ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

СТБ EN 13445-2-2009

СОСУДЫ, РАБОТАЮЩИЕ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

Часть 2

Материалы

ПАСУДЗІНЫ, ПРАЦУЮЧЫЯ ПАД ЦІСКАМ

Частка 2

Матэрыялы

(EN 13445-2:2009, 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, материалы

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 13445-2:2009 Unfired pressure vessels – Part 2: Materials (Сосуды, работающие под давлением. Часть 2. Материалы).

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 13445-2:2009 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 2
Материалы

ПАСУДЗІНЫ, ПРАЦУЮЧЫЯ ПАД ЦІСКАМ
Частка 2
Матэрыялы

Unfired pressure vessels
Part 2
Materials

Дата введения 2010-01-01

1 Scope

This Part of this European Standard specifies the requirements for materials (including clad materials) for unfired pressure vessels and supports which are covered by EN 13445-1:2009 and manufactured from metallic materials; it is currently limited to steels with sufficient ductility but it is, for components operating in the creep range, also limited to sufficiently creep ductile materials .

It specifies the requirements for the selection, inspection, testing and marking of metallic materials for the fabrication of unfired pressure vessels.

2 Normative references

This European Standard incorporates by dated or undated reference, provisions from other publications. These normative references are cited at the appropriate places in the text and the publications are listed hereafter. For dated references, subsequent amendments to or revisions of any of these publications apply to this European Standard only when incorporated in it by amendment or revision. For undated references the latest edition of the publication referred to applies (including amendments).

EN 764-1:2004, *Pressure equipment — Terminology — Part 1: Pressure, temperature, volume, nominal size.*

EN 764-2:2002, *Pressure equipment — Part 2: Quantities, symbols and units.*

EN 764-3:2002, *Pressure equipment — Part 3: Definition of parties involved.*

EN 1092-1:2007, *Flanges and their joints — Circular flanges for pipes, valves, fittings and accessories, PN designated — Part 1: Steel flanges*

EN 10002-1:2001, *Metallic materials - Tensile testing - Part 1: Method of test at ambient temperature*

EN 10028-2:2003, *Flat products made of steels for pressure purposes — Part 2: Non-alloy and alloy steels with specified elevated temperature properties.*

EN 10028-3:2003, *Flat products made of steels for pressure purposes — Part 3: Weldable fine grain steels, normalized.*

EN 10028-4:2003, *Flat products made of steels for pressure purposes — Part 4: Nickel alloy steels with specified low temperature properties.*

EN 10028-5:2003, *Flat products made of steels for pressure purposes — Part 5: Weldable fine grain steels, thermomechanically rolled.*

EN 10028-6:2003, *Flat products made of steels for pressure purposes — Part 6: Weldable fine grain steels, quenched and tempered.*

EN 10028-7:2007, *Flat products made of steels for pressure purposes — Part 7: Stainless steels.*

EN 10045-1:1990, *Metallic materials — Charpy impact test — Part 1: Test method.*

EN 10164:2004, *Steel products with improved deformation properties perpendicular to the surface of the product — Technical delivery conditions.*

EN 10204:2004, *Metallic products — Types of inspection documents.*

EN 10216-3:2002, EN 10216-3:2002/A1:2004, *Seamless steel tubes for pressure purposes — Technical delivery conditions — Part 3: Alloy fine grain steel tubes*

EN 10216-4:2002, EN 10216-4:2002/A1:2004, *Seamless steel tubes for pressure purposes — Technical delivery conditions — Part 4: Non-alloy and alloy steel tubes with specified low temperature properties.*

EN 10217-3:2002, EN 10217-3:2002/A1:2005, *Welded steel tubes for pressure purposes — Technical delivery conditions — Part 3: Alloy fine grain steel tubes.*

EN 10217-4:2002, EN 10217-4:2002/A1:2005, *Welded steel tubes for pressure purposes — Technical delivery conditions — Part 4: Electric welded non-alloy steel tubes with specified low temperature properties.*

EN 10217-6:2002, EN 10217-6:2002/A1:2005, *Welded steel tubes for pressure purposes — Technical delivery conditions — Part 6: Submerged arc welded non-alloy steel tubes with specified low temperature properties.*

EN 10222-3:1998, *Steel forgings for pressure purposes — Part 3: Nickel steels with specified low temperature properties.*

EN 10222-4:1998, EN 10222-4:1998/A1:2001, *Steel forgings for pressures purposes — Part 4: Weldable fine grain steels with high proof strength.*

EN 10269:1999, EN 10269:1999/A1:2006, *Steels and nickel alloys for fasteners with specified elevated and/or low temperature properties.*

EN 10273:2007, *Hot rolled weldable steel bars for pressure purposes with specified elevated temperature properties.*

EN 10291:2000, *Metallic materials — Uniaxial creep testing in tension – Method of test.*

EN 12074:2000, *Welding consumables — Quality requirements for manufacture, supply and distribution of consumables for welding and allied processes.*

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

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 13479:2004, *Welding consumables — General product standard for filler metals and fluxes for fusion welding of metallic materials.*

EN 20898-2:1993, *Mechanical properties of fasteners — Part 2: Nuts with specified proof load values — Coarse thread (ISO 898-2:1992)*

EN ISO 898-1:1999, *Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel — Part 1: Bolts, screws and studs (ISO 898-1:1999)*

EN ISO 2566-1:1999, *Steel — Conversion of elongation values — Part 1: Carbon and low alloy steels (ISO 2566-1:1984).*

EN ISO 2566-2:1999, *Steel — Conversion of elongation values — Part 2: Austenitic steels (ISO 2566-2:1984).*

EN ISO 3506-1:1997, *Mechanical properties of corrosion-resistant stainless-steel fasteners — Part 1: Bolts, screws and studs (ISO 3506- 1:1997)*

EN ISO 3506-2:1997, *Mechanical properties of corrosion-resistant stainless-steel fasteners — Part 2: Nuts (ISO 3506-2:1997)*

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

3 Terms, definitions, symbols and units

3.1 Terms and definitions

For the purposes of this European Standard the terms and definitions given in EN 13445-1:2009, EN 764-1:2004, EN 764-3:2002 and the following terms and definitions shall apply.

