

# Массовый вихревой многопараметрический расходомер Pro-V™ серии M22

## Руководство по эксплуатации





# Содержание

<b>1</b>	<b>Введение</b>	<b>4</b>
1.1	Предупреждения и предостережения	4
1.2	Техническая поддержка	4
1.3	Массовый вихревой многопараметрический расходомер Pro-V™	5
1.4.	Калибровочная таблица	6
1.5	Принцип работы	6
1.5.1	Датчик измерение скорости	6
1.5.1.1	Частота образования вихрей	7
1.5.1.2	Измерение частоты вихрей	7
1.5.1.3	Дифференциальный усилитель	7
1.5.1.4	Триггер Шмитта	7
1.5.1.5	Диапазон измерения скоростей потока	8
1.5.2	Измерение температуры	9
1.5.3	Измерение давления	9
1.5.4	Конфигурация расходомера	9
1.6	Технические данные	11
1.7	Весы и габариты	12
1.7.1	Габаритные размеры и вес расходомера для фланцевого исполнения	12
1.7.2	Габаритные размеры и вес расходомера для межфланцевого исполнения	13
1.7.3	Габаритные размеры электронного блока расходомера при раздельном исполнении	13
<b>2</b>	<b>Монтаж расходомера</b>	<b>14</b>
2.1	Общие требования к монтажу расходомеров	14
2.2	Требования к прямолинейным участкам	14
2.3	Установка расходомера с фланцевым и межфланцевым присоединением	15
2.4	Позиционирование электронного блока	18
2.4.1	Регулировка положения дисплея	18
2.4.2	Регулировка положения электронного блока	18
<b>3</b>	<b>Электрические присоединения</b>	<b>19</b>
3.1	Электрические присоединения	19
3.1.1	Электропитание переменным током	19
3.1.2	Электропитание постоянным током	20
3.2	Присоединения сигнальных проводов	20
3.2.1	Подключение аналогового выхода 4– 20 мА	20
3.2.2	Подключение импульсного выхода	22
3.2.3	Подключение аварийных сигналов	23
3.3	Удаленный монтаж электронного блока	25
<b>4</b>	<b>Руководство по настройке</b>	<b>26</b>
4.1	Дисплей расходомера и кнопки управления	26
4.2	Включение прибора и рабочий режим	27
4.3	Режимы настройки расходомера	28

4.4	Меню настройки выходов (Output Menu)	30
4.5	Меню настройки дисплея (Display Menu)	31
4.6	Меню настройки аварийных сигналов (Alarm Menu)	33
4.7	Меню счетчика (Totalizer Menu)	34
4.8	Меню задания среды измерения (Fluid Menu)	35
4.9	Меню задания физических единиц (Units Menu)	36
4.10	Меню задания дат и времени (Time & Date Menu)	38
4.11	Меню диагностики (Diagnostics Menu)	38
4.12	Меню калибровки (Calibration Menu)	39
4.13	Меню задания пароля (Password Menu)	40
<b>5</b>	<b>Неисправности и меры по их устранению</b>	<b>41</b>
5.1	Скрытое меню диагностики	41
5.2	Калибровка выходного сигнала 4-20 мА.	42
5.3	Неисправности расходомера	42
5.3.1	Проблема: Наличие выходного сигнала при отсутствии расхода	42
5.3.2	Проблема: Беспорядочное изменение выходного сигнала	42
5.3.3	Проблема: Отсутствует выходной сигнал	43
5.3.4	Проблема: Расходомер показывает неверную температуру	43
5.3.5	Проблема: Расходомер показывает неверное давление	44
5.4	Замена электронного блока	44
5.5	Процедура возврата оборудования	45
	<b>Приложение А. Диапазоны измерения расходов</b>	<b>46</b>
	<b>Приложение В. Вычисление расхода пара, газа, жидкости</b>	<b>47</b>
	<b>Приложение С. Потери давления</b>	<b>49</b>
	<b>Приложение В. Минимальное обратное давление (только для жидкости)</b>	<b>49</b>
	<b>Приложение Е. Компенсация температурных расширений</b>	<b>50</b>

# I Введение

## 1.1 Предупреждения и предостережения

### Предупреждения

Различные уровни защиты прибора для использования во взрывоопасных условиях могут отличаться в каждой конкретной модели прибора. Внимательно изучите надписи на панели прибора, подтверждающие уровень защиты, до установки его во взрывоопасном месте.

Чтобы избежать поражения электрическим током, следуйте "Правилам эксплуатации электроустановок" при подключении электропитания к прибору. Все подключения должны выполняться **при отключенном электропитании**. Все подключения сети переменного тока должны быть выполняться в соответствии с "Правилами эксплуатации электроустановок".

Прежде чем приступить к любому ремонту прибора, убедитесь в том, что отсутствует давление в трубопроводе. Всегда отключите электропитание при попытке открытия любой части прибора.

Чтобы обеспечить высокую точность и повторяемость измерений, расходомер должен быть установлен с минимально необходимыми прямолинейными участками трубопровода до и после точки установки датчика.

При измерении расходов токсических или коррозионных газов, продуйте газопровод инертным газом в течении четырех часов, как минимум, максимально допустимым расходом до установки расходомера.

Для полнопроходных расходомеров серии M22 указатель позиционирования датчика должен быть направлен по ходу потока.

Изоляция кабеля переменного тока должна быть термостойкой для температур не менее 85 °С.

### Обозначение и предупредительная информация

В руководстве приняты обозначения важных предложений, которые должны обратить внимание читателя на их содержание.



#### Предупреждение !

Обозначает информацию, которая важна для защиты здоровья персонала и приборов от повреждения.  
Требует крайнего внимания.



#### Предостережение !

Обозначает информацию, которая важна для защиты приборов и качества их работы.  
Требует тщательного следования указанным инструкциям.



#### Извещение

Обозначает информацию, на которую следует обратить особое внимание.

## 1.2 Техническая поддержка

Если у Вас возникла какая-либо проблема, внимательно изучите **конфигурационную информацию** и повторите ее на каждом шаге монтажа, настройки и установки прибора. Проверьте, все ли настройки и регулировки соответствуют рекомендациям изготовителя. **Обратитесь к гл.11 для анализа специфической информации о возможных неисправностях.**

Если проблема не может быть устранена с помощью вышеуказанных действий, обратитесь в Службу технической поддержки: (351) 233-96-94 или (902) 86-86-755 с 7.00 до 16.00 часов по Московскому времени. При обращении в Службу технической поддержки назовите:

- Серийный номер прибора, диапазон расходов и номер заказа (все данные приведены на шильдике)
- Описание проблемы и действия, которые Вы предпринимали
- Данные об измерении (газ, жидкость, давление, температура, конфигурация установки на трубопроводе)

### 1.3 Массовый вихревой многопараметрический расходомер Pro-V™

Полнопроходной вихревой массовой расходомер Vortek Instruments серии M22 обеспечивают надежное и экономичное решение при измерении расходов технологических процессов. В одной точке процесса (трубопровода) прибор выполняет одновременно точное измерение пяти параметров, включая массовый расход, объемный расход, температуру, давление и плотность потока. Уникальная конструкция прибора снижает риск утечек, затраты на монтаж, кабельную продукцию, наладку и эксплуатацию.

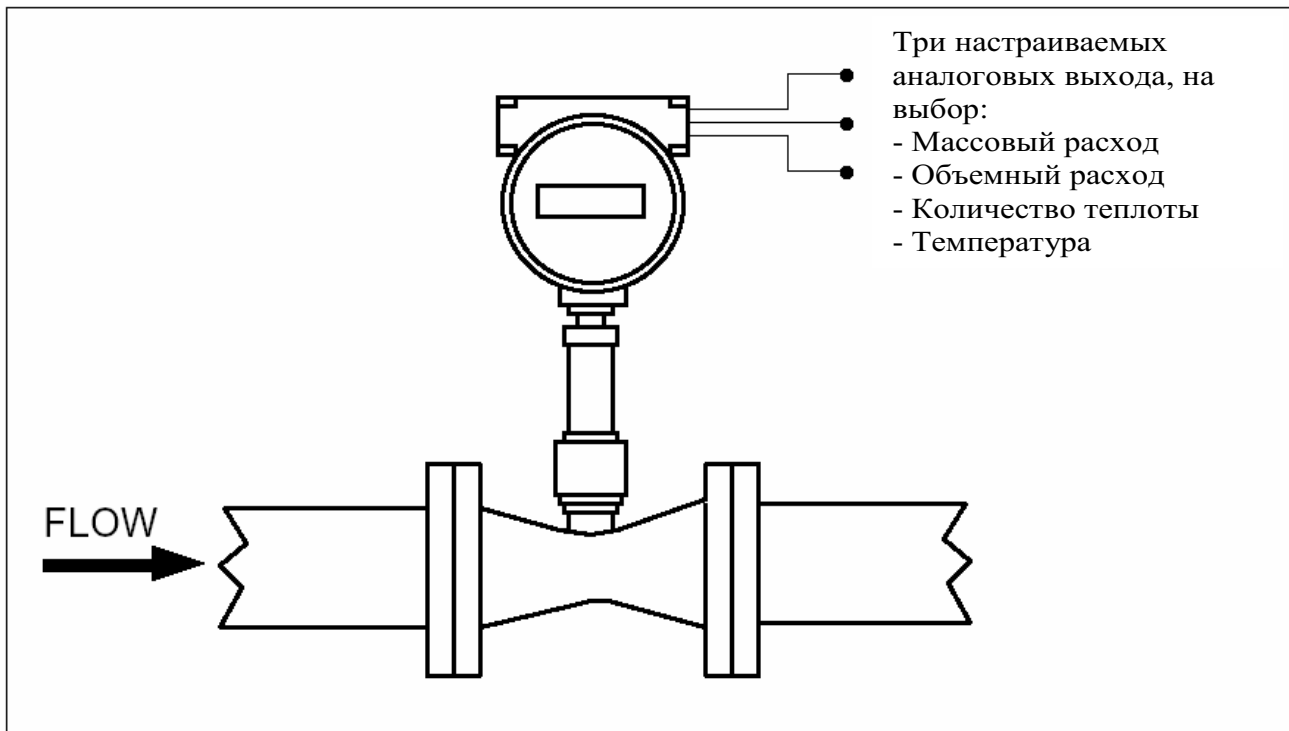


Рис. 1-1. Полнопроходной многопараметрический массовый вихревой расходомер

Многопараметрические массовые вихревые расходомеры серий M22 производит прямое измерение трех переменных – скорости среды, температуры и давления. Встроенный компьютер вычисляет массовый расход и объемный расход. Извлекаемая сенсорная головка встраивается в тело вихревого измерителя. Чтобы измерить скорость жидкости, расходомер вводит возбудитель потока (рассекатель) в поток жидкости (газа, пара) и измеряет частоту вихрей, создаваемых рассекателем. Температура измеряется уникальным платиновым термометром сопротивления, который автоматически корректирует влияние колебаний температуры внешней среды. Измерение давления достигается с помощью полупроводникового преобразователя давления. Все три элемента объединены в единую интегральную измерительную головку, размещенную по ходу потока за рассекателем в корпусе расходомера.

Основными областями применения прибора являются: тепловые измерения на ТЭЦ, котельных, в районных тепловых сетях, измерения расходов газов в нефтегазовой отрасли, расходов пара насыщенного и перегретого, технических газов (воздуха) в пищевой, металлургической, химической отраслях, в нефтепереработке, энергетике и др.

Примеры применения многопараметрических расходомеров-счетчиков Pro-V:

- ТЭЦ, ТЭС, котельные, теплосети. Пар, воздух, природный газ, конденсат, теплофикационная вода.
- Пищевая промышленность. Пар, CO<sub>2</sub>, воздух.
- Нефтехимия, металлургия. Пар, воздух, природный, попутный и факельный газы, кислород, инертные газы (азот, ацетилен, этан, бутан, водород и другие газы).

В расходомерах-счетчиках **Pro-V** воплощены максимальная простота монтажа и эксплуатации, широта применения, при обеспечении высоких параметров в диапазоне измерения, в точности и надежности, которые реализуются современными технологиями. Все инновационные решения защищены патентами и отвечают требованиям достижения лучших функциональных возможностей в областях применения данного класса приборов.

В расходомерах Vortek, воплощены максимальная простота, точность и надежность, которые обеспечиваются современными технологиями. Все эти воплощения отвечают промышленным требованиям снижения рабочего времени на каждый расходомер на всех этапах, начиная с выбора, затем монтажа, ввода в эксплуатацию и обслуживания расходомера.

Расходомеры вихревого типа Vortek имеют три основных исполнения:

**M22-V – измерение объемного расхода жидкости, газа и пара;**

**M22-VT – со встроенными датчиком температуры, для измерения массового расхода с коррекцией по температуре (рекомендован для насыщенного пара);**

**M22-VTP – со встроенными датчиками температуры и давления для измерения массового расхода с коррекцией по температуре и давлению (рекомендован для перегретого пара и различных газов).**

Цифровой электронный блок приборов допускает реконфигурацию начальной настройки для большинства газов, жидкостей и пара без изменения установленных диапазонов измерения. Прибор имеет на выходе импульсный сигнал для удаленного суммирования показаний нарастающим итогом, до трех аналоговых сигналов 4-20 мА для контроля по выбору пользователя трех из пяти измеряемых параметров процесса (массовый расход, объемный расход, температуру, давление и плотность потока), до трех релейных выходов и протоколы HART или MODBUS. Локальный дисплей позволяет непрерывно наблюдать расход, температуру, давление, плотность и суммарное значение расхода.

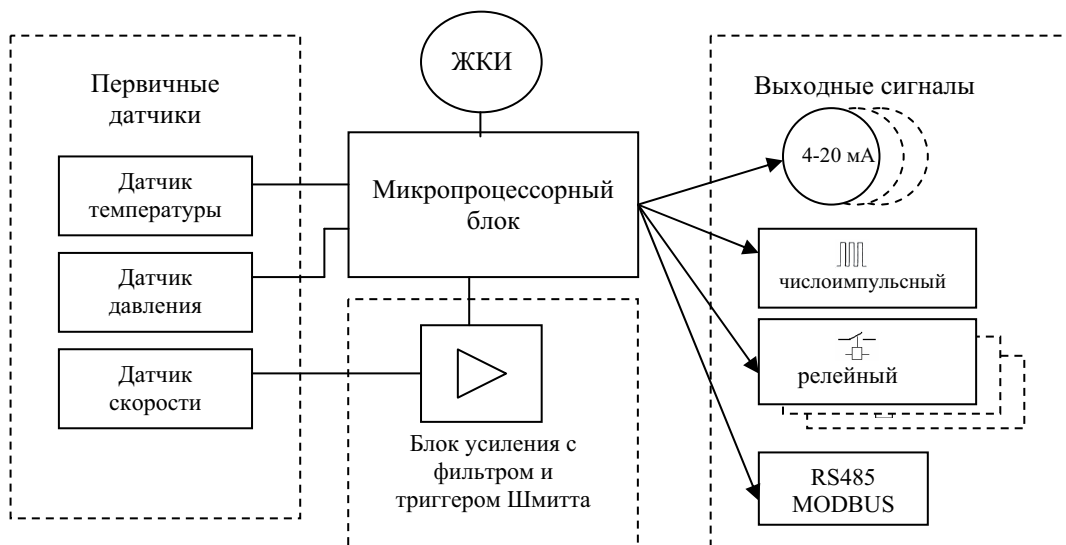
#### Характеристики расходомера Pro-V™.

- **Встроенный корректор вычисляет плотность и массовый (приведенный) расход:**
  - технических газов (воздух, аргон, кислород, CO<sub>2</sub>, CO, азот, метан и т.д.)
  - пара
  - природного газа (AGA8)
  - жидкости (вода, аммиак, растворители)
  - жидких топлив (бензин, керосин, дизельное топливо).
- **Применяется для сред** - жидкости, пар насыщенный или перегретый, различные газы (воздух, кислород, азот, аргон, гелий, углекислый газ, природный и попутный и другие газы);
- **Выполняет коррекцию числа Рейнольдса до 5000 по температуре и давлению**
- **Устанавливаются на трубопроводы** – от Ду15 до Ду200;
- **Измеряемая температура среды** – от -40 до 400 °С
- **Измеряемое давление среды** – до 64 бар
- **Простота монтажа** – в одной точке процесса измеряются три параметра объемный расход, температура и давление;
- **Возможность утечек сведена к минимуму;**
- **Нечувствителен к вибрациям** - пьезоэлектрический кристалл обеспечивает высокую чувствительность, а встроенный фильтр отсекает побочные шумы выделяя полезный сигнал;
- **Потери давления пренебрежимо малы.**

### 1.4. Калибровочная таблица

При распаковке нового расходомера следует сохранять таблицу калибровочных данных. Калибровочная таблица нужна при установке и мониторинге характеристик Вашего расходомера.

### 1.5. Принцип работы



### 1.5.1 Датчик измерение скорости

Pro-V вихревой датчик скорости имеет запатентованную механическую конструкцию, которая минимизирует влияние вибрации трубопровода и шумов насосов, что обычно серьезно влияет на точность измерения вихревых расходомеров. Измерение скорости основано на хорошо известном принципе Кармана. Вихри, образующиеся за рассекателем потока, ведут к колебаниям давления в зоне их образования. Датчик, расположенный за рассекателем, омывается потоком вихрей и чувствует эти изменения давления. Этот метод измерения скорости имеет много преимуществ, включая присущую методу линейную зависимость скорости потока и частоты образования вихрей, широкий диапазон измерения, надежность и простоту реализации.

#### 1.5.1.1 Частота образования вихрей

Вихри Фон Кармана формируют за рассекателем два различных потока волн. Вихри одного потока вращаются по часовой стрелке, в то время как вихри другого потока вращаются против часовой стрелки. Вихри генерируются один за другим, поочередно с левой и с правой сторон возбудителя вихрей. Вихри, взаимодействуя с окружающим пространством, подавляют друг друга около завихрения на грани своего развития. Вблизи рассекателя потока расстояние (или длина волны) между вихрями всегда остается постоянным и измеряемым. Поэтому объем, охватываемый каждым вихрем, остается постоянным, как показано на рисунке внизу. Измеряя число вихрей, обходящих датчик скорости, расходомер Pro-V™ вычисляет общий объем жидкости (или газа).

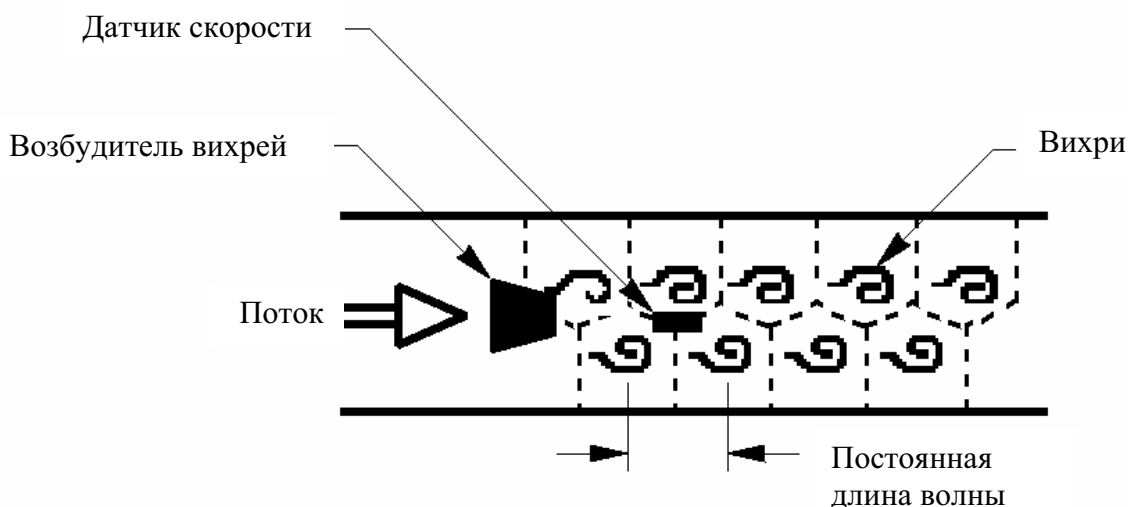


Рис. 1-2. Принцип действия вихревого расходомера

#### 1.5.1.2 Измерение частоты вихрей

Датчик скорости Pro-V™ включает чувствительный пьезоэлектрический элемент, который измеряет частоту вихрей. Этот элемент определяет каждое силовое воздействие, вызываемое вихрем Фон Кармана, проходящим после возбудителя потока. Силовое воздействие на пьезоэлектрический элемент генерирует электрический заряд, который обрабатывается электронным преобразователем, чтобы получить частоту образования вихрей. Пьезоэлектрический элемент является крайне чувствительным датчиком, функционирующим в широком диапазоне потоков, температур и давлений.

#### 1.5.1.3 Дифференциальный усилитель

От кристалла поступают в противофазе два синусоидальных напряжения. В дифференциальном усилителе определяется разность между двумя сигналами. Это дает частично автоматическое удвоение усиления сигнала и устраняет общий шум. Частота синусоидальных сигналов равна вихревой частоте и пропорциональна скорости потока.



После дифференциального усилителя имеется низкочастотный фильтр, который устраняет резонансные частоты от первичного измерительного преобразователя.

После дифференциального усилителя происходит дальнейшее усиление сигнала. Усиление происходит каскадно, в зависимости от интенсивности сигнала.

