

## Руководство по эксплуатации и монтажу

# Модели регуляторов расхода Brooks® SLA5850, SLA5851, SLA5853 и расходомеров SLA5860, SLA5861, SLA5863



## ОСНОВНЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

### Прочтите эту страницу перед началом работ!

Компания *Brooks Instrument* проектирует, изготавливает и тестирует свою продукцию с учетом требований национальных и международных стандартов. Т.к. все приборы являются сложными техническими устройствами, Вы должны корректно установить, использовать и обслуживать их для поддержания их непрерывной работоспособности в нормальных рабочих условиях, указанных для приборов. Необходимо учесть следующие рекомендации и включить их используемую программу обеспечения безопасности при установке, использовании и обслуживании продукции компании *Brooks Instrument*.

- Перед установкой, работой или обслуживанием приборов прочтите все руководство, обратитесь внимание на последнюю страницу, где указан адрес сервисного центра и контактная информация. Сохраните руководство.
- В случае возникновения любых затруднений или непонимания обратитесь к представителям компании.
- Соблюдайте все меры предосторожности и следуйте всем рекомендациям, относящимся к продукции.
- Проинформируйте и обучите персонал корректной установке, работе и обслуживанию оборудования.
- Установите оборудование как указано в руководстве, соблюдая национальные и региональные требования. Подключите оборудование к сети электропитания и источникам подачи давления.
- Для обеспечения корректных характеристик устанавливать, работать, обслуживать и ремонтировать оборудование должен квалифицированный персонал.
- При необходимости замены компонентов, проверьте, что используются запчасти, указанные компанией, а работы выполняет квалифицированный персонал. Несанкционированные запчасти или некорректный порядок действий могут негативно сказаться на характеристиках оборудования и снизить безопасность работы. Подобные действия могут привести к возникновению пожара, поражению электрическим током или некорректной работе.
- Проверьте, что все панели оборудования установлены/закрыты, за исключением периода технического обслуживания квалифицированным персоналом для предотвращения поражения электрическим током и травм персонала.

### Инструкция по работе с оборудованием, находящимся под давлением (PED)

Все оборудование, давление внутри которого выше 0.5 бар, а размер более 25 мм (1"), попадает под действие Инструкции по работе с оборудованием, находящимся под давлением. Эта Инструкция действует для всех стран Европейского Союза. Подобное оборудование может находиться в свободной продаже при соответствии требованиям, указанных в Инструкции.

- В разделе 1 данного руководства приводятся важные требования безопасности и работе с оборудованием, находящимся под давлением, относящиеся к Инструкции.
- Измерительные приборы, описанные в руководстве, соответствуют Инструкции EN 97/23/EC, раздел H (Оценка Соответствия).
- Все расходомеры производства *Brooks Instrument* попадают в группу 1 (жидкостные).
- Измерительные приборы более 25 мм (1") соответствуют категории I, II, III Инструкции PED.
- Измерительные приборы 25 мм (1") и меньше соответствуют Инструкции Звукового Инжиниринга.

### Электростатические разряды (ESD)



#### МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ

Данное оборудование содержит электронные компоненты, которые могут разрушиться под действием электростатических разрядов. Соблюдайте корректный порядок действий при демонтаже, монтаже или иных действиях с электрическим контуром или устройствами.

#### Порядок действий:

1. Питание оборудования должно быть отключено.
2. Персонал должен быть одет в защитную одежду (для защиты от поражения током) при работе с печатными платами или иными внутренними устройствами.
3. Печатные платы нужно транспортировать в проводящий контейнер. Платы нельзя вынимать из защитного корпуса до момента установки. Вынутые платы нужно сразу размещать в защитный контейнер для транспортировки, хранения или возврата производителю.

**Комментарий:** Данный прибор содержит в своем составе компоненты, чувствительные к электростатическим ESD разрядам. Большинство современных приборов содержит компоненты, в которых использована технология металлических оксидов NMOS, SMOS. Опыт показывает, что даже небольшое количество электростатических разрядов может повредить устройства. Поврежденные компоненты, даже если пока функционируют корректно, быстро выйдут из строя.

## Цифровые расходомеры Brooks® Digital MFC's & MFM's

---

Уважаемый покупатель,

Компания *Brooks Instrument* предлагает возможность обслуживания и обеспечения требования своего оборудования. Каждый день пользователи продукции компании *Brooks Instrument* используют ее для решения своих технологических процессов, в которых используются газы и низкие потоки жидкости. Компания *Brooks Instrument* предлагает широкий диапазон средств измерения потоков и управления потоками для различных отраслей промышленности: биофармакалогии, газовой, нефтеперерабатывающей, химической, производства медицинской и измерительной техники, полупроводников и т.д.

Продукция компании *Brooks Instrument* обладает высоким качеством, отличными техническими характеристиками, надежностью и стоимостью. Продукция разработана с учетом изменений условий процесса, требований точности и неблагоприятных условий технологического процесса для обеспечения требуемого ресурса в зависимости от обслуживания.

Перед началом работ настоятельно рекомендуется прочесть данное руководство. В случае необходимости в дополнительной информации относительно продукции и ее обслуживания, обратитесь к представителям компании.

С уважением,  
Компания *Brooks Instrument*

## ОГЛАВЛЕНИЕ

### Глава 1. Введение

- 1.1. Введение
- 1.2. Назначение
- 1.3. Описание
- 1.4. Характеристики

### Глава 2. Подготовка к работе

- 2.1. Введение
- 2.2. Приемка оборудования
- 2.3. Рекомендованные условия хранения
- 2.4. Возврат оборудования
- 2.5. Меры предосторожности при транспортировке
- 2.6. снятие с хранения
- 2.7. газовые соединения
- 2.8. встроенный проходной фильтр
- 2.9. установка
- 2.10. электрические соединения
- 2.11. проверка работоспособности (аналоговый вход/выход)
- 2.12. цифровой вход/выход: шины DeviceNet или FOUNDATION
- 2.13. блоки входов/выходов DeviceNet

### Глава 3. Порядок работы

- 3.1. Описание
- 3.2. Принцип работы расходомера
- 3.3. Возможности
- 3.4. Режим работы аналогового входа/выхода
- 3.5. Характеристики соединений
  - Характеристики соединений RS485 – только для аналоговых версий
  - Характеристики соединений RS485 DeviceNet
  - Характеристики соединений RS485 шины FOUNDATION
- 3.6. Предупреждения или сигналы об аварии– только для аналоговых версий
  - Предупреждения или сигналы об аварии– только для аналоговых версий
  - Диагностические сигналы – только для аналоговых версий
  - Общие предупреждения или сигналы об аварии– только для аналоговых версий
- 3.7. Калибровка /Установка конфигурации
- 3.8. Особые характеристики
  - 3.8.1. Установка наклона
  - 3.8.2. Нижняя блокировка отсечки
  - 3.8.3. Нижняя отсечка выхода потока
  - 3.8.4. Ослабление /затухание/ выхода потока
  - 3.8.5. Адаптивное управление
  - 3.8.6. Сумматор потока
  - 3.8.7. Согласование выхода потока
  - 3.8.8. Захват сигнала потока
- 3.9. Дополнительные средства на основе компьютера

### Глава 4. Техническое обслуживание

- 4.1. Обслуживание и поиск неисправности
  - 4.1.1. Поиск неисправностей в аналоговой версии или версии с DeviceNet
  - 4.1.2. проверки системы
  - 4.1.3. Процедура очистки
  - 4.1.4. Процедура калибровки

### Сертификация ЕС

Сертификация ЕС расходомеров

### Гарантийные обязательства

# Глава 1. Введение

## 1.1. Введение

Благодарим Вас за приобретение расходомера производства компании *Brooks Instrument*. В данном руководстве приводится описание подготовки к работе и режимы работы Вашего прибора. Если Вы приобрели цифровой расходомер с соединением стандарта DeviceNet, то в комплект поставки будет входить отдельное руководство по работе с соединением (интерфейсом) DeviceNet.

## 1.2. Назначение

Продукция компании *Brooks Instrument* является средствами измерения потоков (расходов) и предназначена для точных измерений потоков (MFM) и быстрого управления потоками газов (MFC). Данное руководство служит для предоставления пользователю необходимой информации для установки, работы и обслуживания расходомеров производства Brooks. Руководство содержит следующие главы:

1. Введение
2. Подготовка к работе
3. Порядок работы
4. Техническое обслуживание  
Сертификация ЕС.

Настоятельно рекомендуется прочесть руководство перед началом работ с расходомером.

## 1.3. Описание

Серия расходомеров SLA5800 представляет собой цифровые тепловые расходомеры с возможностью управления потоком и с эластомерным уплотнением, обладающее гибкостью и производительностью. Серия контроллеров потока SLA5800 MFC предназначена для использования в сложных газовых системах. Они обеспечивают высокую точность, повторяемость и соответствуют сегодняшним запросам рынка расходомеров.

### **Широкий диапазон потоков**

Серия SLA5800 покрывает очень широкий диапазон потоков. Модель расходомеров SLA5850 может иметь всю шкалу потока в 3 ссм. При высоком отношении диапазона измерения 50:1 можно обеспечить точность измерения или управления газового потока до 0.06 ссм. Модель SLA5853 может обеспечить измерение или управление потоком газа до 2500 л\м.

### **Быстрый ответ**

Полностью цифровые электронные компоненты и отличная механическая конфигурация серии SLA5800 обеспечивает очень быстрый ответ прибора. Установленное время ответа составляет менее 1 секунды, а время ответа адаптивных клапанов управления производства Brooks составляет 0.2 секунды.

### **Широкий выбор опций интерфейсов**

Компания Brooks предлагает традиционный аналоговый выход 0-5 В и 4-20мА, а также цифровые соединения RS-485 ("S-протокол" на основе HART). Компания Brooks также предлагает интерфейс управления через цифровые сетевые протоколы типа DeviceNet, высокоскоростную (до 500 кбод) цифровую сеть соединения, или шину FOUNDATION. Возможности соединений продукции Brooks' профили устройств соответствуют требованиям сертификатов по ODVA (Open DeviceNet Vendor's Association) и тестированию ITK Interoperability Test Kit. Можно на заказ установить и другие сетевые протоколы – обратитесь к представителям компании Brooks.

### **Снижение стоимости владения**

Серия SLA5800 позволяет работать с различными газами и в разных диапазонах, что снижает затраты пользователя. Хранение в памяти предварительно заданной калибровки на 10 газов позволяет пользователю просто переключаться между газами и диапазонами на одном приборе.

#### 1.4. Характеристики



#### ВНИМАНИЕ

Не работайте с оборудованием при превышении указанных пределов характеристик, иначе это может привести к травмам персонала и/или повреждению оборудования.

#### ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ:

##### Диапазоны потоков

Модели SLA5850/SLA5860 – любой диапазон полной шкалы от 0-3 ссм до 0-30 л/мин (эквивалент по азоту N<sub>2</sub>) до 0-50 л/мин (эквивалент по азоту N<sub>2</sub>) с опцией копланарного клапана

Модели SLA5851/SLA5861 – любой диапазон полной шкалы от 20-100 л/мин (эквивалент по азоту N<sub>2</sub>) до 200 л/мин (возможен поток водорода H<sub>2</sub>)

Модели SLA5853/SLA5863 - любой диапазон полной шкалы от 100-2500 л/мин (эквивалент по азоту N<sub>2</sub>)

##### Диапазон управления

50:1

100:1 с опцией копланарного клапана

(для любого диапазона полной шкалы от 1-50 л/мин (N<sub>2</sub>)).

##### Точность (эквивалент по азоту N<sub>2</sub> в условиях калибровки)

±1.0% уставки (20% - 100% от всей шкалы)

±0.2% всей шкалы (ниже 20% от всей шкалы) до 1200 л/мин

(дополнительно: ±0.7% скорости ±0.2% от всей шкалы ("S-серия") до 1200 л/мин)

В диапазонах потоков выше 1200 л/мин и до 2500 л/мин: ±1.0% от всей шкалы

##### Повторяемость

±0.20% уставки

##### Время установки сигнала /время ответа

< 1 секунды в пределах ±2% предельного значения всей шкалы для 0-100% шага команды (лучше по запросу) для потоков до 100 л/мин (по азоту N<sub>2</sub>).

< 3 секунды в пределах ±2% предельного значения всей шкалы для 0-100% шага команды (лучше по запросу) для потоков от 100 до 2500 л/мин (по азоту N<sub>2</sub>).

##### Чувствительность к позиции установки (монтажа)

< 0.2% от всей шкалы – максимальное отклонение от указанной точности после установки нуля.

#### ХАРАКТЕРИСТИКИ:

##### Чувствительность к температуре

Нуль: менее 0.05% всей шкалы на °C

Диапазон: менее 0.05% всей шкалы на °C

##### Чувствительность к давлению

± 0.03% на psi до 200 psig (эквивалент по азоту N<sub>2</sub>)

##### Максимальное рабочее давление

См. табл. 1-1:

Дополнительно 4500 psig (300 бар) только для серий корпусов 50 и 61.

##### Диапазон перепада давления (контроллеры)

Минимум:

Модель SLA5850 5 psi (0.35 бар) до 30 л/мин (эквивалент N<sub>2</sub>)

Модель SLA5851 10 psi (0.69 бар) в диапазоне 30 ... 100 л/мин (эквивалент N<sub>2</sub>)

Модель SLA5853 7.5 psi (0.52 бар) при 500 л/мин (эквивалент N<sub>2</sub>)

14.5 psi (1.00 бар) при 1000 л/мин (эквивалент N<sub>2</sub>)

35.0 psi (2.41 бар) при 2500 л/мин (эквивалент N<sub>2</sub>)  
 клапаны высокого перепада давления DP 30 psi (2.07 бар) ... 290 psi (20 бар максимум)  
 клапаны низкого перепада давления DP 7.5 psi (0.52 бар) ... 30 psi (2.07 бар максимум)  
 минимальный перепад давления зависит от газа и диапазона шкалы (обратитесь к специалистам)



### ВНИМАНИЕ

При использовании протокола соединения ANSI-ISA SP-76 см. соответствующее руководство по эксплуатации, где указаны допустимые пределы (для некоторых ниже 70 бар/1000 psi).

## Инструкция по работе с оборудованием, работающим под давлением PED 97/23/EC

См. табл. 1.1.

Таблица 1. Диапазоны потоков и давлений

контроллер а потока	расходомер	Диапазоны потоков (эквивалент по азоту)		Давление, Bar/psi	Категория по PED модуль H
		минимум шкалы	Максимум шкалы		
SLA5850(1)		0.003	30 л/мин (4)	100bar/1500 psi	SEP
	SLA5860	0.003	30 л/мин	300bar/4500 psi	SEP
SLA5851	SLA5861(1)	20	100 л/мин	100bar/1500 psi(3)	SEP
SLA5853 <sub>2</sub>	SLA5863	100	2500	70bar/1000 psi	1 для всех фланцев 150 2 для всех других соединений

(1) 300 бар (4500 psi) дополнительно.

(2) макс. Дельта P (перепад давления) для 5853 составляет 20 бар (300 psi).

(3) 70 bar / 1000 psi для сертификации UL.

(4) 50 л/мин с копланарным клапаном

### уровень течи

внутри или наружу:  $1 \times 10^{-9}$  атм см<sup>3</sup>/с по гелию максимум

### диапазон окружающей температуры

работа: 0°C ... 65°C (32°F ... 149°F)

хранение: -25°C ... 100°C (-13°F ... 212°F)

### диапазон температуры жидкости

0°C ... 65°C (32°F ... 149°F)

## ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ



### МЕРЫ ПРЕДОСТОЖНОСТИ

Пользователь несет ответственность за выбор и соответствие конструкционных материалов технологическим веществам. Для обеспечения безопасности работы следует уделить особое внимание конструкционным материалам и материалам уплотнений в металлургии.

