

**Differential
Pressure
Flowmeter
Technology
Технологии
расходомеров
дифференциального
давления**



The Classical Venturi Tube

Классическая трубка Вентури

Installation, Commissioning, Operating & Maintenance Manuals
**Руководства по монтажу, пусконаладке, эксплуатации и техническому
обслуживанию**

SHANGHAI CUCKOO AUTOMATIC & SCIENCE CO., LTD

Content

Содержание

1.0	General	4
1.0	Общие сведения	4
1.1	Introduction	4
1.1	Введение	4
1.2	Principles Of Operation	4
1.2	Принципы работы	4
1.3	Field of application	5
1.3	Область применения	5
2.0	Features	7
2.0	Характеристики	7
2.1	Uncertainty of the discharge coefficient, C	7
2.1	Неопределенность коэффициента расхода, C	7
2.2	Size and β	7
2.2	Размер и β	7
2.3	Temperature and pressure	8
2.3	Температура и давление	8
2.4	Relative pressure loss	8
2.4	Относительная потеря давления	8
3	Flow Measure System	9
3	Расходомерная система	9
3.1	Application Data	9
3.1	Данные о применении	9
3.2	Flow Calculations	9
3.2	Расчет расхода	9
3.3	Application Sizing	9
3.3	Выбор размера для конкретного применения	9
3.4	Calibration	9
3.4	Калибровка	10
3.5	Materials Of Construction	10
3.5	Материалы конструкции	10
3.6	Valve Manifolds	10
3.6	Вентильные манифольды	10
3.7	Secondary And Tertiary Instrumentation	10
3.7	Вторичные и третичные приборы	10
4	Installation requirements	11
4	Требования к установке	11
4.1	General	11
4.1	Общие сведения	11
4.2	Safety	11
4.2	Меры безопасности	11
4.3	Unpacking	12
4.3	Распаковка	12
4.4	Orientation	12
4.4	Ориентация	12
4.5	Piping Specification	13
4.5	Спецификации трубопроводов	13
4.6	Piping Requirements	13

4.6	Требования к трубопроводам	13
4.7	Tap Locations	14
4.7	Расположение отборников	14
4.8	Isolation (Block) Valves	15
4.8	Запорные (блокировочные) клапаны	15
4.9	Valve Manifolds	15
4.9	Вентильные манифольды	15
4.10	Insulation	16
4.10	Изоляция	16
4.11	Differential Pressure Measurement	17
4.11	Измерение перепада давления	17
4.12	Temperature And Pressure Measurement	17
4.12	Измерение температуры и давления	17
6	Model Template	19
6	Шаблон модели	19
7	Troubleshooting	21
7	Устранение неисправностей	21

1.0 General

1.0 Общие сведения

1.1 Introduction

1.1 Введение

This document specifies the VCTV series Venturi tubes method of use (installation and operating conditions) of Venturi tubes when they are inserted in a conduit running full to determine the flow rate of the fluid flowing in the conduit.

В данном документе приводится описание способа применения трубок Вентури серии VCTV (условия установки и эксплуатации) при их размещении в полностью наполненном трубопроводе для определения расхода жидкости, протекающей по трубопроводу.

This document also provides background information for calculating the flow rate and is applicable in conjunction with the requirements given in ISO 5167.

Также в документе приводится справочная информация для расчета расхода, которая применяется в совокупности с требованиями, изложенными в стандарте ISO 5167.

This document is applicable only to Venturi tubes in which the flow remains subsonic throughout the measuring section and where the fluid can be considered as single-phase. In addition, Venturi tubes can only be used uncalibrated in accordance with this standard within specified limits of pipe size, roughness, diameter ratio and Reynolds number, or alternatively they can be used across their calibrated range. This document is not applicable to the measurement of pulsating flow. It does not cover the use of uncalibrated Venturi tubes in pipes sized less than 50 mm or more than 1200 mm

Настоящий документ относится только к трубкам Вентури, в которых поток остается дозвуковым на всем протяжении участка измерения и где жидкость можно считать однофазной. Помимо этого, трубки Вентури можно использовать без проведения калибровки в соответствии с настоящим стандартом только в рамках определенных пределов размера трубы, шероховатости, соотношения диаметров и числа Рейнольдса, либо же их можно использовать в пределах калиброванного диапазона. Настоящий документ не распространяется на измерение пульсирующего потока. В нем не рассматривается использование некалиброванных трубок Вентури в трубах размером менее 50 мм или более 1200 мм.

This document deals with the three types of classical Venturi tubes:

В данном документе рассматриваются три типа классических трубок Вентури:

- a) "as cast";
- a) "Литые";
- b) machined;
- б) Механически обработанные;
- c) fabricated (also known as "rough-welded sheet-iron").
- в) Изготовленные (также известные как «сварные из тонколистовой стали»).

1.2 Principles Of Operation

1.2 Принципы работы

The principle of the method of measurement is based on the installation of a Venturi tube into a pipeline in which a fluid is running full. A static pressure difference exists between the upstream section and the throat section of the device. Venturi tube geometries and designs have been extensively tested across a wide range of flow conditions and shown to have a reproducible value of the discharge coefficient, C , within a given uncertainty.

Принцип метода измерения состоит в установке трубки Вентури в трубопровод, по которому протекает жидкость. Между верхней частью устройства и его горловиной возникает разница

статического давления. Форма и конструкция трубок Вентури были тщательно проверены в широком диапазоне условий потока и показали воспроизводимое значение коэффициента расхода C в пределах заданной погрешности.

1.3 Field of application

1.3 Область применения

1.3.1 General

1.3.1 Общие сведения

The field of application of the classical Venturi tubes dealt with in this document depends on the way in which they are manufactured.

Область применения классических трубок Вентури, описанных в настоящем документе, зависит от способа их изготовления.

Three types of standard classical Venturi tube are specified according to the method of manufacture of the internal surface of the entrance cone and the profile at the intersection of the entrance cone and the throat. These three methods of manufacture (and hence roughness) are described in 1.3.2 to 1.3.4, and the resulting Venturi tubes have somewhat different characteristics.

В зависимости от способа изготовления внутренней поверхности входного конуса и профиля на пересечении входного конуса и горловины различают три типа стандартных классических трубок Вентури. Описание этих трех способов изготовления (и, следовательно, шероховатости) приведено в пунктах 1.3.2–1.3.4, а изготовленные таким образом трубки Вентури имеют некоторые отличия в характеристиках.

There are limits given for the roughness of the internal surfaces and the Reynolds number for each type.

Для каждого типа указаны пределы шероховатости внутренних поверхностей и числа Рейнольдса.

1.3.2 Classical Venturi tube with an “as cast” convergent section

1.3.2 Классическая трубка Вентури с «литым» сужающимся участком

This is a classical Venturi tube made by casting in a sand mould, or by other methods which leave a finish on the surface of the convergent section similar to that produced by sand casting. The throat is machined and the junctions between the cylinders and the convergent and divergent sections are rounded.

Это классическая трубка Вентури, отливаемая в песчаной литейной форме или другими методами, при которых поверхность сужающегося участка получается аналогичной той, что получается при литье в песчаную форму. Горловина обрабатывается на станке, а соединения между цилиндрами и сужающейся и расширяющейся участками закруглены.

These classical Venturi tubes can be used in pipes of diameter between 100 mm and 800 mm and with diameter ratios β between 0,3 and 0,75 inclusive.

Такие классические трубки Вентури могут использоваться в трубах диаметром от 100 до 800 мм и с соотношением диаметров β от 0,3 до 0,75 включительно.

1.3.3 Classical Venturi tube with a machined convergent section

1.3.3 Классическая трубка Вентури с механически обработанным сужающимся участком

This is a classical Venturi tube cast or fabricated as in 1.3.2 but in which the convergent section is machined as are the throat and the entrance cylinder. The junctions between the cylinders and the convergent and divergent sections may or may not be rounded. These classical Venturi tubes can be used in pipes of diameter between 50 mm and 350 mm and with diameter ratios β between 0,4 and 0,75 inclusive.

