



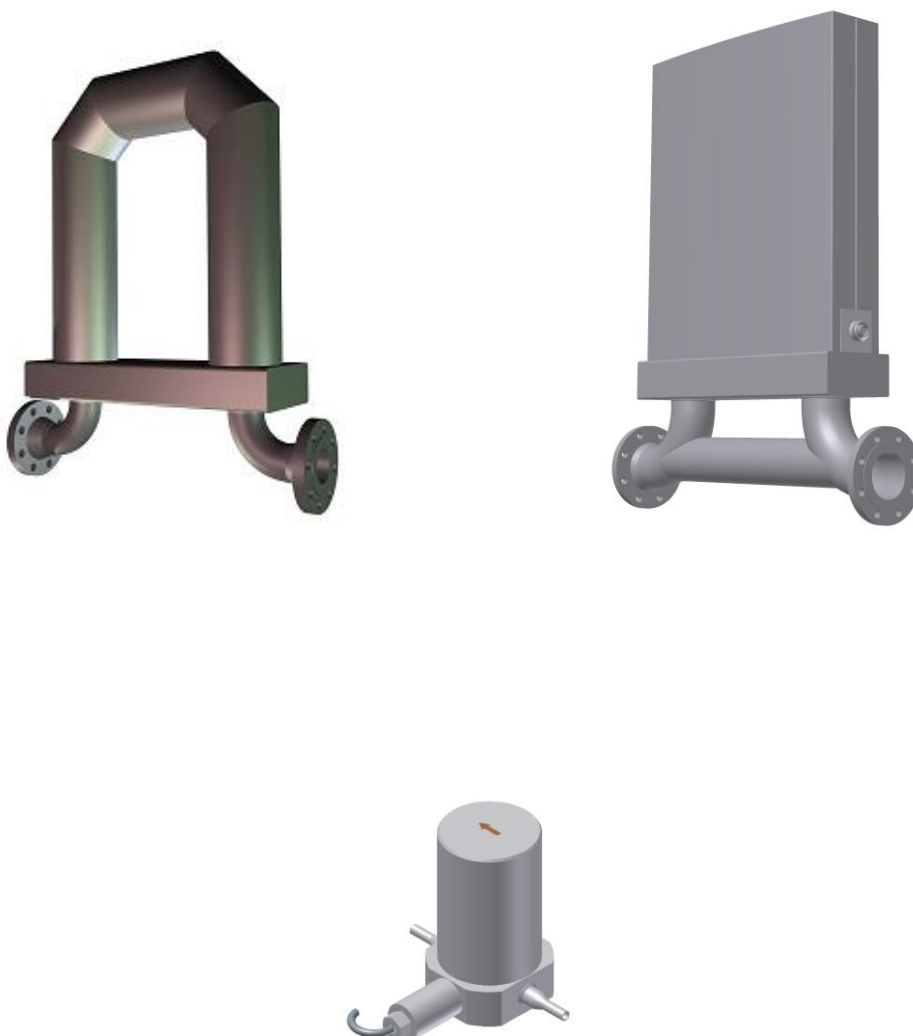
**MMG Instrument & Service Ltd.**  
**H – 1036 Budapest, Dereglye utca 1**  
[www.mmgy.hu](http://www.mmgy.hu)



## ТЕХНИЧЕСКИЙ ПАСПОРТ

# CORI-FORCE CMM

Прибор измерения массового расхода и плотности



---

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                             |           |
|-------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ .....</b>             | <b>3</b>  |
| <b>2. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ.....</b>                             | <b>3</b>  |
| <b>3. ПОСТРОЕНИЕ ПОЛЬНОГО ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КОНТУРА.....</b>   | <b>4</b>  |
| <b>4. МЕХАНИЧЕСКАЯ КОНСТРУКЦИЯ.....</b>                     | <b>5</b>  |
| <b>5. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ .....</b>                          | <b>5</b>  |
| 5.1 Типовая номенклатура.....                               | 5         |
| 5.2 Качество материалов в контакте с измеряемой среды ..... | 5         |
| 5.3 Ожидаемая перепада давления .....                       | 5         |
| 5.4 Пределы температуры .....                               | 6         |
| 5.5 Погрешности измерения .....                             | 6         |
| 5.5.1 Погрешность измерения массового расхода .....         | 6         |
| 5.5.2 Пределы и погрешность измерения плотности .....       | 6         |
| 5.5.3 Погрешность измерения температуры .....               | 7         |
| 5.6 Механические размеры, присоединения, масса.....         | 7         |
| 5.7 Перегружаемость .....                                   | 7         |
| <b>6. ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ УКАЗАНИЯ .....</b>                    | <b>7</b>  |
| <b>7. ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ .....</b>                  | <b>7</b>  |
| 7.1 Меры безопасности.....                                  | 7         |
| 7.2 Электрические подключения.....                          | 8         |
| 7.3 Предварительная установка, ввод в эксплуатацию .....    | 8         |
| <b>8. ТЕХНИЧЕСКИЙ УХОД, РЕМОНТ .....</b>                    | <b>9</b>  |
| <b>9. МЕХАНИЧЕСКИЕ РАЗМЕРЫ.....</b>                         | <b>9</b>  |
| <b>10. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОЗИЦИИ И ФИКСАЦИИ СММ.....</b>      | <b>10</b> |

