



НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

Метрологія

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

Частина 2. Діафрагми
Технічні вимоги

(ГОСТ 8.586.2–2005 (ИСО 5167-2:2003), IDT;
ISO 5167-2:2003, NEQ)

ДСТУ ГОСТ 8.586.2:2009 (ИСО 5167-2:2003)

Видання офіційне



Київ
ДЕРЖСПОЖИВСТАНДАРТ УКРАЇНИ
2010



ДСТУ ГОСТ 8.586.2:2009
(ИСО 5167-2:2003)

НАЦІОНАЛЬНІ СТАНДАРТИ УКРАЇНИ

Метрологія

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

Частина 2. Діафрагми

Технічні вимоги

(ГОСТ 8.586.2–2005 (ИСО 5167-2:2003), IDT;

ISO 5167-2:2003, 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 8.586.2-2005 (ИСО 5167-2:2003) Государственная система обеспечения единства измерений. Измерение расхода и количества жидкостей и газов с помощью стандартных сужающих устройств. Часть 2. Диафрагмы. Технические требования (Державна система забезпечення єдності вимірювань. Вимірювання витрати та кількості рідин і газів за допомогою стандартних звужувальних пристроїв. Частина 2. Діафрагми. Технічні вимоги)

Ступінь відповідності ГОСТ 8.586.2-2005 (ИСО 5167-2:2003) — ідентичний (IDT)

Ступінь відповідності ISO 5167-2:2003 — 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 8.586.2:2007 (ИСО 5167-2:2003)

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 8.586.2–2005 (ИСО 5167-2:2003)	7
Додаток НА Переклад ГОСТ 8.586.2–2005 (ИСО 5167-2:2003) українською мовою	49
Додаток НБ Перелік стандартів, згармонізованих із міждержавними стандартами, на які є посилання у цьому стандарті	80

Citlm.no.ua

НАЦІОНАЛЬНИЙ ВСТУП

Цей стандарт є ідентичний ГОСТ 8 586 2–2005 (ИСО 5167-2:2003) Государственная система обеспечения единства измерений. Измерение расхода и количества жидкостей и газов с помощью стандартных сужающих устройств. Часть 2 Диафрагмы. Технические требования (Державна система забезпечення єдності вимірювань. Вимірювання витрати та кількості рідин і газів за допомогою стандартних звужувальних пристроїв. Частина 2. Діафрагми. Технічні вимоги).

У цьому стандарті враховано поправку до ГОСТ 8.586.2–2005 (ИСО 5167-2:2003), 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 5167-2:2003 Measurement of fluid flow by means of pressure differential devices inserted in circular cross-section conduits running full — Part 2: Orifice plates (Вимірювання витрати середовища із застосуванням пристроїв змінного перепаду тиску, встановлених у заповнених трубопроводах круглого перерізу. Частина 2. Діафрагми) — 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 8.586.2:2007 (ИСО 5167-2:2003), 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 (ИСО 5167-1:2003), ГОСТ 8.586.5–2005 і ГОСТ 17378–2001 — чинні в Україні міждержавні стандарти. Їхній перелік наведено в додатку НБ.

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

ISO/TR 9464:1998, на який є посилання в «Библиографии», — не чинний в Україні стандарт і чинного замість нього нормативного документа немає. Його копію можна замовити в Головному фонді нормативних документів.

Citlm.no.ua

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)
INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ
СТАНДАРТ

ГОСТ
8.586.2—
2005
(ИСО 5167-2:2003)

Государственная система обеспечения
единства измерений

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

Часть 2

**Диафрагмы
Технические требования**

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
(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 расходометрии» (ФГУП «ВНИИР»), государственным предприятием «Всеукраинский государственный научно-производственный центр стандартизации, метрологии, сертификации и защиты прав потребителей» Госпотребстандарта Украины (Укрметрестандарт), 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 5167-2:2003 «Измерение расхода среды с помощью устройств переменного перепада давления, помещенных в заполненные трубопроводы круглого сечения. Часть 2. Диафрагмы» (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») 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 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 Диафрагмы	2
5.1 Описание	2
5.2 Отверстия для отбора давления	6
5.3 Коэффициенты и их неопределенности	9
5.4 Потери давления	14
6 Требования к установке	14
6.1 Общие положения	14
6.2 Минимальная длина прямолинейных участков измерительных трубопроводов	15
6.3 Струевыпрямители и устройства подготовки потока	21
6.4 Округлость и цилиндричность измерительного трубопровода	25
6.5 Расположение диафрагмы и камеры усреднения	26
6.6 Способ крепления и прокладки	27
Приложение А (обязательное) Классификация видов местных сопротивлений	28
Приложение Б (справочное) Устройства подготовки потока	35
Библиография	36

Введение

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

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

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

Комплекс стандартов устанавливает требования к геометрическим размерам и условиям применения сужающих устройств, используемых в трубопроводах круглого сечения, полностью заполненных однофазной (жидкой или газообразной) средой, скорость течения которой 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 [2] в настоящий стандарт введены:

- поправочные коэффициенты, учитывающие шероховатость внутренней поверхности измерительного трубопровода и притупление входной кромки диафрагмы;
- 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 поправочных коэффициентов, учитывающих шероховатость внутренней поверхности измерительного трубопровода и притупление входной кромки диафрагмы, позволяет, в отличие от международного стандарта, существенно расширить область применения диафрагм.

Расширение списка видов местных сопротивлений и включение в настоящий стандарт приложения А позволяет расширить возможности монтажа диафрагм и исключить ошибки при определении необходимой длины 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 2

Диафрагмы.

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 2. Orifice plates. Technical requirements

Дата введения в Украине 2010-04-01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает требования к геометрическим характеристикам и условиям применения диафрагм, устанавливаемых в трубопроводах круглого сечения для определения расхода и количества жидкостей и газов.

Стандарт распространяется на диафрагмы с угловым, фланцевым и трехрадиусным способами отбора давления. Требования настоящего стандарта применяют совместно с требованиями ГОСТ 8.586.1.

Стандарт не распространяется на диафрагмы, установленные в трубопроводах внутренним диаметром менее 0,05 м или более 1 м, и при значениях числа Рейнольдса менее 5000.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие межгосударственные стандарты:

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

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

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

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

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

3 Термины, определения, обозначения и сокращения

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

4 Принципы метода измерения и расчета

4.1 Принцип метода измерения

4.1.1 Метод измерения расхода среды, протекающей в ИТ, основан на создании с помощью диафрагмы 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 диафрагмы. Разность давления (перепад давления) тем больше, чем больше расход среды, и, следовательно, она может служить мерой расхода.

4.1.2 Массовый расход в общем случае рассчитывают по формуле

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

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 [2] поправочные коэффициенты $K_{ш}$ и $K_{п}$ не используются, т.к. этим стандартом не допускается превышения установленных им норм на предельные значения шероховатости внутренней стенки трубопровода и притупления входной кромки диафрагмы.

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

$$q_m = q_v \rho = q_{ср} \rho_c. \quad (4.2)$$

4.2 Расчет расхода среды

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

Коэффициент истечения диафрагм и поправочный коэффициент, учитывающий шероховатость внутренней поверхности измерительного трубопровода, зависят от числа Re , которое само зависит от значения расхода, 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).

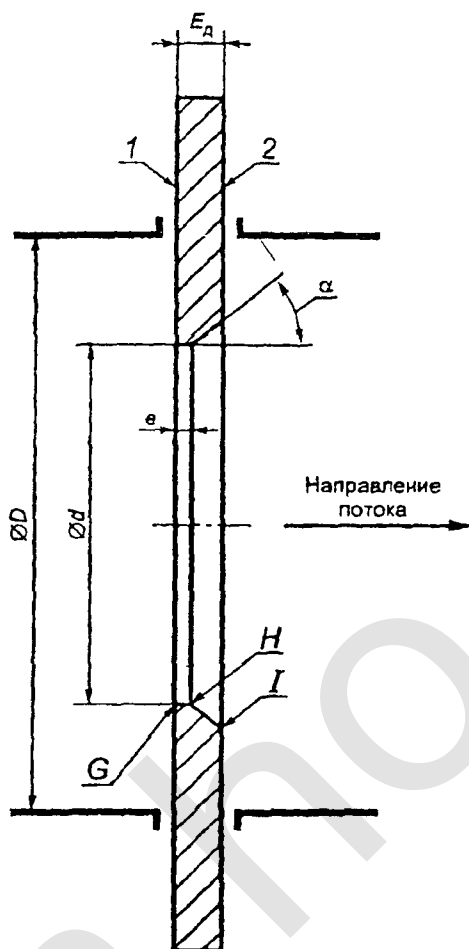
Формулы для определения объемного расхода среды при рабочих условиях измерений и объемного расхода, приведенного к стандартным условиям, приведены в ГОСТ 8.586.5 (раздел 5).

5 Диафрагмы

5.1 Описание

5.1.1 Общие положения

Поперечное сечение в осевой плоскости стандартной диафрагмы приведено на рисунке 1. Обозначения элементов и геометрических параметров диафрагмы, приведенные на рисунке 1, применяют в настоящем разделе.



1 — входной торец диафрагмы; 2 — выходной торец диафрагмы

Рисунок 1 — Стандартная диафрагма

5.1.2 Общие требования

5.1.2.1 Требования применяют только к части диафрагмы, находящейся внутри трубопровода.

5.1.2.2 Отверстие диафрагмы должно быть соосно с ИТ. Торцевые стороны диафрагмы должны быть плоскими и параллельными друг другу.

5.1.2.3 Конструкция диафрагмы и узла ее крепления должна гарантировать, что под действием перепада давления на ней или других напряжений уклон диафрагмы (см. 5.1.3.1) не будет превышать в рабочих условиях $\pm 1\%$.

Допускается считать требование к отсутствию деформации диафрагмы под действием перепада давления выполненным, если толщина диафрагмы удовлетворяет следующим условиям [5]:

$$E_d \geq D' \left[\frac{3\Delta p_{\max}}{\sigma_T} (0,681 - 0,651\beta) \right]^{0,5}; \quad (5.1)$$

$$E_d \geq \frac{D'}{A + B + c}, \quad (5.2)$$

где

$$A = \sqrt[3]{-\frac{Q}{2} + \left\{ \left(\frac{\Theta}{3} \right)^3 + \left(\frac{Q}{2} \right)^2 \right\}^{0.5}}; \quad B = \sqrt[3]{-\frac{Q}{2} - \left\{ \left(\frac{\Theta}{3} \right)^3 + \left(\frac{Q}{2} \right)^2 \right\}^{0.5}}; \quad c = \frac{b}{3a};$$

$$Q = -\frac{2}{27} \left(\frac{b}{a} \right)^3 - \frac{0,05E_y}{\nu \Delta p_{\max}}; \quad \Theta = -\frac{1}{3} \left(\frac{b}{a} \right)^2;$$

$$a = \beta(13,5 - 15,5\beta); \quad b = 117 - 106\beta^{13},$$

E_d — толщина диафрагмы, м;

E_y — модуль упругости материала диафрагмы, Па;

σ_T — предел текучести материала диафрагмы при рабочей температуре, Па;

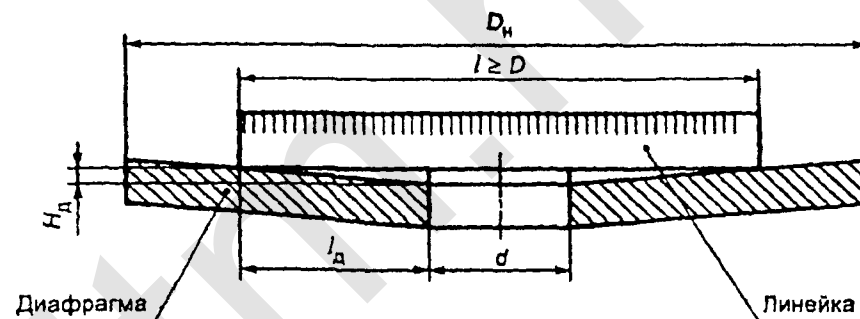
D — внутренний диаметр опоры выходного торца диафрагмы в узле ее крепления, м.

Для определения σ_T и E_y используют справочные данные или информацию, предоставляемую производителем материала.

При выборе толщины диафрагмы следует провести расчеты по формулам (5.1) и (5.2) и выбрать наибольшее значение E_d . Если при расчетах значение E_d превышает 0,05D (см. 5.1.5.3), то необходимо уменьшить перепад давления или выбрать другой материал для изготовления диафрагмы.

5.1.3 Входной торец диафрагмы

5.1.3.1 Поверхность входного торца диафрагмы (см. рисунок 1) должна быть плоской. Неплоскостность поверхности входного торца диафрагмы определяют перед ее установкой. Диафрагму считают плоской, если максимальный зазор между ней и поверочной линейкой длиной l , наложенной вдоль любого диаметра диафрагмы, как приведено на рисунке 2, менее 0,005 ($l - d$)/2, т.е. уклон — менее 0,5 %.



D_n — наружный диаметр диска диафрагмы; H_d — отклонение поверхности входного торца от плоскостности (измеренное на краю отверстия), м; l — длина линейки; l_d — длина проекции на горизонтальную плоскость линии, соединяющей точку касания линейки с поверхностью диафрагмы и край отверстия диафрагмы

Рисунок 2 — Схема измерения неплоскостности диафрагмы

Таким образом, уклон, характеризуемый отношением H_d/l_d , должен удовлетворять условию:

$$H_d/l_d < 0,005, \quad (5.3)$$

если $l = D$, то

$$2H_d/(D - d) < 0,005. \quad (5.4)$$

В таблице 1 приведены наибольшие допускаемые значения H_d в зависимости от D и β при $l = D$.

Таблица 1 — Максимально допускаемые значения H_d

β	Значение $10^3 H_d$ при D , равном										
	0,05	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
0,10	—	—	0,45	0,65	0,90	1,12	1,35	1,57	1,80	2,02	2,25
0,15	—	0,32	0,42	0,64	0,85	1,06	1,27	1,49	1,70	1,91	2,12
0,20	—	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00	1,20	1,40	1,60	1,80	2,00
0,25	0,09	0,19	0,38	0,56	0,75	0,94	1,13	1,31	1,50	1,69	1,88
0,30	0,09	0,18	0,35	0,52	0,70	0,88	1,05	1,22	1,40	1,57	1,75
0,35	0,08	0,16	0,32	0,49	0,65	0,81	0,97	1,14	1,30	1,46	1,63
0,40	0,07	0,15	0,30	0,45	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20	1,35	1,50
0,45	0,07	0,14	0,27	0,41	0,55	0,69	0,82	0,96	1,10	1,24	1,38
0,50	0,06	0,13	0,25	0,38	0,50	0,63	0,75	0,88	1,00	1,13	1,25
0,55	0,06	0,11	0,22	0,34	0,45	0,56	0,67	0,79	0,90	1,01	1,13
0,60	0,05	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
0,65	0,04	0,09	0,18	0,26	0,35	0,44	0,52	0,61	0,70	0,79	0,88
0,70	0,04	0,07	0,15	0,22	0,30	0,38	0,45	0,52	0,60	0,67	0,75
0,75	0,03	0,06	0,13	0,19	0,25	0,31	0,38	0,44	0,50	0,56	0,63

5.1.3.2 Поверхность входного торца диафрагмы должна иметь значение R_a не более $10^{-4}d$ в пределах круга диаметром не менее D , концентричного с отверстием.

5.1.3.3 Для обеспечения удобства проверки правильности установки диафрагмы по отношению к направлению потока предусматривают маркировочный знак плюс (+) на входном торце и минус (–) на выходном торце диафрагмы. Нанесение маркировочного знака на входном торце диафрагмы в пределах круга диаметром D не допускается.

5.1.4 Выходной торец диафрагмы

5.1.4.1 Поверхность выходного торца диафрагмы (см. рисунок 1) должна быть плоской и параллельной поверхности входного торца диафрагмы.

5.1.4.2 Качество обработки поверхности выходного торца диафрагмы допускается ниже установленного для входного торца (см. [6]; 5.1.9). Рекомендуется, чтобы значение R_a выходного торца не превышало 0,1 мм.

5.1.4.3 Неплоскостность и состояние поверхности выходного торца диафрагмы допускается оценивать визуально.

5.1.4.4 Поверхность выходного торца диафрагмы считают параллельной поверхности входного торца, если выполняются требования 5.1.5.4.

5.1.5 Толщина диафрагмы и длина цилиндрической части ее отверстия

5.1.5.1 Длина e (см. рисунок 1) цилиндрической части отверстия диафрагмы должна находиться в пределах от 0,005 D до 0,02 D .

5.1.5.2 Разность между значениями e при ее измерении в любой точке контура отверстия не должна превышать 0,001 D .

5.1.5.3 Толщина E_d диафрагмы должна быть в пределах от e до 0,05 D .

Если 50 мм $\leq D \leq 64$ мм, то толщина E_d может достигать 3,2 мм. В этом случае не рекомендуется применение диафрагм с $\beta > 0,36$.

Необходимую наименьшую толщину диафрагмы определяют в соответствии с требованиями, изложенными в 5.1.2.3.

5.1.5.4 Если $D \geq 200$ мм, то разность между значениями E_d , измеренными в любой точке диска диафрагмы, не должна превышать 0,001 D . Если $D < 200$ мм, разность между значениями E_d , измеренными в любой точке диска диафрагмы, не должна быть более 0,2 мм.

5.1.6 Угол наклона α образующей конуса

5.1.6.1 Если толщина E_d превышает длину e , то отверстие диафрагмы должно иметь скос со стороны выходного торца (см. рисунок 1). Поверхность скоса должна быть чистой.

5.1.6.2 Угол α наклона образующей конуса к оси отверстия диафрагмы должен быть в пределах $45^\circ \pm 15^\circ$.

5.1.7 Кромки G , H и I

5.1.7.1 На кромке G (см. рисунок 1) не допускается наличие каких-либо дефектов — вмятин, рисок, заусенцев и т.п.

5.1.7.2 Если в процессе эксплуатации диафрагмы радиус кромки G не более $0,0004d$, то кромку считают острой и значение поправочного коэффициента K_n принимают равным единице. В ином случае значение поправочного коэффициента K_n вычисляют в соответствии с требованиями 5.3.2.4.

Значение начального радиуса r_n входной кромки диафрагмы определяют в начале межконтрольного интервала визуально или путем измерений.

При визуальном определении значения r_n исходят из того, что отсутствие отражения света от входной кромки диафрагмы, рассматриваемой невооруженным глазом под углом 45° к плоскости диафрагмы, свидетельствует о том, что значение r_n не превышает $0,04 \cdot 10^{-3}$ м. Это значение r_n принимают за результат визуального определения.

При измерении радиуса r_n за результат принимают среднеарифметическое значение результатов измерений в восьми точках, равномерно размещенных по окружности.

5.1.7.3 Кромки H и I (см. рисунок 1) должны быть без заусенцев, фасок или закругления. Допускаются небольшие дефекты (например, одиночная царапина).

5.1.8 Диаметр отверстия диафрагмы

5.1.8.1 Диаметр d (см. рисунок 1) должен быть не менее 12,5 мм. Относительный диаметр β должен находиться в пределах от 0,10 до 0,75.

5.1.8.2 Значение диаметра d рассчитывают по ГОСТ 8.586.1 [формула (5.4)]. За значение диаметра отверстия диафрагмы d_{20} принимают среднее значение результатов измерений диаметра не менее чем в четырех направлениях, расположенных под приблизительно равными (визуально контролируемые) углами друг к другу.

При этом относительная неопределенность результата измерения диаметра, обусловленная измерительным инструментом, не должна превышать 0,02 %.

5.1.8.3 Отверстие должно быть цилиндрическим. Требование считается выполненным, если результат измерений диаметра в любом из направлений (см. 5.1.8.2) не отличается от среднего значения диаметра более чем на 0,05 %.

5.1.9 Диафрагмы для инверсивных потоков

5.1.9.1 Диафрагмы, предназначенные для измерения инверсивных потоков, должны соответствовать следующим требованиям:

- отверстие диафрагмы не должно иметь конической части;
- оба торца диафрагмы должны соответствовать требованиям 5.1.3;
- толщина E_d диафрагмы должна быть равна длине e , указанной в 5.1.5; в связи с этим может оказаться необходимым ограничение перепада давления для предотвращения деформации диафрагмы (см. 5.1.2.3);
- обе кромки диафрагмы должны соответствовать требованиям 5.1.7.

5.1.9.2 Если применяют трехрадиусный способ отбора давления (см. 5.2), то должны быть предусмотрены две группы отверстий до и после диафрагмы, которые используют в зависимости от направления потока.

5.1.10 Материал и изготовление

Диафрагма может быть изготовлена из любого материала [см. ГОСТ 8.586.1 (пункт 6.1.2 и приложение Г)] и любым способом, если она соответствует установленным техническим требованиям.

5.2 Отверстия для отбора давления

5.2.1 Общие положения

5.2.1.1 Для каждой диафрагмы должны быть выполнены не менее одного отверстия для отбора давления (далее — отверстие) до диафрагмы и одно после нее, расположенные в том или другом стандартном положении в зависимости от способа отбора давления (угловой, трехрадиусный и фланцевый).

5.2.1.2 Одна диафрагма может быть использована для нескольких способов отбора давления. При этом для исключения взаимного влияния отборов давления угол между осями нескольких отверстий с одной стороны диафрагмы должен быть не менее 30° .

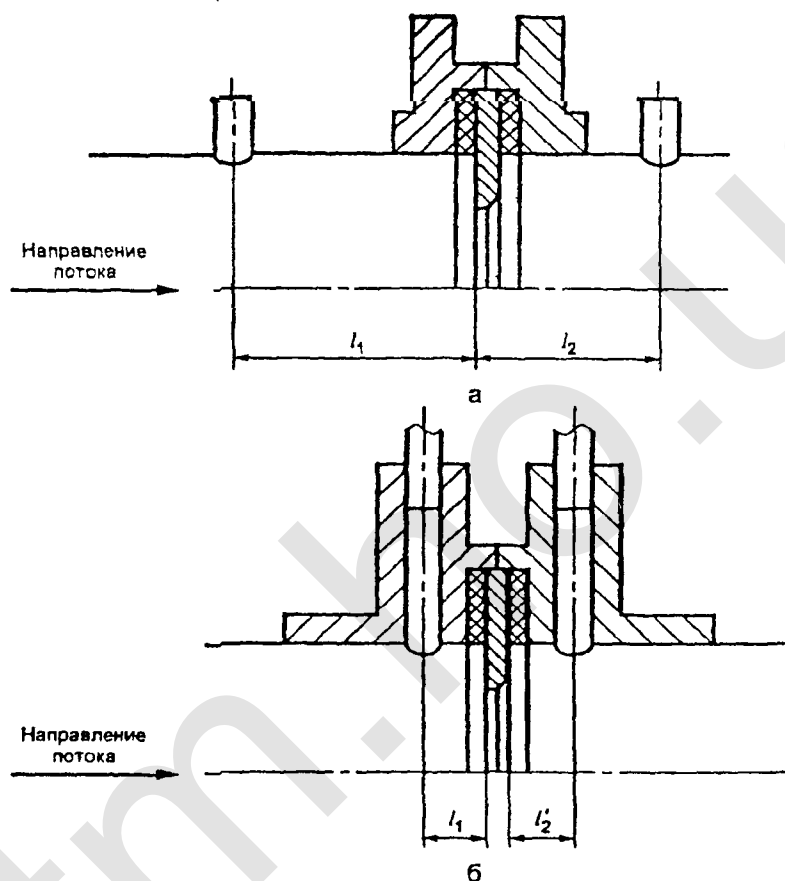
5.2.1.3 Отдельные отверстия до и после диафрагмы должны иметь одинаковый диаметр с допустимым отклонением не более 0,1 мм.

5.2.1.4 Отдельные отверстия должны быть круглыми и цилиндрическими на глубине не менее 2,5 внутренних диаметров данного отверстия. Соответствие отверстий данным требованиям допускается оценивать визуально.

5.2.2 Диафрагмы с трехрадиусным или фланцевым способами отбора давления

5.2.2.1 Ось отверстия должна быть расположена на определенном расстоянии от соответствующего торца диафрагмы в зависимости от способа отбора давления. При размещении отверстий необходимо учитывать толщину прокладок и (или) уплотнительного материала, применяемых при монтаже диафрагмы.

5.2.2.2 Для диафрагм с трехрадиусным способом отбора давления расположение отверстий приведено на рисунке 3а. Расстояния l_1 и l_2 измеряют от входного торца диафрагмы.



а — трехрадиусный отбор; б — фланцевый отбор

Рисунок 3 — Расположение отверстий для трехрадиусного и фланцевого способов отбора давления

Значение l_1 должно быть равным $(1 \pm 0,1)D$, а l_2 должно находиться в следующих пределах:

$(0,5 \pm 0,02)D$ при $\beta \leq 0,6$;

$(0,5 \pm 0,01)D$ при $\beta > 0,6$.

5.2.2.3 Для диафрагм с фланцевым способом отбора давления расположение отверстий приведено на рисунке 3б. Расстояние l_1 измеряют от входного торца диафрагмы, а расстояние l'_2 — от выходного торца диафрагмы.

Значения l_1 и l'_2 могут находиться в следующих пределах:

$(25,4 \pm 0,5)$ мм при $\beta > 0,6$ и $D < 0,15$ м;

$(25,4 \pm 1)$ мм в остальных случаях.

5.2.2.4 Осевая линия отверстия должна пересекаться с осевой линией ИТ под углом $90^\circ \pm 3^\circ$.

5.2.2.5 Кромки отверстия в месте выхода в ИТ должны быть заподлицо 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. Не допускаются какие-либо неровности на внутренней поверхности отверстия и на самом ИТ вблизи от отверстия.

5.2.2.6 Соответствие отверстий требованиям 5.2.2.4 и 5.2.2.5 допускается оценивать визуально.

5.2.2.7 Диаметр отверстий должен быть не более $0,13D$ и не более 13 мм.

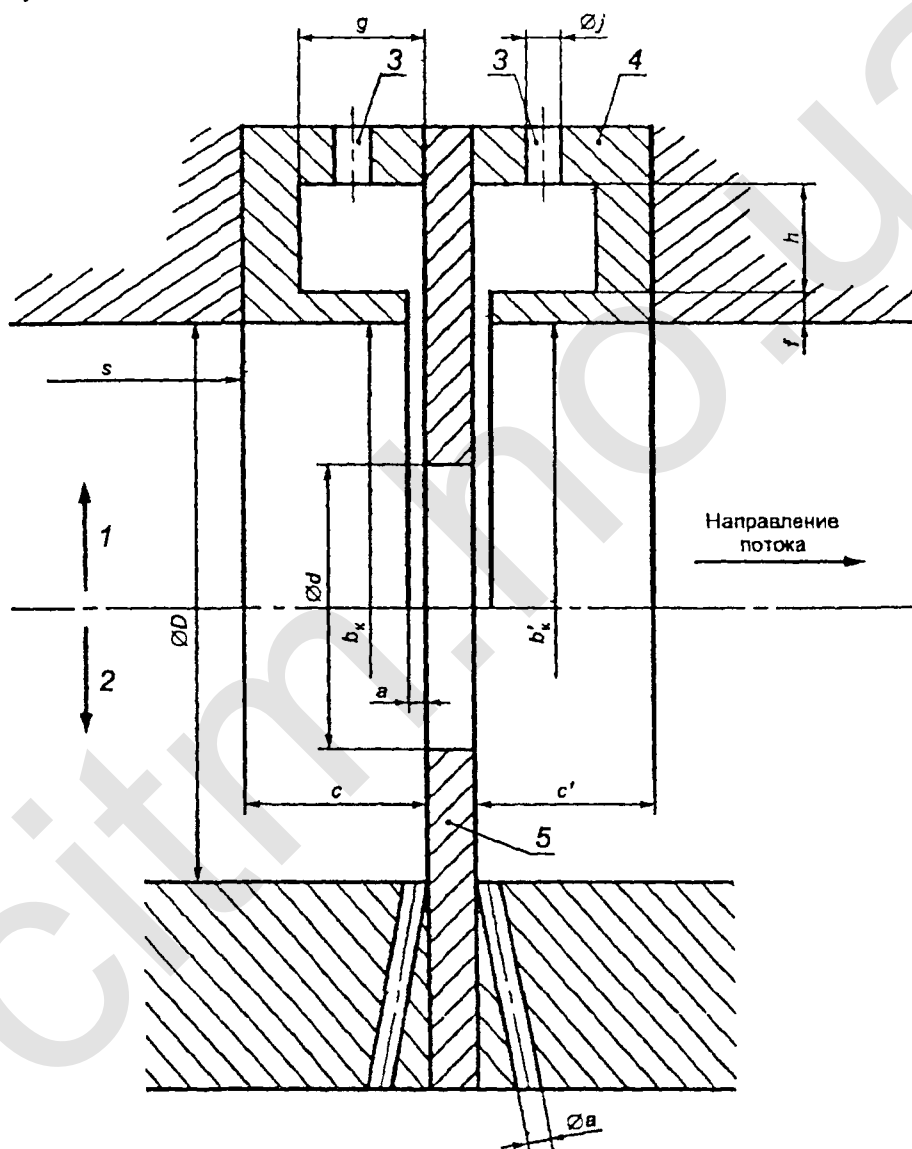
При выборе диаметра отверстия необходимо исключить возможность его засорения.

5.2.2.8 Оси отверстий до и после диафрагмы рекомендуется располагать в одной осевой плоскости.

5.2.3 Диафрагмы с угловым способом отбора давления

5.2.3.1 В месте выхода во внутреннюю полость ИТ отверстие должно касаться торца диафрагмы (см. 5.2.3.5).

5.2.3.2 Отверстия могут представлять собой либо отдельные отверстия, либо кольцевые щели. Отдельные отверстия для отбора давления могут быть выполнены как в трубопроводе, так и в его фланцах. Кольцевые щели выполняют в корпусе камеры усреднения или во фланцах трубопровода, как приведено на рисунке 4.



1 — камеры усреднения; 2 — отдельные отверстия; 3 — отверстия; 4 — корпус камеры усреднения; 5 — диафрагма; f — глубина щели; b_k, b_k' — внутренний диаметр корпуса камеры усреднения; c, c' — длина корпуса камеры усреднения; a — ширина кольцевой щели или диаметр отдельного отверстия; s — расстояние от уступа до камеры усреднения; g, h — размеры корпуса камеры усреднения; j — диаметр отверстия в камере для передачи давления на СИ

Рисунок 4 — Схема расположения угловых отверстий для отбора давления

5.2.3.3 Диаметр a отдельных отверстий или ширина кольцевых щелей a (см. рисунок 4) должны удовлетворять следующим условиям:

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

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

Если $D < 0,1$ м, то при любом значении β диаметр a допускается увеличивать до 2 мм.

