

МЕЖДУНАРОДНЫЙ СТАНДАРТ

ISO
4126-1

Второе издание
15-02-2004

**Предохранительные устройства для защиты от
чрезмерного давления —**

Часть 1:

Предохранительная арматура

**Dispositifs de sécurité pour protection contre les
pressions excessives —**

Partie 1: Soupapes de sûreté

**Данный перевод не заменяет и не замещает вариант
на английском языке, который остается официальной
версией**



Справочный номер
ISO 4126-1:2004(E)

Содержание

	Страница
Введение	iii
1 Область применения.....	1
2 Нормативные ссылки	1
3 Термины и определения	2
4 Обозначения и единицы измерения	5
5 Конструкция	5
5.1 Общие положения.....	5
5.2 Концевые соединения	6
5.3 Минимальные требования к пружинам.....	8
5.4 Материалы	8
6 Производственные испытания.....	8
6.1 Цель	8
6.2 Общие положения.....	8
6.3 Гидравлические испытания.....	9
6.4 Пневматические испытания	10
6.5 Регулировка перепада испытательного давления на арматуре в холодном состоянии	11
6.6 Испытание на герметичность седла	11
7 Типовые испытания	11
7.1 Общие положения.....	11
7.2 Испытания для определения рабочих характеристик	12
7.3 Испытания для определения расходных характеристик	14
7.4 Определение коэффициента расхода	15
7.5 Подтверждение коэффициента расхода.....	16
8 Определение рабочих характеристик предохранительной арматуры	16
8.1 Определение коэффициента расхода	16
8.2 Критический и докритический расход.....	16
8.3 Пропускная способность при критическом расходе	16
8.4 Пропускная способность для любого газа при докритическом расходе.....	17
8.5 Пропускная способность для нескипающей жидкости, используемой в качестве испытательной среды в турбулентной зоне, где число Рейнольдса R_e равняется 80 000 или более	17
9 Определение размеров предохранительной арматуры.....	17
9.1 Общие положения.....	17
9.2 Арматура для сброса давления газа или пара	18
9.3 Расчет пропускной способности	18
10 Маркировка и уплотнение	19
10.1 Маркировка на корпусе предохранительной арматуры	19
10.2 Маркировка на табличке с паспортными данными	19
10.3 Уплотнение предохранительной арматуры	19
Приложение А (справочное) Примеры расчетов размеров арматуры для различных рабочих сред.....	20
A.1 Расчеты пропускной способности по газообразным средам при критическом расходе (см. п.9.3.3.1).....	20
A.2 Расчеты пропускной способности по газообразным средам при докритическом расходе (см. п.9.3.3.2).....	22
A.3 Расчеты пропускной способности для жидкостей (см. 9.3.4).....	24

ВВЕДЕНИЕ

Настоящий документ (EN ISO 4126-1:2004) подготовлен техническим комитетом CEN/TC 69 "Промышленная арматура", секретариат которого подчиняется Французской ассоциации по стандартизации (AFNOR), во взаимодействии с техническим комитетом ISO/TC 185 "Предохранительные устройства для защиты от чрезмерного давления".

Настоящему Европейскому стандарту будет присвоен статус государственного стандарта либо в результате публикации аналогичного текста документа, либо путем утверждения не позднее августа 2004 года, а противоречащие ему государственные стандарты подлежат отмене не позднее августа 2004 года.

Настоящий документ был составлен по поручению Европейской комиссии и Европейской ассоциации свободной торговли, данному Европейскому комитету по стандартизации, и поддерживает основные требования Директивы ЕС.

В соответствии с международными нормами CEN/CENELEC организации по государственным стандартам следующих стран обязаны реализовывать настоящий европейский стандарт: Австрия, Бельгия, Чешская республика, Дания, Финляндия, Франция, Германия, Греция, Венгрия, Исландия, Ирландия, Италия, Люксембург, Мальта, Нидерланды, Норвегия, Португалия, Словакия, Испания, Швеция, Швейцария и Великобритания.

Настоящий стандарт на предохранительные устройства для защиты от чрезмерного давления состоит из семи частей, при этом данная часть является частью 1. Части, входящие в состав стандарта:

- *Часть 1: Предохранительная арматура*
- *Часть 2: Мембранные предохранительные устройства*
- *Часть 3: Сочетание предохранительной арматуры и предохранительных устройств с разрывной мембраной*
- *Часть 4: Управляемая предохранительная арматура*
- *Часть 5: Регулируемые защитные системы сброса давления (CSPRS)*
- *Часть 6: Применение, выбор и установка предохранительных устройств с разрывной мембраной*
- *Часть 7: Общие данные*

Во избежание излишнего повторения в части 7 содержатся данные, относящиеся одновременно к нескольким частям настоящего стандарта.

1 Область применения

В данной части настоящего Европейского стандарта устанавливаются общие требования к предохранительной арматуре независимо от рабочей среды, для которой она предназначена.

Она применима к предохранительной арматуре с проходным диаметром 6 мм и выше, предназначенной для использования при установленном давлении 0,1 бар по манометру и выше. Температурных ограничений не имеется.

Настоящий стандарт является стандартом на изделие и не распространяется на применение предохранительной арматуры.

2 Нормативные ссылки

В состав настоящего Европейского стандарта входят датированные или недатированные ссылки, положения других изданий. Данные ссылки на нормативные документы приводятся в соответствующих местах текста, а издания документов перечисляются далее. В случае датированных ссылок к настоящему Европейскому стандарту относятся последующие поправки или изменения какого-либо из изданий данного документа, только если они внесены в настоящий стандарт путем поправки или изменения. К недатированным ссылкам относится только последнее издание ссылаемого документа (со всеми внесенными поправками).

EN 1092-1 *"Фланцы и их соединения. Круглые фланцы для труб, арматуры, фитингов и вспомогательных устройств. Фланцы с маркировкой давления. Часть 1: Стальные фланцы"*

EN 1092-2 *"Фланцы и их соединения. Круглые фланцы для труб, арматуры, фитингов и вспомогательных устройств. Фланцы с маркировкой давления. Часть 2: Чугунные фланцы"*

EN 1092-3 *"Фланцы и их соединения. Круглые фланцы для труб, арматуры, фитингов и вспомогательных устройств. Фланцы с маркировкой давления. Часть 3: Фланцы из медных сплавов"*

prEN 1759-1 *"Фланцы и их соединения. Круглые фланцы для труб, арматуры, фитингов. Часть 1. Стальные фланцы по классам давления. Часть 1: Стальные фланцы размером NPS от 1/2 до 24 дюймов"*

EN 12516-3 *Арматура трубопроводная промышленная. Испытание арматуры. Расчетная прочность корпуса. Часть 3"*

EN 12627 *Клапаны промышленного назначения. Торцы для приваривания стальных клапанов*

EN 12760 *"Арматура трубопроводная промышленная. Торцы под сварку в раструб для стальной арматуры"*

EN ISO 6708 *"Компоненты трубопроводов. Определение и выбор по номинальному диаметру (ISO 6708:1995)"*

ISO 7-1, *"Резьбы трубные, обеспечивающие герметичность соединения. Часть 1: Размеры, допуски и обозначение"*

ANSI B1.20.1 *"Резьбы труб общепромышленного назначения в дюймах"*

3 Термины и определения

В настоящем европейском стандарте применяются следующие термины и определения.