## 1. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

При управлении промышленными процессами, наряду с характеристиками состояний, как известно, важным требованием является необходимость обеспечения возможности контроля, измерения и регулирования материальных потоков. Во многих случаях достаточным оказывается измерение объемного расхода, однако, все чаще возникает необходимость в контроле массовых соотношений, массового равновесия, или же необходимость в коммерческом учете продукта по массе. Измерение массового расхода, основывающееся на измерении объемного расхода и построенное на традиционных измерительных приборах, называют и косвенным измерением, так как масс-расход при этом определяется косвенно: путем внесения поправок, учитывающих различные характеристики состояния {плотность, давление, температуру, состав и т.п.}. Данный метод характеризуется большим числом дополнительных погрешностей и ошибок. Масс-расходомер непосредственного действия служит для устранения последних.

Ниже перечисляется несколько областей применения, в большинстве которых беспроblemным решением задачи может служить почти исключительно только непосредственное измерение массового расхода:

- Дозирование агрессивных сред в химических заводах
- Измерение и регулирование массового равновесия при смешения
- Измерение, залив коммерческий расчет по массе жидких газов (LPG, LNG)
- Непосредственное измерение массы газов (CNG) без коррекции по давлению и по температуре
- Измерение ил, шламов, многофазных сред высокой вязкости

### ВНИМАНИЕ!

Если массрасходомер CORI-FORCE-CMM применяется во взрывоопасной окружающей среде необходимо обеспечить искробезопасность чувствительного элемента с помощью специально разработанного блока искробезопасности! Искробезопасный блок входит в комплект вторичного блока типа C-MASS и имеет два вида исполнения:

- 3694-0-100-0 отдельный блок установленный в надежной зоне на границе взрывоопасной зоны
- 3695-1-010-0 встроенный в вторичный блок C-MASS-021-D взрывобезопасного исполнения.

Чувствительный элемент (первичный блок) CORI-FORCE-CMM в обоих случаях имеет степень взрывоопасной защиты:



**II 2G Ex ib IIB T3/T6**

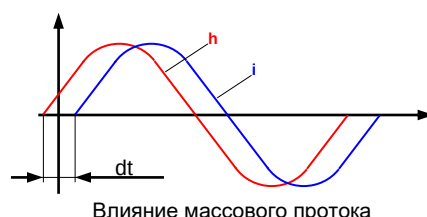
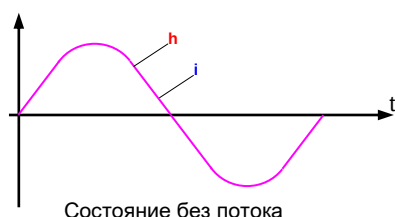
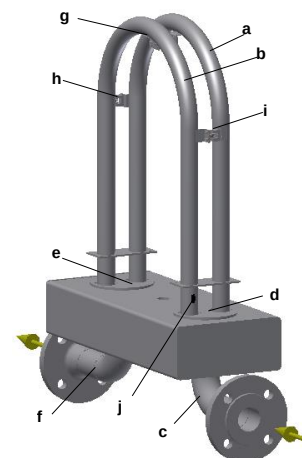
в соответствии стандартам EN 60079-0:2013; EN 60079-11:2013; EN 61241-0:2006; EN 61241-1:2004.

## 2. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

Как известно, сила Кориолиса  $F_c$ , действующая на массу  $m$ , движущуюся со скоростью  $v$  в системе, вращающейся с угловой скоростью  $\omega$ , пропорциональна векторному произведению угловой скорости и скорости массы:

$$F_c = 2 \cdot m \cdot \omega \times v$$

Массу протекающую по трубе провести через вращающейся системы довольно сложно, но используя вместо вращающейся трубной системы вибрирующей трубной системы техническое построение прибора значительно упрощается и преимущества полученные из за биений могут быть воспользованы. Рисунок справа изображает прибор без коробки покрытия. Видно, что CORI-FORCE-CMM содержит вибрирующие измерительные потрубки (а,в). Поступающее через входной трубы (с) расходомера массовый поток разделяет разделитель потока (d) на две параллельные и симметрично расположенные измерительные потрубки. Измеряемая среда протекая через измерительных потрубок на выходе в разделителе потока (e) снова объединяется и вытекает из прибора через выходной трубы (f). Симметрично расположенные измерительные потрубки по заданной частоте симметрично вибрируют благодаря монтируемому по нему электромагниту (g). Также монтируемые по потрубкам приемники (h,i) вибрации принимают частоту и чувствуют симметричность вибраций. Без расхода на обоих приемниках вибраций и по частоте и по амплитуде вибрации равные синусоидальные сигналы. Поскольку вибрирующие потрубки принимаются как периодически вращающиеся системы и если через них протекает масса образуются силы Кориолиса. В результате этих сил симметричность вибраций разрушается и сигнал смещается по фазе одной потрубки от синусоидальной фазе другой потрубки. Величина смещения по времени (df) пропорциональна массовому расходу. Терморезистор (j) измеряющий температуры среды установлен на стенке одной из потрубок.