Такая классическая трубка Вентури отливается или изготавливается, как описано в пункте 1.3.2, но ее сужающийся участок, горловина и входной цилиндр подвергаются механической обработке. Соединения между цилиндрами и сужающимся и расширяющимся участками могут быть закруглены или нет. Такие классические трубки Вентури могут использоваться в трубах диаметром от 50 до 350 мм и с соотношением диаметров β от 0,4 до 0,75 включительно.

1.3.4 Classical Venturi tube with a fabricated convergent section

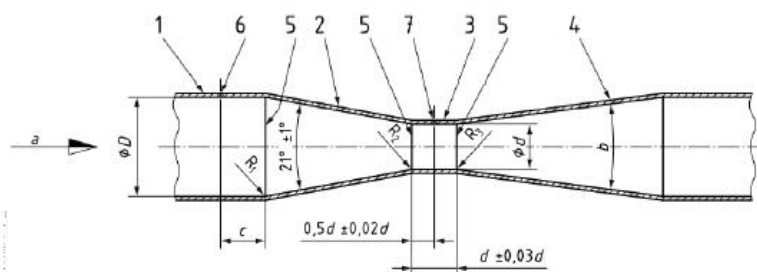
1.3.4 Классическая трубка Вентури с изготовленным сужающимся участком

This is a classical Venturi tube normally fabricated by rolling sheet iron (or an alternative sheet material) to form the sections of the Venturi tube, welding to complete the cylindrical, convergent and divergent sections, and then welding these together. For larger sizes it may not be machined if the tolerance required in ISO5167.4-2022 can be achieved, but in the smaller sizes the throat is machined. These classical Venturi tubes can be used in pipes of diameter between 200 mm and 1200 mm and with diameter ratios β between 0,4 and 0,7 inclusive.

Данная классическая трубка Вентури обычно изготавливается посредством прокатки тонколистовой стали (или другого листового материала) для формирования участков трубки Вентури, сварки для завершения цилиндрических, сужающихся и расширяющихся участков, а затем сварки всех этих участков между собой. Для больших размеров трубка может не подвергаться механической обработке, при условии соблюдения допусков, требуемых стандартом ISO5167.4-2022, однако для меньших размеров горловина подвергается механической обработке. Такие классические трубки Вентури могут использоваться в трубах диаметром от 200 до 1200 мм и с соотношением диаметров β от 0,4 до 0,7 включительно.

Figure 1— Geometric profile of the classical Venturi tube

Рисунок 1 — Геометрический профиль классической трубки Вентури



1 entrance cylinder A
1 Входной цилиндр А

4 conical divergent section E
4 Конический расширяющийся
участок Е

6 upstream pressure tapping(s)
6 Отборник давления перед
элементом

2 conical convergent section B
2 Конический сужающийся
участок В

5 connecting planes
5 Соединительные плоскости

7 throat pressure tapping(s)
7 Отборник давления в
горловине

3 cylindrical throat C
3 Цилиндрическая горловина С

2.0 Features

2.0 Характеристики

2.1 Uncertainty of the discharge coefficient, C

2.1 Неопределенность коэффициента расхода, C

2.1.1 Cast

2.1.1 Литой участок

ReD	C	Uncertainty % Неопределенность, %
4×10^4	0,957	2,5
6×10^4	0,966	2
1×10^5	0,976	1,5
1.5×10^5	0,982	1

2.1.2 Machined convergent section

2.1.2 Механически обработанный сужающийся участок

ReD	C	Uncertainty % Неопределенность, %
5×10^4	0,970	3
1×10^5	0,977	2.5
2×10^5	0,992	2.5
3×10^{5b}	0,998	1,5
5×10^5 to 10^6 от 5×10^5 до 10^6	0,995	1
10^6 to 2×10^6 от 10^6 до 2×10^6	1	2
2×10^6 to 10^8 от 2×10^6 до 10^8	1,010	3

1 For low Reynolds numbers, the spread of the experimental results is not a Gaussian distribution, the mean deviation of results smaller than the mean value of C being greater than that of greater values.

1 При малых числах Рейнольдса распределение полученных экспериментальных результатов не является распределением по Гауссу, при этом среднее отклонение результатов, которые меньше среднего значения C, больше, чем отклонение результатов, больших по величине.

2 If $\beta \geq 0,67$, there is a difference between the values of discharge coefficient and uncertainty for $Red = 3 \times 10^5$ recommended in this table is not equal.

2 При $\beta \geq 0,67$ разница между значениями коэффициента расхода и неопределенностью для $Red = 3 \times 10^5$, рекомендованного в данной таблице, неравнозначна.

2.1.3 Fabricated

2.1.3 Изготовленный участок

ReD	C	Uncertainty % Неопределенность, %
10^4	0,963	2.5
6×10^4	0,978	2
10^5	0,980	1,5
1.5×10^5	0,987	1
2×10^5 to 5×10^5 от 2×10^5 до 5×10^5	0,982	1
5×10^5 to 3.2×10^6 от 5×10^5 до $3,2 \times 10^6$	0.995	1

2.2 Size and β

2.2 Размер и β

	SIZE РАЗМЕР	β
“as cast” "Литой"	DN100 to DN800 от DN100 до DN800	0.3 to 0.75 от 0,3 до 0,75
machined Механически обработанный	DN50 to DN350 от DN50 до DN350	0.4 to 0.75 от 0,4 до 0,75
fabricated Изготовленный	DN200 to DN1200 от DN200 до DN1200	0.4 to 0.7 от 0,4 до 0,7

2.3 Temperature and pressure

2.3 Температура и давление

Max.operating temperature and pressure limited by material and rating. Temperature from -200[^] to 850[^]. Pressure from -0.1Mpa to 70Mpa.

Максимальная рабочая температура и давление зависят от материала и номинальных характеристик. Температура от -200[^]С до 850[^]С. Давление от -0,1 МПа до 70 МПа.

2.4 Relative pressure loss

2.4 Относительная потеря давления

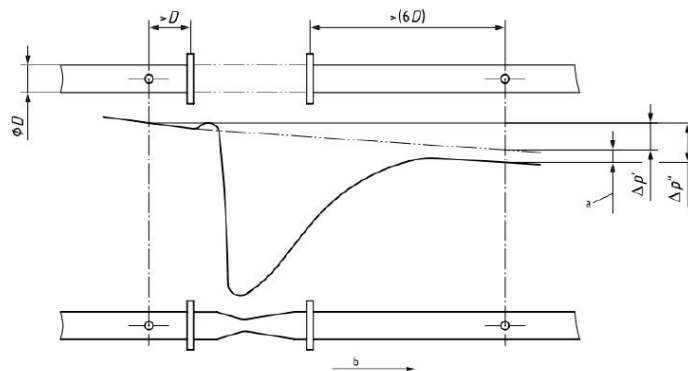
The relative pressure loss ξ , is the ratio of the pressure lose $\Delta p'' - \Delta p'$ to the differential pressure Δp , given by

Относительная потеря давления ξ определяется как отношение потери давления $\Delta p'' - \Delta p'$ к перепаду давления Δp , и рассчитывается по формуле

$$\xi = \frac{\Delta p'' - \Delta p'}{\Delta p} \quad K = \frac{(1 - \beta^4)}{\beta^4} \frac{\Delta p''}{\Delta p} \quad K = \frac{\Delta p''}{\frac{1}{2} \rho V^2}$$

Figure 2—Pressure loss across a classical Venturi tube

Рисунок 2 — Потеря давления в классической трубке Вентури



3、Flow Measure System

3. Расходомерная система

3.1 Application Data

3.1 Данные о применении

The customer must provide application parameters so that the appropriate Venturi tube may be selected. CKOO has an extensive meter performance database of fluid properties which can be utilized for sizing purposes.

