
МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)

INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ
СТАНДАРТ

ГОСТ
3728–
202

ТРУБЫ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ
Метод испытания на изгиб (загиб)

(ISO 8491:1998, NEQ)

(ISO 7438:2020, NEQ)

Проект, окончательная 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 РАЗРАБОТАН Акционерным обществом «Русский научно-исследовательский институт трубной промышленности» (АО «РусНИТИ»)

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 В настоящем стандарте учтены основные нормативные положения следующих международных стандартов:

- ISO 7438:2020 «Материалы металлические. Испытание на изгиб» («Metallic materials. Bend test», NEQ);

- ISO 8491:1998 «Материалы металлические. Трубы (отрезки). Испытание на изгиб» («Metallic materials – Tube (in full section) – Bend test», NEQ)

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 «Институт стандартизации», 2023

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

Содержание

1 Область применения.....	
2 Нормативные ссылки.....	
3 Обозначения и сокращения	
4 Сущность метода.....	
5 Оборудование.....	
5.1 Общие положения.....	
5.2 Устройство для испытания отрезков труб.....	
5.3 Устройство с V-образной опорой и оправкой.....	
5.4 Устройство с двумя опорами и оправкой.....	
5.5 Устройство с тисками.....	
5.6 Устройство для изгибания продольных/поперечных полос перед испытанием.....	
5.7 Устройства для испытания продольных/поперечных полос до параллельности сторон (либо непосредственно соприкасающихся друг с другом).....	
6 Отбор и подготовка образцов.....	
7 Проведение испытания.....	
8 Обработка результатов испытания.....	
9 Протокол испытания.....	
Приложение А (справочное)... Определение угла изгиба (загиба), исходя из смещения оправки	

Введение

Настоящий стандарт является неэквивалентным по отношению к международным стандартам ISO 7438:2020 «Материалы металлические. Испытание на изгиб» и ISO 8491:1998 «Материалы металлические. Трубы (отрезки). Испытание на изгиб».

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

В настоящем стандарте по отношению к ГОСТ 3728–78:

- изменено наименование стандарта на «Трубы металлические. Метод испытания на изгиб (загиб)» на основании аналогичного названия метода, применяемого в международной практике, и официальных переводов на русский язык стандартов ISO 7438:2020 и ISO 8491:1998. Учитывая наличие НД, в которых присутствует ссылка на испытание на загиб, в целях подтверждения соответствия указанных методов испытания в скобках оставлено слово «загиб»;

- учтены особенности изложения и оформления неэквивалентных межгосударственных стандартов в соответствии с ГОСТ 1.3;

- предусмотрена возможность испытания образцов в виде продольных /поперечных полос на трубах диаметром более 60 мм;

- дополнены требования и оборудование по испытанию на изгиб (загиб) продольных и поперечных образцов;

- уточнены критерии оценки результатов испытаний;

- требования по документированию дополнены результатами испытаний и сведениями об испытаниях.

ТРУБЫ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ**Метод испытания на изгиб (загиб)**

Metal pipes. Bending test method

Дата введения –

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает метод испытания на изгиб (загиб) сварных и бесшовных металлических труб при комнатной температуре от 10 °С до 35 °С и не применим для испытаний металла сварного шва и зоны термического влияния.

Примечание – Испытание металла шва и зоны термического влияния на изгиб (загиб) проводят по ГОСТ 6996.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие межгосударственные стандарты:

ГОСТ 6996 (ИСО 4136-89, ИСО 5173-81, ИСО 5177-81) Сварные соединения.

Методы определения механических свойств

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

Примечание – 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 плоского (сегментного) образца для испытания, мм;

a_0 – толщина стенки трубы для испытания, мм;

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

D_0 – наружный диаметр трубы, мм;

d – диаметр оправки, мм;

f – смещение оправки, 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;

R – радиус опор, мм;

R_0 – радиус изгиба (загиба) трубы по средней линии, мм;

r – радиус оправки, мм;

α – угол изгиба (загиба), град;

НД – нормативная документация.

