

**УТВЕРЖДЕНО**  
приказом Федерального агентства  
по техническому регулированию  
и метрологии  
от «21» августа 2024 г. № 1968

Регистрационный № 92938-24

Лист № 1  
Всего листов 9

**ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

**Расходомеры многофазные МР 100х105**

**Назначение средства измерений**

Расходомеры многофазные МР 100х105 (далее по тексту – расходомеры) предназначены для непрерывного измерения текущих значений расхода, плотности, избыточного давления и температуры проходящей через него рабочей среды (скважинная жидкость, вода, гель, гель с пропантом и химдобавками, ингибированный раствор соляной кислоты) без разделения на фракции при ее подаче из манифольда в скважину, а также при ее подаче из бака в трубопровод испытательного стенда и преобразования значения измеряемых параметров расхода и плотности в цифровой сигнал Modbus RTU, передаваемый по линии связи RS-485.

**Описание средства измерений**

Далее по тексту – расходомер, если указываемые функции или свойства являются общими для обоих изделий. Если указываемые функции или свойства относятся к конкретному изделию, то используются соответствующие наименования: «МР 100х105 ЮМГИ.407279.001» и «МР 100х105 ЮМГИ.407279.002» (стендовый расходомер). Расходомер изготавливается в двух модификациях МР 100х105 ЮМГИ.407279.001 и МР 100х105 ЮМГИ.407279.002 (стендовый расходомер).

Конструктивно в состав расходомеров многофазных МР 100х105 ЮМГИ.407279.001 входят:

- корпус ЮМГИ.715652.001 со вставкой ЮМГИ.713452.006 (труба Вентури) с установленным на нем блоком электронно-вычислительного комплекса (далее по тексту – ЭВК) ЮМГИ.468166.012 во взрывозащищенной оболочке, соединенным кабелями с датчиками и антеннами, установленными в расходомере;
- датчик дифференциального давления ВМЭЛ.406233.753;
- датчики избыточного давления ЮМГИ.406222.003-01;
- датчик температуры ЮМГИ.405211.001-02;
- две антенны резонатора ЮМГИ.464658.017, установленные в диэлектрике резонатора ЮМГИ.301121.028.

Конструктивно в состав расходомеров многофазных МР 100х105 ЮМГИ.407279.002 (стендовый расходомер) входят:

- корпус ЮМГИ.715652.007 со вставкой ЮМГИ.713452.009 (труба Вентури) с установленным на нем блоком ЭВК ЮМГИ.408844.012 во взрывозащищенной оболочке, соединенным кабелями с датчиками и антеннами, установленными на расходомере;
- датчик дифференциального давления ВМЭЛ.406233.753;
- датчики избыточного давления ЮМГИ.406222.003;
- датчик температуры ЮМГИ.405211.001;

- две антенны резонатора ЮМГИ.464658.017, установленные в диэлектрике резонатора ЮМГИ.711146.014.

Корпуса МР 100х105 ЮМГИ.407279.001 и МР 100х105 ЮМГИ.407279.002 с обеих сторон заканчиваются крышками с резьбовыми соединениями ответной части быстроразъемных соединений БРС 4 дюйма.

Обе крышки (ЮМГИ.713572.001 и ЮМГИ.715652.007) конструктивно объединены с трубой Вентури.

Датчики избыточного давления установлены на теле самого корпуса расходомера и кабелями подключены к блоку ЭВК.

Датчик дифференциального давления присоединен через переходники и отсекающие вентили к трубе Вентури.

Датчики давления и температуры, установленные на расходомере, предназначены для непрерывного измерения избыточного и дифференциального давления, а также температуры рабочей среды, проходящей через расходомер, и преобразования значений измеряемых параметров в цифровой сигнал Modbus RTU, передаваемый по линии связи RS-485.

Датчик дифференциального давления, а также датчики избыточного давления, установленные на трубе Вентури, предназначены для измерения возникающего перепада давления, зависящего от скорости движения рабочей среды, мобильного комплекса (флота) гидравлического разрыва пласта и преобразования значения измеряемых параметров в цифровой сигнал Modbus RTU, передаваемый по линии связи RS-485.