Независимо от значения β диаметр a должен удовлетворять дополнительным условиям:

- 1 мм $\leq a \leq 10$ мм — для чистых сред;

- 1 мм $\leq a \leq 10$ мм — для паров, в случае применения кольцевых щелей;

- 4 мм $\leq a \leq 10$ мм — для паров и сжиженных газов, в случае отдельных отверстий для отбора давления.

При выборе значения диаметра a отдельных отверстий или ширины кольцевых щелей из указанных диапазонов учитывают необходимость исключения их засорения.

5.2.3.4 Кольцевые щели выполняют прерывистыми или сплошными по всему периметру корпуса камеры усреднения. Если отборы выполнены в виде прерывистой щели, то каждую камеру усреднения соединяют с внутренней полостью трубопровода не менее чем четырьмя отверстиями, оси которых находятся под равными углами друг к другу, а площадь каждого отверстия должна быть не менее 12 мм².

5.2.3.5 Если используются отдельные отверстия, как приведено на рисунке 4, то осевые линии отверстий должны пересекаться с осью трубопровода под углом 90° с допускаемым отклонением не более 3°.

Если используются несколько отдельных отверстий в каждой из двух групп отверстий (до и после диафрагмы), то их оси должны образовывать между собой равные углы.

5.2.3.6 Внутренний диаметр корпуса камеры усреднения b_k и ее длина c до СУ (см. рисунок 4) должны удовлетворять условию:

$$\frac{b_k - D}{D} \frac{c}{D} 100 < \frac{0,1}{0,1 + 23\beta^4}. \quad (5.5)$$

При этом внутренний диаметр корпуса камеры усреднения b_k должен находиться в пределах от значения D до $1,04D$, а длина корпуса камеры усреднения до диафрагмы c не должна превышать 0,65D.

Данные требования распространяются и на внутренний диаметр корпуса камеры усреднения b'_k и ее длину c' после СУ.

Глубина f щели должна быть больше или равна удвоенной ширине кольцевой щели a . Площадь внутренней полости камеры усреднения в осевом сечении gh должна быть больше или равна половине общей площади щели, соединяющей эту камеру с внутренней полостью ИТ.

5.2.3.7 Все поверхности корпуса камер усреднения, находящиеся в контакте со средой, должны быть чистыми.

5.2.3.8 Отверстие, предназначенное для передачи давления на соответствующие СИ, выполненное в стенке корпуса каждой камер, должно иметь круглое сечение диаметром j (см. рисунок 4) в пределах от 4 до 10 мм.

На внутренней поверхности отверстия и его кромках не должно быть неровностей (вмятин, заусенцев и отложений).

5.2.3.9 Камеры усреднения до и после диафрагмы могут быть взаимно несимметричными, но должны соответствовать установленным требованиям.

5.3 Коэффициенты и их неопределенности

5.3.1 Границы применения

Диафрагмы с угловым или трехрадиусным способом отбора давления применяют при следующих условиях:

$$d \geq 0,0125 \text{ м};$$

$$0,050 \text{ м} \leq D \leq 1 \text{ м};$$

$$0,1 \leq \beta \leq 0,75;$$

$$Re \geq 5000 \text{ при } \beta \leq 0,56;$$

$$Re \geq 16000\beta^2 \text{ при } \beta > 0,56.$$

Диафрагмы с фланцевым способом отбора давления применяют при следующих условиях:

$$d \geq 0,0125 \text{ м};$$

$$0,050 \text{ м} \leq D \leq 1 \text{ м};$$

$$0,1 \leq \beta \leq 0,75.$$

Значение числа Re должно быть более 5000 и $17 \cdot 10^5 \beta^2 D$.

5.3.2 Коэффициенты

5.3.2.1 Коэффициент истечения

Коэффициент истечения определяют по уравнению [7]:

$$C = 0,5961 + 0,0261\beta^2 - 0,216\beta^8 + 0,000521 \left(\frac{10^6 \beta}{Re} \right)^{0,7} + (0,0188 + 0,0063A) \beta^{3,5} \left(\frac{10^6}{Re} \right)^{0,3} + (0,043 + 0,08 e^{-10A_1} - 0,123 e^{-7L_1})(1 - 0,11A) \frac{\beta^4}{1 - \beta^4} - 0,031(M_1 - 0,8M_1^{1,1})\beta^{1,3} + M_2, \quad (5.6)$$

$$A = \left(\frac{19000\beta}{Re} \right)^{0,8},$$

$$M_1 = \frac{2L_2}{1 - \beta},$$

$$M_2 = \begin{cases} 0,011(0,75 - \beta)(2,8 - \frac{D}{0,0254}) & \text{при } D < 0,07112 \text{ м} \\ 0 & \text{при } D \geq 0,07112 \text{ м.} \end{cases}$$

Значения L_1 и L_2 принимают равными:

- $L_1 = L_2 = 0$ — для углового способа отбора давлений;
- $L_1 = 1; L_2 = 0,47$ — для трехрадиусного способа отбора давления;
- $L_1 = L_2 = \frac{0,0254}{D}$ — для фланцевого способа отбора давления.

5.3.2.2 Коэффициент расширения

При использовании любого из трех способов отбора давления коэффициент расширения рассчитывают по формуле [8]

$$\epsilon = 1 - (0,351 + 0,256\beta^4 + 0,93\beta^8) \left[1 - \left(1 - \frac{\Delta p}{p} \right)^{\frac{1}{\kappa}} \right]. \quad (5.7)$$

Формула (5.7) применима только для значений β , D и Re , указанных в 5.3.1, при условии:

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

5.3.2.3 Поправочный коэффициент, учитывающий шероховатость внутренней поверхности измерительного трубопровода

Если значение среднеарифметического отклонения профиля шероховатости Ra не более $Ra_{\max}$ и не менее значения $Ra_{\min}$, то поправочный коэффициент $K_{\text{ш}}$ принимают равным единице.

Значение $Ra_{\max}$ рассчитывают по формуле

$$10^4 \cdot \frac{Ra_{\max}}{D} = \begin{cases} 0,71886\beta^{-3,887} + 0,364 & \text{при } Re \leq 10^4; \\ A_0 \beta^{A_1} + A_2 & \text{при } Re > 10^4 \text{ и } \beta < 0,65; \\ A_0 0,65^{A_1} + A_2 & \text{при } Re > 10^4 \text{ и } \beta \geq 0,65, \end{cases} \quad (5.8)$$

где A_0 , A_1 , A_2 — коэффициенты, зависящие от числа Re , рассчитывают по формуле

$$A_i = \sum_{k=0}^3 B_k [\lg(Re)]^k, \quad (5.9)$$

где B_k — постоянные коэффициенты, значения которых приведены в таблице 2.

Т а б л и ц а 2 — Значения коэффициентов B_k

Коэффициент	Значение коэффициента для расчета		
	A_0	A_1	A_2
при условии $10^4 < Re \leq 10^5$			
B_0	8,87	6,7307	-10,244
B_1	-3,7114	-5,5844	5,7094
B_2	0,41841	0,7324	-0,76477
B_3	0	0	0
при условии $10^5 < Re \leq 3 \cdot 10^6$			
B_0	27,23	-25,928	1,7622
B_1	-11,458	12,426	-3,8765
B_2	1,6117	-2,09397	1,05567
B_3	-0,07567	0,106143	-0,076764
при условии $3 \cdot 10^6 < Re \leq 10^8$			
B_0	16,5416	322,594	-92,029
B_1	-6,60709	-132,2	37,935
B_2	0,88147	17,795	-5,1885
B_3	-0,039226	-0,799765	0,23583

Если в результате расчета, выполненного по формуле (5.8), полученное значение $10^4 \frac{Ra_{max}}{D} \geq 15$, то принимают $Ra_{max} = 15 \cdot 10^{-4} D$.

Значение $10^4 \frac{Ra_{max}}{D}$ округляют до двух значащих цифр.

Значение Ra_{min} рассчитывают по формуле

$$10^4 \frac{Ra_{min}}{D} \begin{cases} 7,1592 - 12,387\beta - (2,0118 - 3,469\beta)\lg(Re) + \\ + (0,1382 - 0,23762\beta)[\lg(Re)]^2 & \text{при } \beta < 0,65; \\ -0,892353 + 0,24308\lg(Re) - 0,0162562[\lg(Re)]^2 & \text{при } \beta \geq 0,65. \end{cases} \quad (5.10)$$

Если в результате расчета, выполненного по формуле (5.10), получено значение $10^4 \frac{Ra_{min}}{D} \leq 0$ или число $Re < 3 \cdot 10^6$, то принимают $Ra_{min} = 0$.

Значения $10^4 \frac{Ra_{min}}{D}$ округляют до трех цифр после запятой.

Требования к шероховатости внутренней поверхности ИТ предъявляют к участку ИТ до диафрагмы на длине не менее $10D$.

П р и м е ч а н и е — Если длина прямого участка ИТ, расположенного между диафрагмой и МС, менее $10D$, то требование к шероховатости внутренней поверхности ИТ предъявляют только к этому участку.

Информация о шероховатости труб приведена в ГОСТ 8.586.1 (пункт 7.1.5). Данные, на базе которых получены формулы (5.8) — (5.10), приведены в [9], [10], [11].

Если значение среднеарифметического отклонения профиля шероховатости Ra превышает значение $Ra_{\max}$, определенное по формуле (5.8), или менее значения $Ra_{\min}$, определенного по формуле (5.10), то поправочный коэффициент $K_{\text{ш}}$ рассчитывают по формуле

$$K_{\text{ш}} = 1 + 5,22\lambda^{3,5}(\lambda - \lambda^*), \quad (5.11)$$

где λ и λ^* — коэффициенты трения, рассчитанные при действительном числе Re и значениях эквивалентной шероховатости ИТ, равных ее действительному значению $R_{\text{ш}}$ [см. ГОСТ 8.586.1 (пункт 7.1.5)] и условному — $R^*_{\text{ш}}$ соответственно.

Значения λ и λ^* рассчитывают по формуле

$$\lambda = \left\{ 1,74 - 2 \lg \left[\frac{2A_{\text{ш}}}{D} - \frac{37,36 \lg(k_D - k_R \lg(k_D + 3,3333k_R))}{Re} \right] \right\}^{-2} \quad (5.12)$$

где $A_{\text{ш}}$, k_D , k_R — величины, значения которых рассчитывают в соответствии с таблицей 3.

Т а б л и ц а 3 — Значения величин $A_{\text{ш}}$, k_D , k_R

Величина	Значение величины для расчета	
	λ	λ^*
$A_{\text{ш}}$	$R_{\text{ш}}$ или πRa	$\pi Ra_{\max}$ при $Ra > Ra_{\max}$; $\pi Ra_{\min}$ при $Ra < Ra_{\min}$
k_D	$0,26954 R_{\text{ш}}/D$	$0,26954 \pi Ra_{\max}/D$ при $Ra > Ra_{\max}$; $0,26954 \pi Ra_{\min}/D$ при $Ra < Ra_{\min}$
k_R	$5,035/Re$	

5.3.2.4 Поправочный коэффициент, учитывающий притупление входной кромки диафрагмы

Если радиус входной кромки диафрагмы r_k не превышает $0,0004d$, то поправочный коэффициент K_n принимают равным единице.

Если значение r_k превышает $0,0004d$, то поправочный коэффициент K_n рассчитывают по формуле

$$K_n = 0,9826 + \left(\frac{r_k}{d} + 0,0007773 \right)^{0,6}, \quad (5.13)$$

где

$$r_k = a - (a - r_n) e^{(-\tau/3)}; \quad (5.14)$$

a — параметр, учитывающий тип измеряемой среды, который принимают равным $0,19 \cdot 10^{-3}$ для жидкости, $0,195 \cdot 10^{-3}$ для газа и $0,2 \cdot 10^{-3}$ для пара;

r_n — начальный радиус входной кромки диафрагмы;

τ — текущее время эксплуатации диафрагмы с момента определения значения начального радиуса входной кромки диафрагмы r_n , год.

Допускается значение K_n определять по значению среднего радиуса входной кромки диафрагмы $\bar{r}_k$ за межконтрольный интервал τ_y . В этом случае возникает дополнительная составляющая неопределенности значения K_n (см. 5.3.3.4).

Значение $\bar{r}_k$ рассчитывают по формуле

$$\bar{r}_k = a - \left(\frac{3}{\tau_y} \right) (a - r_n) (1 - e^{(-\tau_y/3)}), \quad (5.15)$$

где τ_y — межконтрольный интервал радиуса входной кромки диафрагмы, год.

Если средний радиус входной кромки за интервал τ_y не превышает $0,0004d$, то значение K_n принимают равным единице.

Если средний радиус входной кромки за интервал τ_y превышает $0,0004d$, то значение K_n рассчитывают по формуле

$$K_n = 0,9826 + \left(\frac{\bar{r}_k}{d} + 0,0007773 \right)^{0,6} \quad (5.16)$$

П р и м е ч а н и е — Измерение r_n в отличие от его визуального определения позволяет получить меньшую неопределенность K_n .

5.3.3 Неопределенности коэффициентов

5.3.3.1 Неопределенность коэффициента истечения

Неопределенность коэффициента истечения диафрагм для всех трех способов отборов давления при условии, что неопределенности β , D и Re равны нулю, рассчитывают по формулам:

$$U'_{C_0} = 0,7 - \beta \quad \text{при } 0,1 \leq \beta < 0,2;$$

$$U'_{C_0} = 0,5 \quad \text{при } 0,2 \leq \beta \leq 0,6;$$

$$U'_{C_0} = 1,667\beta - 0,5 \quad \text{при } 0,6 < \beta \leq 0,75.$$

Если $D < 0,07112$ м, то к данным значениям должна быть добавлена арифметически следующая неопределенность:

$$0,9(0,75 - \beta)(2,8 - \frac{D}{0,0254}).$$

Если $\beta > 0,5$ и $Re < 10000$, то к данным значениям добавляют арифметически неопределенность 0,5 %.

5.3.3.2 Неопределенность коэффициента расширения

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

$$U'_{\epsilon_0} = 3,5 \frac{\Delta p}{\kappa p}.$$

5.3.3.3 Неопределенность поправочного коэффициента, учитывающего шероховатость внутренней поверхности измерительного трубопровода

Неопределенность поправочного коэффициента $K_{ш}$ рассчитывают по формуле

$$U'_{K_{ш}} = \left| \frac{K_{ш} - 1}{K_{ш}} \right| U'_{R_{ш}},$$

где $U'_{R_{ш}}$ — неопределенность значения $R_{ш}$.

При определении $R_{ш}$ по ГОСТ 8.586.1 (таблица Д.1) в зависимости от материала и состояния поверхности ИТ неопределенность $U'_{R_{ш}}$ принимают равной значению, указанному в данной таблице.

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

5.3.3.4 Неопределенность поправочного коэффициента, учитывающего притупление входной кромки диафрагмы

Неопределенность поправочного коэффициента K_n рассчитывают по формуле

$$U'_{K_n} = \left\{ \left(\frac{1 - K_n}{K_n} \right)^2 U'^2_{r_n} + U'^2_{K_{нд}} \right\}^{0,5},$$

где K_n — поправочный коэффициент, рассчитанный по формуле (5.13);

$U'_{K_{нд}}$ — дополнительная составляющая неопределенность, обусловленная заменой текущего значения радиуса входной кромки диафрагмы r_k на его усредненное значение $\bar{r}_k$.

Значение $U'_{K_{нд}}$ принимают равным нулю при расчете K_n по текущему значению r_k согласно формулам (5.13) и (5.14). При расчете K_n по усредненному значению $\bar{r}_k$ согласно формулам (5.15) и (5.16) значение $U'_{K_{нд}}$ определяют по формуле

$$U'_{K_{нд}} = 100 \left(\frac{K_n^*}{K_n} - 1 \right),$$

где K_n^* — поправочный коэффициент, рассчитанный по формуле (5.16).

При визуальном определении r_n неопределенность U'_{r_n} принимают равной 50 %.

При непосредственном измерении r_n неопределенность U'_{r_n} устанавливают на основе нормы неопределенности результатов измерений применяемой методики выполнения измерений.

5.4 Потери давления

5.4.1 Потери давления на диафрагме рассчитывают по формуле

$$\Delta\omega = \frac{\sqrt{1 - \beta^4 [1 - (CK_{ш} K_n)^2]} - CK_{ш} K_n \beta^2}{\sqrt{1 - \beta^4 [1 - (CK_{ш} K_n)^2]} + CK_{ш} K_n \beta^2} \Delta p. \quad (5.17)$$

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

5.4.2 Допускают расчет потери давления по упрощенной формуле

$$\Delta\omega = (1 - \beta^{1,9}) \Delta p. \quad (5.18)$$

5.4.3 Коэффициент гидравлического сопротивления для диафрагмы рассчитывают по формуле [12]

$$\xi = \left(\frac{\sqrt{1 - \beta^4 [1 - (CK_{ш} K_n)^2]} - 1}{CK_{ш} K_n \beta^2} \right)^2. \quad (5.19)$$

6 Требования к установке

6.1 Общие положения

Общие требования к установке СУ, приведенные в ГОСТ 8.586.1 (раздел 7), применяют совместно с дополнительными специальными требованиями настоящего стандарта к диафрагмам.

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

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

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

При применении струевыпрямителя или УПП минимальную длину прямолинейных участков ИТ определяют на основе требований, изложенных в 6.3 и приложении Б.

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

Требования 6.2 к длине прямолинейных участков ИТ установлены на основе [13], [14], [15] и [16].

Все значения длины прямолинейных участков ИТ, указанные в 6.3.2, основаны на данных [13].

6.2 Минимальная длина прямолинейных участков измерительных трубопроводов

6.2.1 Необходимая минимальная длина прямолинейных участков ИТ до и после диафрагмы в зависимости от значения относительного диаметра отверстия диафрагмы и вида МС приведена в таблице 4.

Т а б л и ц а 4 — Необходимая минимальная относительная длина прямолинейных участков ИТ между диафрагмой и МС без применения струеуспокоителя или УПП

Место установки МС	Вид МС	Относительная длина прямолинейного участка ИТ L при β											
		$\leq 0,2$		0,4		0,5		0,6		0,67		0,75	
		A ¹⁾	B ²⁾	A ¹⁾	B ²⁾	A ¹⁾	B ²⁾	A ¹⁾	B ²⁾	A ¹⁾	B ²⁾	A ¹⁾	B ²⁾
После диафрагмы	Любое МС (кроме симметричного резкого сужения)	4	2	6	3	6	3	7	3,5	7	3,5	8	4
До диафрагмы	90° колено	6	3	16	3	22	9	42	13	44	20	44	20
	Два 90° колена в одной плоскости U-конфигурация ($l \leq 10D$) ³⁾	14	7	17	9	20	10	26	13	32	16	42	21
	Два 90° колена в одной плоскости S или U-конфигурация ($30D \geq l > 10D$) ³⁾	10	4)	10	4)	18	10	30	18	44	18	44	18
	Два 90° колена в одной плоскости S-конфигурация ($l \leq 10D$) ³⁾	10	4)	10	4)	22	10	42	18	44	20	44	22
	Два колена в разных плоскостях ($30D \geq l \geq 5D$) ³⁾	19	18	44	18	44	18	44	18	44	20	44	20
	Два колена в разных плоскостях ($l < 5D$) ³⁾	34	17	50	25	75	34	65 ⁵⁾	25 ⁶⁾	60	18	75	18
	Заглушенный тройник, изменяющий направление потока или коническое 90° колено	3	4)	9	3	19	9	29	18	36	18	44	18
	Заглушенный тройник, не изменяющий направление потока	10	5	11	6	14	6	18	9	24	12	36	18
	45° колено или два 45° колена в одной плоскости S-конфигурация ($30D \geq l > 2D$) ³⁾	7	4)	30	9	30	18	30	18	44	18	44	18
	Конфузор	5	4)	5	4)	8	5	9	5	12	6	13	8
	Диффузор	6	4)	12	8	20	9	26	11	28	14	36	18
	Смешивающий потоки тройник	34	17	37	19	41	21	49	25	57	30	70	35
	Разветвляющий поток тройник	14	7	17	9	20	10	26	13	32	16	42	21
	Шаровой кран или задвижка	12	6	12	6	12	6	14	7	18	9	24	12

Окончание таблицы 4

Место установ- ки МС	Вид МС	Относительная длина прямолинейного участка ИТ L при β											
		$\leq 0,2$		0,4		0,5		0,6		0,67		0,75	
		A ¹⁾	B ²⁾	A ¹⁾	B ²⁾	A ¹⁾	B ²⁾	A ¹⁾	B ²⁾	A ¹⁾	B ²⁾	A ¹⁾	B ²⁾
До диа- фрагмы	Затвор (заслонка)	25	13	32	16	36	18	40	20	43	22	47	24
	Конусный кран	16	8	20	10	23	12	26	13	28	14	32	16
	Запорный клапан или вентиль	18	9	19	10	22	11	26	13	30	15	38	19
	Симметричное резкое расширение	51	26	58	29	64	32	70	35	74	37	80	40
	Симметричное резкое сужение или большая емкость	30	15	30	15	30	15	30	15	30	15	30	15
	МС неопределенного вида ⁷⁾	60	30	70	35	76	38	84 ⁵⁾	47	89	45	96	48

1) В колонке А приведены длины, для которых неопределенность коэффициента истечения соответствует указанной в 5.3.3.1.

2) В колонке Б приведены длины, для которых неопределенность коэффициента истечения имеет дополнительную неопределенность 0,5 %.

3) l — расстояние между двумя коленами. Расстояние является кратным диаметру участка ИТ между этими коленами.

4) Данные о возможности сокращения прямолинейного участка ИТ для данного β и МС отсутствуют.

5) При $Re > 2 \cdot 10^6$ и $l < 2D$ $L = 95$.

6) При $Re > 2 \cdot 10^6$ и $l < 2D$ $L = 47$.

7) Любой другой вид МС, не указанный в вышеприведенном перечне видов МС. Приведенная длина прямолинейных участков ИТ для МС неопределенного вида является максимальной длиной из допускаемых минимальных длин прямолинейных участков ИТ перед диафрагмой, поэтому для ряда МС, не включенных в таблицу, указанная длина установлена с запасом.

Для промежуточных значений β , не указанных в таблице 4, минимальную длину прямолинейных участков ИТ с применением линейной интерполяции данных таблицы рассчитывают 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 меньшее к величине β значение относительного диаметра диафрагмы и соответствующее ему значение относительной длины прямолинейного участка ИТ, указанные в таблице 4;

β_2, L_2 — ближайшее большее к величине β значение относительного диаметра диафрагмы и соответствующее ему значение относительной длины прямолинейного участка ИТ, указанные в таблице 4.

Результат расчета по формуле (6.1) округляют до целого числа.

П р и м е ч а н и е — Если расчет необходимой минимальной длины прямолинейных участков ИТ выполняют по данным, приведенным в колонках Б, то при отсутствии данных для β_1 допускается значение L_1 принимать равным значению, приведенному в колонке А.

6.2.2 Если диафрагму используют для выполнения исследовательских работ или в качестве эталонного СИ при калибровочных или поверочных работах, то рекомендуется увеличить не менее чем в 2 раза длину прямолинейных участков ИТ до диафрагмы, указанную в колонках А таблицы 4.

6.2.3 Если длина прямолинейного участка ИТ до и после диафрагмы не менее значений, указанных в колонке А таблицы 4, то неопределенность коэффициента истечения соответствует указанной в 5.3.3.1

6.2.4 Если длина прямолинейного участка ИТ до или после диафрагмы меньше значений, указанных в колонке А таблицы 4, но равна или больше значений, приведенных в колонке Б данной таблицы, то следует к неопределенности коэффициента истечения арифметически добавить дополнительную составляющую неопределенности 0,5 %.

6.2.5 Не допускается:

- устанавливать прямолинейные участки ИТ, длины которых менее указанных в колонке Б таблицы 4;
- одновременно устанавливать до и после диафрагмы прямолинейные участки ИТ, длины которых менее указанных в колонке А таблицы 4.

6.2.6 Рекомендуется регулировать расход потока арматурой, расположенной на расстоянии более $8D$ после диафрагмы. Запорная арматура, находящаяся на ИТ до диафрагмы, должна быть полностью открыта.

6.2.7 Если конструкция проточной части запорной арматуры и ее сопряжение с ИТ соответствует требованиям 6.4.3, то такая запорная арматура может рассматриваться как часть прямолинейного участка ИТ.

Запорная арматура, приведенная в таблице 4, 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 Длина прямолинейных участков ИТ, указанная в таблице 4, определена экспериментально в условиях стабилизированного потока непосредственно перед исследуемым МС. На практике данные условия обеспечивают выполнением требований:

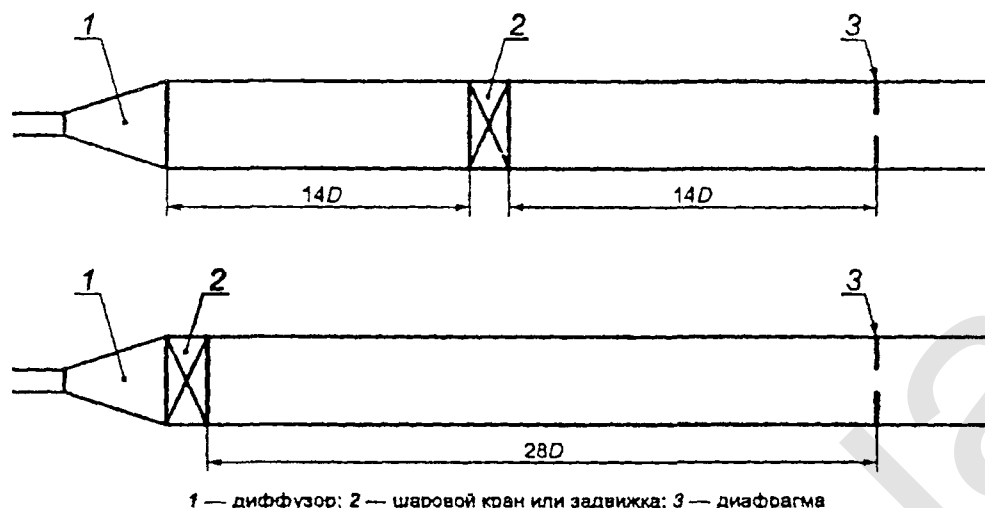
а) если до диафрагмы установлено последовательно несколько МС, то должно применяться следующее:

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

2) прямолинейный участок ИТ между двумя ближайшими к диафрагме МС должен иметь длину, равную половине или более половины значения, определяемого по данным таблицы 4 для β , равного 0,67 (независимо от фактического значения β), и вида второго МС, наиболее удаленного от диафрагмы. 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 4, то неопределенность коэффициента истечения соответствует указанной в 5.3.3.1. Если значение минимальной длины прямолинейного участка ИТ выбрано из колонки Б таблицы 4, то к неопределенности коэффициента истечения следует арифметически добавить дополнительную составляющую неопределенности 0,5 %.

Если расстояние между вторым и третьим МС менее $5D$ и третье МС требует больший прямолинейный участок, чем второе МС, то прямолинейный участок ИТ между двумя ближайшими к диафрагме МС определяют как половину или более половины значения, определяемого по данным таблицы 4, для β , равного 0,67 (независимо от фактического значения β), и вида 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 (см. рисунок 5). При этом должно выполняться условие перечисления б);

Рисунок 5 — Схема расположения шарового крана или задвижки при $\beta = 0,6$

б) любое МС, состоящее из комбинации колен (см. таблицу 4), должно быть помещено от диафрагмы на расстоянии, не менее указанного в таблице 4, независимо от числа МС, находящихся между этим МС и диафрагмой. При этом расстояние является кратным внутреннему диаметру участка ИТ, расположенного непосредственно перед диафрагмой, и измеряется от диафрагмы до границы группы колен (включая длины МС, находящихся между ними). Если расстояние определено по значениям, приведенным в колонке Б, тогда к неопределенности коэффициента истечения должна быть арифметически добавлена дополнительная составляющая неопределенности 0,5 %. При этом не допускается сокращать длину других прямолинейных участков ИТ, т.е. дополнительная составляющая неопределенности не должна добавляться более одного раза, исходя из требований, указанных в перечислениях а) и б);

в) рекомендуется применение струевыпрямителя или УПП при использовании коллекторных систем [см. А.5 (приложение А)].

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

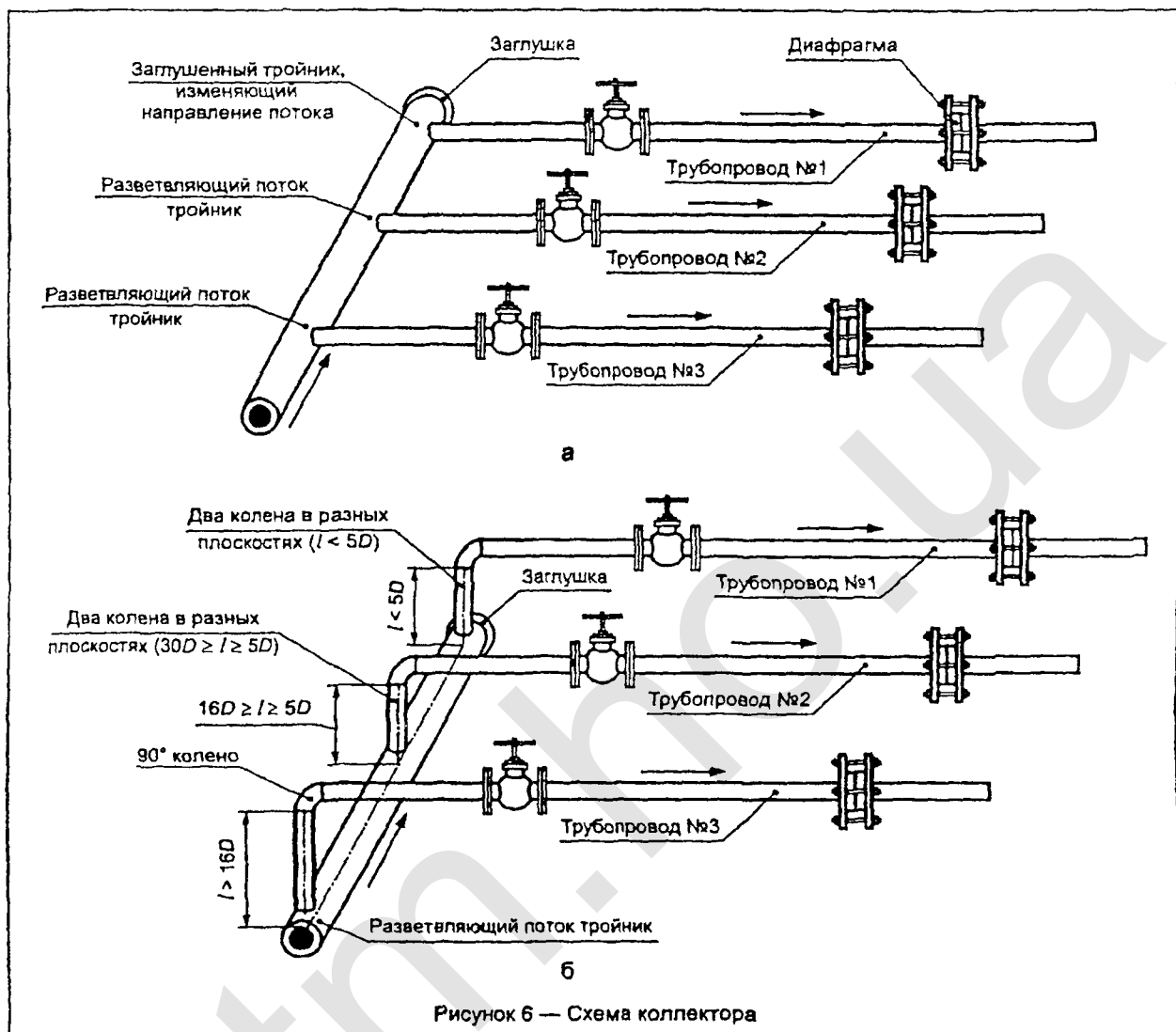
1) если оси входного (распределительного) коллектора и ИТ расположены в одной плоскости, как приведено в примере а) рисунка 6, то выход из коллектора для крайнего ИТ классифицируют как МС вида «Заглушенный тройник, изменяющий направление потока», для остальных ИТ как МС вида «Разветвляющий поток тройник»;

2) если оси входного (распределительного) коллектора и ИТ расположены в разных плоскостях, как приведено на рисунке 6б, то выход из коллектора и колено объединяют в одно МС, которое классифицируют как:

- «Два колена в разных плоскостях, $l < 5D$ », при длине прямолинейного участка ИТ между коленом и коллектором менее $5D$;
- «Два колена в разных плоскостях, $30D \geq l \geq 5D$ », при длине прямолинейного участка ИТ между коленом и коллектором от $18D$ до $5D$ для крайнего (перед заглушкой) выхода из коллектора и при длине от $16D$ до $5D$ для остальных выходов из коллектора.

