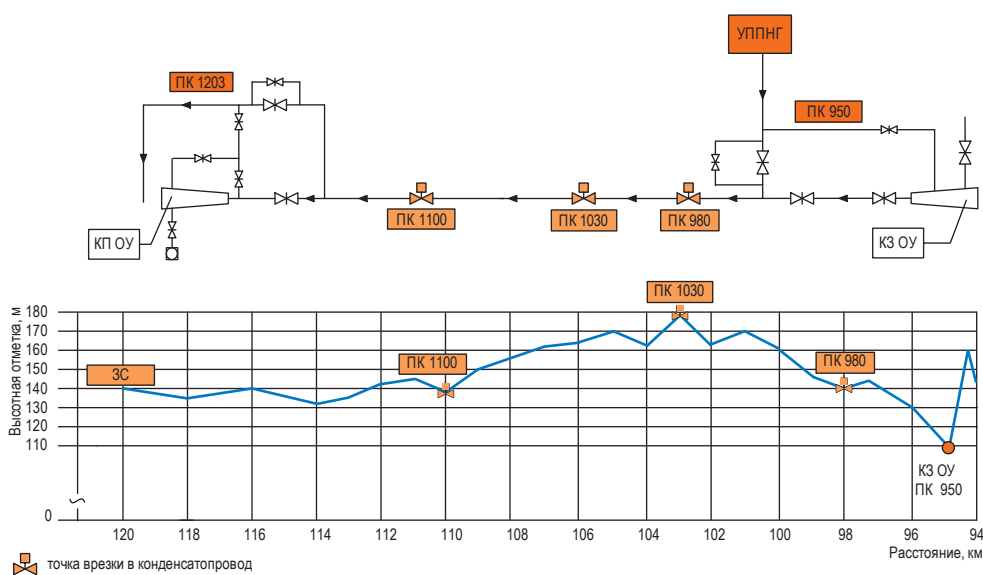
**Рис. 1. Схема пробоборборника:**  
1 – манометр; 2 – сливной гусак; 3 – ходовой узел; 4 – штурвал; 5 – вентиль; 6 – шток; 7 – корпус; 8 – задвижка; 9 – трубопровод

По результатам проведенных комплексных промысловых и лабораторных исследований были сделаны следующие выводы.

1. В любом сечении трубопровода высота границ раздела фаз варьирует с течением времени, изменяя тем самым площадь эффективного поперечного сечения для движения потока и, соответственно, пропускную способность трубопровода.

2. Значительное влияние на режим транспортировки нефтегазоконденсатной смеси (НГКС) оказывает продукция нефтяных скважин, состав которой характеризуется высоким содержанием парафинов (до 19 %) и попутной пластовой воды. Рост перепада давления между пикетами наблюдался в результате повышения вязкости, плотности и температуры застывания НГКС.

