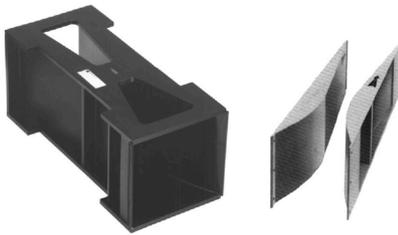


# Техническое описание Хафаги-Вентури QV302 – QV316

## Измерение расхода



## Открытый желоб для измерения расхода с помощью ультразвуковой технологии

### Применение

Желоба Хафаги-Вентури используются для измерения расхода воды в открытых каналах. С помощью этих желобов можно измерять приток и отток промышленных и муниципальных сточных вод. Желоба Хафаги-Вентури выпускаются в виде цельных вставок или полуобечеек. Цельную вставку Хафаги-Вентури лучше всего устанавливать там, где она непосредственно встраивается в новый канал при строительстве. Это полностью откалиброванный блок, который обеспечивает максимальную точность. Полуобечайки Хафаги-Вентури можно встраивать в существующие каналы с минимальными усилиями.

### Преимущества

- Девять стандартных типоразмеров для расхода от 0,4 л/с до 1 500 л/с.
- Полностью откалиброванный узел обеспечивает максимальную точность.
- Желоба устойчивы к кислотным и щелочным сточным водам, не подвержены вымыванию и скоплению налипаний.
- Оптимизированная в отношении потока конструкция желоба обеспечивает минимально возможный уровень воды в верхнем бьефе.

## Содержание

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Информация о настоящем документе</b> . . . . .        | <b>3</b>  |
| Условные обозначения, используемые в документе . . . . . | 3         |
| <b>Принцип действия и архитектура системы</b> . . . . .  | <b>3</b>  |
| Измерительная система . . . . .                          | 4         |
| Структура желоба . . . . .                               | 4         |
| <b>Монтаж</b> . . . . .                                  | <b>6</b>  |
| Монтаж желобов Хафаги-Вентури . . . . .                  | 6         |
| Установка полубочаек Хафаги-Вентури . . . . .            | 7         |
| Подготовка к монтажу датчика . . . . .                   | 7         |
| <b>Условия технологического процесса</b> . . . . .       | <b>8</b>  |
| <b>Механическая конструкция</b> . . . . .                | <b>9</b>  |
| Желоба Хафаги-Вентури . . . . .                          | 9         |
| Полубочайки Хафаги-Вентури . . . . .                     | 11        |
| Материалы . . . . .                                      | 12        |
| <b>Сопроводительная документация</b> . . . . .           | <b>12</b> |

## Информация о настоящем документе

Условные обозначения,  
используемые в документе

### Символы техники безопасности

#### **ОПАСНО**

Данный символ предупреждает об опасной ситуации. Если допустить данную ситуацию, она приведет к тяжелой или смертельной травме.

#### **ОСТОРОЖНО**

Данный символ предупреждает о потенциально опасной ситуации. Если допустить данную ситуацию, она может привести к тяжелой или смертельной травме.

#### **ВНИМАНИЕ**

Данный символ предупреждает о потенциально опасной ситуации. Если допустить данную ситуацию, она может привести к травме легкой или средней степени тяжести.

#### **УВЕДОМЛЕНИЕ**

Данный символ предупреждает о потенциально опасной ситуации. Если допустить данную ситуацию, она может привести к повреждению изделия или предметов, находящихся рядом с ним.

### Описание информационных символов

| Символ  | Значение  |
|---|---|
|    | <b>Разрешено</b><br>Разрешенные процедуры, процессы или действия. |
|    | <b>Запрещено</b><br>Запрещенные процедуры, процессы или действия. |
|  | <b>Рекомендация</b><br>Указывает на дополнительную информацию.    |
|  | Ссылка на документацию  |
|  | Указание, обязательное для соблюдения                             |
|  | Серия шагов   |

### Символы на рисунках

| Символ  | Значение  |
|---|---|
|  | Номера пунктов  |
|  | Серия шагов   |
|  | Виды  |
|  | <b>Взрывоопасная зона</b><br>Указывает на наличие взрывоопасной зоны.                       |
|  | <b>Безопасная зона (невзрывоопасная зона)</b><br>Указывает на наличие невзрывоопасной зоны. |

## Принцип действия и архитектура системы

Желоба Хафаги-Вентури используются для измерения расхода воды в открытых каналах. С помощью этих желобов можно измерять приток и отток промышленных и муниципальных сточных вод. Желоба Хафаги-Вентури выпускаются в виде цельных вставок или полуобечаек. Цельную вставку Хафаги-Вентури лучше всего устанавливать там, где она непосредственно встраивается в новый канал при строительстве. Это полностью откалиброванный блок, который обеспечивает максимальную точность. Полуобечайки Хафаги-Вентури можно встраивать в существующие каналы с минимальными усилиями.