П р и м е ч а н и е — Если расстояние между коллектором и коленом более $18D$ для крайнего (перед заглушкой) выходом из коллектора, для остальных — более $16D$, то выход из коллектора и колено не объединяют в одно МС.

г) конфигурацию ИТ перед «МС неопределенного вида» не регламентируют.



6.2.9 МС, расположенные перед СУ на расстоянии, превышающем указанное в таблице 4, для «МС неопределенного вида» не учитывают.

6.2.10 На рисунке 7 приведены три примера применения требований перечислений а) и б) 6.2.8.

В каждом примере второе МС относительно диафрагмы (см. рисунок 7) представляет собой МС вида «Два колена в разных плоскостях ($30D \geq l \geq 5D$)», а β равно 0,4.

6.2.10.1 Если первое МС — полностью открытый шаровый кран, как приведено на рисунке 7а, длина которого $1D$, то:

- длина прямолинейного участка ИТ между краном и диафрагмой должна быть не менее $12D$ (см. таблицу 4);
- длина прямолинейного участка ИТ между МС вида «Два колена в разных плоскостях ($30D \geq l \geq 5D$)» и краном должна быть не менее $22D$ согласно перечислению а) 6.2.8;
- расстояние между МС вида «Два колена в разных плоскостях ($30D \geq l \geq 5D$)» и диафрагмой должно быть не менее $44D$ согласно перечислению б) 6.2.8.

Таким образом, требуется дополнительная общая длина $9D = 44D - 22D - 12D - 1D$, которая может находиться либо до или после крана, либо частично до и после крана.

В соответствии с требованиями в перечислении б) 6.2.8 дополнительная длина $9D$ может не вводиться при условии, что к неопределенности коэффициента истечения будет арифметически добавлена дополнительная составляющая неопределенности 0,5 %.

Могут также быть применены условия перечисления а) 6.2.8 для расположения крана вплотную к двум коленам в разных плоскостях, при условии, что имеется расстояние не менее $44D$ от двух колен в разных плоскостях до диафрагмы, как приведено на рисунке 7б.

6.2.10.2 Если первое МС является переходником (конфузором) от диаметра $2D$ к диаметру D на длине $2D$, как приведено на рисунке 7в, то:

- длина прямолинейного участка ИТ между конфузором и диафрагмой должна быть не менее $5D$ (см. таблицу 4);
- длина прямолинейного участка ИТ между МС вида «Два колена в разных плоскостях ($30D \geq l \geq 5D$)» и конфузором должна быть не менее $22 \cdot 2D$ согласно перечислению а) 6.2.8;
- расстояние между МС вида «Два колена в разных плоскостях ($30D \geq l \geq 5D$)» должно быть не менее $44D$ согласно перечислению б) 6.2.8.

Так как фактическое расстояние равно $51D = 44D + 2D + 5D$, с учетом требования перечисления б) 6.2.8 дополнительной длины не требуется.

6.2.10.3 Если первое МС — расширитель (диффузор) от $0,5D$ до D на длине $2D$, как приведено на рисунке 7 г, то:

- длина прямолинейного участка ИТ между диффузором и диафрагмой должна быть не менее $12D$ (см. таблицу 4);
- длина прямолинейного участка ИТ между двумя коленами в разных плоскостях и диффузором должна быть не менее $22 \cdot 0,5D$ согласно перечислению а) 6.2.8;
- расстояние между МС вида «Два колена в разных плоскостях ($30D \geq l \geq 5D$)» и диафрагмой должно быть не менее $44D$ согласно перечислению б) 6.2.8.

Таким образом, требуется дополнительный прямолинейный участок ИТ $19D = 44D - 12D - 2D - 22 \cdot 0,5D$, который может быть либо до или после диффузора, либо частично до и после него.

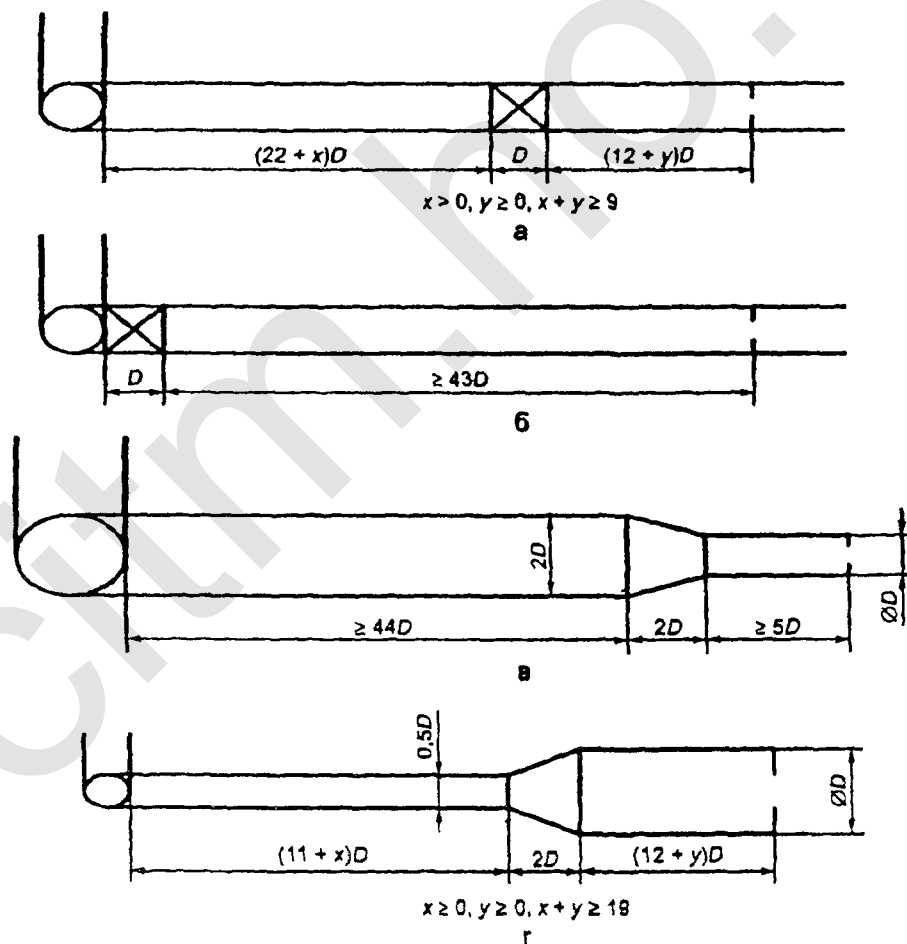


Рисунок 7 — Примеры определения необходимых длин прямолинейных участков ИТ (см. 6.2.10)

6.3 Струевыпрямители и устройства подготовки потока

6.3.1 Общие положения

Для уменьшения длины прямолинейных участков ИТ до диафрагмы могут быть применены струевыпрямители или УПП.

Допускается использовать только те виды струевыпрямителей или УПП, которые прошли испытания на соответствие требованиям, указанным в ГОСТ 8.586.1 (приложение Ж). В любом случае испытания следует проводить с применением диафрагм.

Незапатентованные струевыпрямители и УПП, которые прошли испытания на соответствие требованиям, указанным в ГОСТ 8.586.1 (приложение Ж), — это трубчатый струевыпрямитель в виде связки из 19 трубок (1998) и дисковое УПП «Zanker». В приложении Б приведены некоторые патентованные УПП, прошедшие испытания.

В 6.3.2 и 6.3.3 приведено описание конструкций и способы установки на ИТ трубчатого струевыпрямителя в виде связки 19 трубок (1998) и дискового УПП «Zanker».

В 6.3.2.2 и 6.3.3.2 описаны ситуации, в которых данные устройства могут быть использованы после любых типов МС и произвольно выбранными расстояниями между ними; в 6.3.2.3 рассмотрены некоторые дополнительные варианты, в которых трубчатый струевыпрямитель в виде связки из 19 трубок (1998) может быть применен для уменьшения требуемой длины ИТ после конкретных типов МС.

Допускается применение других конструкций струевыпрямителей и УПП, если они прошли испытания [см. ГОСТ 8.586.1 (приложение Ж)].

6.3.2 Трубчатый струевыпрямитель в виде связки из 19 трубок (1998)

6.3.2.1 Описание

6.3.2.1.1 Конструкция

Струевыпрямитель включает 19 трубок, соединенных в цилиндрическую структуру, как приведено на рисунке 8.

Для уменьшения завихрений, которые могут возникнуть между внешними трубками струевыпрямителя и стенкой трубопровода, максимальный наружный диаметр струевыпрямителя D_f должен удовлетворять условию:

$$0,95D \leq D_f \leq D.$$

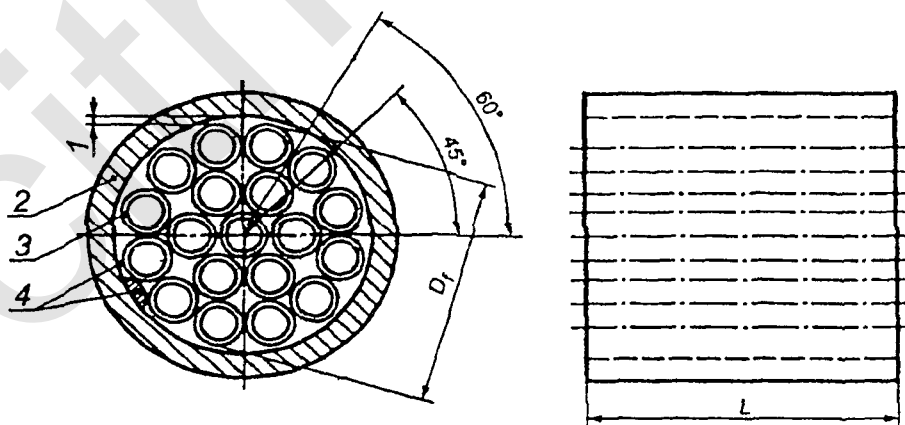
Длина трубок должна быть в пределах от $2D$ до $3D$, предпочтительно как можно ближе к $2D$.

6.3.2.1.2 Требования к трубкам струевыпрямителя

Все трубки в связке должны иметь одинаковую шероховатость, наружный диаметр и толщину стенок. Толщина стенок отдельных трубок струевыпрямителя должна быть менее $0,025D$. Все трубки должны иметь внутреннюю фаску на обоих торцах.

6.3.2.1.3 Изготовление струевыпрямителя

Струевыпрямитель должен иметь прочную конструкцию. Отдельные трубки следует приварить друг к другу в точках контакта, по крайней мере, на обоих торцах связки. Важно обеспечить параллельность трубок друг другу и оси трубопровода, поскольку при невыполнении данного требования струевы-



1 — минимизированный зазор; 2 — стенка ИТ; 3 — толщина стенки трубки; 4 — варианты центрирующих прокладок (обычно в четырёх местах); D_f — наружный диаметр струевыпрямителя потока, L — длина трубок

Рисунок 8 — Трубчатый струевыпрямитель в виде связки из 19 трубок (1998)

рямитель сам может создавать в потоке завихрения. Для центрирования всей сборки трубок в трубопроводе следует использовать прокладки, которые могут иметь форму небольших выступов или стержней, параллельных оси трубопровода. После помещения в трубопровод связка трубок должна быть надежно закреплена на месте. Прочное крепление не должно вносить деформацию в конструкцию связки трубок и нарушать ее симметричное расположение в трубопроводе

6.3.2.1.4 Потери давления

Коэффициент гидравлического сопротивления ξ струевыпрямителя в виде связки из 19 трубок (1998) может быть принят равным 0,75.

6.3.2.2 Установка струевыпрямителя

6.3.2.2.1 Трубчатый струевыпрямитель в виде связки из 19 трубок (1998), приведенный на рисунке 8, применяют с диафрагмой, имеющей относительный диаметр не более 0,67.

6.3.2.2.2 Струевыпрямитель должен быть установлен так, чтобы расстояние между диафрагмой и МС было не менее $30D$, а расстояние между выходным торцом струевыпрямителя и диафрагмой было равно $(13 \pm 0,25) D$.

6.3.2.3 Дополнительные возможности

6.3.2.3.1 Трубчатый струевыпрямитель в виде связки из 19 трубок (1998) может быть использован для уменьшения требуемого прямолинейного участка ИТ при применении вариантов установки, отличных от приведенного в 6.3.2.2.

Допускаемые варианты установки струевыпрямителя зависят от расстояния L_f от диафрагмы до ближайшего МС. В таблице 5 приведены допускаемые диапазоны длины прямолинейных участков ИТ между диафрагмой и струевыпрямителем в виде связки из 19 трубок (1998) для двух диапазонов L_f :

- $30D > L_f \geq 18D$;

- $L_f \geq 30D$.

В таблице 5 приведена длина прямолинейных участков ИТ между выходным торцом струевыпрямителя и диафрагмой.

Для значений относительных диаметров диафрагмы, не указанных в таблице 5, положение струевыпрямителя определяют по данным для ближайшего большего указанного значения β .

Длину прямолинейного участка ИТ после диафрагмы определяют в соответствии с таблицей 4.

Пример использования значений, указанных в таблице 5, приведен в 6.3.2.4.

6.3.2.3.2 Если длина прямолинейного участка ИТ между диафрагмой и струевыпрямителем соответствует значениям, указанным в колонке А таблицы 5, а длина прямолинейного участка ИТ после диафрагмы соответствует значениям в колонке А таблицы 4, то неопределенность коэффициента истечения соответствует указанной в 5.3.3.1.

6.3.2.3.3 Составляющую неопределенности 0,5 % добавляют арифметически к неопределенности коэффициента истечения в одном из следующих случаев:

- длина прямолинейного участка ИТ между диафрагмой и струевыпрямителем соответствует значению, указанному в колонке Б таблицы 5;

- длина прямолинейного участка ИТ после диафрагмы меньше значения, указанного в колонке А таблицы 4, но либо равна, либо более значения, указанного в колонке Б таблицы 4.

6.3.2.3.4 Настоящий стандарт не может быть использован в следующих случаях:

- длина прямолинейного участка ИТ между диафрагмой и струевыпрямителем находится вне пределов допускаемых значений, указанных в колонке Б таблицы 5;

- длина прямолинейного участка после диафрагмы менее значения, указанного в колонке Б таблицы 4,

- одновременно длина прямолинейного участка между диафрагмой и струевыпрямителем находится вне пределов значений, указанных в колонке А таблицы 5, и длина прямолинейного участка ИТ после диафрагмы менее значения, приведенного в колонке А таблицы 4.

6.3.2.3.5 Между МС, указанным в таблице 5, кроме вида «любое МС», и ближайшим МС, расположенным до него, должен быть прямолинейный участок ИТ длиной не менее $15D$.

6.3.2.4 Пример

Если до диафрагмы с относительным диаметром отверстия 0,6 необходимо установить МС вида «90° колено», то возможны два варианта установки струевыпрямителя:

- в соответствии с 6.3.2.2.2 (см. рисунок 9а), преимуществом которого является возможность размещения любого МС на любом расстоянии до одиночного колена;

- в соответствии с таблицей 5 (см. рисунок 9б), позволяющий использовать более короткий требуемый прямолинейный участок ИТ после колена, но требующий прямолинейного участка ИТ до колена длиной не менее $15D$.

Т а б л и ц а 5 — Диапазон допустимой длины прямолинейных участков ИТ между диафрагмой и струеуправителем со связкой из 19 трубок (1998) в зависимости от β и расстояния L_f между диафрагмой и МС

Вид МС	Расстояние между СУ и МС	Диапазон допустимой длины прямолинейных участков ИТ между СУ и струеуправителем для β											
		$\leq 0,2$		0,4		0,5		0,6		0,67		0,75	
		А ³⁾	Б ⁴⁾	А ³⁾	Б ⁴⁾	А ³⁾	Б ⁴⁾	А ³⁾	Б ⁴⁾	А ³⁾	Б ⁴⁾	А ³⁾	Б ⁴⁾
90° колено 1)	$30 > L_f \geq 18$	От 5 до 14,5 включ.	От 2 до 5; св. 14,5 до п ⁵⁾ включ.	От 5 до 14,5 включ.	От 2 до 5; св. 14,5 до п ⁵⁾ включ.	От 11,5 до 14,5 включ.	От 3 до 11,5; св. 14,5 до п ⁵⁾ включ.	От 12 до 13 включ.	От 5 до 12; св. 13 до п ⁵⁾ включ.	От 13 ± 0,25	От 7 до 12,75; св. 13,25 до п ⁵⁾ включ.	От 14 ± 0,25	От 8 до 13,75; св. 14,25 до п ⁵⁾ включ.
	$L_f \geq 30$	От 5 до 25 включ.	От 2 до 5; св. 25 до п ⁵⁾ включ.	От 5 до 25 включ.	От 2 до 5; св. 25 до п ⁵⁾ включ.	От 11,5 до 25 включ.	От 3 до 11,5; св. 25 до п ⁵⁾ включ.	От 12 до 25 включ.	От 5 до 12; св. 25 до п ⁵⁾ включ.	От 12,75 до 16,5 включ.	От 7 до 12,75; св. 16,5 до п ⁵⁾ включ.	От 14 до 16,5 включ.	От 8 до 14; св. 16,5 до п ⁵⁾ включ.
Для 90° колена 1) в разных плоскостях ($l \leq 2D$) ²⁾	$30 > L_f \geq 18$	От 5 до 14,5 включ.	От 2 до 5; св. 14,5 до п ⁵⁾ включ.	От 5 до 14,5 включ.	От 2 до 5; св. 14,5 до п ⁵⁾ включ.	От 9,5 до 14,5 включ.	От 2 до 9,5; св. 14,5 до п ⁵⁾ включ.	От 13,5 до 14,5 включ.	От 6 до 13,5; св. 14,5 до п ⁵⁾ включ.	От 13 до 14,5 включ.	От 7 до 13; св. 14,5 до п ⁵⁾ включ.	6)	От 9,5 до п ⁵⁾ включ.
	$L_f \geq 30$	От 5 до 25 включ.	От 2 до 5; св. 25 до п ⁵⁾ включ.	От 5 до 25 включ.	От 2 до 5; св. 25 до п ⁵⁾ включ.	От 9 до 25 включ.	От 2 до 9; св. 25 до п ⁵⁾ включ.	От 9 до 25 включ.	От 2 до 9; св. 25 до п ⁵⁾ включ.	От 10 до 16 включ.	От 5 до 10; св. 16 до п ⁵⁾ включ.	От 12 до 12,5 включ.	От 8 до 12; св. 12,5 до п ⁵⁾ включ.
Запущенный тройник, изменяющий направление потока	$30 > L_f \geq 18$	От 5 до 14,5 включ.	От 2 до 5; св. 14,5 до п ⁵⁾ включ.	От 5 до 14,5 включ.	От 2 до 5; св. 14,5 до п ⁵⁾ включ.	От 11 до 13 включ.	От 2 до 11; св. 13 до п ⁵⁾ включ.	6) 8)	От 7 до п ⁵⁾ включ.	6)	От 8 до п ⁵⁾ включ.	6)	От 9 до п ⁵⁾ включ.
	$L_f \geq 30$	От 2 до 25 включ.	Св. 25 до п ⁵⁾ включ.	От 2 до 25 включ.	Св. 25 до п ⁵⁾ включ.	От 9 до 23 включ.	От 2 до 9; св. 23 до п ⁵⁾ включ.	От 11 до 16 включ.	От 2 до 11; св. 16 до п ⁵⁾ включ.	От 11 до 13,25 включ.	От 6 до 11; св. 13,25 до п ⁵⁾ включ.	От 12 до 14 включ.	От 7 до 12; св. 14 до п ⁵⁾ включ.

Длина выражена значениями, кратными внутреннему диаметру, D

Диапазон допускаемой длины прямолинейных участков ИТ между СУ и струевыпрямителем для β													
Вид МС	Расстояние между СУ и МС	$\leq 0,2$		0,4		0,5		0,6		0,67		0,75	
		A ³⁾	B ⁴⁾	A ³⁾	B ⁴⁾	A ³⁾	B ⁴⁾	A ³⁾	B ⁴⁾	A ³⁾	B ⁴⁾	A ³⁾	B ⁴⁾
Любое МС	$30 > L_f \geq 18$	От 5 до 11 включ.	От 2 до 5; св. 11 до п ⁵⁾ включ.	От 5 до 11 включ.	От 2 до 5; св. 11 до п ⁵⁾ включ.	От 3 до п ⁵⁾ включ.	От 7 до п ⁵⁾ включ.	От 6 до п ⁵⁾ включ.	От 7 до п ⁵⁾ включ.	От 8 до 10 включ.	От 8 до 10 включ.	От 8 до 10 включ.	От 8 до 10 включ.
	$L_f \geq 30$	От 5 до 13,25 включ.	От 2 до 5; св. 13,25 до п ⁵⁾ включ.	От 5 до 13,25 включ.	От 2 до 5; св. 13,25 до п ⁵⁾ включ.	От 11,5 до 14,5 включ.	От 12 до 16 включ.	От 12 до 16 включ.	От 6 до п ⁵⁾ включ.	От 7 до 10 включ.	От 7 до 10 включ.	От 7 до 10 включ.	От 8 до 22 включ.

1) Колена должны иметь радиус кривизны, равный $1,5D$.2) f — расстояние между двумя коленами.

3) Колонка А дает значения длины, соответствующие «нулевой дополнительной неопределенности коэффициента истечения» (см. 6.3.2.3.2).

4) Колонка Б дает значения длины, соответствующие «дополнительной неопределенности 0,5 %» (см. 6.3.2.3.2).

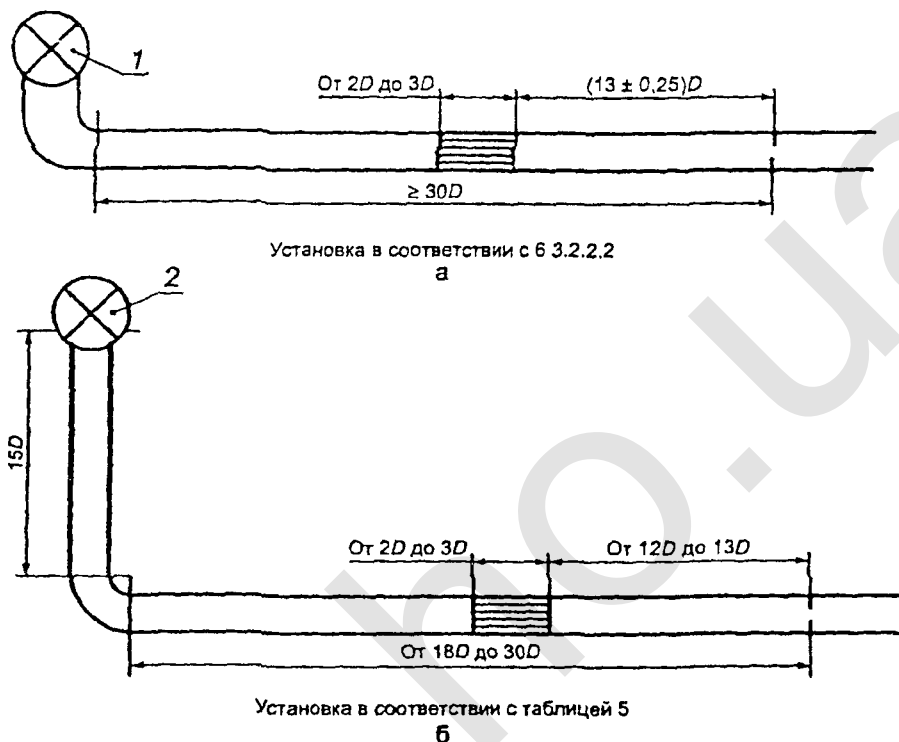
5) n — число диаметров, определяемое по формуле $n = L_f - L_{ст} - 1$, где $L_{ст}$ — длина струевыпрямителя. Рекомендуется рассчитывать n по формуле $n = L_f - L_{ст} - 2,5$.

6) Данные отсутствуют, требуется проведение испытаний.

7) Если $\beta = 0,46$, то допускается значение 9,5.8) Если $\beta = 0,54$, то допускается значение 13.

Примечание — Значения длины прямолинейных участков ИТ, указанные в таблице, представляют собой допускаемые значения длины ИТ между выходным торцом струевыпрямителя (см. 6.3.2.1) и диафрагмой для заданного МС, установленного до струевыпрямителя на расстоянии L_f от диафрагмы. Расстояние L_f от диафрагмы измеряют по обращенному вниз по течению торца искривленной части ближайшего (или единственного) колена или тройника, или до обращенного вниз по течению торца искривленной или конической части переходника с уменьшением диаметра или расширителя. Рекомендуемые значения соответствуют положениям струевыпрямителя, применимым в установленном диапазоне значений β .

Если расстояние от диафрагмы до колена не менее $30D$, то для обеспечения более широкого диапазона размещения струевыпрямителя могут быть также использованы значения, указанные в таблице 5 для $L_f \geq 30$. Но поскольку такое размещение струевыпрямителя требуется редко при проектировании установок, то эта возможность не приведена на рисунке 9.



1 — положение любого МС, помещенного на любом расстоянии от одиночного колена; 2 — положение любого МС, помещенного до одиночного колена на расстоянии не менее $15D$

Рисунок 9 — Примеры установок струевыпрямителя в виде связки из 19 трубок (1998)

6.3.3 Дисковое устройство подготовки потока «Zanker»

6.3.3.1 Описание

Конструкция дискового УПП «Zanker» [17] приведена в ГОСТ 8.586.1 (приложение Е). Дисковое УПП «Zanker», прошедшее испытания на соответствие требованиям ГОСТ 8.586.1 (приложение Ж), может быть установлено после любых видов МС при $\beta \leq 0,67$.

6.3.3.2 Установка

Расстояние между диафрагмой и ближайшим МС L_f должно быть не менее $17D$. Дисковое УПП «Zanker» должно быть установлено таким образом, чтобы L_s (расстояние между выходным торцом диска УПП и диафрагмой) удовлетворяло условию:

$$7,5D \leq L_s \leq L_f - 8,5D.$$

6.4 Округлость и цилиндричность измерительного трубопровода

6.4.1 На участке ИТ длиной $2D$, расположенном непосредственно перед диафрагмой (или корпусом камеры усреднения, если она имеется), ни одно значение диаметра в любом поперечном сечении на этом отрезке не должно отличаться более чем на $0,3\%$ значения D , определенного в соответствии с 6.4.2.

Если на данном участке имеется сварной шов, то внутренний валик шва должен быть путем его механической обработки сточен до состояния, при котором внутренний диаметр ИТ, измеренный в плоскости сварного шва, будет соответствовать данному требованию.

6.4.2 Диаметр D определяют как среднееарифметическое значение результатов измерений не менее чем в трех поперечных сечениях трубопровода, равномерно распределенных на отрезке $0,5D$, из которых два сечения соответствуют расстояниям $0D$ и $0,5D$ от места отверстий для отбора давления,

расположенных до диафрагмы. 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 камера усреднения (см. рисунок 4), то измерение величины D выполняют на отрезке ИТ длиной $0,5D$ до входного торца корпуса камеры усреднения. При этом относительная неопределенность результата измерения, обусловленная измерительным инструментом, не должна превышать $0,1\%$.

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

В пределах участка ИТ, расположенного между сечениями ИТ на расстоянии от диафрагмы $2D$ и $10D$, разность значений диаметра смежных секций ИТ и высота уступа в местах их стыка не должны превышать $0,003D$.

Если диаметр секции ИТ, расположенной выше по потоку, больше диаметра секции ИТ, расположенной ниже по потоку, то за пределами участка ИТ длиной $10D$ [18] разность значений диаметра смежных секций ИТ и высота уступа не должны превышать $0,06D$.

Если диаметр секции ИТ, расположенной выше по потоку, не более диаметра секции ИТ, расположенной ниже по потоку, то составная конструкция ИТ не приводит к дополнительной составляющей неопределенности коэффициента истечения при одном из 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 диафрагмой (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 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:

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

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

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 удовлетворяет 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 диафрагмы, полученный в результате однократного измерения в любом поперечном сечении ИТ на расстоянии не более $2D$ от входного торца диафрагмы, не должен отличаться от D более чем на 3% .

6.5 Расположение диафрагмы и камеры усреднения

6.5.1 Диафрагма должна быть расположена в ИТ таким образом, чтобы было обеспечено течение среды от входного торца диафрагмы к выходному.

6.5.2 Диафрагма должна быть расположена перпендикулярно к оси ИТ в пределах $\pm 1^\circ$.

6.5.3 Диафрагма должна быть центрирована в трубопроводе.

