



ДСТУ ГОСТ 8.586.3:2009
(ИСО 5167-3:2003)

НАЦІОНАЛЬНІ СТАНДАРТИ УКРАЇНИ

Метрологія

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

Частина 3. Сопла та сопла Вентурі
Технічні вимоги
(ГОСТ 8.586.3–2005 (ИСО 5167-3:2003), IDT;
ISO 5167-3:2003, 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 8.586.3–2005 (ИСО 5167-3:2003) Государственная система обеспечения единства измерений. Измерение расхода и количества жидкостей и газов с помощью стандартных сужающих устройств. Часть 3. Сопла и сопла Вентури. Технические требования (Державна система забезпечення єдності вимірювань. Вимірювання витрати та кількості рідин і газів за допомогою стандартних звужувальних пристроїв. Частина 3. Сопла та сопла Вентурі. Технічні вимоги)*

Ступінь відповідності ГОСТ 8.586.3–2005 (ИСО 5167-3:2003) — ідентичний (IDT)

Ступінь відповідності ISO 5167-3:2003 — 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 8.586.3:2007 (ИСО 5167-3:2003)

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 8.586.3–2005 (ИСО 5167-3:2003)	7
Додаток НА Переклад ГОСТ 8.586.3–2005 (ИСО 5167-3:2003) українською мовою	39
Додаток НБ Перелік стандартів, згармонізованих із міждержавними стандартами, на які є посилання у цьому стандарті	68

НАЦІОНАЛЬНИЙ ВСТУП

Цей стандарт є ідентичний ГОСТ 8.586.3–2005 (ИСО 5167-3:2003) Государственная система обеспечения единства измерений. Измерение расхода и количества жидкостей и газов с помощью стандартных сужающих устройств. Часть 3. Сопла и сопла Вентури. Технические требования (Державна система забезпечення єдності вимірювань. Вимірювання витрати та кількості рідин і газів за допомогою стандартних звужувальних пристроїв. Частина 3. Сопла та сопла Вентурі. Технічні вимоги).

У цьому стандарті враховано поправку до ГОСТ 8.586.3–2005 (ИСО 5167-3:2003), 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 5167-3:2003 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 середовища із застосуванням пристроїв змінного перепаду тиску, встановлених у заповнених трубопроводах круглого перерізу. Частина 3. Сопла та сопла 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 8.586.3:2007 (ИСО 5167-3:2003), 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;
- додано 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. додано 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;
- додано національний додаток НА з перекладом тексту українською мовою (починаючи зі «Змісту»);
- додано 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 (ISO 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.

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)

INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ
СТАНДАРТ

ГОСТ
8.586.3—
2005
(ИСО 5167-3:2003)

Государственная система обеспечения
единства измерений

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

Часть 3

Сопла и сопла Вентури
Технические требования

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
(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» Госпотребстандарта 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—3: 2003 «Измерение расхода среды с помощью устройств переменного перепада давления, помещенных в заполненные трубопроводы круглого сечения. Часть 3. Сопла и сопла Вентури» (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») 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 Сопла и сопла Вентури	2
5.1 Сопло ИСА 1932	2
5.2 Эллипсное сопло	7
5.3 Сопла Вентури	9
6 Требования к установке	12
6.1 Общие положения	12
6.2 Минимальная длина прямолинейных участков измерительных трубопроводов	13
6.3 Струевыпрямители и устройства подготовки потока	19
6.4 Округлость и цилиндричность измерительного трубопровода	19
6.5 Расположение сужающего устройства и камеры усреднения	20
6.6 Способ крепления и прокладки	20
Приложение А (обязательное) Классификация видов местных сопротивлений	21
Библиография	27

Введение

Комплекс межгосударственных стандартов ГОСТ 8.586.1-2005 — ГОСТ 8.586.5-2005 под общим заголовком «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 измерения 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 меньше 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.

В отличие от международного стандарта [3] в настоящий стандарт введены:

- поправочные коэффициенты, учитывающие шероховатость внутренней поверхности измерительного трубопровода;
- дополнительные требования к определению необходимой длины прямолинейных участков измерительных трубопроводов для широкого ряда местных сопротивлений;
- дополнительное приложение А «Классификация видов местных сопротивлений».

Использование в настоящем стандарте поправочного коэффициента, учитывающего шероховатость внутренней поверхности измерительного трубопровода, позволяет, в отличие от международного стандарта, существенно расширить область применения сопл.

Расширение списка видов местных сопротивлений и включение в настоящий стандарт приложения А позволяет расширить возможности монтажа сопл 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 3

Сопла и сопла Вентури. Технические требования

State system for ensuring the uniformity of measurements. Measurement of liquids and gases flow rate and quantity by means of orifice instruments. Part 3. Nozzles and Venturi nozzles. Technical requirements

Дата введения в Украине 2010-04-01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает требования к геометрическим характеристикам и условиям применения сопел ИСА 1932, эллипсных сопел и сопел Вентури, устанавливаемых в трубопроводах круглого сечения для определения расхода и количества жидкостей и газов.

Стандарт распространяется на сопла ИСА 1932, эллипсные сопла и сопла Вентури. Требования настоящего стандарта применяют совместно с требованиями ГОСТ 8.568.1.

Стандарт не распространяется на сопла ИСА 1932, эллипсные сопла и сопла Вентури, установленные в трубопроводах внутренним диаметром менее 0,05 м или более 0,63 м, и при значениях числа Рейнольдса менее 10000.

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 3919:1981 «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)

Примечание — 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 сопла ИСА 1932, или эллипсного сопла, или сопла 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 СУ. 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

$$q_m = (\pi d^2/4) K_{\text{ш}} E C \varepsilon (2\rho \Delta p)^{0.5}. \quad (4.1)$$

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

П р и м е ч а н и е — В международном стандарте [3] поправочный коэффициент $K_{\text{ш}}$ не используется, т. к. этим стандартом не допускается превышение установленных им норм на предельные значения шероховатости внутренней стенки ИТ.

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

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

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 СУ и поправочный коэффициент, учитывающий шероховатость внутренней поверхности ИТ, зависят от числа Re , которое само зависит от значения 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 Сопла и сопла Вентури

5.1 Сопло ИСА 1932

5.1.1 Общий вид

На рисунке 1 приведен разрез сопла ИСА 1932 в плоскости, проходящей через ось горловины. Обозначения элементов и геометрических параметров сопла ИСА 1932, приведенные на рисунке 1, применяют в настоящем разделе.

Часть сопла, расположенная в трубе, является круглой. Сопло состоит из сужающейся секции с закругленным профилем и цилиндрической горловины.

5.1.2 Профиль сопла

5.1.2.1 Профиль сопла (см. рисунок 1) образован:

- входной торцевой плоскостью А, перпендикулярной к осевой линии сопла;
- плоскостью сужающейся части сопла, образующей которой является линия, состоящая из дуг окружностей В и С;
- внутренней цилиндрической поверхностью горловины Е;
- внутренней поверхностью кольцевого выступа F, предохраняющего выходную кромку G от повреждения.

5.1.2.2 Входная торцевая плоскость А ограничена окружностями диаметром $1,5d$ и диаметром D .

При $d = 2D/3$ радиальная ширина входной торцевой плоскости А равна нулю.

При $d > 2D/3$ сопло не имеет плоской части в пределах окружности диаметром D . В данном случае сопло изготавливают, как если бы D был больше чем $1,5d$, а затем отсекают часть сопла таким образом, чтобы плоская торцевая часть сопла имела внутренний диаметр, равный D (см. 5.1.2.7 и рисунок 1б).

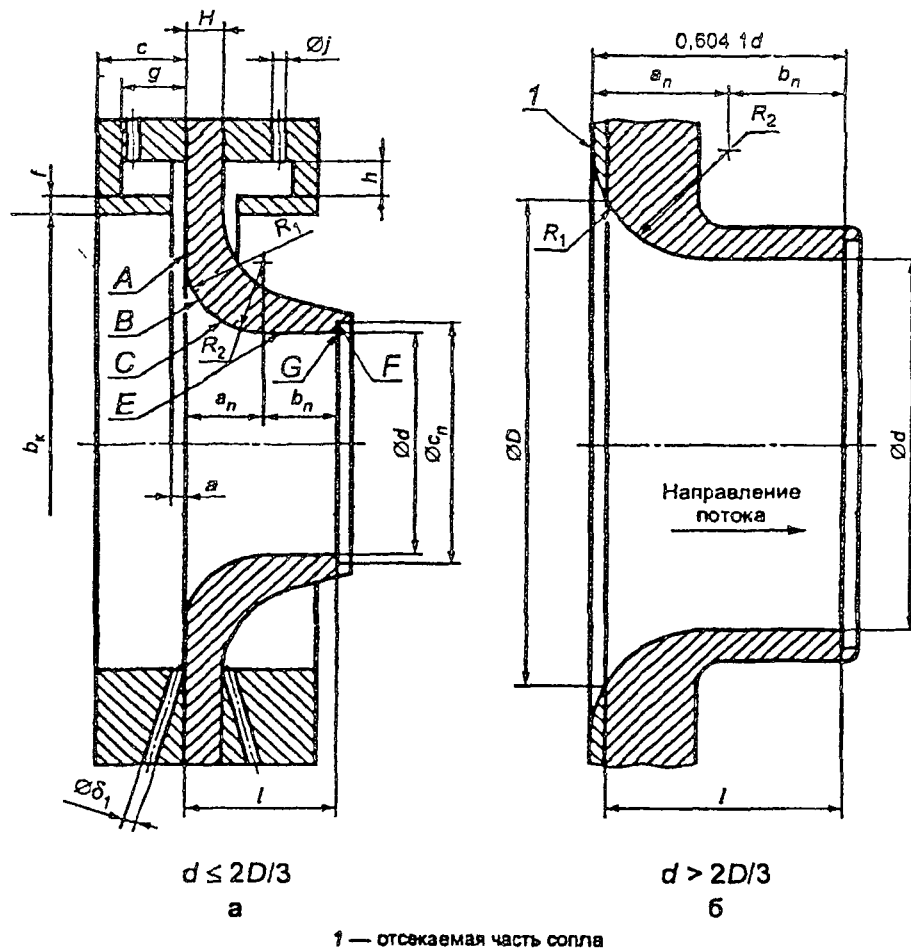


Рисунок 1 — Сопло ИСА 1932

5.1.2.3 Дуга окружности *B* касается плоскости *A* при $d \leq 2D/3$. Радиус R_1 равен $(0,2 \pm 0,02)d$ при $\beta < 0,5$ и $(0,2 \pm 0,006)d$ при $\beta \geq 0,5$. Центр окружности находится на расстоянии $0,2d$ от входного торца и на расстоянии $0,75d$ от оси сопла.

5.1.2.4 Дуга окружности *C* касается дуги окружности *B* и горловины *E*. Ее радиус R_2 равен $(1/3 \pm 0,033)d$ при $\beta < 0,5$ и $(1/3 \pm 0,01)d$ для $\beta \geq 0,5$. Центр окружности расположен на расстоянии $5d/6$ от оси сопла и на расстоянии $a_n = 0,3041d$ от входного торца *A*.

5.1.2.5 Горловина *E* имеет диаметр d и длину $b_n = 0,3d$.

Значение d рассчитывают в соответствии с ГОСТ 8.586.1 [формула (5.4)]. За значение диаметра d_{20} принимают среднее значение результатов измерений диаметра не менее чем в четырех направлениях, расположенных под равными (визуально контролируемые) углами друг к другу. При этом относительная неопределенность результата измерения диаметра, обусловленная измерительным инструментом, не должна превышать 0,02 %.

Горловина должна быть цилиндрической. Значение любого диаметра в любом поперечном сечении горловины сопла не должно отличаться от среднего значения диаметра более чем на 0,05 %.

5.1.2.6 Кольцевой выступ *F* имеет диаметр s_n , равный $1,06d$ и глубину не более $0,03d$.

Отношение $(s_n - d)/2$ к глубине расточки выходного торца должно быть не более 1,2.

Кромка *G* сопла не должна иметь фаски и повреждений типа заусенцев, вмятин, забоин, царапин и т. п.

5.1.2.7 Полная длина сопла l (см. рисунок 1), исключая глубину F , в зависимости от β равна: $0,6041d$ при $0,3 \leq \beta \leq 2/3$;

$$\left(0,4041 + \sqrt{\frac{0,75}{\beta} - \frac{0,25}{\beta^2} - 0,5225} \right) d \text{ при } 2/3 < \beta \leq 0,8.$$

5.1.2.8 Профиль сужающейся части сопла проверяют шаблоном.

Значения любых двух диаметров сужающейся части сопла, измеренные в одной плоскости, перпендикулярной к оси сопла, не должны отличаться друг от друга более чем на 0,1 % их среднего значения.

5.1.2.9 Внутренняя поверхность сопла должна быть отполирована до значения $Ra \leq 10^{-4}d$.

5.1.3 Толщина и профиль внешней части сопла

5.1.3.1 Толщина H стенки сопла (см. рисунок 1) не должна превышать $0,1D$.

5.1.3.2 Кроме условия, указанного в 5.1.3.1, профиль и чистоту обработки поверхности внешней части сопла не регламентируют (см. 5.1.1).

5.1.4 Материал и изготовление

Сопло ИСА 1932 может быть изготовлено из любого материала [см. ГОСТ 8.586.1 (пункт 6.1.2)] и любым способом при условии, что оно соответствует установленным техническим требованиям.

5.1.5 Отверстия для отбора давления

5.1.5.1 До сопла ИСА 1932 отбор статического давления выполняют с помощью либо отдельных отверстий в стенках ИТ или фланцах, либо нескольких взаимно соединенных отверстий, либо с помощью кольцевой щели (сплошной или прерывистой), выполненной в камере усреднения. В месте выхода во внутреннюю полость ИТ отверстие должно касаться поверхности A , как приведено на рисунке 1.

Если используются одиночные отверстия (см. рисунок 1), то осевые линии отверстий должны пересекаться с осью трубы под углом, как можно более близким к 90° .

Значение диаметра δ_1 (см. рисунок 1а) отдельного отверстия или ширины кольцевых щелей a (см. рисунок 1а) определяют из условий:

$0,005D \leq (a \text{ или } \delta_1) \leq 0,03D$ при $\beta \leq 0,65$;

$0,01D \leq (a \text{ или } \delta_1) \leq 0,02D$ при $\beta > 0,65$.

Независимо от значения β , δ_1 и a должны удовлетворять следующим условиям:

- $1 \text{ мм} \leq (a \text{ или } \delta_1) \leq 10 \text{ мм}$ — для чистых жидкостей;

- $1 \text{ мм} \leq a \leq 10 \text{ мм}$ — для паров, в случае применения кольцевых камер усреднения;

- $4 \text{ мм} \leq \delta_1 \leq 10 \text{ мм}$ — для паров и для сжиженных газов, в случае применения отдельного отверстия.

При выборе значения δ_1 или a из указанных диапазонов учитывают необходимость исключения случайного засорения отверстия или щели.

Если отверстия для отбора давления выполнены в виде прерывистой щели, то камера усреднения должна соединяться с внутренней полостью ИТ не менее чем четырьмя отверстиями, оси которых находятся под равными углами друг к другу, а площадь каждого отверстия — не менее 12 мм^2 .

Внутренний диаметр корпуса камеры усреднения b_k (см. рисунок 1) и ее длина c до сопла ИСА 1932 должны удовлетворять условию:

$$\frac{100c(b_k - D)}{D^2} \leq \frac{0,1}{0,1 + 2,3\beta^4}.$$

При этом внутренний диаметр корпуса камеры b_k должен находиться в пределах от D до $1,04D$, а длина корпуса кольцевой камеры c (см. рисунок 1) должна быть не более $0,65D$.

Толщина f стенки корпуса камеры (см. рисунок 1) должна быть не менее $2a$. Площадь сечения камеры gh должна быть не менее половины общей площади щели, соединяющей эту камеру с внутренней полостью ИТ.

Все поверхности корпуса камеры, находящиеся в контакте со средой, должны быть чистыми.

Отверстия для отбора давления и передачи его на соответствующие СИ выполняют в стенке корпуса камеры. Отверстие должно иметь круглое сечение диаметром в пределах от 4 до 10 мм.

5.1.5.2 После сопла ИСА 1932 отверстия для отбора статического давления выполняют в соответствии с требованиями 5.1.5.1.

Камера усреднения, расположенная после сопла, может быть несимметрична камере усреднения до сопла, но должна соответствовать требованиям 5.1.5.1.

Допускается для отбора статического давления после сопла ИСА 1932 применять отдельные отверстия, оси которых расположены на расстоянии l от поверхности A :

- $l \leq 0,15 D$ — для $\beta \leq 0,67$;
- $l \leq 0,20 D$ — для $\beta > 0,67$.

При измерении расстояния l учитывают толщину прокладок и(или) уплотнительного материала.

Оси отверстия для отбора давления и ИТ должны пересекаться под прямым углом в пределах $\pm 3^\circ$.

Кромки отверстия в месте выхода в ИТ должны быть заподлицо с внутренней поверхностью ИТ и насколько возможно острыми. Для ликвидации заусенцев на кромке отверстия допускается ее притупление радиусом не более одной десятой диаметра отверстия.

Не допускаются неровности на поверхности и кромках отверстий, а также на поверхности ИТ вблизи отверстий. Соответствие отверстий для отбора давлений установленным требованиям проверяют визуально.

Диаметр отверстий для отбора давления должен быть не более $0,13D$ и не более 13 мм. При выборе диаметра отверстия необходимо исключить возможность его случайного засорения. Отверстия, расположенные до и после сопла, должны иметь одинаковый диаметр с допускаемым отклонением не более 0,1 мм.

Одиночное отверстие должно быть круглым и цилиндрическим на глубине не менее 2,5 диаметров этого отверстия. Глубину отверстия измеряют от внутренней стенки ИТ.

Оси отверстий для отбора давления до и после сопла могут быть расположены в различных осевых плоскостях, проходящих через ось ИТ.

5.1.6 Коэффициенты сопел ИСА 1932

5.1.6.1 Границы применения

Сопла ИСА 1932 применяют при следующих условиях:

$0,05 \text{ м} \leq D \leq 0,50 \text{ м}$;

$0,3 \leq \beta \leq 0,8$;

$7 \cdot 10^4 \leq Re \leq 10^7$ при $0,30 \leq \beta < 0,44$;

$2 \cdot 10^4 \leq Re \leq 10^7$ при $0,44 \leq \beta \leq 0,80$.

5.1.6.2 Коэффициент истечения

Коэффициент истечения сопел ИСА 1932 определяют по формуле

$$C = 0,99 - 0,2262 \beta^{4,1} - (0,00175 \beta^2 - 0,0033 \beta^{4,15}) \left(\frac{10^6}{Re} \right)^{1,15}. \quad (5.1)$$

5.1.6.3 Коэффициент расширения

Коэффициент расширения сопел ИСА 1932 рассчитывают по формуле

$$\varepsilon = \sqrt{\left(\frac{\kappa \tau^{2/\kappa}}{\kappa - 1} \right) \left(\frac{1 - \beta^4}{1 - \beta^4 \tau^{2/\kappa}} \right) \left(\frac{1 - \tau^{(\kappa-1)/\kappa}}{1 - \tau} \right)}, \quad (5.2)$$

где $\tau = 1 - \Delta p/p$.

Формулу (5.2) применяют только для значений β , D и Re , указанных в 5.1.6.1, при условии:

$$\Delta p/p \leq 0,25.$$

5.1.6.4 Поправочный коэффициент, учитывающий шероховатость внутренней поверхности измерительного трубопровода

Если значение среднеарифметического отклонения профиля шероховатости Ra на участке ИТ длиной не менее $10D$ до сопла не более значения, указанного в таблице 1, то поправочный коэффициент $K_{ш}$ принимают равным единице.

Т а б л и ц а 1 — Значения относительной шероховатости ИТ для сопел ИСА 1932, превышение которых требует расчета значения $K_{ш}$

β	$\leq 0,35$	0,36	0,38	0,40	0,42	0,44	0,46	0,48	0,50	0,60	0,70	0,77	0,80
$10^4 Ra/D$	8,0	5,9	4,3	3,4	2,8	2,4	2,1	1,9	1,8	1,4	1,3	1,2	1,2

П р и м е ч а н и е — Определение Ra — в соответствии с ГОСТ 8.586.1 (пункт 7.1.5).

Для промежуточных значений β , не указанных в таблице 1, значения Ra определяют путем линейной интерполяции табличных данных по формуле

$$10^4 Ra/D = \frac{Ra_1^* - Ra_2^*}{\beta_1 - \beta_2} (\beta - \beta_2) + Ra_2^*,$$

где β_1, Ra_1^* — ближайшее большее к величине β значение относительного диаметра сопла и соответствующее ему значение $10^4 Ra/D$, указанные в таблице 1;

β_2, Ra_2^* — ближайшее меньшее к величине β значение относительного диаметра сопла и соответствующее ему значение $10^4 Ra/D$, указанные в таблице 1.

Если значение среднеарифметического отклонения профиля шероховатости Ra превышает значение, указанное в таблице 1, а значение эквивалентной шероховатости R_w не более $30D/10^4$, то поправочный коэффициент K_w рассчитывают по формуле

$$K_w = 1 + A_{Re} \beta^4 \left[0,045 \lg \left(\frac{R_w}{D} 10^4 \right) - 0,025 \right], \quad (5.3)$$

где $A_{Re} = 1 - \frac{[\lg(Re) - 6]^2}{4}$ при $10^4 < Re < 10^6$;

$A_{Re} = 1$ при $Re \geq 10^6$;

R_w — эквивалентная шероховатость, определяемая в соответствии с ГОСТ 8.586.1 (пункт 7.1.5).

5.1.7 Неопределенности коэффициентов

5.1.7.1 Неопределенность коэффициента истечения

Неопределенность коэффициента истечения сопел ИСА 1932 при условии, что неопределенности β и Re равны нулю, имеет следующие значения:

- $U'_{C_o} = 0,8$ — для $\beta \leq 0,6$;

- $U'_{C_o} = (2\beta - 0,4)$ — для $\beta > 0,6$.

5.1.7.2 Неопределенность коэффициента расширения

Неопределенность коэффициента расширения сопел ИСА 1932 при условии, что неопределенности β , $\Delta p/p$ и k равны нулю, рассчитывают по формуле

$$U'_{k_o} = 2\Delta p/p.$$

5.1.7.3 Неопределенность поправочного коэффициента, учитывающего шероховатость внутренней поверхности измерительного трубопровода

Неопределенность поправочного коэффициента K_w для сопел ИСА 1932 рассчитывают по формулам:

$$U'_{K_w} = \left| \frac{K_w - 1}{K_w} \right| U'_{R_w} \quad \text{при } K_w > 1;$$

$$U'_{K_w} = 0 \quad \text{при } K_w = 1,$$

где U'_{R_w} — неопределенность результата определения R_w .

При определении R_w по ГОСТ 8.586.1 (таблица Д.1 приложения Д) неопределенность U'_{R_w} принимают равной значению, указанному в таблице.