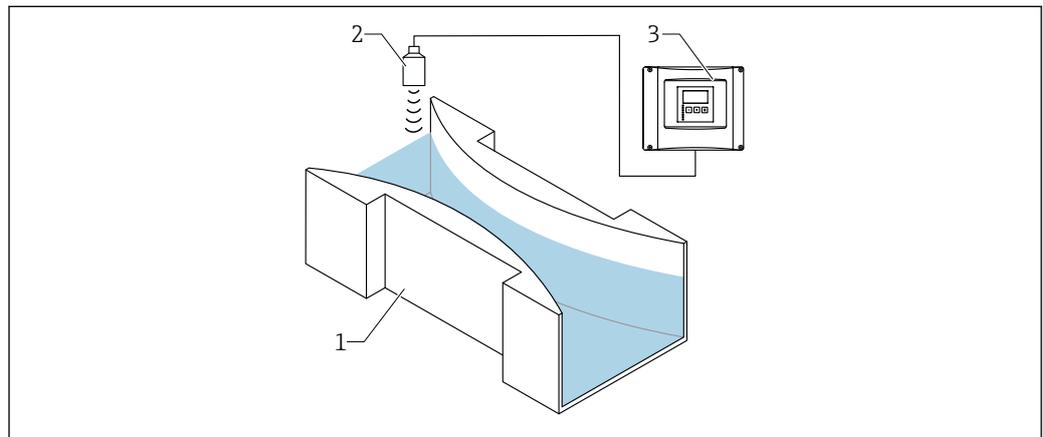
**Измерительная система**

Вставка Хафаги-Вентури, используемая в открытом канале, обеспечивает прямую зависимость между расходом (л/с...м<sup>3</sup>/ч) и уровнем воды в верхнем бьефе. Расход можно рассчитать непосредственно по высоте воды перед сужением Вентури. Бесконтактный, необслуживаемый ультразвуковой преобразователь (например, Prosonic S) измеряет уровень воды в верхнем бьефе. Встроенный вычислитель расхода преобразует измеренное значение уровня воды в верхнем бьефе в значение расхода на выходе установки. Объем протекающей воды суммируется и отображается встроенным счетчиком (см. рисунок).

Дополнительные функции

- Отсечка при низком расходе в режиме измерения расхода
- Обнаружение и сигнализация подпора или загрязнения желоба
- Управление системой пробоотбора по объему или по времени

Кривые линеаризации для всех распространенных стандартных каналов и лотков уже запрограммированы в системе и при необходимости могут быть извлечены. При необходимости можно индивидуально запрограммировать специальные конструктивные варианты.



- 1 Желоб Хафаги-Вентури  
2 Ультразвуковой датчик FDU9x  
3 Преобразователь FMU90

**Структура желоба**

Профиль входа в горловину представляет собой дугу окружности. Длина входного участка соответствует ширине канала, поэтому потери на трение незначительны, а небольшое влияние оказывает кривизна нитей потока. По сравнению с другими желобами такая конструкция обеспечивает больший расход при том же уровне воды в верхнем бьефе. Для желоба Хафаги-Вентури отношение  $b_2:b_1$  (ширина сужения:ширина входного участка) составляет 0,4, что является оптимальной пропорцией между уровнем воды на входе и точностью системы. Отношение расширения после сужения (диффузора) составляет 1:8, что позволяет свести потери к минимуму. В сужении происходит изменение потока, что создает разницу в высоте, которая необходима для измерения расхода. Основное преимущество перед лотками заключается в том, что при определенной скорости потока невозможно образование осадка в верхнем течении или в желобе благодаря сплошному, плоскому и гладкому основанию желоба. Это обеспечивает долговременную точность без проведения работ по техническому обслуживанию. Институт гидротехники (Institut für Wasserbau) при Штутгартском университете откалибровал желоба Хафаги-Вентури индивидуально на испытательном стенде, используя следующую формулу для вычисления расхода.

$$Q = 0,01744 \cdot b_2 \cdot h^{1,5} + 0,00091 \cdot h^{2,5}$$

$Q \hat{=}$  расход (л/с)