При применении камер усреднения или нескольких взаимно соединенных отверстий (см. ГОСТ 8.586.1 (рисунок 1)), допускаемое значение эксцентриситета (смещение оси отверстия диафрагмы относительно оси ИТ) рассчитывают по формуле

$$e_c = \frac{0,005D}{0,1 + 2,3\beta^4}. \quad (6.4)$$

При применении отдельных отверстий для отбора давления должны быть определены расстояния между осями отверстия диафрагмы и ИТ в параллельном и перпендикулярном направлениях к оси отверстия для отбора давления, как приведено на рисунке 10

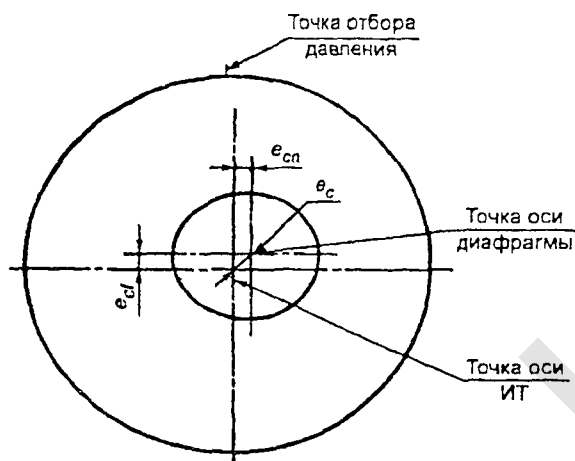


Рисунок 10 — Параметры эксцентриситета установки диафрагмы

Расстояние между осью отверстия диафрагмы и ИТ в параллельном направлении к оси отверстия для отбора давления e_{cl} должно удовлетворять условию:

$$e_{cl} \leq \frac{0,0025D}{0,1 + 2,3\beta^4}. \quad (6.5)$$

Расстояние между осями отверстия диафрагмы и ИТ в перпендикулярном направлении к оси отверстия для отбора давления e_{cp} должно удовлетворять условию:

$$e_{cp} \leq \frac{0,005D}{0,1 + 2,3\beta^4}. \quad (6.6)$$

Если значение e_{cl} не удовлетворяет условию (6.5), но находится в пределах

$$\frac{0,0025D}{0,1 + 2,3\beta^4} < e_{cl} \leq \frac{0,005D}{0,1 + 2,3\beta^4}, \quad (6.7)$$

то к неопределенности коэффициента истечения C должна быть добавлена арифметически неопределенность 0,3 %.

6.5.4 Корпус камер усреднения устанавливают соосно 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 диафрагмы должен обеспечивать сохранение ее правильного положения после фиксации в узле крепления.

Способ крепления во избежание деформации диафрагмы должен предусматривать возможность ее свободного теплового расширения.

6.6.2 Уплотнительные прокладки и(или) уплотнительные кольца не должны выступать во внутреннюю полость ИТ и не перегораживать отверстия для отбора давления. Они должны быть как можно тоньше с учетом необходимости соблюдения требований, приведенных в 5.2.

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

Приложение А
(обязательное)

Классификация видов местных сопротивлений

А.1 Одиночное 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).

« 90° колено» — изгиб трубопровода равного сечения в одной плоскости под углом ψ , равным $90^\circ \pm 5^\circ$ (см. рисунок А.1а).

« 45° колено» — изгиб трубопровода равного сечения в одной плоскости под углом ψ , равным $45^\circ \pm 5^\circ$ (см. рисунок А.1б).

«Коническое 90° колено» — отвод, образованный двумя перпендикулярно расположенными друг к другу отрезками труб, сваренных по коническим поверхностям (см. рисунок А.1в).

А.1.2 «Два 90° колена в одной плоскости S-конфигурация ($10D < l \leq 30D$)» — два 90° колена, оси которых лежат в одной плоскости (см. рисунок А.1е), расположенных один за другим на расстоянии $10D < l \leq 30D$.

«Два 90° колена в одной плоскости U-конфигурация ($10D < l \leq 30D$)» — два 90° колена, оси которых лежат в одной плоскости (см. рисунок А.1г), расположенных один за другим на расстоянии $10D < l \leq 30D$.

«Два 90° колена в одной плоскости U-конфигурация ($l \leq 10D$)» — два 90° колена, оси которых лежат в одной плоскости (см. рисунок А.1д), расположенных один за другим на расстоянии, не превышающем $10D$.

«Два 90° колена в одной плоскости S-конфигурация ($l \leq 10D$)» — два 90° колена, оси которых лежат в одной плоскости (см. рисунок А.1ж), расположенных один за другим на расстоянии $l \leq 10D$.

«Два колена в разных плоскостях ($5D \leq l \leq 30D$)» — два колена, оси которых лежат в разных плоскостях (см. рисунок А.1и), расположенных один за другим на расстоянии $5D \leq l \leq 30D$.

«Два колена в разных плоскостях ($l < 5D$)» — два колена, оси которых лежат в разных плоскостях (см. рисунок А.1к), расположенных один за другим на расстоянии $l < 5D$.

«Два 45° колена в одной плоскости S-конфигурация ($30D \geq l > 2D$)» — два 45° колена, оси которых лежат в одной плоскости, расположенных один за другим на расстоянии $2D < l \leq 30D$.

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

А.1.4 При наличии одного или нескольких колен перед или после МС, указанных в А.1.2, на расстоянии менее $30D$, все колена объединяют в одно МС и его классифицируют как «МС неопределенного типа» (например, см. рисунок А.1л).

П р и м е ч а н и е — Внутренний радиус изгиба колен должен быть не менее радиуса трубопровода.

А.2 Тройники

А.2.1 Тройник — фитинг, состоящий из трех соединенных звеньев трубопровода, оси которых лежат в одной плоскости (см. рисунок А.2).

«Заглушенный тройник, изменяющий направление потока» — тройник, состоящий из одного заглушенного звена и двух открытых несоосных звеньев (см. рисунок А.2а).

«Заглушенный тройник, не изменяющий направление потока» — тройник, состоящий из одного заглушенного звена и двух открытых соосных звеньев (см. рисунок А.2б).

П р и м е ч а н и е — Если диаметр заглушенного звена тройника (см. рисунок А.2б) менее $0,13D$, то данный тройник не является местным сопротивлением.

«Разветвляющий поток тройник» — тройник, поток в котором входит в одно звено (см. рисунки А.2в, г), а выходит из двух звеньев.

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

П р и м е ч а н и е — При определении длины прямолинейного участка перед тройником или за ним расстояние измеряют от точки пересечения осей звеньев.

Если расстояние между тройниками, которые разветвляют поток, не превышает $5D$, то все тройники объединяют в одно местное сопротивление — «Разветвляющий поток тройник».

Если расстояние между тройниками, которые смешивают потоки, не превышает $5D$, то все тройники объединяют в одно местное сопротивление — «Смешивающий потоки тройник».

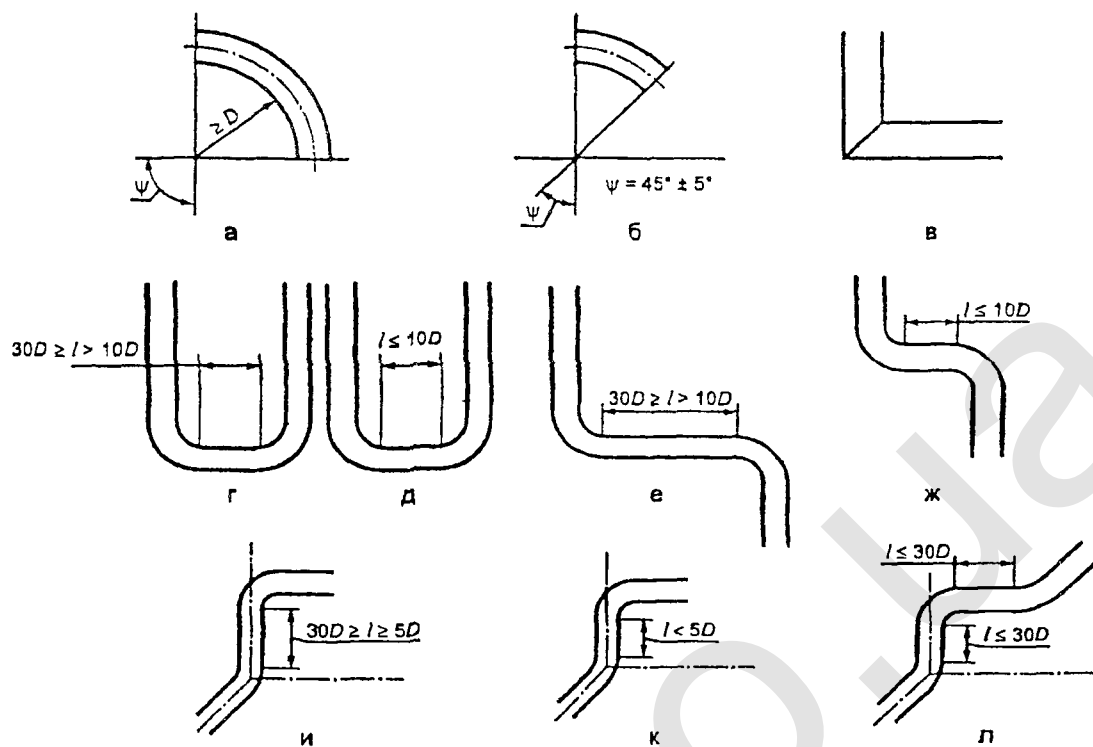


Рисунок А.1 — Колено и группы колен

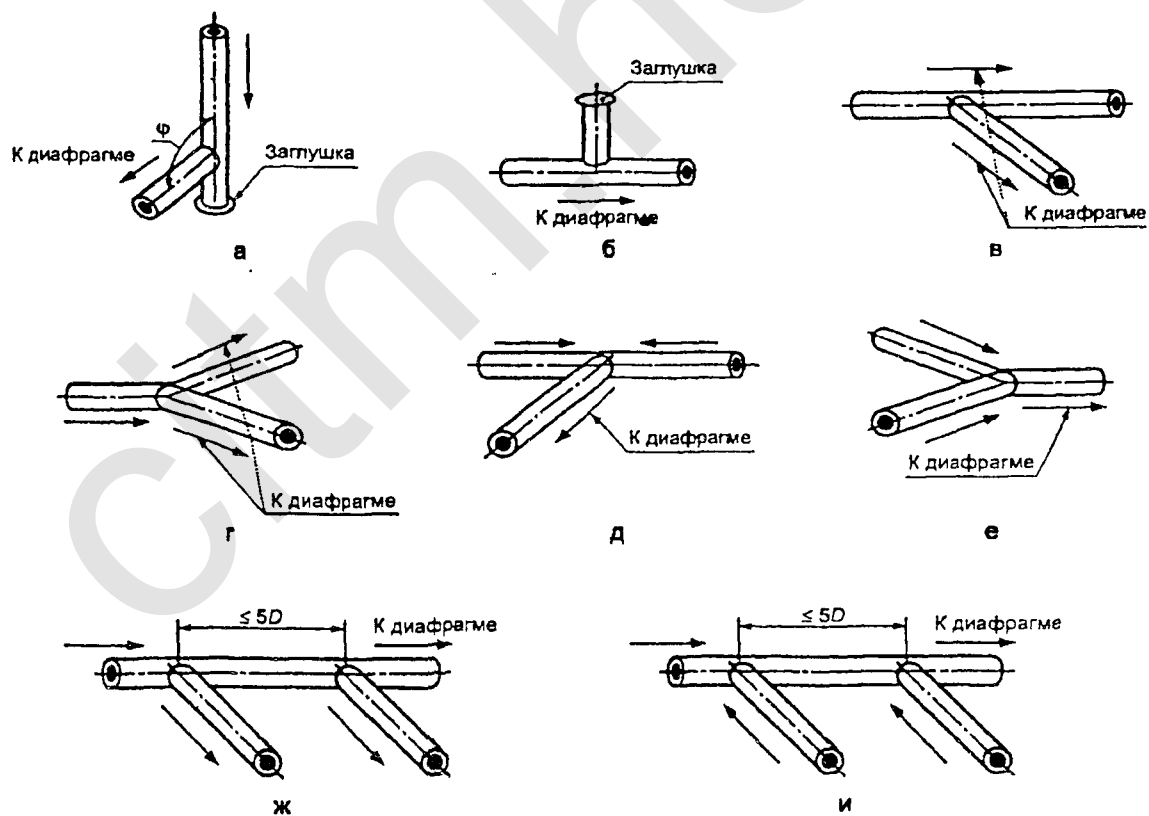


Рисунок А.2 — Тройники

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

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

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

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) — конусное расширение трубопровода или уступ, удовлетворяющие 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.2в).

Конфузор характеризуют конусностью K_r , которую рассчитывают по формуле (А.1).

Геометрические характеристики конфузора должны удовлетворять условиям:

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

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

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 — конусное сужение трубопровода или уступ (см. рисунок А.3г), если они соответствуют условиям:

$$K_r > 0,7; \quad (\text{А.12})$$

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

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

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

А.4 Запорная арматура

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

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

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

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

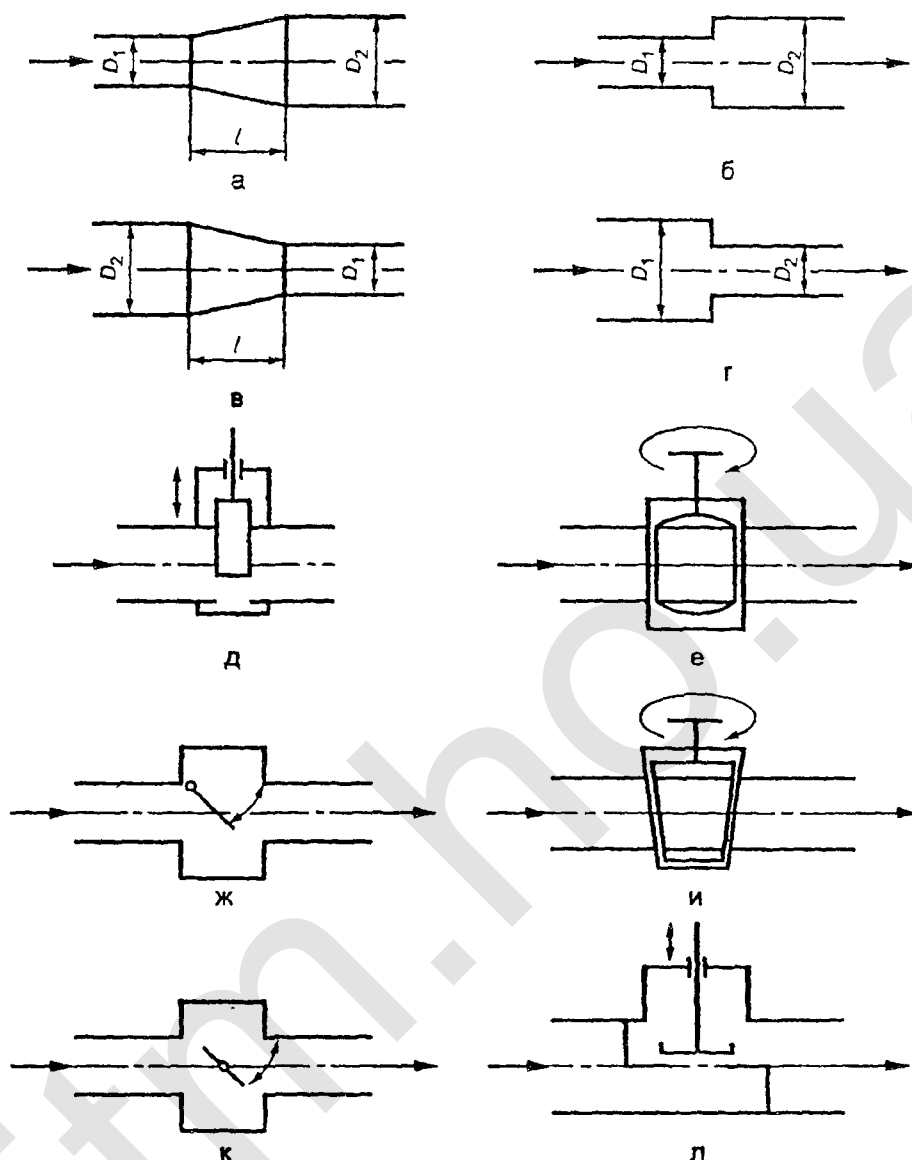


Рисунок А.3 — Переходные участки и запорная арматура

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 схемы 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.

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.

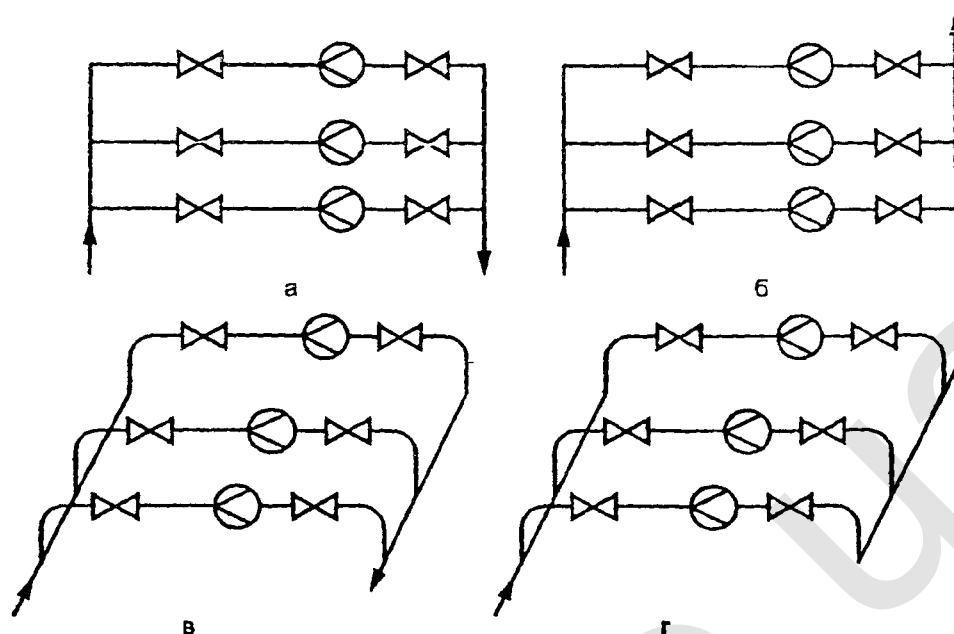


Рисунок А.4 — Схемы коллекторных систем

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

Диаметры коллекторов рекомендуется определять из условия:

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

где n — число ИТ одинаковой конструкции;

D_k — диаметр коллектора.

Рекомендуется соблюдение дополнительного условия:

$$D_k > D n^{0,5}. \quad (\text{А.15})$$

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).

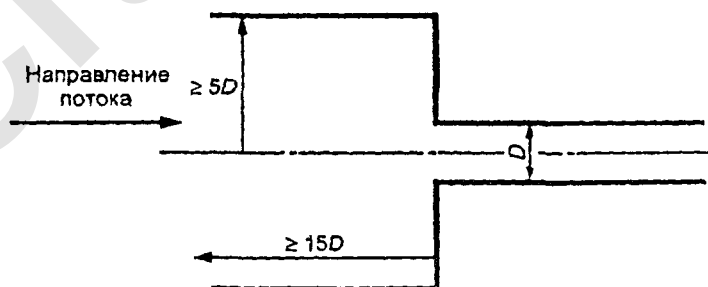


Рисунок А.5 — Схема большой емкости

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

А.7 Совмещенные местные сопротивления

В одно МС следует объединять тройник с коленом в случаях, указанных на рисунке А.6

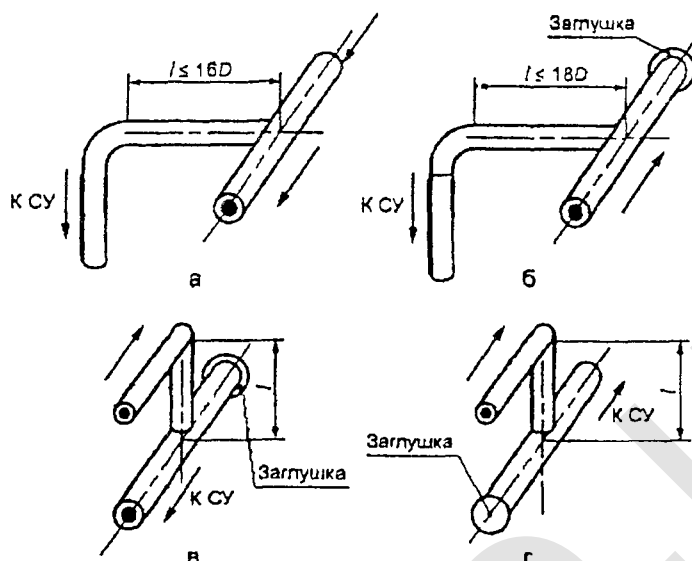


Рисунок А.6 — Местные сопротивления, которые следует объединять в одно МС

МС, приведенные на схеме а рисунка А.6, классифицируют как:

- «Два колена в разных плоскостях, $l < 5D$ » при длине прямолинейного участка ИТ между коленом и тройником менее $5D$;
- «Два колена в разных плоскостях, $30D \geq l \geq 5D$ » при длине прямолинейного участка ИТ между коленом и тройником от $16D$ до $5D$;

МС, приведенные на схеме б рисунка А.6, классифицируют как:

- «Два колена в разных плоскостях, $l < 5D$ » при длине прямолинейного участка ИТ между коленом и тройником менее $5D$;
- «Два колена в разных плоскостях, $30D \geq l \geq 5D$ » при длине прямолинейного участка ИТ между коленом и тройником от $18D$ до $5D$.

Группы колен (см. А.1.2) с тройником в одно МС не объединяют.

МС, приведенные на схеме в рисунка А.6, классифицируют как:

- «Два 90° колена в одной плоскости U-конфигурация ($l \leq 10D$)», если расстояние между коленом и тройником не более $10D$,
- «Два 90° колена в одной плоскости U-конфигурация ($30D \geq l > 10D$)», если расстояние между коленом и тройником не более $30D$ и более $10D$.

МС, приведенное на схеме г рисунка А.6, классифицируют как:

- «Два 90° колена в одной плоскости S-конфигурация ($l \leq 10D$)», если расстояние между коленом и тройником не более $10D$,
- «Два 90° колена в одной плоскости S-конфигурация ($30D \geq l > 10D$)», если расстояние между коленом и тройником менее $22D$ и более $10D$.

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 данное МС, например по схеме, представленной на рисунке А.7.

В соответствии с таблицей 4 и требованиями 6 2.8, после вентили необходим участок длиной $15D$, а после конфузора — $5D$. Если длины прямолинейных участков перед тройником сокращены в обоих направлениях или только в одном направлении, к неопределенности коэффициента истечения арифметически добавляют дополнительную неопределенность, равную $0,5\%$.

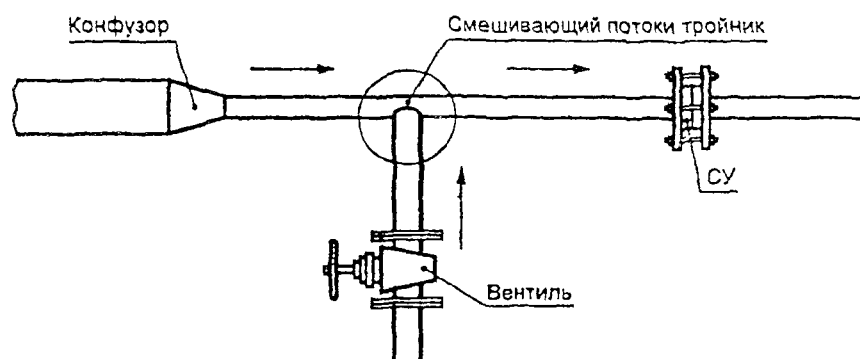


Рисунок А.7 — Возможная схема установки местного сопротивления вида «Смешивающий потоки тройник» перед сужающим устройством

Приложение Б
(справочное)

Устройства подготовки потока

Б.1 Общие положения

В приложении приведены требования к монтажу патентованных УПП «Gallagher» и УПП конструкции NOVA типа перфорированного диска K-Lab, известной как УПП «K-Lab NOVA».

Эти УПП приведены в качестве примеров устройства, прошедших испытания на соответствие требованиям ГОСТ 8.586.1 (приложение Ж) и [19], [20], [21].

Б.2 Устройство подготовки потока «Gallagher»

Б.2.1 УПП «Gallagher», конструкция которого приведена в ГОСТ 8.586.1 (приложение Е), может быть установлено после любого вида МС в соответствии с Б.2.2.

Б.2.2 Расстояние между диафрагмой и ближайшим МС L_f должно быть не менее $17D$.

УПП устанавливают таким образом, чтобы расстояние между выходным торцом УПП и диафрагмой L_s удовлетворяло условиям:

$$5D \leq L_s \leq L_f - 8D \text{ при } \beta \leq 0,67;$$

$$6D \leq L_s \leq 8D \text{ при } 0,67 < \beta \leq 0,75.$$

Б.3 Устройство подготовки потока «K-Lab NOVA»

Б.3.1 Конструкция УПП «K-Lab NOVA» приведена в ГОСТ 8.586.1 (приложение Е). УПП может быть установлено после любого вида МС при $\beta \leq 0,67$ в соответствии с требованиями 3.2.

Б.3.2 Расстояние между диафрагмой и ближайшим МС L_f должно быть не менее $17D$.

УПП устанавливают таким образом, чтобы расстояние между выходным торцом УПП и диафрагмой L_s удовлетворяло условию:

$$8,5D \leq L_s \leq L_f - 7,5D.$$

Библиография

- [1] Международный стандарт ИСО 5167-1:2003
(International Standard ISO 5167-1:2003) Измерение расхода среды с помощью устройств переменного перепада давления, помещенных в заполненные трубопроводы круглого сечения. Часть 1. Общие принципы и требования
(Measurement of fluid flow by means of pressure differential devices inserted in circular cross-section conduits running full — Part 1: General principles and requirements)
- [2] Международный стандарт ИСО 5167-2:2003
(International Standard ISO 5167-2:2003) Измерение расхода среды с помощью устройств переменного перепада давления, помещенных в заполненные трубопроводы круглого сечения. Часть 2. Диафрагмы
(Measurement of fluid flow by means of pressure differential devices inserted in circular cross-section conduits running full — Part 2: Orifice plates)
- [3] Международный стандарт ИСО 5167-3:2003
(International Standard ISO 5167-3:2003) Измерение расхода среды с помощью устройств переменного перепада давления, помещенных в заполненные трубопроводы круглого сечения. Часть 3. Сопла и сопла Вентури
(Measurement of fluid flow by means of pressure differential devices inserted in circular cross-section conduits running full — Part 3: Nozzles and Venturi nozzles)
- [4] Международный стандарт ИСО 5167-4:2003
(International Standard ISO 5167-4:2003) Измерение расхода среды с помощью устройств переменного перепада давления, помещенных в заполненные трубопроводы круглого сечения. Часть 4. Трубы Вентури
(Measurement of fluid flow by means of pressure differential devices inserted in circular cross-section conduits running full — Part 4: Venturi tubes)
- [5] Отчет ИСО 9464:1998
(ISO/TR 9464:1998) Руководство по применению ИСО 5167-1:1991
(Guidelines for the use of ISO 5167-1:1991)
- [6] Hobbs, J.M and Humphreys, J.S. The effect of orifice plate geometry upon discharge coefficient. *Flow Measurement and Instrumentation*, 1, April 1990, pp. 133—140
- [7] Reader-Harris, M.J. and Sattary, J.A. The orifice plate discharge coefficient equation - the equation for ISO 5167-1. In *Proc. Of 14th North Sea Flow Measurement Workshop, Peebles, Scotland, East Kilbride, Glasgow, National Engineering Laboratory, October 1996*, p. 24
- [8] Reader-Harris, M.J. The equation for the expansibility factor for orifice plates. In *Proc. Of FLOMEKO 98, Lund, Sweden, June 1998*, pp. 209—214
- [9] Reader-Harris, M.J. Pipe roughness and Reynolds number limits for the orifice plate discharge coefficient equation. In *Proc. of 2nd Int. Symp. on Fluid Flow Measurement, Calgary, Canada, Arlington, Virginia: American Gas Association, June 1990*, pp. 29—43
- [10] Reader-Harris, M.J., Sattary, J.A. and Spearman, E.P. *The orifice plate discharge coefficient equation*. Progress Report No PR14: EUEC/17 (EEC005). East Kilbride, Glasgow: National Engineering Laboratory Executive Agency, May 1992
- [11] Morrow, T.B. and Morrison, G.L. Effect of meter tube roughness on orifice C_d . In *Proc. of 4th Int. Symp. on Fluid Flow Measurement, Denver, Colorado, June 1999*
- [12] Urner, G. Pressure loss of orifice plates according to ISO 5167. *Flow Measurement and Instrumentation*, 8, March 1997, pp. 39—41
- [13] Studzinski, W., Kamik, U., Lanasa, P., Morrow, T., Goodson, D., Husain, Z. and Gallagher, J. White paper on *Orifice Meter Installation Configurations with and without Flow Conditioners*, Washington D.C., American Petroleum Institute, 1997
- [14] Studzinski, W., Weiss, M., Attia, J. And Geerlgs, J. Effects of reducers, expanders, a gate valve, and two elbows in perpendicular planes on orifice meter performance, In *Proc. of Flow Measurement 2001 International Conference, Peebles, Scotland, May 2001*, ppr 3.1, East Kilbride, Glasgow, National Engineering Laboratory
- [15] Weiss, M., Studzinski, W. and Attia, J. Performance evaluation of orifice meter standards for selected T-junction and elbow installations. In *Proc. 5th Int. Symp. on Fluid Flow Measurement, Washington, D.C., April 2002*

- [16] ГОСТ 8.563 1—97 Государственная система обеспечения единства измерений. Измерение расхода и количества жидкостей и газов методом переменного перепада давления. Диафрагмы, сопла ИСА 1932 и трубы Вентури, установленные в заполненных трубопроводах круглого сечения. Технические условия
- [17] Zanker, K.J. and Goodson, D. Qualification of a flow conditioning device according to the new API 14.3 procedure. *Flow Measurement and Instrumentation*, 11, June 2000, pp. 79–87
- [18] Reader-Harris, M.J. and Brunton, W.C. The effect of diameter steps in upstream pipework on orifice plate discharge coefficients. In *Proc. 5th Int. Symp. on Fluid Flow Measurement*, Washington, D.C., April 2002
- [19] Morrow, T.B. Metering Research Facility Program Orifice Meter Installation Effects: Ten-inch sliding flow conditioner tests. *Technical Memorandum GRI Report No. GRI-96/0391*. San Antonio, Texas: Southwest Research Institute, November 1996
- [20] Kamik, U. A compact orifice meter/flow conditioner package. In *Proc. of 3rd Int. Symp. on Fluid Flow Measurement*, San Antonio, Texas, March 1995
- [21] Kamik, U., Studzinski, W., Geerligs, J and Kowch, R. Scale up tests on the NOVA Flow Conditioner for orifice meter applications. In *Proc. of 4th Int. Symp. on Fluid Flow Measurement*, Denver, Colorado, June 1999

ДОДАТОК НА
ПЕРЕКЛАД ГОСТ 8.586.2–2005 (ИСО 5167-2:2003) 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	Діафрагми.....	2
5.1	Опис.....	2
5.2	Отвори для відбирання тиску.....	6
5.3	Коефіцієнти та їх невизначеності.....	9
5.4	Втрати тиску.....	14
6	Вимоги щодо встановлення.....	14
6.1	Загальні положення.....	14
6.2	Мінімальна довжина прямолінійних ділянок вимірювальних трубопроводів.....	15
6.3	Струминовипрямлячі та пристрої підготовки потоку.....	21
6.4	Округлість і циліндричність вимірювального трубопроводу.....	26
6.5	Розташування діафрагми і камери усереднення.....	27
6.6	Спосіб кріплення і прокладки.....	28
Додаток	А Класифікація видів місцевих опорів.....	29
Додаток	Б Пристрої підготовки потоку.....	36
Бібліографія		37

МІЖДЕРЖАВНИЙ СТАНДАРТ

Державна система забезпечення єдності вимірювань

Вимірювання витрати та кількості рідини й газу із застосуванням стандартних звужувальних пристроїв. Частина 2. Діафрагми. Технічні вимоги

State system for ensuring the uniformity of measurements

Measurement of liquid and gas flow rate and quantity by means of orifice instruments. Part 2.
Orifice plates. Technical requirements

Дата введення в Україні 2010–04–01

1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

Цей стандарт висуває вимоги до геометричних характеристик і умов застосування діафрагм, які встановлюють в трубопроводах круглого перерізу для визначення витрати та кількості рідин і газів.