3.1.1
minimum metal temperature T_M
the lowest temperature determined for any of the following conditions (also see 3.1.2, 3.1.3):

— normal operations;

— start up and shut down procedures;

— possible process upsets, such as flashings of fluid, which have an atmospheric boiling point below 0 °C;

— during pressure or leak testing.

3.1.2
temperature adjustment term T_S
relevant to the calculation of the design reference temperature T_R and is dependent on the calculated tensile membrane stress at the appropriate minimum metal temperature

NOTE 1 Values for T_S are given in Table B.2-12.

NOTE 2 For tensile membrane stress reference is made to EN 13445-3:2009, Annex C.

3.1.3
design reference temperature T_R
the temperature used for determining the impact energy requirements and is determined by adding the temperature adjustment T_S to the minimum metal temperature T_M:

$$T_R = T_M + T_S$$

3.1.4
impact test temperature T_{KV}
the temperature at which the required impact energy has to be achieved (see clause B.2).

3.1.5
impact energy KV
the energy absorbed by a sample of material when subjected to a Charpy-V-notch test in accordance with EN 10045-1:1990

3.1.6
reference thickness e_B
thickness of a component to be used to relate the design reference temperature T_R of the component with its required impact test temperature T_{KV} , (see Tables B.2-2 to B.2-7 and Figures B.2-1 to B.2-11). For unwelded parts the reference thickness e_B is equal to the nominal wall thickness (including corrosion allowance). For welded parts the reference thickness is defined in Table B.4-1.

3.1.7
weld creep strength reduction factor (WCSRF)
factor to account for creep strength reduction at the weldment

3.2 Symbols and units

For the purpose of this part, the symbols and units of EN 764-2:2002 apply together with those given in Table 3.2-1 and Table 3.2-2.

Table 3.2-1 — Quantities for space and time

Quantity	Symbol	Unit
time	t	s, min, h, d, a
frequency	f	Hz
dimension	any Latin letter [a]	mm
length	l	mm
thickness	e	mm
corrosion allowance	c	mm
diameter	d, D	mm
radius	r, R	mm
area	A, S	mm^2
volume, capacity	V	mm^3 [b, c]
weight	W	N, kN
density	ρ	kg/mm^3 [d]
second moment of area	I	mm^4
section modulus	Z	mm^3
acceleration	γ	m/s^2
plane angle	any Greek letter [a]	rad, °

[a] Symbols may use any lower-case letter, except for those defined elsewhere in this table.
[b] Volume may also be given in m^3 or L.
[c] Litre "L" is a non-SI unit which may be used with SI units and their multiples.
[d] Density may also be given in kg/m^3.

Table 3.2-2 — Mechanical quantities

Quantity [a]	Symbol [b]	Unit
force	F	N
moment	M	N·mm
pressure	p, P	bar [c], MPa
Temperature	T	°C
linear expansion coefficient	α	μm/m°C
normal stress	σ	MPa
shear stress	τ	MPa
nominal design stress	f	MPa
tensile strength	R_m	MPa
ultimate tensile strength at temperature T	$R_{m/T}$	MPa
yield strength	R_e	MPa
yield strength at temperature T	$R_{e/T}$	MPa
upper yield strength	R_{eH}	MPa
1 % proof strength	$R_{p1,0}$	MPa
0,2 % proof strength	$R_{p0,2}$	MPa
0,2 % proof strength at temperature T	$R_{p0,2/T}$	MPa
modulus of elasticity	E	MPa
shear modulus	G	MPa
Poisson's ratio	υ	–
strain	ε	%
elongation after fracture	A	%
impact energy	KV	J
hardness	HB, HV	–
Joint coefficient	z	–
safety factor	S	–
Mean 1 % creep strain limit at calculation temperature T and lifetime t	$R_{p1,0/T/t}$	MPa
Mean creep rupture strength at calculation temperature T and lifetime t	$R_{m/T/t}$	MPa
Weld creep strength reduction factor	z_c	-

[a] Quantities without a temperature index normally refer to room temperature.

[b] Some of these symbols, such as R, f, are not part of ISO 31.

[c] "bar" is a non-SI unit which may be used with SI units and their multiples. The unit bar shall be used on nameplates, certificates, drawings, pressure gauges and instrumentation and is always used as a gauge pressure. This is in line with the requirements of the Pressure Equipment Directive 97/23/EC.

4 Requirements for materials to be used for pressure-bearing parts

4.1 General

4.1.1 Materials to be used for pressure-bearing parts shall meet the general requirements of 4.1 and the special provisions of 4.2, if applicable. Materials for pressure bearing parts shall be ordered complying with the technical delivery conditions in 4.3.

Marking of materials for pressure-bearing parts shall be performed in accordance with 4.4.

Materials shall be selected to be compatible with anticipated fabrication steps and to be suitable for the internal fluid and external environment. Both normal operating conditions and transient conditions occurring during fabrication transport, testing and operation shall be taken into account when specifying the materials.

NOTE 1 The requirements of 4.1 and 4.2 should also be fulfilled when technical delivery conditions are developed for European material standards, European approval of materials or particular material appraisals.

NOTE 2 When technical delivery conditions for pressure-bearing parts are developed, the structure and requirements of EN 764-4:2002 should be met. Exceptions should be technically justified.

The materials shall be grouped in accordance with CR ISO 15608:2000 to relate manufacturing and inspection requirements to generic material types.

NOTE 3 Materials have been allocated into these groups in accordance with their chemical composition and properties in view of manufacture and heat treatment after welding.

4.1.2 Materials for pressure-bearing parts compliant with the requirements of this European Standard shall be accompanied by inspection documents in accordance with EN 10204:2004. Certificate of specific control (3.1 or 3.2 certificate) shall be required for all steels if Design by Analysis – Direct Route according to Annex B of EN 13445-3:2009 is used.

NOTE The type of inspection document should be in accordance with EN 764-5:2002 and include a declaration of compliance to the material specification.

