ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

СТБ EN 13445-8-2009

СОСУДЫ, РАБОТАЮЩИЕ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

Часть 8

Дополнительные требования к сосудам, работающим под давлением, из алюминия и алюминиевых сплавов

ПАСУДЗІНЫ, ПРАЦУЮЧЫЯ ПАД ЦІСКАМ

Частка 8

Дадатковыя патрабаванні да пасудзін, працуючых пад ціскам, з алюмінію і алюмініевых сплаваў

(EN 13445-8:2009, IDT)

Издание официальное

БЗ 11-2009



Госстандарт
Минск

gost.e-ecolog.ru

УДК 621.642-98(083.74)(476) МКС 23.020.30 КП 03 IDT

Ключевые слова: сосуды, работающие под давлением, из алюминия, требования

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-производственным республиканским унитарным предприятием «Белорусский государственный институт стандартизации и сертификации» (БелГИСС)

ВНЕСЕН Госстандартом Республики Беларусь

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ постановлением Госстандарта Республики Беларусь от 27 ноября 2009 г. № 61

3 Настоящий стандарт идентичен европейскому стандарту EN 13445-8:2009 Unfired pressure vessels – Part 8: Additional requirements for pressure vessels of aluminium and aluminium alloys (Сосуды, работающие под давлением. Часть 8. Дополнительные требования к сосудам, работающим под давлением, из алюминия и алюминиевых сплавов).

Европейский стандарт разработан техническим комитетом по стандартизации CEN/TC 54 «Сосуды, работающие под давлением» Европейского комитета по стандартизации (CEN).

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

© Госстандарт, 2010

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 13445-8:2009 на языке оригинала и его перевод на русский язык (справочное приложение Д.А).

Введен в действие как стандарт, на который есть ссылка в Еврокоде EN 1993-1-8:2005.

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

СОСУДЫ, РАБОТАЮЩИЕ ПОД ДАВЛЕНИЕМ
Часть 8
Дополнительные требования к сосудам, работающим под давлением, из алюминия и алюминиевых сплавов

ПАСУДЗІНЫ, ПРАЦУЮЧЫЯ ПАД ЦІСКАМ
Частка 8
Дадатковыя патрабаванні да пасудзін, працуючых пад ціскам, з алюмінію і алюмініевых сплаваў

Unfired pressure vessels
Part 8
Additional requirements for pressure vessels of aluminium and aluminium alloys

Дата введения 2010-01-01

1 Scope

This Part 8 of this European Standard specifies requirements for unfired pressure vessels and their parts made of aluminium and aluminium alloys in addition to the general requirements for unfired pressure vessels under EN 13445:2009 Parts 1 to 5. This European Standard specifies unfired pressure vessels for loads up to 500 full cycles.

NOTE Cast materials are not included in this version. Details regarding cast materials will be subject to an amendment to or a revision of this European Standard.

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

EN 573-3:2007, *Aluminium and aluminium alloys — Chemical composition and form of wrought products — Part 3: Chemical composition*

EN 583-4:2002, *Non-destructive testing — Ultrasonic examination — Part 4: Examination for discontinuities perpendicular to the surface*

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

EN 1289:1998, EN 1289:1998/A1:2002, EN 1289:1998/A2:2003, *Non-destructive examination of welds — Penetrant testing of welds — Acceptance levels*

EN 1435:1997, EN 1435:1997/A1:2002, EN 1435:1997/A2:2003, *Non-destructive examination of welds — Radiographic examination of welded joints*

EN 1712:1997, EN 1712:1997/A1:2002, EN 1712:1997/A2:2003, *Non-destructive examination of welds — Ultrasonic examination of welded joints — Acceptance levels*

EN 1714:1997, EN 1714:1997/A1:2002, EN 1714:1997/A2:2003, *Non-destructive examination of welds — Ultrasonic examination of welded joints*

EN 12062:1997, EN 12062:1997/A1:2002, EN 12062:1997/A2:2003, *Non-destructive examination of welds — General rules for metallic materials*

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

EN 13445-1:2009, *Unfired pressure vessels — Part 1: General*

EN 13445-2:2009, *Unfired pressure vessels — Part 2: Materials*

EN 13445-3:2009, *Unfired pressure vessels — Part 3: Design*

EN 13445-4:2009, *Unfired pressure vessels — Part 4: Fabrication*

EN 13445-5:2009, *Unfired pressure vessels — Part 5: Inspection and testing*

EN ISO 6520-1:2007, *Welding and allied processes — Classification of geometric imperfections in metallic materials — Part 1: Fusion welding (ISO 6520-1:2007)*

EN ISO 9606-2:2004, *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)*

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)*

CR ISO/TR 15608:2000, *Welding — Guidelines for a metallic materials grouping system (ISO/TR 15608:2000)*

3 Terms, definitions, symbols and units

For the purposes of this document, the terms, definitions, symbols and units given in EN 13445:2009 Parts 1 to 5 apply.

NOTE Further symbols are listed in 8.2.3.

4 General requirements

The general requirements of EN 13445-1:2009 shall apply.

5 Materials

5.1 General

The requirements of EN 13445-2:2009 shall apply with the following additions/exclusions.

5.2 Elongation after fracture

NOTE Also see 4.1.4 of EN 13445-2:2009.

Aluminium and aluminium alloys used for welded parts of pressure vessels that are subjected to cold forming (e.g. rolled shells and heads) shall have a specified minimum elongation after fracture measured on a gauge length

$$L_o = 5{,}65\sqrt{S_o} \qquad (5.2\text{-}1)$$

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

Aluminium and aluminium alloys used for parts of pressure vessels 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

$$L_o = 5{,}65\sqrt{S_o} \qquad (5.2\text{-}2)$$

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

5.3 Prevention of brittle fracture

NOTE 1 Also see 4.1.6 of EN 13445-2:2009.

Annex B of EN 13445-2:2009 is not applicable.

NOTE 2 The requirements of 4.3 of EN 1252-1:1998 should be used for determining the minimum design and temperature and the requirements to prevent brittle fracture.

5.4 Lamellar tearing

NOTE Also see 4.2.1.2 of EN 13445-2:2009.

Specific requirements of lamellar tearing for pressure vessels of aluminium and its alloys are not applicable.

5.5 Chemical composition

The chemical composition shall be in accordance with their material specification, except that all materials sha have a maximum lead content of 150 μg/g.

It is recommended that the material to be used for welded components be produced from rolling or extrusion ingot with hydrogen level no greater than 0,2 ml per 100 g aluminium, measured on liquid metal during casting.

5.6 Material grouping system

Annex A of EN 13445-2:2009 is not applicable for pressure vessels of aluminium and its alloys.

The allowable materials for the construction of aluminium alloy pressure vessels shall be according to Table 5.6-1 below.

Table 5.6-1 — Grouping system based on CR ISO/TR 15608:2000 and allowable materials of construction based on EN 12392:2000 using the EN AW numbers according to EN 573-3:2007

NOTE Any product form available in EN 12392:2000 for a material in this table at an indicated temper is acceptable fo construction to this European Standard, as long as the requirements of 5.2 and 5.5 are fulfilled. Other materials not defined her may be used by agreement by the parties concerned (see 4.1.4 of EN 13445-2:2009) if they meet the requirements of 5.2 an 5.5 and a particular material appraisal is produced (see EN 764-4:2002).

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 — 1070A EN AW — 1080A	EN AW-Al 99,5 EN AW-Al 99,7 EN AW-Al 99,8(A)	O, H111, H112 O, H111, H112 O, H111, H112
22	Non heat treatable alloys				
	22.1	Aluminium-manganese alloys	EN AW — 3003 EN AW — 3103 EN AW — 3105	EN AW-Al Mn1Cu EN AW-Al Mn1 EN AW-Al Mn0,5Mg0,5	O, H111, H112 O, H111, H112 O, H111
	22.2	Aluminium-magnesium alloys with Mg ≤ 1,5 %	EN AW — 5005 EN AW — 5005A EN AW — 5050	EN AW-Al Mg1(B) EN AW-Al Mg1(C) EN AW-Al Mg1,5(C)	O, H111, H112 O, H111, H112 O, H111
	22.3	Aluminium-magnesium alloys with 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-Al Mg2Mn0,8 EN AW-Al Mg2,5 EN AW-Al Mg3,5(A) EN AW-Al Mg2 EN AW-Al Mg3Mn(A) EN AW-Al Mg3	O, H111, H112 O, H111, H112 O, H111, H112 O, H111, H112 O, H111, H112 O, H111, H112
	22.4	Aluminium-magnesium alloys with Mg > 3,5 %	EN AW — 5083 EN AW — 5086	EN AW-Al Mg4,5Mn0,7 EN AW-Al Mg4	O, H111, H112 O, H111
23	Heat treatable alloys				
	23.1	Aluminium-magnesium-silicon alloys	EN AW — 6060 EN AW — 6061	EN AW-Al MgSi EN AW-Al Mg1SiCu	T4 [a] T4 [b], T6 [c]

[a] for profiles only

[b] for seamless pipes and flanges only

[c] for flanges only

6 Design

6.1 General

The requirements of EN 13445-3:2009 shall apply with the following additions/exclusions.

6.2 Design temperature and properties

NOTE Also see 4.2.2 of EN 13445-2:2009.

The 2nd paragraph of 4.2.2.1 of EN 13445-2:2009 is not applicable for aluminium and its alloys.

The maximum design temperature shall not exceed that defined in Table 1 of EN 12392:2000 as the maximum working temperature.

The mechanical properties used for design shall be taken from the tabulated values in EN 12392:2000 at room temperature for $R_{m/20}$ and at the highest design temperature for $R_{e/T}$.

For welded parts and heat treated parts after forming only the values equivalent to the O temper shall be used for design when 6000 series flanges etc. are welded. These values are not quoted in EN 12392:2000 and so the tabulated values for f shown in Table 6.3-2 shall be used for design. The weld area shall be based on the O temper but the flange strength away from the weld ($2i$) may be based on the actual temper (T4 or T6).

For aluminium and aluminium alloys values of 0,2 % proof strength (or 1 % proof strength for material group 21-1000 series aluminium) for temperatures above 20 °C shall be established by linear interpolation between two adjacent values in EN 12392:2000 except that for alloys 5083 and 5086 the respective value at 50 °C may be used for 65 °C.

6.3 Time-independent nominal design stress

The design stress for aluminium and aluminium alloy materials shall be in accordance with the Table 6.3-1.

Table 6.3-1 — Design Stresses for aluminium and aluminium alloy material

Group according to Table 5.6-1	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 ($[R_{p0,2,T} / 1,5]$; $[R_{m,20} / 2,4]$)	$f_{test} = [R_{p0,2,20} / 1,05]$
23	f = min ($[R_{p0,2,T} / 1,5]$; $[R_{m,20} / 3]$	$f_{test} = [R_{p0,2,20} / 1,05]$

Table 6.3-2 — Allowable Design Stress values for 6000 series Aluminium alloys in the welded condition (see 6.2)

Material designation to EN 12392:2000	Value of f for design temperature (°C) not exceeding						
	50	75	100	125	150	175	200
EN AW 6060	40	40	40	38	36	22	14
EN AW 6061	55	55	55	54	51	43	32

6.4 Thick walled, small bore piping for shells

Equation 6.4-1 and 6.4-2 may be used as an alternative to Annex B and C in EN 13445-3:2009 for thick-walled piping of aluminium and aluminium alloy materials, i.e. for piping with $e/D_e > 0,16$ and DN ≤ 50. The maximum allowable pressure shall be used for design.

Limit Load Procedure

$$p_d < PS \qquad (6.4\text{-}1)$$

This maximum allowable pressure can be determined as follows:

$$PS = \left(\frac{2}{\sqrt{3}} \cdot R_{p0,2} \cdot \ln\left[\frac{D_O}{D_i} \right] \right) / 1,5 \qquad (6.4\text{-}2)$$

NOTE The method proposed is the standard design method for vaporisers upstream a cryogenic pressure tank. These vaporisers are small bore piping (DN ≤ 50) with comparable thick wall thickness (e/D_e typically ranges from 0,23 to 0,33 or D_e/D_i from 2,7 to 1,8).

6.5 Fatigue design

Fatigue design for over 500 cycles is not covered by this Part 8 for aluminium and aluminium alloy pressure vessels.

NOTE This will be subject to a future revision of or an amendment to this Part 8.

