



ДСТУ ГОСТ 8.586.4:2009
(ИСО 5167-4:2003)

НАЦІОНАЛЬНІ СТАНДАРТИ УКРАЇНИ

Метрологія

ВИМІРЮВАННЯ ВИТРАТИ ТА КІЛЬКОСТІ РІДИНИ Й ГАЗУ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ СТАНДАРТНИХ ЗВУЖУВАЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ

Частина 4. Труби Вентурі
Технічні вимоги

(ГОСТ 8.586.4–2005 (ИСО 5167-4:2003), IDT;
ISO 5167-4:2003, NEQ)

Видання офіційне



Київ
ДЕРЖСПОЖИВСТАНДАРТ УКРАЇНИ
2010

ПЕРЕДМОВА

1 ВНЕСЕНО: Закрите акціонерне товариство «Інститут енергоаудиту та обліку енергоносіїв» (ІЕОЕ), Державне підприємство «Всеукраїнський державний науково-виробничий центр стандартизації, метрології, сертифікації і захисту прав споживачів» Держспоживстандарту України (ДП «Укрметртестстандарт») і Державне підприємство «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості» (ДП «УкрНДНЦ»)

ОФОРМЛЕННЯ: С. Королько

2 НАДАНО ЧИННОСТІ: наказ Держспоживстандарту України від 30 грудня 2009 р. № 486 з 2010-04-01

3 Національний стандарт відповідає ГОСТ 8.586.4-2005 (ИСО 5167-4:2003) Государственная система обеспечения единства измерений. Измерение расхода и количества жидкостей и газов с помощью стандартных сужающих устройств. Часть 4. Трубы Вентури. Технические требования (Державна система забезпечення єдності вимірювань. Вимірювання витрати та кількості рідин і газів за допомогою стандартних звужувальних пристроїв. Частина 4. Труби Вентурі. Технічні вимоги)

Ступінь відповідності ГОСТ 8.586.4-2005 (ИСО 5167-4:2003) — ідентичний (IDT)

Ступінь відповідності ISO 5167-4:2003 — нееквівалентний (NEQ)

Цей стандарт видано на підставі «Угоди про проведення узгодженої політики у сфері стандартизації, метрології та сертифікації» від 13.03.1992 р.

4 НА ЗАМІНУ ДСТУ ГОСТ 8.586.4:2007 (ИСО 5167-4:2003)

Право власності на цей документ належить державі.
Відтворювати, тиражувати і розповсюджувати його повністю чи частково
на будь-яких носіях інформації без офіційного дозволу заборонено.
Стосовно врегулювання прав власності треба звертатися до Держспоживстандарту України
Держспоживстандарт України, 2010

ЗМІСТ

	С.
Національний вступ	4
ГОСТ 8.586.4–2005 (ISO 5167-4:2003)	7
Додаток НА Переклад ГОСТ 8.586.4–2005 (ISO 5167-4:2003) українською мовою	31
Додаток НБ Перелік стандартів, згармонізованих із міждержавними стандартами, на які є посилання у цьому стандарті	52

НАЦІОНАЛЬНИЙ ВСТУП

Цей стандарт є ідентичний ГОСТ 8.586.4–2005 (ИСО 5167-4:2003) Государственная система обеспечения единства измерений. Измерение расхода и количества жидкостей и газов с помощью стандартных сужающих устройств. Часть 4. Трубы Вентури. Технические требования (Державна система забезпечення єдності вимірювань. Вимірювання витрати та кількості рідин і газів за допомогою стандартних звужувальних пристроїв. Частина 4. Труби Вентурі. Технічні вимоги).

У цьому стандарті враховано поправку до ГОСТ 8.586.4–2005 (ИСО 5167-4:2003), повідомлення про яку опубліковано на сайті МДР у системі електронного голосування за період з 12.08.2009 р. по 24.08.2009 р.

Згідно з ДСТУ 1.7:2001 ступінь відповідності цього національного стандарту міжнародному стандарту ISO 5167-4:2003 Measurement of fluid flow by means of pressure differential devices inserted in circular cross-section conduits running full — Part 4: Venturi tubes (Вимірювання витрати середовища із застосуванням пристроїв змінного перепаду тиску, встановлених у заповнених трубопроводах круглого перерізу. Частина 4. Труби Вентурі) — нееквівалентний (NEQ), що обумовлено змінами в технічному змісті та структурі, які чітко не визначено і немає чіткої відповідності між національним стандартом та МС.

Технічний комітет, відповідальний за цей стандарт, — ТК 63 «Загальні норми і правила державної системи забезпечення єдності вимірювань».

Стандарт містить вимоги, які відповідають чинному законодавству України.

Цей стандарт уведено на заміну ДСТУ ГОСТ 8.586.4:2007 (ИСО 5167-4:2003), який вирішено перевидати разом із перекладом українською мовою згідно з рішенням наради Держспоживстандарту України від 20.05.2009 р.

Переклад українською мовою і науково-технічне редагування здійснено: від ІЕОЕ — Н. Гораль; Л. Лесовой, канд. техн. наук; О. Масняк; Є. Пістун, д-р техн. наук (науковий керівник); від ДП «Укрметртестстандарт» — В. Готовкін, канд. техн. наук; В. Карташев.

До стандарту внесено такі редакційні зміни:

- змінено назву для узгодження її з чинними національними стандартами;
- додучено національні структурні елементи стандарту: «Титульний аркуш», «Передмова», «Зміст», «Національний вступ» та «Бібліографічні дані», оформлені згідно з вимогами національної стандартизації України;
- у «Бібліографічних даних» зазначено код класифікаційного угруповання згідно з ДК 004;
- на першій сторінці зазначено дату надання чинності цьому стандарту в Україні;
- на сторінці II в таблиці країн, що проголосували за прийняття, згідно з ИУС № 6 2007 г. додучено до відповідних стовпчиків «Азербайджан», «AZ» та «Азстандарт»;
- вилучено відомості, надані в «Предисловии», пронумеровані цифрою 5, і відповідно змінено нумерацію відомостей з 6 на 5;
- вилучено інформацію щодо права розповсюдження та тиражування стандарту в Російській Федерації;
- додучено національний додаток НА з перекладом тексту українською мовою (починаючи зі «Змісту»);

— додучено національний додаток НБ з переліком стандартів, згармонізованих із міждержавними стандартами, на які є посилання в цьому стандарті.

Зазначені в «Нормативных ссылках» міждержавні стандарти: ГОСТ 8.586.1–2005 (ИСО 5167-1:2003), ГОСТ 8.586.5–2005 і ГОСТ 17378–2001 — чинні в Україні міждержавні стандарти. Їхній перелік наведено в додатку НБ.

У цьому стандарті є посилання на ГОСТ 24856–81 — чинний в Україні міждержавний стандарт.

Citlm.no.ua

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)

INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ
СТАНДАРТ

ГОСТ
8.586.4—
2005
(ИСО 5167-4:2003)

Государственная система обеспечения
единства измерений

**ИЗМЕРЕНИЕ РАСХОДА И КОЛИЧЕСТВА
ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ С ПОМОЩЬЮ
СТАНДАРТНЫХ СУЖАЮЩИХ УСТРОЙСТВ**

Часть 4

**Трубы Вентури
Технические требования**

ISO 5167-4:2003

Measurement of fluid flow by means of pressure differential
devices inserted in circular cross-section conduits running full —

Part 4: Venturi tubes
(MOD)

Издание официальное



Москва
Стандартинформ
2007

Предисловие

Цели, основные принципы и основной порядок проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0—92 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2—97 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Порядок разработки, принятия, применения, обновления и отмены»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Обществом с ограниченной ответственностью «Отраслевой метрологический центр «Газметрология» (ООО «ОМЦ Газметрология»), Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт расходомерии» (ФГУП ВНИИР), государственным предприятием «Всеукраинский государственный научно-производственный центр стандартизации, метрологии, сертификации и защиты прав потребителей» Госпотреб стандарта Украины (Укрметртестстандарт), Национальным университетом «Львовская политехника»

2 ВНЕСЕН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии Российской Федерации

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол № 28 от 9 декабря 2005 г.)

За принятие проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Код страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации
Азербайджан	AZ	Азстандарт
Армения	AM	Министерство торговли и экономического развития Республики Армения
Беларусь	BY	Госстандарт Республики Беларусь
Казахстан	KZ	Госстандарт Республики Казахстан
Кыргызстан	KG	Национальный институт стандартов и метрологии Кыргызской Республики
Молдова	MD	Молдова-Стандарт
Российская Федерация	RU	Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии
Таджикистан	TJ	Таджикстандарт
Туркменистан	TM	Главгосслужба «Туркменстандартлары»
Узбекистан	UZ	Агентство «Узстандарт»
Украина	UA	Госпотребстандарт Украины

4 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к международному стандарту ИСО 5167-4: 2003 «Измерение расхода среды с помощью устройств переменного перепада давления, помещенных в заполненные трубопроводы круглого сечения. Часть 4. Трубы Вентури» (ISO 5167-4: 2003 «Measurement of fluid flow by means of pressure differential devices inserted in circular cross-section conduits running full — Part 4: Venturi tubes») путем внесения технических отклонений, объяснение которых приведено во введении к настоящему стандарту

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного стандарта для приведения в соответствие с ГОСТ 1.5—2001 (подраздел 3.6)

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация о введении в действие (прекращении действия) настоящего стандарта публикуется в указателе «Национальные стандарты».

Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в указателе «Национальные стандарты», а текст этих изменений — в информационных указателях «Национальные стандарты». В случае пересмотра или отмены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована в информационном указателе «Национальные стандарты»

Содержание

1 Область применения	1
2 Нормативные ссылки	1
3 Термины, определения, обозначения и сокращения	2
4 Принципы метода измерения и расчета	2
4.1 Принцип метода измерения	2
4.2 Расчет расхода среды	2
5 Трубы Вентури	2
5.1 Границы применения	2
5.2 Профиль труб Вентури	3
5.3 Материал и изготовление	5
5.4 Отборы давления	5
5.5 Коэффициент истечения	6
5.6 Коэффициент расширения	7
5.7 Неопределенность коэффициента истечения	7
5.8 Неопределенность коэффициента расширения	7
5.9 Потери давления	8
6 Требования к установке	8
6.1 Общие положения	8
6.2 Минимальная длина прямолинейных участков измерительных трубопроводов	9
6.3 Струевыпрямители и устройства подготовки потока	13
6.4 Дополнительные требования к установке труб Вентури	13
Приложение А (обязательное) Классификация видов местных сопротивлений	14
Библиография	19

Введение

Комплекс межгосударственных стандартов ГОСТ 8.586.1-2005 — ГОСТ 8.586.5-2005 под общим наименованием «Государственная система обеспечения единства измерений. Измерение расхода и количества жидкостей и газов с помощью стандартных сужающих устройств» (далее — комплекс стандартов) состоит из следующих частей:

- Часть 1. Принцип метода измерений и общие требования;
- Часть 2. Диафрагмы. Технические требования;
- Часть 3. Сопла и сопла Вентури. Технические требования;
- Часть 4. Трубы Вентури. Технические требования;
- Часть 5. Методика выполнения измерений.

Комплекс стандартов распространяется на измерение расхода и количества жидкостей и газов методом переменного перепада давления при применении следующих типов сужающих устройств: диафрагмы, сопла ИСА 1932, эллипсного сопла¹⁾, сопла Вентури и трубы Вентури.

Комплекс стандартов устанавливает требования к геометрическим размерам и условиям применения сужающих устройств, используемых в трубопроводах круглого сечения, полностью заполненных однофазной (жидкой или газообразной) средой, скорость течения которой менее скорости звука в этой среде.

Части 1—4 являются модифицированными по отношению к международным стандартам [1] — [4].

В первой части представлены термины и определения, условные обозначения, принцип метода измерений, установлены общие требования к условиям измерений при применении всех типов сужающих устройств.

Вторая, третья и четвертая части устанавливают технические требования к конкретным типам сужающих устройств: вторая часть — к диафрагмам, третья — к соплам ИСА 1932, эллипсным соплам и соплам Вентури, четвертая — к трубам Вентури.

В пятой части представлена методика выполнения измерений с помощью указанных выше типов сужающих устройств.

Настоящий стандарт от международного стандарта [4] отличается следующим:

- увеличен диапазон чисел Рейнольдса, при которых допускается применение труб Вентури;
- приведены требования к определению необходимой длины прямолинейных участков измерительных трубопроводов для широкого ряда местных сопротивлений;
- включено дополнительное приложение А «Классификация видов местных сопротивлений».

Увеличение диапазона чисел Рейнольдса, допускаемых при использовании труб Вентури, позволяет расширить область их применения.

Расширение списка видов местных сопротивлений и включение в настоящий стандарт приложения А позволяет расширить возможности монтажа труб Вентури и исключить ошибки при определении необходимых длин прямолинейных участков измерительных трубопроводов.

Введенные дополнительные требования выделены в настоящем стандарте путем заключения в рамки из тонких линий.

Наименования видов местных сопротивлений, дополнительно включенных в настоящий стандарт, выделены курсивом.

¹⁾ В международном стандарте [3] эллипсные сопла названы соплами большого радиуса.

М Е Ж Г О С У Д А Р С Т В Е Н Н Ы Й С Т А Н Д А Р Т

Государственная система обеспечения единства измерений
ИЗМЕРЕНИЕ РАСХОДА И КОЛИЧЕСТВА ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ
С ПОМОЩЬЮ СТАНДАРТНЫХ СУЖАЮЩИХ УСТРОЙСТВ
Часть 4

Трубы Вентури. Технические требования

State system for ensuring the uniformity of measurements. Measurements of liquids and gases flow rate and quantity by means of orifice instruments. Part 4. Venturi tubes. Technical requirements

Дата введения в Украине 2010-04-01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает требования к геометрическим характеристикам и условиям применения труб Вентури, устанавливаемых в трубопроводах круглого сечения с целью определения расхода и количества жидкостей и газов.

Стандарт применяют совместно с требованиями ГОСТ 8.586.1.

Стандарт распространяется на три разновидности труб Вентури, отличающихся способом изготовления входной конической части:

- трубы Вентури с литой (без обработки) входной конической частью;
- трубы Вентури с обработанной входной конической частью;
- трубы Вентури со сварной входной конической частью из листовой стали.

Каждую из этих разновидностей труб Вентури можно применять только в точно установленных пределах диаметров трубы, их шероховатости, относительного диаметра отверстия и числа Рейнольдса.

Настоящий стандарт не распространяется на трубы Вентури, установленные в трубопроводах внутренним диаметром менее 0,05 м или более 1,2 м при значениях числа Рейнольдса менее $2 \cdot 10^4$.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие межгосударственные стандарты:

ГОСТ 8.586.1—2005 (ИСО 5167-1:2003) Государственная система обеспечения единства измерений. Измерение расхода и количества жидкостей и газов с помощью стандартных сужающих устройств. Часть 1. Принцип метода измерений и общие требования (ИСО 5167-1:2003 «Измерение расхода среды с помощью устройств переменного перепада давления, помещенных в заполненные трубопроводы круглого сечения. Часть 1. Общие принципы и требования», MOD)

ГОСТ 8.586.5—2005 Государственная система обеспечения единства измерений. Измерение расхода и количества жидкостей и газов с помощью стандартных сужающих устройств. Часть 5. Методика выполнения измерений

ГОСТ 17378—2001 (ИСО 3419:1981) Детали трубопроводов бесшовные приварные из углеродистой и низколегированной стали. Переходы. Конструкция (ИСО 3419:1981 «Фитинги из легированной и нелегированной стали, привариваемые встык», MOD)

ГОСТ 24856—81 (ИСО 6552:1980) Арматура трубопроводная промышленная. Термины и определения (ИСО 6552:1980 «Конденсатоотводчики автоматические. Определение технических терминов», MOD)

П р и м е ч а н и е — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный стандарт заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться замененным (измененным) стандартом. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины, определения, обозначения и сокращения

В настоящем стандарте применены термины, определения, обозначения и сокращения в соответствии с ГОСТ 8.586.1.

4 Принципы метода измерения и расчета

4.1 Принцип метода измерения

4.1.1 Метод измерения расхода среды, протекающей в ИТ, основан на создании с помощью трубы Вентури местного сужения потока, часть потенциальной энергии которого переходит в кинетическую энергию. Средняя скорость потока в месте его сужения повышается, а статическое давление становится менее статического давления до трубы Вентури. Разность давления (перепад давления) тем больше, чем больше расход среды, и, следовательно, она может служить мерой расхода.

4.1.2 Массовый расход среды в общем случае рассчитывают по формуле

$$q_m = (\pi d^2/4) E C_\varepsilon (2\rho \Delta p)^{0,5}. \quad (4.1)$$

Вывод формулы (4.1) приведен в ГОСТ 8.586.1 (приложение А).

4.1.3 Связь массового расхода среды, объемного расхода среды при рабочих условиях и объемного расхода среды, приведенного к стандартным условиям, устанавливает следующая формула:

$$q_m = q_p = q_{ср\sigma}. \quad (4.2)$$

4.2 Расчет расхода среды

Массовый расход среды рассчитывают по формуле (4.1) после определения параметров, которые либо измеряют непосредственно, либо вычисляют по результатам измерений других параметров.

Коэффициент истечения труб Вентури зависит от числа Re , которое само зависит от расхода среды, поэтому уравнение для расчета расхода является неявным. В этом случае значение расхода может быть получено методом итераций. Порядок проведения итераций приведен в ГОСТ 8.586.1 (приложение В) и ГОСТ 8.586.5 (раздел 8).

Формулы для определения объемного расхода среды при рабочих условиях измерений и объемного расхода среды, приведенного к стандартным условиям, приведены в ГОСТ 8.586.5 (раздел 5).

5 Трубы Вентури

5.1 Границы применения

5.1.1 Общие положения

Применение труб Вентури зависит от их разновидности, обусловленной способом изготовления их входной конической части и профиля пересечения входного конуса и горловины. Способы изготовления труб Вентури и границы их применения приведены в 5.1.2—5.1.4.

5.1.2 Трубы Вентури с литой (без обработки) входной конической частью

Трубу Вентури изготавливают литьем в песочную форму или другими способами, которые не предусматривают обработку входной конической части трубы Вентури. Горловину трубы Вентури обрабатывают, а места перехода между коническими и цилиндрическими элементами закругляют.

Данную разновидность трубы Вентури применяют при следующих условиях:

$$0,10 \text{ м} \leq D \leq 0,80 \text{ м};$$

$$0,30 \leq \beta \leq 0,75;$$

$$Re \geq 4 \cdot 10^4.$$

5.1.3 Трубы Вентури с обработанной входной конической частью

Трубу Вентури изготавливают литьем. Входную коническую часть, горловину и входную цилиндрическую часть обрабатывают. Переходы между коническими и цилиндрическими элементами могут быть выполнены с закруглениями или без них.