4.1.3 The materials shall be free from surface and internal defects which can impair their intended usability.

4.1.4 Steels shall have a specified minimum elongation after fracture measured on a gauge length

$$L_o = 5{,}65\sqrt{S_o} \qquad (4.1\text{-}1)$$

where

S_o is the original cross sectional area within the gauge length.

The minimum elongation after fracture in any direction shall be ≥ 14 %;

However, lower elongation values may also be applied (e.g. for fasteners or castings), provided that appropriate measures are taken to compensate for these lower values and the specific requirements are verifiable.

NOTE Examples for compensation:

— application of higher safety factors in design;

— performance of burst tests to demonstrate ductile material behaviour.

4.1.5 When measured on a gauge length other than that stated in 4.1.4, the minimum elongation after fracture shall be determined by converting the elongation given in 4.1.4 in accordance with

— EN ISO 2566-1:1999 for carbon and low alloy steels;

— EN ISO 2566-2:1999 for austenitic steels.

4.1.6 Steels shall have a specified minimum impact energy measured on a Charpy-V-notch impact test specimen (EN 10045-1:1990) as follows:

— ≥ 27 J for ferritic and 1,5 % to 5 % Ni alloy steels;

— ≥ 40 J for steels of material group 8, 9.3 and 10

at a test temperature in accordance with Annex B, but not higher than 20 °C. The other requirements of Annex B shall also apply.

4.1.7 The chemical composition of steels intended for welding or forming shall not exceed the values in Table 4.1-1. Line 2 of the table refers to vessels or parts designed using Design by Analysis – Direct Route according to Annex B of EN 13445-3:2009. Exceptions shall be technically justified.

Table 4.1-1 — Maximum carbon-, phosphorus- and sulphur contents for steels intended for welding or forming

Steel group (according to Table A-1)	Maximum content of cast analysis		
	% C	% P	% S
Steels (1 to 6 and 9)	0,23[a]	0,035	0,025
Steels (1 to 6 and 9) when DBA – Direct Route is used [c]	0,20	0,025	0,015
Ferritic stainless steels (7.1)	0,08	0,040	0,015
Martensitic stainless steels (7.2)	0,06	0,040	0,015
Austenitic stainless steels (8.1)	0,08	0,045	0,015[b]
Austenitic stainless steels (8.2)	0,10	0,035	0,015
Austenitic-ferritic stainless steels (10)	0,030	0,035	0,015

[a] Maximum content of product analysis 0,25 %.

[b] For products to be machined a controlled sulphur content of 0,015 % to 0,030 % is permitted by agreement provided the resistance to corrosion is satisfied for the intended purpose.

[c] In addition the ratio on thickness reduction (ratio of initial thickness of slab/ingot to the thickness of the final plate) shall be equal or greater than:

— 4 for NL2 steels and steels of material group 9;

— 3 for other materials.

4.2 Special provisions

4.2.1 Special properties

4.2.1.1 General

Where the behaviour of a material can be affected by manufacturing processes or operating conditions, to an extent that would adversely affect the safety or service life of the pressure vessel, this shall be taken into consideration when specifying material.

Adverse effects may arise from:

— manufacturing processes: e.g. degree of cold forming and heat treatment;

— operating conditions: e.g. hydrogen embrittlement, corrosion, scaling and ageing behaviour of the material after cold forming.

4.2.1.2 Lamellar tearing

Where lamellar tearing due to the joint design and loading needs to be addressed, steels shall be used which have improved deformation properties perpendicular to the surface and verified in accordance with EN 10164:2004.

NOTE For guidance see EN 1011-2.

4.2.2 Design temperature above 20 °C

4.2.2.1 A material shall only be used for pressure parts within the range of temperatures for which the material properties required by EN 13445-3:2009 are defined in the technical specification for the material. If the technical delivery condition does not contain the specific material values required for the allowable temperature TS the values required in EN 13445-3:2009 for the design shall be determined by linear interpolation between the two adjacent values. Values shall not be rounded up.

For other than austenitic and austenitic-ferritic stainless steels, the specified value of R_{eH} ($R_{p0,2}$) at room temperature (RT) may be used for temperatures less than or equal to 50 °C. Interpolation between 50 °C and 100 °C shall be performed with the values of RT and 100 °C and using 20 °C as the starting point for interpolation. Above 100 °C linear interpolation shall be performed between the tabulated values given in the table.

4.2.2.2 As the impact properties may be affected by long or frequent holding of the material at elevated temperatures, it is presupposed that the temperatures and periods of exposure to elevated temperatures be recorded for review during in-service inspection. The influence of such exposure upon the lifetime expectancy shall be estimated and recorded.

For operations such as drying and cleaning of pressure vessels, steels with specified low temperature properties but without elevated temperature 0,2 % proof strength values may however be used at elevated temperatures for drying and cleaning processes provided that the values of 0,2 % proof strength used in design calculations for elevated temperatures shall be obtained by multiplying the specified minimum yield strength values at 20 °C by the factor given in Table 4.2-1.

Table 4.2-1 — Yield strength reduction factors for low temperature steels

Steel	Temperature T			
	100 °C	200 °C	250 °C	300 °C
Quenched and tempered	0,75	0,68	0,64	0,60
Normalised or thermomechanically treated	0,70	0,58	0,53	0,48

Interpolation shall be carried out as in 4.2.2.1.

4.2.3 Prevention of brittle fracture

The requirements in Annex B shall apply.

4.2.4 Design properties in the creep range

4.2.4.1 Creep properties of base material

For interpolation and extrapolation of creep properties given in the materials standard, see EN 13445-3:2009, Clause 19.

When creep properties are not available from a materials standard, they shall be determined using EN 10291:2000.

4.2.4.2 Creep properties of weldments

Creep properties of weld joints subjected to stresses normal to the weld can differ significantly from those of the base material.

For the design of vessels in the creep range, this is taken into account in EN 13445-3:2009 by making use of a weld creep strength reduction factor z_c obtained from tests on weldments. If no data are available, a default value of z_c is used.

An acceptable method to determine z_c by cross-weld tests is given in Annex C (see also [17]).

