

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### Расходомеры многофазные Pietro Fiorentini

#### Назначение средства измерений

Расходомеры многофазные Pietro Fiorentini (далее – расходомеры) предназначены для непрерывных автоматизированных измерений массового расхода и массы скважинной жидкости, нефти и воды, а так же объемного расхода и объема попутного нефтяного газа в составе нефтегазоводяной или газоконденсатной смеси без предварительной сепарации многофазного потока.

#### Описание средства измерений

Расходомеры имеют модульную конструкцию. В общем случае применяются следующие модули: модуль перепада давления, модуль гамма-плотномера, модуль импеданса, модуль скорости потока, модуль NIR.

Модуль перепада давления состоит из трубки Вентури, изготовленной в соответствии с ISO 5167-4:2003 и многопараметрического преобразователя давления, перепада давления и температуры потока. Модуль перепада давления служит для определения общего объемного или массового расхода многофазного потока нефтегазоводяной или газоконденсатной смеси. Данный модуль присутствует во всех исполнениях расходомеров. Стандартные значения коэффициента  $b$  трубок Вентури находится в диапазоне от 0,5 до 0,8.

Для измерения давления, перепада давления на трубке Вентури и температуры в расходомерах используются измерительные преобразователи давления, температуры и перепада давления.

Модуль гамма-плотномера включает в себя высокоскоростной гамма-плотномер, служащий для прямых динамических измерений плотности измеряемой среды и для косвенных измерений объемной доли газовой фазы в потоке измеряемой среды с использованием закона де Пира. Частота измерений плотности составляет 125 Гц, что позволяет отслеживать изменения плотности измеряемой среды, вызванные изменением содержания свободной газовой фазы в потоке в реальном времени.

Модуль импеданса представляет собой серию пар электродов, установленных последовательно по потоку, служащих для измерения электрической емкости и электрической проводимости. В случае, если жидкая фаза измеряемого многофазного потока является водонефтяной эмульсией, модуль импеданса выполняет измерения электрической проводимости среды. В случае, если жидкая фаза измеряемого многофазного потока является нефтеводяной эмульсией, модуль импеданса выполняет измерения электрической емкости измеряемой среды. На основе измеренных значений проводимости или емкости рассчитывается объемная доля воды и газа в потоке измеряемой среды. Переключение между режимами измерений емкости и проводимости происходит автоматически. Частота сбора данных с модуля импеданса составляет 125 Гц.

Так же, на основе сдвига по времени сигнала между парами датчиков, установленных последовательно, методом кросс-корреляции измеряется скорость потока измеряемой среды.

Модуль скорости потока состоит из серии пьезоэлементов, установленных в трубе расходомера, при помощи которых по изменению давления определяется скорость потока. Изменение давления вызвано движением гидродинамических возмущений в потоке – различных вихрей и турбулентностей. По задержке сигнала от двух последовательно установленных пьезоэлементов методом кросс-корреляции определяется скорость потока.

Модуль NIR является оптическим преобразователем содержания воды в измеряемой среде. Технология работы модуля NIR основана на принципе дифференциальной оптической абсорбционной спектроскопии.

Расходомеры выпускаются в исполнениях: Flowatch 3i, Flowatch HS, Xtreme S, Xtreme HS, Xtreme SHS, Totem и Totem HS. Исполнения отличаются составом модулей, входящих в состав расходомера. Информация о модулях, входящих в состав исполнений расходомеров, приведена в таблице 1.

Таблица 1 - Информация о модулях, используемых в расходомерах различных исполнений

Исполнение	Модуль перепада	Модуль импеданса	Гамма-плотномер	Модуль скорости*	Модуль NIR*
Flowatch 3i	Да	Да	Нет	Нет	Нет
Flowatch HS	Да	Да	Да	Нет	Нет
Xtreme S	Да	Нет	Нет	Да	Да
Xtreme HS	Да	Нет	Да	Нет	Да
Xtreme SHS	Да	Нет	Да	Да	Да
Totem	Да	Да	Нет	Да	Да
Totem HS	Да	Да	Да	Да	Да

Примечание: модуль скорости и модуль NIR являются опциональными модулями для всех исполнений, кроме исполнения Totem, куда они входят по умолчанию.

