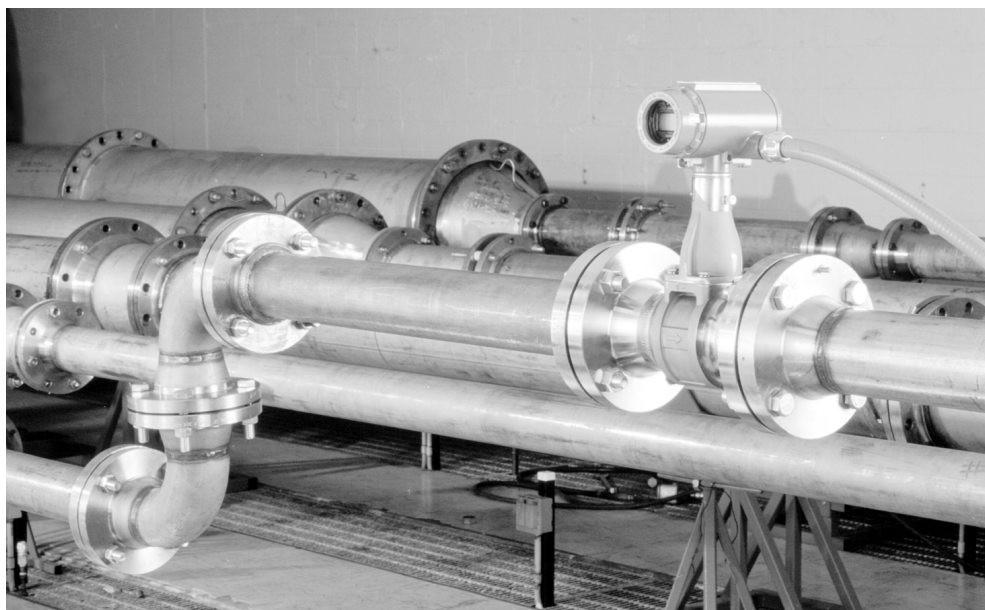


# Влияние различных условий монтажа вихревого расходомера Rosemount™ 8800 на измерения расхода



## 1.1 Введение

Вихревой расходомер Rosemount 8800 обеспечивает заявленную погрешность измерения расхода в условиях, отличных от лабораторных.

В процессе проектирования вихревого расходомера Rosemount 8800, были проведены испытания по оценке влияния трех типов факторов на измерения расхода:

- Влияние изменения температуры технологической среды.
- Влияние внутреннего диаметра технологического трубопровода.
- Влияние гидравлических сопротивлений на участках трубопровода до и после расходомера.

В результате испытаний в программное обеспечение вихревого расходомера включены поправочные коэффициенты, что позволяет корректировать показания прибора в зависимости от фактического значения температуры технологического процесса и конфигурации технологического трубопровода.

Приведенные в настоящем документе данные доказывают эффективность конструкции расходомера, которая позволяет исключить ошибки измерений из-за возмущений потока измеряемой среды в трубопроводе. Специалистами Rosemount была проведена обширная исследовательская работа на проливочном стенде в отношении влияния гидравлических сопротивлений, связанных с изгибами (коленами) трубопровода, сужениями и расширениями сечения трубопровода и прочим, с целью установить влияние на показания расходомера. По результатам этих испытаний, рекомендованная длина трубопровода на участке до расходомера должна составлять 35 диаметров трубопровода. Несмотря на оптимальность этого решения, его не всегда удается реализовать на практике в рамках общего плана предприятия и схемы расположения. В связи с этим рассматривается влияние различных условий монтажа на участках трубопровода до и после расходомера на измерения, выполняемые вихревым расходомером.

### 1.1.1 Влияние изменения температуры на К-фактор

Вихревой расходомер по своей сути является устройством для измерения скорости. По мере обтекания измеряемой средой вокруг тела обтекания, образуются вихри, частота которых прямо пропорционально скорости измеряемой среды. Когда температура измеряемой среды отличается от температуры среды при калибровке на проливочном стенде, диаметр проточной части расходомера незначительно изменяется вследствие температурного расширения. Вследствие этого, скорость потока вокруг тела обтекания также незначительно меняется. Например, повышение температуры измеряемой среды приводит к увеличению диаметра проточной части, что, в свою очередь, ведет к уменьшению скорости потока вокруг тела обтекания.

Используя *опорный К-фактор* и заданное пользователем значение *температуры измеряемой среды*, расходомер Rosemount 8800 автоматически рассчитывает влияние температуры на показания, вычисляя так называемый *компенсированный К-фактор*. Далее на основе *компенсированного К-фактора* выполняется расчет всех параметров потока.

### 1.1.2 Влияние внутреннего диаметра трубы на К-фактор

Все вихревые расходомеры Rosemount 8800 калибруются на трубах сортамента Sch40. В результате обширных испытаний на трубопроводах с различным внутренним диаметром (сортаментом), специалисты Rosemount установили, что изменение внутреннего диаметра технологического трубопровода ведет к небольшому сдвигу К-фактора. Причина — незначительное изменение скорости на входе расходомера.

Эти изменения учтены в программном обеспечении электроники расходомера Rosemount 8800. Если внутренний диаметр, указанный пользователем, отличается от сортамента Sch40, то автоматически выполняется корректировка.

### 1.1.3 Влияние гидравлических сопротивлений трубопровода на участках до и после расходомера

Число возможных комбинаций в конфигурации трубопровода на участках до и после расходомера бесконечно. Данные комбинации невозможно учесть в программном обеспечении расходомера для автоматического расчета поправочного коэффициента на конфигурацию трубопровода. В большинстве случаев — например, при наличии колена, переходника, уменьшающего сечение трубопровода, и т. п. — сдвиг показаний расходомера не превышает 0,5 %. Чаще всего, сдвиг показаний не выходит за пределы заявленной точности расходомера.