### Конструкционные материалы

Компоненты, контактирующие со средой – нержавеющая сталь, фторэластомер Viton®

дополнительно: Buna-N, Kalrez®, Teflon®/Kalrez и EPDM

**габаритные размеры** см. рис. 1-5 и 1-13

**технологические соединения** см. рис. 1-5 и 1-13

### Контрольные (стандартные) условия

Из-за влияния давления и температуры на сжатие газов необходимо использовать контрольные (стандартные) условия при измерении объемных потоков расходомером. Например, для единиц измерения SCCM (стандартные кубические см в минуту) используется контрольный объемный поток газа при стандартных условиях, а НЕ действующий объемный поток при действующих рабочих давлении и температуре. Ключевым моментом является то, что ПОТОК газа фиксирован, но объемный поток можно измерить, основываясь на стандартных условиях при расчетах.

Во всем мире существует различные термины для определения контрольного объемного потока газа. Слова "нормальные условия" и "стандартные условия" иногда взаимозаменяются для описания стандартных контрольных давления и температуры газов. Далее отмечаются различия между стандартными давлением и температурой в различных странах и отраслях промышленности. Например, в производстве полупроводников (SEMI) определяется стандартные температура и давление следующие: 273.15 K (0 °C) и 101,325 Па (760 торр). Главное то, что не имеет значение название условий, используемых для описания, а то, что поток газа должен быть определен при условиях стандартного давления и температуры (при расчете объемного потока).

## ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ:

Аналоговый вход/выход /версия с RS-485: разъем 15-контактов D-типа, вилка  
Цифровой вход/Выход: интерфейс DeviceNet: разъем 5-контактов Micro-Connector, вилка  
Шина FOUNDATION: разъем 4-контакта Micro-Connector, вилка

#### **Напряжение питания**

Аналоговый разъем: 13.5-27 В постоянного тока,  
Цифровые I/O: DeviceNet I/O: 11-25 В постоянного тока  
Шина FOUNDATION: 14-27 В постоянного тока  
SLA5851S модель: 22-27 В постоянного тока

<b>Требования к питанию</b>	<b>Вт, обычный</b>	<b>Вт, максимум</b>
Аналоговый I/O, без клапана:	1.6	1.8
Аналоговый I/O, с клапаном:	3.6	4.0
Цифровой I/O, без клапана:	3.6	4.0
Цифровой I/O, с клапаном:	6.9	7.6

#### **Команды/вход блокировки (возможности аналогового входа /выхода I/O)**

Поддерживаются входы напряжения и тока (но не оба одновременно).  
Тип входа блокировки выбирается через программное обеспечение следующим образом:  
0 - 5 В постоянного тока  
1 - 5 В постоянного тока  
0 - 20 мА  
4 - 20 мА

#### **Характеристики напряжения входа блокировки**

Номинал: 0 - 5 В постоянного тока  
Диапазон: 0 - 5.5 В постоянного тока  
Абсолютный максимум: 20 В (без повреждения)  
Входной импеданс: >990 кОм  
Калиброванная точность: +0.1% всей шкалы.

#### **Характеристики тока входа блокировки**

Номинал: 4 - 20 мА или 0 - 20 мА  
Диапазон: 0 - 22 мА  
Абсолютный максимум: 25 мА (без повреждения)  
Входной импеданс: 125 Ом  
Калиброванная точность: +0.1% всей шкалы.

#### **Выход потока (только для аналогового I/O)**

Поддерживаются входы напряжения и тока (но не оба одновременно). Тип выхода потока выбирается следующим образом:  
0 - 5 В постоянного тока  
1 - 5 В постоянного тока  
0 - 20 мА  
4 - 20 мА

#### **Характеристики напряжения выхода потока**

Номинал: 0 - 5 В постоянного тока, 1 - 5 В постоянного тока  
Калиброванная точность: +0.1% всей шкалы.  
Диапазон: -0.5 - 5.5 В постоянного тока (при 0-5 В постоянного тока);  
0.6 - 5.5 В постоянного тока (при 1-5 В постоянного тока)  
Минимальное сопротивление нагрузки: 2 кОм

#### **Характеристики тока выхода потока**

Номинал: 4 - 20 мА или 0 - 20 мА  
Калиброванная точность: +0.1% всей шкалы.  
Диапазон: 0-22 мА (при 0-20 мА); 3.8-22 мА (при 4-20 мА)  
Максимальная нагрузка: 380 Ом (для напряжения питания < 16 В постоянного тока)  
580 Ом (для напряжения питания >= 16 В постоянного тока)

#### **Сигнал перекрытия клапана VOR (только для версии с аналоговым I/O)**

Сигнал перекрытия клапана установлен как аналоговый вход, который измеряет напряжение на входе и управляет клапаном на основании показаний следующим образом:

### Установки сигнала привода переключения клапана (только для версии с аналоговым I/O)

Отключение / без управления: управление клапаном по установкам команды блокировки

$VOR < 0.3$  В постоянного тока: клапан закрыт

$VOR > 4.8$  В постоянного тока: клапан открыт

$0.3$  В постоянного тока  $> VOR > 4.8$  В постоянного тока: неопределённо

### Характеристики сигнала переключения клапана (только для аналогового I/O)

Входной импеданс: 800 кОм

Абсолютный максимум входа:  $-25$  В постоянного тока  $> VOR > 25$  В постоянного тока (без повреждения)

### Опорный сигнал 5 В (только для аналогового I/O)

Опорный выходной сигнал 5 В постоянного тока используется пользователем для создания блокировок и/или сигнала переключения клапана. Ток этого выхода ограничен и должен использоваться очень аккуратно.

Минимальное сопротивление нагрузки: 2 кОм (2.5 мА максимум)

Точность: +1.0%

### Выход предупреждения (только для аналогового I/O)

Выход предупреждения является открытым коллектором или контактом, который замыкается в случае срабатывания предупреждения. Выход можно установить на индикацию одного из условий срабатывания предупреждения (сбоя). Дополнительная информация приведена в разделе 3-6-2.

Тип: открытый коллектор

Ток максимума замыкания (ON): 25 мА

Максимальный ток размыкания (OFF) (утечка): 1 мкА

Максимальное напряжение размыкания (OFF): 30 В постоянного тока

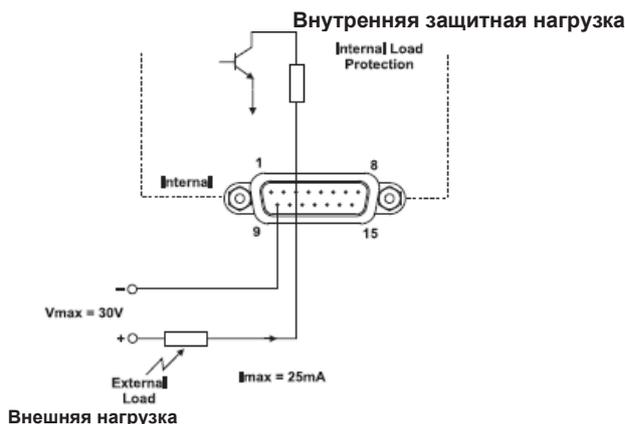


Рисунок 1-1. Разомкнутый коллектор выхода предупреждения

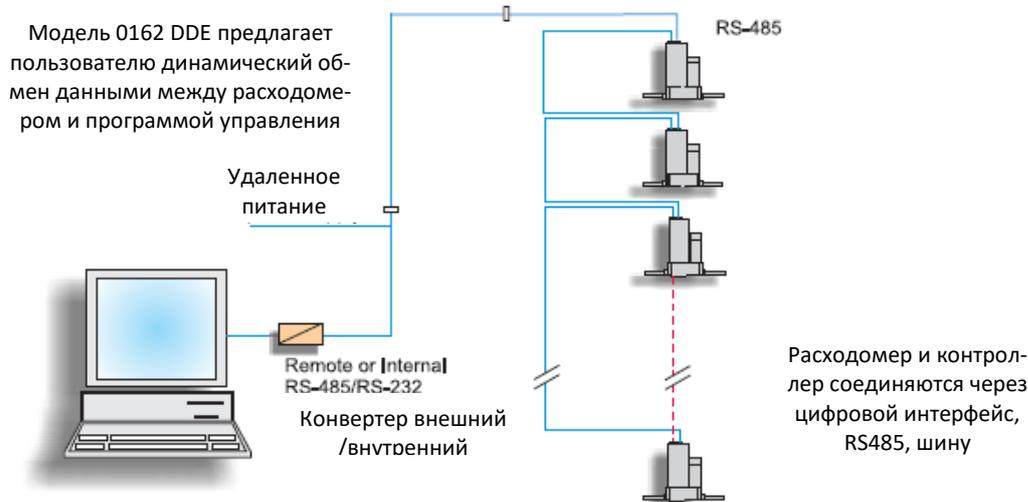


Рисунок 1-2. Общее подключение

### Характеристики быстрого ответа

Графики на рис. 1-3 характеризуют выходной сигнал контроллера потока MFC и действующий поток в установившемся состоянии, когда газ идет в технологическую камеру согласно условиям ко-

манды. Приборы Brooks снабжены опцией адаптивного (оптимизированного) PID управления, включая быстрый ответ и управление линейным повышением/понижением.

### Выбор калибровочных кривых (только для аналогового I/O)

Выберите один из 10 газов и установки настройки PID в аналоговом режиме. Необходимы внешние подключения резисторов между контактами # 13 и # 9. (см. табл. 1-2 и 1-3.)

### Выбираемый мягкий запуск

На процессы, требующие впрыска газов, может оказать негативное влияние начальный поток газа. Внезапная подача газа может привести к сбою процесса (от взрыва до скачка начального давления). Эти проблемы решаются с помощью опции мягкого запуска.

Опцию обычного мягкого запуска или линейного повышения/понижения (рис. 1-4) можно установить при изготовлении или в сервисных центрах компании. Линейное повышение настраивается при 200% ниже 0.5% блокировки за секунду изменения.

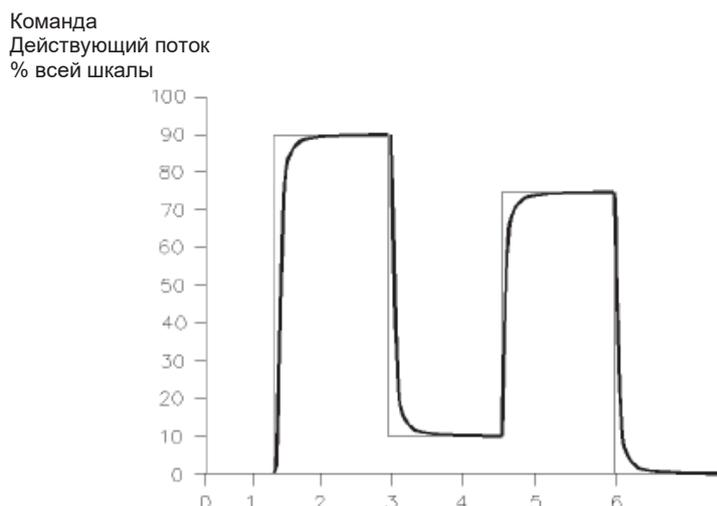


Рисунок 1-3. Характеристики цифрового контроллера потока MFC

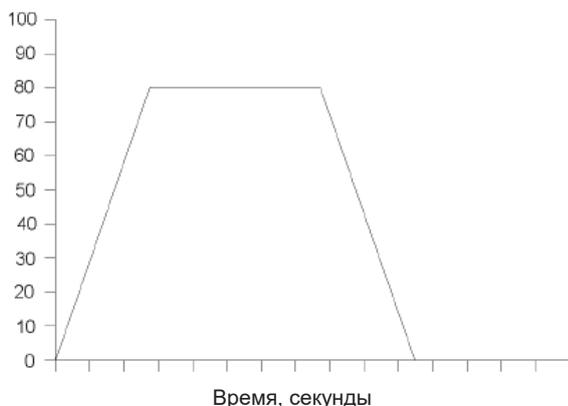


Рисунок 1-4. Линейное повышение /понижение от 200% за секунду на 0.5% в секунду изменения блокировки

Таблица 1-2. Сигнал выбора калибровки

Исходное значение CAL=1 (внешнее сопротивление не установлено)

CAL	Значение резистора (кОМ)	CAL	Значение резистора (кОМ)
1	Не установлен	6	124
2	Закорочено	7	80.6
3	665	8	52.3
4	324	9	30.9
5	191	10	15

Таблица 1-3. Назначение контактов аналогового входа/выхода

Функция	контакт
блокировка, вход команды (-)	1
поток, 0(1) -5 В, выход(+)	2
TTL предупреждение, открытый коллектор, выход (+)	3

Поток, 0(4)-20 мА, выход(+)	4
Питание, +13.5 В пост. тока...+27 В пост. тока(+)	5
Не подключен	6
Setpoint, 0(4)-20 мА, Input (+)	7
Setpoint, 0(1)-5 Vdc, Input (+)	8
Питание, общий (-)	9
Сигнал потока, общий, выход, (-)	10
Опорный, +5 В пост. тока, выход (+)	11
Переключение клапана, вход	12
Выбор калибровки вход	13
RS-485 общий В (-)	14
RS-485 общий А (+)	15

### Соединения RS-485

Цифровые расходомеры Brooks снабжены портом соединения RS-485. См. табл. 1-3 (назначение контактов аналогового I/O), которые позволяют прибору работать с компьютером для управления процессом.

Можно выбрать скорость соединения RS-485 для цифровых расходомеров: 1200, 2400, 4800, 9600, 19200 и 38400 бод в сервисном центре Brooks.

Соединение RS-485 может использоваться несколькими приборами. К компьютеру может быть присоединено максимум до 32 расходомеров. Стандартные IBM-совместимые компьютеры не снабжены RS-485. Для работы необходима плата – конвертер RS-232 - RS-485 или плата интерфейса RS-485 для подключения сети RS-485. Шина RS-485 соединяет расходомеры и компьютер – см. рис. 1-2.

### Соединения DeviceNet

Серия цифровых расходомеров SLAMf Brooks выпускается оборудованы интерфейсом DeviceNet™. Соединение DeviceNet является открытым цифровым протоколом с высокой скоростью и простотой соединения. Компания Brooks Instrument выпускает несколько приборов с популярным сетевым протоколом и является членом ассоциации (Open DeviceNet Vendors Association), проверяющей соответствие стандартам DeviceNet.

Стандарт DeviceNet аналогичен стандарту RS485 в том, что обеспечивает возможность соединения нескольких приборов (максимум до 64) в одной сети. Выбираемые скорости соединения DeviceNet: 125K, 250K и 500K, их можно переключить с помощью переключателей MAC ID, установленных на приборе.

Связь DeviceNet обеспечивает доступ ко множеству функций приборов цифровой серии Brooks SLAMf для управления и мониторинга работы, включая:

- точность настройки блокировки и измерения потока (выходного сигнала), включая выбор единиц измерения
- установки PID управления (только для контроллеров)
- переключение клапана (только для контроллеров)
- выбор калибровки по газу
- управление функцией мягкого запуска (только для контроллеров)

### Шина соединения FOUNDATION®:

Серия цифровых расходомеров Brooks SLA5800 поддерживает протокол соединения FOUNDATION® Fieldbus. Протокол шины FOUNDATION® - цифровая сеть, позволяющая использовать существующие кабели 4-20мА, что удаляет затраты на обеспечение проводки. Полностью сертифицированные при прохождении ИТК эти устройства пропускают несколько требований взаимодействия платы с устройством. При совместимости с DeltaV и использовании сети питания PlantWeb, эти устройства обеспечивают сигналы тревоги, позволяющий вовремя проводить обслуживание и ремонт прибора.