Расходомеры могут поставляться в подогреваемом теплоизолированном блок-боксе или в комплекте с солнцезащитным навесом. Фотографии общего вида расходомеров приведены на рисунке 1, места пломбирования показаны на рисунке 2.



Рисунок 1 - Общий вид расходомера, и расходомера, смонтированного вместе с компьютером потока на единой раме

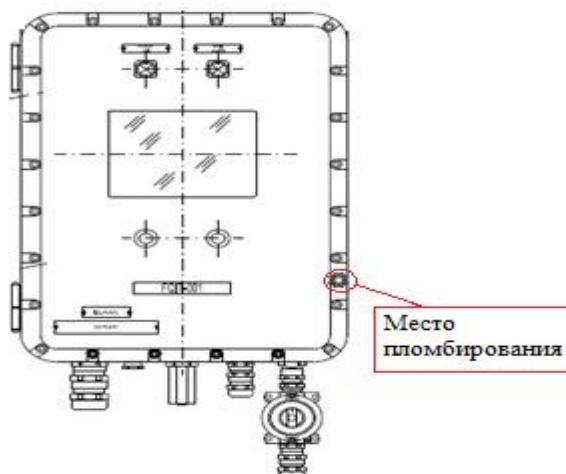


Рисунок 2 - Место пломбирования расходомеров

### Программное обеспечение

Программное обеспечение расходомеров реализовано в компьютере потока, являющемся программируемым вычислительным устройством, и выполняет функции опроса первичных преобразователей давления, перепада давления, температуры и остальных модулей расходомера и преобразовании полученных от них сигналов.

На основании полученных от модулей расходомера данных рассчитываются выходные параметры – масса и массовый расход скважинной жидкости, масса и массовый расход нефти, объем и объемный расход попутного нефтяного газа.

Приведение измеренных величин к стандартным условиям осуществляется с применением PVT зависимостей, реализованных в программном обеспечении расходомера.

Связь между компьютером потока и первичными преобразователями расходомера осуществляется по протоколам HART и RS422. Связь между компьютером потока и SCADA-системой верхнего уровня может быть осуществлена по протоколам RS485/422 или RS232. Связь между компьютером потока и персональным компьютером может быть осуществлена по протоколам Ethernet и TCP/IP.

Компьютер потока может быть смонтирован как вместе с расходомером на одной раме, так и отдельно от него.

Сведения об идентификационных данных программного обеспечения расходомеров приведена в таблице 2.

Таблица 2. Идентификационные данные программного обеспечения.

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	FlowCalc
Номер версии (идентификационный номер) ПО	Не ниже 36130
Цифровой идентификатор ПО	Не применяется

Уровень защиты программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных изменений «высокий» в соответствии с Р 50.2.077-2014 «ГСИ. Испытания средств измерений в целях утверждения типа. Проверка защиты программного обеспечения».

**Метрологические и технические характеристики**

Основные метрологические характеристики расходомеров приведены в таблицах 3 - 9.

Таблица 3 – Основные метрологические характеристики расходомеров всех исполнений

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений массового расхода сырой нефти в составе нефтегазоводяной смеси, т/ч	от 0 до 5000*
Диапазон измерений объемного расхода попутного нефтяного газа в составе нефтегазоводяной смеси в рабочих условиях, м <sup>3</sup> /ч	от 0 до 9500*
Диапазон приведенной к стандартным условиям плотности измеряемой среды кг/м <sup>3</sup>	от 0,5 до 3000
Диапазон объемного содержания свободного газа в измеряемой среде, %	от 0 до 100
Диапазон объемного влагосодержания сырой нефти, %	от 0 до 100
Примечание: *приведен общий для всей линейки расходомеров диапазон измерений.	