Сдвиг, обусловленный конфигурацией трубопровода на участке до расходомера, как правило, связан с изменениями профиля скорости на входе в расходомер из-за гидравлических сопротивлений потока на этом участке трубопровода. Например, когда измеряемая среда проходит через колено трубопровода, в потоке образуются завихрения. Так как заводская калибровка выполнена в условиях полностью сформированного профиля течения, завихрения, вызванные прохождением потока через колено трубопровода, приводят к сдвигу показаний вихревого расходомера. Если расстояние между коленом и расходомером достаточно большое, вязкие силы в измеряемой среде способны преодолеть инерцию завихрений, в результате чего поток вернется к полностью сформированному профилю течения. Однако на практике редко удается обеспечить достаточную длину прямого участка технологического трубопровода до расходомера. Тем не менее, как показали испытания, даже если профиль потока не удовлетворяет условиям полностью сформированного профиля течения, вихревой расходомер Rosemount можно расположить на расстоянии от колена, равном 35 диаметрам колена, чтобы влияние на точность и повторяемость показаний прибора было минимальным.

Хотя возмущения потока на участке трубопровода до вихревого расходомера могут вызывать сдвиг К-фактора, они, как правило, не влияют на повторяемость показаний расходомера. Например, если расходомер установлен на расстоянии 20 диаметров трубы ниже по потоку от двойного колена, повторяемость его показаний будет такой же, как и для прямого участка трубопровода. Испытания также показали следующее: несмотря на то что конфигурация трубопровода до расходомера влияет на К-фактор, линейность измерений соответствует заявленным характеристикам расходомера.

В большинстве случаев это означает, что вводить поправку на конфигурацию трубопровода нет необходимости даже при невозможности обеспечить рекомендуемые минимальные значения установленной длины прямых участков трубопровода до и после расходомера.

Различные варианты монтажа расходомера приведены на рисунках 1-7...1-18. На проливочном стенде были проведены многочисленные испытания для конкретных конфигураций трубопровода. Результаты этих исследований представлены в виде серии графиков, на которых показан сдвиг среднего значения К-фактора для вихревого расходомера, установленного на участке трубопровода ниже по потоку от гидравлического сопротивления.

### 1.1.4 Установка в плоскости и вне плоскости

На графиках использованы термины «в плоскости» и «вне плоскости». Дроссельный клапан и вихревой расходомер считаются расположенными в плоскости, если шток клапана и тело

---

обтекания вихревого расходомера расположены однонаправленно (например, оба элемента — шток и тело обтекания — ориентированы вертикально).

- На [рисунке 1-17А](#) дроссельный клапан и вихревой расходомер считаются расположенными «в плоскости», когда шток клапана и тело обтекания вихревого расходомера расположены однонаправленно (оба элемента — шток и тело обтекания — ориентированы вертикально).
- На [рисунке 1-7А](#) колено считается расположенным *в плоскости*. На [рисунке 1-7В](#) колено считается расположенным «вне плоскости», так как тело обтекания вихревого расходомера развернуто на 90°.

Аналогичным образом на [рисунке 1-11 на странице 11](#) показаны два колена по 90° (которые сами по себе расположены в одной плоскости); плоскость их расположения считается совпадающей с плоскостью установки вихревого расходомера («*в плоскости*»). На [рисунке 1-13 на странице 12](#) показаны два колена по 90°, которые не имеют общей плоскости. Плоскость колен на входе и выходе расходомера расположена не однонаправленно с телом обтекания вихревого расходомера, поэтому данная конфигурация считается *расположением «вне плоскости»*.

## 1.2 Корректировка выходных сигналов вихревого расходомера

Поправочные коэффициенты можно ввести в преобразователь вихревого расходомера, используя программы AMS™ Device Manager, ProLink™ III, версия 3, а также полевой коммуникатор HART® 475 или подобную модель.

Для всех устройств, работающих по технологии Fieldbus, и устройств с программным обеспечением HART версии 5.2.5 и выше, К-фактор можно скорректировать, используя команду *Installation Effect* (Влияние условий монтажа). Эта команда скорректирует компенсированный К-фактор с учетом всех необходимых поправок. Поправка будет введена в процентах как величина сдвига К-фактора. Доступный диапазон сдвига — от +1,5 до -1,5 %.

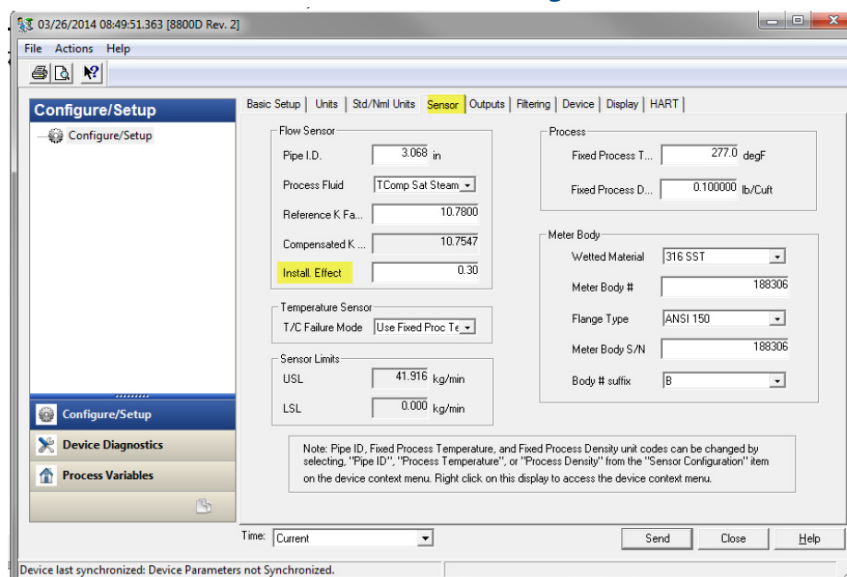
Для устройств с программным обеспечением HART версий 5.3.1 или 7.2.1 и выше поправочный коэффициент вводится с помощью команды *Meter Factor* (Коэффициент расходомера). Данная команда выполняется аналогично команде *Installation Effect* (Влияние условий монтажа), однако в этом случае имеется обратная зависимость между величиной сдвига К-фактора и вводимым значением в диапазоне от 0,8 до 1,2. Ввод значения 0,8 представляет собой сдвиг К фактора на плюс 20 %, значения 1,0 — на 0 %. Значение 1,2 — это сдвиг К-фактора на минус 20 %.

