
МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)

INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ
СТАНДАРТ

ГОСТ 3728 –
202
(ISO 7438:2020)

ТРУБЫ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ

Метод испытания на изгиб

(ISO 7438,
Metallic materials – Bend test,
MOD)

Проект, первая редакция

Настоящий проект стандарта не подлежит применению
до его утверждения

Предисловие

Цели, основные принципы и общие правила проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила, рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Подкомитетом ПК 3 «Трубы сварные» Технического комитета по стандартизации ТК 357 «Стальные и чугунные трубы и баллоны» и Акционерным обществом «Русский научно-исследовательский институт трубной промышленности» (АО «РусНИТИ») на основе официального перевода на русский язык англоязычной версии указанного в пункте 5 международного стандарта

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 357 «Стальные и чугунные трубы и баллоны»

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от «___» _____ 20__ 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

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «___» _____ 20__ г. № _____ межгосударственный стандарт ГОСТ 3728 – введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с «___» _____ 20__ г.

5 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к международному стандарту ISO 7438:2020 «Материалы металлические. Испытание на изгиб» (Metallic materials – Bend test, MOD) путем:

- изменения отдельных слов (фраз, значений показателей, обозначений), выделенных в тексте настоящего стандарта курсивом;

- включения отдельных слов (фраз, значений показателей, обозначений), выделенных в тексте настоящего стандарта полужирным курсивом;
- изменения содержания отдельных структурных элементов (пунктов, абзацев, рисунков), выделенных в тексте настоящего стандарта курсивом и вертикальной линией, расположенной слева либо справа от текста;
- включения дополнительных структурных элементов (пунктов, подпунктов, абзацев, перечислений, таблиц и рисунков), выделенных в тексте настоящего стандарта вертикальной линией, расположенной слева либо справа от текста.

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного стандарта в связи с необходимостью соответствия наименованию ГОСТ 3728–78 и потребностями трубной отрасли.

Сравнение структуры настоящего стандарта со структурой указанного международного стандарта приведено в дополнительном приложении ДА.

6 ВЗАМЕН ГОСТ 3728–78

Информация о введении в действие (прекращении действия) настоящего стандарта и изменений к нему на территории указанных выше государств публикуется в указателях национальных стандартов, издаваемых в этих государствах, а также в сети Интернет на сайтах соответствующих национальных органов по стандартизации.

В случае пересмотра, изменения или отмены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована на официальном интернет-сайте Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации в каталоге «Межгосударственные стандарты»

© Оформление. ФГБУ «РСТ», 2022

В Российской Федерации настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Введение

Настоящий стандарт модифицирован по отношению к международному стандарту ISO 7438:2020 «Материалы металлические. Испытание на изгиб».

В настоящем стандарте учтены особенности изложения и оформления модифицированных межгосударственных стандартов в соответствии с ГОСТ 1.3.

Модификация настоящего стандарта по отношению к международному стандарту заключается в следующем:

- наименование стандарта изменено в связи с необходимостью соответствия с наименованием ГОСТ 3728–78 и потребностями трубной отрасли;
- дополнен возможностью испытания образцов в виде отрезка трубы полного сечения с наружным диаметром трубы до 60 мм включительно;
- уточнено положение по оценке результатов испытаний, в том числе, в части допустимости гофр;
- дополнен требованиями по документированию результатов испытаний и сведений об испытаниях.

Стандарт разработан взамен ГОСТ 3728–78 «Трубы. Метод испытания на загиб».

ТРУБЫ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ

Метод испытания на изгиб

Metal pipes. Bend testing method

Дата введения –

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает метод испытания на изгиб металлических труб круглого сечения по заданным размерам и форме.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие межгосударственные стандарты:

ГОСТ 2789 Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики

ГОСТ 28840 Машины для испытания материалов на растяжение, сжатие и изгиб. Общие технические требования

ГОСТ 30432 Трубы металлические. Методы отбора проб, заготовок и образцов для механических и технологических испытаний

ГОСТ 6996 Сварные соединения. Методы определения механических свойств.

