ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

СТБ EN 13480-8-2009

ТРУБОПРОВОДЫ ПРОМЫШЛЕННЫЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ. ЧАСТЬ 8.

Дополнительные требования к трубам из алюминия и алюминиевого сплава

ТРУБАПРАВОДЫ ПРАМЫСЛОВЫЯ МЕТАЛІЧНЫЯ. ЧАСТКА 8.

Дадатковыя патрабаванні да труб з алюмінію і алюмініевага сплаву

(EN 13480-8:2007, IDT)

Госстандарт
Минск

gost.e-ecolog.ru

УДК 621.643.07(083.74) МКС 23.040.01 КП 03 IDT

Ключевые слова: трубопроводы металлические, промышленные, требования к трубам из алюминия и алюминиевого сплава

Предисловие

Цели, основные принципы, положения по государственному регулированию и управлению в области технического нормирования и стандартизации установлены Законом Республики Беларусь «О техническом нормировании и стандартизации».

1 ПОДГОТОВЛЕН ПО УСКОРЕННОЙ ПРОЦЕДУРЕ научно-проектно-производственным республиканским унитарным предприятием «Стройтехнорм» (РУП «Стройтехнорм»).

ВНЕСЕН Министерством архитектуры и строительства Республики Беларусь

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ постановлением Госстандарта Республики Беларусь от 2009 г. №

В Национальном комплексе технических нормативных правовых актов в области архитектуры и строительства стандарт входит в блок 3.05 «Магистральные и промысловые трубопроводы»

3 Настоящий стандарт идентичен европейскому стандарту EN 13480-8:2007 Metallic industrial piping - Part 8: Additional requirements for aluminium and aluminium alloy piping (Трубопроводы промышленные металлические. Часть 8. Дополнительные требования к трубам из алюминия и алюминиевого сплава)

Европейский стандарт разработан техническим комитетом по стандартизации CEN/TC 267 «Промышленные системы трубопроводов и нефтепроводов» и реализует существенные требования безопасности Директивы ЕС 89/106, приведенные в приложении Z.A к стандарту (гармонизированный с Директивой стандарт).

Перевод с английского языка (en).

Официальные экземпляры европейского стандарта, на основе которого подготовлен настоящий государственный стандарт, и европейских стандартов, на которые даны ссылки, имеются в Национальном фонде ТНПА.

Степень соответствия – идентичная (IDT)

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Настоящий стандарт не может быть воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Госстандарта Республики Беларусь

Издан на русском языке

Введение

Настоящий стандарт содержит текст европейского стандарта EN 13480-8:2007 на языке оригинала и его перевод на русский язык (справочное приложение Д.А).

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ТРУБОПРОВОДЫ ПРОМЫШЛЕННЫЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ. ЧАСТЬ 8. Дополнительные требования к трубам из алюминия и алюминиевого сплава

ТРУБАПРАВОДЫ ПРАМЫСЛОВЫЯ МЕТАЛІЧНЫЯ. ЧАСТКА 8. Дадатковыя патрабаванні да труб з алюмінію і алюмініевага сплаву

Metallic industrial piping - Part 8:
Additional requirements for aluminium and aluminium alloy piping

Дата введения 2010-01-01

1 Scope

This Part of this European Standard specifies requirements for industrial piping systems made of aluminium and aluminium alloys in addition to the general requirements for industrial piping according to the series of standards EN 13480 and CEN/TR 13480-7.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

EN 485-3, *Aluminium and aluminium alloys — Sheet, strip and plate — Part 3: Tolerances on dimensions and form for hot-rolled products*

EN 485-4, *Aluminium and aluminium alloys - Sheet, strip and plate - Part 4: Tolerances on shape and dimensions for cold-rolled products*

EN 571-1:1997, *Non-destructive testing — Penetrant testing – Part 1: General principles*

EN 573-3:2003, *Aluminium and aluminium alloys — Chemical composition and form of wrought products — Part 3: Chemical composition*

EN 583 (all parts), *Non-destructive testing - Ultrasonic examination*

EN 895:1995, *Destructive tests on welds in metallic materials — Transverse tensile test*

EN 910:1996, *Destructive tests on welds in metallic materials — Bend tests*

EN 970:1997, *Non-destructive examination of fusion welds — Visual examination*

EN 1289:1998, *Non-destructive examination of welds - Penetrant testing of welds - Acceptance levels*

EN 1321:1996, *Destructive tests on welds in metallic materials - Macroscopic and microscopic examination of welds*

EN 1435:1997, *Non-destructive examination of welds - Radiographic examination of welded joints*

EN 1712:1997, *Non-destructive examination of welds - Ultrasonic examination of welded joints - Acceptance levels*

EN 1714:1997, *Non-destructive examination of welds - Ultrasonic examination of welded joints*

EN 1779, *Non-destructive testing - Leak testing - Criteria for method and technique selection*

EN 10002 (all parts), *Metallic materials - Tensile testing*

EN 10045-1, *Metallic materials - Charpy impact test - Part 1: Test method*

EN 10204, *Metallic products - Types of inspection documents*

EN 10246 (all parts), *Non-destructive testing of steel tubes*

EN 12392:2000, *Aluminium and aluminium alloys — Wrought products — Special requirements for products intended for the production of pressure equipment*

EN 13445-4:2002, *Unfired pressure vessels — Part 4: Fabrication*

EN 13445-8, *Unfired pressure vessels — Part 8: Additional requirements for pressure vessels of aluminium and aluminium alloys*

EN 13480-1:2002, *Metallic industrial piping — Part 1: General*

EN 13480-2:2002, *Metallic industrial piping — Part 2: Materials*

EN 13480-3:2002, *Metallic industrial piping — Part 3: Design and calculation*

EN 13480-4:2002, *Metallic industrial piping — Part 4: Fabrication and installation*

EN 13480-5:2002, *Metallic industrial piping — Part 5: Inspection and testing*

CEN/TR 13480-7, *Metallic industrial piping — Part 7: Guidance on the use of conformity assessment procedures*

EN ISO 3834-2:2005, *Quality requirements for fusion welding of metallic materials - Part 2: Comprehensive quality requirements (ISO 3834-2:2005)*

EN ISO 3834-3:2005, *Quality requirements for fusion welding of metallic materials - Part 3: Standard quality requirements (ISO 3834-3:2005)*

EN ISO 4063:2000, *Welding and allied processes — Nomenclature of processes and reference numbers (ISO 4063:1998)*

EN ISO 7438, *Metallic materials - Bend test (ISO 7438:2005)*

EN ISO 9606-2, *Qualification test of welders — Fusion welding — Part 2: Aluminium and aluminium alloys (ISO 9606-2:2004)*

EN ISO 10042:2005, *Welding - Arc-welded joints in aluminium and its alloys - Quality levels for imperfections (ISO 10042:2005)*

CEN ISO/TR 15608:2005, *Welding - Guidelines for a metallic materials grouping system (ISO/TR 15608:2005)*

EN ISO 15614-2:2005, *Specification and qualification of welding procedures for metallic materials - Welding procedure test - Part 2: Arc welding of aluminium and its alloys (ISO 15614-2:2005)*

3 Terms, definitions, symbols and units

For the purposes of this document, the terms, definitions, symbols and units of EN 13480:2002 Parts 1 to 5 apply.

4 General requirements

The general requirements of EN 13480-1 shall apply.

5 Materials

5.1 General

The requirements of EN 13480-2 shall apply with the following additions/exclusions:

5.2 Material grouping system

Annex A of EN 13480-2:2002 is not applicable for aluminium and aluminium alloys. The allowable materials for industrial piping of aluminium and aluminium alloys shall be according to Table 5.2–1.

Any product form available in EN 12392:2000 for a material in this table at an acceptable temper is acceptable for construction to this European Standard. Other materials not defined here may be used by agreement by the parties concerned (see 4.3 of EN 13480-2:2002) if they meet the requirements of 5.2 and 5.3 of this standard and a Particular Material Appraisal is produced (see EN 764-4).

Table 5.2-1 — Grouping system based on CEN ISO/TR 15608:2005 and allowable materials of construction based on EN 12392:2000 using the EN AW numbers according to EN 573-3

Group	Sub group	Type of aluminium and aluminium alloys	Designation		
			EN AW number	Chemical symbol	Temper
21		Pure aluminium with ≤ 1 % impurities or alloy content	EN AW – 1050A	EN AW–Al 99,5	O, H111, H112
			EN AW – 1070A	EN AW–Al 99,7	O, H111, H112
			EN AW – 1080A	EN AW–Al 99,8(A)	O, H111, H112
22	Non heat treatable alloys				
	22.1	Aluminium-manganese alloys	EN AW – 3003	EN AW–Al Mn1Cu	O, H111, H112
			EN AW – 3103	EN AW–Al Mn1	O, H111, H112
			EN AW – 3105	EN AW–Al Mn0,5Mg0,5	O, H111
	22.2	Aluminium-magnesium alloys with Mg ≤ 1,5 %	EN AW – 5005	EN AW–Al Mg1(B)	O, H111, H112
			EN AW – 5005A	EN AW–Al Mg1(C)	O, H111, H112
			EN AW – 5050	EN AW–Al Mg1,5 (C)	O, H111
	22.3	Aluminium-magnesium alloys with 1,5 % < Mg ≤ 3,5 %	EN AW – 5049	EN AW–Al Mg2Mn0,8	O, H111, H112
			EN AW – 5052	EN AW–Al Mg2,5	O, H111, H112
			EN AW – 5154A	EN AW–Al Mg3,5(A)	O, H111, H112
			EN AW – 5251	EN AW–Al Mg2	O, H111, H112
			EN AW – 5454	EN AW–Al Mg3Mn(A)	O, H111, H112
			EN AW – 5754	EN AW–Al Mg3	O, H111, H112
	22.4	Aluminium-magnesium alloys with Mg > 3,5 %	EN AW – 5083	EN AW–Al Mg4,5Mn0,7	O, H111, H112
			EN AW – 5086	EN AW–Al Mg4	O, H111
23	Heat treatable alloys				
	23.1	Aluminium-magnesium-silicon alloys	EN AW 6060	EN AW–Al MgSi	T4[a]
			EN AW 6061	EN AW–Al Mg1SiCu	T4[b], T6[c]

[a] for seamless pipes and profiles only

[b] for seamless pipes and flanges only

[c] for flanges only

5.3 Elongation after fracture

Aluminium and aluminium alloys used for parts of industrial piping that are subjected to cold forming shall have a specified minimum elongation after fracture measured on a gauge length

$$L_o = 5{,}65\sqrt{S_o}$$

that is ≥ 14 % in the longitudinal or transverse direction as defined by the material specification.

Aluminium and aluminium alloys used for parts of industrial piping that are not subjected to cold forming (e.g. straight flanges and nozzles) shall have a specified minimum elongation after fracture measured on a gauge length

$$L_o = 5{,}65\sqrt{S_o}$$

that is ≥ 10 % in the longitudinal or transverse direction as defined by the material specification.

5.4 Chemical composition

The chemical composition shall be in accordance with the material specification. All materials shall have a maximum lead content of 150 µg/g.

NOTE 5.1.3 of EN 12392:2000 recommends a maximum hydrogen level of 0,2 ml per 100 g aluminium, measured in the liquid metal during casting for parts to be welded.

5.5 Lamellar tearing

Specific requirements to avoid lamellar tearing for industrial piping of aluminium and aluminium alloys are not applicable.

NOTE Specific requirements apply to steel (see EN 1011-2) whereas in EN 1011-4 no requirement is given because lamellar tearing is not a recognized phenomenon.

5.6 Design temperature and properties

NOTE See also 4.2.2 of EN 13480-2:2002.

The 2nd paragraph of 4.2.2.1 of EN 13480-2:2002 is not applicable for aluminium and aluminium alloys.

The maximum design temperature shall not exceed that defined in Table 1 of EN 12392:2000 as the maximum working temperature. For material of group 22.4 the maximum design temperature is 75 °C (200 °C for non-corrosive service).

The mechanical properties used for design shall be taken from the tabulated values in EN 12392 at room temperature for $R_{m/20}$ / $R_{c/20}$ and at the highest design temperature for $R_{c/t}$.

For welded parts and heat treated parts after forming only the values equivalent to the O temper shall be used for design when 6 000 series flanges, etc. are welded. These values are not quoted in EN 12392 and so the tabulated values for f shown in Table 6.2-2 shall be used for design. The weld area shall be based on the O temper but the flange strength away from the weld (2t) may be based on the actual temper (T4 or T6).

For aluminium and aluminium alloys values of 0,2 % proof stress (or 1 % proof stress for material group 21-1 000 series aluminium) for temperatures above 20 °C shall be established by linear interpolation between two adjacent values in EN 12392 except that for alloys 5083 and 5086 the respective value at 50 °C may be used for 65 °C.

For material of group 22.4: For short periods, higher temperatures are permitted (e.g. when defrosting refrigerating plant) up to 150 °C are permissible provided that the pressure is reduced to half the working pressure for a period up to 8 h and to atmospheric pressure for a period up to 24 h.

5.7 Prevention of brittle fracture

Annex B of EN 13480-2:2002 is not applicable. All materials of Table 5.2-1 are suitable for any minimum metal temperature without impact testing.

NOTE See also EN 1252-1 and 8.4 of EN 12392:2000.

5.8 Specific requirements for fasteners made of aluminium and aluminium alloys

Threads of bolts and studs shall be rolled. Regarding prevention of brittle fracture for materials of fasteners 5.6 of this standard applies.

NOTE 1 Other manufacturing techniques may be agreed by the parties involved. In this case, special considerations regarding the application and testing requirements may be necessary. Such requirements are not addressed by this standard.

NOTE 2 Materials other than aluminium and aluminium alloys may be used for bolting for piping constructions according to this European Standard. The designer should give special consideration to these different bolting materials.

5.9 Lined piping

Specific requirements for lined piping are not applicable for aluminium and aluminium alloys.

5.10 Clad products

Specific requirements for clad products are not applicable for aluminium and aluminium alloys.

5.11 Technical delivery conditions for welding consumables

The requirements of 4.3.5 of EN 13480-2:2002 shall apply.

6 Design

6.1 General

The requirements of EN 13480-3 shall apply with the following additions/exclusions.

6.2 Time-independent nominal design stress

The design stresses for aluminium and aluminium alloys materials shall be in accordance with the Table 6.2-1.

Table 6.2-1 — Design stresses for aluminium and aluminium alloy material

Group according to Table 5.2-1	Design stresses at design condition	Design stresses at test condition
21	$f = [R_{p1,0,t} / 1.5]$	$f_{test} = [R_{p1,0,20} / 1.05]$
22	f = min ($[R_{p0,2,t} / 1.5]$ or $[R_{m,20} / 2.4]$)	$f_{test} = [R_{p0,2,20} / 1.05]$
23	f = min ($[R_{p0,2,t} / 1.5]$ or $[R_{m,20} / 3]$)	$f_{test} = [R_{p0,2,20} / 1.05]$

Table 6.2-2 — Allowable design strength values for 6 000 series aluminium alloys in the welded condition (see 5.6)

Material designation to EN 12392	Value of f for design temperature (°C) not exceeding					
	50	75	100	125 [a]	150	175 [a]
EN AW 6060	40	40	40	38	-	-
EN AW 6061	55	55	55	54	51	43

[a] For maximum design temperature see 5.6. Values for 125 °C (EN AW 6060) and 175 °C (EN AW 6061) shall be used for interpolation only.

NOTE Data are derived from EN 13445-8.

6.3 Straight pipes

In general, straight pipes shall be designed in accordance with 6.1 of EN 13480-3:2002.

For $D_0/D_i > 1,2$ Equation 6.3-1 may be used. In this case pipes shall be seamless or tested in accordance with 8.4.3 and 8.6 of this European Standard for z = 1,0 and the maximum allowable pressure p_a shall be determined as follows:

$$p_a = \left[\frac{2}{\sqrt{3}} \times R_{p0,2,t} \times \ln\left(\frac{D_0}{D_i}\right)\right] \times \frac{1}{1,5} \qquad (6.3\text{-}1)$$

For material group 21 $R_{p1,0,t}$ shall be used instead of $R_{p0,2,t}$.

6.4 Pipe bends and elbows

The standard method for calculation of bends and elbows for aluminium and aluminium alloys shall be the method described in B.4.1.3 of EN 13480-3:2002, Annex B.

NOTE 1 This clause should not be understood as to prohibit the other methods given in EN 13480-3, but to reflect the actual situation at the bend manufacturers.