Цей стандарт поширюється на діафрагми з кутовим, фланцевим або трирадіусним відбиранням тиску. Вимоги цього стандарту застосовують разом з вимогами ГОСТ 8.586.1. Стандарт не застосовують у разі застосування діафрагм у трубопроводах із внутрішнім діаметром, меншим, ніж 0,05 м, або більшим, ніж 1 м, і за значень числа Рейнольдса, менших, ніж 5000.

2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

У цьому стандарті є посилання на такі міждержавні стандарти:

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

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

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

ГОСТ 24856–81 Арматура трубопроводная промышленная. Термины и определения

Національне пояснення

ГОСТ 8.586.1–2005 (ІСО 5167-1:2003) 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 та 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, ґрунтується на створенні у ВТ, за допомогою діафрагми, місцевого звуження потоку, частина потенціальної енергії якого переходить у кінетичну енергію, середня швидкість потоку в місці його звуження підвищується, а статичний тиск стає меншим за статичний тиск до діафрагми. 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 загалом обчислюють за формулою:

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

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

Примітка. В міжнародному стандарті [2] поправковий коефіцієнти K_w і K_n не застосовують, оскільки за цим стандартом не допускається перевищувати встановлені норми на граничні значення шорсткості внутрішньої стінки трубопроводу і притуплення вхідного канта діафрагми.

4.1.3 Зв'язок масової витрати, об'ємної витрати за робочих умов і об'ємної витрати, 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 обчислюють за формулою (4.1) після визначення параметрів, які вимірюють безпосередньо або обчислюють за результатами вимірювання інших параметрів.

Коефіцієнт витікання діафрагм і поправковий коефіцієнт, що враховує шорсткість внутрішньої поверхні вимірювального трубопроводу, залежать від числа Re , яке саме залежить від витрати, тому рівняння для обчислення витрати є неявним. У цьому разі витрату середовища може бути отримано методом ітерацій. Вказівки щодо вибору процедури ітерацій і початкових наближень містяться в ГОСТ 8.586.1 (додаток В) і ГОСТ 8.586.5 (розділ 8).

Формули для визначення об'ємної витрати середовища за робочих умов вимірювань і об'ємної витрати, приведеної до стандартних умов, наведено в ГОСТ 8.586.5 (розділ 5).

5 ДІАФРАГМИ

5.1 Опис

5.1.1 Загальні положення

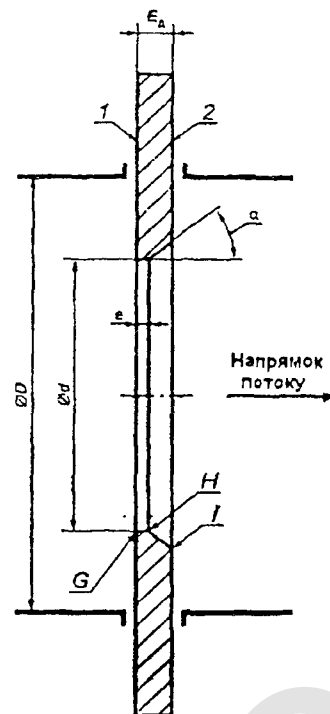
Поперечний переріз в осьовій площині стандартної діафрагми показано на рисунку 1. Позначки елементів і геометричних параметрів діафрагми, наведені на рисунку 1, застосовують в цьому розділі.

5.1.2 Загальні вимоги

5.1.2.1 Вимоги застосовують тільки для частини діафрагми, яка знаходиться всередині трубопроводу.

5.1.2.2 Отвір діафрагми повинен бути співвісним з ВТ. Торцеві сторони діафрагми повинні бути плоскими й паралельними одна до одної.

5.1.2.3 Конструкція діафрагми і вузла її кріплення повинна гарантувати, що під дією перепаду тиску на ній або інших напружень нахил діафрагми (див. 5.1.3.1) не буде перевищувати в робочих умовах $\pm 1\%$.



1 – вхідний торець діафрагми; 2 – вихідний торець діафрагми

Рисунок 1 – Стандартна діафрагма

Допускається вважати вимогу до відсутності деформації діафрагми під дією перепаду тиску виконаною у разі дотримання умов, наведених в 5.1.3.1, і вибору товщини діафрагми, що задовольняє такі умови [5]:

$$E_d \geq D' \left[\frac{3\Delta p_{\max}}{\sigma_T} (0,681 - 0,651\beta) \right]^{0,5}; \quad (5.1)$$

$$E_d \geq \frac{D'}{A + B + c}, \quad (5.2)$$

де

$$A = \sqrt[3]{-\frac{Q}{2} + \left\{ \left(\frac{\Theta}{3} \right)^3 + \left(\frac{Q}{2} \right)^2 \right\}^{0,5}}; \quad B = \sqrt[3]{-\frac{Q}{2} - \left\{ \left(\frac{\Theta}{3} \right)^3 + \left(\frac{Q}{2} \right)^2 \right\}^{0,5}}; \quad c = \frac{b}{3a};$$

$$Q = -\frac{2}{27} \left(\frac{b}{a} \right)^3 - \frac{0,05E_y}{a\Delta p_{\max}}; \quad \Theta = -\frac{1}{3} \left(\frac{b}{a} \right)^2;$$

$$a = \beta(13,5 - 15,5\beta); \quad b = 117 - 106\beta^{1,3},$$

де E_d – товщина діафрагми, м;

E_y – модуль пружності матеріалу діафрагми, Па;

σ_T – межа плинності матеріалу діафрагми за робочої температури, Па;

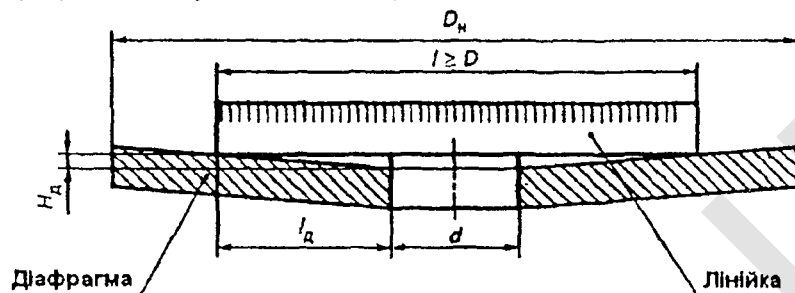
D' – внутрішній діаметр опори вихідного торця діафрагми у вузлі її кріплення, м.

Для визначення σ_T і E_y застосовують довідкові дані або інформацію виробника матеріалу.

Під час вибирання товщини діафрагми слід провести обчислення за формулами (5.1) і (5.2) і вибрати найбільше значення E_d . Якщо під час обчислень значення E_d перевищує $0,05D$ (див. 5.1.5.3), то необхідно зменшити перепад тиску або вибрати інший матеріал для виготовлення діафрагми.

5.1.3 Вхідний торець діафрагми

5.1.3.1 Поверхня вхідного торця діафрагми (див. рисунок 1) повинна бути плоскою. Неплоскість поверхні вхідного торця діафрагми визначають перед її встановленням. Діафрагму вважають плоскою, якщо максимальний зазор між нею і перевіркою лінійкою завдовжки l , накладеною вздовж будь-якого діаметра діафрагми (див. рисунок 2), не перевищує $0,005(l-d)/2$, тобто ухил є меншим, ніж 0,5 %.



D_n — зовнішній діаметр диска діафрагми; H_d — відхил поверхні вхідного торця від плоскості (виміряне на краю отвору), м; l — довжина лінійки; l_d — довжина проекції на горизонтальну площину лінії, яка з'єднує точку дотику лінійки поверхні діафрагми і край отвору діафрагми

Рисунок 2 — Схема вимірювання неплоскості діафрагми

Отже, нахил, що характеризується відношенням H_d/l_d , повинен задовольняти умову:

$$H_d / l_d < 0,005, \quad (5.3)$$

якщо $l=D$

$$2H_d / (D-d) < 0,005. \quad (5.4)$$

В таблиці 1 наведено найбільші допустимі значення H_d залежно від D і β при $l=D$.

Таблиця 1 — Максимально допустимі значення H_d

β	Значення $10^3 \cdot H_d$ за D , яке дорівнює										
	0,05	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
0,10	-	-	0,45	0,65	0,90	1,12	1,35	1,57	1,80	2,02	2,25
0,15	-	0,32	0,42	0,64	0,85	1,06	1,27	1,49	1,70	1,91	2,12
0,20	-	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00	1,20	1,40	1,60	1,80	2,00
0,25	0,09	0,19	0,38	0,56	0,75	0,94	1,13	1,31	1,50	1,69	1,88
0,30	0,09	0,18	0,35	0,52	0,70	0,88	1,05	1,22	1,40	1,57	1,75
0,35	0,08	0,16	0,32	0,49	0,65	0,81	0,97	1,14	1,30	1,46	1,63
0,40	0,07	0,15	0,30	0,45	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20	1,35	1,50
0,45	0,07	0,14	0,27	0,41	0,55	0,69	0,82	0,96	1,10	1,24	1,38
0,50	0,06	0,13	0,25	0,38	0,50	0,63	0,75	0,88	1,00	1,13	1,25
0,55	0,06	0,11	0,22	0,34	0,45	0,56	0,67	0,79	0,90	1,01	1,13
0,60	0,05	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
0,65	0,04	0,09	0,18	0,26	0,35	0,44	0,52	0,61	0,70	0,79	0,88
0,70	0,04	0,07	0,15	0,22	0,30	0,38	0,45	0,52	0,60	0,67	0,75
0,75	0,03	0,06	0,13	0,19	0,25	0,31	0,38	0,44	0,50	0,56	0,63

5.1.3.2 Поверхня вхідного торця діафрагми повинна мати значення R_a не більше ніж $10^{-4}d$ в межах круга з діаметром, не меншим, ніж D , концентричного з отвором

5.1.3.3 Для забезпечення зручності перевірки правильності встановлення вхідного торця діафрагми відносно напрямку потоку передбачають маркувальний знак (+) на вхідному торці і (–) на вихідному торці діафрагми. Нанесення маркувального знака на вхідному торці діафрагми в межах круга діаметром D не допускається.

5.1.4 Вихідний торець діафрагми

5.1.4.1 Поверхня вихідного торця діафрагми (див. рисунок 1) повинна бути плоскою і паралельною до поверхні вхідного торця діафрагми.

5.1.4.2 Якість оброблення поверхні вихідного торця діафрагми допускається встановлювати нижчою за якість, встановлену для вхідного торця (див. [6]; 5.1.9). Рекомендовано, щоб значення R_a вихідного торця не перевищувало 0,1 мм.

5.1.4.3 Неплоскість і стан поверхні вихідного торця діафрагми допускається оцінювати методом візуального контролю.

5.1.4.4 Поверхню вихідного торця діафрагми вважають паралельною до поверхні вхідного торця, якщо виконуються вимоги 5.1.5.4.

5.1.5 Товщина діафрагми і довжина циліндричної частини її отвору

5.1.5.1 Довжина e (див. рисунок 1) циліндричної частини отвору діафрагми повинна бути в межах від $0,005D$ до $0,02D$.

5.1.5.2 Різниця між значеннями e під час їх вимірювання в будь-якій точці контуру отвору не повинна перевищувати $0,001D$.

5.1.5.3 Товщина E_d діафрагми повинна бути в межах від e до $0,05D$.

Якщо $50 \text{ мм} \leq D \leq 64 \text{ мм}$, то товщина E_d може досягати 3,2 мм. В цьому разі не рекомендовано застосовувати діафрагми з $\beta > 0,36$.

Необхідну найменшу товщину діафрагми вибирають відповідно до вимог, викладених в 5.1.2.3.

5.1.5.4 Якщо $D \geq 200 \text{ мм}$, то різниця між E_d , виміряними в будь-якій точці диска діафрагми, не повинна перевищувати $0,001D$. Якщо $D < 200 \text{ мм}$, то різниця між E_d , виміряними в будь-якій точці диска діафрагми, не повинна бути більшою, ніж 0,2 мм.

5.1.6 Кут нахилу α твірної конуса

5.1.6.1 Якщо товщина E_d перевищує довжину e , то отвір діафрагми повинен мати скіс з боку вихідного торця (див. рисунок 1). Поверхня скосу повинна бути чистою.

5.1.6.2 Кут α нахилу твірної конуса до осі отвору діафрагми повинен бути в $(45 \pm 15)^\circ$.

5.1.7 Канти G, H і I

5.1.7.1 На канті G (див. рисунок 1) не допускається будь-яких дефектів поверхні – вм'ятин, рисок, задирок тощо.

5.1.7.2 Якщо під час експлуатації діафрагми (див. 5.3.2.4) радіус канта G є не більшим, ніж $0,0004d$, то кант вважають гострим і поправковий коефіцієнт K_n вважають таким, що дорівнює одиниці. В іншому разі поправковий коефіцієнт K_n обчислюють відповідно до вимог 5.3.2.4.

Початковий радіус r_n вхідного канта діафрагми визначають на початку міжконтрольного інтервалу візуально або вимірюваннями.

В разі візуального визначення r_n враховують те, що відсутність віддзеркалення світла від вхідного канта діафрагми, яку оглядають неозброєним оком під кутом 45° до площини діафрагми, свідчить про те, що значення r_n не перевищує 0,04 мм. Це значення r_n вважають результатом його візуального визначення.

Під час вимірювання радіуса r_n його значення вважають середнім арифметичним результатів вимірювань у восьми точках, рівномірно розміщених по колу.

5.1.7.3 Канти H і I (див. рисунок 1) повинні бути без задирок, фасок або заокруглень. Допускають невеликі дефекти (наприклад, поодинокі подряпина).

5.1.8 Діаметр отвору діафрагми

5.1.8.1 Діаметр d (див. рисунок 1) повинен бути не меншим, ніж 12,5 мм. Відносний діаметр β повинен бути в межах від 0,10 до 0,75.

5.1.8.2 Діаметр d обчислюють за ГОСТ 8.586.1 (формула 5.4). За діаметр отвору діафрагми d_{20} вважають середнє значення результатів вимірювання діаметра не менше ніж в чотирьох напрямках, розташованих під приблизно однаковими (візуально контрольованими) кутами один до одного.

При цьому відносна невизначеність результату вимірювання діаметра, яка вноситься вимірювальним інструментом, не повинна перевищувати 0,02 %.

5.1.8.3 Отвір повинен бути циліндричним. Цю вимогу вважають виконаною, якщо результат вимірювань діаметра в будь-якому з напрямків (див. 5.1.8.2) не відрізняється від середнього значення діаметра більше ніж на 0,05 %

5.1.9 Діафрагми для інверсійних потоків

5.1.9.1 Якщо діафрагми призначено для вимірювання інверсійних потоків, то має бути виконано такі вимоги:

- отвір діафрагми не повинен мати конічної частини;
- обидва торці діафрагми повинні відповідати вимогам 5.1.3;
- товщина E_d діафрагми повинна дорівнювати довжині e , зазначеній в 5.1.5; у зв'язку з

чим може виявитися необхідним обмеження перепаду тиску для запобігання деформації діафрагми (див. 5.1.2.3);

- обидва канти діафрагми повинні задовольняти вимоги 5.1.7.

5.1.9.2 У разі застосування трирадіусного способу відбирання тиску (див. 5.2), повинні бути передбачені дві групи отворів до діафрагми і після неї, які використовують залежно від напрямку потоку.

5.1.10 Матеріал і виготовлення

Діафрагму може бути виготовлено з будь-якого матеріалу [див. також ГОСТ 8.586.1 (6.1.2) і (додаток Г)] і будь-яким способом, за умови, що вона відповідає встановленим технічним вимогам.

5.2 Отвори для відбирання тиску

5.2.1 Загальні положення

5.2.1.1 Для кожної діафрагми повинен бути виконаний не менше ніж один отвір для відбирання тиску (далі в розділі – отвір) до діафрагми і один – після неї, розташовані в тому чи іншому стандартному положенні залежно від способу відбирання тиску (кутовий, трирадіусний і фланцевий).

5.2.1.2 Одну діафрагму може бути застосовано для декількох способів відбирання тиску. При цьому, для унеможливлення взаємного впливу відбирання тиску, кут між осями декількох отворів з одного боку діафрагми повинен бути не меншим, ніж 30°.

5.2.1.3 Окремі отвори до діафрагми і після неї повинні мати однаковий діаметр з допустимим відхилом не більше ніж 0,1 мм.

5.2.1.4 Окремі отвори повинні бути круглими і циліндричними на глибині не менше ніж 2,5 від внутрішніх діаметрів цього отвору. Відповідність отворів цим вимогам допускається оцінювати візуально.

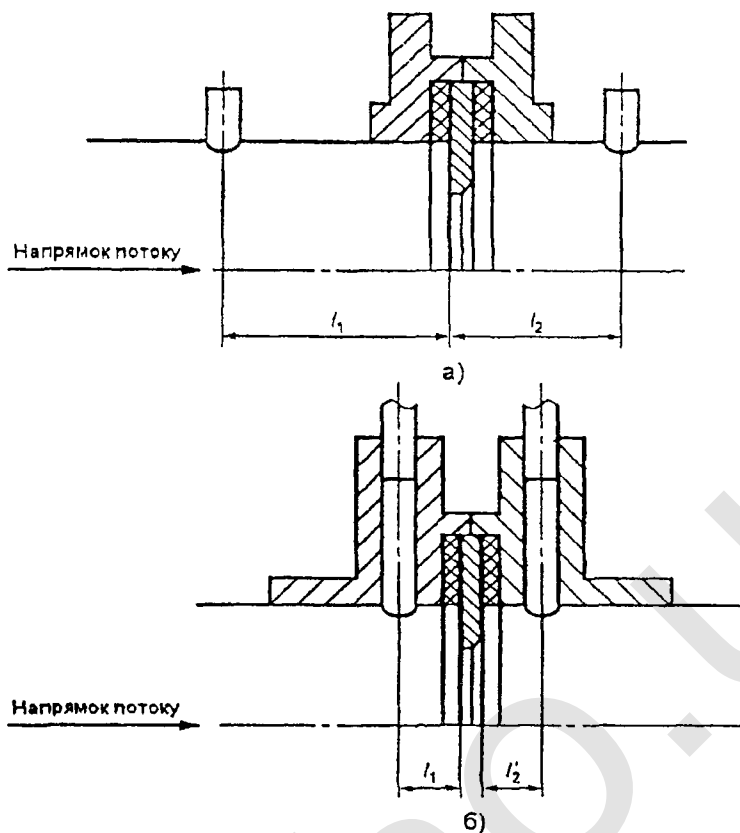
5.2.2 Діафрагми з трирадіусним або фланцевим способами відбирання тиску

5.2.2.1 Вісь отвору має бути розташовано на певній відстані від відповідного торця діафрагми, залежно від способу відбирання тиску. При розміщенні отворів необхідно враховувати товщину прокладок і/або матеріалу ущільнювача, які застосовують під час монтажу діафрагми.

5.2.2.2 Для діафрагм із трирадіусним способом відбирання тиску (див. рисунок 3, а) відстані l_1 і l_2 вимірюють від вхідного торця діафрагми.

l_1 повинно дорівнювати $(1 \pm 0,1)D$, а l_2 повинно бути у таких межах:

- $(0,5 \pm 0,02)D$ за значень $\beta \leq 0,6$;
- $(0,5 \pm 0,01)D$ за значень $\beta > 0,6$.



а) – трирадіусне відбирання; б) – фланцеве відбирання
Рисунок 3 – Розташування отворів для трирадіусного і фланцевого способів відбирання тиску

5.2.2.3 Для діафрагм з фланцевим способом відбирання тиску (див. рисунок 3, б)) відстань l_1 вимірюють від вхідного торця діафрагми, а відстань l_2 – від вихідного торця діафрагми.

l_1 і l_2 можуть бути в таких межах:

- $(25,4 \pm 0,5)$ мм за $\beta > 0,6$ і $D < 150$ мм;
- $(25,4 \pm 1)$ мм в інших випадках.

5.2.2.4 Осьова лінія отвору повинна перетинатися з осьовою лінією ВТ під кутом $(90 \pm 3)^\circ$.

5.2.2.5 Канти отвору в місці виходу в ВТ повинні бути на одному рівні з внутрішньою поверхнею ВТ і, наскільки можливо, гострими. Для усунення задирок на внутрішньому канті отвору допускається його притуплення радіусом, не більшим, ніж одна десята від діаметра отвору. Не допускаються ніякі нерівності на внутрішній поверхні отвору і на самому ВТ поблизу отвору.

5.2.2.6 Відповідність отворів вимогам пунктів 5.2.2.4 і 5.2.2.5 можна оцінювати візуально.

5.2.2.7 Діаметр отворів повинен бути не більшим, ніж $0,13D$, і не більшим, ніж 13 мм.

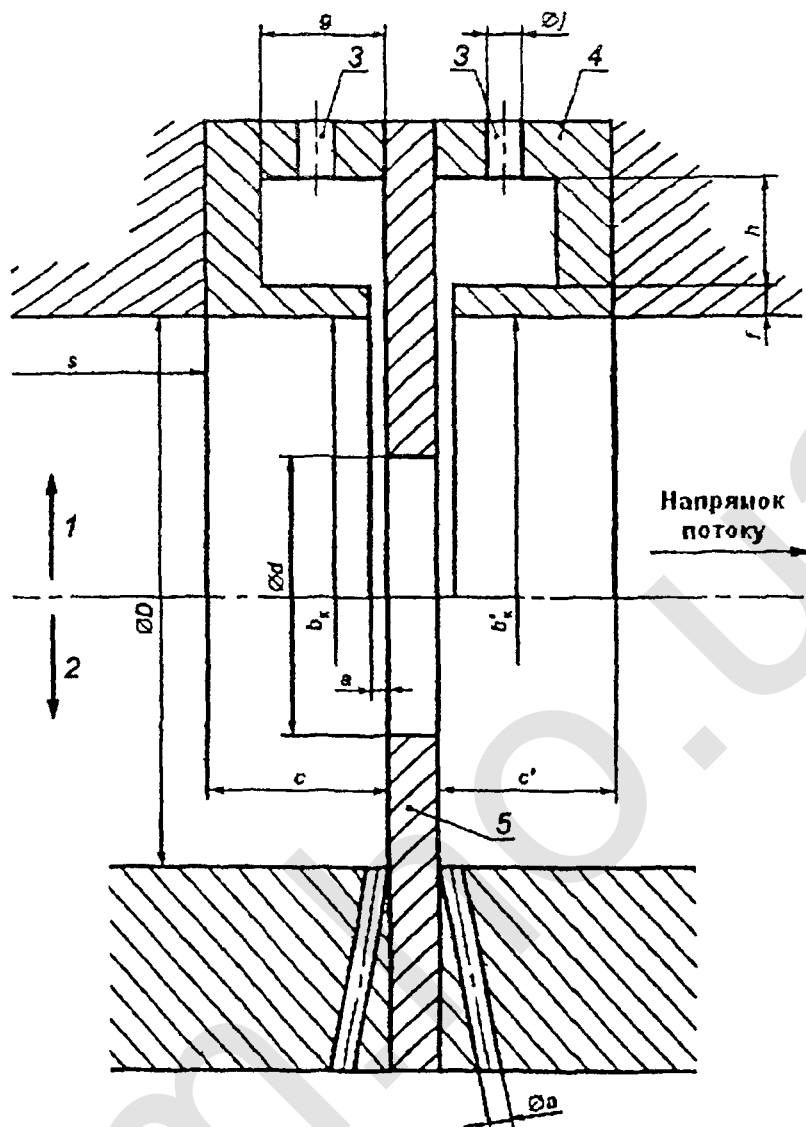
При виборі діаметра отвору враховують необхідність виключення його випадкового засмічення.

5.2.2.8 Осі отворів до діафрагми і після неї рекомендовано розташовувати в одній осьовій площині.

5.2.3 Діафрагми з кутовим способом відбирання тиску

5.2.3.1 В місці виходу у внутрішню порожнину ВТ отвір повинен торкатися торця діафрагми (див. 5.2.3.5).

5.2.3.2 Отвори можуть бути або окремими отворами, або кільцевими щілинами. Окремі отвори для відбирання тиску може бути виконано як в трубопроводі, так і в його фланцях. Кільцеві щілини виконують в корпусі камери усереднення або у фланцях трубопроводу, як показано на рисунку 4.



- 1 – камери усереднення; 2 – окремі отвори; 3 – отвори; 4 – корпус камери усереднення;
 5 – діафрагма; f – глибина щілини; b_k, b'_k – внутрішній діаметр корпусу камери усереднення; c, c' – довжина корпусу камери усереднення;
 a – ширина кільцевої щілини або діаметр окремого отвору; s – відстань від уступу до камери усереднення; g, h – розміри корпусу камери усереднення;
 j – діаметр отвору в камері для передавання тиску на ЗВ

Рисунок 4 — Схема розташування кутових отворів для відбирання тиску

5.2.3.3 Значення діаметра a окремих отворів або ширини кільцевих щілин a (див. рисунок 4) визначають з умов:

- $0,005D \leq a \leq 0,03D$ за $\beta \leq 0,65$;
- $0,01D \leq a \leq 0,02D$ за $\beta > 0,65$.

Якщо $D < 100$ мм, то за будь-якого β , значення діаметра a допускається збільшувати до 2 мм.

Незалежно від β , значення діаметра a повинно задовольняти додаткові умови:

- $1 \text{ мм} \leq a \leq 10 \text{ мм}$ – для чистих середовищ;
- $1 \text{ мм} \leq a \leq 10 \text{ мм}$ – для пари, у разі застосування кільцевих щілин;
- $4 \text{ мм} \leq a \leq 10 \text{ мм}$ – для пари і зріджених газів, у разі окремих отворів для відбирання тиску.

Під час вибору значення діаметра a окремих отворів або ширини кільцевих щілин із наведених діапазонів враховують необхідність виключення їх випадкового засмічення.

5.2.3.4 Кільцеві щілини виконують переривистими або суцільними по всьому периметру корпусу камери усереднення. Якщо відбирання виконано у вигляді переривистої щілини, то кожна камеру усереднення треба з'єднувати з внутрішньою порожниною трубопроводу не менше ніж чотирма отворами, осі яких знаходяться під однаковими кутами один до одного, а площа кожного отвору повинна бути не меншою, ніж 12 мм^2 .

5.2.3.5 Якщо використовують окремі отвори, як показано на рисунку 4, осьові лінії отворів повинні перетинатися з віссю трубопроводу під кутом 90° з допустимим відхилом не більше 3° .

Якщо використовують декілька окремих отворів в кожній з двох груп отворів (до діафрагми і після неї), то їх осі повинні утворювати між собою однакові кути.

5.2.3.6 Внутрішній діаметр корпусу камери усереднення b_k і її довжина c до ЗП (див. рисунок 4) повинні задовольняти умову:

$$\frac{b_k - D}{D} \frac{c}{D} 100 < \frac{0,1}{0,1 + 2,3\beta^4}. \quad (5.5)$$

При цьому внутрішній діаметр корпусу камери усереднення b_k повинен бути в межах від D до $1,04D$, а значення довжини корпусу камери усереднення до діафрагми c не повинно перевищувати $0,65D$.

Ці вимоги поширюються і на внутрішній діаметр корпусу камери усереднення b'_k і її довжину c' після ЗП.

Глибина f щілини повинна бути більшою або дорівнювати подвоєній ширині кільцевої щілини a . Площа внутрішньої порожнини камери усереднення в осьовому перерізі gh , повинна бути більшою або дорівнювати половині загальної площі щілини, яка з'єднує цю камеру з внутрішньою порожниною ВТ.

5.2.3.7 Всі поверхні корпусу камер усереднення, які є у контакті з середовищем, повинні бути чистими.

5.2.3.8 Отвір, призначений для передавання тиску на відповідні ЗВ, виконаний в стінці корпусу кожної з камер, повинен мати круглий переріз діаметром j (див. рисунок 4) в межах від 4 до 10 мм.

На внутрішній поверхні отвору і його кантах не повинно бути нерівностей (вм'ятин, задирок і відкладень).

5.2.3.9 Камери усереднення до діафрагми і після неї можуть бути взаємно несиметричними, але повинні відповідати викладеним вище вимогам.

5.3 Коефіцієнти та їх невизначеності

5.3.1 Межі застосування

Діафрагми застосовують за таких умов:

- діафрагми з кутовим або трирадіусним способами відбирання тиску:

$d \geq 0,0125 \text{ м};$

$0,050 \text{ м} \leq D \leq 1 \text{ м};$

$0,1 \leq \beta \leq 0,75;$

$Re \geq 5000$ за $\beta \leq 0,56;$

$Re \geq 16000\beta^2$ за $\beta > 0,56.$

- діафрагми з фланцевим способом відбирання тиску:

$d \geq 0,0125 \text{ м};$

$0,050 \text{ м} \leq D \leq 1 \text{ м};$

$0,1 \leq \beta \leq 0,75.$

Число Re не менше за більше з двох значень 5000 і $1,7 \cdot 10^5 \beta^2 D$.