3.1

предохранительная арматура

арматура, предназначенная для автоматической защиты оборудования и трубопроводов от недопустимого превышения давления посредством сброса избыточной рабочей среды, и обеспечивающее прекращение сброса при восстановлении нормального рабочего давления.

ПРИМЕЧАНИЕ Данная арматура бывает либо полного открытия (с быстрым открытием), либо пропорционального действия (не обязательно линейного) в ответ на повышение давления выше установленного.

3.1.1

типы предохранительной арматуры

3.1.1.1

предохранительная арматура прямого действия

предохранительная арматура, на грузке в которой вследствие давления рабочей среды под тарелкой арматуры противодействует только механическое нагрузочное устройство, например, груз, рычаг с грузом или пружина.

3.1.1.2

предохранительная арматура непрямого действия

предохранительная арматура, которая посредством вспомогательного силового механизма может подниматься при давлении ниже установленного, и будет, даже в случае отказа вспомогательного механизма, соответствовать всем требованиям, предъявляемым к предохранительной арматуре в настоящем стандарте.

3.1.1.3

предохранительная арматура с дополнительным усилием

предохранительная арматура, в которой создается дополнительное усилие, увеличивающее уплотняющую силу, пока давление на входе предохранительной арматуры не достигнет установленного.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Дополнительное усилие (дополнительная нагрузка), которое может быть обеспечено посредством внешнего источника энергии, автоматически снимается, когда давление на входе предохранительной арматуры достигает установленного значения. Дополнительное усилие воздействует таким образом, что, предохранительная арматура достигнет своей полной пропускной способности при давлении не выше 1,1-кратного максимального допустимого давления оборудования, подлежащего защите.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Другие типы предохранительных устройств с дополнительным усилием рассматриваются в части 5 настоящего стандарта.

3.1.1.4

импульсные предохранительные устройства

арматура, работа которой инициируется и регулируется рабочей средой, выпускаемой из импульсной предохранительной арматуры, представляющей собой предохранительную арматуру, прямого действия

ПРИМЕЧАНИЕ Другие типы предохранительной арматуры с движущимися, не движущимися механизмами управления и механизмами управления плавного действия рассматриваются в части 4 настоящего стандарта.

3.2

давление

в качестве единицы давления в настоящем стандарте используется бар (1 бар = 10^5 Па), указываемый как бар манометрического давления (относительно атмосферного давления) или бар абсолютного давления, в зависимости от ситуации.

3.2.1**давление настройки**

наибольшее избыточное давление, на входе в предохранительный клапан при котором затвор закрыт и обеспечивается заданная герметичность

ПРИМЕЧАНИЕ Именно при манометрическом давлении, измеренном на входе арматуры, усилия давления, стремящиеся открыть арматуру для определенных режимов эксплуатации, находятся в равновесии с силами, удерживающими тарелку арматуры в ее седле.

3.2.2**номинальное давление, PN**

максимальное давление, на которое рассчитано данное оборудование в соответствии с заводскими техническими условиями на оборудование

3.2.3**давление полного открытия**

избыточное давление на входе в предохранительный клапан, при котором совершается ход арматуры и достигается максимальная пропускная способность.

ПРИМЕЧАНИЕ Данное избыточное давление используется для аттестации предохранительной арматуры.

3.2.4**давление закрытия**

избыточное давления, при котором должно проводиться гидравлическое испытание арматуры на входе в предохранительный клапан, при котором после сброса рабочей среды происходит посадка запирающего элемента на седло при обеспечении заданной герметичности затвора.

3.2.5**перепад испытательного давления на арматуре в холодном состоянии**

статическое давление на входе, при котором предохранительная арматура начинает открываться на испытательном стенде

ПРИМЕЧАНИЕ Данное испытательное давление включает в себя поправки на условия эксплуатации, например, противодействие и/или температуру.

3.2.6**давление сброса**

давление, используемое для определения размера предохранительной арматуры, и превышающее или равное давлению настройки плюс избыточное давление

3.2.7**поднимающееся противодействие**

давление, имеющееся на выходе предохранительной арматуры и вызванное расходом, проходящим через арматуру и систему выпуска

3.2.8**противодействие начала открытия**

давление, имеющееся на выходе предохранительной арматуры в момент, когда устройство должно начать работать

ПРИМЕЧАНИЕ Оно возникает в результате давления в системе выпуска от других источников.

3.2.9**уравновешивающий сильфон**

сильфонное устройство, снижающее воздействие наложенного противодействия на давление настройки предохранительной арматуры

3.2.10**сброс давления**

разница между давлением настройки и давлением обратной посадки, обычно выражаемое в процентах от давления настройки, за исключением давлений менее 3 бар, когда сброс давления выражается в барах

3.3**ход арматуры**

перемещение запирающего или регулирующего элемента, исчисленная из закрытого положения затвора

ISO 4126-1:2004(E)

3.4

проходное сечение

минимальное поперечное проходное сечение (а не определенная площадь) между входным отверстием и седлом, используемое для расчета теоретической пропускной способности, без учета каких-либо препятствий

ПРИМЕЧАНИЕ Обозначается знаком А.

3.5

проходной диаметр

диаметр, соответствующий проходному сечению

3.6

пропускная способность

3.6.1

абсолютная пропускная способность

расчетная пропускная способность, выраженная в единицах массы или объема, абсолютно идеального патрубка с поперечным проходным сечением равным проходному сечению предохранительной арматуры

3.6.2

коэффициент расхода

значение фактической пропускной способности (по результатам испытаний), разделенное на абсолютную пропускную способность (по результатам расчетов)

3.6.3

разрешенная пропускная способность

доля измеренной пропускной способности, разрешенная к использованию в качестве основания для применения предохранительной арматуры

ПРИМЕЧАНИЕ Например, она может быть равна:

- a) измеренная пропускная способность, умноженная на коэффициент снижения номинальных параметров; либо
- b) абсолютная пропускная способность, умноженная на коэффициент расхода, умноженный на коэффициент снижения номинальных параметров; либо
- c) абсолютная пропускная способность, умноженная на разрешенный пониженный коэффициент расхода.

3.7

DN (номинальный диаметр)

см. станд. EN ISO 6708

4 Обозначения и единицы измерения

Таблица 1 — Обозначения и их описания

Обозначение	Описание	Единица измерения
A	Проходное сечение предохранительной арматуры (кроме зоны экрана)	мм ²
C	Функция показателя адиабаты	-
K_b	Поправочный коэффициент абсолютной пропускной способности при докритическом расходе	-
K_d	Коэффициент расхода ^a	-
K_{dr}	Разрешенный уменьшенный коэффициент расхода ($K_d \times 0,9$) ^a	-
K_v	Поправочный коэффициент вязкости	-
k	Показатель адиабаты	-
M	Молярная масса	кг/кмоль
n	Количество испытаний	-
p_0	Противодавление	бар (абс.)
p_b	Давление сброса	бар (абс.)
p_c	Критическое давление	бар (абс.)
Q_m	Удельный массовый расход	кг/ч
q_m	Абсолютная удельная пропускная способность	кг/(ч·мм ²)
q'_m	Удельная пропускная способность, определенная по результатам испытаний	кг/(ч·мм ²)
R	Универсальная газовая постоянная	-
T_0	Температура сброса	К
T_c	Критическая температура	К
μ	Динамическая вязкость	Па·с
v	Удельный объем при фактическом давлении и температуре сброса	м ³ /кг
x	Коэффициент сухости влажного пара на входе арматуры при фактическом давлении и температуре сброса ^b	-
Z	Коэффициент сжимаемости при фактическом давлении и температуре сброса	-
^a	K_d и K_{dr} выражаются как 0,xxx.	
^b	x выражается как 0,xx.	