4 Сущность метода

Испытание на изгиб (загиб) заключается в пластической деформации образца в виде отрезка трубы полного сечения или образца плоского (сегментного) типа, вырезанного непосредственно поперек или вдоль оси трубы, путем изгиба (загиба) без изменения направления действия силы до достижения заданного угла.

Горизонтальные оси двух опор при изгибе (загибе) образца должны оставаться в плоскости, перпендикулярной к направлению действия силы. В случае изгиба (загиба) на 180° две боковые поверхности образца, в зависимости от требований НД на трубы, могут соприкасаться плоскостями, либо быть на заданном, контролируемом дополнительной вставкой, расстоянии параллельно друг другу.

5 Оборудование

5.1 Общие положения

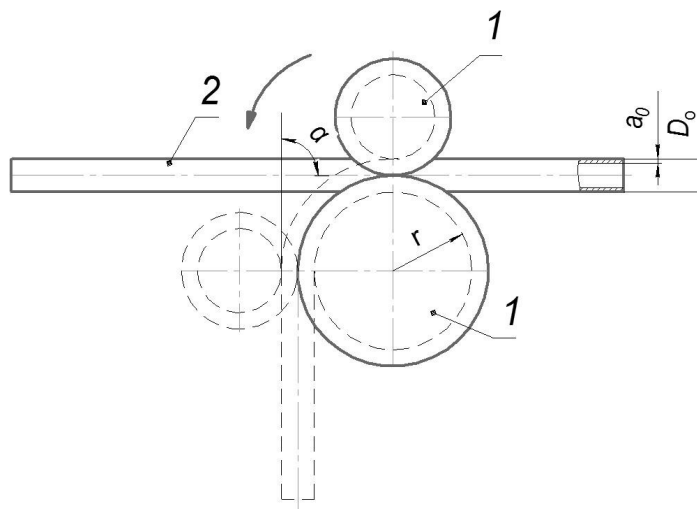
Испытание до достижения заданного угла изгиба (загиба) проводят на испытательных машинах или прессах, оснащенных следующими устройствами:

- а) устройство для испытания отрезков труб – трубогиб (см. рисунок 1);
- б) устройство с V-образной опорой и оправкой для испытания поперечных и продольных полос (см. рисунки 2, 3);
- в) устройство с двумя опорами и оправкой для испытания продольных полос (см. рисунок 4);
- г) устройство с тисками для испытания продольных полос (см. рисунок 5);
- д) устройство для изгибания продольных/поперечных полос перед испытанием (см. рисунок 6);
- е) устройство для испытания продольных/поперечных полос до параллельности сторон (см. рисунок 7);
- ж) устройство для испытания продольных/поперечных полос непосредственно соприкасающиеся друг с другом (см. рисунок 8).

Примечания

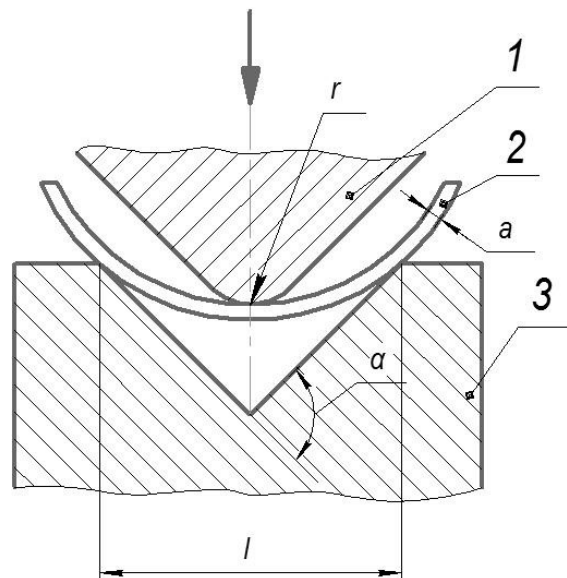
1 Направляющая оправка изгибает образец посередине его длины. Опоры могут быть закреплены или свободно вращаться. При необходимости на опоры и оправку может быть нанесена смазка.