NOTE 2 Also see 6.2.3 and Annex B, Equation B4.1-11 of EN 13480-3:2002.

6.5 Mitre bends

6.3 of EN 13480-3:2002 may be used for the design of mitre bends for aluminium and aluminium alloys.

Alternatively the method described in Equations 6.5-1 to 6.5-4 may also be used for multiple mitre bends for aluminium and aluminium alloys according to Figure 6.5-1 with a maximum angle Θ of 22,5°. The pressure limit given in EN 13480-3:2002, 6.3.1 is not applicable for this method.

NOTE 1 Current experiences are available up to pressures of 63 bar for time independent design stresses, however this does not prohibit the calculation of mitre bends to the given equation for use of higher pressures, but shows the reference pressure for which mitre bends made of aluminium and aluminium alloys and designed to the rules are in safe operation.

NOTE 2 Source: FDBR Guideline, Design of power piping, July 1995

The following symbols apply for the alternative method in addition to those mentioned in Clause 3.

Table 6.5.1 — Special symbols for subclause 6.5

Symbol	Description	Unit
σ_v	equivalent stress intensity	N/mm^2 (MPa)
pa[a]	Maximum allowable pressure	N/mm^2 (MPa)
d_{iv}	design inside diameter	mm

[a] See footnote [a] in Table 3.2-1 of EN 13480-3:2002.

$$\sigma_v = pa \cdot \left(\frac{B_i \cdot d_{iv}}{2 \cdot e \cdot z} + 0{,}5 \right) \leq f \qquad (6.5\text{-}1)$$

shall be met with regard to internal pressure loading, where with the smaller value of

$$r_1 = \left(\frac{d_{iv} + e}{2} \right) + \frac{0{,}8 \cdot \sqrt{(d_{iv} + e) \cdot e}}{\tan \Theta} \qquad (6.5\text{-}2)$$

$$r_2 = \frac{b}{2 \cdot \tan \Theta} \qquad (6.5\text{-}3)$$

the value B_i is found as follows

$$B_i = \frac{r - 0{,}25 \cdot d_{iv}}{r - 0{,}5 \cdot (d_{iv} + e)} \qquad (6.5\text{-}4)$$

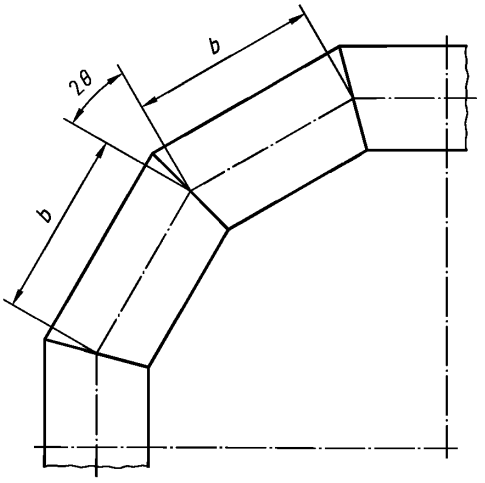


Figure 6.5-1 — Mitre bend

6.6 Socket welds

Socket welds may only be used for pipes DN 50 and below.

6.7 Designing with transition joints

6.7.1 Design considerations

The use of transition joints shall be considered during design analysis. Transition joints should be treated as elements within the piping and the designer should consider all the loadings likely to arise under the design conditions.

6.7.2 Location of transition joints

A transition joint shall be positioned so that it does not undergo undue loading effects such as tensile and shear forces or bending and torsional moments. Where appropriate, the transition joint fabricator shall provide allowable loads or criteria for assessing pressure and combined external loads.

In general, positioning transition joints directly against piping elbows shall as far as possible be avoided.

6.7.3 Requirements for transition joints

Transition joints shall meet the requirements of Annex B.

7 Fabrication and installation

7.1 General

The requirements of EN 13480-4 shall apply with the following additions/exclusions.

NOTE Reference to EN 14717 may be useful to avoid and reduce the possible environmental impacts of aluminium and aluminium alloy piping.

7.2 Material grouping

Aluminium and aluminium alloy materials and their grouping shall be in accordance with Table 5.2-1 of this European Standard.

7.3 Tolerances

7.3.1 Welded pipes and connection dimensions of pipe fittings

Table 7.3.-1 applies for welded pipes fabricated in accordance with this European Standard. Connection dimensions of pipe fittings (e.g. elbows, tees, reducers) shall comply with Table 7.3-1. Greater values may be acceptable provided they are verified by design calculation.

NOTE 1 For pipe/fitting to flange connection, see Table 9 of EN 1092-4:2002.

NOTE 2 Other tolerances may be applied, if specified by the designer (see 3.1.6 of EN 13480-1:2002).

NOTE 3 For tolerances of material fabricated to other European Standards, see applicable European Standard (e.g. Clause 7 of EN 12392:2000, 5.9 of EN 1092-4:2002).

Table 7.3-1 — Tolerances for welded pipes

Type of tolerance	Tolerance	Reference
Mean external diameter	± 1,5 %	
Out of roundness	maximum 1,5 % for the ratio e/D < 0,01 maximum 1,0 % for the ratio e/D ≥ 0,01	EN 13480-4:2002, Equation 7.4.1-1
Wall thickness	As for sheet, strip or plate	EN 485-3; EN 485-4

Out of roundness shall be calculated in accordance with Equation 7.4.1-1 of EN 13480-4:2002.

The determination of the out of roundness need not consider the elastic deformation due to dead-weight of the pipe.

7.3.2 Welded piping construction

5.6 of EN 13480-4:2002 is not applicable for piping in aluminium and aluminium alloys. Guidance for the tolerances of piping spools made of aluminium and aluminium alloys is given in Annex A.

7.4 of EN 13480-4:2002 is applicable for aluminium and aluminium alloys, except 7.4.4 concerning induction forming.

The requirements according to 9.9 of EN 13480-4:2002 shall apply with the following modification for aluminium and aluminium alloys: Replace the reference to EN 25817 with EN ISO 10042.

7.4 Cutting and bevelling

In addition to the requirements of 6.1 of EN 13480-4:2002 the following shall apply for industrial piping of aluminium and aluminium alloys:

Aluminium and its alloys shall be cut to size and shape preferably by machining or by thermal cutting process, e.g. plasma arc cutting, or by a combination of both. Additionally, hydro mechanical methods of edge preparation are acceptable. Flame cutting is not permitted.

For plates of ≤ 25 mm thickness cold shearing is permissible. Edges that are cut by thermal process or by cold shearing shall be dressed back by machining unless the manufacturer can demonstrate that the material and the weldability has not been adversely affected by the cutting process.

The surface to be welded shall be thoroughly cleaned of aluminium oxide traces and greases by mechanical means or by pickling. Chloride containing detergents are prohibited.

7.5 Bending and other forming

7.5.1 General

The requirements of Clause 7 of EN 13480-4:2002 shall apply with the following additions/exclusions.

7.5.2 Definition of cold- and hot forming

Cold forming of material groups 21 and 22 shall be carried out at temperatures below 200 °C.

Cold and hot forming of material of group 23.1 is not allowed.

Hot forming of aluminium and its alloys shall be carried out in a temperature range of 320 °C to 450 °C. The last stage of the hot forming process shall be completed above 300 °C, otherwise a subsequent heat treatment to achieve the O Temper is required.

7.5.3 Heat treatment after cold forming

7.5.3.1 General

For heat treatment after cold forming the requirements of 7.2 of EN 13480-4:2002 are not applicable for industrial piping of aluminium and aluminium alloys. For aluminium and aluminium alloys the heat treatment shall be carried out as follows:

The heat treatment parameters shall be in accordance with the material specification of the material manufacturer. The general heat treatment parameters shall be:

a) the heating rate shall be as rapid as possible;

b) the holding temperature shall be in the range between 320 °C and 380 °C depending on the alloy type;

c) the holding time at the holding temperature shall be between 10 min and 60 min depending on the ratio of cold forming;

d) the cooling shall be performed in still air, the cooling rate needs not to be controlled.

7.5.3.2 Flat products

For aluminium and aluminium alloys heat treatment shall be carried out in accordance with Table 7.5 -1.

Table 7.5-1 — Heat treatment of flat products after cold forming

Material groups according to Table 5.2-1	Ratio of deformation[d] V_d (%)	Heat treatment
21	≤ 15 %	no
21	> 15 %	yes[a], annealing
22.1[b], 22.2[b], 22.3[b], 22.4[b]	≤ 5 %	no
22.1[b], 22.2[b], 22.3[b], 22.4[b]	> 5 %	yes[c], annealing

[a] With levels of cold forming and a ratio of deformation above 15 % for materials of group 21 or above, if proof can be furnished in specific cases that the residual elongation after rupture after cold forming remains at least 10 %, then in these cases annealing is not required.

[b] Elongation prior to forming ≥ 14 %.

[c] With levels of cold forming and a ratio of deformation above 5 % for materials of group 22 or above, if proof can be furnished in specific cases that the residual elongation after rupture after cold forming remains at least 10 %, then in these cases annealing is not required.

[d] For V_d (%) for cylinders and cones see 7.13 of EN 13480-4:2002, for V_d (%) for dished circular products see 9.2.1 of EN 13445-4:2002.

7.5.3.3 Pipes

For aluminium and aluminium alloys heat treatment shall be carried out in accordance with Table 7.5-2.

Table 7.5-2 — Heat treatment of pipes after cold forming

Material groups according to Table 5.2-1	Mean bending radius of the pipe r_m	External diameter of the tube d_o	Heat treatment
21	≥ 1,3 D_e	all diameters	no
21	< 1,3 D_e	all diameters	yes, annealing
22.1[a], 22.2[a], 22.3[a], 22.4[a]	≥ 2,5 D_e	all diameters	no
22.1[a], 22.2[a], 22.3[a], 22.4[a]	< 2,5 D_e	all diameters	yes, annealing

NOTE For d_o and r_m see Figure 7.2.2-1 of EN 13480-4:2002

[a] Elongation prior to forming ≥ 14 %.

7.5.4 Heat treatment after hot forming

For heat treatment after hot forming the requirements of 7.3 of EN 13480-4:2002 are not applicable for industrial piping of aluminium and aluminium alloys. For aluminium and aluminium alloys the heat treatment shall be carried out in accordance with Table 7.5-3 and as following:

The heat treatment parameters shall be in accordance with the material specification of the material manufacturer. The general heat treatment parameters shall be:

a) the heating rate shall be as rapid as possible;

b) the holding temperature shall be in the range between 320 °C and 380 °C depending on the alloy type;

c) the holding time at the holding temperature shall be between 10 min and 60 min depending on the ratio of cold forming;

d) the cooling shall be performed in still air, the cooling rate needs not to be controlled.

Table 7.5-3 — Heat treatment after hot forming

Material groups according to Table 5.2-1	Hot forming conditions	Heat treatment
21, 22	Heat treatment should be applied if the forming process of the last forming stage is completed at ≤ 300 °C.	Yes, annealing
	No subsequent heat treatment should be applied if the forming process of the last forming stage is completed above 300 °C.	no

7.6 Welding

7.6.1 Welding personnel

The requirements according to 9.1 of EN 13480-4:2002 shall apply with the following modification for aluminium and aluminium alloys: Replace the reference to EN 287-1 by EN ISO 9606-2.

7.6.2 Welding processes

The requirements according to 9.3 of EN 13480-4:2002 shall apply with the following modification for aluminium and aluminium alloys: Qualification of welding procedure specifications (WPQR).

The requirements according to 9.3.1 of EN 13480-4:2002 shall apply with the following modifications for aluminium and aluminium alloys: Replace reference to EN 288-3 by EN ISO 15614-2.

Furthermore, impact testing is not applicable for piping of aluminium and aluminium alloys, see 5.7 of this European Standard.

Oxy fuel gas welding processes according to EN ISO 4063 are not permitted.

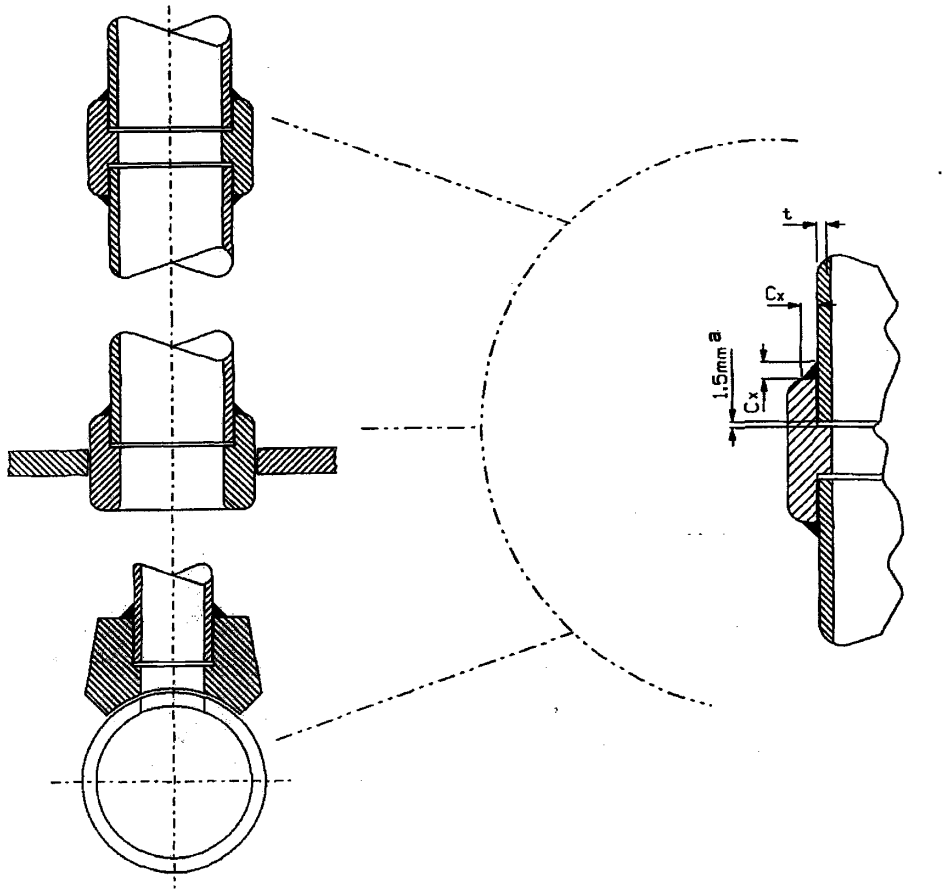
For qualification of welding procedures for EN AW 6061 material, the result of the tensile tests carried out in accordance with EN ISO 15614-2 shall show the following data with T = 1: minimum R_m = 165 MPa; minimum $R_{p0,2}$ = 110 MPa.

7.6.3 Weld joint preparation

The weld joint preparation shall be in accordance with the applicable WPS.

Assembly and welding of socket welds shall be in accordance with Figure 7.6.3-1. It is important that the 1,5 mm internal gap is maintained prior to welding to allow for weld shrinkage and the fillet weld leg length shall be 1,25 times the pipe minimum thickness calculated for pressure or 3 mm, whichever is the greater.

Where the size of fillet weld permits, it should be completed in two runs with the stop/start positions of the second run staggered relative to the first.



Key
a Approximate gap before welding

C_x (min) = 1 ¼ t but not less than 3 mm
t = Minimum thickness calculated under consideration of the maximum allowable pressure

Figure 7.6.3-1 — Socket welds

7.6.4 Preheating

In addition to the requirements according to 9.11.1 of EN 13480-4:2002, the following shall apply for industrial piping of aluminium and aluminium alloys:

Preheating of aluminium is not required for metallurgical reasons and is therefore not mandatory. Preheating may be applied by the manufacturer for practical reasons, e.g. a heating at about 50 °C may facilitate the elimination of traces of moisture.

For aluminium alloys containing 3,0 % or more magnesium an extended preheating and interpass time at temperatures of 150 °C and above may result in grain boundary precipitation of Al_3-Mg_2 disintegration in weld areas.

7.6.5 Backing rings and backing strips

In addition to the requirements according to 9.12 of EN 13480-4:2002, the following shall apply for industrial piping of aluminium and aluminium alloys:

Permanent backing strips shall not be used for longitudinal seams.

Permanent backing rings may be used for circumferential seams in all piping classes only under the following conditions:

a) non–destructive examination is carried out in accordance with the design/joint efficiency to the same quality and acceptance criteria as a single sided butt weld;

b) the inside of the piping is not subject to corrosion;

c) backing ring material shall be of the same aluminium sub group as the piping unless the combination of other backing ring material has been proven by a WPQR according to EN ISO 15614-2.