5 Конструкция

5.1 Общие положения

5.1.1 В конструкцию должны входить направляющие приспособления, необходимые для обеспечения соответствующей работы и герметичности седла.

5.1.2 Седло предохранительной арматуры, за исключением тех случаев, когда оно составляет одно целое с корпусом арматуры, должно быть надежно закреплено во избежание ослабления посадки в процессе эксплуатации.

5.1.3 В случае арматуры, в которой подъем можно уменьшить в соответствии с требуемой пропускной способностью, ограничение подъема не должно мешать работе арматуры. Устройство ограничения подъема должно быть сконструировано таким образом, чтобы, если оно является регулируемым, функция регулировки могла бы механически блокироваться, а доступ к ней герметически закрываться. Устройство ограничения подъема устанавливается и уплотняется изготовителем арматуры.

ISO 4126-1:2004(E)

Подъем арматуры следует устанавливать не менее 30 % от неограниченного подъема или 1 мм, в зависимости от того, какая из величин больше.

5.1.4 Необходимо предусмотреть средства блокировки и/или герметичного уплотнения всех наружных регулирующих приспособлений таким образом, чтобы можно было избежать или выявить факты несанкционированной регулировки предохранительной арматуры.

5.1.5 Предохранительная арматура для токсичных или горючих рабочих сред должна иметь закрытый защитный колпак во избежание утечек в атмосферу, или, в случае срабатывания давления из арматуры, отвод должен осуществляться в безопасное место.

5.1.6 Необходимо предусмотреть специальные меры во избежание накопления жидкости на стороне выпуска корпуса предохранительной арматуры.

5.1.7 Расчетное напряжение деталей, находящихся под напряжением, не должно превышать напряжения, установленного в соответствующем Европейском стандарте, например, EN 12516-3.

5.1.8 В случае отказа уравнивающего сильфона, при наличии такового, предохранительная арматура должна обеспечивать соответствующую пропускную способность при превышении в 1,1 раза максимально допустимого давления в оборудовании, подлежащем защите.

5.1.9 Материалы прилегающих поверхностей трения, например, направляющей(их) и тарелки/держателя тарелки/штока, должны подбираться так, чтобы обеспечить коррозионную стойкость и свести до минимума износ и избежать истирания.

5.1.10 Уплотняющие элементы, которые могут оказать отрицательное воздействие на рабочие характеристики в результате сил трения, не применяются.

5.1.11 Если предусмотрено техническими условиями, следует установить разгрузочный редуктор.

5.1.12 Конструкция предохранительной арматуры должна быть рассчитана на то, чтобы поломка какой-либо из деталей или отказ какого-либо из устройств не помешал свободному и полному отводу среды через арматуру.

5.2 Патрубки

5.2.1 Типы

Применяются следующие :

Под сварку встык	EN 12627;
Под сварку в раструб	EN 12760;
Фланцевые	EN 1092-1; EN 1092-2; EN 1092-3; prEN 1759-1;
Резьбовые	ISO 7-1 или ANSI B1.20.1.

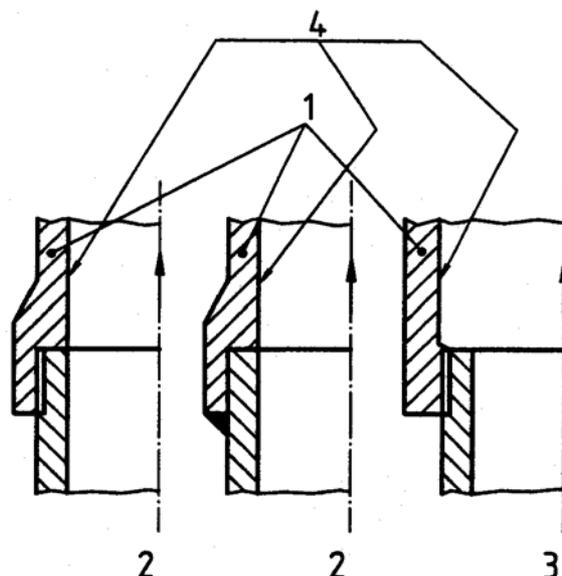
По договоренности между изготовителем и заказчиком возможно оборудование патрубков других типов.

5.2.2 Конструкция концевых соединений арматуры

Конструкция патрубков арматуры, независимо от их типа, должна быть такой, чтобы внутренняя площадь сечения наружного патрубка для присоединения трубы или муфты на входе предохранительной арматуры была как минимум равна площади впускного патрубка арматуры (см. рис. 1 а).

Площадь наружного патрубка для присоединения трубы на выходе предохранительной арматуры должна быть как минимум равна площади выпускного отверстия арматуры, за исключением арматуры с выпускными патрубками с внутренней резьбой (см. рис. 1 б).

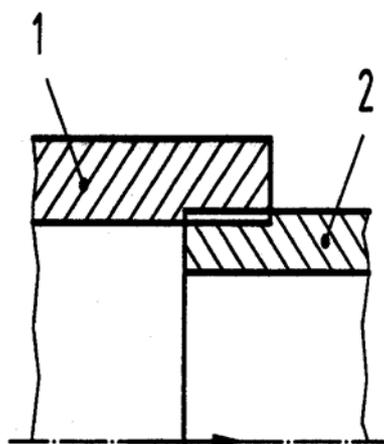
ПРИМЕЧАНИЕ Типовые испытания см. в пар. 7.



Условные обозначения

- 1 Арматура
- 2 Правильно
- 3 Неправильно
- 4 Внутренний диаметр предохранительной арматуры, необходимый для обеспечения соответствующего ее функционирования

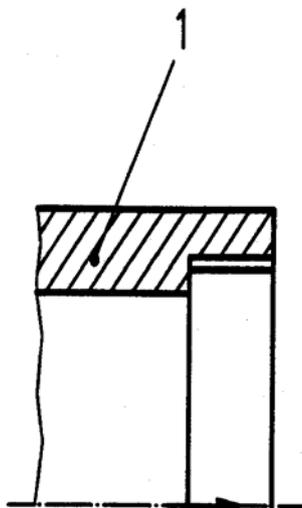
Рисунок 1 а) — Впускное отверстие



Условные обозначения

- 1 Арматура
- 2 Номинальный диаметр трубы должен быть равен номинальному диаметру выпускного отверстия арматуры. При такой конструкции выпускного отверстия арматуры во время испытаний следует присоединять соответствующую трубу, как указано в п. 7.1.5

Рисунок 1 б) — Выпускное отверстие



Условные обозначения

1 Арматура

При такой конструкции выпускного отверстия арматуры во время испытаний присоединять трубу не требуется, как указано в п. 7.1.5

Рисунок 1 с) — Выпускное отверстие

Рисунок 1 — Конструкция патрубков

5.3 Минимальные требования к пружинам

Пружины должны соответствовать части 7 настоящего стандарта.