### 1.2.1 Программное обеспечение Fieldbus и HART версий 5.2.5 и ниже

#### Использование AMS Device Manager

Во вкладке меню *Sensor* (Датчик) введите поправку в поле *Installation Effect* (Влияние условий монтажа). См. рисунок 1-1.

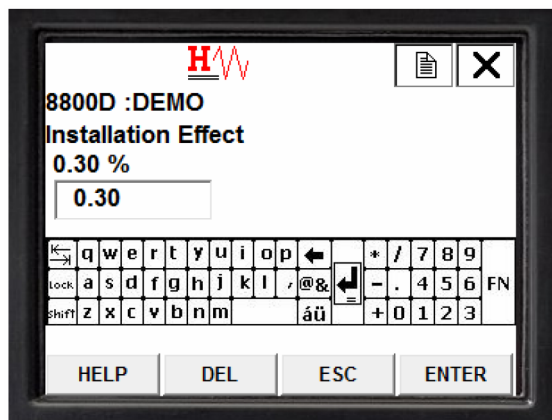
Рис. 1-1. Использование AMS Device Manager



## Использование полевого коммуникатора HART 475

Выберите пункты меню **Manual Setup > Sensor > Process > Installation Effect (Ручная настройка > Датчик > Процесс > Влияние условий монтажа)**, а затем введите значение поправки в поле. См. рисунок 1-2.

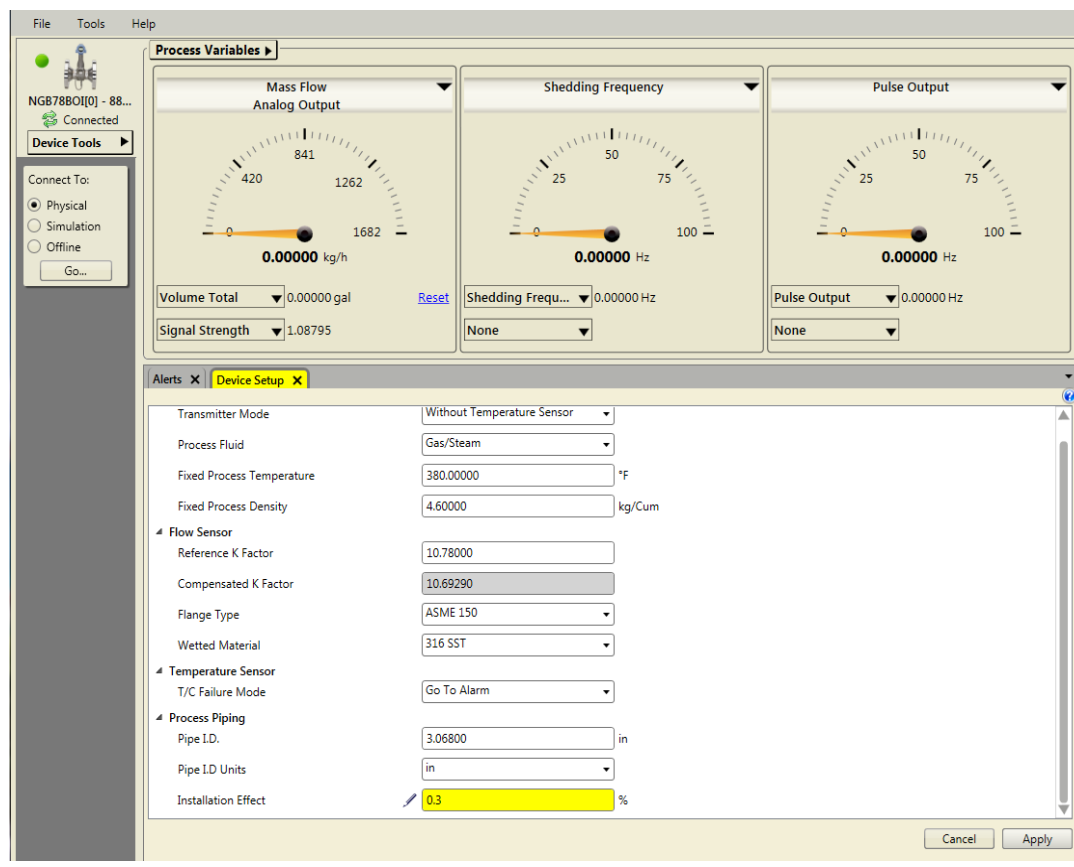
Рис. 1-2. Использование полевого коммуникатора HART 475



## Использование ProLink III версии 3

Чтобы ввести значение параметра Installation Effect (Влияние условий монтажа), выберите пункты меню **Device Tools > Configuration > Device Setup > Installation Effect (Инструменты устройства > Конфигурация > Настройка устройства > Влияние условий монтажа)**. См. рисунок 1-3.