Блок ЭВК представляет собой электронный блок первичного преобразователя, заключенный во взрывозащищенный корпус, к которому подключены внешние датчики и антенны. Блок ЭВК предназначен для вычисления микроволновым методом покомпонентного расхода рабочей среды без разделения фракций при её подаче из манифольда в скважину, а также для преобразования показаний датчиков температуры и давления рабочей среды.

Блок МР 100х105 ЮМГИ.407279.001 состоит из платы вычислителя, размещённой на металлическом основании, разъема питания и передачи данных, микроконтроллера, разъема для программирования микроконтроллера, разъёма канала дециметрового передатчика, разъёма канала дециметрового приёмника соответственно. Плата вычислителя содержит приёмопередающий канал дециметрового диапазона длин волн, источник питания с экраном электромагнитной совместимости, а также микроконтроллер.

Блок МР 100х105 ЮМГИ.407279.002 (стендовый расходомер) состоит из платы вычислителя, размещённой на металлическом основании, разъема питания и передачи данных, микроконтроллера, разъема для программирования микроконтроллера, разъема канала дециметрового передатчика, разъёма канала дециметрового приемника соответственно. Плата вычислителя содержит два приёмопередающих канала дециметрового диапазона длин волн, источник питания с экраном электромагнитной совместимости, а также микроконтроллер.

Принцип измерения и работы:

Способ измерения плотности потока производится панорамным измерителем амплитудно-частотной характеристики. Непрерывный сигнал от генератора поступает в резонатор, через который проходит рабочая жидкость. Плотность потока рабочей среды определяется по смещению фаз в резонаторе.

Скорость потока рабочей среды определяется посредством вычислений с использованием показаний датчиков давления, установленных на трубе Вентури. Ввиду необходимости достижения высокой точности показаний весь диапазон возможных изменений давления рабочей среды разбит на два поддиапозона. от 0 до 40 МПа величина давления измеряется с помощью датчика дифференциального давления, подключенного до трубы Вентури и в узкой части трубы Вентури. При величине давления от 40 до 105 МПа отсекающие вентили блока вентилей датчика дифференциального давления должны быть предварительно закрыты и показания величины давления снимаются с датчиков избыточного давления,

установленных в тех же местах, что и подсоединяемые через вентили заборные трубки датчика дифференциального давления.

В МР 100x105 ЮМГИ.407279.001 скорость потока рабочей среды и ее реальный расход может быть также определен расчетным методом с помощью использования перепада давления между датчиками давления аналогично указанному выше методу.

В МР 100x105 ЮМГИ.407279.002 (стендовый расходомер) скорость потока газа и рабочей среды и её реальный расход может быть также определен расчетным способом по методике, описанной выше, с помощью использования перепада давления между датчиками давления.

Принцип действия ЭВК основан на вычислении покомпонентных расходов рабочей среды по данным измерения скорости потока рабочей среды с помощью датчика дифференциального давления в трубе Вентури и сдвига резонансной частоты объёмного резонатора, являющихся частью расходомера. Используется расчетный метод по перепаду давления в трубе Вентури. ЭВК расходомера включает в себя измерительную систему дециметрового диапазона волн электромагнитного излучения, а также дополнительную систему измерения, основанную на использовании измерения перепадов давления, возникающих при прохождении рабочей среды через трубу Вентури.

После подачи питания на ЭВК расходомера вначале запускается ПО загрузчика, которое проверяет целостность основного (прикладного) ПО ЭВК расходомера и в случае успеха передает ему управление. После передачи управления основному ПО происходит калибровка синтезатора в дециметровой измерительной системе. Во время калибровки ЭВК расходомер отвечает на команды управления, однако дециметровая измерительная система еще не запущена. После окончания процедуры калибровки синтезатора запускается основной цикл измерения ЭВК, состоящий из последовательного выполнения опроса показаний датчиков температуры и давления интерфейсов RS-485 обслуживания дециметровой измерительной системы. Во время работы основного цикла измерения ЭВК расходомера обрабатывает команды управления и обновляет регистры результатов измерений по мере их готовности. В качестве интерфейса управления и передачи данных ЭВК расходомера используется RS-485 в режиме Modbus RTU.