Заказчик должен сообщить рабочие параметры, чтобы можно было подобрать подходящую трубку Вентури. Компания CKOO владеет обширной базой данных о характеристиках измерительных приборов и свойствах жидкостей, что позволяет правильно подобрать размеры.

CKOO can integrates Venturi tubes and differential pressure transmitters, taps, valves, and fittings, greatly improving the measurement accuracy and reliability of the system.

Компания CKOO может комплектовать трубки Вентури и преобразователи дифференциального давлений, отборники, клапаны и фитинги, что значительно повышает точность измерений и надежность системы.

3.2 Flow Calculations

3.2 Расчет расхода

$$q_m = \frac{C}{\sqrt{1 - \beta^4}} \varepsilon \frac{\pi}{4} d^2 \sqrt{2 \Delta p \rho_1}$$

qm—FLOW, kg/s

qm—РАСХОД, кг/с

ε—Gas Expansion Factor

ε—Коэффициент расширения газа

d —Pipe Inside Diameter,m

d —Внутренний диаметр трубы, м

ρ—Flowing Density, kg/m³

ρ—Плотность потока, кг/м³

C—Flow Constant

C—Константа расхода

β—Beta Ratio

β—Коэффициент бета

Δp —Differential Pressure (dp)

Δp —Дифференциальное давление (dp)

3.3 Application Sizing

3.3 Выбор размера для конкретного применения

Each Venturi tube is tailored to its specific application. Before manufacturing, every Venturi tube will have a “sizing” completed according to the physical parameters of the application. The computer generated sizing uses application data as a basis to predict the Venturi tube’s performance. Full scale Δp, working flow range, expected accuracy, and predicted pressure loss are determined by the sizing process.

Каждая трубка Вентури оптимизирована для конкретного вида применения. Перед изготовлением каждая трубка Вентури подвергается «калибровке» в соответствии с физическими параметрами применения. В процессе компьютерного расчета размера используются данные по применению для прогнозирования характеристик трубки Вентури. Полный диапазон Δp, рабочий диапазон расхода, ожидаемая точность и прогнозируемая потеря давления определяются в процессе расчета размеров.

3.4 Calibration

3.4 Калибровка

The Flowmeter can be calibrated on the calibration device. Each flow meter should be calibrated, and if higher accuracy is required, calibration must be performed. If calibration cannot be carried out, simulation calibration should also be based on years of application experience. Independent test data collected over the years can accurately simulate the Cf value of the instrument. If the measuring medium is a compressible medium, to achieve high measurement accuracy, it is recommended to perform physical calibration on the compressible medium.

Калибровку расходомера можно выполнять с помощью калибровочного устройства. Каждый расходомер подлежит калибровке, при необходимости более высокой точности необходимо также провести калибровку. В случае отсутствия возможности проведения калибровки необходимо выполнить имитационную калибровку, опираясь на опыт многолетнего применения. Данные независимых испытаний, собранные в течение многих лет, позволяют точно смоделировать значение Cf прибора. Если измеряемая среда представляет собой сжимаемую среду, то для обеспечения высокой точности измерений рекомендуется проводить физическую калибровку по сжимаемой среде.

3.5 Materials Of Construction

3.5 Материалы конструкции

All materials used Venturi tube are certified. Materials furnished to CKOO include a certified material test report (CMTR) from the original material manufacturer. The test reports include material composition and applicable material grades. Upon request copies of the material test reports can be supplied to our customers.

На все материалы, используемые при изготовлении трубки Вентури, имеются сертификаты. Материалы, поставляемые для компании СКОО, имеют сертифицированный отчет об испытаниях материала (CMTR) от производителя исходного материала. В отчетах об испытаниях указывается состав материала и марки применяемых материалов. Копии отчетов об испытаниях материалов могут быть предоставлены клиентам по запросу.

3.6 Valve Manifolds

3.6 Вентильные манифольды

CKOO recommends a three valve or five valve manifold as part of a Integration Built-in Orifice Plate flow measurement system. Manifolds allow for in-line transmitter calibrations, isolation of the transmitter from the transmission lines, without depressurizing the line, and in-line purging of transmission lines.

Компания СКОО рекомендует трехвентильный или пятивентильный манифольд в качестве части интегрированной системы измерения расхода со встроенной расходомерной диафрагмой. Манифольды позволяют выполнять калибровку преобразователя в поточном режиме, изолировать преобразователь от транспортирующих линий без сброса давления в линии и осуществлять продувку транспортирующих линий в поточном режиме.

3.7 Secondary And Tertiary Instrumentation

3.7 Вторичные и третичные приборы

A differential pressure transmitter measures the differential pressure signal from the primary element. Once the signal is measured, the transmitter generates an electronic signal that is then interpreted by a flow monitor or other process control system. For compressible fluids, line pressure and temperature measurements are generally required for accurate flow measurement. CKOO offers the

following flow measurement instrumentation: differential pressure transmitters, flow computers, and pressure and temperature sensors for mass flow measurement.

Преобразователь дифференциального давления измеряет сигнал перепада давления, поступающий от первичного элемента. После измерения сигнала преобразователь генерирует электронный сигнал, который затем обрабатывается монитором расхода или другой технологической системой управления. Для точного измерения расхода сжимаемых жидкостей обычно требуется измерение давления и температуры в линии. Компания СКОО предлагает следующие приборы для измерения расхода: преобразователи дифференциального давления, вычислители расхода, а также датчики давления и температуры для измерения массового расхода.

4. Installation requirements

4. Требования к установке

4.1 General

4.1 Общие сведения

This section provides recommendations for impulse tubing connections allowing the differential pressure generated by the classical Venturi tube to be transmitted to the secondary device, normally a Differential Pressure Transmitter. The connection methods are designed to minimize errors in the pressure signal.

В данном разделе приведены рекомендации по подсоединению импульсных трубок, позволяющих передавать перепад давления, создаваемый классической трубкой Вентури, на вторичное устройство, в качестве которого обычно используется преобразователь дифференциального давления. Способы подключения спроектированы так, чтобы свести к минимуму погрешности в сигнале давления.

4.2 Safety

4.2 Меры безопасности

The differential pressure signal must be transmitted in a safe manner, within piping, tubing, or the manifold block, to the secondary device. The fluid between the primary and secondary device must be safely contained. Safe containment of the fluid requires strict adherence to the applicable standards and codes, proper materials selection, including the gaskets, and acceptable fabrication methodology.

Сигнал перепада давления должен передаваться по трубопроводу, трубке или блоку манифольда на вторичное устройство безопасным способом. Среда между первичным и вторичным устройством должна удерживаться в безопасных условиях. Для безопасного удержания жидкости требуется строгое соблюдение действующих стандартов и норм, надлежащий выбор материалов, включая прокладки, и подходящая методика изготовления.

WARNING! When installing the impulse lines in the high and low pressure taps, NEVER use dissimilar metals as this can cause corrosion and the rupture of the impulse line and can cause serious injury or death.

ВНИМАНИЕ! При установке импульсных линий в отборниках высокого и низкого давления НИКОГДА не используйте разнородные металлы, поскольку это может привести к коррозии и разрыву импульсной линии, что может повлечь за собой серьезные травмы или летальный исход.

- Any person installing, inspecting, or maintaining a CKOO flowmeter should have an understanding of piping configurations and systems under pressure.
- Любое лицо, осуществляющее установку, проверку или техническое обслуживание

расходомера СКОО, должно понимать принципы работы трубопроводных систем и систем, работающих под давлением.