7.6.6 Post-weld heat treatment (PWHT)

The requirements according to 9.14 of EN 13480-4:2002 are not applicable for industrial piping of for aluminium and aluminium alloys. The following shall apply for aluminium and aluminium alloys:

a) stress relieving heat treatment is normally not necessary or desirable for welded aluminium piping except there is a risk of stress corrosion due to the operation service. Annealing heat treatment carried out for obtaining the delivery state O is the only usable heat treatment;

b) for material group 23.1 PWHT is not permitted;

c) the heat treatment parameters (annealing) shall be in accordance with the material specification of the material manufacturer or those as stated in 7.5.3 of this European Standard.

8 Inspection and testing

8.1 General

The requirements according to EN 13480-5 shall apply with the following additions/exclusions:

8.2 Formed pressure retaining parts

8.2.1 General

7.2.1 of EN 13480-5:2002 shall not apply to aluminium and aluminium alloys.

The requirements for testing and inspection specified below shall apply to all formed parts of aluminium and aluminium alloys fabricated according to this European Standard.

Formed parts, fabricated, tested and inspected according to EN 13445-8 can be used without any further testing and inspection.

NOTE 1 If harmonized European Standards for formed parts (e.g. elbows, tees, reducers, welded pipes) are available and requirements for testing and inspection are specified in these harmonized European Standards, the requirements of the harmonized European Standards apply. At the time this European Standard was prepared, no such harmonized European Standard is available.

NOTE 2 Cold drawn tubes according to EN 754 and extruded tubes according to EN 755 are not considered to be formed parts manufactured under this European Standard. For these tubes, the requirements of EN 754/EN 755 apply.

The tests specified in the European Standards for the base material shall be performed for the base material.

8.2.2 Testing of formed parts

The requirements according to 7.2.4 of EN 13480-5:2002 shall not apply to aluminium and aluminium alloys.

The following examinations shall be carried out on formed parts of aluminium and aluminium alloys:

a) verification of wall thickness,

b) dimensional check (ovality, angle of bend etc.),

c) examination for surface imperfection (VT).

8.2.3 Destructive testing of formed and heat treated parts

The requirements according to 7.2.5 of EN 13480-5:2002 shall not apply to aluminium and aluminium alloys.

Testing shall be performed to verify the heat treatment. If heat treatment is not required by Table 7.5-1 and 7.5-2 after cold forming, no mechanical tests are required in respect of forming.

Destructive testing shall be performed for hot formed parts, and cold formed parts with subsequent heat treatment for piping with DN > 25.

One test shall be performed for parts of the same cast, wall thickness range and heat treatment lot. The wall thickness range shall be by ± 20 % of the average wall thickness of the parts. The tests specified in Table 8.2-1 shall be performed.

Table 8.2-1 — Destructive testing of formed and heat treated parts

Size of formed part	Type of test	Testing criteria	Requirements
DN ≤ 100	Tensile test or Flattening test [a]	Tensile strength and elongation after rupture/fracture 5.3.6 of EN 12392:2000	Tensile strength as for the EN base material standard and elongation after rupture/fracture ≥ 10 % (see 5.2 of this European Standard) EN 12392:2000, Table 3
DN > 100	Tensile test	Tensile strength and elongation after rupture/fracture	Tensile strength as for the EN base material standard and elongation after rupture/fracture ≥ 10 % (see 5.2 of this European Standard)

[a] The flattening tests are performed if tensile test specimen cannot be obtained from the formed part. The flattening tests are performed over the full section of the formed part.

8.3 Welding

The requirements according to 7.3.1 of EN 13480-5:2002 shall apply with the following modification for aluminium and aluminium alloys: Replace reference to EN 287-1 and EN 288-2 with references given in 7.6.1 and 7.6.2 in this European Standard.

8.4 Visual and non-destructive testing of welds

8.4.1 Application of NDT

The requirements according to 8.1.1.1 of EN 13480-5:2002 shall apply with the following modification for aluminium and aluminium alloys: The method for surface testing shall be PT.

8.4.2 Circumferential, branch, socket and seal welds

The requirements according to 8.2 of EN 13480-5:2002 shall apply with the following additions/exclusions for aluminium and aluminium alloys:

In 8.2.1 b) of EN 13480-5:2002 replace reference to material groups 1.1, 1.2 and 8.1 with material groups 21, 22 and 23.1.

The extent of VT and NDT for circumferential, branch and seal welds shall be in accordance with Table 8.4-1.

Table 8.4-1 — Extent of testing for circumferential, branch, socket and seal welds

Material Group	Piping Class	All welds	Circumferential welds		Branch welds						Socket welds		Seal welds	
			Surface testing	Volumetric testing	Surface testing			Volumetric testing			Surface testing		Surface testing	
		VT %	PT %	RT/UT %	Branch diameter	e_n mm	PT %	Branch diameter	e_n mm	RT/UT %	e_n mm	PT %	e_n mm	PT %
21, 22	I	100	0	5[a]	All		0	All		0	All	0	All	0
	II		0	5			0			0		5		5
	III		0	10			0	> DN 100	> 15	10		N/A		5
23.1	I	100	5	5[a]	All		5	All		0	All	5	All	5
	II		5	10			10			0		10		10
	III		5	25			10	> DN 50	> 7	10		N/A		10

[a] For weld configurations and dimensions, where UT or RT does not allow a clear assessment, PT shall be carried out

8.4.3 Longitudinal welds and spiral welded tubes/pipes

The requirements according to 8.3 of EN 13480-5:2002 for longitudinal welds shall apply with the following additions/exclusions for aluminium and aluminium alloys:

The extent of VT and NDT for longitudinal welds and spiral welded tubes/pipes shall be in accordance with Table 8.4-2.

For material group 23.1, longitudinal welds and spiral welded tubes/pipes are not permitted.

Table 8.4-2 — Extent of VT and NDT for longitudinal welds and spiral welded tubes/pipes

Joint coefficient Z	VT %	PT %	RT or UT %
$Z \leq 0,7$	100	0	0
$0,7 < Z \leq 0,85$	100	0	10
$0,85 < Z \leq 1,0$	100	0	100

8.5 VT and NDT Methods

The requirements according to 8.4.1 and 8.4.3 of EN 13480-5:2002 shall apply with the following additions/exclusions for aluminium and aluminium alloys: Subclauses 8.4.2 and 8.4.4 shall not apply.

Techniques, methods, acceptance criteria for welds in aluminium and aluminium alloys shall follow the European Standards given in Table 8.5-1 and the notes given in Table 8.5-1.

RT is first preferred for e_n < 8 mm and least preferred e_n > 40 mm. For automatic ultrasonic testing of aluminium and aluminium alloys UT is first preferred for $e_n \geq 4$ mm.

Table 8.5-1 — Techniques, methods, acceptance criteria

Technique (abbreviations)	Methods	Acceptance criteria
Visual inspection (VT)	EN 970	EN ISO 10042 :2005 Acceptance level B[a]
Radiography (RT)	EN 1435:1997 class B[b]	EN ISO 10042:2005 Acceptance level B[c]
Ultrasonic Testing (UT)	Manual UT, EN 1714 For thickness e_n (mm) $4 \leq e_n < 40$ class A $40 \leq e_n < 100$ class B $e_n \geq 100$ class C Automatic UT, EN 10246[e]	EN 1712 :1997 Acceptance level 2[d]
Penetrant Testing (PT)	EN 571-1 + testing parameters of EN 1289:1998, Table A.1	EN 1289:1998 Acceptance level 2

[a] For imperfections No. 502 (excess weld metal for butt welds), 503 (excessive convexity for fillet welds), 5214 (excessive throat thickness for fillet welds), 504 (excess penetration), 507 (linear misalignment, for circumferential welds only) according to EN ISO 10042: level C is sufficient.

[b] However, the maximum area for single exposure shall correspond to the requirements of Class A of EN 1435.

[c] For imperfections No 2016 (Wormholes isolated), 303 (Oxide inclusion), 3041 (Tungsten inclusion), 2011 (Pore isolated) according to EN ISO 10042, level C is sufficient.

[d] No planar imperfections accepted. For $e_n \geq 60$ mm UT shall include examination for imperfections perpendicular to the surface in accordance with EN 583-4.

[e] EN 10246 applies to NDT of steel tubes. Until an NDT European Standard for automatic ultrasonic testing of aluminium and aluminium alloy materials is issued, EN 10246-9 and EN 10246-16 shall be used as reference standard for acceptable method of automatic ultrasonic testing of aluminium and aluminium alloy materials according to this European Standard.

8.6 Production test plates for welded pipes

Production test plates are required for welded pipes manufactured according to this European Standard in the case of joint coefficient of $0,85 < z \leq 1,0$. If a joint coefficient of 0,85 or less is specified by the designer, no production test plates are required.

The number of test plates specified under a) or b) takes into account the tolerance of a material group to weld procedure variables, the welding process and the quality requirements for welding.

a) For aluminium materials of groups 21, 22.1, 22.3 and 22.4 production test plates in accordance with Table 8.6-1 shall be required, if all of the following requirements are met:

   — the quality requirements of EN ISO 3834-2 or EN ISO 3834-3 are fulfilled;
   — the welding process is fully mechanised (see ISO 857-1) ensuring that the welding procedure is applied consistently,

— the wall thickness $e_n \leq 30$ mm.

b) Unless the requirements for production test plates given in a) apply, for all material production test plates are required for each lot of welded pipes. A lot is defined as 100 m or fraction thereof of all pipes of the same material and temper as well as the wall thickness range qualified in the WPQR. After 10 consecutive test plates have successfully passed the test, testing can be reduced to 200 m or fraction thereof. After further 10 consecutive test plates have successfully passed the test, testing can be reduced to 500 m or fraction thereof, but at least 1 production test plate per year shall be tested.

Table 8.6-1 — Production test plates for welded pipes according to 8.6 a)

Longitudinal welds	Spiral welds
One test plate per 200 m[a] or a fraction thereof of longitudinal welds for the same material and temper	One test plate per coil but at minimum one test plate per max [25 pipes; 375 m weld length]
[a] After 10 consecutive test plates have successfully passed the test, testing can be reduced to 300 m of longitudinal welds. After further 10 consecutive test plates have successfully passed the test, testing can be reduced to 500 m of longitudinal welds, but at least 1 production test plate per year shall be tested.	

If production test plates are required either by a) or b) the tests specified in Table 8.6-2 shall be performed and the given acceptance criteria shall be met.

Table 8.6-2 — Required tests and acceptance criteria for production test plates

Required test	Acceptance criteria
1 face bend test FBB according to EN 910[a]	According to EN ISO 15614-2
1 root bend test RBB according to EN 910[a]	According to EN ISO 15614-2
1 transverse tensile test according to EN 895	According to EN ISO 15614-2
1 macroscopic examination according to EN 1321	According to EN ISO 15614-2
[a] 2 side bend tests SBB for $e_n > 12$ mm	

9 Final assessment and documentation

9.1 General

The requirements according to Clause 9 of EN 13480-5:2002 shall apply with the following additions/exclusions for aluminium and aluminium alloys:

9.2 Pneumatic pressure test

The requirements according to 9.3.3 of EN 13480-5:2002 shall apply with the following additions/exclusions for aluminium and aluminium alloys:

a) The pneumatic test pressure shall be in accordance with 9.3.3 of EN 13480-5:2002. Piping subject to this pressure shall be located in an enclosed and restricted area and adequate measures being taken to prevent parts shooting away in the case of explosion. Alternatively the piping shall be located in an area enough far away from any individuals (public or manufacturers employees) such that in the case of explosion, people will not be affected by the blast (This does not include damage from projectiles).

b) Alternatively a test may be performed at a test pressure of 1.1 times the maximum allowable pressure. Before initial pressure tested, NDT (UT or RT, see Table 8.5-1 of this European Standard) shall be performed as shown in Table 9.2-1.

Table 9.2-1 — Extent of NDT in case of pneumatic pressure test according to 9.2b)

Type of weld	Extent of NDT
Circumferential welds [a]; branch and nozzle welds DN ≥ 100	10 %[b,c] RT or UT, cross sections with longitudinal welds to be covered
Branch and nozzle welds DN < 100 and socket welds	Material groups 21and 22 5 % PT Material group 23.1 20 % PT
Longitudinal welds, if not already subject to a NDT or pressure test at the pipe manufacturer's premises	100 % RT or UT

[a] See footnote a in Table 8.4-1.

[b] Up to DN ≤ 600, 10 % of welds to be tested 100 %, from DN > 600, 10 % of the total length of welds.

[c] 25 % for circumferential welds for material group 23.1 for piping class III.

Where, during pneumatic test, the piping has been subjected to the pressure in accordance with 9.2a) of this European Standard, Equation 9.3.3-1 of EN 13480-5:2002 shall apply for the inspection pressure.

Where the alternative 1.1 times the maximum allowable pressure has been used in accordance with 9.2b) of this European Standard, the pressure shall be dropped to the maximum allowable pressure for inspection of the piping.

9.3 Documentation for components

This clause is applicable if the component manufacturer supplies single components manufactured under the provisions of this European Standard to other parties.

Components which are manufactured from materials such as plates, coils and bars shall meet all the relevant requirements of this European Standard related to the manufacturing process used; for instance in the manufacturing of welded dished ends or welded pipes.

In order to prove the conformity to this European Standard of the pressure equipment containing the component, the equipment manufacturer shall obtain either the documents a) to f) from the component supplier:

a) Inspection documents (of the plates, coils, bars ...), and as relevant,

b) Non Destructive Testing reports,

c) Destructive Testing reports,

d) heat treatment information,

e) for welded components, a statement that welding procedure approvals and welder/welding operator approvals conform to the requirements of this European Standard,

f) for components with NDT, a statement that NDT operator qualifications conform to the requirements of this European Standard.

or this information in the form of a component certificate.

Under 9.3 e), the component manufacturer shall also state that the welders/welding operators and welding procedures are approved by a recognized third party, if the components are ordered for piping classes II and III.

Under 9.3 f), the component manufacturer shall also state that the NDT operator qualification is approved by a recognized third party, if the components are ordered for piping class III.

If further information/documentation is required, the equipment manufacturer shall specify this in the component order.

NOTE 1 Forgings (including forged flanges), castings and seamless tubes are generally considered to be materials.

NOTE 2 Current practice may require components to be delivered with certificates based on EN 10204 or corresponding requirement, when they are placed on the market as such.

NOTE 3 See EN 764-5 for inspection documents.

NOTE 4 For recognized third party see EN 764-3.