5.4 Материалы

Материалы находящихся под давлением корпусов должны соответствовать части 7 настоящего стандарта.

6 Заводские испытания

6.1 Цель

Цель настоящих испытаний заключается в обеспечении соответствия всей предохранительной арматуры своему назначению без признаков каких-либо утечек из элементов или соединений, находящихся под давлением.

6.2 Общие положения

Допускается принимать результаты других равноценных испытаний (например, свидетельство о проведении испытаний для оценки конструкций с сопутствующей статистической выборкой) при проведении гидравлических испытаний корпусов арматуры с:

- резьбовыми концами; и
- максимальным диаметром впускного отверстия 32 мм; и
- соотношением давления разрыва и расчетного давления как минимум 8; и
- расчетным давлением равным 40 барам или ниже; и
- для использования с неопасными рабочими средами;

а также для вышеуказанной арматуры, но:

- с расчетным давлением выше 40 бар; и
- с соотношением давления разрыва и расчетного давления как минимум 10; и
- изготовленной либо из ковального, либо штампованного материала

Все временные трубы и соединения, а также заглушки, должны быть рассчитаны на то, чтобы надежно выдерживать испытательное давление.

Следует осторожно снять все временные приварные приспособления, и зачистить следы сварных швов заподлицо с основным материалом. По окончании шлифования следует проверить все эти следы методом магнитопорошковой дефектоскопии или методом проникающих жидкостей.

6.3 Гидравлические испытания

6.3.1 Проведение

Испытания части арматуры, находящейся между впускным отверстием и седлом, проводятся при давлении в 1,5 раза больше указанного изготовителем максимального давления, на которое рассчитана предохранительная арматура.

Испытания корпуса со стороны выпуска седла проводятся при давлении в 1,5 раза больше указанного изготовителем максимального противодавления, на которое рассчитана предохранительная арматура.

6.3.2 Продолжительность испытания

Испытательное давление подается и поддерживается на требуемом уровне в течение периода времени достаточного для проведения визуального обследования всех поверхностей и соединений, но в любом случае этот период не должен быть меньше значений, указанных в таблице 2. Что касается испытаний стороны выпуска седла, продолжительность испытаний зависит от давления, указанного в п. 6.3.1, и размера выпускного отверстия.

Таблица 2 — Минимальная продолжительность гидравлических испытаний

Номинальный диаметр DN	Номинальное давление		
	До 40 бар (4 МПа)	Выше 40 бар (4 МПа) до 63 бар (6,3 МПа)	Выше 63 бар (6,3 МПа)
	Минимальная продолжительность в минутах		
DN ≤ 50	2	2	3
50 < DN ≤ 65	2	2	4
65 < DN ≤ 80	2	3	4
80 < DN ≤ 100	2	4	5
100 < DN ≤ 125	2	4	6
125 < DN ≤ 150	2	5	7
150 < DN ≤ 200	3	5	9
200 < DN ≤ 250	3	6	11
250 < DN ≤ 300	4	7	13
300 < DN ≤ 350	4	8	15
350 < DN ≤ 400	4	9	17
400 < DN ≤ 450	4	9	19
450 < DN ≤ 500	5	10	22
500 < DN ≤ 600	5	12	24

6.3.3 Критерии приемки

Утечка через части арматуры, подвергаемые испытаниям в соответствии с п. 6.3.1, не допускается.

6.3.4 Меры безопасности

В качестве испытательной среды обычно используется вода. В случае использования других жидкостей необходимо предусмотреть дополнительные меры предосторожности. Следует обеспечить соответствующую вентиляцию корпусов арматуры для удаления воздуха.

Если в состав той части предохранительной арматуры, которая подлежит гидравлическому испытанию, входят материалы, подверженные хрупкому разрушению, необходимо поддерживать соответствующую температуру как предохранительной арматуры, или ее части, так и испытательной среды во избежание возникновения такого разрушения.

Ни арматура, ни ее часть, проходящая испытание давлением, не должны подвергаться какой-либо ударной нагрузке, например, испытанию на удар молотком.

6.4 Пневматические испытания

6.4.1 Проведение и продолжительность испытаний

По взаимному согласованию заинтересованных сторон в следующих случаях вместо типовых гидравлических испытаний корпуса могут проводиться испытания давлением с применением воздуха или другого соответствующего газа:

- вследствие особенностей конструкции и устройства арматуры нецелесообразно заполнять их жидкостью; и/или
- арматура, предназначенная для использования в таких условиях, когда даже минимальное количество влаги не допустимы.

Испытательное давление и продолжительность приложения давления должны соответствовать п. 6.3.

6.4.2 Меры безопасности

Необходимо учесть риски, связанные с пневматическим испытанием давлением, и принять соответствующие меры предосторожности.

Особое внимание уделяется ряду важных факторов, а именно:

- a) если основной разрыв арматуры должен произойти на определенном этапе во время подачи давления, выделится значительное количество энергии; поэтому во время подъема давления в непосредственной близости не должно находиться людей (например, в определенном объеме воздуха содержится в 200 раз больше энергии, чем в таком же объеме воды при том, что давление в обоих веществах одинаково);
- b) на этапе конструирования необходимо критически оценить опасность хрупкого разрушения, а выбор материалов для арматуры, подлежащей пневматическому испытанию, должен производиться так, чтобы избежать риска хрупкого разрушения во время испытаний. Для этого во время испытаний необходимо обеспечить соответствующий интервал между температурой фазового перехода всех деталей и температурой металла;
- c) необходимо уделить внимание тому факту, что при снижении давления газа между баллоном высокого давления и испытываемой арматурой температура понизится.

6.5 Настройка перепада испытательного давления на арматуре в холодном состоянии

Перед регулировкой предохранительной арматуры до уровня перепада испытательного давления на арматуре в холодном состоянии с помощью воздуха или другого газа, используемого в качестве испытательной среды, ее необходимо подвергнуть гидравлическим испытаниям (см. 6.3).

6.6 Испытание на герметичность седла

Необходимо провести испытание на герметичность седла предохранительной арматуры. Порядок проведения испытания и интенсивность утечки устанавливаются по согласованию между изготовителем и заказчиком.

7 Типовые испытания

7.1 Общие положения

7.1.1 Введение

Рабочие и расходные характеристики предохранительной арматуры определяются с помощью типовых испытаний, проводимых в соответствии с данным разделом.

7.1.2 Проведение

В данном разделе рассматриваются типы предохранительных устройств, определенные в п. 3.1.1. См:

- другие типы управляемых предохранительных устройств в части 4 настоящего стандарта;
- регулируемые защитные системы сброса давления (CSPRS) в части 5 настоящего стандарта.

7.1.3 Испытания

Испытания для определения рабочих характеристик проводятся в соответствии с п. 7.2, а испытания для определения расходных характеристик - в соответствии с п. 7.3.