- The high and low pressure ports and/or optional instrumentation ports may be fitted with plastic thread protector plugs. These must be removed prior to pressurizing the system. Failure to do so may result in serious injury.
- Порты высокого и низкого давления и/или дополнительные порты для приборов могут быть оснащены пластиковыми заглушками для защиты резьбы. Их необходимо снять перед нагнетанием давления в системе. Пренебрежение этим требованием может привести к серьезным травмам.
- Before adjusting or removing any meter, be certain the system has been depressurized completely. Never attempt to remove a meter under pressure!
- Перед регулировкой или снятием любого измерительного прибора необходимо убедиться, что давление в системе полностью сброшено. Категорически запрещается снимать измеритель, находящийся под давлением!
- Be careful when lifting meters. Meters can cause serious injury if lifted incorrectly or dropped.
- Соблюдайте осторожность при подъеме измерительных приборов. При неправильном подъеме или падении измерители могут нанести серьезные травмы.
- Use only necessary and appropriate tools when working on a meter.
- При работе с измерительным прибором используйте только необходимые и подходящие инструменты.
- Properly secure all connections before starting a system. Keep a safe and prudent distance away from the meter during system start-up.
- Перед запуском системы надежно закрепите все соединения. Во время запуска системы необходимо находиться на безопасном и достаточном расстоянии от измерителя.
- Meters used in oil & gas or flammable service require a ground wire connection to arrest any static electricity discharge.
- Для измерительных приборов, используемых в нефтегазовой промышленности или при работе с легковоспламеняющимися веществами, требуется подключение заземляющего провода для предотвращения разряда статического электричества.

4.3 Unpacking

4.3 Распаковка

СКОО tests and inspects all products during manufacture and before shipment. However, inspect the meter and accessories at the time of unpacking to detect any damage that might have occurred during shipment. If there is a question regarding the paperwork or the flowmeter, please contact your СКОО representative.

Компания СКОО проводит испытания и проверку всех изделий в процессе производства и перед отгрузкой. Тем не менее, необходимо осмотреть расходомер и принадлежности при распаковке для выявления любых повреждений, которые могли возникнуть во время транспортировки. Если у вас возникли вопросы по документации или расходомеру, обратитесь к представителю компании СКОО.

4.4 Orientation

4.4 Ориентация

A flow label is placed on each flowmeter to show the direction of flow through the meter. The high pressure tap is upstream. The low pressure tap is down- stream. This information is necessary when

connecting the differential transmitter.

На каждом расходомере размещена табличка с указанием направления потока через расходомер. Отборник высокого давления находится выше по потоку. Отборник низкого давления находится ниже по потоку. Данная информация необходима при подключении преобразователя дифференциального давления.

4.5 Piping Specification

4.5 Спецификации трубопроводов

The pipe, tubing, or manifold installed between the primary and secondary elements must comply with national and local standards, regulations, and codes of practice. A process piping specification will include the specification for the isolation valve (or block valve) closest to the primary element. The specification for the piping or tubing between this isolation valve and the secondary device, including any additional valves, may differ from the piping specification for the root (primary) isolation valves. The smaller size and lower temperatures in the impulse lines often justify these differences.

Трубы, трубки или манифольды, установленные между первичными и вторичными элементами, должны соответствовать национальным и местным стандартам, нормам и правилам. Спецификации технологических трубопроводов включают спецификацию запорного клапана (или блокировочного клапана), расположенного ближе всего к первичному элементу. Спецификации трубопроводов или труб между этим запорным клапаном и вторичным устройством, включая любые дополнительные клапаны, могут отличаться от спецификаций трубопроводов для корневых (первичных) запорных клапанов. Меньшие размеры и более низкие температуры в импульсных линиях часто обосновывают эти различия.

An approved hydrostatic test or pneumatic test may be required for piping systems to prove the integrity of the pressure containing parts of the system.

Для систем трубопроводов может понадобиться проведение утвержденного гидростатического испытания или пневматического испытания для подтверждения целостности частей системы, находящихся под давлением.

The break (change) in piping specification between the process (primary) and the instrument (secondary) side is normally at the process isolation valve (root valve) at its secondary connection end. If flanged, then the specification break will occur at the mating face of the secondary side flange.

Точка смены типа труб между технологической (первичной) и приборной (вторичной) стороной обычно находится у технологического запорного клапана (корневого клапана) на его вторичном соединительном конце. Если трубопровод фланцевый, то точка смены типа труб находится на сопрягаемой поверхности фланца вторичной стороны.

4.6 Piping Requirements

4.6 Требования к трубопроводам

4.6.1 When the upstream straight length used is equal to or longer than the value specified in columns A of Table 1 for “zero additional uncertainty” and the downstream straight length is equal to or longer than the value specified in Table 1, it is not necessary to increase the uncertainty in discharge coefficient to take account of the effect of the particular installation.

4.6.1 В случае, если длина прямого участка перед элементом равна или превышает значение, указанное в столбце А таблицы 1 для «нулевой дополнительной неопределенности», а длина прямого участка после элемента равна или превышает значение, указанное в таблице 1, нет необходимости увеличивать неопределенность коэффициента расхода с учетом влияния конкретной установки.

4.6.2 When the upstream straight length is shorter than the value corresponding to “zero additional uncertainty” shown in columns A and either equal to or greater than the “0,5% additional uncertainty” value shown in columns B of Table 1 for a given fitting, an additional relative uncertainty.

4.6.2 При этом, если длина прямого участка перед элементом меньше значения, соответствующего «нулевой дополнительной неопределенности», указанной в столбце А, и равна или больше значения «дополнительной неопределенности 0,5%», указанного в столбце В таблицы 1 для данного фитинга, то добавляется дополнительная относительная неопределенность.

Table 1—Required straight lengths for classical Venturi tubes

Таблица 1 — Требуемые прямые длины для классических трубок Вентури

Diameter ratio β Коэффициент диаметра β	Single 90° bend ^a Одинарный изгиб 90° ^a		Two or more 90° bends in the same plane or different planes ^a Два или более изгиба под углом 90° в одной плоскости или в разных плоскостях ^a		Reducer 1,33D to D over a length of 2,3D Переходник от 1,33D до D по длине 2,3D		Expander 0,67D to D over a length of 2,5D Расширитель от 0,67D до D по длине 2,5D		Reducer 3D to D over a length of 3,5 D Переходник от 3D до D по длине 3,5 D		Expander 0,75D to D over a length of D Расширитель от 0,75D до D по длине D		Full bore ball or gate valve fully open Полнопроходной шаровой кран или задвижка	
1	2		3		4		5		6		7		8	
	A ^b	B ^c	A ^b	B ^c	A ^b	B ^c	A ^b	B ^c	A ^b	B ^c	A ^b	B ^c	A ^b	B ^c
0.30	8	3	8	3	4	d	4	d	2.5	d	2.5	d	2.5	d
0.40	8	3	8	3	4	d	4	d	2.5	d	2.5	d	2.5	d
0.50	9	3	10	3	4	d	5	4	5.5	2.5	2.5	d	3.5	2.5
0.60	10	3	10	3	4	d	6	4	8.5	2.5	3.5	2.5	4.5	2.5
0.70	14	3	18	3	4	d	7	5	10.5	2.5	5.5	3.5	5.5	3.5
0.75	16	8	22	8	4	d	7	6	11.5	3.5	6.5	4.5	5.5	3.5

The minimum straight lengths required are the lengths between various fittings located upstream of the classical Venturi tube and the classical Venturi tube itself. Straight lengths shall be measured from the downstream end of the curved portion of the nearest (or only) bend or the downstream end of the curved or conical portion of the reducer or expander to the upstream pressure tapping plane of the classical Venturi tube.

Минимальные требуемые длины прямых участков соответствуют расстояниям между различными фитингами, расположенными перед классической трубкой Вентури, и самой классической трубкой Вентури. Прямые участки должны измеряться от концевой части ближайшего (или единственного) изгиба ниже по потоку или концевой части изогнутой или конической части переходника или расширителя ниже по потоку до плоскости отбора давления выше по потоку классической трубки Вентури.

If temperature pockets or wells are installed upstream of the classical Venturi tube, they shall not exceed 0,13D in diameter and shall be located at least 4D upstream of the upstream tapping plane of the Venturi tube.