Таблица 4 - Основные метрологические характеристики расходомеров исполнений Flowatch 3i и Flowatch HS

Наименование характеристики	Flowatch 3i	Flowatch HS
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений массы сырой нефти, %	± 5,0	±2,5
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объема попутного нефтяного газа, приведенного к стандартным условиям, %	± 10,0	± 5,0
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений массы сырой нефти без учета воды, %		
- при содержании объемной доли воды в сырой нефти от 0 до 70 %	± 10,0	± 6,0
- при содержании объемной доли воды в сырой нефти от 70 до 95 %	± 15,0	± 15,0
- при содержании объемной доли воды свыше 95 %	не нормируется	
Рекомендуемый диапазон объемного содержания свободного газа в потоке измеряемой среды (GVF), %	от 0 до 90	
Примечание: *приведен общий для всей линейки расходомеров диапазон измерений.		

Таблица 5 – Основные метрологические характеристики расходомеров исполнения Totem

Наименование характеристики	Значение				
	от 0 до 90	от 90 до 95	от 95 до 97	от 97 до 99	свыше 99
Рекомендуемый диапазон GVF, %	от 0 до 90	от 90 до 95	от 95 до 97	от 97 до 99	свыше 99
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений массы сырой нефти, %	± 5,0	± 10,0	± 12,0	±18,0	не нормируется
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объема попутного нефтяного газа, приведенного к стандартным условиям, %	± 10,0	± 4,0			
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений массы сырой нефти без учета воды, %					
- при содержании объемной доли воды в сырой нефти от 0 до 70 %	± 10,0	не нормируется			
- при содержании объемной доли воды в сырой нефти от 70 до 95 %	± 15,0	не нормируется			
- при содержании объемной доли воды свыше 95 %	не нормируется				
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений объемного влагосодержания сырой нефти	не нормируется	± 4,0		±5,0	

Таблица 6 – Основные метрологические характеристики расходомеров исполнения Totem HS

Наименование характеристики	Значение				
	от 0 до 90	от 90 до 95	от 95 до 97	от 97 до 99	свыше 99
Рекомендуемый диапазон GVF, %					
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений массы сырой нефти, %	± 2,5	± 5,0	± 10,0	±15,0	не нормируется
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объема попутного нефтяного газа, приведенного к стандартным условиям, %	± 5,0	± 2,0			
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений массы сырой нефти без учета воды, %					
- при содержании объемной доли воды в сырой нефти от 0 до 70 %	± 6,0	не нормируется			
- при содержании объемной доли воды в сырой нефти от 70 до 95 %	± 15,0	не нормируется			
- при содержании объемной доли воды свыше 95 %	не нормируется				
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений объемного влаго-содержания сырой нефти	не нормируется	± 4,0		±5,0	

Таблица 7 – Основные метрологические характеристики расходомеров исполнения Xtreme SHS

Наименование характеристики	Значение			
	от 90 до 95	от 95 до 97	от 97 до 99	свыше 99
Рекомендуемый диапазон GVF, %				
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений массы сырой нефти, %	±5,0	±10,0	±15,0	не нормируется
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объема попутного нефтяного газа, приведенного к стандартным условиям, %	±2,0			
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений объемного влаго-содержания сырой нефти	±4,0		±5,0	

Таблица 8 – Основные метрологические характеристики расходомеров исполнения Xtreme S

Наименование характеристики	Значение			
	от 90 до 95	от 95 до 97	от 97 до 99	свыше 99
Рекомендуемый диапазон GVF, %				
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений массы сырой нефти, %	±10,0	±12,0	±18,0	не нормируется
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объема попутного нефтяного газа, приведенного к стандартным условиям, %	±4,0			
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений объемного влаго содержания сырой нефти	±4,0		±5,0	

Таблица 9 – Основные метрологические характеристики расходомеров исполнения Xtreme HS

Наименование характеристики	Значение			
	от 90 до 95	от 95 до 97	от 97 до 99	свыше 99
Рекомендуемый диапазон GVF, %				
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений массы сырой нефти, %	± 5,0	± 10,0	±15,0	не нормируется
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объема попутного нефтяного газа, приведенного к стандартным условиям, %	± 4,0			
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений объемного влаго содержания сырой нефти	± 4,0		±5,0	

Основные технические характеристики расходомеров и параметры измеряемой среды приведены в таблице 10.