При проведении этих испытаний по отдельности части арматуры, влияющие на расход рабочей среды, необходимо собрать и установить в арматуру.

Методика испытаний, испытательная установка и оборудование должны быть таковыми, чтобы можно было обеспечить работоспособность и пропускную способность при давлении сброса в условиях противодействия.

ISO 4126-1:2004(E)

7.1.4 Цель испытаний

Испытания проводятся с целью определения при установленных рабочих условиях следующих характеристик арматуры перед ее открытием, во время пропускания рабочей среды и при закрытии. Основными характеристиками являются (могут применяться и другие характеристики):

- a) установленное давление;
- b) избыточное давление;
- a) давление обратной посадки;
- d) воспроизводимость рабочих характеристик арматуры;
- e) механические характеристики арматуры, определенные визуально или по звуку, а именно:
 - способность удовлетворительно обеспечить обратную посадку;
 - отсутствие стука, дрожания, заедания и/или опасной вибрации;
- f) подъем при избыточном давлении.

7.1.5 Правила проведения испытаний

В результате испытаний должны быть получены соответствующие данные, на основании которых можно определить рабочие и расходные характеристики. К арматуре с выпускными патрубками, привинченными изнутри, и конфигурацией, показанной на рис. 1 b), во время испытаний необходимо прикрепить трубу соответствующей толщины и длиной, составляющей, как минимум, пять диаметров.

7.1.6 Вычисление характеристик по результатам испытаний

Абсолютная пропускная способность рассчитывается в соответствии с п. 8.3 или 8.4 и 8.5, по обстоятельствам, с помощью данного значения совместно с фактической пропускной способностью при давлении сброса рассчитывается коэффициент расхода арматуры в соответствии с п.8.1.

7.1.7 Изменения конструкции

При внесении изменений в конструкцию предохранительной арматуры таким образом, что они окажут влияние на траекторию расхода, подъем или рабочие характеристики, необходимо провести новые испытания в соответствии с п. 7.

7.2 Испытания для определения рабочих характеристик

7.2.1 Общие требования

Установленным давлением, при котором определяются рабочие характеристики, является минимальное и максимальное установленное давление, на которое рассчитана пружина. Арматура, предназначенная для воздушной или газовой среды, проходит испытания с использованием перегретого пара при минимальной температуре перегрева 10°C, воздуха или другого газа с известными характеристиками. Арматура, предназначенная для паровой среды, проходит испытания с использованием пара, воздуха или другого газа с известными характеристиками. Арматура, предназначенная для жидкой среды, проходит испытания с использованием воды или других жидкостей с известными характеристиками.

Разрешенные допуски или предельные значения, в зависимости от конкретного случая, рабочих характеристик таковы:

- a) установленное давление; $\pm 3\%$ от установленного давления или $\pm 0,15$ бара в зависимости от того, какое из значений больше;
- b) подъем: не меньше значения, указанного изготовителем;
- c) избыточное давление: значение, указанное изготовителем, но не более 10% от установленного давления или 0,1 бара в зависимости от того, какое из значений больше;

- d) сброс: не больше значения, указанного изготовителем, но в рамках следующих предельных значений:
- | | |
|----------------------------|--|
| сжимаемые рабочие среды: | не менее: 2,0 % (не применимо к предохранительной арматуре пропорционального действия в соответствии с п.7.2.1 f); |
| | не более: 15 % или 0,3 бара в зависимости от того, какое из значений больше; |
| несжимаемые рабочие среды: | не менее: 2,5 % (не применимо к предохранительной арматуре пропорционального действия в соответствии с п.7.2.1 f); |
| | не более: 20 % или 0,6 бара в зависимости от того, какое из значений больше; |
- e) допуски или предельные значения избыточного давления и сброса арматуры с ограниченным подъемом аналогичны допускам и предельным значениям арматуры с неограниченным подъемом;
- f) необходимо проверить избыточное давление и сброс давления арматуры пропорционального действия; эти параметры должны быть стабильны при различном подъеме в диапазоне между минимальным и максимальным значениями, указанными изготовителем. Необходимо составить график соотношения подъема арматуры и избыточного давления.

7.2.2 Характеристики открытия предохранительной арматуры

Изготовитель должен указать характеристики подъема всей предохранительной арматуры.

7.2.3 Оборудование для испытаний

Погрешность оборудования для измерения давления, используемого во время испытаний, не должна превышать 0,6 % показаний по полной шкале.

При использовании аналоговых манометров, действующих на основе трубки Бурдона, шкала (диапазон) установившегося давления выбирается следующим образом:

- минимальное рабочее давление должно быть не менее 35 % от верхнего предела измерений;
- и
- максимальное рабочее давление не должно превышать 75 % от верхнего предела измерений.

7.2.4 Арматура, используемая в рамках программы испытаний

Испытываемая предохранительная арматура должна быть характерным представителем конструкции, диапазона давлений и размеров арматуры, для которой необходимы данные рабочие характеристики. Необходимо учитывать соотношение диаметра впускного отверстия арматуры и проходного сечения, а также соотношение проходного сечения и диаметра выпускного отверстия арматуры.

Для диапазонов размеров, состоящих из семи размеров или более, испытания проводятся по трем размерам. Если диапазон размеров ограничивается шестью размерами, количество испытываемых размеров можно сократить до двух.

Если диапазон размеров расширяется таким образом, что ранее испытанная предохранительная арматура больше не является характерным представителем данного диапазона, необходимо провести дополнительные испытания с использованием соответствующего количества размеров.

Испытания проводятся с использованием трех значительно отличающихся друг от друга пружин для каждого размера испытываемой арматуры. Для этого можно испытывать либо один клапан с тремя значительно отличающимися друг от друга пружинами, либо три клапана одинакового размера с тремя значительно отличающимися друг от друга пружинами. С целью установления и подтверждения приемлемой воспроизводимости рабочих характеристик каждое испытание проводится не менее трех раз.

В случае использования арматуры, только один размер которой изготавливается с различными значениями номинального давления, испытания проводятся с использованием четырех различных пружин, охватывающих диапазон давлений, для которого предназначена арматура.

В тех случаях, когда данный диапазон размеров не возможно охватить должным образом, следует использовать модели с проходным диаметром не менее исходного проходного диаметра, умноженного на 0,2, или 50 мм в зависимости от того, какое из значений больше.

ISO 4126-1:2004(E)

Необходимо точно соблюдать масштаб всех размеров проходного канала модели в соответствии с размерами фактической арматуры.

Необходимо выдержать масштаб всех размеров деталей, которые могут повлиять на полное усилие, оказываемое средой на движущиеся части арматуры.

При применении сильфона допускается соблюдение масштаба только полезной площади сечения.

ПРИМЕЧАНИЕ Полезной площадью сечения считается площадь сильфона, исходя из которой рассчитываются нагрузки (площадь поршня).

Необходимо выдержать масштаб общего коэффициента жесткости пружины с сильфоном, при наличии такового, модели в соответствии с аналогичным значением фактической арматуры.

Шероховатость всех поверхностей проходного канала модели не должна быть меньше шероховатости соответствующих поверхностей фактической арматуры.

Перед проведением испытаний необходимо убедиться в том, что модель соответствует вышеуказанным требованиям.