Рис. 1-3. Использование ProLink версии 3

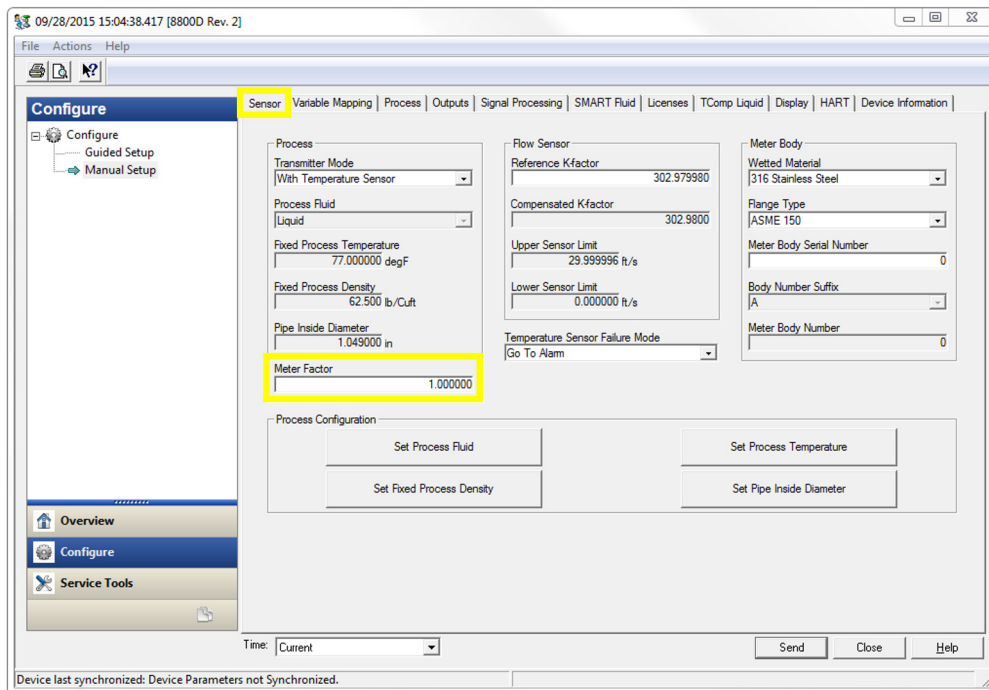


## 1.2.2 Программное обеспечение HART версии 5.3.1 или 7.2.1 и выше

### Использование AMS Device Manager

Во вкладке меню *Sensor* (Датчик) введите поправку в поле *Meter Factor* (Коэффициент расходомера). См. рисунок 1-4.

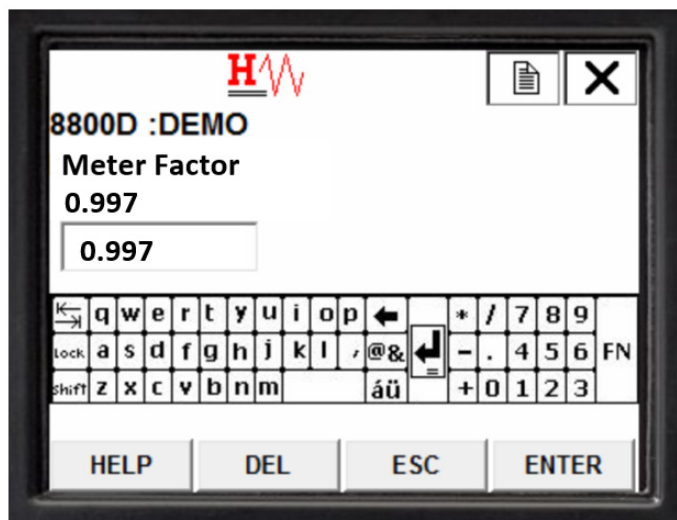
Рис. 1-4. Использование AMS Device Manager



## Использование полевого коммуникатора HART 475

Выберите пункты меню **Manual Setup > Sensor > Process > Meter Factor (Ручная настройка > Датчик > Процесс > Коэффициент расходомера)**, а затем введите значение поправки в поле. См. рисунок 1-5.

Рис. 1-5. Использование полевого коммуникатора HART 475

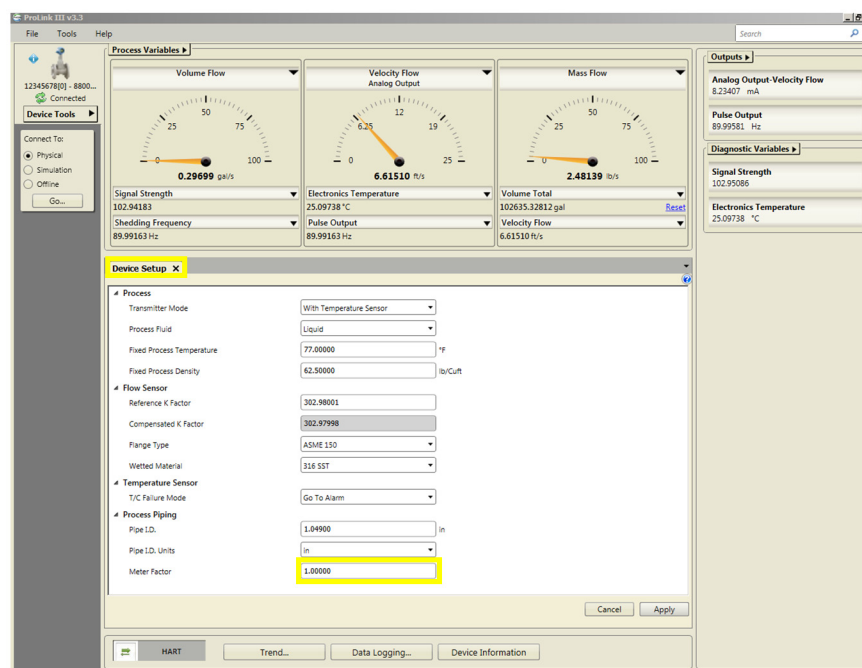




## Использование ProLink III версии 3

Чтобы ввести значение параметра *Installation Effect* (влияние на точность измерений), выберите пункты меню **Device Tools > Configuration > Device Setup > Meter Factor (Инструменты устройства > Конфигурация > Настройка устройства > Коэффициент расходомера)**. См. рисунок 1-6.

Рис. 1-6. Использование ProLink III версии 3



### 1.2.3 Примеры поправочного коэффициента

**Пример 1:** Вихревой расходомер 8800 установлен на расстоянии 15 диаметров трубы ниже по потоку от одиночного колена с поворотом на 90°; тело обтекания расположено в плоскости колена. На основе [графика для одиночного колена](#), используя кривую, обозначенную как *В ПЛОСКОСТИ*, определим сдвиг К-фактора: он будет равен плюс 0,3 % для расстояния 15Ду.