### 3. ПОСТРОЕНИЕ ПОЛЬНОГО ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КОНТУРА

*Измерительный контур состоит из двух основных частей:*

#### **Чувствительный элемент CORI-FORCE CMM**

который описывается в данном техпаспорте и в состав которого входят вышеописанные трубные контуры, вибрирующие датчики и приемные элементы, термометр сопротивления измеряющий температуру среды, присоединительные элементы, кабельные присоединения и другие.

#### **Блок обработки сигналов C-Mass**

который принимает сигналы чувствительного элемента (первичника) и сигналы термометра, обеспечивает привод вибрирующих катушек, рассчитывает массовых расход, плотность среды и прочие связанные с этим данных.

Различные варианты блоков обработки детально представлены в отдельном техническом паспорте, поэтому теперь ознакомим вас только с самыми важными формулами расчетов.

Расчет массового расхода из смещения по времени вибрационных приемников осуществляется по следующей формуле:

$$Mf = K \cdot dt$$

|      |           |                       |                      |
|------|-----------|-----------------------|----------------------|
| где: | <b>Mf</b> | Массовый расход       | [kg/s]               |
|      | <b>K</b>  | Коэффициент пропорции | [kg/s <sup>2</sup> ] |
|      | <b>dt</b> | Смещение по времени   | [s]                  |

Коэффициент пропорции **K** по мимо геометрии вибрирующих потрубок зависит от модуля упругости материала. Поэтому это постоянное в небольшой мере зависит от температуры.Эту зависимость от температуры блок обработки непрерывно компенсирует с тем, что значение коэффициента **K** считает по нижеуказанной формуле:

$$K = FF \cdot FA \cdot [1 + aT \cdot (T - TB)]$$

|      |           |                                              |                      |
|------|-----------|----------------------------------------------|----------------------|
| где: | <b>FF</b> | калибровочное постоянное                     | [kg/s <sup>2</sup> ] |
|      | <b>FA</b> | умножающий фактор калибровочного постоянного | [-]                  |
|      | <b>aT</b> | фактор температуры                           | [1/°C]               |
|      | <b>T</b>  | температуры вибрирующей трубы                | [°C]                 |
|      | <b>TB</b> | относительная температура калибровки расхода | [°C]                 |

Измерением резонансной частоты возможно и с помощью следующей формулы определить плотность среды:

$$De = DeA + \frac{DeB}{fRe^2 \cdot [1 + DeC \cdot (T - T0D)]}$$

|      |            |                                                   |                                      |
|------|------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------|
| где: | <b>De</b>  | моментальное значение плотности                   | [kg/m <sup>3</sup> ]                 |
|      | <b>fRe</b> | частота вибраций                                  | [Hz]                                 |
|      | <b>T</b>   | температура среды                                 | [°C]                                 |
|      | <b>DeC</b> | фактор температуры                                | [1/°C]                               |
|      | <b>DeA</b> | калибровочный постоянное                          | [kg/m <sup>3</sup> ]                 |
|      | <b>DeB</b> | калибровочный постоянное                          | [kg/m <sup>3</sup> /s <sup>2</sup> ] |
|      | <b>T0D</b> | относительная температура калибровки по плотности | [°C]                                 |

**Суммируя:** Измерительный контур массового расхода содержит три чувствительных элементов, которые одновременно и независимо друг от друга измеряют следующие величины:

#### **массовый расход, плотность, температура**

Блок обработки с использованием этих трех первичных величин подсчитает остальные значения. Основные из них:

|                         |                                      |
|-------------------------|--------------------------------------|
| <b>суммарная масса</b>  | $\Sigma M = \int_{t0}^t Mf \cdot dt$ |
| <b>объемный расход</b>  | $Vf = \frac{Mf}{De}$                 |
| <b>суммарный расход</b> | $\Sigma V = \int_{t0}^t Vf \cdot dt$ |