6.6 Lapped joints, joggle joints, permanent backing strips

6.6.1 General

The requirements of 5.7.4 in EN 13445-3:2009 are not applicable for pressure vessels of aluminium and aluminium alloys, and 5.7.4.1, 5.7.4.2, and 5.7.4.3.1 shall be replaced with the following 6.6.2, 6.6.3, and 6.6.4, respectively.

6.6.2 Lapped joints

Lapped joints with fillet welds shall be used only when all of the following conditions are fulfilled:

a) only testing group 4 is permitted;

b) the materials are limited to material groups 21, 22.1, 22.2, 22.3, 22.4;

c) for circumferential joints of shell to head only;

d) the nominal wall thickness of the thickest pressure part does not exceed 8 mm;

e) the overlap shall be minimum $4e$, where e represents the nominal thickness of the thickest pressure part;

f) both sides of the lap are welded;

g) the maximum vessel diameter does not exceed 1 600 mm;

h) non-corrosive conditions only are permitted.

6.6.3 Joggle joints

Joggle joints shall be used only when all of the following conditions are fulfilled:

a) the materials are limited to material groups 21, 22.1, 22.2, 22.3, and 22.4 (except 5454);

b) for circumferential joints of shell to head only;

c) the nominal wall thickness of the thickest pressure part does not exceed 12 mm;

d) the inside of the vessel is not subject to corrosion;

e) the intersections between longitudinal and circumferential joints shall be radiographed and found to be free of unacceptable imperfections;

f) the maximum vessel diameter does not exceed 1 600 mm.

6.6.4 Joints with permanent backing strips

Permanent backing strips shall not be used for longitudinal seams.

Permanent backing strips are permitted for circumferential seams and for shell or head closure plates only under the following conditions:

a) materials are limited to material groups 21, 22.1 to 22.4 and 23.1;

b) 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;

c) the inside of the vessel is not subject to corrosion;

d) backing strip material shall be of the same aluminium sub group as the vessel unless the combination of other backing strip material has been proven by a WPQR according to EN ISO 15614-2:2005.

7 Manufacture

7.1 General

The requirements of EN 13445-4:2009 shall apply with the following additions/exclusions.

7.2 Materials

Aluminium and aluminium alloy materials and their grouping shall be in accordance with 5.6.

7.3 Welding procedure specification (WPS)

NOTE Also see 7.2 of EN 13445-4:2009.

Gas welding according to EN ISO 4063:2000 is not permitted.

7.4 Qualification of welding procedure specifications (WPQR)

The requirements in 7.3 of EN 13445-4:2009 shall apply with the following modifications:

a) replace reference to EN ISO 15614-1 with EN ISO 15614-2:2005, except for radiographic acceptance which shall be in accordance with Clause 8;

b) furthermore, impact testing is not applicable for pressure vessels of aluminium and aluminium alloys.

7.5 Qualification of welders and welding operators

The requirements in 7.4 of EN 13445-4:2009 shall apply with the following modification:

Replace reference to EN 287-1 with EN ISO 9606-2:2004.

7.6 Joint preparation

In addition to the requirements of 7.6 in EN 13445-4:2009 the following shall apply for pressure vessels of aluminium and its alloys:

a) 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;

b) 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 have not been adversely affected by the cutting process;

c) the aluminium 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 (also see Clause 4 of EN 13445-4:2009).

7.7 Preheat

In addition to the requirements of 7.9 in EN 13445-4:2009 the following shall apply for pressure vessels of aluminium and its alloys:

a) preheating of aluminium and aluminium alloys 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 water;

b) for aluminium alloys containing 3,0 % or more magnesium an extended preheating and interpass time at temperatures of 150 °C and above shall not be permitted as it may result in grain boundary precipitation of Al_3-Mg_2 and disintegration in weld areas.

7.8 Production test, reference criteria

The requirements in 8.2 of EN 13445-4:2009 are applicable with the following modifications:

a) the requirements for impact testing are not relevant to aluminium materials, and so all of subsection a) in 8.2 of EN 13445-4:2009 shall be deleted;

b) under c) in 8.2 of EN 13445-4:2009 replace reference to material group 1.1 with aluminium materials 21, 22.1, 22.3 (except EN AW 5454) and 22.4;

c) under d) in 8.2 of EN 13445-4:2009 replace reference to material groups 1.1, 1.2 and 8.1 with reference to all aluminium materials permitted by Clause 5 of this ;

d) paragraph e) in 8.2 of EN 13445-4:2009 is not applicable.

7.9 Extent of testing

Table 8.3-1 of EN 13445-4:2009 is not applicable for pressure vessels of aluminium and its alloys. For aluminium materials the following Table 7.9-1 shall apply:

Table 7.9-1 — Testing of production test plates

Material group	Nominal thickness e_n [a] (mm)	Test specimens [b]
21, 22.1, 22.2, 22.3, 22.4, 23.1	≤ 35	1 FB, 1 RB (or 2 SB for e > 12 mm), 1 TT, 1 Ma
	> 35	2 SB, 1 TT, 1 Ma, 1 LT[c]

[a] Thinner plate thickness.

[b] For symbols see Table 8.3-2 of EN 13445-4:2009.

[c] For information for LT see 8.4.3 of EN 13445-4:2009.

7.10 Performance of test and acceptance criteria

The requirements in 8.4.2, 8.4.3, 8.4.5 and 8.4.6 of EN 13445-4:2009 shall apply subject to the replacement of reference to EN ISO 15614-1 with EN ISO 15614-2:2005. The requirements in 8.4.1, 8.4.9 and 8.4.10 of EN 13445-4:2009 shall apply, the requirements in 8.4.7 and 8.4.8 of EN 13445-4:2009 shall not apply.

7.11 Forming procedures

7.11.1 As to cold forming the requirements in 9.3.1 of EN 13445-4:2009 shall apply with the following modification:

a) cold forming of material groups 21 and 22.1 to 22.4 shall be carried out at temperatures below 200 °C;

b) cold forming of material 23.1 is not allowed (T4 and T6).

7.11.2 As to hot forming the requirements in 9.3.2 of EN 13445-4:2009 are not applicable for pressure vessels of aluminium and its alloys.

Hot forming of aluminium and its alloys shall be carried out in a temperature range of 320 °C to 420 °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.

7.12 Heat treatment after forming

7.12.1 For heat treatment of flat products after cold forming the requirements in 9.4.2 of EN 13445-4:2009 are not applicable for pressure vessels of aluminium and its alloys. For aluminium and its alloys the heat treatment shall be carried out in accordance with Table 7.12-1.

Table 7.12-1 — Heat treatment of flat products after cold forming

Material group	Ratio of deformation	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 fracture 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 fracture after cold forming remains at least 10 %, then in these cases annealing is not required.

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 and the thickness of the material;

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

7.12.2 For heat treatment of tubular products after cold forming the requirements in 9.4.3 of EN 13445-4:2009 are not applicable for pressure vessels of aluminium and its alloy. For aluminium and its alloys heat treatment shall be carried out in accordance with Table 7.12-2.

Table 7.12-2 — Heat treatment of tubular products after cold forming

Material group	Bending radius for the tube R	External diameter of the tube D_e	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

[a] Elongation prior to forming ≥ 14 %.

The heat treatment parameters (annealing) 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 5 min and 60 min depending on the ratio of cold forming and the thickness of the material;

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

7.12.3 For the heat treatment after hot forming the requirements in 9.4.5 of EN 13445-4:2009 are not applicable for pressure vessels of aluminium and its alloys. For aluminium and its alloys heat treatments shall be carried out in accordance with Table 7.12-3.

Table 7.12-3 — Heat treatment after hot forming

Material group	Hot forming conditions	Heat treatment
21, 22.1, 22.2, 22.3, 22.4	No subsequent heat treatment should be applied if the forming process of the last forming stage is completed above 300 °C.	no

7.12.4 The requirements in 9.4.4 and 9.4.6 of EN 13445-4:2009 are not applicable for pressure vessels of aluminium and its alloys.

7.13 Sampling of formed products

7.13.1 The requirements in 9.5.1 of EN 13445-4:2009 are not applicable for pressure vessels of aluminium and its alloys.

If heat treatment is not required by Table 7.12-1 and 7.12-2 after cold forming of plates or tubes, then no mechanical tests are required in respect of forming.

7.13.2 The requirements in 9.5.2 of EN 13445-4:2009 are not applicable for pressure vessels of aluminium and its alloys.

For all material groups allowed by Clause 5 a test plate shall be subjected to heat treatment together with the formed products or be subjected to a similar heat treatment separately. The following number of test coupons shall be taken:

a) one test coupon from a batch of up to 10 parts;

b) two test coupons from a batch of up to 25 parts;

c) three test coupon from a batch of up to 100 parts;

d) one test coupon for every further 100 parts.

7.14 Tests

7.14.1 Base material

The requirements in 9.6.1 of EN 13445-4:2009 are not applicable for pressure vessels of aluminium and its alloys.

For pressure vessels of aluminium and its alloys one tensile test shall be taken from each test coupon required in 7.13.2. The test specimens shall be taken transverse to the rolling direction with a deviation not greater than 20°.

7.14.2 Butt welds

The requirements in 9.6.2 of EN 13445-4:2009 are not applicable for pressure vessels of aluminium and its alloys.

NOTE This does not decrease the need to have a PQR test in the heat treated condition as required by 7.3.

7.15 Post weld heat treatment (PWHT)

The requirements in Clause 10 of EN 13445-4:2009 are not applicable for pressure vessels of aluminium and its alloys. However, the following shall apply for pressure vessels of aluminium and its alloys:

a) stress relieving heat treatment is normally not necessary or desirable for welded aluminium vessels except if there is a risk of stress corrosion due to the service media. 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 Table 7.12-3.

8 Inspection and testing

8.1 General

The requirements in EN 13445-5:2009 shall apply with the following additions/exclusions.

8.2 Non-destructive testing of welded joints

8.2.1 General

The testing of vessels of aluminium and aluminium alloys shall be according the testing groups according to Table 8.2-1.

All testing groups shall require 100 % visual inspection to the maximum extent possible.

Testing group 4 shall be applicable only for:

— PS ≤ 20 bar; and

— maximum number of full pressure cycles ≤ 500; and

— lower level of nominal design stress (according to EN 13445-3:2009).

Table 8.2-1 — Testing groups for aluminium pressure vessels

	Testing group			
	1	2 [a]	3	4
Permitted materials [e]	21, 22.1 to 22.4	21, 22.1 to 22.4, 23.1 [g]	21, 22.1 to 22.4, 23.1 [g]	21, 22.1 to 22.4 (except EN AW 5454)
Extent of NDT of governing welded joints [c f]	100 %	100 % – 10 % [b]	10 %	0 %
NDT of other welds	Defined for each type of weld in Table 6.6.2-1 of EN 13445-5:2009.			
Joint coefficient	1	1	0,85	0,7
Maximum thickness for which specific materials are permitted	Unlimited [d]	40 mm	40 mm	20 mm
Welding process	Unlimited [d]	Fully mechanical welding only [a]	Unlimited [d]	Unlimited [d]
Service temperature range	Unlimited [d]	Unlimited [d]	Unlimited [d]	Unlimited [d]

[A] Fully mechanised and/or automatic welding process (see EN 1418)

[b] First figure: initially; second figure: after satisfactory experience. For definition of "satisfactory experience", see 8.2.2.

[c] See testing details in Table 8.3-1 of this Part 8.

[d] "Unlimited" means no additional restriction due to testing. The limitations mentioned in this table are limitations imposed by testing. Other limitations given in the various clauses of this European Standard (such as design, or material limitations etc.) shall also be taken into account.

[e] See Clause 5 for permitted materials.

[f] The percentage relates to the percentage of welds of each individual vessel.

[g] It is intended that material group 23.1 is only used in a seamless condition (i.e. as seamless vessel shell, nozzle connection, end cap or flange) and only circumferential welding will be applied. Also because of the lower minimum elongation cold forming of material group 23.1 is not permitted.

8.2.2 Demonstration of satisfactory experience for testing group 2

The requirements in 6.6.1.1.4 of EN 13445-5:2009 shall apply with the following modifications:

— in case of groups 21, 22.1 to 22.4, except EN AW 5454, the successful production is 25 consecutive pressure vessels or 50 consecutive metres of governing welded joints;

— in case of materials of group 23.1 and EN AW 5454, it is 50 consecutive pressure vessels or consecutive 100 m of governing welded joints;

— experience in material group 22.4 covers experience in material groups 21, 22.1, 22.2 and 22.3;

— experience is accepted as long as there is a valid welding procedure approval test for a more critical or at least a comparable material.