Если термокарманы и термоколодцы установлены перед классической трубкой Вентури, их диаметр не должен превышать 0,13D, а расстояние до плоскости отбора проб перед трубкой Вентури должно составлять не менее 4D.

For downstream straight lengths, fittings or other disturbances (as indicated in this Table) or densitometer pockets situated at least four throat diameters downstream of the throat pressure tapping plane do not affect the accuracy of the measurement (see 4.6.1 and 4.6.2).

Для прямых участков ниже по потоку, фитинги или другие препятствия (как указано в данной таблице) или карманы для денситометра, расположенные не менее чем в четырех диаметрах горловины после плоскости отбора давления в горловине, не влияют на точность измерения (см. 4.6.1 и 4.6.2).

a The radius of curvature of the bend shall be greater than or equal to the pipe diameter.
a Радиус кривизны изгиба должен быть больше или равен диаметру трубы.

b Column A for each fitting gives lengths corresponding to “zero additional uncertainty” values (see 4.6.1).
b В столбце А для каждого фитинга указаны длины, соответствующие значениям «нулевой дополнительной неопределенности» (см. 4.6.1).

c Column B for each fitting gives lengths corresponding to “0,5% additional uncertainty” values (see 4.6.2).
c В столбце В для каждого фитинга приведены длины, соответствующие значениям «дополнительной неопределенности 0,5 %» (см. 4.6.2).

d The straight length in Column A gives zero additional uncertainty; data are not available for shorter straight lengths which could be used to give the required straight lengths for Column B.
d Прямой участок в столбце А не дает дополнительной неопределенности; данные для более коротких прямых участков, которые можно было бы использовать для получения требуемых прямых участков для столбца В, отсутствуют.

e The majority of data for this table were collected with Venturi tubes with interconnected multiple tapings
e Большая часть данных для этой таблицы была получена с помощью трубок Вентури с соединенными между собой несколькими отборниками.

4.7 Tap Locations

4.7 Расположение отборников

For piping in a horizontal plane, we recommend the taps be placed on the sides of the pipe in either the three or the nine o'clock position. In vertical pipes, the tap locations are not significant.

При прокладке трубопровода в горизонтальной плоскости рекомендуется размещать

отборники по бокам трубы в положении «три» или «девять часов». В вертикальных трубопроводах расположение отборников не имеет значения.

4.8 Isolation (Block) Valves

4.8 Запорные (блокировочные) клапаны

To provide best maintenance access of the impulse piping and secondary elements, it is recommended that root block valves be installed immediately adjacent to the pressure taps of the flowmeter. If liquid could fill the impulse lines, the root block valves should be arranged so as not to impede fluid movement and proper settling and it may be necessary to install these valves on sloping lines. When specifying root isolation valves, practical considerations include:

Для обеспечения наилучшего доступа для технического обслуживания импульсных труб и вторичных элементов рекомендуется устанавливать корневые запорные клапаны непосредственно рядом с отборниками давления расходомера. Если жидкость может заполнять импульсные трубы, то корневые запорные клапаны должны располагаться таким образом, чтобы не препятствовать движению жидкости и ее надлежащему оседанию, поэтому может потребоваться установка этих клапанов на наклонных линиях. При выборе корневых запорных клапанов следует учитывать практические моменты:

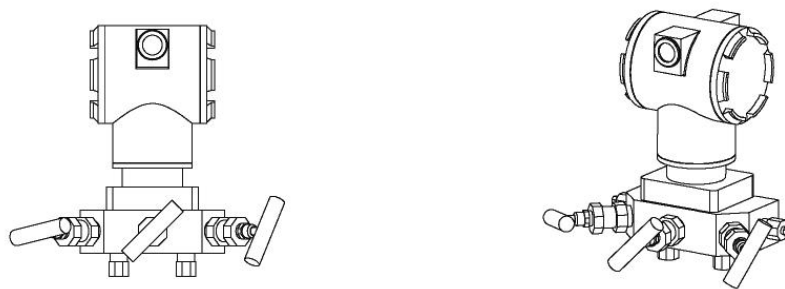
- The valve must be rated for the pipe operating pressure
- Клапан должен быть рассчитан на рабочее давление трубы.
- There must be a careful choice of both valve and packing, particularly in the case of dangerous or corrosive fluids, and with gases such as oxygen
- Необходимо тщательно подбирать как клапан, так и уплотнение, особенно в случае работы с опасными или коррозионными жидкостями, а также с газами, такими как кислород.
- Valves must be chosen that do not affect the transmission of a pressure signal, particularly when that signal is subject to any degree of fluctuation.
- Необходимо выбирать клапаны, которые не влияют на передачу сигнала давления, особенно если этот сигнал подвержен колебаниям любой степени.
- Ball valves and gate valves are recommended for this application. Globe style block valves are not recommended for DP transmission lines.
- Для данного применения рекомендуется использовать шаровые краны и задвижки. Запорно-регулирующие клапаны не рекомендуются для применения в линиях передачи перепада давления.

4.9 Valve Manifolds

4.9 Вентильные манифольды

Valve manifolds are often installed to permit operating, calibrating and troubleshooting the secondary device, without removing it. A typical valve manifold configuration is shown in Figure.

Вентильные манифольды часто устанавливаются для того, чтобы можно было осуществлять эксплуатацию, калибровку и поиск неисправностей вторичного устройства, не демонтируя его. Типовая конфигурация вентильного манифольда показана на рисунке.



A 3-way Manifold Block mounted with a DP Transducer

3-ходовой вентильный блок с установленным преобразователем дифференциального давления

These manifolds are used:

Используются следующие манифольды:

- To isolate the secondary device from the impulse lines
- Для изоляции вторичного устройства от импульсных труб
- To open a path (bypass) between the high and low pressure sides of the secondary device.
- Для открытия пути (байпаса) между сторонами высокого и низкого давления вторичного устройства.

The secondary device zero (no flow signal) can be adjusted at operating pressure with one block valve closed and the bypass valve(s) open.

Нулевое значение вторичного устройства (отсутствие сигнала потока) может быть отрегулировано при рабочем давлении, когда один блокировочный клапан закрыт, а байпасный клапан открыт.

- To drain or vent the secondary device and/or the impulse piping to atmosphere.
- Для слива или сброса вторичного устройства и/или импульсного трубопровода в атмосферу.

A 5 way manifold can be used to provide connection of the secondary device to a “dead weight” or other reference calibrator to enable “in situ” calibration of the differential pressure device. Manufactured valve manifolds may reduce cost and save space by integrating the required valves and connections into one assembly. Valve manifolds must be installed in the orientation specified by the manufacturer to avoid possible errors caused by trapped pockets of gas or liquid in the body.

5-вентильный манифольд может использоваться для подключения вторичного устройства к «балласту» или другому эталонному калибратору для калибровки устройства дифференциального давления «на месте установки». Изготовленные вентильные коллекторы позволяют снизить стоимость и сэкономить место за счет объединения необходимых клапанов и соединений в один узел. Вентильные манифольды должны устанавливаться в соответствии с ориентацией, указанной производителем, для предотвращения возможных ошибок, связанных с задержанием газа или жидкости в корпусе.

4.10 Insulation

4.10 Изоляция

Some hot or very cold lines require thermal insulation for personnel protection. It may also be necessary to insulate and “heat trace” the impulse lines to avoid freezing or unintended condensation. The amount of heat used must avoid the undesired vaporizing of liquids in liquid filled lines, or the prevention of condensation with condensable vapors. Bundling the impulse lines together so that the impulse lines will be at approximately the same temperature is preferred. Having the DP transmitter in a

temperature control Instrument Housing is good practice for accurate metering in an environment exposed to large temperature variations such as an offshore platform or a desert site.