П р и м е ч а н и е – При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов в сети Интернет на официальном сайте Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации (www.easc.by), или в указателях национальных стандартов, издаваемых в государствах, указанных в предисловии, или на официальных сайтах соответствующих национальных органов по стандартизации. Если на документ дана недатированная ссылка, то следует использовать документ, соответствующий на текущий момент, с учетом всех внесенных в него изменений. Если заменен ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, то следует использовать указанную версию этого документа. Если после принятия настоящего стандарта в ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение применяется без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Обозначения и сокращения

В настоящем стандарте применены следующие обозначения и сокращения:

a – толщина образца для испытаний, мм;

a_0 – толщина стенки трубы для испытаний, мм;

c – расстояние между плоскостью, включающей горизонтальную ось опор, и центральной осью закругленной части оправки перед испытанием, мм;

D – диаметр оправки, мм;

f – смещение оправки, мм

D_0 – диаметр трубы, мм;

L – длина образца для испытания, мм;

l – расстояние между опорами, мм;

p – расстояние между вертикальными плоскостями, включающими центральную ось каждой опоры, и вертикальной плоскостью, включающей центральную ось оправки, мм;

НД – нормативная документация;

R – радиус опор, мм;

R_0 – радиус изгиба трубы по средней линии, мм;

r – радиус оправки, мм;

α – угол изгиба, град.

4 Сущность метода

Испытание на изгиб заключается в пластической деформации образца **в виде отрезка трубы полного сечения** или образца прямоугольного сечения путем изгиба без изменения направления действия силы до достижения заданного угла изгиба.

Оси двух опор при изгибе образца должны оставаться в плоскости, перпендикулярной к направлению действия силы. В случае изгиба на 180° две боковые поверхности, в зависимости от требований стандарта на трубы, могут соприкасаться друг к другу или быть параллельными, находясь на заданном расстоянии одна от другой, причем для контроля этого расстояния используется *прокладка*.

5 Оборудование

5.1 Общие положения

Испытание на изгиб проводят на испытательных машинах или прессах (ГОСТ 28840), оснащенных следующими устройствами:

- a) *Изгибающее* устройство с двумя опорами и оправкой (см. рисунок 1);
- b) *Изгибающее* устройство с V-образной *выемкой* и оправкой (см. рисунок 2);
- c) *Изгибающее* устройство с *тисками* (см. рисунок 3).