#### 1.5.1.4. Триггер Шмитта

После фильтра сигнал проходит через триггер Шмитта, электронное устройство, предназначенное для преобразования непрерывно меняющегося сигнала в набор прямоугольных импульсов, которые обрабатываются микропроцессором. Триггер содержит два инвертора, охваченных положительной обратной связью, за счет чего выход схемы может изменять свое состояние лавинообразно.

#### 1.5.1.5 Диапазон измерения скоростей потока

Чтобы обеспечить достоверное измерение, вихревой расходомер должен быть корректно подобран таким образом, чтобы диапазон скоростей потока лежал внутри диапазона измеряемых прибором скоростей и этот диапазон был линейным.

Измеряемый диапазон определяется чувствительностью датчика, которая связана с минимальной и максимальной амплитудой сигнала, генерируемого проходящим через датчик вихрем. В таблице приведены измеряемые диапазоны скоростей для жидкости и газа.

	Газ	Жидкость
Vmin (м/с)	$\sqrt{\frac{37}{\rho}}$	0,3
Vmax (м/с)	91	9,1

Здесь  $[\rho] = \text{кг/м}^3$  есть плотность измеряемой жидкости (газа).

Линейный диапазон скоростей определяется числом Рейнольдса. Число Рейнольдса есть отношение инерциальных сил к силам вязкости в потоке жидкости и определяется следующим образом:

$$Re = \frac{\rho \cdot V \cdot D}{\mu},$$

где

$\rho$  - плотность измеряемой среды;

$V$  – скорость измеряемой среды;

$D$  – внутренний диаметр трубопровода;

$\mu$  - вязкость измеряемой среды.

Число Струхала есть другой безразмерный коэффициент, который связывает скорость потока с частотой образования вихрей,

$$St = \frac{f \cdot d}{V},$$

где

$f$  – частота образования вихрей;

$d$  – ширина возбудителя потока.

Как показано на рис.1-3, расходомер Pro-V<sup>TM</sup> демонстрирует постоянное значение числа Струхала на большом диапазоне чисел Рейнольдса, тем самым линейный диапазон измерения скоростей (постоянный коэффициент передачи К-фактор) сохраняется на значительном диапазоне скоростей различных типов жидкостей и газов. За пределами линейного диапазона измерений микропроцессорный блок расходомера Pro-V<sup>TM</sup> корректирует значения числа Струхала в соответствии со значениями числа Рейнольдса. Эта коррекция нелинейности выполняется интеллектуальным электронным блоком с учетом одновременного измерения температуры и давления потока, при этом

последние данные используются для вычисления числа Рейнольдса в реальном времени. Расходомер Pro-V™ автоматически корректирует в нижнем диапазоне числа Рейнольдса до значений 5000.

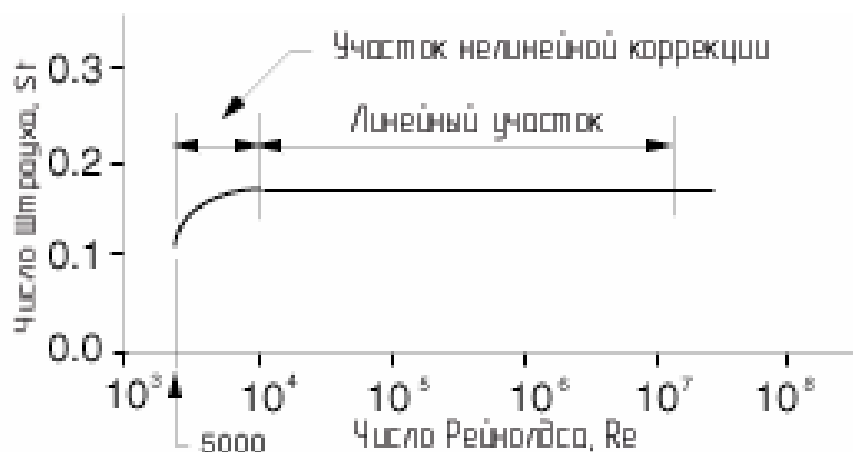


Рис.1-3. Диапазон чисел Рейнольдса для Pro-V™

### 1.5.2 Измерение температуры

Для измерения температуры в расходомерах Pro-V™ используется платиновый термометр сопротивления Pt1000, диапазон измерения -40...400 °С. Значение температуры используется для коррекции массового расхода и может быть выведено на дисплей, передано по токовому сигналу 4-20 мА или RS485, MODBUS.

### 1.5.3 Измерение давления

Расходомер Pro-V™ использует полупроводниковый датчик давления, изолированный от измеряемой среды диафрагмой из нержавеющей стали. Преобразователь давления является кварцевым микрокристаллом, выращенным с применением последних технологических достижений микроэлектроники. Девяти точечная калибровка давление/температура выполняется на каждом датчике. Цифровая компенсация позволяет этим преобразователям измерять давление до 64 бар с приведенной ошибкой в 0.4% в диапазоне температур окружающей среды – 20 °С ... + 60 °С. Тепловая изоляция преобразователя давления дает возможность измерять давление с той же точностью в диапазоне температур измеряемой среды от – 40 °С ... до + 400 °С.

### 1.5.4 Конфигурация расходомера

Расходомер серии M22 замещает часть трубопровода, его рассекающий поток перекрывает весь диаметр корпуса прибора. Таким образом, весь поток среды участвует в формировании вихрей и измерении. Измерительная головка, которая непосредственно измеряет скорость, температуру и давление, размещается сразу за рассекателем.

Электронный блок расходомера Pro-V™ устанавливается либо непосредственно на корпус расходомера, либо на некотором расстоянии от трубопровода. Корпус прибора допускает установку как на открытом воздухе, так и в помещениях, включая увлажненные условия эксплуатации.

Электропитание – постоянный ток 24 В 0.1 А. По заказу можно использовать переменный источник питания. Три аналоговых выхода, конфигурируемых пользователем, отвечают возможным шести измерениям – массовому расходу, объемному расходу, количеству теплоты, температуре, давлению или плотности жидкости (газа).

Расходомер Pro-V™ включает 2x16-строчный жидко-кристаллический дисплей, размещенный внутри электронного блока за ударопрочным стеклом. Реконфигурация прибора и непосредственная работа с электронным блоком выполняются с применением 6 кнопок, активизируемых с помощью воздействия пальца оператора или **магнита**. Корпус прибора имеет взрывозащиту, степень которой указана на шильдике прибора. Поэтому работа с управляющей панелью из 6 кнопок выполняется без нарушения степени защиты прибора и может осуществляться в взрывоопасной среде (**с помощью магнита**).

Электронный блок содержит энергонезависимую память, в которой хранятся все конфигурационные настройки. Энергонезависимая память позволяет прибору включаться в процесс измерений сразу после подачи электропитания или автоматически продолжать измерения при возможных временных пропаданиях питания.

Электронный блок расходомера Pro-V™ устанавливается либо непосредственно на корпус расходомера, либо на некотором расстоянии от трубопровода. Корпус прибора допускает установку как на открытом воздухе, так и в помещениях, включая увлажненные условия эксплуатации.

Электропитание – постоянный ток 24 В 0.1 А. По заказу можно использовать переменный источник питания. Три аналоговых выхода, конфигурируемых пользователем– массовому расходу, объемному расходу, температуре, давлению или плотности жидкости (газа).

Расходомер Pro-V™ включает 2x16-строчный жидко-кристаллический дисплей, размещенный внутри электронного блока за ударопрочным стеклом. Реконфигурация прибора и непосредственная работа с электронным блоком выполняются с применением 6 кнопок, активируемых с помощью кнопок или **магнита**. Корпус прибора имеет взрывозащиту, степень которой указана на шильдике прибора. Поэтому работа с управляющей панелью из 6 кнопок выполняется без нарушения степени защиты прибора и может осуществляться в взрывоопасной среде (**с помощью магнита**).

## 1.6 Технические данные

Тип расходомера		M22-V	M22-VT	M22-VTP
Основная относительная погрешность измерения массового расхода, %		не измеряет	Жидкость ±1 Газ, пар ±1,5	Жидкость ±1 Газ, пар ±1,5
Основная относительная погрешность измерения объемного расхода, %		Жидкость ±0,7 Газ, пар ±1	Жидкость ±0,7 Газ, пар ±1	Жидкость ±0,7 Газ, пар ±1
Абсолютная погрешность измерения температуры, °С		нет датчика	±1	±1
Приведенная погрешность измерения давления, %		нет датчика	нет датчика	±0,3 от ВПИ
Повторяемость:	объемный расход, %	0,1	0,1	0,1
	массовый расход, %	не измеряет	0,2	0,2
	температура, °С	нет датчика	± 1	±1
	давление, %	нет датчика	нет датчика	±0,05 от ВПИ
Стабильность показаний за 1 год от верхнего предела измерения, %		пренебрежимо малая ошибка	0,2	0,2
Диапазон измерений скоростей, м/с  Диапазон зависит от среды, размера трубопровода и способа измерений и расширяется при низких скоростях потоков за счет коррекции скоростей в электронном блоке.	жидкость	0,3...9,1		
	газ	$\sqrt{\frac{37}{\rho}} \dots 91, \rho = \text{кг/м}^3$		
Диапазон измерения температуры, °С		стандартный - 40...260 высокотемпературный 120...400		
Диапазон измерения давления, бар избыточное		до 64		
Температура окружающей среды, °С		рабочие условия -40...60 хранение -40...65		
Относительная влажность окружающего воздуха при 35 °С, %		До 95		
Применяется для трубопроводов		от Ду50 до Ду200		
Выходные сигналы:	аналоговые	один 4-20 мА	до трех 4-20 мА	до трех 4-20 мА
	аварийные	нет	до трех 40 В пост. тока, 40 мА	до трех 40 В пост. тока, 40 мА
	числоимпульсный накопленного расхода	один 50мс, 40В пост. тока	один 50мс, 40В пост. тока	один 50мс, 40В пост. тока
Протокол связи		HART, MODBUS, RS485		
Электропитание		12-36 В пост. тока 120 мА 85-240 В перем. тока, 50/60 Гц, 2Вт		
Дисплей		Жидко-кристаллический индикатор цифровой двухстрочный 2 x 16		
Защита от воздействий окружающей среды		IP65		
Совместимость материалов		Любые газы, жидкость или пар, совместимые с коррозионно-стойкой нерж. сталью 316L.		

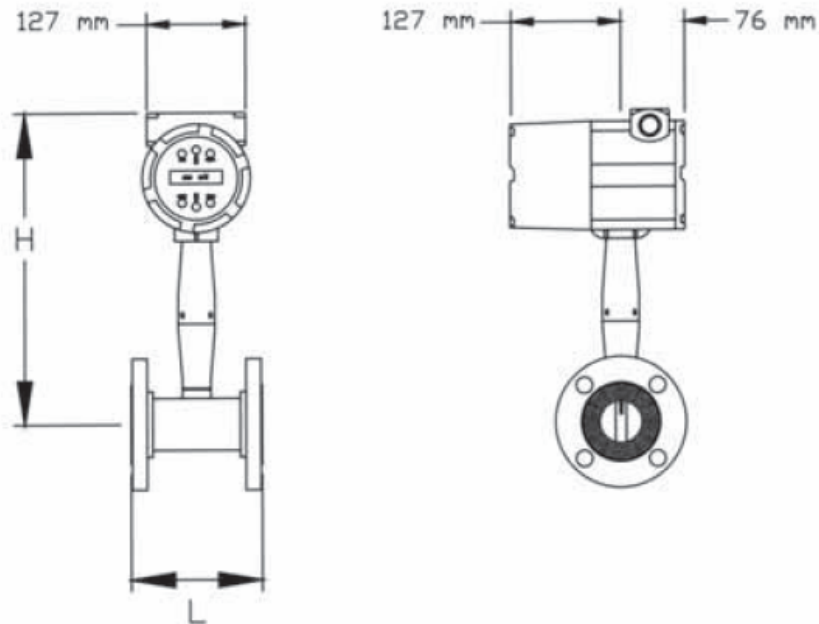
Тип присоединения	<b>Межфланцевое</b>	DN15, DN20, DN25, DN40, DN50, DN80, DN100 нерж. Сталь 316L
	<b>Фланцевое</b>	DN15, DN20, DN25, DN40, DN50, DN80, DN100 PN16, PN40, PN64, ANSI 150, ANSI 300, ANSI 600 нерж. Сталь 316L, углеродистая сталь

## 1.7 Веса и габариты

### Типы присоединений:

- фланцевое: ANSI, DIN
- межфланцевое

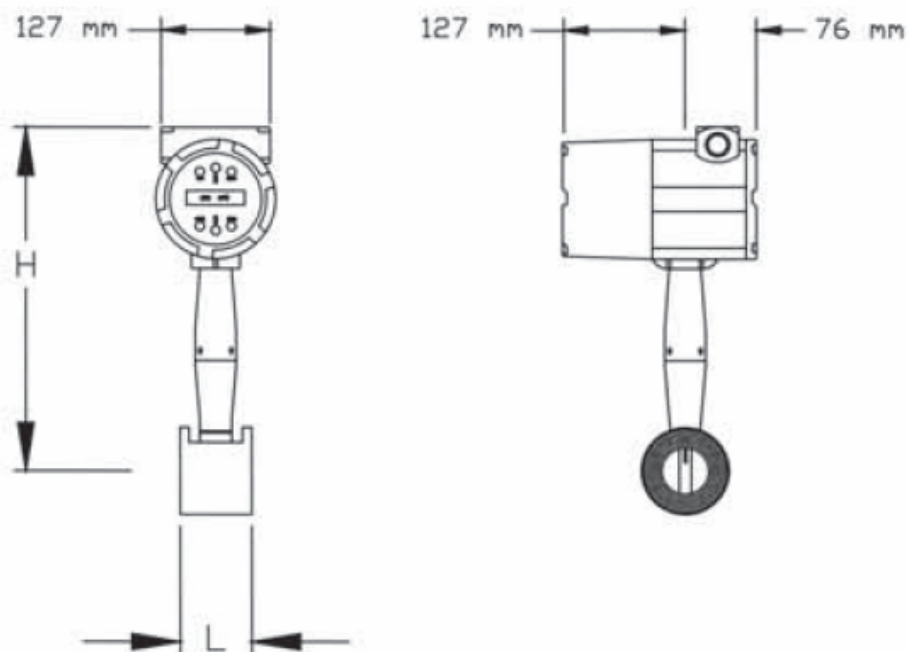
### 1.7.1 Габаритные размеры и вес расходомера для фланцевого исполнения



Ду	Размеры, мм		Вес, кг		
	L	H	ANSI1150 Pу 16	ANSI 300 Pу40	ANSI 600 Pу64
<b>15</b>	116	376	5.5	5.7	5.9
<b>20</b>	122	381	5.9	6.4	6.6
<b>25</b>	126	381	6.1	7.4	7.4
<b>40</b>	140	384	6.6	10.3	11.2
<b>50</b>	153	389	8.8	12.2	15.1
<b>80</b>	175	401	12.5	17.9	25.5
<b>100</b>	203	411	19.7	27.4	43.6
<b>150</b>	229	439	22.0	43.6	80.8
<b>200</b>	267	462	32.2	67.4	136

В случае отдельного исполнения электронного блока - вес увеличивается на 5 кг

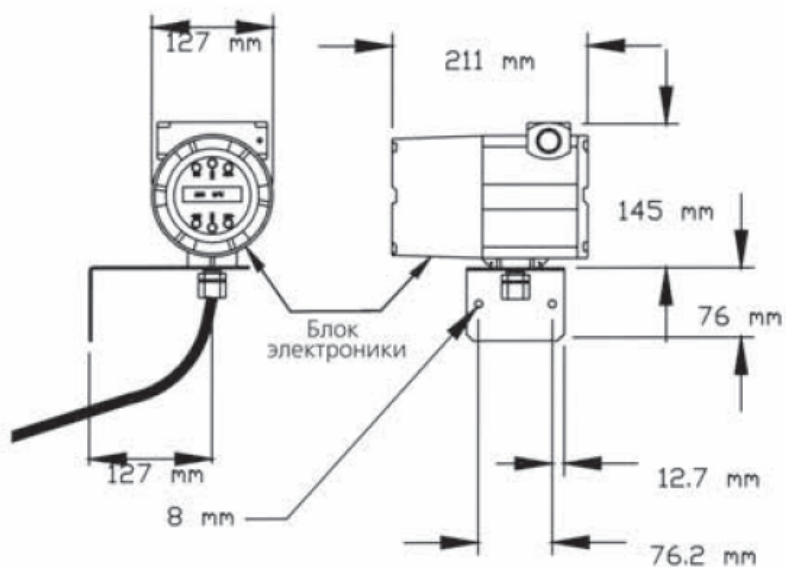
### 1.7.2 Габаритные размеры и вес расходомера для межфланцевого исполнения



Ду	Размеры, мм		Вес, кг
	L	H	
25	71	376	4.6
40	71	384	5.4
50	76	389	6.4
80	102	401	10.3
100	119	411	15

В случае раздельного исполнения электронного блока - вес увеличивается на 5 кг

### 1.7.3 Габаритные размеры электронного блока расходомера при раздельном исполнении



## 2 Монтаж расходомера

### 2.1 Общие требования к монтажу расходомеров

Перед установкой расходомера убедитесь в том, что место установки отвечает следующим требованиям:

1. Давление и температура в канале не превысят диапазону измерений;
2. Прямолинейные участки канала до и после точки измерения соответствуют условиям, указанным на рис.2-1.
3. Существует безопасный и удобный доступ к месту установки, равно как и достаточно свободное пространство над местом установки для обслуживания и замены прибора;
4. Убедитесь в том, что кабельные вводы отвечают требованиям безопасной эксплуатации электроустановок в взрывоопасных условиях;
5. При удаленном монтаже электронного блока убедитесь в том, что длина поставляемого (заказанного) кабеля соответствует условиям размещения электронного блока. **Не удлиняйте и не укорачивайте поставленный кабель для соединения электронного блока и корпуса расходомера).**

Проверьте трубопровод на отсутствие

- утечек;
- клапанов, присоединений, сужающих устройств и других непредусмотренных гидросопротивлений;
- изоляции в местах, не предназначенных для установки прибора.

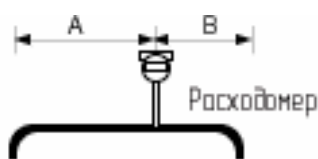
#### Предупреждение!



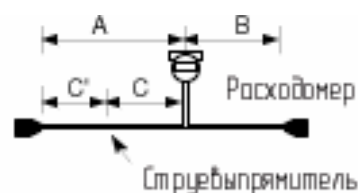
При монтаже прибора в взрывоопасных условиях проверьте подтверждение взрывозащиты конкретного прибора, указанные на его шильдике, условиям монтажа.

### 2.2 Требования к прямолинейным участкам

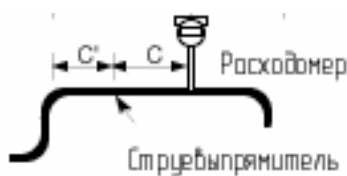
Место установки расходомера выбирайте из условий минимального влияния конфигурации канала на точность и повторяемость измерений. Клапаны, отводы, регулирующие клапаны и другие компоненты трубопроводов могут вызывать возмущения потока. Сопоставьте конкретные условия монтажа указанным на рисунке. Следуйте рекомендациям по выбору минимальных длин прямолинейных участков измерительных каналов, приведенным в таблице.



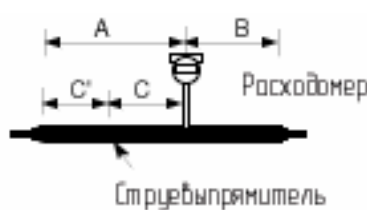
Пример 1. Один 90° отвод до расходомера



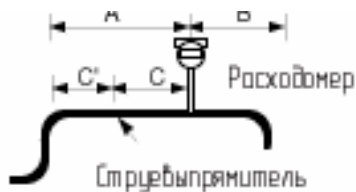
Пример 4. Сужение перед расходомером



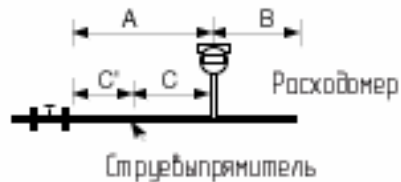
Пример 2. Два 90° отвода в одном плане до расходомера



Пример 5. Расширение до расходомера



Пример 3. Два 90° отвода в разных планах (если три отвода установлены, длина должна быть увеличена в 2 раза)



Пример 6. Регулятор или клапан, частично закрытый до расходомера (если клапан всегда широко открыт, включите в базовую длину участка длину клапана до входного фланца или фитинга)

	Требуемый минимальный прямой участок "До"				Требуемый минимальный прямой участок "После"	
	Без струеыпрямителя	Со струеыпрямителем			Без струеыпрямителя	С струеыпрямителем
Пример	A	A	C	C'	B	B
1	10Ду	нет	нет	нет	5Ду	5Ду
2	15Ду	10Ду	5Ду	5Ду	5Ду	5Ду
3	25Ду	10Ду	5Ду	5Ду	10у	5Ду
4	10Ду	10Ду	5Ду	5Ду	5Ду	5Ду
5	20Ду	10Ду	5Ду	5Ду	5Ду	5Ду
6	25Ду	10Ду	5Ду	5Ду	10Ду	5Ду

Рис. 2-1. Рекомендуемые прямолинейные участки

### 2.3 Установка расходомера с фланцевым и межфланцевым присоединением

Расходомер серии M22 выпускается в двух конструктивных исполнениях присоединений – со стандартными фланцевыми присоединениями и межфланцевыми (вафельными) присоединениями. Рис.2-2 и рис.2-3 демонстрирует порядок затягивания фланцевых болтов (шпилек) и установку расходомера между ответными фланцами измерительной части канала. В Табл.2-1 указаны рекомендуемые минимальные длины шпилек для расходомеров межфланцевой установки при различных диаметрах трубопроводов и значениях условных давлений.