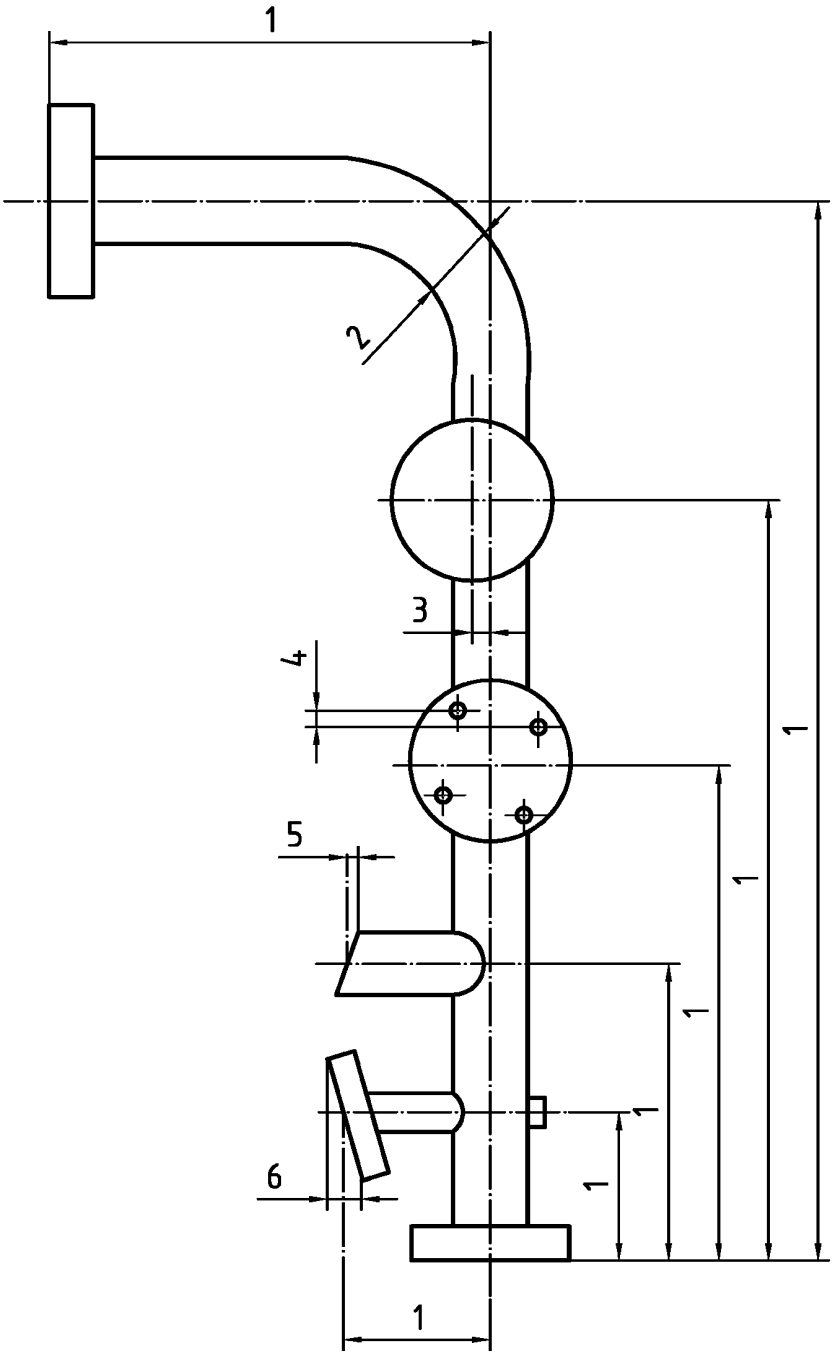
Annex A
(informative)

Dimensional tolerances

Guidance for the tolerances of piping spools made of aluminium and its alloys is given in Table A.1, for all diameters.

Table A.1 — Tolerances

Dimensions number according to Figure A.1					
Dimension 1	**Dimension 2**	**Dimension 3**	**Dimension 4**	**Dimension 5**	**Dimension 6**
EN ISO 13920, class B	See 7.4 of EN 13480-4: 2002	± 3 mm	1° max. 5 mm at bolt circle	1° max. 5 mm	1° max. 5 mm at flange periphery



Dimension No 1: face-to-face dimensions; centre-to-face dimensions; location of attachments; centre-to-centre dimensions.

Dimension No 2: out-of-roundness of bends

Dimension No 3: lateral translation of branches or connections.

Dimension No 4: rotation of flanges, from the indicated position, measured as shown.

Dimension No 5: bevels on butt weld or plain ends – state diameter to which bevel applies.

Dimension No 6: out-of-alignment of flanges from the indicated position, measured across the full gasket face diameter.

Figure A.1 — Dimensional details of spools

Annex B
(normative)

Transition joints

B.1 General

This annex shall apply for transition joints.

The transition joint shall join aluminium and aluminium alloys to austenitic stainless steel piping or equipment.

A transition joint is a prefabricated, non-separable, component consisting of dissimilar metal parts.

A transition joint is a component that is used to join items of pressure equipment together in situations where a permanent leak tight joint is required and fusion welding cannot be used because the materials are incompatible with regard to fusion welding.

Transition joints may employ several metallic materials in the metallurgical bond interface. Care shall be taken to ensure that materials used in the interface are compatible to the fluid service and design temperature of the transition joint.

A transition joint does not rely on flanges or bolting to maintain leak tightness although some designs of transition joint may be provided with additional external mechanical reinforcement to protect the bond interface from external forces and moments.

B.2 Materials

For the ends of the transition joints aluminium and aluminium alloys (base metal 1) according to Clause 5 and austenitic stainless steel (base metal 2) according to EN 13480-2 shall be used.

B.3 Design

The ends of the transition joints shall be calculated to withstand at least the same pressure as the connected piping using the design rules of the applicable clauses in EN 13480.

The transition joint shall withstand a pressure of 4 times the design pressure without leakage.

B.4 Permanent joining process

The dissimilar metal parts of a transition joint shall be joined by explosion bonding, friction welding or special forging processes.

B.5 Testing

B.5.1 Qualification testing (QT)

B.5.1.1 Qualification of permanent joining process

In order to reduce the number of qualification tests, transition joints shall be grouped on the basis of diameter as shown below.

— Group I DN < 100.

— Group II 100 ≤ DN < 400.

— Group III DN ≥ 400.

Qualification testing shall be carried out on a minimum of two samples out of groups I to III. The qualification test shall cease to be valid if relevant aspects of the design or the manufacturing process or the material sub-group (see Clause 5 and EN 13480-2) combinations are changed.

Testing methods, test conditions and scope shall be in accordance with Table B.1-1.

B.5.1.2 Procedure for thermal shock testing of transition joints

Thermal shock testing shall include immersion in liquid nitrogen to cool down the transition joint to - 196 °C followed by total immersion in hot water ($T \geq 80$ °C). The joint shall be returned to room temperature (usually by immersing in cold water) before the test is repeated. A minimum of 5 thermal cycles is required.

B.5.1.3 Qualification of personnel

Personnel for carrying out permanent joining shall be qualified to the satisfaction of the relevant parties.

Qualification of personnel NDE and Visual Inspection shall be in accordance with 8.4.3 of EN 13480-5:2002.

B.5.2 Component testing (CT) of production joints

Each transition joint shall be subject to inspection and testing.

Testing methods, test conditions and scope shall be in accordance with Table B.1-1.

B.6 Marking

Each transition joint shall be marked by electrochemical etching, engraving or laser marking with the following:

— transition joint fabricators name or mark;

— material designation or material number (on base metal 1 and 2 sides);

— unique reference number.

A tag shall be firmly attached to the transition joint with a good visible warning regarding the temperature limitation (if any) at the bond interface during welding.

B.7 Documentation

For all transition joints, independent of material and size, inspection documents according to EN 10204 shall be delivered, showing the results of all required tests.

The inspection document shall include a statement that all requirements of the applicable specification and this annex have been met.

If further information or documentation is required, the purchaser shall specify this in the order.

The inspection documents for base metal 1 and 2 shall be attached.

B.8 Protection against overheating

The bond interface of a transition joint may be temperature sensitive and stringent measures shall be taken by the manufacturer of pressure equipment to control and limit the maximum temperature of the interface in accordance with the transition joint fabricator's recommendations.

Each transition joint with temperature sensitive bond interface shall be provided with a thermal sensitive indicator. The indicator shall enable the welder to check the temperature which shall be within the given limit.

Table B.1-1 — Testing of transition joints (T.J.)

Id.-No.	Test; requirements / test standard	Scope for QT	Scope for CT	Test conditions
1	**Destructive tests**[a]			
1.1	Testing specified under either Id.-No. 1.1a or 1.1b	-	-	
1.1a	Impact test for notch orientation along each of the bond interfaces; $K_V \geq 14$ J (single), ≥ 18 J (mean) /EN 10045-1	1 set each	1 set each	Test temperature: Ambient
1.1b	Metallographic evaluation of micro section (each bond interface); requirements see footnote[b]	1	-	200X
1.2	Side bend test (Not applicable for special forging process); 90°, d = 12 x a, no cracks / EN ISO 7438	2	-	Test temperature: Ambient
1.3	Hydrostatic pressure proof test; 4 x design pressure	1 T.J. out of group I, II, III	-	T.J. thermally cycled[c] Test temperature: Ambient In combination with Id.-No. 2.4
1.4	Tensile test in z-direction[g]; tensile load ≥ base metal 1/EN 10002	2	2[d]	Specimen shall include base metal 1 and 2 Specimen thermally cycled[c] Test temperature: Ambient
2	**Non-destructive tests**			
2.1[e]	UT after each explosion clad;> 50 % full scale echo / EN 583	100 %	100 %	UT with normal beam, Ø 25 mm, 2,25 MHz No disbonding permitted in plate areas, which are to be used for the T.J. machining
2.2	Helium leak test of T.J.; leak rate < 10^{-8} mbar l / s / EN 1779	2	all	T.J. thermally cycled[c] for QT Test temperature: Ambient
2.3	Dye penetration test of T.J.; EN 1289 acceptance level 1/ EN 571-1	2	all	T.J. thermally cycled[c] for QT Test temperature: Ambient
2.4	Pressure test; 1,43 x design pressure	1	all[f]	T.J. thermally cycled[c] for QT Test temperature: Ambient in combination with Id.-No. 1.3 for QT
3	**Visual examinations of transition joints**			
3.1	Visual examination; free from foreign material, corrosion or any flaws > 0,3 mm	All test pieces	100 %	-
3.2	Dimensional check	All test pieces	100 %	-
3.3	Check of markings	All test pieces	100 %	-

[a] For explosion clad T.J. each finally clad plate (except for Id.-No. 1.3).
[b] No non-metallic phases or inclusions, no pores or other not binding areas, full bonding of joint metals.
[c] See B.5.1.2
[d] Alternatively testing in accordance with Id.-No. 2.4 / CT.
[e] For explosion clad T.J only
[f] If testing according to Id.-No. 1.4 / CT is not performed.
[g] For special forging process alternatively, this test may be waved. In this case the test pressure according to Id.-No 1.3 shall be 7 times the test pressure.

Annex ZA
(informative)

Relationship between this European Standard and the Essential Requirements of EU Directive 97/23/EC

This European Standard has been prepared under a mandate given to CEN by the European Commission and the European Free Trade Association to provide a means of conforming to Essential Requirements of the New Approach Directive 97/23/EC.

Once this standard is cited in the Official Journal of the European Communities under that Directive and has been implemented as a national standard in at least one Member State, compliance with the clauses of this standard given in Table ZA.1 confers, within the limits of the scope of this standard, a presumption of conformity with the corresponding Essential Requirements of that Directive and associated EFTA regulations.

Table ZA.1 — Correspondence between this European Standard and Directive 97/23/EC

Clauses of this European Standard	Content	Pressure Equipment Directive 97/23/EC, Annex I
5	Provision and consideration of appropriate material properties	2.2.3 (b), 5th indent
5.3, 5.7	Materials sufficiently ductile and tough	4.1 (a)
5.4, 7.2, 7.4, 7.5, 7.6, Annex B	Material suitable for intended processing procedure	4.1 (d)
5.6	Ambient and operational temperatures	2.2.1, 2nd indent
6, Annex B	Design for adequate strength	2.2
6.2	Nominal design stress	7.1.2
6.3, 6.4, 6.5, 6.6	Calculation method — Design by Formula (DBF)	2.2.3 (a)
7.6, Annex B	Operating procedure to carry out permanent joints	3.1.2
	Qualified personnel to carry out permanent joints	3.1.2
7.4, 7.6.3, 7.6.5	Preparation of component parts	3.1.1
7.5	Forming	3.1.1
7.5.3, 7.5.4, 7.6.6	Heat treatment	3.1.4
8.4, 8.6	Appropriate joint factors	2.2.3 (b), 6th indent
8.4, 8.5, Annex B	Internal and surface defect	3.2.1
8.4.3, 8.6	Joint efficiency	7.2
9.2, Annex B	Proof test	3.2.2

WARNING — Other requirements and other EU Directives may be applicable to the product(s) falling within the scope of this standard.

Bibliography

[1] EN 754 (all parts), *Aluminium and aluminium alloys — Cold drawn rod/bar and tube*

[2] EN 755 (all parts), *Aluminium and aluminium alloys — Extruded rod/bar, tube and profiles*

[3] EN 764-4, *Pressure equipment – Part 4: Establishment of technical delivery conditions for metallic materials*

[4] EN 764-5, *Pressure equipment — Part 5: Compliance and inspection documentation of materials*

[5] ISO 857-1, *Welding and allied processes — Vocabulary — Part 1: Metal welding processes*

[6] EN 1011-2, *Welding — Recommendations for welding of metallic materials — Part 2: Arc welding of ferritic steels*

[7] EN 1011-4, *Welding — Recommendations for welding of metallic materials — Part 4: Arc welding of aluminium and aluminium alloys*

[8] EN ISO 13920, *Welding — General tolerances for welded constructions — Dimensions for lengths and angles — Shape and position (ISO 13920:1996)*

[9] EN 14717, *Welding and allied processes — Environmental check list*

[10] FDBR Guideline, Design of power piping, July 1995[1)]

[11] EN 1092-4:2002, *Flanges and their joints - Circular flanges for pipes, valves, fittings and accessories, PN designated - Part 4: Aluminium alloy flanges*

[12] EN 1252-1, *Cryogenic vessels — Materials — Part 1: Toughness requirements for temperatures below -80 °C*

[13] EN 764-3, *Pressure equipment - Part 3: Definition of parties involved*

1) To be obtained from: Vulkan-Verlag, Huyssenallee 52-56, D-45128 Essen

Приложение Д.А.

(справочное)

Перевод европейского стандарта EN 13480-8 : 2007

1 Область применения

Настоящий Европейский стандарт устанавливает требования для систем промышленных трубопроводов, изготовленных из алюминия и алюминиевых сплавов, в качестве дополнения к общим требованиям, согласно серии стандартов EN 13480 и CEN/TR 13480-7.

2 Нормативные ссылки

Далее приведены документы, являющиеся обязательными для применения этого стандарта. Для датированных ссылок не относятся к данной публикации настоящего Европейского стандарта их более поздние изменения или переработки. Для недатированных ссылок действующим является последнее издание соответствующего нормативного документа (включая изменения).

EN 485-3	*Листы, полосы и плиты из алюминия и алюминиевых сплавов. Часть 3. Допуски на форму и размеры для горячего проката.*
EN 485-4	*Листы, полосы и плиты из алюминия и алюминиевых сплавов. Часть 4. Допуски на форму и размеры для холодного проката.*
EN 571 -1:1997	*Неразрушающий контроль. Капиллярный контроль. Часть 1: Общие принципы*
EN 573-3:2003	*Алюминий и алюминиевые сплавы. Химический состав и форма деформированных изделий. Часть 3. Химический состав.*
EN 583	*Неразрушающий контроль. Ультразвуковой контроль.*
EN 895:1995	*Контроль разрушающий сварных соединений металлических материалов. Поперечное испытание на растяжение.*
EN 910:1996	*Контроль разрушающий сварных соединений металлических материалов. Испытания на статический изгиб.*
EN 970:1997	*Контроль неразрушающий сварных соединений. Визуальный контроль.*
EN 1289:1998	*Контроль неразрушающий сварных соединений. Контроль сварных соединений проникающими жидкостями. Уровни приемки.*
EN 1321:1996	*Контроль разрушающий сварных соединений металлических материалов. Микроскопические и макроскопические испытания сварных швов.*
EN 1435:1997	*Неразрушающий контроль сварных соединений. Радиографический контроль соединений, выполненных сваркой плавлением.*
EN 1712:1997	*Контроль неразрушающий сварных соединений. Ультразвуковой метод. Границы допустимости,*
EN 1714:1997	*Контроль неразрушающий сварных соединений. Ультразвуковой метод.*
EN 1779	*Контроль герметичности - Руководство к выбору метода.*
EN 10002	*Материалы металлические. Испытание на растяжение.*
EN 10045-1	*Материалы металлические. Испытание на удар по Шарпи. Часть 1.*

	Метод испытания
EN 10204	*Изделия металлические. Типы актов приемочного контроля.*
EN 13480-8:2007 (E) Issue 1 (2007-03)	*Трубопроводы промышленные металлические. Часть 8. Дополнительные требования к трубам из алюминия и алюминиевого сплава.*
EN 10246	*Стальные трубопроводы и фитинги для стальных трубопроводов.*
EN 12392:2000	*Обработанные изделия. Специальные требования к изделиям для изготовления устройств, работающих под давлением.*
EN 13445-4:2002	*Сосуды, работающие под давлением без огневого подвода теплоты. Часть 4. Изготовление*
EN 13445-8	*Сосуды, работающие под давлением, без огневого подвода теплоты. Часть 8. Дополнительные требования к сосудам, работающим под давлением, из алюминия и алюминиевых сплавов*
EN 13480-1:2002	*Трубопроводы промышленные металлические. Часть 1. Основные положения*
EN 13480-2:2002	*Трубопроводы промышленные металлические. Часть 2. Материалы*
EN 13480-3:2002	*Трубопроводы промышленные металлические. Часть 3. Проектирование и расчет*
EN 13480-4:2002	*Трубопроводы промышленные металлические. Часть 4. Изготовление и монтаж*
EN 13480-5:2002	*Трубопроводы промышленные металлические. Часть 5. Испытания и контроль*
CEN/TR 13480-7	*Трубопроводы промышленные металлические. Часть 7. Руководство по процедурам оценки соответствия*
EN ISO 3834-2:2005	*Требования к качеству сварки металлов плавлением. Часть 2. Всесторонние требования*
EN ISO 3834-3:2005	*Требования к качеству сварки металлов плавлением. Часть 3. Типовые требования*
EN ISO 4063:2000	*Сварка и смежные процессы. Номенклатура процессов и ссылочных номеров*
EN ISO 7438	*Материалы металлические. Испытание на изгиб*
EN ISO 9606-2	*Квалификационные испытания сварщиков. Сварка плавлением. Часть 2. Алюминий и алюминиевые сплавы*
EN ISO 10042:2005	*Сварка. Соединения из алюминия и алюминиевых сплавов, выполненные дуговой сваркой. Уровни качества в зависимости от дефектов*
CEN ISO/TR 15608:2005	*Сварка. Руководства, касающиеся системы группирования металлических материалов*
EN ISO 15614-2:2005	*Контроль процесса сварки. Часть 2. Дуговая сварка алюминия и алюминиевых сплавов*

3 Термины, определения, символы и единицы измерения

В целях настоящего Европейского Стандарта применяются следующие термины и определения, символы и единицы измерения установленные стандартом EN 13480:2002 1-5.