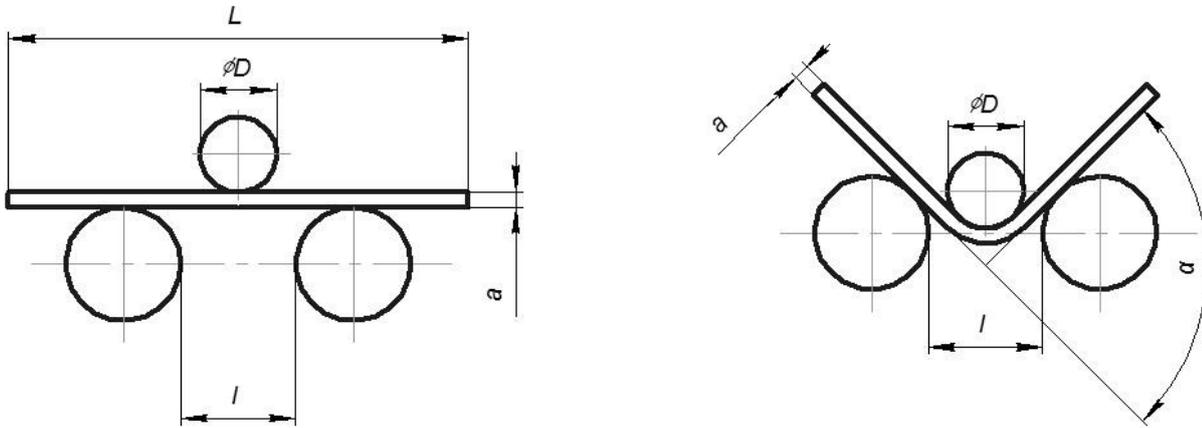


Рисунок 1 - *Изгибающее* устройство с двумя опорами и оправкой

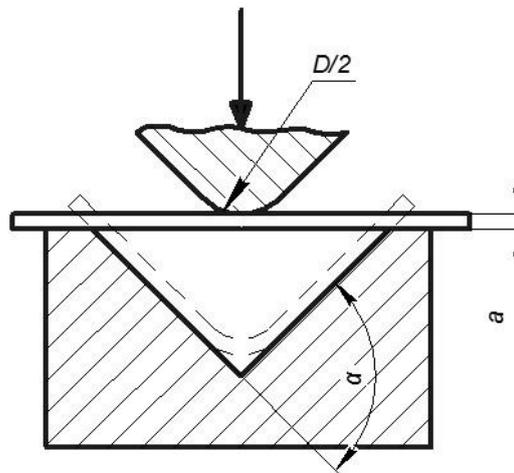
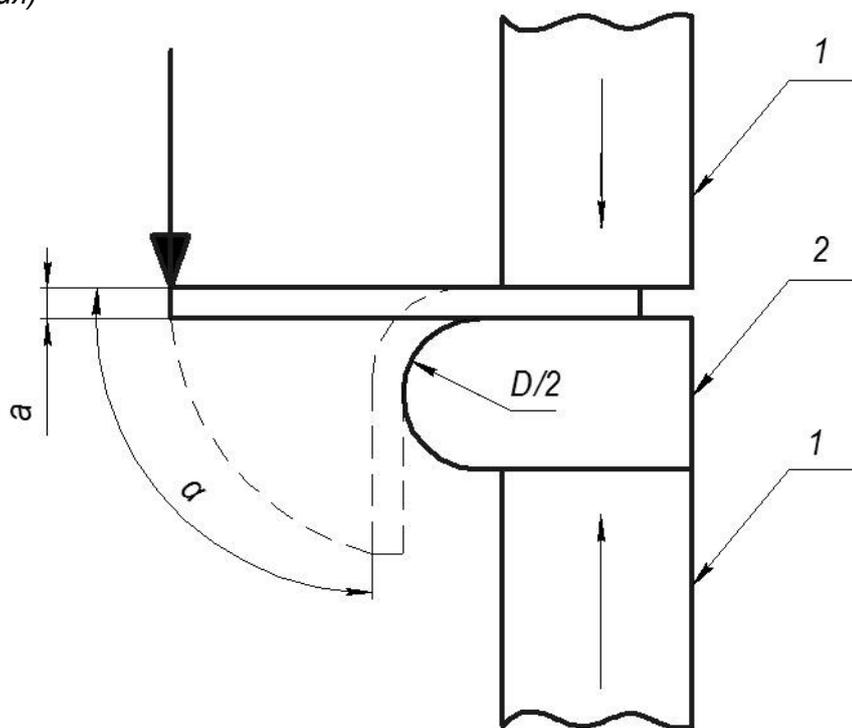


Рисунок 2 - *Изгибающее* устройство с V-образной *выемкой* и оправкой

5.2 *Изгибающее* устройство с двумя опорами и оправкой

5.2.1 Длина опор и ширина оправки должны превышать ширину или диаметр образца для испытаний. Диаметр оправки определяется НД на трубы. Опоры образца для испытаний и оправка должны обладать достаточной твердостью.



1 – тиски; 2 – оправка

Рисунок 3 – *Изгибающее устройство с тисками*

5.2.2 Если не указано иное, расстояние между опорами l , мм определяют по формуле.

$$l = (D + 3a) \pm \left(\frac{a}{2}\right). \quad (1)$$

Расстояние между опорами не должно меняться в течение всего испытания.

Примечание – если расстояние l между опорами будет меньше или равно $D + 2a$, это может привести к заклиниванию и растяжению образца во время испытания.

5.3 *Изгибающее устройство с V-образной выемкой и оправкой*

Наклонные поверхности V-образной выемки должны образовывать угол $180^\circ - \alpha$.

Кромки V-образной выемки должны иметь радиус закругления в 1-10 раз превышающий толщину образца для испытаний и обладать достаточной твердостью.

5.4 *Изгибающее устройство с тисками*

Устройство состоит из тисков и оправки достаточной твердости. Оно может быть снабжено рычагом для приложения усилия к образцу для испытания.

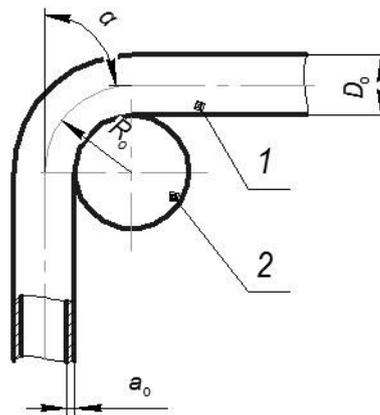
Поскольку положение левой стороны тисков может повлиять на результаты испытаний, указанная сторона не должна доходить до вертикальной линии, проходящей через центр круглой оправки, или заходить за нее.