- проверка диапазона значения – часть блокировок стандартной функции
- подключение датчика температуры – проверка соединения с датчиком
- программа контрольной суммы – проверка встроенной программы
- постоянная память – проверка состояния памяти
- RAM – проверка памяти RAM
- дрейф нуля /течь клапана – проверка течи клапана или дрейфа нуля датчика
- капремонт устройства – обязательное техническое обслуживание
- необходимость калибровки - обязательное техническое обслуживание
- ресурс пружины клапана- обязательное техническое обслуживание
- нет потока – отсутствие потока по требованиям блокировки
- обратный поток – определение обратного потока
- сумматор потока - информирование о достижении указанного пользователем значения
- сумматор времени – информирование об определении (истечении) указанного времени

Выпускаются типы приборов в зависимости от функции блокировки, соответствующие различным функциям прибора:

- текущее значение потока (только расходомеры)
- текущее значение давления (только манометры)
- текущая температура устройства (только расходомеры)
- текущее положение клапана (только контроллеры)
- управление блокировкой (только контроллеры)
- прямое управление клапаном (только контроллеры)
- переключение активатора (только контроллеры)
- сверх—быстрое (8мс) управление PID для каскадного управления (все устройства)

**Сертификация:**

**Инструкция EMC 89/336/ЕЕС:**

По EN 61326

**Классификация размещения в зависимости от опасности**

Корпус: тип1/IP40

Окружающая температура: 0°F > Tamb < 150°F (0°C > Tamb < 65°C)

США и Канада

UL: E73889 Том3, Раздел 4



Пожаробезопасность,

Класс 1, Раздел 2, Группы А, В, С, D и Т4 по UL1604 и CSA-213

Класс 1, Зона 2, АTEX- АЕх nA II Т4

По ANSI/ISA 12.12.02 - 2003 и ANSI/UL 60079-15

Ех nA II Т4

По CSA - E79 – 15

Страны Европейского союза – Инструкция по взрывобезопасности АTEX 94/9/EC

КЕМА 04АТЕХ1118Х



II 3 G EEx nA II T4



По EN50021

**Инструкция по работе с оборудованием, находящимся под давлением (PED) 97/23/EC**

См. табл. 1-1.

**Дополнительное оборудование на основе компьютеров РС**

Компания Brooks Instrument предлагает ряд приборов на основе РС для управления и обслуживания с учетом требований заказчика. Опция SmartDDE может использоваться с любым прибором с интерфейсом RS-485 в многоадресной конфигурации, позволяя пользователю управлять и следить за работой оборудования Brooks. Опция обслуживания Brooks Service Tool™ (BST) используется для мониторинга, диагностики, настройки и калибровки оборудования Brooks с интерфейсами DeviceNet или FOUNDATION. Опция Brooks Service Tool™ присоединяется к приборам Brooks через специальный порт обслуживания.

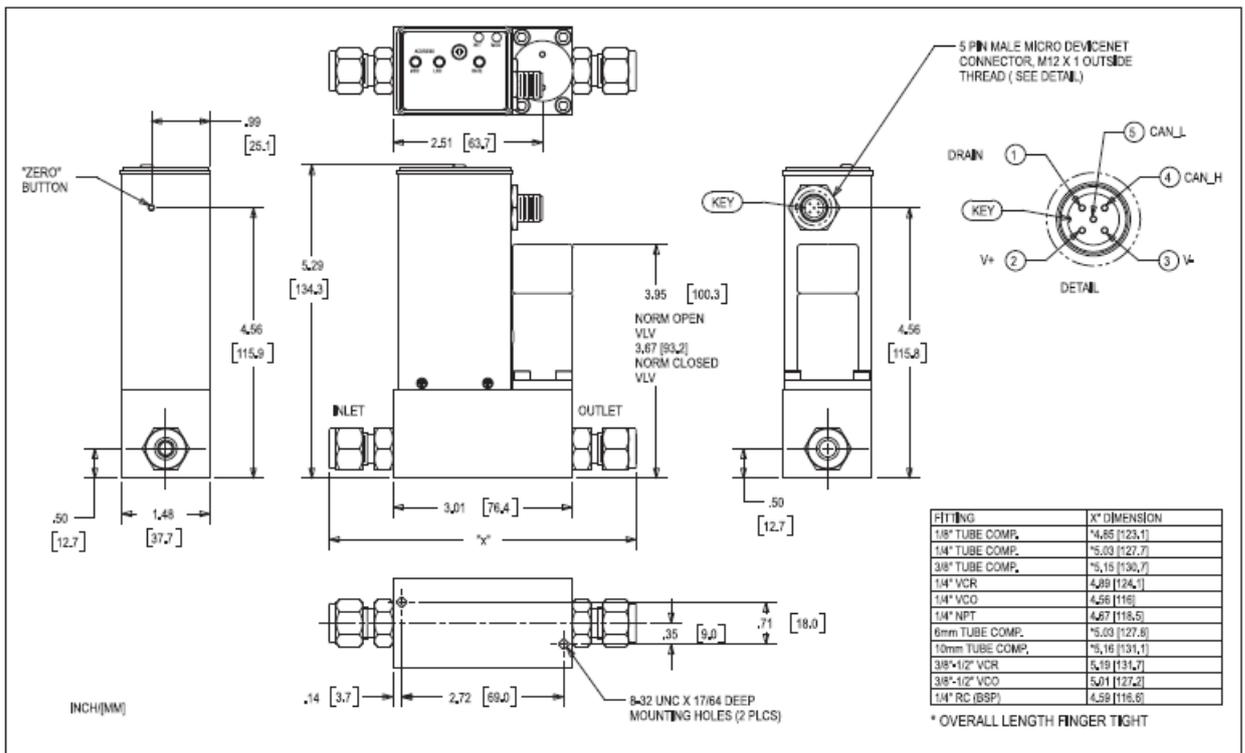


Рисунок 1-5. Модель цифрового расходомера SLA5850D Digital I/O DeviceNet MFC

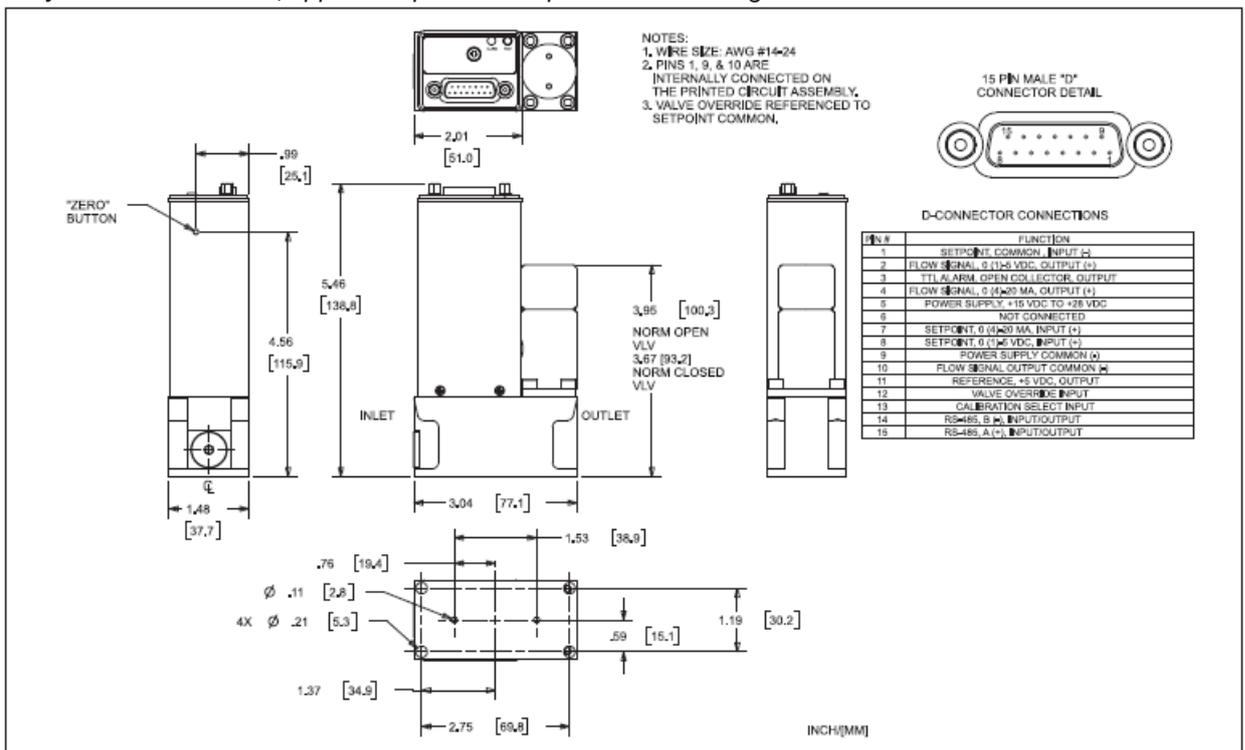


Рисунок 1-6. Модель аналогового расходомера SLA5850S MFC с RS-485 эластомерным соединением

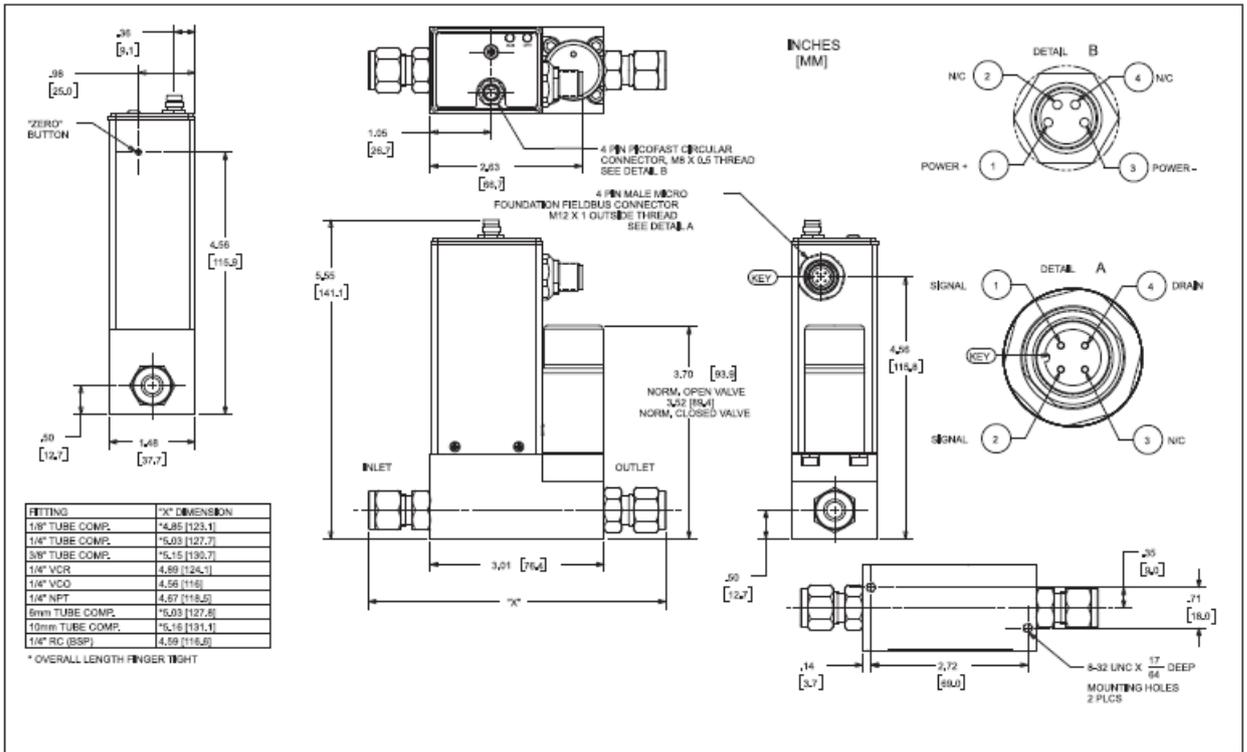


Рисунок 1-7 Модель цифрового расходомера SLA5850F с соединением FOUNDATION Fieldbus MFC с клапанным клапаном