2 Длина опор и ширина оправки должны превышать ширину плоского (сегментного) образца или образца в виде отрезка трубы полного сечения так, чтобы область изгиба подвергалась нагрузке по всей ширине поперечного сечения образца. Диаметр оправки определяется НД на трубы.



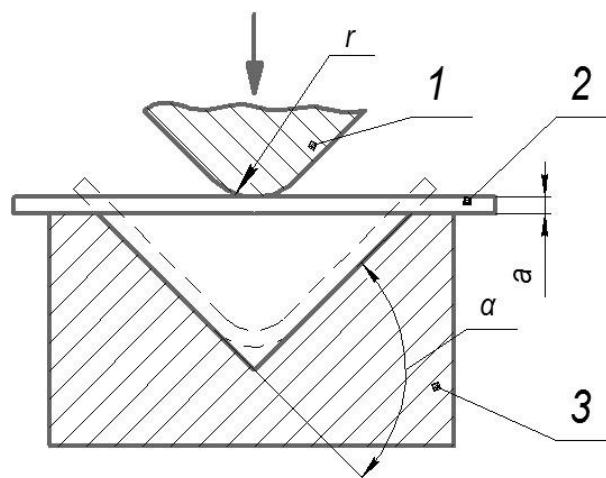
1 – оправка; 2 – образец в виде отрезка трубы полного сечения

Рисунок 1 – Устройство для испытания отрезков труб



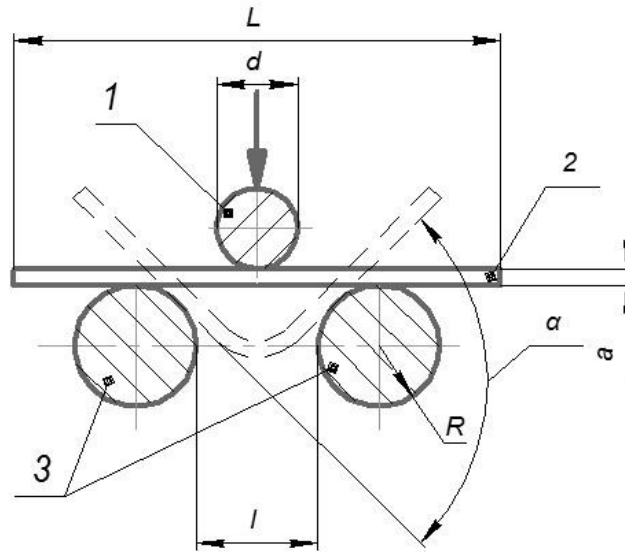
1 – оправка; 2 – поперечный образец; 3 – опора

Рисунок 2 – Устройство с V-образной опорой и оправкой для испытания поперечных полос



1 – оправка; 2 – продольный образец; 3 – опора

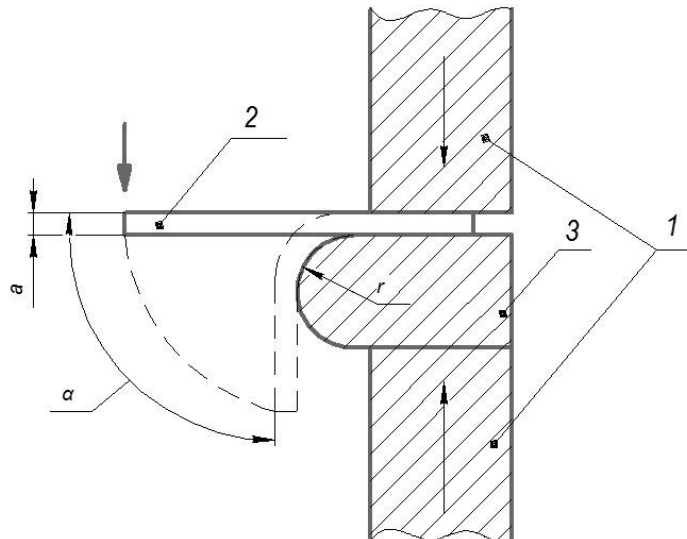
Рисунок 3 – Устройство с V-образной опорой и оправкой для испытания продольных полос