Данную разновидность трубы Вентури применяют при следующих условиях:
 $0,05 \text{ м} \leq D \leq 0,25 \text{ м}$;
 $0,40 \leq \beta \leq 0,75$;

$$4 \cdot 10^4 \beta \leq Re \leq 10^8 \beta$$

5.1.4 Трубы Вентури со сварной входной конической частью из листовой стали

Трубу Вентури обычно изготавливают сваркой. Для больших диаметров ИТ труба Вентури может не иметь механической обработки, если выполнены требования 5.2.4. У труб Вентури, предназначенных для применения в ИТ малого диаметра, обрабатывают горловину.

Данную разновидность трубы Вентури применяют при следующих условиях:
 $0,20 \text{ м} \leq D \leq 1,20 \text{ м}$;
 $0,40 \leq \beta \leq 0,70$;

$$Re \geq 4 \cdot 10^4$$

5.2 Профиль труб Вентури

5.2.1 На рисунке 1 приведен разрез трубы Вентури в плоскости, проходящей через ее ось. Обозначения элементов и геометрических параметров трубы Вентури, приведенные на рисунке 1, применяют в настоящем разделе.

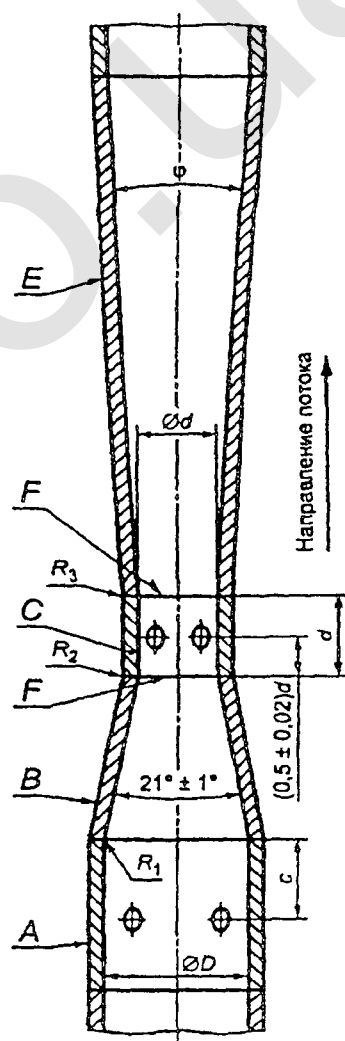
Труба Вентури состоит из входного цилиндрического участка А, сужающейся конической части В, цилиндрической горловины С и диффузора Е. Внутренняя поверхность трубы Вентури является цилиндрической и концентрической к оси ИТ. Соосность сужающейся конической части В и цилиндрической горловины С проверяют визуально.

5.2.2 Минимальная длина входного цилиндрического участка А, измеренная от места его соединения с ИТ до плоскости пересечения внутренних поверхностей А и В, должна соответствовать требованиям 5.2.8, 5.2.9 и 5.2.10.

Диаметр D определяют измерениями внутренних диаметров входного цилиндрического участка А в плоскости отверстий для отбора давления. Минимальное число измерений должно быть равно числу отверстий для отборов давления (но не менее четырех). Измерения проводят вблизи отверстий для отбора давления, а также между ними в диаметральных плоскостях, расположенных приблизительно под одинаковыми углами друг к другу. Среднее значение результатов измерений принимают за значение D. При этом относительная неопределенность результата измерения, вносимая измерительным инструментом, не должна превышать 0,1 %.

Диаметр входного цилиндрического участка А также должен быть измерен в плоскостях, размещенных в его начале и конце. Ни одно из значений диаметров, измеренных по длине входного цилиндрического участка, не должно отличаться более чем на 0,4 % среднего значения.

5.2.3 Сужающаяся коническая часть В для всех разновидностей труб Вентури должна иметь угол конуса $21^\circ \pm 1^\circ$ (см. рисунок 1). Эта часть ограничена на входе плоскостью, проходящей через пересечение поверхностей В и А (или их продолжением), и на выходе — плоскостью пересечения поверхностей В и С (или их продолжением).



Е — диффузор; С — горловина; В — сужающаяся коническая часть; А — входной цилиндрический участок; F — плоскости соединения элементов трубы Вентури; c — см. 5.4.7

Рисунок 1 — Геометрический профиль трубы Вентури

Общая длина сужающейся конической части B , измеренная параллельно оси трубы Вентури, приблизительно равна $2,7 (D - d)$.

Место перехода сужающейся конической части B во входной цилиндрический участок A имеет радиус R_1 , значение которого зависит от разновидности трубы Вентури.

Профиль сужающейся конической части B и места его перехода во входной цилиндрический участок и горловину проверяют шаблоном. Отклонение профиля сужающейся конической части от профиля шаблона в любом месте не должно превышать $0,004D$.

За внутреннюю поверхность сужающейся конической части принимают поверхность вращения, для которой два диаметра, измеренные в одной плоскости, перпендикулярной к оси вращения, отличаются от среднего значения диаметра не более чем на $\pm 0,4 \%$.

5.2.4 Горловина C должна быть цилиндрической. На входе горловина ограничена плоскостью, проходящей через пересечение части B с горловиной C (или их продолжениями), на выходе — плоскостью пересечения горловины C с поверхностью диффузора E (или их продолжениями). Длина горловины C , т.е. расстояние между указанными плоскостями, должна быть равна $(1 \pm 0,03) d$ независимо от разновидности трубы Вентури.

В месте соединения горловины C с сужающейся конической частью B имеется закругление с радиусом R_2 , а в месте сопряжения горловины и диффузора — закругление с радиусом R_3 . Величины R_2 и R_3 зависят от разновидности трубы Вентури.

Значение диаметра горловины d рассчитывают по ГОСТ 8.586.1 [формула (5.4)]. За значение диаметра d_{20} принимают среднее значение результатов измерений внутреннего диаметра горловины в плоскости отверстий для отбора давления. Минимальное число измерений должно быть равно числу отверстий для отборов давления (но не менее четырех). Измерения проводят вблизи отверстий для отбора давления, а также между ними в диаметральных плоскостях, расположенных под приблизительно равными углами друг к другу. При этом относительная неопределенность результата измерений диаметра, обусловленная измерительным инструментом, не должна превышать $0,02 \%$.

Диаметры горловины должны также быть измерены в плоскостях, размещенных в ее начале и конце. Ни одно из значений диаметров, измеренных по длине горловины, не должно отличаться от среднего значения более чем на $\pm 0,1 \%$.

Горловина трубы Вентури должна быть обработана на станке или иметь по всей длине гладкую поверхность, чистота обработки которой должна соответствовать требованиям 5.2.7.

Кривые с радиусом R_2 и R_3 , сопрягающие горловину с диффузором и входной конической частью, должны являться образующими поверхностями вращения, как указано в 5.2.3. Это требование считают выполненным, если значения двух диаметров, измеренные в одной плоскости, перпендикулярной к оси вращения, отличаются от значения среднего диаметра не более чем на $\pm 0,1 \%$.

Значения радиусов R_2 и R_3 должны быть проверены шаблоном.

Для каждого радиуса, приблизительно в средней части профиля шаблона, определяют его максимальное отклонение от профиля трубы Вентури. Значение максимального отклонения не должно превышать $0,02d$.

5.2.5 Диффузор E должен иметь угол ϕ (см. рисунок 1) в пределах от 7° до 15° .

Рекомендуется выбирать угол не более 8° .

Наименьший диаметр диффузора должен быть не менее диаметра горловины.

5.2.6 Труба Вентури называется «укороченной», если выходной диаметр диффузора менее диаметра D . Диффузор может быть укорочен на 35% его длины.

5.2.7 Чистота обработки горловины и поверхностей сопряжения должна удовлетворять условию: $Ra \leq 10^{-4}d$. Внутренняя поверхность диффузора не требует механической обработки, но должна быть чистой и гладкой. Чистота обработки других частей трубы Вентури зависит от ее разновидности.

5.2.8 Профиль трубы Вентури с литой (без обработки) входной конической частью имеет следующие характеристики:

- внутренняя поверхность входной конической части должна быть без раковин, трещин, выбоин, неровностей и загрязнений, $Ra \leq 10^{-4}D$;
- минимальная длина входного цилиндрического участка A должна быть равна меньшему из двух значений — D или $0,25D + 250$ мм (см. 5.2.2);
- внутренняя поверхность входного цилиндра A может быть не обработана, если ее качество такое же, как качество поверхности входной конической части B ;
- $R_1 = 1,375D \pm 0,275D$;
- $R_2 = 3,625d \pm 0,125d$;
- длина цилиндрической части горловины должна быть не менее $d/3$;

- длина цилиндрической части горловины, находящейся между концом радиуса R_2 и плоскостью, проходящей через оси отверстия для отбора давления, так же как и длина цилиндрической части между плоскостью, проходящей через оси отверстий для отбора давления, и началом радиуса R_3 должна быть не менее $d/6$ (для длины горловины также см. 5.2.4);

- радиус R_3 должен быть от $5d$ и до $15d$, оптимальное значение равно $10d$ (если выбрано не оптимальное значение, то рекомендуется при малых углах ϕ устанавливать значение радиуса R_3 более $10d$).

5.2.9 Профиль трубы Вентури с обработанной входной конической частью имеет следующие характеристики:

- минимальная длина входного цилиндрического участка должна быть равна D ;
- R_1 должен быть менее $0,25D$ и предпочтительно равен нулю;
- R_2 должен быть менее $0,25d$ и предпочтительно равен нулю;
- длина цилиндрической части горловины, находящейся между концом радиуса R_2 и плоскостью, проходящей через оси отверстия для отбора давления, должна быть не менее $0,25d$;
- радиус R_3 должен быть менее $0,25d$ и предпочтительно равен нулю.

Поверхность входного цилиндрического и сужающегося конического участков обрабатывают так же, как и поверхность горловины (см. 5.2.7).

5.2.10 Профиль трубы Вентури со сварной входной конической частью из листовой стали имеет следующие характеристики:

- минимальная длина входного цилиндрического участка A должна быть равна D ;
- между цилиндрическим участком A и входным конусом B не должно быть переходных кривых, кроме образуемых за счет сварки;
- между входным конусом B и горловиной C не должно быть переходных кривых, кроме образуемых за счет сварки;
- между горловиной C и диффузором E не должно быть переходных кривых;
- внутренняя поверхность участков A и B должна быть чистой, без отложений и наплывов сварки, допускается цинкование этой поверхности, $Ra \leq 5 \cdot 10^{-4}D$;
- внутренние сварные швы должны быть заподлицо с прилегающими поверхностями и не должны находиться вблизи отверстий для отбора давления.

5.3 Материал и изготовление

5.3.1 Труба Вентури может быть изготовлена из любого материала, соответствующего требованиям ГОСТ 8.586.1 (подпункт 6.1.2), и любым способом при условии, что она будет соответствовать техническим требованиям 5.2.

5.3.2 Рекомендуется входную коническую часть B и горловину C изготавливать как одно целое. Горловину C и часть B трубы Вентури с обработанной входной конической частью рекомендуется изготавливать из одной заготовки. При изготовлении этих деталей из двух отдельных частей их собирают до окончательной обработки внутренней поверхности.

5.3.3 Обращают особое внимание на центрирование диффузора E относительно горловины. Уступ в месте соединения диффузора и горловины не допускается. Отсутствие уступа устанавливают пальпированием поверхностей после сборки горловины и диффузора до установки трубы Вентури.

5.4 Отбор давления

5.4.1 Отбор давления до трубы Вентури и в горловине проводят через отдельные отверстия, соединенные по схеме, приведенной в ГОСТ 8.586.1 (рисунок 1), или с помощью кольцевой камеры усреднения, или пьезометрического кольца. Использование для отбора давления сплошных кольцевых щелей или равномерно распределенных по горловине пазов не допускается.

5.4.2 Если d не менее 33,3 мм, то диаметр отверстий для отбора давления должен быть от 4 до 10 мм. При этом диаметр отверстий для отбора давления до трубы Вентури должен быть не более $0,1D$, а в горловине трубы Вентури — не более $0,13d$. Если d — менее 33,3 мм, то диаметр отверстий для отбора давления в горловине должен быть в пределах от $0,1d$ до $0,13d$, а диаметр отверстий до трубы Вентури — от $0,1d$ до $0,1D$.

При выборе значения диаметра отверстий дополнительно учитывают необходимость исключения случайного их засорения.

5.4.3 До трубы Вентури и в ее горловине должно быть не менее чем по четыре отверстия для отбора давления. Оси отверстий должны образовывать между собой равные углы и должны быть расположены в плоскости, перпендикулярной к оси трубы Вентури.

5.4.4 В месте выхода во внутреннюю полость трубы Вентури отверстие должно быть круглым. Кромки отверстия должны быть заподлицо с внутренней поверхностью трубы Вентури. Для ликвидации

заусенцев на кромке отверстия допускается ее притупление радиусом не более одной десятой диаметра отверстия.

Не допускаются какие-либо неровности на поверхности отверстия и внутренней поверхности трубы Вентури вблизи отверстий.

5.4.5 Отверстие для отбора давления должно быть цилиндрическим на глубине не менее 2,5 внутренних диаметров этого отверстия.

5.4.6 Соответствие отверстий требованиям, приведенным в 5.4.4, может быть установлено визуально.

5.4.7 Расстояния, указанные на рисунке 1, до места размещения отверстий для отбора давления измеряют по прямой линии, параллельной оси трубы Вентури, между осью отверстий для отбора давления и плоскостью, определенной ниже.

Для трубы Вентури с литой (без обработки) входной конической частью расстояние между осью отверстия для отбора давления, расположенного до трубы Вентури, и плоскостью пересечения поверхностей *A* и *B* (или их продолжениями) должно быть равно:

$(0,5 \pm 0,25) D$ — для $0,1 \text{ м} \leq D \leq 0,15 \text{ м}$;

$0,5D^{0,25}_{-0,25D}$ — для $0,15 \text{ м} < D \leq 0,8 \text{ м}$.

Для труб Вентури с обработанной входной конической частью или со сварной входной конической частью из листовой стали расстояние между осью отверстия для отбора давления, расположенного до трубы Вентури, и плоскостью пересечения поверхностей *A* и *B* (или их продолжениями) должно быть равно $(0,5 \pm 0,05) D$.

Для всех разновидностей труб Вентури расстояние между плоскостью пересечения поверхностей *B* и горловины *E* (или их продолжениями) и осью отверстий для отбора давления, расположенных в горловине, должно быть равно $(0,5 \pm 0,02) d$.

5.4.8 Площадь свободного сечения кольцевой камеры усреднения или пьезометрического кольца должна быть не менее половины общей площади отверстий отбора.

Рекомендуется применять кольцевые камеры или пьезометрические кольца, площадь которых в два раза больше указанной, если труба Вентури установлена после МС, создающих асимметричную деформацию эпюры скоростей потока.

5.5 Коэффициент истечения

5.5.1 Ограничения по применению

Независимо от разновидности трубы Вентури необходимо избегать одновременного сочетания крайних допускаемых значений *D*, *β* и *Re*.

Вне пределов, определенных в 5.1.2, 5.1.3 и 5.1.4 для *D*, *β* и *Re*, трубу Вентури можно применять только после определения ее коэффициента истечения в условиях, соответствующих условиям ее эксплуатации.

При применении трубы Вентури для измерения расхода газа высокого давления ($p \geq 1 \text{ МПа}$) рекомендуется ее градуировка при рабочем давлении и числах *Re*, соответствующих условиям эксплуатации.

Трубы Вентури применяют на ИТ, для которых допускают широкий диапазон значений *Ra/D*, без введения поправочного коэффициента, учитывающего шероховатость внутренней поверхности ИТ (см. 6.4.2).

5.5.2 Коэффициент истечения трубы Вентури с литой (без обработки) входной конической частью

Коэффициент истечения трубы Вентури с литой (без обработки) входной конической частью рассчитывают по формулам:

$$C = 0,991 - 0,0014 \cdot 10^6 / Re \text{ при } 4 \cdot 10^4 \leq Re < 2 \cdot 10^5; \quad (5.1)$$

$$C = 0,984 \text{ при } Re \geq 2 \cdot 10^5. \quad (5.2)$$

5.5.3 Коэффициент истечения трубы Вентури с обработанной входной конической частью

Коэффициент истечения труб Вентури с обработанной входной конической частью рассчитывают по формулам:

$$C = 1,009 \left(\beta \frac{10^6}{Re} \right) \text{ при } 4 \cdot 10^4 \beta \leq Re < 5 \cdot 10^5 \beta; \quad (5.3)$$

$$C = 0,9950 \text{ при } 5 \cdot 10^5 \beta \leq Re \leq 10^6 \beta; \quad (5.4)$$

$$C = 1,000 \text{ при } 10^6 \beta < Re \leq 2 \cdot 10^6 \beta; \quad (5.5)$$

$$C = 1,010 \text{ при } 2 \cdot 10^6 \beta < Re \leq 10^8 \beta. \quad (5.6)$$

5.5.4 Коэффициент истечения труб Вентури со сварной входной конической частью из листовой стали

Коэффициент истечения труб Вентури со сварной входной конической частью из листовой стали рассчитывают по формулам:

$$C = 0,992 - 0,0013 \cdot 10^6 / Re \text{ при } 4 \cdot 10^4 \leq Re < 2 \cdot 10^5; \quad (5.7)$$

$$C = 0,985 \text{ при } Re \geq 2 \cdot 10^5. \quad (5.8)$$

5.6 Коэффициент расширения

Коэффициент расширения для всех разновидностей труб Вентури рассчитывают по формуле

$$\epsilon = \sqrt{\left(\frac{\kappa \tau^{2/\kappa}}{\kappa - 1} \right) \left(\frac{1 - \beta^4}{1 - \beta^4 \tau^{2/\kappa}} \right) \left(\frac{1 - \tau^{(\kappa - 1)/\kappa}}{1 - \tau} \right)}, \quad (5.9)$$

где $\tau = 1 - \Delta p / p$.

Формулу применяют только при соблюдении условия: $\Delta p / p \leq 0,25$.