8.2.3 Symbols

The following symbols are used in the tables of Clause 8:

A area surrounding the gas pores

a nominal throat thickness of the fillet weld (see also ISO 2553:1992)

b width of weld reinforcement

d diameter of gas pore

d_A diameter of area surrounding the gas pores

d_i inner diameter

d_n nominal diameter

e, t wall or plate thickness (nominal size)

h height or width of imperfection

L length of projected or cross section area

l length of imperfection in longitudinal direction of the weld

s nominal butt weld thickness (see also ISO 2553:1992)

w width of the weld or width or height of the cross section area

8.3 Determination of extent of non destructive testing

The requirements in 6.6.2 of EN 13445-5:2009 shall apply with the following modification:

Table 6.6.2-1 of EN 13445-5:2009 shall be replaced by Table 8.3-1, and NOTE 2 shall be replaced by:

a) multilayer welds;

b) performed by Metal Inert Gas (MIG 131) or Tungsten Inert Gas (TIG 141).

Special problems arising from elements such as those described below shall be considered especially for longitudinal joints:

c) other process, e.g. plasma 15, electron beam (EB) 76, friction welding 42;

d) single run weld, single run from one side or both sides;

e) automatic welding processes.

Table 8.3-1 — Extent of non destructive testing

			Testing group	1	2	3	4
			Parent materials l m n	21, 22.1 to 22.4	21, 22.1 to 22.4 except 23.1	21, 22.1 to 22.4, and 23.1 [o]	21, 22.1 to 22.4 (except EN AW 5454)
Type of weld [a]			Testing [b]	Extent	Extent	Extent	Extent
Full penetration butt weld	1	Longitudinal joint	RT or UT PT	100 % 0	(100–10) % [p] 0	10 % [p] 0	0 [p] 0
	2a	Circumferential joint on a shell	RT or UT PT	25 % 0	(25–10) % 0	10% [c] 0	0 0
	2b	Circumferential joint on a shell with backing strip [k]	RT or UT PT	25 % 0	(25–10) % 0	10 % 0	0 0
	2c	Circumferential joggle joint [k]	RT or UT PT	25 % 0	(25–10) % 0	10 % 0	0 0
	3a	Circumferential joint on a nozzle with d_i > 150 mm or e > 16 mm	RT or UT PT	25% 0	(25–10)% 0	10% [c] 0	0 0
	3b	Circumferential joint on a nozzle with d_i > 150 mm or e > 16 mm with backing strip [k]	RT or UT PT	25 % 0	(25–10) % 0	10 % 0	0 0
	4	Circumferential joint on a nozzle with d_i < 150 mm and e < 16 mm	RT or UT PT	0 50 %	0 (50–10) %	0 10 % [d]	0 0
	5	All welds in shells, heads and in hemispherical heads to shells	RT or UT PT	100 % 0	100 % 0	10 % [p] 0	0 [p] 0
	6	Assembly of a conical shell with a cylindrical shell angle ≤ 30°	RT or UT PT	25 % 0	(25–10) % 0	10 % 0	0 [p] 0
	7	Assembly of a conical shell with a cylindrical shell angle > 30°	RT or UT PT	100 % 0	(100–25) % 0	10 % 10% [d]	10 % 0
Fillet weld, lapped joints [k]	8	Circumferential lapped joint head to shell	RT or UT PT	NA NA	NA NA	NA NA	0 [p] 0
Assembly of a flat head or tubesheet, with a cylindrical shell; assembly of a flange or a collar with a shell	9	With full penetration	RT or UT PT	25 % 0	(25–10) % 0	10 % 0 [p]	0 [p] 0 [p]
	10	With partial penetration, if a > 16 mm (as defined in Figure 6.6.2–1 of EN 13445-5:2009) [j]	RT or UT PT	NA NA	NA NA	10 % 0	0 0
	11	With partial penetration, if a ≤ 16 mm (as defined in Figure 6.6.2–2 of EN 13445-5:2009) [j]	RT or UT PT	NA NA	NA NA	0 10 %	0 0
Assembly of a flange or a collar with a nozzle with d_n > 200 mm and ≥ 25 a	12	With full penetration	RT or UT PT	NA 25 % [g]	NA (25–10) %	NA 10 %	0 0
	13, 14	With partial penetration [j]	RT or UT PT	NA NA	NA NA	0 10 % [d p]	0 0 [p]

Table 8.3-1 (*concluded*)

			Testing group	1	2	3	4
			Parent materials l m n	21, 22.1 to 22.4	21, 22.1 to 22.4 except 23.1	21, 22.1 to 22.4, and 23.1 [c]	21, 22.1 to 22.4 (except EN AW 5454)
Type of weld [a]			Testing [b]	Extent	Extent	Extent	Extent
Nozzle or branch [e]	15	With full penetration if d_i > 200 mm and e > 25 mm	RT or UT PT	25 % [g] 0 [p]	(100–10) % 0 [p]	10 % 0 [p]	0 0 [p]
	16	With full penetration if d_i ≤ 200 mm and e ≤ 25 mm	RT or UT PT	NA 25 % [g p]	NA (25–10) % [p]	NA 10 % [d p]	0 0 [p]
	17, 18, 19	With partial penetration for any d_i and a > 16 mm	RT or UT PT[j]	NA 25 % [g p]	NA (25–10) % [p]	NA 10 % [d p]	0 0 [p]
Tube ends into tube sheet	20		PT or leak test [q]	100 %	100 %	10 %	0
Permanent attachments [f]	21	With full penetration or partial penetration	RT or UT PT	0 25 % [p]	0 25 % [p]	0 25 % [p]	0 0 [p]
Pressure retaining areas after removal of temporary attachments	22		PT	100 %	100 %	100 %	0 [p]
Cladding by welding [h]	23		PT	NA	NA	NA	NA
Repairs	24	RT or UT PT	NDT of repairs shall be 100 % of the area of repair by NDT methods as stated on the type of weld above.				

[a] See Figure 6.6.2-3 of EN 13445-5:2009.

[b] RT = Radiographic testing; UT = Ultrasonic testing; MT = Magnetic particle testing; PT = Penetrant testing.

[c] 2 % if e ≤ 30 mm and same WPS as longitudinal, for aluminium groups 21, 22.1 to 22.4 (except EN AW 5454).

[d] 10 % if e > 30 mm or 23.1, 0 % if e ≤ 30 mm (except 23.1).

[e] Percentage in the table refers to the aggregate weld length of all the nozzles, see 6.6.2.b in EN 13445-5:2009.

[f] No RT or UT for weld throat thickness ≤ 16 mm.

[g] 10 % for aluminium group 21.

[h] Weld cladding is not applicable for aluminium and aluminium alloys.

[i] For explanation of the reduction in NDT in testing group 2, also see 6.6.2 of EN 13445-5:2009.

[j] In exceptional cases or where the design or load bearing on the joint is critical, it may be necessary to employ both techniques (i.e. RT & UT, & PT); also see Table 6.6.2-1 of EN 13445-5:2009 for other circumstances for the use of both techniques.

[k] For limitations of application see 6.6.

[l] The percentage of surface examination refers to the percentage of length of the welds both on the inside (where accessible) and the outside.

[m] RT and UT are volumetric while PT is surface testing. When referenced in this table both volumetric and surface are necessary to the extent shown.

[n] NA means "not applicable".

[o] It is intended that material group 23.1 is only used in a seamless condition (i.e. as seamless vessel shell, nozzle connection, end cap or flange), and only circumferential welding will be applied.

[p] Where pneumatic testing is carried out in accordance with 8.7 the additional NDT requirements shall take precedence over this table.

[q] Leak testing at a sensitivity of 10^{-3} atm·ml/s or better (e.g. gas and bubble test method or better).

8.4 Applicable non destructive testing techniques

8.4.1 NDT methods

The requirements in Table 6.6.3-1 of EN 13445-5:2009 shall be replaced by Table 8.4-1.

Table 8.4-1 shows the method characterisation and acceptance criteria to be applied to aluminium weldments. The table is based on EN 12062:1997and EN ISO 10042:2005.

Table 8.4-1 — NDT methods, techniques, characterisation, acceptance criteria

NDT Methods (abbreviations)	Techniques	Characterisation	Acceptance criteria
Visual inspection (VT)	EN 970:1997	EN ISO 10042:2005 (surface imperfections)	EN ISO 10042:2005; for acceptance level and -criteria see Table 8.4.3-1 [c]
Radiography (RT)	EN 1435:1997, class B [a]	EN ISO 10042:2005 (internal imperfections)	EN ISO 10042:2005; for acceptance level and -criteria see Table 8.4.2-1
Ultrasonic Testing (UT)	EN 1714:1997 for thickness t (mm): $t < 40$: class A $40 \leq t < 100$: class B $t \geq 100$: class C	EN 1713:1998 [b]	EN 1712:1997; for acceptance level 2 and no planar imperfections accepted
Penetrant Testing (PT)	EN 571-1:1997 and testing parameters of EN 1289:1998, Table A.1	EN 1289:1998	EN 1289:1998 For acceptance level and -criteria see Table 8.4.4-1

[a] However, the maximum area for single exposure shall correspond to the requirements of Class A of EN 1435:1997.

[b] EN 1713 is a recommendation only.

[c] Additional requirements for the following imperfections:

— stray arc (601) — removal plus 100 % PT to ensure no imperfection;

— spatter (602) — weld spatter shall be removed from all pressure parts and load carrying attachment welds;

— isolated non systematic spatter is permitted;

— torn surface (603), grinding mark (603), chipping mark (605) shall be ground to provide a smooth transition;

— underflushing (606) shall not be permitted. Any local underflushing shall be related to design characteristics.

8.4.2 Acceptance criteria for radiographic testing (RT)

The acceptance criteria for radiographic testing shall be in accordance with Table 8.4.2-1, and not Table 6.6.4-1 in EN 13445-5:2009.

Where Table 8.4.2-1 does not give acceptance criteria then the criteria according to EN ISO 10042:2005 Level B shall be used.

Table 8.4.2-1 — Acceptance criteria for radiographic testing (RT)

EN ISO 6520-1:2007 imperfection reference n°	Type of imperfection Designation	Maximum permitted
2016	Worm-hole isolated	EN ISO 10042:2005, level C
	Worm-hole aligned	Not permitted
303	Oxide inclusion	EN ISO 10042:2005, level C
3041	Tungsten inclusion	EN ISO 10042:2005, level C
2011	Gas pore	EN ISO 10042:2005, level C
2013	Clustered (localised) porosity	EN ISO 10042:2005, level C

8.4.3 Acceptance criteria for visual and surface penetrant testing

The acceptance criteria for visual and surface penetrant testing shall be in accordance with Table 8.4.3-1 and 8.4.4-1.

Where Table 8.4.3-1 does not give acceptance criteria then the criteria according to EN ISO 10042:2005, level B shall be used.

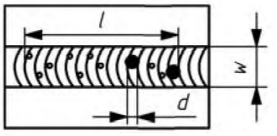
Table 8.4.3-1 — Acceptance criteria for visual testing (VT)

EN ISO 6520-1:2007 imperfection reference n°	Type of Imperfection Designation	Maximum permitted
502	Excess weld metal (butt weld)	EN ISO 10042:2005, level C
503	Excessive convexity (fillet weld)	EN ISO 10042:2005, level C
504	Excessive penetration	EN ISO 10042:2005, level C
507	Linear misalignment	See requirements of 5.2 and 5.3 of EN 13445-4:2009; "middle line - and surface alignment"

8.4.4 Acceptance criteria for penetrant testing (PT)

Table 8.4.4-1 includes acceptance criteria according to EN 1289:1998 and additional requirements.

Table 8.4.4-1 Acceptance criteria for penetrant testing (PT)

Type of Imperfection Designation	Definition of maximum permitted	
	t = ≤ 10 mm	t > 10 mm
Linear indication	EN 1289:1998, level 1	EN 1289:1998, level 1
Rounded indication	EN 1289:1998, level 1	EN 1289:1998, level 2
Summation of linear- and rounded indications 	Permitted if the summation of the indication area is ≤ 0,5 % of the considered area of weld ($L \times w$). Clustered indications are not permitted.	