При определении R_w по уравнению Коулбрука-Уайта [см. ГОСТ 8.586.1 (формула 7.1)] неопределенность U'_{R_w} определяют на основе нормы неопределенности результатов измерений R_w применяемой методики выполнения измерений.

5.1.8 Потери давления

Потери давления на сопле ИСА 1932 рассчитывают по формуле

$$\Delta p = \frac{\sqrt{1 - \beta^4 (1 - K_w^2 C^2)} - K_w C \beta^2}{\sqrt{1 - \beta^4 (1 - K_w^2 C^2)} + K_w C \beta^2} \Delta p. \quad (5.4)$$

Потеря давления соответствует разности значений статического давления, измеренного на расстоянии приблизительно $1D$ до сопла и $6D$ после него.

Коэффициент гидравлического сопротивления для сопла рассчитывают по формуле

$$\xi = \left(\frac{\sqrt{1 - \beta^4 (1 - K_{\text{ш}}^2 C^2)}}{K_{\text{ш}} C \beta^2} - 1 \right)^2. \quad (5.5)$$

5.2 Эллипсное сопло

5.2.1 Общий вид

Существуют две разновидности эллипсных сопел, отличающихся требованиями к изготовлению их внутренней профильной части:

- сопла с большим относительным диаметром горловины ($0,25 \leq \beta \leq 0,8$);
- сопла с малым относительным диаметром горловины ($0,20 \leq \beta \leq 0,5$).

Для значений β между 0,25 и 0,5 профильную часть сопла можно изготавливать в соответствии с требованиями к соплам, как большого, так и малого относительного диаметра горловины.

На рисунке 2 приведен разрез эллипсного сопла в плоскости, проходящей через ось горловины. Обозначения элементов и геометрических параметров эллипсного сопла, приведенные на рисунке 2, применяют в настоящем разделе.

Обе разновидности эллипсных сопел состоят из сужающегося входа, который имеет в осевом сечении форму дуги в «четверть эллипса», и цилиндрической горловины.

Часть сопла, расположенная внутри ИТ, должна быть круглой.

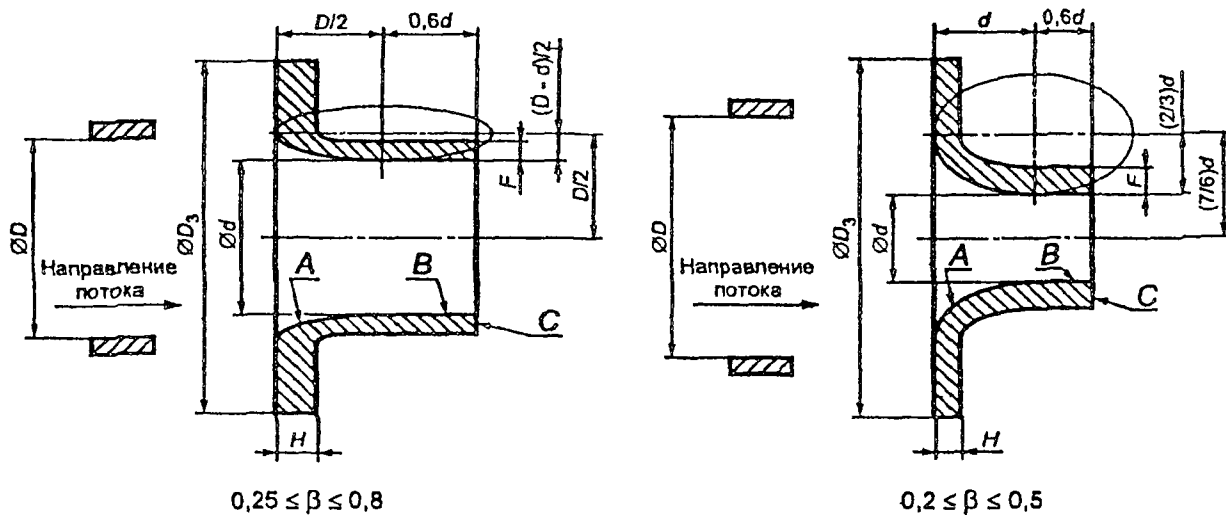


Рисунок 2 — Эллипсное сопло

5.2.2 Профиль эллипсного сопла большого относительного диаметра горловины

5.2.2.1 Профиль сопла (см. рисунок 2) образован:

- сужающейся частью сопла А;
- внутренней цилиндрической поверхностью горловины В;
- поверхностью выходного торца сопла С.

5.2.2.2 Внутренний контур сужающейся части сопла А в осевом сечении имеет форму дуги в «четверть эллипса».

Центр эллипса расположен на расстоянии $D/2$ от оси сопла. Большой радиус эллипса параллелен оси сопла и равен $D/2$. Меньший радиус эллипса равен $(D - d)/2$. Профиль сужающейся части сопла А проверяют шаблоном.

Значения любых двух диаметров сужающейся части сопла, измеренные в одной плоскости, перпендикулярной к оси сопла, не должны отличаться друг от друга более чем на 0,1 % их среднего значения.

5.2.2.3 Горловина В имеет диаметр d и длину $0,6d$.

Значение d рассчитывают в соответствии с ГОСТ 8.586.1 [формула (5.4)]. За значение диаметра d_{20} принимают среднее значение результатов измерений диаметра не менее чем в четырех направлениях,

расположенных под равными (визуально контролируемыми) углами друг к другу. При этом относительная неопределенность результата измерения диаметра, обусловленная измерительным инструментом, не должна превышать 0,02 %.

Горловина должна быть цилиндрической. Значение любого диаметра в любом поперечном сечении горловины сопла не должно отличаться от среднего значения диаметра более чем на 0,05 %.

5.2.2.4 Расстояние между стенкой ИТ и внешней лицевой стороной горловины должно быть не менее 3 мм.

5.2.2.5 Толщина H должна быть не менее 3 мм и не более $0,15D$. Толщина стенки горловины F должна быть не менее 3 мм при $D > 0,065$ м. Если $D \leq 0,065$ м, то F должна быть не менее 2 мм и достаточной для предотвращения деформации сопла.

5.2.2.6 Внутренняя поверхность сопла должна быть отполирована до значения $Ra \leq 10^{-4}d$.

5.2.2.7 Форму внешней части сопла и чистоту ее обработки не регламентируют, но обеспечивают выполнение требований, изложенных в 5.2.2.4, 5.2.2.5 и в последнем абзаце 5.2.1.

5.2.3 Профиль эллипсного сопла малого относительного диаметра горловины

5.2.3.1 Требования, приведенные в 5.2.2 к соплу большого относительного диаметра горловины, следует применять также к соплу малого относительного диаметра горловины, за исключением требований к форме эллипса, которые указаны в 5.2.3.2.

5.2.3.2 Сходящаяся часть A сопла имеет форму четверти эллипса. Центр эллипса находится на расстоянии $(7/6)d$ от оси сопла. Большой диаметр эллипса параллелен оси сопла. Значение большого радиуса эллипса равно d . Значение меньшего радиуса эллипса равно $(2/3)d$.

5.2.4 Материал и изготовление

Эллипсное сопло изготавливают из любого материала [см. ГОСТ 8.586.1 (пункт 6.1.2)], любым способом при условии, что оно соответствует установленным требованиям.

5.2.5 Отверстия для отбора давления

5.2.5.1 Отбор статического давления до и после эллипсного сопла выполняют с помощью либо отдельных отверстий, либо нескольких взаимно соединенных отверстий.

Отверстие для отбора давления до сопла располагают таким образом, чтобы ось отверстия располагалась от входной торцевой поверхности сопла на расстоянии $D_{-0,20}^{+0,20}$.

Ось отверстия для отбора давления после сопла должна находиться на расстоянии $(0,50 \pm 0,01)D$ от входной торцевой поверхности сопла. Если сходящаяся часть A сопла изготовлена в соответствии с требованиями 5.2.3.2, то при $\beta < 0,3188$ ось отверстия располагают от входной торцевой поверхности сопла на расстоянии $1,6d_{-0,20}^{+0,20}$.

При измерении расстояния между осью отверстия и входной торцевой поверхностью сопла учитывают толщину прокладок и(или) уплотнительного материала.

5.2.5.2 Оси отверстия для отбора давления и ИТ должны пересекаться под прямым углом в пределах $\pm 3^\circ$.

В месте выхода в ИТ отверстие должно иметь круглое сечение. Кромки отверстия должны быть зашлифованы с внутренней поверхностью ИТ. 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 на внутренней поверхности ИТ вблизи от отверстия. Соответствие отверстий для отбора давлений установленным требованиям проверяют визуально.

Диаметр отверстий для отбора давления должен быть не более $0,13D$ и не более 13 мм. При выборе диаметра отверстия учитывают необходимость исключения его случайного засорения.

Отверстия, расположенные до и после сопла, должны иметь одинаковый диаметр с допускаемым отклонением не более 0,1 мм.

Отверстие должно быть круглым и цилиндрическим на глубине не менее 2,5 внутренних диаметров этого отверстия.

Оси отверстий для отбора давления до и после сопла могут быть расположены в различных осевых плоскостях, проходящих через ось ИТ.

5.2.6 Коэффициенты эллипсных сопел

5.2.6.1 Границы применения

Эллипсные сопла применяют при следующих условиях:

$$0,05 \text{ м} \leq D \leq 0,63 \text{ м};$$

$$0,2 \leq \beta \leq 0,8;$$

$$10^4 \leq Re \leq 10^7;$$

$$Ra/D \leq 3,2 \cdot 10^{-4}.$$

Значение Ra определяют в соответствии с требованиями, изложенными в ГОСТ 8.586.1 (пункт 7.1.5).

5.2.6.2 Коэффициент истечения

Коэффициент истечения эллипсных сопел с большим и малым относительным диаметром рассчитывают по формуле

$$C = 0,9965 - 0,00653 \sqrt{\frac{10^6 \beta}{Re}}. \quad (5.6)$$

5.2.6.3 Коэффициент расширения

Коэффициент расширения эллипсных сопел определяют по 5.1.6.3.

5.2.6.4 Поправочный коэффициент, учитывающий шероховатость внутренней поверхности измерительного трубопровода

При $Ra/D \leq 3,2 \cdot 10^{-4}$ поправочный коэффициент $K_{ш}$ для эллипсных сопел равен единице.

5.2.7 Неопределенности коэффициентов

5.2.7.1 Неопределенность коэффициента истечения

Неопределенность коэффициента истечения U'_{C_0} эллипсных сопел при условии, что неопределенности β и Re равны нулю, имеет значение 2,0 % для всех значений β от 0,2 до 0,8.

5.2.7.2 Неопределенность коэффициента расширения

Неопределенность коэффициента расширения эллипсных сопел рассчитывают по формуле

$$U'_{C_0} = 2 \Delta p / p.$$

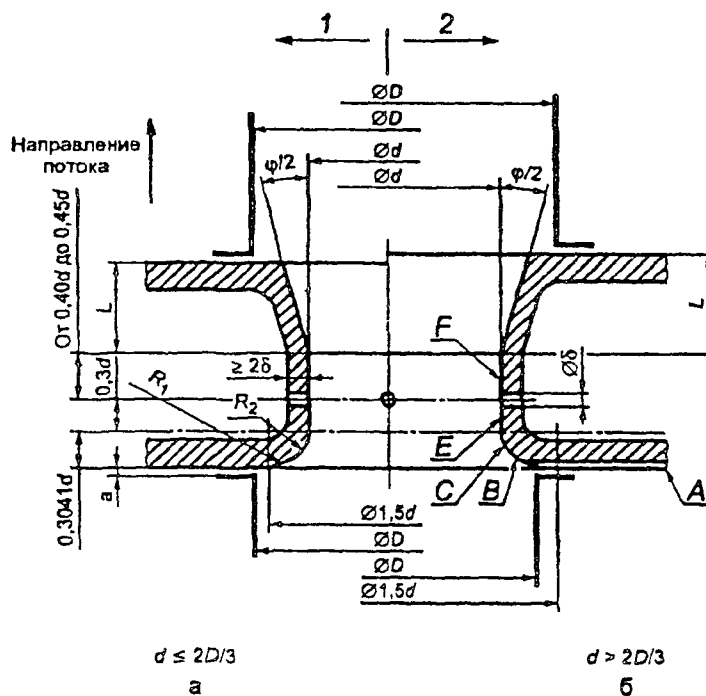
5.2.8 Потери давления

Потери давления на эллипсном сопле определяют в соответствии с 5.1.8.

5.3 Сопла Вентури

5.3.1 Общий вид

5.3.1.1 Профиль сопла Вентури приведен на рисунке 3. Он состоит из входной торцевой поверхности, перпендикулярной к осевой линии сопла, сужающейся части с закругленным профилем, цилиндрической горловины и диффузора.



1 — укороченное сопло Вентури; 2 — неукороченное сопло Вентури

Рисунок 3 — Сопла Вентури

5.3.1.2 Входная торцевая поверхность и сужающаяся часть сопла Вентури аналогичны торцевой поверхности и сужающейся части сопла ИСА 1932 (см. рисунок 1).

5.3.1.3 Входная торцевая плоскость *A* ограничена окружностями диаметром $1,5d$ и диаметром D .

При $d = 2D/3$ радиальная ширина этой плоской части сопла равна нулю.

При $d > 2D/3$ сопло не имеет плоской части в пределах окружности диаметром D . В этом случае сопло изготавливают, как если бы D был больше чем $1,5d$, а затем отсекают часть сопла таким образом, чтобы плоская торцевая часть сопла имела внутренний диаметр, равный D (см. 5.1.2.7 и рисунок 1б).

5.3.1.4 Дуга окружности *B* касается плоскости *A* при $d < 2D/3$. Радиус R_1 равен $(0,2 \pm 0,02)d$ при $\beta < 0,5$ и $(0,2 \pm 0,006)d$ при $\beta \geq 0,5$. Центр окружности находится на расстоянии $0,2d$ от входного торца и на расстоянии $0,75d$ от оси сопла.

5.3.1.5 Дуга окружности *C* касается дуги окружности *B* и горловины *E*. Ее радиус R_2 равен $(1/3 \pm 0,033)d$ для $\beta < 0,5$ и $(1/3 \pm 0,01)d$ для $\beta \geq 0,5$. Центр окружности расположен на расстоянии $5d/6$ от оси сопла и на расстоянии $a_n = 0,3041d$ от входного торца *A*.

5.3.1.6 Горловина (см. рисунок 3) состоит из части *E* длиной $0,3d$ и части *F* длиной от $0,4d$ до $0,45d$.

Значение d рассчитывают в соответствии с ГОСТ 8.586.1 [формула (5.4)]. За значение диаметра d_{20} принимают среднее значение результатов измерений диаметра не менее чем в четырех направлениях, расположенных под равными (визуально контролируемые) углами друг к другу. При этом относительная неопределенность результата измерения диаметра, обусловленная измерительным инструментом, не должна превышать 0,02 %.

Горловина должна быть цилиндрической. Значение любого диаметра в любом поперечном сечении горловины сопла не должно отличаться от среднего значения диаметра более чем на 0,05 %.

5.3.1.7 Диффузор (см. рисунок 3) должен быть соединен с частью *F* горловины без радиусного сопряжения. Заусенцы должны быть сняты.

Угол конусности φ (см. рисунок 3) диффузора должен быть не более 30° .

5.3.1.8 Сопло Вентури может быть укороченным. Выходной диаметр диффузора таких сопел Вентури менее D . Диффузор может быть укорочен на 35 % его длины.

5.3.1.9 Чистота обработки внутренней поверхности сопла Вентури должна удовлетворять условию:

$$Ra < 10^{-4}d.$$

5.3.2 Материал и изготовление

Сопло Вентури изготавливают из любого материала [см. ГОСТ 8.586.1 (пункт 6.1.2)] любым способом при условии, что оно соответствует установленным техническим требованиям.

5.3.3 Отверстия для отбора давления

5.3.3.1 Положение отверстий для отбора давления

Способы отбора давления, используемые для сопел Вентури, приведены на рисунке 4.

При использовании отдельного отверстия или нескольких взаимно соединенных отверстий их оси могут быть расположены в любых осевых плоскостях ИТ, равномерно распределенных по периметру ИТ. Однако для защиты отверстий от загрязнения и попадания в них жидких капелек или газовых пузырей необходимо избегать расположения отверстий в нижней и верхней частях трубы.

5.3.3.2 Отбор давления до сопла Вентури

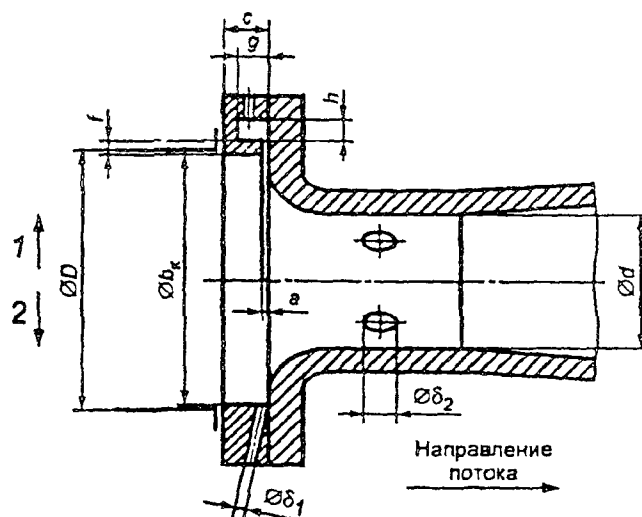
Отверстия для отбора давления до сопла Вентури выполняют аналогично применяемым для сопла ИСА 1932, как указано в 5.1.5.1.

5.3.3.3 Отбор давления в горловине сопла Вентури

Отбор давления 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. Должно быть не менее четырех отверстий. Использование для отбора давления сплошных кольцевых щелей или равномерно распределенных по горловине сопла пазов не допускается.

Оси отверстий должны пересекать ось сопла, образовывать между собой равные углы и быть расположены в плоскости, перпендикулярной к оси сопла.

В месте выхода в ИТ отверстие должно иметь круглое сечение. Кромки отверстия должны быть зашлифованы с внутренней поверхностью ИТ и насколько возможно острыми. Для ликвидации заусенцев на внутренней кромке отверстия допускается ее притупление радиусом не более одной десятой диаметра отверстия.



1 — с кольцевой щелью; 2 — с отдельным отверстием

Рисунок 4 — Способы отбора давления, используемые для сопел Вентури

Не допускаются какие-либо неровности на поверхности отверстия и на внутренней поверхности ИТ вблизи от отверстий. Соответствие отверстий установленным требованиям проверяют визуально.

Диаметр δ_2 отверстия для отбора давления в горловине сопла Вентури (см. рисунок 4) должен быть не более $0,04d$ и находиться в пределах от 2 до 10 мм.

Отверстие должно быть круглым и цилиндрическим на глубине не менее 2,5 диаметра этого отверстия.

5.3.4 Коэффициенты сопел Вентури

5.3.4.1 Границы применения

Сопла Вентури применяют при следующих условиях:

$$0,065 \text{ м} \leq D \leq 0,500;$$

$$d \geq 0,05 \text{ м};$$

$$0,316 \leq \beta \leq 0,775;$$

$$1,5 \cdot 10^5 \leq Re \leq 2 \cdot 10^6.$$

5.3.4.2 Коэффициент истечения

Коэффициент истечения сопла Вентури рассчитывают по формуле

$$C = 0,9858 - 0,196 \beta^{4,5}. \quad (5.7)$$

Примечание — Коэффициент истечения сопел Вентури не зависит от числа Re .

5.3.4.3 Коэффициент расширения

Коэффициент расширения сопел Вентури определяют по 5.1.6.3.

5.3.4.4 Поправочный коэффициент, учитывающий шероховатость внутренней поверхности измерительного трубопровода

Поправочный коэффициент K_w для сопел Вентури определяют по 5.1.6.4.

5.3.5 Неопределенности коэффициентов

5.3.5.1 Неопределенность коэффициента истечения

Неопределенность коэффициентов истечения сопел Вентури при условии, что неопределенность определения β равна нулю, рассчитывают по формуле

$$U'_{C_0} = 1,2 + 1,5 \beta^4.$$

5.3.5.2 Неопределенность коэффициента расширения

Неопределенность коэффициента расширения сопел Вентури при условии, что неопределенности β , $\Delta p/p$ и k равны нулю, рассчитывают по формуле

$$U'_{\varepsilon_0} = (4 + 100\beta^8) \frac{\Delta p}{p}.$$

5.3.5.3 Неопределенность поправочного коэффициента, учитывающего шероховатость внутренней поверхности измерительного трубопровода

Неопределенность поправочного коэффициента $K_{ш}$ для сопел Вентури определяют по 5.1.7.3.

5.3.6 Потери давления

Потери давления для сопел Вентури рассчитывают по формуле

$$\Delta p = \xi C^2 E^2 \Delta p, \quad (5.8)$$

где коэффициент гидравлического сопротивления рассчитывают по формуле

$$\xi = 0,992 K_1 \xi_1 + \Delta \xi.$$

Значения коэффициентов K_1 , ξ_1 и поправки $\Delta \xi$ приведены в таблицах 2, 3 и 4.

Таблица 2 — Значения $\Delta \xi$

β	0,80	0,67	0,57	$\leq 0,5$
$\Delta \xi$	−0,004	0	−0,010	−0,010

Таблица 3 — Значения коэффициента ξ_1 при $Re\beta \geq 2 \cdot 10^5$

φ	5°	7°	10°	12,5°	15°
ξ_1	0,10	0,10	0,11	0,13	0,16

Таблица 4 — 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 чисел $Re\beta < 2 \cdot 10^5$ значение коэффициента ξ_1 может быть получено в соответствии с [5].

П р и м е ч а н и е — Можно принять, что потеря давления в общем случае составляет от 5 % до 25 % перепада давления.

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 стандарта к установке сопел и сопел Вентури.

Необходимую минимальную длину прямолинейных участков ИТ определяют в зависимости от вида МС, их размещения на ИТ и относительного диаметра отверстия СУ. 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 8.3) не изменяет требуемых прямолинейных участков ИТ для других МС, т. е. первичный преобразователь температуры, термометр или их гильза (при ее наличии) не рассматриваются как МС.

Если струевыпрямитель или УПП не применяют, то минимальную длину прямолинейных участков ИТ определяют в соответствии с требованиями 6.2.

При применении струевыпрямителя или УПП минимальную допускаемую длину прямолинейных участков ИТ определяют по результатам 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 сопел ИСА 1932, эллипсных сопел и сопел Вентури в зависимости от значения β и вида МС приведена в таблице 5.

Для промежуточных значений β , не указанных в таблице 5, наименьшую длину прямолинейных участков ИТ рассчитывают методом линейной интерполяции данных таблицы по формуле

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

где β_1, L_1 — ближайшее большее к β значение относительного диаметра СУ и соответствующее ему значение относительной длины, указанные в таблице 5;

β_2, L_2 — ближайшее меньшее к β значение относительного диаметра СУ и соответствующее ему значение относительной длины, указанные в таблице 5.