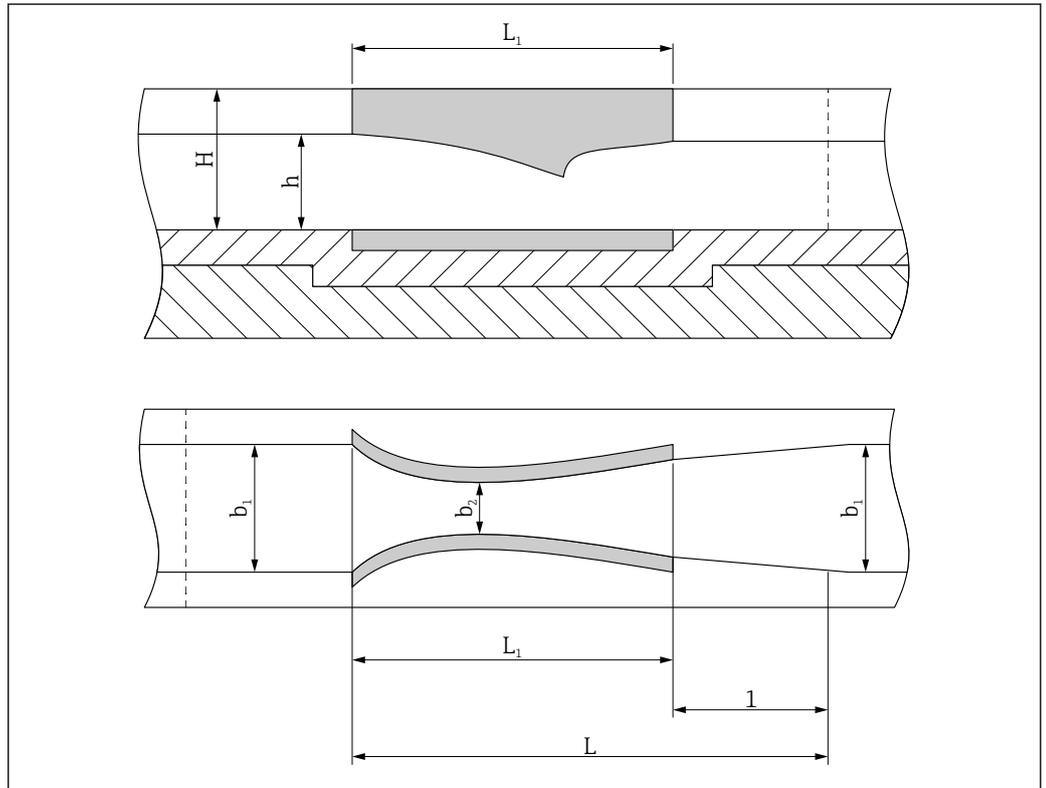
$b_2 \hat{=}$  ширина сужения (см)

$h \hat{=}$  уровень в верхнем бьефе желоба (см)

В диапазоне расхода 6–20 % желоба Хафаги-Вентури <sup>1)</sup> обеспечивают максимальную погрешность измерения 2 %. В диапазоне расхода 20–100 % максимальная погрешность измерения составляет 1 %. Погрешность измерения в итоговых показаниях составляет менее 0,4 % во всем диапазоне расхода.

1) Желоба Хафаги-Вентури, откалиброванные в стандартных условиях.

Желоба Хафаги-Вентури очень долговечны и требуют минимального технического обслуживания благодаря использованию материалов, обладающих отличной устойчивостью к воздействию химических веществ и механическому износу. Эти особенности значительно увеличивают срок службы желоба.



1 Размеры желобов Хафаги-Вентури

- 1 Диффузор
- $b_1$  Ширина входного участка
- $b_2$  Ширина сужения
- $L_1$  Длина желоба
- $L$  Расстояние до конца диффузора
- $H$  Высота желоба
- $h$  Уровень воды в верхнем бьефе

Значения расхода для цельных желобов Хафаги-Вентури стандартных типоразмеров (для стандартного исполнения предусмотрены более высокие боковые стенки)