Для некоторых линий с горячей или очень холодной средой требуется теплоизоляция для защиты персонала. Также может потребоваться изоляция и «спутниковый обогрев» импульсных линий для предотвращения замерзания или непреднамеренной конденсации. Количество используемого тепла должно исключать нежелательное испарение жидкостей в линиях, заполненных жидкостью, или предотвращать конденсацию конденсирующихся паров. Предпочтительно соединять импульсные линии вместе для поддержания в них примерно одинаковой температуры. Для точного измерения в среде, подверженной большим колебаниям температуры, например, на морской платформе или в пустынной местности, преобразователь дифференциального давления следует помещать в приборный корпус с контролем температуры.

4.11 Differential Pressure Measurement

4.11 Измерение перепада давления

With current technology the differential pressure is normally measured with a differential pressure transmitter. These transmitters may simply record the differential pressure and provide a 4-20mA signal to a flow computer or to DCS system.

По современным технологиям перепад давления обычно измеряется с помощью преобразователя дифференциального давления. Такие преобразователи могут просто регистрировать перепад давления и подавать сигнал 4-20 мА на вычислитель расхода или в РСУ.

Note: It is absolutely essential that the DP transducer is ranged for the specific flowmeter. Each meter will produce a range of differential pressure and the transducer must cover that range. The DP transducer must also be selected for the operating pressure and temperature of the metering application. It is also necessary that the DP transducer will cover the lower range of the DP produced accurately. DP transducers are notoriously inaccurate at the bottom end of the range. For flow ranges over 10:1, stacking transmitters is recommended. Stacking transmitters is a system with two transmitters where one measures the low DPs and the other measures the high DPs.

Примечание: Очень важно, чтобы преобразователь дифференциального давления был рассчитан на конкретный расходомер. Каждый измеритель создает определенный диапазон перепада давления, и преобразователь должен охватывать этот диапазон. Преобразователь дифференциального давления также должен быть подобран с учетом рабочего давления и температуры измерительного устройства. Также необходимо, чтобы преобразователь дифференциального давления точно охватывал нижний диапазон создаваемого перепада давления. Известно, что преобразователи дифференциального давления недостаточно точны в нижней части диапазона. Для диапазонов расхода более 10:1 рекомендуется вместе объединять преобразователи. Объединение преобразователей - это система с двумя преобразователями, один из которых измеряет низкие значения перепада давления, а другой - высокие.

4.12 Temperature And Pressure Measurement

4.12 Измерение температуры и давления

In the flow measurement calculation for all DP devices, it is necessary to include the temperature and pressure measured upstream of the meter. For accurate temperature measurement for orifice metering, (which are very susceptible to upstream disturbances from items such as thermowells), it has been necessary to install the thermowell downstream and make a correction to the upstream condition.

In the case of flowmeter, which are always calibrated and have very little influence by upstream disturbances, the thermowell can be located upstream of the plate and the meter calibrated with the thermowell in position. Not all users measure the temperature via a thermowell, and for stable temperature conditions there has been an increasing tendency to install a thermocouple or temperature probe on the outside of the upstream piping and cover it with insulation.

При расчете измерения расхода для всех устройств дифференциального давления необходимо учитывать температуру и давление, измеренные перед измерителем. Для точного измерения температуры по расходомерным приборам (которые очень чувствительны к воздействию таких факторов, как термокарманы), необходимо установить термокарманы ниже по потоку и скорректировать условия с учетом воздействия факторов выше по потоку. В случае с расходомерами, которые всегда подвергаются калибровке и очень мало подвержены влиянию возмущений перед расходомером, термокарман можно разместить перед диафрагмой, а расходомер откалибровать с установленным термокарманом. Не все пользователи измеряют температуру с помощью термокармана, а для стабильных температурных условий все чаще устанавливают термопару или датчик температуры на внешней стороне перед трубопроводом и покрывают его изоляцией.

6、Model Template

6. Шаблон модели

Basic code Основной код	VCT					
Throttling element type Тип дроссельного элемента	-O	Standard Orifice Стандартная расходомерная диафрагма				
	-M	Built-in Orifice Встраиваемая расходомерная диафрагма				
	-R	Restriction Orifice Ограничительная диафрагма				
	-T	Quarter-edged Orifice Четырехгранная диафрагма				
	-F	Eccentric Orifice Эксцентрическая диафрагма				
	-V	Standard Ventury Стандартная трубка Вентури				
	-N	Standard Nozzle Стандартное сопло				
	-LN	Long Radius Nozzle Эллипсное сопло				
Process connection Технологическое соединение	-P	Welding Сварка				
	-H	Clamping Flange Прижимной фланец				
	-S	Slip-on Flange Плоский фланец				
	-W	Welding Flange Приварной фланец				
Structure type Тип конструкции	T	Integrated type (with matched flange/gasket/fastener---match with -S/-W) Встраиваемый тип (с соединительным фланцем/прокладкой/крепежом --- совместим с -S/-W)				
	Z	Integrated type (no matched flange/gasket/fastener---match with -S/-W) Встраиваемый тип (без соединительного фланца/прокладки/крепежа --- совместим с -S/-W)				
	W	Integrated type (match with -P/-H) Встраиваемый тип (совместим с -P/-H)				
	S	Separate type (with matched flange/gasket/fastener---match with -S/-W) Раздельный тип (с соединительным фланцем/прокладкой/крепежом --- совместим с -S/-W)				
	X	Separate type (no matched flange/gasket/fastener---match with -S/-W) Раздельный тип (без соединительного фланца/прокладки/крепежа --- совместим с -S/-W)				
	F	Separate type (match with -P/-H) Раздельный тип (совместим с -P/-H)				
Diameter DN15-DN2000 Диаметр DN15-DN2000	00	DN15	0C	DN65	08	DN200
	0A	DN20	03	DN80	--	---
	01	DN25	04	DN100	80	DN2000
	0B	DN40	05	DN125		
	02	DN50	06	DN150		
Material Материал	Pipe & Flange Труба и фланец		Orifice Plate Расходомерная диафрагма		Tap Отборник	
	Q	SS304	Q	SS304	Q	SS304
	L	SS321	L	SS321	L	SS321
	A	SS316	A	SS316	A	SS316

	C	20#	C	20#	C	20#
	G	20G	G	20G	G	20G
	D	Q235	D	Q235	D	Q235
	B	15CrMoG	B	15CrMoG	B	15CrMoG
	E	1Cr5Mo	E	1Cr5Mo	E	1Cr5Mo
	F	16Mn	F	16Mn	F	16Mn
	V	12Cr1MoV	V	12Cr1MoV	V	12Cr1MoV
	W	SS316+WC	W	SS316+WC	W	SS316+WC
	H	HC-276	H	HC-276	H	HC-276
	P	PTFE ПТФЭ	P	PTFE ПТФЭ	P	PTFE ПТФЭ
	S	Special Специальный	S	Special Специальный	S	Special Специальный
Flange standard Стандарт для фланца	0	No flange(With -P option) Без фланца (с вариантом -P)				
	1	HG/T 20592				
	2	HG/T 20615				
	3	GB/T 9115				
	4	JB/T 81				
	5	ASME B 16.5				
	6	Rectangular flange Прямоугольный фланец				
	7	ASME B 16.36				
	8	ASME B 16.47				
	9	HG20623-2009				
	10	Other type Другой тип				
Pressure Давление	A	0.25MPa 0,25 МПа	F	4.0MPa 4,0 МПа	M	300lb 300 фунтов
	B	0.6MPa 0,6 МПа	G	6.3MPa 6,3 МПа	N	600lb 600 фунтов
	C	1.0MPa 1,0 МПа	H	10MPa 10 МПа	P	900lb 900 фунтов
	D	1.6MPa 1,6 МПа	K	25MPa 25 МПа	Q	1500lb 1500 фунтов
	E	2.5MPa 2,5 МПа	L	150lb 150 фунтов	R	2500lb 2500 фунтов
	S	Other Прочее				
Flange surface Поверхность фланца	0	No flange Без фланца	2	RJ	4	FF
	1	RF	3	MF	5	TG
	6	Other Прочее				
Tap number Номер отборника	A	1	B	2	C	3
	D	4				
Pressure tap Отборник давления	1	1/2" NPT	4	SW-Φ14	7	BW-Φ14
	2	3/4" NPT	5	SW-Φ18	8	BW-Φ18
	3	2" Flanged 2" Фланцевый	6	SW-Φ23	9	BW-Φ23

7、Troubleshooting

7. Устранение неисправностей

If the meter is installed correctly, there should be no reason for periodic maintenance or recalibration. In extreme process conditions, periodically inspect the Venturi for any significant physical damage. Calibrate and maintain secondary and tertiary instrumentation according to the manufacturer's instructions.