4.2.5 Specific requirements for steels for fasteners

Fasteners include bolts, studs and nuts.

Free cutting steel shall not be used. Bolting made of carbon steel or Ni alloy ferritic steel with > 3,5 % nickel shall not be used above 300 °C.

The specified minimum tensile strength of bar material of ferritic and martensitic steel for bolts shall not exceed 1 000 MPa. The minimum elongation of bar material after fracture shall be at least A_5 = 14 %.

Impact requirements for ferritic and martensitic steels are specified in B.2.2.4.

Bolt material with a design temperature below – 160 °C shall be impact tested at – 196 °C.

Hydrogen embrittlement, fatigue or relaxation properties shall be taken into account where appropriate.

NOTE 1 Detailed requirements on the surface condition and internal soundness of the bar can be necessary for some applications.

NOTE 2 Materials for fasteners compliant with the requirements of this standard should be certified on the basis of EN 10204:2004.

4.3 Technical delivery conditions

4.3.1 European Standards

The European Standards for plates, strips, bars, tubes, forgings and castings for pressure purposes shall be used.

NOTE 1 Table E.2-1 provides an overview on materials for pressure purposes specified in harmonised standards.

NOTE 2 Table E.1-1 contains an informative summary of European Materials Standards referred to and of European Standards covering components of pressure-bearing parts.

Special provisions due to fabrication and operation shall be taken into account, if appropriate.

4.3.2 European Approval for Materials

A material specified in an EMDS for pressure vessels shall only be used within its range of application and if 4.1 and 4.2 have been taken into consideration.

4.3.3 Particular material appraisals

Materials other than those specified in 4.3.1 and 4.3.2 may also be used provided that they have been undergone a particular material appraisal and if 4.1 and 4.2 have been taken into consideration.

4.3.4 Clad products

Technical delivery conditions for clad products for pressure parts shall be in accordance with the requirements of Annex D.

NOTE 1 European Standards specifying technical delivery conditions for clad products for pressure purposes are not currently available.

NOTE 2 Examples of national documents covering technical delivery condition for clad steels are given in [2] to [4].

4.3.5 Welding consumables

Technical delivery conditions for welding consumables used of pressure parts and attachments to pressure parts shall be in accordance with EN 13479:2004 and EN 12074:2000.

NOTE Equivalent national/international specifications are accepted which fulfil the same criteria with respect to the requirements for the Quality Assurance System and the requirements for manufacture, supply, distribution, test methods and evaluation of consumables.

4.4 Marking

The marking of the products or delivery units shall ensure traceability between the product or delivery unit and the inspection documents.

For European standardised materials the marking shall fulfil the requirements of the relevant product standard.

For materials not contained in a European Standard the marking shall at least contain:

— the material specification (reference, material designation);

— the manufacturers name or mark;

— the stamp of the inspection representative, if applicable.

For material supplied with specific inspection the marking shall include an identification which permits the correlation between the product or delivery unit and the relevant inspection document.

5 Requirements for materials to be used for non-pressure parts

For non-pressure parts, e.g. for supporting lugs, skirts, baffles and similar parts welded to pressure vessels, material shall be used which are supplied to material specifications covering at least requirements for the chemical composition and the tensile properties. These materials shall not limit the operating conditions of the material to which they are attached.

Annex A
(normative)

Grouping system for steels for pressure equipment

Steels shall be grouped as shown in Table A-1. The figures given in group 1 are referring to the ladle analysis of the materials. The figures given in group 4 to 10 are based on the element content used in the designation of the alloys.

Table A-1 — Grouping system for steels (extract from CR ISO 15608:2000)

Group	Sub-group	Type of steel
1		Steels with a specified minimum yield strength $R_{eH} \leq 460$ MPa [a] and with analysis in %: C ≤ 0,25 Si ≤ 0,60 Mn ≤ 1,70 Mo ≤ 0,70[b] S ≤ 0,045 P ≤ 0,045 Cu ≤ 0,40[b] Ni ≤ 0,5[b] Cr ≤ 0,3 (0,4 for castings)[b] Nb ≤ 0,05 V ≤ 0,12[b] Ti ≤ 0,05
	1.1	Steels with a specified minimum yield strength $R_{eH} \leq 275$ MPa
	1.2	Steels with a specified minimum yield strength 275 MPa $< R_{eH} \leq 360$ MPa
	1.3	Normalised fine grain steels with a specified minimum yield strength $R_{eH} > 360$ MPa
	1.4	Steels with improved atmospheric corrosion resistance whose analysis may exceed the requirements for the single elements as indicated under 1
2		Thermomechanically treated fine grain steels and cast steels with a specified minimum yield strength $R_{eH} > 360$ MPa
	2.1	Thermomechanically treated fine grain steels and cast steels with a specified minimum yield strength 360 MPa $< R_{eH} \leq 460$ MPa
	2.2	Thermomechanically treated fine grain steels and cast steels with a specified minimum yield strength $R_{eH} > 460$ MPa
3		Quenched and tempered steels and precipitation hardened steels except stainless steels with a specified minimum yield strength $R_{eH} > 360$ MPa
	3.1	Quenched and tempered steels with a specified minimum yield strength 360 MPa $< R_{eH} \leq 690$ MPa
	3.2	Quenched and tempered steels with a specified minimum yield strength $R_{eH} > 690$ MPa
	3.3	Precipitation hardened steels except stainless steels

Table A-1 (*concluded*)