Результат расчета округляют до целого числа.

П р и м е ч а н и е — Если расчет проводят по данным колонок Б, то при отсутствии для β_2 значения L_2 его принимают равным значению, приведенному в колонке А.

6.2.2 Если сопло ИСА 1932, эллипсное сопло или сопло Вентури используют для выполнения исследовательских работ или в качестве эталонного СИ при калибровочных или поверочных работах, то рекомендуется увеличить не менее чем в два раза длину прямолинейных участков ИТ до СУ, указанную в таблице 5.

6.2.3 Если длина прямолинейных участков ИТ не менее значения, указанного в колонке А таблицы 5, то неопределенность коэффициента истечения СУ соответствует указанной в 5.1.7.1, 5.2.7.1 и 5.3.5.1.

6.2.4 Если длина прямолинейных участков ИТ до или после СУ меньше значения, указанного в колонке А, но не менее значения, приведенного в колонке Б таблицы 5, следует арифметически добавить дополнительную неопределенность 0,5 % к неопределенности коэффициента истечения, указанной в 5.1.7.1, 5.2.7.1 и 5.3.5.1.

6.2.5 Не допускается:

- устанавливать прямолинейные участки ИТ, длина которых менее указанных в колонке Б таблицы 5;

- одновременно устанавливать до и после СУ прямолинейные участки ИТ, длина которых менее указанной в колонке А таблицы 5.

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

6.2.7 Если конструкция проточной части запорной арматуры и ее сопряжение с ИТ обеспечивают соблюдение требований, указанных в 6.4.3, то такая запорная арматура может рассматриваться как часть прямолинейного участка ИТ.

Запорная арматура, приведенная в таблице 5, имеет такой же номинальный внутренний диаметр, как и ИТ, а диаметр ее проходного отверстия отличается от диаметра ИТ на значение, которое превышает допустимое для уступов (см. 6.4.3).

6.2.8 Указанная в таблице 5 длина прямолинейных участков ИТ определена экспериментально в условиях стабилизированного потока непосредственно перед исследуемым МС. На практике данные условия обеспечивают выполнением следующих требований:

а) если СУ установлено на ИТ после большой емкости, то полная длина прямолинейного участка ИТ между СУ и большой емкостью должна быть не менее 30D независимо от наличия других МС, установленных между СУ и большой емкостью.

Таблица 5 — Необходимая наименьшая относительная длина прямолинейных участков ИТ между соплом

Вид МС	Наименьшая относительная длина									
	0,20		0,25		0,30		0,35		0,40	
	А ¹⁾	Б ²⁾	А ¹⁾	Б ²⁾	А ¹⁾	Б ²⁾	А ¹⁾	Б ²⁾	А ¹⁾	Б ²⁾
Для МС,										
Колено или тройник с заглушкой	10	6	10	6	10	6	12	6	14	7
Два или более колен в одной плоскости	14	7	14	7	16	8	16	8	18	9
Два или более колен в разных плоскостях	34	17	34	17	34	17	36	18	36	18
Конфузор	5	3)	5	3)	5	3)	5	3)	5	3)
Диффузор	16	8	16	8	16	8	16	8	16	8
Запорный клапан или вентиль	18	9	18	9	18	9	18	9	20	10
Шаровой кран или задвижка	12	6	12	6	12	6	12	6	12	6
Конусный кран	16	8	16	8	18	9	18	9	20	10
Симметричное резкое сужение или большая емкость	30	15	30	15	30	15	30	15	30	15
Симметричное резкое расширение	51	26	52	26	54	27	56	28	58	29
Смешивающий потоки тройник	34	17	34	17	34	17	36	18	36	18
Разветвляющий поток тройник	14	7	14	7	16	8	16	8	18	9
Затвор (заслонка)	25	13	27	14	29	15	30	15	32	16
МС неопределенного вида ⁴⁾	60	30	62	31	64	32	67	34	70	35
Для МС,										
Любой вид МС	4	2	4	2	5	2,5	5	2,5	6	3

¹⁾ В колонках А приведены значения длины, соответствующие нулевой дополнительной неопределенности
²⁾ В колонках Б приведены значения длины, соответствующие дополнительной неопределенности коэффициента
³⁾ Данные о возможности сокращения прямолинейного участка ИТ отсутствуют.
⁴⁾ Любой другой вид МС, не указанный в таблице. Необходимая минимальная длина прямолинейных участков ИТ перед СУ, поэтому для ряда МС, не включенных в таблицу, указанная длина установлена с

ИСА 1932, эллипсным соплом или соплом Вентури и МС без применения струевыпрямителя или УПП

прямолинейного участка ИТ при β , равном

0,45		0,50		0,55		0,60		0,65		0,70		0,75		0,80	
А ¹⁾	Б ²⁾	А ¹⁾	Б ²⁾	А ¹⁾	Б ²⁾	А ¹⁾	Б ²⁾	А ¹⁾	Б ²⁾	А ¹⁾	Б ²⁾	А ¹⁾	Б ²⁾	А ¹⁾	Б ²⁾

расположенных до СУ

14	7	14	7	16	8	18	9	22	11	28	14	36	18	46	23
18	9	20	10	22	11	28	13	32	16	36	18	42	21	50	25
38	19	40	20	44	22	48	24	54	27	62	31	70	35	80	40
5	3)	6	5	8	5	9	5	11	6	14	7	22	11	30	15
17	9	18	9	20	10	22	11	25	13	30	15	38	19	54	27
20	10	22	11	24	12	26	13	28	14	32	16	36	18	44	22
12	6	12	6	14	7	14	7	16	8	20	10	24	12	30	15
21	11	23	12	24	12	26	13	27	14	30	15	32	16	34	17
30	15	30	15	30	15	30	15	30	15	30	15	30	15	30	15
60	30	64	32	66	33	70	35	73	37	77	39	80	40	84	42
38	19	40	20	44	22	48	24	54	27	62	31	70	35	80	40
18	9	20	10	22	11	26	13	32	16	36	18	42	21	50	25
34	17	36	18	38	19	40	20	42	21	45	23	47	24	49	25
73	37	78	38	79	40	84	42	87	44	92	46	96	48	100	50

расположенных после СУ

6	3	6	3	6	3	7	3,5	7	3,5	7	3,5	8	4	8	4
---	---	---	---	---	---	---	-----	---	-----	---	-----	---	---	---	---

коэффициента истечения (см. 6.2.3).

истечения, равной 0,5 % (см. 6.2.4).

ИТ для МС неопределенного вида является максимальной длиной из допускаемых минимальных длин прямолинейного участка ИТ

Рекомендуется применение струевыпрямителя или УПП в случае применения коллекторных систем.

Если невозможно установить струевыпрямитель или УПП, то при определении длины прямолинейных участков ИТ коллекторных систем руководствуются следующим:

- если оси входного (распределительного) коллектора и ИТ расположены в одной плоскости, как приведено на рисунке 5а, то выход из коллектора для крайнего ИТ классифицируют как МС вида «Тройник с заглушкой», для остальных ИТ — «Разветвляющий поток тройник»;
- если оси входного (распределительного) коллектора и ИТ расположены в разных плоскостях и расстояние между коллектором и коленом соответствует указанным на рисунке 5б, то выход из коллектора и колено объединяют в одно МС, которое классифицируют как МС вида «Два и более колен в разных плоскостях»;

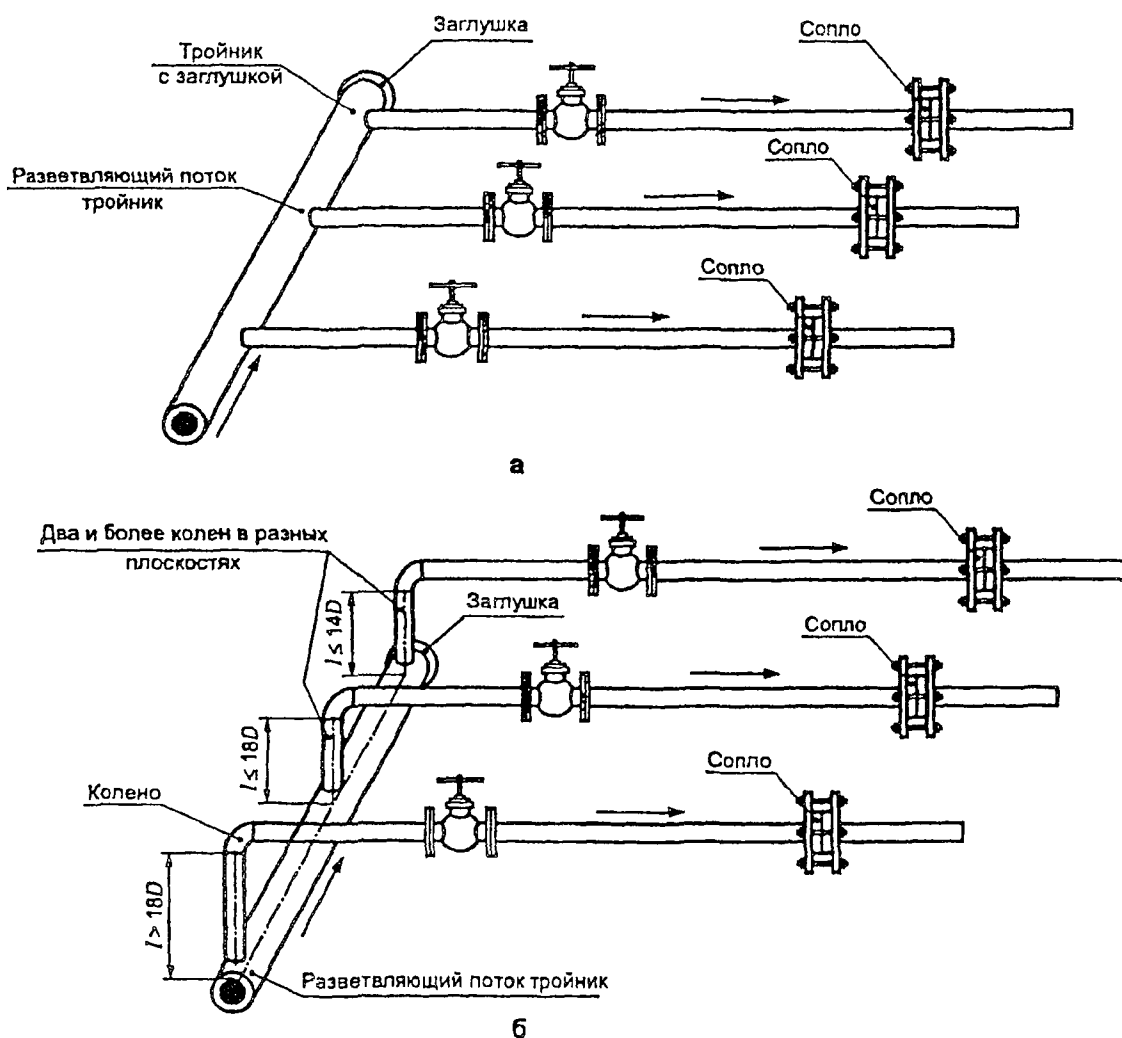


Рисунок 5 — Схемы коллектора

б) если до СУ установлено последовательно несколько МС, то следует применять следующее:

1) длину прямолинейного участка ИТ между СУ и ближайшим к нему МС определяют по 6.2.1—6.2.7;

2) между двумя ближайшими к СУ МС должен быть прямолинейный участок ИТ длиной, равной половине или более половины значения, определяемого по таблице 5 для $\beta = 0,70$ (независимо от факти-

ческого значения β) и типа МС, наиболее удаленного от СУ. При этом расстояние между МС является кратным внутреннему диаметру участка ИТ между этими МС. Если значение минимальной длины прямолинейного участка ИТ выбрано из колонки А таблицы 5, то неопределенность коэффициента истечения соответствует указанной в 5.1.7.1, 5.2.1.7 и 5.3.5.1. Если значение минимальной длины прямолинейного участка ИТ выбрано из колонки Б таблицы 5, 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 больший прямолинейный участок, то прямолинейный участок между двумя ближайшими к СУ МС определяют, как половину или более половины значения, определяемого по таблице 5 для $\beta = 0,7$ (независимо от фактического значения β) и типа третьего МС;

3) допускается частичное или полное сокращение расстояния между двумя МС, ближайшими к СУ, за счет соответствующего увеличения длины ИТ между СУ и ближайшим перед ним МС, как приведено на рисунке 6. При этом должно выполняться условие, указанное в перечислении в);

в) любое МС, состоящее из комбинации колен (см. таблицу 5), должно быть расположено на расстоянии от СУ, которое не менее требуемого между этим МС и СУ, в соответствии с таблицей 5, независимо от числа МС, находящихся между этим МС и СУ. При этом расстояние является кратным внутреннему диаметру участка ИТ, расположенным непосредственно перед СУ, и измеряется от СУ до границы группы колен (включая длины МС, находящимися между ними). Если расстояние определено по значениям, приведенным в колонке Б, 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 более одного раза исходя из требований, указанных в перечислении б) и настоящем перечислении;

г) МС, расположенные перед СУ на расстоянии, превышающем указанное в таблице 5 для «МС неопределенного вида», не учитывают.

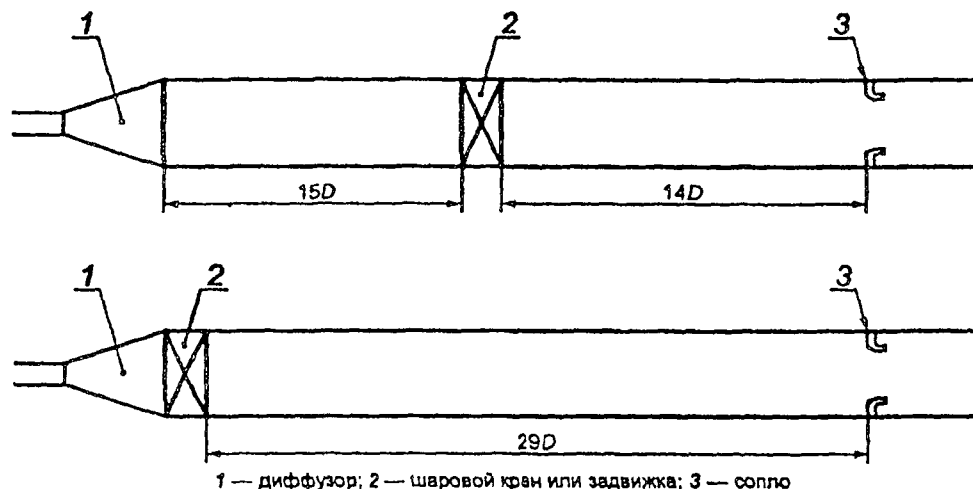


Рисунок 6 — Схема расположения шарового крана или задвижки при $\beta = 0,8$

6.2.9 На рисунке 7 приведены три примера применения требований, указанных в перечислениях б) и в) 6.2.8.

В каждом примере второе МС относительно СУ (см. рисунок 7) представляет собой МС вида «Два или более колен в разных плоскостях», а $\beta = 0,65$.

6.2.9.1 Если первое МС — шаровой кран, как приведено на рисунке 7а, то:

- длина прямолинейного участка ИТ между шаровым краном и соплом должна быть не менее $16D$ (см. таблицу 5);
- длина прямолинейного участка ИТ между МС вида «Два или более колен в разных плоскостях» и краном должна быть согласно перечислению б) 6.2.8, по крайней мере, $31D$;
- расстояние между МС вида «Два или более колен в разных плоскостях» и СУ должно быть согласно перечислению в) 6.2.8 не менее $54D$.

Если кран имеет длину $1D$, то требуется дополнительный участок $6D = 54D - 1D - 16D - 31D$, который может находиться либо до или после крана, либо частично до и после крана.

Могут также быть использованы рекомендации, указанные в перечислении в) 6.2.8, т. е. кран может быть перемещен непосредственно к группе колен при условии, что расстояние от группы колен до сопла не менее $54D$ (см. рисунок 7б).

6.2.9.2 Если первое МС является переходником (конфузором) от диаметра $2D$ к диаметру D на длине $2D$ (см. рисунок 7в), то:

- длина прямолинейного участка ИТ между конфузором и СУ должна быть не менее $11D$ (см. таблицу 5);
- длина прямолинейного участка ИТ между МС вида «Два или более колен в разных плоскостях» и переходником должна быть не менее $31 \cdot 2D$ (см. перечисление б) 6.2.8);
- расстояние между МС вида «Два колена и более в разных плоскостях» и СУ должно быть не менее $54D$ (см. перечисление в) 6.2.8).

Так как фактическое расстояние между МС вида «Два колена и более в разных плоскостях» и соплом равно $75D = 31 \cdot 2D + 2D + 11D$, в соответствии с перечислением в) 6.2.8 дополнительной длины не требуется.

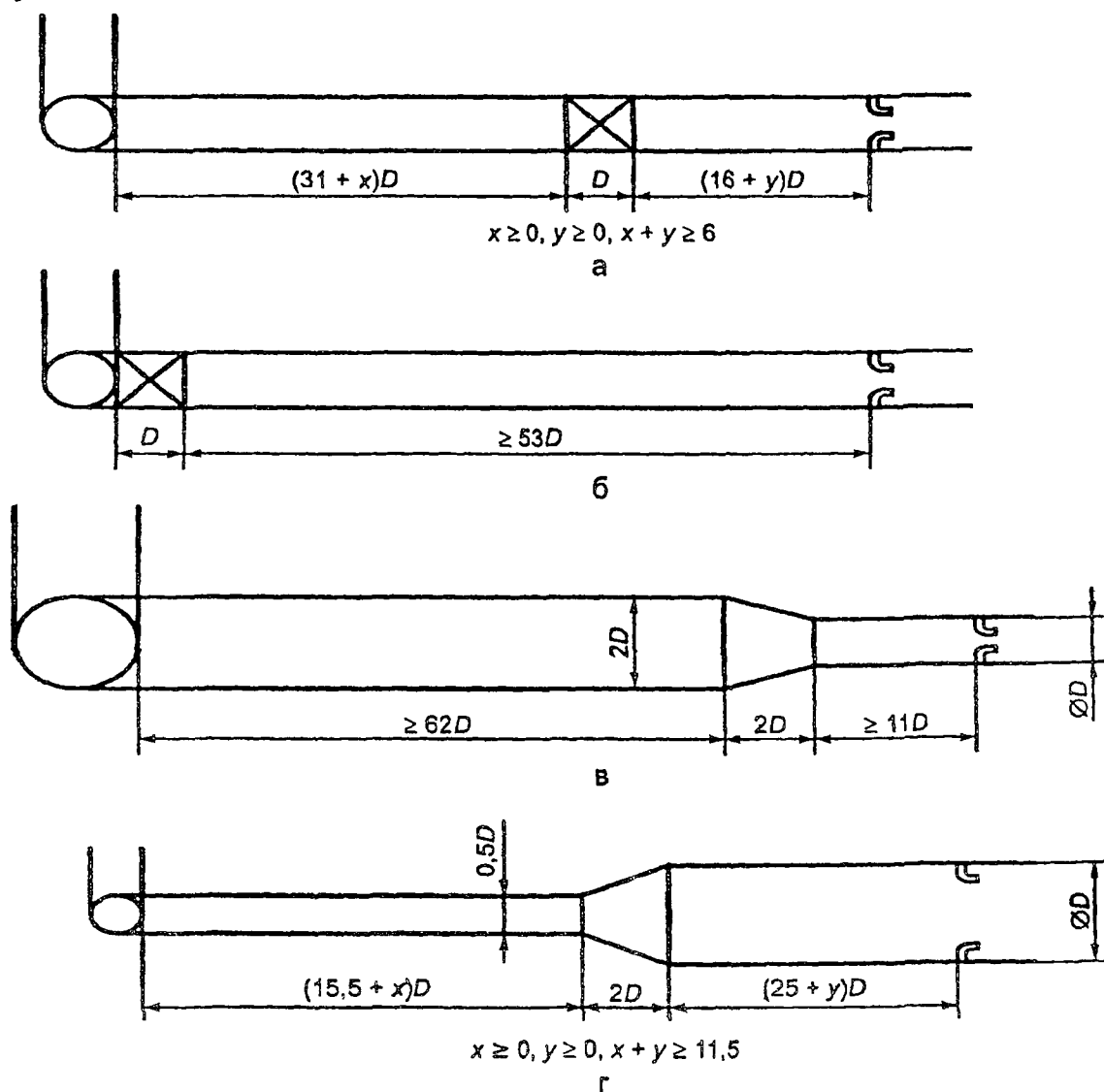


Рисунок 7 — Примеры определения необходимых длин прямолинейных участков ИТ (см. 6.2.9)

6.2.9.3 Если первое МС является переходником (диффузором) от $0,5D$ до D на длине $2D$ (см. рисунок 7г), то:

- длина прямолинейного участка ИТ между диффузором и СУ должна быть (см. таблицу 5) не менее $25D$;
- длина прямолинейного участка ИТ между МС вида «Два или более колен в разных плоскостях» и диффузором должна быть, по крайней мере, $31 \cdot 0,5D$ (см. перечисление б) 6.2.8);
- расстояние между МС вида «Два или более колен в разных плоскостях» и СУ должно быть не менее $54D$ (см. перечисление в) 6.2.8).

Таким образом, требуется дополнительный участок ИТ длиной, равной $11,5D = 54D - 2D - 25D - 31 \cdot 0,5D$, который может находиться либо до или после диффузора, либо частично до и после диффузора.

6.3 Струевыпрямители и устройства подготовки потока

Для уменьшения длины прямолинейных участков ИТ до СУ могут быть применены струевыпрямители или УПП. Допускается для измерений использовать только те виды струевыпрямителей или УПП, которые прошли испытания на соответствие требованиям ГОСТ 8.586.1 (приложение Ж). Испытания следует проводить с применением того вида сопла, которое будет применяться для измерений.

6.4 Округлость и цилиндричность измерительного трубопровода

6.4.1 На участке ИТ длиной $2D$, расположенном непосредственно перед СУ (или кольцевой камерой усреднения, если она имеется), ни одно значение диаметра в любой плоскости на данном участке не должно отличаться более чем на 0,3 % значения D , определенного в соответствии с 6.4.2.

Если на этом участке имеется сварной шов, то внутренний валик шва должен быть путем его механической обработки сточен до состояния, при котором внутренний диаметр участка ИТ, измеренный в плоскости сварного шва, будет удовлетворять установленному в этом пункте требованию.

6.4.2 Диаметр D определяют как среднеарифметическое значение результатов измерений не менее чем в трех поперечных сечениях ИТ, равномерно распределенных на отрезке $0,5D$, из которых два крайних сечения соответствуют расстояниям $0D$ и $0,5D$ от места отверстий, расположенных до СУ. Если конструкция участка сварная, то третье сечение должно быть в плоскости сварного шва.