5.7 Неопределенность коэффициента истечения

5.7.1 Неопределенность коэффициента истечения трубы Вентури с литой (без обработки) входной конической частью рассчитывают по формулам:

$$\begin{aligned} U'_{C_o} &= 2,7 - Re/10^5 && \text{при } 4 \cdot 10^4 \leq Re < 2 \cdot 10^5; \\ U'_{C_o} &= 0,7 && \text{при } Re \geq 2 \cdot 10^5. \end{aligned}$$

5.7.2 Неопределенность коэффициента истечения трубы Вентури с обработанной входной конической частью рассчитывают по формулам:

$$\begin{aligned} U'_{C_o} &= 3,2 - Re/(10^6 \beta) && \text{при } 4 \cdot 10^4 \beta \leq Re < 5 \cdot 10^5 \beta; \\ U'_{C_o} &= 1 && \text{при } 5 \cdot 10^5 \beta \leq Re \leq 10^6 \beta; \\ U'_{C_o} &= 2 && \text{при } 10^6 \beta < Re \leq 2 \cdot 10^6 \beta; \\ U'_{C_o} &= 3 && \text{при } 2 \cdot 10^6 \beta < Re \leq 10^8 \beta. \end{aligned}$$

5.7.3 Неопределенность коэффициента истечения труб Вентури со сварной входной конической частью из листовой стали рассчитывают по формулам:

$$\begin{aligned} U'_{C_o} &= 3,2 - Re/10^6 && \text{при } 4 \cdot 10^4 \leq Re < 2 \cdot 10^5; \\ U'_{C_o} &= 1,5 && \text{при } 2 \cdot 10^5 \leq Re \leq 2 \cdot 10^6; \\ U'_{C_o} &= 2 && \text{при } Re > 2 \cdot 10^6. \end{aligned}$$

5.8 Неопределенность коэффициента расширения

Неопределенность коэффициента расширения всех разновидностей труб Вентури при условии, что неопределенности β , $\Delta p / p$ и κ равны нулю, рассчитывают по формуле

$$U'_{\epsilon} = (4 + 100 \beta^8) \frac{\Delta p}{p}.$$

5.9 Потери давления

Потери давления на трубе Вентури могут быть рассчитаны по формуле

$$\Delta p = \xi C^2 E^2 \Delta p, \quad (5.10)$$

где коэффициент гидравлического сопротивления рассчитывают по формуле

$$\xi = 1,01 A K_1 \xi_1.$$

Значения коэффициентов A , K_1 и ξ_1 приведены в таблицах 1 и 2.

Т а б л и ц а 1 — Значения коэффициента A и коэффициента ξ_1 при $Re/\beta \geq 2 \cdot 10^5$

φ°	5°	7°	10°	12,5°	15°
A	1,080	1,095	1,1320	1,165	1,145
ξ_1	0,10	0,10	0,11	0,13	0,16

Т а б л и ц а 2 — Значения коэффициента K_1

β	Значения K_1 при φ				
	5°	7°	10°	12,5°	15°
0,80	0,59	0,55	0,48	0,40	0,33
0,67	0,81	0,81	0,78	0,77	0,66
0,57	0,90	0,89	0,85	0,81	0,77
$\leq 0,50$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

При проведении расчетов для $Re/\beta < 2 \cdot 10^5$ значение коэффициента ξ_1 может быть вычислено в соответствии с [5].

Можно принять, что относительная потеря давления в общем случае составляет от 5 % до 20 %.

6 Требования к установке

6.1 Общие положения

Общие требования к установке СУ, приведенные в ГОСТ 8.586.1 (раздел 7), следует применять совместно с дополнительными специальными требованиями настоящего раздела к установке труб Вентури.

Необходимую минимальную длину прямолинейных участков ИТ определяют в зависимости от вида МС, их размещения на ИТ и относительного диаметра отверстия трубы Вентури. Классификация видов МС приведена в приложении А.

П р и м е ч а н и е — Установка термометра в соответствии с требованиями ГОСТ 8.586.5 (подраздел 6.3) не изменяет требуемых прямолинейных участков ИТ для других МС, т.е. первичный преобразователь температуры, термометр или их гильзу (при ее наличии) не рассматривают как МС.

Если не используют струевыпрямитель или УПП, то минимальную длину прямолинейных участков ИТ устанавливают на основе требований, приведенных в 6.2.

В случае применения струевыпрямителя или УПП минимальную допускаемую длину прямолинейных участков ИТ устанавливают на основе результатов их испытаний на соответствие требованиям ГОСТ 8.586.1 (приложение Ж).

Применять струевыпрямитель или УПП не рекомендуется, если необходимая длина прямолинейных участков ИТ может быть обеспечена без их установки.

6.2 Минимальная длина прямолинейных участков измерительных трубопроводов

6.2.1 Необходимая минимальная длина прямолинейных участков ИТ до и после трубы Вентури в зависимости от значения ее относительного диаметра горловины и вида МС приведена в таблице 3.

Для промежуточных значений β , не указанных в таблице 3, наименьшую длину прямолинейных участков ИТ рассчитывают методом линейной интерполяции данных таблицы по формуле

$$\frac{l}{D} = \frac{L_1 - L_2}{\beta_1 - \beta_2} (\beta - \beta_2) + L_2, \quad (6.1)$$

где β_1, L_1 — ближайшее большее к β значение относительного диаметра СУ и соответствующее ему значение относительной длины прямолинейного участка ИТ, указанные в таблице 3;
 β_2, L_2 — ближайшее меньшее к β значение относительного диаметра СУ и соответствующее ему значение относительной длины прямолинейного участка ИТ, указанные в таблице 3.

Примечание — Если расчет проводят по данным колонок Б, то при отсутствии для β_2 значения L_2 его принимают равным значению, приведенному в колонке А.

Результат расчета по формуле (6.1) округляют до значения, составляющего половину единицы последнего разряда целой части числа.

Для МС, не указанных в таблице 3, необходимая минимальная длина прямолинейных участков ИТ до трубы Вентури должна быть не менее $40D$. Сокращение длины прямолинейного участка ИТ для данных МС не допускается.

Примечание — Установленная настоящим стандартом необходимая минимальная длина прямолинейных участков ИТ для МС, не указанных в таблице 3, является максимальной длиной из допускаемых минимальных длин прямолинейных участков ИТ перед трубой Вентури, поэтому для ряда МС, не включенных в таблицу 3, указанная длина установлена с запасом.

6.2.2 Если труба Вентури применяется для выполнения исследовательских работ или используется в качестве эталонного СИ при калибровочных или поверочных работах, рекомендуется увеличить не менее чем в 2 раза значения длин прямолинейных участков ИТ до СУ, указанные в таблице 3.

Т а б л и ц а 3 — Необходимая наименьшая длина прямолинейных участков ИТ между трубой Вентури и МС без применения струеуспокоителя или УПП

Вид МС	Наименьшая относительная длина прямолинейного участка ИТ при β , равном											
	0,30		0,40		0,50		0,60		0,70		0,75	
	А ¹⁾	Б ²⁾	А ¹⁾	Б ²⁾	А ¹⁾	Б ²⁾	А ¹⁾	Б ²⁾	А ¹⁾	Б ²⁾	А ¹⁾	Б ²⁾
Для МС, расположенных до СУ												
Колено ³⁾	8	3	8	3	9	3	10	3	14	3	16	8
Тройник с заглушкой ⁴⁾	8	—	8	—	9	—	10	—	14	—	16	—
Два или более колен в одной или разных плоскостях	8	3	8	3	10	3	10	3	18	3	22	8
Переход от $1,33D$ до D на длине $2,3D$	4	—	4	—	4	—	4	—	4	—	4	—
Переход от $3D$ до D на длине $3,5D$	2,5	—	2,5	—	5,5	2,5	8,5	2,5	10,5	2,5	11,5	3,5
Переход от $2D$ до D на длине от $1,5D$ до $3D$ ⁵⁾	4	—	4	—	6	—	6	—	7	—	7	—
Переход от $0,67D$ до D на длине $2,5D$	4	—	4	—	5	4	6	4	7	5	7	6

Окончание таблицы 3

Вид МС	Наименьшая относительная длина прямолинейного участка ИТ при β , равном											
	0,30		0,40		0,50		0,60		0,70		0,75	
	A ¹⁾	Б ²⁾	A ¹⁾	Б ²⁾	A ¹⁾	Б ²⁾	A ¹⁾	Б ²⁾	A ¹⁾	Б ²⁾	A ¹⁾	Б ²⁾
Переход от 0,75D до D на длине D	2,5	—	2,5	—	2,5	—	3,5	2,5	5,5	3,5	6,5	4,5
Переход от 0,5D до D на длине от D до 2D ⁴⁾	5	—	10	—	14	—	16	—	17	—	18	—
Запорный клапан или вентиль ⁴⁾	15	—	18	—	16	—	16	—	18	—	19	—
Шаровой кран или задвижка	2,5	—	2,5	—	3,5	2,5	4,5	2,5	5,5	3,5	5,5	3,5
Конусный кран ⁴⁾	14	—	18	—	16	—	16	—	16	—	16	—
Симметричное резкое сужение или большая емкость ⁴⁾	25	—	25	—	25	—	25	—	25	—	25	—
Симметричное резкое расширение ⁴⁾	40	—	40	—	40	—	40	—	40	—	40	—
Смешивающий тройник ⁴⁾ <i>поток</i>	30	—	30	—	30	—	31	—	34	—	35	—
Разветвляющий тройник ⁴⁾ <i>поток</i>	13	—	13	—	14	—	16	—	20	—	21	—
Затвор (заслонка) ⁴⁾	23	—	23	—	23	—	23	—	23	—	23	—
Для МС, расположенных после СУ												
Любой вид МС	$l/d \geq 4$											

1) В колонках А приведены значения длины, соответствующие нулевой дополнительной неопределенности коэффициента истечения (см. 6.2.3).

2) В колонках Б приведены значения длины, соответствующие дополнительной неопределенности коэффициента истечения, равной 0,5 % (см. 6.2.4).

3) Радиус изгиба колена должен быть больше или равен диаметру ИТ.

4) Данные приведены на основе результатов экспериментальных исследований других видов СУ с учетом меньшей чувствительности труб Вентури к искажению профиля скоростей потока.

Примечания

1 Прямолинейные участки до трубы Вентури должны быть измерены от оси отверстий отбора давления, расположенных на входном цилиндрическом участке А (см. рисунок 1), после трубы Вентури от оси отверстий отбора давления в горловине Е (см. рисунок 1).

2 Прочерк «—» в графе указывает, что данные по сокращению длины ИТ отсутствуют.

6.2.3 Если длина прямолинейного участка ИТ не менее значения, указанного в колонке А таблицы 3, то неопределенность коэффициента истечения трубы Вентури соответствует указанной в 5.7.1, 5.7.2 и 5.7.3.

6.2.4 Если длина прямолинейного участка ИТ до или после трубы Вентури менее значения, указанного в колонке А, но не менее значения, приведенного в колонке Б таблицы 3, следует арифметически добавить дополнительную неопределенность 0,5 % к неопределенности коэффициента истечения трубы Вентури, указанной в 5.7.1, 5.7.2 и 5.7.3.

6.2.5 Не допускается:

- устанавливать прямолинейные участки ИТ, длина которых менее указанной в колонке Б таблицы 3;
- одновременно устанавливать до и после трубы Вентури прямолинейные участки ИТ, длина которых менее указанной в колонке А таблицы 3.

6.2.6 Рекомендуется регулировать расход потока арматурой, расположенной после трубы Вентури. Запорная арматура, находящаяся на ИТ до трубы Вентури, должна быть полностью открыта.

6.2.7 Если диаметр проходного отверстия запорной арматуры отличается от диаметра ИТ не более чем на 1 %, то такая запорная арматура может рассматриваться как часть прямолинейного участка ИТ.

Запорная арматура, приведенная в таблице 3, имеет такой же номинальный диаметр, как и ИТ, а диаметр ее проходного отверстия отличается от диаметра ИТ на значение более 1 %.

6.2.8 Длина прямолинейных участков ИТ, указанная в таблице 3, определена экспериментально в условиях стабилизированного потока непосредственно перед исследуемым МС. На практике данное условие может быть учтено путем выполнения следующих требований:

а) если до трубы Вентури установлено последовательно несколько МС, то выполняют следующие:

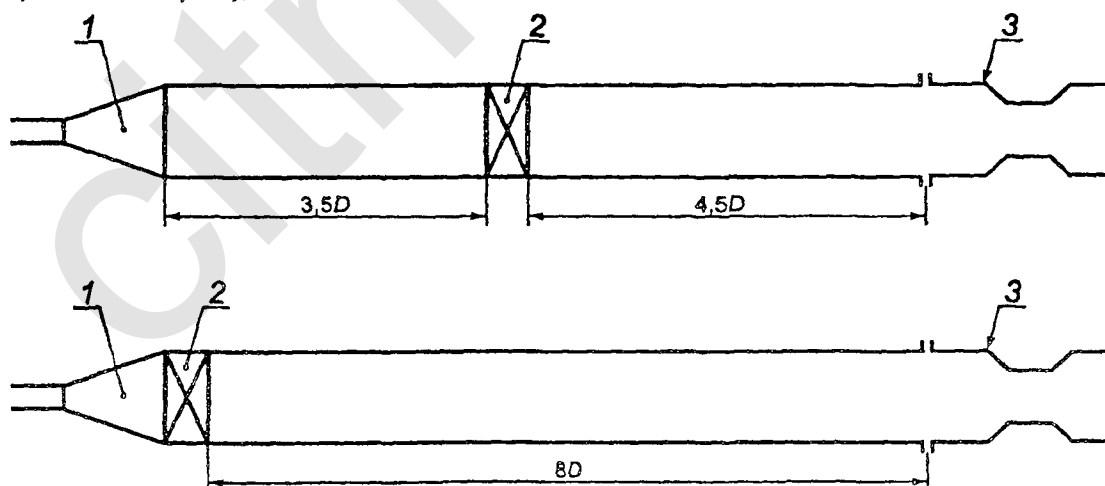
1) длину прямолинейного участка ИТ между трубой Вентури и ближайшим к ней МС определяют по 6.2.1—6.2.7;

2) прямолинейный участок ИТ между двумя ближайшими к трубе Вентури МС должен иметь длину, равную половине или более половины значения, определяемого по таблице 3 для β , равного 0,70 (независимо от фактического значения β) и типа второго МС, наиболее удаленного от трубы Вентури. При этом расстояние между МС является кратным внутреннему диаметру участка ИТ между этими МС. Если длина прямолинейного участка ИТ для $\beta = 0,70$ выбрана из колонки А таблицы 3, то неопределенность коэффициента истечения соответствует указанной в 5.7.1, 5.7.2 и 5.7.3. Если длина прямолинейного участка ИТ для $\beta = 0,70$ выбрана из колонки Б таблицы 3, то к неопределенности коэффициента истечения следует арифметически добавить дополнительную неопределенность 0,5 %.

Если расстояние между вторым и третьим МС менее $5D$ и третье МС требует большего прямолинейного участка, то прямолинейный участок между двумя ближайшими к СУ МС определяют как половину или более половины значения, определяемого по таблице 3 для β , равного 0,70 (независимо от фактического значения β) и типа третьего МС;

3) допускается частичное или полное сокращение расстояния между двумя МС, ближайшими к трубе Вентури, за счет соответствующего увеличения длины ИТ между трубой Вентури и ближайшим перед ним МС (см. рисунок 2). При этом должно выполняться условие перечисления б);

б) МС вида «Два или более колен в одной или разных плоскостях» (см. таблицу 3) должно быть помещено на расстоянии от трубы Вентури не менее требуемого между этим МС и трубой Вентури, в соответствии с таблицей 3, независимо от числа МС, находящихся между этим МС и трубой Вентури. При этом расстояние является кратным внутреннему диаметру участка ИТ, расположенного непосредственно перед трубой Вентури, и измеряется от трубы Вентури до границы МС (включая длины МС, находящихся между ними). Если расстояние определено по значениям, приведенным в колонке Б таблицы 3, то к неопределенности коэффициента истечения должна быть арифметически добавлена дополнительная неопределенность 0,5 %. При этом не допускается сокращать длину других прямолинейных участков ИТ, т.е. дополнительная неопределенность не должна добавляться больше одного раза, исходя из условий перечислений а) и б);



1 — диффузор; 2 — шаровый кран или задвижка; 3 — труба Вентури

Рисунок 2 — Схема, расположения шарового крана или задвижки при $\beta = 0,6$

в) при наличии двух или более колен их следует рассматривать как одиночное МС (см. таблицу 3), если длина между последовательными коленами менее $15D$.

6.2.9 На рисунке 3 приведены два примера применения требований, указанных в перечислениях а) и б) 6.2.8.

В каждом примере второе МС (см. рисунок 3) относительно трубы Вентури представляет собой МС вида «Два или более колен в одной или разных плоскостях», а относительный диаметр трубы Вентури равен $0,75$. Длину прямолинейных участков ИТ определяют из условия недопустимости дополнительной неопределенности коэффициента истечения.

Если первое МС — шаровой кран (см. рисунок 3а), то:

- длина прямолинейного участка ИТ между трубой Вентури и краном должна быть не менее $5,5D$ (см. таблицу 3);

- длина прямолинейного участка ИТ между МС вида «Два или более колен в одной или разных плоскостях» и краном должна быть не менее $9D$ (см. пункт 2) перечисления а) 6.2.8);

- расстояние между МС вида «Два или более колен в одной или разных плоскостях» и трубой Вентури должно быть не менее $22D$ (см. перечисление б) 6.2.8).

Таким образом, если шаровой кран имеет длину $1D$, то требуется дополнительный участок длиной $6,5D = 22D - 1D - 9D - 5,5D$. Этот участок ИТ может быть расположен либо полностью до или после шарового крана, либо частично до и частично после него.

Рекомендации перечисления а) 6.2.8 позволяют переместить шаровой кран к МС при условии, что расстояние между МС и трубой Вентури не менее $22D$ (см. рисунок 3б).

Если первое МС — переходник (диффузор) от $0,67D$ до D на длине $2,5D$ (см. рисунок 3в), то:

- длина прямолинейного участка ИТ между диффузором и трубой Вентури должна быть не менее $7D$ (см. таблицу 3);

- длина прямолинейного участка ИТ между МС вида «Два или более колен в одной или разных плоскостях» и диффузором должна быть, по крайней мере, $9 \cdot 0,67D \approx 6D$ (см. пункт 2) перечисления а) 6.2.8);

- расстояние между МС вида «Два или более колен в одной или разных плоскостях» и трубой Вентури должно быть, по крайней мере, $22D$ (см. перечисление б) 6.2.8).

Таким образом, с учетом длины диффузора $2,5D$ требуется дополнительный участок ИТ длиной $6,5D = 22D - 7D - 6D - 2,5D$, который может быть либо полностью до или после крана, либо частично до или частично после него.