Group	Sub-group	Type of steel
4		Low vanadium alloyed Cr-Mo-(Ni) steels with Mo ≤ 0,7 % and V ≤ 0,1 %
	4.1	Steels with Cr ≤ 0,3 % and Ni ≤ 0,7 %
	4.2	Steels with Cr ≤ 0,7 % and Ni ≤ 1,5 %
5		Cr-Mo steels free of vanadium with C ≤ 0,35 %[c]
	5.1	Steels with 0,75 % ≤ Cr ≤ 1,5 % and Mo ≤ 0,7 %
	5.2	Steels with 1,5 % < Cr ≤ 3,5 % and 0,7 < Mo ≤ 1,2 %
	5.3	Steels with 3,5 % < Cr ≤ 7,0 % and 0,4 < Mo ≤ 0,7 %
	5.4	Steels with 7,0 % < Cr ≤ 10 % and 0,7 < Mo ≤ 1,2 %
6		High vanadium alloyed Cr-Mo-(Ni) steels
	6.1	Steels with 0,3 % ≤ Cr ≤ 0,75 %, Mo ≤ 0,7 % and V ≤ 0,35 %
	6.2	Steels with 0,75 % < Cr ≤ 3,5 %, 0,7 % < Mo ≤ 1,2 % and V ≤ 0,35 %
	6.3	Steels with 3,5 % < Cr ≤ 7,0 %, Mo ≤ 0,7 % and 0,45 % ≤ V ≤ 0,55 %
	6.4	Steels with 7,0 % < Cr ≤ 12,5 %, 0,7 % < Mo ≤ 1,2 % and V ≤ 0,35 %
7		Ferritic, martensitic or precipitation hardened stainless steels with C ≤ 0,35 % and 10,5 % ≤ Cr ≤ 30 %
	7.1	Ferritic stainless steels
	7.2	Martensitic stainless steels
	7.3	Precipitation hardened stainless steels
8		Austenitic steels
	8.1	Austenitic stainless steels with Cr ≤ 19 %
	8.2	Austenitic stainless steels with Cr > 19 %
	8.3	Manganese austenitic stainless steels with 4 % < Mn ≤ 12 %
9		Nickel alloyed steels with Ni ≤ 10 %
	9.1	Nickel alloyed steels with Ni ≤ 3 %
	9.2	Nickel alloyed steels with 3 % < Ni ≤ 8 %
	9.3	Nickel alloyed steels with 8 % < Ni ≤ 10 %
10		Austenitic ferritic stainless steels (duplex)
	10.1	Austenitic ferritic stainless steels with Cr ≤ 24 %
	10.2	Austenitic ferritic stainless steels with Cr > 24 %

[a] In accordance with the specification of the steel product standards, R_{eH} may be replaced by $R_{p0,2}$ or $R_{t0.5}$.

[b] A higher value is accepted provided that Cr + Mo + Ni + Cu + V ≤ 0,75 %.

[c] "Free of vanadium" means not deliberately added to the material.

Annex B
(normative)

Requirements for prevention of brittle fracture at low temperatures

B.1 General

This annex distinguishes between pressure equipment that has design temperature for normal operation higher or lower than 50 °C.

For pressure equipment with normal operation temperatures higher than 50 °C B.5 applies. If B.5 is not applicable, the following rules for lower normal operation temperatures shall be used.

For pressure equipment with design temperature equal to or less than 50 °C this annex specifies three alternative methods for establishing criteria for the prevention of low temperature brittle fracture[1)] of steels in the form of plate, strip, tubes, fittings, forgings, castings, flanges, fasteners and weldments used in pressure parts. The criteria are based on impact energy requirements at specified temperatures for the base material, heat affected zone (including the fusion line) and weld metals.

The three methods are:

Method 1 Code of Practice:

a) Technical requirements based on the choice of $T_R = T_{27J}$ as specified in harmonised European Material Standards and on the assumption that it is possible to achieve these minimum properties after fabrication. Calculated from the principles of fracture mechanics used for method 2 for C and CMn steels with yield strength < 460 MPa and

b) based on operating experience for Ni-alloyed steels with Ni ≥ 3 % up to 9 %, for austenitic steels and for bolts and nuts.

Method 2 Method developed from the principles of fracture mechanics and from operating experiences:

A more flexible approach than method 1 for derivation of technical requirements applicable to C, CMn and low alloy ferritic steels with a specified minimum yield strength ≤ 500 MPa and for austenitic-ferritic steels with a specified minimum yield strength ≤ 550 MPa. This method can be applied for these steels to a wider range of thicknesses and temperatures than method 1 because T_R must not be equal to T_{27J} (see Figures B.2–1 to B.2–11). In addition, for ferritic steels with max 355 MPa in PWHT condition operation experience was considered for higher thicknesses.

Method 3 The application of a fracture mechanics analysis. This general method is applicable to cases not covered by methods 1 or 2. This method may also be used to justify deviations from the requirements of method 1 or 2. Only general guidance is given on the use of this method which shall only be used in agreement with the parties concerned.

Each of the three methods may be used independently. It is only necessary to satisfy the requirement of any one method.

All applicable combinations of the temperatures T_M (minimum metal temperature) and T_S (temperature adjustment term) shall be considered and the lowest possible T_R-value (design reference temperature) shall be used for the determination of the required material impact test temperature.

NOTE For definitions of temperature terms see 3.1.1 to 3.1.4.

B.2 Material selection and impact energy requirements

B.2.1 Introduction

The methods specified in B.2.2 (method 1) or B.2.3 (method 2) shall be used to determine the impact energy required to avoid brittle fracture. Alternatively, B.2.4 (method 3) may be used to determine the required toughness. The method used shall be fully documented, in order to ensure that compliance can be verified.

Reference thickness for constructional details is defined in Table B.4-1.

B.2.2 Method 1

B.2.2.1 General

Method 1 allows the selection of materials taken from harmonised European material standards with regard to prevention of brittle fracture. Table B.2–1 gives an overview to the following tables by steel type and product form.

The weld metal, the heat affected zone and other parts affected by manufacturing processes shall satisfy the same impact energy requirements as the guaranteed minimum properties for the base material at T_R given in the tables.

The Table lists design reference temperatures for maximum thickness at given strength levels represented by steels from harmonised European material standards with guaranteed minimum strength and impact properties. Where it is not possible to achieve these minimum properties after fabrication, a tougher starting material shall be selected.