| Тип   | Ширина канала $b_1$<br>мм | Максимальный расход $Q$            |                   |      |                   | Уровень воды во входном участке ( $h$ ) при расходе $Q_{\text{макс}}$ |      |
|-------|---------------------------|------------------------------------|-------------------|------|-------------------|---|------|
|       |                           | С более высокими боковыми стенками |                   |      |                   | С более высокими боковыми стенками                                    |      |
|       |                           | л/с                                | м <sup>3</sup> /ч | л/с  | м <sup>3</sup> /ч | мм  | мм   |
| QV302 | 120                       | 11                                 | 40                | 22   | 80                | 224   | 324  |
| QV303 | 300                       | 25                                 | 90                | 50   | 180               | 228   | 351  |
| QV304 | 400                       | 50                                 | 180               | 100  | 360               | 297   | 461  |
| QV305 | 500                       | 90                                 | 320               | 180  | 640               | 381   | 585  |
| QV306 | 600                       | 100                                | 360               | 200  | 720               | 366   | 567  |
| QV308 | 800                       | 250                                | 900               | 500  | 1800              | 557   | 853  |
| QV310 | 1000                      | 500                                | 1800              | 1000 | 3600              | 752   | 1158 |
| QV313 | 1300                      | 800                                | 2880              | 1600 | 5760              | 870   | 1343 |
| QV316 | 1600                      | 1500                               | 5400              | 3000 | 10 800            | 1147  | 1768 |

## Монтаж

### Монтаж желобов Хафаги-Вентури

Устанавливайте желоб в таком месте, в котором сточные воды будут поступать в желоб плавно, без возмущения потока. Перепады, создающие подпор воды, или изгибы русла непосредственно перед измерительной системой могут привести к значительным ошибкам при измерении объема воды. Поэтому перед измерительной системой требуется наличие прямого участка канала длиной не менее  $10 \cdot b_1$  ( $b_1$  = ширина канала).

Следует использовать следующие траектории каналов с плавным течением воды.

- a)  $10 \cdot b_1$  достаточно после изгиба канала
- b)  $30 \cdot b_1$  после поперечного потока
- c)  $50 \cdot b_1$  после лотка.

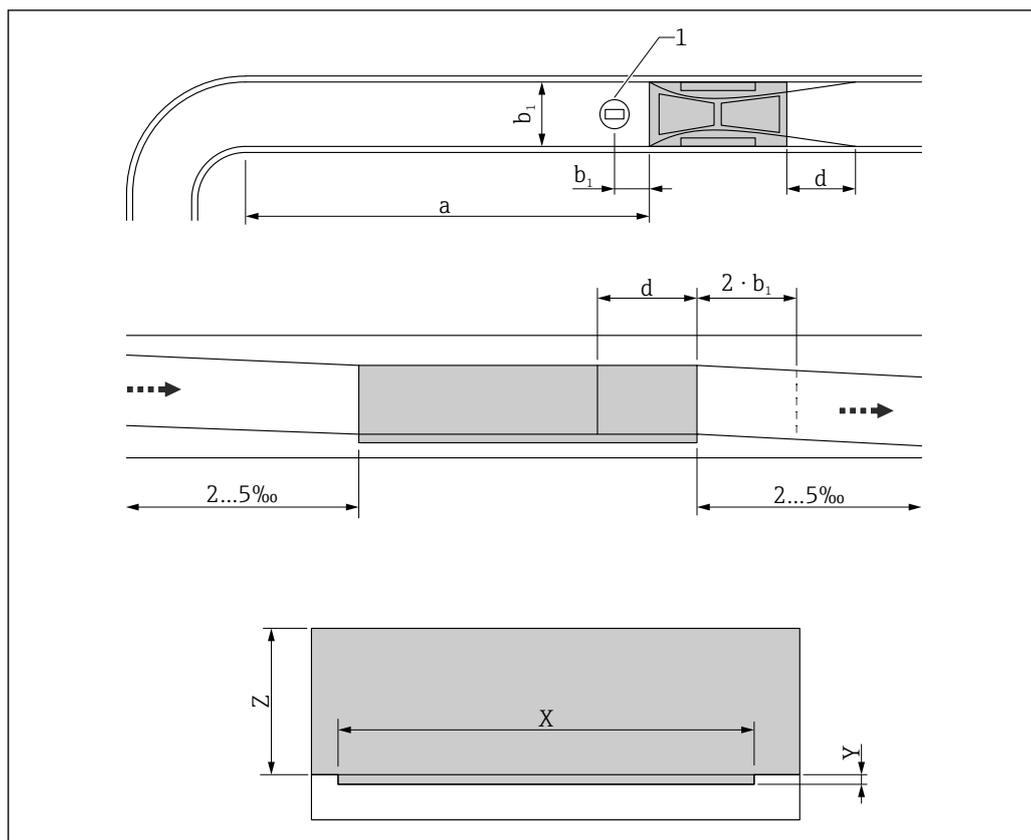
Если вода в желоб поступает из трубы, то достаточно оставить перед лотком короткий прямоугольный отрезок канала длиной  $3 \times b_1$  в качестве успокоительного участка для плавного перехода от круглого профиля к прямоугольному. Все остальные требования одинаковы для вариантов a, b и c. Уклон канала должен составлять 2–5 ‰ (возможен отвод в шахту после диффузора на расстоянии не менее  $2 \cdot b_1$ ). Стенки и основание канала должны быть максимально гладкими. При минимальном расходе скорость потока сточных вод должна составлять 0,6 м/с, чтобы обеспечивать легкое удаление твердых частиц. С другой стороны уклон не должен быть слишком большим, так как в этом случае выход из желоба будет слишком быстро засоряться. В отводящем канале не должно быть никаких объектов, которые могут повлиять на уровень. Продольная ось желоба должна точно совпадать с осью входного канала. Для точного позиционирования используются четыре контрольные точки на верхней поверхности желоба.