В каждом из сечений проводят измерения не менее чем в четырех диаметральных направлениях, расположенных приблизительно под одинаковым углом друг к другу. Если используется кольцевая камера усреднения (см. рисунок 1), то измерения D выполняют на отрезке ИТ длиной $0,5D$ до входного торца корпуса камеры. При этом относительная неопределенность результата измерений, обусловленная измерительным инструментом, не должна превышать 0,1 %.

6.4.3 За пределами участка ИТ длиной $2D$, расположенного непосредственно перед СУ (или корпусом камеры усреднения, если она имеется), ИТ между СУ и первым МС может быть изготовлен из одной или нескольких секций труб.

В пределах участка ИТ, расположенного между сечениями ИТ на расстояниях $2D$ и $10D$ от СУ, разность значений диаметра смежных секций ИТ и высота уступа не должны превышать $0,003D$.

Если диаметр секции ИТ, расположенной вверх по потоку, больше диаметра секции ИТ, расположенной вниз по потоку, то за пределами участка ИТ длиной $10D$ разность значений диаметра смежных секций ИТ и высота уступа не должны превышать $0,06D$.

Если диаметр секции ИТ, расположенной вверх по потоку, не более диаметра секции ИТ, расположенной вниз по потоку, то составная конструкция ИТ не приводит к дополнительной неопределенности коэффициента истечения при выполнении следующих условий:

- за пределами участка ИТ длиной $10D$ при $\beta \leq 0,3215$ разность значений диаметра смежных секций ИТ и высота уступа не превышают $0,06D$;
- в пределах участка ИТ от $10D$ до $l = (2,39 + 54,8\beta^{1,74})D$ при $\beta > 0,3215$ разность значений диаметра смежных секций ИТ и высота уступа не превышают $0,02D$;
- за пределами участка ИТ длиной $l = (2,39 + 54,8\beta^{1,74})D$ при $\beta > 0,3215$ разность значений диаметра смежных секций ИТ и высота уступа не превышают $0,06D$.

За пределами участка ИТ длиной $10D$, расположенного непосредственно перед СУ (или корпусом камеры усреднения, если она имеется), применение прокладок между секциями допускается при условии, что их толщина не более 3,2 мм и они не выступают во внутреннюю полость ИТ.

6.4.4 Дополнительная неопределенность 0,2 % должна быть добавлена арифметически к значению неопределенности коэффициента истечения, если разность значений диаметра ΔD между смежными секциями ИТ превышает значения, указанные в 6.4.3, но удовлетворяет двум условиям:

$$\frac{\Delta D}{D} < 0,002 \left(\frac{\frac{s}{D} + 0,4}{0,1 + 23\beta^4} \right), \quad (6.2)$$

$$\frac{\Delta D}{D} < 0,05, \quad (6.3)$$

где s — расстояние от отверстий для отбора давлений или от переднего торца корпуса камеры усреднения (при ее наличии) до уступа.

6.4.5 Если $\Delta D/D$ не соответствует требованиям 6.4.4 или имеется более одного уступа (см. 6.4.3), то установку не считают соответствующей требованиям настоящего стандарта.

6.4.6 Диаметр прямолинейного участка ИТ после сопла ИСА 1932 или эллипсного сопла, полученный в результате однократного измерения в любом сечении ИТ на расстоянии не более $2D$ от входного торца СУ, не должен отличаться от D более чем на 3 %. Такая оценка может быть проведена проверкой одного диаметра прямолинейного участка ИТ.

Диаметр ИТ непосредственно после сопла Вентури должен быть не менее 90 % диаметра диффузора сопла Вентури в его выходном сечении.

6.5 Расположение сужающего устройства и камеры усреднения

6.5.1 СУ должно быть расположено в ИТ таким образом, чтобы было обеспечено течение среды от его входной торцевой части к горловине.

6.5.2 Ось СУ должна быть параллельна оси ИТ в пределах $\pm 1^\circ$.

6.5.3 Расстояние e_x между осями СУ и ИТ до и после СУ должно удовлетворять условию:

$$e_x \leq \frac{0,005D}{0,1 + 23\beta^4}.$$

6.5.4 Корпус кольцевых камер усреднения устанавливают соосно с ИТ таким образом, чтобы ни один элемент камер не выступал во внутреннюю полость ИТ.

6.6 Способ крепления и прокладки

6.6.1 Способ крепления СУ должен обеспечивать сохранение его правильного положения после фиксации в узле крепления.

Способ крепления, во избежание деформации СУ, должен предусматривать возможность его свободного теплового расширения.

6.6.2 Уплотнительные прокладки и(или) уплотнительные кольца не должны выступать во внутреннюю полость ИТ и перегораживать отверстия для отбора давления или щели камер усреднения. Они должны быть как можно тоньше с учетом необходимости выполнения условий, приведенных в 5.1.5.2 или 5.2.5.1.

6.6.3 Уплотнительные прокладки между СУ и корпусом камеры усреднения не должны выступать во внутреннюю полость камеры.

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 от 5° до 95° (см. рисунок А.1а).

А.1.2 «Два или более колен в одной плоскости» — два или более колен, оси которых лежат в одной плоскости (см. рисунки А.1б, в, г), расположенные один за другим на расстоянии $l \leq 14D$.

«Два или более колен в разных плоскостях» — два или более колен, оси которых лежат в разных плоскостях (см. рисунки А.1д, е), расположенные один за другим на расстоянии $l \leq 14D$.

А.1.3 Границей колена (группой колен) считают сечение ИТ, в котором изгиб трубопровода переходит в прямолинейный участок.

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

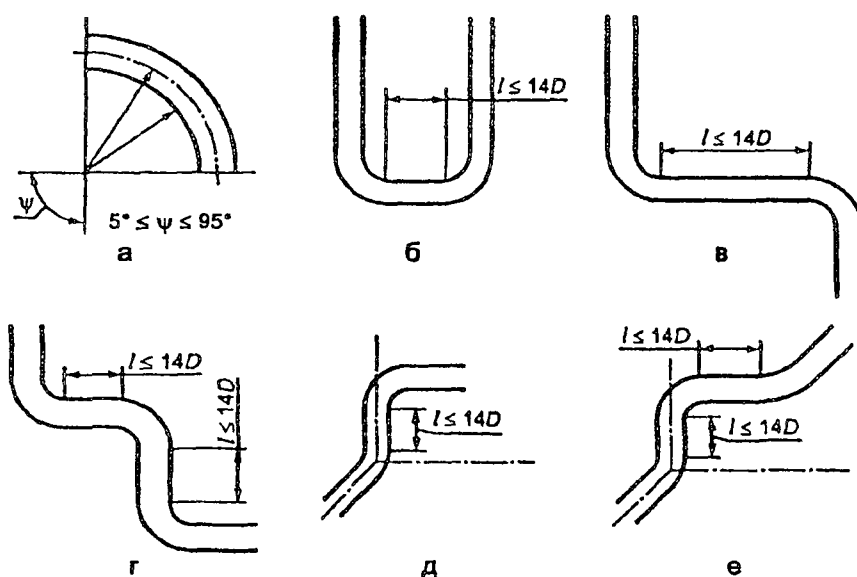


Рисунок А.1 — Колено и группы колен

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.2в, 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 трубопроводов.

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.2ж).

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.2и).

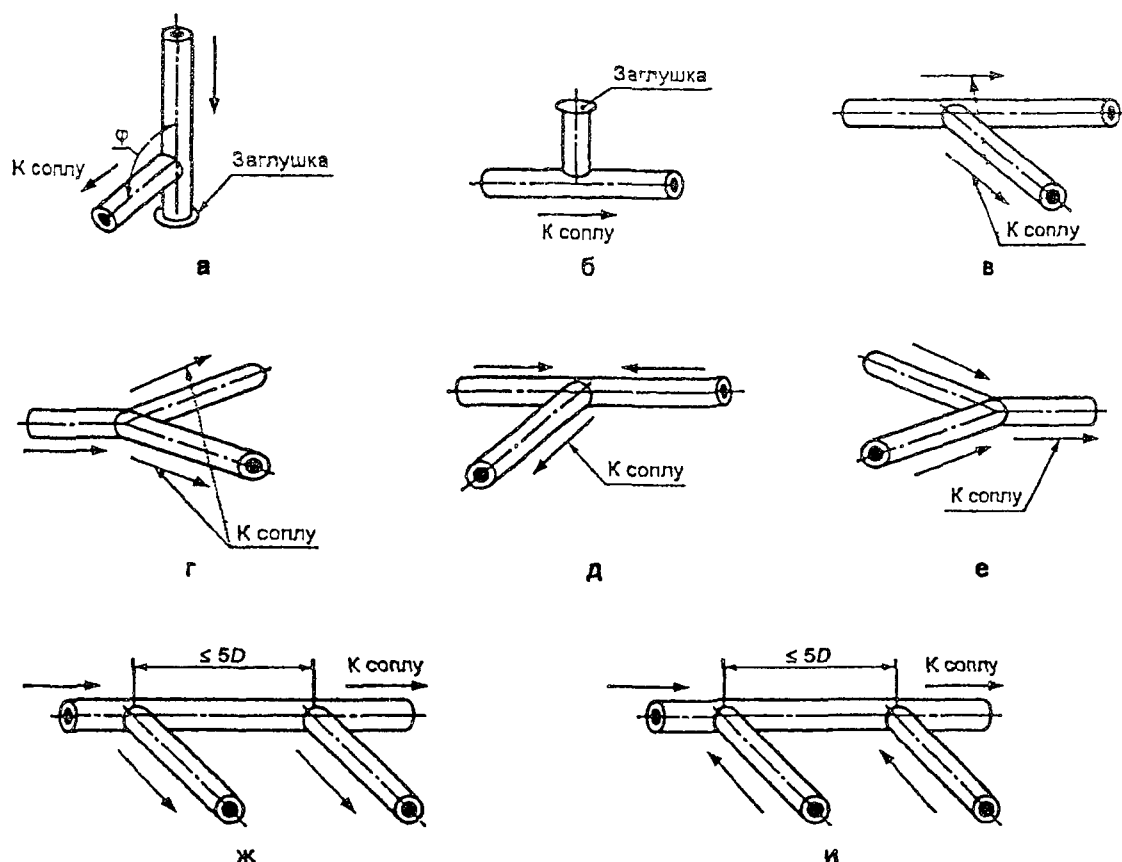


Рисунок А.2 — Тройники

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_r , которую рассчитывают как отношение разности диаметров двух прямолинейных участков трубопроводов, соединенных конусом, к длине l этого конуса по формуле

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

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

Геометрические характеристики диффузора должны удовлетворять условиям:

$$0,2 < K_r \leq 0,5; \quad (\text{А.2})$$

$$1,1 < D_2/D_1 \leq 2. \quad (\text{А.3})$$

Диффузор считают прямолинейным участком при выполнении условий:

$$0 \leq K_r \leq 0,2; \quad (\text{А.4})$$

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

При этом 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:

$$K_r > 0,5; \quad (\text{А.6})$$

$$D_2/D_1 > 1,1. \quad (\text{А.7})$$

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).

Геометрические характеристики конфузора должны удовлетворять условиям:

$$0,2 < K_r \leq 0,7; \quad (\text{А.8})$$

$$1 < D_2/D_1 \leq 2. \quad (\text{А.9})$$

Конфузор считают прямолинейным участком при выполнении условий:

$$0 \leq K_r \leq 0,2; \quad (\text{А.10})$$

$$1,0 \leq D_2/D_1 \leq 1,1. \quad (\text{А.11})$$

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

$$K_r > 0,7; \quad (\text{А.12})$$

$$D_1/D_2 > 1,1. \quad (\text{А.13})$$

А.3.5 Границей диффузора или конфузора считают сечение, в котором конус соединяется с прямолинейным участком ИТ.

А.3.6 Переходные участки ИТ рекомендуется изготавливать с криволинейной образующей в соответствии с ГОСТ 17376 с учетом требований настоящего приложения.

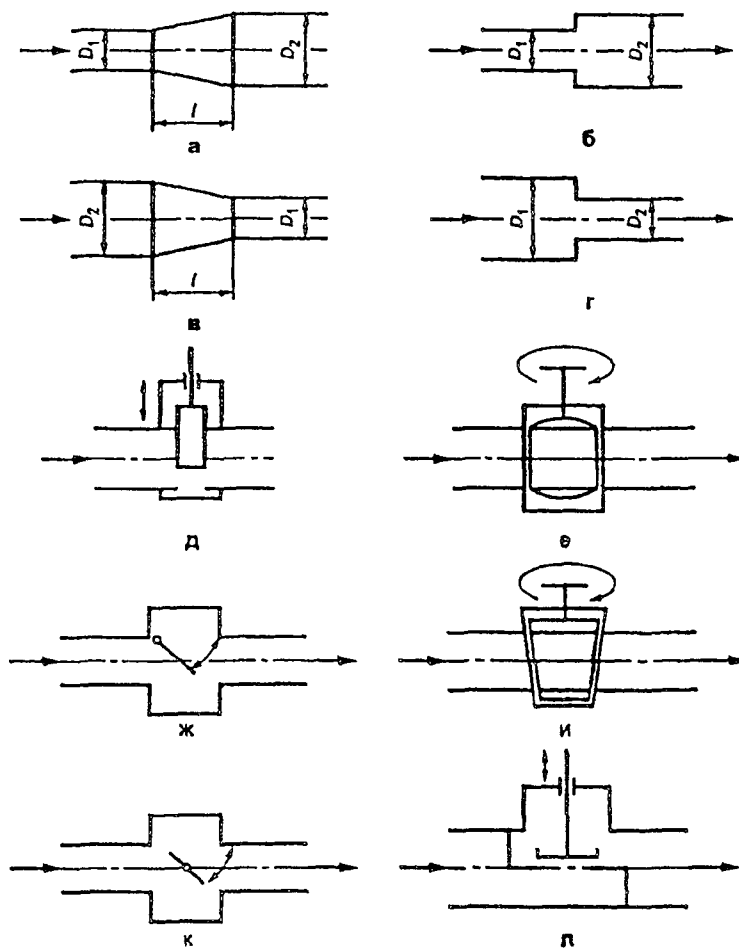


Рисунок А.3 — Переходные участки и запорная арматура

А.4 Запорная арматура

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

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

Примечание — В технической литературе часто вместо термина «клапан» используют термин «вентиль», вместо «затвор» — «заслонка».

А.4.2 Границей запорной арматуры любого типа считают место их соединения с ИТ.

А.5 Коллектор

А.5.1 Коллектор — устройство для распределения потока по нескольким направлениям или сбора потоков по нескольким направлениям в общий поток.

В большинстве случаев распределяющие и собирающие коллекторы работают совместно, образуя коллекторную систему.

Коллекторную систему применяют для обеспечения необходимой пропускной способности измерительного пункта и уменьшения неопределенности измерений расхода и количества среды. При этом распределение потока по нескольким направлениям осуществляют по ИТ, расположенным между коллекторами одинаковой конструкции.

А.5.2 Коллекторные системы подразделяют на П- и Z-образные. В П-образной системе (см. рисунки А.4а, в) потоки в коллекторах имеют противоположные направления, а в Z-образной системе (см. рисунки А.4б, г) — одинаковые направления.

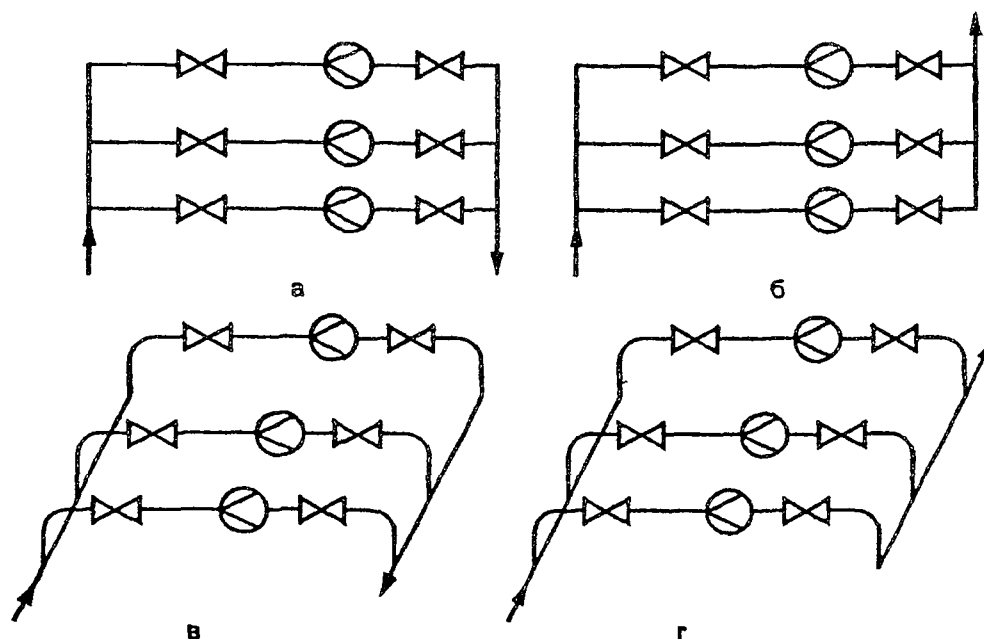


Рисунок А.4 — Схемы коллекторных систем

При одинаковой конструкции обоих коллекторов и значении коэффициента гидравлического сопротивления входного коллектора менее единицы П-образная система обеспечивает более равномерное распределение потока, чем Z-образная система. При значении коэффициента гидравлического сопротивления входного коллектора более единицы получают противоположный результат.

А.5.3 Увеличение площади сечения коллектора по сравнению с суммарной площадью сечений ИТ приводит к сужению потока на входе ИТ, а следовательно, к наименьшим искажениям профиля скоростей и более равномерному распределению потока по ИТ.

Диаметры коллекторов рекомендуется определять из условия:

$$D [0,5(n + 1)]^{0,5} \leq D_{\text{ИТ}}, \quad (\text{А.14})$$

где n — число ИТ одинаковой конструкции;

$D_{\text{ИТ}}$ — диаметр коллектора.

Рекомендуется соблюдение дополнительного условия:

$$D_R > Dn^{0.5}, \quad (\text{A.15})$$

А 5.4 Продольные оси входного (распределительного) коллектора и ИТ могут быть расположены в одной плоскости (см. рисунки А.4а, б) или в разных плоскостях (см. рисунки А.4в, г). Рекомендуется применение коллектора, расположенного в одной плоскости с ИТ.

А.6 Большая емкость

Большая емкость — емкость, перед выходным отверстием которой на длине не менее $15D$ по направлению к его оси и на длине не менее $5D$ в направлении, перпендикулярном к этой оси, нет препятствий, нарушающих движение потока (см. рисунок А.5).

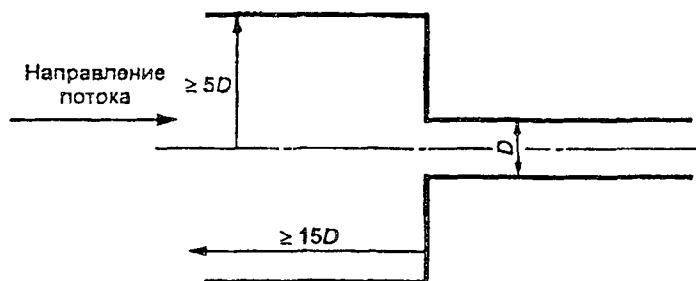


Рисунок А.5 — Схема большой емкости

МС, расположенные перед большой емкостью, не учитывают при определении необходимых длин прямолнейных участков ИТ.

А.7 Совмещенные местные сопротивления

В одно МС следует объединять тройники с коленами в случаях, указанных на рисунке А.6.

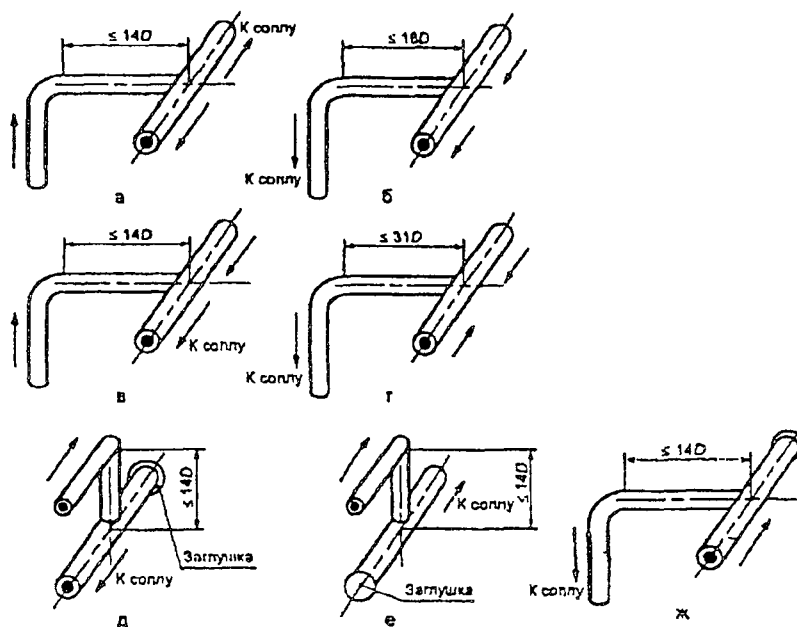


Рисунок А.6 — Местные сопротивления, которые следует объединять в одно МС

МС, приведенные на рисунках А.6а, б, в, г, ж, следует относить к МС вида «Два и более колен в разных плоскостях».

МС, приведенные на схемах д и е, классифицируют как «Два и более колен в одной плоскости»

А.8 Особенности определения длин для смешивающего потока тройника

Если перед СУ установлено МС вида «Смешивающий потоки тройник», то соответствие требованиям к длинам прямолинейных участков ИТ необходимо проверять по всем звеньям труб, образующим это местное сопротивление, например по схеме, представленной на рисунке А.7.

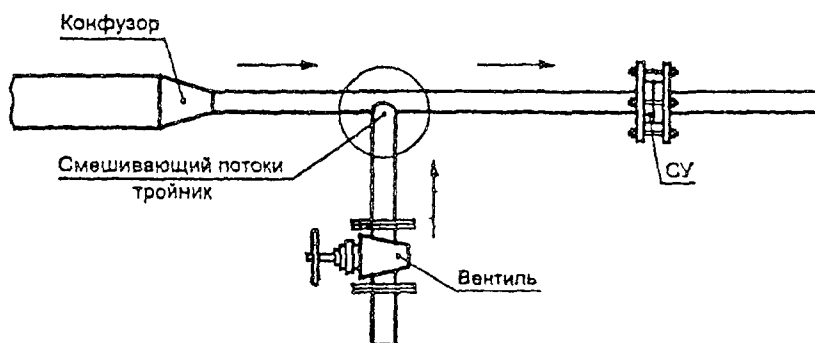


Рисунок А.7 — Схема возможной установки МС вида «Смешивающий потоки тройник»

В соответствии с таблицей 5 и требованиями 6.2.8, после вентилля необходим участок длиной $16D$, а после конфузора — $7D$. Если длины прямолинейных участков перед тройником сокращены в обоих направлениях или только в одном направлении, к неопределенности коэффициента истечения арифметически добавляют дополнительную неопределенность, равную 0,5 %.