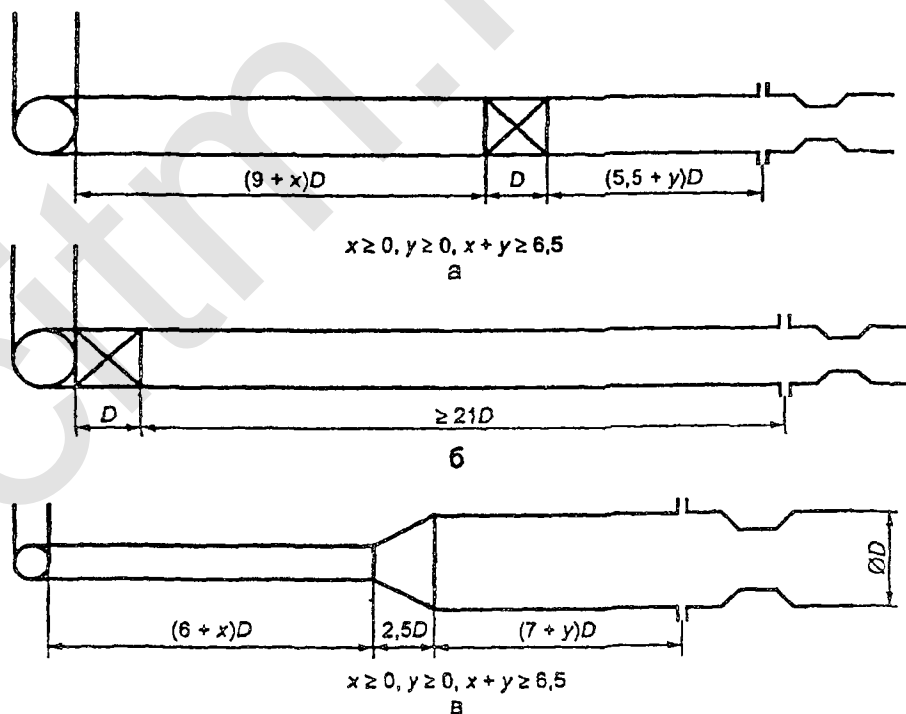


Рисунок 3 — Примеры определения необходимых длин прямолинейных участков ИТ (см. 6.2.9)

6.3 Струевыпрямители и устройства подготовки потока

Для уменьшения длины прямолинейных участков ИТ до трубы Вентури могут быть применены струевыпрямители или УПП. Допускается использовать только те виды струевыпрямителей или УПП, которые прошли испытания на соответствие требованиям ГОСТ 8.586.1 (приложение Ж). В любом случае испытания следует проводить с применением трубы Вентури.

6.4 Дополнительные требования к установке труб Вентури

6.4.1 Округлость и цилиндричность трубы

6.4.1.1 На участке ИТ длиной не менее $2D$, расположенном непосредственно перед входной торцевой цилиндрической частью трубы Вентури, ни одно значение диаметра в любой плоскости на данном отрезке не должно отличаться от среднего значения внутреннего диаметра ИТ более чем на 2 %.

6.4.1.2 Среднее значение внутреннего диаметра ИТ, примыкающего к трубе Вентури, должно отличаться не более чем на 1 % значения среднего диаметра входного цилиндрического участка трубы Вентури (см. 5.2.2).

6.4.1.3 Внутренний диаметр ИТ, расположенный непосредственно за трубой Вентури, должен быть не менее 90 % диаметра на срезе ее диффузора. Это означает, что могут быть использованы трубопроводы с таким же диаметром отверстия, как и у выходного сечения диффузора трубы Вентури.

6.4.2 Шероховатость

Относительная шероховатость ИТ на длине не менее $2D$ до трубы Вентури должна удовлетворять условию $Ra/D \leq 3,2 \cdot 10^{-4}$.

6.4.3 Крепление трубы Вентури

Смещение оси ИТ перед трубой Вентури относительно оси трубы Вентури, измеренное в плоскости стыка трубопровода с цилиндрическим участком А трубы Вентури, должно быть не более $0,005D$. Взаимный перекося осей трубы Вентури и ИТ должен быть не более 1 %. Сумма указанного осевого смещения и половины отклонения диаметра (см. 6.4.1.2) ИТ от среднего значения диаметра цилиндрического участка А должна быть не более $0,0075D$.

Приложение А
(обязательное)

Классификация видов местных сопротивлений

А.1 Колено и группа колен

А.1.1 «Колено» — изгиб трубопровода равного сечения в одной плоскости под углом ψ , равным от 5° до 95° (см. рисунок А.1а).

А.1.2 «Два или более колен в одной или разных плоскостях» — два или более колен, оси которых расположены в одной плоскости или разных плоскостях (см. рисунки А.1б, в, г, д, е), следующих непосредственно один за другим на расстоянии $l < 15D$.

А.1.3 Границей между коленом (группой колен) и прямолинейным участком ИТ считают сечение, в котором изгиб трубопровода переходит в прямой участок.

А.1.4 Внутренний радиус изгиба колен должен быть не менее радиуса трубопровода.

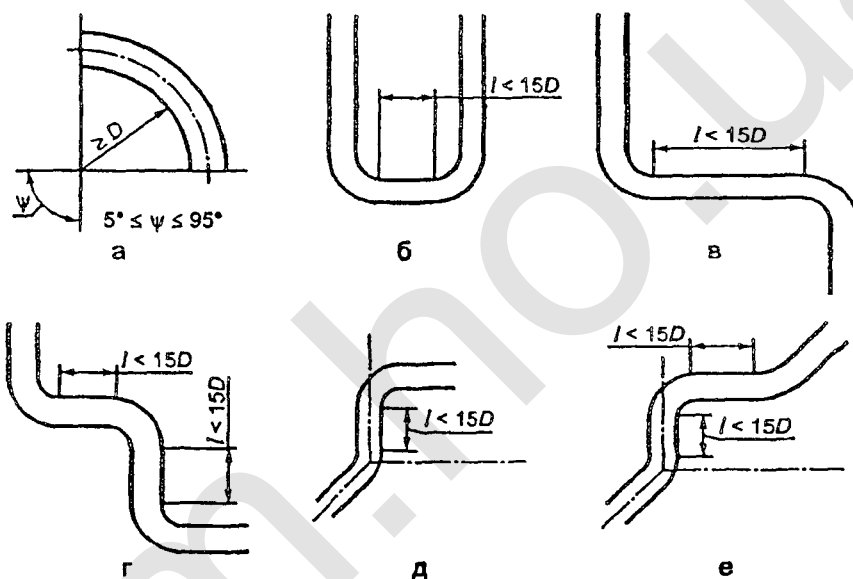


Рисунок А.1 — Колено и группы колен

А.2 Тройники

А.2.1 Тройник — фитинг, состоящий из трех соединенных звеньев трубопровода, оси которых лежат в одной плоскости.

«Тройник с заглушкой» — тройник, состоящий из одного заглушенного звена и двух открытых звеньев (см. рисунки А.2а, б).

Если диаметр заглушенной трубы тройника, не изменяющего направление потока (см. рисунок А.2б) менее $0,13D$, то данный тройник не является МС.

«Разветвляющий поток тройник» — тройник, поток в который входит через одно звено (см. рисунки А.2а, г), а выходит через два звена.

«Смешивающий потоки тройник» — тройник, поток из которого выходит из одного звена (см. рисунки А.2д, е), а входит в два звена.

А.2.2 При определении длины прямолинейного участка перед тройником или за ним расстояние измеряют от точки пересечения осей звеньев.

А.2.3 Если расстояние между тройниками, которые разветвляют поток, не превышает $5D$, то все тройники объединяют в одно МС — «Разветвляющий поток тройник» (см. рисунок А.2 ж).

А.2.4 Если расстояние между тройниками, которые смешивают потоки, не превышает $5D$, то все тройники объединяют в одно МС — «Смешивающий потоки тройник» (см. рисунок А.2 и).

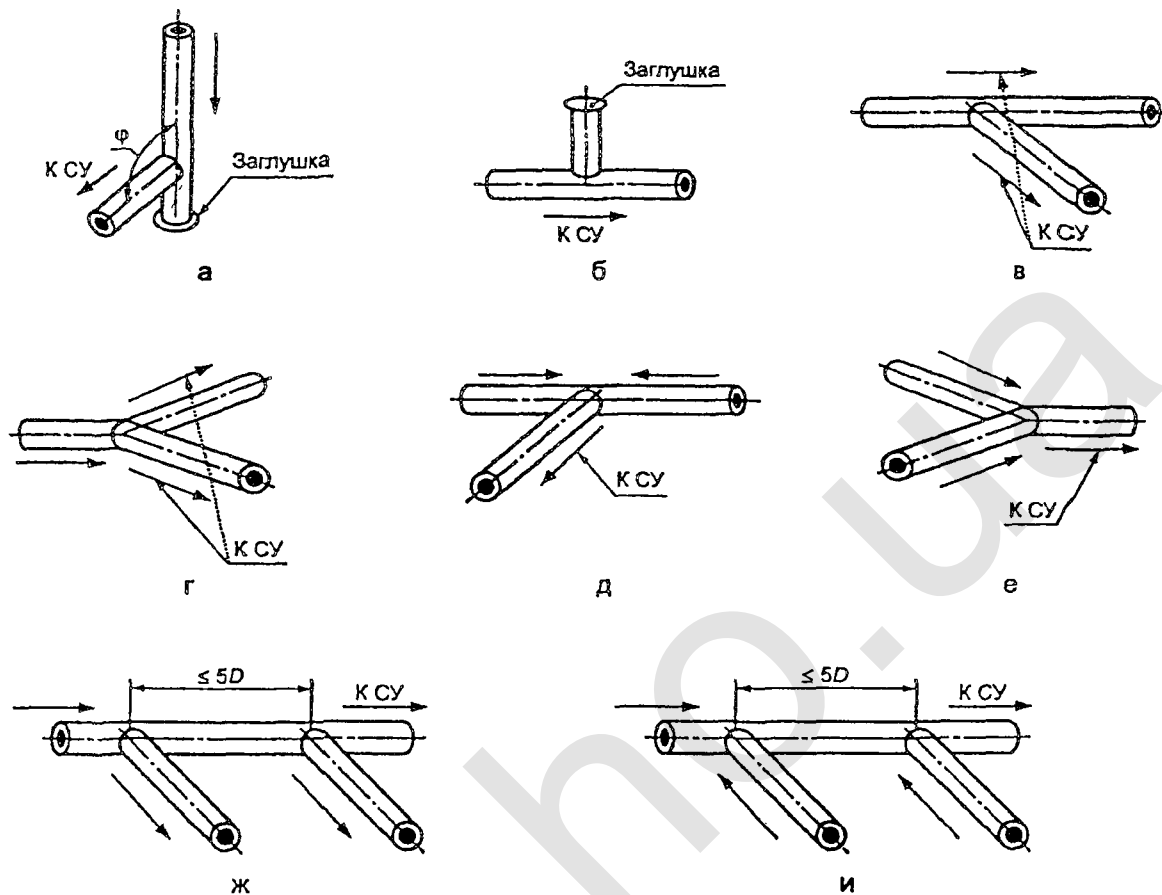


Рисунок А.2 — Тройники

А.3 Переходные участки труб

А.3.1 Диффузор — конусное расширение трубопровода с прямолинейной или криволинейной образующей (см. рисунок А.3а).

Диффузор характеризуют конусностью K_f и отношением диаметра ИТ после диффузора к диаметру ИТ до диффузора. Конусность диффузора рассчитывают как отношение разности диаметров двух прямолинейных участков трубопроводов, соединенных конусом, к длине l этого конуса по формуле

$$K_f = D_1 (D_2 / D_1 - 1) / l, \quad (\text{А.1})$$

где D_1 и D_2 — диаметры двух прямолинейных участков трубопровода, причем $D_2 > D_1$.

Диффузор, имеющий конусность $(0,13 \pm 0,01)$ и отношение диаметров $(1,49 \pm 0,03)$, относят к МС вида «Переход от $0,67D$ до D на длине $2,5D$ ».

Диффузор, имеющий конусность $(0,25 \pm 0,03)$ и отношение диаметров $(1,33 \pm 0,03)$, относят к МС вида «Переход от $0,75D$ до D на длине D ».

Диффузор, имеющий конусность в пределах от 0,25 до 0,5 и отношение диаметров $(2 \pm 0,04)$, относят к МС вида «Переход от $0,5D$ до D на длине от D до $2D$ ».

Диффузор считают прямолинейным участком при выполнении условий:

$$0 \leq K_f \leq 0,2; \quad (\text{А.2})$$

$$1 \leq D_2 / D_1 \leq 1,1. \quad (\text{А.3})$$

В этом случае длину прямолинейного участка ИТ рассчитывают без учета диффузора как МС.

А.3.2 Симметричное резкое расширение (см. рисунок А.3б) — уступ или диффузор, удовлетворяющий условиям:

$$K_f > 0,5; \quad (\text{А.4})$$

$$D_2 / D_1 > 1,1. \quad (\text{А.5})$$

А 3.3 Конфузор — конусное сужение трубопровода с прямолинейной или криволинейной образующей (см. рисунок А.3в).

Конфузор характеризуют конусностью K_r , которую рассчитывают по формуле (А.1), и отношением диаметра ИТ до конфузора к диаметру ИТ после конфузора.

Конфузор, имеющий конусность $(0,14 \pm 0,015)$ и отношение диаметров $(1,33 \pm 0,03)$, относят к МС вида «Переход от $1,33D$ до D на длине $2,3D$ ».

Конфузор, имеющий конусность $(0,8 \pm 0,03)$ и отношение диаметров $(3 \pm 0,06)$, относят к МС вида «Переход от $3D$ до D на длине $3,5D$ ».

Конфузор, имеющий конусность в пределах от 0,33 до 0,67 и отношение диаметров $(2 \pm 0,04)$, относят к МС вида «Переход от $2D$ до D на длине от $1,5D$ до $3D$ ».

Конфузор считают прямолинейным участком при выполнении условий:

$$0 \leq K_r \leq 0,2; \quad (\text{А.6})$$

$$1,0 \leq D_2 / D_1 \leq 1,1. \quad (\text{А.7})$$

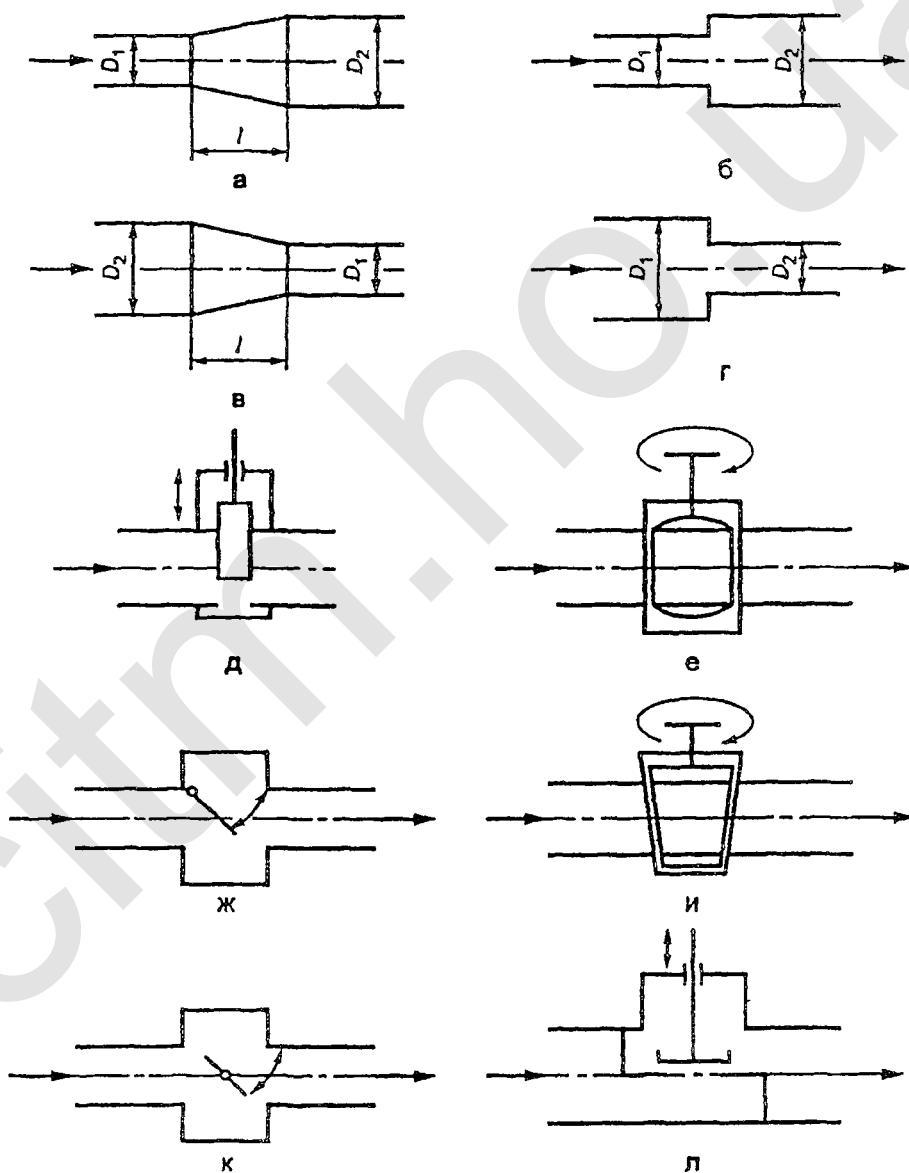


Рисунок А.3 — Переходные участки и запорная арматура

А.3.4 Симметричное резкое сужение — конфузор или уступ (см. рисунок А.3г), если он отвечает условиям:

$$K_f > 0,67; \quad (\text{А.8})$$

$$D_1 / D_2 > 1,1. \quad (\text{А.9})$$

А.3.5 Границей между диффузором или конфузором и прямолинейным участком ИТ считают сечение, в котором конус переходит в прямой круглый цилиндр.

А.3.6 Переходные участки ИТ рекомендуется изготавливать с криволинейной образующей в соответствии с ГОСТ 17378 с учетом требований настоящего приложения.

А.4 Запорная арматура

А.4.1 Запорную арматуру классифицируют в соответствии с ГОСТ 24856.

На рисунке А.3 представлены в качестве примеров схемы запорной арматуры: задвижки (см. рисунок А.3д); шарового крана (см. рисунок А.3е); конусного крана (см. рисунок А.3и); затвора (см. рисунки А.3ж, к); клапана (см. рисунок А.3л).

П р и м е ч а н и е — В технической литературе часто вместо термина «клапан» используется термин «вентиль», вместо «затвор» — «заслонка».

А.4.2 Границей между запорной арматурой любого типа и ИТ считают место их соединения.

А.5 Совмещенные местные сопротивления

В одно местное сопротивление следует объединять тройники с коленами в случаях, приведенных на рисунке А.4.