8.5 Selection of non-destructive testing methods for internal imperfections

The requirements in 6.6.3.3 of EN 13445-5:2009 shall apply with the following modification: Table 6.6.3-2 in EN 13445-5:2009 shall be replaced by Table 8.5-1.

Table 8.5-1 — Selection of non destructive testing method[a] for determining internal imperfections, in accordance with EN 12062:1997, Table 3

Material: Aluminium and its alloys	Parent material nominal thickness (e in millimetres)			
type of joint	$e \leq 8$	$8 < e \leq 40$	$40 < e \leq 100$	$e > 100$
Butt joints, full penetration	RT class B or (UT class A)	RT class B or UT class A	RT class B or UT [b] class B	UT [b] class C
T-joints, full penetration	RT class B or UT class A	UT class A or (RT class B)	UT class B or (RT class B)	UT class C
Butt joints or T-joints, partial penetration	Throat thickness of weld (a in millimetres)			
	a > 16 mm RT class B or UT class A			

[a] - RT and UT mean radiographic and ultrasonic testing in accordance with the standards mentioned in Table 8.3-1.

[b] For $e \geq 60$ mm UT shall include examination for imperfections perpendicular to the surface in accordance with EN 583-4:2002.

For surface condition and preparation for non destructive testing the requirements in 6.6.3.5 of EN 13445-5:2009 shall apply with the following modification:

The last sentence in EN 13445-5:2009, 6.6.3.5, about cyclic loading is not applicable to aluminium pressure vessels.

8.6 Standard hydrostatic test

The requirements in 10.2.3.3 of EN 13445-5:2009 shall apply with the following modification:

For a vessel according to testing group 1, 2, 3 and 4 the test pressure shall be not less than that determined by 10.2.3.3.1 in EN 13445-5:2009.

10.2.3.3.2 in EN 13445-5:2009, testing group 4, is not applicable to aluminium pressure vessels.

8.7 Pneumatic testing

The requirement in 10.2.3.4.1 of EN 13445-5:2009 shall be followed. 10.2.3.4.2 shall be replaced with the following.

The pneumatic test pressure shall be in accordance with 10.2.3.3.1 in EN 13445-5:2009. Vessels subjected to this pressure shall be located in an enclosed and restricted area, e.g. a special chamber (bunker) capable of withstanding explosion or being properly anchored in a water basin and adequate measures being taken to prevent parts shooting away in the case of explosion. Alternatively, the vessel shall be located in an area, a sufficient distance away from any individuals (public or manufacturer's employees) such that in the case of explosion people will not be affected by the blast. This does not include damage from projectiles.

Alternatively, a test may be performed at a test pressure that is 1.1 times the maximum allowable pressure.

When this lower test pressure is used for a pneumatic test as the initial pressure test then 100 % of the longitudinal welds shall be subject to volumetric non-destructive examination and at least 10 % of the main circumferential welds including all 'T' junctions and flat ends to shell shall be subject to volumetric examination. In addition, 100 % of nozzle to shell welds, full and partial penetration attachment welds to the pressure boundary, flat ends to shells and areas where temporary attachments have been removed shall be subjected to 100 % surface penetrant examination where the weld thickness exceeds 6,5 mm.

Where during pneumatic test a vessel has been subjected to the pressure in accordance with 10.2.3.3.1 of EN 13445-5:2009 then the requirements in 10.2.3.4.3 shall apply for the inspection pressure. Where the alternative 1.1 times the maximum allowable pressure has been used then the pressure shall be reduced to the maximum allowable pressure for inspection of the vessel.

9 Inspection and testing of serially produced pressure vessels — Model approval

9.1 General

The requirements in Annex A.2, a) of EN 13445-5:2009 shall apply with the following modification:

The design and construction of the vessels, except where otherwise specified in this clause, is limited to testing group 2 or 3 (Table 8.2-1) and material groups 21 and 22.1 to 22.4, except EN AW 5454 only.

9.2 Inspection and testing of pressure vessels subject to cyclic loads

The requirements in Annex G of EN 13445-5:2009 are not applicable for pressure vessels of aluminium and its alloys.

Annex Y
(informative)

Differences between EN 13445-8:2006 and EN 13445-8:2009

The 2009 edition of EN 13445-8 contains the 2002 edition of the standard and all corrections issued in the meantime, especially update of normative references.

Annex ZA
(informative)

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

Once this standard is cited in the Official Journal of the European Union 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 Pressure Equipment Directive 97/23/EC

Clause(s)/subclause(s) of this EN	Essential Requirements (ERs) of Pressure Equipment Directive 97/23/EC	Qualifying remarks/Notes
5	2.2.3 (b), 5th indent	Provision and consideration of appropriate material properties
5.3	4.1 (a)	Prevention of brittle fracture
5.5	4.1 (d)	Material suitable for intended processing procedure
6	2.2	Design for adequate strength
6.3	7.1.2	Quantitative requirements
6.4, 6.6	2.2.3 (a)	Calculation method — Design by Formula (DBF)
7.4, 7.8, 7.9, 7.10	3.1.2	Operating procedure to carry out permanent joints
7.5	3.1.2	Qualified personnel to carry out permanent joints
7.6	3.1.1	Preparation of component parts
7.7	3.1.2	Operating procedure to carry out permanent joints
7.11	3.1.1	Forming
7.12, 7.15	3.1.4	Heat treatment
8.2, 8.3, 8.4, 8.5	3.2.1	Internal and surface defect
8.6, 8.7	3.2.2	Proof test

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

Bibliography

[1] EN 287-1:2004, *Qualification test of welders — Fusion welding — Part 1: Steels*

[2] EN 764-4:2002, *Pressure equipment — Part 4: Establishment of technical delivery conditions for metallic materials*

[3] EN 1252-1:1998, *Cryogenic vessels — Materials — Part 1: Toughness requirements for temperatures below – 80 °C*

[4] EN 1418:1997, *Welding personnel — Approval testing of welding operators for fusion welding and resistance weld setters for fully mechanised and automatic welding of metallic materials*

[5] EN 1713:1998, *Non-destructive examination of welds — Ultrasonic examination — Characterization of indications in welds*

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

[7] EN ISO 15614-1:2004, *Specification and qualification of welding procedures for metallic materials — Welding procedure test — Part 1: Arc and gas welding of steels and arc welding of nickel and nickel alloys (ISO 15614-1:2004)*

[8] ISO 2553:1992, Welded, brazed and soldered joints — Symbolic representation on drawings

Приложение Д.А
(справочное)

Перевод европейского стандарта EN 13445-8:2009 на русский язык

1 Область применения

Данная часть настоящего европейского стандарта устанавливает требования к сосудам, работающим под давлением, без огневого подвода теплоты и их частям из алюминия и алюминиевых сплавов в дополнение к общим требованиям к сосудам, работающим под давлением, без огневого подвода теплоты по EN 13445:2009 (части 1 – 5). Настоящий европейский стандарт распространяется на сосуды, работающие под давлением, без огневого подвода теплоты для нагрузок до 500 полных циклов.

Примечание – Литейные материалы не включены в настоящую редакцию. Данные о литейных материалах будет внесены поправкой или редакцией в настоящий европейский стандарт.

2 Нормативные ссылки

Следующие ссылочные стандарты необходимы для применения настоящего стандарта. Для датированных ссылок применима только указанная редакция. Для недатированных ссылок применимо последнее издание ссылочного стандарта (с учетом поправок).

EN 571-1:1997 Контроль неразрушающий. Испытания проникающими веществами (капиллярные). Часть 1. Общие принципы

EN 573-3:2007 Алюминий и алюминиевые сплавы. Химический состав и форма деформированных изделий. Часть 3. Химический состав

EN 583-4:2002 Контроль неразрушающий. Ультразвуковой метод. Часть 4. Контроль неоднородностей перпендикулярно поверхности

EN 970:1997 Контроль неразрушающий сварных соединений. Визуальный контроль

EN 1289:1998, EN 1289:1998/A1:2002, EN 1289:1998/A2:2003 Контроль неразрушающий сварных соединений. Контроль проникающими веществами (капиллярный) сварных соединений. Границы допустимости

EN 1435:1997, EN 1435:1997/A1:2002, EN 1435:1997/A2:2003 Контроль неразрушающий сварных соединений. Радиографический метод контроля сварных соединений

EN 1712:1997, EN 1712:1997/A1:2002, EN 1712:1997/A2:2003 Контроль неразрушающий сварных соединений. Ультразвуковой метод. Границы допустимости

EN 1714:1997, EN 1714:1997/A1:2002, EN 1714:1997/A2:2003 Контроль неразрушающий сварных соединений. Ультразвуковой метод

EN 12062:1997, EN 12062:1997/A1:2002, EN 12062:1997/A2:2003 Контроль неразрушающий сварных соединений. Общие требования для металлов

EN 12392:2000 Алюминий и алюминиевые сплавы. Обработанные изделия. Специальные требования к изделиям для изготовления устройств, работающих под давлением

EN 13445-1:2009 Сосуды, работающие под давлением, без огневого подвода теплоты. Часть 2. Общие положения

EN 13445-2:2009 Сосуды, работающие под давлением, без огневого подвода теплоты. Часть 2. Материалы

EN 13445-3:2009 Сосуды, работающие под давлением, без огневого подвода теплоты. Часть 3. Проектирование

EN 13445-4:2009 Сосуды, работающие под давлением, без огневого подвода теплоты. Часть 4. Изготовление

EN 13445-5:2009 Сосуды, работающие под давлением, без огневого подвода теплоты. Часть 5. Контроль и испытания

EN ISO 6520-1:2007 Сварка и родственные процессы. Классификация геометрических параметров дефектов в металлических материалах. Часть 1. Сварка плавлением (ISO 6520-1:2007)

EN ISO 9606-2:2004 Квалификационные испытания сварщиков. Сварка плавлением. Часть 2. Алюминий и алюминиевые сплавы (ISO 9606-2:2004)

EN ISO 10042:2005 Сварка. Соединения из алюминия и алюминиевых сплавов, выполненные дуговой сваркой. Уровни качества в зависимости от дефектов (ISO 10042:2005)

EN ISO 15614-2:2005 Технические требования и квалификация технологии сварки металлических материалов. Контроль процесса сварки. Часть 2. Дуговая сварка алюминия и алюминиевых сплавов

CR ISO/TR 15608:2000 Сварка. Руководства, касающиеся системы группирования металлических материалов (ISO/TR 15608:2000)

3 Термины, определения, символы и единицы

В настоящем стандарте применяются термины, определения, символы и единицы, приведенные в EN 13445:2009 (части 1 – 5).

Примечание – Дополнительные символы указаны в 8.2.3.

4 Общие требования

Действуют общие требования EN 13445-1:2009.

5 Материалы

5.1 Общие положения

Действуют требования EN 13445-2:2009 со следующими дополнениями/исключениями.

5.2 Удлинение после разрушения

Примечание – Также см. п. 4.1.4 EN 13445-2:2009.

Алюминий и алюминиевые сплавы, используемые для сварных частей сосудов, работающих под давлением, которые подвержены холодной формовке (например, катаные оболочки и крышки), должны иметь заданное минимальное удлинение после разрушения, измеренное на базовой длине

$$L_o = 5,65\sqrt{S_o}, \qquad (5.2\text{-}1)$$

т. е. ≥ 14 % в продольном или поперечном направлении, как определено техническими условиями на материал.

Алюминий и алюминиевые сплавы, используемые для частей сосудов, работающих под давлением, которые не подвержены холодной формовке (например, прямые фланцы и штуцеры), должны иметь заданное минимальное удлинение после разрушения, измеренное на базовой длине

$$L_o = 5,65\sqrt{S_o}, \qquad (5.2\text{-}2)$$

т. е. ≥ 10 % в продольном или поперечном направлении, как определено техническими условиями на материал.

5.3 Предотвращение хрупкого разрушения

Примечание 1 – Также см. п. 4.1.6 EN 13445-2:2009.

Приложение B – EN 13445-2:2009 не применимо.

Примечание 2 – Требования п. 4.3 EN 1252-1:1998 должны использоваться для определения минимальной конструкции и температуры и требований по предотвращению хрупкого разрушения.

5.4 Расслаивание

Примечание – Также см. п. 4.2.1.2 EN 13445-2:2009.