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

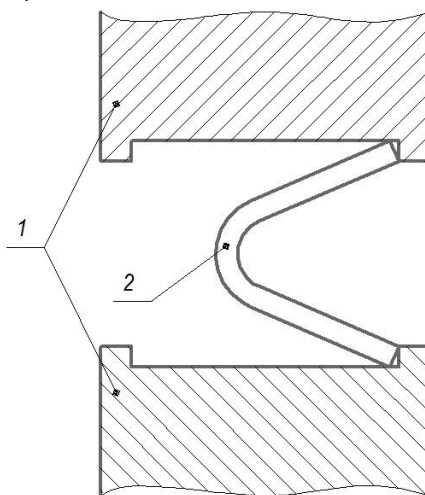
П р и м е ч а н и е – Радиус опор должен быть не менее толщины образца.

Рисунок 4 – Устройство с двумя опорами и оправкой для испытания продольных полос



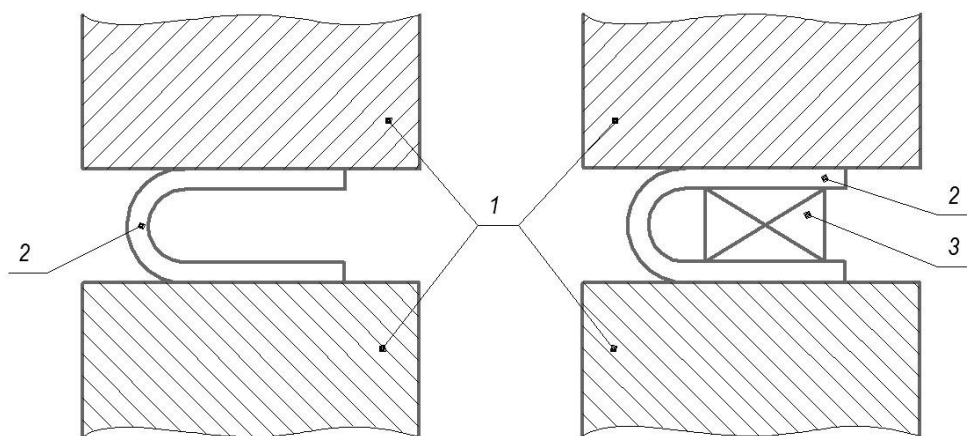
1 – тиски; 2 – продольный образец; 3 – оправка

Рисунок 5 – Устройство с тисками для испытания продольных полос



1 – тиски; 2 – продольный/поперечный образец

Рисунок 6 – Устройство для изгибания продольных/поперечных полос перед испытанием

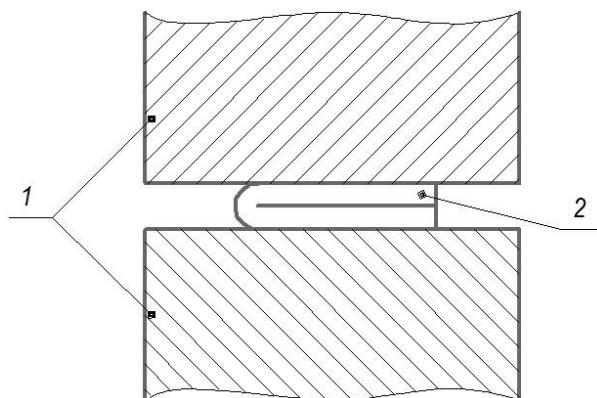


а) без вставки

б) со вставкой

1 – тиски; 2 – продольный/поперечный образец; 3 – вставка

Рисунок 7 – Устройство для испытания продольных/поперечных полос до параллельности сторон



1 – тиски; 2 – продольный/поперечный образец

Рисунок 8 – Устройство для испытания продольных/поперечных полос до достижения непосредственного контакта концов полосы друг с другом

Рабочие поверхности оправки и опор устройства, зажимного приспособления, а также устройства с V-образной опорой должны обладать достаточной твердостью. Если после испытания наблюдается видимое смятие, сплющивание или другая остаточная деформация компонентов устройства, результаты испытания следует считать недействительными.