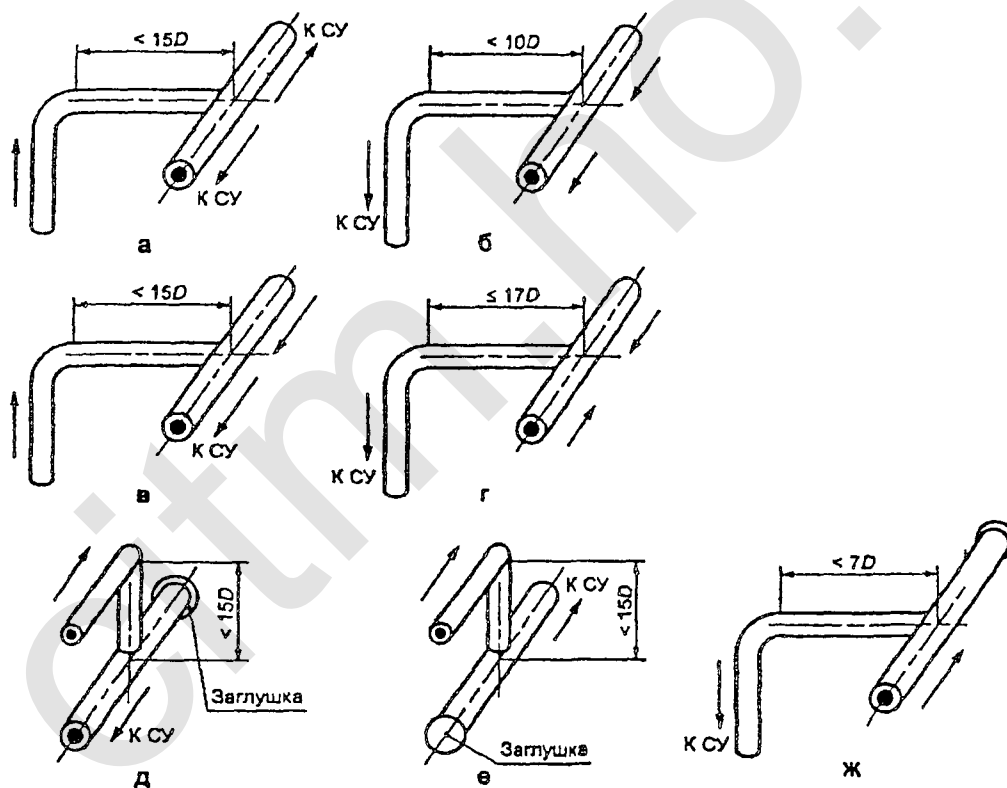


Рисунок А.4 — Местные сопротивления, которые следует объединять в одно МС

МС, приведенные на рисунке А.4, относят к МС вида «Два и более колен в одной или разных плоскостях».

А.6 Особенности определения длин для смешивающего потока тройника

Если перед СУ установлено МС вида «Смешивающий поток тройник», то соответствие требованиям к длинам прямых участков ИТ необходимо проверить по всем звеньям труб, образующим это местное сопротивление, например по схеме, представленной на рисунке А.5.

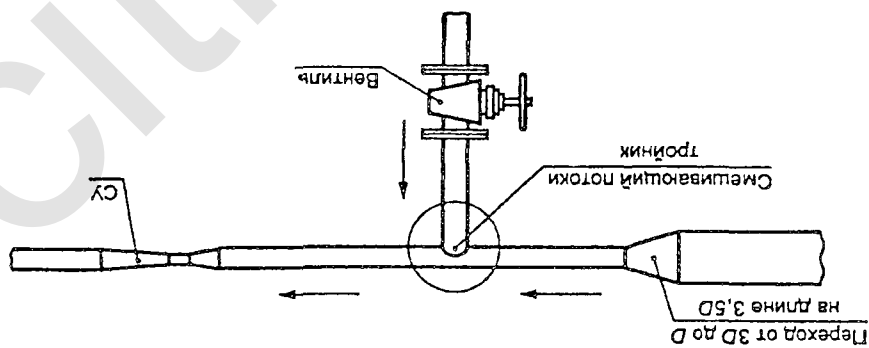


Рисунок А.5 — Возможная схема установки МС «Смешивающий поток тройник» перед СУ

В соответствии с таблицей 3 и требованиями 6.2.8 после вентилей необходимо иметь участок длиной $9D$, а после МС типа «Переход от $3D$ до D на длине $3,5D$ » — $5,25D$. Если длины прямых участков перед тройником сокращены в связи с направленными или только в одном направлении, к неопределенности коэффициента истечения арифметически добавляют дополнительную неопределенность, равную $0,5\%$.

Библиография

- [1] Международный стандарт ИСО 5167-1:2003
(International Standard ISO 5167-1:2003) Измерение расхода среды с помощью устройств переменного перепада давления, помещенных в заполненные трубопроводы круглого сечения. Часть 1. Общие принципы и требования
(Measurement of fluid flow by means of pressure differential devices inserted in circular cross-section conduits running full — Part 1: General principles and requirements)
- [2] Международный стандарт ИСО 5167-2:2003
(International Standard ISO 5167-2:2003) Измерение расхода среды с помощью устройств переменного перепада давления, помещенных в заполненные трубопроводы круглого сечения. Часть 2. Диафрагмы
(Measurement of fluid flow by means of pressure differential devices inserted in circular cross-section conduits running full — Part 2: Orifice plates)
- [3] Международный стандарт ИСО 5167-3:2003
(International Standard ISO 5167-3:2003) Измерение расхода среды с помощью устройств переменного перепада давления, помещенных в заполненные трубопроводы круглого сечения. Часть 3. Сопла и сопла Вентури
(Measurement of fluid flow by means of pressure differential devices inserted in circular cross-section conduits running full — Part 3: Nozzles and Venturi nozzles)
- [4] Международный стандарт ИСО 5167-4:2003
(International Standard ISO 5167-4:2003) Измерение расхода среды с помощью устройств переменного перепада давления, помещенных в заполненные трубопроводы круглого сечения. Часть 4. Трубы Вентури
(Measurement of fluid flow by means of pressure differential devices inserted in circular cross-section conduits running full — Part 4: Venturi tubes)
- [5] Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям /Под ред. М.О. Штейнберга. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1992. — 672 с.

ДОДАТОК НА
ПЕРЕКЛАД ГОСТ 8.586.4-2005 (ИСО 5167-4:2003) УКРАЇНСЬКОЮ МОВОЮ
(довідковий)

ЗМІСТ

1	Сфера застосування	1
2	Нормативні посилання	1
3	Терміни, визначення понять, позначки та скорочення	2
4	Принципи методу вимірювання та обчислення	2
4.1	Принцип методу вимірювання	2
4.2	Обчислення витрати середовища	2
5	Труби Вентурі	2
5.1	Межі застосування	2
5.2	Профіль труби Вентурі	3
5.3	Матеріал та виготовлення	6
5.4	Відбирання тиску	6
5.5	Коефіцієнт витікання	7
5.6	Коефіцієнт розширення	7
5.7	Невизначеність коефіцієнта витікання	8
5.8	Невизначеність коефіцієнта розширення	8
5.9	Втрати тиску	8
6	Вимоги щодо встановлення	9
6.1	Загальні положення	9
6.2	Мінімальна довжина прямолінійних ділянок вимірювальних трубопроводів	9
6.3	Струминовипрямлячі та пристрої підготовки потоку	13
6.4	Додаткові вимоги щодо встановлення труб Вентурі	13
Додаток	А Класифікація видів місцевих опорів	14
Бібліографія		19

МІЖДЕРЖАВНИЙ СТАНДАРТ

Державна система забезпечення єдності вимірювань

Вимірювання витрати та кількості рідини й газу із застосуванням стандартних звужувальних пристроїв. Частина 4. Труби Вентурі. Технічні вимоги

State system for ensuring the uniformity of measurements

Measurement of liquid and gas flow rate and quantity by means of orifice instruments. Part 4. Venturi tubes. Technical requirements

Дата введення в Україні 2010-04-01

1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

Цей стандарт встановлює вимоги до геометричних характеристик і умов застосування труб Вентурі, встановлюваних в трубопроводах круглого перерізу, щоб визначити витрату та кількість рідини і газу.

Стандарт застосовують разом з вимогами ГОСТ 8.586.1.

Стандарт застосовують до трьох різновидів труб Вентурі, які відрізняються способом виготовлення вхідної конічної частини:

- труби Вентурі з литою (без оброблення) вхідною конічною частиною;
- труби Вентурі з обробленою вхідною конічною частиною;
- труби Вентурі з зварною вхідною конічною частиною з листової сталі.

Кожний з цих різновидів труб Вентурі можна застосовувати лише в точно встановлених межах діаметрів труби, їх шорсткості, відносного діаметра отвору і числа Рейнольдса.

Цей стандарт не застосовують у разі застосування труби Вентурі в трубопроводах з внутрішнім діаметром, меншим, ніж 0,05 м, або більшим, ніж 1,2 м, за значень числа Рейнольдса, менших, ніж $2 \cdot 10^4$.

2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

У цьому стандарті є посилання на такі міждержавні стандарти:

ГОСТ 8.586.1-2005 (ІСО 5167-1:2003) Государственная система обеспечения единства измерений. Измерение расхода и количества жидкостей и газов с помощью стандартных сужающих устройств. Часть 2. Принцип метода измерений и общие требования

ГОСТ 8.586.5-2005 Государственная система обеспечения единства измерений. Измерение расхода и количества жидкостей и газов с помощью стандартных сужающих устройств. Часть 5. Методика выполнения измерений

ГОСТ 17378-2001 Детали трубопроводов бесшовные приварные из углеродистой и низколегированной стали. Переходы. Конструкция

ГОСТ 24856-81 Арматура трубопроводная промышленная. Термины и определения

Національне пояснення

ГОСТ 8.586.1-2005 (ІСО 5167-2:2003) Державна система забезпечення єдності вимірювань. Вимірювання витрати та кількості рідин і газів за допомогою стандартних звужувальних пристроїв. Частина 1. Принцип методу вимірювання і загальні вимоги

ГОСТ 8.586.5-2005 Державна система забезпечення єдності вимірювань. Вимірювання витрати та кількості рідин і газів за допомогою стандартних звужувальних пристроїв. Частина 5. Методика виконання вимірювань

ГОСТ 17378-2001 Деталі трубопроводів безшовні приварні з вуглецевої й низьколегованої сталі. Переходи. Конструкція

ГОСТ 24856-81 Арматура трубопроводная промислова. Терміни і визначення

Примітка. Користуючись цим стандартом, доцільно перевірити дію стандартів (і класифікаторів), на які є посилання, на території держави за інформаційним покажчиком стандартів (і класифікаторів), який складено станом на 1 січня поточного року, і за відповідними інформаційними покажчиками, які

опубліковано в поточному році. Якщо документ, на який є посилання, замінено (змінено), то, користуючись цим стандартом, треба керуватися заміненим (зміненим) стандартом. Якщо документ, на який є посилання, відмінений без заміни, то положення, у якому наведено посилання на нього, застосовується в частині, що не стосується цього посилання.

3 ТЕРМІНИ, ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ, ПОЗНАКИ ТА СКОРОЧЕННЯ

В цьому стандарті застосовують терміни, визначення понять, позначки та скорочення, наведені в ГОСТ 8.586.1.

4 ПРИНЦИПИ МЕТОДУ ВИМІРЮВАННЯ ТА ОБЧИСЛЕННЯ

4.1 Принцип методу вимірювання

4.1.1 Метод вимірювання витрати середовища, яке протікає у ВТ, ґрунтується на створенні у ВТ, за допомогою труби Вентурі місцевого звуження потоку, частина потенціальної енергії якого переходить в кінетичну енергію, середня швидкість потоку в місці його звуження підвищується, а статичний тиск стає меншим за статичний тиск до труби Вентурі. Ця різниця тиску (перепад тиску) є тим більшою, чим більшою є витрата середовища, і, отже, вона може бути мірою витрати.

4.1.2 Масову витрату середовища в загальному випадку обчислюють за формулою:

$$q_m = (\pi d^2 / 4) E C \epsilon (2 \rho \Delta p)^{0.5} \quad (4.1)$$

Виведення формули (4.1) наведено в ГОСТ 8.586.1 (додаток А).

4.1.3 Зв'язок масової витрати середовища, об'ємної витрати середовища за робочих умов і об'ємної витрати середовища, приведеної до стандартних умов, встановлює формула:

$$q_m = q_v \rho = q_c \rho_c \quad (4.2)$$

4.2 Обчислення витрати середовища

Масову витрату середовища визначають за формулою (4.1) після визначення параметрів, які або вимірюють безпосередньо, або обчислюють за результатами вимірювання інших параметрів.

Коефіцієнт витікання труби Вентурі залежить від числа Re, яке саме залежить від витрати середовища, тому рівняння для обчислення витрати є неявним. В цьому разі витрата середовища може бути отримано методом ітерацій. Порядок проведення ітерацій наведено в ГОСТ 8.586.1 (додаток В) і ГОСТ 8.586.5 (розділ 8).

Формули для визначення об'ємної витрати середовища за робочих умов вимірювань і об'ємної витрати середовища, приведеної до стандартних умов, наведено в ГОСТ 8.586.5.

5 ТРУБИ ВЕНТУРІ

5.1 Межі застосування

5.1.1 Загальні положення

Межі застосування труб Вентурі залежать від їх різновиду, зумовленого способом виготовлення їх вхідної конічної частини і профілю перетину вхідного конуса і горловини. Способи виготовлення труб Вентурі і межі їх застосування наведено в 5.1.2, 5.1.3 і 5.1.4.

5.1.2 Труби Вентурі з литою (без оброблення) вхідною конічною частиною

Трубу Вентурі виготовляють виливанням у пісочну форму або іншими способами, які не передбачають оброблення вхідної конічної частини труби Вентурі. Горловину труби Вентурі обробляють, а місця переходу між конічними і циліндричними елементами заокруглюють.

Цей різновид труби Вентурі застосовують за таких умов:

$$0,10 \text{ м} \leq D \leq 0,80 \text{ м};$$

$$0,30 \leq \beta \leq 0,75;$$

$$Re \geq 4 \cdot 10^4.$$

5.1.3 Труби Вентурі з обробленою вхідною кінцевою частиною

Трубу Вентурі виготовляють виливанням. Вхідну кінцеву частину, горловину і вхідну циліндричну частину обробляють. Переходи між кінчними і циліндричними елементами може бути виконано із заокругленнями або без них.

Цей різновид труби Вентурі застосовують за таких умов:

$$0,05 \text{ м} \leq D \leq 0,25 \text{ м};$$

$$0,40 \leq \beta \leq 0,75;$$

$$4 \cdot 10^4 \cdot \beta \leq Re \leq 10^6 \cdot \beta.$$

5.1.4 Труби Вентурі із зварною вхідною кінцевою частиною з листової сталі

Трубу Вентурі зазвичай виготовляють зварюванням. Для великих діаметрів ВТ труба Вентурі може не мати механічного оброблення, якщо виконують допуск, заданий в 5.2.4. У труб Вентурі, призначених для застосування у ВТ малого діаметра, обробляють горловину.

Цей різновид труби Вентурі застосовують за таких умов:

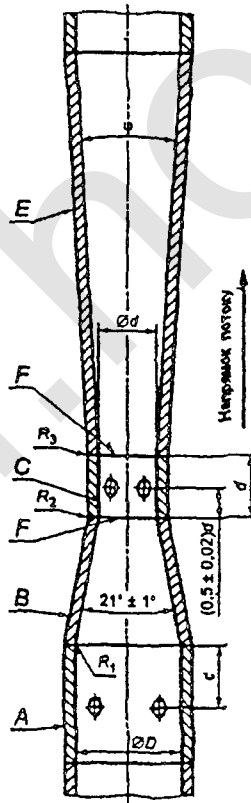
$$0,20 \text{ м} \leq D \leq 1,20 \text{ м};$$

$$0,40 \leq \beta \leq 0,70;$$

$$Re \geq 4 \cdot 10^4.$$

5.2 Профіль труби Вентурі

5.2.1 На рисунку 1 показано розріз труби Вентурі в площині, яка проходить через її вісь. Позначення елементів і геометричних параметрів труби Вентурі, наведені на рисунку 1, застосовують далі в цьому розділі.



А – вхідна циліндрична ділянка; В – збіжна кінцева частина; С – горловина;

Е – дифузор; F – площини з'єднання елементів труби Вентурі; с – див. 5.4.7

Рисунок 1 – Геометричний профіль труби Вентурі

Труба Вентурі складається з вхідної циліндричної ділянки А, збіжної кінцевої частини В, циліндричної горловини С і дифузора Е. Внутрішня поверхня труби Вентурі є циліндричною і концентричною до осі ВТ. Співвісність збіжної кінцевої частини В і циліндричної горловини С перевіряють візуально.

5.2.2 Мінімальна довжина вхідної циліндричної ділянки A , виміряна від місця її з'єднання з ВТ до площини перетину внутрішніх поверхонь A і B , повинна відповідати вимогам 5.2.8, 5.2.9 і 5.2.10.

Діаметр D визначають вимірюваннями внутрішніх діаметрів вхідної циліндричної ділянки A в площині отворів для відбирання тиску. Мінімальна кількість вимірювань повинна дорівнювати кількості отворів для відбирання тиску (але не менше чотирьох). Вимірювання проводять поблизу отворів для відбирання тиску, а також між ними в діаметральних площинах, розташованих приблизно під однаковими кутами одна до одної. Середнім значенням результатів вимірювання вважають значення D . При цьому відносна невизначеність результату вимірювання, яку вносить вимірювальний інструмент, не повинна перевищувати 0,1 %.

Діаметр вхідної циліндричної ділянки A треба також виміряти в площинах, розміщених на її початку і кінці. Жоден із діаметрів, виміряних по довжині вхідної циліндричної ділянки, не повинен відрізнятися більше ніж на 0,4 % від середнього значення.

5.2.3 Збіжна конічна частина B для всіх видів труб Вентурі повинна мати кут конуса $21^{\circ} \pm 1^{\circ}$ (див. рисунок 1). Цю частину обмежено на вході площиною, яка проходить через перетин поверхонь B і A (або їх продовженням), і на виході – площиною перетину поверхонь B і C (або їх продовженням).

Загальна довжина збіжної конічної частини B , виміряна паралельно до осі труби Вентурі, приблизно дорівнює $2,7(D - d)$.

Місце переходу збіжної конічної частини B у вхідну циліндричну ділянку A має радіус R_1 , значення якого залежить від виду труби Вентурі.

Профіль збіжної конічної частини B і місця його переходу у вхідну циліндричну ділянку і горловину перевіряють за допомогою шаблону. Відхил профілю збіжної конічної частини від профілю шаблону в будь-якому місці не повинно перевищувати 0,004 D .

Внутрішньою поверхнею збіжної конічної частини вважають поверхню обертання, для якої два діаметри, виміряні в одній площині, перпендикулярній до осі обертання, відрізняються від середнього значення діаметра не більше ніж на $\pm 0,4$ %.

5.2.4 Горловина C повинна бути циліндричною. На вході горловину обмежено площиною, яка проходить через перетин частини B з горловиною C (або їх продовженнями), на виході – площиною перетину горловини C з поверхнею дифузора E (або їх продовженнями). Довжина горловини C , тобто відстань між наведеними площинами, повинна дорівнювати $(1 \pm 0,03)d$ незалежно від виду труби Вентурі.

В місці з'єднання горловини C із збіжною конічною частиною B є заокруглення з радіусом R_2 , а в місці спряження горловини і дифузора – заокруглення з радіусом R_3 . Величини R_2 і R_3 залежать від виду труби Вентурі.

Діаметр горловини d обчислюють згідно з ГОСТ 8.586.1 (рівняння 5.4). За значення діаметра d_{20} вважають середнє значення результатів вимірювань внутрішніх діаметрів горловини в площині отворів для відбирання тиску. Мінімальна кількість вимірювань повинна дорівнювати кількості отворів для відбирання тиску (але не менше ніж чотирьом). Вимірювання проводять поблизу отворів для відбирання тиску, а також між ними в діаметральних площинах, розташованих під приблизно однаковими кутами одна до одної. При цьому відносна невизначеність результату вимірювання діаметра, яка вноситься вимірювальним інструментом, не повинна перевищувати 0,02 %.