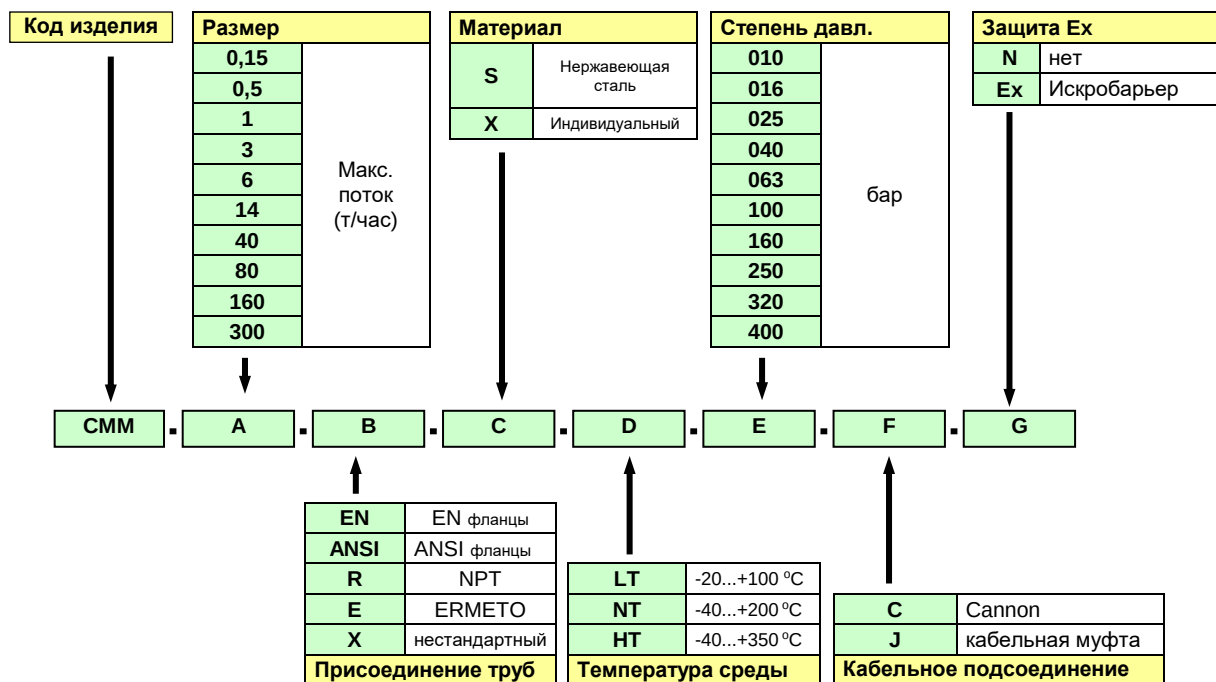
По мимо вышеуказанных основных расетов имеется возможность для расчето других величин и показаний и их передач в зависимости от версии софтвера блока браотки по описанию техпаспорта вторичного блока.

## 4. МЕХАНИЧЕСКАЯ КОНСТРУКЦИЯ

Выбирующие потрубки расположены в нераскрываемой коробке из нержавеющей материала. Присоединение к процессу прибора, варианты монтажа и электрическое присоединение прибора по разделу 9.

## 5. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

### 5.1 Типовая номенклатура



### 5.2 Качество материалов в контакте с измеряемой среды

Измерительные трубы: нержавеющая сталь (1.4404)

Другие смачиваемых частей: нержавеющая сталь (1.4541 и 1.4301)

Специальные материалы (Hastelloy C22; Titanium) для специально разработан датчик

### 5.3 Ожидаемая перепада давления

| Размер   | Перепад давления<br>(вода @ +20 °C)<br>[ бар] |
|----------|-----------------------------------------------|
| CMM 0,15 | 2                                             |
| CMM 0,5  | 1,9                                           |
| CMM 1    | 1,7                                           |
| CMM 3    | 1,5                                           |
| CMM 6    | 1,9                                           |
| CMM 14   | 1,0                                           |
| CMM 40   | 1,3                                           |
| CMM 80   | 0,9                                           |
| CMM 160  | 1,8                                           |
| CMM 300  | 2,1                                           |

В случае среды отличающееся от воды потерь давлении может быть подсчитанно при известной вязкости и плотности. Для расчета обращайтесь производителю за помощью!

Обращаем внимание на опасность явления кавитации, которое может привести к ложному результату измерения, если оно возникает внутри измерительных труб. Кавитация возникает в том случае, если давление жидкости в одном заданном месте снижается ниже уровня насыщения, относящегося к температуре, измеряемой в указанном месте. Условия избежания данного явления могут быть определены при точном знании вида и температуры измеряемого материала. Возникновение кавитации можно избежать применением клапана для поддержания давления на выходе прибора. Значение поддерживаемого давления за прибором в клапане должно быть 0,5 бар больше чем давление насыщения при максимальной температуре.

## 5.4 Пределы температуры

Пределы температуры среды, измеряемой масс-расходомером:

|                                |               |
|--------------------------------|---------------|
| <b>LT</b> суженный диапазон:   | -20...+100 °C |
| <b>NT</b> нормальный диапазон: | -40...+200 °C |
| <b>HT</b> широкий диапазон:    | -40...+350 °C |

Температурный диапазон окружения устройства восприятия: -40... +60 °C

### Внимание!

В случае искробезопасной защиты, диапазон температуры зависит от класса температуры степени защиты.