Библиография

- | | |
|--|---|
| <p>[1] Международный стандарт
ИСО 5167-1:2003</p> <p>(International Standard
ISO 5167-1:2003)</p> | <p>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)</p> |
| <p>[2] Международный стандарт
ИСО 5167-2:2003</p> <p>(International Standard
ISO 5167-2:2003)</p> | <p>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)</p> |
| <p>[3] Международный стандарт
ИСО 5167-3:2003</p> <p>(International Standard
ISO 5167-3:2003)</p> | <p>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)</p> |
| <p>[4] Международный стандарт
ИСО 5167-4:2003</p> <p>(International Standard
ISO 5167-4:2003)</p> | <p>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)</p> |
| <p>[5] Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям /Под ред. М.О. Штейнберга. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1992. — 672 с.</p> | |

ДОДАТОК НА
ПЕРЕКЛАД ГОСТ 8.586.3–2005 (ИСО 5167-3:2003) 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	Сопла й сопла Вентурі	2
5.1	Сопло ИСА 1932	2
5.2	Еліптичне сопло	7
5.3	Сопла Вентурі	10
6	Вимоги щодо встановлення	13
6.1	Загальні положення	13
6.2	Мінімальна довжина прямолінійних ділянок вимірювальних трубопроводів	13
6.3	Струминовипрямлячі та пристрої підготовки потоку	19
6.4	Округлість і циліндричність вимірювального трубопроводу	19
6.5	Розташування звужувального пристрою й камери усереднення	20
6.6	Спосіб кріплення і прокладки	20
Додаток	А Класифікація видів місцевих опорів	21
Бібліографія	27

МІЖДЕРЖАВНИЙ СТАНДАРТ

Державна система забезпечення єдності вимірювань

Вимірювання витрати та кількості рідини й газу із застосуванням стандартних звужувальних пристроїв. Частина 3. Сопла та сопла Вентурі. Технічні умови

State system for ensuring the uniformity of measurements

Measurement of liquid and gas flow rate and quantity by means of orifice instruments. Part 3. Nozzles and Venturi nozzles. Technical requirements

Дата введення в Україні 2010-04-01

1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

Цей стандарт встановлює вимоги до геометричних характеристик і умов застосування сопел ИСА 1932, еліпсних сопел і сопел Вентурі, які встановлюють в трубопроводах круглого перерізу з метою визначення витрати та кількості рідин і газів.

Цей стандарт застосовують до сопел ИСА 1932, еліпсних сопел і сопел Вентурі. Вимоги цього стандарту застосовують разом з вимогами ГОСТ 8.586.1.

Стандарт не застосовують у разі застосування сопел ИСА 1932, еліпсних сопел і сопел Вентурі в трубопроводах з внутрішнім діаметром, меншим, ніж 0,05 м, або більшим, ніж 0,63 м, і за значень числа Рейнольдса, менших, ніж 10000.

2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

У цьому стандарті є посилання на такі міждержавні стандарти:

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 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 (ИСО 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 трубопроводна промислова. Терміни і визначення

Примітка. Користуючись цим стандартом, доцільно перевірити дію стандартів (і класифікаторів), на які є посилання, на території держави за інформаційним показником стандартів (і класифікаторів), який складено станом на 1 січня поточного року, і за відповідними інформаційними показниками, 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, заснований на створенні, за допомогою сопла ИСА 1932, або еліпсного сопла, або сопла 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 ЗП. 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:

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

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

Примітка. У міжнародному стандарті [3] поправковий коефіцієнт K_w не використовують, оскільки за цим стандартом не допускають перевищення встановлених ним норм на граничні значення шорсткості внутрішньої стінки ВТ.

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

Коефіцієнт витікання ЗП і поправковий коефіцієнт, що враховує шорсткість внутрішньої поверхні ВТ, залежать від числа Re, яке саме залежить від значення витрати середовища, тому рівняння для обчислення витрати є неявним. В цьому разі витрата може бути отримана методом ітерацій. Порядок проведення ітерацій наведено в ГОСТ 8.586.1 (додаток В) і в 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 (розділ 5).

5 СОПЛА Й СОПЛА ВЕНТУРІ

5.1 Сопло ИСА 1932

5.1.1 Загальний вигляд

На рисунку 1 показано переріз сопла ИСА 1932 в площині, яка проходить через вісь горловини. Позначення елементів і геометричних параметрів сопла ИСА 1932, наведені на рисунку 1, застосовують далі в цьому розділі.

Частина сопла, розташована в трубі, є круглою. Сопло складається із збіжної секції із закругленим профілем і циліндричної горловини.

5.1.2 Профіль сопла

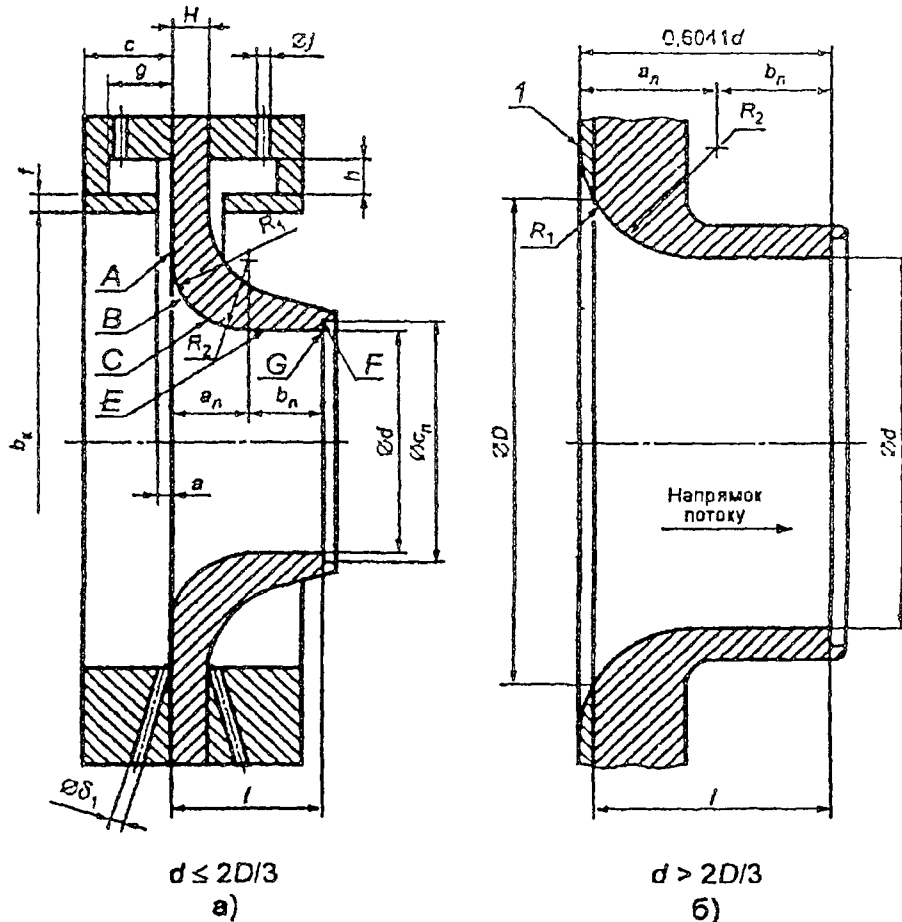
5.1.2.1 Профіль сопла (див. рисунок 1) утворений:

- вхідною торцевою площиною А, перпендикулярною до осьової лінії сопла;
- площиною збіжної частини сопла, твірною якої є лінія, що складається з дуг кіл В і С;
- внутрішньою циліндричною поверхнею горловини Е;
- внутрішньою поверхнею кільцевого виступу F, який захищає вихідний кант G від пошкодження.

5.1.2.2 Вхідну торцеву площину А обмежено колами діаметром $1,5d$ і діаметром D .

За $d = 2D/3$ радіальна ширина вхідної торцевої площини А дорівнює нулю.

За $d > 2D/3$ сопло не має плоскої частини в межах кола з діаметром D . В цьому разі сопло виготовляють так, ніби D є більшим, ніж $1,5d$, а потім відсікають частину сопла так, щоб внутрішній діаметр плоскої торцевої частини сопла дорівнював D (див. 5.1.2.7 і рисунок 1, б)).



1 – частина сопла, яку відсікають
Рисунок 1 – Сопло ИСА 1932

5.1.2.3 Дуга кола B дотикається до площини A при $d \leq 2D/3$. Радіус R_1 дорівнює $(0,2 \pm 0,02)d$ за значення $\beta < 0,5$ і $(0,2 \pm 0,006)d$ за значення $\beta \geq 0,5$. Центр цього кола є на відстані $0,2d$ від вхідного торця і на відстані $0,75d$ від осі сопла.

5.1.2.4 Дуга кола C дотикається до дуги кола B і горловини E . Її радіус R_2 дорівнює $(1/3 \pm 0,033)d$ за значення $\beta < 0,5$ і $(1/3 \pm 0,01)d$ для $\beta \geq 0,5$. Центр цього кола розташований на відстані $5d/6$ від осі сопла і на відстані $a_n = 0,3041d$ від вхідного торця A .

5.1.2.5 Горловина E має діаметр d і довжину $b_n = 0,3d$.

Діаметр d обчислюють згідно з ГОСТ 8.586.1 (рівняння 5.4). Значенням діаметра d_{20} вважають середнє значення результатів вимірювань діаметра не менше ніж в чотирьох напрямках, розташованих під однаковими (візуально контрольованими) кутами один до одного. При цьому відносна невизначеність результату вимірювання діаметра, яку вносить вимірювальний інструмент, не повинна перевищувати 0,02 %.

Горловина повинна бути циліндричною. Значення будь-якого діаметра в будь-якому поперечному перерізі горловини сопла не повинно відрізнятися від середнього значення діаметра більше ніж на 0,05 %.

5.1.2.6 Кільцевий виступ F має діаметр c_n , який дорівнює $1,06d$, і глибину не більше ніж $0,03d$.

Відношення $(c_n - d)/2$ до глибини розточування вихідного торця повинно бути не більшим, ніж 1,2.

Кант G сопла не повинен мати фаски і пошкоджень типу задирок, вм'ятин, царапин і т. ін.

5.1.2.7 Повна довжина сопла l (див. рисунок 1), виключаючи глибину F , залежно від β дорівнює:

$$\begin{cases} 0,6041d, & \text{за } 0,3 \leq \beta \leq 2/3 \text{ і} \\ \left(0,4041 + \sqrt{\frac{0,75}{\beta} - \frac{0,25}{\beta^2} - 0,5225} \right) d, & \text{за } 2/3 < \beta \leq 0,8. \end{cases}$$

5.1.2.8 Профіль збіжної частини сопла перевіряють за допомогою шаблону.

Будь-які два діаметри збіжної частини сопла, виміряні в одній площині, перпендикулярній до осі сопла, не повинні відрізнятися один від одного більше ніж на 0,1 % від їх середнього значення.

5.1.2.9 Внутрішня поверхня сопла повинна бути відполірована до $Ra \leq 10^{-4}d$.

5.1.3 Товщина і профіль зовнішньої частини сопла

5.1.3.1 Товщина H стінки сопла (див. рисунок 1) не повинна перевищувати $0,1D$.

5.1.3.2 Крім умови, поданої в 5.1.3.1, профіль і чистота оброблення поверхні зовнішньої частини сопла не регламентуються (див. 5.1.1).

5.1.4 Матеріал і виготовлення

Сопло ИСА 1932 може бути виготовлено з будь-якого матеріалу [див. ГОСТ 8.586.1 (6.1.3)] і будь-яким способом за умови, що воно відповідає наведеним вище технічним вимогам.

5.1.5 Отвори для відбирання тиску

5.1.5.1 До сопла ИСА 1932 відбирання статичного тиску виконують або за допомогою окремих отворів у стінках ВТ або фланцях, або декількох взаємно з'єднаних отворів, або за допомогою кільцевої щілини (суцільної або переривистої), виконаної в камері усереднення. В місці виходу у внутрішню порожнину ВТ отвір повинен дотикатися до поверхні A , як показано на рисунку 1.

Якщо застосовують одинарні отвори, як показано на рисунку 1, то осьові лінії отворів повинні перетинатися з віссю труби під кутом, якомога ближчим до 90° .

Діаметр δ_1 (див. рисунок 1, а)) окремого отвору або ширини кільцевих щілин a (див. рисунок 1, а)) визначають з умов:

$$\begin{aligned} 0,005D \leq (a \text{ або } \delta_1) \leq 0,03D, & \text{ за } \beta \leq 0,65; \\ 0,01D \leq (a \text{ або } \delta_1) \leq 0,02D, & \text{ за } \beta > 0,65. \end{aligned}$$

Незалежно від значення β , δ_1 і a повинні задовольняти такі умови:

- для чистих рідин: $1 \text{ мм} \leq (a \text{ або } \delta_1) \leq 10 \text{ мм}$;
- для пари, у разі застосування кільцевих камер усереднення: $1 \text{ мм} \leq a \leq 10 \text{ мм}$;
- для пари і для зріджених газів, у разі застосування окремого отвору: $4 \text{ мм} \leq \delta_1 \leq 10 \text{ мм}$.

Вибираючи значення δ_1 або a із зазначених діапазонів, враховують необхідність виключення випадкового засмічення отвору або щілини.

Якщо отвори для відбирання тиску виконано у вигляді переривистої щілини, то камера усереднення повинна з'єднуватися з внутрішньою порожниною ВТ не менше ніж чотирма отворами, осі яких знаходяться під однаковими кутами одна до одної, а площа кожного отвору повинна бути не меншою, ніж 12 мм^2 .

Внутрішній діаметр корпусу камери усереднення b_x (див. рисунок 1) і її довжина s до сопла ИСА 1932 повинні задовольняти умову

$$\frac{100s(b_x - D)}{D^2} \leq \frac{0,1}{0,1 + 2,3\beta^4}.$$

При цьому внутрішній діаметр корпусу камери b_x повинен бути в межах від D до $1,04D$, а значення довжини корпусу кільцевої камери s (див. рисунок 1) повинно бути не більшим, ніж $0,65D$.

Товщина f стінки корпусу камери (див. рисунок 1) повинна бути не меншою, ніж $2a$. Площа перерізу камери gh повинна бути не меншою, ніж половина загальної площі щілини, яка з'єднує цю камеру з внутрішньою порожниною ВТ.

Всі поверхні корпусу камери, що перебувають у контакті з середовищем, повинні бути чистими.

Отвори для відбирання тиску і передачі його на відповідні ЗВ виконують у стінці корпусу камери. Отвір повинен мати круглий переріз діаметром в межах від 4 мм до 10 мм.

5.1.5.2 Після сопла ИСА 1932 отвори для відбирання статичного тиску виконують відповідно до вимог 5.1.5.1.

Камера усереднення, яку розміщено після сопла, може бути несиметричною до камери усереднення до сопла, але повинна відповідати вимогам, наведеним в 5.1.5.1.

Допускають для відбирання статичного тиску після сопла ИСА 1932 застосовувати окремі отвори, осі яких розташовано на відстані l від поверхні А:

$$l \leq 0,15 D \text{ — для } \beta \leq 0,67;$$

$$l \leq 0,20 D \text{ — для } \beta > 0,67.$$

Під час вимірювання відстані l враховують товщину прокладок і/або матеріалу ущільнювача.

Осі отвору для відбирання тиску і ВТ повинні перетинатися під прямим кутом в межах $\pm 3^\circ$.

Канти отвору в місці виходу в ВТ повинні бути на одному рівні з внутрішньою поверхнею ВТ і наскільки можливо гострими. Для ліквідації задирок на внутрішньому канті отвору допускають його притуплення радіусом, не більшим за одну десяту від діаметра отвору.

Не допускають нерівності на поверхні і кантах отворів, а також поверхні ВТ поблизу отворів. Відповідність отворів для відбирання тиску вищенаведеним вимогам може бути встановлена зовнішнім оглядом.

Діаметр отворів для відбирання тиску повинен бути не більшим, ніж $0,13D$, і не більшим, ніж 13 мм. Вибираючи діаметр отвору, враховують необхідність виключення його випадкового засмічення. Отвори до сопла і після нього повинні мати однаковий діаметр з допустимим відхилом, не більшим, ніж 0,1 мм.

Одинарний отвір повинен бути круглим і циліндричним на глибині не менше ніж 2,5 діаметрів цього отвору. Глибину отвору вимірюють від внутрішньої стінки ВТ.

Осі отворів для відбирання тиску до сопла і після нього може бути розташовано в різних осевих площинах, які проходять через вісь ВТ.

5.1.6 Коефіцієнти сопел ИСА 1932

5.1.6.1 Межі застосування

Сопла ИСА 1932 застосовують за таких умов:

$$0,05 \text{ м} \leq D \leq 0,50 \text{ м},$$

$$0,3 \leq \beta \leq 0,8,$$

$$7 \cdot 10^4 \leq Re \leq 10^7, \text{ за } 0,30 \leq \beta < 0,44;$$

$$2 \cdot 10^4 \leq Re \leq 10^7, \text{ за } 0,44 \leq \beta \leq 0,80.$$

5.1.6.2 Коефіцієнт витікання

Коефіцієнт витікання сопел ИСА 1932 обчислюють за формулою:

$$C = 0,99 - 0,2262 \cdot \beta^{4,1} - (0,00175 \cdot \beta^2 - 0,0033 \cdot \beta^{4,15}) \cdot \left(\frac{10^6}{Re} \right)^{1,15}. \quad (5.1)$$

5.1.6.3 Коефіцієнт розширення

Коефіцієнт розширення сопел ИСА 1932 обчислюють за формулою:

$$\varepsilon = \sqrt{\left(\frac{\kappa \tau^{2/\kappa}}{\kappa - 1} \right) \cdot \left(\frac{1 - \beta^4}{1 - \beta^4 \tau^{2/\kappa}} \right) \cdot \left(\frac{1 - \tau^{(\kappa-1)/\kappa}}{1 - \tau} \right)}, \quad (5.2)$$

де $\tau = 1 - \Delta p/p$.

Рівняння (5.2) можна застосовувати тільки для значень β , D і Re , наведених в 5.1.6.1, за $\Delta p/p \leq 0,25$.

5.1.6.4 Поправковий коефіцієнт, який враховує шорсткість внутрішньої поверхні вимірювального трубопроводу

Якщо значення середнього арифметичного відхилення профілю шорсткості Ra на ділянці ВТ завдовжки не менше ніж $10D$ до сопла є не більшим за значення, наведене в таблиці 1, то поправковий коефіцієнт $K_{ш}$ вважають таким, що дорівнює одиниці.

Таблиця 1 – Значення відносної шорсткості ВТ для сопел ИСА 1932, перевищення яких потребує обчислення $K_{ш}$

β	$\leq 0,35$	0,36	0,38	0,40	0,42	0,44	0,46	0,48	0,50	0,60	0,70	0,77	0,80
$10^4 Ra/D$	8,0	5,9	4,3	3,4	2,8	2,4	2,1	1,9	1,8	1,4	1,3	1,2	1,2

Примітка. Визначення Ra – згідно з ГОСТ 8.586.1 (7.1.5).

Для проміжних значень β , не наведених в таблиці 1, Ra визначають лінійною інтерполяцією табличних даних за формулою:

$$10^4 Ra/D = \frac{Ra_1^* - Ra_2^*}{\beta_1 - \beta_2} (\beta - \beta_2) + Ra_2^*,$$

де β_1, Ra_1^* – найближче більше до β значення відносного діаметра сопла і відповідне йому значення $10^4 Ra/D$, наведені в таблиці 1;

β_2, Ra_2^* – найближче менше до β значення відносного діаметра сопла і відповідне йому значення $10^4 Ra/D$, наведені в таблиці 1.

Якщо значення середнього арифметичного відхилення профілю шорсткості Ra перевищує значення, наведене в таблиці 1, а значення еквівалентної шорсткості $R_{ш}$ є не більшим, ніж $30D/10^4$, то поправковий коефіцієнт $K_{ш}$ обчислюють за формулою:

$$K_{ш} = 1 + A_{Re} \beta^4 \left[0,045 \lg \left(\frac{R_{ш}}{D} 10^4 \right) - 0,025 \right], \quad (5.3)$$

де

$$A_{Re} = 1 - \frac{[\lg(Re) - 6]^2}{4}, \quad \text{при } 10^4 < Re < 10^6;$$

$$A_{Re} = 1, \quad \text{при } Re \geq 10^6;$$

$R_{ш}$ – еквівалентна шорсткість, яку визначають відповідно до ГОСТ 8.586.1 (7.1.5).

5.1.7 Невизначеності коефіцієнтів**5.1.7.1 Невизначеність коефіцієнта витікання**

Невизначеність коефіцієнта витікання сопел ИСА 1932 за умови, що невизначеності β і Re дорівнюють нулю, має значення:

$$U'_{C_0} = 0,8 \quad \text{для } \beta \leq 0,6;$$

$$U'_{C_0} = (2\beta - 0,4) \quad \text{для } \beta > 0,6.$$

5.1.7.2 Невизначеність коефіцієнта розширення

Невизначеність коефіцієнта розширення сопел ИСА 1932 за умови, що невизначеності β , $\Delta p/p$ і k дорівнюють нулю, має значення

$$U'_{\epsilon_0} = 2\Delta p/p.$$

5.1.7.3 Невизначеність поправкового коефіцієнта, який враховує шорсткість внутрішньої поверхні вимірювального трубопроводу

Невизначеність поправкового коефіцієнта $K_{ш}$ для сопел ИСА 1932 має значення

$$U'_{K_{ш}} = \left| \frac{K_{ш} - 1}{K_{ш}} \right| U'_{R_{ш}}, \quad \text{за } K_{ш} > 1;$$

$$U'_{K_w} = 0, \quad \text{за } K_w = 1,$$

де U'_{R_w} – невизначеність результату визначення R_w .

У разі визначення R_w з ГОСТ 8.586.1 (таблиця Д.1 додаток Д) невизначеність U'_{R_w} вважають такою, що дорівнює значенню, наведеному в цій таблиці.

У разі визначення R_w за рівнянням Коулбрука–Уайта [див. ГОСТ 8.586.1) (формула 7.1)] невизначеність U'_{R_w} встановлюють на основі норми невизначеності результатів вимірювань R_w застосованої методики виконання вимірювань.

5.1.8 Втрати тиску

Втрати тиску на соплі ИСА 1932 обчислюють за формулою:

$$\Delta p = \frac{\sqrt{1-\beta^4(1-K_w^2C^2)}-K_wC\beta^2}{\sqrt{1-\beta^4(1-K_w^2C^2)}+K_wC\beta^2} \Delta p. \quad (5.4)$$

Втрата тиску відповідає різниці значень статичного тиску, виміряного на відстані приблизно $1D$ до сопла і $6D$ після нього.