Подготовьте бетонное основание и установите на него желоб.

Необходимо обеспечить соблюдение следующих условий.

- Желоб располагается точно в направлении потока.
- Уровень пола точно соответствует горизонтали.
- На входе отсутствуют перепады русла.
- Желоб точно совпадает с каналом.
- Если из канала стекает вся вода, то она не застаивается и в желобе.

В начале и в конце желоба должен быть компенсационный зазор шириной 10 до 15 мм (0,39 до 0,59 дюйм), заполненный не теряющим эластичности раствором. Заполните пространство за боковыми стенками тощим бетоном, не уплотняя его (не используйте вибрацию для уплотнения!).



A0048425

- 1 Датчик  
 a Не менее  $10 \cdot b_1$   
 $b_1$  Ширина входного участка  
 d Диффузор (для прибора QV 302 расширение на выходе не требуется)  
 X Длина углубления (углубление в дне канала требуется для цельных желобов)  
 Y Глубина углубления  
 Z Минимальная высота канала

#### Установка полуобечаяек Кафаги-Вентури

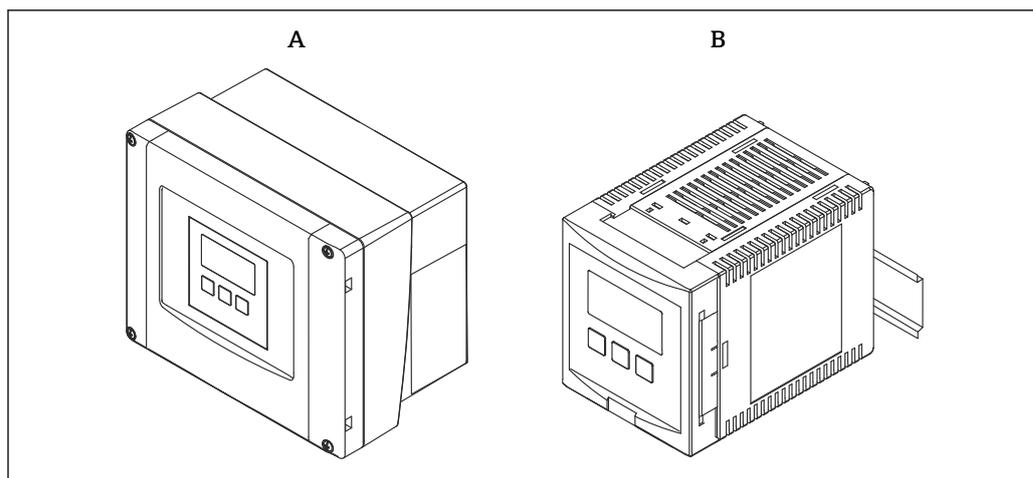
Если невозможно установить цельный желоб и приходится устанавливать две полуобечайки в существующем канале, действуйте следующим образом.

- Соблюдайте такие же требования к успокоительным участкам, которые действуют при установке цельных желобов Хафаги-Вентури.
- Убедитесь в том, что дно канала в месте монтажа является ровным и гладким.
- Полуобечайки должны находиться строго напротив друг друга.
- Полуобечайки должны лежать на основании канала.
- Необходимо полностью соблюдать размеры  $b_2$  (ширина сужения) и  $b_1$  (ширина входного участка = ширина выходного участка, от верхнего края до нижнего края полуобечаяек). Избегайте наличия выдающихся кромок на боковых стенках и на участке между желобом и диффузором. Необходимо внести поправку на перепад русла.