Особые требования расслаивания к сосудам, работающим под давлением, из алюминия и алюминиевых сплавов не применяются.

5.5 Химический состав

Химический состав должен соответствовать техническим условиям на материал с тем исключением, что все материалы должны иметь минимальное содержание свинца 150 мкг/г.

Рекомендуется, чтобы все материалы, используемые для сварных элементов, изготавливались из слитков для прокатки или прессования с уровнем водорода не более 0,2 мл на 100 г алюминия, измеренным в жидком металле в процессе литья.

5.6 Система группирования материала

Приложение А EN 13445-2:2009 не применяется к сосудам, работающим под давлением, из алюминия и алюминиевых сплавов.

Допустимые материалы для изготовления сосудов, работающих под давлением, из алюминия должны соответствовать таблице 5.6-1.

Таблица 5.6-1 – Система группирования на основе CR ISO/TR 15608:2000 и допустимые конструкционные материалы на основе EN 12392:2000 с использованием номеров EN AW в соответствии с EN 573-3:2007

Примечание – Любая форма изделия, имеющаяся в EN 12392:2000, для материала в данной таблице при указанном закале допустима для конструкции согласно настоящему европейскому стандарту при условии выполнения требований 5.2 и 5.5. Другие материалы, не определенные здесь, могут использоваться по соглашению заинтересованных сторон (см. п. 4.1.4 EN 13445-2:2009), если они отвечают требованиям 5.2 и 5.5 и выполнена оценка конкретного материала (см. EN 764-4:2002).

Группа	Под-группа	Тип алюминия и алюминиевых сплавов	Обозначение		
			Номер EN AW	Химическое обозначение	Закал
21		Чистый алюминий с содержанием ≤ 1 % примесей или легирующих элементов	EN AW – 1050A EN AW – 1070A EN AW – 1080A	EN AW-Al 99,5 EN AW-Al 99,7 EN AW-Al 99,8(A)	O, H111, H112 O, H111, H112 O, H111, H112
22	Не подвергаемые термообработке сплавы				
	22.1	Алюминиево-марганцевые сплавы	EN AW – 3003 EN AW – 3103 EN AW – 3105	EN AW-Al Mn1Cu EN AW-Al Mn1 EN AW-Al Mn0,5Mg0,5	O, H111, H112 O, H111, H112 O, H111
	22.2	Алюминиево-магниевые сплавы с содержанием Mg ≤ 1,5 %	EN AW – 5005 EN AW – 5005A EN AW – 5050	EN AW-Al Mg1(B) EN AW-Al Mg1(C) EN AW-Al Mg1,5(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-Al Mg2Mn0,8 EN AW-Al Mg2,5 EN AW-Al Mg3,5(A) EN AW-Al Mg2 EN AW-Al Mg3Mn(A) EN AW-Al 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-Al Mg4,5Mn0,7 EN AW-Al Mg4	O, H111, H112 O, H111
23	Подвергаемые термообработке сплавы				
	23.1	Алюминиево-магниево-кремниевые сплавы	EN AW – 6060 EN AW – 6061	EN AW-Al MgSi EN AW-Al Mg1SiCu	T4 [a] T4 [b], T6 [c]

[a] Только для профилей.
[b] Только для бесшовных труб и фланцев.
[c] Только для фланцев.

6 Проектирование

6.1 Общие положения

Действуют требования EN 13445-3:2009 со следующими дополнениями/исключениями.

6.2 Расчетная температура и свойства

Примечание – Также см. п. 4.2.2 EN 13445-2:2009.

2-й параграф п. 4.2.2.1 EN 13445-2:2009 не применяется к алюминию и алюминиевым сплавам.

Максимальная расчетная температура не должна превышать температуру, указанную в таблице 1 EN 12392:2000, в качестве максимальной рабочей температуры.

Механические свойства, используемые при проектировании, принимаются из табличных значений в EN 12392:2000 при комнатной температуре для $R_{m/20}$ и при наивысшей расчетной температуре для $R_{e/T}$.

Для сварных частей и прошедших термическую обработку частей после формовки при проектировании используют только значения, эквивалентные закалу О, когда выполняется сварка фланцев серии 6000 и т. п. Эти значения не указаны в EN 12392:2000, поэтому при проектировании используют табличные значения *f*, указанные в таблице 6.3-2. Зона сварки должна быть основана на закале О, но прочность фланца вдалеке от сварного шва (2*f*) может быть основана на фактическом закале (Т4 или Т6).

Для алюминия и алюминиевых сплавов значения 0,2%-ного условного предела текучести (или 1%-ного условного предела текучести для группы материала 21-1000 серии алюминия) для температур более 20 °С должны быть установлены при помощи линейной интерполяции между двумя соседними значениями в EN 12392:2000, за исключением сплавов 5083 и 5086, для которых соответствующее значение при 50 °С может быть использовано для 65 °С.

6.3 Не зависящее от времени номинальное расчетное напряжение

Расчетное напряжение для алюминия и алюминиевых сплавов должно соответствовать таблице 6.3-1.

Таблица 6.3-1 – Расчетные напряжения для алюминия и алюминиевых сплавов

Группа согласно таблице 5.6-1	Расчетные напряжения при расчетном режиме	Расчетные напряжения при режиме испытаний
21	$f = [R_{p1,0,T} / 1,5]$	$f_{исп} = [R_{p1,0,20} / 1,05]$
22	$f = \min ([R_{p0,2,T} / 1,5]; [R_{m,20} / 2,4])$	$f_{исп} = [R_{p0,2,20} / 1,05]$
23	$f = \min ([R_{p0,2,T} / 1,5]; [R_{m,20} / 3]$	$f_{исп} = [R_{p0,2,20} / 1,05]$

Таблица 6.3-2 – Значения допускаемого расчетного напряжения для алюминиевых сплавов серии 6000 в сваренном состоянии (см. 6.2)

Обозначение материала согласно EN 12392:2000	Значение *f* для расчетной температуры (°С), не более						
	50	75	100	125	150	175	200
EN AW 6060	40	40	40	38	36	22	14
EN AW 6061	55	55	55	54	51	43	32

6.4 Толстостенные трубопроводы малого диаметра для оболочек

Формулы 6.4-1 и 6.4-2 можно использовать в качестве альтернативы приложениям В и С в EN 13445-3:2009 для толстостенных трубопроводов из алюминия и алюминиевых сплавов, т. е. для трубопроводов с $e/D_e > 0,16$ и DN ≤ 50. При проектировании необходимо использовать максимальное допустимое давление.

Процедура предельной нагрузки

$$p_d < PS. \qquad (6.4\text{-}1)$$

Это максимально допустимое давление может быть определено следующим образом:

$$PS = \left(\frac{2}{\sqrt{3}} \times R_{p0,2} \times \ln \left[\frac{D_O}{D_I} \right] \right) / 1,5. \qquad (6.4\text{-}2)$$

Примечание – Предложенный метод является стандартным методом проектирования для испарителей на входе криогенных сосудов высокого давления. Эти испарители представляют собой трубопроводы малого диаметра (DN ≤ 50) с соизмеримой толщиной стенки (e/D_e обычно варьирует от 0,23 до 0,33 или D_e/D_i от 2,7 до 1,8).

6.5 Расчет на усталость

Расчет на усталость для более 500 циклов не рассматривается в данной части для сосудов, работающих под давлением, из алюминия и алюминиевых сплавов.

Примечание – Этот вопрос будет рассмотрен в следующей редакции или поправке к данной части.

6.6 Нахлесточные соединения, соединения с фланжировкой, постоянные подкладные ленты

6.6.1 Общие положения

Требования п. 5.7.4 в EN 13445-3:2009 не применяются к сосудам, работающим под давлением, из алюминия и алюминиевых сплавов, а п. 5.7.4.1, 5.7.4.2 и 5.7.4.3 должны быть заменены п. 6.6.2, 6.6.3 и 6.6.4 соответственно.

6.6.2 Нахлесточные соединения

Нахлесточные соединения с угловыми сварными швами должны использоваться только при соблюдении всех следующих условий:

a) допускается только группа контроля 4;

b) материалы ограничены группами 21, 22.1, 22.2, 22.3, 22.4;

c) только для кольцевых соединений оболочки с крышкой;

d) номинальная толщина стенки самой толстой части, работающей под давлением, не превышает 8 мм;

e) нахлест должен составлять минимум 4*e*, где *e* представляет номинальную толщину самой толстой части, работающей под давлением;

f) сварка выполнена с обеих сторон нахлеста;

g) максимальный диаметр сосуда не превышает 1 600 мм;

h) допускаются только некоррозионные условия.

6.6.3 Соединения с фланжировкой

Соединения с фланжировкой должны использоваться только при соблюдении всех следующих условий:

a) материалы ограничены группами 21, 22.1, 22.2, 22.3 и 22.4 (за исключением 5454);

b) только для кольцевых соединений оболочки с крышкой;

c) номинальная толщина стенки самой толстой части, работающей под давлением, не превышает 12 мм;

d) внутренняя часть сосуда не подвержена коррозии;

e) пересечения между продольными и кольцевыми соединениями должны пройти радиографический контроль для подтверждения отсутствия недопустимых дефектов;

f) максимальный диаметр сосуда не превышает 1 600 мм.

6.6.4 Соединения с постоянными подкладными лентами

Постоянные подкладные ленты не должны использоваться для продольных швов.

Постоянные подкладные ленты допускаются для кольцевых швов и для накладных листов оболочки или крышки только при следующих условиях:

a) материалы ограничены группами 21, 22.1 – 22.4 и 23.1;

b) неразрушающий контроль выполняется в соответствии с эффективностью конструкции/соединения по тем же критериям качества и приемки, что и односторонний стыковой шов;

c) внутренняя часть сосуда не подвержена коррозии;

d) материал подкладной ленты должен относиться к той же подгруппе алюминия, что и сосуд, за исключением случаев, когда сочетание другого материала подкладной ленты было утверждено квалификацией технических условий процедуры сварки (WPQR) в соответствии с EN ISO 15614-2:2005.

7 Изготовление

7.1 Общие положения

Действуют требования EN 13445-4:2009 со следующими дополнениями/исключениями.

7.2 Материалы

Алюминий и алюминиевые сплавы, а также их группирование, должны соответствовать 5.6.

7.3 Технические условия процедуры сварки (WPS)

Примечание – Также см. п. 7.2 EN 13445-4:2009.

Газовая сварка в соответствии с EN ISO 4063:2000 не допускается.

7.4 Квалификация технических условий процедуры сварки (WPQR)

Требования п. 7.3 EN 13445-4:2009 применяются со следующими изменениями:

a) заменить ссылку EN ISO 15614-1 ссылкой EN ISO 15614-2:2005, за исключением допустимости радиографического метода, которая должна соответствовать разделу 8;

b) кроме того, испытание на удар не применимо к сосудам, работающим под давлением, из алюминия и алюминиевых сплавов.

7.5 Квалификация сварщиков и операторов сварки

Требования в п. 7.4 EN 13445-4:2009 применяются со следующими изменениями:

Заменить ссылку EN 287-1 ссылкой EN ISO 9606-2:2004.

7.6 Подготовка соединения

В дополнение к требованиям п. 7.6 EN 13445-4:2009 следующие требования применяются к сосудам, работающим под давлением, из алюминия и алюминиевых сплавов:

a) резку алюминия и алюминиевых сплавов по размерам и форме предпочтительно выполнять с использованием процесса механической обработки или термической резки, например плазменно-дуговой резкой, или сочетания этих двух методов. Кроме того, допускаются гидромеханические способы разделки кромок;

b) для пластин толщиной ≤ 25 мм допускается холодное резание. Кромки, резка которых выполняется термическим методом или холодным резанием, должны быть зачищены до исходного состояния, если изготовитель не может продемонстрировать, что процесс резки не оказал отрицательного воздействия на материал и свариваемость;

c) свариваемая поверхность алюминия должна быть тщательно очищена от остатков оксида алюминия и смазочных веществ с использованием механических средств или протравливания. Запрещается использовать хлоридсодержащие чистящие средства (см. раздел 4 EN 13445-4:2009).