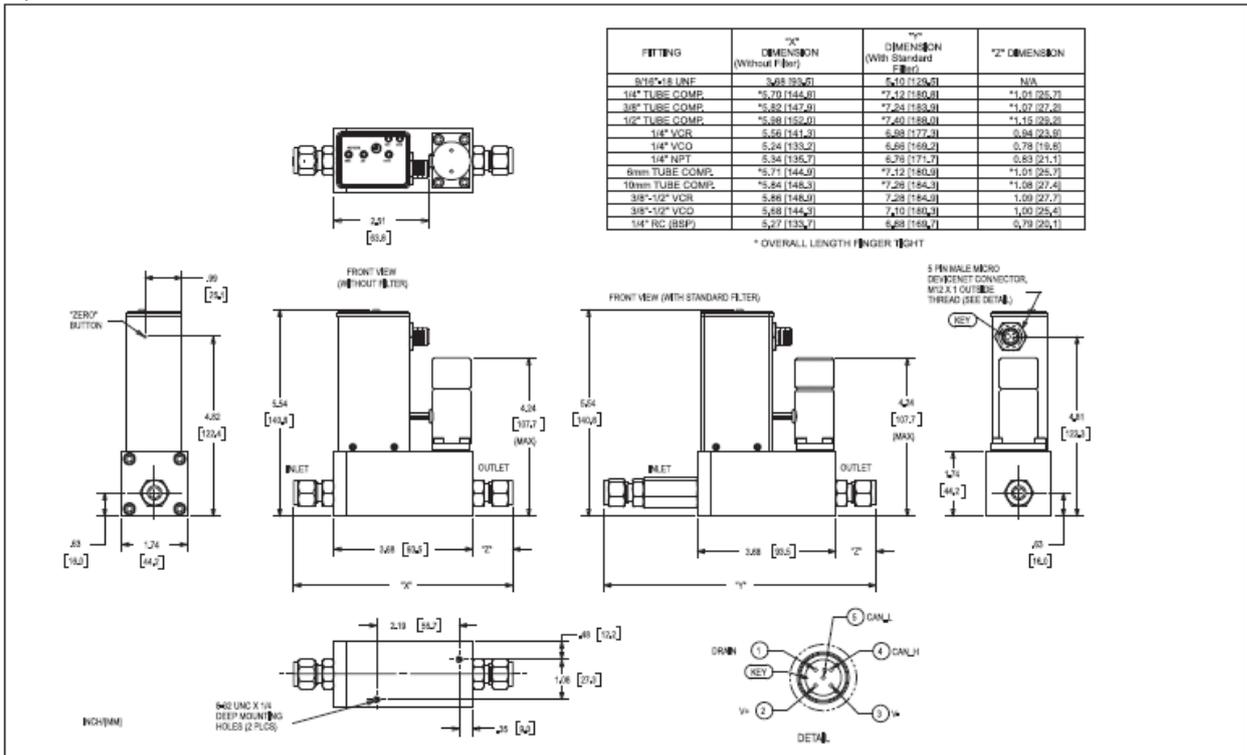


Рисунок 1-8 Модель цифрового расходомера SLA5851D с соединением DeviceNet MFC



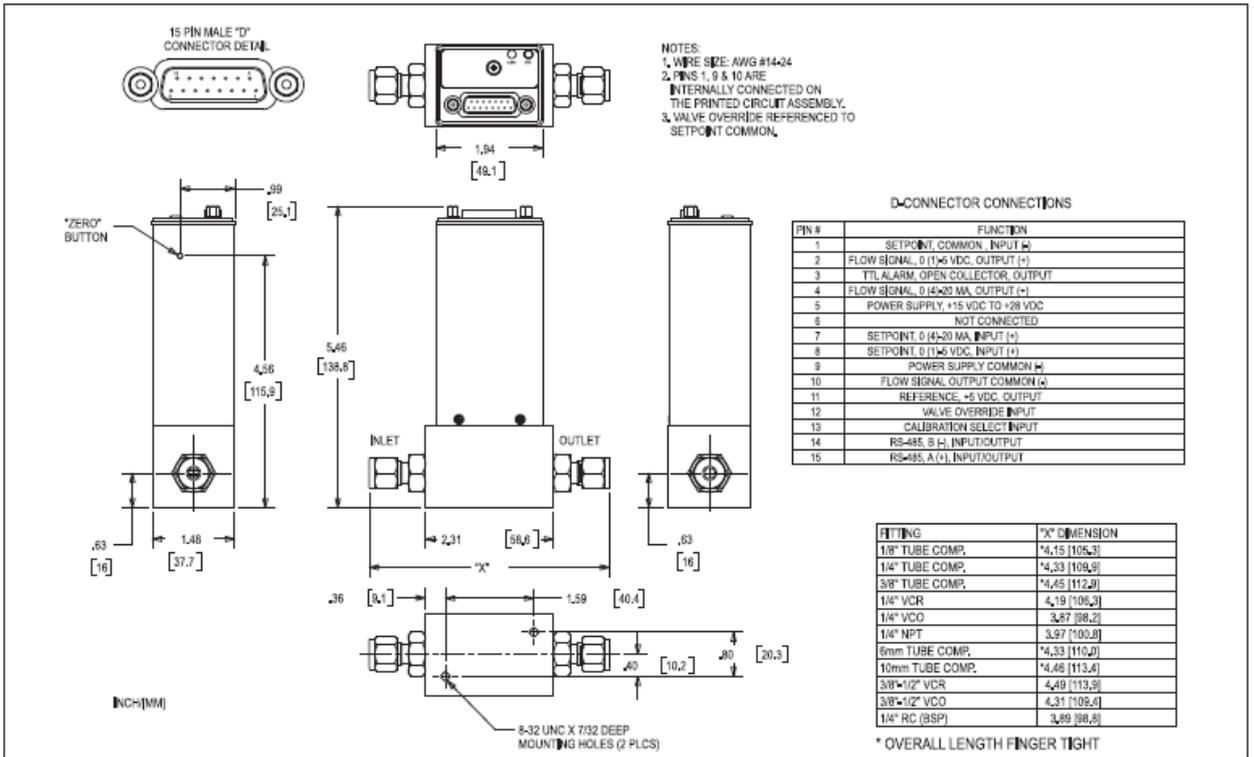


Рисунок 1-11 Модель аналогового расходомера SLA5860S MFM с интерфейсом RS-485

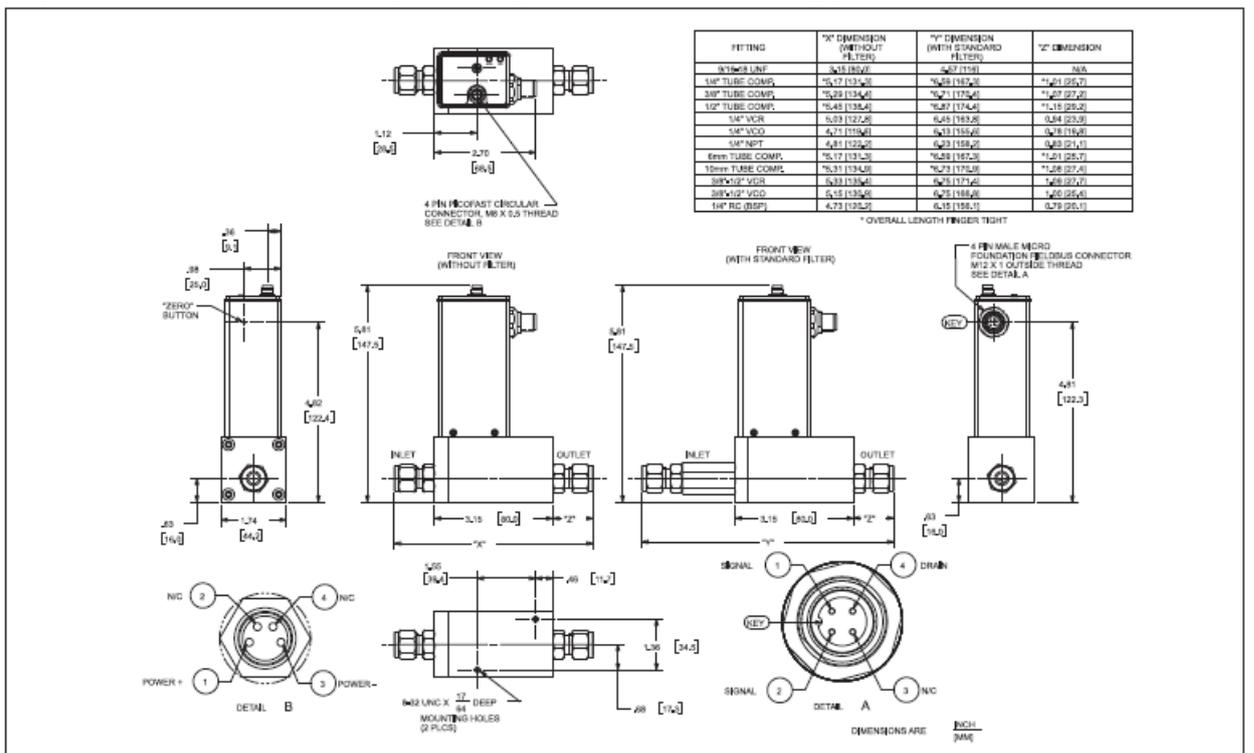


Рисунок 1-12 Модель цифрового расходомера SLA5861F с шиной FOUNDATION Fieldbus MFM

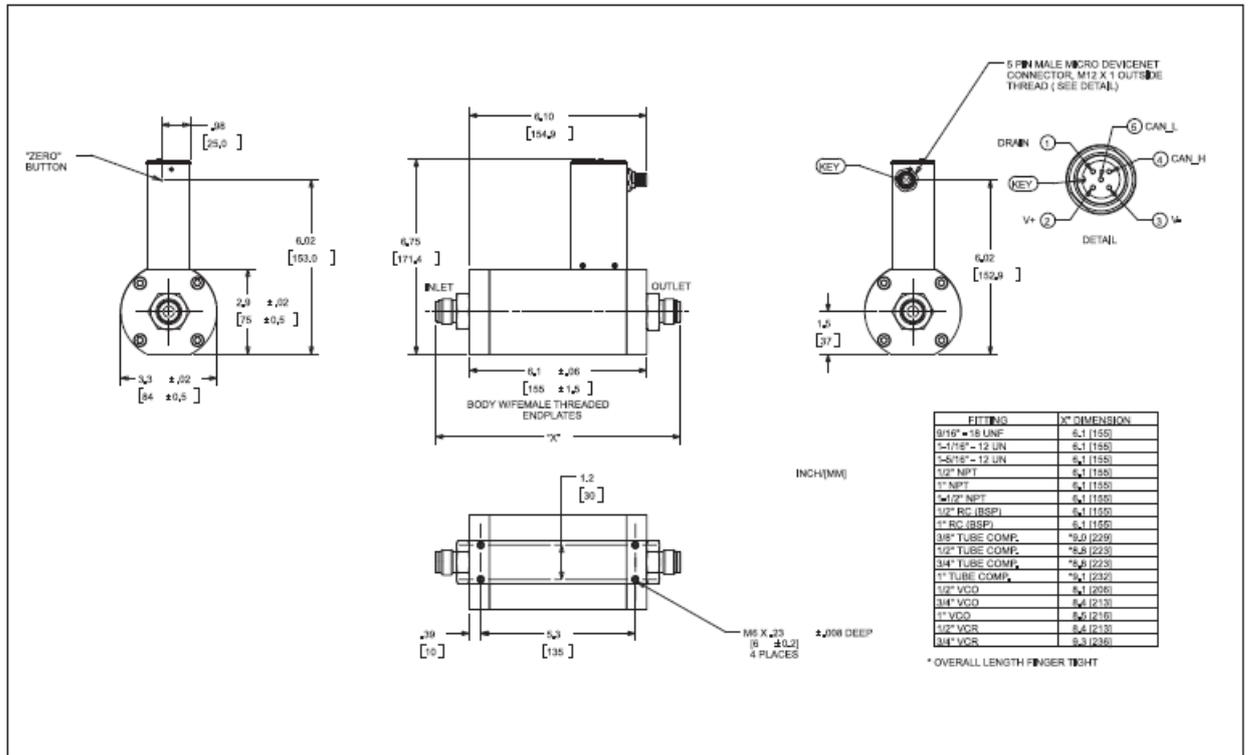


Рисунок 1-13 Модель цифрового расходомера SLA5863D с соединением Devicenet MFM

## Глава 2. Подготовка к работе

### 2.1. Введение

В этом разделе приводится описание установки оборудования – цифровых расходомеров. Размеры и электрические соединения показаны на рис. в главе 1.

### 2.2. Приемка оборудования

При получении оборудования следует проверить внешние упаковочные материалы на наличие повреждений во время транспортировки. Если внешняя упаковка повреждена, следует оповестить перевозчика, не взирая на гарантийные условия. Отчет о получении следует направить в ближайший центр обслуживания.

Снимите конверт с упаковки, содержащий список комплекта поставки. Аккуратно выньте оборудование из упаковки. Проверьте, чтобы запчасти не были выкинуты с упаковочными материалами. Проверьте оборудование на наличие повреждений при поставке и целостность комплекта поставки.

### 2.3. Рекомендованные условия хранения

Если оборудование подлежит длительному хранению, то рекомендуется хранить оборудование следующим образом:

1. Поместите оборудование в оригинальную упаковку для транспортировки.
2. Храните в защищенной области, желательно теплом сухом помещении.
3. Температура хранения 7...32 °C.
4. Относительная влажность 45% номинал, в диапазоне 25...60%  
После хранения визуально проверьте состояние оборудования как при получении.

### 2.4. Возврат оборудования

Перед отправкой оборудования производителю обратитесь в региональный центр обслуживания или к представителям компании за получением номера возврата оборудования RMA#. При возврате оборудования необходимо заполнить форму RPR003-1 и паспорт безопасности используемого вещества – жидкости MSDS, используемого в расходомере. Это необходимо сделать до того, как персонал компании начнет работу с Вашим оборудованием. Образцы формы для заполнения можно получить в региональном центре обслуживания или у представителей компании.

### 2.5. Меры предосторожности при транспортировке

Чтобы обеспечить безопасность оборудования при транспортировке, перевозите оборудование в той же упаковке, которое использовалось при поставке оборудования с завода.

### 2.6. Снятие с хранения

После хранения визуально проверьте состояние оборудования как при получении. Если оборудование хранилось в условиях, не удовлетворяющих требованиям в разделе 2-3, его следует подвергнуть испытанию под давлением (сжатым воздухом) в соответствии с используемыми стандартами.

## 2.7. Газовые соединения

Перед установкой проверьте, что все трубопроводы чистые и пустые. Установите трубопроводы так, чтобы обеспечить легкий и удобный доступ к оборудованию в случае, если его необходимо будет снять.

## 2.8. Встроенный проходной фильтр

Хотя в расходомере имеется встроенный фильтр, рекомендуется устанавливать проходной фильтр перед расходомером (контроллером) для предотвращения попадания любых инородных материалов внутрь датчика потока или клапана управления контроллера MFC. Периодически рекомендуется заменять фильтрующий элемент и проводить ультразвуковую чистку.

Таблица 2-1. Рекомендуемые размеры фильтров

Модели	Максимальный поток	Рекомендуемый фильтр
SLA5850/60	100 см <sup>3</sup> /мин	2 мкм
SLA5850/60	500 см <sup>3</sup> /мин	2 мкм
SLA5850/60	1 ... 5 л/мин	10 мкм
SLA5850/60	10 ... 100 л/мин	40 мкм
SLA5851/61	10 ... 30 л/мин	40 мкм
SLA5853/63	> 100 л/мин	Консультация

Примечание: компания Brooks предлагает широкий выбор фильтров. Обратитесь к представителям.

## 2.9. Установка

### МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ

При установке расходомера или контроллера потока следует проявить осторожность и следить, чтобы инородные материалы не попали на вход или выход прибора. Не снимайте защитные заглушки до момента установки в систему.

Рекомендуемый порядок установки:

1. Расходомер следует поместить в чистом, сухом месте, не подверженном действию ударов и вибрации.
2. Обеспечьте достаточно свободного пространства для доступа к кнопке самообнуления Self-Zero.
3. Установите прибор так, чтобы его было легко снять для обслуживания.

### МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ

При работе с реактивными (иногда токсичными) газами в результате течей в сварных соединениях или некорректной продувки может произойти коррозия или загрязнение прибора. Внимательно проверьте сварные соединения на наличие течей и продуйте чистым сухим азотом перед использованием.

4. Расходомеры MFM и контроллеры MFC можно устанавливать в любом положении, однако при установке в положение, отличное от положения при исходной заводской калибровке (см. лист калибровочных данных, поставляемый с прибором) после обнуления возможно смещение показания максимум на  $\pm 0.2\%$  от всей шкалы.
5. При установке расходомеров с диапазоном всей шкалы 10 л/мин и больше следует избегать острых углов в трубопроводах выше по потоку относительно прибора, т.к. это может привести к небольшому изменению точности. По возможности следует использовать трубопровод длиной 10 диаметров перед расходомером. Это не требуется для расходомеров со встроенными фильтрами.

### **⚠ МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ**

Т.к. управляющий клапан модели SLA5800 не может обеспечить положительное отключение, то нужно установить отдельный отсекающий клапан ниже по потоку (после расходомера). Следует обратить внимание на то, что небольшое количество газа может оставаться в трубопроводе между расходомером и отсекающим клапаном, что приведет к выбросу газа при активации отсекающего клапана. Выброс можно уменьшить, расположив клапан и контроллер близко друг к другу, или установив клапан перед расходомером.

### **⚠ МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ**

Случайное изменение давления в системе может привести к механическому повреждению эластомерных материалов конструкции. Повреждение может произойти в месте быстрого расширения жидкости и соответствующего растяжения эластомера. Пользователь должен принять соответствующие меры предосторожности, чтобы избежать подобных ситуаций.

#### **Особые указания при установке расходомера – контроллера потока SLA5853**

Клапан расходомера MFC SLA5853 является двухступенчатым с управляющим клапаном. Управляющий клапан (находится наверху MFC) управляет перепадом давления на главном клапане, который при включении управляет основным отверстием и потоком через прибор. Главный клапан является клапаном, управляемым давлением, которое используется пружиной сильфона и диафрагмы для управления потоком. Эти сильфоны и диафрагма могут повредиться при скачке давления. По этой причине рекомендуется аккуратное включение и работа.

Пружины сильфона рассчитана на 2 уровня. Низкое усилие для низкого перепада давлений ( $\Delta P < 30 \text{ psig}$ ), и высокое усилие ( $\Delta P > 30$  и  $< 300 \text{ psig}$ ).

- выбор пружины сильфона определяется перепадом давления, указываемом пользователем при заказе. Это позволяет учесть действующие условия процесса.
- сильфон низкого усилия представляет собой более короткую пружину, которая необходима для управления потоком при низком перепаде давления.