## 5.5 Погрешности измерения

### 5.5.1 Погрешность измерения массового расхода

Максимальная погрешность измерения масс-расхода складывается из двух составляющих, а именно, из:

- ±0.2 % от измеренного значения и
- ±0.05 % от верхнего предела измерения

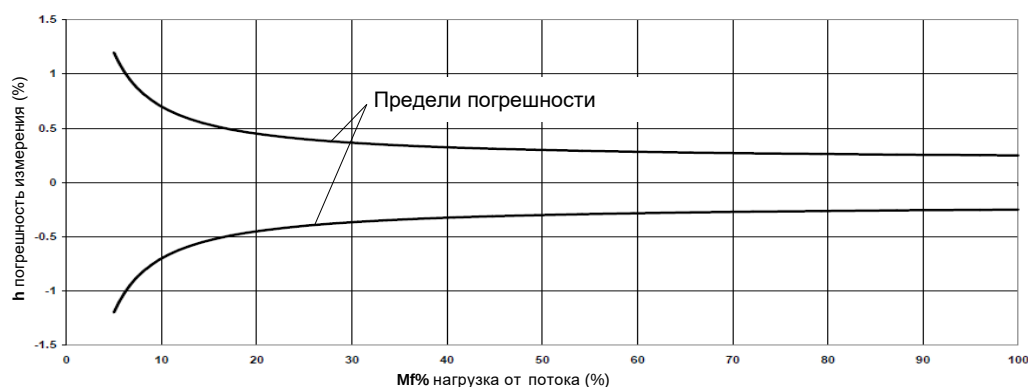
В виде формулы:

$$h = 0.2 + \frac{5}{\%Mf}; \quad \%Mf = \frac{Mf}{MfM} \cdot 100$$

где:

|            |                                                                     |        |
|------------|---------------------------------------------------------------------|--------|
| <b>h</b>   | максимальная погрешность измерения относительно измеряемой величины | [%]    |
| <b>%Mf</b> | нагрузка от потока                                                  | [%]    |
| <b>Mf</b>  | измеряемый масс-расход                                              | [kg/s] |
| <b>MfM</b> | максимальный масс-расход                                            | [kg/s] |

По диаграмме:



### 5.5.2 Пределы и погрешность измерения плотности

Таблица ниже содержит погрешности измерения плотности относительно к измеряемой величине в пределах 0,4...1,3 грамм/см<sup>3</sup> измерения при температуре +20С и 1 бар давлений.

| Размер     | Погрешность измерения плотности [g/cm <sup>3</sup> ] |
|------------|------------------------------------------------------|
| CMM 0,15   | ±0,0015                                              |
| CMM 0,5    | ±0,005                                               |
| CMM 1      | ±0,0015                                              |
| CMM 3      | ±0,001                                               |
| CMM 6      | ±0,001                                               |
| CMM 14     | ±0,0008                                              |
| CMM 40     | ±0,0008                                              |
| CMM 80-300 | ±0,0008                                              |

### 5.5.3 Погрешность измерения температуры

Максимальная погрешность температуры среды определенной в Главе 5.4 в пределах диапазона, высвечивающаяся на индикаторе блока переработки сигналов:  $\pm 1^\circ\text{C}$ .

## 5.6 Механические размеры, присоединения, масса

Габаритные механические и присоединительные размеры указываются в Главе 9.

Массовые данные приборов восприятия масс-расхода приводятся в следующей таблице:

| Размер   | Вес [кг] |
|----------|----------|
| CMM 0,15 | 8,5      |
| CMM 0,5  | 6,8      |
| CMM 1    | 7,5      |
| CMM 3    | 11,0     |
| CMM 6    | 14,0     |
| CMM 14   | 18,0     |
| CMM 40   | 35-48    |
| CMM 80   | 85-112   |
| CMM 160  | 120-155  |
| CMM 300  | 145-250  |

## 5.7 Перегружаемость

Чувствительные элементы выдерживают перегрузку по расходу до тех пор пока внутри прибора не образуется кавитация. Кавитация создает погрешность в измерении и так называемую кавитационную эрозию. Данные по спецификаций прибора недействительные в этом случае. Для избежания возникновения кавитация инструкции по разделу 5.3.

## 6. ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ УКАЗАНИЯ

- При проектировании монтажа с целью правильного позиционирования и крепления прибора учтите указания по разделу 10!
- Для периодических нуллирования (калибрации) прибора в опережающих и последующих трубных участках необходимо установить запорные элементы (например шариковые краны). Нужно следить за полным их закрытия, иначе неверное нулирование, калибровка будет.
- При новостроящем трубопроводе до очистки трубопровода от загрязнения прибор замените трубным участком.
- При распаковке прибора следите за тем, чтобы чувствительный элемент не ударялся не к чему! При ударе измерительные потрубки могут повреждаться.
- Следите при монтаже за правильном направлении установки прибора! Направление потока указано на приборе.