Чтобы скорректировать значение К-фактора на величину сдвига, введите 0,3 % в поле *Installation Effect* (Влияние условий монтажа) или 0,997 для устройств, в которых задается параметр Meter Factor (коэффициент расходомера).

**Пример 2:** Вихревой расходомер 8800 установлен на расстоянии 10 диаметров трубы ниже по потоку от дроссельного клапана; тело обтекания расположено вне плоскости клапана. На основе [графика для дроссельного клапана](#), используя кривую, обозначенную как *ВНЕ ПЛОСКОСТИ*, определим сдвиг К-фактора: он будет равен минус 0,1 % для расстояния 10Ду.

Чтобы скорректировать значение К-фактора на величину сдвига, введите минус 0,1 % в поле *Installation Effect* (Влияние условий монтажа) или 1,001 для устройств, в которых задается параметр Meter Factor (коэффициент расходомера).

Рис. 1-7. Одиночное колено

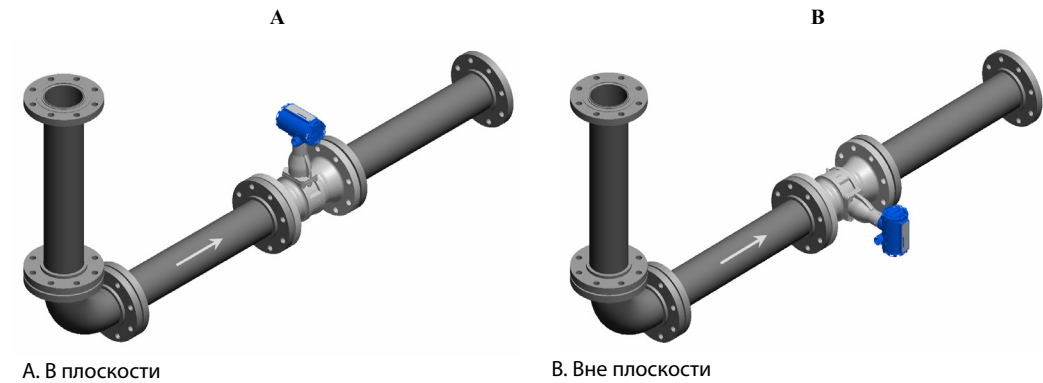


Рис. 1-8. График для одиночного колена

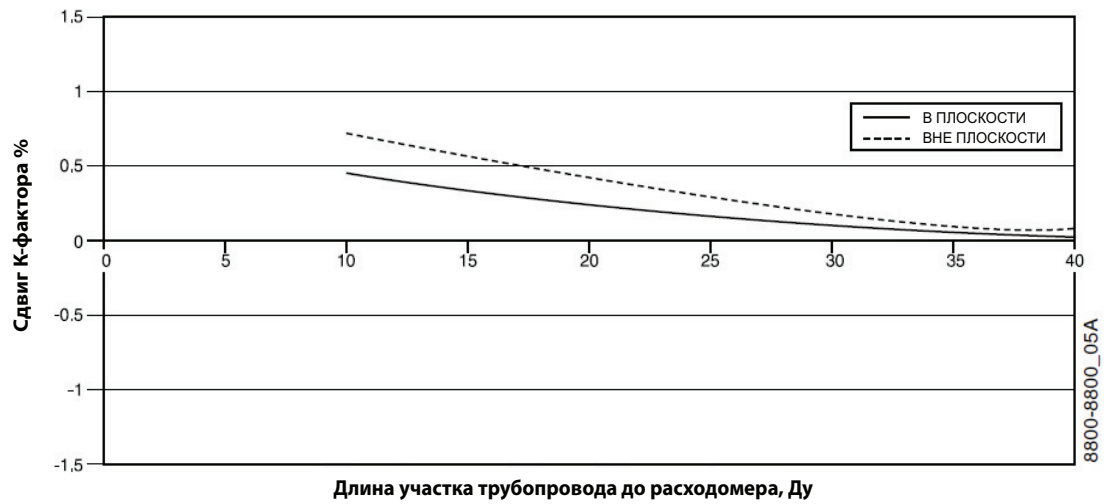


Рис. 1-9. Расширение трубопровода

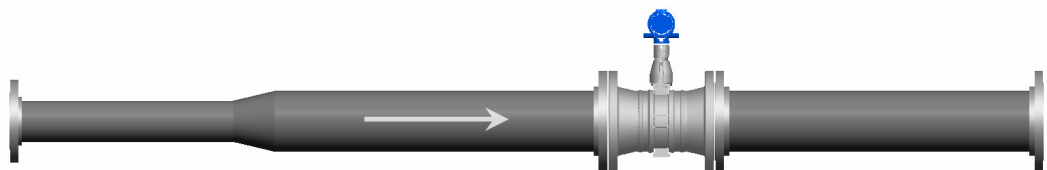
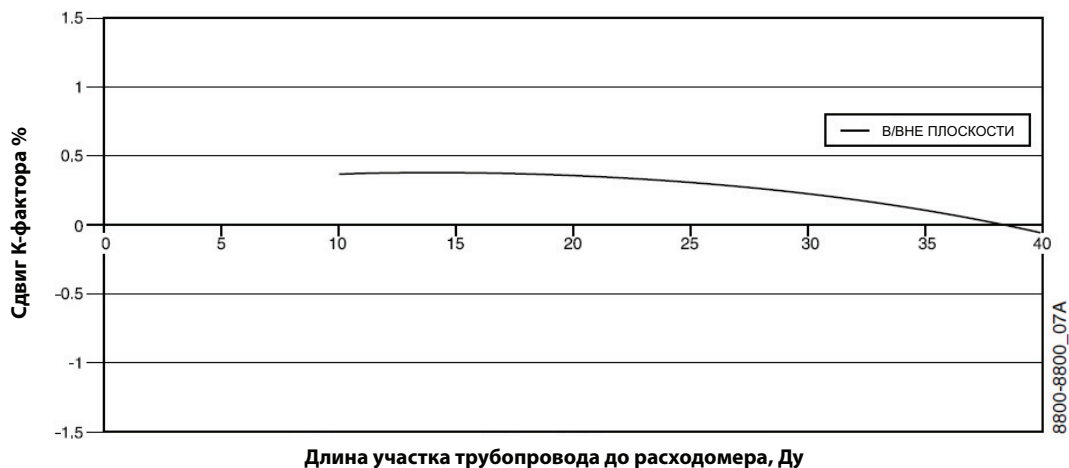


Рис. 1-10. График для расширения трубопровода



Сдвиг К-фактора на основе статистики для концентрических конических переходников, увеличивающих сечение.