Во время запусков, когда в технологической линии начинает подниматься давление, давление, отображаемое SLA5853, может не соответствовать давлению в условиях окончания процесса. Для процессов с большее высоким давлением и особенно для сильфонов низкого усилия важно, чтобы давление прикладывалось мягко и постепенно, чтобы предотвратить возможный скачок давления и его воздействие на пружину и диафрагму главного клапана. Скачок давления может деформировать сильфон, повредить диафрагму или выдуть уплотнительное кольцо. Это приведет к сбою при выключении (наличие течей при блокировке нуля).

Одним из методов для обеспечения удачного запуска является установка 100% командной блокировки или переключения клапана и мягкое повышение давления до рабочего значения. Это позволит начать процесс при нормальных условиях и корректную работу SLA5853. Другим методом является использование байпасного клапан, который позволит отвести скачок давления от прибора до наступления корректных рабочих условий. Основная суть в том, что не будет постоянно открыт шариковый клапан, а поток под высоким давлением не попадет в главный клапан расходомера SLA5853.

#### **Стабильное рабочее состояние**

Как сказано выше модель SLA5853 использует клапан, работающий под действием давления. Характеристики клапана зависят от стабильного давления системы. Колебания давления или нестабильное давление выше или ниже приводит к тому, что управление давлением потока становится нестабильным. Для обеспечения наилучших характеристик и производительности важно обеспечить стабильное давление, установив регуляторы давления на вход и выход расходомера в технологический трубопровод. В дополнение регулятор на выходе будет изолировать расходомер SLA5853 от нестабильного давления, вызванного технологическим процессом. За дополнительной информацией обращайтесь к представителям компании.

## 2.10. Электрические соединения

Сигнал блокировки подается в диапазоне 0(1) ...5 В постоянного тока или 0(4)...20 мА как аналоговый сигнал. Все сигналы подаются через разъем 15-контактов D-типа. Для аналоговых приборов минимальный набор соединений, которые должны быть выполнены для MFC и MFM, включает сигналы +13.5...27 В постоянного тока, общий питания и сигнал блокировки.

Электрический интерфейс цифровых приборов Brooks разработан для обеспечения соединений с низкими потерями и тихих сигналов. Отдельные возвраты (общие сигналы) предусмотрены для аналоговых блокировок, аналогового сигнала потока и питания. Общие линии вместе подключены к плате процессора PC board.

### Аналоговые входы/выходы

- общий сигнал
- выход сигнала (напряжение или ток)
- питание +13.5 ... 27 В постоянного тока
- вход сигнала (напряжение или ток)
- общий блокировки
- общий питания
- заземление (через корпус прибора)

Назначение контактов приведено в табл. 1-3.

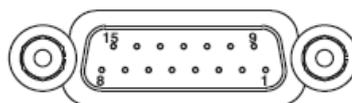
Схемы соединений показаны на рис. 2-2, 2-3 и 2-4.

*(расходомер –контроллер потока Brook's MFC работает как а сток тока на входной сигнал блокировки. Сигнал блокировки 0/4...20 мА следует приводить на вход MFC с помощью управляемого источника тока. См. характеристики прибора Brook, где указан импеданс входа блокировки.)*

*(расходомер –контроллер потока Brook's MFC работает как а сток тока при проведении выхода сигнала 0/4...20 мА к нагрузке. Выходной сигнал приводится с помощью MFC на нагрузку пользователя. максимальная емкость нагрузки приведена в характеристиках прибора Brook.)*

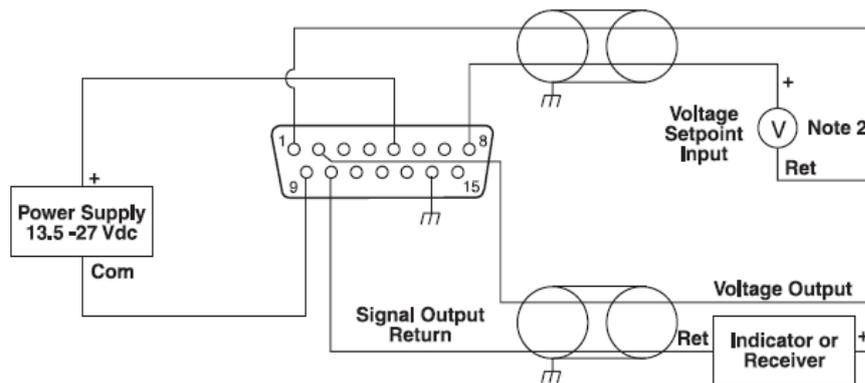
Приборы с интерфейсом DeviceNet оборудованы разъемом питания на 11...25 В постоянного тока, соединениями входа/выхода через стандартный разъем 5-контактов Circular Micro-Connector.

Разъем 15-контактов, вилка  
D-CONNECTOR



*BROOKS SUB D (15 контактов)	MFC / MFM контакт	Функция	Цвет провода
6	1	Блокировка, общий вход(-)	Черный
10	2	Сигнал потока, 0(1)-5 В, выход (+)	Белый
9	3	TTL предупреждение, откр коллектор, выход(+)	Красный
2	4	Сигнал потока, 0(4)-20 мА, выход(+)	Зеленый
13	5	Питание, +13.5...+27 В пост. тока(+)	Оранжевый
14	6	Не используется	Синий
3	7	блокировка, 0(4)-20 мА, вход(+)	Бел/черн
5	8	Блокировка, 0(1)-5 в, вход(+)	красн/черн
12	9	Питание, общий (-)	зелен черн
8	10	Поток, общий , выход(-)	Оранжев/ черн
4	11	Опорный, +5 В пост. Тока, выход(+)	Син/черн
7	12	Переключение клапана, вход	Черн/бел
1	13	Выбор калибровки, вход	Красн/бел
11	14	RS-485, общий В (-) вход/выход	Зел/бел
15	15	RS-485, общий А (+)вход/выход	Син/белТ

Рисунок 2-1. Экранированный D-разъем – схема контактов, версия для входов/выходов напряжения (модели Brooks 0151, 0152, 0154, 0254 – см. табл. 3-1 – значения резисторов)



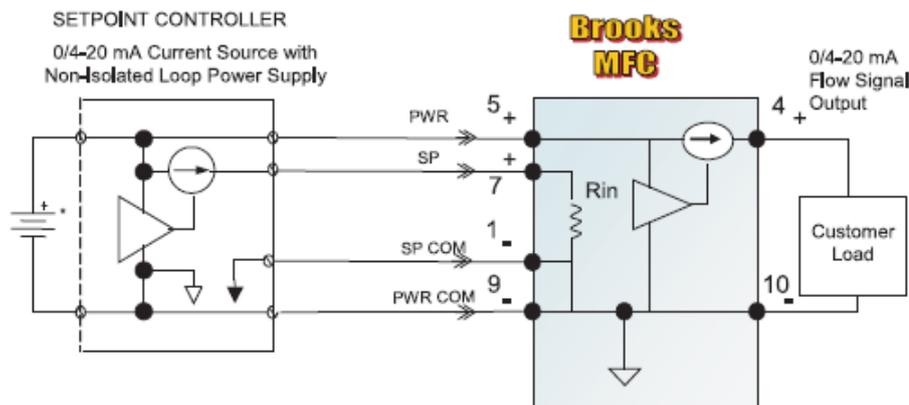
### Сигнал напряжения: блокировка и выход

Замечания

1. возвраты для входов команд и выходов тока не изолированы от общего сигнала питания
2. на одном конце кабель экранирован на заземление (только для MFC)
3. вход/выход тока/напряжения не может работать одновременно на ток и напряжение.

Рисунок 2-2. Вход/выход – напряжение

### Контроллер блокировки



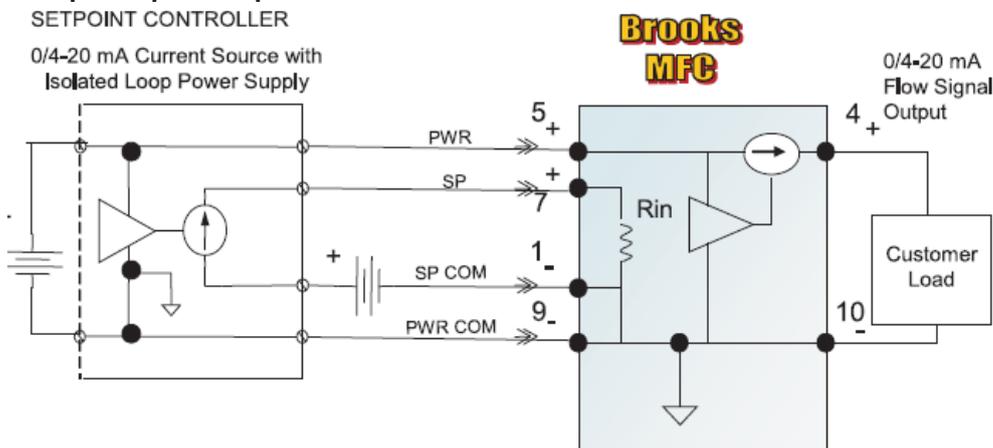
Замечание: общие сигналы блокировки, выход потока и питания подключены внутренне к MFC. Импеданс указан в характеристиках прибора.

Вход: сигнал блокировки 4-20 мА приводится на вход MFC управляемым источником тока.

Выход: сигнал блокировки 4-20 мА приводится с выхода MFC на нагрузку пользователя.

Рисунок 2-3. Рекомендуемая схема подключения для сигнала тока (не изолированное питание)

### Контроллер блокировки



Замечание: общие сигналы блокировки, выход потока и питания подключены внутренне к MFC. Импеданс указан в характеристиках прибора.

Вход: сигнал блокировки 4-20 мА приводится на вход MFC управляемым источником тока.

Выход: сигнал блокировки 4-20 мА приводится с выхода MFC на нагрузку пользователя.

## 2.11. Проверка работоспособности (аналоговый вход/выход)

- a. установите расходомер MFC/MFM в его окончательное рабочее положение.
- b. подайте питание на MFC/MFM и дайте прибору прогреться около 45 минут для стабилизации температуры прибора
- c. не подавайте газ на расходомер MFC/MFM. Проверьте, что перепад давления на расходомере MFC/MFM равен нулю.
- d. подайте сигнал блокировки:
  - 0.000 В пост. тока  $\pm$  10 мВ (0 - 5 В пост. тока блокировки)
  - 1.000 В пост. тока  $\pm$  10 мВ (1 - 5 В пост. тока блокировки)
  - 0.000 мА  $\pm$  100 мкА (0 - 20 мА блокировки)
  - 4.000 мА  $\pm$  100 мкА (4 - 20 мА блокировки)
- e. если нуль превышает один из этих пределов, проведите процедуру установки нуля - раздел 3-4. Аналоговый выходной сигнал должен быть:
  - 0.000 В пост. тока  $\pm$  10 мВ (0 - 5 В пост. тока выхода)
  - 1.000 В пост. тока  $\pm$  10 мВ (1 - 5 В пост. тока выхода)
  - 0.000 мА  $\pm$  100 мкА (0 - 20 мА выхода)
  - 4.000 мА  $\pm$  100 мкА (4 - 20 мА выхода)
- f. включите подачу газа. Положительный сигнал может присутствовать из-за наличия небольшой течи (только для MFC only).
- g. подайте сигнал блокировки между:
  - 0 ...5 В пост тока (0 - 5 В пост. тока блокировки)
  - 1 ...5 В пост тока (1 - 5 В пост. тока блокировки)
  - 0 ...20 мА (0 - 20 мА блокировки)
  - 4 ...20 мА (4 - 20 мА блокировки)
- h. проверьте аналоговый выходной сигнал. Выход должен соответствовать сигналу блокировки в соответствии с точностью (раздел 1-4).
- i. если выход потока не соответствует блокировки, а давление установлено корректно, то это будет означать, что MFC неисправен. Второй причиной может быть род газа. При проверке с суррогатным газом проверьте, что давление достаточно для MFC чтобы подать корректный поток газа.

Пример:

Расходомер MFC откалиброван на 100 см<sup>3</sup>/мин SF<sub>6</sub> (элегаз). Коэффициент датчика по азоту N<sub>2</sub> составляет 0.27, поэтому чтобы получить эквивалент по азоту N<sub>2</sub> нужно 100/0.27 = 370.4 см<sup>3</sup>/мин, т.е. может потребоваться увеличение давления для данного потока.

## 2.12. цифровой вход/выход: шины DeviceNet или FOUNDATION

- a. установите расходомер MFC/MFM в его окончательное рабочее положение.
- b. подайте питание на MFC/MFM и дайте прибору прогреться около 45 минут для стабилизации температуры прибора
- c. включите подачу газа. Положительный сигнал может присутствовать из-за наличия небольшой течи (только для MFC only).
- d. подайте корректный сигнал блокировки UOM в диапазоне 20% ...100% всей шкалы на MFC через цифровой контроллер (сетевой).
- e. проверьте поток MFC. Он должен соответствовать блокировке UOM. Значение должно устанавливаться в с точностью  $\pm$  0.2% всей шкалы или меньше за 10 сек после изменения блокировки.
- f. если выход потока не соответствует блокировки, а давление установлено корректно, то это будет означать, что MFC неисправен. Второй причиной может быть род газа. При проверке с суррогатным газом проверьте, что давление достаточно для MFC чтобы подать корректный поток газа.

Пример:

Расходомер MFC откалиброван на 100 см<sup>3</sup>/мин SF<sub>6</sub> (элегаз). Коэффициент датчика по азоту N<sub>2</sub> составляет 0.27, поэтому чтобы получить эквивалент по азоту N<sub>2</sub> нужно 100/0.27 = 370.4 см<sup>3</sup>/мин, т.е. может потребоваться увеличение давления для данного потока.

### 2.13. блоки входов/выходов DeviceNet

---

Другие проблемы, которые могут наблюдаться при работе через интерфейс DeviceNet MFC могут происходить из-за несоответствия данных входов/выходов. Для корректной работы через сеть DeviceNet, расходомер MFC должен быть установлен с одинаковым набором входов /выходов, что и главный контроллер сети. Характеристики DeviceNet определяют вход и выход относительно сети (т.е. данные, создаваемые прибором (MFC) – вход в сеть, а данные, получаемые прибором (MFC) - выход из сети). Расходомеры Brooks MFC поддерживают 12 блоков входов и 4 блока выходов.

Замечание: эта и другая информация представления в сопроводительном руководстве к интерфейсу DeviceNet.

## Глава 3. Порядок работы

### 3.1. Описание

Раздел содержит описание принципа работы и возможностей прибора.

### 3.2. Принцип работы расходомера

Тепловые расходомеры состоят из двух компонентов: дросселя и датчика потока. На рис. 3-1 показан график потока через расходомер MFC/MFM с увеличенным датчиком потока. Поток газа, входящего в расходомер MFC/MFM разделяется на две части: одна идет прямо в дроссель, а другая через датчик потока. Это показано на рис. 3-1, где общий поток A+B входит в расходомер MFC/MFM и делится на потоки A и B. Потоки снова соединяются на другой стороне дросселя.

Дроссель производит разделение потока. Во время прохождения потока возникает перепад давления на дросселе, который усиливает прохождение газа через датчик.

Перепад давления, вызываемый дросселем, изменяется линейно вместе с потоком. Датчик имеет такой же линейный перепад давления как и отношение потока. Отношение потока датчика потока к потоку дросселя остается постоянным на всем диапазоне работы расходомера MFC/MFM ( $A/B = \text{constant}$ ). Диапазон всей шкалы прибора устанавливается путем выбора дросселя с корректным перепадом давления для желаемого потока.