Если измерительный прибор установлен правильно, нет необходимости в периодическом техническом обслуживании или повторной калибровке. В экстремальных рабочих условиях периодически проверяйте трубку Вентури на наличие значительных физических повреждений. Калибровку и техническое обслуживание вторичных и третичных приборов необходимо проводить в соответствии с инструкциями производителя.

During troubleshooting, make a preliminary assessment of the symptoms of the problem and consult the following chart:

При устранении неисправностей проведите предварительную оценку признаков проблемы и ознакомьтесь со следующей таблицей:

SYMPTOM ПРИЗНАК	AREA МЕСТО ОБНАРУЖ ЕНИЯ	POSSIBLE PROBLEM / SOLUTION ВОЗМОЖНАЯ ПРОБЛЕМА / РЕШЕНИЕ
No signal (0 mA) Сигнал отсутствует (0 мА)	Transmitter Преобразов атель	No power to transmitter. Отсутствует питание на преобразователе.
	Transmitter Преобразов атель	Transmitter not wired correctly. Perform continuity check on wiring. Преобразователь подключен неправильно. Проверьте целостность проводки.
Negative signal (<0 mA) Отрицательн ый сигнал (<0 мА)	Transmitter Преобразов атель	Transmitter wires are reversed. Провода преобразователя перепутаны.
Low signal (<4 mA) Низкий уровень сигнала (<4 мА)	Orifice Диафрагма	Orifice installed backwards, with gauge lines attached as marked. In this case, the high pressure tap would be sensing a lower pressure than the low pressure tap. This negative DP would force the signal below 4 mA. Диафрагма установлена задом наперед, а линии измерительного устройства подсоединены в соответствии с маркировкой. В данном случае отборник высокого давления будет воспринимать более низкое давление, чем отборник низкого давления. Такое отрицательное значение перепада давления приведет к тому, что сигнал будет ниже 4 мА.
	Gauge lines Линии измеритель ного устройства	Gauge lines are reversed. Transmitter sees more pressure on low side than high side. Check "H" and "L" marks on Orifice and transmitter. Линии измерительного устройства перепутаны. Преобразователь видит большее давление на низкой стороне, чем на высокой. Проверьте отметки «H» и «L» на расходомерной диафрагме и преобразователе.
	Transmitter Преобразов атель	Transmitter is malfunctioning. Some transmitters will send a specified mA signal when a malfunction occurs. This can be set to low values, such as 3.8 mA, or high values, such as 20.1 mA. Неисправность преобразователя. Некоторые преобразователи при возникновении неисправности посылают заданный сигнал мА. Такой сигнал можно настроить на низкие значения, например 3,8 мА, или на высокие, например 20,1 мА.
Zero signal (4	Orifice	Meter has been damaged. Remove meter and visually inspect.

mA) Нулевой сигнал (4 mA)	Диафрагма	Измерительное устройство повреждено. Снимите измерительное устройство и проведите визуальный осмотр.
	Orifice Диафрагма	No Orifice plate in pipeline. Check other system locations to verify flow through the meter. The meter could be under pressure but still have no flow. В трубопроводе отсутствует расходомерная диафрагма. Проверьте другие места системы, чтобы убедиться в наличии потока через измеритель. Измеритель может находиться под давлением, но при этом не пропускать поток.
	Manifold Коллектор	Manifold / gauge lines closed or blocked. Ensure valves and lines are open. If fluid is safe, open vent valves on transmitter to verify pressure in the gauge lines. Манифольд / линии измерительного устройства закрыты или заблокированы. Убедитесь, что клапаны и линии открыты. Если среда безопасна, откройте сбросные клапаны на преобразователе, чтобы проверить давление в линиях измерительного устройства.
Zero signal (4 mA) Нулевой сигнал (4 mA)	Transmitter Преобразов атель	Transmitter is in check mode. Some transmitters allow for system checks by forcing the signal to 4 or 20 mA. Vent low side of transmitter to ensure the signal responds to pressure changes. Преобразователь находится в режиме проверки. В некоторых преобразователях предусмотрена возможность проверки системы путем принудительной подачи сигнала на 4 или 20 мА. Выпустите воздух из нижней части преобразователя, чтобы убедиться, что сигнал реагирует на изменение давления.
Wrong signal – high or low Неправиль ный сигнал – высокий или низкий	Orifice Диафрагма	Process conditions do not match actual conditions. Contact CKOO or your sales representative to recalculate using the correct process conditions. Технологические условия не соответствуют фактическим. Обратитесь в компанию СКОО или к своему торговому представителю для проведения перерасчета с использованием корректных технологических условий.
	Orifice Диафрагма	Wrong meter. Verify serial numbers on meters to ensure correct specifications. Sometimes two meters are interchanged. Remember each Orifice has a unique flow coefficient. Неправильный измеритель Проверьте серийные номера на измерителях, чтобы убедиться в правильности технических характеристик. Иногда два измерителя меняют между собой. Помните, что каждая диафрагма имеет собственный коэффициент расхода.
	Gauge lines Линии измеритель ного устройства	Foreign material trapped in gauge lines. Dirt and sediment can settle into the gauge lines. If the fluid is safe, vent the gauge lines and inspect for spurts of solids, gasses, or liquids (whichever should not be there). If the fluid is not safe, open the center manifold valve for several minutes under high DP. Close the valve and compare the signal level to before. In a horizontal, liquid application, install the meter with the taps on the sides of the pipe (3 or 9 o'clock) For a horizontal, gas application, install at top or sides of the pipe (12,3, or 9 o'clock). Посторонние материалы застряли в линиях измерительного устройства. Грязь и отложения могут скапливаться в линиях измерительного устройства. Если рабочая среда безопасна, выполните сброс из линий манометра и проверьте их на наличие выбросов твердых частиц, газов или жидкостей (всего, что не должно там находиться). Если среда не является безопасной, откройте клапан центрального манифольда на несколько минут под высоким дифференциальном давлением. Закройте клапан и сравните уровень сигнала с предыдущим. При установке в горизонтальном положении для жидких сред следует устанавливать измерительный прибор с отборниками по бокам трубы (в положении «3» или «9 часов»). При установке в горизонтальном положении для газовых сред следует устанавливать измерительный прибор в верхней части или по бокам трубы (в положении «12», «3» или «9 часов»).
	Flow computer Вычислите ль расхода	Flow calculations are in error. Use loop calibrator and apply 4,12, and 20 mA to computer / system. Each of these points should correlate with the Orifice sizing information. Погрешности в расчетах расхода. Используйте калибратор электрических