Внутренний диаметр расходомера равен внутреннему диаметру трубы с толщиной оболочки 80. Например, внутренний диаметр расходомера 2" равен 1,939" (2" оболочка 80). Не устанавливать расходомер на трубы с меньшим внутренним диаметром, чем у расходомера. Для оболочек 160 и больших требуется специальный расходомер (перед заказом предварительно проконсультируйтесь с изготовителем).

Расходомер серии M22 требует применения прокладок, не входящих в комплект поставки. При выборе материала для прокладок убедитесь, что материал отвечает конкретным давлениям и средам, в которых предполагается проводить измерения. Внутренний диаметр прокладок должен быть больше чем внутренний диаметр расходомера и присоединяемого канала. Если прокладка будет выступать внутрь канала, эта часть создаст дополнительное сопротивление потоку и вызовет возмущения, которые могут повлиять на точность измерений.

Длины шпилек для фланцев на различное Ду (в дюймах)			
Ду, дюйм	ANSI150	ANSI300	ANSI600
1	6,00	7,00	7,50
1,5	6,25	8,50	9,00
2	8,50	8,75	9,50
3	9,00	10,00	10,50
4	9,50	10,75	12,25

Таблица 2-1. Рекомендуемые минимальные длины шпилек для межфланцевых расходомеров



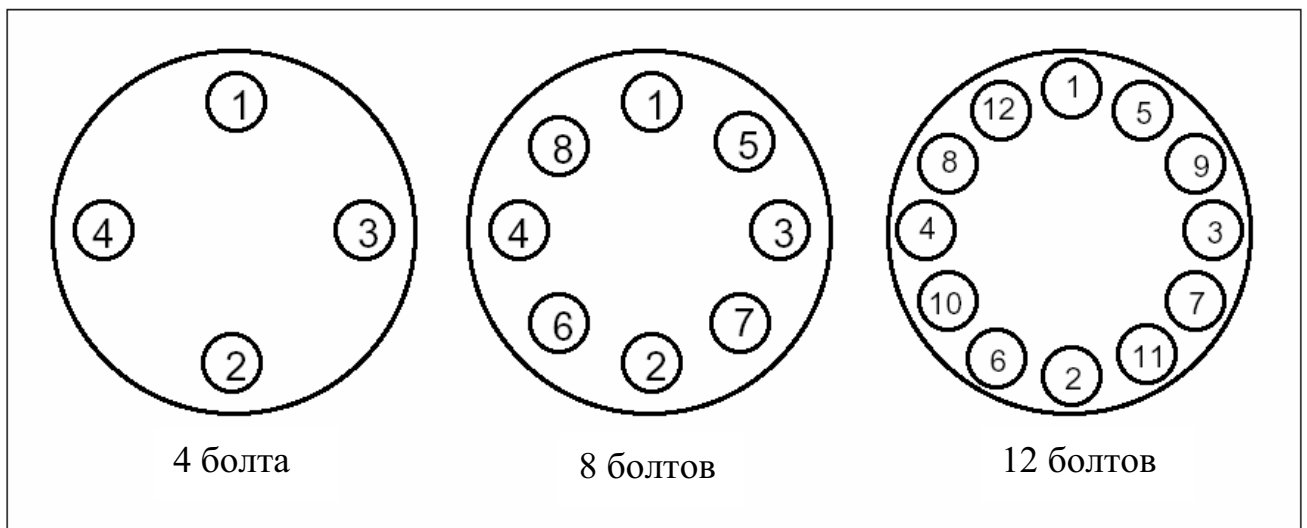


Рис.2-2. Последовательность затягивания фланцевых болтов

Приварите ответные стандартные для конкретного применения фланцы к каналу в месте установки расходомера. Для определения требуемой длины удаляемого участка трубопровода используйте катушку, размеры которой соответствуют строительной длине расходомера.

Установите межфланцевый расходомер вместо катушки между стандартными фланцами канала. При установке обратите внимание на правильную ориентацию прибора. Надпись "inlet" на корпусе прибора должна быть направлена навстречу потока (вход потока в корпус прибора). При этом измерительная головка будет размещена после возбудителя по ходу потока.

Если измеряемая среда жидкость, установите расходомер на участке трубопровода, где он всегда заполнен жидкостью. Это может потребовать размещения расходомера в самой нижней точке системы. Если это газ или пар, то место установки следует выбирать в самой высшей точке канала. (Вихревой расходомер не предназначен для измерения двухфазных жидкостей, поэтому при измерении пара или газа всегда устанавливайте перед точкой измерения сепаратор капельной влаги с автоматическим дренажем конденсата.)

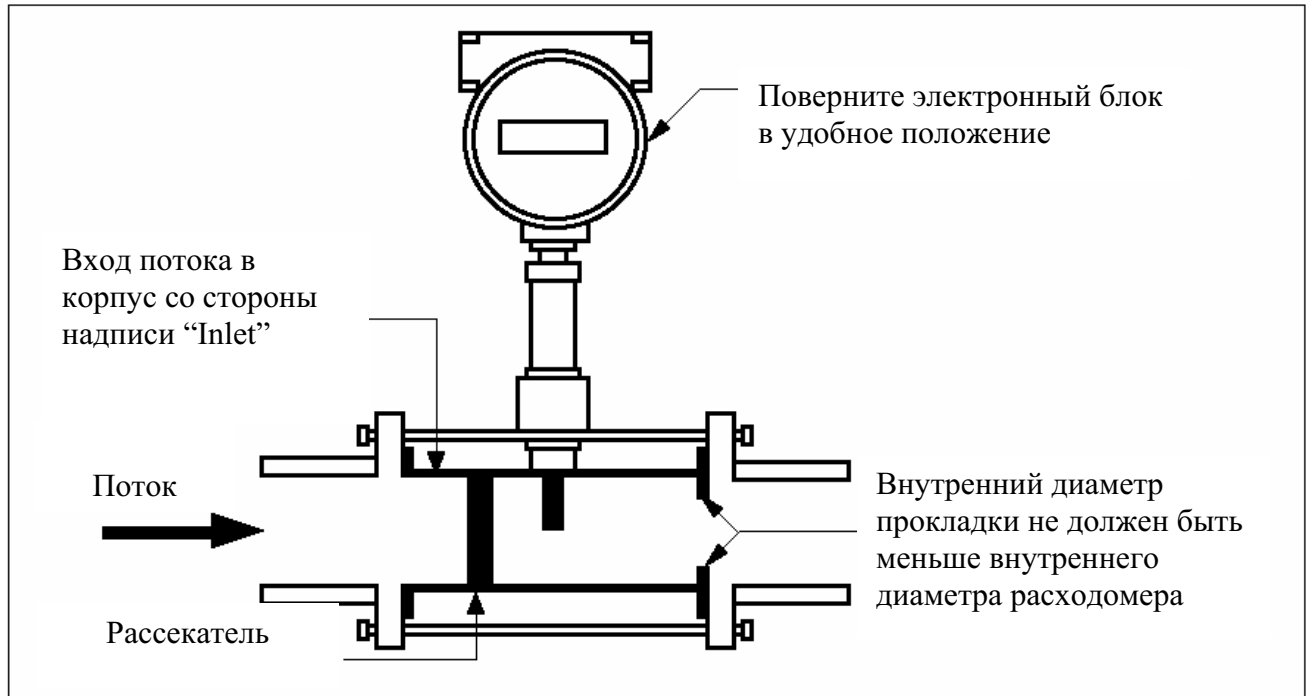


Рис. 2-3. Установка межфланцевого расходомера

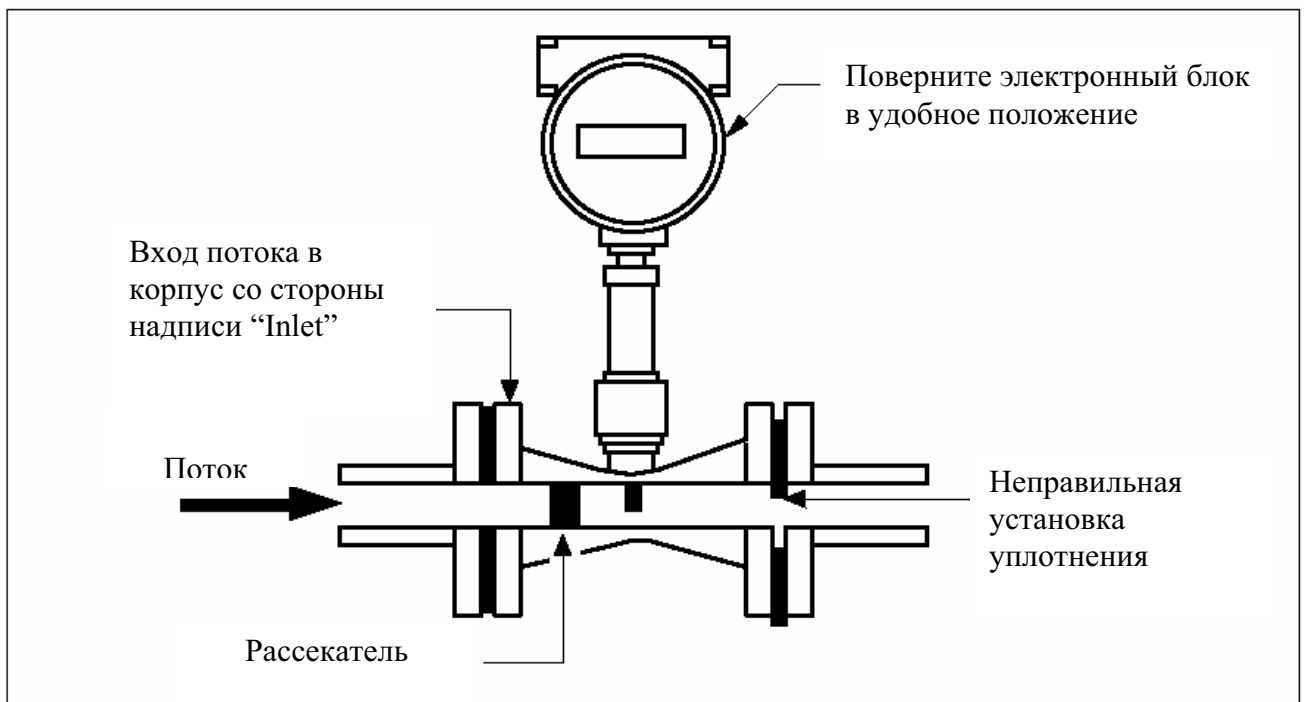


Рис. 2-4. Установка фланцевого расходомера

Для горизонтальных участков с температурой среды выше 150 °С устанавливайте электронный блок под углом в 45° или 90° к вертикали, чтобы избежать перегрева электронного блока. Для удобства работы с показаниями и клавиатурой прибора разверните корпус электронного блока или дисплей/клавиатуру в требуемое положение.

Чтобы установить прибор, выполните следующие действия:

1. В случае межфланцевого расходомера
  - 1.1 Отключите подачу жидкости (газа, пара). Убедитесь, что давление в трубопроводе полностью снято. Проверьте минимальные длины участков канала до места установки расходомера.
  - 1.2 Посадите шпильки в фланцы канала для крепления нижней части расходомера. Опустите расходомер между фланцами канала, меткой "inlet" против течения среды. Отцентрируйте расходомер относительно присоединяемых сечений канала.
  - 1.3 Установите прокладки и убедитесь, что они не выступают внутрь канала.
  - 1.4 Вставьте оставшиеся шпильки между фланцами канала. Затяните болты в последовательности, указанной на рис. 2-2. Опрессуйте соединения расходомера.
2. В случае фланцевого расходомера
  - 2.1 Отключите подачу жидкости (газа, пара). Убедитесь, что давление в трубопроводе полностью снято. Проверьте минимальные длины участков канала до и после места установки расходомера.
  - 2.2 Опустите расходомер между фланцами канала, меткой "inlet" против течения среды. Отцентрируйте расходомер относительно присоединяемых сечений канала.
  - 2.3 Установите прокладки и убедитесь, что они не выступают внутрь канала.
  - 2.4 Вставьте болты между фланцами канала. Затяните болты в последовательности, указанной на рис. 2-2. Опрессуйте соединения расходомера.

#### Предостережение!

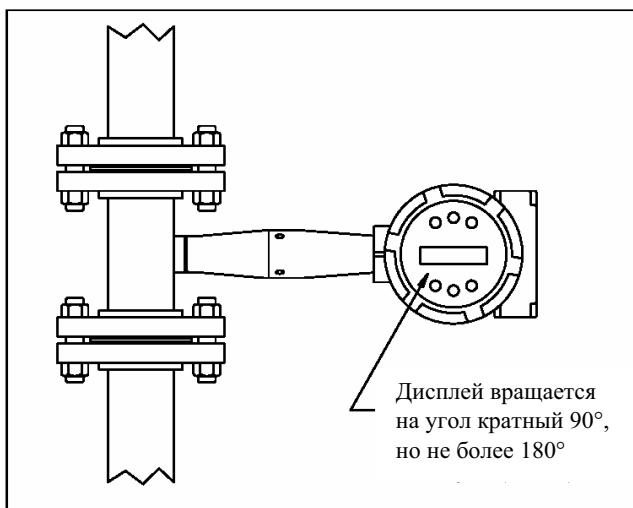


При измерении токсических газов продуйте канал инертным газом в течение как минимум четырех часов при полном расходе до начала установки расходомера.

## 2.4 Позиционирование электронного блока

В зависимости от условий эксплуатации может возникнуть потребность в изменении ориентации электронного блока и его дисплея. Дисплей/клавиатура могут поворачиваться в корпусе электронного блока на угол в 90 градусов до 180 градусов от первоначальной установки дисплея во всех модификациях приборов серий M22. Поворот корпуса электронного блока допускается только на трубозамещающих (полнопроходных) расходомерах серии M22.

### 2.4.1 Регулировка положения дисплея



Электронные платы расходомера чувствительны к электростатическим полям. Поэтому обязательно проверяйте наличие заземления электронного блока и используйте специальные средства для перемещения устройств, чувствительных к электростатическим полям.

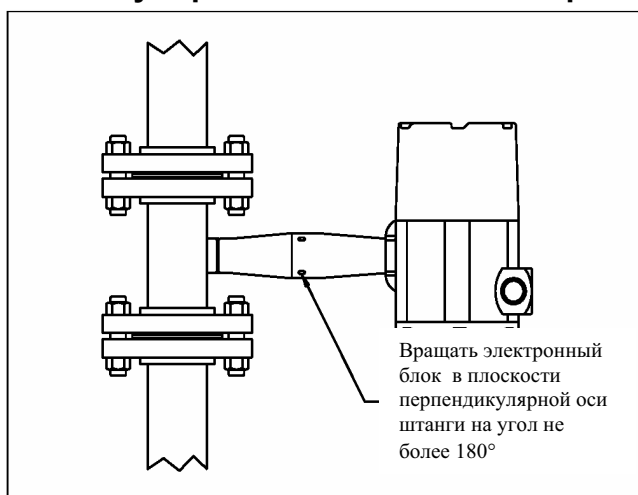
Чтобы отрегулировать положение дисплея, выполните следующие действия:

1. Отсоедините электропитание от прибора.
2. Отпустите маленький стопорный винт, фиксирующий положение корпуса. Отверните и снимите стеклянную ударопрочную крышку электронного блока.
3. Отпустите 4 винта, утопленных на лицевой

панели.

4. Осторожно вытяните электронную плату с лицевой панелью из направляющих в корпусе прибора. Не повредите электрический соединительный кабель в резиновой оплетке.
5. Поверните дисплей с электронной платой к желаемому положению. Максимальное число поворотов в одну сторону – 2 (180 градусов).
6. Совместите лицевую панель с отверстиями для 4 крепежных винтов. Проверьте, что соединительный кабель за электронной платой не перекрутился и не сломался.
7. Затяните крепежные винты на лицевой панели.
8. Поставьте на место стеклянную крышку, заверните ее до упора и затяните стопорный винт.
9. Подключите электропитание к электронному блоку.

### 2.4.2 Регулировка положения электронного блока



Электронный блок приборов серии M22 может вращаться на 180 градусов в плоскости, параллельной направлению канала измерения (трубопровода).

Чтобы отрегулировать положение электронного блока, выполните следующие действия:

1. Отсоедините электропитание от прибора.
2. Отпустите  $\frac{3}{4}$ " шестигранную зажимную гайку на основании корпуса электронного блока.
3. Разверните корпус дисплеем в нужном направлении, но не более 180 градусов от начального положения.
4. Затяните зажимную гайку.
5. Подключите электропитание к электронному блоку.

### 3. Электрические присоединения

#### 3.1 Электрические присоединения

##### Предупреждение !



Все работы по присоединению электрических кабелей должны выполняться при отключенном электропитании. Работы должны выполняться квалифицированным персоналом и в соответствии с Правилами безопасной работы с электроустановками.

##### Внимание !



Тепловая изоляция кабеля электропитания переменным током должна быть устойчива к температурам выше 85 °С.

Корпус электронного блока содержит один двусторонний терминальный блок для подключения электрических соединений, расположенный под крышкой с меньшей стороны корпуса.

Два кабельных ввода с резьбовым присоединением 3/4" NPT предназначены для отдельного подключения электропитания и сигнальных проводов. При применении прибора в взрывоопасных средах используйте только разрешенные к применению кабельные вводы. Если используются сальниковые уплотнения вводов, они должны быть размещены внутри пространства в 457 мм корпуса.

Доступ к клеммам подключения электропитания открывается с задней стороны электронного блока. Для этого освободите стопорные винты на обратной крышке электронного блока, отверните и снимите круглую крышку.

##### 3.1.1 Электропитание переменным током

Зачистите концы двужильного кабеля, диаметр кабеля в оплетке не должен превышать 14 мм. Сечение медных проводников должно быть не менее 1.0 мм<sup>2</sup>. Температурная изоляция должна быть устойчива к температурам выше 85 °С. Подсоедините источник переменного тока напряжением от 85В до 240В, 50 Гц (25 Вт или 240 В и 0.7 А максимум) к клеммам Hot и Neutral. Усилие на винте должно не превышать 0.5-0.6 Нм. Присоедините провод "земля" к винту заземления на шасси корпуса. (рис.3-1).



Рис. 3-1 Электропитание переменным током

### 3.1.2 Электропитание постоянным током

Зачистите концы двужильного кабеля, диаметр которого в оплетке не должен превышать 14 мм. Сечение медных проводников должно быть не менее 1.0 мм<sup>2</sup>. Источник постоянного тока 18 – 36 В (100 мА максимум) подключите к клеммам +Pwr и –Pwr соответственно. Модель M22-V (рис. 3-2а) модели M22-VT, M22-VTP (рис.3-2б).

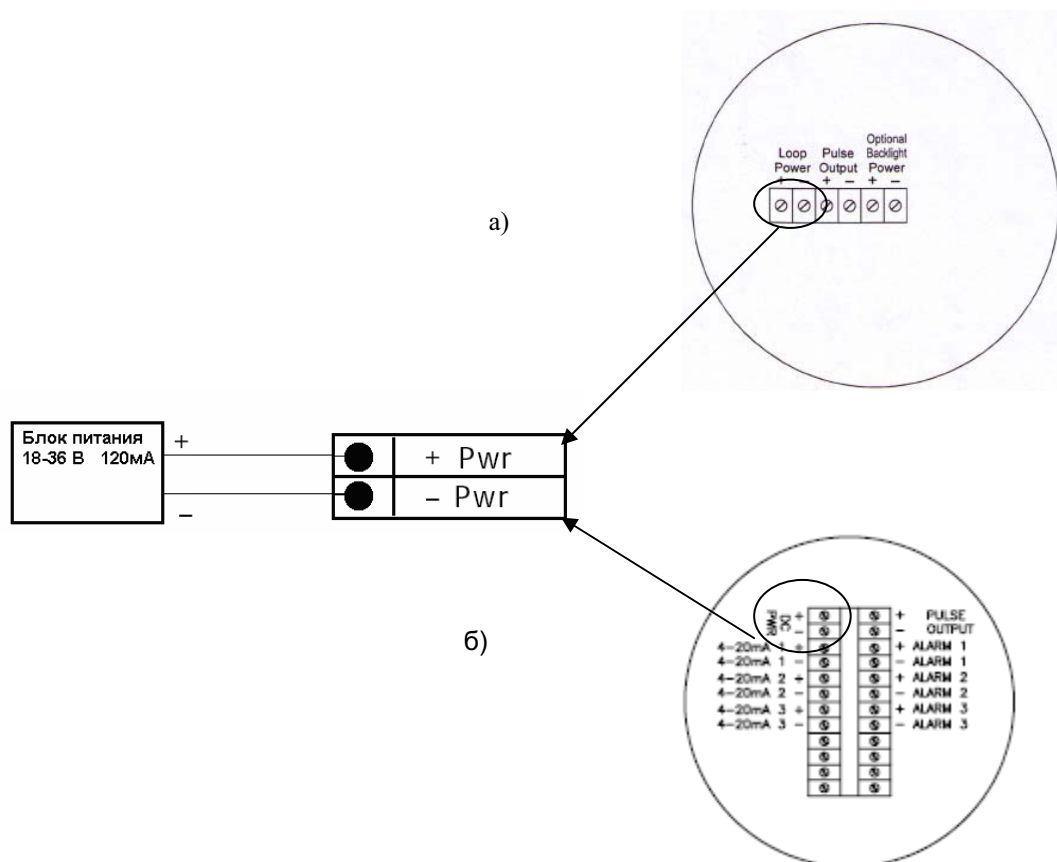


Рис. 3-2 Электропитание постоянным током а)M22-V, б)M22-VT, M22-VTP

## 3.2 Присоединения сигнальных проводов

Для подключения выходных сигналов используйте отдельный  $\frac{3}{4}$ " кабельный ввод к клеммам терминального блока.