5.3.2 Коефіцієнти

5.3.2.1 Коефіцієнт витікання

Коефіцієнт витікання обчислюють за рівнянням [7]:

$$C = 0,5961 + 0,0261\beta^2 - 0,216\beta^8 + 0,000521 \left(\frac{10^6 \beta}{Re} \right)^{0,7} + (0,0188 + 0,0063A)\beta^{3,5} \left(\frac{10^6}{Re} \right)^{0,3} + (0,043 + 0,08e^{-10L_1} - 0,123e^{-7L_1})(1 - 0,11A) \frac{\beta^4}{1 - \beta^4} - 0,031(M_1 - 0,8M_1^{1,1})\beta^{1,3} + M_2, \quad (5.6)$$

де

$$A = \left(\frac{19000\beta}{Re} \right)^{0,8};$$

$$M_1 = \frac{2L'_2}{1 - \beta};$$

$$M_2 = \begin{cases} 0,011(0,75 - \beta)(2,8 - \frac{D}{0,0254}) & \text{за } D < 0,07112 \text{ м} \\ 0 & \text{за } D \geq 0,07112 \text{ м} \end{cases}$$

L_1 і L'_2 вважають такими, які дорівнюють:

- для кутового способу відбирання тиску

$$L_1 = L'_2 = 0;$$

- для трирадіусного способу відбирання тиску

$$L_1 = 1;$$

$$L'_2 = 0,47;$$

- для фланцевого способу відбирання тиску

$$L_1 = L'_2 = \frac{0,0254}{D}.$$

5.3.2.2 Коефіцієнт розширення

При використанні будь-якого з трьох способів відбирання тиску коефіцієнт розширення визначають за формулою [8]:

$$\epsilon = 1 - (0,351 + 0,256\beta^4 + 0,93\beta^8) \left[1 - \left(1 - \frac{\Delta p}{p} \right)^{\frac{1}{\kappa}} \right]. \quad (5.7)$$

Формулу (5.7) можна застосовувати тільки для значень β , D і Re , наведених в 5.3.1 за умови:

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

5.3.2.3 Поправковий коефіцієнт, що враховує шорсткість внутрішньої поверхні вимірювального трубопроводу

Якщо значення середнього арифметичного відхилу профілю шорсткості Ra є не більшим, ніж значення $Ra_{\max}$ і не менше значення $Ra_{\min}$, то поправковий коефіцієнт $K_{ш}$ вважають таким, що дорівнює одиниці.

$Ra_{\max}$ визначають за формулою:

$$10^4 \cdot \frac{Ra_{\max}}{D} = \begin{cases} 0,718866 \cdot \beta^{-3,887} + 0,36 & \text{за } Re \leq 10^4 \\ A_0 \cdot \beta^{A_1} + A_2 & \text{за } Re > 10^4 \text{ і } \beta < 0,65, \\ A_0 \cdot 0,65^{A_1} + A_2 & \text{за } Re > 10^4 \text{ і } \beta \geq 0,65 \end{cases} \quad (5.8)$$

де A_0 , A_1 , A_2 — коефіцієнти, які залежать від числа Re і обчислюють за формулою:

$$A_i = \sum_{k=0}^3 B_k \cdot [\lg(\text{Re})]^k, \quad (5.9)$$

де B_k – сталі коефіцієнти, значення яких наведено в таблиці 2

Якщо в результаті обчислення, виконаного за формулою (5.8), отримане значення $10^4 \cdot \frac{Ra_{\max}}{D} \geq 15$, то вважають, що $Ra_{\max} = 15 \cdot 10^{-4} \cdot D$.

Значення $10^4 \cdot \frac{Ra_{\max}}{D}$ округлюють до двох значущих цифр.

$Ra_{\min}$ обчислюють за формулою:

$$10^4 \frac{Ra_{\min}}{D} = \begin{cases} 7,1592 - 12,387 \cdot \beta - (2,0118 - 3,469 \cdot \beta) \cdot \lg(\text{Re}) + \\ + (0,1382 - 0,23762 \cdot \beta) \cdot [\lg(\text{Re})]^2 & \text{за } \beta < 0,65 \\ -0,892353 + 0,24308 \cdot \lg(\text{Re}) - \\ - 0,0162562 \cdot [\lg(\text{Re})]^2 & \text{за } \beta \geq 0,65 \end{cases} \quad (5.10)$$

Якщо в результаті розрахунку, виконаного за формулою (5.10), отримане значення $10^4 \cdot \frac{Ra_{\min}}{D} \leq 0$ або число $\text{Re} < 3 \cdot 10^6$, то вважають, що $Ra_{\min} = 0$.

Значення $10^4 \cdot \frac{Ra_{\min}}{D}$ округлюють до трьох цифр після коми.

Таблиця 2 – Значення коефіцієнтів B_k

Коефіцієнт	Значення коефіцієнтів B_k		
	A_0	A_1	A_2
за умови $10^4 < \text{Re} \leq 10^5$			
B_0	8,87	6,7307	-10,244
B_1	-3,7114	-5,5844	5,7094
B_2	0,41841	0,732485	-0,76477
B_3	0	0	0
за умови $10^5 < \text{Re} \leq 3 \cdot 10^6$			
B_0	27,23	-25,928	1,7622
B_1	-11,458	12,426	-3,8765
B_2	1,6117	-2,09397	1,05567
B_3	-0,07567	0,106143	-0,076764
за умови $3 \cdot 10^6 < \text{Re} \leq 10^8$			
B_0	16,5416	322,594	-92,029
B_1	-6,60709	-132,2	37,935
B_2	0,88147	17,795	-5,1885
B_3	-0,039226	-0,799765	0,23583

Вимоги до шорсткості внутрішньої поверхні ВТ ставляться до ділянки ВТ до діафрагми на довжині, не меншій, ніж $10D$.

Примітка. Якщо довжина прямої ділянки ВТ, розташованої між діафрагмою і МО, менше ніж $10D$, то вимогу до шорсткості внутрішньої поверхні ВТ висувають лише до цієї ділянки.

Інформацію, що стосується шорсткості труб, наведено в ГОСТ 8.586.1 (7.1.5). Дані, на базі яких одержано рівняння (5.8) – (5.10), описано в [9] – [11].

Якщо значення середнього арифметичного відхилення профілю шорсткості Ra перевищує значення $Ra_{\max}$, обчислене за рівнянням (5.8), або є меншим за значення $Ra_{\min}$, визначене за рівнянням (5.10), то поправковий коефіцієнт K_{ω} обчислюють за формулою:

$$K_{\omega} = 1 + 5,22\beta^{3,5} (\lambda - \lambda^*) , \quad (5.11)$$

де λ і λ^* – коефіцієнти тертя, обчислені при дійсному числі Re і значеннях еквівалентної шорсткості BT , які дорівнюють її дійсному значенню R_{ω} [див. ГОСТ 8.586.1 (7.1.5)] і умовному R_{ω}^* , відповідно.

Коефіцієнти тертя λ і λ^* обчислюють за формулою:

$$\lambda = \left\{ 1,74 - 2 \cdot \lg \left[\frac{2 \cdot A_{\omega}}{D} - \frac{37,36 \cdot \lg(k_D - k_R \cdot \lg(k_D + 3,3333 \cdot k_R))}{Re} \right] \right\}^{-2} , \quad (5.12)$$

де A_{ω} , k_D , k_R – величини, які обчислюють відповідно до даних таблиці 3.

Таблиця 3 – Формули для обчислення величин A_{ω} , k_D , k_R

Величина	Формули для обчислення величин	
	λ	λ^*
A_{ω}	R_{ω} або πRa	$\pi Ra_{\max}$, за $Ra > Ra_{\max}$; $\pi Ra_{\min}$, за $Ra < Ra_{\min}$
k_D	$0,26954 R_{\omega} / D$;	$0,26954 \pi Ra_{\max} / D$, за $Ra > Ra_{\max}$; $0,26954 \pi Ra_{\min} / D$, за $Ra < Ra_{\min}$
k_R	$5,035 / Re$.	

5.3.2.4 Поправковий коефіцієнт, що враховує притуплення вхідного канта діафрагми

Якщо радіус вхідного канта діафрагми r_k не перевищує $0,0004d$, то поправковий коефіцієнт K_{π} вважають таким, що дорівнює одиниці.

Якщо значення r_k перевищує $0,0004d$, то поправковий коефіцієнт K_{π} обчислюють за формулою:

$$K_{\pi} = 0,9826 + \left(\frac{r_k}{d} + 0,0007773 \right)^{0,6} , \quad (5.13)$$

де

$$r_k = a - (a - r_n) e^{(-\tau_y / 3)} ; \quad (5.14)$$

a – параметр, що враховує тип вимірюваного середовища, який дорівнює 0,190 для рідини, 0,195 для газу і 0,200 для пари;

τ_y – поточний час експлуатації діафрагми з моменту визначення початкового радіуса вхідного канта діафрагми r_n , рік.

Поправковий коефіцієнт K_{π} допускається визначати за значенням середнього радіуса вхідного канта діафрагми $\bar{r}_k$ за міжконтрольний інтервал ЗП τ_y . У цьому разі виникає додатковий складник невизначеності K_{π} (див. 5.3.3.4).

Середній радіус вхідного канта $\bar{r}_k$ обчислюють за формулою:

$$\bar{r}_k = a - \left(\frac{3}{\tau_y} \right) (a - r_n) (1 - e^{(-\tau_y / 3)}) , \quad (5.15)$$

де τ_y – міжконтрольний інтервал радіуса вхідного канта діафрагми, рік.

Якщо середній радіус вхідного канта за інтервал τ_y не перевищує $0,0004d$, то поправковий коефіцієнт K_n вважають таким, що дорівнює одиниці.

Якщо середній радіус вхідного канта за інтервал τ_y перевищує $0,0004d$, то K_n обчислюють за формулою:

$$K_n = 0,9826 + \left(\frac{\bar{r}_k}{d} + 0,0007773 \right)^{0,6}. \quad (5.16)$$

Примітка. Вимірюванням r_k , на відміну від його візуального визначення, можна отримати меншу невизначеність K_n .

5.3.3 Невизначеності коефіцієнтів

5.3.3.1 Невизначеність коефіцієнта витікання

Невизначеність коефіцієнта витікання діафрагм для всіх трьох способів відбирання тиску за умови, що невизначеності β , D і Re дорівнюють нулю, обчислюють за формулами:

$$U'_{C_0} = (0,7 - \beta), \quad \text{за } 0,1 \leq \beta < 0,2,$$

$$U'_{C_0} = 0,5, \quad \text{за } 0,2 \leq \beta \leq 0,6,$$

$$U'_{C_0} = (1,667\beta - 0,5), \quad \text{за } 0,6 < \beta \leq 0,75.$$

Якщо $D < 0,07112$ м, до вищенаведених значень повинна бути додана арифметично така невизначеність

$$0,9 (0,75 - \beta) \left(2,8 - \frac{D}{0,0254} \right).$$

Якщо $\beta > 0,5$ і $Re < 10000$, до цих значень додають арифметично невизначеність 0,5 %.

5.3.3.2 Невизначеність коефіцієнта розширення

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

$$U'_{\varepsilon_0} = 3,5 \frac{\Delta p}{kp}.$$

5.3.3.3 Невизначеність поправкового коефіцієнта, що враховує шорсткість внутрішньої поверхні вимірювального трубопроводу

Невизначеність поправкового коефіцієнта K_w обчислюють за формулою:

$$U'_{K_w} = \left| \frac{K_w - 1}{K_w} \right| U'_{R_w},$$

де U'_{R_w} – невизначеність R_w .

При визначенні R_w з ГОСТ 8.586.1 (таблиця Д.1), залежно від матеріалу і стану поверхні ВТ, невизначеність U'_{R_w} вважають такою, яка дорівнює значенню, наведеному в цій таблиці.

Під час 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 вимірювання R_w застосованої методики виконання вимірювань.

5.3.3.4 Невизначеність поправкового коефіцієнта, що враховує притуплення вхідного канта діафрагми

Невизначеність поправкового коефіцієнта K_n обчислюють за формулою:

$$U'_{K_n} = \left\{ \left(\frac{1 - K_n}{K_n} \right)^2 U'^2_{r_n} + U'^2_{K_{n,d}} \right\}^{0,5},$$

де K_n – поправковий коефіцієнт, обчислений за формулою (5.13);

$U_{K_{нд}}$ – додатковий складник невизначеності, що зумовлений заміною поточного значення радіуса вхідного канта діафрагми r_k на його усереднене значення $\bar{r}_k$.

Невизначеність $U_{K_{нд}}$ вважають такою, що дорівнює нулю, під час обчислення K_n за поточним значенням r_k згідно з формулами (5.13) і (5.14). Під час обчислення K_n за усередненим значенням $\bar{r}_k$ згідно з формулами (5.15) і (5.16) $U_{K_{нд}}$ обчислюють за формулою:

$$U_{K_{нд}} = 100 \left(\frac{K_n^*}{K_n} - 1 \right),$$

де K_n^* – поправковий коефіцієнт, розрахований за формулою (5.16).

Під час візуального визначення r_n невизначеність U'_{r_n} дорівнює 50 %.

Під час безпосереднього вимірювання r_n невизначеність U'_{r_n} встановлюють на основі норми невизначеності результатів вимірювань застосованої методики виконання вимірювань.

5.4 Втрати тиску

5.4.1 Втрати тиску на діафрагмі обчислюють за формулою:

$$\Delta\omega = \frac{\sqrt{1-\beta^4} \left[1 - (CK_{ш}K_n)^2 \right] - CK_{ш}K_n\beta^2}{\sqrt{1-\beta^4} \left[1 - (CK_{ш}K_n)^2 \right] + CK_{ш}K_n\beta^2} \Delta p. \quad (5.17)$$

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

5.4.2 Допускають застосування спрощеної формули для визначення втрати тиску

$$\Delta\omega = (1 - \beta^{1.9}) \Delta p. \quad (5.18)$$

5.4.3 Коефіцієнт гідравлічного опору для діафрагми обчислюють за формулою [12]

$$\xi = \left(\frac{\sqrt{1-\beta^4} \left(1 - (CK_{ш}K_n)^2 \right)}{CK_{ш}K_n\beta^2} - 1 \right)^2. \quad (5.19)$$

6 ВИМОГИ ЩОДО ВСТАНОВЛЕННЯ

6.1 Загальні положення

Загальні вимоги щодо встановлення ЗП, наведені в ГОСТ 8.586.1 (розділ 7), повинні виконуватися разом з додатковими спеціальними вимогами цього стандарту до діафрагм.

Необхідну мінімальну довжину прямолінійних ділянок ВТ визначають залежно від виду МО, їх розміщення на ВТ і відносного діаметра отвору діафрагми. 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 розглядаються як МО.

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

У разі застосування струминовипрямляча або ППП, мінімальну довжину прямолінійних ділянок ВТ визначають на основі вимог, викладених в 6.3 і додатку Б.

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

Вимоги 6.2 до довжини прямолінійних ділянок ВТ встановлено на основі даних [13], [14], [15] і [16]

Всі значення довжини прямолінійних ділянок ВТ, наведені в 6.3.2, базуються на даних [13]

6.2 Мінімальна довжина прямолінійних ділянок вимірювальних трубопроводів

6.2.1 Необхідну мінімальну довжину прямолінійних ділянок ВТ до діафрагми і після неї, залежно від відносного діаметра діафрагми і виду МО, наведено в таблиці 4.

Таблиця 4 – Необхідна найменша довжина прямолінійних ділянок ВТ між діафрагмою і МО без застосування струминовипрямляча або ППП

Місце встановлення МО	Вид МО	Відносна довжина прямолінійної ділянки ВТ L для β											
		$\leq 0,2$		0,4		0,5		0,6		0,67		0,75	
		A ¹⁾	B ²⁾	A ¹⁾	B ²⁾	A ¹⁾	B ²⁾	A ¹⁾	B ²⁾	A ¹⁾	B ²⁾	A ¹⁾	B ²⁾
Після діафрагми	Будь-який МО (крім симетричного різкого звуження)	4	2	6	3	6	3	7	3,5	7	3,5	8	4
	коліно 90°	6	3	16	3	22	9	42	13	44	20	44	20
	Два коліна 90° в одній площині U-конфігурація ($l \leq 10D$) ³⁾	14	7	17	9	20	10	26	13	32	16	42	21
	Два коліна 90° в одній площині S- або U-конфігурація ($30D \geq l > 10D$) ³⁾	10	4)	10	4)	18	10	30	18	44	18	44	18
	Два коліна 90° в одній площині S-конфігурація ($l \leq 10D$) ³⁾	10	4)	10	4)	22	10	42	18	44	20	44	22
	Два коліна в різних площинах ($30D \geq l \geq 5D$) ³⁾	19	18	44	18	44	18	44	18	44	20	44	20
	Два коліна в різних площинах ($l < 5D$) ³⁾	34	17	50	25	75	34	65 ⁵⁾	25 ⁶⁾	60	18	75	18
	Заглушений трійник, який змінює напрямок потоку або конічне коліно 90°	3	4)	9	3	19	9	29	18	36	18	44	18
	Заглушений трійник, який не змінює напрямок потоку	10	5	11	6	14	6	18	9	24	12	36	18
	Коліно 45° або два коліна 45° в одній площині S-конфігурація ($30D \geq l > 2D$) ³⁾	7	4)	30	9	30	18	30	18	44	18	44	18
	Конфузор	5	4)	5	4)	8	5	9	5	12	6	13	8
	Дифузор	6	4)	12	8	20	9	26	11	28	14	36	18

Кінець таблиці 4

Місце встановлення МО	Вид МО	Відносна довжина прямолінійної ділянки ВТ L											
		≤0,2		0,4		0,5		0,6		0,67		0,75	
		A ¹⁾	B ²⁾	A ¹⁾	B ²⁾	A ¹⁾	B ²⁾	A ¹⁾	B ²⁾	A ¹⁾	B ²⁾	A ¹⁾	B ²⁾
До діафрагми	Трійник, який змішує потоки	34	17	37	19	41	21	49	25	57	30	70	35
	Трійник, який розгалужує потік	14	7	17	9	20	10	26	13	32	16	42	21
	Кульовий кран або засувка	12	6	12	6	12	6	14	7	18	9	24	12
	Затвор (заслінка)	25	13	32	16	36	18	40	20	43	22	47	24
	Конусний кран	16	8	20	10	23	12	26	13	28	14	32	16
	Запірний клапан або вентиль	18	9	19	10	22	11	26	13	30	15	38	19
	Симетричне різке розширення	51	26	58	29	64	32	70	35	74	37	80	40
	Симетричне різке звуження або велика ємність	30	15	30	15	30	15	30	15	30	15	30	15
	МО невизначеного виду ⁷⁾	60	30	70	35	76	38	84 ⁵⁾	47	89	45	96	48

¹⁾ В колонці А наведено значення довжини, для яких невизначеність коефіцієнта витікання відповідає наведеної в 5.3.3.1.

²⁾ В колонці Б наведено значення довжини, для яких невизначеність коефіцієнта витікання має додаткову невизначеність 0,5 %.

³⁾ l – відстань між двома колінами. Відстань є кратною до діаметра ділянки ВТ між цими колінами.

⁴⁾ Даних про можливість скорочення прямолінійної ділянки ВТ для даного β і МО немає.

⁵⁾ За Re > 2 · 10⁶ і l < 2D L = 95.

⁶⁾ За Re > 2 · 10⁶ і l < 2D L = 47.

⁷⁾ Будь-який інший вид МО, не наведений у поданому вище переліку видів МО. Необхідне мінімальне значення довжини прямолінійних ділянок ВТ для МО невизначеного виду є максимальним значенням довжини з допустимих мінімальних значень довжини прямолінійних ділянок ВТ перед діафрагмою, тому для ряду МО, не включених в таблицю, наведена довжина встановлена з запасом.

Для проміжних значень відносного діаметра діафрагм, не наведених в таблиці 4, найменшу довжину прямолінійних ділянок ВТ визначають лінійною інтерполяцією табличних даних за формулою

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

де β₁, L₁ – найближче менше більше до β значення відносного діаметра діафрагми і відповідне йому значення відносної довжини прямолінійної ділянки ВТ, які наведено в таблиці 4,

β₂, L₂ – найближче більше до величини β значення відносного діаметра діафрагми і відповідне йому значення відносної довжини прямолінійної ділянки ВТ, які наведено в таблиці 4.

Результат розрахунку за формулою (6.1) округлюють до цілого числа.

Примітка. Якщо розрахунок необхідної мінімальної довжини прямолінійних ділянок ВТ виконують за даними, наведеними в колонках Б, то за відсутності даних для β₁ значення L₁ вважається таким, що дорівнює значенню, наведеному в колонці А.

6.2.2 Якщо діафрагму застосовують для виконання дослідних робіт або використовуються як еталонний ЗВ під час калібрувальних або перевірних роботах, то рекомендовано збільшити не менше ніж удвічі значення довжини прямолінійних ділянок ВТ до діафрагми, наведені в колонці А таблиці 4.

6.2.3 Якщо довжина прямолінійних ділянок ВТ до діафрагми і після неї є не меншою за значення, наведені в колонці А таблиці 4, то невизначеність коефіцієнта витікання відповідає наведеній в 5.3.3.1.

6.2.4 Якщо довжина прямолінійної ділянки ВТ до діафрагми або після неї є меншою за значення, наведені в колонці А таблиці 4, але дорівнює або більша за значення, наведені в колонці Б цієї таблиці, то слід до невизначеності коефіцієнта витікання арифметично додати додатковий складник невизначеності 0,5 %.

6.2.5 Не допускається:

- встановлювати прямолінійні ділянки ВТ, значення довжини яких є меншими за наведені в колонці Б таблиці 4;

- одночасно встановлювати до діафрагми і після неї прямолінійні ділянки ВТ, довжини яких є меншими за наведені в колонці А таблиці 4.

6.2.6 Рекомендовано регулювання витрати потоку здійснювати арматурою, розташованою на відстані, більшій, ніж $8D$ після діафрагми. Запірна арматура, що є на ВТ до діафрагми, 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, яку наведено в таблиці 4, 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 Довжину прямолінійних ділянок ВТ, наведену в таблиці 4, визначено експериментально в умовах стабілізованого потоку безпосередньо перед досліджуванним МО. На практиці ця умова забезпечується виконанням вимог:

а) якщо до діафрагми встановлено послідовно декілька МО, то необхідно застосовувати таке:

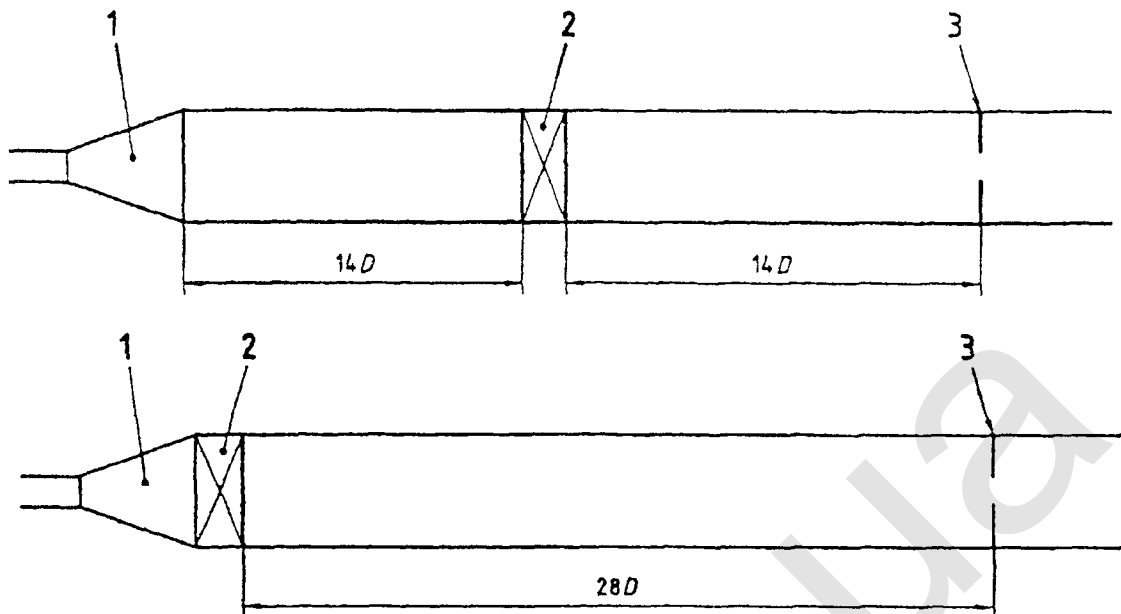
1) довжину прямолінійної ділянки ВТ між діафрагмою і найближчим до неї МО визначають за 6.2.1—6.2.7;

2) прямолінійна ділянка ВТ між двома найближчими до діафрагми МО повинна мати довжину, яка дорівнює половині або більше ніж половині значення, визначеного за даними з таблиці 4 для β , який дорівнює 0,67 (незалежно від фактичного значення β) і типу другого МО, найвіддаленішого від діафрагми. При цьому відстань між МО є кратною внутрішньому діаметру ділянки ВТ між цими МО. Якщо значення мінімальної довжини прямолінійної ділянки ВТ вибране з колонки А таблиці 4, то невизначеність коефіцієнта витікання відповідає наведеній в 5.3.3.1. Якщо значення мінімальної довжини прямолінійної ділянки ВТ вибране з колонки Б таблиці 4, то до невизначеності коефіцієнта витікання слід арифметично додати додатковий складник невизначеності 0,5 %.

Якщо відстань між другим і третім МО є меншою за $5D$, і третій МО вимагає більшу прямолінійну ділянку, ніж другий МО, то прямолінійну ділянку ВТ між двома найближчими до діафрагми МО визначають як половину або більше ніж половину значення, розрахованого за даними з таблиці 4 для β , який дорівнює 0,67 (незалежно від фактичного значення β), і типу третього МО;

3) допускається часткову або повністю скорочувати відстань між двома МО, найближчими до ЗП, відповідним збільшенням довжини ВТ між ЗП і найближчим перед ним МО (див. рисунок 5). При цьому повинна виконуватися умова б);

б) будь-який МО, що складається з комбінації колін (див. таблицю 4), має бути розташований від діафрагми на відстані, яка є не меншою, ніж наведено в таблиці 4, незалежно від кількості МО, що є між цим МО і діафрагмою. При цьому відстань є кратною внутрішньому діаметру ділянки ВТ, розташованої безпосередньо перед діафрагмою, і її вимірюють від діафрагми до межі групи колін (разом з довжиною МО між ними). Якщо відстань визначено за даними, наведеними в колонці Б, то до невизначеності коефіцієнта витікання треба арифметично додати додатковий складник невизначеності 0,5 %. При цьому не допускається скорочувати довжину інших прямолінійних ділянок ВТ, тобто додаткову невизначеність не можна додавати більше ніж один раз, враховуючи умови а) і б);



1 – дифузор; 2 – кульовий кран або засувка; 3 – діафрагма
Рисунок 5 – Схема розташування кульового крана або засувки за $\beta = 0,6$

в) рекомендовано застосовувати струминовипрямляч або ППП у разі застосування колекторних систем [див. А.5 (додаток А)].

За неможливості встановлення струминовипрямляча або ППП під час визначення довжин прямолінійних ділянок ВТ колекторних систем керуються таким:

1) якщо осі вхідного (розподільного) колектора і ВТ розташовано в одній площині (див. рисунок 6, а)), то вихід з колектора для крайнього ВТ кваліфікують як МО типу «заглушений трійник, який змінює напрямок потоку», для інших ВТ – як МО типу «Трійник, який розгалужує потік»;

2) якщо осі вхідного (розподільного) колектора і ВТ розташовано в різних площинах (див. рисунок 6, б)), то вихід з колектора і коліна об'єднують в один МО, який кваліфікують як:

- «два коліна в різних площинах, $l < 5D$ », якщо довжина прямолінійної ділянки ВТ між коліном і колектором менша, ніж $5D$;

- «два коліна в різних площинах, $30D \geq l \geq 5D$ », якщо довжина прямолінійної ділянки ВТ між коліном і колектором становить від $18D$ до $5D$ для крайнього (перед заглушкою) виходу із колектора і якщо довжина від $16D$ до $5D$ для інших виходів із колектора.

Примітка. Якщо відстань між колектором і коліном більше ніж $18D$ для крайнього (перед заглушкою) виходу із колектора, для інших – більше ніж $16D$, то вихід із колектора і коліно не об'єднують в один МО.

г) конфігурацію ВТ перед «МО невизначеного виду» не регламентують.

6.2.9 МО, розташовані перед ЗП на відстані, більшій, ніж визначена з таблиці 4 для «МО невизначеного виду», не враховують.

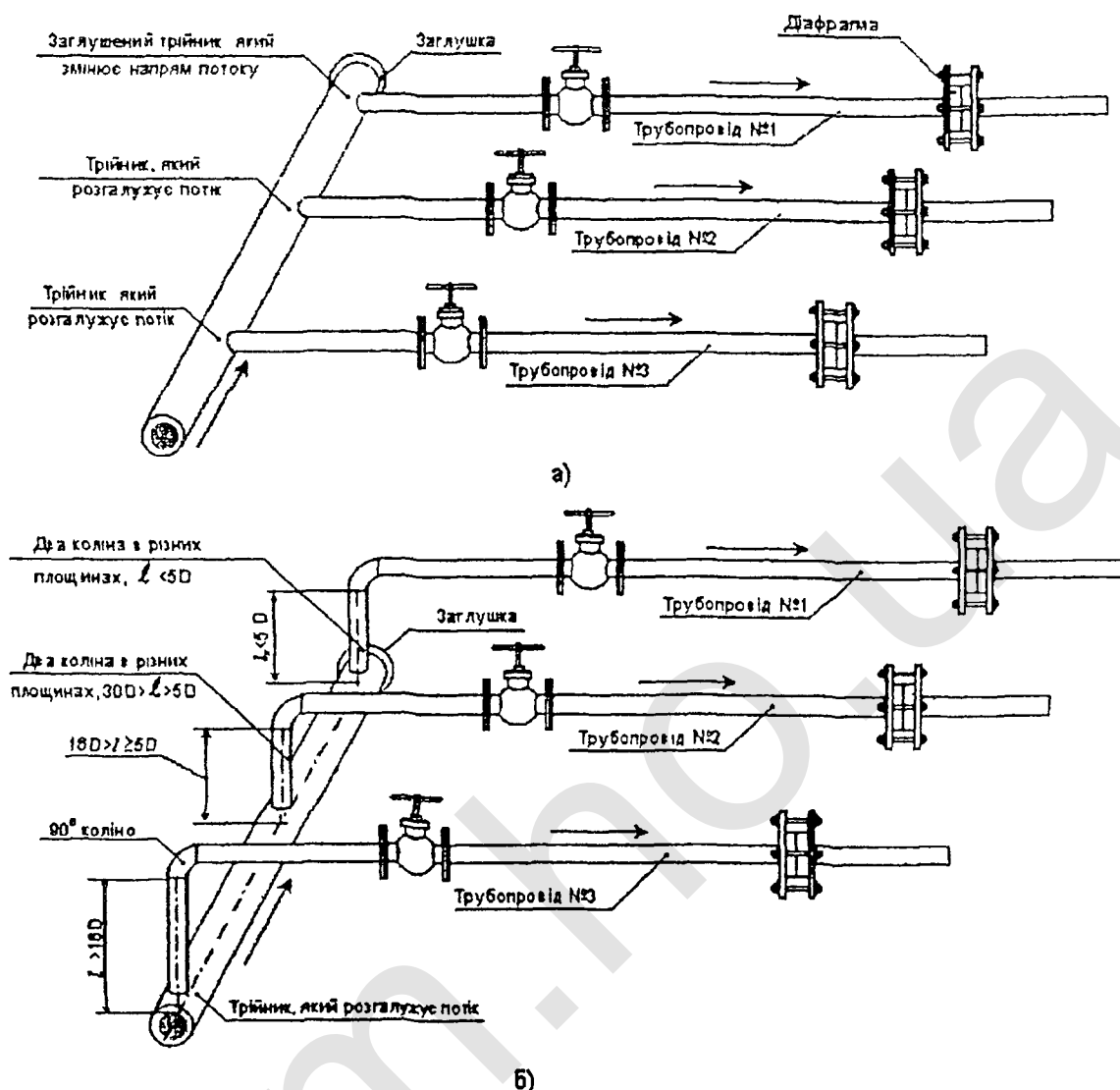


Рисунок 6 – Схема колектора

6.2.10 На рисунку 7 наведено три приклади застосування вимог переліків а) і б) 6.2.8. У кожному прикладі другий МО відносно діафрагми (див. рисунок 7) є МО виду «Два коліна в різних площинах ($30D \geq l \geq 5D$)», а β дорівнює 0,4.