		сигналов и подайте на компьютер/систему ток 4, 12 и 20 мА. Каждая из этих точек должна соотноситься с информацией о размерах диафрагмы.
	Flow computer Вычислите расход	mA signal is read incorrectly. Apply a known current to the loop and read the raw signal in the computer. Most computers allow the user to see the mA signal directly. Сигнал мА считывается неверно. Подайте известный ток на контур и считайте необработанный сигнал в компьютере. Большинство компьютеров позволяют пользователю видеть сигнал мА напрямую.
Signal too high Сигнал слишком высокий	Orifice Диафрагма	Partially full pipe (liquids only). A partially full pipe will cause the meter to read too high. This can happen even in pressurized systems. Труба заполнена частично (только для жидкостей). Частичное заполнение трубы приведет к тому, что показания измерителя будут слишком высокими. Это может произойти даже в системах под давлением. · On horizontal pipes: If the fluid is safe, open a pressure tap on the top of the pipe. Air release will indicate partially full pipe. · На горизонтальных трубах: Если рабочая среда безопасна, откройте отборник давления в верхней части трубы. Выпуск воздуха будет свидетельствовать о частичном заполнении трубы. · On vertical pipes: Up flow will guarantee a full pipe. Down flow is difficult to diagnose if the pipe is full. · На вертикальных трубах: Восходящий поток определяется при заполненной трубе. Нисходящий поток трудно определить при заполненной трубе.
	Orifice Диафрагма	Foreign object lodged in meter. This will increase the restriction of the meter and raise the DP. Remove the meter and visually inspect. В измерителе застрял посторонний предмет. Это приводит к увеличению ограничения в измерителе и повышению перепада давления. Снимите измеритель и осмотрите его.
	Gauge lines Линии измерительного устройства	Leak on low pressure gauge line. Perform a leak check from the meter to the transmitter. Утечка в линии измерительного устройства низкого давления. Выполните проверку герметичности линии от измерителя до преобразователя.
	Transmitter Преобразователь	Leak on low pressure vent valve. Perform a leak check on valve. Утечка в сбросном клапане низкого давления. Выполните проверку герметичности клапана.
	Transmitter Преобразователь	Zero point has shifted positively. This will cause errors more pronounced at the low end of the transmitter range. Verify by closing the manifold side valves and opening the center valve. The reading should go to zero (4 mA). Recalibrate if necessary. Точка нуля сдвинута в положительную сторону. Это приведет к погрешностям, более выраженным на низком конце диапазона преобразователя. Проверьте, закрыв боковые клапаны манифольда и открыв центральный клапан. Показания должны сместиться к нулю (4 мА). При необходимости выполните повторную калибровку.
	Transmitter Преобразователь	DP span is set too low. Use pressure calibrator or handheld communicator to verify span point. Диапазон перепада давления установлен слишком низко. Используйте калибратор давления или ручной коммуникатор для проверки точки диапазона.
	Transmitter / flow computer Преобразователь / Вычислите расход	Both the transmitter and flow computer are set to take the square root of the signal. The signal will be correct at 20 mA. The positive error will increase dramatically as the signal decreases from 20 mA. Use a loop calibrator to check 12 mA point. И преобразователь, и вычислитель расхода настроены на извлечение квадратного корня из сигнала. Сигнал будет правильным при 20 мА. Положительная погрешность будет резко возрастать по мере уменьшения сигнала от 20 мА. Для проверки точки 12 мА используйте калибратор

		контура. 4 mA set to minimum flow. Our calculations assume that 4 mA will be equal to zero flow. Sometimes 4 mA is set to equal the minimum flow on the sizing page. This error will be zero at maximum flow and increase as the flow decreases. The amount of error will depend on the zero offset. Сигнал 4 мА настроен на минимальный расход. По нашим расчетам при 4 мА будет нулевой расход. Иногда значение 4 мА устанавливается равным минимальному расходу на странице определения размеров. Данная погрешность будет равна нулю при максимальном расходе и будет увеличиваться по мере уменьшения расхода. Величина погрешности будет зависеть от смещения нуля.
Flow computer Вычислитель расхода		
Signal too low Сигнал слишком низкий	Orifice Диафрагма	Orifice is installed backwards. Look for a flow direction arrow in the handle, "+" is the upstream side. If no mark, the flow direction can be determined by the direction of chamfering. The square sharp edge is the upstream side. With a meter measuring backward flow, the DP signal will be approximately 30% too low. Диафрагма установлена задом наперед. Найдите стрелку направления потока на рукоятке, «+» - это сторона восходящего потока. При отсутствии стрелки направление потока можно определить по направлению фаски. Квадратный острый край - это сторона восходящего потока. При использовании измерителя, измеряющего обратный поток, сигнал перепада давления будет примерно на 30 % ниже.
	Orifice Диафрагма	Flow is going in the opposite direction from what was expected. The assumption of flow direction is sometimes wrong. Verify with other system readings. With a meter measuring backward flow, the DP signal will be approximately 30% too low. Поток идет в противоположном направлении от ожидаемого. Предположения о направлении потока иногда ошибочны. Сверьтесь с другими показаниями системы. При использовании измерителя, измеряющего обратный поток, сигнал перепада давления будет примерно на 30 % ниже.
	Manifold Коллектор	Manifold is cross-vented. The center valve must be closed. To test, close the two side valves and watch the transmitter signal. If the signal goes to zero (4 ma), the center valve is not closed completely. Манифольд имеет сквозной сброс. Центральный клапан необходимо закрыть. Для проверки закройте два боковых клапана и наблюдайте за сигналом преобразователя. Если сигнал упадет до нуля (4 мА), значит, центральный клапан закрыт не полностью.
	Gauge lines Линии измерительного устройства	Leak on high pressure gauge line. Perform a leak check from the meter to the transmitter. Утечка в линии измерительного устройства высокого давления. Выполните проверку герметичности линии от измерителя до преобразователя.
	Transmitter Преобразователь	Leak on high pressure vent valve. Perform a leak check on valve. Утечка в сбросном клапане высокого давления. Выполните проверку герметичности клапана.
	Transmitter Преобразователь	Zero point has shifted negatively. This will cause errors more pronounced at the low end of the transmitter range. Verify by closing the manifold side valves and opening the center valve. The reading should go to zero (4 mA). Recalibrate if necessary. Точка нуля сдвинута в отрицательную сторону. Это приведет к погрешностям, более выраженным на низком конце диапазона преобразователя. Проверьте, закрыв боковые клапаны манифольда и открыв центральный клапан. Показания должны сместиться к нулю (4 мА). При необходимости выполните повторную калибровку.
	Transmitter Преобразователь	DP span is set too high. Use pressure calibrator or handheld communicator to verify span point. Диапазон перепада давления установлен слишком высоко. Используйте

		калибратор давления или ручной коммуникатор для проверки точки диапазона.
	Transmitter / flow computer Расходомер / Вычислитель расхода	Neither the transmitter nor flow computer is set to take the square root of the signal. The signal will be correct at 20 mA. The negative error will increase dramatically as the signal decreases from 20 mA. Use a loop calibrator to check 12 mA point. Ни преобразователь, ни вычислитель расхода не настроены на извлечение квадратного корня из сигнала. Сигнал будет правильным при 20 мА. Отрицательная погрешность будет резко возрастать по мере уменьшения сигнала от 20 мА. Для проверки точки 12 мА используйте калибратор контура.
Unsteady signal Неустойчивый сигнал	Orifice Диафрагма	Partially full pipe occurring (liquids only). Periods with a partially full pipe will cause erratic readings. See above for details. Заполнение трубы происходит частично (только для жидкостей). Периоды с частичным заполнением трубы приведут к нестабильным показаниям. Подробности см. выше.
	Transmitter Преобразователь	Power supply not supplying enough power to create signal. Check power specifications for transmitter. Электропитание не обеспечивает достаточной мощности для создания сигнала. Проверьте технические характеристики питания преобразователя.
Slow response time Медленное время отклика	Transmitter Преобразователь	Dampening. Затухание.
Sudden change in readings Внезапные изменения в показаниях	Orifice Диафрагма	Foreign object lodged in meter. This will increase the restriction of the meter and raise the DP. Remove the meter and visually inspect. В измерителе застрял посторонний предмет. Это приводит к увеличению ограничения в измерителе и повышению перепада давления. Снимите измеритель и осмотрите его.
	Gauge lines Линии измерительного устройства	Leaks have started. Появились утечки.