5.2 Устройство для испытания отрезков труб

Устройство состоит из желобчатой оправки заданного радиуса r с соответствующим профилем желобка.

5.3 Устройство с V-образной опорой и оправкой

Наклонные поверхности V-образной выемки должны образовывать угол (α) 180° .

Кромки V-образной опоры, контактирующие с образцом, должны быть скруглены радиусом, составляющим от 1 до 10 толщин образца.

5.4 Устройство с двумя опорами и оправкой

Если не указано иное, расстояние между опорами l , мм (см. рисунок 4), определяют по формуле:

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

Расстояние между опорами не должно меняться в течение всего испытания.

П р и м е ч а н и е – Если расстояние l между опорами будет меньше или равно $D_0 + 2a$, это может привести к заклиниванию и растяжению образца во время испытания.

5.5 Устройство с тисками

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

5.6 Устройство для изгиба продольных/поперечных полос перед испытанием

Устройство состоит из тисков, отстоящих друг от друга на заданном расстоянии при действии усилия, и служит для предварительного изгиба (загиба) полос путем сжатия концов образца.

5.7 Устройства для испытания продольных/поперечных полос до параллельности сторон (либо непосредственно соприкасающихся друг с другом)

Устройства состоят из тисков, отстоящих друг от друга на заданном расстоянии при действии усилия.

6 Отбор и подготовка образцов

6.1 Требования к отбору проб и подготовке образцов для испытания на изгиб (загиб) труб приведены в ГОСТ 30432.

Для испытания на изгиб (загиб) труб наружным диаметром до 60 мм включительно отбирают образцы в виде отрезка трубы полного сечения (см. рисунок 1), труб наружным диаметром свыше 60 мм – в виде продольных и поперечных полос.

Образцы в виде продольных и поперечных полос от сварных труб вырезают за пределами зоны термического влияния сварного шва.

Перед испытанием поперечные образцы не допускается выправлять. Их форма в поперечном сечении определяется естественной кривизной трубы. При этом форма поперечного сечения образца должна быть постоянной по всей длине.

6.2 Длина образца для испытания в виде полос зависит от толщины полосы и используемого испытательного оборудования. Длина образца должна быть достаточной, чтобы позволить произвести изгиб (загиб) на определенный угол без приложения внешних сдерживающих сил.

Длина отрезка трубы полного сечения должна быть достаточной для проведения испытания.

Для испытания продольных полос с помощью устройства с двумя опорами и оправкой (см. рисунок 4), ориентировочную длину образца L , мм, определяют по формуле

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

где K – величина, равная 100 – 150 мм.

Ширина 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 $2a$.

Толщина продольных и поперечных образцов для испытаний на изгиб должна быть равна толщине стенки испытываемой трубы.

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

6.3 Кромки полос для испытаний должны быть скруглены.

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, может считаться приемлемым при условии получения удовлетворительного результата.

6.4 Допускается для испытания использовать один трубный отрезок для труб диаметром до 60 мм включительно и одну продольную полосу для труб диаметром свыше 60 мм, если в НД не указано иное.

6.5 Образцы, подготовленные для испытаний, должны быть замаркированы. Маркировка производится вне зоны деформации.

7 Проведение испытания

7.1 Испытания проводят на испытательных машинах, оснащенных устройствами (см. рисунки 1 – 8):

- до заданного угла изгиба (загиба) (см. рисунки 1 – 6);
- до достижения параллельности концов полосы друг другу на определенном расстоянии (см. рисунок 7);
- до достижения непосредственного контакта концов полосы друг с другом (см. рисунок 8).