При подключении вторичных приборов существует возможность электропитания вторичных цепей, т.е. выходных измерительных цепей, используя источник питания электронного блока (далее встроенный источник), который всегда обеспечивает 12В для функционирования электроники прибора, или используя независимый внешний источник питания, подключаемый к измерительным цепям (далее внешний источник).

Применение внешнего источника по схеме включения обеспечивает изоляцию сигнальных проводов. Однако при использовании источника постоянного тока существует возможность запитать как 3 измерительных, так и 3 аварийных выхода с помощью одного встроенного источника.

### 3.2.1 Подключение аналогового выхода 4– 20 мА

Стандартный массовый многопараметрический расходомер Pro-V имеет один аналоговый выход 4-20 мА, оптически изолированный от датчика расхода. Два других дополнительных аналоговых выхода, размещаемых в приборе по заказу, также оптически изолированы от цепей электронного блока. Соответствие выходного сигнала значениям температуры, давления, массового расхода, объемного расхода, количества теплоты или плотности выбирается Пользователем.

Измерительный внешний показывающий прибор, самописец или его аналог, должен быть включен в цепь 4-20 мА последовательно к электронному блоку, который требует питания в 12 В. При максимальном токе 20 мА в измерительной цепи ее максимальное допустимое сопротивление составляет

$$R_{\max} = R_{\text{изм}} + R_{\text{провода}} = 1/20 (V_{\text{пит}} - 12 \text{ В}) \times 1000 = 50 (V_{\text{пит}} - 12 \text{ В})$$

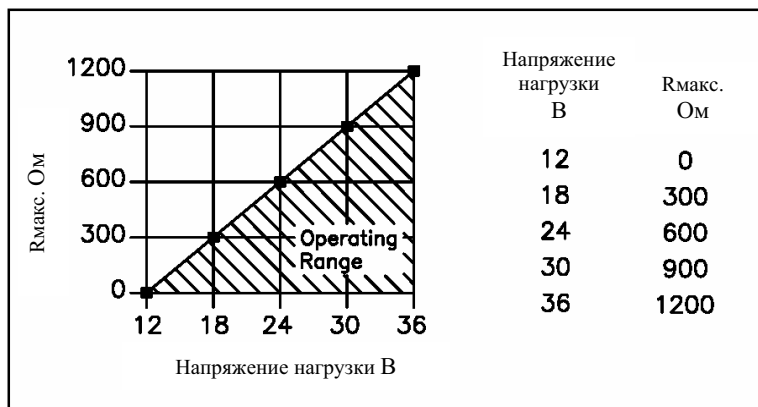


Рис. 3-3 Зависимость сопротивления нагрузки от входного питания

V	Вольт	12	18	24	30	36
Rmax	Ом	0	300	600	900	1200

При определении возможного удаления вторичных приборов от электронного блока массового расходомера всегда принимайте в расчет их внутреннее сопротивление.

Подключение аналогового выхода 4-20 мА.

Для модели M22-V используется один блок питания, подключение аналогового выходного сигнала 4-20 мА согласно (рис. 3-4).

Для моделей M22-VT и M22-VTP:

- при использовании отдельного источника питания (рис 3-5);
- при использовании одного источника питания для питания расходомера и аналоговых выходов (рис. 3-6);
- при питании расходомера от 220В (рис. 3-1) используется встроенный источник питания (рис. 3-7) .

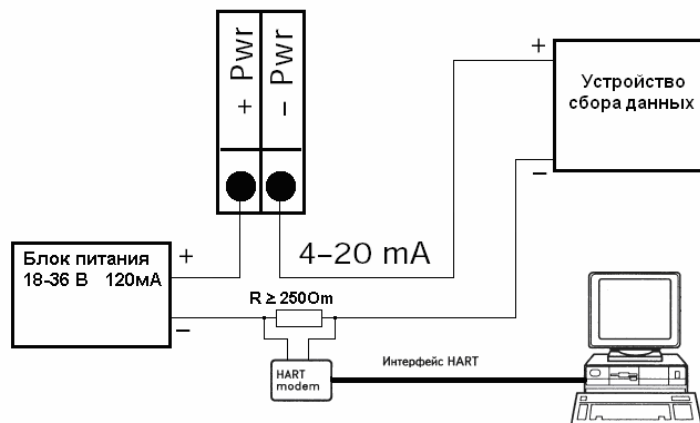


Рис.3-4 Использование одного источника питания для питания расходомера и создания токовой петли только для модели M22-V. Для HART-коммуникатора используется резистор  $\geq 250$  Ом

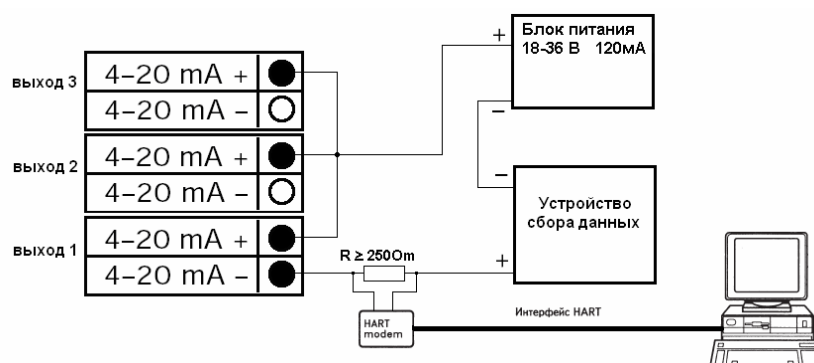


Рис. 3-5 Использование отдельного источника питания применяется при питании расходомера постоянным или переменным током. Для HART-коммуникатора используется резистор  $\geq 250$  Ом

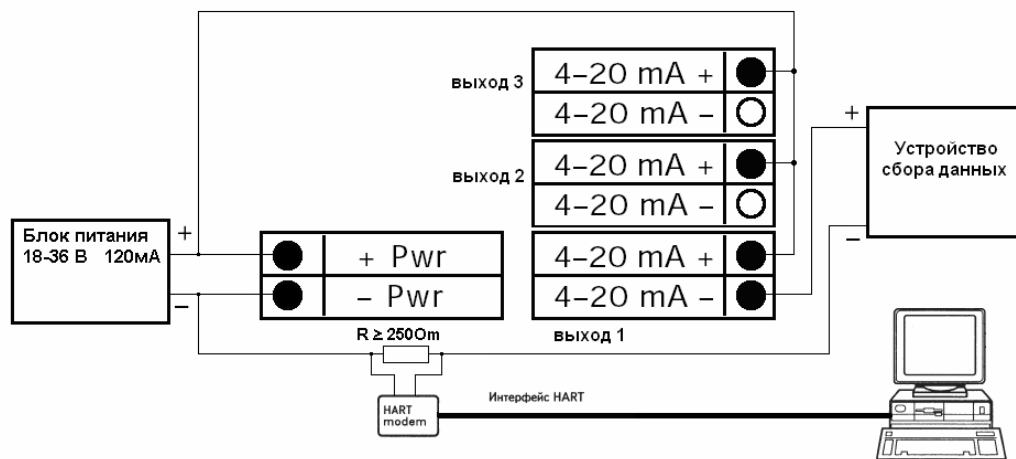


Рис.3-6 Использование одного источника питания используется только при питании расходомера постоянным током. Для HART-коммуникатора используется резистор  $\geq 250 \text{ Ом}$

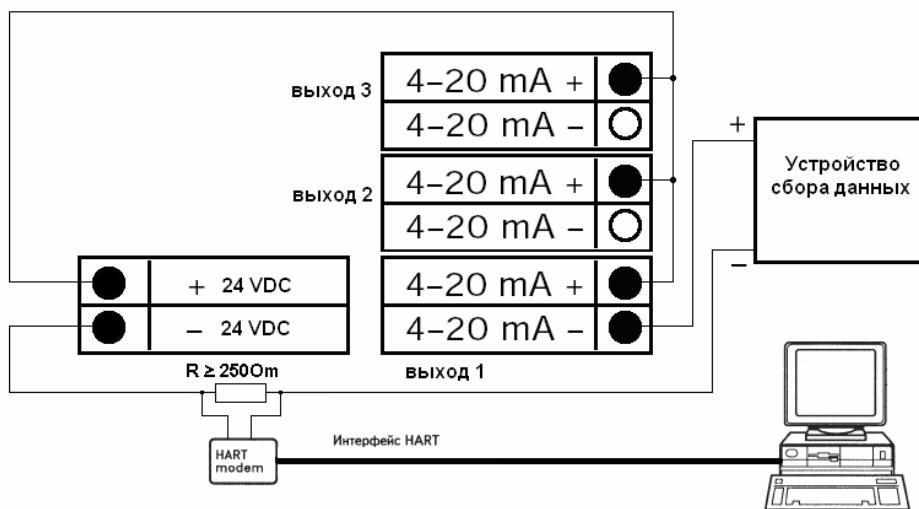


Рис.3-7 Использование встроенного источника питания используется только при питании расходомера переменным током. Для HART-коммуникатора используется резистор  $\geq 250 \text{ Ом}$

### 3.2.2 Подключение импульсного выхода

Числоимпульсный выход электронного блока служит для удаленного контроля объемного или массового расхода, вычисляемого нарастающим итогом. Импульсы длительностью 50 миллисекунд с частотой, определенной при настройке сумматора прибора, имеют всегда амплитуду, определяемую величиной напряжения источника питания, и формируются однополюсным нормально-открытым реле.

Реле имеет номинал в 200 В/160 Ом. Это означает, что при сопротивлении в 160 Ом максимальное напряжение на концах реле удерживается в 200В. Однако эти предельные значения должны быть исключены из нормальных условий работы прибора. Реле проводит ток 40 мА и рассеивает мощность до 320 мW.

Выходное реле оптически изолировано от электронного блока и источника питания, при этом сопротивление изоляции достигает 2500В переменного тока за минуту.

Так как ток реле должен быть не более 40 мА, выбирайте подстроечный резистор с максимальным сопротивлением 10 кОм.

На рисунках 3-8, 3-9 и 3-10 показаны схемы подключения импульсного выхода.

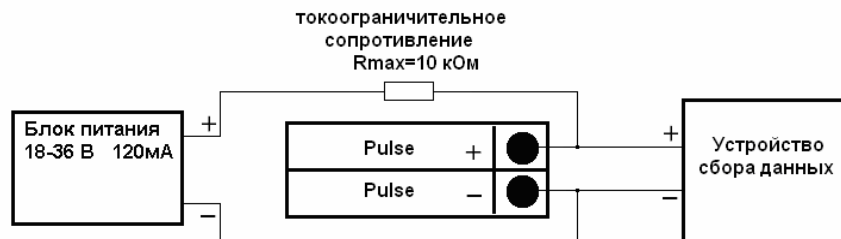


Рис. 3-8. Используйте внешний источник питания (18 – 36 В), если необходим определенный уровень импульсного сигнала, в частности выше 24 В

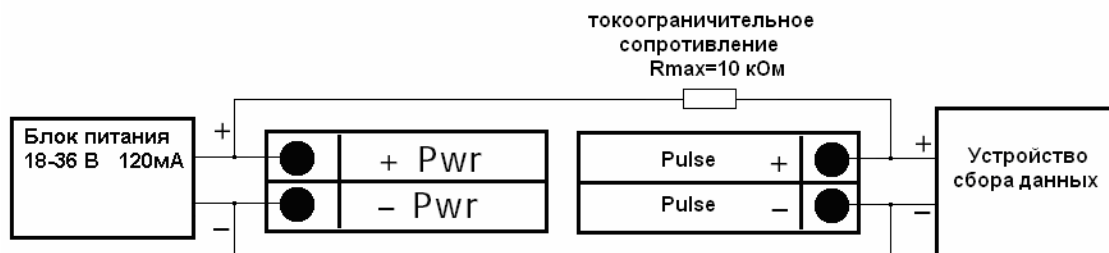


Рис. 3-9. Используется один источник питания (18 – 36 В), при питании расходомера постоянным током

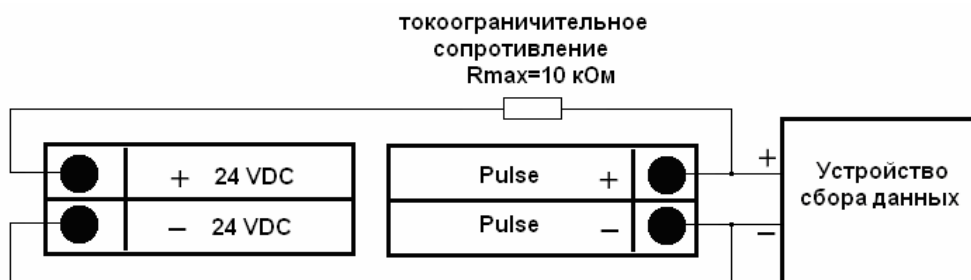


Рис. 3-10. Используется встроенный источник питания, при питании расходомера переменным током

### 3.2.3 Подключение аварийных сигналов

Уровни аварийных сигналов устанавливаются Пользователем при конфигурировании прибора. Один аварийный сигнал является стандартным выходом прибора. Два других возможных аварийных сигнала устанавливаются по заказу.

Выходное однополюсное нормально-открытое реле оптически изолировано от электронного блока и источника питания. Ток реле должен быть не более 40 мА. Выбирайте подстроечный резистор с максимальным сопротивлением 10 кОм.

На рисунках 3-11, 3-12, 3-13 показаны схемы подключения аварийных сигналов.



Рис. 3-11. Используйте внешний источник питания, если необходимо напряжение питания отличное от питания расходомера.



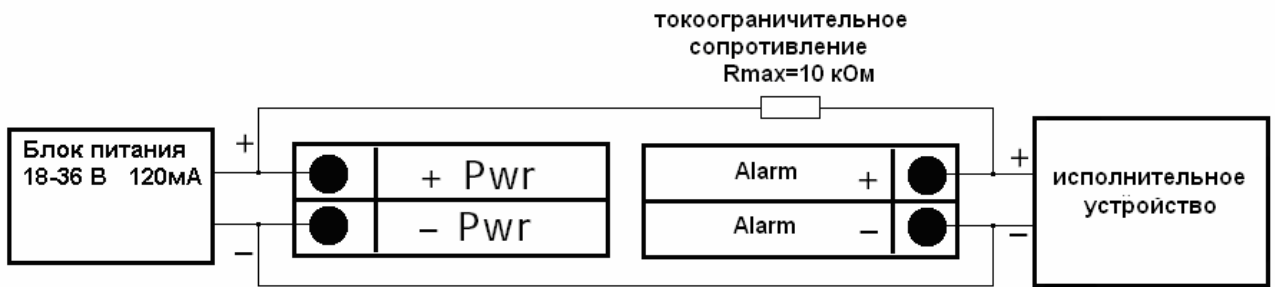


Рис. 3-12. Используется один источник питания, при питании расходомера постоянным током

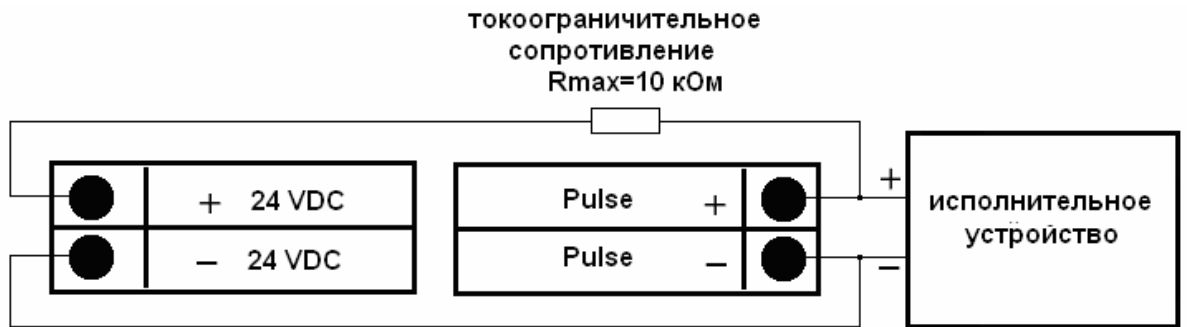


Рис. 3-13. Используется встроенный источник питания, при питании расходомера переменным током

В любом случае импульсный и аварийные сигналы имеют амплитуду, определяемую напряжением источника питания.

### 3.3 Удаленный монтаж электронного блока

При удаленном монтаже электронного блока на штоке датчиков устанавливается соединительная коробка, корпус которой идентичен блоку электрических соединений электронного блока прибора. Доступ к винтовым зажимам на соединительной коробке и электронном блоке один и тот же - через  $\frac{3}{4}$ " резьбовой кабельный ввод. Соединительный кабель должен быть уложен в защитный рукав и введен в соединительный блок и электронный блок через уплотнительный сальник с внешней резьбой  $\frac{3}{4}$ ".

При необходимости отсоединить электронный блок от соединительной коробки всегда отсоединяйте кабель только с одной стороны - **на терминальном блоке соединительной коробки**. Кабель должен оставаться подключенным к электронному блоку.

При подключении соединительного кабеля строго следуйте заводской маркировке проводов и гнезд клеммной колодки для модели M22-V (Рис.3-14) и M22-VT, M22-VTP (Рис.3-15). Экран каждой пары проводов и кабеля должен быть подключен в свое гнездо на колодке.

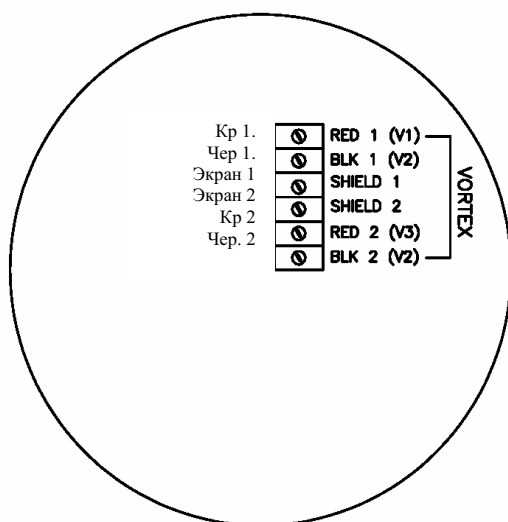


Рис.3-14. Колодка модели M22-V

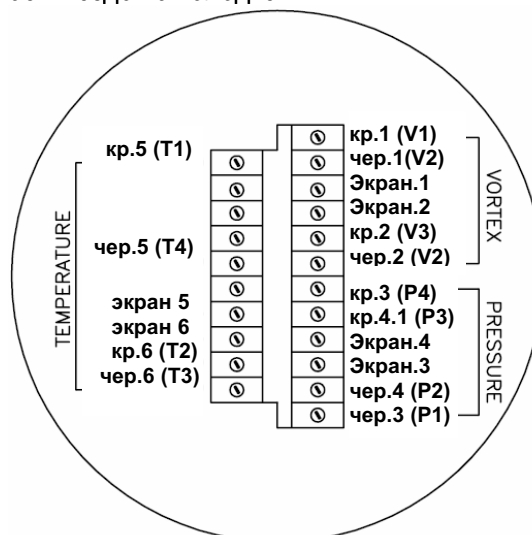


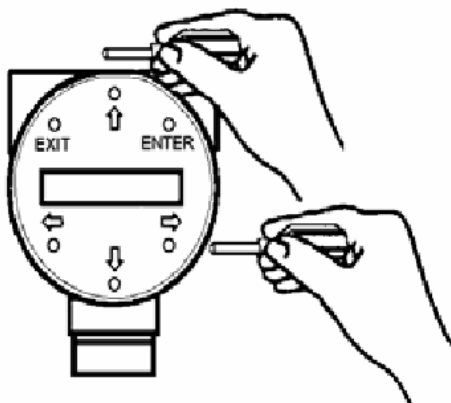
Рис.3-15. Колодка модели M22-VT, M22-VTP

Максимальная длина кабеля между соединительной коробкой и электронным блоком не более 15 м. Кабель должен находиться в ненапряженном ("провисшем") состоянии.