Рис. 1-11. Двойное колено

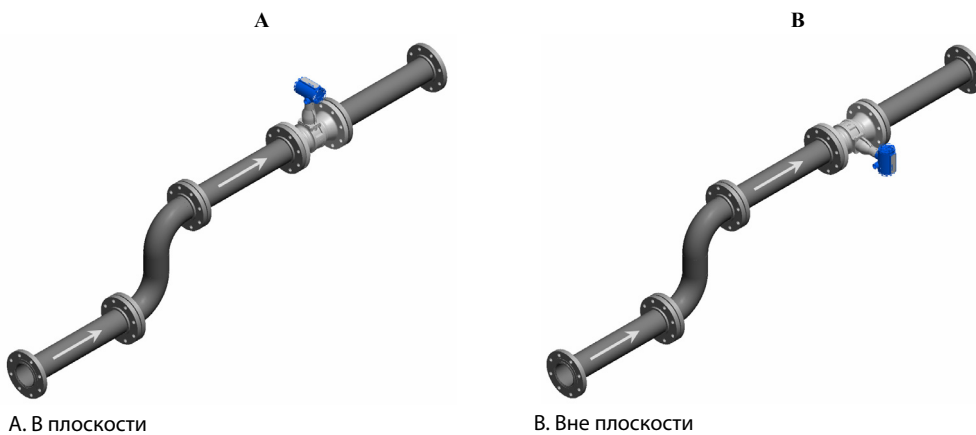


Рис. 1-12. Двойное колено. График при расположении в общей плоскости

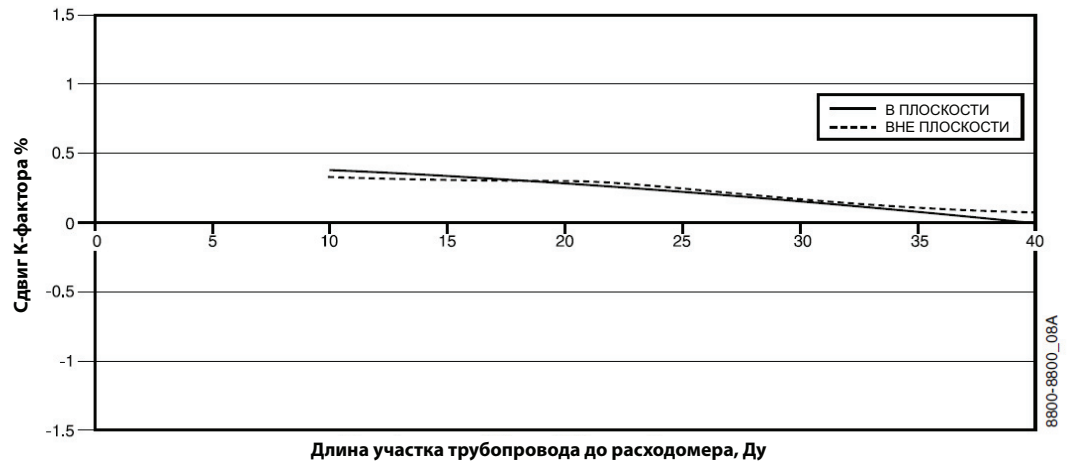


Рис. 1-13. Двойное колено, разные плоскости

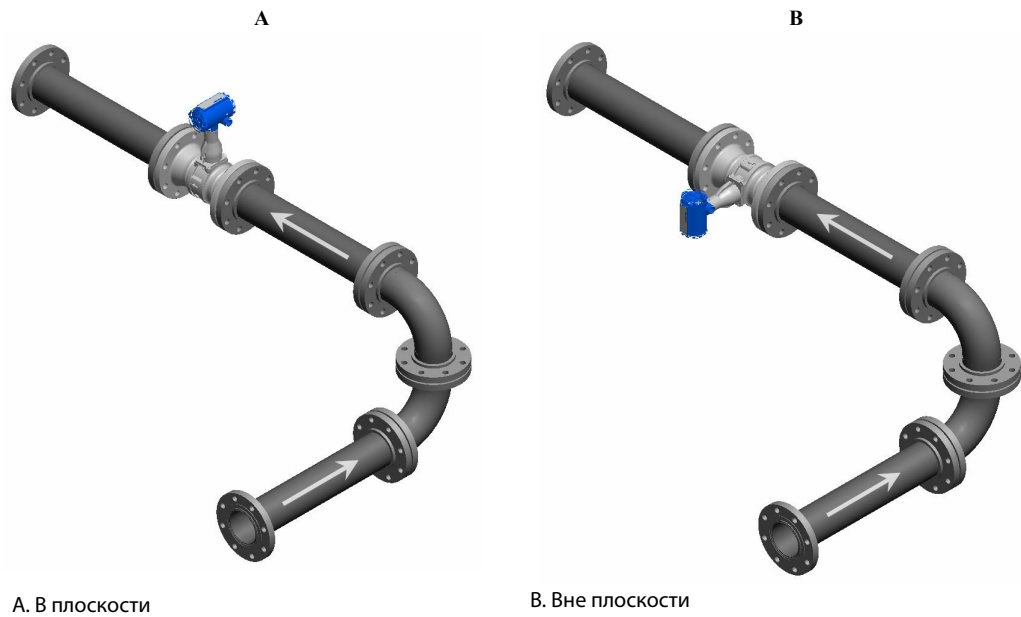


Рис. 1-14. Двойное колено. График при расположении в разных плоскостях