5.5 Радиус закругления опор должен быть не менее толщины (диаметра) образца.

5.6 Рабочие поверхности оправки и опор изгибающих устройств, зажимного приспособления, а также изгибающего устройства с V-образной выемкой не должны иметь смятия. Твердость указанных поверхностей должна быть не менее 50 HRC.

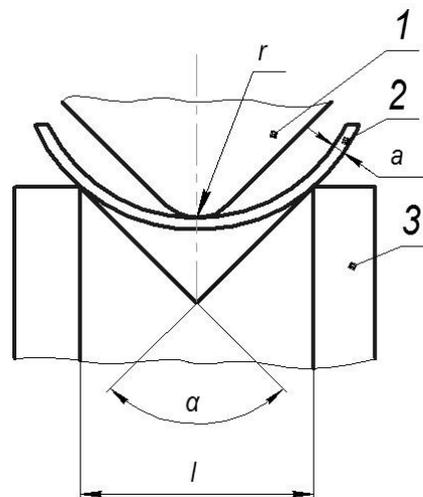
6 Отбор и подготовка образцов

6.1 Для испытания на изгиб труб с наружным диаметром D до 60 мм включительно отбирают образцы в виде отрезка трубы полного сечения (рисунок 4), труб с наружным диаметром D свыше 60 мм – образцы в виде продольных полос и поперечных образцов (рисунок 5).



1 – образец-патрубок; 2 – цилиндрическая оправка

Рисунок 4 – Изгиб отрезков труб



1 – оправка; 2 – поперечный образец; 3 – опоры

Рисунок 5 – Изгиб поперечных образцов

6.2 При отсутствии указаний в НД на трубы места вырезки заготовок для образцов, их количество, направление продольной оси образца по отношению к заготовке, размеры припусков при вырезке и механической обработке устанавливаются по ГОСТ 30432.

6.3 Толщина образца зависит от толщины стенки трубы.

При толщине стенки трубы до 5 мм включительно, ширина продольных полос и поперечных образцов должна быть 10 мм. При толщине стенки трубы более 5 мм, ширина образца должна быть 2а.

Если толщина стенки трубы превышает 25 мм, ее можно уменьшить путем механической обработки одной поверхности до толщины не менее 25 мм. Во время изгиба необработанная сторона должна располагаться со стороны растяжения образца для испытания.

При массовых контрольных испытаниях труб толщиной стенки свыше 5 мм в целях упрощения изготовления образцов для групп образцов различной толщины допускается устанавливать одинаковую ширину, равную удвоенной максимальной толщине образца этой группы. Разбивку по толщинам рекомендуется производить с интервалом 5 мм.

Образцы в виде продольных полос и поперечные образцы от сварных труб вырезают за пределами зоны термического влияния сварного шва. Продольные полосы должны вырезаться из участка основного металла на угол не менее 90° от положения сварного шва.

6.4 Длина образца для испытания

Длина образца для испытания зависит от толщины образца и используемого испытательного оборудования.

Ориентировочную длину образца L , мм, определяют по формуле

$$L=2(a+D) + K, \quad (2)$$

где K – коэффициент, равный 100-150 мм.

6.5 Кромки прямоугольных образцов для испытаний должны быть скруглены на радиус, не превышающих значений:

- 3 мм, если толщина образцов для испытаний составляет 50 мм и более;
- 1,5 мм, если толщина образцов для испытаний составляет от 10 до менее 50 мм;
- 2 мм, если толщина меньше 10 мм.

Скругление должно быть выполнено таким образом, чтобы исключить образование поперечных заусенцев, царапин и следов, которые могут исказить результаты испытания.

При этом испытание образца, кромки которого не были скруглены, могут считаться приемлемым при условии получения удовлетворительного результата.

6.6 Шероховатость поверхности образца после механической обработки R_z должна быть не более 40 мкм по ГОСТ 2789.

7 Проведение испытания

7.1 Испытание *проводят* при температуре $20 \pm_{10}^{15}$ °С.