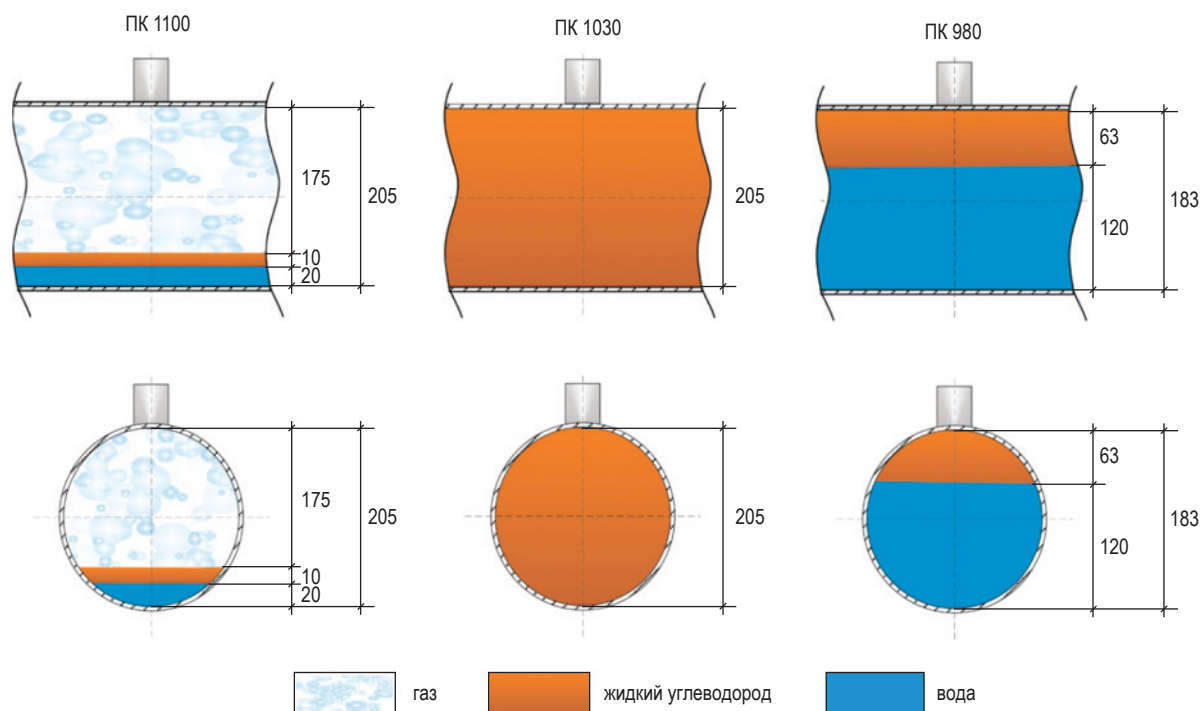
3. Основные потери давления в конденсатопроводе отмечаются между ПК 950 и ПК 980 на пониженном участке трубопровода, где объем воды по его сечению достигал 68 %. На этом участке может наблюдаться так называемый гидрозатвор, который останавливает движение нижних слоев продукции (воды). Это подтверждается и результатами замеров на ПК 1030: трубопровод по всему сечению заполнен газовым конденсатом, уровень воды не обнаружен (рис. 3). Движение НГКС ускоряется вследствие уменьшения площади поперечного сечения, доступно для течения этой смеси. За счет ускорения



**Рис. 2. Схема расположения врезок на участке 95...120 км трассы межпромыслового конденсатопровода:** ЗС – Западный Соплесск; КП ОУ – камера приема очистного устройства (поршня); КЗ ОУ – камера запуска очистного устройства; ПК – пикет

**Результаты замеров уровня воды на пикетах ПК 980, 1030 и 1100  
межпромыслового конденсатопровода**

Дата	Пикет	Уровень воды, мм	Температура, °C			Условия проведения замера (точка отсчета – запуск поршня)
			окружающей среды	продукции на пикетах	продукции на УППНГ	
07.11.2011	980	–	–20	–	+10	За 2 ч до запуска
	1030	–		–		
	1100	20		–		
17.11.2011	980	120	–5	–	+11	На 10-е сутки после запуска
	1030	–		–		
28.12.2011	980	90	–11	–	+14	На 3-е сутки после запуска
	1030	–		–		
31.01.2012	980	–	–31	–	+6	На 7-е сутки после запуска
29.02.2012	1100	20	–7	–	+17	На 2-е сутки после запуска
28.03.2012	980	–	–5	–	+9	На 1-е сутки после запуска
14.06.2012	980	15	+24	+11	+25	На 30-е сутки после запуска
15.06.2012	1100	–	+24	+7	+25	На 31-е сутки после запуска
25.10.2012	980	–	–2	+6	+7	До запуска
25.10.2012	1030	–	–2	+5	+10	
25.10.2012	1100	–	–3	+5	+8	
14.11.2012	980	15	–3	–	+12	
14.11.2012	1030	15	–4	–	+10	
21.11.2012	980	15	–3	–	+13	



**Рис. 3. Схема полученных границ разделения фаз (вода – жидкий углеводород – газ) на ПК 1100 (07.11.2011) и ПК 980, 1030 (17.11.2011)**

возрастают сопротивление потоку в трубопроводе и перепад давления на жидкостной (водной) пробке.

Увеличению потерь давления на этих участках конденсатопровода способствует и образо-

вание нефтяных эмульсий, движение которых происходит с большими потерями давления, чем в случае однородной жидкости. Факт образования нефтяных эмульсий подтвержден результатами лабораторных исследований проб

транспортируемой жидкости, отобранных с помощью пробоотборника.