7.3 Испытания для определения расходных характеристик

7.3.1 Требования к испытаниям

После успешного установления рабочих характеристик (см. п. 7.2) допускается применение пара, воздуха или другого газа с известными характеристиками в качестве рабочей среды для испытаний расходных характеристик за исключением арматуры, предназначенной для жидкой среды. Арматура, предназначенная для жидкой среды, проходит испытания с использованием воды или другой жидкости с известными характеристиками. Далее, после оценки количества среды, выпущенной из арматуры, тарелка арматуры фиксируется на уровне подъема, определенного в результате испытаний рабочих характеристик (см. п. 7.2.1 b).

7.3.2 Арматура, используемая в рамках программы испытаний

Испытываемая предохранительная арматура должна быть аналогична, или идентична, арматуре, используемой при проведении испытаний рабочих характеристик (см. п. 7.2.4).

7.3.3 Метод испытаний

7.3.3.1 Условия проведения испытаний

Ограничитель движения необходимо установить так, чтобы ограничивать подъем арматуры уровнем, определенным в соответствии с п. 7.2.1 b).

Испытания проводятся в сборе с пружиной или без нее. Если пружина находится в проходном канале, испытание всегда проводится в сборе с пружиной.

Испытания проводятся при различном давлении с целью установления отсутствия отклонений коэффициента расхода при соответствующем положении(ях) регулирующего кольца(ец), при наличии такового.

7.3.3.2 Количество испытываемой арматуры

Испытания проводятся при трех различных давлениях для каждого из трех размеров определенной конструкции арматуры, если только диапазон размеров не ограничивается шестью размерами, при этом количество испытываемых размеров может сократиться до двух.

Если диапазон размеров расширяется, и в него вместо менее семи размеров начинает входить семь или более размеров, необходимо проводить испытания трех размеров арматуры (всего девять испытаний).

При использовании арматуры новой или специальной конструкции, только один размер которой изготавливается с различными значениями номинального давления, испытания проводятся при четырех различных установленных давлениях, охватывающих диапазон давлений, для которых предназначена арматура, или в соответствии с ограничениями испытательного стенда.

7.3.3.3 Арматура с ограниченным подъемом

Для арматуры с ограниченным подъемом пропускную способность ограниченного подъема можно определить сразу после испытаний, проводимых с целью определения расходных характеристик при полном подъеме, или позднее.

В случае арматуры с ограниченным подъемом, или арматуры пропорционального действия, необходимо построить график соотношения коэффициента расхода и подъема арматуры.

7.3.3.4 Значение испытательного давления

Испытания расходных характеристик в сборе с пружиной проводятся при установленном давлении плюс избыточное давление, которые используются для определения рабочих характеристик с помощью атмосферного противодействия.

При испытании арматуры без пружины и с ограничителем движения, установленным согласно п. 7.3.3.1, испытательное давление можно снизить до уровня, когда соотношение абсолютного противодействия и абсолютного давления сброса составляет менее 0,25. При этом испытания при трех различных соотношениях давления менее 0,25 проводятся при атмосферном противодействии.

Для сжимаемых рабочих сред, когда соотношение абсолютного противодействия и абсолютного давления сброса превышает 0,25, коэффициент расхода может в большей степени зависеть от этого соотношения. В этом случае испытания проводятся при соотношениях, находящихся между соотношением давлений равным 0,25 и максимальным соотношением давлений, необходимым для получения графиков или таблиц коэффициента расхода в зависимости от соотношения абсолютного противодействия и абсолютного давления сброса; данный график может распространяться на испытания, проводимые при соотношениях давления менее 0,25.

Данный график используется для установления коэффициента расхода при любом установленном давлении и избыточном давлении, он также используется для установления коэффициента расхода в условиях противодействия.

7.3.3.5 Предельный допуск при проведении испытаний расходных характеристик

При проведении испытаний расходных характеристик любым из описанных методов все окончательные результаты должны находиться в пределах $\pm 5\%$ от среднеарифметического.

В тех случаях, когда данные допуски при испытаниях не достигаются, для построения графика коэффициента расхода в зависимости от соотношения абсолютного противодействия и абсолютного давления сброса более 0,25, график, демонстрирующий самый низкий коэффициент расхода в зависимости от данного соотношения, принимается для данного диапазона испытываемой арматуры.

7.3.4 Регулировка в ходе испытаний

В ходе испытаний регулировка арматуры не допускается. После внесения каких-либо изменений в условия испытаний или отклонения от них необходимо сделать достаточный перерыв перед снятием показаний для установления стабильного расхода, температуры и давления.

7.3.5 Результаты и протоколы испытаний

В результаты испытаний должны входить все наблюдения, измерения, показания измерительных приборов и результаты калибровки измерительных приборов (при необходимости) в соответствии с целью(ями) испытаний. Оригиналы протоколов испытаний остаются в организации, проводившей испытания. Копии всех протоколов испытаний направляются каждой из сторон, заинтересованных в испытаниях. Поправки и исправленные значения вводятся в протокол испытаний по отдельности.

Изготовитель или его уполномоченный представитель сохраняет копию протоколов испытаний и дополнений к ним в течение десяти лет с момента изготовления последнего экземпляра предохранительной арматуры.

7.3.6 Оборудование для испытаний расходных характеристик

Конструкция и эксплуатация испытательного оборудования должны быть рассчитаны на то, чтобы точность контрольных измерений фактической пропускной способности находилась в диапазоне $\pm 2\%$.

7.4 Определение коэффициента расхода

Порядок определения коэффициента расхода K_d см. в п. 8.1.

7.5 Подтверждение коэффициента расхода

Разрешенный уменьшенный коэффициент расхода K_{dr} предохранительной арматуры не должен превышать 90 % от коэффициента расхода K_d , определенного по результатам испытаний:

$$K_{dr} = 0,9 K_d$$

Ни коэффициент расхода, ни разрешенный уменьшенный коэффициент расхода не могут использоваться для расчета пропускной способности при избыточном давлении ниже давления, при котором проводились испытания по определению расходных характеристик (см. п. 7.3), хотя их можно использовать для расчета пропускной способности при любом более высоком избыточном давлении.

8 Определение рабочих характеристик предохранительной арматуры

8.1 Определение коэффициента расхода

Коэффициент расхода K_d рассчитывается по следующей формуле:

$$K_d = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{q'_m}{q_m} \right)}{n}$$

8.2 Критический и докритический расход

Расход газа или пара через отверстие, например, проходное сечение предохранительной арматуры, увеличивается по мере понижения давления за арматурой до критического давления, пока не будет достигнут критический расход. Дальнейшее снижение давления за арматурой не приведет к дальнейшему увеличению расхода.