## 7. ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

### 7.1 Меры безопасности

#### ВНИМАНИЕ!

Если массрасходомер CORI-FORCE-CMM применяется во взрывоопасной окружающей среде необходимо обеспечить искробезопасность чувствительного элемента с помощью специально разработанного блока искробезопасности! Искробезопасный блок входит в комплект вторичного блока типа C-MASS и имеет два вида исполнения:

- 3694-0-100-0 отдельный блок установленный в надежной зоне на границе взрывоопасной зоны
- 3695-1-010-0 встроенный в вторичный блок C-MASS-021-D взрывобезопасного исполнения.

Чувствительный элемент (первичный блок) CORI-FORCE-CMM в обоих случаях имеет степень взрывоопасной защиты:



**II 2G Ex ib IIB T3/T6**

в соответствии стандартам EN 60079-0:2013; EN 60079-11:2013; EN 61241-0:2006; EN 61241-1:2004.

По отдельному заказу, в целях усиления защиты, корпус прибора можно снабдить разрывными мембранами. Это необходимо для того, чтобы при возможном повреждении измерительной трубки находящейся в магазине, разрывная мембрана расщепляла преобладающее давление в измерительной системе, при этом обшивка останется неповрежденной. В целях сбора расходной жидкости, к арматуре разрывной мембраны необходимо подсоединить водосточную трубу.

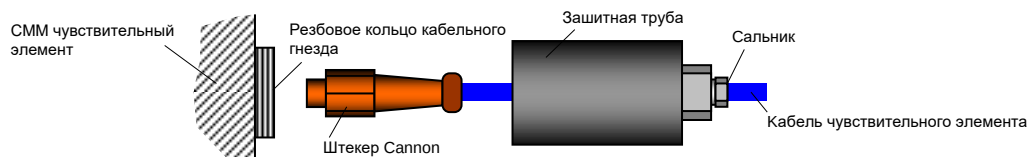
## 7.2 Электрические подключения

**ВНИМАНИЕ!** При установке прибора в взрывоопасной среде по мимо соблюдения предыдущих требований стандартов необходимо выполнить нижеследующие требования:

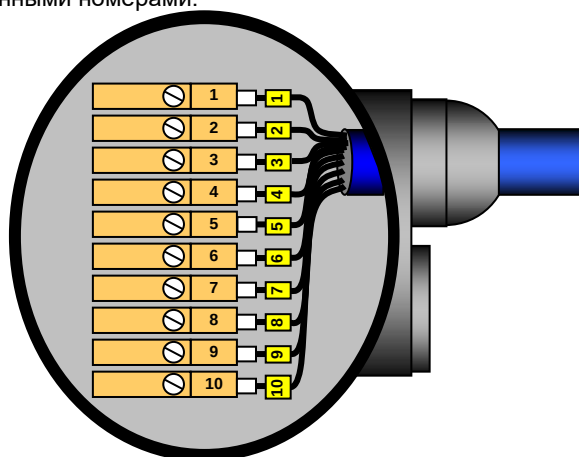
- Соединяющий кабель электроники можно присоединить чувствительному прибору только жестко установленному!
- При этом можно использовать исключительно специальный соединяющий кабель прибора!
- Копрус чувствительного прибора через гайку заземления на боковой стороне нужно заземлить с медным проводом минимум 1,5мм<sup>2</sup>!

Чувствительный прибор типа CORI-FORCE-CMM нужно присоединить к блоку обработки через специального кабеля. Обычно это в готовом виде в комплекте поставляется изготовителем прибора. При монтаже кабеля нужно выполнять следующие:

- При выборе трассы кабеля нужно как можно больше расстояние от высоковольтных кабелей.
- При монтаже кабеля соблюдать соответствующие предписания директивы **2014/34/EU**
- Кабель присоедините к чувствительному прибору в соответствии типа (раздел 5.1).
  - При использовании кабеля ипа Cannon (F=C) не нужно монтаж по каждому жилу. Раслабите сальник защитной трубы , отодвиньте назад защитную трубу! После присоединения штекера Cannon байонетным замком защитную трубу завентите на резбовую часть присоединения чувствительного прибора и закрепите шуруп сальника!



- В случае применения кабельной коробки (F=J) соединение нужно выполнить в соответствии указанными номерами:



- Кабель закрепите к стабильной конструкции на расстоянии 20-30см от сальника !

Удлинение кабеля или использование кабеля другого типа при применении взрывоопасной зоне строго запрещается и при нормальной зоне тоже не рекомендуется!

## 7.3 Предварительная установка, ввод в эксплуатацию

Проверте соблюдения указаний монтажа по разделу 10!

Прибор восприятия, в смонтированном состоянии, необходимо наполнить измеряемой средой. Этого легче всего можно добиться созданием принудительной циркуляции среды, в течение нескольких минут, соответствующей не менее, чем 20-процентной нагруженности.