6.2.10.1 Якщо перший МО – повністю відкритий кульовий кран (див. рисунок 7 а)), довжина якого $1D$, то:

- довжина прямолінійної ділянки ВТ між краном і діафрагмою повинна бути не меншою, ніж $12D$ (див. таблицю 4);
- довжина прямолінійної ділянки ВТ між МО виду «Два коліна в різних площинах ($30D \geq l \geq 5D$)» і краном повинна бути не меншою, ніж $22D$ згідно з а) 6.2.8;
- відстань між МО виду «Два коліна в різних площинах ($30D \geq l \geq 5D$)» і діафрагмою повинна бути не меншою, ніж $44D$ згідно з б) 6.2.8.

Отже, потрібна додаткова загальна довжина $9D = 44D - 22D - 12D - 1D$, яка може бути або до крана або після нього, або частково до і після нього

Відповідно до положень б) 6.2.8 додаткову довжину $9D$ можна не вводити, за умови, якщо до невизначеності коефіцієнта витікання буде арифметично додано додатковий складник невизначеності 0,5 %.

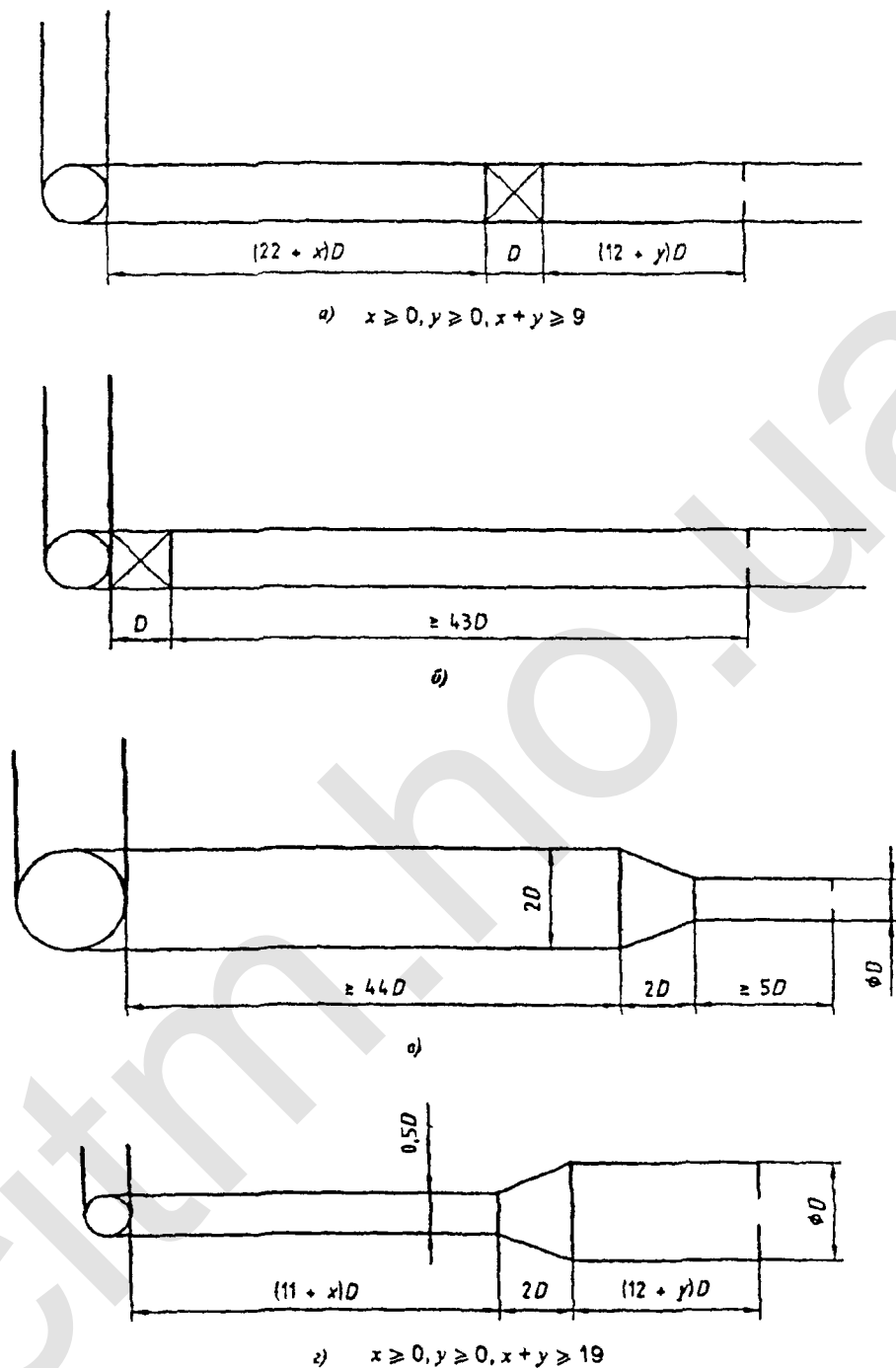


Рисунок 7 — Приклади визначення необхідної довжини прямолінійних ділянок ВТ (див. 6.2.10)

Умови переліку а) 6.2.8 може також бути застосовано для розташування крана впритул до двох колін в різних площинах, за умови, що відстань від двох колін у різних площинах до діафрагми є не меншою, ніж $44D$ (див. рисунок 7, б)).

6.2.10.2 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 конфузorzом і діафрагмою повинна бути не меншою, ніж $5D$ (див. таблицю 4);
- довжина прямолінійної ділянки ВТ між МО виду «Два коліна в різних площинах ($30D \geq l \geq 5D$)» і конфузorzом повинна бути не меншою, ніж $22 \cdot 2D$, (згідно з переліком а) 6.2.8);
- відстань між МО виду «Два коліна в різних площинах ($30D \geq l \geq 5D$)» повинна бути не меншою, ніж $44D$, (згідно з переліком б) 6.2.8).

Оскільки фактична відстань дорівнює $51D = 44D + 2D + 5D$, то з врахуванням положення переліку б) 6.2.8 додаткової довжини не потрібно.

6.2.10.3 Якщо перший МО – розширювач (дифузorz) від $0,5D$ до D на довжині $2D$ (див. рисунок 7, г)), то:

- довжина прямолінійної ділянки ВТ між дифузorzом і діафрагмою повинна бути не меншою, ніж $12D$ (див. таблицю 4);
- довжина прямолінійної ділянки ВТ між двома колінами в різних площинах і дифузorzом повинна бути не меншою, ніж $22 \cdot 0,5D$ (згідно з переліком а) 6.2.8),
- відстань між МО виду «Два коліна в різних площинах ($30D \geq l \geq 5D$)» і діафрагмою повинна бути не меншою, ніж $44D$ (згідно з переліком б) 6.2.8).

Зважаючи на це, потрібна додаткова прямолінійна ділянка ВТ $19D = 44D - 12D - 2D - 22 \cdot 0,5D$, яка може бути або до дифузorzа або після нього, або частково до і після нього.

6.3 Струминовипрямлячі та пристрої підготовки потоку

6.3.1 Загальні положення

Для зменшення довжини прямолінійних ділянок ВТ до діафрагми може бути застосовано струминовипрямлячі або ППП.

Допускається застосовувати лише ті види струминовипрямлячів або ППП, які пройшли випробування на відповідність вимогам, наведеним в ГОСТ 8.586.1 (додаток Ж). В будь-якому разі випробування повинні проводитися із застосуванням діафрагм.

Незапатентовані струминовипрямлячі і ППП, які пройшли випробування на відповідність вимог ГОСТ 8.586.1 (додаток Ж), – це трубчатий струминовипрямляч у вигляді зв'язки з 19 трубок (1998) і дисковий ППП «Zanker». В додатку Б описано деякі запатентовані ППП, які пройшли випробування.

В 6.3.2 і 6.3.3 наведено опис конструкцій і способи встановлення на ВТ трубчатого струминовипрямляча у вигляді зв'язки з 19 трубок (1998) і дискового ППП «Zanker».

В 6.3.2.2 і 6.3.3.2 описано ситуації, в яких ці пристрої може бути застосовано після будь-яких типів МО і довільно вибраними відстанями між ними; в 6.3.2.3 розглянуто деякі додаткові варіанти, в яких трубчатий струминовипрямляч у вигляді зв'язки із 19 трубок (1998) може бути застосовано для зменшення необхідної довжини ВТ після конкретних типів МО.

Допускається застосування інших конструкцій струминовипрямлячів і ППП, якщо вони пройшли випробування [див. ГОСТ 8.586.1 (додаток Ж)].

6.3.2 Трубчатий струминовипрямляч у вигляді зв'язки з 19 трубок (1998)

6.3.2.1 Опис

6.3.2.1.1 Конструкція

Трубчатий струминовипрямляч у вигляді зв'язки з 19 трубок (1998) містить 19 трубок, з'єднаних у циліндричну структуру, показану на рисунку 8.

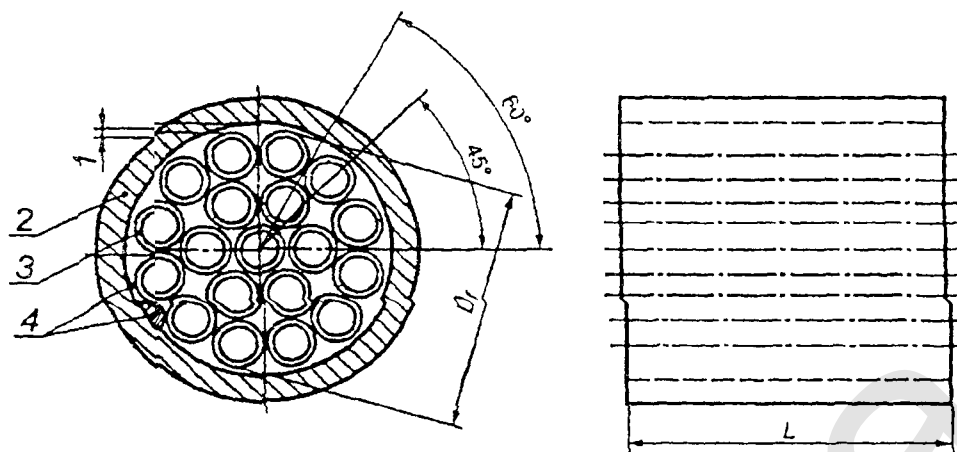
Для зменшення завихрень, які можуть виникнути між зовнішніми трубками струминовипрямляча і стінкою трубопроводу, максимальний зовнішній діаметр струминовипрямляча D_f повинен задовольняти умову:

$$0,95D \leq D_f \leq D.$$

Довжина трубок повинна бути в межах від $2D$ до $3D$, бажано якомога ближче до $2D$.

6.3.2.1.2 Вимоги до трубок струминовипрямляча

Необхідно, щоб всі трубки у зв'язці мали однакові шорсткість, зовнішній діаметр і товщину стінок. Товщина стінок окремих трубок струминовипрямляча повинна бути меншою, ніж $0,025D$. Всі трубки повинні мати внутрішню фаску на обох торцях.



1 – мінімізований зазор; 2 – стінка ВТ; 3 – товщина стінки трубки;
4 – варіанти центрувальних прокладок (зазвичай в чотирьох місцях);
 D_1 – зовнішній діаметр струминовипрямляча потоку
Рисунок 8 – Трубчатий струминовипрямляч у вигляді зв'язки з 19 трубок (1998)

6.3.2.1.3 Виготовлення струминовипрямляча

Струминовипрямляч повинен мати міцну конструкцію. Окремі трубки слід приварити одна до одної в точках контакту, щонайменше на обох торцях зв'язки. Важливо забезпечити паралельність трубок одна одній і осі трубопроводу, оскільки у разі невиконання цієї вимоги струминовипрямляч сам може створювати в потоці завихрення. Для центрування всього складання трубок в трубопроводі слід застосовувати прокладки, які можуть мати форму невеликих виступів або стрижнів, паралельних до осі трубопроводу. Після встановлення в трубопровод зв'язку трубок має бути надійно закріплено на місці. Міцне кріплення не повинно вносити деформації в конструкцію зв'язки трубок і порушувати її симетричне розташування в трубопроводі.

6.3.2.1.4 Втрати тиску

Коефіцієнт гідравлічного опору ξ струминовипрямляча у вигляді зв'язки з 19 трубок (1998) можна вважати таким, що дорівнює 0,75.

6.3.2.2 Встановлення струминовипрямляча

6.3.2.2.1 Трубчатий струминовипрямляч у вигляді зв'язки з 19 трубок (1998), показано на рисунку 8, застосовують з діафрагмою, яка має відносний діаметр, не більший, ніж 0,67.

6.3.2.2.2 Струминовипрямляч повинен бути встановлено так, щоб відстань між діафрагмою і МО була не меншою, ніж $30D$, а відстань між вихідним торцем струминовипрямляча і діафрагмою дорівнювала $6 \pm 13D \pm 0,25D$.

6.3.2.3 Додаткові можливості

6.3.2.3.1 Трубчатий струминовипрямляч у вигляді зв'язки з 19 трубок (1998) може бути застосовано для зменшення необхідної прямолінійної ділянки ВТ застосуванням варіантів їх встановлення, відмінних від наведеного в 6.3.2.2.

Допустимі варіанти встановлення струминовипрямляча залежать від відстані L_1 від діафрагми до найближчого МО. В таблиці 5 наведено допустимі діапазони довжини прямолінійних ділянок ВТ між діафрагмою і струминовипрямлячем у вигляді зв'язки з 19 трубок (1998) для двох діапазонів L_1 :

- $30D > L_1 \geq 18D$;

- $L_1 \geq 30D$.

У таблиці 5 наведено довжину прямолінійних ділянок ВТ між вихідним торцем струминовипрямляча і діафрагмою.

Для значень відносного діаметра діафрагми, не наведених в таблиці 5, положення струминовипрямляча визначають за даними для найближчого більшого значення β .

Довжину прямолінійної ділянки ВТ після діафрагми встановлюють на основі даних таблиці 4.

Приклад застосування значень, наведених в таблиці 5, наведено в 6.3.2.4.

Таблиця 5 – Діапазон допустимих значень довжини прямолинійних ділянок ВТ між діафрагмою та струминовипрямлячем у вигляді зв'язки з 19 трубок (1998) залежно від β і відстані L_T між діафрагмою і МО

Довжину виражено в значеннях, кратних внутрішньому діаметру, D

Вид МО	Відстань між ЗП і МО	Діапазон допустимої довжини і прямолинійної ділянки ВТ між ЗП та струминовипрямлячем для β									
		$\leq 0,2$	0,4	0,5	0,6	0,67	0,75				
Коліно 90°	$18 \leq L_T < 30$	A ³⁾ Від 5 до 14,5 включ.	B ⁴⁾ Від 2 до 5; понад 14,5 до n включ.	A ³⁾ Від 11,5 до 14,5 включ.	B ⁴⁾ Від 3 до 11,5; понад 14,5 до n включ.	A ³⁾ Від 12 до 13 включ.	B ⁴⁾ Від 5 до 12; понад 13 до n включ.	A ³⁾ Від 13 до 14 включ.	B ⁴⁾ Від 7 до 12,75; понад 13,25 до n включ.	A ³⁾ Від 14 до 14,25 до n включ.	B ⁴⁾ Від 8 до 13,75; понад 14,25 до n включ.
Два коліна 90° в різних площинах ($l \leq 2D$) ²⁾	$L_T \geq 30$	A ³⁾ Від 5 до 25 включ.	B ⁴⁾ Від 2 до 5; понад 25 до n включ.	A ³⁾ Від 11,5 до 25 включ.	B ⁴⁾ Від 3 до 11,5; понад 25 до n включ.	A ³⁾ Від 12 до 25 включ.	B ⁴⁾ Від 5 до 12; понад 25 до n включ.	A ³⁾ Від 12,75 до 16,5 включ.	B ⁴⁾ Від 7 до 12,75; понад 16,5 до n включ.	A ³⁾ Від 14 до 16,5 включ.	B ⁴⁾ Від 8 до 14; понад 16,5 до n включ.
Заглушений трійник, який змінює напрямок потоку	$30 > L_T \geq 18$	A ³⁾ Від 5 до 14,5 включ.	B ⁴⁾ Від 2 до 5; понад 14,5 до n включ.	A ³⁾ Від 11 до 13 включ.	B ⁴⁾ Від 2 до 11; понад 13 до n включ.	A ³⁾ Від 9 до 25 включ.	B ⁴⁾ Від 2 до 9; понад 25 до n включ.	A ³⁾ Від 10 до 16 включ.	B ⁴⁾ Від 7 до 10; понад 16 до n включ.	A ³⁾ Від 12 до 12,5 включ.	B ⁴⁾ Від 9 до 12; понад 12,5 до n включ.
	$L_T \geq 30$	A ³⁾ Від 5 до 25 включ.	B ⁴⁾ Від 2 до 5; понад 25 до n включ.	A ³⁾ Від 9 до 25 включ.	B ⁴⁾ Від 2 до 9; понад 25 до n включ.	A ³⁾ Від 9 до 25 включ.	B ⁴⁾ Від 2 до 9; понад 25 до n включ.	A ³⁾ Від 10 до 16 включ.	B ⁴⁾ Від 7 до 10; понад 16 до n включ.	A ³⁾ Від 12 до 12,5 включ.	B ⁴⁾ Від 9 до 12; понад 12,5 до n включ.

Кінець таблиці 5

Вид МО	Відстань між ЗП і МО	Діапазон значень допустимої довжини і прямолинійної ділянки ВТ між ЗП та струминовипрямлячем для β									
		$\leq 0,2$	0,4	0,5	0,6	0,67	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Будь-який МО	$30 > L_f \geq 18$	A ³⁾ Від 5 до 11 включ.	A ³⁾ Від 5 до 11 включ.	A ³⁾ Від 2 до 5; понад 11 до $n^{5)}$ включ.	A ³⁾ Від 2 до 5; понад 11 до $n^{5)}$ включ.	A ³⁾ Від 2 до 5; понад 11 до $n^{5)}$ включ.	A ³⁾ Від 2 до 5; понад 11 до $n^{5)}$ включ.	A ³⁾ Від 2 до 5; понад 11 до $n^{5)}$ включ.	A ³⁾ Від 2 до 5; понад 11 до $n^{5)}$ включ.	A ³⁾ Від 2 до 5; понад 11 до $n^{5)}$ включ.	A ³⁾ Від 2 до 5; понад 11 до $n^{5)}$ включ.
	$L_f \geq 30$	A ³⁾ Від 5 до 11 включ.	A ³⁾ Від 5 до 11 включ.	A ³⁾ Від 2 до 5; понад 11 до $n^{5)}$ включ.	A ³⁾ Від 2 до 5; понад 11 до $n^{5)}$ включ.	A ³⁾ Від 2 до 5; понад 11 до $n^{5)}$ включ.	A ³⁾ Від 2 до 5; понад 11 до $n^{5)}$ включ.	A ³⁾ Від 2 до 5; понад 11 до $n^{5)}$ включ.	A ³⁾ Від 2 до 5; понад 11 до $n^{5)}$ включ.	A ³⁾ Від 2 до 5; понад 11 до $n^{5)}$ включ.	A ³⁾ Від 2 до 5; понад 11 до $n^{5)}$ включ.

¹⁾ Коліна повинні мати радіус кривизни, який дорівнює $1,5D$.

²⁾ L_f – відстань між двома колінами.

³⁾ Колонка А дає значення довжини, які відповідають "нульовій додатковій невизначеності коефіцієнта витікання" (див. 6.3.2.3.2).

⁴⁾ Колонка В дає значення довжини, які відповідають "додатковій невизначеності 0,5 %" (див. 6.3.2.3.2).

⁵⁾ n – кількість діаметрів, яка визначається за формулою $n = L_f - L_{ct} - 1$, де L_{ct} – довжина струминовипрямляча. Рекомендуються обчислювати n за формулою $n = L_f - L_{ct} - 2,5$.

⁶⁾ Даних немає, необхідно провести дослідження.

⁷⁾ Якщо $\beta = 0,46$, допускається значення 9,5.

⁸⁾ Якщо $\beta = 0,54$, допускається значення 13.

Примітка. Значення довжини прямолинійних ділянок ВТ, наведені в таблиці, є допустимими значеннями довжини ВТ між вихідним торцем струминовипрямляча (згідно з описом в 6.3.2.1) і діафрагмою для заданого МО, встановленого до струминовипрямляча на відстані L_f від діафрагми. Відстань L_f від діафрагми вимірюють до обернутого вниз за течією торця викривленої частини найближчого (або єдиного) коліна або трійника, або до обернутого вниз за течією торця викривленої або конічної частини перехідника із зменшенням діаметра або розширювача. Рекомендовані значення відповідають положенням струминовипрямляча, які застосовують у встановленому діапазоні значень β .

6.3.2.3.2 Якщо довжина прямолінійної ділянки ВТ між діафрагмою і струминовипрямлячем відповідає значенням, наведеним у колонці А таблиці 5, а довжина прямолінійної ділянки ВТ після діафрагми відповідає даним колонки А таблиці 4, невизначеність коефіцієнта витікання відповідає наведеній в 5.3.3.1.

6.3.2.3.3 Складник невизначеності 0,5 % додають арифметично до невизначеності коефіцієнта витікання в таких випадках:

- довжина прямолінійної ділянки ВТ між діафрагмою і струминовипрямлячем відповідає значенню, наведеному в колонці В таблиці 5;

- довжина прямолінійної ділянки ВТ після діафрагми є меншою, ніж значення, наведене в колонці А таблиці 4, але дорівнює або більша, ніж значення, наведене в колонці Б таблиці 4.

6.3.2.3.4 Цей стандарт не може бути застосований в таких випадках:

- довжина прямолінійної ділянки ВТ між діафрагмою і струминовипрямлячем знаходиться за межами допустимих значень, наведених в колонці В таблиці 5;

- довжина прямолінійної ділянки після діафрагми є коротшою за величину, наведену в колонці Б таблиці 4;

- одночасно довжина прямолінійної ділянки між діафрагмою і струминовипрямлячем знаходиться за межами значень, наведених в колонці А таблиці 5, і довжина прямолінійної ділянки ВТ після діафрагми є меншою, ніж наведена в колонці А таблиці 4.

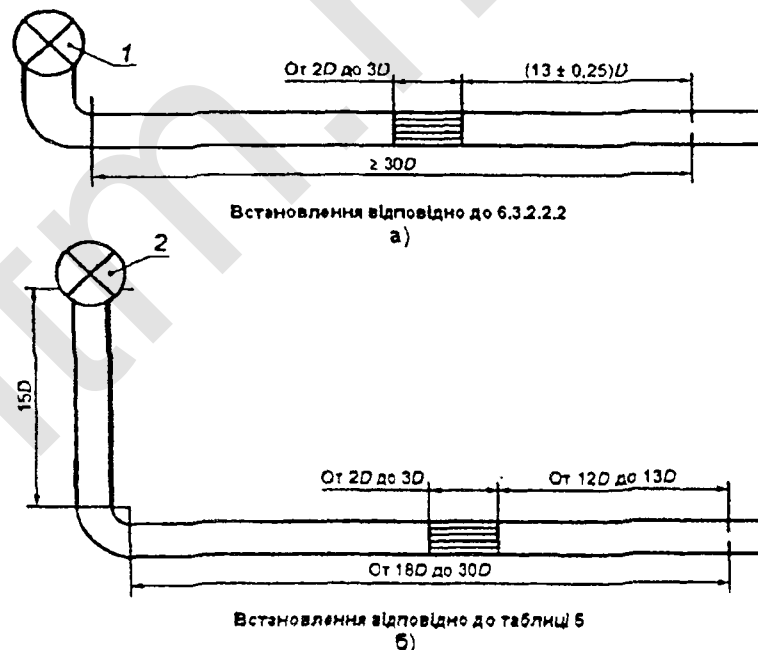
6.3.2.3.5 Між МО, наведеним в таблиці 5, крім виду «будь-який МО», і найближчим до нього МО повинна бути прямолінійна ділянка ВТ, завдовжки не менше 15D.

6.3.2.4 Приклад

Якщо необхідно встановити МО (коліно 90°) до діафрагми з відносним діаметром отвору 0,6, то можливі два варіанти встановлення струминовипрямляча:

- відповідно до 6.3.2.2.2 (див. рисунок 9, а)), перевагою якого є можливість розміщення будь-якого МО на будь-якій відстані до одинарного коліна;

- відповідно до таблиці 5 (див. рисунок 9, б)), що дає змогу використовувати коротшу необхідну прямолінійну ділянку ВТ після коліна, але вимагає прямолінійної ділянки ВТ до коліна завдовжки не менше 15D.



1 – положення будь-якого МО, розташованого на будь-якій відстані від одинарного коліна;
 2 – положення будь-якого МО, розташованого до одинарного коліна на відстані, не меншій, ніж 15D

Рисунок 9 – Приклади встановлення струминовипрямляча у вигляді зв'язки з 19 трубок (1998)

Якщо відстань від діафрагми до коліна є не меншою, ніж $30D$, то для забезпечення ширшого діапазону розміщення струминовипрямляча можна також застосовувати значення, наведені в таблиці 5 для $L_1 \geq 30$. Але, оскільки таке розміщення під час проектування установок потрібне рідко, то цю можливість на рисунку 9 не розглянуто.

6.3.3 Дисковий пристрій підготовки потоку «Zanker»

6.3.3.1 Опис

Конструкцію дискового ППП «Zanker» [17] наведено в ГОСТ 8.586.1 (додаток Е). Дисковий ППП «Zanker», який пройшов випробування на відповідність вимогам ГОСТ 8.586.1 (додаток Ж), може бути встановлений після будь-яких видів МО за $\beta \leq 0,67$.

6.3.3.2 Встановлення

Відстань між діафрагмою і найближчим МО L_1 , повинна бути не меншою, ніж $17D$. Дисковий ППП «Zanker» повинен бути встановлено так, щоб L_s (відстань між вихідним торцем диска ППП і діафрагмою) задовольняла умову

$$7,5D \leq L_s \leq L_1 - 8,5D.$$

6.4 Округлість і циліндричність вимірювального трубопроводу

6.4.1 На ділянці ВТ завдовжки $2D$, розташованій безпосередньо перед діафрагмою (або корпусом камери усереднення, якщо вона є), жодне значення діаметра в будь-якій площині на цьому відрізку не повинно відрізнятися більше ніж на 0,3 % від значення D , визначеного відповідно до 6.4.2.

Якщо на цій ділянці є зварний шов, то внутрішній вал шва повинен бути сточений його механічним обробленням до стану, за якому внутрішній діаметр ВТ, виміряний в площині зварного шва, буде відповідати даній вимозі.

6.4.2 Діаметр D визначають як середнє арифметичне значення результатів вимірювань не менше ніж у трьох поперечних перерізах трубопроводу, рівномірно розподілених на відрізку $0,5D$, з яких два перерізи відповідають відстаням $0D$ і $0,5D$ від місця отворів для відбирання тиску, розташованих до діафрагми. Якщо конструкція ділянки є зварна, 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 камеру усереднення (див. рисунок 4), то вимірювання величини D виконують на відрізку ВТ завдовжки $0,5D$ до вхідного торця корпусу камери усереднення. При цьому відносна невизначеність результату вимірювання, яка вноситься вимірювальним інструментом, не повинна перевищувати 0,1 %.

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

В межах ділянки ВТ, розташованої між перерізами ВТ на відстані від діафрагми $2D$ і $10D$, різниця значень діаметра суміжних секцій ВТ і висота уступу в місцях їх стику не повинні перевищувати $0,003D$.

Якщо діаметр секції ВТ, розташованої вище за течією, є більшим за діаметр секції ВТ, розташованої нижче за течією, то за межами ділянки ВТ завдовжки $10D$ [18] різниця значень діаметра суміжних секцій ВТ і висота уступу не повинні перевищувати $0,06D$.

Якщо діаметр секції ВТ, розташованої вище за течією, не більший від діаметра секції ВТ, розташованої нижче за течією, то складна конструкція ВТ не приводить до додаткового складника невизначеності коефіцієнта витікання за умови:

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

За межами ділянки ВТ завдовжки $10D$, розташованої безпосередньо перед діафрагмою (або корпусом камери усереднення, якщо вона є), застосування прокладок між секціями

допускається за умови, що вони не є товстіші, ніж 3,2 мм і не виступають у внутрішню порожнину ВТ.

6.4.4 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:

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

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

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 є більше ніж один уступ (див. 6.4.3), то встановлення вважається таким, що не відповідає вимогам цього стандарту.

6.4.6 Діаметр прямолінійної ділянки ВТ після діафрагми, отриманий в результаті одноразового вимірювання в будь-якому поперечному перерізі ВТ на відстані, не більшій, ніж $2D$ від вхідного торця діафрагми, не повинен відрізнятися від D більше ніж на 3%.