Датчик потока – это узкая тонкостенная стальная трубка. В эту трубку встроены элементы, чувствительные к температуре потока с каждой из сторон нагревательного элемента. Постоянная мощность прикладывается к нагревателю, находящемуся в середине трубки. Когда поток открыт, количество тепла, достигающего каждый из температурных датчиков, равно, поэтому температура  $T_1 = T_2$  (рис. 3-1). Поток газа, проходящего через трубку, переносит тепло от одного датчика температуры к другому. Разница температур  $T_2 - T_1$  прямо пропорциональна потоку газа. Уравнения для расчета:

$$DT = A \times P \times C_p \times m,$$

где  $DT$  = разница температур  $T_2 - T_1$  ( $^{\circ}\text{K}$ ),  $A$  = постоянная пропорциональности ( $\text{s}_2 \cdot ^{\circ}\text{K}_2 / \text{kJ}_2$ ),  $P$  = мощность нагревателя ( $\text{kJ}/\text{c}$ ),  $C_p$  = удельная теплоемкость газа при постоянном давлении ( $\text{kJ}/\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{K}$ ),  $m$  = массовый поток ( $\text{kg}/\text{s}$ ).

Контур с мостовой схемой и дифференциальный усилитель интерпретируют разницу температур и создают электрический сигнал, прямо пропорциональный потоку газа.

### 3.3. Возможности

Замечание: все цифровые расходомеры производства Brooks настраиваются в заводских условиях с учетом требований пользователя (заказа) и не требуют настройки. В определенных моделях невозможно реализовать все опции (функции) прибора.

Цифровые расходомеры Brooks MFC обладают широкими возможностями. Они работают как традиционные аналоговые расходомеры, но обладают повышенной точностью, пошаговым ответом и клапаном управления. Аналоговый интерфейс соответствует популярным аналоговым версиям расходомеров Brooks MFC и может настраиваться под аналоговые интерфейсы приборов, работающих с расходомерами. Другие модели класса Delta обеспечивают различные цифровые интерфейсы: DeviceNet, RS-485.

Цифровые приборы производства Brooks могут хранить в памяти до 10 наборов калибровочных данных различных газов. Каждый набор включает калибровочную кривую, установки PID управления для контроллера, характеристики клапана, информацию об условиях калибровки. Оборудование Brooks может содержать калибровки для различных газов или для одного

газа при различных условиях (давления, шкала потока). В разделе 3-4 приводится подробная информация о данных калибровочных таблиц и доступа к ним. В руководстве по работе с интерфейсом DeviceNet описаны характеристики соединения.

Калибровки появляются в калибровочной таблице в том порядке, в каком они указаны пользователем (в заказе), если не указано иное. Первый указанный газ будет находиться под номером калибровки 1, второй – калибровка 2 и т.д. Обратите внимание, что если не указано иное, то единственная калибровка будет находиться под номером 1.

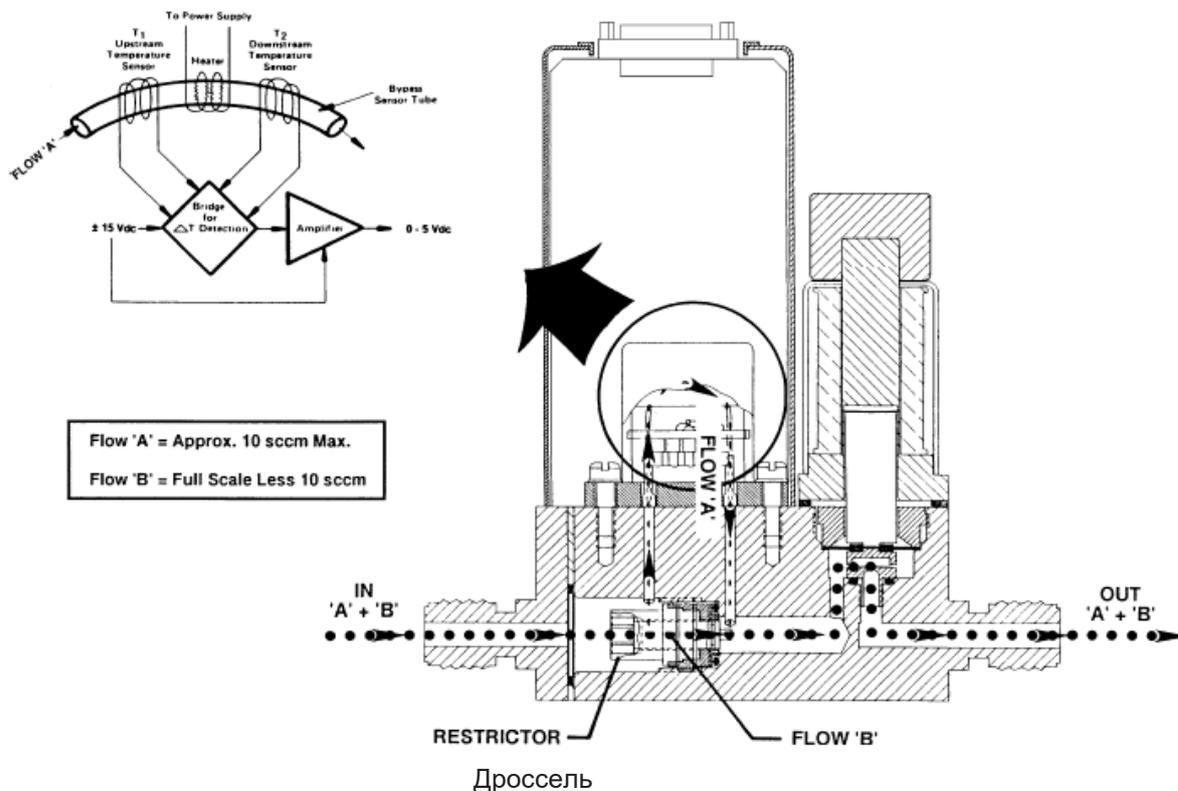


Рисунок 3-1. Схема работы датчика потока (показан расходомер с соединением VCR™)

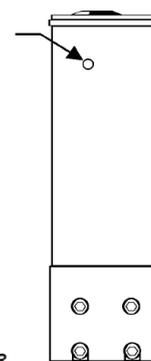


Рисунок 3-2. Возможность внешней настройки для расходомеров

### 3.4. Режим работы аналогового входа/выхода

В данном разделе приводится описание основных характеристик цифровых моделей расходомеров производства Brooks.

*Замечание: прочтите раздел 3-3 перед изучением этого раздела. Так же изучите руководство по работе с соединениями интерфейса DeviceNet.*

#### Описание функций

Аналоговый интерфейс может содержать любые, выбранные пользователем опции из перечня:

- 0 - 5 В постоянного тока, блокировка, 0 - 5 В постоянного тока, выход потока
- 1 - 5 В постоянного тока, блокировка, 1 - 5 В постоянного тока, выход потока
- 0 - 20 мА блокировка, 0 - 20 мА выход потока, 4 - 20 мА блокировка, 4 - 20 мА выход потока

Так же имеются контакты входа сигнала переключения клапана и входа выбора калибровки. Все аналоговые сигналы подаются через разъем 15 контактов D типа (см. рис. 2-1). Обратите внимание, что формально не используемый контакт 13 теперь позволяет выбрать одну из 10 калибровок. Возможные калибровок (содержание памяти) определяется пользователем при заказе прибора. В памяти прибора будут только те калибровочные данные, которые укажет пользователь. Если не указано иное, то при заказе одной калибровки в таблице калибровочных данных будет одна калибровка под номером 1.

Перед работой с расходомером MFC/MFM включите питание и дайте прибору прогреться в течение 45 минут. После прогрева включите подачу газа, выполнив действия, приведенные ниже.

### Блокировка аналогового I/O (только для MFC)

Этот вход позволяет пользователю устанавливать блокировку расходомера MFC. Возможно несколько типов входов:

Тип сигнала блокировки	Диапазон шкалы	Минимальный сигнал	Максимальный сигнал
0 ...5 В пост тока	5 В пост тока	0 В	5.5 В пост тока = 110%
1 ...5 В пост тока	5 В пост тока	1 В	5.5 В пост тока = 111%
0 ...20 мА	20 мА	0 мА	22 мА = 110%
4 ...20 мА	20 мА	20 мА	22 мА = 111%

### Аналоговый I/O сигнал потока

Этот выход используется для индикации сигнала потока. Отрицательный сигнал указывает на обратный поток через устройство, а не отсутствие калибровки. Возможно несколько типов сигнала:

Тип аналогового I/O	Диапазон шкалы	Минимальный сигнал	Максимальный сигнал
0 ...5 В пост тока	5 В пост тока	-0.5 В	5.5 В пост тока = 110%
1 ...5 В пост тока	5 В пост тока	0.5 В	5.5 В пост тока = 111%
0 ...20 мА	20 мА	0 мА	22 мА = 110%
4 ...20 мА	20 мА	3.8 мА	22 мА = 111%

### Переключение клапана (только для MFC)

Контакт 12 на разъеме D типа на 15 контактов позволяет переключать клапан из положения закрыто в положение открыто несмотря на блокировки. Если этот вход не подключен, расходомер MFC будет работать с учетом текущих значений других входов расходомера. Если на этот контакт подать 0 или -15 В постоянного тока, клапан закроется. Если на этот контакт подать +5 или больше В постоянного тока (максимум 24 В), то клапан откроется.

### Контакт выбора калибровки

Контакт 13 на разъеме D типа на 15 контактов позволяет выбрать одну из 10 установленных калибровок устройства. Этот контакт предназначен для соединения сигналов от резисторов с общим сигналом (контакт 10).

В табл. 3-1 приведены типовые значения резисторов, необходимые для выбора калибровки 1...10. Обратите внимание, что значения резисторов должны соответствовать допуску  $\pm 1\%$ . Начальные условия – без подключенного резистора, который соответствует калибровке 1.

Когда изменяется состояние контактов выбора, устройство выполняет требуемые действия для изменения калибровки, затем вернется к обычной работе. Если устройство определяет, что выбранная калибровка не действительна, клапан переводится в закрытое состояние, а поток устанавливается на нуль. Обычно для переключения калибровки требуется около 1.0 секунды.

*Замечание: рекомендуется менять калибровочную кривую во время отсутствия потока.*

Таблица 3-1. Типовые значения резистора для калибровки

№ калибровки	Значение резистора (кОм)
1	Open
2	Shorted
3	665
4	324
5	191
6	124
7	80.6
8	52.3
9	30.9
10	15

### **Установка нуля расходомера MFC (самообнуление )**

Может понадобиться установка датчика потока на нуль в случае работы при температуре, не входящей в указанный диапазон рабочей температуры, или при установке на большей высоте над уровнем моря или в иных ситуациях согласно требованиям пользователя.

*Замечание: перед проведением обнуления прибора необходимо установить нулевой перепад давления на датчике. В случае появления давления в приборе во время обнуления, то любой поток будет ошибочно принят за нуль. Это приведет к сбою калибровки во время нормальной работы. Установив нулевой перепад давления и проверив его, нажмите кнопку самообнуления на боковой панели прибора (см. рис. 3-2) для включения функции самообнуления. Процесс обнуления занимает около 10 мс.*

### **Опорный сигнал 5 В постоянного тока**

Контакт 11 на разъеме 15 контактов D типа обеспечивает опорный выходной сигнал 5 В постоянного тока и используется для создания блокировок и /или сигнала переключения клапана. Текущее рабочее значение выхода этого контакта ограничено до 2.5 мА максимум и поэтому обращаться с ним нужно очень осторожно.

## **3.5. Характеристики соединений**

### **Характеристики соединений RS485 – только для аналоговых версий**

Цифровой протокол, разработанный для работы с расходомерами производства Brooks S-серий "S-protocol" или псевдо-HART соединение для цифровых расходомеров Brooks через RS-485. Эта форма многоканального соединения (сетевого) обеспечивает доступ ко множеству опций цифровых расходомеров Brooks для управления и мониторинга работы, включая:

- настройку точности блокировки измерения потока (с выбором единиц измерения)
- переключение клапана (только для контроллеров)
- сумматор потока
- состояние и установки предупреждений
- управление мягким запуском (только для контроллеров)

Приборы, снабженные RS-485 поддерживают следующие параметры и скорости. Пожалуйста, укажите нужную скорость соединения при заказе (по умолчанию - 19200 бод). Или можно выбрать скорость с помощью программы обслуживания Brooks Service Suite™ из ряда: 1200, 2400, 4800, 9600, **19200** и 38400. Для получения подробной информации об интерфейсе см. сопроводительную документацию Brooks с описанием S-протокола соединения и команд for more detail regarding the capabilities of this communication interface.

### **Характеристики соединений DeviceNet**

Цифровые расходомеры серии Brooks SLA5800 могут быть оборудованы соединением по интерфейсу DeviceNet™. Интерфейс DeviceNet представляет собой открытый цифровой протокол с высокой скоростью соединения и простотой. Компания Brooks Instrument выпускает несколько моделей приборов с популярным сетевым стандартом и является членом ассоциации ODVA™ (Open DeviceNet Vendors Association), головной организацией стандарта DeviceNet.

Интерфейс DeviceNet аналогичен интерфейсу RS485 в том, что можно подключить максимум 64 прибора в одну сеть. Выбираемая скорость соединения для DeviceNet следующая: 125К, 250К и 500К и может выбираться с помощью переключателей MAC ID, установленных на приборе.

Соединение обеспечивает доступ ко множеству опций цифровых расходомеров Brooks для управления и мониторинга работы, включая:

- настройку точности блокировки измерения потока (с выбором единиц измерения)
- переключение клапана (только для контроллеров)
- сумматор потока
- состояние и установки предупреждений
- управление мягким запуском (только для контроллеров)

## Характеристики соединений шины FOUNDATION

Серия цифровых расходомеров Brooks SLA5800 поддерживает протокол соединения шины FOUNDATION® Fieldbus. Шина FOUNDATION® Fieldbus является цифровой сетью, позволяющей использовать существующие кабели 4-20мА, что снижает стоимость проводки. Полностью сертифицированное при проходе ИТК, данное устройство удовлетворяет некоторым требованиям взаимодействия с платами других диапазонов. При комбинировании с DeltaV и использовании питания PlantWeb, устройства позволяют вовремя проводить обслуживание и ремонт прибора.

- проверка диапазона значения – часть блокировок стандартной функции
- подключение датчика температуры – проверка соединения с датчиком
- программа контрольной суммы – проверка встроенной программы
- постоянная память – проверка состояния памяти
- RAM – проверка памяти RAM
- дрейф нуля /течь клапана – проверка течи клапана или дрейфа нуля датчика
- капремонт устройства – обязательное техническое обслуживание
- необходимость калибровки - обязательное техническое обслуживание
- ресурс пружины клапана- обязательное техническое обслуживание
- нет потока – отсутствие потока по требованиям блокировки
- обратный поток – определение обратного потока
- сумматор потока - информирование о достижении указанного пользователем значения
- сумматор времени – информирование об определении (истечении) указанного времени

Выпускаются типы приборов в зависимости от функции блокировки, соответствующие различным функциям прибора:

- текущее значение потока (только расходомеры)
- текущее значение давления (только манометры)
- текущая температура устройства (только расходомеры)
- текущее положение клапана (только контроллеры)
- управление блокировкой (только контроллеры)
- прямое управление клапаном (только контроллеры)
- переключение активатора (только контроллеры)
- сверх—быстрое (8мс) управление PID для каскадного управления (все устройства)

### 3.6. Предупреждения и сигналы об аварии– только для аналоговых версий

В этом разделе приводится описание выходных сигналов предупреждений, относящихся к аналоговым версиям цифровых расходомеров. Информация о предупреждениях так же представлена в сопроводительной документации к соединениям интерфейса DeviceNet.

#### Предупреждения и сигналы об аварии– только для аналоговых версий

Контакт 3 на разъеме 15 контактов D-типа обеспечивает открытый коллектор выходного сигнала TTL, который замыкается в зависимости от ситуации – установки для подачи предупреждения или сигнала аварии.