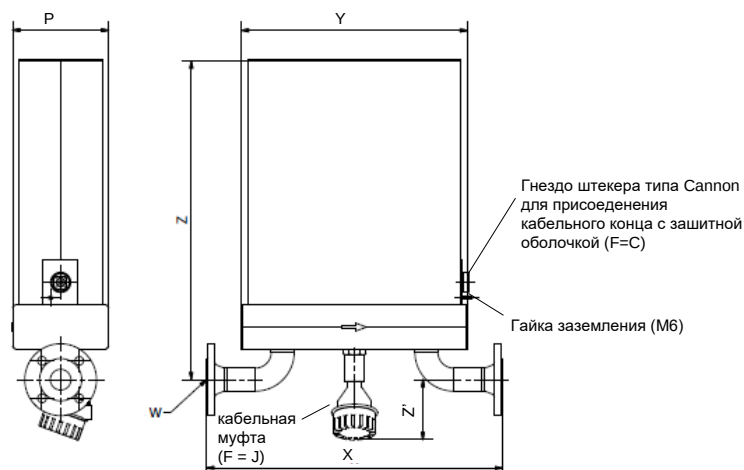
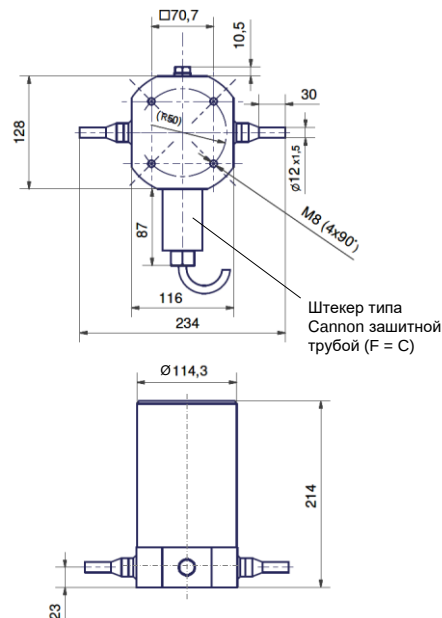
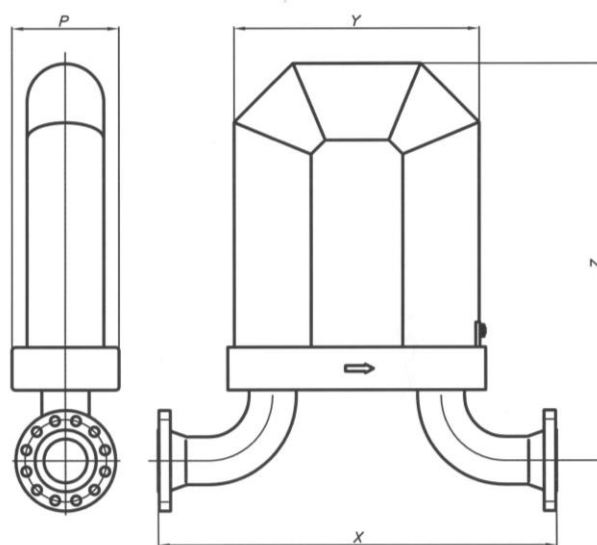
После закрытия запорной арматуры, находящейся с двух сторон измерительного прибора, необходимо подождать 10-15 с, затем установить ноль системы согласно инструкции, изложенной в техническом паспорте устройства обработки сигналов. В зависимости от возможностей технологического процесса и в дальнейшем следует регулярно проверять "ноль" измерительного контура (для этого необходимо отключить движение потока) и, при необходимости, произвести установку нуля.

По окончании вышеизложенных операций прибор восприятия массового расхода готов к измерениям. Дальнейшие операции предварительной установки, относящиеся к измерительному контуру, должны производиться согласно техническому паспорту устройства обработки сигналов.

## 8. ТЕХНИЧЕСКИЙ УХОД, РЕМОНТ

Прибор восприятия массового расхода в техническом уходе не нуждается. В связи с тем, что прибор восприятия массового расхода находится в плотно заваренной коробке, на месте эксплуатации не может быть произведено над ним никаких ремонтных операций. Прибор восприятия даже специалистами изготовителя может ремонтироваться только после его доставления в специальную мастерскую.