Критический расход возникает, когда:

$$\frac{p_b}{p_o} \leq \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{k}{k-1}}$$

а докритический расход возникает, когда:

$$\frac{p_b}{p_o} > \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{k}{k-1}}$$

8.3 Пропускная способность при критическом расходе

8.3.1 Пропускная способность для пара

$$q_m = 0,2883 C \sqrt{\frac{p_o}{v}}$$

C - функция показателя адиабаты в условиях сброса давления

ПРИМЕЧАНИЕ 1 $0,2883 = \frac{\sqrt{R}}{10} = \frac{\sqrt{8,3143}}{10}$

Это применимо к сухому насыщенному и перегретому пару. Сухим насыщенным паром в данном контексте считается пар с минимальным коэффициентом сухости 98 %.

$$C = 3,948 \sqrt{k \left(\frac{2}{k+1} \right)^{(k+1)/(k-1)}}$$

ПРИМЕЧАНИЕ 2 $3,948 = \frac{3\,600}{\sqrt{10^5} \sqrt{R}}$

Значение k , используемое для определения C , должно основываться на фактических расходных характеристиках на входе предохранительной арматуры и определяться по таблице 1 в части 7 настоящего стандарта.

8.3.2 Пропускная способность для любого газа при критических расходных характеристиках

$$q_m = p_o C \sqrt{\frac{M}{ZT_o}} = 0,2883 C \sqrt{\frac{p_o}{v}}$$

$$C = 3,948 \sqrt{k \left(\frac{2}{k+1} \right)^{(k+1)/(k-1)}}$$

(округленные значения см. в таблице 2 части 7 настоящего стандарта).

8.4 Пропускная способность для любого газа при докритическом расходе

$$q_m = p_o C K_b \sqrt{\frac{M}{ZT_o}} = 0,2883 C K_b \sqrt{\frac{p_o}{v}}$$

$$K_b = \sqrt{\frac{\frac{2k}{k-1} \left[\left(\frac{p_b}{p_o} \right)^{2k} - \left(\frac{p_b}{p_o} \right)^{(k+1)k} \right]}{k \left(\frac{2}{k+1} \right)^{k+1/(k-1)}}$$

8.5 Пропускная способность для нескипающей жидкости, используемой в качестве испытательной среды в турбулентной зоне, где число Рейнольдса (R_e) равняется 80 000 или более

$$q_m = 1,61 \sqrt{\left(\frac{p_o - p_b}{v} \right)}$$

ПРИМЕЧАНИЕ: $1,61 = \frac{3600\sqrt{2}}{10\sqrt{10^5}}$

9 Определение размеров предохранительной арматуры

9.1 Общие положения

Не допускается производить расчет пропускной способности при избыточном давлении ниже давления, при котором проводились испытания с целью определения расходных характеристик, хотя допускается выполнять расчет пропускной способности при любом более высоком избыточном давлении (см. п.7.5).

Арматура с разрешенным уменьшенным коэффициентом расхода, установленным по критическому расходу при испытательном противодавлении, может не обладать таким же разрешенным уменьшенным коэффициентом расхода при более высоком противодавлении, см. п. 7.3.3.4.

9.2 Арматура для сброса давления газа или пара

Между веществами, обычно называемыми "парами", не делается различия; термин 'газ' используется для описания как газа, так и пара.

Для расчета пропускной способности для любого газа необходимо принять площадь и коэффициент расхода как постоянные величины и использовать уравнения, данные в пар. 8.

9.3 Расчет пропускной способности

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Применяемое уравнение зависит от пропускаемой рабочей среды.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Расчеты см. в приложении А.

9.3.1 Расчет пропускной способности для пара (насыщенного или перегретого) при критическом расходе

$$Q_m = 0,2883 C A K_{dr} \sqrt{\frac{P_o}{v}}$$

9.3.2 Расчеты пропускной способности для влажного пара

Приведенное далее уравнение применимо только к однородному влажному пару с коэффициентом сухости 90 % и более.

$$Q_m = \frac{0,2883 C A K_{dr} \sqrt{\frac{P_o}{v}}}{\sqrt{x}}$$

9.3.3 Расчеты пропускной способности для газообразных сред

9.3.3.1 Расчеты пропускной способности для газообразных сред при критическом расходе

$$Q_m = p_o C A K_{dr} \sqrt{\frac{M}{Z T_o}} = 0,2883 C A K_{dr} \sqrt{\frac{P_o}{v}}$$

$$A = \frac{Q_m}{p_o C K_{dr} \sqrt{\frac{M}{Z T_o}}} = \frac{Q_m}{0,2883 C K_{dr} \sqrt{\frac{P_o}{v}}}$$

9.3.3.2 Расчеты пропускной способности для газообразных сред при докритическом расходе

$$Q_m = p_o C A K_{dr} K_b \sqrt{\frac{M}{Z T_o}} = 0,2883 C A K_{dr} K_b \sqrt{\frac{P_o}{v}}$$

См. уравнения в п.8.4 и таблице 3 части 7 настоящего стандарта.

9.3.4 Расчеты пропускной способности для жидкостей

$$Q_m = 1,61 K_{dr} K_v A \sqrt{\frac{P_o - P_b}{v}}$$

10 Маркировка и уплотнение

10.1 Маркировка на корпусе предохранительной арматуры

Маркировка на корпусе предохранительной арматуры должна быть неотъемлемой частью корпуса или должна быть надежно прикреплена к корпусу. На предохранительную арматуру должна быть нанесена следующая информация:

- a) обозначение размера (впускного отверстия), например, DN xxx;
- b) обозначение материала корпуса;
- c) наименование или торговая марка изготовителя;
- d) стрелка, указывающая направление расхода в том месте, где впускной и выпускной патрубки имеют одинаковые размеры или одинаковое номинальное давление.

10.2 Маркировка на табличке с паспортными данными

На табличке с паспортными данными, надежно прикрепленной к предохранительной арматуре, должна содержаться следующая информация:

- a) установленное давление, в барах манометрического давления;
- b) номер настоящего стандарта (EN ISO 4126-1);
- c) тип, установленный изготовителем;
- d) разрешенный уменьшенный коэффициент расхода с указанием эталонной среды:
'G' для газа, 'S' для пара и 'L' для жидкости;

ПРИМЕЧАНИЕ Обозначение рабочей среды можно расположить либо перед, либо после разрешенного уменьшенного коэффициента расхода, например, G-0,815.

- e) проходное сечение, в квадратных миллиметрах;
- f) минимальное значение подъема, в миллиметрах, и соответствующее избыточное давление, выраженное, например, в процентах от установленного давления.

10.3 Уплотнение предохранительной арматуры

Все наружные приспособления должны быть герметично закрыты.

Приложение А (справочное)

Примеры расчетов размеров арматуры для различных рабочих сред

ПРИМЕЧАНИЕ Обозначения и единицы измерения см. в пар. 4.

А.1 Расчеты пропускной способности по газообразным средам при критическом расходе (см. п.9.3.3.1)

ПРИМЕР 1 Рассчитать проходное сечение предохранительной арматуры, используемой в сосуде с газообразным азотом при максимальном допустимом давлении, PS, равном 55 бар манометрического давления.

Разрешенный уменьшенный коэффициент расхода предохранительной арматуры $[K_{dr}]$ при 10 % избыточного давления = 0,87.