7.2 Угол изгиба (загиба) α (см. рисунки 1-5) допускается измерять после снятия усилия. В случае, если в НД на трубы содержится требование о прямом измерении угла загиба (изгиба), т.е. под действием приложенного усилия, угол изгиба (загиба) можно рассчитать, измерив смещение оправки, как указано в приложении А.

7.3 При испытании способами, показанными на рисунках 3, 4 или 5, усилие изгиба (загиба) следует прилагать медленно, чтобы обеспечить свободную пластическую деформацию металла.

Рекомендуемая скорость движения испытательного устройства $(1,0 \pm 0,2)$ мм/с.

7.4 Испытание отрезка трубы проводят путем медленного изгиба (загиба) вокруг желобчатой оправки заданного радиуса r до определенного угла α (см. рисунок 1). Профиль желобка оправки должен соответствовать наружному диаметру испытуемого отрезка трубы.

Угол изгиба (загиба) α отрезка трубы принимают равным 90° , если в НД на трубы не установлен другой угол.

Радиус изгиба (загиба) R_0 отрезка трубы указывают в НД на трубы. При отсутствии таких указаний радиус изгиба (загиба) труб из сталей с относительным удлинением 21 % и более устанавливают в соответствии с таблицей 1, менее 21 % – по согласованию между изготовителем и заказчиком труб.

ГОСТ 3728–202

(проект, окончательная редакция)

Т а б л и ц а 1

Размеры в миллиметрах

Отношение толщины стенки трубы к наружному диаметру трубы a_0/D_0	Наружный диаметр трубы D_0	Радиус изгиба (загиба) R_0
0,1 и более	До 50 включ.	$2D_0$
	Св.50	$3D_0$
Менее 0,1	До 60 включ.	$3D_0$

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 (загиба).

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

Недопустимость гофр должна быть оговорена в НД на трубы.

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.

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

Т а б л и ц а 2

В миллиметрах

Толщина стенки трубы a_0	Радиус оправки r	Толщина стенки трубы a_0	Радиус оправки r
От 1,0 до 1,2 включ.	2,5	Св. 3,2 до 3,5 включ.	7,0
Св. 1,2 до 1,5 включ.	3,0	Св. 3,5 до 4,0 включ.	7,5
Св. 1,5 до 1,6 включ.	3,5	Св. 4,0 до 4,5 включ.	8,5
Св. 1,6 до 2,0 включ.	4,0	Св. 4,5 до 5,0 включ.	9,0
Св. 2,0 до 2,2 включ.	4,5	Св. 5,0 до 5,5 включ.	9,5
Св. 2,2 до 2,5 включ.	5,0	Св. 5,5 до 6,0 включ.	10,5
Св. 2,5 до 2,8 включ.	5,5	Св. 6,0 до 6,5 включ.	11,0
Св. 2,8 до 3,0 включ.	6,0	Св. 6,5 до 7,5 включ.	12,0
Св. 3,0 до 3,2 включ.	6,5	Св. 7,5	$2a^*$
* Для образцов уменьшенной толщины (см. 6.2).			

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

7.6 При испытании на изгиб (загиб) до параллельности сторон образец предварительно изгибают с помощью оснастки, как показано на рисунках 3, 4, 5, 6, а затем помещают между двумя параллельными плоскостями пресса (см. рисунок 7) и при

постоянно возрастающем усилии сгибают до получения параллельности сторон образца. Испытание может выполняться как со вставкой, так и без нее. Толщина вставки должна быть равна диаметру оправки.

7.7 При испытании на изгиб (загиб) до соприкосновения сторон образца (см. рисунок 8), образец для испытания после предварительного изгиба (загиба) подвергают дальнейшему изгибу (загибу) между параллельными плоскостями пресса при постоянно возрастающем усилии.

8 Обработка результатов испытания

8.1 Оценка результатов испытаний полосы и отрезка трубы осуществляется в соответствии с НД на трубы. Если в НД требования не установлены, то удовлетворительным результатом испытания является отсутствие нарушения целостности металла, видимое без применения увеличительных приспособлений при достижении требуемого угла изгиба (загиба).