Діаметри горловини повинні також бути виміряні в площинах, розміщених на її початку і кінці. Жоден із значень діаметрів, виміряних по довжині горловини, не повинен відрізнятися від середнього значення більше ніж на $\pm 0,1$ %.

Горловина труби Вентурі повинна бути оброблена на верстаті або мати по всій довжині гладку поверхню, чистота оброблення якої повинна відповідати вимогам 5.2.7.

Криві з радіусом R_2 і R_3 , які з'єднують горловину з дифузорею і вхідною циліндричною частиною, є твірними поверхні обертання, як наведено в 5.2.3. Ці вимоги вважають виконаними, якщо значення двох діаметрів, виміряні в одній площині, перпендикулярній до осі обертання, відрізняються від значення середнього діаметра не більше ніж на $\pm 0,1$ %.

Значення радіусів R_2 і R_3 повинні бути перевірені за допомогою шаблону.

Для кожного радіуса, приблизно в середній частині профілю шаблону, визначають його максимальний відхил від профілю труби Вентурі. Значення максимального відхилу не повинно перевищувати $0,02d$.

5.2.5 Дифузор *E* повинен мати кут φ (див. рисунок 1) в межах від 7° до 15° .

Рекомендовано вибирати кут, не більший, ніж 8° .

Найменший діаметр дифузора повинен бути не меншим, ніж діаметр горловини.

5.2.6 Труба Вентурі називається «вкороченою», якщо вихідний діаметр дифузора є меншим за діаметр D . Дифузор може бути вкорочено на 35 % його довжини.

5.2.7 Чистота оброблення горловини і поверхонь спряження повинна задовольняти умову: $R_a \leq 10^{-4}d$. Внутрішня поверхня дифузора не потребує механічного оброблення, але повинна бути чистою і гладкою. Чистота оброблення інших частин труби Вентурі залежить від її виду.

5.2.8 Профіль труби Вентурі з литою (без оброблення) вхідною конічною частиною повинен мати такі характеристики:

- внутрішня поверхня вхідної конічної частини повинна бути без раковин, тріщин, вибоїн, нерівностей і забруднень, $R_a \leq 10^{-4}D$;
- мінімальна довжина вхідної циліндричної ділянки *A* повинна дорівнювати меншому з двох значень – D або $0,25D+250$ мм (див. 5.2.2);
- внутрішня поверхня вхідного циліндра *A* може бути не оброблена, якщо її якість така сама, як якість поверхні вхідної конічної частини *B*;
- $R_1 = (1,375 \pm 0,275)D$;
- $R_2 = (3,625 \pm 0,125)d$;
- довжина циліндричної частини горловини повинна бути не меншою, ніж $d/3$;
- довжина циліндричної частини горловини між кінцем радіуса R_2 і площиною, яка проходить через осі отвору для відбирання тиску, так само, як і довжина циліндричної частини між площиною, яка проходить через осі отворів для відбирання тиску, і початком радіуса R_3 повинна бути не меншою, ніж $d/6$ (для довжини горловини див. також 5.2.4);
- радіус R_3 повинен бути від $5d$ і до $15d$, оптимальне значення становить $10d$ (якщо вибране не оптимальне значення, то рекомендовано за малих кутів φ встановлювати значення радіуса R_3 більше ніж $10d$).

5.2.9 Профіль труби Вентурі з обробленою вхідною конічною частиною повинен мати такі характеристики:

- мінімальна довжина вхідної циліндричної ділянки повинна дорівнювати D ;
- R_1 повинен бути меншим, ніж $0,25D$, і переважно дорівнювати нулю;
- R_2 повинен бути меншим, ніж $0,25d$, і переважно дорівнювати нулю;
- довжина циліндричної частини горловини між кінцем радіуса R_2 і площиною, яка проходить через осі отвору для відбирання тиску, повинна бути не меншою, ніж $0,25d$;
- радіус R_3 повинен бути меншим, ніж $0,25d$, і переважно дорівнювати нулю.

Поверхню вхідної циліндричної і збіжної конічної ділянок обробляють так само, як і поверхню горловини (див. 5.2.7).

5.2.10 Профіль труби Вентурі із зварною вхідною конічною частиною з листової сталі повинен мати такі характеристики:

- мінімальна довжина вхідної циліндричної ділянки *A* повинна дорівнювати D ;
- між циліндричною ділянкою *A* і вхідним конусом *B* не повинно бути перехідних кривих, крім утворених внаслідок зварювання;
- між вхідним конусом *B* і горловиною *C* не повинно бути перехідних кривих, крім утворених за рахунок зварювання;
- між горловиною *C* і дифузorzом *E* не повинно бути перехідних кривих;
- внутрішня поверхня ділянок *A* і *B* повинна бути чистою, без відкладень і напливів зварювання, допускається цинкування цієї поверхні, $R_a \leq 5 \cdot 10^{-4}D$;
- внутрішні зварні шви повинні бути на одному рівні з прилеглими поверхнями і не знаходитися поблизу отворів для відбирання тиску.

5.3 Матеріал та виготовлення

5.3.1 Трубу Вентурі може бути виготовлено з будь-якого матеріалу, відповідно до ГОСТ 8.586.1 (6.1.2), і будь-яким способом, за умови, що вона буде відповідати технічним вимогам 5.2.

5.3.2 Рекомендовано вхідну конічну частину В і горловину С виготовляти як одне ціле. Горловину С і частину В труби Вентурі з обробленою вхідною конічною частиною рекомендовано виготовляти з однієї заготовки. У разі виготовлення цих деталей з двох окремих частин, їх збирають до остаточного оброблення внутрішньої поверхні.

5.3.3 Слід звернути особливу увагу на центрування дифузора Е відносно горловини. Уступ в місці з'єднання дифузора і горловини не допускається. Відсутність уступу встановлюють доторканням до поверхонь після збирання горловини і дифузора до встановлення труби Вентурі.

5.4 Відбирання тиску

5.4.1 Відбирання тиску до труби Вентурі і в горловині виконують через окремі отвори, з'єднані за схемою, наведеною в ГОСТ 8.586.1 (рисунок 1), або за допомогою кільцевої камери усереднення, або п'єзOMETричного кільця. Використання для відбору тиску суцільних кільцевих щілин або рівномірно розподілених по горловині пазів не допускається.

5.4.2 Якщо d є не меншим, ніж 33,3 мм, то діаметр отворів для відбирання тиску повинен бути від 4 до 10 мм. При цьому діаметр отворів для відбирання тиску до труби Вентурі повинен бути не більшим, ніж $0,1D$, а в горловині труби Вентурі – не більшим, ніж $0,13d$. Якщо d є меншим, ніж 33,3 мм, діаметр отворів для відбирання тиску в горловині повинен бути в межах від $0,1d$ до $0,13d$, а діаметр отворів до труби Вентурі – від $0,1d$ до $0,1D$.

У разі вибору діаметра отворів додатково враховують необхідність виключення їх випадкового засмічення.

5.4.3 До труби Вентурі і в її горловині повинно бути не менше ніж по чотири отвори для відбирання тиску. Осі отворів повинні утворювати між собою однакові кути і повинні бути розташовані в площині, перпендикулярній до осі труби Вентурі.

5.4.4 В місці виходу у внутрішню порожнину труби Вентурі отвір повинен бути круглим. Канти отвору повинні бути на одному рівні з внутрішньою поверхнею труби Вентурі. Для ліквідації задирок на канті отвору допускають його притуплення радіусом, не більшим, ніж одна десята діаметра отвору.

Не допускають ніякі нерівності на поверхні отвору і внутрішній поверхні труби Вентурі поблизу отворів.

5.4.5 Отвір для відбирання тиску повинен бути циліндричним на глибині не менше ніж 2,5 внутрішнього діаметра цього отвору.

5.4.6 Відповідність отворів до вимог, наведених в 5.4.4, можна встановити зовнішнім оглядом.

5.4.7 Відстані, показані на рисунку 1, до місця розміщення отворів для відбирання тиску вимірюють по прямій лінії, паралельній до осі труби Вентурі, між віссю отвору для відбирання тиску і площиною, визначеною нижче.

Для труби Вентурі з литою (без оброблення) вхідною конічною частиною відстань між віссю отвору для відбирання тиску, розташованого до труби Вентурі, і площиною перетину поверхонь А і В (або їх продовженнями) повинна дорівнювати:

$$(0,5 \pm 0,25)D \text{ для } 0,1 \text{ м} \leq D \leq 0,15 \text{ м},$$

$$0,5D_{-0,25D}^0 \text{ для } 0,15 \text{ м} < D \leq 0,8 \text{ м}.$$

Для труб Вентурі з обробленою вхідною конічною частиною або із зварною вхідною конічною частиною з листової сталі відстань між віссю отвору для відбирання тиску, розташованого до труби Вентурі, і площиною перетину поверхонь А і В (або їх продовженнями) повинна дорівнювати $(0,5 \pm 0,05)D$.

Для всіх видів труб Вентурі відстань між площиною перетину поверхонь В і горловини Е (або їх продовженнями) і віссю отворів для відбору тиску, розташованих в горловині, повинна дорівнювати $(0,5 \pm 0,02)d$.

5.4.8 Площа вільного перерізу кільцевої камери усереднення або п'єзометричного кільця повинна бути не менше, ніж половина загальної площі отворів відбирання.

Рекомендовано застосовувати кільцеві камери або п'єзометричні кільця, площа яких є удвічі більшою за наведену, якщо труба Вентурі встановлена після МО, які створюють асиметричну деформацію епюри швидкості потоку.

5.5 Коефіцієнт витікання

5.5.1 Обмеження щодо застосування

Незалежно від виду труби Вентурі необхідно уникати одночасного поєднання крайніх допустимих значень D , β і Re .

За межами, визначеними в 5.1.2, 5.1.3 і 5.1.4 для D , β і Re , труба Вентурі може застосовуватися тільки після визначення її коефіцієнта витікання в умовах, які відповідають умовам її експлуатації.

У разі застосування труб Вентурі для вимірювання витрати газу високого тиску ($p \geq 1 \text{ МПа}$) рекомендовано її градування за робочого тиску і числах Re , які відповідають умовам експлуатації.

Труби Вентурі можна застосовувати на ВТ, для яких допускають широкий діапазон значень Re/D , без введення поправкового коефіцієнта, який враховує шорсткість внутрішньої поверхні ВТ (див. 6.4.2).

5.5.2 Коефіцієнт витікання труби Вентурі з литою (без оброблення) вхідною конічною частиною

Коефіцієнт витікання труби Вентурі з литою (без оброблення) вхідною конічною частиною обчислюють за формулами:

$$C = 0,991 - 0,0014 \cdot 10^6 / Re \text{ за } 4 \cdot 10^4 \leq Re < 2 \cdot 10^5; \quad (5.1)$$

$$C = 0,984 \text{ за } Re \geq 2 \cdot 10^5. \quad (5.2)$$

5.5.3 Коефіцієнт витікання труби Вентурі з обробленою вхідною конічною частиною

Коефіцієнт витікання труб Вентурі з обробленою вхідною конічною частиною обчислюють за формулами:

$$C = 1,009 \left(\beta \frac{10^6}{Re} \right)^{-0,013} \text{ за } 4 \cdot 10^4 \cdot \beta \leq Re < 5 \cdot 10^5 \cdot \beta; \quad (5.3)$$

$$C = 0,9950 \text{ за } 5 \cdot 10^5 \cdot \beta \leq Re \leq 10^6 \cdot \beta; \quad (5.4)$$

$$C = 1,000 \text{ за } 10^6 \cdot \beta < Re \leq 2 \cdot 10^6 \cdot \beta; \quad (5.5)$$

$$C = 1,010 \text{ за } 2 \cdot 10^6 \cdot \beta < Re \leq 10^8 \cdot \beta. \quad (5.6)$$

5.5.4 Коефіцієнт витікання труб Вентурі із зварною вхідною конічною частиною з листової сталі

Коефіцієнт витікання труб Вентурі із зварною вхідною конічною частиною з листової сталі обчислюють за формулами:

$$C = 0,992 - 0,0013 \cdot 10^6 / Re \text{ за } 4 \cdot 10^4 \leq Re < 2 \cdot 10^5; \quad (5.7)$$

$$C = 0,9 \text{ за } Re \geq 2 \cdot 10^5. \quad (5.8)$$

5.6 Коефіцієнт розширення

Коефіцієнт розширення для всіх видів труб Вентурі обчислюють за формулою:

$$\varepsilon = \sqrt{\left(\frac{\kappa \tau^{2/\kappa}}{\kappa - 1} \right) \left(\frac{1 - \beta^4}{1 - \beta^4 \tau^{2/\kappa}} \right) \left(\frac{1 - \tau^{(\kappa-1)/\kappa}}{1 - \tau} \right)}, \quad (5.9)$$

де $\tau = 1 - \Delta p / p$.

Рівняння можна застосовувати лише у разі дотримання умови: $\Delta p / p \leq 0,25$.

5.7 Невизначеність коефіцієнта витікання

5.7.1 Невизначеність коефіцієнта витікання труби Вентурі з литою (без оброблення) вхідною конічною частиною обчислюють за формулами:

$$U'_{\infty} = (2,7 - Re/10^5) \text{ за } 4 \cdot 10^4 \leq Re < 2 \cdot 10^5;$$

$$U'_{\infty} = 0,7 \text{ за } Re \geq 2 \cdot 10^5.$$

5.7.2 Невизначеність коефіцієнта витікання труби Вентурі з обробленою вхідною конічною частиною обчислюють за формулами:

$$U'_{\infty} = 3,2 - Re/(10^6 \beta) \text{ за } 4 \cdot 10^4 \cdot \beta \leq Re < 5 \cdot 10^5 \cdot \beta;$$

$$U'_{\infty} = 1 \text{ за } 5 \cdot 10^5 \cdot \beta \leq Re \leq 10^6 \cdot \beta;$$

$$U'_{\infty} = 2 \text{ за } 10^6 \cdot \beta < Re \leq 2 \cdot 10^6 \cdot \beta;$$

$$U'_{\infty} = 3 \text{ за } 2 \cdot 10^6 \cdot \beta < Re \leq 10^8 \cdot \beta.$$

5.7.3 Невизначеність коефіцієнта витікання труб Вентурі із зварною вхідною конічною частиною з листової сталі обчислюють за формулами:

$$U'_{\infty} = (3,2 - Re/10^6) \text{ за } 4 \cdot 10^4 \leq Re < 2 \cdot 10^5;$$

$$U'_{\infty} = 1,5 \text{ за } 2 \cdot 10^5 \leq Re \leq 2 \cdot 10^6;$$

$$U'_{\infty} = 2 \text{ за } Re > 2 \cdot 10^6.$$

5.8 Невизначеність коефіцієнта розширення

Невизначеність коефіцієнта розширення для всіх видів труб Вентурі за умови, що невизначеності β , $\Delta p/p$ і k дорівнюють нулю, має значення

$$U'_{\epsilon_0} = (4 + 100\beta^8) \frac{\Delta p}{p}.$$

5.9 Втрати тиску

Втрати тиску на трубі Вентурі можуть бути обчислені за формулою:

$$\Delta \omega = \xi C^2 E^2 \Delta p, \quad (5.10)$$

де коефіцієнт гідравлічного опору обчислюють за формулою:

$$\xi = 1,01 A K_1 \xi_1.$$

Значення коефіцієнтів A , K_1 і ξ_1 наведено в таблицях 1 і 2.

Таблиця 1 – Значення коефіцієнта A і коефіцієнта ξ_1 за $Re/\beta \geq 2 \cdot 10^5$

ϕ	5°	7°	10°	12,5°	15°
A	1,080	1,095	1,1320	1,165	1,145
ξ_1	0,10	0,10	0,11	0,13	0,16

Таблиця 2 – Значення коефіцієнта K_1

β	Значення K_1 за ϕ				
	5°	7°	10°	12,5°	15°
0,80	0,59	0,55	0,48	0,40	0,33
0,67	0,81	0,81	0,78	0,77	0,66
0,57	0,90	0,89	0,85	0,81	0,77
$\leq 0,50$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Під час проведення розрахунків для $Re/\beta < 2 \cdot 10^5$ коефіцієнт ξ_1 може бути обчислений відповідно до [5].

Можна вважати, що відносна втрата тиску загалом становить від 5 % до 20 %.

6 ВИМОГИ ЩОДО ВСТАНОВЛЕННЯ

6.1 Загальні положення

Загальні вимоги щодо встановлення ЗП, наведені в ГОСТ 8.586.1 (розділ 7), повинні виконуватися спільно з додатковими спеціальними вимогами цього розділу щодо встановлення труб Вентурі.

Необхідну мінімальну довжину прямолінійних ділянок ВТ визначають залежно від виду МО, їх розміщення на ВТ і відносного діаметра отвору труби Вентурі. Класифікацію видів МО наведено в додатку А.

Примітка. Встановлення термометра відповідно до ГОСТ 8.586.5 (підрозділ 6.3) не змінює необхідних прямолінійних ділянок ВТ для інших МО, тобто первинний перетворювач температури, термометр або їх гільза (за її наявності) не розглядаються як МО.

Якщо не використовується струминовипрямляч або ППП, то мінімальну довжину прямолінійних ділянок ВТ встановлюють на основі вимог, наведених в 6.2.

У разі застосування струминовипрямляча або ППП, мінімальну допустиму довжину прямолінійних ділянок ВТ встановлюють на основі результатів їх випробувань на відповідність вимогам, наведених в ГОСТ 8.586.1 (додаток Ж).

Застосовувати струминовипрямляч або ППП не рекомендовано, коли необхідна довжина прямолінійних ділянок ВТ може бути забезпечена без їх встановлення.

6.2 Мінімальна довжина прямолінійних ділянок вимірювальних трубопроводів

6.2.1 Необхідну мінімальну довжину прямолінійних ділянок ВТ до і після труби Вентурі, залежно від значення відносного діаметра її горловини і виду МО, наведено в таблиці 3.

Для проміжних значень β , що не наведені в таблиці 3, найменшу довжину прямолінійних ділянок ВТ обчислюють лінійною інтерполяцією табличних даних за формулою:

$$l/D = L_2 + (L_1 - L_2) (\beta - \beta_2) / (\beta_1 - \beta_2), \quad (6.1)$$

де β_1 , L_1 – найближче більше до β значення відносного діаметра ЗП і відповідне йому значення відносної довжини прямолінійної ділянки ВТ, наведене в таблиці 3;

β_2 , L_2 – найближче менше до β значення відносного діаметра ЗП і відповідне йому значення відносної довжини прямолінійної ділянки ВТ, наведене в таблиці 3.

Примітка. Якщо розрахунок виконують за даними колонок Б, то за відсутності для β_2 значення L_2 його вважають таким, що дорівнює значенню, наведеному в колонці А.