#### Подготовка к монтажу датчика

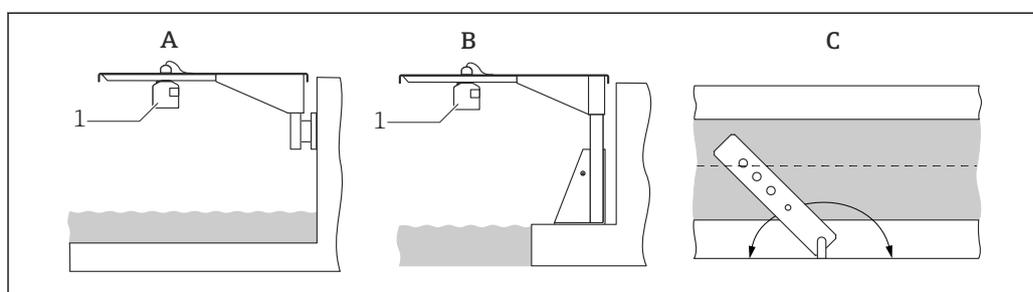
#### Измерение уровня в верхнем бьефе с помощью ультразвукового преобразователя Prosonic S

Установите датчик Prosonic S FDU9x для измерения уровня воды на входе (уровня воды в верхнем бьефе) на расстоянии примерно одной ширины канала  $b_1$  перед входным участком желоба. Предпочтительно устанавливать ультразвуковые датчики на специальном кронштейне. С помощью кронштейна можно разместить датчик на определенном расстоянии от поверхности воды и стенки канала. Поверхность датчика всегда должна быть параллельна поверхности воды. В производственной зоне и в аппаратной преобразователь Prosonic S FMU90 можно устанавливать разными способами. Более подробные сведения об установке датчика и вводе в эксплуатацию преобразователя см. в сопутствующей документации: [www.endress.com/download](http://www.endress.com/download).



A0048428

- A Прибор FMU90 в полевом корпусе  
 B Прибор FMU90 в исполнении для установки на DIN-рейку



A0036748

- A Угловой кронштейн с балансиром и настенным кронштейном  
 B Угловой кронштейн с балансиром и установочной рамкой  
 C Угловой кронштейн можно поворачивать, чтобы расположить датчик точно над центром желоба  
 1 Датчик

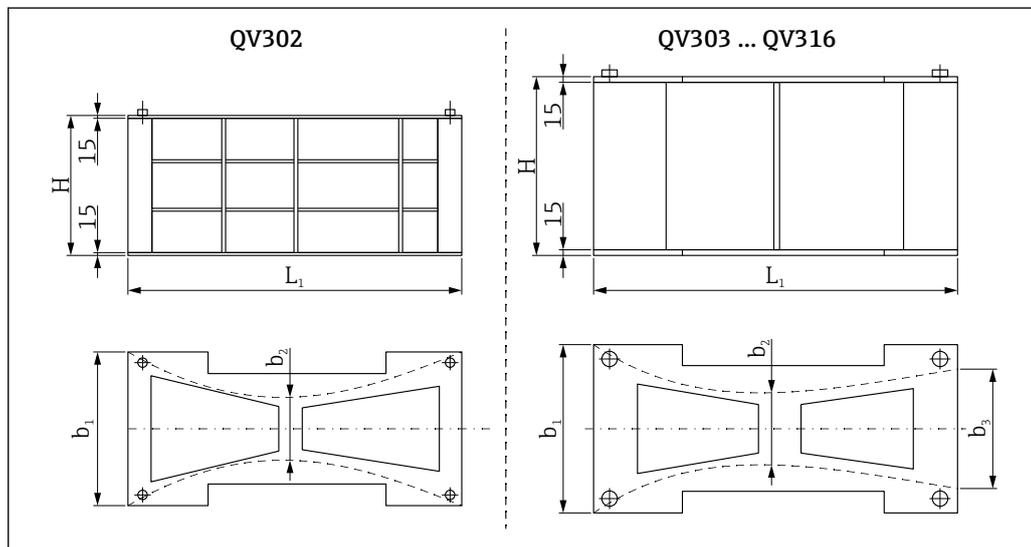
## Условия технологического процесса

- Коэффициент линейного расширения:  $1,8 \cdot 10^{-4} / \text{K}$
- Диапазон температуры: 0 до 40 °C (32 до 104 °F)

## Механическая конструкция

### Желоба Хафаги-Вентури

Желоб Хафаги-Вентури QV302 поставляется с диффузором на выходе. Желоба QV303 – QV316 поставляются без диффузора. Желоба Хафаги-Вентури с приподнятыми боковыми стенками позволяют удвоить расход при неизменной ширине канала  $b_1$ .