Предупреждения и сигналы аварии настраиваются пользователем. Их можно настроить через порт обслуживания с помощью специальной программы Brooks. Информация по работе с портом обслуживания и программой приведена в сопроводительной документации - руководстве по эксплуатации программы обслуживания Brooks Service Suite.

Каждое предупреждение (сигнал об аварии) имеет следующие общие, настраиваемые пользователем, опции:

**Строгость /важность** - опция может быть выключена Off, быть предупреждением Warning или сигналом аварии Alarm. Когда отключена, за условиями нет наблюдения, и никаких действий не будет принято. Когда установлена на предупреждение, индикатор аварии Alarm будет мигать зеленым при превышении отслеживаемого значения указанных условий (см. коды ошибок). Когда установлена на сигнал аварии, индикатор Alarm будет мигать

красным, а аналоговые выходы сработают в зависимости от назначенного поведения при превышении отслеживаемого значения указанных условий.

**Коды ошибок** – коды ошибок (аварий) указывают коды для включения индикатора для указания состояния – предупреждения или аварии. При активации одного или более предупреждений/сигналов аварий индикатор укажет на наиболее важную ошибку с наивысшим кодом ошибки. Сигнал аварии важнее предупреждения. Коды ошибок не всегда бывают уникальными, т.е. один тип предупреждения/сигнала аварии может использоваться в одном коде ошибки.

**Возможность фиксации состояния** – когда предупреждение/сигнал аварии установлены без фиксации, то это означает, что авария идентифицирована и будет только наблюдение за значением параметра, превысившего установленный диапазон. Когда предупреждение/сигнал аварии установлены на фиксацию, то авария будет идентифицироваться когда наблюдаемый параметр превысит установленное значение и останется до тех пор, пока пользователь не удалит предупреждение/сигнал. Если пользователь удалит предупреждение /сигнал, когда наблюдаемый параметр все еще выше установленного значения, предупреждение переключится снова и продолжит указывать на ошибку в работе.

**Возможность контакта** – если определено условие предупреждения/сигнала аварии и установлена важность предупреждения/сигнала, контакты предупреждения/сигнала включатся, тогда контакт предупреждения/сигнала аварии будет замкнут.

**Нижний предел** – значение отслеживаемого параметра, ниже которого считается наступление аварийной ситуации и подачи предупреждения. (опция не работает для предупреждений, который следят за состоянием прибора.)

**Верхний предел** - значение отслеживаемого параметра, выше которого считается наступление аварийной ситуации и подачи предупреждения. (опция не работает для предупреждений, который следят за состоянием прибора.)

**Задержка** – время в секундах, в течении которого параметр может выходить за границы предельных значений до того, как будет подан сигнал – предупреждение/сигнал аварии.

#### Обобщение предупреждений

В таблице ниже приведены параметры для каждого типа предупреждения /аварии и их исходные значения.

Предупреждение /сигнал аварии	Важность	Код ошибки	фиксация	конт акт	нижний предел	Верхний предел	задержка
Диагностика	Авария	12	n/a	Выкл	n/a	n/a	n/a
Поток 1	Выкл	11	Выкл	Выкл	0%	120%	1.0
Поток 2	Выкл	10	Выкл	Выкл	0%	120%	1.0
Без индикации потока	Авария	9	Выкл	Выкл	2%	n/a	1.0
Отклонение блокировки	Авария	8	Выкл	Выкл	-10%	+10%	1.0
Превышение сумматора	Выкл	7	n/a	Выкл	n/a	n/a	n/a
Питание пользователя	Авария	6	Выкл	Выкл	13.5	27.0	1.0
Выход входа блокировки за пределы диапазона	Авария	5	Выкл	Выкл	n/a	n/a	1.0
Выход потока вне диапазона	Авария	4	Выкл	Выкл	n/a	n/a	1.0
Размыкание контура потока	Выкл	3	Выкл	Выкл	n/a	n/a	1.0
Датчик потока вне диапазона	Авария	1	Выкл	Выкл	n/a	n/a	1.0

#### Диагностические сигналы – только для аналоговых версий

Сигнал предупреждения при диагностике (диагностический) будет подаваться только тогда, когда параметр диагностики ниже определяет неисправность, подавая визуальный сигнал с помощью красного и зеленого индикаторов, активации открытого коллектора TTL, расположенный на разъеме 15 контактов D типа. Диагностическое тестирование или испытания, которые определяют проблемы и подают диагностический сигнал можно определить толь-

ко считывая параметр через порт обслуживания. При наступлении сигнала диагностики устройство автоматически восстановится примерно через 5 секунд.

Диагностика	Описание сбоя
RAM	Побайтовое тестирование памяти RAM определяет сбойные места памяти
Флеш (программируемая память)	8-битная контрольная сумма флеш не равняется нулю.
Постоянная память	Побайтовое тестирование памяти RAM определяет сбойные места памяти
датчик температуры	Датчик температуры передает внешнее значение вне диапазона 0° С ...100° С
Питание (внешняя)	Любое внешнее напряжение питания вне пределов рабочего диапазона (3.3 В и 7.6 В напряжение внешнего питания должно составлять $\pm 5\%$ от номинального значения)

### Режим обеспечения безопасности

Когда устройство находится в режиме обеспечения безопасности, используется следующее поведение характеристик:

Выходной сигнал потока будет установлен на определение состояния безопасности для следующих типов выходных сигналов:

- 0...5 В постоянного тока: 0 В постоянного тока
- 1 ... 5 В постоянного тока: 1 В постоянного тока
- 0 ...20 мА: 0 мА
- 4 ...20 мА: 0 мА

В состоянии безопасности клапан будет отключен от питания. Это означает, что нормально замкнутые клапаны останутся замкнутыми, а нормально разомкнутые клапаны останутся разомкнутыми.

### Общие предупреждения и сигналы об аварии – только для аналоговых версий

Для индикации непредвиденных событий в управлении предназначены следующие предупреждения:

#### Сбой потока Flow Alarms

Существуют два предупреждения по потоку. Каждое позволяет пользователю установить максимальное и минимальное предельные значения диапазона потока. Когда поток выходит за границы диапазона, дается предупреждение. Эти два общих предупреждения по потоку обеспечивают большую гибкость, чем указанные предупреждения низкого и высокого потоков. Их можно использовать для создания отдельных предупреждений высокого и низкого потоков или для обозначения границ допустимого диапазона потока. Если прибор – контроллер потока, тогда это предупреждение отключается, если блокировка не находится в границах указанного диапазона потока, или если активна опция переключения клапана.

#### Предупреждение по питанию

Следит за входом питания в прибор для соблюдения указанного диапазона питания 13.5...27 В постоянного тока. Пользователь может настроить предельные значения напряжения для активации предупреждения для отслеживания напряжения питания с учетом указанных требований прибора и даже строже.

#### Предупреждение отклонения от блокировки

Следит за разницей между значениями блокировки и потока и установленным предупреждением. Когда разница превысит указанное предельное значение на период, превышающий установленную задержку, подается сигнал предупреждения. Пользователь указывает минимальное и максимальное предельное значение в процентах от блокировки. Данное предупреждение отключено, если активна опция переключения клапана.

#### Предупреждение об отсутствии потока

Подается, когда измеренное значение потока менее указанного значения, которое можно настроить на 0 - 2%. Если прибор – контроллер потока, блокировка должна превысить за-

данный предел, а опция переключения клапана не должна быть активна для этого предупреждения.

#### **Предупреждение о превышении значения сумматора**

Подается, когда значение сумматора потока превысит максимальное значение и будет заново установлен нуль. Это предупреждение настроено как постоянно включенное переключение, которое используется пользователем для восстановления предупреждения через порт обслуживания или интерфейс RS-485.

#### **Предупреждение открытого контура аналогового выхода потока**

Появляется, когда прибор определяет, что нет тока в контуре потока. Предупреждение не может не работать при разомкнутом соединении контура аналогового выхода потока.

#### **Предупреждение о выходе из диапазона блокировки аналогового входа**

Подается, когда напряжение входа превышает максимально допустимое значение 5.5 В, когда ток входа 4...20 мА меньше 3.8 мА или больше 22 мА, или когда ток входа 0...20 мА больше 22 мА.

#### **Предупреждение о выходе из диапазона аналогового входа потока**

Появляется, когда измеренный поток на аналоговом выходе превышает указанный диапазон выходного напряжения или тока (см. раздел 1).

#### **Показания датчика потока вне диапазона**

The Flow Sensor Out of Range Alarm will occur when the device detects that the signal received from the sensor is not within the allowable tolerance band. This alarm could be the result of a flow sensor failure

### **3.7. Калибровка /Установка конфигурации**

Все параметры калибровки потока и параметры конфигурации устройства хранятся в постоянной памяти как установки. В памяти может храниться до 10 установок конфигурации/ калибровки чтобы прибор можно было предварительно настроить для различных газов, условий давления, диапазонов шкал для одного и того же газа.

Наборы данных калибровки и конфигурации может настроить опытный пользователь через порт обслуживания с помощью специального программного обеспечения (см. сопроводительную документацию к программному обеспечению).

#### **Опции калибровки потока**

В дополнение к заводской калибровке для модификации калибровок имеются следующие опции

- Коэффициент коррекции газа
- Шкала калибровки
- Пользовательский полином калибровки

#### **Опции конфигурации**

В наборе конфигурации/калибровки хранятся следующие параметры конфигурации:

- P, I, D
- Смещение клапана, диапазон, и смещение уровня течи (герметичности)
- Фильтрация и компенсация

### **3.8. Особые характеристики**

Эти опции может настроить опытный пользователь через порт обслуживания с помощью специального программного обеспечения (см. сопроводительную документацию к программному обеспечению).

#### **3.8.1. Установка наклона**

Представлены следующие опции:

Off – выкл – прибор отвечает немедленно на изменения блокировки

Time – время – устройство перейдет от старого значения блокировки к новому за указанное пользователем время.

### **3.8.2. Нижняя блокировка отсечки**

Когда блокировка отделена от аналогового входа, команда отсечки нижней блокировки устанавливает минимальное значение блокировки. Если значение блокировки, передаваемое аналоговым входом ниже указанного значения, блокировка устанавливается на нуль.

### **3.8.3. Нижняя отсечка выхода потока**

Когда измеренное значение потока ниже минимального установленного значения, то выход потока приравнивается к нулю.

### **3.8.4. Ослабление /затухание/ выхода потока**

Выход потока может колебаться от 0 до 10 секунд

### **3.8.5. Адаптивное управление**

Адаптивное управление клапаном означает динамическую настройку смещения клапана и диапазона в ответ на изменение условий процесса. Опции адаптивного управления: вкл/выкл, настройка только смещения, настройка смещения и диапазона.

### **3.8.6. Сумматор потока**

Сумматор потока находится и хранит значения в постоянной памяти. Обновление данных сумматора в постоянной памяти занимает 5 секунд.

### **3.8.7. Согласование выхода потока**

Когда эта опция включена, и изменения блокировки определены, выходной сигнал потока будет равен блокировке в течение заданного времени. По истечении времени, сигнал потока будет показывать действующий поток. Изменение блокировки указывается как изменение более 1% всей шкалы.

### **3.8.8. Захват сигнала потока**

Когда опция включена, выход сигнала потока будет захвачен значением блокировки в случае ошибки, т.е. разница между измерением потока и блокировкой меньше указанного значения.

## **3.9. Дополнительные средства на основе компьютера**

Компания Brooks Instrument предлагает широкий выбор средств для управления и обслуживания приборов на базе персональных компьютеров для соответствия требованиям покупателей. Опция SmartDDE может использоваться с любым прибором с интерфейсом RS-485 (сетевым), позволяя управлять и следить за приборами Brooks. Набор обслуживания Brooks Service Suite (для аналоговых моделей) может использоваться для мониторинга, диагностики, настройки и калибровки приборов Brooks. Опция Brooks Service Suite работает с приборами Brooks через специальный порт обслуживания. Инструмент для обслуживания Brooks Service Tool (BST) используются для цифровых моделей приборов и по функциям аналогичен Brooks Service Suite.

## Глава 4. Техническое обслуживание

### 4.1. Обслуживание и поиск неисправности



#### **⚠ ВНИМАНИЕ**

#### **ПРОВЕРЬТЕ СОВМЕСТИМОСТЬ МАТЕРИАЛОВ УПЛОТНЕНИЯ ПРИБОРА И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ**

Оборудование может содержать металлические или эластомерные уплотнения, прокладки, уплотнительные кольца. Пользователь несет ответственность за выбор материалов уплотнения и их совместимость с технологическим процессом и используемыми веществами. Использование материалов, которые не совместимы с условиями процесса или технологическими веществами может привести к образованию течей в приборе, что может привести к травмам или смерти персонала. Рекомендуется проводить регулярные проверки состояния приборов, чтобы гарантировать отсутствие течей как в металлических так и в эластомерных уплотнениях, на которые воздействует время, технологические вещества, температура и давление.

Регулярное техническое обслуживание не требуется цифровым моделям расходомеров Brooks MFC и MFM. Если используется проходной фильтр, то фильтрующий элемент нужно периодически очищать и/или заменять.

#### **⚠ ВНИМАНИЕ**

Необходимо провести продувку расходомера MFC/MFM инертным газом, таким как азот, после работы с токсичными пирофорными, огнеопасными и взрывоопасными газами перед отсоединением, иначе возможен пожар, взрыв или смерть персонала от попадания веществ. Так же под действием воздуха возможна коррозия или загрязнение расходомера.

#### **⚠ МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ**

Важно, чтобы обслуживание оборудования проводил специально обученный и квалифицированный персонал.

#### 4.1.1. Поиск неисправностей в аналоговой версии или версии с DeviceNet

В разделе приводятся рекомендации по диагностике проблем в работе расходомеров при подаче газа и ответы на наиболее часто задаваемые вопросы.

Сбой потока, или расходомер не достигает значения блокировки.

1. Недостаточный перепад давления на расходомере MFC (низкий или нет давления). Если перепад давления недостаточный, то через отверстие расходомера MFC не может пройти поток на весь диапазон шкалы. Чтобы проверить это условие, сравните действующий перепад давления (вход/выход) с указанным в заказе. При необходимости повысьте давление.
2. Если установки давления корректны, а сигнал потока не соответствует блокировке, то проблема в выборе рода газа. При проверке расходомера с суррогатным газом проверьте, что давление достаточно, чтобы корректный поток газа мог пройти через расходомер.
3. Блокировка ниже минимума. Расходомер может быть установлен с отсечкой низкого потока для команды блокировки. Если блокировка ниже этого значения, то расходомером невозможно управлять.
4. Засорена трубка датчика. Если трубка засорена, то сигнал потока будет очень низким (нуль), в то время как действующий поток через клапан может быть очень велик.
5. Сигнал потока соответствует блокировке, но действующий поток некорректен. Засорен дроссель. Если дроссель засоряется, то больший поток будет проходить через датчик, чем через дроссель. Симптомы загрязнения дросселя – постоянное снижение действующего потока, а сигнал соответствует блокировке.

6. Превышение потока на 100% блокировки нуля. Контакт опции переключения клапана разомкнут. Если контакт переключения клапана активен, клапан откроется или закроется. установите контакт в исходное положение перед установкой блокировки.
7. Поток/сигнал потока нестабилен. Характеристики модели SL5800 MFC настраиваются во время калибровки с учетом условий, указанных в заказе. Если условия процесса (входное/выходное давления, температура, смесь газов и т.п.) отличаются от заданных, то расходомер не может соответствовать требованиям и его нужно вернуть на завод для калибровки.