В МР 100x105 ЮМГИ.407279.001 дециметровая система построена по архитектуре панорамного измерителя коэффициента ослабления с одним задающим генератором.

В МР 100x105 ЮМГИ.407279.002 (стендовый расходомер) дециметровая система построена по архитектуре супергетеродинного панорамного измерителя коэффициента ослабления с одним задающим и одним локальным синтезатором (гетеродином).

Дециметровая система предназначена для измерения резонансных кривых объёмного резонатора, подключенного к её каналам в режиме «на проход», с последующим вычислением объёмных долей компонентов рабочей среды.

Цикл измерения покомпонентных расходов рабочей среды состоит из ряда последовательных шагов. Для измерения резонансных кривых задающий генератор дециметрового диапазона формирует сигнал фиксированной мощности, частота сигнала перестраивается в рабочем диапазоне по линейному закону. Когда частота сигнала попадает в полосу пропускания резонатора, в нем возбуждаются колебания, амплитуда которых изменяется в соответствии с резонансной кривой. Эти сигналы усиливаются в приёмнике и поступают на логарифмический детектор, выделяющий напряжения, пропорциональные логарифмам этих амплитуд. Значения напряжений оцифровываются и анализируются аналого-цифровым преобразователем (далее по тексту – АЦП) микроконтроллера.

Измерение резонансных кривых происходит в двух режимах: «поиск пика» и «измерение пика». В режиме «поиск пика» определяется приближенное значение частоты первого резонансного пика первого основного измерительного канала измерительной системы дециметрового диапазона в заданном конфигурацией ПО ЭВК диапазоне частот. В режиме «измерение пика» происходит измерение резонансной кривой в диапазоне от  $\pm 35$  МГц

от найденного значения с разрешением 5 кГц с последующим вычислением точного значения частоты резонансного пика, а также его ширины по уровню минус 3 дБ от максимума. Далее, используя информацию с внешних датчиков температуры и давления, происходит вычисление объёмных долей компонентов рабочей среды.

Измерение скорости потока рабочей среды производится с помощью датчиков давления (датчика дифференциального давления при величине давления рабочей среды от 0 до 40 МПа или датчиков избыточного давления при величине давления от 40 до 105 МПа), установленных на трубе Вентури, с последующим вычислением в блоке ЭВК.

Значения величин разностного давления передаются в микроконтроллер блока ЭВК, где и происходит вычисление скорости потока рабочей среды.

На заключительном этапе, используя в качестве входных данных скорость потока и объёмные доли компонентов рабочей среды, происходит вычисление их покомпонентного расхода.

В МР 100х105 ЮМГИ.407279.001 перепад давления рабочей среды измеряется датчиками избыточного давления ЮМГИ.406222.003-01 или датчиком дифференциального давления ВМЭЛ.406233.753, температура рабочей среды измеряется датчиком температуры ЮМГИ.405211.001-02.

В МР 100х105 ЮМГИ.407279.002 (стендовый расходомер) давление рабочей среды измеряется датчиками давления ЮМГИ.406222.003 или датчиком дифференциального давления ВМЭЛ.406233.753, температура рабочей среды измеряется датчиком температуры ЮМГИ.405211.001.

Микроконтроллер блока ЭВК управляет всеми узлами комплекса, осуществляет сбор, обработку данных с приёмопередающего канала, внешних датчиков (температуры, давления) и обеспечивает передачу обработанной информации об измеряемых величинах по линии связи в цифровом виде, устойчивом к помехам.

Выходной цифровой сигнал может приниматься и обрабатываться любым устройством, поддерживающим соответствующий протокол. По цифровой линии связи может дистанционно выполняться выбор и настройка основных параметров расходомера.