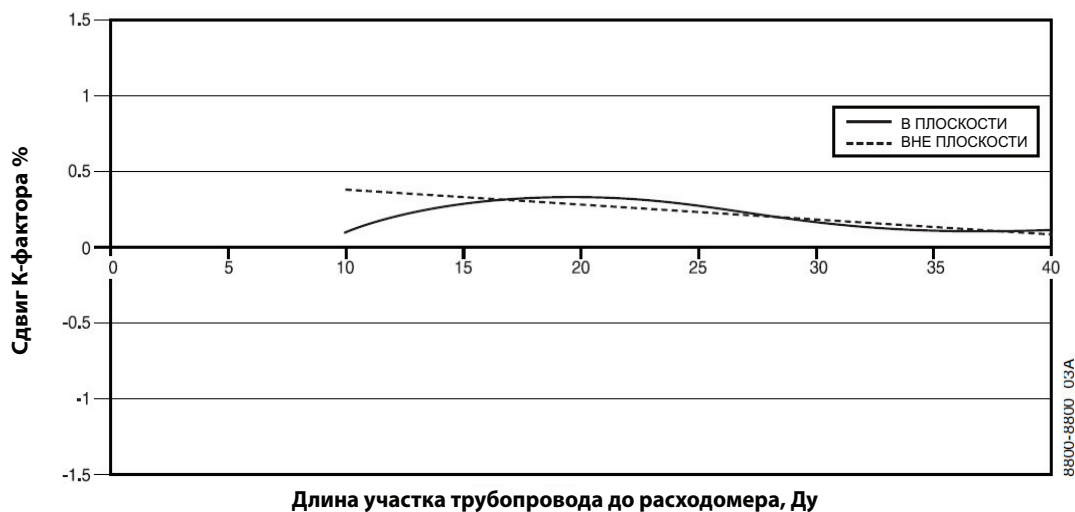


Рис. 1-15. Сужение трубопровода

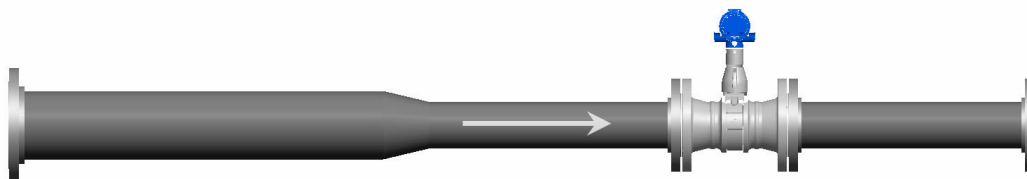
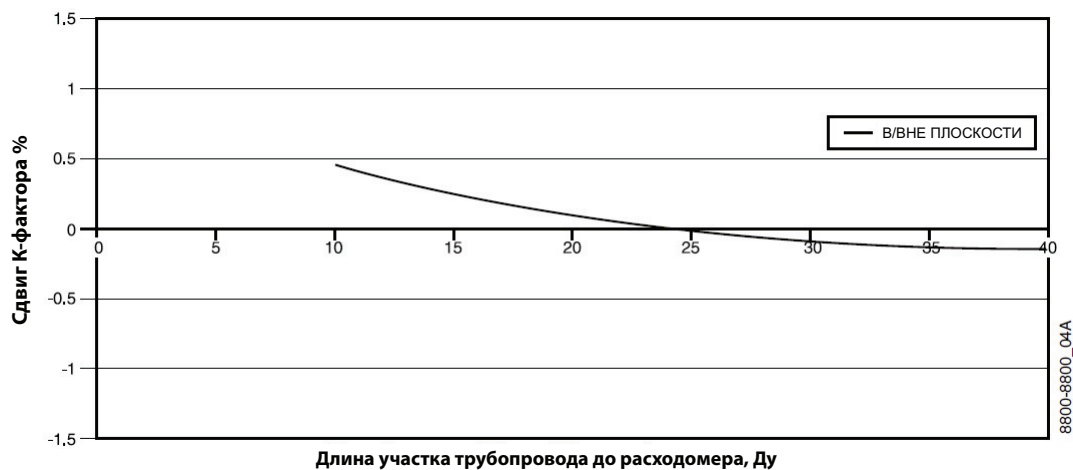


Рис. 1-16. График для сужения трубопровода



Сдвиг К-фактора на основе статистики для концентрических конических переходников, уменьшающих сечение.