Для моделей с DeviceNet

8. Сбой потока, или расходомер не достигает значения блокировки. Проблемы могут быть связаны с работой сети и соединениями. Одной общей проблемой может быть несоответствие данных входа и выхода. Для корректного соединения сети DeviceNet расходомер должен быть установлен с такими же входами/выходами как и управляющее сетью устройство. Проверьте корректность установки входов/Выходов.

**ЗАМЕЧАНИЕ:** вся информация по работе соединения DeviceNet приведена в руководстве по эксплуатации приборов с соединением DeviceNet (сопроводительная документация к расходомеру).

**Вопросы по аналоговым моделям:**

Каково назначение индикаторов наверху расходомера MFC? – при обычной работе индикатор должен гореть зеленым. Если горит красный индикатор, то есть сбой в расходомере – см. руководство по эксплуатации расходомера.

**Вопросы по моделям с DeviceNet:**

Каково назначение индикаторов наверху расходомера MFC? – наверху расходомера находятся 2 индикатора. Индикатор MOD указывает состояние модуля. при обычной работе индикатор горит зеленым. Если индикатор горит красным, то это указывает на сбой – см. руководство по эксплуатации. Индикатор NET имеет 4 рабочих состояния. его описание приводится в руководстве по эксплуатации расходомеров Brooks с опцией DeviceNet.

Каково назначение вращающихся переключателей наверху расходомера? – есть два вращающихся переключателя с отметкой 'ADDRESS'. Они используются для конфигурации адреса MAC ID расходомера MFC при работе в сети DeviceNet. MAC ID указывается для идентификатора Media Access Control Identifier устанавливает уникальный адрес устройства в сети в диапазоне 00 ...63. Номер блока MAC ID установлен 63. Третий переключатель отмечен как 'RATE' и он устанавливает скорость передачи данных по сети DeviceNet. Исходная установка скорости - 125К бод. Дополнительная информация приводится в руководстве по эксплуатации расходомеров Brooks с опцией DeviceNet.

**Аналоговые модели и модели с DeviceNet**

Каково назначение кнопки на боку расходомера? – эта кнопка используется для включения опции самообнуления. Не нажимайте эту кнопку без необходимости. Работа опции описана в разделе 3.5

Таблица 4-1. Поиск неисправностей датчика

Схема датчика

№ контакта	Функция	
1	Нагреватель	
2	Датчик температуры выше по потоку(Su)	
3	Датчик температуры ниже по потоку (Sd)	
4	Датчик общий	
5	Нагреватель общий	
6	Термистор	
7	Термистор	

Отсоедините датчик от платы согласно данной процедуре

Подключение омметра	Результат
Контакт 1 или 4 к корпусу	Открытый контур омметра. Если общий сигнал нагревателя (1) или датчика (4) закоротить, можно получить показания омметра.
Контакт 4 к 2	Номинальное показание 1100 ом в зависимости от температуры и тока омметра
Контакт 4 к 3	
Контакт 5 к 1	Номинальное показание 1000 ом
Контакт 6 к 7	Номинальное показание 580 ом

#### 4.1.2. Проверки системы

Цифровые расходомеры и контроллеры потока обычно используются в сложных, комплексных газовых системах. Их сложно изолировать при неисправности в системе. Неточности при диагностике неисправности могут привести к потере времени впустую. По возможности выполните проверки перед тем как вернуть прибор для обслуживания (особенно в новой системе).

1. Проверьте низкое сопротивление общего соединения и корректность напряжения питания и сигналы, присутствующие на разъеме SMART TMF.
2. Проверьте корректность выполнения соединений с технологическими газами и их герметичность.
3. Если расходомер работает, но не может достичь блокировок, проверьте корректность входного давления и перепад давления для обеспечения требуемого потока.

В разделе приводится описание возможных действий для диагностики проблем в работе MFC/MFM, установленного в систему распределения газа и ответы на частые и общие вопросы

#### **ВНИМАНИЕ**

Необходимо провести продувку расходомера MFC/MFM инертным газом, таким как азот, после работы с токсичными пирофорными, огнеопасными и взрывоопасными газами перед отсоединением, иначе возможен пожар, взрыв или смерть персонала от попадания веществ. Так же под действием воздуха возможна коррозия или загрязнение расходомера.

#### Поиск неисправностей

1. Установите корректное соединение между расходомером (см. рис. 4-1) и источником питания и дайте прибору прогреться в течении 45 минут. Если расходомер – контроллер потока, то установите блокировку на нуль. Не подключайте пока источник подачи газа. Следите за выходным сигналом и при необходимости проведите настройку нуля (раздел 3-4). Если выходной сигнал не равен нулю, обратитесь к представителям компании.
2. Подключите прибор к источнику газа, такому же, что и выбранная калибровка. Установите блокировку на 100% потока и настройте входное и выходное давление согласно условиям калибровки. Проверьте, что выходной сигнал достигает значения всей шкалы и стабилизируется в этом значении. Измените напряжение в диапазоне 1...100% и проверьте, что выходной сигнал следует за блокировкой. По возможности подключите измерительное устройство для слежения за действующим потоком и проверки точности расходомера. Если вы выполните всей описанные выше действия, то расходомер в порядке, а проблема лежит в другом.

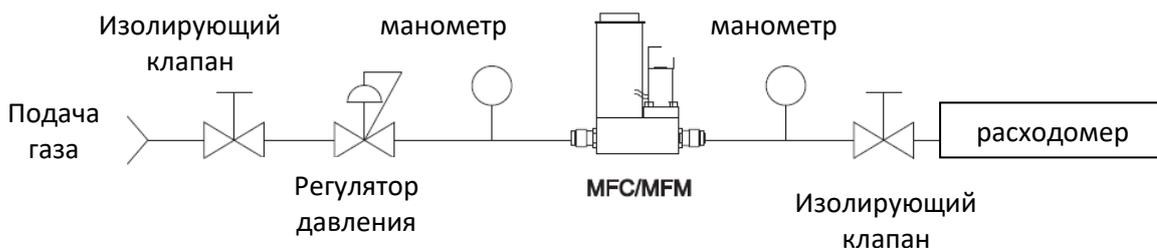


Рисунок 4-1. Контур поиска неисправностей

В табл. 4-2 приведены возможные неисправности, которые можно обнаружить таким образом. Для контроллеров: подайте +5 В постоянного тока на контакт переключения клапана +15 В постоянного тока (12) и проверьте, что выход превышает 100%. Подключите контакт переключения клапана к заземлению и проверьте, что выходной сигнал упал ниже 2%.

#### 4.1.3. Процедура очистки

При необходимости очистить расходомер в случае образования загрязнений выполните следующие действия:

#### **ВНИМАНИЕ**

Необходимо провести продувку расходомера MFC/MFM инертным газом, таким как азот, после работы с токсичными пирофорными, огнеопасными и взрывоопасными газами перед отсоединением, иначе возможен пожар, взрыв или смерть персонала от попадания веществ. Так же под действием воздуха возможна коррозия или загрязнение расходомера.

1. Извлеките прибор из системы.
2. Продуйте его азотом, который удалит все частицы из прибора. Если загрязнения остались, проведите ультразвуковую очистку. Затем снова продуйте прибор сухим азотом.
3. Если датчик загрязнен, выньте его и с помощью щипчиков просуньте проволочку диаметром 0.7мм в трубку для удаления загрязнений. Трубку датчика можно промыть растворителем чтобы удалить остатки загрязнений. Это можно сделать с помощью обычного шприца. Замечание: не допускайте попадания растворителя в датчик, иначе это приведет к повреждению датчика.

#### 4.1.4. Процедура калибровки

Процедура калибровки не описана в данном руководстве. Для калибровки необходимо оборудование Brooks Vol-U-Meter® и дополнительные цифровые соединения.

Если Вам нужно провести калибровку, обратитесь к представителям компании.

Таблица 4-2. Поиск неисправностей

Неисправность	Причина	Метод устранения
Выход остается равным нулю (несмотря на блокировку), хотя есть поток через прибор	Засорен датчик	Очистите датчик. См. раздел 4-1-2
	Дефект электронной платы	Обратитесь к представителям
Поток не может достичь блокировки	Засорен клапан управления	Очистите клапан. См. раздел 4-1-2
	Дефект электронной платы	Обратитесь к представителям
	Заземлен вход переключения клапана	Проверьте вход сигнала – контакт 12.
Выходной сигнал остается равен 5.5 или 22 В постоянного тока (несмотря на блокировку), хотя есть поток через прибор	Течь в клапане или клапан открыт	Очистите и/или настройте клапан управления. См. раздел 4-1-2
	На контакт подается +15 В постоянного тока	Проверьте вход сигнала – контакт 12.
	Дефект электронной платы	Обратитесь к представителям
Выходной сигнал идет за блокировкой до высокого значения, но не идет ниже 2%	Течь в клапане управления или клапан открыт	Очистите и/или настройте клапан управления. См. раздел 4-1-2
Выходной сигнал идет за блокировкой до нижнего значения, но не достигает всей шкалы	Недостаточно входное давление или перепад давления	Отрегулируйте давление, проверьте входные фильтры и замените при необходимости
	Частично засорен датчик	Очистите датчик. См. раздел 4-1-2
	Частично засорен клапан	Очистите клапан управления (раздел 4-1-2) или верните на завод для очистки
	Клапан не настроен	Обратитесь к представителям
Прибор без калибровки. Поток выше ожидаемого.	Направляющая пружина клапана неисправна	Обратитесь к представителям
	Частично засорен датчик	Очистите датчик. См. раздел 4-1-2
Прибор без калибровки. Поток ниже ожидаемого.	Частично засорен дроссель	Очистите или замените дроссель
Колебания контроллера	Перепад давления или входное давление не соответствуют калибровке	Настройте давления согласно характеристикам
	Клапан не настроен	Обратитесь к представителям
	Нестабильное входное давление	Проверьте внешний регулятор давления
	Дефект электронной платы	Обратитесь к представителям

# Сертификация ЕС

## Сертификация ЕС расходомеров

Brooks Instrument  
407 West Vine St.  
Hatfield, PA 19440  
U.S.A.

**Описание:** приложение к руководству по эксплуатации.

**Назначение:** CE сертификация расходомеров

**Дата:** январь -1996.

Оборудование компании Brooks (электрическое/электронное) с маркировкой CE успешно прошло испытания на электромагнитную совместимость (Инструкция EMC 89/336/ЕЕС).

Следует обратить особое внимание при выборе кабеля сигнала для работы с оборудованием с CE маркировкой.

### **Качество кабеля сигнала и разъемов:**

Компания Brooks поставляет кабели высокого качества, соответствующие требованиям CE сертификации.

Если вы используете собственный кабель сигналов, то вы должны использовать полностью экранированный кабель - 100% экранирование.

Используемый тип разъема "D" или круговой - "Circular" должен иметь металлические экраны. По возможности металлические экраны разъема и кабеля должны использоваться для фиксации.

Экран кабеля должен подключаться к металлическим экранам разъемов на обоих концах, полностью закрывая разъем (на 360 градусов).

Экран следует подключить к заземлению.

Разъемы Card Edge являются стандартными и неметаллическими. Используемые кабели должны быть экранированы на 100% для соответствия CE сертификации.

Экран следует подключить к заземлению.

Конфигурация разъемов и контактов: см. руководство по эксплуатации.

## Гарантийные обязательства

### Ограничения гарантии

Продавец гарантирует покупателю что, изготовленная им продукция не содержит дефектов в материалах, изготовлении и при нормальной работе и обслуживании при соблюдении инструкций в руководстве по эксплуатации в течение не ранее чем 12 месяцев с даты начальной установки или 18 месяцев с даты поставки. На продукцию, которая продается компанией от третьих лиц (перепродажа), будет распространяться гарантия оригинального производителя.

Все замены или ремонты, необходимые в результате некорректного обслуживания или в результате износа и старения, ошибки пользователя, некорректном питании или несоблюдении условий окружающей среды или в случае небрежности, несчастного случая, некорректной установки, модификации, ремонта, хранения, обращения, и иных причин Продавец не несет гарантийных обязательств, а ремонт будет выполняться за счет Покупателя.

Ремонт и запчасти в течение гарантийного периода выполняются за оставшийся гарантийный период или за 90 дней (в зависимости от того, что больше). Это ограничение гарантии является единственным со стороны Продавца и может быть изменено только в письменном виде Продавцом или его представителем.

### Обслуживание и техническая поддержка BROOKS

Компания Brooks старается обеспечить для всех своих пользователей идеальные решения управления потоком для их технологических процессов, отличное обслуживание, и последующую техническую поддержку.

Работа с сетью подразделений по всему миру обеспечивает быстрый ответ и обслуживание. Каждое региональное подразделение использует стандартное калибровочное оборудование для обеспечения точности и надежности ремонта, калибровки и сертификации с учетом национальных требований и стандартов с соблюдением соответствующих международных стандартов.

### Пуско-наладочные работы и калибровка в рабочих условиях

Компания Brooks Instrument может предоставить возможность пуско-наладочных работ.

Для некоторых процессов, в которых важна сертификация по стандарту качества ISO-9001, важно периодически проверять/калибровать продукцию. В большинстве случаев это можно сделать в рабочих условиях, а результаты будут соответствовать международным стандартам качества.

### Обучение и семинары для пользователей

Компания Brooks Instrument может проводить семинары для обучения инженеров, пользователей и обслуживающего персонала.

*За дополнительной информацией обратитесь к представителям.*



### Торговые марки

Brooks ..... Brooks Instrument, LLC  
Brooks Service Suite ..... Brooks Instrument, LLC  
Brooks Service Tool ..... Brooks Instrument, LLC  
DeviceNet ..... Open DeviceNet Vendors Association, Inc.  
FOUNDATION Fieldbus ..... Fieldbus FOUNDATION  
HART ..... HART Communications Foundation  
ITK ..... Fieldbus FOUNDATION  
Kalrez ..... DuPont Dow Elastomers  
ODVA ..... Open DeviceNet Vendors Association, Inc.  
Teflon ..... E.I. DuPont de Nemours & Co.  
VCO ..... Cajon Co.  
VCR ..... Cajon Co.  
Viton ..... DuPont Performance Elastomers

**Brooks Instrument**  
407 West Vine Street  
P.O. Box 903  
Hatfield, PA 19440-0903 USA  
T (215) 362 3700  
F (215) 362 3745  
E-Mail BrooksAm@BrooksInstrument.com  
[www.BrooksInstrument.com](http://www.BrooksInstrument.com)

**Brooks Instrument**  
Neonstraat 3  
6718 WX Ede, Netherlands  
T +31 (0) 318 549 300  
F +31 (0) 318 549 309  
E-Mail BrooksEu@BrooksInstrument.com

**Brooks Instrument**  
1-4-4 Kitasuna Koto-Ku  
Tokyo, 136-0073 Japan  
T +81 (0) 3 5633 7100  
F +81 (0) 3 5633 7101  
E-Mail BrooksAs@BrooksInstrument.com

© Copyright 2009 Brooks Instrument, LLC All rights reserved. Printed in U.S.A.

**BROOKS**  
INSTRUMENT

**Внимание!**

Данный документ является переводом англоязычной Инструкции, и не является официально одобренной производителем Инструкцией по эксплуатации. Он может использоваться только для получения справочной информации.

Распространитель инструкции не несет ответственности за последствия, вызванные возможно присутствующими в документе ошибками, и оставляет за собой право вносить в этот документ изменения без предварительного извещения.

Если при использовании документа обнаружались какие-либо неточности, то просим сообщить об этом.

АО "ВАКУУМ.РУ"  
124482, г.Москва, г.Зеленоград  
тел: +7 (495) 139-65-69, e-mail: info@vacuum.ru