7.7 Предварительный нагрев

В дополнение к требованиям п. 7.9 EN 13445-4:2009 следующие требования применяются к сосудам, работающим под давлением, из алюминия и алюминиевых сплавов:

a) предварительный нагрев алюминия и алюминиевых сплавов не требуется по металлургическим соображениям и поэтому не является обязательным. Предварительный нагрев может применяться изготовителем из практических соображений, например нагрев до около 50 °C может способствовать удалению остатков влаги;

b) для алюминиевых сплавов, содержащих 3,0 % или более магния, не допускается повышенное время предварительного нагрева и время между проходами, поскольку это может привести к выделению кристаллов Al_3Mg_2 на границе и разделению в зонах сварки.

7.8 Производственные испытания, справочные критерии

Требования п. 8.2 EN 13445-4:2009 применяются со следующими изменениями:

a) требования к испытанию на удар неприменимы к алюминиевым материалам, следовательно, перечисление a) в п. 8.2 EN 13445-4:2009 должно быть исключено;

b) перечисление c) в п. 8.2 EN 13445-4:2009, заменить ссылку на группу материала 1.1 алюминиевыми материалами 21, 22.1, 22.3 (за исключением EN AW 5454) и 22.4;

c) перечисление d) в п. 8.2 EN 13445-4:2009, заменить ссылку на группы материала 1.1, 1.2 и 8.1 ссылкой на все алюминиевые материалы, допустимые разделом 5 данного стандарта;

d) перечисление e) в п. 8.2 EN 13445-4:2009 неприменимо.

7.9 Объем испытаний

Таблица 8.3-1 EN 13445-4:2009 неприменима к сосудам, работающим под давлением, из алюминия и алюминиевых сплавов. К алюминиевым материалам применяется таблица 7.9-1.

Таблица 7.9-1 – Испытание пластин для производственных испытаний

Группа материала	Номинальная толщина e_n [a], мм	Образцы для испытаний [b]
21, 22.1, 22.2, 22.3, 22.4, 23.1	≤ 35	1 FB, 1 RB (или 2 SB при e > 12 мм), 1 TT, 1 Ma
	> 35	2 SB,1 TT, 1 Ma, 1 LT[c]

[a] Толщина более тонкой пластины.
[b] Символы см. в таблице 8.3-2 EN 13445-4:2009.
[c] Информацию по LT см. в п. 8.4.3 EN 13445-4:2009.

7.10 Проведение испытаний и критерии приемки

Применяются требования п. 8.4.2, 8.4.3, 8.4.5 и 8.4.6 EN 13445-4:2009 с заменой ссылки EN ISO 15614-1 ссылкой EN ISO 15614-2:2005. Применяются требования п. 8.4.1, 8.4.9 и 8.4.10 EN 13445-4:2009, требования п. 8.4.7 и 8.4.8 EN 13445-4:2009 не применяются.

7.11 Процедуры формовки

7.11.1 В отношении холодной формовки применяются требования п. 9.3.1 EN 13445-4:2009 со следующими изменениями:

a) холодная формовка материалов групп 21 и 22.1 – 22.4 выполняется при температуре ниже 200 °C;

b) холодная формовка материала 23.1 не допускается (T4 и T6).

7.11.2 В отношении горячей формовки требования в п. 9.3.2 EN 13445-4:2009 не применяются к сосудам, работающим под давлением, из алюминия и алюминиевых сплавов.

Горячая формовка алюминия и алюминиевых сплавов выполняется в диапазоне температур от 320 °C до 420 °C. Последний этап процесса горячей формовки должен завершаться при температуре выше 300 °C, в ином случае требуется последующая термическая обработка для достижения закала O.

7.12 Термическая обработка после формовки

7.12.1 Для термической обработки плоских изделий после холодной формовки требования в п. 9.4.2 EN 13445-4:2009 не применяются к сосудам, работающим под давлением, из алюминия и алюминиевых сплавов. Для алюминия и алюминиевых сплавов термическая обработка выполняется в соответствии с таблицей 7.12-1.

Таблица 7.12-1 – Термическая обработка плоских изделий после холодной формовки

Группа материала	Коэффициент деформации	Термическая обработка
21	≤ 15 %	Нет
21	> 15 %	Да [a], отжиг
22.1 [b], 22.2 [b], 22.3 [b], 22.4 [b]	≤ 5 %	Нет
22.1 [b], 22.2 [b], 22.3 [b], 22.4 [b]	> 5 %	Да [c], отжиг

[a] При уровнях холодной формовки и коэффициента деформации выше 15 % для материалов группы 21 или выше, если может быть представлено подтверждение в особых случаях, что остаточное удлинение после разрушения после холодной формовки остается не менее 10 %, то в этих случаях отжиг не требуется.

[b] Удлинение до формовки ≥ 14 %.

[c] При уровнях холодной формовки и коэффициента деформации выше 5 % для материалов группы 22 или выше, если может быть представлено подтверждение в особых случаях, что остаточное удлинение после разрушения после холодной формовки остается не менее 10 %, то в этих случаях отжиг не требуется.

Параметры термической обработки должны соответствовать техническим условиям на материал изготовителя материала. Общие параметры термической обработки:

a) скорость нагрева должна быть как можно более высокой;

b) температура выдержки должна быть в диапазоне между 320 °C и 380 °C в зависимости от типа сплава;

c) время выдержки при температуре выдержки должно быть между 10 и 60 мин в зависимости от степени холодной формовки и толщины материала;

d) охлаждение должно осуществляться на неподвижном воздухе, скорость охлаждения контролировать не требуется.

7.12.2 Для термической обработки трубчатых изделий после холодной формовки требования п. 9.4.3 EN 13445-4:2009 не применяются к сосудам, работающим под давлением, из алюминия и алюминиевых сплавов. Для алюминия и алюминиевых сплавов термическая обработка выполняется в соответствии с таблицей 7.12-2.

Таблица 7.12-2 – Термическая обработка трубчатых изделий после холодной формовки

Группа материала	Радиус изгиба для трубы R	Наружный диаметр трубы D_e	Термическая обработка
21	≥ 1,3 D_e	Все диаметры	Нет
21	< 1,3 D_e	Все диаметры	Да, отжиг
22.1 [a], 22.2 [a], 22.3 [a], 22.4 [a]	≥ 2.5 D_e	Все диаметры	Нет
22.1 [a], 22.2 [a], 22.3 [a], 22.4 [a]	< 2.5 D_e	Все диаметры	Да, отжиг
[a] Удлинение до формовки ≥ 14 %.			

Параметры термической обработки (отжига) должны соответствовать техническим условиям на материал изготовителя материала. Общие параметры термической обработки:

a) скорость нагрева должна быть как можно более высокой;

b) температура выдержки должна быть в диапазоне между 320 °C и 380 °C в зависимости от типа сплава;

c) время выдержки при температуре выдержки должно быть между 5 и 60 мин в зависимости от степени холодной формовки и толщины материала;

d) охлаждение должно осуществляться на неподвижном воздухе, скорость охлаждения контролировать не требуется.

7.12.3 Для термической обработки после горячей формовки требования п. 9.4.5 EN 13445-4:2009 не применяются к сосудам, работающим под давлением, из алюминия и алюминиевых сплавов. Для алюминия и алюминиевых сплавов термическая обработка выполняется в соответствии с таблицей 7.12-3.

Таблица 7.12-3 – Термическая обработка после горячей формовки

Группа материала	Условия горячей формовки	Термическая обработка
21, 22.1, 22.2, 22.3, 22.4	Последующая термическая обработка не требуется, если последний этап процесса формовки завершается при температуре выше 300 °C	Нет

7.12.4 Требования п. 9.4.4 и 9.4.6 EN 13445-4:2009 не применяются к сосудам, работающим под давлением, из алюминия и алюминиевых сплавов.

7.13 Отбор образцов формованных изделий

7.13.1 Требования п. 9.5.1 EN 13445-4:2009 не применяются к сосудам, работающим под давлением, из алюминия и алюминиевых сплавов.

Если термическая обработка не требуется по таблицам 7.12-1 и 7.12-2 после холодной формовки пластин или труб, то в отношении формовки не требуются механические испытания.

7.13.2 Требования п. 9.5.2 EN 13445-4:2009 не применяются к сосудам, работающим под давлением, из алюминия и алюминиевых сплавов.

Для всех групп материалов, допускаемых в разделе 5, необходимо подвергнуть пластину для испытаний термической обработке вместе с формованными изделиями либо подвергнуть аналогичной термической обработке отдельно. Отбирают следующее количество пробных образцов:

a) один пробный образец из партии количеством до 10 деталей;

b) два пробных образца из партии количеством до 25 деталей;

c) три пробных образца из партии количеством до 100 деталей;

d) один пробный образец на каждые дополнительные 100 деталей.

7.14 Испытания

7.14.1 Основной материал

Требования п. 9.6.1 EN 13445-4:2009 не применяются к сосудам, работающим под давлением, из алюминия и алюминиевых сплавов.

Для сосудов, работающих под давлением, из алюминия и алюминиевых сплавов отбирают один образец для испытаний на растяжение из каждого пробного образца, требуемого 7.13.2. Образцы для испытаний отбирают в направлении, поперечном направлению прокатки, с отклонением не более 20°.

7.14.2 Стыковые сварные швы

Требования 9.6.2 EN 13445-4:2009 не применяются к сосудам, работающим под давлением, из алюминия и алюминиевых сплавов.

Примечание – Это не отменяет необходимости проведения испытаний PQR в термически обработанном состоянии в соответствии с требованием 7.3.

7.15 Термическая обработка после сварки (PWHT)

Требования раздела 10 EN 13445-4:2009 не применяются к сосудам, работающим под давлением, из алюминия и алюминиевых сплавов. Однако к сосудам, работающим под давлением, из алюминия и алюминиевых сплавов применяются следующие требования:

a) термическая обработка для снятия напряжений обычно не является необходимой или желательной для сварных алюминиевых сосудов, за исключением случаев, когда имеет риск коррозии под напряжением под воздействием рабочих сред. Отжиг для получения состояния поставки O является единственным видом термической обработки, который можно использовать;

b) для материалов группы 23.1 PWHT не допускается;

c) параметры термической обработки (отжига) должны соответствовать техническим условиям на материал изготовителя материала или техническим условиям, указанным в таблице 7.12-3.

8 Контроль и испытания

8.1 Общие положения

Действуют требования EN 13445-5:2009 со следующими дополнениями/исключениями.

8.2 Неразрушающий контроль сварных соединений

8.2.1 Общие положения

Испытания сосудов из алюминия и алюминиевых сплавов должны соответствовать группам контроля согласно таблице 8.2-1.

Все группы контроля требуют 100%-ного визуального осмотра в максимально возможном объеме.

Группа контроля 4 применяется только для:

– PS ≤ 20 бар; и

– максимального количества полных циклов давления ≤ 500; и

– более низкого уровня номинального расчетного напряжения (согласно EN 13445-3:2009).

Таблица 8.2-1 – Группы контроля для алюминиевых сосудов, работающих под давлением

	Группа контроля			
	1	2 [a]	3	4
Допустимые материалы [e]	21, 22.1 – 22.4	21, 22.1 – 22.4, 23.1 [g]	21, 22.1 – 22.4, 23.1 [g]	21, 22.1 – 22.4 (кроме EN AW 5454)
Объем неразрушающего контроля основных сварных соединений [c, f]	100 %	100 % – 10 % [b]	10 %	0 %
Неразрушающий контроль других сварных швов	Определяется для каждого типа сварного шва в таблице 6.6.2-1 EN 13445-5:2009			
Коэффициент соединения	1	1	0,85	0,7
Максимальная толщина, для которой допускаются особые материалы	Без ограничений [d]	40 мм	40 мм	20 мм

Окончание таблицы 8.2-1

	Группа контроля			
	1	2 [a]	3	4
Процесс сварки	Без ограничений [d]	Только полностью механизированная сварка [a]	Без ограничений [d]	Без ограничений [d]
Эксплуатационный диапазон температур	Без ограничений [d]	Без ограничений [d]	Без ограничений [d]	Без ограничений [d]

[a] Полностью механизированный и/или автоматизированный процесс сварки (см. EN 1418).
[b] Первое значение: изначально; второе значение: после удовлетворительного опыта. Определение удовлетворительного опыта см. в 8.2.2.
[c] Подробности контроля см. в таблице 8.3-1 настоящего стандарта.
[d] «Без ограничений» означает отсутствие дополнительных ограничений, обусловленных контролем. Ограничения, упомянутые в данной таблице, накладывают контроль. Необходимо учесть также другие ограничения, приведенные в различных разделах настоящего европейского стандарта (такие как ограничения по проектированию или материалу и т. п.).
[e] Допустимые материалы см. в разделе 5.
[f] Проценты означают долю сварных швов каждого отдельного сосуда.
[g] Предполагается, что группа материалов 23.1 используется только в бесшовном состоянии (т. е. в виде бесшовной оболочки сосуда, соединения штуцера, заглушки или фланца) и применяется только кольцевая сварка. Также не допускается холодная формовка материалов группы 23.1 по причине более низкого минимального удлинения.