Таблица 10 - Основные технические характеристики расходомеров и параметры измеряемой среды

Наименование характеристики	Значение
Измеряемая среда	Нефтегазоводяная смесь, газоконденсатная смесь
Избыточное давление измеряемой среды, МПа, не более	34,5
Диапазон температур измеряемой среды, °С	от -29 до +120
Диапазон температуры окружающей среды, °С	от -55 до +80*
Кинематическая вязкость измеряемой среды, сСт, не более	не нормируется
Средний срок службы, лет:	35
Наработка на отказ, ч	285700
<b>Параметры электропитания расходомеров</b>	
Род тока	Постоянный/Переменный
Частота переменного тока, Гц	от 50 до 60
Напряжение, В:	24 (постоянный ток) от 110 до 120 (переменный ток) от 220 до 230 (переменный ток)
Потребляемая мощность, кВт·А, не более	0,01
Примечание* При температуре окружающей среды ниже -20 °С расходомер должен быть установлен внутри подогреваемого блок-бокса. Если температура поверхности расходомера выше + 70 °С из-за солнечного излучения, расходомер должен быть снабжен солнцезащитным навесом.	

### Знак утверждения типа

наносится на титульный лист эксплуатационной документации типографским способом.

### Комплектность средства измерений

Комплектность средства измерений приведена в таблице 11.

Таблица 11 – Комплектность средства измерений.

Наименование	Обозначение	Количество
Расходомер многофазный Pietro Fiorentini		Согласно контракту на поставку
Комплект монтажных частей		
Комплект ЗИП		
Руководство по эксплуатации		1 экз.
Методика поверки	МП 0731-9-2018	1 экз.

Комплект поставки расходомеров может дополняться по условиям контракта на поставку.

### Поверка

осуществляется по документу МП 0731-9-2018 «ГСИ. Инструкция. Расходомеры многофазные Pietro Fiorentini. Методика поверки», утвержденному ФГУП ВНИИР 17.05.2018 г.

Основные средства поверки:

- Государственный первичный специальный эталон единицы массового расхода газо-жидкостных смесей ГЭТ – 195-2011, диапазон воспроизведения массового расхода газо-жидкостной смеси от 2 до 100 т/ч, диапазон воспроизведения объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям от 0,1 до 250 м<sup>3</sup>/ч, расширенная неопределенность (при коэффициенте охвата k = 2) воспроизведения массового расхода газо-жидкостной смеси 0,46 %, объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям 0,38 %;



- эталоны 1-го и 2-го разряда по ГОСТ 8.637-2013, с диапазоном воспроизводимого массового расхода газожидкостной смеси, соответствующим рабочему диапазону поверяемого счетчика, с относительной погрешностью измерения массового расхода жидкой смеси от 0,5% до 1.0 %;

Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

**Сведения о методиках (методах) измерений**  
отсутствуют.

**Нормативные и технические документы, устанавливающие требования расходомерам многофазным Pietro Fiorentini**

ГОСТ 8.637-2013 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений массового расхода многофазных потоков

ГОСТ Р 8.615-2005 ГСИ. Измерения количества, извлекаемых из недр нефти и нефтяного газа. Общие метрологические и технические требования

Техническая документация фирмы изготовителя

**Изготовитель**

Pietro Fiorentini S.p.A., Италия

Адрес: 36057 Arcugnano (VI), Via E. Fermi, 8/10 ()

Телефон: +39 02 696 14 21

Факс: +39 02 688 04 57

E-mail: [sales@fiorentini.com](mailto:sales@fiorentini.com)

Web-сайт: [www.fiorentini.com](http://www.fiorentini.com)

**Испытательный центр**

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт расходомерии» (ФГУП «ВНИИР»)

Адрес: 420088, Республика Татарстан, г. Казань, ул.2-я Азинская, 7А

Телефон: +7 (843) 272-70-62, факс: +7 (843) 272-00-32

E-mail: [yniirpr@bk.ru](mailto:yniirpr@bk.ru)

Аттестат аккредитации ФГУП «ВНИИР» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № RA.RU.310592 от 24.02.2015 г.

Заместитель

Руководителя Федерального  
агентства по техническому  
регулированию и метрологии

А.В. Кулешов

М.п.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г.