Table B.2–1 — Guide to material selection

Table	Material or product form	Steel group	Clause
B.2–2	Plates and strips	Ferritic steels	B.2.2.2
B.2–3	Seamless and welded pipes		
B.2–4	Bars		
B.2–5	Forgings		
B.2–6	Ni alloyed steels (1,5 < Ni ≤ 5 %)	Ferritic steels	B.2.2.3
B.2–7	Ni-alloyed steel (9 % Ni)		
B.2–8	Bolts and nuts	Ferritic steels	B.2.2.4
B.2–9		Austenitic steels	
B.2–10			
B.2–11	Austenitic steel grades	Austenitic steels	B.2.2.5

NOTE Requirements for austenitic-ferritic steels are only given in B.2.3 (method 2).

Where test pieces of at least 5 mm wide can not be obtained the material need not be subject to impact testing.

Values of the design reference temperature T_R shall be calculated from the metal temperature T_M using the values of the temperature adjustment T_S given in Table B.2–12.

B.2.2.2 Ferritic steels

Tables B.2–2 to B.2–5 list ferritic steels taken from harmonised European material standards with specified impact properties below –10 °C.

The tabulated value of T_R is based on the impact test temperature T_{KV} for KT = 27 J.

Table B.2–2 — General requirements for prevention of brittle fracture with reference thickness for plates and strips

Plates and Strips								
No. as per Table E.2-1	European Standard	Grade	Material No.	Max. reference thickness e_B AW	Max. reference thickness e_B PWHT	Design reference temperature T_R (°C)	Material group to CR ISO 15608:2000	Remarks
1	EN 10028-2:2003	P235GH	1.0345	35	90	– 20	1.1	
2		P265GH	1.0425	35	75			
3		P295GH	1.0481	35	65		1.2	
4		P355GH	1.0473	35	55			
29	EN 10028-3:2003	P275NH	1.0487	35	75	– 20	1.1	
30		P275NL1	1.0488	35	75	– 40		
31		P275NL2	1.1104	35	90	– 50		
32		P355N	1.0562	35	55	– 20	1.2	
33		P355NH	1.0565	35	55	– 20		
34		P355NL1	1.0566	35	55	– 40		
35		P355NL2	1.1106	35	55	– 50		
39	EN 10028-4:2003	11MnNi5-3	1.6212	35	50	– 60	9.1	
40		13MnNi6-3	1.6217	35	50	– 60		
41		15NiMn6	1.6228	35	50	– 80		
50	EN 10028-5:2003	P355M	1.8821	35	-	– 20	1.2	a)
51		P355ML1	1.8832	35	-	– 40		a)
52		P355ML2	1.8833	35	-	– 50		a)
53		P420M	1.8824	35	-	– 20	2.1	a)
54		P420ML1	1.8835	35	-	– 40		a)
55		P420ML2	1.8828	35	-	– 50		a)
59	EN 10028-6:2003	P355Q	1.8866	35	60	– 20	1.2	
60		P355QH	1.8867	35	60	– 20		
61		P355QL1	1.8868	35	60	– 40		
62		P355QL2	1.8869	35	60	– 60		

a) TMCP steels shall not be Post Weld Heat Treated

Table B.2–3 — General requirements for prevention of brittle fracture with reference thickness for seamless and welded tubes

Seamless and welded tubes								
No. as per Table E.2-1	European Standard	Grade	Material No.	Max. reference thickness e_B AW	Max. reference thickness e_B PWHT	Design reference temperature T_R (°C)	Material group to CR ISO 15608:2000	Remarks
231	EN 10216-3:2002	P275NL1	1.0488	35	75	– 40	1.1	
232		P275NL2	1.1104	35	75	– 50		
233		P355N	1.0562	35	55	– 20	1.2	
234		P355NH	1.0565	35	55	– 20		
235		P355NL1	1.0566	35	55	– 40		
236		P355NL2	1.1106	35	55	– 50		
248	EN 10216-4:2002	P215NL	1.0451	10	10	– 40	1.1	[a]
249		P255QL	1.0452	35	40	– 50		
250		P265NL	1.0453	25	25	– 40		
251		26CrMo4-2	1.7219	15	40	– 60	5.1	
252		11MnNi5-3	1.6212	35	40	– 60	9.1	
253		13MnNi6-3	1.6217	35	40	– 60	9.1	
306	EN 10217-3:2002	P275NL1	1.0488	35	40	– 40	1.1	
307		P275NL2	1.1104	35	40	– 50		
308		P355N	1.0562	35	40	– 20	1.2	
309		P355NH	1.0565	35	40	– 20		
310		P355NL1	1.0566	35	40	– 40		
311		P355NL2	1.1106	35	40	– 50		
316	EN 10217-4:2002	P215NL	1.0451	10	10	– 40	1.1	[a]
317		P265NL	1.0453	16	16	– 40	1.1	[a]
321	EN 10217-6:2002	P215NL	1.0451	10	10	– 40	1.1	[a]
322		P265NL	1.0453	25	25	– 40	1.1	[a]

[a] Thickness limitation results from wall thickness limitation in the European material standard and in the European component standards respectively.

Table B.2–4 — General requirements for prevention of brittle fracture with reference thickness for bars

Bars								
No. as per Table E.2-1	European Standard	Grade	Material No.	Max. reference thickness e_B AW	PWHT	Design reference temperature T_R (°C)	Material group to CR ISO 15608:2000	Remarks
147	EN 10273:2007	P275NH	1.0487	35	75	– 20	1.1	
148		P355NH	1.0565	35	55		1.2	
150		P355QH	1.8867	35	55		1.2	

Table B.2–5 — General requirements for prevention of brittle fracture with reference thickness for forgings

Forgings								
No. as per Table E.2-1	European Standard	Grade	Material No.	Max. ref.. thickness e_B AW	PWHT	Design reference temperature T_R (°C)	Material group to CR ISO 15608:2000	Remarks
367	EN 10222-3:1998	13MnNi6-3	1.6217	35	70	– 60	9.1	
369		15NiMn6	1.6228	35	50	– 80	9.1	
378	EN 10222-4:1998	P285QH	1.0478	35	85	– 20	1.2	
380		P355QH1	1.0571	35	60	– 20	1.2	
382		P420QH	1.8936	35	50	– 20	3.1	

B.2.2.3 Ni –alloyed steels (Ni > 1,5 %)

Table B.2-6 lists Ni alloyed steels up to and including 5 % Nickel taken from harmonised European material standards.