Рис. 1-17. Дроссельный клапан

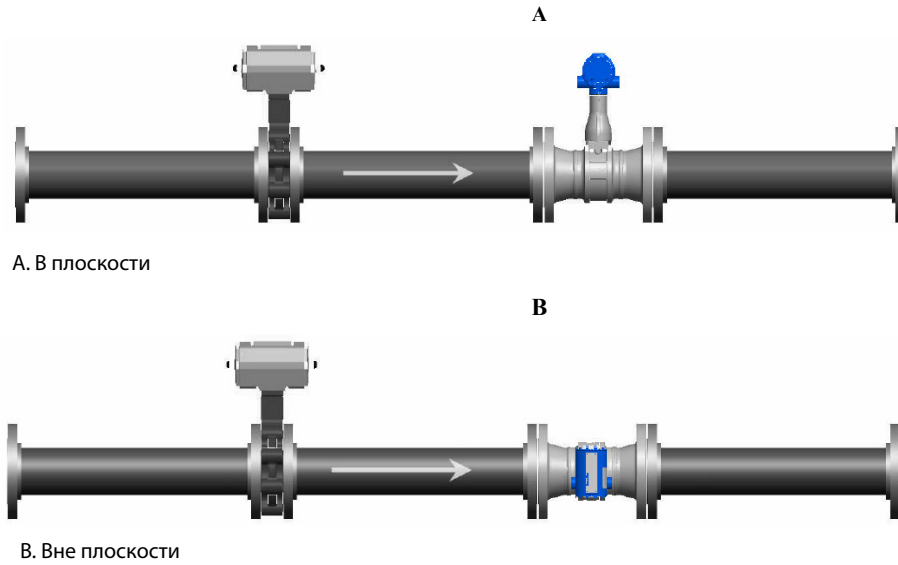
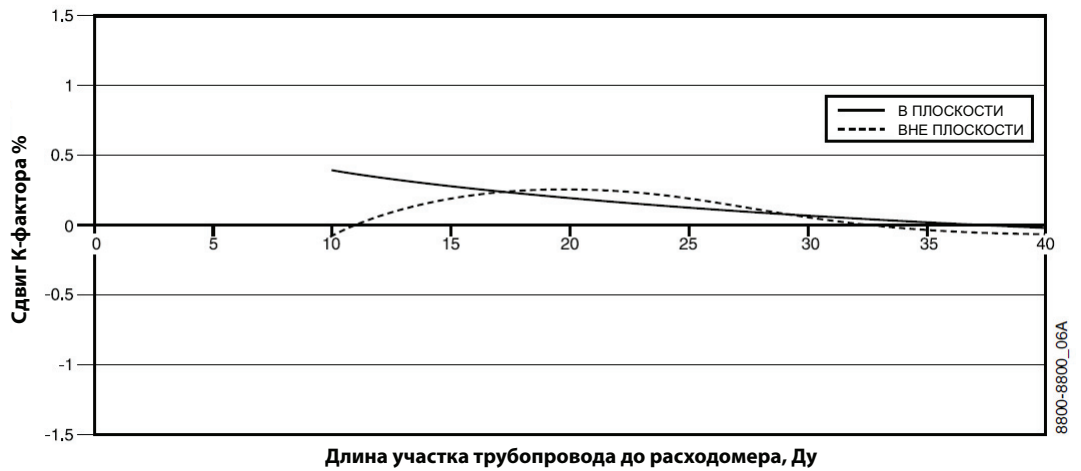
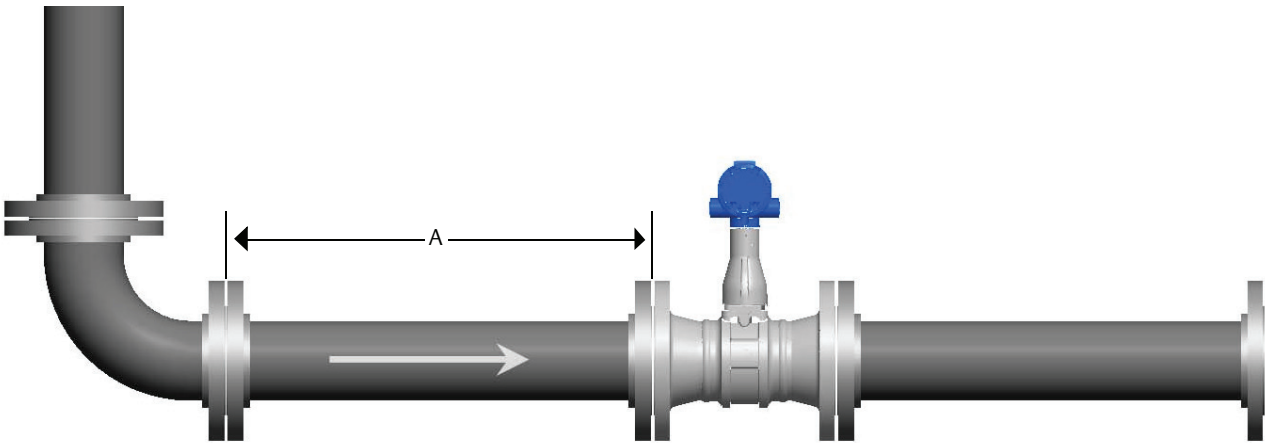


Рис. 1-18. График для дроссельного клапана



## 1.3 Расчет длины трубопровода на участках до и после расходомера



A — расстояние между фланцами трубной секции, рассчитанное на основе  $D_u$  трубопровода

### Примечание

При использовании расходомера Reducer Vortex внутренний диаметр трубы рассчитывается исходя из внутреннего диаметра технологического трубопровода, а не диаметра корпуса расходомера.

### Россия

115054, Москва,

ул. Дубининская, 53, стр. 5

+7 (495) 995-95-59

+7 (495) 424-88-50

Info.Ru@Emerson.com

www.emersonprocess.ru

### Азербайджан

AZ-1025, Баку,

пр. Ходжалы, 37,

Demirchi Tower

+994 (12) 498-2448

+995 (12) 498-2444

Info.Az@Emerson.com

### Казахстан

050012, Алматы,

ул. Толе Би, 101, корп. Д, Е, этаж 8

+7 (727) 356-12-07

+7 (727) 356-12-05

Info.Kz@Emerson.com

### Украина

04073, Киев,

Куреневский пер., 12,

стр. А, оф. А-302

+38 (044) 4-029-929

+38 (044) 4-929-928

Info.Ua@Emerson.com

### Промышленная группа «Метран», Россия

454003, Челябинск,

Новоградский пр., 15

+7 (351) 599-51-52

Info.Metran@Emerson.com

www.metran.ru

Стандартные положения и условия продажи изложены на веб-сайте:

[www.rosemount.com/terms\\_of\\_sale](http://www.rosemount.com/terms_of_sale).

Логотип Emerson является фирменной маркой и торговым знаком компании Emerson Electric Co. ProLink является фирменной маркой компании, входящей в семейство Emerson Process Management. AMS, Rosemount и логотип Rosemount являются торговыми знаками компании Rosemount Inc. HART является зарегистрированным торговым знаком HART Communication Foundation.

Все прочие товарные знаки являются собственностью соответствующих владельцев.

©Rosemount Inc., 2015. Все права защищены.

### Технические консультации по выбору и применению продукции осуществляет Центр поддержки заказчиков

+7 (351) 799-51-51

+7 (351) 799-55-88