4 Общие требования

Должны применяться общие требования EN 13480 – 1.

5 Материалы

5.1 Общие положения

Должны применяться требования EN 13480 – 2 со следующими дополнениями / исключениями:

5.2 Система группировки материалов

Приложение А стандарта EN 13480-2:2002 не применимо к алюминию и алюминиевым сплавам. Материалы, допустимые для изготовления промышленных трубопроводов из алюминия и алюминиевых сплавов должны соответствовать материалам, приведенным в таблице 5.2-1.

Любая форма продукта, имеющаяся в EN 12392:2000, соответствующая материалу в этой таблице при приемлемом характере годится для изготовления согласно данному европейскому стандарту. Иные материалы, не определенные здесь, могут использоваться в соответствии с договоренностью между заинтересованными сторонами (см. 4.3 стандарта EN 13480-2:2002) в случае, если они отвечают требованиям 5.2 и 5.3 этого стандарта, при оформлении Особой оценки материалов (см. EN 764-4).

Таблица 5.2-1 – Система группирования, основанная на CEN ISO / TR 15608:2005 и допустимые для изготовления материалы на основании EN 12392:2000 с использованием номеров EN AW согласно EN 573-3

Группа	Подгруппа	Тип алюминия и алюминиевых сплавов	Обозначение		
			Номер EN AW	Химический символ	Отпуск
21		Чистый алюминий с содержанием включений или сплава не более 1%	ENAW-1050A ENAW-1070A ENAW-1080A	EN AW-AI 99,5 EN AW-AI 99,7 EN AW-AI 99.8(A)	O, H111, H112 O, H111, H112 O, H111, H112
22	Не поддающиеся тепловой обработке сплавы				
	22.1	Алюминиево-марганцевые сплавы	EN AW – 3003 EN AW-3103 EN AW-3105	EN AW-AI Mn1Cu EN AW-AI Mn1 EN AW-AI MnO,5MgO,5	O, H111.H112 O, H111.H112 O, H111
	22.2	Алюминиево-магниевые сплавы с содержанием Mg не более 1,5%	EN AW-5005 ENAW-5005A EN AW-5050	EN AW-AI Mg1(B) EN AW-AI Mg 1(C) EN AW-AI Mg 1.5(C)	O, H111, H112 O, H111, H112 O, H111

	22.3	Алюминиево-магниевые сплавы с содержанием 1,5% ≤ Mg ≤ 3,5%	EN AW – 5049 EN AW – 5052 EN AW-5154A EN AW – 5251 EN AW – 5454 EN AW - 5754	EN AW-AI Mg2MnO,8 EN AW-AI Mg2,5 EN AW-AI Mg3,5(A) EN AW-AI Mg2 EN AW-AI Mg3Mn(A) EN AW-AI Mg3	O, H111, H112 O, H111, H112 O, H111, H112 O, H111, H112 O, H111, H112 O, H111, H112
	22.4	Алюминиево-магниевые сплавы с содержанием Mg ≥ 3,5%	EN AW-5083 EN AW-5086	EN AW-AI Mg4,5MnO,7 EN AW-AI Mg4	O, H111.H112 O, H111
23	Поддающиеся тепловой обработке сплавы				
	23.1	Алюминиево-магниево-кремниевые сплавы	EN AW 6060 EN AW 6061	EN AW-AI MgSi ENAW-AlMg1SiCu	T4[a] T4[b], T6[C]
[a] только для бесшовных труб и профилей [b] только для бесшовных труб и фланцев [c] только для фланцев					

5.3 Удлинение при разрушении

Алюминий и алюминиевые сплавы, применяемые для частей промышленного трубопровода, которые подвергаются холодному формоизменению, должны проявлять указанное минимальное удлинение при разрушении, измеряемая на измерительной базе

$$L_0 = 5{,}65\sqrt{S_0}$$

это ≥ 14% в продольном или поперечном направлении, как определено техническими требованиями к материалам.

Алюминий и алюминиевые сплавы, применяемые для частей промышленного трубопровода, которые не подвергаются холодному формоизменению (например, фланцы прямого калибрования и сопла), должны проявлять указанное минимальное удлинение при разрушении, измеряемая на измерительной базе

$$L_0 = 5{,}65\sqrt{S_0}$$

это ≥ 10% в продольном или поперечном направлении, как определено техническими требованиями к материалам.

5.4 Химический состав

Химический состав должен соответствовать техническим требованиям к материалам. Все материалы должны иметь максимальное содержание свинца 150 мкг/г.

ПРИМЕЧАНИЕ В п. 5.1.3 EN 12392:2000 рекомендуется максимальное содержание водорода, равное 0,2 мл на 100 грамм алюминия, измеренное в жидком металле при отпуске отливке свариваемых частей.

5.5 Образование продольных трещин

Особые требования для предотвращения образования продольных трещин в промышленных трубопроводах из алюминия и алюминиевых сплавов не применяются.

ПРИМЕЧАНИЕ Особые требования применяются к стали (см. EN 1011-2), тогда как в EN 1011-4 никаких требованиях не приводится, так как феномен образования продольных трещин не является общепризнанным явлением.

5.6 Расчетная температура и свойства

ПРИМЕЧАНИЕ: См. также 4.2.2 стандарта EN 13480-2:2002.

2-ой параграф п. 4.2.2.1 EN 13480-2:2002 не применим для алюминия и алюминиевых сплавов.

Максимальная расчетная температура не должна превышать величину, определенную в таблице 1 EN 12392:2000 в качестве максимальной рабочей температуры. Для материала группы 22.4 максимальная расчетная температура - 75°C (200°C для некоррозионной эксплуатации).

Механические свойства, используемые для проектирования, должны выбираться из от табулированных значений в EN 12392 – при комнатной температуре для $R_{m/20}/R_{e/20}$ и для наивысшей расчетной температуры для $R_{e/t}$.

При сварке фланцев серии 6000 и т.п., для свариваемых частей и частей, обрабатываемых при высокой температуре после формирования, для проектирования должны применяться только лишь значения, эквивалентные термообработке О. Эти значения не указаны в EN 12392, поэтому, для проектирования должны использоваться табулированные значения для f, указанные в таблице 6.2-2. Область сварки должна основываться на термообработке О, однако прочность фланца в направлении от сварки (2t) может основываться на фактической термообработке (Т4 или Т6).

Для алюминия и алюминиевых сплавов величины 0,2% условного предела текучести (или 1%-й предел текучести для группы материалов 21-1 серии 000 алюминия) для температур выше 20 °C должны устанавливаться линейной интерполяцией между двумя смежными значениями в EN 12392 за исключением того, что для сплавов 5083 и 5086 соответствующее значение для 50 °C может использоваться и для температуры 65 °C.

Для материала группы 22.4: в течение коротких периодов разрешаются более высокие температуры (например, при размораживании охладительной установки) – допустимы температуры до 150 °C при условии, что давление будет уменьшено до величины половины

рабочего давления в течение периода до 8 ч и до величины атмосферного давления в течение периода до 24 ч.

5.7 Предотвращение хрупкого излома

Приложение B стандарта EN 13480-2:2002 не применяется. Все материалы таблицы 5.2-1 являются годными для любой минимальной температуры металла без проведения испытания на ударную вязкость.

ПРИМЕЧАНИЕ: См. также EN 1252-1 и 8.4 из EN 12392:2000.

5.8 Особые требования для деталей крепления, изготовленных из алюминия и **алюминиевых сплавов**

Резьбовые части болтов и шпилек должны быть прокатанными. Для предотвращения хрупкого излома материалов деталей крепления применяется п. 5.6 этого стандарта.

ПРИМЕЧАНИЕ 1: Привлеченные стороны могут согласовать другую технологию производства. В этом случае могут понадобиться особые соображения относительно требований к применению и испытаниям. Эти требования не рассматриваются в данном стандарте.

ПРИМЕЧАНИЕ 2: Согласно этому европейскому стандарту для болтовых соединений трубопроводов могут использоваться не только алюминий и алюминиевые сплавы. Конструктор должен особо рассмотреть эти отличные материалы для создания болтовых соединений.

5.9 Трубопроводные трубы

К алюминию и алюминиевым сплавам не применяются особые требования касательно трубопроводных труб.

5.10 Плакированные изделия

К алюминию и алюминиевым сплавам не применяются особые требования касательно плакированных изделий.

5.11 Технических условия поставки присадочных материалов

Должны применяться требования п.4.3.5 стандарта EN 13480-2:2002.

6 Проектирование

6.1 Общие положения

Должны применяться требования EN 13480-3 со следующими дополнениями / исключениями.

6.2 Номинальные стационарные расчетные напряжения

Расчетные напряжения для алюминиевых материалов и сплавов алюминия должны соответствовать значениям таблицы 6.2-1.

Таблица 6.2-1 - Расчетные напряжения для алюминиевых материалов и сплавов алюминия

Группа в соответствии с табл. 5.2-1	Расчетные напряжения при расчетных условиях	Расчетные напряжения при условиях испытаний
21	$f = [R_{p1,0,t} / 1,5]$	$f_{test} = [R_{p1,0,20} / 1,05]$
22	f = min ($[R_{p0,2,t} / 1,5]$ или $[R_{m20} / 2,4]$)	$f_{test} = [R_{p0,2,20} / 1,05]$
23	f = min ($[R_{p0,2,t} / 1,5]$ или $[R_{m20} / 3]$)	$f_{test} = [R_{p0,2,20} / 1,05]$

Таблица 6.2-2 – Допустимые расчетные величины прочности для сплавов алюминия серий 6000 в сварном состоянии

Обозначение материала согласно EN 12392	Величина f для расчетной температуры (°C) (не превышая)					
	50	75	100	125 [a]	150	175 [a]
EN AW 6060	40	40	40	38	-	-
EN AW 6061	55	55	55	54	51	43
[a] Максимальную расчетную температуру см. в 5.6. Значения для 125 °C (EN AW 6060) и 175 °C (EN AW 6061) должны применяться только для интерполяции. ПРИМЕЧАНИЕ Данные получены в EN 13445-8.						

6.3 Прямые трубопроводы

В общем случае прямые трубопроводы должны разрабатываться в соответствии с 6.1 стандарта EN 13480-3:2002.

Для $D_0/D_i > 1,2$ может применяться уравнение 6.3-1. В этом случае трубы должны быть бесшовными или должны быть проверены в соответствии с п.п. 8.4.3 и 8.6 этого европейского стандарта для z = 1,0, а максимальное допустимое давление p_a должно определяться следующим образом:

$$p_a = \left[\frac{2}{\sqrt{3}} \times R_{p0,2,t} \times \ln\left(\frac{D_0}{D_i}\right)\right] \times \frac{1}{1,5} \qquad (6.3\text{-}1)$$

Для группы материалов $R_{p1,0,t}$ должна применяться вместо $R_{p0,2,t}$.

6.4 Трубопроводные колена

Стандартным методом расчета изгибов и колен труб из алюминия и алюминиевых сплавов должен быть метод, описанный в B.4.1.3 EN 13480-3:2002, Приложение B.

ПРИМЕЧАНИЕ 1: Этот пункт не должен пониматься в качестве запрета на применение других методов, приведенных в EN 13480-3, но он должен пониматься как отражающий фактическое состояние дел производителей колен.

ПРИМЕЧАНИЕ 2: Также см. 6.2.3 и Приложение B, уравнение B4.1-11 в EN 13480-3:2002.

6.5 Составные колена

П. 6.3 стандарта EN 13480-3:2002 может использоваться для проектирования составных колен для труб из алюминия и алюминиевых сплавов.

Также, для нескольких составных частей колена трубы из алюминия и алюминиевых сплавов согласно рис. 6.5-1 с максимальным углом Θ = 22,5° может использоваться метод, описанный в уравнениях 6.5-1 - 6.5-4. Предел давления, указанный в EN 13480-3:2002, п. 6.3.1, не применяется для этого метода.

ПРИМЕЧАНИЕ 1: Современная практика позволяет применять давления величиной до 63 бар для стационарных расчетных напряжений, однако это не запрещает вычисление составных колен по данному уравнению для использования более высоких давлений, однако демонстрирует эталонное давление, для которого колена, изготовленные из алюминия и алюминиевых сплавов и разработанные по правилам, функционируют безопасно.

ПРИМЕЧАНИЕ 2: Источник: Директива FDBR, Проектирование паропроводов, июль 1995 г.

В дополнение к символам, упомянутым в пункте 3, следующие символы применяются для альтернативного метода.

Таблица 6.5.1 - Специальные символы для подпункта 6.5

Символ	Описание	Единица измерения
σ_V	Эквивалентная интенсивность напряжений	Н/мм^2 (МПа)
pa^a	Максимально допустимое давление	Н/мм^2 (МПа)
d_{iv}	Расчетный внутренний диаметр	мм
[a] См. сноску [a] в табл. 3.2-1 стандарта EN 13480-3:2002.		

$$\sigma_V = pa \times \left(\frac{B_i \times d_{iv}}{2 \times e \times z} + 0{,}5 \right) \le f \qquad (6.5\text{-}1)$$

должен выполняться относительно внутренней сжимающей нагрузки, в случае, где с меньшим значением

$$r_1 = \left(\frac{d_{iv} + e}{2} \right) + \frac{0{,}8 \times \sqrt{(d_{iv} + e) \times e}}{\tan \Theta} \qquad (6.5\text{-}2)$$

$$r_2 = \frac{b}{2 \times \tan \Theta} \qquad (6.5\text{-}3)$$

значение B_i находится следующим образом

$$B_i = \frac{r - 0{,}25 \times d_{iv}}{r - 0{,}5 \times (d_{iv} + e)} \qquad (6.5\text{-}4)$$

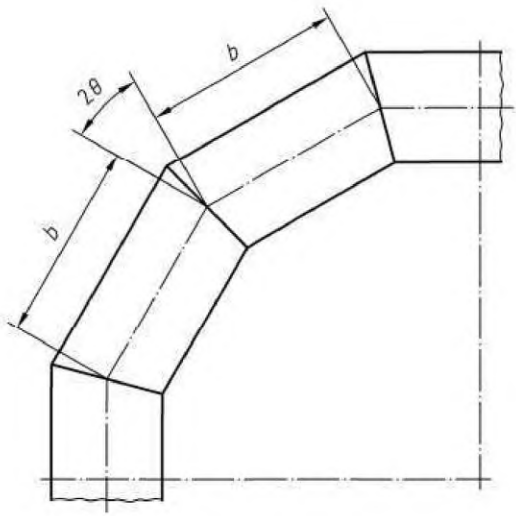


Рисунок 6.5-1 – Составное колено

6.6 Сварное соединение враструб

Сварное соединение враструб может использоваться только для труб с DN50 и менее.

6.7 Проектирование с применением переходных муфт

6.7.1 Аналитические аспекты проектирования

При проведении анализа проекта должно быть рассмотрено использование спереходных муфт. Переходные муфты нужно рассматривать в качестве элементов трубопровода, разработчик должен предусмотреть все вероятные нагрузки, которые могут возникнуть при расчетных условиях.