Молярная масса газа $[M]$	= 28,02
Показатель адиабаты газа $[k]$	= 1,40
Температура сброса давления газа	= 20 °С
Требуемый расход газа $[Q_m]$	= 18 000 кг/ч
Установленное давление	= 55 бар
Противодавление	атмосферное

$$T_0 = 20 + 273 = 293\text{K}$$

$$p_0 = [55 \times 1,1] + 1 = 61,5 \text{ бар (абс.)}$$

Так как $\frac{p_b}{p_0} \leq \left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{k}{k-1}}$, расход является критическим.

$$\text{Требуемая площадь, } A = \frac{Q_m}{p_0 C K_{dr} \sqrt{\frac{M}{Z T_0}}}$$

$$C = 3,948 \sqrt{1,4 \times \left(\frac{2}{1,4+1}\right)^{\frac{1,4}{1,4-1}}} = 2,7$$

Коэффициент сжимаемости можно рассчитать по опубликованным данным.

Расчет производится следующим образом:

$$\text{Пониженное давление, } P_r = \frac{P_0}{P_c}$$

где:

p_c - это критическое давление = 33,94 бар (абс.) (по данным справочника по термодинамике).

Пониженная температура, $T_r = \frac{T_o}{T_c}$

где:

T_c - это критическая температура = 126,05 К (по данным справочника по термодинамике).

$p_r = 61,5/33,94 = 1,81$

$T_r = 293/126,05 = 2,32$

$Z = 0,975$ (по рисунку 1 части 7 настоящего стандарта)

$$A = \frac{18000}{61,5 \times 2,7 \times 0,87 \times \sqrt{\frac{28,02}{0,975 \times 293}}} = 397,85$$

ПРИМЕР 2 Где K_{dr} подтверждается при 5 % избыточного давления, избыточное давление сброса остается на уровне 10 %, как в примере 1.

Рассчитать проходное сечение предохранительной арматуры, используемой в сосуде с газообразным азотом при максимальном допустимом давлении, PS, равном 55 бар манометрического давления.

Разрешенный уменьшенный коэффициент расхода предохранительной арматуры [K_{dr}] при 5 % избыточного давления = 0,87.

Молярная масса газа [M]	= 28,02
Показатель адиабаты газа [k]	= 1,40
Температура сброса давления газа	= 20 °C
Требуемый расход газа [Q_m]	= 18 000 кг/ч
Установленное давление	= 55 бар
Противодавление	атмосферное
$T_o = 20 + 273 = 293K$	
$p_o = [55 \times 1,1] + 1 = 61,5$ бар (абс.).	

Так как $\frac{p_b}{p_o} \leq \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{k}{k-1}}$, расход является критическим.

Требуемая площадь, $A = \frac{Q_m}{p_o C K_{dr} \sqrt{\frac{M}{Z T_o}}}$

$$C = 3,948 \sqrt{1,4 \times \left(\frac{2}{1,4+1} \right)^{\frac{1,4}{(1,4+1)(1,4-1)}}} = 2,7$$

ISO 4126-1:2004(E)

Коэффициент сжимаемости можно рассчитать по опубликованным данным. Расчет производится следующим образом:

$$\text{Пониженное давление, } p_r = \frac{p_o}{p_c}$$

где:

p_c - это критическое давление = 33,94 бар (абс.) (по данным справочника по термодинамике).

$$\text{Пониженная температура, } T_r = \frac{T_o}{T_c}$$

где:

T_c - это критическая температура 126,05 К (по данным справочника по термодинамике).

$$p_r = 61,5/33,94 = 1,81$$

$$T_r = 293/126,05 = 2,32$$

$Z = 0,975$ (по рисунку 1 части 7 настоящего стандарта)

$$A = \frac{18000}{61,5 \times 2,7 \times 0,87 \times \sqrt{\frac{28,02}{0,975 \times 293}}} = 397,85$$

A.2 Расчеты пропускной способности по газообразным средам при докритическом расходе (см. п.9.3.3.2)

ПРИМЕР С помощью значений из предыдущего примера (т.е. критического расхода) рассчитать требуемую площадь выходного сечения, если противодействие повышается до 36,0 бар манометрического давления от уровня атмосферного давления, а разрешенный уменьшенный коэффициент расхода равняется 0,80 в новых условиях.

Так как $\frac{p_b}{p_o} > \left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{k}{k-1}}$, расход является докритическим.

ПРИМЕЧАНИЕ: $\frac{p_b}{p_o} = \frac{36+1}{(55 \times 1,1)+1}$

Требуемая площадь:

$$A = \frac{Q_m}{p_o C K_d K_b \sqrt{\frac{M}{Z T_o}}}$$

$$K_b = \sqrt{\frac{\frac{2k}{k-1} \left[\left(\frac{p_b}{p_o}\right)^{\frac{2k}{k-1}} - \left(\frac{p_b}{p_o}\right)^{\frac{(k+1)k}{k-1}} \right]}{k \left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{(k+1)k}{k-1}}}} = 0,989$$

(K_b можно либо рассчитать, либо взять из таблицы 3 части 7 настоящего стандарта).

$$A = \frac{18000}{61,5 \times 2,7 \times 0,8 \times 0,989 \sqrt{\frac{28,02}{0,975 \times 293}}} = 437,471$$

A.3 Расчеты пропускной способности для жидкостей (см. 9.3.4)

ПРИМЕР Рассчитать проходное сечение предохранительной арматуры, необходимое для пропускания масла при следующих условиях.

Разрешенный уменьшенный коэффициент расхода предохранительной арматуры $[K_{dr}]$ при 10 % избыточного давления = 0,65.

Требуемая пропускная способность по маслу при 10 % избыточного давления $[Q_m]$	= 45 000 кг/ч
Удельный объем $[v]$	= 0,001 075 27 м ³ /кг = 1/ плотность
Динамическая вязкость $[\mu]$	= 0,5 Па·с
Установленное давление	= 30 бар манометрического давления
Противодавление	= 3 бар манометрического давления

Применяется уравнение

$$Q_m = 1,61 K_{dr} K_v A \sqrt{\frac{p_o - p_b}{v}}$$

Рассчитать проходное сечение при условии использования невязкой рабочей среды (т.е. без учета вязкости).

$$K_v = 1$$

$$A = \left(\frac{Q_m}{1,61 K_{dr}} \right) \sqrt{\frac{v}{p_o - p_b}}$$

$$p_o - p_b = [30 \times (1 + 10/100) + 1] - (3 + 1) = 30 \text{ bar}$$

$$A = \left(\frac{45000}{1,61 \times 0,65} \right) \sqrt{\frac{0,001\,075\,27}{30}} = 257,43 \text{ mm}^2$$

- 1) Выбрать следующее отверстие большего размера A' , в данном случае: $A' = 380 \text{ mm}^2$ и узнать минимальное значение поправочного коэффициента вязкости.

$$K_{vm} = 257,43 / 380 = 0,68$$

- 2) Вычислить число Рейнольдса (Re) для данной пропускной способности и выбранного размера отверстия.

$$Re = \left(\frac{Q_m}{3,6 \mu} \right) \sqrt{\frac{4}{\pi A'}}$$

$$= \left(\frac{45000}{3,6 \times 0,5} \right) \sqrt{\frac{4}{\pi \times 380}} = 1447$$

По графику в части 7 настоящего стандарта

$$K_v = 0,92 > 0,68$$

- 3) Если, как в примере выше, $K_{vm} \leq K_v$, выбранная площадь будет достаточной для обеспечения данного расхода. Если данное выражение не является верным, повторить пункты 1) и 2), приведенные выше.