7.2 Испытание на изгиб должно выполняться с использованием одного из следующих методов:

- заданный угол изгиба достигается при соответствующем усилии и для заданных условий (рисунки 1, 2 или 3);

- опоры образца для испытания параллельно друг другу и находятся на определенном расстоянии друг от друга под действием соответствующего усилия (рисунок 6);

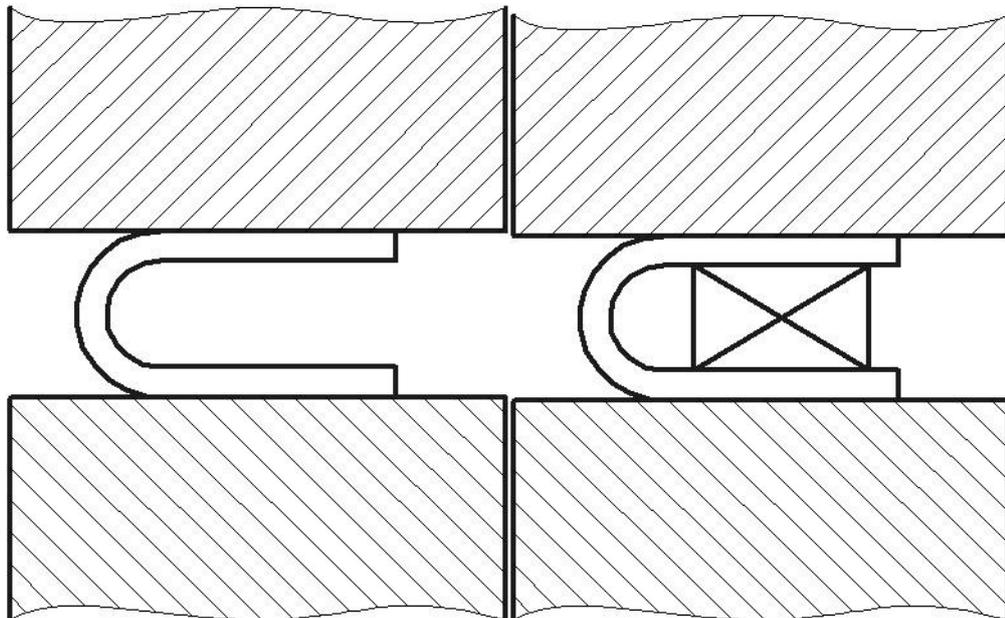


Рисунок 6 – Опоры образца для испытания параллельные друг другу

- опоры образца для испытания находятся в **непосредственном контакте друг с другом** под действием соответствующего усилия (рисунок 7).

7.3 При испытании на изгиб до заданного угла образец для испытания помещают на опоры (рисунок 1) или V-образный блок (рисунок 2) и изгибают посередине между

ГОСТ 3728 (ISO 7438:2020)

(проект, первая редакция)

опорами по действию приложенного усилия. Угол изгиба α можно рассчитать, измерив смещение оправки, как указано в Приложении А.

При испытании всеми способами (рис. 1, 2 или 3) усилие изгиба должно прилагаться медленно, чтобы обеспечить свободную пластическую деформацию металла.

В сомнительных случаях скорость движения оправки принимают равной $(1 \pm 0,2)$ мм/с.

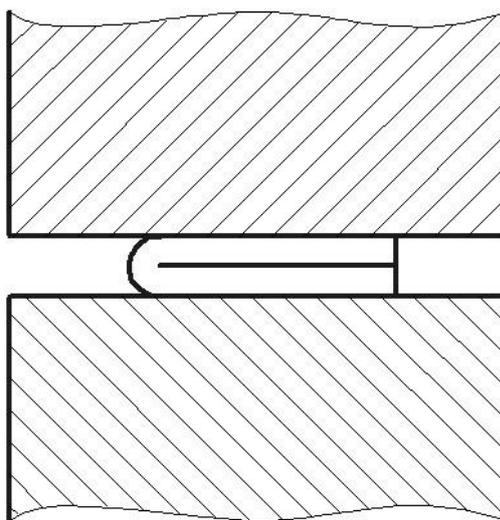


Рисунок 7 - Опоры образца для испытания непосредственно соприкасающиеся друг с другом

Если указанным выше способом невозможно изогнуть образец непосредственно до заданного угла, то изгиб производят путем сжатия концов образца для испытания (рисунок 8).