Результат обчислення за формулою (6.1) округлюють до значення, яке становить половину одиниці останнього розряду цілої частини числа.

Для МО, не наведених в таблиці 3, необхідна мінімальна довжина прямолінійних ділянок ВТ до труби Вентурі повинна бути не меншою, ніж $40D$. Скорочення довжин для цього МО не допускається.

Примітка. Встановлена цим стандартом необхідна мінімальна довжина прямолінійних ділянок ВТ для МО, не наведених в таблиці 3, є максимальною довжиною з допустимих мінімальних довжин прямолінійних ділянок ВТ перед трубою Вентурі, тому для ряду МО, не включених в таблицю 3, надана довжина є встановлена із запасом.

Таблиця 3 – Необхідна найменша довжина прямолінійних ділянок ВТ між трубою Вентурі і МО без застосування струминовипрямляча або ППП

Вид МО	Найменша відносна довжина прямолінійної ділянки ВТ за β , яке дорівнює											
	0,30		0,40		0,50		0,60		0,70		0,75	
	A ¹⁾	Б ²⁾	A ¹⁾	Б ²⁾	A ¹⁾	Б ²⁾	A ¹⁾	Б ²⁾	A ¹⁾	Б ²⁾	A ¹⁾	Б ²⁾
Для МО, розташованих до ЗП												
Коліно ³⁾	8	3	8	3	9	3	10	3	14	3	16	8
Трійник із заглушкою ⁴⁾	8	–	8	–	9	–	10	–	14	–	16	–
Два або більше колін в одній або різних площинах	8	3	8	3	10	3	10	3	18	3	22	8

Кінець таблиці 3

Вид МО	Найменша відносна довжина прямолінійної ділянки ВТ за β , яке дорівнює											
	0,30		0,40		0,50		0,60		0,70		0,75	
	A ¹⁾	B ²⁾	A ¹⁾	B ²⁾	A ¹⁾	B ²⁾	A ¹⁾	B ²⁾	A ¹⁾	B ²⁾	A ¹⁾	B ²⁾
Перехід від 1,33D до D на довжині 2,3D	4	—	4	—	4	—	4	—	4	—	4	—
Перехід від 3D до D на довжині 3,5D	2,5	—	2,5	—	5,5	2,5	8,5	2,5	10,5	2,5	11,5	3,5
Перехід від 2D до D на довжині від 1,5D до 3D ⁴⁾	4	—	4	—	6	—	6	—	7	—	7	—
Перехід від 0,67D до D на довжині 2,5D	4	—	4	—	5	4	6	4	7	5	7	6
Перехід від 0,75D до D на довжині D	2,5	—	2,5	—	2,5	—	3,5	2,5	5,5	3,5	6,5	4,5
Перехід від 0,5D до D на довжині від D до 2D ⁴⁾	5	—	10	—	14	—	16	—	17	—	18	—
Запірний клапан або вентиль ⁴⁾	15	—	16	—	16	—	16	—	18	—	19	—
Кульовий кран або засувка	2,5	—	2,5	—	3,5	2,5	4,5	2,5	5,5	3,5	5,5	3,5
Конусний кран ⁴⁾	14	—	16	—	16	—	16	—	16	—	16	—
Симетричне різке звуження або велика ємність ⁴⁾	25	—	25	—	25	—	25	—	25	—	25	—
Симетричне різке розширення ⁴⁾	40	—	40	—	40	—	40	—	40	—	40	—
Трійник, який змішує потоки ⁴⁾	30	—	30	—	30	—	31	—	34	—	35	—
Трійник, який розгалужує потік ⁴⁾	13	—	13	—	14	—	16	—	20	—	21	—
Затвор (заслінка) ⁴⁾	23	—	23	—	23	—	23	—	23	—	23	—
Для МО, розташованих після ЗП												
Будь-який вид МО	$l/d \geq 4$											
¹⁾ В колонках А наведено значення довжини, що відповідають нульовій додатковій невизначеності коефіцієнта витікання (див. 6.2.3).												
²⁾ В колонках Б наведено значення довжини, що відповідають додатковій невизначеності коефіцієнта витікання, яка дорівнює 0,5 % (див. 6.2.4).												
³⁾ Радіус згину коліна повинен бути більшим або дорівнювати діаметру ВТ.												
⁴⁾ Дані наведено на основі результатів експериментальних досліджень інших видів ЗП з врахуванням меншої чутливості труб Вентурі до спотворення профілю швидкостей потоку.												
Примітка												
1 Прямолінійні ділянки до труби Вентурі треба виміряти від осі отворів для відбирання тиску, розташованих на вхідній циліндричній ділянці А (див. рисунок 1), після труби Вентурі від осі отворів відбирання тиску в горловині Е (див. рисунок 1).												
2 Прочерк «—» в графі означає, що даних щодо скорочення довжини ВТ немає.												

6.2.2 Якщо трубу Вентурі застосовують для виконання дослідних робіт або використовують як еталонний ЗВ під час калібрувальних або перевірних робіт, то рекомендовано збільшити не менше ніж вдвічі значення довжини прямолінійних ділянок ВТ до ЗП, наведені в таблиці 3.

6.2.3 Якщо довжина прямолінійних ділянок ВТ не є меншою за значення, наведене в колонці А таблиці 3, то невизначеність коефіцієнта витікання труби Вентурі відповідає наведеної в 5.7.1, 5.7.2 і 5.7.3.

6.2.4 Якщо довжина прямолінійної ділянки ВТ до труби Вентурі або після неї є меншою за значення, наведене в колонці А, але не менше від значення, наведе в колонці Б таблиці 3, то необхідно арифметично додати додаткову невизначеність 0,5 % до невизначеності коефіцієнта витікання труби Вентурі, наведеної в 5.7.1, 5.7.2 і 5.7.3.

6.2.5 Не допускається:

- встановлювати прямолінійні ділянки ВТ, довжина яких є меншою за наведену в колонці Б таблиці 3;

- одночасно встановлювати до труби Вентурі і після неї прямолінійні ділянки ВТ, довжина яких є меншою за наведену в колонці А таблиці 3.

6.2.6 Рекомендовано регулювання витрати потоку здійснювати арматурою, розташованою після труби Вентурі. Запірна арматура, яка знаходиться на ВТ до труби Вентурі, повинна бути повністю відкритою.

6.2.7 Якщо діаметр прохідного отвору запірної арматури відрізняється від діаметра ВТ не більше ніж на 1 %, то таку запірну арматура можна вважати частиною прямолінійної ділянки ВТ.

Запірна арматура, наведена в таблиці 3, має такий самий номінальний діаметр, як і ВТ, а діаметр її прохідного отвору відрізняється від діаметра ВТ на значення, більше ніж 1 %.

6.2.8 Довжину прямолінійних ділянок ВТ, яку наведено в таблиці 3, визначено експериментально в умовах стабілізованого потоку безпосередньо перед досліджуванним МО. На практиці цю умову може бути враховано виконанням таких вимог:

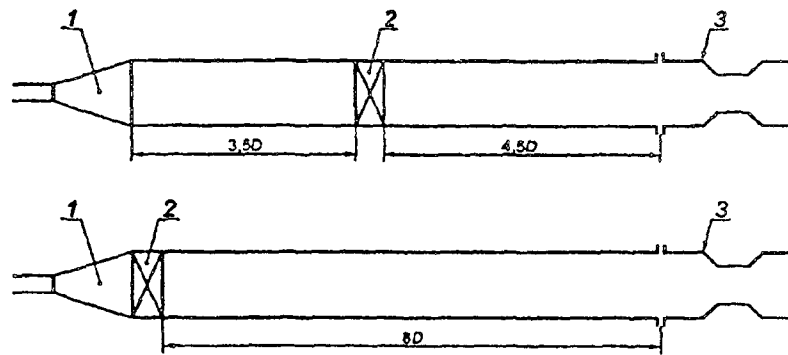
а) якщо до труби Вентурі встановлено послідовно декілька МО, треба застосовувати таке:

1) довжину прямолінійної ділянки ВТ між трубою Вентурі і найближчим до неї МО визначають за 6.2.1–6.2.7;

2) прямолінійна ділянка ВТ між двома найближчими до труби Вентурі МО повинна мати довжину, яка дорівнює половині або більше ніж половині значення, визначеного за даними таблиці 3 для β , яке дорівнює 0,70 (незалежно від фактичного значення β) і типу іншого МО, найвіддаленішого від труби Вентурі. При цьому відстань між МО є кратною внутрішньому діаметру ділянки ВТ між цими МО. Якщо довжину прямолінійної ділянки ВТ для $\beta=0,70$ вибрано з колонки А таблиці 3, то невизначеність коефіцієнта витікання відповідає наведеної в 5.7.1, 5.7.2 і 5.7.3. Якщо довжину прямолінійної ділянки ВТ для $\beta=0,70$ вибрано з колонки Б таблиці 3, то до невизначеності коефіцієнта витікання слід арифметично додати додаткову невизначеність 0,5 %.

Якщо відстань між другим і третім МО є меншою, ніж 5D, і третій МО потребує більшої прямолінійної ділянки, то прямолінійну ділянку між двома найближчими до ЗП МО визначають як половину або більше ніж половину значення, яке визначається за даними таблиці 3 для β , яке дорівнює 0,70 (незалежно від фактичного значення β) і типу третього МО;

3) допускається часткове або повне скорочення відстані між двома МО, найближчими до труби Вентурі відповідним збільшенням довжини ВТ між трубою Вентурі і найближчим перед нею МО (наприклад, див. рисунок 2). При цьому повинна виконуватися умова б).



1 – дифузorz; 2 – кульовий кран або засувка; 3 – труба Вентурі

Рисунок 2 – Схема розташування кульового крана або засувки при $\beta = 0,6$

б) МО виду «Два або більше колін в одній або різних площинах» (див. таблицю 3) має бути поміщено на відстані від труби Вентурі, яка є не меншою, ніж потрібно між цим МО і трубою Вентурі, відповідно до даних таблиці 3, незалежно від кількості МО між цим МО і трубою Вентурі. При цьому відстань є кратною внутрішньому діаметру ділянки ВТ, розташованого безпосередньо перед трубою Вентурі, і її вимірюють від труби Вентурі до межі МО (включаючи довжини МО між ними). Якщо відстань визначено за даними, наведеними в колонці Б, тоді до невизначеності коефіцієнта витікання має бути арифметично додано додаткову невизначеність 0,5 %. При цьому не допускається скорочувати довжину інших прямолінійних ділянок ВТ, тобто додаткова невизначеність не повинна додаватися більше ніж один раз, враховуючи вимоги 6.2.8, а) і б);

в) за наявності двох або більше колін, їх повинні розглядати як один МО (див. таблицю 3), якщо довжина між послідовними колінами є меншою, ніж $15D$.

6.2.9 На рисунку 3 зображено два приклади застосування вимог, наведених в 6.2.8, а) і б).

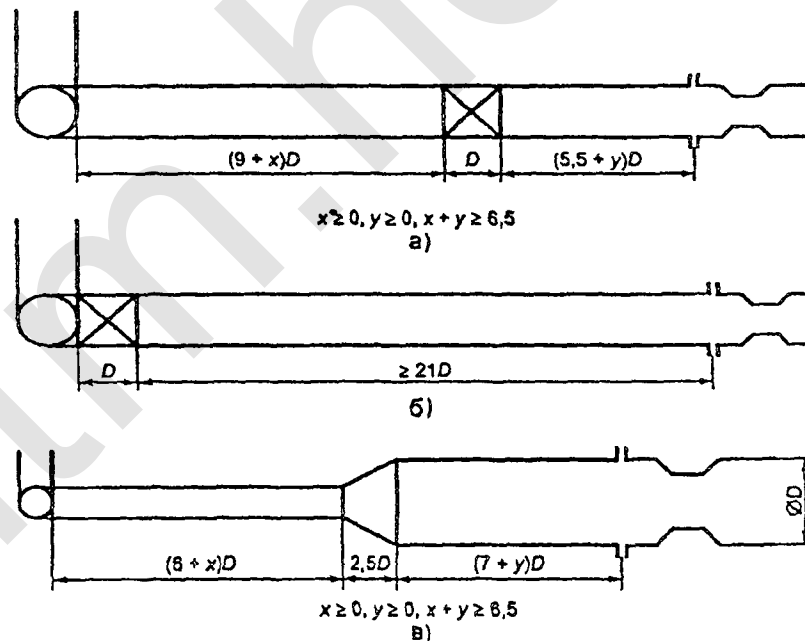


Рисунок 3 – Приклади визначення необхідних довжин прямолінійних ділянок ВТ (див. 6.2.9)

В кожному прикладі друге МО (див. рисунок 3) відносно труби Вентурі є МО виду «Два або більше колін в одній або різних площинах», а відносний діаметр труби Вентурі дорівнює 0,75. Довжину прямолінійних ділянок ВТ будемо визначати з умови недопустимості додаткової невизначеності коефіцієнта витікання.

Якщо перший МО – кульовий кран (див. рисунок 3, а), то:

- довжина прямолінійної ділянки ВТ між трубою Вентурі і краном повинна бути не меншою, ніж $5,5D$ (див. таблицю 3);
- довжина прямолінійної ділянки ВТ між МО виду «Два або більше колін в одній або різних площинах» і краном повинна бути не меншою, ніж $9D$ (див. пункт 2 переліку а) 6.2.8);
- відстань між МО виду «Два або більше колін в одній або різних площинах» і трубою Вентурі повинна бути не меншою, ніж $22D$ (див. перелік б) 6.2.8).

Отже, якщо кульовий кран має довжину $1D$, то потрібна додаткова ділянка завдовжки $6,5D = 22D - 1D - 9D - 5,5D$. Цю ділянку ВТ може бути розташовано або повністю до кульового крана або після нього, або частково до кульового крана і частково після нього.

Рекомендації переліку а) 6.2.8 дають змогу перемістити кульовий кран до МО за умови, що відстань між МО і трубою Вентурі буде не меншою, ніж $22D$ (див. рисунок 3, б)).

Якщо перший МО – перехідник (дифузор) від $0,67D$ до D на довжині $2,5D$ (див. рисунок 3, в), то:

- довжина прямолінійної ділянки ВТ між дифузором і трубою Вентурі повинна бути не меншою, ніж $7D$ (див. таблицю 3);
- довжина прямолінійної ділянки ВТ між МО виду «Два або більше колін в одній або різних площинах» і дифузором повинна бути щонайменше $9 \cdot 0,67D = 6D$ (див. пункт 2 переліку а) 6.2.8);
- відстань між МО виду «Два або більше колін в одній або різних площинах» і трубою Вентурі повинна бути щонайменше $22D$ (див. перелік б) 6.2.8).

Отже, з врахуванням довжини дифузора $2,5D$, потрібна додаткова ділянка ВТ завдовжки $6,5D = 22D - 7D - 6D - 2,5D$, яку може бути розташовано або повністю до крана або після нього, або частково до або частково після нього.

6.3 Струминовипрямлячі та пристрої підготовки потоку

Для зменшення довжини прямолінійних ділянок ВТ до труби Вентурі можна застосовувати струминовипрямлячі або ППП. Допускається використовувати тільки ті види струминовипрямлячів або ППП, які пройшли випробування на відповідність вимог, наведених в ГОСТ 8.586.1 (додаток Ж). У будь-якому разі випробування повинні проводитися із застосуванням труби Вентурі.

6.4 Додаткові вимоги щодо встановлення труб Вентурі

6.4.1 Округлість і циліндричність труби

6.4.1.1 На ділянці ВТ завдовжки не менше $2D$, розташованою безпосередньо перед вхідною торцевою циліндричною частиною труби Вентурі, жодне значення діаметра в будь-якій площині на цьому відрізку не повинно відрізнятися від середнього значення внутрішнього діаметра ВТ більше ніж на 2 %.

6.4.1.2 Середнє значення внутрішнього діаметра ВТ, який прилягає до труби Вентурі, не повинне відрізнятися більше ніж на 1 % від значення середнього діаметра вхідної циліндричної ділянки труби Вентурі (див. 5.2.2).

6.4.1.3 Внутрішній діаметр ВТ безпосередньо за трубою Вентурі повинен бути не менше 90 % діаметра на зрізі його дифузора. Це означає, що може бути застосовано трубопроводи з таким самим діаметром отвору, як і у вихідного перерізу дифузора труби Вентурі.

6.4.2 Шорсткість

Відносна шорсткість ВТ на довжині не менше $2D$ до труби Вентурі повинна задовольняти умову $Ra/D \leq 3,2 \cdot 10^{-4}$.

6.4.3 Кріплення труби Вентурі

Зміщення осі ВТ перед трубою Вентурі відносно осі труби Вентурі, виміряне в площині стику трубопроводу з циліндричною ділянкою А труби Вентурі, повинне бути не більшим, ніж $0,005D$. Взаємний перекис осей труби Вентурі і ВТ повинен бути не більшим, ніж 1 %. Сума наведеного осьового зміщення і половини відхилення діаметра (див. 6.4.1.2) ВТ від середнього значення діаметра циліндричної ділянки А повинна бути не більшою, ніж $0,0075 D$.

ДОДАТОК А
(обов'язковий)

КЛАСИФІКАЦІЯ ВИДІВ МІСЦЕВИХ ОПОРІВ

А.1 Коліно і група колін

А.1.1 «Коліно» – згин трубопроводу рівного перерізу в одній площині під кутом ψ , який дорівнює від 5° до 95° (рисунки А.1, а)).

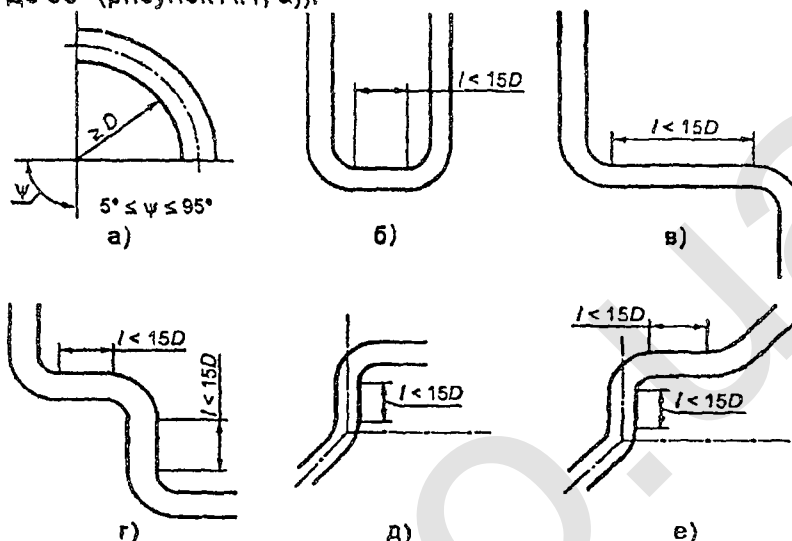


Рисунок А.1 – Коліно і групи колін

А.1.2 «Два або більше колін в одній або різних площинах» – два або більше колін, осі яких розташовані в одній площині або різних площинах (рисунки А.1, б), в), г), д), е)), які йдуть одне за одним на відстані $l < 15D$.