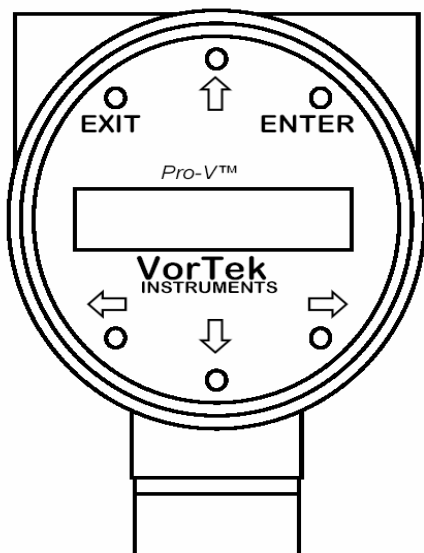
## 4. Руководство по настройке

После установки расходомера и подключения силовых и сигнальных проводов прибор готов к настройке и работе. Настоящая глава описывает команды дисплея/панели управления, процедуру настройки прибора и программирования его электронного блока. Прибор готов к настройке без какого-либо начального специального программирования. Чтобы ввести параметры и системные настройки (уставки), отвечающие конкретному приложению, следуйте инструкциям по использованию меню, приведенным ниже.

### 4.1 Дисплей расходомера и кнопки управления



Цифровая электроника расходомера позволяет настраивать, регулировать и контролировать системные параметры. Полный диапазон команд доступен в режиме меню, вызываемых с помощью кнопок управления на дисплее прибора. Жидкокристаллический дисплей включает 2 строки по 16 символов. 6 (шесть) инфракрасных кнопок переключаются через взрывозащитное стекло под воздействием теплового излучения пальца оператора. При работе не старайтесь попасть на лицевую панель управления под стеклом. Направляйте магнит на требуемую кнопку с внешней стороны корпуса прибора. Для более уверенного контакта используйте магнитный ключ, направляя его на кнопку управления.



Кнопки управления делятся на ведущие кнопки ENTER и EXIT, изменяющие режимы и параметры настройки прибора, и на кнопки перехода (ведомые), изменяющие параметры в рамках установленного режима.

Кнопка ENTER позволяет перейти из рабочего режима (run mode) в режим настройки (set-up), набрав после появления запроса PASSWORD на дисплее прибора ПАРОЛЬ доступа и вновь нажав ENTER после правильно введенного пароля.

Далее становятся доступны меню настройки (конфигурирования) прибора: выходы – output; дисплей – display; аварийная сигнализация – alarms; сумматор – totalizer; жидкость – fluid; единицы – units; время и дата – times&date; диагностика – diagnostics; калибровка – calibration; пароль – password.

Переход от одного меню настройки на другое выполняется с помощью кнопок перехода, имеющих индикацию фигурных стрелок ( $\downarrow \leftarrow \Rightarrow \uparrow$ ).

В теле текущего меню также используются кнопки ( $\downarrow \leftarrow \Rightarrow \uparrow$ ) для перехода от одного окна к другому и выбора необходимых значений параметров. Нажатием ENTER выбранное значение параметра записывается в память устройства.

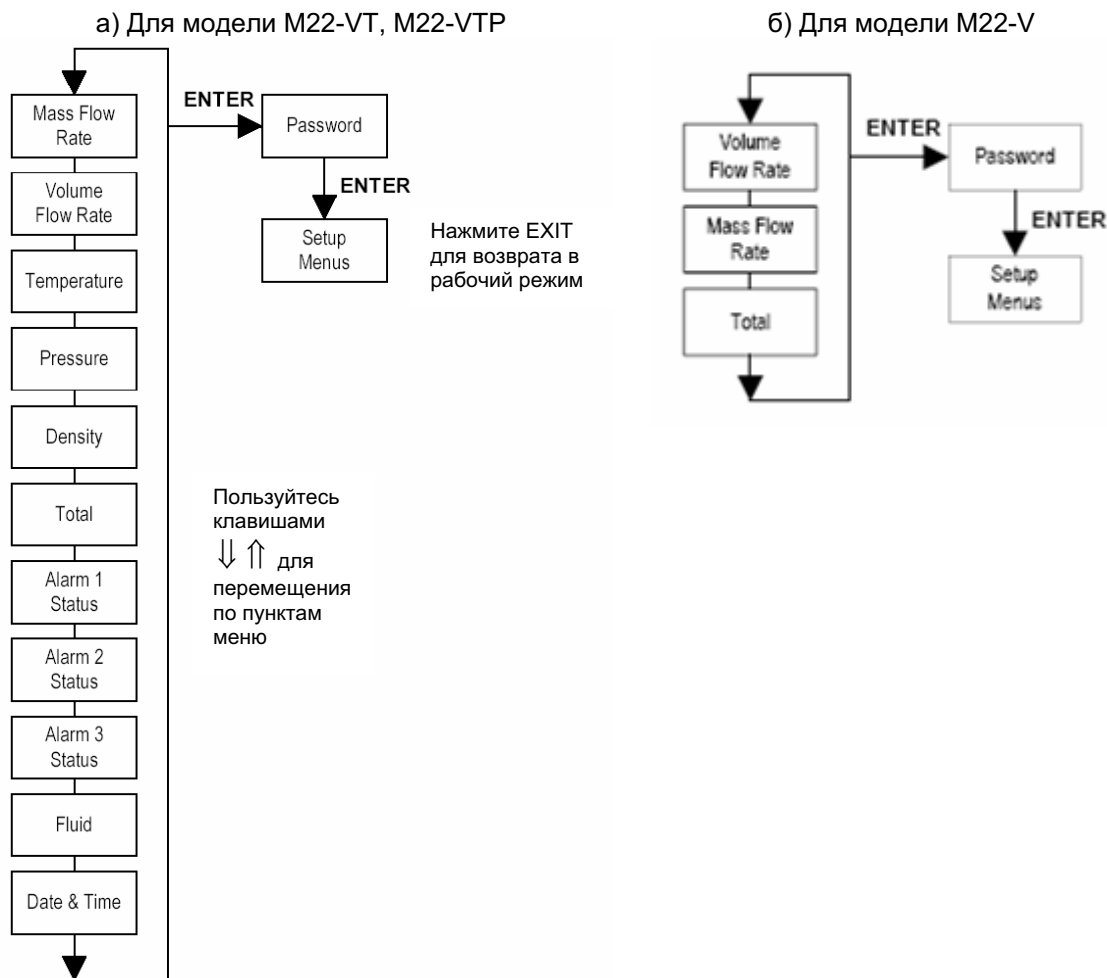
*ПАРОЛЬ доступа, введенный на заводе, всегда 1234.*

Если Пользователь хочет установить собственный пароль доступа, следует перейти в режим настройки ПАРОЛЯ доступа с помощью кнопок ( $\downarrow \leftarrow \Rightarrow \uparrow$ ).

Кнопка EXIT всегда выводит в рабочий режим (run mode) или отменяет ввод параметров, возвращая в начало меню.

При первоначальном включении прибора всегда отображается рабочий режим.

## 4.2 Включение прибора и рабочий режим



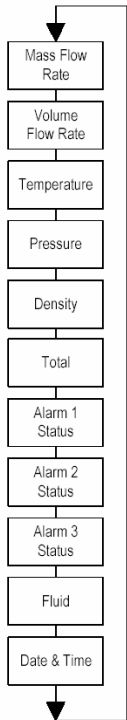
Перед включением расходомера:

1. Проверьте установку и подключения расходомера;
2. Включите электропитание. При включении расходомер выполняет серию тестов, проверяя состояние RAM, ROM, EPROM и всех датчиков. После выполнения самопроверок на дисплее высвечивается экран рабочего режима (run mode).
3. Информация рабочего режима на ЖКИ в соответствии с установленными системными параметрами отображается при нажатии вертикальных ведомых кнопок (↓, ↑). При этом оператор может свободно контролировать следующие величины на ЖКИ:
  - массовый расход;
  - объемный расход;
  - температуру;
  - давление;
  - плотность;
  - суммарный расход нарастающим итогом;
  - состояние аварийных выходов;
  - измеряемая среда;
  - текущая дата.
4. Переход к конфигурированию (программированию) прибора, т.е. изменению параметров настройки, требует введения пароля доступа. На любом этапе контроля текущих данных нажатием клавиши **ENTER** можно перейти к запросу пароля (Password) и, после ввода ПАРОЛЯ, далее в режим настройки (set-up) для конфигурирования прибора в соответствии с условиями его конкретного применения.

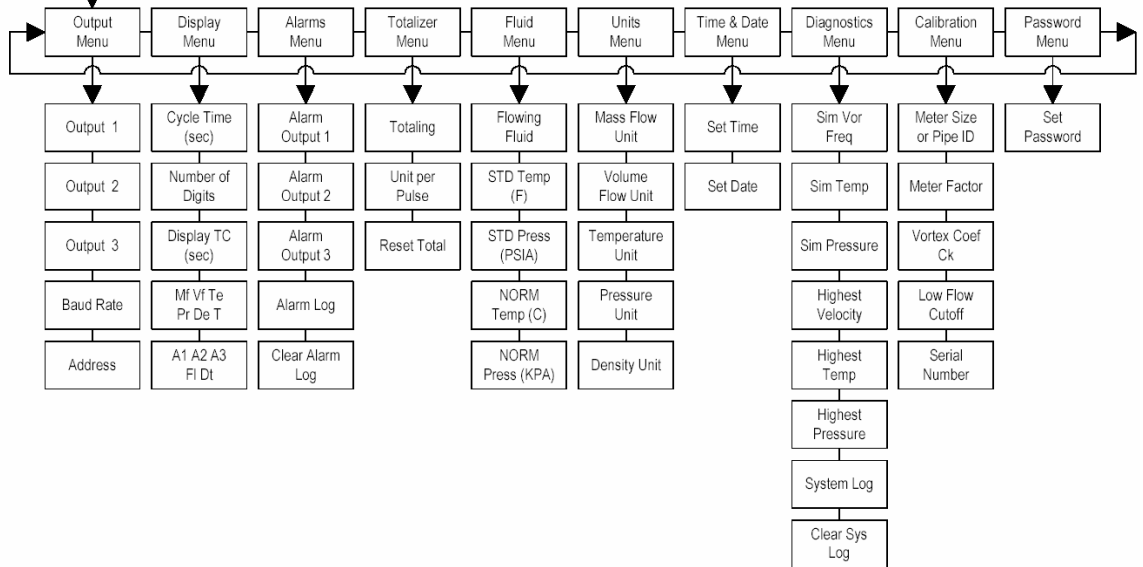
### 4.3 Режимы настройки расходомера

а) Для модели M22-VT, M22-VTP

#### Рабочие настройки

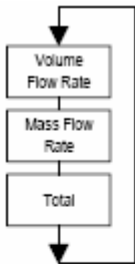


#### Меню конфигурации

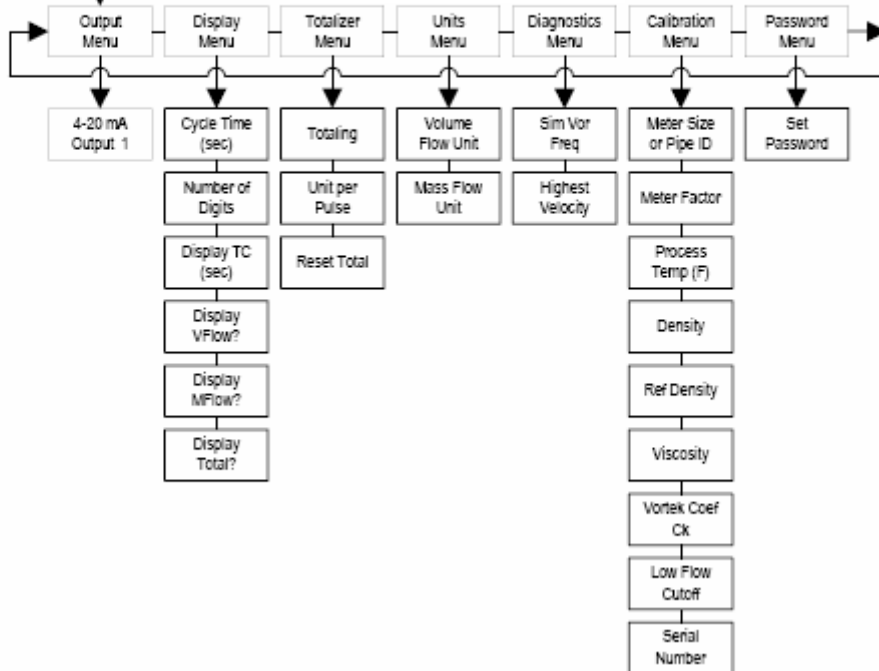


б) Для модели M22-V

#### Рабочие настройки



#### Меню конфигурации

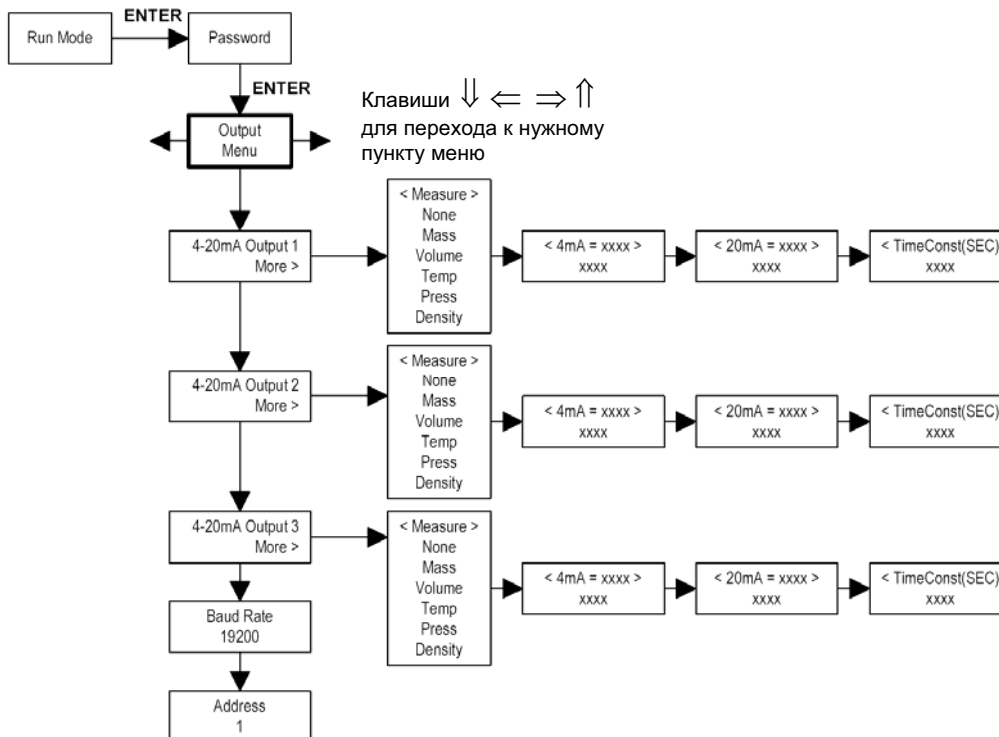


## Программирование прибора

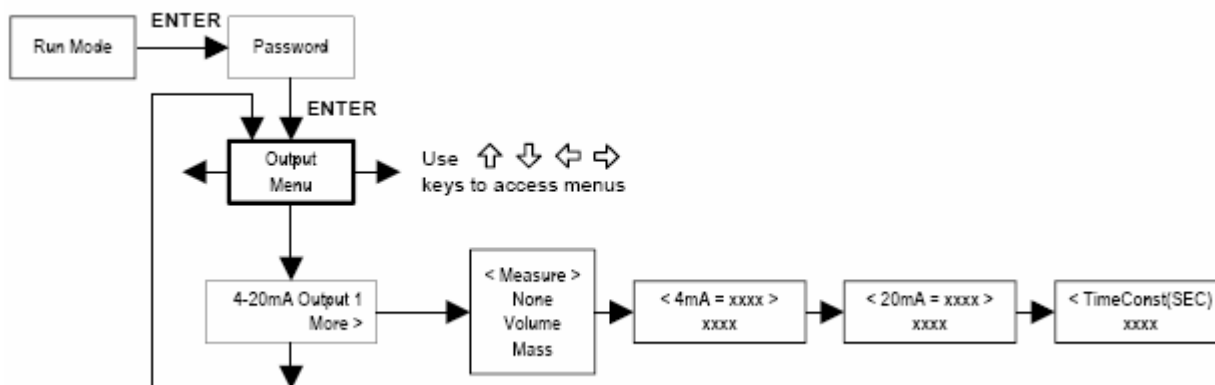
1. Войдите в режим конфигурирования, нажимая **ENTER** до появления экрана Password. Введите с помощью ведомых кнопок ( $\Downarrow \Leftarrow \Rightarrow \Uparrow$ ) ПАРОЛЬ и далее повторно нажмите **ENTER**.
2. Перейдите в выбранное меню настройки с помощью ( $\Downarrow \Leftarrow \Rightarrow \Uparrow$ ). Нижняя строка ЖКИ предусмотрена для контроля значений вводимых параметров.
3. Для актуализации параметров нажмите **ENTER**. Используя ( $\Downarrow \Leftarrow \Rightarrow \Uparrow$ ), подберите требуемое значение параметра. Нажмите **ENTER** для перехода к выбору следующего параметра .
4. Нажмите **EXIT**, чтобы сохранить или отклонить измененные значения параметров данной настройки и вернуться в рабочий режим.

## 4.4 Меню настройки выходов (Output Menu)

а) Для модели M22-VT, M22-VTP



б) Для модели M22-V



### Пример. Настройка выходов

В примере демонстрируется процедура конфигурирования выхода 1. Остальные два выхода, если они предусмотрены при заказе прибора, настраиваются аналогичным образом. Предполагается, что из рабочего режима оператор перешел в режим конфигурирования прибора после правильно введенного пароля.

Требуемые настройки выхода 1 должны отвечать условиям: массовый расход измеряется в диапазоне 0 – 100 кг/час, значение 0 = 4 мА, а значение 100 = 20 мА, постоянная времени = 5 сек.

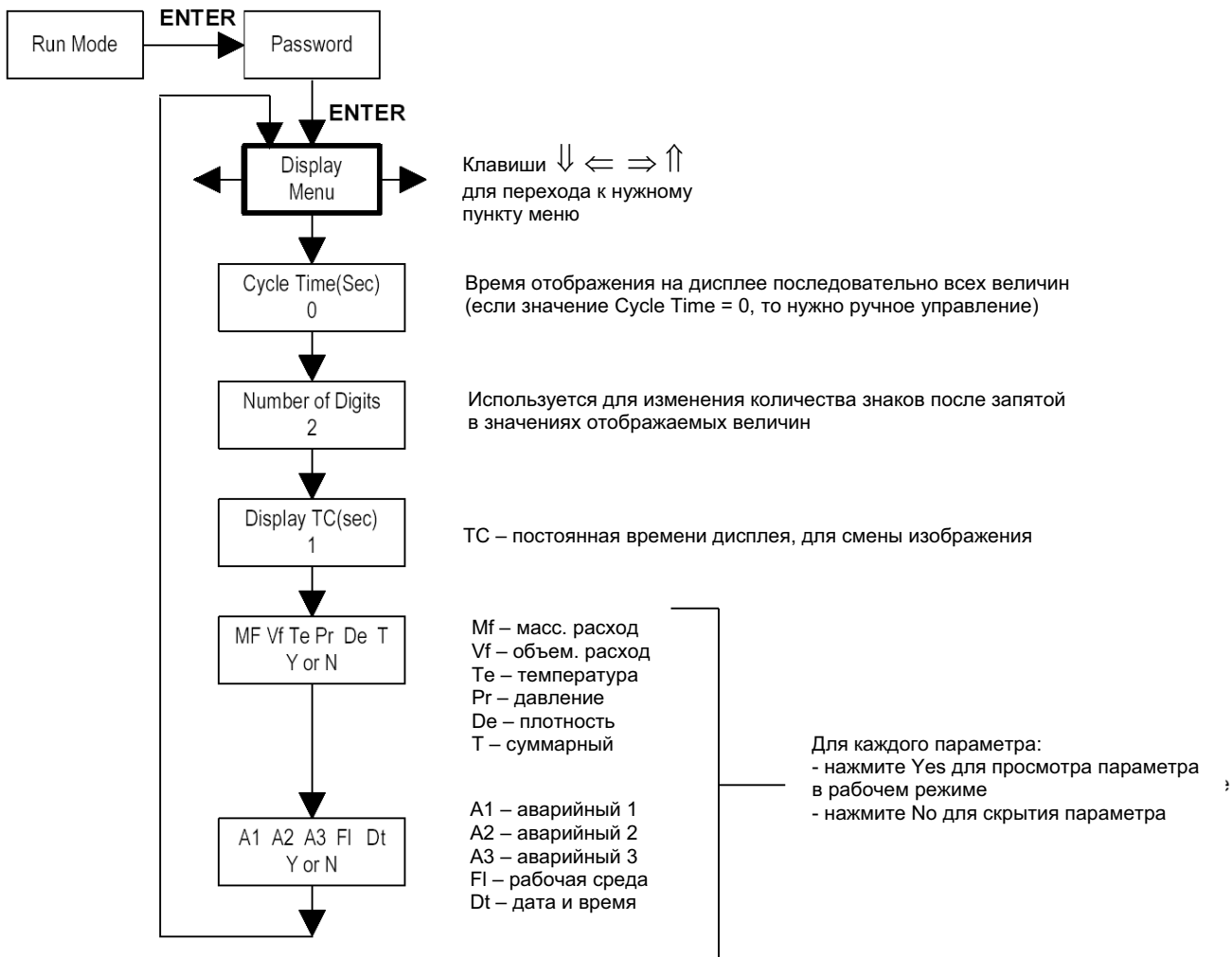
1. До настройки аналогового выхода следует задать соответствующие единицы измерения в меню Units. Для этого с помощью последовательного нажатия кнопок (**←** **→**) следует перейти в меню Units, контролируя появление соответствующего извещения на дисплее (ЖКИ) прибора.
2. С помощью клавиши "**↓**" перейти в окно единицы массового расхода "Mass Flow Unit". Нажать ENTER.
3. С помощью клавиши "**↓**" двигаться до появления в строке ЖКИ числителя размерности расхода **kg**. Клавишей "**→**" двигаться до появления в строке ЖКИ символа дроби. Клавишей "**↓**" двигаться до появления в строке ЖКИ знаменателя размерности расхода **hr** (час). Нажать ENTER.
4. Последовательным нажатием клавиши "**↑**" вернуться в начало меню "Units Menu".