При испытании на изгиб **до параллельности сторон** образец сначала изгибают, как показано на рисунке 8, а затем помещают между двумя параллельными **плоскостями** пресса (рисунок 6) и **при постоянно возрастающем усилии** сгибают **до получения параллельности сторон образца**. Испытание может выполняться как с прокладкой, так и без нее. Толщина прокладки должна быть равна диаметру оправки.

7.4 При испытании на изгиб до соприкосновения сторон образца (рисунок 7), образец для испытания после предварительного изгиба подвергают дальнейшему изгибу между параллельными плоскостями пресса при постоянно возрастающем усилии.

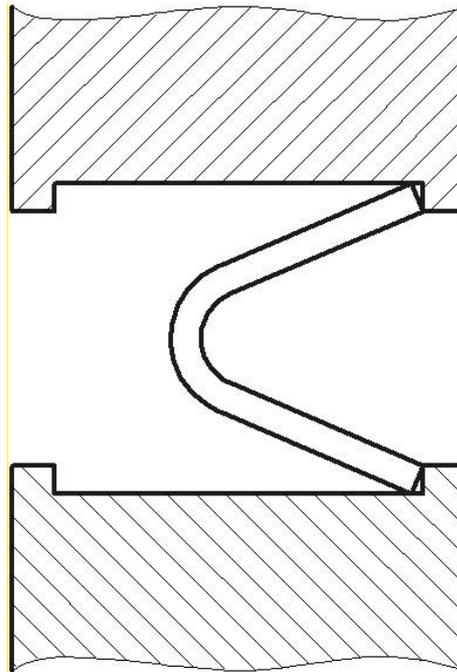


Рисунок 8 – Изгибание опор образца для испытания

Испытание проводят путем плавного непрерывного изгиба образца вокруг желобчатого ролика или оправки заданного радиуса r до определенного угла. Профиль желобка или оправки должен соответствовать наружному диаметру испытуемого образца. При наличии в НД на трубы требований по ограничению величины овальности поперечного сечения трубы в процессе испытания допускается проводить испытания с применением внутренней оправки или наполнителя.

Угол изгиба α образца принимают равным 90° , если в НД на трубы не установлен другой угол.

Радиус изгиба образца в виде отрезка трубы указывают в НД на трубы. При отсутствии таких указаний радиус изгиба труб из сталей с относительным удлинением не менее 21% устанавливают в соответствии с таблицей 1

Таблица 1

в миллиметрах

Соотношение толщины стенки трубы к наружному диаметру трубы, a/D_o	Наружный диаметр трубы, D_o	Радиус изгиба, R_o
0,1 и более	До 50 включ.	$2D_o$
	Св.50	$3D_o$
Менее 0,1	До 60 включ.	$3D_o$

ГОСТ 3728 (ISO 7438:2020)
(проект, первая редакция)

При испытании сварных труб положение сварного шва должно быть указано в НД на трубы. Если это указание отсутствует, сварной шов должен находиться в зоне сжатия и располагаться под углом 45° к плоскости изгиба.

Испытание металла шва и металла зоны термического влияния на изгиб проводят по ГОСТ 6996.

Радиусы оправки для изгиба продольных полос и поперечных образцов в зависимости от толщины стенки трубы должны соответствовать указанным в таблице 2.

Таблица 2

в миллиметрах

Толщина стенки трубы, a_0	Радиус оправки, r	Толщина стенки трубы, a_0	Радиус оправки, r
1,0-1,2	2,5	3,5	7,0
1,4-1,5	3,0	4,0	7,5
1,6	3,5	4,5	8,5
1,8-2,0	4,0	5,0	9,0
2,2	4,5	5,5	9,5
2,5	5,0	6,0	10,5
2,8	5,5	6,5	11,0
3,0	6,0	7,0-7,5	12,0
3,2	6,5	Свыше 7,5	2а

При этом растягивающим усилиям должна подвергаться сторона образца, являющаяся наружной поверхностью трубы. Изгиб поперечных образцов проводят таким образом, чтобы увеличилась начальная кривизна образца.

Образец считается выдержавшим испытание, если после изгиба на нем не будет визуально обнаружено нарушение сплошности металла с металлическим блеском.

Недопустимость гофр должна быть оговорена в НД на трубы.