Table B.2-7 lists Ni alloyed steels with 9 % Nickel taken from harmonised European material standards.

The tabulated value of T_R is based on the impact test temperature T_{KV} for KV = 27 J.

Table B.2–6 — General requirements for prevention of brittle fracture with reference thickness for Ni-alloyed steels with 1,5 % < Ni ≤ 5 %

Ni-alloyed steel, 1,5 % < Ni [a] ≤ 5 %								
No. as per Table E.2-1	European Standard	Grade	Material No.	Max. reference thickness e_{ft} AW	Max. reference thickness e_{ft} PWHT	Design reference temperature T_R (°C)	Material group to CR ISO 15608:2000	Remarks
plates and strips								
42	10028-4:2003	12Ni14	1.5637	35	80	– 100	9.2	b)
43		X12Ni5	1.5680	35	80	– 120		
seamless tubes								
254	EN 10216-4:2001	12Ni14	1.5637	25	—	– 100	9.2	b)
255		12Ni14		35	40	– 90		b)
256		X12Ni5	1.5680	25	—	– 120		
257		X12Ni5		35	40	– 110		
forgings								
370	EN 10222-3:1998	12Ni14	1.5637	35	—	– 100	9.2	b)
371		12Ni14		35	50			b)
372		12Ni14		35	70			b)
373		X12Ni5	1.5680	35	—	– 120		
374		X12Ni5		35	50			

a) Nickel content is nominal.

b) If used at – 105 °C (e. g. ethylene application), then 27 J shall be guaranteed at this temperature.

NOTE Thickness limitation result from wall thickness limitation in European material standards.

Table B.2–7 — General requirements for prevention of brittle fracture with reference thickness for Ni-alloyed steels with 9 % Ni

9 % - Ni [a] alloys							
No. as per Table E.2-1	European Standard	Grade	Material No.	Max. reference thickness e_{R} AW / PWHT	Design reference temperature T_R (°C)	Material group to CR ISO 15608:2000	Remarks
plates and strips							
44	10028-4:2003	X8Ni9	1.5662	— [b]	– 196	9.3	
48		X7Ni9	1.5663				
seamless tubes							
258	EN 10216-4:2001	X10Ni9	1.5682	— [b]	– 196	9.3	
forgings							
375	EN 10222-3:1998	X8Ni9	1.5662	— [b]	– 196	9.3	

[a] Nickel content is nominal.

[b] Materials can be used to maximum thickness permitted in harmonised European material standards.

B.2.2.4 Bolts and nuts

For other bolts and nuts than given in Table B.2-8 a specified impact energy of minimum 40 J is required at T_{KV} = RT for T_M = ≥ –10 °C.

If T_M is lower than –10 °C, specified impact energy of minimum 40 J is required at $T_{KV} \leq T_M$.

Except bolting material made from austenitic stainless steels specified in Table B.2-9 and B.2-10, bolting material with a design temperature below –160 °C shall be impact tested at –196 °C.

Table B.2–8 — General requirements for prevention of brittle fracture with reference thickness for nuts and bolts for TM ≥ -10 °C

European Standard	Type of material [a]	Thickness limitation	Impact test KV for $T_M \geq -10$ °C	Test temperature / value
EN 10269:1999	All steels	According to EN 10269:1999	According to EN 10269:1999, Table 4	According to EN 10269:1999, Table 4
EN ISO 898-1:1999	5.6	M ≤ 39	M ≥ 16	+ 20 °C / 40 J
	8.8	M ≤ 39	M ≥ 16	+ 20 °C / 52 J
EN 20898-2:1993	5	M ≤ 39	None	—
	8	M ≤ 39	None	—

[a] Starting material shall comply with EN 10269:1999.

Table B.2–9 — General requirements for prevention of brittle fracture with reference thickness for nuts and bolts, bolting material according to EN 10269:1999

Type of material	Thickness limitation	Impact test	T_M	Remark
1.4307, 1.4301, 1.4303, 1.4404, 1.4401, 1.4948, 1.4919, 1.4941, 1.4980 a)	According to EN 10269:1999, Table 7	According to EN 10269:1999, Table 4	– 196 °C	Verification required for diameter or thickness > 20mm
1.4429, 1.4910,	According to EN 10269:1999, Table 7	According to EN 10269:1999, Table 4	– 273 °C	Verification required for diameter or thickness > 20mm
1.5523, 1.1133 1.6563	According to EN 10269:1999, Table 7	According to EN 10269:1999, Table 7	– 20 °C	—
1.7218	$d \leq 60$ mm	According to EN 10269:1999, Table 7	– 60 °C	—
	60 < $d \leq 100$ mm		– 50 °C	
1.6582, 1.6580, 1.7225	According to EN 10269:1999, Table 7	According to EN 10269:1999, Table 7	– 40 °C	—
1.5680	$d \leq 45$ mm	According to EN 10269:1999, Table 7	– 120 °C	—
	45 < $d \leq 75$ mm		– 110 °C	
1.5662	According to EN 10269:1999, Table 7	According to EN 10269:1999, Table 7 at – 196°C	– 196 °C	—
a) When used at -273 °C, verification testing at -196 °C according to Table 7 of EN 10269:1999 is required.				

Table B.2–10 — General requirements for prevention of brittle fracture with reference thickness for nuts and bolts

Standard	Type of material [a]		Thickness limitation	T_M	Impact test
EN ISO 3506-1:1997	A2, A3	50	M ≤ 39	– 196 °C	None
		70	M ≤ 24		
EN ISO 3506-1:1997	A4, A5	50	M ≤ 39	– 60 °C [b]	None
		70	M ≤ 24		
EN ISO 3506-2:1997	A2, A3, A4, A5	50	M ≤ 39	– 196 °C	None
		70	M ≤ 24		
[a] Starting material shall comply with EN 10269:1999.					
[b] – 196 °C for studs					

B.2.2.5 Lowest minimum metal temperatures for austenitic stainless steels

Solution annealed austenitic stainless steels according to Table B.2-11 can be applied down to temperature T_M without impact testing, except when impact testing is required by the material standard. E.g. EN 10028-7 requires impact testing at room temperature above 20 mm thickness for use at cryogenic temperatures (below -75 °C according to EN 10028-7:2007).