2 Размеры желобов Хафаги-Вентури QV302 – QV316

- $b_1$  Ширина входного участка
- $b_2$  Ширина сужения
- $b_3$  Ширина выходного участка
- $H$  Габаритная высота желоба
- $L_1$  Длина желоба

Стандартные размеры (в миллиметрах) цельных желобов Хафаги-Вентури (отношение сужения  $b_2:b_1 = 0,4$ )

|  | QV302                                    | QV303                                    | QV304                                    | QV305                                    | QV306                                    |
|--|--|--|--|--|--|
|  | 011454-0002<br>011454-2002 <sup>1)</sup> | 011454-0003<br>011454-2003 <sup>1)</sup> | 011454-0004<br>011454-2004 <sup>1)</sup> | 011454-0005<br>011454-2005 <sup>1)</sup> | 011454-0006<br>011454-2006 <sup>1)</sup> |
| Ширина входного участка $b_1$  | 120                                      | 300                                      | 400                                      | 500                                      | 600                                      |
| Ширина сужения $b_2$   | 48                                       | 120                                      | 160                                      | 200                                      | 240                                      |
| Ширина выходного участка $b_3$   | -  | 210                                      | 280                                      | 350                                      | 420                                      |
| Длина желоба $L_1$<br>Расстояние до конца диффузора $L$  | 420<br>420                               | 690<br>1050                              | 920<br>1400                              | 1150<br>1750                             | 1380<br>2100                             |
| Габаритная высота желоба $H$   | 300                                      | 300                                      | 400                                      | 450                                      | 450                                      |
| Габаритная высота желоба с более высокими боковыми стенками $H$                                  | 400                                      | 400                                      | 500                                      | 600                                      | 650                                      |
| Длина углубления $X$ <sup>2)</sup>   | 520                                      | 710                                      | 940                                      | 1170                                     | 1400                                     |
| Глубина углубления $Y$ <sup>2)</sup>   | 15                                       | 15                                       | 15                                       | 15                                       | 15                                       |
| Минимальная высота стенок канала $Z$ <sup>2)</sup>   | 285                                      | 285                                      | 385                                      | 435                                      | 435                                      |
| Минимальная высота стенок канала $Z$ для желоба с более высокими боковыми стенками <sup>2)</sup> | 385                                      | 385                                      | 485                                      | 585                                      | 635                                      |

1) Код заказа желоба с более высокими боковыми стенками.

2) → 7

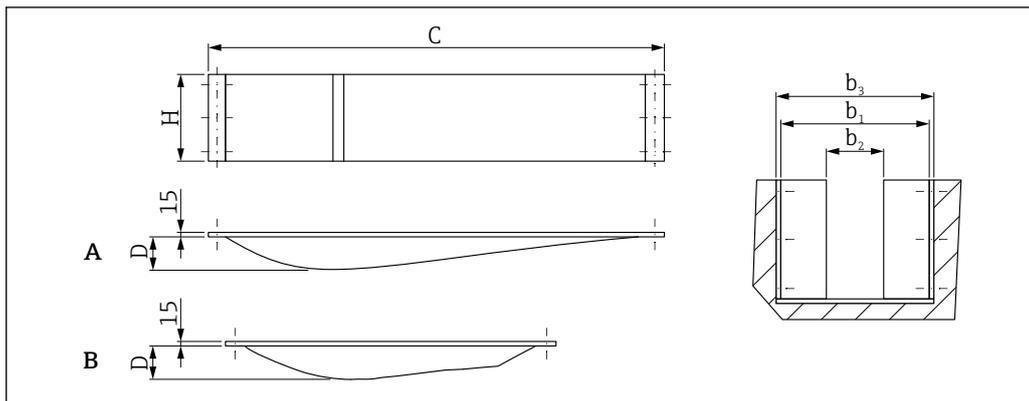
Стандартные размеры (в миллиметрах) желобов Хафаги-Вентури (отношение сужения  $b_2:b_1 = 0,4$ )