Собственно настройка аналогового выхода 1 происходит теперь следующим образом.

5. С помощью клавиш ( $\leftarrow \Rightarrow$ ) перейти в меню "Output Menu".
6. Последовательным нажатием клавиши " $\Downarrow$ " выбрать запись на ЖКИ <4-20mA Output 1>.
7. Последовательным нажатием клавиши " $\Rightarrow$ " выбрать запись на ЖКИ <Measure> (измерение). Нажать ENTER и клавишей " $\Downarrow$ " двигаться до появления в строке ЖКИ <Mass> (массовый расход). Нажать ENTER.
8. Последовательным нажатием клавиши " $\Rightarrow$ " выбрать запись на ЖКИ <4 mA>. Нажать ENTER. Клавишами ( $\Downarrow \Leftarrow \Rightarrow \Uparrow$ ) установить на ЖКИ цифру 0 или 0.0. Нажать ENTER.
9. Последовательным нажатием клавиши " $\Rightarrow$ " выбрать запись на ЖКИ <20 mA>. Нажать ENTER. Клавишами ( $\Downarrow \Leftarrow \Rightarrow \Uparrow$ ) установить на ЖКИ цифру 100 или 100.0. Нажать ENTER.
10. Последовательным нажатием клавиши " $\Rightarrow$ " выбрать запись на ЖКИ <Time Constant>. Нажать ENTER. Клавишами ( $\Downarrow \Leftarrow \Rightarrow \Uparrow$ ) установить на ЖКИ цифру 5. Нажать ENTER.
11. Нажать Exit и ответ Yes, чтобы сохранить введенные значения параметров.

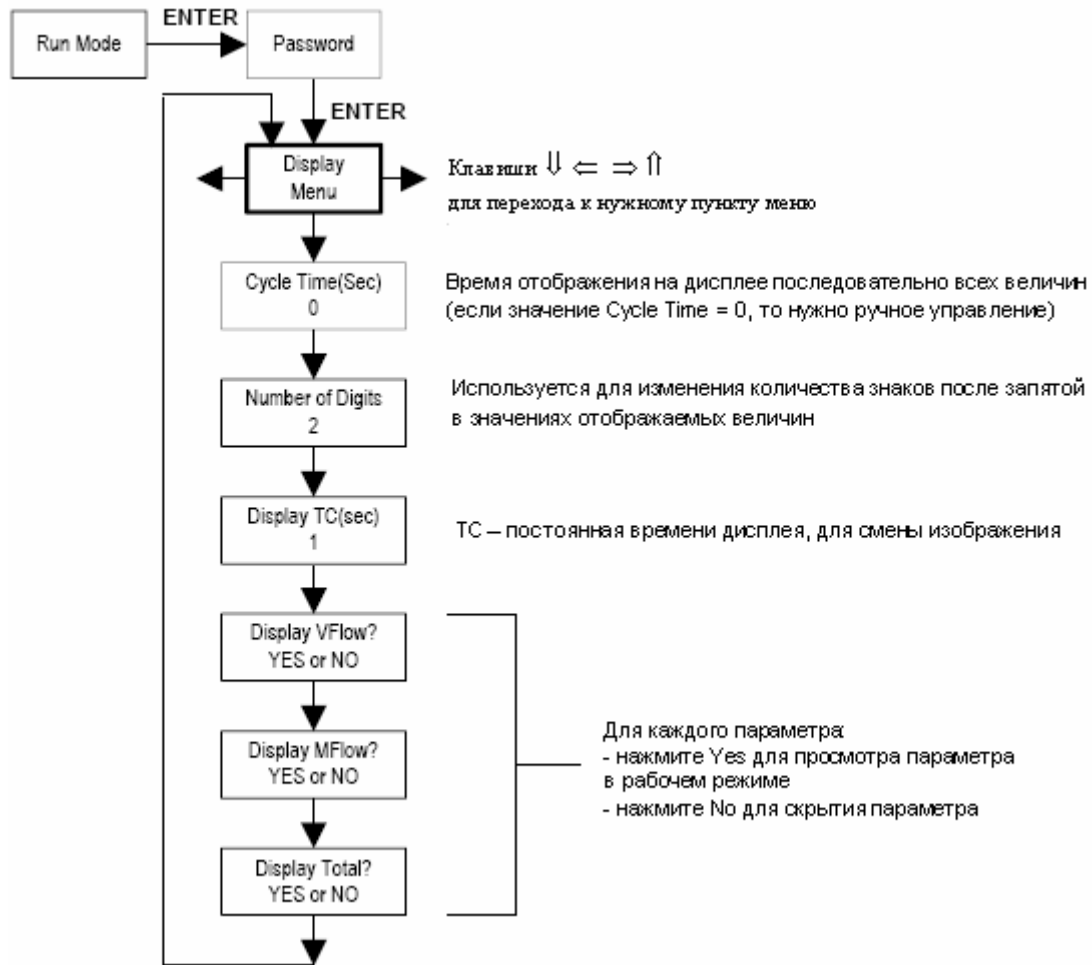
## 4.5 Меню настройки дисплея (Display Menu)