6.7.2 Местоположение переходных муфт

Переходная муфта должна размещаться так, чтобы она подвергалась чрезмерным эффектам нагрузки, таким, как силам растяжения, сдвига или изгибающим и скручивающим моментам. При необходимости, производитель муфт должен предоставлять данные о допустимых нагрузках или критериях оценки давления и комбинированных внешних нагрузок.

Вообще, расположение переходных муфт непосредственно за коленом трубопровода необходимо избегать насколько это возможно.

6.7.3 Требования к переходным муфтам

Переходные муфты должны соответствовать требованиям Приложения В.

7 Изготовление и установка

7.1 Общие положения

Должны применяться требования EN 13480-4 со следующими дополнениями / исключениями.

ПРИМЕЧАНИЕ: Ссылка на EN 14717 может быть полезной в целях избежания и сокращения возможных воздействий трубопровода из алюминия и алюминиевых сплавов на окружающую среду.

7.2 Группирование материалов

Алюминиевые материалы и алюминиевые сплавы, а также их группирование должны соответствовать данным таблицы 5.2-1 данного европейского стандарта.

7.3 Допуски

7.3.1 Сварные трубы и размеры соединений трубопроводной арматуры

Таблица 7.3.-1 применяется к сварным трубам, изготовленным в соответствии с этим европейским стандартом. Размеры соединений трубопроводной арматуры (например, колена, трубные тройники, переходные патрубки трубопровода) должны соответствовать требованиям таблицы 7.3-1. Большие значения могут быть приемлемыми при условии, если они подтверждены расчетами.

ПРИМЕЧАНИЕ 1: Данные о соединениях между трубой/арматурой и фланцем см. в таблице 9 стандарта EN 1092-4:2002.
ПРИМЕЧАНИЕ 2: Могут применяться иные допуски – в случае, если указывается разработчиком (см. п.3.1.6 стандарта EN 13480-1:2002).
ПРИМЕЧАНИЕ 3: Допуски материалов, изготовленных в соответствии с иными европейскими стандартами, см. в применимом европейском стандарте (например, в п.7 EN 12392:2000, п.5.9 стандарта EN 1092-4:2002).

Таблица 7.3-1 – Допуски сварных труб

Тип допуска	**Допуск**	**Ссылка**
Средний внешний диаметр	+ 1,5 %	
Отклонение от формы округленности	Максимум 1,5 % для отношения $e/D < 0{,}01$ Максимум 1,0 % для отношения $e/D > 0{,}01$	EN 13480-4:2002, уравнение 7.4.1-1

Толщина стенки	Как для листа, полосы или пластины	EN 485-3; EN 485-4

Отклонение от формы округленности должно вычисляться в соответствии с уравнением 7.4.1-1 стандарта EN 13480-4:2002.
Определение отклонения от формы округленности не должно учитывать упругую деформацию, возникающую по причине собственного веса трубопровода.

7.3.2 Изготовление сварных трубопроводов

П.5.6 стандарта EN 13480-4:2002 не применим для трубопроводов из алюминия и алюминиевых сплавов. Руководство по допускам узлов трубопроводов, изготовленных из алюминия и алюминиевых сплавов приводится в Приложении А.
П.7.4 стандарта EN 13480-4:2002 применим для алюминиевых и алюминиевых сплавов, за исключением пп. 7.4.4, относящегося к индукционному формообразованию.
Требования в соответствии с п. 9.9 стандарта EN 13480-4:2002 должны применяться со следующей модификацией для алюминиевых и алюминиевых сплавов: заменить ссылку на EN 25817 ссылкой на EN ISO 10042.

7.4 Резка и косая отточка

В дополнение к требованиям п. 6.1 стандарта EN 13480-4:2002 следующие положения должны применяться к промышленным трубопроводам из алюминия и алюминиевых сплавов:
Алюминий и его сплавы должны резаться по соответствующему размеру и форме предпочтительно на станке или посредством термической резки, например, плазменной резкой, или же комбинацией обоих процессов. Также приемлемы методы подготовки кромки посредством гидромеханических процессов. Кислородная резка не допускается.
Для пластин толщиной менее 25 мм допустима холодная резка. Если производитель не сможет продемонстрировать, что на материал и свариваемость не было оказано неблагоприятное воздействие при резке, края, подвергнутые резке термическими или холодными процессами, должны быть подвергнуты финишной обработке на станке.
Поверхность, предназначенная для сварки, должна быть полностью очищена механическими средствами или декапированием от следов оксида алюминия и смазки. Не допускается применение моющих средств, содержащих хлориды.

7.5 Изгибание и другие виды формоизменения

7.5.1 Общие положения

Должны применяться требования п. 7 стандарта EN 13480-4:2002 со следующими дополнениями / исключениями.

7.5.2 Определение холодного и термического формоизменения

Холодное формоизменение материалов групп 21 и 22 должно выполняться при температурах менее 200 °С. Холодное и горячее формоизменение материалов группы 23.1 не допускается.

Термическое формоизменение алюминия и его сплавов должно выполняться в диапазоне температур 320°С - 450°С. Последняя стадия термического формоизменения должна завершаться при температуре более 300°С, иначе потребуется последующая термообработка для достижения содержания О.

7.5.3 Термообработка после холодного формоизменения

7.5.3.1 Общие положения

Для термообработки после холодного формоизменения требования 7.2 стандарта EN 13480-4:2002 не применимы к промышленным трубопроводам из алюминия и алюминиевых сплавов. Термообработка алюминия и алюминиевых сплавов должна выполняться следующим образом:

Параметры термообработки должны соответствовать техническим требованиям к материалам производителя материалов. Требования к общим параметрам термообработки:

а) скорость нагрева должна быть максимально быстрой;

б) температура выдерживания должна лежать в диапазоне 320 °С - 380 °С в зависимости от типа сплава;

в) время выдерживания при температуре выдерживания должно составлять 10 - 60 минут в зависимости от времени выполнения холодного формоизменения;

г) охлаждение должно выполняться в неподвижном воздухе, скорость охлаждения контролировать не нужно.

7.5.3.2 Плоские изделия

Для алюминиевых и алюминиевых сплавов термообработка должна быть выполнена в соответствии с таблицей 7.5-1.

Таблица 7.5-1 - Термообработка плоских изделий после завершения холодного формоизменения

Группы материалов согласно табл. 5.2-1	Доля деформации [г] V_d (%)	Термическая обработка
21	≤15%	нет
21	>15%	да[а], отжиг
22.1[б], 22.2[б], 22.3[б], 22.4[б]	≤5%	нет
22.1[б], 22.2[б] 22.3[б], 22.4[б]	>5%	да[в], отжиг

а При уровне холодного формоизменения и доли деформации более 15 % для материалов группы 21 или выше, если, в определенных случаях может быть представлено доказательство того, что остаточное удлинение после разрыва после холодного формоизменения составляет по крайней мере 10 %, то в этих случаях проведение отжига не требуется.

б Удлинение до формоизменения > 14 %.

в При уровне холодного формоизменения и доли деформации более 5 % для материалов группы 22 или выше, если, в определенных случаях может быть представлено доказательство того, что остаточное удлинение после разрыва после холодного формоизменения составляет по крайней мере 10 %, то в этих случаях

проведение отжига не требуется.
г Данные о V_d (%)для цилиндров и конусов см. в п.7.13 стандарта EN 13480-4:2002, данные для V_d (%) для вогнутых круглых изделий см. в п. 9.2.1 стандарта EN 13445-4:2002.

7.5.3.3 Трубы

Для алюминия и алюминиевых сплавов термообработка должна быть выполнена в соответствии с таблицей 7.5-2.

Таблица 7.5-2 - Термообработка труб после завершения холодного формоизменения

Группы материалов согласно табл. 5.2-1	Средний радиус изгиба трубы, r_m	Внешний диаметр трубы d_0	Термическая обработка
21	≥1,3D_e	Все диаметры	нет
21	<1,3D_e	Все диаметры	да, отжиг
22.1[a] 22.2[a] 22.3[a] 22.4[a]	≥2,5D_e	Все диаметры	нет
22.1[a] 22.2[a] 22.3[a] 22.4[a]	<2,5D_e	Все диаметры	да, отжиг
ПРИМЕЧАНИЕ Относительно d_0 и r_m см. рис. 7.2.2-1 стандарта EN 13480-4:2002 [a] Удлинение до формоизменения > 14 %.			

7.5.4 Термообработка после формоизменения в горячем состоянии

В отношении термообработки после формоизменения в горячем состоянии требования 7.3 стандарта EN 13480-4:2002 не применимы к промышленным трубопроводам из алюминия и алюминиевых сплавов. Термообработка алюминия и алюминиевых сплавов должна выполняться следующим образом:

Параметры термообработки должны соответствовать техническим требованиям к материалам производителя материалов. Требования к общим параметрам термообработки:

а) скорость нагрева должна быть максимально быстрой;

б) температура выдерживания должна лежать в диапазоне 320 °С - 380 °С в зависимости от типа сплава;

в) время выдерживания при температуре выдерживания должно составлять 10 - 60 минут в зависимости от времени выполнения холодного формоизменения;

г) охлаждение должно выполняться в неподвижном воздухе, скорость охлаждения контролировать не нужно.

Таблица 7.5-3 — Термообработка после формоизменения в горячем состоянии

Группы материалов согласно табл. 5.2-1	Условия формоизменения в горячем состоянии	Термообработка

21,22	Термообработка должна применяться, если процесс формоизменения на последней стадии формоизменения был завершен при температуре < 300 °C.	Да, отжиг
	Если процесс формоизменения на последней стадии формоизменения был завершен при температуре более 300 °C, необходимость в проведении последующей термообработки отсутствует.	нет

7.6 Сварка

7.6.1 Персонал, осуществляющий сварочные работы

Требования в соответствии с п. 9.1 стандарта EN 13480-4:2002 должны применяться со следующей модификацией для алюминиевых и алюминиевых сплавов: заменить ссылку на EN 287-1 ссылкой на EN ISO 9606-2.

7.6.2 Сварочные процессы

Требования в соответствии с п. 9.3 стандарта EN 13480-4:2002 должны применяться со следующей модификацией для алюминиевых и алюминиевых сплавов: оценка технических условий сварочных процедур (WPQR).

Требования в соответствии с п. 9.3.1 стандарта EN 13480-4:2002 должны применяться со следующей модификацией для алюминиевых и алюминиевых сплавов: заменить ссылку на EN 288-3 ссылкой на EN ISO 15614-2.

Кроме того, испытания на ударную вязкость не применимы для трубопроводов из алюминия и алюминиевых сплавов, см. п.5.7 этого европейского стандарта.

Процессы газовой сварки согласно EN ISO 4063 не разрешаются.

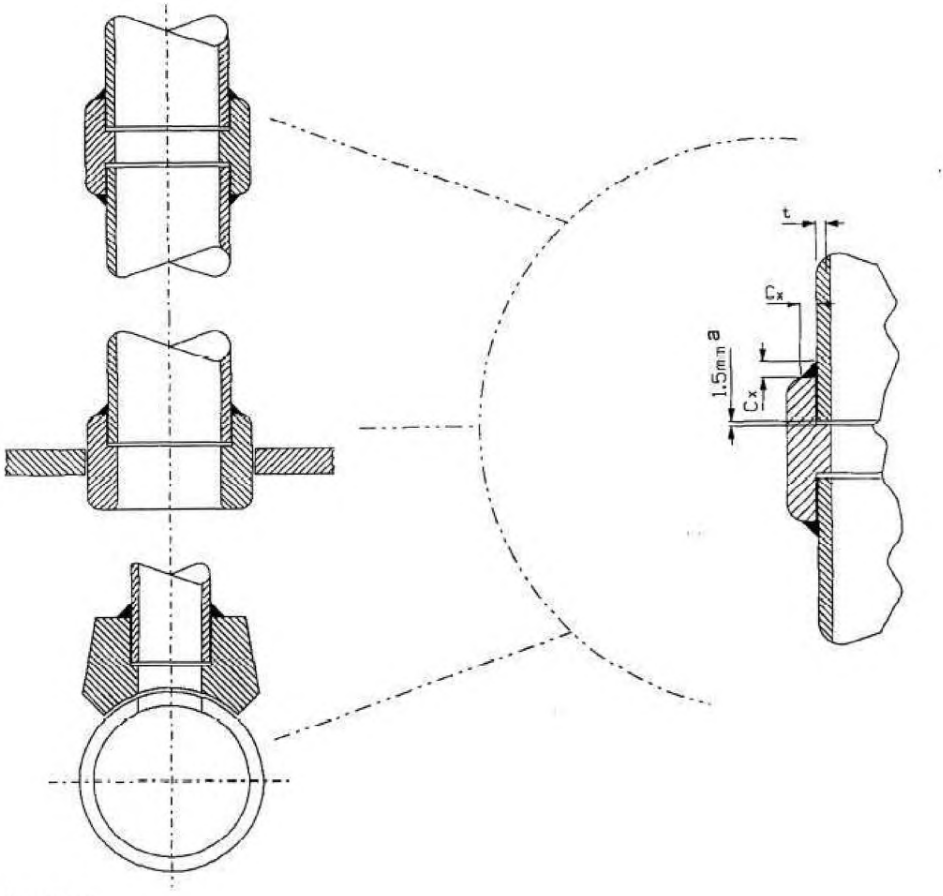
Для оценки сварочных процедур для материала EN AW 6061, результат испытаний на растяжение, выполненных в соответствии с EN ISO 15614-2, должен показать следующие данные при T = 1: минимальное R_m= 165 МПа; минимальное $R_{p0,2}$ = 110 МПа.

7.6.3 Подготовка сварных швов

Подготовка сварных швов должна проводиться в соответствии с применимым WPS.

Сборка и сварка соединения врастуб должны проводиться в соответствии с рис. 7.6.3-1. Важно, чтобы до сварки оставался внутренний промежуток 1,5 мм с целью обеспечения усадки при сварке, а катет углового сварного шва должен в 1,25 раза превышать минимальную толщину трубы, рассчитанную для определенного давления, или иметь размер 3 мм, выбрать большее.

Там, где позволяет размер углового шва, необходимо осуществить сварку в два прохода, с положением начала/остановки второго прохода, расположенного со смещением относительно первого.



Обозначения

[a] Приблизительный промежуток перед сваркой

C_x (миним.) = 1,25 t, но не менее 3 мм

t = минимальная толщина, рассчитанная с учетом максимального допустимого давления

Рисунок 7.6.3-1 – Сварка врастуб

7.6.4 Предварительный нагрев

В дополнение к требованиям п. 9.11.1 стандарта EN 13480-4:2002, следующие положения должны применяться к промышленным трубопроводам из алюминия и алюминиевых сплавов:

Предварительный нагрев алюминия не требуется по металлургическим причинам и поэтому не обязателен. Предварительный нагрев может быть применен производителем по

практическим причинам, например нагревание до приблизительно 50 °С может облегчить устранение следов влажности.
Для алюминиевых сплавов, содержащих 3,0 % или более магния длительный предварительный нагрев и время между проходами при температурах 150 °С и выше могут привести к осаждению продуктов распада Al_3-Mg_2 на границах зерен в области сварки.

7.6.5 Концевые прокладки и ленты

В дополнение к требованиям п. 9.12 стандарта EN 13480-4:2002, следующие положения должны применяться к промышленным трубопроводам из алюминия и алюминиевых сплавов:
Постоянные концевые ленты не должны использоваться для продольных швов.
Постоянные концевые прокладки могут использоваться для периферических швов во всех трубных классах только при следующих условиях:
а) неразрушающий контроль выполняется в соответствии с такой эффективностью конструкции/шва по отношению к такому же качеству и критериям приемки, как для односторонней стыковой сварки;
б) внутренняя часть трубопровода не подвержена коррозии;
в) материал концевой прокладки должен принадлежать к той же подгруппе алюминия, что и материал трубопровода, за исключением случаев, если комбинация другого материала концевой прокладки была проверена WPQR согласно EN ISO 15614-2.

7.6.6 Послесварочная термообработка (PWHT)

Требования п. 9.14 стандарта EN 13480-4:2002 не применимы для промышленных трубопроводов из алюминия и алюминиевых сплавов. Следующее должно применяться к алюминию и алюминиевым сплавам:
а) термообработка по снятию напряжения обычно не является необходимой или желательной для сварных промышленных трубопроводов, за исключением случаев существования вероятности коррозии под напряжением по причине функционирования. Отжиг, выполняемый для получения состояния подачи О является единственным видом ая термообработки, пригодного для использования;
б) для материалов группы 23.1 выполнение PWHT не разрешается;
в) параметры термообработки (отжиг) должны соответствовать техническим требованиям на материалы производителя материалов, или требованиям, указанным в п. 7.5.3 этого европейского стандарта.