Пример записи обозначения установки приведен ниже:

МР 100х105– К1. УХЛ. ЮМГИ. 407279. 001 ТУ  
1 2 3 4 5 6 7 8 9

1 – МР – Расходомер многофазный;

2 – 100 – условный проход, мм;

3 – 105 – максимальное рабочее давление, МПа;

4 – К1 – исполнение по коррозионной стойкости по ГОСТ 13846 (К1, К2, К3), некоррозионно-стойкое исполнение не указывается;

5 – климатическое исполнение по ГОСТ 15150;

6 – код организации разработчика;

7 – код квалификационной характеристики согласно классификатору ЕСКД;

8 – порядковый регистрационный номер;

9 – ТУ – техническое условия.



Рисунок 1 – Расходомеры многофазные MP 100x105. Общий вид



Рисунок 2 – Расходомеры многофазные MP 100x105. Место нанесения заводских номеров

Заводской номер расходомеров наносится на таблички, которые крепятся к корпусу расходомеров, методом гравировки, обеспечивающим сохранность на весь период эксплуатации. Формат нанесения заводского номера – буквенно-цифровой. Нанесение знака поверки на средство измерений не предусмотрено. Пломбирование расходомеров не предусмотрено. Места расположения табличек с заводскими номерами показаны на рисунке 2.

### Программное обеспечение

Данные, полученные при измерениях, обрабатываются с помощью ПО, реализующего алгоритмы совместного решения уравнений, содержащих искомые и измеренные физические величины, результаты вычислений в виде значений текущих расходов и количества отдельных компонентов, а также их динамики, представляются на локальном дисплее в табличном и графическом виде. ПО установлено в компьютере расчета расхода. Идентификационные данные ПО указаны в таблице 1.

Таблица 1 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	FMC: GRP MODBUS v.1.1.1 20.02.2024
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.1.1
Цифровой идентификатор ПО	9CD6DE8C
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора	CRC32

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

Метрологические характеристики расходомеров нормированы с учетом влияния ПО.

### Метрологические и технические характеристики

Метрологические, основные технические характеристики и показатели надежности установок приведены в таблицах 2, 3 и 4.

Таблица 2 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений массового расхода рабочей жидкости, т/ч MP 100x105 ЮМГИ.407279.001 MP 100x105 ЮМГИ.407279.002 (стендовый расходомер)	от 9 до 1000 от 9 до 500
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений массового расхода, %:	
- рабочей среды	± 3,0
- жидкой фазы в составе рабочей среды;	± 3,0
- твердой фазы в составе рабочей среды.	± 3,0

Таблица 3 – Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Рабочая среда	Многофазная смесь (скважинная жидкость, вода, гель, гель с пропантом и химдобавками, ингибированный раствор соляной кислоты)
Содержание объема геля в объеме рабочей среды (гель с пропантом)	от 0,01 до 99,99
Климатическое исполнение и категория размещения расходомера согласно ГОСТ 15150-69	УХЛ

Наименование характеристики	Значение
Диапазон рабочих температур расходомеров, °С	от -45 до +50
Диапазон плотности рабочей среды, т/м <sup>3</sup>	от 0,6 до 1,6
Диапазон кинематической вязкости рабочей среды, мм <sup>2</sup> /с	от 2 до 100
Диапазон температуры рабочей среды, °С	от -5 до +80
Диапазон давления рабочей среды, МПа	от 0 до 105
Диаметр условного прохода, мм	100
Электропитание:	
Ток постоянный Напряжение, В	от 19,2 до 28,8; 24 (номинальное)
Потребляемая мощность, Вт, не более	100
Ех-маркировка по ГОСТ 31610.0-2014	1 Ex db ib ПВ Т5 Gb X
Габаритные размеры, мм, не более MP 100x105 ЮМГИ.407279.001 длина ширина высота	1000 1000 1000
MP 100x105 ЮМГИ.407279.002 (стендовый расходомер) длина ширина высота	1200 1000 1000
Масса, кг, не более	600
Условия эксплуатации: - относительная влажность воздуха, при температуре + 25 °С, % - относительная влажность воздуха, % - атмосферное давление, кПа - атмосферный осадки (дождь) в течение 5 мин., мм/мин - запыленность приземного воздуха с концентрацией пыли, г/м <sup>3</sup> - скорость ветра, м/с	до 98 от 30 до 80 от 80 до 106,7 15 2,5 15 (порыв до 20)

Таблица 4 – Показатели надежности

Наименование характеристики	Значение
Средняя наработка на отказ, час	64000
Средний срок службы, лет	20

#### Знак утверждения типа

наносится на титульный лист руководства по эксплуатации расходомера типографским способом.