Коефіцієнт гідравлічного опору для сопла обчислюють за формулою:

$$\xi = \left(\frac{\sqrt{1-\beta^4(1-K_w^2C^2)}}{K_wC\beta^2} - 1 \right)^2. \quad (5.5)$$

5.2 Еліпсне сопло

5.2.1 Загальний вигляд

Існують два види еліпсних сопел, які відрізняються вимогами до виготовлення їх внутрішньої профільної частини:

- сопла з великим відносним діаметром горловини ($0,25 \leq \beta \leq 0,8$);
- сопла з малим відносним діаметром горловини ($0,20 \leq \beta \leq 0,5$).

Для значення β від 0,25 до 0,5 профільну частину сопла можна виготовляти за вимогами до сопел як з великим, так і з малим відносним діаметром горловини.

На рисунку 2 показано переріз еліпсного сопла в площині, що проходить через вісь горловини. Позначення елементів і геометричних параметрів еліпсного сопла, наведені на рисунку 2, застосовують далі в цьому розділі.

Обидва види еліпсних сопел складаються із збіжного входу, який має в осьовому перерізі форму дуги в «чверть еліпса», і циліндричної горловини.

Частина сопла, розташована всередині ВТ, повинна бути круглою.

5.2.2 Профіль еліпсного сопла з великим відносним діаметром горловини

5.2.2.1 Профіль сопла (див. рисунок 2) утворено:

- збіжною частиною сопла А;
- внутрішньою циліндричною поверхнею горловини В;
- поверхнею вихідного торця сопла С.

5.2.2.2 Внутрішній контур збіжної частини сопла А в осьовому перерізі має форму дуги в «чверть еліпса».

Центр еліпса розташований на відстані $D/2$ від осі сопла. Більший радіус еліпса є паралельним до осі сопла і дорівнює $D/2$. Найменший радіус еліпса дорівнює $(D - d)/2$.

Профіль збіжної частини сопла А перевіряють за допомогою шаблону.

Будь-які два діаметри збіжної частини сопла, виміряні в одній площині, перпендикулярній до осі сопла, не повинні відрізнятися одне від одного більше ніж на 0,1 % від їх середнього значення.

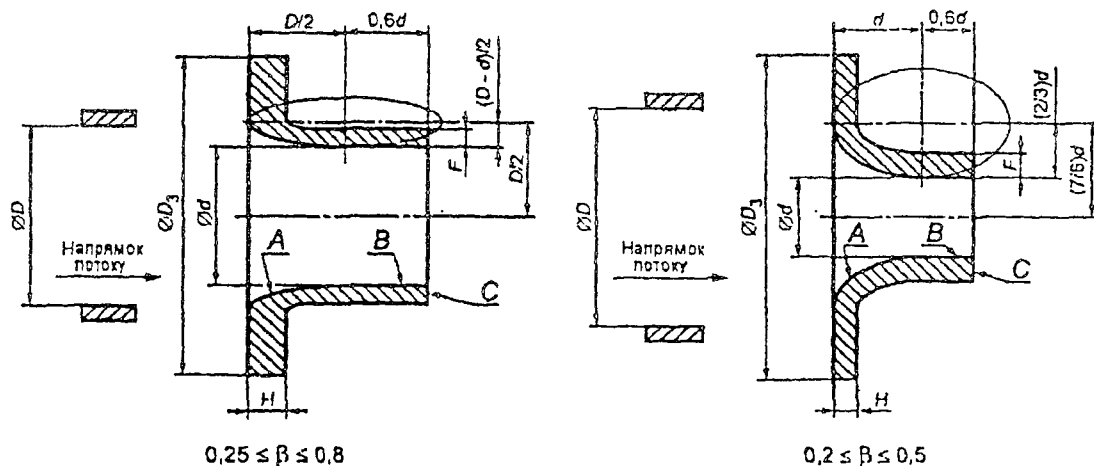


Рисунок 2 – Еліпсне сопло

5.2.2.3 Горловина *B* має діаметр *d* і довжину $0,6d$.

Діаметр *d* обчислюють згідно з ГОСТ 8.586.1 (формула 5.4). За значення діаметра d_{20} приймають середнє значення результатів вимірювань діаметра не менше ніж у чотирьох напрямках, розташованих під рівними (візуально контрольованими) кутами один до одного. При цьому відносна невизначеність результату вимірювання діаметра, що вноситься вимірювальним інструментом, не повинна перевищувати 0,02 %.

Горловина повинна бути циліндричною. Значення будь-якого діаметра в будь-якому поперечному перерізі горловини сопла не повинно відрізнятися від середнього значення діаметра більше ніж на 0,05 %.

5.2.2.4 Відстань між стінкою *BT* і зовнішньою лицьовою стороною горловини повинна бути не меншою, ніж 3 мм.

5.2.2.5 Товщина *H* повинна бути не меншою, ніж 3 мм, і не більшою, ніж $0,15D$. Товщина стінки горловини *F* повинна бути не меншою, ніж 3 мм при $D > 65$ мм. Якщо $D \leq 65$ мм, то *F* повинно бути не меншим, ніж 2 мм, і достатнім для запобігання деформації сопла.

5.2.2.6 Внутрішня поверхня сопла повинна бути відполірована до $Ra \leq 10^{-4}$.

5.2.2.7 Форму зовнішньої частини сопла і чистоту її оброблення не регламентують, але слід забезпечувати виконання вимог, викладених в 5.2.2.4, 5.2.2.5 і в останньому абзаці 5.2.1.

5.2.3 Профіль еліпсного сопла з малим відносним діаметром горловини

5.2.3.1 Вимоги, наведені в 5.2.2 для сопла з великим відносним діаметром горловини, треба застосовувати також до сопла з малим відносним діаметром горловини, за винятком вимог до форми еліпса, які наведено в 5.2.3.2.

5.2.3.2 Збіжна частина *A* сопла має форму чвертини еліпса. Центр еліпса знаходиться на відстані $(7/6)d$ від осі сопла. Більший діаметр еліпса є паралельним до осі сопла. Значення більшого радіуса еліпса дорівнює *d*. Значення меншого радіуса еліпса дорівнює $(2/3)d$.

5.2.4 Матеріал і виготовлення

Еліпсне сопло виготовляють з будь-якого матеріалу [див. ГОСТ 8.586.1 (6.1.2)], будь-яким способом, за умови, що воно відповідає наведеним вище технічним вимогам.

5.2.5 Отвори для відбирання тиску

5.2.5.1 Відбирання статичного тиску до еліпсного сопла і після нього виконують за допомогою або окремих отворів, або декількох взаємно з'єднаних отворів.

Отвір для відбирання тиску до сопла розташовують так, щоб вісь отвору була від вхідної торцевої поверхні сопла на відстані $D_{-0,1D}^{+0,2D}$.

Вісь отвору для відбирання тиску після сопла повинна бути на відстані $(0,50 \pm 0,01)D$ від вхідної торцевої поверхні сопла. Якщо збіжну частину *A* сопла виготовлено відповідно до вимог 5.2.3.2, то за $\beta < 0,3188$ вісь отвору розташовують від вхідної торцевої поверхні сопла на відстані $1,6d_{-0,02D}^{+0}$.

Під час вимірювання відстані між віссю отвору і вхідною торцевою поверхнею сопла враховують товщину прокладок і/або матеріалу ущільнювача.

5.2.5.2 Осі отвору для відбирання тиску і ВТ повинні перетинатися під прямим кутом у межах $\pm 3^\circ$.

У місці виходу в ВТ отвір повинен мати круглий переріз. Канти отвору повинні бути на одному рівні з внутрішньою поверхнею ВТ. Для ліквідації задирок на канти отвору допускається її притуплення радіусом, не більшим, ніж одна десята діаметра отвору.

Не допускаються будь-які нерівності на поверхні отвору і на внутрішній поверхні ВТ поблизу отвору. Відповідність отворів для відбирання тиску вищенаведеним вимогам може бути встановлена зовнішнім оглядом.

Діаметр отворів для відбирання тиску повинен бути не більшим, ніж $0,13D$, і не більшим, ніж 13 мм. Вибираючи діаметр отвору, враховують необхідність виключення його випадкового засмічення.

Отвори, які розташовані до і після сопла, повинні мати однаковий діаметр з допустимим відхилом не більше ніж 0,1 мм.

Отвір повинен бути круглим і циліндричним на глибині не менше ніж 2,5 внутрішніх діаметрів цього отвору.

Осі отворів для відбирання тиску до і після сопла може бути розташовано в різних осьових площинах, які проходять через вісь ВТ.

5.2.6 Коефіцієнти еліпсних сопел

5.2.6.1 Межі застосування

Еліпсні сопла застосовують за таких умов:

$$0,05 \text{ м} \leq D \leq 0,63 \text{ м};$$

$$0,2 \leq \beta \leq 0,8;$$

$$10^4 \leq Re \leq 10^7;$$

$$Ra/D \leq 3,2 \cdot 10^{-4}.$$

Ra визначають відповідно до вимог, викладених в ГОСТ 8.586.1 (7.1.5).

5.2.6.2 Коефіцієнт витікання

Коефіцієнт витікання еліпсних сопел з великим і малим відносним діаметром обчислюють за формулою:

$$C = 0,9965 - 0,00653 \sqrt{\frac{10^6 \beta}{Re}}. \quad (5.6)$$

5.2.6.3 Коефіцієнт розширення

Коефіцієнт розширення еліпсних сопел визначають за 5.1.6.3.

5.2.6.4 Поправковий коефіцієнт, який враховує шорсткість внутрішньої поверхні вимірювального трубопроводу

За $Ra/D \leq 3,2 \cdot 10^{-4}$ поправковий коефіцієнт $K_{ш}$ для еліпсних сопел дорівнює одиниці.

5.2.7 Невизначеності коефіцієнтів

5.2.7.1 Невизначеність коефіцієнта витікання

Невизначеність коефіцієнта витікання U'_{C_e} еліпсних сопел за умови що невизначеності β і Re дорівнюють нулю, має значення 2,0 % для всіх значень β від 0,2 до 0,8.

5.2.7.2 Невизначеність коефіцієнта розширення

Невизначеність коефіцієнта розширення еліпсних сопел обчислюють за формулою:

$$U'_{\epsilon_0} = 2\Delta p / p.$$

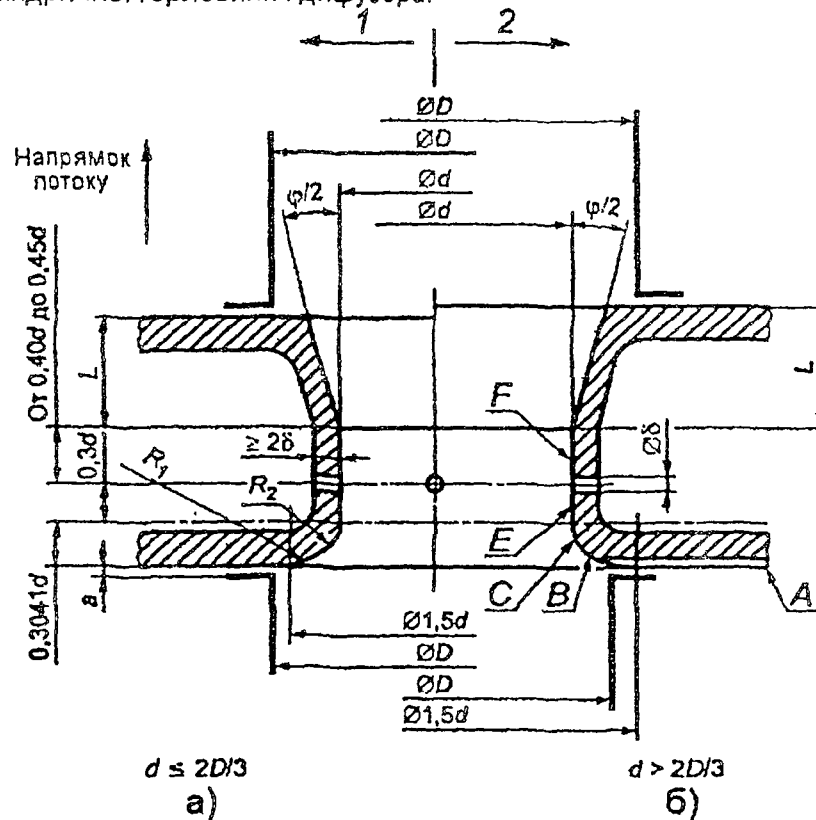
5.2.8 Втрати тиску

Втрати тиску на еліпсному соплі визначають відповідно до 5.1.8.

5.3 Сопла Вентурі

5.3.1 Загальний вигляд

5.3.1.1 Профіль сопла Вентурі показано на рисунку 3. Він складається з вхідної торцевої поверхні, перпендикулярної до осьової лінії сопла, збіжної частини із заокругленим профілем, циліндричної горловини і дифузора.



1 – вкорочене сопло Вентурі; 2 – невикорочене сопло Вентурі

Рисунок 3 – Сопло Вентурі

5.3.1.2 Вхідна торцева поверхня і збіжна частина сопла Вентурі є аналогічними до торцевої поверхні і збіжної частини сопла ИСА 1932 (див. рисунок 1).

5.3.1.3 Вхідну торцеву площину А обмежено колами діаметром $1,5d$ і діаметром D .

За $d = 2D/3$, радіальна ширина цієї плоскої частини сопла дорівнює нулю.

За $d > 2D/3$ сопло не має плоскої частини в межах кола з діаметром D . В цьому випадку сопло виготовляють так, ніби D є більшим, ніж $1,5d$, а потім відтинають частину сопла так, щоб плоска торцева частина сопла мала внутрішній діаметр, який дорівнює D (див. 5.1.2.7 і рисунок 1, б)).

5.3.1.4 Дуга кола В дотикається до площини А за $d < 2D/3$. Радіус R_1 дорівнює $(0,2 \pm 0,02)d$ за $\beta < 0,5$ і $(0,2 \pm 0,006)d$ за $\beta \geq 0,5$. Центр цього кола знаходиться на відстані $0,2d$ від вхідного торця і на відстані $0,75d$ від осі сопла.

5.3.1.5 Дуга кола С дотикається до дуги кола В і горловини Е. Його радіус R_2 дорівнює $(1/3 \pm 0,033)d$ за $\beta < 0,5$ і $(1/3 \pm 0,01)d$ за $\beta \geq 0,5$. Центр цього кола розташований на відстані $5d/6$ від осі сопла і на відстані $a_n = 0,3041d$ від вхідного торця А.

5.3.1.6 Горловина (див. рисунок 3) складається з частини Е завдовжки $0,3d$ і частини F завдовжки від $0,4d$ до $0,45d$.

Діаметр d обчислюють згідно з ГОСТ 8.586.1 (рівняння 5.4). Значенням діаметра d_{20} вважають середнє значення результатів вимірювань діаметра не менше ніж в чотирьох напрямках, розташованих під однаковими (візуально контрольованими) кутами один до одного. При цьому відносна невизначеність результату вимірювання діаметра, що вноситься вимірювальним інструментом, не повинна перевищувати 0,02 %.

Горловина повинна бути циліндричною. Значення будь-якого діаметра в будь-якому поперечному перерізі горловини сопла не повинно відрізнятися від середнього значення діаметра більше ніж на 0,05 %.

5.3.1.7 Дифузор (див. рисунок 3) повинен бути з'єднаний з частиною *F* горловини без радіусного спряження. Задирки повинні бути зняті.

Кут конусності ϕ (див. рисунок 3) дифузора повинен бути не більшим, ніж 30° .

5.3.1.8 Сопло Вентурі може бути вкороченим, якщо вихідний діаметр дифузора є меншим, ніж *D*. Дифузор може бути вкорочено на 35 % його довжини.

5.3.1.9 Чистота оброблення внутрішньої поверхні сопла Вентурі повинна задовольняти умову:

$$Ra < 10^{-4}d.$$

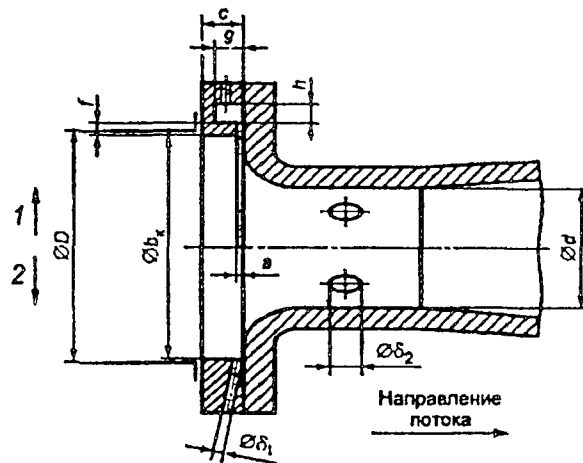
5.3.2 Матеріал та виготовлення

Сопло Вентурі виготовляють з будь-якого матеріалу [див. ГОСТ 8.586.1 (6.1.2)], будь-яким способом, за умови, що воно відповідає встановленим технічним вимогам.

5.3.3 Отвори для відбирання тиску

5.3.3.1 Положення отворів для відбирання тиску

Способи відбирання тиску, які використовують для сопел Вентурі, показано на рисунку 4.



1 – з кільцевою щілиною; 2 – з окремим отвором

Рисунок 4 – Способи відбирання тиску, які застосовують для сопел Вентурі

У разі застосування окремого отвору або декількох взаємно з'єднаних отворів їх осі може бути розташовано в будь-яких осьових площинах ВТ, рівномірно розподілених по периметру ВТ. Проте, з метою захисту отворів від забруднення і попадання в них рідких крапельок або газових бульбашок, необхідно уникати розташування отворів у верхній і нижній частинах труби.

5.3.3.2 Відбирання тиску до сопла Вентурі

Отвори для відбирання тиску до сопла Вентурі виконують аналогічно до тих, які застосовують для сопла ІСА 1932, як наведено в 5.1.5.1.

5.3.3.3 Відбирання тиску в горловині сопла Вентурі

Відбирання тиску 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'єзометричного кільця. Отворів повинно бути не менше ніж чотири. Застосування для відбирання тиску суцільних кільцевих щілин або рівномірно розподілених по горловині сопла пазів не допускається.

Осі отворів повинні перетинати вісь сопла, утворювати між собою однакові кути і розташовуватися в площині, перпендикулярній до осі сопла.

У місці виходу у ВТ отвір повинен мати круглий переріз. Канти отвору повинні бути на одному рівні з внутрішньою поверхнею ВТ і наскільки можливо гострими. Для ліквідації задирок на внутрішньому канті отвору допускається його притуплення радіусом, не більшим, ніж одна десята діаметра отвору.

Не допускають будь-які нерівності на поверхні отвору і внутрішній поверхні ВТ поблизу отворів. Відповідність отворів встановленим вимогам перевіряють візуально.

Діаметр d_2 отвору для відбирання тиску в горловині сопла Вентурі (див. рисунок 4) повинен бути не більшим, ніж $0,04d$, і бути в межах від 2 до 10 мм.

Отвір повинен бути круглим і циліндричним на глибині, не менше 2,5 внутрішніх діаметрів цього отвору.

5.3.4 Коефіцієнти сопел Вентурі

5.3.4.1 Межі застосування

Сопла Вентурі застосовують за таких умов:

$$0,065 \text{ м} \leq D \leq 0,500;$$

$$d \geq 0,05 \text{ м};$$

$$0,316 \leq \beta \leq 0,775;$$

$$1,5 \cdot 10^5 \leq Re \leq 2 \cdot 10^6.$$

5.3.4.2 Коефіцієнт витікання

Коефіцієнт витікання сопла Вентурі обчислюють за формулою

$$C = 0,9858 - 0,196 \beta^{4,5}. \quad (5.7)$$

Примітка. Коефіцієнт витікання сопел Вентурі не залежить від числа Re .

5.3.4.3 Коефіцієнт розширення

Коефіцієнт розширення сопел Вентурі визначають за 5.1.6.3.

5.3.4.4 Поправковий коефіцієнт, який враховує шорсткість внутрішньої поверхні вимірювального трубопроводу

Поправковий коефіцієнт $K_{\text{ш}}$ для сопел Вентурі визначають за 5.1.6.4.

5.3.5 Невизначеності коефіцієнтів

5.3.5.1 Невизначеність коефіцієнта витікання

Невизначеність коефіцієнтів витікання сопел Вентурі за умови, що невизначеність β дорівнює нулю, обчислюють за формулою:

$$U'_{C_0} = 1,2 + 1,5\beta^4.$$

5.3.5.2 Невизначеність коефіцієнта розширення

Невизначеність коефіцієнта розширення сопел Вентурі за умови, що невизначеності β , $\Delta p/p$ і k дорівнюють нулю, обчислюють за формулою:

$$U'_{E_0} = (4 + 100\beta^8) \frac{\Delta p}{p}.$$

5.3.5.3 Невизначеність поправкового коефіцієнта, який враховує шорсткість внутрішньої поверхні вимірювального трубопроводу

Невизначеність поправкового коефіцієнта $K_{\text{ш}}$ для сопел Вентурі визначають за 5.1.7.3.

5.3.6 Втрати тиску

Втрати тиску для сопел Вентурі обчислюють за формулою:

$$\Delta \omega = \xi C^2 E^2 \Delta p, \quad (5.8)$$

де коефіцієнт гідравлічного опору

$$\xi = 0,992 K_1 \xi_1 + \Delta \xi.$$

Значення коефіцієнтів K_1 , ξ_1 і поправки $\Delta \xi$ наведено в таблицях 2, 3 і 4.

Таблиця 2 – Значення $\Delta \xi$

β	0,80	0,67	0,57	$\leq 0,5$
$\Delta \xi$	-0,004	0	-0,010	-0,010

Таблиця 3 – Значення коефіцієнта ξ_1 за $Re/\beta \geq 2 \cdot 10^5$

φ	5°	7°	10°	12,5°	15°
ξ_1	0,10	0,10	0,11	0,13	0,16

Таблиця 4 – 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 обчислень для чисел $Re/\beta < 2 \cdot 10^5$ значення коефіцієнта ξ_1 може бути отримане відповідно до [5].

Примітка. Можна вважати, що втрата тиску загалом становить від 5 % до 25 % перепаду тиску.

6 ВИМОГИ ЩОДО ВСТАНОВЛЕННЯ

6.1 Загальні положення

Загальні вимоги щодо встановлення ЗП, наведені в ГОСТ 8.586.1 (розділ 7), треба виконувати разом з додатковими спеціальними вимогами цього стандарту до встановлення сопел і сопел Вентурі.

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

Примітка. Встановлення термометра відповідно до вимог 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 вважають МО.

Якщо струминовипрямляч або ППП не застосовують, 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 дослідження на відповідність вимогам, наведеним в ГОСТ 8.586.1 (додаток Ж).

Застосовувати струминовипрямляч або ППП не рекомендовано, якщо необхідну довжину прямолінійних ділянок ВТ може бути забезпечено без їх встановлення.