8 Обработка результатов испытания

8.1 Оценка результатов испытаний осуществляется в соответствии с НД на трубы. Если в НД требования не установлены, то удовлетворительным результатом испытания после изгиба является отсутствие нарушения целостности металла с металлическим блеском, видимое без применения увеличительных приспособлений.

8.2 Угол изгиба всегда считается минимальным. Если указан внутренний радиус изгиба, он считается максимальным.

Примечание – Наличие оксидного слоя на необработанной поверхности со стороны растяжения образца для испытания на изгиб влияет на оценку результатов.

9 Протокол испытания

Результаты испытания должны быть задокументированы на любом носителе информации. Сведения о проведенном испытании должны содержать, как минимум:

- обозначение настоящего стандарта;
- размер и материал трубы;
- **обозначение НД на трубы;**
- тип образца: **отрезок трубы или** полоса (направление оси образца относительно трубы);
- метод испытания;
- результат испытания: **«удовлетворительно» или «неудовлетворительно».**

Приложение А (справочное)

Определение угла изгиба по измерению смещения оправки

Настоящее приложение определяет угол изгиба α образца для испытаний под действием приложенного усилия. Прямое измерение угла затруднено. Поэтому предложен способ расчета данного угла по измерению смещения f оправки. Угол изгиба α образца для испытания под действием усилия можно определить по смещению оправки и значениям, указанным на рис. А.1, согласно Формулам (А.1) - (А.4):

$$\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{P \times c + W \times (f - c)}{P^2 + (f - c)^2}, \quad (\text{А.1})$$

$$\cos \frac{\alpha}{2} = \frac{W \times P + c \times (f - c)}{P^2 + (f - c)^2}, \quad (\text{А.2})$$

где $W = \sqrt{P^2 + (f - c)^2 - c^2}, \quad (\text{А.3})$

$$c = R + \alpha + \frac{D}{2}, \quad (\text{А.4})$$

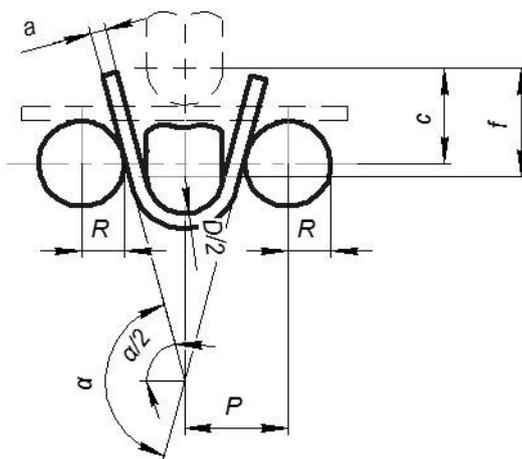


Рисунок А.1 – Значения для расчета угла изгиба α

Приложение ДА
(справочное)

Сравнение структуры настоящего стандарта со структурой
примененного в нем международного стандарта

Т а б л и ц а ДА.1

Структура настоящего стандарта		Структура международного стандарта ISO 7438:2020	
Раздел	Подраздел, пункт, рисунок, таблица	Раздел	Подраздел, пункт, рисунок, таблица
1		1	
2		2	
3		3	
	-	4	Таблица 1
4		5	
5	5.1 Рисунок 1 Рисунок 2 Рисунок 3	6	6.1 Рисунок 1 Рисунок 2 Рисунок 3
	5.2		6.2
	5.3		6.3
	5.4		6.4
	5.5		
	5.6		
6	6.1 Рисунок 4 Рисунок 5	7	7.1
	6.2		-
	6.3		7.4 Рисунок 4
	6.4		7.7
	6.5		7.2
	-		7.3
	-		7.5
	-		7.6
6.6	-		
7	7.1	8	8.1
	7.2 Рисунок 6		8.2 Рисунок 5 Рисунок 6 Рисунок 7
	7.3 Рисунок 7 Рисунок 8		8.3
	7.4 Таблица 1 Таблица 2		8.4
8	8.1	9	9.1
	8.2		9.2
9		10	
Приложение А		Приложение А	

Ключевые слова: металлические трубы, образец, оправка, угол изгиба, испытание на изгиб

Руководитель организации-разработчика

Акционерное общество «Русский научно-исследовательский институт трубной промышленности (АО РусНИТИ)»