8 Проверки и испытания

8.1 Общие положения

Требования, соответствующие EN 13480-5 должны применяться со следующими дополнениями/исключениями:

8.2 Сложнопрофильные детали поддержания давления

8.2.1 Общие положения

П.7.2.1 стандарта EN 13480-5:2002 не должен применяться к алюминию и алюминиевым сплавам.
Требования для испытаний и проверок, определенные ниже, должны применяться ко всем формоизмененным деталям из алюминия и алюминиевых сплавов, изготовленных согласно этому европейскому стандарту.
Сложнопрофильные детали, изготовленные, проверенные и испытанные согласно EN 13445-8 могут использоваться без какого-либо дальнейшего испытания и осмотра.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Если имеются согласованные европейские стандарты для формоизмененных деталей (например, для колен, тройников, переходников, сварных труб), и они содержат требования к проведению испытаний и проверок, применяются такие требования согласованных европейских стандартов. На момент подготовки этого европейского стандарта такого согласованного европейского стандарта не существовало.
ПРИМЕЧАНИЕ 2 Холоднотянутые трубы согласно EN 754 и трубы, полученные путем выдавливания согласно EN 755, не считаются формоизмененными деталями, изготовленными согласно этих европейских стандартов. Для этих труб применяются требования EN 754/EN 755.
Испытания, указанные в европейских стандартах для основного материала должны быть выполнены для основного материала.

8.2.2 Испытание формоизмененных деталей

Требования согласно п.7.2.4 стандарта EN 13480-5:2002 не должны применяться к алюминию и алюминиевым сплавам.
На формоизмененных деталях из алюминия и алюминиевых сплавов должны быть проведены следующие испытания:

а) проверка толщины стенок,
б) проверка размеров (овальность, угол изгиба и т.д.),
в) проверка на наличие поверхностных дефектов (VT).

8.2.3 Разрушающие испытания формоизмененных и термообработанных деталей

Требования согласно п.7.2.5 стандарта EN 13480-5:2002 не должны применяться к алюминию и алюминиевым сплавам.
Необходимо провести испытание для проверки термообработки. Если после холодного формоизменения термообработка не требуется согласно данным таблицы 7.5-1 и 7.5-2, нет необходимости в проведении механических испытаний в отношении формоизменения.
Разрушающее испытание должно быть проведено для деталей, формоизмененных в горячем и холодном состоянии, с последующей термообработкой, для трубопроводов с DN > 25.
Одно испытание должно проводиться для деталей одного литья, диапазона толщин стенок и партии термообработки. Диапазон толщин стенок должен иметь отклонения от средней толщины, равные ± 20 %. Должны быть проведены испытания, определенные в таблице 8.2-1.

Таблица 8.2-1 – Разрушающее испытание формоизмененных и термообработанных деталей

Размер формоизмененной детали	Тип испытания	Критерий испытания	Требования
DN≤ 100	Испытание на растяжение или испытание на расплющивание	Прочность на растяжение и удлинение после разрыва/разлома 5.3.6 стандарта EN 12392:2000	Прочность на разрыв, как для основного стандарта на материалы EN и растяжение после разрыва/разлома ≥ 10 % (см. п. 5.2 этого стандарта) EN 12392:2000, таблица 3
DN>100	Испытание на растяжение	Прочность на растяжение и удлинение после разрыва/разлома	Прочность на разрыв, как для основного стандарта на материалы EN и растяжение после разрыва/разлома ≥ 10 % (см. п. 5.2 этого стандарта)
[a] Испытание на расплющивание выполняется при невозможности получения из формоизмененной детали образца для проведения испытания на разрыв. Испытания на расплющивание выполняются по всей секции формоизмененной детали.			

8.3 Сварка

Требования п.7.3.1 стандарта EN 13480-5:2002 должны применяться для алюминия и алюминиевых сплавов со следующей модификацией: заменить ссылку на EN 287-1 и EN 288-2 ссылками, приведенными в п.п. 7.6.1 и 7.6.2 этого европейского стандарта.

8.4 Визуальная и неразрушающая проверка сварки

8.4.1 Применение NDT

Требования п. 8.1.1.1 стандарта EN 13480-5:2002 должны применяться для алюминия и алюминиевых сплавов со следующей модификацией: методом для испытания поверхности должен быть PT.

8.4.2 Периферическое сварное соединение, торцевое сварное соединение, сварное соединение врастуб и уплотнительное сварное соединение

Требования п.8.2 стандарта EN 13480-5:2002 должны применяться для алюминия и алюминиевых сплавов со следующими дополнениями/исключениями:

В п.8.2.1 б) стандарта EN 13480-5:2002 заменить ссылку на группу материалов 1.1, 1.2 и 8.1 ссылкой на группу 21, 22 и 23.1.

Объем испытания VT и NDT для периферического, торцевого сварного соединения, сварного соединения врастуб и уплотнительного сварного соединения приведена в таблице 8.4-1.

Таблица 8.4-1 - Объем испытания для периферического, торцевого сварного соединения, сварного соединения врастуб и уплотнительного сварного соединения

Группа материалов	**Класс трубопровода**	**Все виды сварки**	**Периферические сварные соединения**		**Торцевые сварные соединения**						**Сварные соединения врастуб**		**Уплотнительные сварные соединения**	
			Испытание поверхности	**Объемное испытание**	**Испытание поверхности**			**Объемное испытание**			**Испытание поверхности**		**Испытание поверхности**	
		VT %	**PT %**	**RT/UT %**	Диаметр торца	e_n mm	**PT %**	Диаметр торца	e_n mm	**RT/UT %**	e_n mm	**PT %**	e_n mm	**PT %**
21,22	I	100	0	5[a]	Все		0	Все		0	Все	0	Все	0
	II		0	5			0			0		5		5
	III		0	10			0	> DN 100	>15	10		нет		5
23.1	I	100	5	5[a]	Все		5	Все		0	Все	5	Все	5
	II		5	10			10			0		10		10
	III		5	25			10	>DN50	>7	10		нет		10

[a] В тех вариантах сварочных конфигураций и размеров, в которых UT или RT не позволяют провести ясную оценку, должно проводиться PT

8.4.3 Продольные сварные соединения и спиральные сварные трубки/трубы

Требования п.8.3 стандарта EN 13480-5:2002 для продольных сварных соединений должны применяться для алюминия и алюминиевых сплавов со следующими дополнениями/исключениями:

Объем испытаний VT и NDT для продольных сварных соединений и спиральных сварных трубок/труб должен соответствовать таблице 8.4-2.

Для материалов группы 23.1, создание продольных сварных соединений и спиральных сварных трубок/труб не допускается.

Таблица 8.4-2 - Объем VT и NDT для продольных сварных соединений и спиральных сварных трубок/труб

Коэффициент соединения Z	**VT %**	**PT %**	**RT или UT %**
$Z \leq 0,7$	100	0	0
$0,7 \leq Z \leq 0,85$	100	0	10
$0,85 \leq Z \leq 1,0$	100	0	100

8.5 Методы NDT и VT

Требования п.8.4.1 и 8.4.3 стандарта EN 13480-5:2002 должны применяться для алюминия и алюминиевых сплавов со следующими дополнениями/исключениями:

Методики, методы, приемные критерии для сварных соединений алюминия и алюминиевых сплавов должны соответствовать требованиям европейских стандартов, приведенных в таблице 8.5-1 и примечаниях таблицы 8.5-1.

PT предпочтительно в первую очередь для e_n <8 мм и в последнюю очередь для e_n > 40 мм.

В случае автоматического ультразвукового испытания алюминия и сплавов алюминия UT наиболее предпочтительно для e_n > 4 мм.

Таблица 8.5-1 - Методики, методы, критерии приемки

Методики (аббревиатуры)	**Методы**	**Критерии приемки**
Визуальная проверка (VT)	EN 970	EN ISO 10042:2005 Уровень приемки B[а]
Рентгенология (RT)	EN 1435:1997 класс B[б]	EN ISO 10042:2005 Уровень приемки B[в]
Ультразвуковое испытание (UT)	Ручное UT, EN 1714 Для толщины e_n (мм) $4 \leq e_n < 40$ класс A $40 \leq e_n < 100$ класс B $e_n \geq 100$ класс C Автоматическое UT, EN 10246[д]	EN 1712:1997 Уровень приемки 2[в]

Капиллярная дефектоскопия (PT)	EN 571-1 + параметры испытания EN 1289:1998, таблица A.1	EN 1289:1998 Уровень приемки 2

а Для дефектов №502 (избыток сварного металла на торцевых соединениях), №503 (чрезмерная выпуклость на угловых швах), №5214 (чрезмерная толщина углового шва), №504 (чрезмерное проникновение), №507 (линейное рассовмещение, только для периферийных швов) согласно EN ISO 10042: достаточен уровень C.

б Однако, максимальная область для отдельного воздействия должна соответствовать требованиям класса A EN 1435.

в Для дефектов №2016 (изолированные свищи), №303 (включения окиси), №3041 (включения вольфрама), №2011 (изолированные поры) согласно EN ISO 10042, достаточен уровень C.

г Не принимаются планарные дефекты. При e_n> 60 мм, UT должно включать проверку на наличие дефектов, перпендикулярных поверхности в соответствии с EN 583-4.

д EN 10246 применяется к NDT стальных труб. Пока европейский стандарт NDT для автоматического ультразвукового испытания алюминия и алюминиевых сплавов не выпущен, стандарты EN 10246-9 и EN 10246-16 будут использоваться в качестве эталонных стандартов приемлемого метода автоматического ультразвукового испытания алюминия и алюминиевых сплавов согласно этому европейскому стандарту.

8.6 Пластины для испытания производства сваренных труб

Пластины для испытания производства требуются для сваренных труб, изготовленных согласно этому европейскому стандарту в случае, если коэффициент соединения 0,85 <z ≤1,0. Если проектировщик указал коэффициент, равный 0,85 или меньше, пластины для испытания не требуются.

Количество пластин, определенных в а) или б) учитывает допуск переменных параметров процедуры сварки группы материалов, сварочного процесса и требований к качеству сварки.

а) Для алюминиевых материалов групп 21, 22.1, 22.3 и 22.4 понадобятся пластины для испытания производства в соответствии с таблицей 8.6-1 при условии выполнения всех последующих требований:

- при выполнении требований к качеству согласно EN ISO 3834-2 или EN ISO 3834-3;
- при полной механизации сварочного процесса (см. ISO 857-1), при условии, что сварочная процедура применяется единообразно,
- при условии, что толщина стенок $e_n \leq 30$ мм.

б) Если требования для испытательных пластин производства, описанные в а) не применяются, для каждой партии сваренных труб потребуются пластины испытания производства на все изготовленные материалы. Партия определяется как 100 м или часть всех труб одного материала и состава, а также одинакового диапазона толщин стенок, оцениваемого WPQR. После успешного испытания 10 пластин подряд, испытание может быть сокращено в виде проверки 200 м или части труб. После успешного испытания 10 пластин подряд, испытание может быть сокращено до проверки 500 м или части труб, однако ежегодно должна проверяться по крайней мере 1 пластина.

Таблица 8.6-1 - пластины испытания производства для сварных труб согласно 8.6 а)

Продольные сварные соединения	Спиральные сварные соединения
Одна испытательная пластина на 200 м[a] или часть труб с продольными соединениями из одного материала и с одинаковой обработкой	Одна испытательная пластина на виток, но как минимум одна пластина на максимальный объем [25 трубок; длина сварки 375 м]
[a] После успешного испытания 10 пластин подряд, испытание может быть сокращено в виде проверки 300 м продольных соединений. После успешного испытания 10 пластин подряд, испытание может быть сокращено до проверки 500 м продольных соединений, однако ежегодно должна проверяться по крайней мере 1 пластина.	

Если пластины испытания производства требуются п.п. а) или б), испытания, определенные в таблице 8.6-2 должны быть выполнены, и данные критерии приемки должны быть соблюдены.

Таблица 8.6-2 - Необходимые испытания и приемные критерии для пластин испытания производства

Требуемое испытание	Критерий приемки
1 испытание загиба лицевой поверхности шва наружу FBB согласно EN 910[a]	Согласно EN ISO 15614-2
1 испытание загиба кромки наружу RBB согласно EN 910[a]	Согласно EN ISO 15614-2
1 испытание на поперечный изгиб (растяжение) согласно EN 895	Согласно EN ISO 15614-2
1 макроскопическая проверка согласно EN 1321	Согласно EN ISO 15614-2
[a] 2 испытания на загиб SBB для e_n> 12 мм	

9 Заключительная оценка и документация

9.1 Общие положения

Требования п. 9 стандарта EN 13480-5:2002 должны применяться для алюминия и алюминиевых сплавов со следующими дополнениями/исключениями:

9.2 Испытание герметичности

Требования п. 9.3.3 стандарта EN 13480-5:2002 должны применяться для алюминия и алюминиевых сплавов со следующими дополнениями/исключениями:

а) Давление пневматического испытания должно соответствовать п. 9.3.3 стандарта EN 13480-5:2002. Трубопровод, подвергаемый этому давлению должен располагаться в закрытой и ограниченной области, должны быть предприняты достаточное меры по предотвращению разлета деталей в случае взрыва. В ином случае трубопровод должен располагаться в области, достаточно далекой от любых лиц (гражданских лиц или

работников производителя), так, чтобы в случае взрыва, люди бы не были задеты (не учитывая повреждения от осколков).

б) В ином случае испытание может быть выполнено при давлении, в 1,1 раза большим максимального допустимого давления. До испытания начального давления должно быть проведено NDT (UT или RT, см. таблицу 8.5-1 этого европейского стандарта), как показано в таблице 9.2-1.

Таблица 9.2-1 – Объем NDT в случае проведения пневматического испытания согласно 9.2 б)

Тип сварного соединения	**Объем проведения NDT**
Периферийные сварные соединения [а]; Торцевые сварные соединения и сварные соединения патрубков при DN ≥ 100	10%[б,в] RT или UT, Охватываются поперечные сечения с продольными соединениями
Торцевые сварные соединения и сварные соединения патрубков при DN < 100, а также соединения враструб	Группа материалов 21 и 22 5 % PT Группа материалов 23.1 20 % PT
Продольные сварные соединения, если они еще не подверглись NDT или пневматическому испытанию в помещениях производителя труб	100% RT или UT
[а] См. сноску в таблице 8.4-1. [б] До DN ≤ 600 включительно, 10 % соединений должны быть испытаны на 100 %, при DN > 600, 10 % общей длины соединений. [в] 25 % для периферийных соединений для материалов группы 23.1 труб класса III.	

В случае, если во время пневматического испытания трубопровод был подвергнут давлению в соответствии с 9.2а) этого европейского стандарта, для давления испытания должно применяться уравнение 9.3.3-1 стандарта EN 13480-5:2002.

В случае применения давления в 1,1 раза большего максимального допустимого давления в соответствии с п. 9.2б) этого европейского стандарта, давление должно быть снижено до максимальной допустимой величины в целях проверки трубопровода.

9.3 Документация на компоненты

Этот пункт применяется в случае, если производитель компонентов поставляет другим сторонам отдельные компоненты, изготовленные согласно условиям этого европейского стандарта.

Компоненты, которые изготавливаются из таких материалов, как пластины, спирали и стержни, должны соответствовать всем применимым требованиям этого европейского стандарта, относящимся к используемым производственным процессам; например, при изготовлении сварных вогнутых концов или сваренных труб.

Чтобы доказать соответствие этому европейскому стандарту оборудования, содержащего компонент, производитель оборудования должен получить у поставщика компонентов любой из документов, упомянутых в п.п. а) - е):

а) документы на проверку (пластин, спиралей, стержней…) и так далее,

б) отчеты о неразрушающих испытаниях,
в) отчеты о разрушающих испытаниях,
г) данные о термообработке,
д) для сварных компонентов – заявление о том, что разрешения на использование сварочных процедур и работу сварщика соответствуют требованиям этого европейского стандарта,
е) для компонентов с NDT, заявление о том, что квалификация оператора NDT соответствует требованиям этого европейского стандарта.

или эту же информацию в форме сертификата компонента.