Удовлетворительным результатом испытания отрезка трубы является отсутствие нарушения целостности металла на наружной поверхности трубы.

В отдельных случаях, например, из-за некачественной подготовки кромок на образце после его испытания на изгиб (загиб) возможно наличие трещин, начинающихся на кромках и переходящих в растянутую зону образца. Требования к оценке результатов испытания с учетом наличия таких кромочных трещин должны содержаться в НД на трубы и могут не являться основанием для отбраковки изделия при определенной длине трещин.

8.2 После испытания на изгиб (загиб) поверхность образца осматривается на предмет наличия трещин и других раскрывшихся дефектов в его растянутой области. Торцевые трещины, начинающиеся от кромок образца и не заходящие в эту растянутую область, не учитываются при интерпретации результатов.

8.3 Угол загиба (изгиба), указанный в НД на трубы, всегда считается минимальным. Если задан внутренний радиус изгиба (загиба), то он считается максимальным.

Примечание – Наличие оксидного слоя на необработанной поверхности со стороны растяжения образца для испытания на изгиб (загиб) влияет на оценку результатов. Это влияние должно быть отражено в НД на трубы.

9 Протокол испытания

Результаты испытания и исходные данные должны быть задокументированы на любом носителе информации, в любой форме. Сведения о проведенном испытании должны содержать, как минимум:

- обозначение настоящего стандарта;
- размер и материал трубы (при наличии);
- обозначение НД на трубы;
- тип образца: отрезок трубы, полоса (поперечная или продольная);
- размеры образца – для отрезка трубы: наружный диаметр, толщина стенки, длина отрезка; для полосы – длина, ширина, толщина;
- фактический угол изгиба (загиба);
- результат испытания: «удовлетворительно» / «неудовлетворительно».

Приложение А (справочное)

Определение угла изгиба (загиба), исходя из смещения оправки

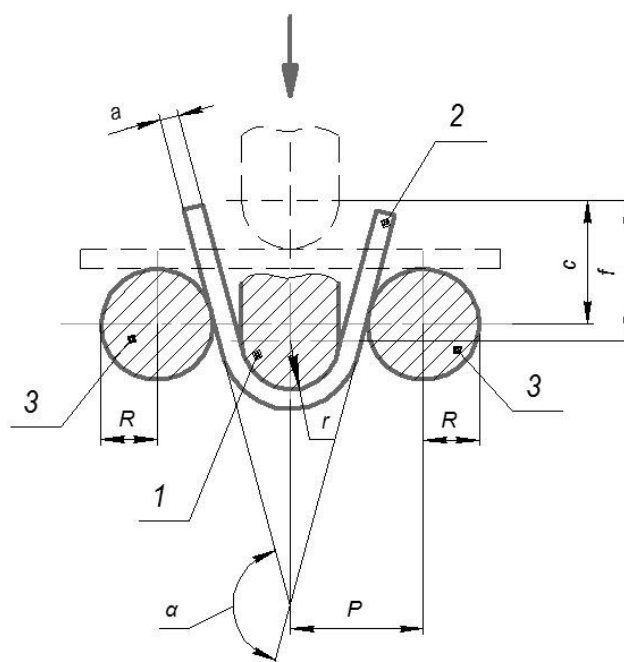
Настоящее приложение определяет угол изгиба (загиба) α образца для испытаний под действием приложенного усилия. Прямое измерение угла затруднено. Поэтому предложен способ расчета данного угла по измерению смещения оправки f . Угол изгиба (загиба) α образца для испытания под действием усилия можно определить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

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

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

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

$$c = R + a + \frac{D_0}{2}. \quad (\text{А.4})$$



1 – оправка; 2 – образец; 3 – опоры

Рисунок А.1 – Параметры для расчета угла изгиба (загиба) α

ГОСТ 3728–202

(проект, окончательная редакция)

УДК 62-462:620.177:006.354

ОКС 77.040.10

Ключевые слова: металлические трубы, образец, оправка, угол изгиба (загиба), испытание на изгиб (загиб)