## Комплектность средства измерений

Комплектность поставки расходомеров приведена в таблицах 5 и 6.

Таблица 5 – Комплектность поставки МР 100х105 ЮМГИ.407279.001

Наименование	Обозначение	Кол-во
Расходомер многофазный МР 100х105	ЮМГИ.407279.001	1 шт.
Паспорт	ЮМГИ.407279.001 ПС	1 экз.
Руководство по эксплуатации	ЮМГИ.407279.001 РЭ	1 экз.
Комплект запасных частей и принадлежностей*	–	1 компл.
Комплект ключей для монтажа*	–	1 компл.
Программное обеспечение на носителе*	–	1 шт.
*По требованию заказчика		

Таблица 6 – Комплектность поставки МР 100х105 ЮМГИ.407279.002

Наименование	Обозначение	Кол-во
Расходомер многофазный МР 100х105	ЮМГИ.407279.002	1 шт.
Паспорт	ЮМГИ.407279.002 ПС	1 экз.
Руководство по эксплуатации	ЮМГИ.407279.002 РЭ	1 экз.
Комплект запасных частей и принадлежностей*	–	1 компл.
Комплект ключей для монтажа*	–	1 компл.
Программное обеспечение на носителе*	–	1 шт.
*По требованию заказчика		

## Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в документе «ГСИ. Масса жидкой и твердой фаз в составе многофазной смеси. Методика измерений с применением расходомеров многофазных МР 100х105», (Свидетельство об аттестации методики измерений № RA.RU.313391/4509-24 от 20.06.2024 г.)

## Нормативные документы, устанавливающие требования к средству измерений

ЛПС 01-09-2023 «Локальная поверочная схема для средств измерений массы и объема жидкости и газа в многофазном потоке, массового и объемного расходов жидкости и газа в многофазном потоке, объемной доли жидкости и газа в многофазном потоке»;

ЮМГИ.407279.001 ТУ Расходомеры многофазные МР 100х105. Технические условия.

## Правообладатель

Акционерное общество «Ижевский мотозавод «Аксион-холдинг»  
(АО «Ижевский мотозавод «Аксион-холдинг»)  
ИНН 1826000616  
Юридический адрес: 426000, Удмуртская Республика, г. Ижевск, ул. Максима Горького, д. 90  
Телефон: +7 (3412) 78-30-74, факс: +7 (3412) 72-39-48  
E-mail: office@axion.ru

## Изготовитель

Акционерное общество «Ижевский мотозавод «Аксион-холдинг»  
(АО «Ижевский мотозавод «Аксион-холдинг»)  
ИНН 1826000616  
Адрес: 426000, Удмуртская Республика, г. Ижевск, ул. Максима Горького, д. 90  
Телефон: +7 (3412) 78-30-74, факс: +7 (3412) 72-39-48  
E-mail: office@axion.ru



### **Испытательный центр**

Всероссийский научно-исследовательский институт расходомерии – филиал  
Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский  
научно-исследовательский институт метрологии имени Д.И.Менделеева»  
(ВНИИР – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева»)

Юридический адрес: 190005, г. Санкт-Петербург, Московский пр-кт, д. 19

Адрес: 420088, Республика Татарстан, г. Казань, ул. 2-я Азинская, д. 7 «а»

Телефон: +7(843) 272-70-62

Факс: +7(843)272-00-32

E-mail: office@vniir.org

Уникальный номер записи в реестре аккредитованных лиц № RA.RU.310592.