6.5 Розташування діафрагми і камери усереднення

6.5.1 Діафрагму має бути розташовано у ВТ так, щоб було забезпечене протікання середовища від вхідного торця діафрагми до вихідного.

6.5.2 Діафрагму має бути розташовано перпендикулярно до осі ВТ в межах $\pm 1^\circ$.

6.5.3 Діафрагма повинна бути центрована в трубопроводі.

У разі застосування камер усереднення або декількох взаємно з'єднаних отворів [див. ГОСТ 8.586.1 (рисунок 1)], допустиме значення ексцентриситету (зміщення осі отвору діафрагми відносно осі ВТ) обчислюють за формулою:

$$e_c = \frac{0,005D}{0,1 + 2,3\beta^4} \quad (6.4)$$

У разі застосування окремих отворів для відбирання тиску повинні бути визначені відстані між осями отвору діафрагми і ВТ, в напрямках, паралельних до e_d і перпендикулярних до e_{cn} осі отвору для відбирання тиску, як показано на рисунку 10.

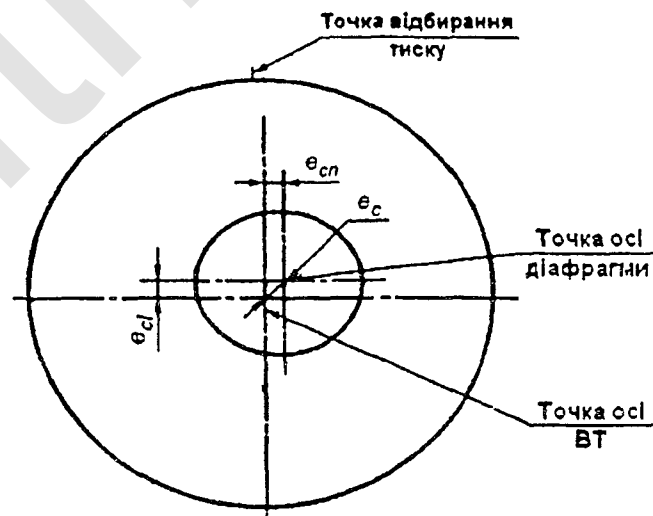


Рисунок 10 — Параметри ексцентриситету встановлення діафрагми

Відстань між віссю отвору діафрагми і ВТ в паралельному напрямку до осі отвору для відбирання тиску e_{cl} повинна задовольняти умову

$$e_{cl} \leq \frac{0,0025D}{0,1+2,3\beta^4} . \quad (6.5)$$

Відстань між віссю отвору діафрагми і ВТ в перпендикулярному напрямку до осі отвору для відбирання тиску e_{cn} повинна задовольняти умову

$$e_{cn} \leq \frac{0,005D}{0,1+2,3\beta^4} . \quad (6.6)$$

Якщо значення e_{cl} не задовольняє умову (6.5), але є в межах

$$\frac{0,0025D}{0,1+2,3\beta^4} < e_{cl} \leq \frac{0,005D}{0,1+2,3\beta^4} , \quad (6.7)$$

то до невизначеності коефіцієнта витікання C повинно бути додано арифметично невизначеність 0,3 %.

6.5.4 Корпус камер усереднення встановлюють співвісно до ВТ таким чином, щоб жоден елемент камер не виступав у внутрішню порожнину ВТ.

6.6 Спосіб кріплення і прокладки

6.6.1 Спосіб кріплення діафрагми повинен забезпечувати збереження її правильного положення після її фіксації у вузлі кріплення.

Щоб уникнути деформації діафрагми, спосіб кріплення повинен передбачати можливість її вільного теплового розширення.

6.6.2 Ущільнювальні прокладки і/або ущільнювальні кільця не повинні виступати у внутрішню порожнину ВТ і перегороджувати отвори для відбирання тиску. Вони повинні бути якомога тоншими з врахуванням необхідності дотримання вимог, наведених в 5.2.

6.6.3 Ущільнювальні прокладки між діафрагмою і корпусом камери усереднення не повинні виступати у внутрішню порожнину камери.

ДОДАТОК А
(обов'язковий)

КЛАСИФІКАЦІЯ ВИДІВ МІСЦЕВИХ ОПОРІВ

А.1 Одинарне коліно і група колін

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

«Коліно 90° » – згин трубопроводу рівного перерізу в одній площині під кутом ψ , який дорівнює $90^\circ \pm 5^\circ$ (рисунок А.1, а)).

«Коліно 45° » – згин трубопроводу рівного перерізу в одній площині під кутом ψ , який дорівнює $45^\circ \pm 5^\circ$ (рисунок А.1, б)).

«Конічне коліно 90° » – відведення, утворене двома перпендикулярно розташованими один до одного відрізками труб, зварених по конічних поверхнях (рисунок А.1, в)).

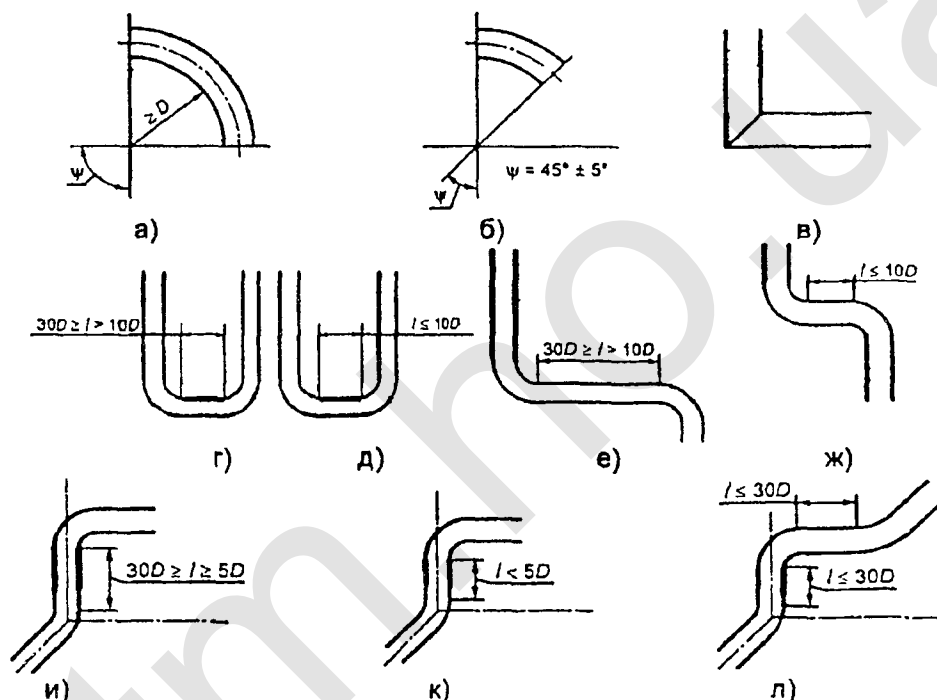


Рисунок А.1 – Коліна і групи колін

А.1.2 «Два коліна 90° в одній площині S-конфігурація ($10D < l \leq 30D$)» – два коліна 90° , осі яких розташовані в одній площині (рисунок А.1, е)) і які йдуть безпосередньо одне за одним на відстані $10D < l \leq 30D$.

«Два коліна 90° в одній площині U-конфігурація ($10D < l \leq 30D$)» – два 90° коліна, осі яких розташовані в одній площині (рисунок А.1, г)) і які йдуть безпосередньо одне за одним на відстані $10D < l \leq 30D$.

«Два коліна 90° в одній площині U-конфігурація ($l \leq 10D$)» – два 90° коліна, осі яких розташовані в одній площині (рисунок А.1, д)) і які йдуть безпосередньо одне за одним на відстані, що не перевищує $10D$.

«Два коліна 90° в одній площині S-конфігурація ($l \leq 10D$)» – два 90° коліна, осі яких розташовані в одній площині (рисунок А.1, ж)) і які йдуть безпосередньо одне за одним на відстані $l \leq 10D$.

«Два коліна в різних площинах ($5D \leq l \leq 30D$)» – два коліна, осі яких розташовані в різних площинах (рисунок А.1, и)) і які йдуть безпосередньо одне за одним на відстані $5D \leq l \leq 30D$.

«Два коліна в різних площинах ($l < 5D$)» – два коліна, осі яких розташовані в різних площинах (рисунок А.1, к)) і які йдуть безпосередньо одне за одним на відстані $l < 5D$.

«Два коліна 45° в одній площині S-конфігурація ($30D \geq l > 2D$)» – два 45° коліна, осі яких розташовано в одній площині і які йдуть безпосередньо одне за одним на відстані $2D < l \leq 30D$.

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 За наявності одного або декількох колін перед або після МО, наведених в А.1.2 на відстані, меншій, ніж $30D$, всі коліна об'єднують в один МО і його класифікують як «МО невизначеного типу» (наприклад, див. рисунок А.1, л)).

Примітка. 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 (рисунок А.2).

«Заглушений трійник, який змінює напрямок потоку» – трійник, який складається з однієї заглушеної ланки і двох відкритих неспіввісних ланок (рисунок А.2, а)).

«Заглушений трійник, який не змінює напрямку потоку» – трійник, який складається з однієї заглушеної ланки і двох відкритих співвісних ланок (рисунок А.2, б)).

Примітка. Якщо діаметр заглушеної ланки трійника (рисунок А.2, б)) є меншим, ніж $0,13D$, то цей трійник не є місцевим опором.

«Трійник, який розгалужує потік» – трійник, потік в якому входить в одну ланку (рисунок А.2, в), г)), а виходить з двох ланок.

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

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

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

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

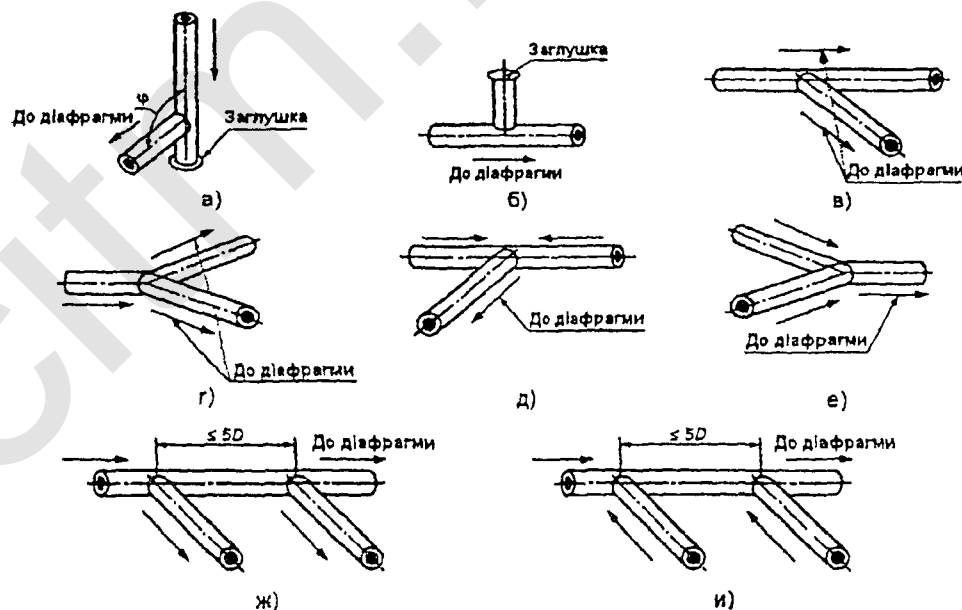


Рисунок А.2 – Трійники

А.3 Перехідні ділянки труб

А.3.1 Дифузор – конусне розширення трубопроводу з прямолінійною або криволінійною твірною (рисунк 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:

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

$$1,0 \leq D_2/D_1 \leq 1,1. \quad (\text{А.5})$$

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

А.3.2 Симетричне різке розширення (рисунк А.3, б)) – конусне розширення трубопроводу або уступ, які задовольняють умови:

$$K_r > 0,5; \quad (\text{А.6})$$

$$D_2/D_1 > 1,1. \quad (\text{А.7})$$

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:

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

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

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 – конусне звуження трубопроводу або уступ (рисунк А.3, г), якщо вони відповідають 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 переходить у прямий круглий циліндр.

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

А.4 Запірна арматура

А.4.1 Запірну арматуру класифікують відповідно до ГОСТ 24856.

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

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

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

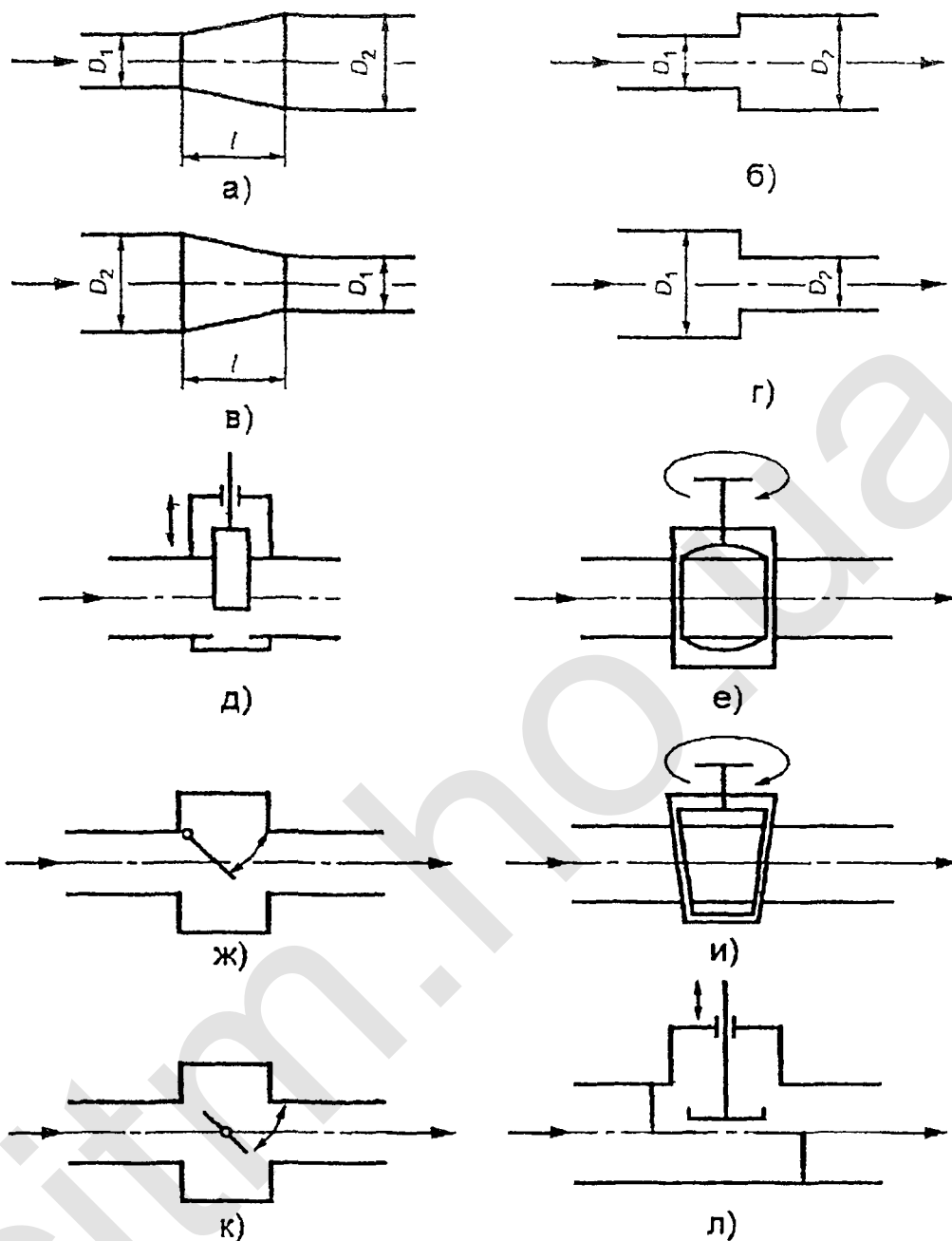


Рисунок А.3 – Перехідні ділянки й запірна арматура

А.5 Колектор

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

У більшості випадків розподільні і збірні колектори працюють разом, утворюючи колекторну систему.

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

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

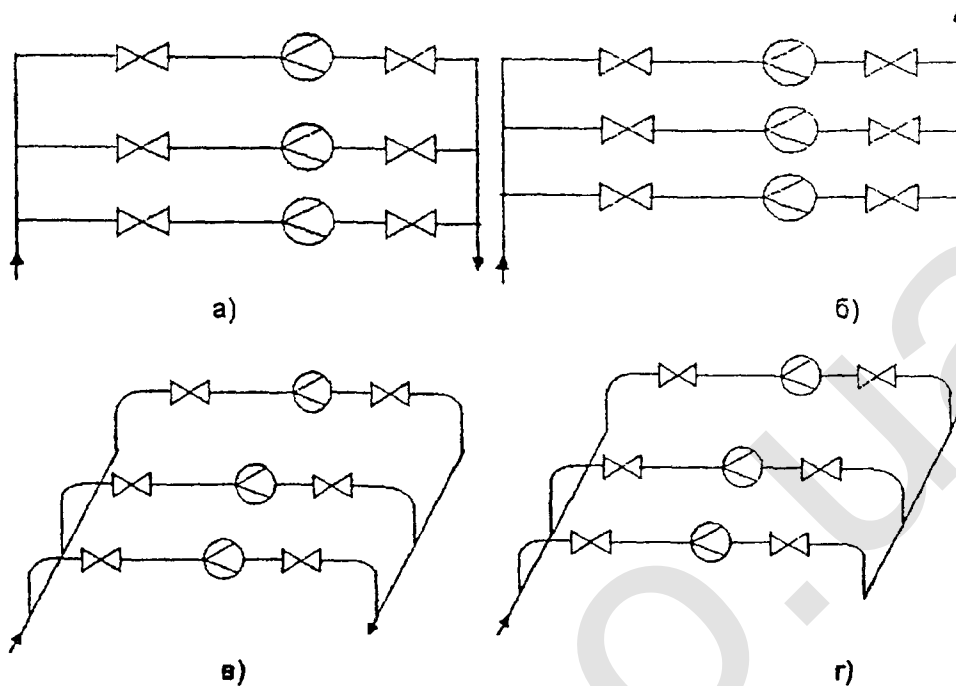


Рисунок А.4 – Схеми колекторних систем

Якщо конструкція обох колекторів однакова і значення коефіцієнта гідравлічного опору вхідного колектора менше ніж одиниця, то П-подібна система забезпечує рівномірніший розподіл потоку, ніж Z-подібна система. Якщо значення коефіцієнта гідравлічного опору вхідного колектора більше ніж одиниця, то отримують протилежний результат.

А.5.3 Збільшення площі перерізу колектора, порівняно зі сумарною площею перерізів ВТ, призводить до звуження потоку на вході ВТ і, отже, до найменших спотворень профілю значень 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 дотримуватися додаткової умови:

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

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

А.6 Велика ємність

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

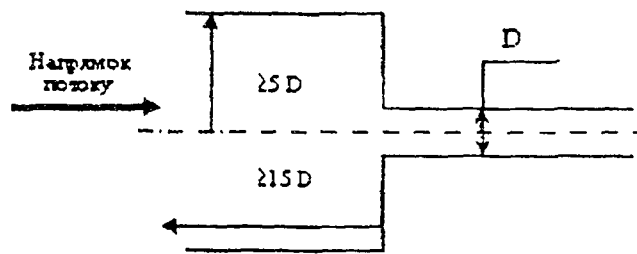


Рисунок А.5 — Схема великої ємності

МО, розташовані перед великою ємністю, не враховують під час визначення необхідної довжини 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.

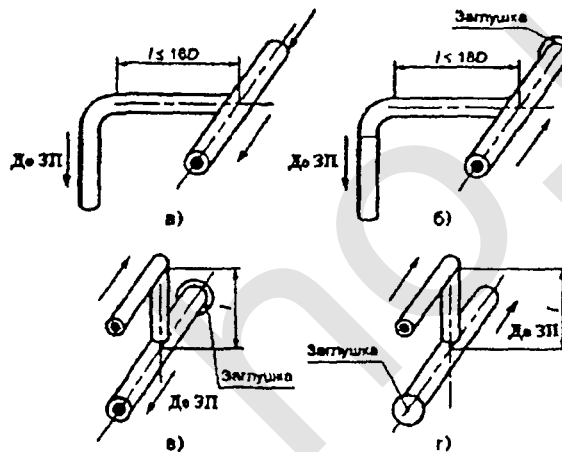


Рисунок А.6 – Місцеві опори, які слід об'єднувати в один місцевий опір

МО, наведені на схемі а) рисунка А.6, класифікують як:

- «Два коліна в різних площинах ($l < 5D$)», якщо довжина прямолінійної ділянки ВТ між коліном і трійником є меншою, ніж $5D$;
- «Два коліна в різних площинах ($30D \geq l \geq 5D$)», якщо довжина прямолінійної ділянки ВТ між коліном і трійником від $16D$ до $5D$.

МО, наведені на схемі б) рисунка А.6, класифікують як:

- «Два коліна в різних площинах ($l < 5D$)», якщо довжина прямолінійної ділянки ВТ між коліном і трійником є меншою, ніж $5D$;
- «Два коліна в різних площинах ($30D \geq l \geq 5D$)», якщо довжина прямолінійної ділянки ВТ між коліном і трійником від $18D$ до $5D$.

Групи колін (див. А.1.2) з трійником в один МО не об'єднують.

МО, наведені на схемі в) рисунка А.6, класифікують як:

- «Два коліна 90° в одній площині U-конфігурація ($l \leq 10D$)», якщо відстань між коліном і трійником є не більшою, ніж $10D$;
- «Два коліна 90° в одній площині U-конфігурація ($30D \geq l > 10D$)», якщо відстань між коліном і трійником не більша, ніж $30D$, і більша, ніж $10D$.

МО, наведений на схемі г) рисунка А.6, класифікують як:

- «Два коліна 90° в одній площині S-конфігурація ($l \leq 10D$)», якщо відстань між коліном і трійником є не більшою, ніж $10D$;
- «Два коліна 90° в одній площині S-конфігурація ($30D \geq l > 10D$)», якщо відстань між коліном і трійником є меншою, ніж $22D$, і більшою, ніж $10D$.

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 перевіряти на всіх ланках труб, які створюють цей місцевий опір. Наприклад, розглянемо схему, подану на рисунку А.7.

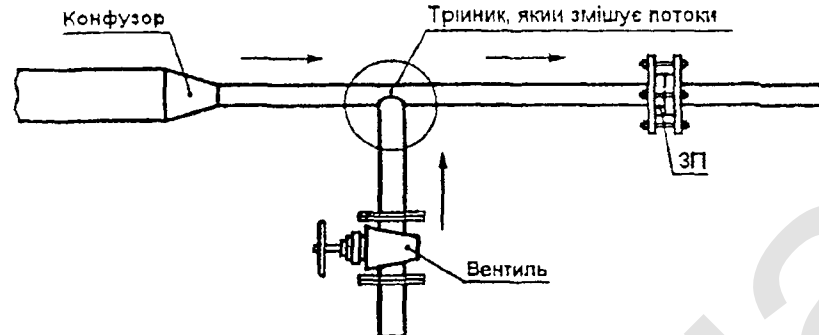


Рисунок А.7 – Можлива схема встановлення місцевого опору виду «трійник, який змішує потоки» перед звужувальним пристроєм

Відповідно до таблиці 4 і вимог 6.2.8 після вентилля повинна бути ділянка завдовжки $15D$, а після конфузора – $6D$. Якщо довжини прямолінійних ділянок перед трійником є скорочені в обох напрямках або тільки в одному напрямку, то до невизначеності коефіцієнта витікання арифметично додають додаткову невизначеність, яка дорівнює 0,5 %.

ДОДАТОК Б
(довідковий)

ПРИСТРОЇ ПІДГОТОВЛЕННЯ ПОТОКУ

Б.1 Загальні положення

В додатку наведено вимоги до монтажу патентованих ППП «Gallagher» і ППП конструкції NOVA типу перфорованого диска K-Lab, відомої як ППП «K-Lab NOVA».

Ці ППП наведено як приклади пристроїв, що пройшли випробування на відповідність вимогам ГОСТ 8.586.1 (додаток Ж) і [19], [20], [21].

Б.2 Пристрій підготовки потоку «Gallagher»

Б.2.1 ППП «Gallagher», конструкцію якого наведено в ГОСТ 8.586.1 (додаток Е), може бути встановлено після будь-якого виду МО відповідно до Б.2.2.

Б.2.2 Відстань між діафрагмою і найближчим МО L_f повинна бути не менше $17D$.

ППП встановлюють так, щоб відстань між вихідним торцем ППП і діафрагмою L_s задовольняла умови:

$$5D \leq L_s \leq L_f - 8D \text{ за } \beta \leq 0,67;$$

$$6D \leq L_s \leq 8D \text{ за } 0,67 < \beta \leq 0,75.$$

Б.3 Пристрій підготовки потоку «K-Lab NOVA»

Б.3.1 Конструкцію ППП «K-Lab NOVA» подано в ГОСТ 8.586.1 (додаток Е). ППП може бути встановлений після будь-якого виду МО за $\beta \leq 0,67$ згідно з вимогами 3.2.

Б.3.2 Відстань між діафрагмою і найближчим МО L_f повинна бути не менше $17D$.

ППП встановлюють так, щоб відстань між вихідним торцем ППП і діафрагмою L_s задовольняла умову:

$$8,5D \leq L_s \leq L_f - 7,5D.$$

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 середовища за допомогою пристроїв змінного перепаду тиску, поміщених в заповнені трубопроводи круглого перерізу. Частина 1. Загальні принципи і вимоги)
- [2] ISO 5167-2:2003 Measurement of fluid flow by means of pressure differential devices inserted in circular cross-section conduits running full - part 2: orifice plates
(Вимірювання витрати середовища за допомогою пристроїв змінного перепаду тиску, поміщених в заповнені трубопроводи круглого перерізу. Частина 2. Діафрагми. Технічні вимоги)
- [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 середовища за допомогою пристроїв змінного перепаду тиску, поміщених в заповнені трубопроводи круглого перерізу. Частина 3. Сопла і сопла Вентурі)
- [4] ISO 5167-4:2003 Measurement of fluid flow by means of pressure differential devices inserted in circular cross-section conduits running full - part 4: Venturi tubes
(Вимірювання витрати середовища за допомогою пристроїв змінного перепаду тиску, поміщених в заповнені трубопроводи круглого перерізу. Частина 4. Труби Вентурі)
- [5] ISO/TR 9464:1998 Guidelines for the use of ISO 5167-1:1991
(Керівні вказівки щодо застосування ІСО 5167-1:1991)
- [6] Hobbs, J.M and Humphreys, J.S. The effect of orifice plate geometry upon discharge coefficient. *Flow Measurement and Instrumentation*, 1, April 1990, pp. 133–140
- [7] Reader-Harris, M.J. and Sattary, J.A. The orifice plate discharge coefficient equation - the equation for ISO 5 167-1. In *Proc. Of 14th North Sea Flow Measurement Workshop, Peebles, Scotland, East Kilbride, Glasgow, National Engineering Laboratory, October 1996*, p. 24
- [8] Reader-Harris, M.J. The equation for the expansibility factor for orifice plates. In *Proc. Of FLOMEKO 98, Lund, Sweden, June 1998*, pp. 209-214
- [9] Reader-Harris, M.J. Pipe roughness and Reynolds number limits for the orifice plate discharge coefficient equation. In *Proc. of 2nd Int. Symp. on Fluid Flow Measurement, Calgary, Canada, Arlington, Virginia: American Gas Association, June 1990*, pp. 29-43
- [10] Reader-Harris, M.J., Sattary, J.A. and Spearman, E.P. *The orifice plate discharge coefficient equation*. Progress Report No PR14: EUEC/17 (EEC005). East Kilbride, Glasgow: National Engineering Laboratory Executive Agency, May 1992
- [11] Morrow, T.B. and Morrison, G.L. Effect of meter tube roughness on orifice C_d . In *Proc. of 4th Int. Symp. on Fluid Flow Measurement, Denver, Colorado, June 1999*
- [12] Urner, G. Pressure loss of orifice plates according to ISO 5167. *Flow Measurement and Instrumentation*, 8, March 1997, pp. 39-41
- [13] Studzinski, W., Kamik, U., Lanasa, P., Morrow, T., Goodson, D., Husain, Z. and Gallagher, J. White paper on *Orifice Meter Installation Configurations with and without Flow Conditioners*, Washington D.C., American Petroleum Institute, 1997

- [14] Studzinski, W., Weiss, M., Attia, J. And Geerligs, J. Effects of reducers, expanders, a gate valve, and two elbows in perpendicular planes on orifice meter performance, In *Proc. of Flow Measurement 2001 International Conference, Peebles, Scotland, May 2001*, pp 3 1, East Kibride, Glasgow, National Engineering Laboratory
- [15] Weiss, M., Studzinski, W. and Attia, J. Performance evaluation of orifice meter standards for selected T-junction and elbow installations. In *Proc. 5th Int. Symp. on Fluid Flow Measurement*, Washington, D.C., April 2002
- [16] ГОСТ 8.563.1-97 ГСИ. Измерение расхода и количества жидкостей и газов методом переменного перепада давления. Диафрагмы, сопла ИСА 1932 и трубы Вентури, установленные в заполненных трубопроводах круглого сечения. Технические условия (ДСВ.Вимірювання витрати й кількості рідин і газів методом змінного перепаду тиску. Діафрагми, сопла ИСА 1932 і труби Вентурі, встановлені в заповнених трубопроводах круглого сечення. Технічні умови)
- [17] Zanker, K.J. and Goodson, D. Qualification of a flow conditioning device according to the new API 14.3 procedure. *Flow Measurement and Instrumentation*, 11, June 2000, pp. 79-8
- [18] Reader-Harris, M.J. and Brunton, W.C. The effect of diameter steps in upstream pipework on orifice plate discharge coefficients. In *Proc. 5th Int. Symp. on Fluid Flow Measurement*, Washington, D.C., April 2002
- [19] Morrow, T.B. Metering Research Facility Program Orifice Meter Installation Effects: Ten-inch sliding flow conditioner tests. *Technical Memorandum GRI Report No. GRI-960391*. San Antonio, Texas: Southwest Research Institute, November 1996
- [20] Karnik, U. A compact orifice meter/flow conditioner package. In *Proc. of 3rd Int. Symp. on Fluid Flow Measurement*, San Antonio, Texas, March 1995
- [21] Karnik, U., Studzinski, W., Geerligs, J and Kowch, R. Scale up tests on the NOVA Flow Conditioner for orifice meter applications. In *Proc. of 4th Int. Symp. on Fluid Flow Measurement*, Denver, Colorado, June 1999

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, диафрагмы, общие требования, количество, метод, среда.

Підписано до друку 17.02 2010. Формат 60 × 84 1/8.
Ум. друк. арк 10,23. Зам. **267** Ціна договірна.

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

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