6.2 Мінімальна довжина прямолінійних ділянок вимірювальних трубопроводів

6.2.1 Необхідну мінімальну довжину прямолінійних ділянок ВТ до сопел ИСА 1932 і після них, еліпсних сопел та сопел Вентурі, залежно від значення β і виду МО, наведено в таблиці 5.

Для проміжних значень β , не наведених в таблиці 5, найменшу довжину прямолінійних ділянок ВТ визначають лінійною інтерполяцією табличних даних за формулою

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

де β_1 , L_1 – найближче більше до β значення відносного діаметра ЗП і відповідне йому значення відносної довжини, наведене в таблиці 5;

β_2 , L_2 – найближче менше до β значення відносного діаметра ЗП і відповідне йому значення відносної довжини, наведене в таблиці 5.

Результат розрахунків округлюють до цілого числа.

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.

6.2.2 Якщо сопло ИСА 1932, еліпсне сопло або сопло Вентурі застосовують для виконання дослідних робіт або як еталонний ЗВ під час калібрувальних або перевірних робіт, рекомендовано збільшити не менше ніж удвічі значення довжини прямолінійних ділянок ВТ до ЗП, наведену в таблиці 5.

6.2.3 Якщо довжина прямолінійних ділянок ВТ є не меншою за значення, наведене в колонці А таблиці 5, то невизначеність коефіцієнта витікання ЗП відповідає наведеній в 5.1.7.1, 5.2.7.1 і 5.3.5.1.

6.2.4 Якщо довжина прямолінійних ділянок ВТ до або після ЗП є меншою за значення, наведене в колонці А таблиці 5, але є не меншою за значення, наведене в колонці Б таблиці 5,

то слід арифметично додати додаткову невизначеність 0,5 % до невизначеності коефіцієнта витікання, наведеної в 5.1.7.1, 5.2.7.1 і 5.3.5.1.

6.2.5 Не допускається:

- встановлювати прямолінійні ділянки ВТ, довжина яких є меншою від зазначеної в колонці Б таблиці 5;
- одночасно встановлювати до і після ЗП прямолінійні ділянки ВТ, довжина яких є меншою за наведені в колонці А таблиці 5.

6.2.6 Рекомендовано регулювати витрату потоку арматурою, розташованою після ЗП. Запірна арматура, розміщена на ВТ до ЗП, повинна бути повністю відкритою.

6.2.7 Якщо конструкція проточної частини запірної арматури і її з'єднання з ВТ забезпечують дотримання вимог, наведених в 6.4.3, то таку запірну арматуру можна вважати частиною прямолінійної ділянки ВТ.

Запірна арматура, наведена в таблиці 5, має такий самий номінальний внутрішній діаметр, як і ВТ, а діаметр її прохідного отвору відрізняється від діаметра ВТ на значення, яке перевищує допустиме для уступів (див. 6.4.3).

6.2.8 Довжина прямолінійних ділянок ВТ, наведена в таблиці 5, визначена експериментально в умовах стабілізованого потоку безпосередньо перед досліджуваним МО. На практиці цю умову може бути враховано виконанням таких вимог:

а) якщо ЗП встановлено на ВТ після великої ємності, то повна довжина прямолінійної ділянки ВТ між ЗП і великою ємністю повинна бути не меншою, ніж $30D$, незалежно від наявності інших МО, встановлених між ЗП і великою ємністю.

Рекомендовано встановлювати струминовипрямляч або ППП у разі застосування колекторних систем.

Якщо неможливо встановити струминовипрямляч або ППП, то під час визначення довжини прямолінійних ділянок ВТ колекторних систем керуються таким:

- якщо осі вхідного (розподільчого) колектора і ВТ розташовано в одній площині (див. рисунок 5, а)), то вихід з колектора для крайнього ВТ класифікують як МО виду «трійник з заглушкою», для інших ВТ – «трійник, який розгалужує потік»;
- якщо осі вхідного (розподільчого) колектора і ВТ розташовано в різних площинах і відстань між колектором і коліном відповідає наведеної на рисунку 5, б), то вихід з колектора і коліно об'єднують в один МО, який класифікують як МО виду «два або більше колін в різних площинах»;

б) якщо до ЗП встановлено послідовно декілька МО, то потрібно застосовувати таке:

1) довжину прямолінійної ділянки ВТ між ЗП і найближчим до нього МО визначають за 6.2.1–6.2.7;

2) між двома найближчими до ЗП МО повинна бути прямолінійна ділянка ВТ завдовжки, яка дорівнює половині або більше ніж половині значення, обчисленого за даними таблиці 5 для $\beta=0,70$ (незалежно від фактичного значення β) і типу МО, найвіддаленішого від ЗП. При цьому відстань між МО є кратною внутрішньому діаметру ділянки ВТ між цими МО. Якщо значення мінімальної довжини прямолінійної ділянки ВТ вибрано з колонки А таблиці 5, то невизначеність коефіцієнта витікання відповідає наведеній в 5.1.7.1, 5.2.1.7 і 5.3.5.1. Якщо значення мінімальної довжини прямолінійної ділянки ВТ вибрано з колонки Б таблиці 5, то до невизначеності коефіцієнта витікання слід арифметично додати додаткову невизначеність 0,5 %.

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

Таблиця 5 — Необхідна найменша довжина прямолінійних ділянок ВТ між соплом ІСА 1932, еліпсним соплом або соплом Вентурі І МО без застосування струминовипрямляча або ППП

Вид МО	Найменша відносна довжина прямолінійної ділянки ВТ за β , яке дорівнює													
	0,20		0,25		0,30		0,35		0,40		0,45		0,50	
	A ¹⁾	B ²⁾	A ¹⁾	B ²⁾	A ¹⁾	B ²⁾	A ¹⁾	B ²⁾	A ¹⁾	B ²⁾	A ¹⁾	B ²⁾	A ¹⁾	B ²⁾
Для МО, розташованих до ЗП														
Коліно або трійник із заглушкою	10	6	10	6	10	6	12	6	14	7	14	7	14	7
Два або більше колін в одній площині	14	7	14	7	16	8	16	8	18	9	18	9	20	10
Два або більше колін в різних площинах	34	17	34	17	34	17	36	18	36	18	38	19	40	20
Конфузор	5	3 ³⁾	5	3 ³⁾	5	3 ³⁾	5	3 ³⁾	5	3 ³⁾	5	3 ³⁾	6	5
Дифузор	16	8	16	8	16	8	16	8	16	8	17	9	18	9
Запірний клапан або вентиль	18	9	18	9	18	9	18	9	20	10	20	10	22	11
Кульовий кран або засувка	12	6	12	6	12	6	12	6	12	6	12	6	12	6
Конусний кран	16	8	16	8	18	9	18	9	20	10	21	11	23	12
Симетричне різке звуження або велика смість	30	15	30	15	30	15	30	15	30	15	30	15	30	15
Симетричне різке розширення	51	26	52	26	54	27	56	28	58	29	60	30	64	32
Трійник, який змішує потоки	34	17	34	17	34	17	36	18	36	18	38	19	40	20
Трійник, який розгалужує потік	14	7	14	7	16	8	16	8	18	9	18	9	20	10
Затвор (заслінка)	25	13	27	14	29	15	30	15	32	16	34	17	36	18
МО невизначеного виду ⁴⁾	60	30	62	31	64	32	67	34	70	35	73	37	76	38
Для МО, розташованих після ЗП														
Будь-який вид МО	4	2	4	2	5	2,5	5	2,5	6	3	6	3	6	3
¹⁾ В колонках А наведено значення довжини, які відповідають нульовій додатковій невизначеності коефіцієнта витікання (див. 6.2.3) ²⁾ В колонках Б наведено значення довжини, які відповідають додатковій невизначеності коефіцієнта витікання, яка дорівнює 0,5 % (див. 6.2.4) ³⁾ Дані про можливість скорочення прямолінійної ділянки ВТ відсутні. ⁴⁾ Будь-який інший вид МО, не зазначено в таблиці. Необхідна мінімальна довжина прямолінійних ділянок ВТ для МО невизначеного виду є максимальною довжиною з допустимих мінімальних довжин прямолінійних ділянок ВТ перед ЗП, тому для ряду МО, не включених в таблицю, наведена довжина встановлена з запасом.														

Кінець таблиці 5

Вид МО	Найменша відносна довжина прямолінійної ділянки ВТ за β , яке дорівнює											
	0,55		0,60		0,65		0,70		0,75		0,80	
	A ¹⁾	B ²⁾	A ¹⁾	B ²⁾	A ¹⁾	B ²⁾	A ¹⁾	B ²⁾	A ¹⁾	B ²⁾	A ¹⁾	B ²⁾
Для МО, розташованих до ЗП												
Коліно або трійник з заглушкою	16	8	18	9	22	11	28	14	36	18	46	23
Два або більше колін в одній площині	22	11	26	13	32	16	36	18	42	21	50	25
Два або більше колін в різних площинах	44	22	48	24	54	27	62	31	70	35	80	40
Конфузор	8	5	9	5	11	6	14	7	22	11	30	15
Дифузор	20	10	22	11	25	13	30	15	38	19	54	27
Запірний клапан або вентиль	24	12	26	13	28	14	32	16	36	18	44	22
Кульовий кран або засувка	14	7	14	7	16	8	20	10	24	12	30	15
Конусний кран	24	12	26	13	27	14	30	15	32	16	34	17
Симетричне різке звуження або велика ємність	30	15	30	15	30	15	30	15	30	15	30	15
Симетричне різке розширення	66	33	70	35	73	37	77	39	80	40	84	42
Трійник, який змішує потоки	44	22	48	24	54	27	62	31	70	35	80	40
Трійник, який розгалужує потік	22	11	26	13	32	16	36	18	42	21	50	25
Затвор (заслінка)	38	19	40	20	42	21	45	23	47	24	49	25
МО невизначеного виду ⁴⁾	79	40	84	42	87	44	92	46	96	48	100	50
Для МО, розташованих після ЗП												
Будь-який вид МО	6	3	7	3,5	7	3,5	7	3,5	8	4	8	4
¹⁾ В колонках А наведено значення довжини, які відповідають нульовій додатковій невизначеності коефіцієнта витікання (див. 6.2.3) ²⁾ В колонках Б наведено значення довжини, які відповідають додатковій невизначеності коефіцієнта витікання, яка дорівнює 0,5 % (див. 6.2.4) ³⁾ Дані про можливість скорочення прямолінійної ділянки ВТ відсутні. ⁴⁾ Будь-який інший вид МО, не зазначено в таблиці. Необхідна мінімальна довжина прямолінійних ділянок ВТ для МО невизначеного виду є максимальною довжиною з допустимих мінімальних довжин прямолінійних ділянок ВТ перед ЗП, тому для ряду МО, не включених в таблицю, наведена довжина встановлена з запасом.												

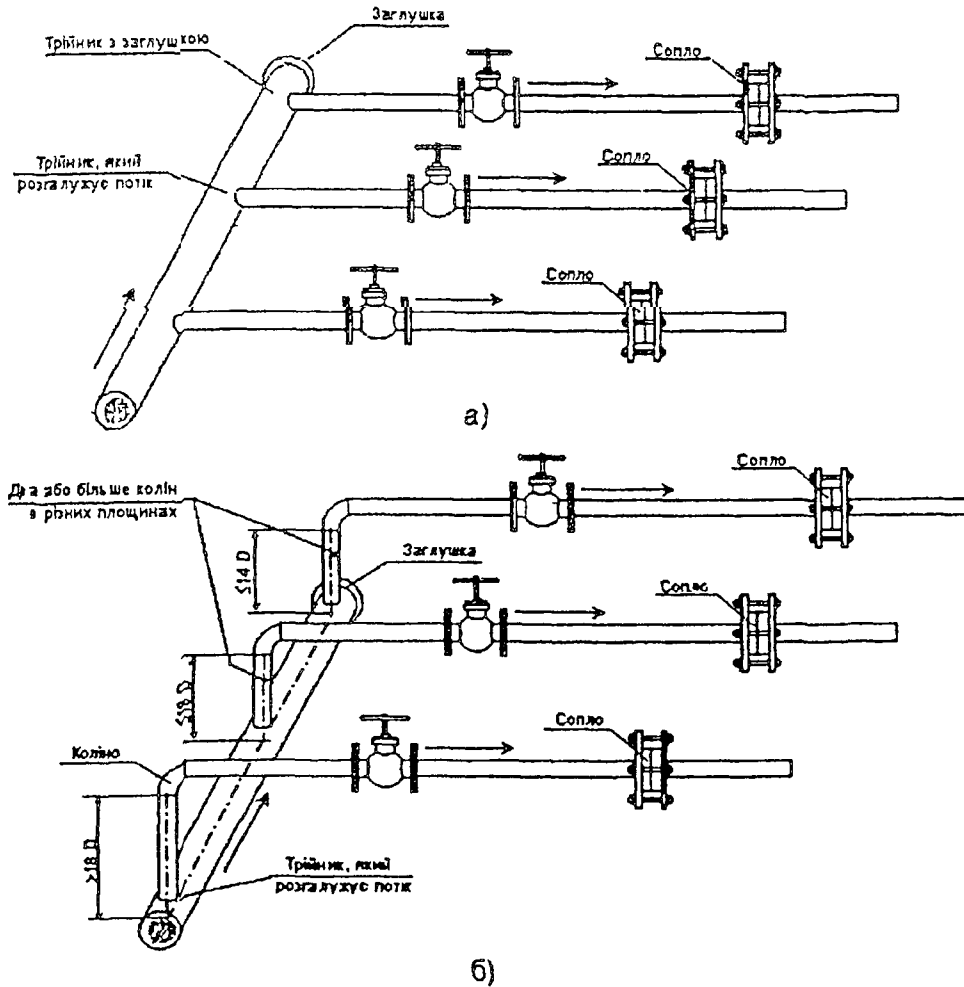
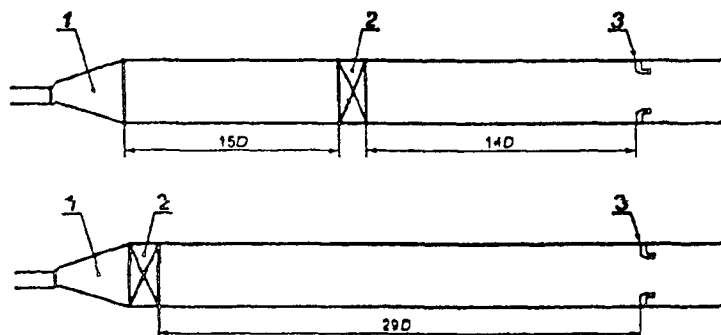


Рисунок 5 – Схеми колектора

3) допускається частково або повно скорочувати відстань між двома МО, найближчими до ЗП, відповідним збільшенням довжини ВТ між ЗП і найближчим перед ним МО (наприклад, див. рисунок 6). При цьому повинна виконуватися умова б).



1 – дифузор; 2 – кульовий кран або засувка; 3 – сопло

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

в) будь-який МО, що складається з комбінації колін (див. таблицю 5), повинен бути поміщений на відстані від ЗП, яка є не меншою за необхідну між цим МО і ЗП, відповідно до даних таблиці 5, незалежно від кількості МО, розміщених між цим МО і ЗП. При цьому відстань є кратною внутрішньому діаметру ділянки ВТ, розташованої безпосередньо перед ЗП і вимірюється від ЗП до межі групи колін (включаючи довжини МО, що розміщуються між

ними). Якщо відстань визначено за даними, наведеними в колонці Б, то до невизначеності коефіцієнта витікання повинна бути арифметично додана додаткова невизначеність 0,5 %. При цьому не допускається скорочувати довжину інших прямолінійних ділянок ВТ, тобто додаткову невизначеність не слід додавати більше ніж один раз, враховуючи умови б) і в);

г) МО, розташовані перед ЗП на відстані, більшій, ніж визначена з таблиці 5 для «МО невизначеного виду», не враховують.

6.2.9 На рисунку 7 наведено три приклади, які наведено в переліках б) і в) 6.2.8.

У кожному прикладі другий МО відносно ЗП (див. рисунок 7) належить до виду «Два або більше колін в різних площинах», а $\beta = 0,65$.

6.2.9.1 Якщо перший МО – кульовий кран (див. рисунок 7, а)), то:

- довжина прямолінійної ділянки ВТ між кульовим краном і соплом повинна бути не меншою, ніж $16D$ (див. таблицю 5);

- довжина прямолінійної ділянки ВТ між МО виду «Два або більше колін в різних площинах» і краном повинна бути, згідно з 6.2.8 б), щонайменше $31D$;

- відстань між МО виду «Два або більше колін в різних площинах» і ЗП повинна бути, згідно з 6.2.8 в), не менше ніж $54D$.

Якщо кран має довжину $1D$, потрібна додаткова ділянка $6D=54D-1D-16D-31D$, яка може бути або до крана або після нього чи частково до крана і після нього.

Можна також скористатися рекомендаціями, наданими в 6.2.8 в), тобто кран може бути переміщено безпосередньо до групи колін за умови, що відстань від групи колін до сопла є не меншою, ніж $54D$ (див. рисунок 7, б)).

6.2.9.2 Якщо перший МО є перехідником (конфузором) від діаметра $2D$ до діаметра D на довжині $2D$ (див. рисунок 7, в)), то:

- довжина прямолінійної ділянки ВТ між конфузором і ЗП повинна бути не меншою, ніж $11D$ (див. таблицю 5);

- довжина прямолінійної ділянки ВТ між МО виду «Два або більше колін в різних площинах» і перехідником повинна бути не меншою, ніж $31 \cdot 2D$ (див. 6.2.8 б));

- відстань між МО виду «Два або більше колін в різних площинах» і ЗП повинна бути не меншою, ніж $54D$ (див. 6.2.8 в)).

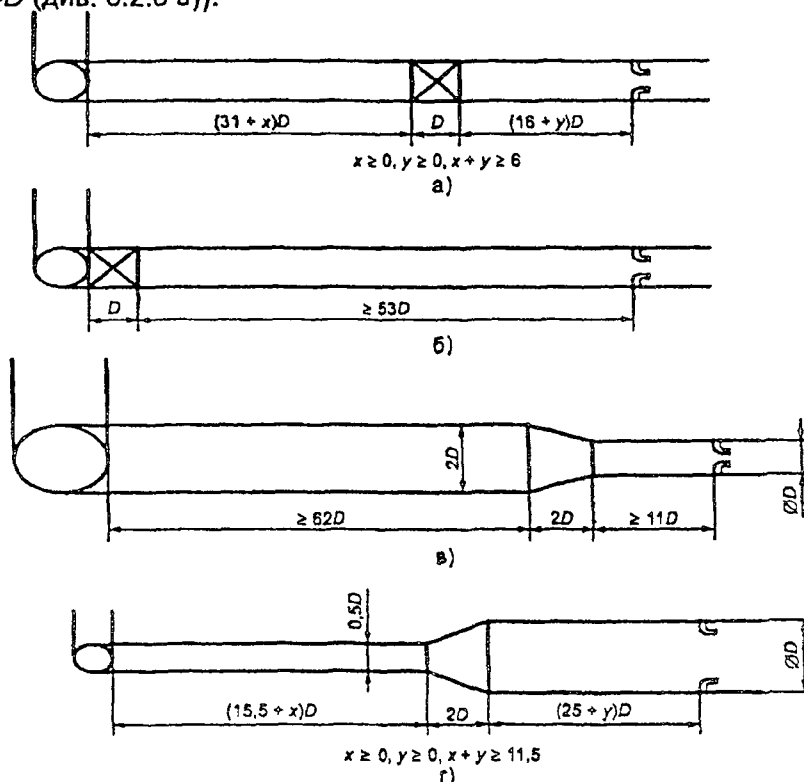


Рисунок 7 – Приклади визначення необхідних довжин прямолінійних ділянок ВТ (див. 6.2.9)

Так фактична відстань між МО виду «Два або більше колін в різних площинах» і соплом дорівнює $75D = 31 \cdot 2D + 2D + 11D$, відповідно до 6.2.8 в) додаткової довжини не потрібно.

6.2.9.3 Якщо перший МО є перехідником (дифузором) від $0,5D$ до D на довжині $2D$ (рисунок 7, г)), то:

- довжина прямолінійної ділянки ВТ між дифузором і ЗП повинна бути, згідно з даними таблиці 5, не меншою, ніж $25D$;
- довжина прямолінійної ділянки ВТ між МО виду «Два або більше колін в різних площинах» і дифузором повинна бути, щонайменше, $31 \cdot 0,5D$ (див. 6.2.8 б));
- відстань між МО виду «Два або більше колін в різних площинах» і ЗП повинна бути не менше $54D$ (див. 6.2.8 в)).

Отже, потрібна додаткова ділянка ВТ завдовжки $11,5D = 54D - 2D - 25D - 31 \cdot 0,5D$, яка може бути або до дифузора або після нього, чи частково до дифузора і після нього.

6.3 Струминовипрямлячі та пристрої підготовки потоку

Для зменшення довжини прямолінійних ділянок ВТ до ЗП можуть бути застосовано струминовипрямлячі або ППП. Допускається для вимірювань застосовувати лише ті види струминовипрямлячів або ППП, які пройшли випробування на відповідність вимогам, наведеним в ГОСТ 8.586.1 (додаток Ж). У будь-якому випадку випробування треба проводити, застосовуючи ті види сопел, які буде застосовано для вимірювань.

6.4 Округлість і циліндричність вимірювального трубопроводу

6.4.1 На ділянці ВТ завдовжки $2D$, розташованою безпосередньо перед ЗП (або кільцевою камерою усереднення, якщо вона є), жодне значення діаметра в будь-якій площині на цій ділянці не повинно відрізнятися більше ніж на $0,3\%$ від D , визначеного відповідно до 6.4.2.

Якщо на цій ділянці є зварний шов, то внутрішній вал шва повинен бути сточений механічним обробленням до стану, за якого внутрішній діаметр ділянки ВТ, виміряний в площині зварного шва, буде задовольняти встановлену в цьому пункті вимогу.

6.4.2 Діаметр D визначають як середнє арифметичне значення результатів вимірювання не менше ніж в трьох поперечних перерізах ВТ, рівномірно розподілених на відрізьку $0,5D$, з яких два крайні перерізи відповідають відстаням $0D$ і $0,5D$ від місця отворів, розташованих до ЗП. Якщо конструкція ділянки є зварною, то третій переріз повинен бути в площині зварного шва.

У кожному з перерізів проводять вимірювання не менше ніж в чотирьох діаметральних напрямках, розташованих приблизно під однаковим кутом один до одного. Якщо застосовано кільцеву камеру усереднення (див. рисунок 1), то вимірювання D виконують на відрізьку ВТ завдовжки $0,5D$ до вхідного торця корпусу камери. При цьому відносна невизначеність результату вимірювань, яку вносить вимірювальний інструмент, не повинна перевищувати $0,1\%$.

6.4.3 За межами ділянки ВТ завдовжки $2D$, розташованою безпосередньо перед ЗП (або корпусом камери усереднення, якщо вона є), ВТ між ЗП і першим МО може бути виготовлено з однієї або декількох секцій труб.