8.2.2 Демонстрация удовлетворительного опыта для группы контроля 2

Применяются требования п. 6.6.1.1.4 EN 13445-5:2009 со следующими изменениями:

– в случае групп 21, 22.1 – 22.4, кроме EN AW 5454, успешным является изготовление подряд 25 сосудов, работающих под давлением, или подряд 50 метров основных сварных соединений;

– в случае материалов группы 23.1 и EN AW 5454 подряд 50 сосудов, работающих под давлением, или подряд 100 м основных сварных соединений;

– опыт в группе материалов 22.4 охватывает опыт в группах материалов 21, 22.1, 22.2 и 22.3;

– опыт принимается, пока имеется действительное приемочное испытание процедуры сварки для более критичного или по меньшей мере сравнимого материала.

8.2.3 Символы

В таблицах раздела 8 используются следующие символы:

A – область, окружающая газовые поры;
a – номинальная толщина углового сварного шва (см. также ISO 2553:1992);
b – ширина усиления сварного шва;
d – диаметр газовой поры;
d_A – диаметр области, окружающей газовые поры;
d_i – внутренний диаметр;
d_n – номинальный диамет;
e, t – толщина стенки или пластины (номинальный размер);
h – высота или ширина дефекта;
L – длина площади проекции или поперечного сечения;
l – длина дефекта в продольном направлении сварного шва;
s – номинальная толщина стыкового сварного шва (см. также ISO 2553:1992);
w – толщина сварного шва, или ширина, или высота площади поперечного сечения.

8.3 Определение объема неразрушающего контроля

Действуют требования п. 6.6.2 EN 13445-5:2009 со следующими изменениями:

Таблицу 6.6.2-1 EN 13445-5:2009 необходимо заменить таблицей 8.3-1, а примечание 2 необходимо заменить следующим:

a) многослойные сварные швы;

b) выполнено сваркой плавящимся электродом в среде инертного газа (MIG 131) или сваркой вольфрамовым электродом в среде инертного газа (TIG 141).

Особые проблемы, возникающие в связи с такими элементами, как описанные ниже, должны быть рассмотрены, в особенности для продольных швов:

c) другой процесс, например плазменная 15, электронно-лучевая (EB) 76, сварка трением 42;

d) однопроходный сварной шов, один проход с одной стороны или с обеих сторон;

e) автоматические процессы сварки.

Таблица 8.3-1 – Объем неразрушающего контроля

			Группа контроля	1	2	3	4
			Основные материалы [l,m,n]	21, 22.1 – 22.4	21, 22.1 – 22.4, кроме 23.1	21, 22.1 – 22.4 и 23.1[o]	21, 22.1 – 22.4 (кроме EN AW 5454)
Тип сварного шва [a]			Контроль [b]	Объем	Объем	Объем	Объем
Стыковой шов с полным проплавлением	1	Продольный шов	RT или UT PT	100 % 0	(100 – 10) %[p] 0	10 %[p] 0	0[p] 0
	2a	Кольцевой шов на оболочке	RT или UT PT	25 % 0	(25 – 10) % 0	10 %[c] 0	0 0
	2b	Кольцевой шов на оболочке с подкладной лентой[k]	RT или UT PT	25 % 0	(25 – 10) % 0	10 % 0	0 0
	2c	Кольцевой шов с фланжировкой[k]	RT или UT PT	25 % 0	(25 – 10) % 0	10 % 0	0 0
	3a	Кольцевой шов на штуцере с d_i > 150 мм или e > 16 мм	RT или UT PT	25 % 0	(25 – 10) % 0	10 %[c] 0	0 0
	3b	Кольцевой шов на штуцере с d_i > 150 мм или e > 16 мм с подкладной лентой[k]	RT или UT PT	25 % 0	(25 – 10) % 0	10 % 0	0 0
	4	Кольцевой шов на штуцере с d_i < 150 мм или e < 16 мм	RT или UT PT	0 50 %	0 (50 – 10) %	0 10 %[d]	0 0
	5	Все швы в оболочках, крышках и в полусферических крышках к оболочкам	RT или UT PT	100 % 0	100 % 0	10 %[p] 0	0[p] 0
	6	Блок конической оболочки с цилиндрической оболочкой, угол ≤ 30°	RT или UT PT	25 % 0	(25 – 10) % 0	10 % 0	0[p] 0

Продолжение таблицы 8.3-1

			Группа контроля	1	2	3	4
			Основные материалы [l,m,n]	21, 22.1 – 22.4	21, 22.1 – 22.4, кроме 23.1	21, 22.1 – 22.4 и 23.1[o]	21, 22.1 – 22.4 (кроме EN AW 5454)
Тип сварного шва [a]			Контроль [b]	Объем	Объем	Объем	Объем
	7	Блок конической оболочки с цилиндрической оболочкой, угол > 30°	RT или UT PT	100 % 0	(100 – 25) % 0	10 % 10 % [d]	10 % 0
Угловой шов, нахлесточные швы [k]	8	Кольцевое нахлесточное соединение крышки с оболочкой	RT или UT PT	н/п н/п	н/п н/п	н/п н/п	0 [p] 0
Блок плоской крышки или трубной решетки с цилиндрической оболочкой; блок фланца или хомута с оболочкой	9	С полным проплавлением	RT или UT PT	25 % 0	(25 – 10) % 0	10 % 0 [p]	0 [p] 0 [p]
	10	С частичным проплавлением, если a > 16 мм (как указано на рисунке 6.6.2-1 EN 13445-5:2009) [j]	RT или UT PT	н/п н/п	н/п н/п	10 % 0	0 0
	11	С частичным проплавлением, если a ≤ 16 мм (как указано на рисунке 6.6.2-2 EN 13445-5:2009) [j]	RT или UT PT	н/п н/п	н/п н/п	0 10 %	0 0
Блок фланца или хомута со штуцером с d_n > 200 мм и ≥ 25 *a*	12	С полным проплавлением	RT или UT PT	н/п 25 % [g]	н/п (25 – 10) %	н/п 10 %	0 0
	13, 14	С частичным проплавлением [j]	RT или UT PT	н/п н/п	н/п н/п	0 10 % [d,p]	0 0 [p]
Штуцер или отвод [e]	15	С полным проплавлением, если d_i > 200 мм и *e* > 25 мм	RT или UT PT	25 % [g] 0 [p]	(100 – 10) % 0 [p]	10 % 0 [p]	0 0 [p]
	16	С полным проплавлением, если d_i > 200 мм и *e* > 25 мм	RT или UT PT	н/п 25 % [g, p]	н/п (25 – 10) % [p]	н/п 10 % [d, p]	0 0 [p]
	17, 18, 19	С частичным проплавлением для любого d_i и *a* > 16 мм	RT или UT PT [j]	н/п 25 % [g, p]	н/п (25 – 10) % [p]	н/п 10 % [d, p]	0 0 [p]
Концы труб в трубной решетке	20		PT или испыт. на утечки [q]	100 %	100 %	10 %	0
Постоянные крепления [f]	21	С полным проплавлением или частичным проплавлением	RT или UT PT	0 25 % [p]	0 25 % [p]	0 25 % [p]	0 0 [p]

Окончание таблицы 8.3-1

			Группа контроля	1	2	3	4
			Основные материалы [l,m,n]	21, 22.1 – 22.4	21, 22.1 – 22.4, кроме 23.1	21, 22.1 – 22.4 и 23.1[o]	21, 22.1 – 22.4 (кроме EN AW 5454)
Тип сварного шва [a]			Контроль [b]	Объем	Объем	Объем	Объем
Области остаточного давления после снятия временных креплений	22		PT	100 %	100 %	100 %	0 [p]
Плакировка сваркой [h]	23		PT	н/п	н/п	н/п	н/п
Ремонт	24	RT или UT PT	Контроль ремонтных работ должен выполняться на 100 % площади ремонта неразрушающими методами, как указано выше для типа сварного шва.				

[a] См. рисунок 6.6.2-3 EN 13445-5:2009.
[b] RT – радиографический контроль; UT – ультразвуковой контроль; MT – магнитопорошковый контроль; PT – капиллярный контроль.
[c] 2 %, если $e \leq 30$ мм, и тот же WPS, что и для продольного, для групп алюминия 21, 22.1 – 22.4 (кроме EN AW 5454).
[d] 10 %, если $e > 30$ мм, или 23.1, 0 %, если $e \leq 30$ мм (кроме 23.1).
[e] Процент в таблице относится к совокупной длине сварных швов всех штуцеров, см. 6.6.2, b) в EN 13445-5:2009.
[f] Без RT или UT при толщине сварного шва ≤ 16 мм.
[g] 10 % для группы алюминия 21.
[h] Плакировка сваркой не применяется для алюминия и алюминиевых сплавов.
[i] Объяснение уменьшения неразрушающего контроля в группе контроля 2 также см. в п. 6.6.2 EN 13445-5:2009.
[j] В исключительных случаях или когда конструкция или несущая способность соединения является критической может потребоваться применение обеих методик (т. е. RT, UT, PT); другие случаи использования обеих методик также см. в таблице 6.6.2-1 EN 13445-5:2009.
[k] Ограничения применения см. в 6.6.
[l] Процент исследования поверхности относится к процентной доле длины сварных швов как внутри (где имеется доступ), так и снаружи.
[m] RT и UT представляют собой объемный контроль, а PT – поверхностный. При указании в данной таблице необходим как объемный, так и поверхностный контроль в заданном объеме.
[n] н/п означает «не применимо».
[o] Предполагается, что группа материалов 23.1 используется только в бесшовном состоянии (т. е. в виде бесшовной оболочки сосуда, соединения штуцера, заглушки или фланца) и применяется только кольцевая сварка.
[p] Если проводятся пневматические испытания в соответствии с 8.7, дополнительные требования неразрушающего контроля имеют преимущество перед данной таблицей.
[q] Испытания на утечки с чувствительностью 10^{-3} атм·мл/с или выше (например, метод испытаний пузырьками газа или лучше).

8.4 Применимые методики неразрушающего контроля

8.4.1 Методы неразрушающего контроля

Требования в таблице 6.6.3-1 EN 13445-5:2009 должны быть заменены таблицей 8.4-1.

В таблице 8.4-1 показаны характеристика метода и критерии приемки, применяемые к сварке алюминия. Таблица основана на EN 12062:1997 и EN ISO 10042:2005.

Таблица 8.4-1 – Методы, процедуры, характеристики, критерии приемки неразрушающего контроля

Методы неразрушающего контроля (сокращения)	Процедуры	Характеристики	Критерии приемки
Визуальный контроль (VT)	EN 970:1997	EN ISO 10042:2005 (поверхностные дефекты)	EN ISO 10042:2005; уровень и критерии приемки см. в таблице 8.4.3-1 [c]
Радиография (RT)	EN 1435:1997, класс B [a]	EN ISO 10042:2005 (внутренние дефекты)	EN ISO 10042:2005; уровень и критерии приемки см. в таблице 8.4.2-1
Ультразвуковой контроль (UT)	EN 1714:1997 для толщины t (мм): $t < 40$: класс A $40 \le t < 100$: класс B $t \ge 100$: класс C	EN 1713:1998 [b]	EN 1712:1997; уровень приемки 2 и не допускается плоских дефектов
Капиллярный контроль (PT)	EN 571-1:1997 и параметры контроля из EN 1289:1998, таблица A.1	EN 1289:1998	EN 1289:1998; уровень и критерии приемки см. в таблице 8.4.4-1

[a] Однако максимальная площадь для единичного воздействия должна соответствовать требованиям класса A по EN 1435:1997.
[b] EN 1713 носит только рекомендательный характер.
[c] Дополнительные требования для следующих дефектов:
– случайная дуга (601) – удаление плюс 100 % PT, чтобы исключить наличие дефектов;
– брызги металла (602) – брызги металла на сварном шве необходимо удалить со всех частей, работающих под давлением, и несущих креплений;
– единичные несистематические брызги допускаются;
– поверхностные задиры (603), следы шлифования (603), зарубки (605) должны быть зачищены для обеспечения гладкого перехода;
– утонение металла (606) не допускается. Любое местное утонение должно относиться к конструктивным характеристикам.