а) Для модели M22-VT, M22-VTP

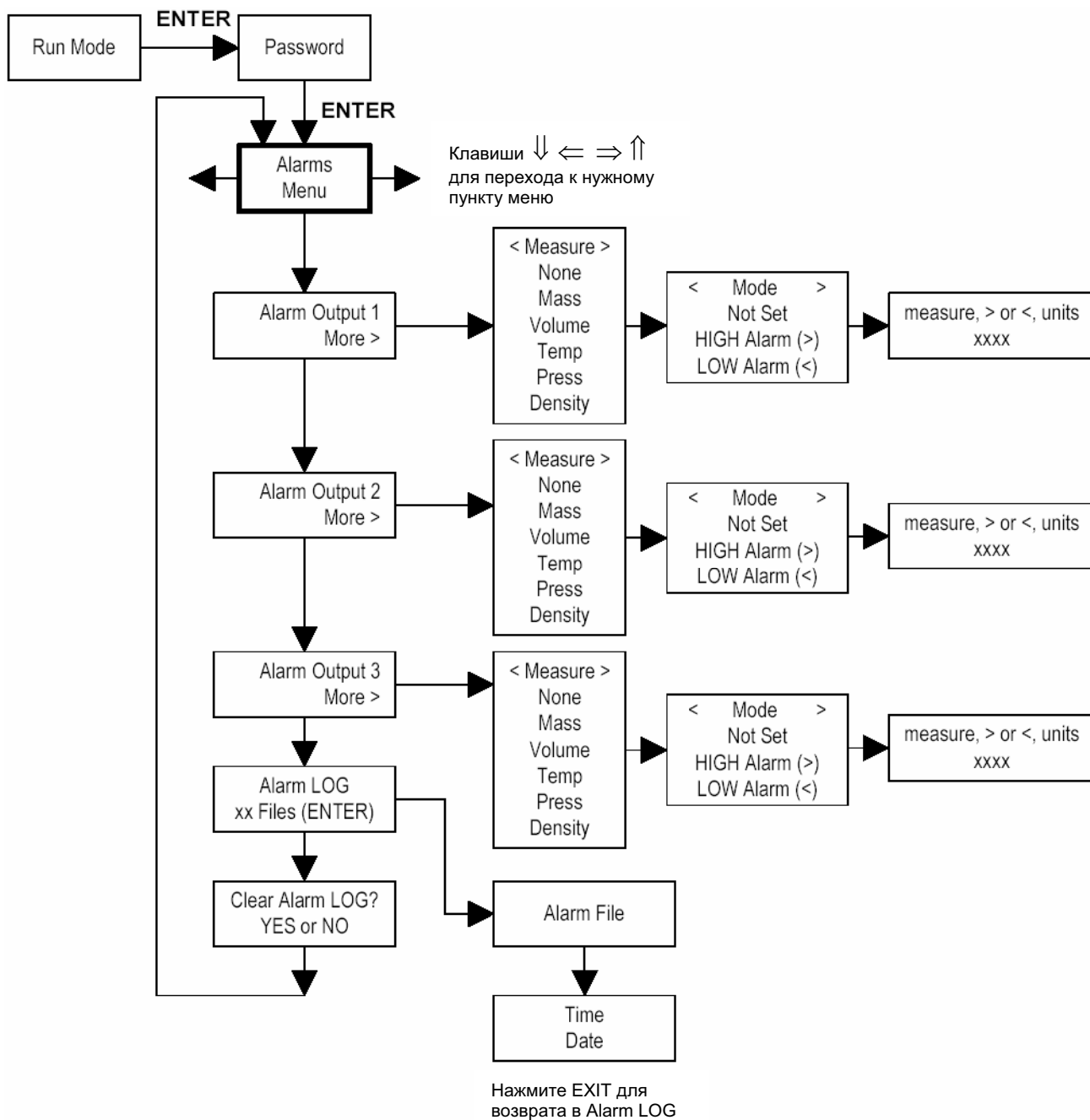




б) Для модели M22-V

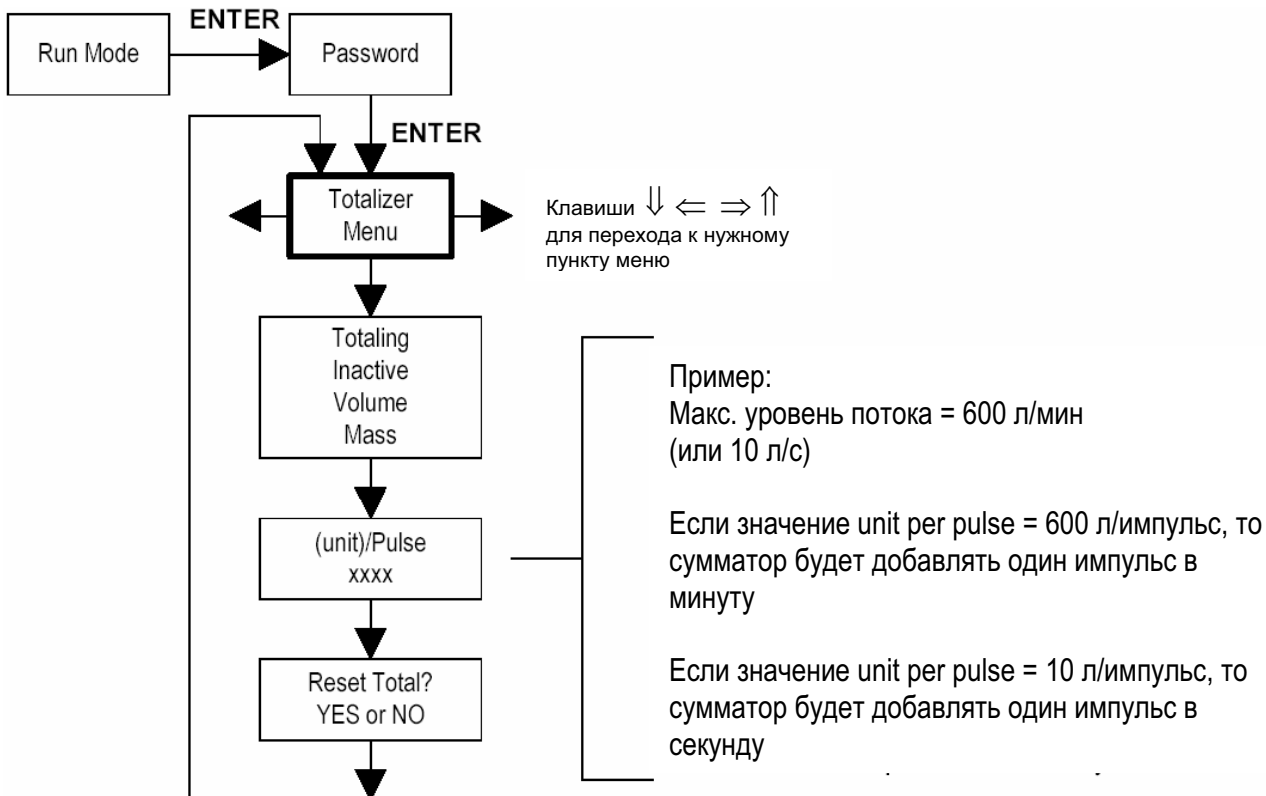


## 4.6 Меню настройки аварийных сигналов (Alarm Menu) (только для модели с M22-VT, M22-VTP)

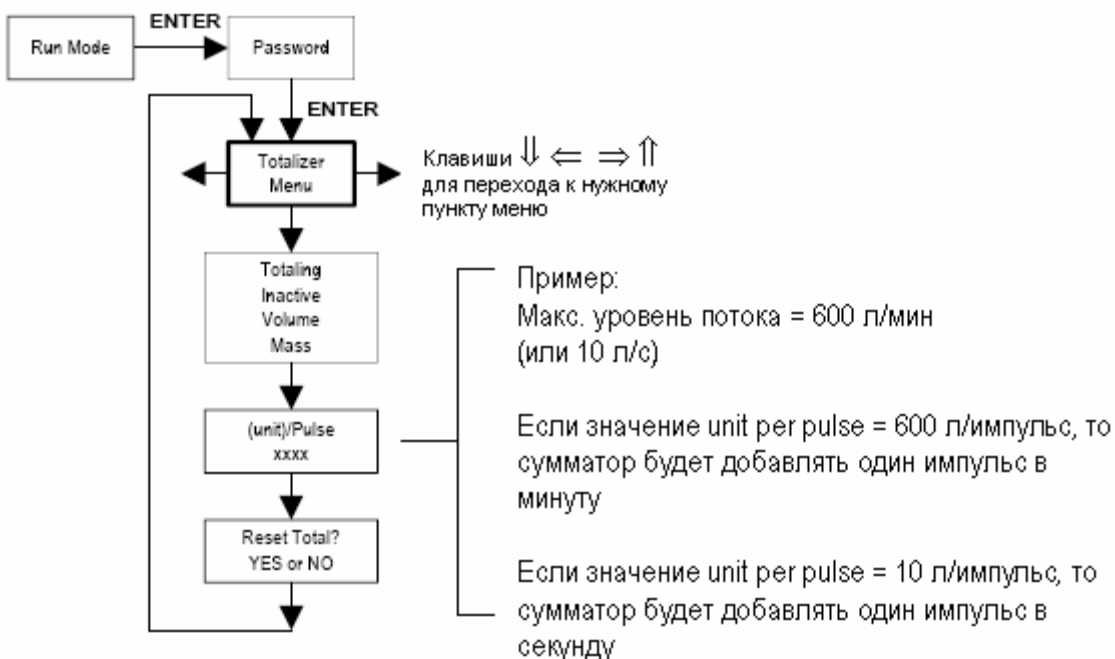


## 4.7 Меню счетчика (Totalizer Menu)

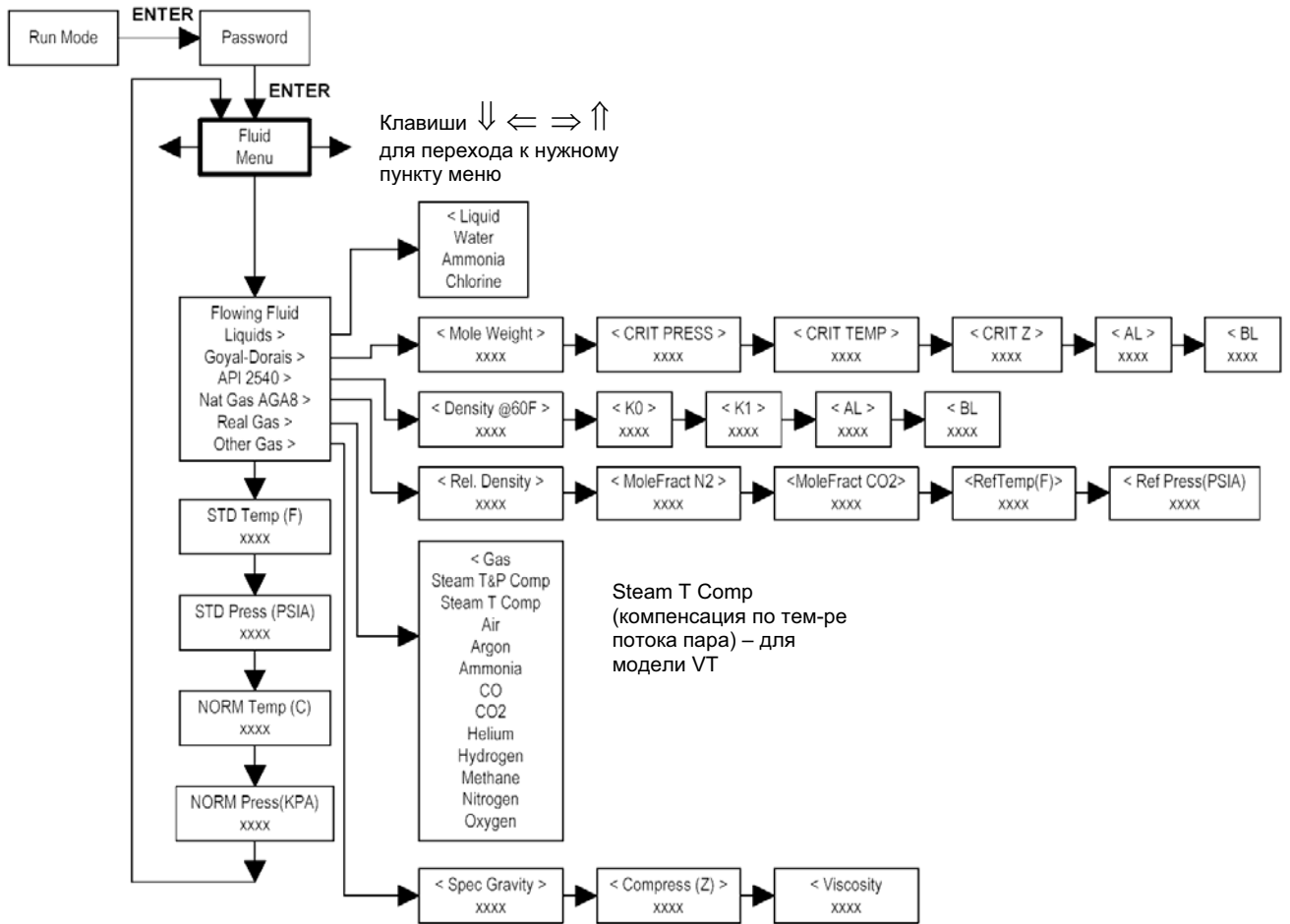
а) Для модели M22-VT, M22-VTP



б) Для модели M22-V

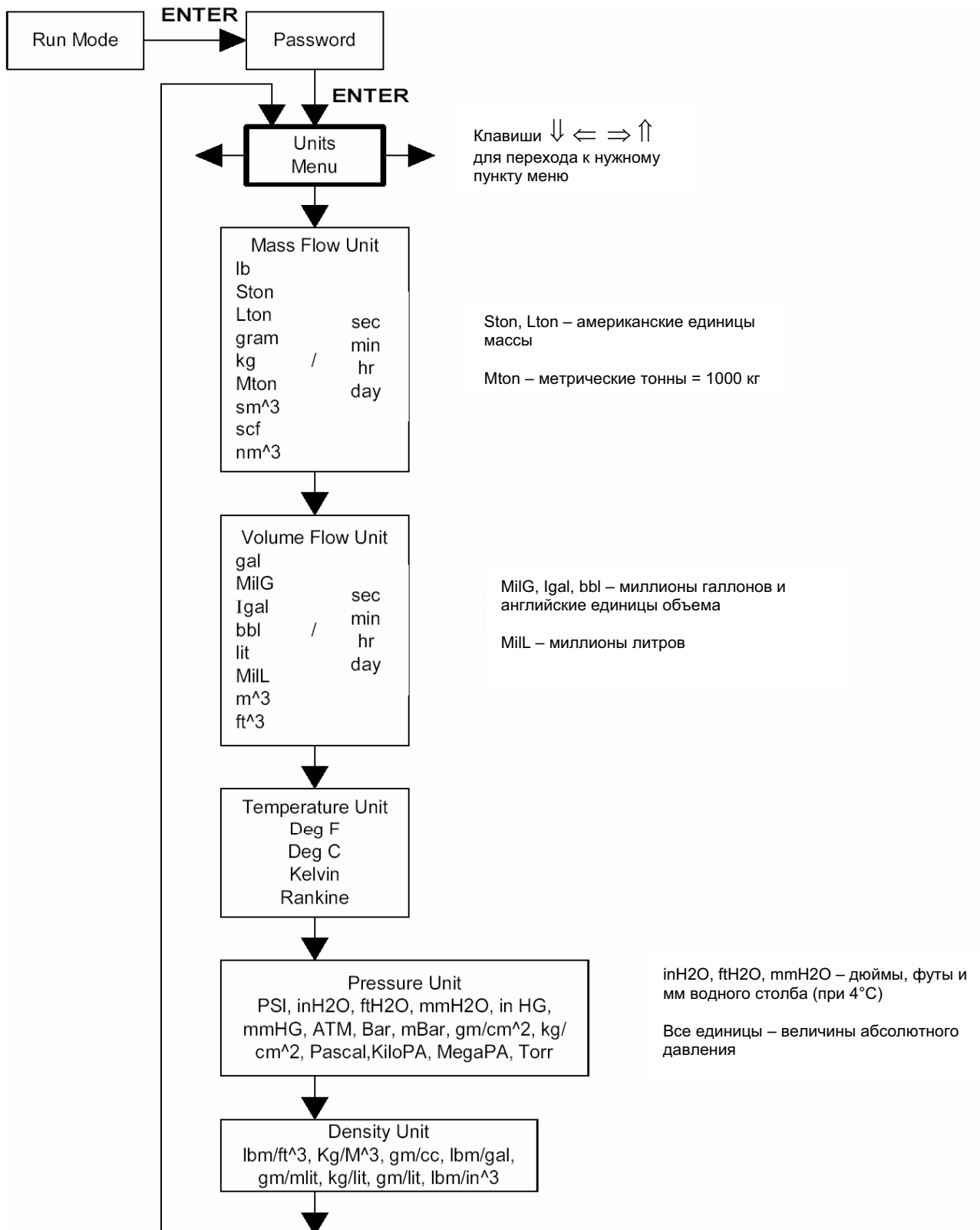


## 4.8 Меню задания среды измерения (Fluid Menu) (только для модели с M22-VT, M22-VTP)

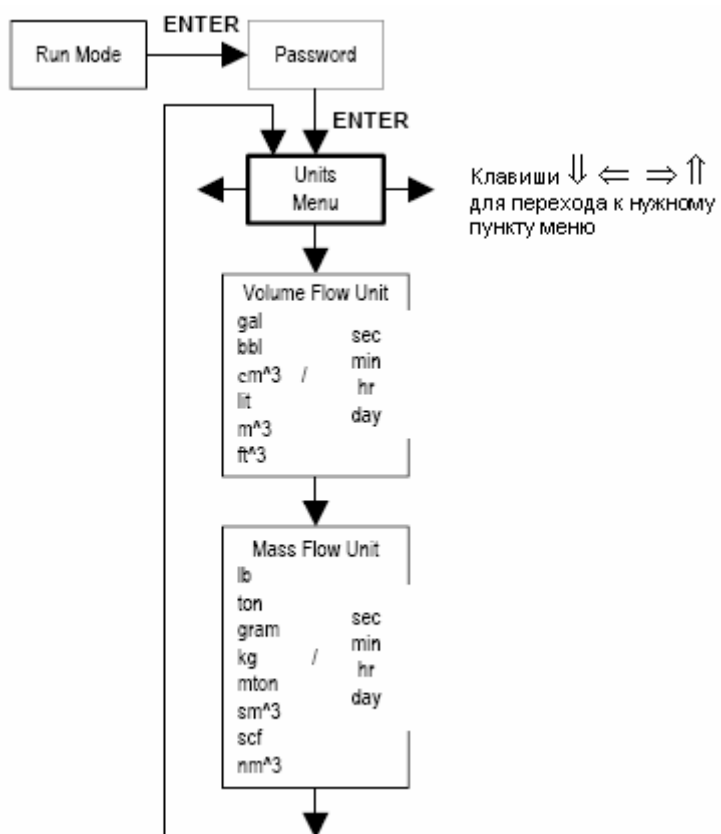


## 4.9 Меню задания физических единиц (Units Menu)

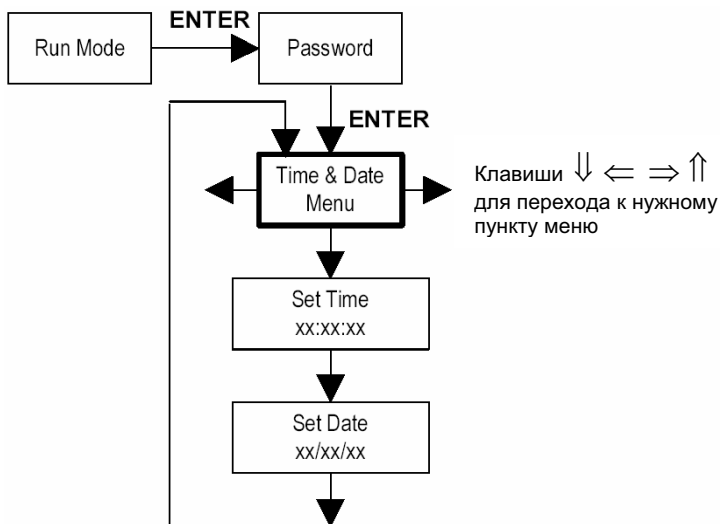
а) Для модели M22-VT, M22-VTP



б) Для модели M22-V

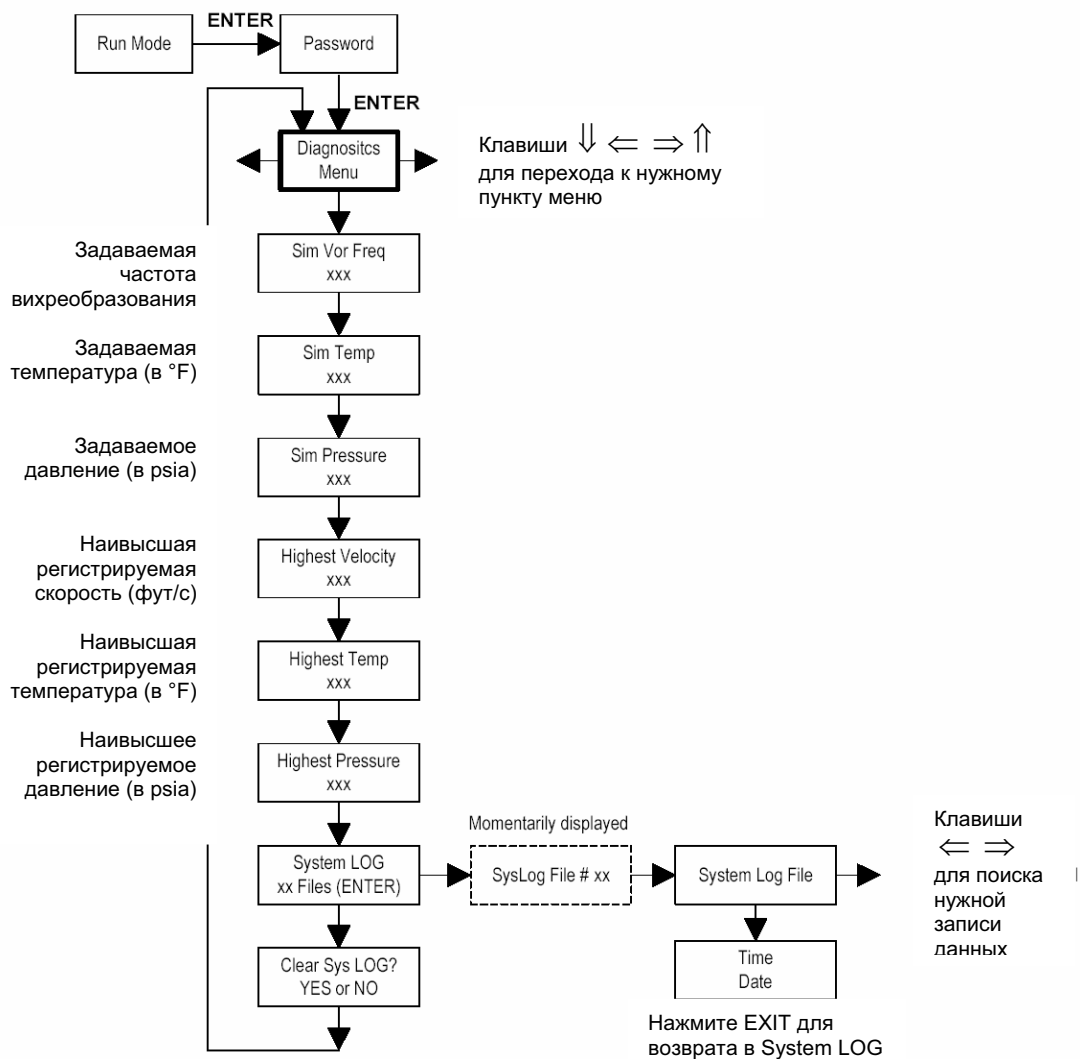


## 4.10 Меню задания дат и времени (Time & Date Menu) (только для модели с M22-VT, M22-VTP)

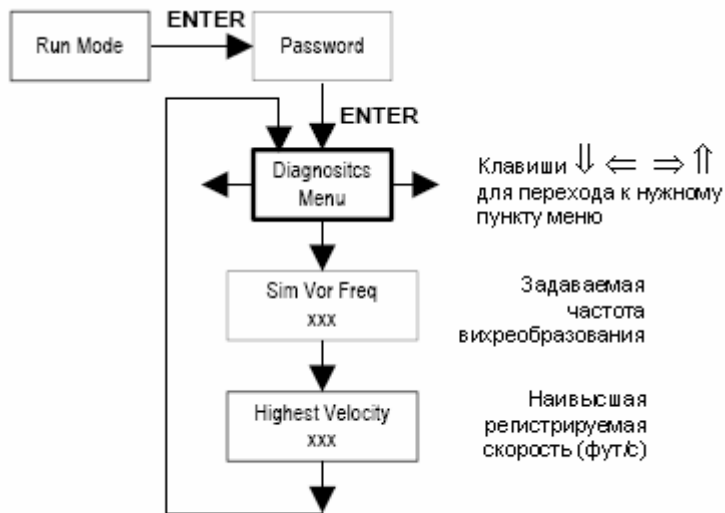


## 4.11 Меню диагностики (Diagnostics Menu)

а) Для модели M22-VT, M22-VTP

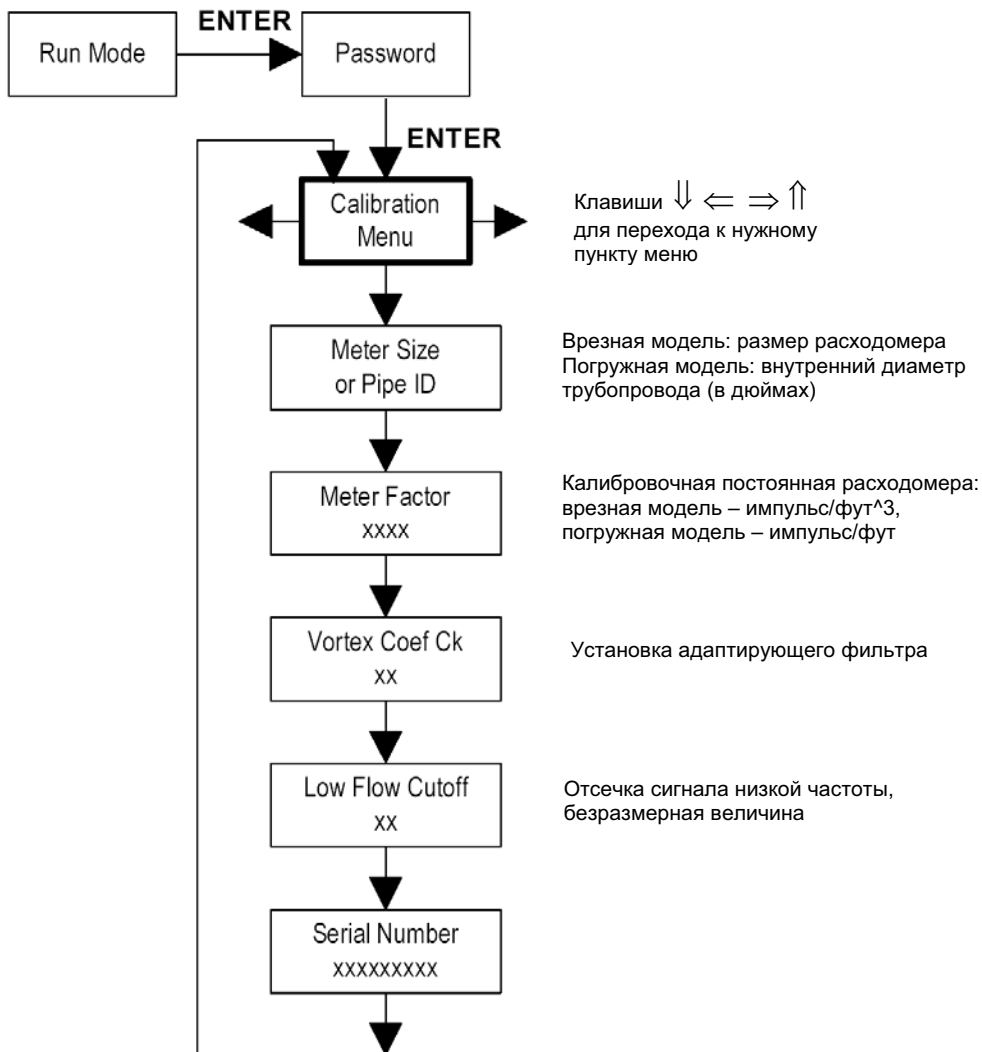


б) Для модели M22-V



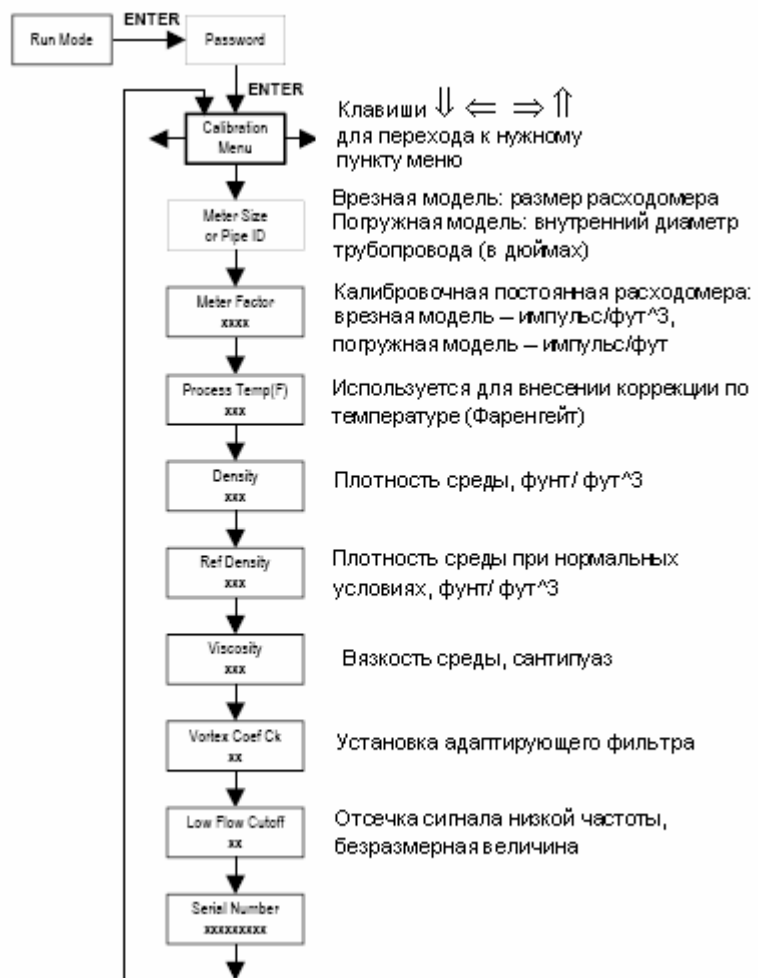
#### 4.12 Меню калибровки (Calibration Menu)

а) Для модели M22-VT, M22-VTP

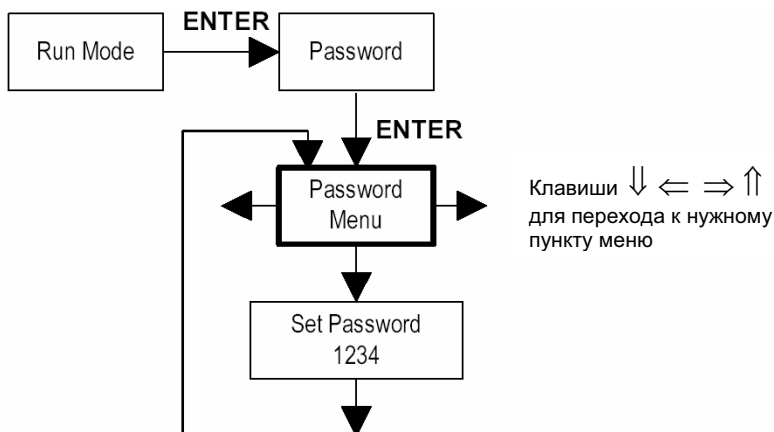




б) Для модели M22-V



**4.13 Меню задания пароля (Password Menu)**

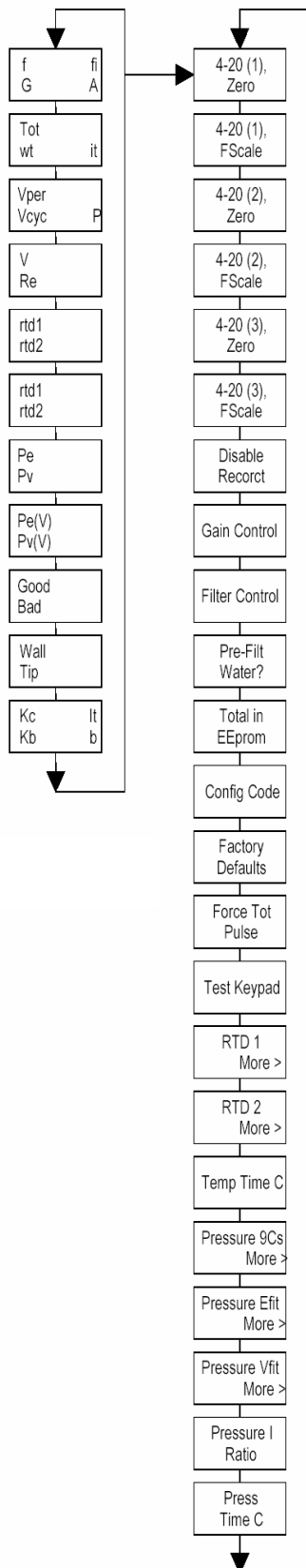


## 5. Неисправности и меры по их устранению

Прежде чем определять возможные неисправности прибора, проверьте следующие моменты:

1. Убедитесь в наличии сетевого электропитания, уровня напряжения. Проверьте полярность подключения проводов.
2. Проверьте схему подключения электропитания и схему подключения сигнальных проводов.
3. Убедитесь, что прибор установлен с соблюдением минимальных требований к длинам прямых участков до и после места установки.
4. Проверьте ориентацию датчика в канале измерения.
5. Убедитесь в отсутствии утечек в канале измерения.

### 5.1 Скрытое меню диагностики



Для получения доступа к скрытому меню диагностики необходимо при входе в главное меню расходомера ввести пароль 16363. Далее с помощью клавиш ( $\leftarrow$   $\rightarrow$ ) перейти переместиться по пунктам меню в “Diagnostics Menu” и нажать **ENTER**.

Для перемещения в правый столбец меню нажать клавишу направо клавиш ( $\Rightarrow$ ). Для перемещения назад, к левому столбцу нажать клавишу **EXIT**. Для перемещения из левого столбца в главное меню нажать клавишу **EXIT**.

#### Предупреждение!



При вводе пароля 16363 открывается полный доступ к настройкам расходомера. Следует очень внимательно относиться к их изменению, чтобы не повредить прибор.