Другой причиной роста потерь давления является образование газовой шапки на повышенных участках конденсатопровода, как, например, 07.11.2011 на ПК 1100 (см. рис. 3). При определенных значениях давления и температуры в конденсатопровode выделившийся из НГКС объем газовой фазы будет уменьшать площадь эффективного поперечного сечения, доступную для прохода жидкой фазы, и создавать дополнительные потери давления.

4. Для определения динамики температуры потока НГКС с помощью пробоотборника проведены замеры по сечению конденсатопровода. Перепад температуры перекачиваемой продукции на рассматриваемых участках конденсатопровода составил от 3 до 9 °С.

При отрицательной температуре окружающей среды и снижении температуры грунта (особенно на заболоченных участках трассы конденсатопровода) происходит снижение температуры транспортируемой НГКС до величины, близкой к ее застыванию, в основном в местах поднятия трубопровода к земной поверхности. Снижение температуры потока НГКС, насыщенной твердыми парафинами, приводит к росту ее вязкости и, следовательно, к гидравлическим сопротивлениям (увеличению перепада давления).

В летний период года рост перепада давления на участке ПК 950 – ПК 1100 не отмечался. При этом временной интервал между запусками

очистного устройства достигал 30 сут, что позволило сделать вывод о возможности снижения частоты запуска поршня в летний период.

\*\*\*

Таким образом, применение пробоотборного устройства позволяет провести более полный комплексный мониторинг продуктопровода, накопить статистическую информацию о режиме его работы и состоянии перекачиваемого потока в разное время года и при различной загрузке продуктопровода в зависимости от работающего фонда скважин, продукция которых транспортируется.

Анализ результатов такого мониторинга позволит своевременно принимать меры по профилактике и (или) ликвидации возможных осложнений в работе продуктопроводов, определять оптимальный режим запуска очистных устройств с целью восстановления/поддержания пропускной способности продуктопровода, а также выявлять участки трассы с отклонением от проектной глубины залегания.

### Список литературы

1. Пат. 124944 Российская Федерация, МПК F 17 D 3/10, G 01 K 13/02. Устройство для отбора проб и измерения температуры в трубопроводе / Г.М. Квачантирадзе, А.П. Михайлов, В.Д. Балашова; заявитель и патентообладатель ООО «Газпром ВНИИГАЗ». – № 2012132359/06; заявл. 27.07.2012; опубл. 20.02.2013, бюл. № 5.

## Application of a sampler with a sliding stem for monitoring gas-liquid flow in a pipeline

V.D. Balashova<sup>1</sup>\*, G.M. Kvachantiradze<sup>1</sup>, R.V. Roganov<sup>1</sup>, O.Yu. Konovalchuk<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Gazprom VNIIGAZ LLC Ukhta Subsidiary, Bld. 1-a, Sevastopolskaya street, Ukhta, Komy Republic, 169330, Russian Federation

\* E-mail: v.balashova@sng.vniigaz.gazprom.ru

**Abstract:** The Ukhta Subsidiary of the Gazprom VNIIGAZ LLC has designed, patented and manufactured an apparatus for in-situ sampling of oil products being transported over the pipelines under pressure. Samples can be taken in any point across the section of a pipeline with simultaneous measuring of temperatures in a flow.

To determine main reasons for performance degradation of a field gas-condensate pipeline and to support its stable functioning in an optimal mode, the sampler has been tested at the most difficult sectors of the pipeline.

Monitoring of state and changing temperatures of products being pumped helps to make on-time decisions related to prevention or (and) elimination of troubles in the pipelines, to determine optimal regimes for shooting of clearing pigs, and to reveal sectors of a pipeline route deviating from planned burial depths.

**Keywords:** monitoring, gas condensate piping, sampler, level of a liquid, cross-section of a pipeline.

### References

1. GAZPROM VNIIGAZ LLC. Apparatus for sampling and measuring temperature in a pipeline [Ustroystvo dlya otbora prob i izmereniya temperatury v truboprovode]. Inventors: KVACHANTIRADZE, G.M., A.P. MIKHAYLOV, V.D. BALASHOVA. 20 February 2013. Appl: 27 July 2012 no. 2012132359/06. RU 124944. F 17 D 3/10, G 01 K 13/02.