8.4.2 Критерии приемки для радиографического контроля (RT)

Критерии приемки для радиографического контроля должны соответствовать таблице 8.4.2-1, а не таблице 6.6.4-1 в EN 13445-5:2009.

Если в таблице 8.4.2-1 не приведены критерии приемки, то используют критерии в соответствии с EN ISO 10042:2005, уровень B.

Таблица 8.4.2-1 – Критерии приемки для радиографического контроля (RT)

Номер дефекта по EN ISO 6520-1:2007	Наименование типа дефекта	Допустимый максимум
2016	Одиночный свищ	EN ISO 10042:2005, уровень C
	Группа свищей	Не допускается
303	Оксидное включение	EN ISO 10042:2005, уровень C
3041	Вольфрамовое включение	EN ISO 10042:2005, уровень C
2011	Газовая пора	EN ISO 10042:2005, уровень C
2013	Скопление (группа) пор	EN ISO 10042:2005, уровень C

8.4.3 Критерии приемки для визуального и поверхностного капиллярного контроля

Критерии приемки для визуального и поверхностного капиллярного контроля должны соответствовать таблицам 8.4.3-1 и 8.4.4-1.

Если в таблице 8.4.3-1 не приведены критерии приемки, то используют критерии в соответствии с EN ISO 10042:2005, уровень B.

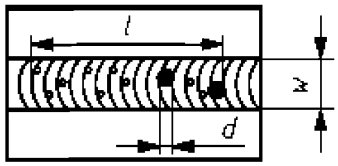
Таблица 8.4.3-1 – Критерии приемки для радиографического контроля (RT)

Номер дефекта по EN ISO 6520-1:2007	Наименование типа дефекта	Допустимый максимум
502	Превышение выпуклости стыкового шва	EN ISO 10042:2005, уровень C
503	Превышение выпуклости углового шва	EN ISO 10042:2005, уровень C
504	Превышение проплава	EN ISO 10042:2005, уровень C
507	Линейное смещение	См. требования п. 5.2 и 5.3 EN 13445-4:2009; выравнивание по центральной оси и по поверхности

8.4.4 Критерии приемки для капиллярного контроля (PT)

В таблице 8.4.4-1 содержатся критерии приемки в соответствии с EN 1289:1998 и дополнительными требованиями.

Таблица 8.4.4-1 – Критерии приемки для капиллярного контроля (PT)

Наименование типа дефекта	Определение допустимого максимума	
	$t \leq 10$ мм	$t > 10$ мм
Линейный индикаторный след	EN 1289:1998, уровень 1	EN 1289:1998, уровень 1
Округлый индикаторный след	EN 1289:1998, уровень 1	EN 1289:1998, уровень 2
Сочетание линейных и округлых индикаторных следов 	Допускается, если суммарная площадь индикаторного рисунка составляет ≤ 0,5 % рассматриваемой площади сварного шва ($L \times w$) Скопления индикаторных следов не допускаются	

8.5 Выбор методов неразрушающего контроля для внутренних дефектов

Действуют требования п. 6.6.3.3 EN 13445-5:2009 со следующими изменениями: таблицу 6.6.3-2 в EN 13445-5:2009 необходимо заменить таблицей 8.5-1.

Таблица 8.5-1 – Выбор метода неразрушающего контроля [a] для определения внутренних дефектов в соответствии с EN 12062:1997, таблица 3

Материал: алюминий и его сплавы	Номинальная толщина основного материала (e в миллиметрах)			
Тип шва	$e \leq 8$	$8 < e \leq 40$	$40 < e \leq 100$	$e > 100$
Стыковые швы с полным проплавлением	RT (класс B) или UT (класс A)	RT (класс B) или UT (класс A)	RT (класс B) или UT [b] (класс B)	UT [b] (класс C)
Тавровые швы с полным проплавлением	RT (класс B) или UT (класс A)	RT (класс A) или UT (класс B)	UT (класс B) или RT (класс B)	UT (класс C)
Стыковые или тавровые швы с частичным проплавлением	Толщина сварного шва (a в миллиметрах)			
	$a > 16$ мм RT (класс B) или UT (класс A)			

[a] RT и UT означают радиографический и ультразвуковой контроль в соответствии со стандартами, упомянутыми в таблице 8.3-1.
[b] Для $e \geq 60$ мм UT должен включать в себя исследование на дефекты, перпендикулярные поверхности в соответствии с EN 583-4:2002.

В отношении состояния поверхности и подготовки к неразрушающему контролю действуют требования п. 6.6.3.5 EN 13445-5:2009 со следующими изменениями:

Последнее предложение EN 13445-5:2009 (п. 6.6.3.5) о циклических нагрузках не применяется к сосудам, работающим под давлением, из алюминия.

8.6 Стандартные гидростатические испытания

Применяются требования п. 10.2.3.3 EN 13445-5:2009 со следующими изменениями:

Для сосуда в соответствии с группами контроля 1 – 4 давление испытаний должно быть не менее, чем давление, определенное по п. 10.2.3.3.1 EN 13445-5:2009.

10.2.3.3.2 в EN 13345-5:2009 (группа контроля 4) не применяется к сосудам, работающим под давлением, из алюминия.

8.7 Пневматические испытания

Необходимо соблюдать требования п. 10.2.3.4.1 EN 13445-5:2009. 10.2.3.4.2 необходимо заменить следующим.

Давление пневматических испытаний должно соответствовать п. 10.2.3.3.1 EN 13445-5:2009. Сосуды, подверженные воздействию этого давления, должны размещаться в закрытом помещении с ограниченным доступом, например в специальной камере (бункере), способной выдержать взрыв, или должны быть тщательно заанкерованы в резервуаре с водой, при этом должны быть приняты меры по предотвращению разлета обломков в случае взрыва. В качестве альтернативы сосуд располагают в зоне, находящейся на достаточном расстоянии от людей (населения или работников предприятия-изготовителя), чтобы в случае взрыва люди не были затронуты взрывной волной. Это не относится к повреждениям от разлета осколков.

В качестве альтернативы можно провести испытания при давлении, равном 1,1 от максимально допустимого давления.

Если в качестве первоначального испытания давлением проводят пневматические испытания при таком пониженном давлении, то 100 % продольных сварных швов подвергаются объемному неразрушающем контролю и не менее 10 % основных кольцевых сварных швов, включая все тавровые соединения и соединения плоских днищ с оболочкой, подвергаются объемному контролю. Кроме того, 100 % сварных соединений штуцера с оболочкой, крепежные сварные швы к границе давления с полным и частичным проплавлением, соединения плоских днищ с оболочками и области, откуда были удалены временные крепления, подвергаются 100%-ному поверхностному капиллярному контролю, если толщина сварного шва превышает 6,5 мм.

Если в процессе пневматических испытаний сосуд был подвержен давлению в соответствии с п. 10.2.3.3.1 EN 13445-5:2009, то к давлению контроля применяются требования в п. 10.2.3.4.3. Если использовалось альтернативное давление, равное 1,1 максимально допустимого давления, то для контроля сосуда давление уменьшают до максимально допустимого давления.

9 Контроль и испытания серийно изготавливаемых сосудов, работающих под давлением, – утверждение модели

9.1 Общие положения

Применяются требования приложения A.2, a) EN 13445-5:2009 со следующими изменениями:

Проектирование и конструкция сосудов, если иное не указано в данном разделе, ограничивается только группой контроля 2 или 3 (таблица 8.2-1) и группами материала 21 и 22.1 – 22.4, кроме EN AW 5454.

9.2 Контроль и испытания сосудов, работающих под давлением, подверженных циклическим нагрузкам

Требования приложения G EN 13445-5:2009 не применяются к сосудам, работающим под давлением, из алюминия и алюминиевых сплавов.

Приложение Y
(справочное)

Отличия между EN 13445-8:2006 и EN 13445-8:2009

Редакция 2009 года EN 13445-8 содержит редакцию стандарта 2002 года, а также все исправления, внесенные за этот срок, в частности обновление нормативных ссылок.

Приложение ZA
(справочное)

Взаимосвязь между настоящим европейским стандартом и существенными требованиями Директивы ЕС 97/23/ЕС по оборудованию, работающему под давлением

Настоящий европейский стандарт подготовлен по мандату, выданному европейскому комитету по стандартизации (CEN) Европейской комиссией и Европейской ассоциацией свободной торговли, и направлен на выполнение существенных требований Директивы 97/23/ЕС по новому подходу к оборудованию, работающему под давлением.

После того как настоящий стандарт внесен в официальный журнал Европейского союза по данной директиве и внедрен в качестве национального стандарта по меньшей мере одним государством-членом, соответствие разделам настоящего стандарта, указанным в таблице ZA.1, подразумевает выполнение соответствующих существенных требований этой директивы и связанных норм EFTA в пределах области применения настоящего стандарта.

Таблица ZA.1 – Соответствие между настоящим европейским стандартом и Директивой 97/23/ЕС по оборудованию, работающему под давлением

Раздел (ы)/подраздел (ы) данного стандарта	Существенные требования Директивы 97/23/ЕС по оборудованию, работающему под давлением	Квалификационные замечания/примечания
5	2.2.3 (b), 5-й абзац	Обеспечение и учет соответствующих свойств материала
5.3	4.1 (a)	Предотвращение хрупкого разрушения
5.5	4.1 (d)	Материал, пригодный для предполагаемого процесса изготовления
6	2.2	Проектирование на достаточную прочность
6.3	7.1.2	Количественные требования
6.4, 6.6	2.2.3 (a)	Метод вычисления – проектирование с использованием формул (DBF)
7.4, 7.8, 7.9, 7.10	3.1.2	Последовательность операций для выполнения постоянных соединений
7.5	3.1.2	Квалифицированный персонал для выполнения постоянных соединений
7.6	3.1.1	Подготовка компонентов
7.7	3.1.2	Последовательность операций для выполнения постоянных соединений
7.11	3.1.1	Формовка
7.12, 7.15	3.1.4	Термическая обработка
8.2, 8.3, 8.4, 8.5	3.2.1	Внутренний и поверхностный дефект
8.6, 8.7	3.2.2	Проверочное испытание

Внимание – К изделиям, подпадающим под область применения настоящего стандарта, могут применяться иные требования и иные директивы ЕС.

Библиография

[1] EN 287-1:2004 Квалификационные испытания сварщиков. Сварка плавлением. Часть 1. Стали

[2] EN 764-4:2002 Оборудование, работающее под давлением. Часть 4. Подготовка технических условий поставки для металлических материалов

[3] EN 1252-1:1998 Сосуды криогенные. Материалы. Часть 1. Требования в отношении ударной вязкости при температурах ниже минус 80 °С

[4] EN 1418:1997 Персонал сварки. Квалификация операторов установок сварки плавлением и наладчиков установок контактной сварки для полностью механизированной и автоматической сварки металлических материалов

[5] EN 1713:1998 Контроль неразрушающий сварных соединений. Ультразвуковой метод. Классификация дефектов сварных швов

[6] EN ISO 4063:2000 Сварка и родственные процессы. Номенклатура процессов и ссылочных номеров (ISO 4063:1998)

[7] EN ISO 15614-1:2004 Технические требования и квалификация технологии сварки металлических материалов. Контроль процесса сварки. Часть 1. Дуговая и газовая сварка сталей и дуговая сварка никеля и никелевых сплавов (ISO 15614-1:2004)

[8] ISO 2553:1992 Соединения сварные и паяные. Условные изображения и обозначения на чертежах

Ответственный за выпуск *В. Л. Гуревич*

Сдано в набор 22.03.2010. Подписано в печать 14.04.2010. Формат бумаги 60×84/8. Бумага офсетная.
Гарнитура Arial. Печать ризографическая. Усл. печ. л. 5,23 Уч.- изд. л. 2,48 Тираж экз. Заказ

Издатель и полиграфическое исполнение:
Научно-производственное республиканское унитарное предприятие
«Белорусский государственный институт стандартизации и сертификации» (БелГИСС)
ЛИ № 02330/0552634 от 17.11.2009.
ул. Мележа, 3, комн. 406, 220113, Минск.

gost.e-ecolog.ru