#### Содержание столбца скрытого меню диагностики

- **4-20(1) Zero** = параметр калибровки нуля первого аналогового выхода;
- **4-20(1) FScale** = параметр калибровки полной шкалы первого аналогового выхода;
- **4-20(2) Zero** = параметр калибровки нуля второго аналогового выхода;
- **4-20(2) FScale** = параметр калибровки полной шкалы второго аналогового выхода;
- **4-20(3) Zero** = параметр калибровки нуля третьего аналогового выхода;
- **4-20(3) FScale** = параметр калибровки полной шкалы третьего аналогового выхода;
- **Disable ReCorct** = отключение коррекции числа Рейнольдса. Установить значение Yes для M22 серии и значение No для M23 серии;
- **Gain Control** = ручное управление коэффициентом усиления (только для производителя). Для активации автоматического управления коэффициентом усиления, установить значение 255;
- **Filter control** = ручное управление фильтром. Параметр изменяется на любую величину для приведения **fi** к постоянному значению. Для активации автоматического управления фильтром, установить значение 0. После фильтр автоматически установит значение параметра **fi** чуть выше значения параметра **f**;
- **Pre-Filt Water?** = дополнительный фильтр для измерения расходов жидкостей. Установить значение Yes для измерения расходов жидких сред и значение No для измерения расходов газов или пара. Этот параметр автоматически выставляется на значение Yes, когда во Fluid Menu в качестве измеряемой среды выбрана жидкость. Всегда устанавливать значение No для труб Ду 15 и Ду 20 из-за образования сильных вихрей на датчике;
- **Total in EEprom** = накопленный расход в единицах измерения, отображаемых на дисплее;
- **Config Code** = конфигурационный код (не используется);

- **Factory Defaults** = сброс всех настроек на значения, установленные на заводе. При изменении этих настроек, и нажатии ENTER, все фабричные настройки будут утеряны, и нужно переконфигурировать всю программу; важно проконсультироваться с производителем перед изменением пунктов этого меню (это требуется в очень редких случаях).
- **Force Tot Pulse** = увеличение значения сумматора помимо подсчетов; установите значение Yes и нажмите ENTER, чтобы послать один импульс (для проверки правильности счета сумматора);
- **Test Keypad** = проверка работы клавиш. Для проверки установить значение YES и нажать ENTER. При нажатии любой клавиши индикатор покажет ее работоспособность. Для выхода из режима проверки клавиш, одновременно нажать EXIT, ENTER, ←, ⇒.
- **RTD1.** для входа в меню нажать ⇒
  - **Ro** = сопротивление RTD датчика температуры при 0°C (1000 Ом).
  - **A** = коэффициент A RTD датчика температуры (.0039083).
  - **B** = коэффициент B RTD датчика температуры (-5.775e-07).
  - **Slope** = свое значение для каждого блока электроники;
  - **Int** = свое значение для каждого блока электроники;
- **RTD2** = параметры второго RTD датчика температуры – только для специальных приложений.
- **Temp Time C** = постоянная времени для температуры; оставьте значение 1 (для расчетов);
- **Pressure 9Cs** = девять коэффициентов давления – уникальны для каждого датчика давления. Для входа в меню нажать ⇒.
- **Pressure Efit.** для входа в меню нажать ⇒
  - **Slope of E** = свое значение для каждого блока электроники;
  - **Intercept of E** = свое значение для каждого блока электроники;
- **Pressure Vfit.** для входа в меню нажать ⇒
  - **Slope of V** = свое значение для каждого блока электроники;
  - **Intercept of V** = свое значение для каждого блока электроники;
- **Pressure Iratio** = Калибровочный параметр для комбинации электронного блока и датчика давления. Проконсультироваться с производителем о значении параметра.
- **Press Time C** = постоянная времени для давления; оставьте значение 1 (используется в расчетах).

## 5.2 Калибровка выходного сигнала 4-20 мА.

Для проверки выходного сигнала 4-20 мА необходимо подключить амперметр к выходным клеммам расходомера. Далее, из второй колонки скрытого диагностического меню установить значение выходной величины 0 или full scale (полная шкала). Амперметр должен показать ток 4 или 20 мА в пределах  $\pm 0.006$  мА. Если показания амперметра превышают указанную величину, подстройте прибор (из скрытого диагностического меню) так, чтобы на ток на амперметре вписался в указанные границы.

## 5.3 Неисправности расходомера

### 5.3.1 Проблема: Наличие выходного сигнала при отсутствии расхода

1. Отсечка установлена на слишком малое значение.  
Необходимо войти в первую (левую на рис.) колонку скрытого меню диагностики, записать значения параметров G и A, вычислить отношение A/G, и нужная величина отсечки должна быть чуть больше полученного значения.  
Пример:  
 $G=100, A=2500 \Rightarrow A/G=25$ . Установить отсечку на величину 28 усл. ед. в Calibration Menu. После этого расходомер перестанет реагировать на расход, меньше 28 усл. ед.

### 5.3.2 Проблема: Беспорядочное изменение выходного сигнала

1. Возможно, расход слишком мал и практически совпадает со значением отсечки, при этом всегда существуют некоторые колебания значений. Когда расход превышает значение отсечки – есть выходной сигнал, когда расход опускается ниже значения отсечки – выходной сигнал пропадает, т.е. выходной сигнал носит беспорядочный характер.  
Если предыдущая проблема решалась увеличением отсечки, то в этом случае отсечку необходимо немного уменьшить. Варьируя ее значение, добиться нормального изменения выходного сигнала и отсутствия выходного сигнала при отсутствии расхода
2. Механическая часть установки была проведена неверно.  
Проверьте, что установка произведена в соответствии с Главой 2 настоящей инструкции. Для трубокзамещающих моделей M22 серии проверьте, чтобы расходомер был установлен по

потоку, и чтобы не высовывались прокладки. Для погружных моделей M23 серии также проверьте, чтобы расходомер был установлен по потоку и глубину погружения датчика.

3. На расходомер могут влиять реальные изменения потока. Отображаемые значения могут быть «сглажены» с помощью постоянной времени в Display Menu. Выходные значения могут быть «сглажены» с помощью постоянной времени в Output Menu (TC – постоянная времени)

$$\% \text{изменения конечного значения/сек} = 100(1 - e^{-1/TC})$$

Постоянная времени:	1	4	10	50
% изменения/сек:	63%	22%	9.5%	1.9%

4. Некорректно задан коэффициент  $S_k$ .

$S_k$  – это величина, используемая для проверки того, отражает ли текущая частота допустимый вихревой сигнал при данных плотности и амплитуде сигнала. На самом деле  $S_k$  контролирует работу адаптивного фильтра,  $f_i$ . Действия: при наличии расхода войти в скрытое диагностическое меню и оценить значения  $f$  и  $f_i$  (в первом столбце скрытого меню диагностики). Величина  $f_i$  должна быть больше  $f$  примерно на 10-20%. Если Вы увеличиваете  $S_k$  в Calibration Menu, значение  $f_i$  также увеличится.  $f_i$  управляет параметрами фильтра низких частот, так что при изменении значения этого параметра меняется диапазон частот, воспринимаемых датчиком. При сильном вихревом сигнале значение параметра  $f_i$  может быть довольно большим. При высокой частоте вихрей не всегда оказывается возможным отобразить на дисплее все разряды параметра  $f_i$ . Так на экране может отображаться цифра 140, хотя реальное значение  $f_i$  1405.

### 5.3.3 Проблема: Отсутствует выходной сигнал

1. Для приборов с отдельной установкой датчика и электронного блока внимательно проверить целостность соединительного кабеля и правильность подключения контактов в соединительной коробке. В кабеле всего восемнадцать жил. Проверить каждую из них.
2. Просмотреть температуру и давление в Display Menu и проверить, чтобы они соответствовали действительности.
3. Осторожно открутить крышку электронного блока. Отсоединить провода датчика от электронных плат. Измерить сопротивление между каждым проводом датчика и землей – не должно быть коротких замыканий. Измерить сопротивление между центральной клеммой и землей – должно быть короткое замыкание. Не подключая датчик, войти в первую колонку скрытого диагностического меню и выбрать пункт vortex shedding frequency (частота вихрей на датчике). Приложить палец к трем клеммам на электронной плате. Расходомер должен измерить электрический шум, например 60 Гц. Если все в порядке, подсоединить провода датчика к электронным платам.
4. Полностью проверить все настройки прибора и неисправности описанные ранее. Возможна причина неисправности уже была описана. Если же причину неисправности не удалось обнаружить, свяжитесь с поставщиком или производителем

### 5.3.4 Проблема: Расходомер показывает неверную температуру

1. Для приборов с отдельной установкой датчика и электронного блока внимательно проверить целостность соединительного кабеля и правильность подключения контактов в соединительной коробке. В кабеле всего восемнадцать жил. Проверить каждую из них.
2. В первой колонке скрытого диагностического меню проверить сопротивление rtd1. При комнатной температуре оно должно равняться 1080 Ом.

3. Осторожно открутить крышку электронного блока. Отсоединить датчик температуры от электронных плат. Измерить сопротивление между контактами датчика – оно должно равняться 1080 Ом при комнатной температуре. Не подключая датчик, измерить ток на электронной плате между клеммами для подключения датчика температуры – он должен составить примерно 0.2 мА. Подсоединить провода датчика к электронным платам и измерить напряжение через клеммы – оно должно составить около 0.216 В, при комнатной температуре.
4. Проконсультируйтесь с производителем или поставщиком.

### 5.3.5 Проблема: Расходомер показывает неверное давление

5. Для приборов с отдельной установкой датчика и электронного блока внимательно проверить целостность соединительного кабеля и правильность подключения контактов в соединительной коробке. В кабеле всего восемнадцать жил. Проверить каждую из них.
6. Осторожно открутить крышку электронного блока. Отсоединить датчик давления от электронных плат. Измерить сопротивление между внешними контактами датчика, затем между внутренними контактами – оно должно равняться примерно 4000 Ом при комнатной температуре. Не подключая датчик, измерить ток на электронной плате между клеммами для подключения датчика давления – он должен составить примерно 0.4 мА
7. В первой колонке скрытого диагностического меню записать значения параметров  $P_e(V)$  и  $P_v(v)$ . Проконсультируйтесь с производителем или поставщиком.

## 5.4 Замена электронного блока

### Предупреждение!



Перед началом всех работ, связанных с ремонтом прибора без его демонтажа, убедитесь в том, что а) отключено электропитание, б) снято давление в измерительном канале.

### Внимание !



Электронный блок чувствителен к статическому электричеству. Предпринимайте все меры, чтобы снять электростатические заряды и не создать условия для их возникновения.

1. Выключите электропитание.
2. Найдите и отпустите стопорные винты на большой крышке электронного блока. Открутите и снимите крышку, получив доступ к каркасу электронных плат.
3. Найдите и отпустите стопорные винты на меньшей крышке электронного блока. Открутите и снимите крышку, получив доступ к клеммам кабельных соединений. Отмаркируйте провода и отсоедините их.
4. Найдите проводные окончания датчиков, выходящие из внутренней полости штанги к гнездам на печатных платах. С помощью узких плоскогубцев отсоедините клеммники проводников от печатных плат.
5. Найдите 4 утопленных винта, расположенных по окружности терминальной платы. Отпустите эти винты, освободив каркас электронных плат от крепления к корпусу электронного блока.
6. Осторожно вытяните каркас с платами через противоположную часть корпуса. Если каркас выходит с усилием, рукояткой отвертки прижмите уплотняющую резиновую прокладку на корпусе блока. Следите, чтобы каркасом не зацепить провода, идущие от датчиков прибора.
7. При сборке выполните все операции в обратном порядке.

## **5.5 Процедура возврата оборудования**

Электронный блок может быть заменен в полевых условиях на всех Pro-V серии M22. Без демонтажа прибора могут быть заменены также датчики давления и расхода на трубокзамещающем приборе M22. Все другие замены должны выполняться в заводских условиях. Замена датчиков и электронного блока требует поверки прибора для контроля точности измерений.

При необходимости отправки прибора на завод обращайтесь в ООО «FLOWTEK»  
По тел: (351) 796-59-94, 233-97-90 E-mail: [flow@flowkom.ru](mailto:flow@flowkom.ru)

## Приложение А. Диапазоны измерения расходов

Диапазоны расходов воды									
Единицы измерения	Условные диаметры труб Ду								
	15	20	25	40	50	80	100	150	200
м <sup>3</sup> /ч мин	0,2	0,3	0,5	1,3	2,1	4,7	8,1	18	32
м <sup>3</sup> /ч макс	5	9	15	38	63	140	244	554	970

Диапазоны расходов насыщенного пара (мин/макс) кг/ч									
Давление	Условные диаметры труб Ду								
	15	20	25	40	50	80	100	150	200
0 ати	3	5	8	19	32	72	126	286	500
	18	42	91	224	375	838	1459	3309	5797
5 ати	6	11	18	45	75	167	290	658	1153
	95	224	485	1192	1992	4455	7754	17581	30799
10 ати	8	15	24	59	99	222	387	877	1537
	168	397	862	2118	3539	7915	13777	31237	54720
15 ати	9	17	29	71	119	266	463	1050	1840
	241	569	1236	3036	5073	11347	19750	44779	78444
20 ати	11	20	33	81	136	304	529	1199	2100
	314	742	1610	3956	6611	14787	25738	58355	102226
30 ати	13	24	40	99	165	369	642	1455	2548
	463	1092	2370	5822	9729	21763	37880	85884	150451

Диапазоны расходов воздуха (мин/макс) нм <sup>3</sup> /ч при 20°С									
Давление	Условные диаметры труб Ду								
	15	20	25	40	50	80	100	150	200
0 ати	3	5	9	21	36	79	138	313	549
	28	66	142	350	584	1307	2275	5157	9034
5 ати	7	13	21	52	87	194	337	764	1339
	165	390	847	2080	3476	7775	13533	30862	53749
10 ати	9	17	29	70	117	262	457	1035	1814
	304	716	1554	3819	6381	14273	24844	56329	98676
15 ати	11	21	34	85	142	317	551	1250	2190
	442	1044	2265	5565	9299	20801	36205	82087	143801
20 ати	13	24	40	97	162	363	632	1434	2511
	582	1373	2979	7318	12229	27354	47612	107949	189105
30 ати	16	29	48	118	198	442	770	1745	3057
	862	2034	4414	10843	18119	40529	70544	159942	280187

## Приложение В. Вычисление расхода пара, газа, жидкости

### Вычисление расхода пара «Steam T&P»

Когда в пункте меню «Fluid Menu / Real Gas» выбрана опция «Steam T&P», массовый расчет пара производится по следующим формулам:

#### Плотность

$$\begin{aligned}v &= (4555.04 \cdot T) / p + B \\B &= B_0 + B_0^2 g_1(\tau) \tau p + B_0^4 g_2(\tau) \tau^3 \cdot p^3 - B_0^{13} g_3(\tau) \tau^{12} \cdot p^{12} \\B_0 &= 1.89 - 2641.62 \cdot \tau \cdot 10^{80870:2} \\g_1(\tau) &= 82.546 \cdot \tau - 1.6246 \cdot 10^5 \cdot \tau^2 \\g_2(\tau) &= 0.21828 - 1,2697 \cdot 10^5 \cdot \tau^2 \\g_3(\tau) &= 3,635 \cdot 10^{-4} - 6,768 \cdot 10^{64} \cdot \tau^{24}\end{aligned}$$

где  $\tau = 1/(\text{температура в } ^\circ\text{K})$

Плотность может быть найдена из выражения  $1/(v/\text{стандартная плотность воды})$

#### Вязкость

$$\eta = (1,501 \cdot 10^{-5} \cdot T^{1/2}) / (1 + 446.8/T)$$

где  $T = \text{температура в } ^\circ\text{K}$ .

### Вычисление расхода реального газа «Real Gas» и «Other Gas»

Эта формула используется для вычисления массового расхода газа, когда в пункте меню «Fluid Menu / Real Gas» выбрана опция «Gas» или «Other Gas».

#### Плотность

Плотность для реальных газов вычисляется по формуле:

$$\rho = G \cdot M_w \cdot p_f / Z \cdot R_0 \cdot T$$

где  $G$  – удельный вес;

$M_w$  – молекулярная масса воздуха;

$p_f$  – давление газа;

$Z$  – сжимаемость газа;

$R_0$  – универсальная газовая постоянная;

$T$  – температура газа

#### Вязкость

Для реальных газов вязкость вычисляется по следующей формуле:

$$\mu_{ср} = a T_K^n$$

где коэффициенты считаются по двум известным вязкостям при разных температурах:

$$n = \ln[(\mu_{ср})_1 / (\mu_{ср})_2] / \ln(T_{K1} / T_{K2})$$

$$a = (\mu_{ср})_1 / T_{K1}^n$$



## Вычисление расхода жидкости “Other Liquid”

Эта формула используется для вычисления массового расхода жидкостей, когда в пункте меню «Fluid Menu» выбрана опция «Other Liquid».

### Плотность

По формуле для удельного веса жидкости:

$$G_F = (\rho_c Mw / T_c) (0.008 / Z_c^{0.773} - 0.01102 \cdot T_f / T_c)$$

Плотность вычисляется через удельный вес.

### Вязкость

Для расчетов используются два значения вязкости при разных температурах:

$$\mu = A_L \exp(B_L / T_{°R})$$

$$B_L = T_1 T_2 \ln(\mu_1 / \mu_2) / (T_1 - T_2)$$

$$A_L = \mu_1 / \exp(B_L / T_1)$$

Температуры указаны в °R (градусы Ранкина)

## Приложение С. Потери давления

Потери давления на полнопроходном расходомере М22 рассчитываются по формуле:

$$\Delta P_{жид} = \frac{(0,425 \cdot \rho \cdot Q_1^2)}{D^4}$$

$$\Delta P_{газ} = \frac{(118 \cdot \rho \cdot Q_2^2)}{D^4}$$

Где,

$\Delta P$	- падение давления, кПа
$\rho$	- плотность среды, кг/м <sup>3</sup>
$Q_1$	- расход жидкости, л/мин
$Q_2$	- расход газа объемный, м <sup>3</sup> /час
$D$	- диаметр трубопровода внутренний, мм

Потери давления на погружном расходомере М23 пренебрежимо малы.

## Приложение D. Минимальное обратное давление (только для жидкости)

Давление среды в измеряемом трубопроводе быть достаточно высоким, чтобы исключить возникновения кавитации. Требуемое минимальное давление в трубопроводе рассчитывается по формуле:

$$P_{обр} = 2,9 \cdot \Delta P + 1,3 \cdot P_n$$

Где,

$P_{обр}$	- минимальное обратное давление, бар
$\Delta P$	- падение давления, бар
$P_n$	- давление насыщенного пара в жидкости при рабочей температуре, бар абс

Кавитация не возникает если выполняется условие

$$P_{раб} \geq P_{обр}$$

## Приложение Е. Компенсация температурных расширений

Основное уравнение измерения расхода:

$$V = f / K-f \text{ original}$$

Здесь

V – скорость потока,

f – частота образования вихрей,

K-f original – первичный коэффициент преобразования (при условиях калибровки).

Уравнение температурной коррекции:

$$K \text{ коррекции} = 1 - 3 A (T - 70 \text{ (градF)}),$$

где

T – температура среды (град F),

$$A = 9,4 \times 10^{-6}.$$

Скорректированный K-фактор равен:

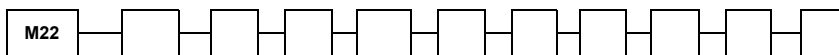
$$K-f \text{ корр} = K \text{ коррекции} \times K-f \text{ original}$$

Корректировка выполняется на объемных расходомерах PRO-V пользователем при задании рабочих параметров измерения с лицевой панели расходомера.

В версии расходомера с встроенным или выносным датчиком температуры PRO-VT коррекция теплового расширения возбудителя потока выполняется автоматически электронным блоком расходомера на всем температурном диапазоне, т.е. от – 40 °C до + 400 °C.

Для погружных расходомеров M23 параметр A пренебрежимо мал.

Коды заказа расходомера Pro-V модель M22



M22	Полнопроходной многопараметрический массовый вихревой расходомер, для жидкостей, газа и пара. Двух и четырех проводные схемы
-----	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Многопараметричность	
V	Объемный расход жидкости, газов и пара. Двухпроводная схема
VT	Преобразователи температуры и объемного расхода. Массовый расход с температурной компенсацией
VTP	Преобразователи температуры, давления и объемного расхода. Массовый расход с компенсацией по температуре и давлению с автоматической корректировкой профиля потока по вычислению Re
VT-EM	Вычисление тепловой энергии для пара и горячей воды по расходу и энтальпии
VTP-EM	Аналогичен VT-EM только с преобразователем давления

Условный диаметр	
04	1/2-дюйма Номинальный диаметр (15 мм)
06	3/4-дюйма Номинальный диаметр (20 мм)
08	1-дюйм Номинальный диаметр (25 мм)
12	1 1/2-дюйма Номинальный диаметр (40 мм)
16	2-дюйма Номинальный диаметр (50 мм)
24	3-дюйма Номинальный диаметр (80 мм)
32	4-дюйма Номинальный диаметр (100 мм)
48	6-дюймов Номинальный диаметр (150 мм)
64	8-дюймов Номинальный диаметр (200 мм)

Материал проточной части прибора	
C	Углеродистая сталь
S	Нержавеющая сталь (316)
H	Хастеллой

Подключение к процессу (класс фланцев)	
150	Фланцы ANSI 150
300	Фланцы ANSI 300
600	Фланцы ANSI 600
W	Сэндвич до ANSI 600 (PN64)
16	PN 16
40	PN 40
64	PN 64

Электронный блок	
L	Электронный блок компактное исполнение
R ( )	Разнесенная версия электронного блока, в скобках указывается длина в м, максимально 17м

Дисплей	
DD	С дисплеем и кнопками для программирования
ND	Без дисплея

Питание	
DC	От 12-36 Вольт постоянного тока
AC	От 100 до 240 Вольт переменного тока 50/60 Гц Потребляемая мощность 2 Вт

Выходные сигналы	
1AH	Один аналоговый (4-20 мА), один релейный, один импульсный, HART протокол
1AM	Один аналоговый (4-20 мА), один релейный, один импульсный, MODBUS протокол
3AH	Три аналоговых (4-20 мА), три релейных, один импульсный, HART протокол
3AM	Три аналоговых (4-20 мА), три релейных, один импульсный, MODBUS протокол

Температура измеряемой среды	
ST	Стандартная температура от -40 до 205 град С
HT	Высокотемпературный диапазон до 400 град С

Давление среды (датчик)	
P0	Без датчика давления
P1	Максимально 2 бар, перегрузка до 4 бар
P2	Максимально 7 бар, перегрузка до 14 бар
P3	Максимально 20 бар, перегрузка до 41 бар
P4	Максимально 34 бар, перегрузка до 64 бар
P5	Максимально 100 бар, перегрузка до 175 бар