В случае выполнения п.9.3 д), производитель компонентов должен также указать о разрешении на работу оператора сварки / сварщика и применения сварочных процедур, выданного общепризнанной третьей стороной в случае, если компоненты заказываются для трубопроводов классов II и III.
В случае выполнения п.9.3 е), производитель компонентов должен также указать об утверждении квалификации оператора NDT общепризнанной третьей стороной в случае, если компоненты заказываются для трубопровода класса III.
При необходимости дальнейшей информации/документации, производитель оборудования должен указать это в заказе на компоненты.

ПРИМЕЧАНИЕ 1: Кованые (включая кованые фланцы) компоненты, литье и бесшовные трубы считаются материалами.
ПРИМЕЧАНИЕ 2: При размещении компонентов на рынке, современная практика может потребовать поставку компонентов с сертификатами согласно EN 10204 или соответствующих требований.
ПРИМЕЧАНИЕ 3: Документация на испытания имеется в EN 764-5.
ПРИМЕЧАНИЕ 4: Определение общепризнанной третьей стороны см. в EN 764-3.

Приложение А
(информационное)
Допуски размеров

Руководство по допускам арматуры трубопроводов, изготовленных из алюминия и его сплавов приводится в таблице 1 для всех диаметров.

Таблица 1 - Допуски

Номер размера согласно рис. А.1					
Размер 1	**Размер 2**	**Размер 3**	**Размер 4**	**Размер 5**	**Размер 6**
EN ISO 13920, класс B	См. п.7.4 EN 13480-4:2002	± 3 мм	1° Максимум 5 мм на окружности отверстий для болтов	1° Максимум 5 мм	1° Максимум 5 мм на краю фланца

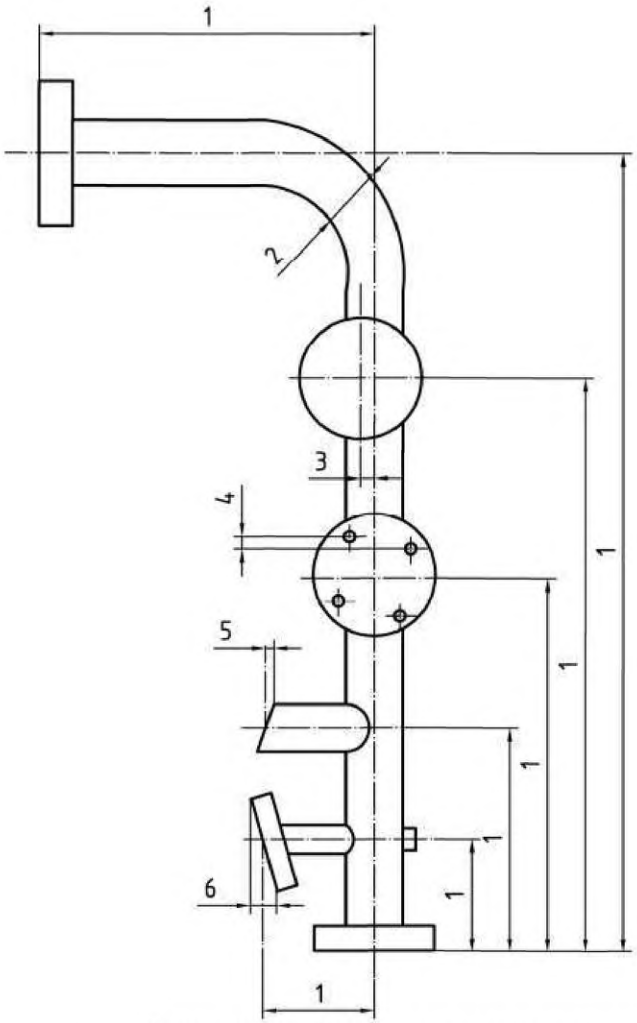


Рисунок А.1 – Данные о размерах арматуры трубопровода

Размер 1: размеры между параллельными плоскостями; размеры между центрами и плоскостями; местоположение приспособлений; межцентровые размеры.

Размер 2: отклонение сгибов от формы окружности

Размер 3: боковой вынос торцов или соединений

Размер 4: вращение фланцев, с указанной точки, измеряется так, как показано

Размер 5: фаски на торцевых соединениях или ровные концы – указать диаметр, к которому относится фаска

Размер 6: несоосность фланцев по отношению к указанной точке, измеренная посредством полного диаметра поверхности прокладки

Приложение B
(нормативное)
Соединительные муфты

B.1 Общие положения
Это приложение должно применяться для соединительных муфт.
Соединительная муфта должно присоединять алюминий и алюминиевые сплавы к трубопроводу или оборудованию из аустенитной нержавеющей стали.
Соединительная муфта является готовым, нераздельным компонентом, состоящим из несходных металлических частей.
Соединительная муфта является компонентом, который используется для соединения элементов оборудования под давлением между собой в ситуациях, требующих наличия прочного герметичного соединения и где сплавная сварка невозможна, так как материалы несовместимы относительно сплавной сварки.
Соединительная муфта может использовать несколько металлических материалов в интерфейсе металлургического сцепления. Необходимо проявить внимание, чтобы гарантировать, что материалы, используемые в интерфейсе совместимы с рабочим флюидом и и расчетной температурой муфты.
Соединительная муфта не зависит от фланцев или болтовых соединений для поддержания герметичности, хотя некоторые конструкции муфт могут обеспечиваться дополнительными внешними механическими устройствами для защиты интерфейса от внешних сил и моментов.

B.2 Материалы
Концы муфты должны изготавливаться из алюминия и алюминиевых сплавов (основной метал 1) согласно п. 5, и аустенитной нержавеющей стали (основной метал 2) согласно EN 13480-2.

B.3 Проектирование
Концы соединительной муфты должны рассчитываться таким образом, чтобы обеспечивать сопротивление давлению, равному, как минимум, давлению подключенного трубопровода. Необходимо применять правила проектирования проекта стандарта EN 13480.
Муфта должна выдерживать без протечек давление, в 4 раза превосходящее расчетное давление.

B.4 Постоянное подключение
Несходные металлические части муфты должны присоединяться сваркой взрыва, сваркой трением или особыми процессами ковки.

B.5 Испытания
B.5.1 Испытание на надежность (QT)
B.5.1.1 Испытание постоянного подключения

Чтобы сократить число испытаний на надежность, соединительные муфты должны быть сгруппированы на основе диаметра так, как показано ниже.
- Группа I, DN <100.
- Группа II, 100 ≤ DN <400.
- Группа III, DN ≥ 400.

Испытание на надежность должно выполняться на как минимум двух образцах групп I - III. Испытание на надежность перестает быть действительным при изменении комбинаций существенных аспектов конструкции или процесса изготовления, или подгруппы материалов (см. п.5 и EN 13480-2).
Методы испытаний, условия испытаний их возможности должны соответствовать данным таблицы B.1-1.

B.5.1.2 Процедура испытания муфт на тепловой удар

Испытание на тепловой удар должно включать погружение в жидкий азот для охлаждения соединительных муфт до -196 °C с последующим полным погружением в горячую воду (T > 80 °C). Затем муфта приводится к комнатной температуре (как правило, погружением в холодную воду) и испытание повторяется. Требуется произвести минимум 5 тепловых циклов.

B.5.1.3 Квалификация персонала

Квалификация персонала, выполняющего постоянное неразъемное соединение, должна соответствовать требованиям соответствующих сторон. Требования к квалификации персонала NDE и визуального осмотра - в соответствии с п.8.4.3 стандарта EN 13480-5:2002.

B.5.2 Испытание компонентов (CT) соединительных муфт

Каждая муфта должна быть проверена и испытана.
Методы испытаний, условия испытаний их возможности должны соответствовать данным таблицы B.1-1.

B.6 Маркировка

Каждая соединительная муфта должно быть маркирована при помощи электрохимического травления, гравировки или лазерной маркировкой с указанием следующих сведений:
- наименования или отметки производителя соединительной муфты;
- обозначения материалов или кодов материалов (на сторонах основного металла 1 и 2);
- уникального шифра.

Этикетка с четко видным предупреждением об ограничении температуры на интерфейсе сцепления при сварке (при наличии ограничения) должна быть прочно прикреплена к муфте.

B.7 Документация

Независимо от материалов и размеров, для всех соединительных муфт согласно EN 10204должны быть предоставлены документы, содержащие результаты всех необходимых испытаний.

Документ проведения испытаний должен включать заявление, что все требования применимых технических условий и этого приложения были выполнены.

Если потребуется дальнейшая информация или документация, то покупатель должен указать это в заказе.

Должны быть приложены документы проведения испытаний основного метала 1 и основного метала 2.

B.8 Защита против перегревания

Интерфейс сцепления соединительной муфты может быть термочувствительным, поэтому производитель оборудования под давлением должен предпринять обязательные меры по контролю и ограничению максимальной температуры интерфейса в соответствии с рекомендациями производителя муфты.

Каждая соединительная муфта с термочувствительным интерфейсом должна быть снабжена термочувствительным индикатором. Индикатор должен обеспечивать возможность проверки сварщиком температуры, которая должна лежать в заданных пределах.

Таблица B.1-1 - Испытания соединительных муфт (T.J).

№	**Испытание; требования / стандартное испытание**	**Объем для QT**	**Объем для CT**	**Условия испытаний**
1 Разрушающие испытания[3]				
1.1	Испытание, указанное в 1.1a или 1.1b	-	-	
1.1a	Испытание на удар для направлений бороздок вдоль каждого интерфейса сцепления; $K_v \geq 14$ Дж (однократное), ≥ 18 Дж (среднее)/EN 10045-1	По 1 набору каждого типа	По 1 набору каждого типа	Температура испытаний: окружающая температура
1.1b	Металлографическая оценка микросекционирования (каждого интерфейса сцепления); требования см. в сноске[6]	1	-	200X
1.2	Боковое испытание на изгиб (не применимо для особых процессов	2	-	Температура испытаний: окружающая температура

	ковки); 90°, d = 12 x a, без трещин / EN ISO 7438			
1.3	Пробное испытание гидростатического давления; 4-кратное расчетное давление	1 муфта групп I, II, III	-	Муфта под термоциклической нагрузкой[в] Температура испытаний: окружающая температура В комбинации с 2.4
1.4	Испытание на растяжение в направлении z[ж]; растягивающая нагрузка > основной металл 1/EN 10002	2	2[г]	Образец должен содержать основной метал 1 и 2 Образец под термоциклической нагрузкой[в] Температура испытаний: окружающая температура
2 Неразрушающие испытания				
2.1[е]	UT после каждого взрывания плакировки;> отраженный сигнал - 50 % шкалы / EN 583	100%	100%	UT с нормальным излучением, диаметр 25 мм, 2,25 МГц В области пластины (которая будет использоваться для машинной обработки муфты) не допускается нарушения сцепления
2.2	Испытание муфты на утечку гелия; скорость утечки < 10^{-8} мбар л/с /EN 1779	2	все	Соединительная муфта под термоциклической нагрузкой[в] для QT Температура испытания: окружающая температура
2.3	Испытание муфты на проникновение краски; EN 1289, уровень приемки 1 / EN 571-1	2	все	Соединительная муфта под термоциклической нагрузкой[в] для QT Температура испытания: окружающая температура
2.4	Испытание под давлением; 1,43 расчетного давления	1	все[е]	Муфта под термоциклической нагрузкой[в] Температура испытаний: окружающая температура В комбинации с 1.3 QT
3 Визуальная проверка соединительных муфт				

3.1	Визуальная проверка; отсутствие чужеродных материалов, коррозии или трещин > 0,3 мм	Все испытуемые детали	100%	-
3.2	Проверка размеров	Все испытуемые детали	100%	-
3.3	Проверка маркировки	Все испытуемые детали	100%	-

[а] Для вспышки облицевать муфты плакированным листом (за исключением 1.3).
[б] Отсутствие неметаллических фаз или включений, пор или других не связанных областей, полное сцепление соединяемых металлов.
[в] См. В.5.1.2
[г] В качестве альтернативы испытание проверяющий в соответствии с 2.4 / СТ.
[д] Только для взрывной плакировки муфты
[е] Если испытание согласно 1.4 / СТ не выполнено.
[ж] Для специального процесса ковки, это испытание может быть изменено. В этом случае испытательное давление – согласно 1.3 – должно в 7 раз превышать давление испытания.

Приложение ZA
(информационное)

Взаимосвязь между этим европейским стандартом и Основными требованиями Директивы ЕС 97/23/ЕС

Настоящий европейский стандарт был подготовлен согласно мандату, выданного CEN Европейской Комиссией и Европейской ассоциацией свободной торговли с целью обеспечения средств соответствия Существенным требованиям Директивы о Новом подходе 97/23/ЕС.

После того, как этот стандарт будет упомянут согласно Директиве в официальном журнале европейского сообщества и внедрен в качестве национального стандарта в по крайней мере одном государстве – члене ЕС, соответствие с пунктами этого стандарта, приведенными в таблице ZA.1, передает в рамках рассмотрения этого стандарта предположение о соответствии соответствующим Существенным требованиям Директивы и связанных норм Европейской ассоциации свободной торговли.

Таблица ZA.1 – Соответствие между европейским стандартом и Директивой 97/23/ЕС

Пункты данного европейского стандарта	**Содержание**	**Директива об оборудовании под давлением 97/23/ЕС, Приложение I**
5	Положение и рассмотрение существенных свойств материалов	2.2.3 (b), 5-й индент
5.3,5.7	Материалы, достаточно гибкие и жесткие	4.1 (a)
5.4, 7.2, 7.4, 7.5, 7.6, Приложение B	Материал, подходящий для подразумеваемой процедуры обработки	4.1 (d)
5.6	Окружающая и рабочая температура	2.2.1, 2-й индент
6, Приложение B	Конструкция подходящей прочности	2.2
6.2	Номинальное проектное напряжение	7.1.2
6.3,6.4,6.5,6.6	Метод вычисления — Расчет посредством формулы (DBF)	2.2.3 (a)
7.6, Приложение B	Рабочая процедура по выполнению соединительной муфты	3.1.2

	Квалифицированный штат для выполнения неподвижных соединений	3.1.2
7.4, 7.6.3, 7.6.5	Подготовка частей компонентов	3.1.1
7.5	Формоизменение	3.1.1
7.5.3, 7.5.4, 7.6.6	Термообработка	3.1.4
8.4, 8.6	Соответствующие факторы соединений	2.2.3 (b), 6-й индент
8.4, 8.5, Приложение B	Внутренние и поверхностные дефекты	3.2.1
8.4.3, 8.6	Эффективность соединения	7.2
9.2, Приложение B	Пробное испытание	3.2.2

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ - Другие требования и другие Директивы ЕС могут быть применимыми к продукту (ам), находящемуся в пределах рассмотрения этого стандарта.

Библиография

[1]	EN 754 (все части)	Холоднотянутые прутки и трубы
[2]	EN 755 (все части)	Алюминий и алюминиевые сплавы. Прутки, трубы и профили прессованные.
[3]	EN 764-4	Оборудование, работающее под давлением. Часть 4. Подготовка технических условий поставки для металлических материалов
[4]	EN 764-5	Оборудование, работающее под давлением. Часть 5. Документы по контролю и соответствию металлических материалов
[5]	ISO 857-1	Сварка и смежные процессы. Словарь. Часть 1: процессы сварки металла
[6]	EN 1011-2	Сварка. Рекомендации по сварке металлических материалов. Часть 2. Дуговая сварка ферритных сталей.
[7]	EN 1011-4	Сварка. Рекомендации по сварке металлических материалов. Часть 4. Дуговая сварка алюминия и алюминиевых сплавов
[8]	EN ISO 13920	Сварка. Общие допуски для сварных конструкций. Размеры по длине и угловые размеры. Форма и положение.
[9]	EN 14717	Сварка и связанные процессы. Контрольный перечень, относящийся к окружающей среде.
[10]	FDBR Guideline, Design of power piping, July 1995[1]	Директива FDBR, расчет паропроводов, июль 1995[1]
[11]	EN 1092-4:2002	Круглые фланцы для труб, клапанов, фитингов и арматуры с обозначением PN. Часть 4. Фланцы из алюминиевых сплавов
[12]	EN 1252-1	Сосуды криогенные. Материалы. Часть 1. Требования в отношении ударной вязкости при температурах ниже минус 80°C
[13]	EN 764-3	Оборудование, работающее под давлением. Часть 3. Определение компонентов

[1] Необходимо получить из Vulkan-Verlag, Huyssenallee 52-56, D-45128 Essen

gost.e-ecolog.ru