В межах ділянки ВТ, розташованої між перерізами ВТ на відстанях $2D$ і $10D$ від ЗП, різниця значень діаметра суміжних секцій ВТ і висота уступу не повинні перевищувати $0,003D$.

Якщо діаметр секції ВТ, розташованої вище за течією, є більшим за діаметр секції ВТ, розташованої нижче за неї, то за межами ділянки ВТ завдовжки $10D$ різниця значень діаметра суміжних секцій ВТ і висота уступу не повинні перевищувати $0,06D$.

Якщо діаметр секції ВТ, розташованої вище за течією, не перевищує діаметр секції ВТ, розташованої нижче за неї, то складена конструкція ВТ не призводить до додаткової невизначеності коефіцієнта витікання під час виконання таких умов:

- за межами ділянки ВТ завдовжки $10D$ за $\beta \leq 0,3215$ різниця значень діаметра суміжних секцій ВТ і висота уступу не перевищують $0,06D$;
- в межах ділянки ВТ від $10D$ до $l = (2,39 + 54,8\beta^{1,74})D$ за $\beta > 0,3215$ різниця значень діаметра суміжних секцій ВТ і висота уступу не перевищують $0,02D$;

- за межами ділянки ВТ завдовжки $l=(2,39+54,8\beta^{1,74})D$ за $\beta>0,3215$ різниця значень діаметра суміжних секцій ВТ і висота уступу не перевищують $0,06D$.

За межами ділянки ВТ завдовжки $10D$, розташованої безпосередньо перед ЗП (або корпусом камери усереднення, якщо вона є), застосування прокладок між секціями допускається за умови, що їх товщина не більша, ніж 3,2 мм, і вони не виступають у внутрішню порожнину ВТ.

6.4.4 Додаткова невизначеність 0,2 % повинна бути додана арифметично до значення невизначеності коефіцієнта витікання, якщо різниця значень діаметра ΔD між суміжними секціями ВТ перевищує значення, наведені в 6.4.3, але задовольняє дві умови:

$$\frac{\Delta D}{D} < 0,002 \left(\frac{\frac{s}{D} + 0,4}{0,1 + 2,3\beta^4} \right) \quad (6.2)$$

і

$$\frac{\Delta D}{D} < 0,05, \quad (6.3)$$

де s – відстань від отворів для відбирання тиску або від переднього торця корпусу камери усереднення (за її наявності) до уступу.

6.4.5 Якщо $\Delta D/D$ не задовольняє вимоги 6.4.4 або існує більше ніж один уступ (див. 6.4.3), то встановлення вважають таким, що не відповідає вимогам цього стандарту.

6.4.6 Діаметр прямолінійної ділянки ВТ після сопла ИСА 1932 або еліпсного сопла, одержаний в результаті одноразового вимірювання в будь-якому перерізі ВТ на відстані, не більшій, ніж $2D$ від вхідного торця ЗП, не повинен відрізнятись від D більше ніж на 3 %. Таке оцінення можна виконувати перевірянням одного діаметра прямолінійної ділянки ВТ.

Діаметр ВТ безпосередньо після сопла Вентурі повинен бути не меншим, ніж 90 % від діаметра дифузора сопла Вентурі в його вихідному перерізі.

6.5 Розташування звужувального пристрою й камери усереднення

6.5.1 ЗП повинен бути розташований у ВТ так, щоб було забезпечено протікання середовища від його вхідної торцевої частини до горловини.

6.5.2 Вісь ЗП повинна бути паралельною до осі ВТ в межах $\pm 1^\circ$.

6.5.3 Відстань e_x між осями ЗП і ВТ до ЗП і після нього повинна задовольняти умову

$$e_x \leq \frac{0,005D}{0,1 + 2,3\beta^4}.$$

6.5.4 Корпус кільцевих камер усереднення встановлюють співвісно до ВТ так, щоб ні один елемент камер не виступав у внутрішню порожнину ВТ.

6.6 Спосіб кріплення й прокладки

6.6.1 Спосіб кріплення ЗП повинен забезпечувати збереження його правильного положення після його фіксації у вузлі кріплення.

Спосіб кріплення, щоб уникнути деформації ЗП, повинен передбачати можливість його вільного теплового розширення.

6.6.2 Прокладки ущільнювачів /або кільця ущільнювачів не повинні виступати у внутрішню порожнину ВТ і перегороджувати отвір для відбирання тиску або щілини камер усереднення. Вони повинні бути якомога тоншими з врахуванням необхідності збереження співвідношень, визначених в 5.1.5.2 або 5.2.5.1.

6.6.3 Прокладки ущільнювачів між ЗП і корпусом камери усереднення не повинні виступати у внутрішню порожнину камери.

ДОДАТОК А (обов'язковий)

КЛАСИФІКАЦІЯ ВИДІВ МІСЦЕВИХ ОПОРІВ

А.1 Коліно і група колін

А.1.1 «Коліно» – згин трубопроводу однакового перерізу в одній площині під кутом ψ , який дорівнює $5^\circ - 95^\circ$ (рисунк А.1, а).

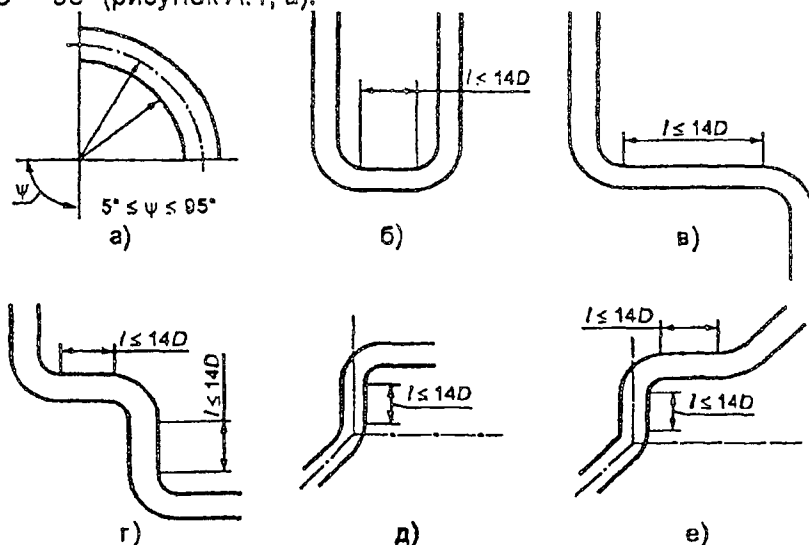


Рисунок А.1 – Коліна й групи колін

А.1.2 «Два або більше колін в одній площині» – два або більше колін, осі яких розташовані в одній площині (рисунк А.1, б), в), г), розташовані одне за одним на відстані $l \leq 14D$.

«Два або більше колін в різних площинах» – два або більше колін, осі яких розташовані в різних площинах (рисунк А.1, д), е)), розташовані одне за одним на відстані $l \leq 14D$.

А.1.3 Межею між коліном (групою колін) і прямолінійною ділянкою ВТ вважають переріз, в якому згин трубопроводу переходить у прямолінійну 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 (рисунк А.2, а), б)).

Якщо діаметр заглушеної труби трійника, який не змінює напрямку потоку (рисунк 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 (рисунк А.2, в), г)), а виходить через дві ланки.

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

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

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» (рисунк 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» (рисунк А.2, и)).

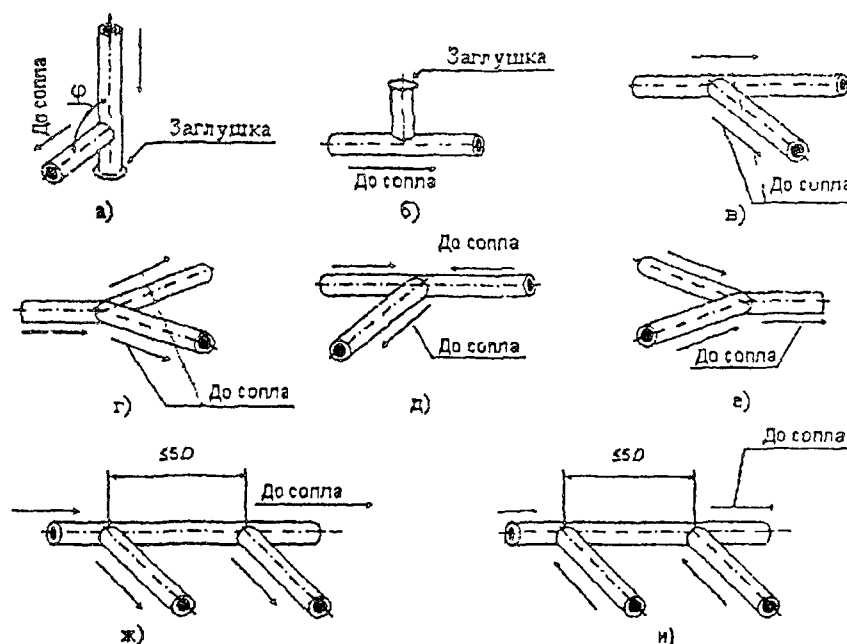


Рисунок А.2 – Трійники

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 , яку 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 $D_2 > D_1$.

Геометричні характеристики дифузора повинні задовольняти умови:

$$0,2 < K_r \leq 0,5; \quad (\text{А.2})$$

$$1,1 < D_2 / D_1 \leq 2. \quad (\text{А.3})$$

Дифузор вважають прямолінійною ділянкою у разі виконання умов:

$$0 \leq K_r \leq 0,2; \quad (\text{А.4})$$

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

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 умови:

$$K_r > 0,5; \quad (\text{А.6})$$

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

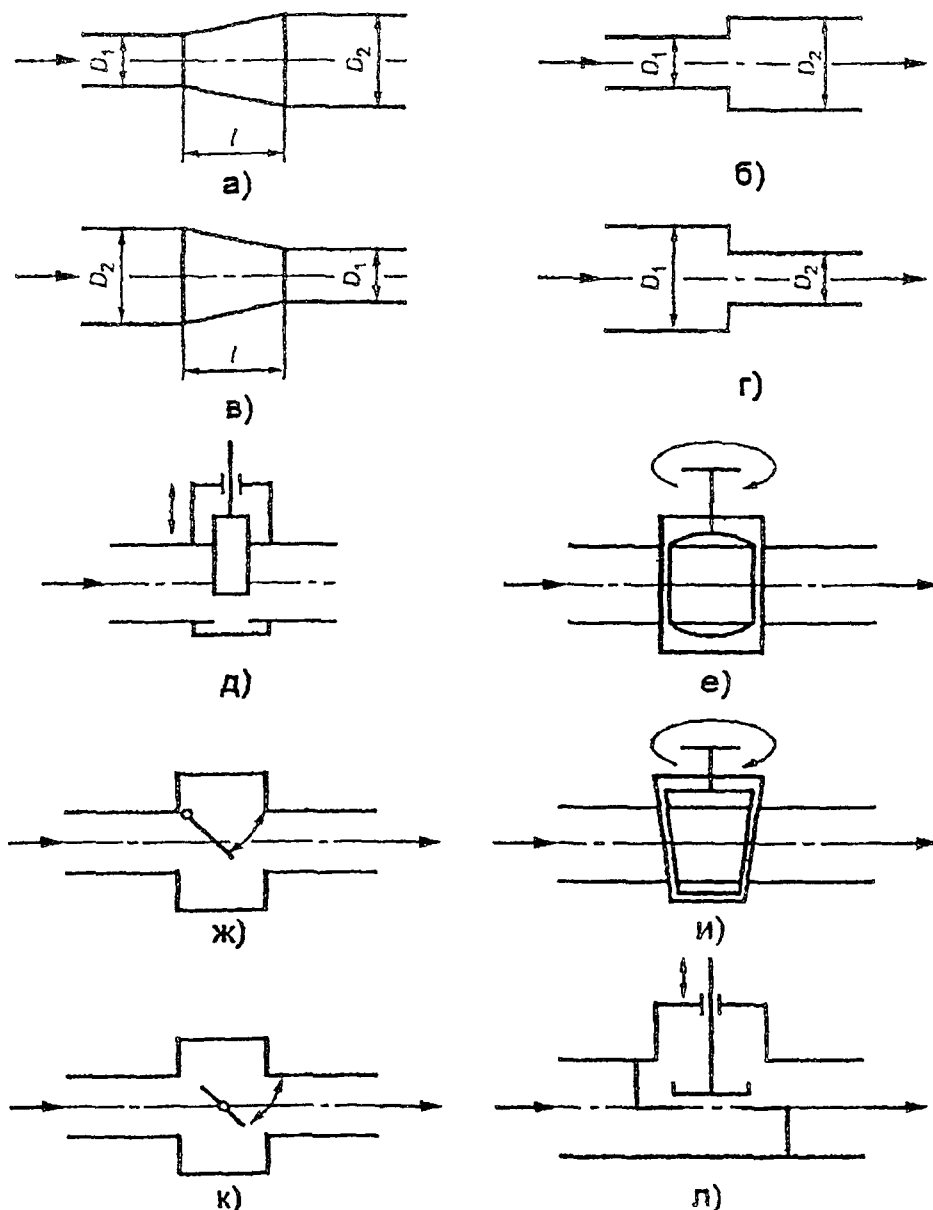


Рисунок А.3 – Перехідні ділянки й запірні арматури

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

Конфузор характеризують конусністю K_r , яку обчислюють за формулою (А.1).

Геометричні характеристики конфузора повинні задовольняти умови:

$$0,2 < K_r \leq 0,7; \quad (\text{А.8})$$

$$1 < D_2 / D_1 \leq 2. \quad (\text{А.9})$$

Конфузор вважають прямолінійною ділянкою у разі виконання умов:

$$0 \leq K_r \leq 0,2; \quad (\text{А.10})$$

$$1,0 \leq D_2 / D_1 \leq 1,1. \quad (\text{А.11})$$

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

$$K_r > 0,7; \quad (\text{А.12})$$

$$D_1 / D_2 > 1,1. \quad (\text{А.13})$$

А.3.5 Межею між дифузором або конфузором і прямолінійною ділянкою ВТ вважають переріз, в якому конус з'єднується з прямолінійною ділянкою ВТ.

А.3.6 Перехідні ділянки ВТ рекомендовано виготовляти з криволінійною твірною відповідно до ГОСТ 17378, враховуючи вимоги 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, ж)); заслінки (рисунки А.3, є), з)); клапана (рисунк А.3, и)).

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

А.4.2 Межею запірної арматури будь-якого типу вважають місце їх з'єднання з ВТ.

А.5 Колектор

А.5.1 Колектор – пристрій для розподілення потоку на декілька напрямків або збору потоків з декількох напрямків у загальний потік.

В більшості випадків розподільчі і збірні колектори працюють спільно, утворюючи колекторну систему.

Колекторну систему застосовують з метою забезпечення необхідної пропускної здатності вимірювального пункту і зменшення невизначеності вимірювань витрати та кількості середовища. В цьому разі розподіл потоку на декілька напрямків здійснюють по ВТ, розташованих між колекторами однакової конструкції.

А.5.2 Колекторні схеми поділяють на П- і Z-подібні. В П-подібній системі (рисунк А.4, а)), в)) потоки в колекторах мають протилежні напрямки, а в Z-подібній системі (рисунк А.4, б), г)) – однакові напрямки.

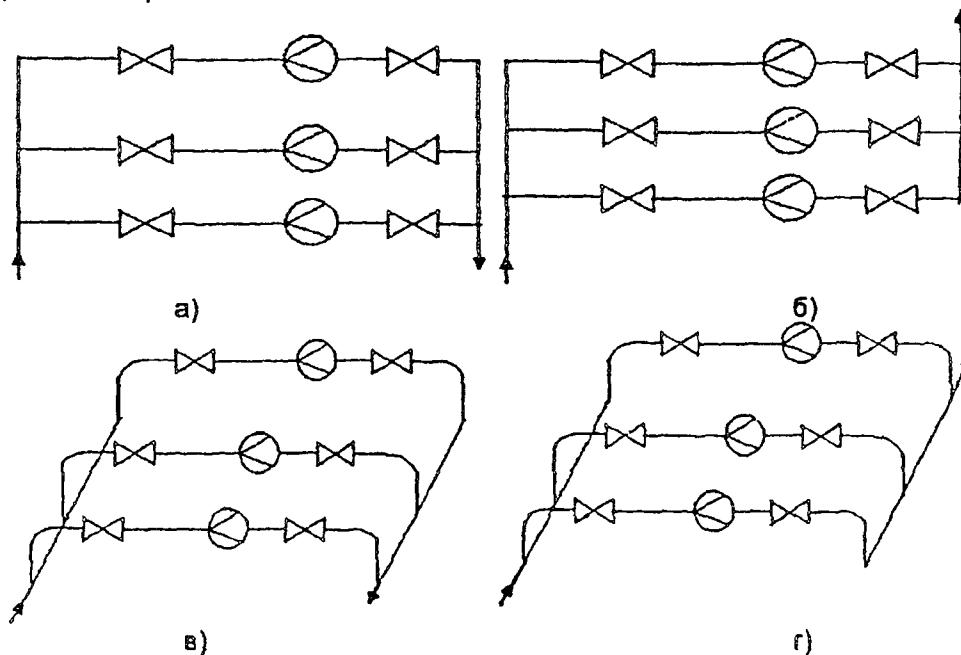


Рисунок А.4 – Схеми колекторних систем

За однакової конструкції обох колекторів і значенні коефіцієнта гідравлічного опору вхідного колектора, меншому за одиницю, П-подібна система забезпечує рівномірніший розподіл потоку, ніж Z-подібна система. За значення коефіцієнта гідравлічного опору вхідного колектора більшого за одиницю, отримують протилежний результат.

А.5.3 Збільшення площі перерізу колектора порівняно з сумарною площею перерізів ВТ приводить до звуження потоку на вході ВТ, а отже, до найменших спотворень профілю швидкості і рівномірнішого розподілу потоку по ВТ.

Діаметри колекторів рекомендовано визначати з умови

$$D[0,5(n+1)]^{0,5} \leq D_k, \quad (\text{A.14})$$

де n – кількість ВТ однакової конструкції;

D_k – діаметр колектора.

Рекомендовано дотримуватись додаткової умови:

$$D_k > Dn^{0,5}. \quad (\text{A.15})$$

А.5.4 Повздовжні осі вхідного (розподільчого) колектора і ВТ може бути розташовано в одній площині (див. рисунок А.4, а), б)) або в різних площинах (див. рисунок А.4, в), г)). Рекомендовано застосовувати колектор, розташований в одній площині з ВТ.

А.6 Велика ємність

Велика ємність – ємність, перед вихідним отвором якої на довжині, не меншій, ніж $15D$ у напрямку його осі і на довжині, не меншій, ніж $5D$ в перпендикулярному напрямку до цієї осі немає перешкод, які порушують рух потоку (див. рисунок А.5).

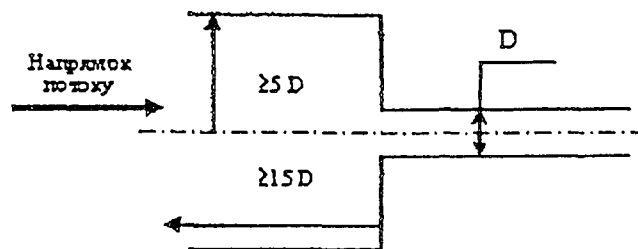


Рисунок А.5 – Схема великої ємності

МО, розташовані перед великою ємністю, не враховують при визначенні необхідних довжин прямолінійних ділянок ВТ.

А.7 Суміщені місцеві опори

В один місцевий опір слід об'єднувати трійники з колінами у ситуаціях, наведених на рисунку А.6.

МО, наведені на схемах А.6 а), б), в), г), ж), слід відносити до МО виду «два і більше колін в різних площинах».

МО, наведені на схемах А.6 д) і е), класифікують як «два і більше колін в одній площині».

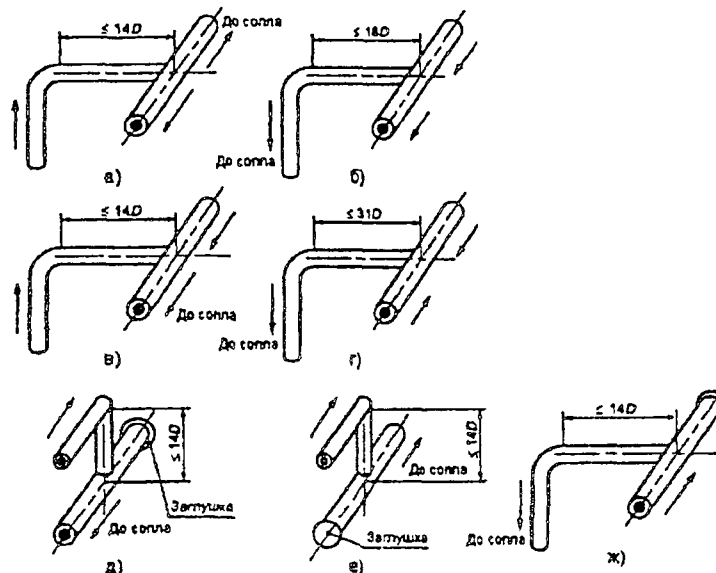


Рисунок А.6 – Місцеві опори, які слід об'єднувати в один місцевий опір.

А.8 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.7.

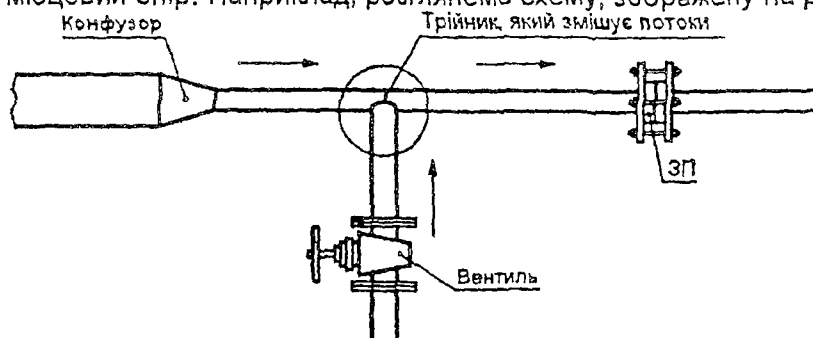


Рисунок А.7 – Схема можливого встановлення МО виду «Трійник, який змішує потоки»

Відповідно до таблиці 5 і вимог 6.2.8, після вентилля необхідна ділянка завдовжки $16D$, а після конфузора – $7D$. Якщо довжини прямолінійних ділянок перед трійником скорочено в обох напрямках або тільки в одному напрямку, то до невизначеності коефіцієнта витікання арифметично додають додаткову невизначеність, яка дорівнює 0,5 %.

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 звуження потоку, 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 звуження потоку, 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 звуження потоку, 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 звуження потоку, 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, эллипсные сопла, общие требования, количество, метод, среда, сопла Вентури, сопла ИСА 1932.

Підписано до друку 17.02.2010. Формат 60 × 84 1/8.
Ум. друк. арк 7,90. Зам. **268** 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