|  | QV308                                    | QV310                                    | QV313                                    | QV316                                    |
|--|--|--|--|--|
|  | 011454-0008<br>011454-2008 <sup>1)</sup> | 011454-0010<br>011454-2010 <sup>1)</sup> | 011454-0013<br>011454-2013 <sup>1)</sup> | 011454-0016<br>011454-2016 <sup>1)</sup> |
| Ширина входного участка b1   | 800                                      | 1000                                     | 1300                                     | 1600                                     |
| Ширина сужения b2  | 320                                      | 400                                      | 520                                      | 640                                      |
| Ширина выходного участка b3  | 560                                      | 700                                      | 910                                      | 1120                                     |
| Длина желоба L1<br>Расстояние до конца диффузора L   | 1840<br>2800                             | 2300<br>3500                             | 3000<br>4550                             | 3680<br>5600                             |
| Габаритная высота желоба H   | 670                                      | 870                                      | 1020                                     | 1320                                     |
| Габаритная высота желоба с более высокими боковыми стенками H                                  | 870                                      | 1200                                     | 1400                                     | 1800                                     |
| Длина углубления X <sup>2)</sup>   | 1860                                     | 2330                                     | 3030                                     | 3710                                     |
| Глубина углубления Y <sup>2)</sup>   | 15                                       | 15                                       | 15                                       | 15                                       |
| Минимальная высота стенок канала Z <sup>2)</sup>   | 655                                      | 855                                      | 1005                                     | 1305                                     |
| Минимальная высота стенок канала Z для желоба с более высокими боковыми стенками <sup>2)</sup> | 855                                      | 1185                                     | 1385                                     | 1785                                     |

1) Код заказа желоба с более высокими боковыми стенками.

2) →  7

**Полубечайки Хафаги-Вентури**



A0048427

3 Размеры полубечаяек Хафаги-Вентури QV302 – QV316

- A QV303 – QV310
- B QV313 – QV316
- $b_1$  Ширина входного участка
- $b_2$  Ширина сужения
- $b_3$  Углубление в бассейне
- H Высота
- C Длина желоба
- D Ширина полубечайки

Стандартные размеры (в миллиметрах) полубечаяек Хафаги-Вентури (отношение сужения  $b_2:b_1 = 0,4$ )

|   | QV302                                    | QV303                                    | QV304                                    | QV305                                    | QV306                                    |
|---|--|--|--|--|--|
|   | 011454-1002<br>011454-3002 <sup>1)</sup> | 011454-1003<br>011454-3003 <sup>1)</sup> | 011454-1004<br>011454-3004 <sup>1)</sup> | 011454-1005<br>011454-3005 <sup>1)</sup> | 011454-1006<br>011454-3006 <sup>1)</sup> |
| Длина желоба C                                      | 600                                      | 1250                                     | 1600                                     | 1950                                     | 2300                                     |
| Высота H  | 300                                      | 300                                      | 400                                      | 450                                      | 450                                      |
| Высота желоба с более высокими боковыми стенками H1 | 400                                      | 400                                      | 500                                      | 600                                      | 650                                      |
| Ширина входного участка $b_1$                       | 120                                      | 300                                      | 400                                      | 500                                      | 600                                      |
| Ширина сужения $b_2$                                | 48                                       | 120                                      | 160                                      | 200                                      | 240                                      |
| Углубление в бассейне $b_3$                         | 150                                      | 330                                      | 430                                      | 530                                      | 630                                      |
| Ширина полубечайки D                                | 36                                       | 90                                       | 120                                      | 150                                      | 180                                      |

1) Код заказа полубечаяек с более высокими боковыми стенками.

Стандартные размеры (в миллиметрах) полных полубечаяек Хафаги-Вентури (отношение сужения  $b_2:b_1 = 0,4$ )

|   | QV308                                    | QV310                                    | QV313                                    | QV316                                    |
|---|--|--|--|--|
|   | 011454-1008<br>011454-3008 <sup>1)</sup> | 011454-1010<br>011454-3010 <sup>1)</sup> | 011454-1013<br>011454-3013 <sup>1)</sup> | 011454-1016<br>011454-3016 <sup>1)</sup> |
| Длина желоба C                                      | 3050                                     | 3200                                     | 4000                                     | 4800                                     |
| Высота H  | 670                                      | 870                                      | 1020                                     | 1320                                     |
| Высота желоба с более высокими боковыми стенками H1 | 870                                      | 1200                                     | 1400                                     | 1800                                     |
| Ширина входного участка $b_1$                       | 800                                      | 1000                                     | 1300                                     | 1600                                     |
| Ширина сужения $b_2$                                | 320                                      | 400                                      | 520                                      | 640                                      |
| Углубление в бассейне $b_3$                         | 830                                      | 1030                                     | 1330                                     | 1630                                     |
| Ширина полубечайки D                                | 240                                      | 300                                      | 390                                      | 480                                      |

1) Код заказа полубечаяек с более высокими боковыми стенками.

Материалы

Полипропилен

## Сопроводительная документация

Документация для ультразвукового датчика Prosonic S FDU9x и ультразвукового преобразователя FMU9x, см. [www.endress.com/download](http://www.endress.com/download)



71674148

[www.addresses.endress.com](http://www.addresses.endress.com)

---