А.1.3 Межею між коліном (групою колін) і прямолінійною ділянкою ВТ вважають переріз, в якому згин трубопроводу переходить в пряму ділянку.

А.1.4 Внутрішній радіус згину колін повинен бути не меншим, ніж радіус трубопроводу.

А.2 Трійники

А.2.1 Трійник – фітинг, що складається з трьох з'єднаних ланок трубопроводу, осі яких лежать в одній площині.

«Трійник із заглушкою» – трійник, який складається з однієї заглушеної ланки і двох відкритих ланок (рисунки А.2, а), б)).

Якщо діаметр заглушеної труби трійника, який не змінює напрямку потоку (рисунки А.2, б)), є меншим, ніж $0,13D$, то цей трійник не є МО.

«Трійник, який розгалужує потік» – трійник, в який потік входить через одну ланку (рисунки А.2, в), г)), а виходить через дві ланки.

«Трійник, який змішує потоки» – трійник, з якого потік виходить з однієї ланки (рисунки А.2, д), е)), а входить в дві ланки.

А.2.2 При визначенні довжини прямолінійної ділянки перед трійником або за ним відстань вимірюють від точки перетину осей ланок.

А.2.3 Якщо відстань між трійниками, які розгалужують потік, не перевищує $5D$, то всі трійники об'єднують в один МО – «трійник, який розгалужує потік» (рисунки А.2, ж)).

А.2.4 Якщо відстань між трійниками, які змішують потоки, не перевищує $5D$, то всі трійники об'єднують в один МО – «трійник, який змішує потоки» (рисунки А.2, и)).

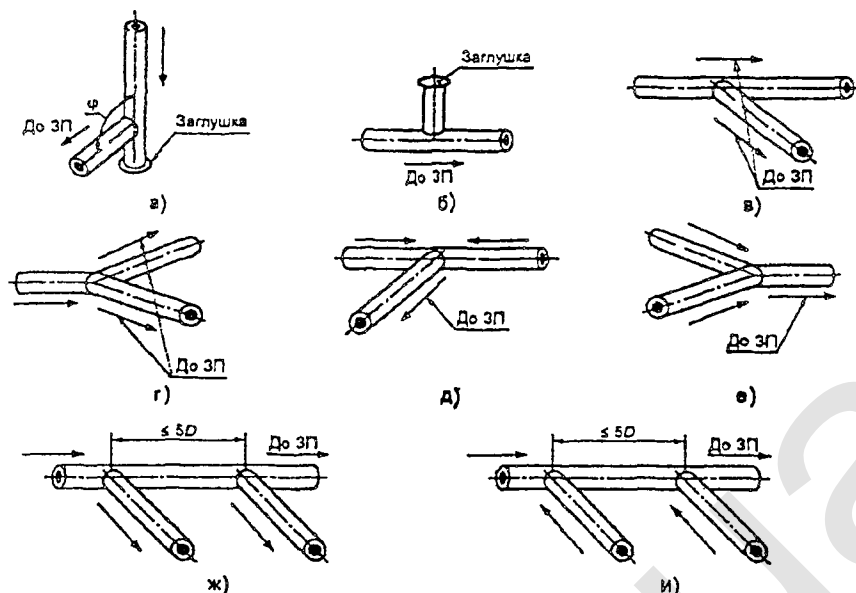


Рисунок А.2 – Трійники

А.3 Перехідні ділянки труб

А.3.1 Дифузор – конусне розширення трубопроводу з прямолінійною або криволінійною твірною (рисунок А.3, а).

Дифузор характеризують конусністю K_r і відношенням діаметра ВТ після дифузора до діаметра ВТ до дифузора. Конусність дифузора визначають як відношення різниці діаметрів двох прямолінійних ділянок трубопроводів, з'єднаних конусом, до довжини l цього конуса за формулою:

$$K_r = D_1 (D_2 / D_1 - 1) / l, \quad (\text{А.1})$$

де D_1 і D_2 – діаметри двох прямолінійних ділянок трубопроводу, причому $D_2 > D_1$.

Дифузор, який має конусність $(0,13 \pm 0,01)$ і відношення діаметрів $(1,49 \pm 0,03)$, належить до МО виду «Перехід від $0,67D$ до D на довжині $2,5D$ ».

Дифузор, який має конусність $(0,25 \pm 0,03)$ і відношення діаметрів $(1,33 \pm 0,03)$, належить до МО виду «Перехід від $0,75D$ до D на довжині D ».

Дифузор, який має конусність в межах від $0,25$ до $0,5$ і відношення діаметрів $(2 \pm 0,04)$, належить до МО виду «Перехід від $0,5D$ до D на довжині від D до $2D$ ».

Дифузор вважають прямолінійною ділянкою у разі виконання таких умов:

$$0 \leq K_r \leq 0,2; \quad (\text{А.2})$$

$$1 \leq D_2 / D_1 \leq 1,1. \quad (\text{А.3})$$

В цьому разі довжину прямолінійної ділянки ВТ обчислюють без врахування дифузора як МО.

А.3.2 Симетричне різке розширення (рисунок А.3, б) – уступ або дифузор, який задовольняє такі умови:

$$K_r > 0,5; \quad (\text{А.4})$$

$$D_2 / D_1 > 1,1. \quad (\text{А.5})$$

А.3.3 Конфузор – конусне звуження трубопроводу з прямолінійною або криволінійною твірною (рисунок А.3, в)).

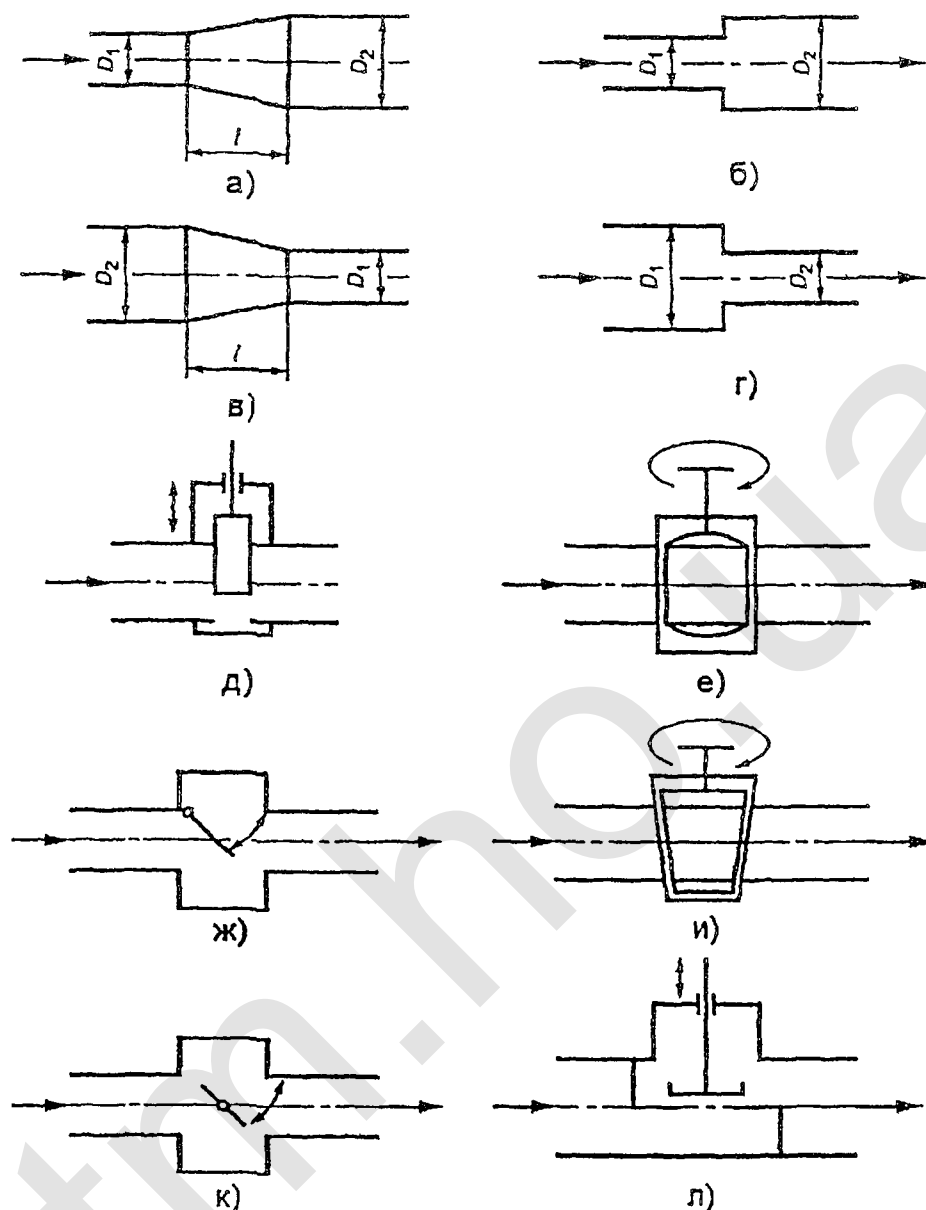


Рисунок А.3 – Перехідні ділянки і запірна арматура

Конфузор характеризують конусністю K_r , яку обчислюють за формулою (А.1), і відношенням діаметра ВТ до конфузора до діаметра ВТ після конфузора.

Конфузор, який має конусність $(0,14 \pm 0,015)$ і відношення діаметрів $(1,33 \pm 0,03)$, належить до МО виду «Перехід від $1,33D$ до D на довжині $2,3D$ ».

Конфузор, який має конусність $(0,8 \pm 0,03)$ і відношення діаметрів $(3 \pm 0,06)$, належить до МО виду «Перехід від $3D$ до D на довжині $3,5D$ ».

Конфузор, який має конусність в межах від 0,33 до 0,67 і відношення діаметрів $(2 \pm 0,04)$, належить до МО виду «Перехід від $2D$ до D на довжині від $1,5D$ до $3D$ ».

Конфузор вважають прямолінійною ділянкою у разі виконання умов:

$$0 \leq K_r \leq 0,2; \quad (\text{А.6})$$

$$1,0 \leq D_2 / D_1 \leq 1,1. \quad (\text{А.7})$$

А.3.4 Симетричне різке звуження – конфузор або уступ (рисунок А.3, г)), якщо він відповідає умовам:

$$K_r > 0,67; \quad (A.8)$$

$$D_1 / D_2 > 1,1. \quad (A.9)$$

А.3.5 Межею між дифузором або конфузором і прямолінійною ділянкою ВТ вважають переріз, в якому конус переходить в прямий круглий циліндр.

А.3.6 Перехідні ділянки ВТ рекомендовано виготовляти з криволінійною твірною відповідно до ГОСТ 17378 з врахуванням вимог цього додатка.

А.4 Запірна арматура

А.4.1 Запірну арматуру класифікують відповідно до ГОСТ 24856.

На рисунку А.3 зображено як приклади схеми запірної арматури: засувки (рисунк А.3, д)); кульового крана (рисунк А.3, е)); конусного крана (рисунк А.3, и)); заслінки (рисунки А.3 ж, к)); клапана (рисунк А.3, л)).

Примітка. В технічній літературі часто замість терміна «клапан» користуються терміном «вентиль», замість «заслінка» – «затвор».

А.4.2 Межею між запірною арматурою будь-якого типу і ВТ вважають місце їх з'єднання.

А.5 Суміщені місцеві опори

В один місцевий опір слід об'єднувати трійники з колінами у випадках, наведених на рисунку А.4.

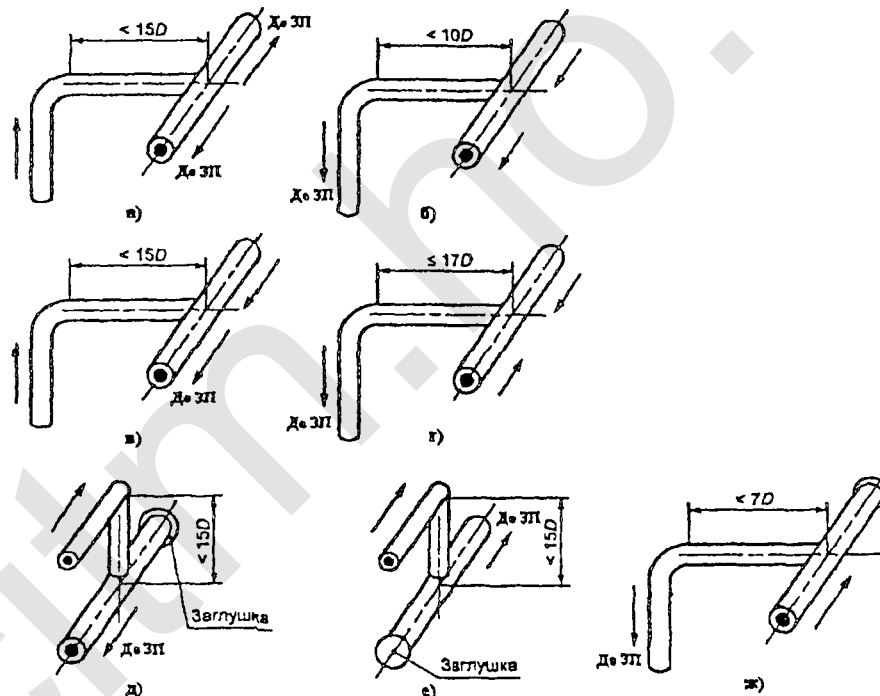


Рисунок А.4 — Місцеві опори, які слід об'єднувати в один місцевий опір

МО, наведені на рисунку А.4, належать до МО виду «два і більше колін в одній або різних площинах».

А.6 Особливості визначення довжин для трійника, який змішує потоки

Якщо перед ЗП встановлено МО виду «трійник, який змішує потоки», то виконання вимог до довжин прямолінійних ділянок ВТ необхідно проводити по всіх ланках труб, які створюють цей місцевий опір. Наприклад, розглянемо схему, зображену на рисунку А.5.

Відповідно до таблиці 3 і вимог 6.2.8, після вентилля необхідна ділянка завдовжки $9D$, а після МО виду «Перехід від $3D$ до D на довжині $3,5D$ » – $5,25D$. Якщо довжини прямолінійних

ділянок перед трійником скорочені в обох напрямках або тільки в одному напрямку, то до невизначеності коефіцієнта витікання арифметично додають додаткову невизначеність, яка дорівнює 0,5 %.

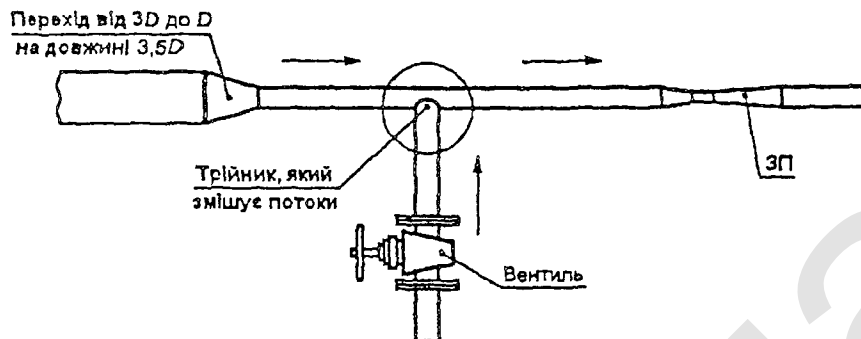


Рисунок А.5 – Можлива схема встановлення місцевого опору «трійник, який змішує потоки» перед ЗП

БІБЛІОГРАФІЯ

- [1] ISO 5167-1:2003 Measurement of fluid flow by means of pressure differential devices inserted in circular cross-section conduits running full - part 1: general principles and requirements
(Вимірювання витрати рідини за допомогою пристроїв змінного перепаду тиску, поміщених в заповнені трубопроводи круглого перерізу. Частина 1. Загальні принципи і вимоги)
- [2] ISO 5167-2:2003 Measurement of fluid flow by means of pressure differential devices inserted in circular cross-section conduits running full - part 2: orifice plates
(Вимірювання витрати рідини за допомогою пристроїв змінного перепаду тиску, поміщених в заповнені трубопроводи круглого перерізу. Частина 2. Діафрагми)
- [3] ISO 5167-3:2003 Measurement of fluid flow by means of pressure differential devices inserted in circular cross-section conduits running full - part 3: Nozzles and Venturi nozzles
(Вимірювання витрати рідини за допомогою пристроїв змінного перепаду тиску, поміщених в заповнені трубопроводи круглого перерізу. Частина 3. Сопла і сопла Вентурі)
- [4] ISO 5167-4:2003 Measurement of fluid flow by means of pressure differential devices inserted in circular cross-section conduits running full - part 4: Venturi tubes
(Вимірювання витрати рідини за допомогою пристроїв змінного перепаду тиску, поміщених в заповнені трубопроводи круглого перерізу. Частина 4. Труби Вентурі)
- [5] Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям / Под ред. М.О. Штейнберга.— 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1992. — 672 с.

ДОДАТОК НБ
(довідковий)

ПЕРЕЛІК СТАНДАРТІВ, ЗГАРМОНІЗОВАНИХ ІЗ МІЖДЕРЖАВНИМИ СТАНДАРТАМИ,
НА ЯКІ Є ПОСИЛАННЯ У ЦЬОМУ СТАНДАРТІ

ДСТУ ГОСТ 8.586.1:2009 (ИСО 5167-1:2003) Метрологія. Вимірювання витрати та кількості рідини й газу із застосуванням стандартних звужувальних пристроїв. Частина 1. Принцип методу вимірювань та загальні вимоги (ГОСТ 8.586.1–2005 (ИСО 5167-1:2003), IDT; ISO 5167-1:2003, MOD)

ДСТУ ГОСТ 8.586.5:2009 Метрологія. Вимірювання витрати та кількості рідини й газу із застосуванням стандартних звужувальних пристроїв. Частина 5. Методика виконання вимірювань (ГОСТ 8.586.5–2005, IDT)

ДСТУ ГОСТ 17378:2003 (ИСО 3419–81) Деталі трубопроводів безшовні приварні з вуглецевої й низьколегованої сталі. Переходи. Конструкція (ГОСТ 17378–2001 (ИСО 3419–81), IDT).

Код УКНД 17.120.10

Ключові слова: измерение, расход, установка, общие требования, количество, метод, среда, трубы Вентури.

Підписано до друку 17.02.2010. Формат 60 × 84 1/8.
Ум. друк. арк. 6,04. Зам. 269 Ціна договірна.

Виконавець
Державне підприємство «Український науково-дослідний і навчальний центр
проблем стандартизації, сертифікації та якості» (ДП «УкрНДНЦ»)
вул. Святошинська, 2, м. Київ, 03115

Свідectво про внесення видавця видавничої продукції до Державного реєстру
видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції від 14.01.2006, серія ДК, № 1647