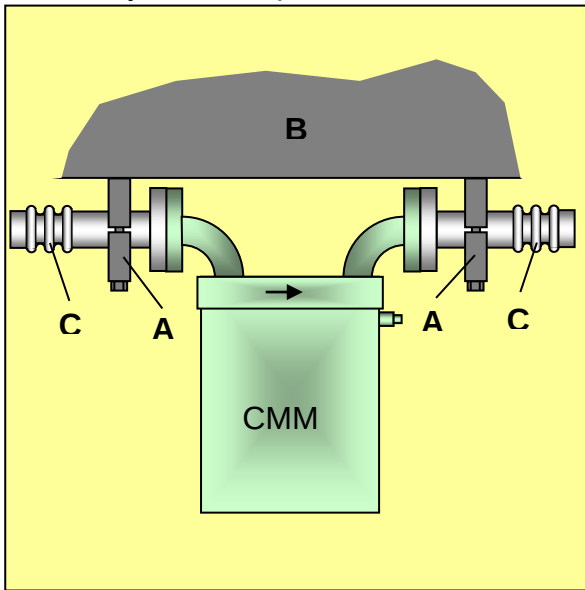
## 9. МЕХАНИЧЕСКИЕ РАЗМЕРЫ

**CMM-0,5...CMM-80**

**CMM-0,15**

**CMM-160...CMM-300**


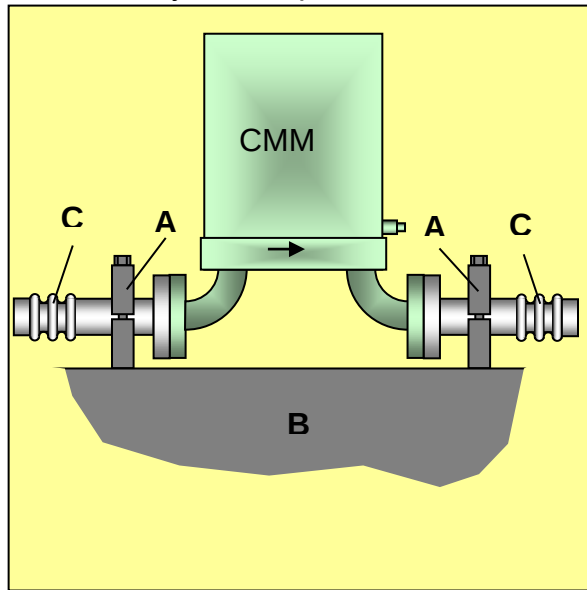
| CMM | X    | Y   | Z    | Z'  | P   | Соединения труб (W) |           | Максимальное давление [бар] |
|-----|------|-----|------|-----|-----|---------------------|-----------|-----------------------------|
|     |      |     |      |     |     | нарезные            | фланцевые |                             |
| 0,5 | 340  | 280 | 310  | 300 | 102 | NPT 1/2"            | DN15      | 250                         |
| 1   | 400  | 320 | 357  | 300 | 102 | NPT 1/2"            | DN15      | 250                         |
| 3   | 420  | 384 | 382  | 280 | 102 | NPT 1/2"            | DN15      | 160                         |
| 6   | 420  | 384 | 387  | 250 | 128 | NPT 3/4"            | DN25      | 160                         |
| 14  | 540  | 456 | 528  | 230 | 144 | NPT 1"              | DN25      | 160                         |
| 40  | 580  | 500 | 750  | 150 | 150 | NPT 1 1/2"          | DN40/50   | 160                         |
| 80  | 908  | 700 | 1072 | 100 | 189 | -                   | DN80/100  | 160                         |
| 160 | 1185 | 860 | 1090 | 40  | 280 | -                   | DN100/150 | 160                         |
| 300 | 1260 | 920 | 1350 | 10  | 364 | -                   | DN100/150 | 160                         |

## 10. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОЗИЦИИ И ФИКСАЦИИ СММ

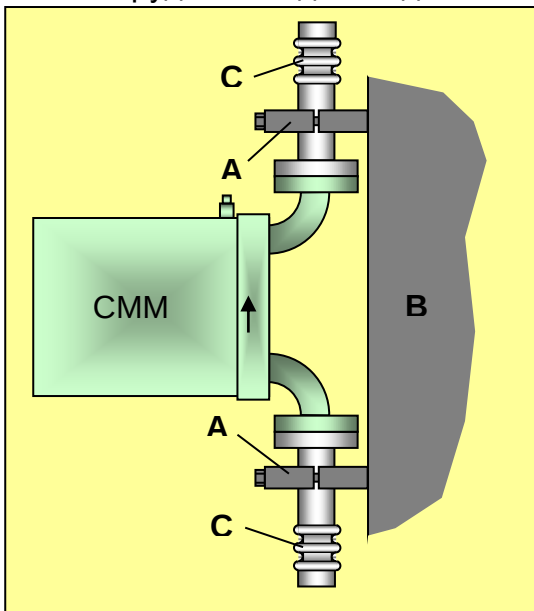
В случае измерения жидкость



В случае измерения газа



Оборудование для выдачи



### **A – Закрепляющий зажим**

Материал: Сталь (пластик не возможен)

Положение: как можно ближе к фланцу

Надежно зафиксировано (приварено) к основанию (B)

### **B – Основа**

Тяжелый, жесткий, элемент без вибрации (бетонная стенка или жесткий стальной каркас)

### **C – Гибкий участок трубы (сильфоновые мембраны)**

Через подсоединительные трубы приглушение поступающих вибраций

**Примечание:** Элементы A, B и C только тогда необходимы, если подсоединительные трубы подвергаются воздействию сильной вибрации, например от насоса или других генераторных элементов.