Table B.2–11 — Austenitic stainless steels and their lowest minimum metal temperature TM

Material	Material number	T_M (in °C)
X1NiCrMoCu 31-27-4	1.4563	– 273
X1CrNiMoN 25-22-2	1.4466	
X1CrNi 25-21	1.4335	
X2CrNiMoN 17-13-3	1.4429	
X2CrNiMoN 17-11-2	1.4406	
X2CrNiMoN 18-12-4	1.4434	
X2CrNiMo 18-15-4	1.4438	
X2CrNiN 18-10	1.4311	
X2CrNiMo 18-14-3	1.4435	
X2CrNi 19-11	1.4306	
X6CrNiTi 18-10	1.4541	– 196
X1CrNiMoCuN 25-25-5	1.4537	
X1NiCrMoCuN 25-20-7	1.4529	
X1CrNiMoCuN 20-18-7	1.4547	
X1NiCrMoCu 25-20-5	1.4539	
X2CrNiMoN 17-13-5	1.4439	
X6CrNiMoTi 17-12-2	1.4571	
X3CrNiMo 17-13-3	1.4436	
X6CrNiMoNb 17-12-2	1.4580	
X2CrNiMo 17-12-3	1.4432	
X5CrNiMo 17-12-2	1.4401	
X2CrNiMo 17-12-2	1.4404	
X6CrNiNb 18-10	1.4550	
X5CrNi 18-10	1.4301	
X2CrNi 18-9	1.4307	
GX5CrNi9-10	1.4308	
GX5CrNiMo19-11-2	1.4408	
GX2NiCrMo28-20-2	1.4458	
GX2CrNi19-11	1.4309	
GX2CrNiMo19-11-2	1.4409	

Where the design temperature is below -105 °C weld metal and heat affected zones for austenitic stainless steels shall meet additional requirements of EN 13445-4:2009, clause 8.

B.2.2.6 Temperature adjustment

T_S is a temperature adjustment which can be used under the conditions given in Table B.2–12.

Table B.2–12 — Temperature adjustment T_s

Condition	Ratio of pressure induced principal membrane stress and maximum allowable design stress			Membrane stress [b]
	> 75 %	> 50 % ≤ 75 %	≤ 50 %	≤ 50 MPa
Non welded, post-weld heat treated condition [a]	0 °C	+ 10 °C	+ 25 °C	+ 50 °C
As-welded condition and reference thickness ≤ 35 mm	0 °C	0 °C	0 °C	+ 40 °C

[a] Also applicable for equipment where all nozzles and non-temporary welded attachments are first welded to vessel components and these sub-assemblies are post-weld heat treated before being assembled into the equipment by butt-welding, but the main seams are not subsequently post-weld heat treated.

[b] The membrane stress should take account of internal and external pressure and dead weight. For walls and pipes of heat exchangers the restraint of free end displacement of the heat exchanger pipes should also be taken into account.

B.2.3 Method 2

B.2.3.1 General

This method 2 applies to C, CMn, fine grain steels, Ni-alloyed steels with not more than 1,5 % of Ni with a specified minimum yield strength ≤ 500 MPa and austenitic-ferritic steels with a specified minimum yield strength ≤ 550 MPa. This method 2, based on fracture mechanics [16] [32] can be used to determine the requirements to avoid brittle fracture in these steels, and may be used at a design reference temperature T_R which is lower than the value derived by method 1. In this procedure the design reference temperature T_R is not equal to the impact test temperature T_{KV}. The diagrams show the relationship between T_R and T_{KV} depending on reference thickness and strength level. Distinction is made for as-welded (AW) and post weld heat treated (PWHT) condition. This method does not apply to thermomechanically-rolled steels thicker than 35 mm.

Reference thickness e_B for constructional details is defined in Table B.4-1.

Parent material, welds and HAZ shall meet the impact energy KV at impact test temperature T_{KV}. Table B.2–13 and B.2–14 show which figure shall be used to determine the impact test temperature T_{KV} or the design reference temperature T_R. The condition "non-welded" shall be treated as the condition PWHT.

If impact energy KV requirement of 40 J instead of 27 J is used, then the impact test temperature T_{KV} can be increased by 10 °C or T_R can be reduced by 10 °C.

Linear interpolation between strength and thickness levels given in the Figures B.2–1 to B.2–11 is allowed. Alternatively the next higher strength class or wall thickness can be used. Lower test temperatures than T_{KV} are admissible for the same requirements.

The dashed lines in Figure B.2-1 and Figure B.2-3 apply to a wall thickness up to and including 110 mm when impact values KV of 40 J are obtained at T_{KV}.

The temperature adjustment given in Table B.2–12 applies also to method 2. Extrapolations for temperature ranges beyond the temperature ranges as given in the nomograms are not permissible.

Table B.2–13 — Impact energy requirements for C, CMn, fine grain steels, Ni-alloyed steels with not more than 1,5 % Ni

Specified minimum yield strength of base material	Required impact energy KV (on 10 mm × 10 mm test pieces)	Figure defining required T_{KV}	
MPa	J	Non welded or post-weld heat treated	As welded
$R_e \leq 265$	27	B.2-1	B.2-2
$R_e \leq 355$	27	B.2-3	B.2-4
$R_e \leq 460$	40	B.2-5	B.2-6
$R_e \leq 500$	40	B.2-7	B.2-8
NOTE: The dashed lines in Figures B.2-1 and B.2-3 shall only be used for KV = 40 J.			

Table B.2–14 — Impact energy requirements for austenitic-ferritic stainless steels

Specified minimum yield strength of base material	Required impact energy KV (on 10 mm x 10 mm test pieces)	Figure defining required T_{KV}
MPa	J	for all applications
$R_e \leq 385$	40	B.2-9
$R_e \leq 465$	40	B.2-10
$R_e \leq 550$	40	B.2-11

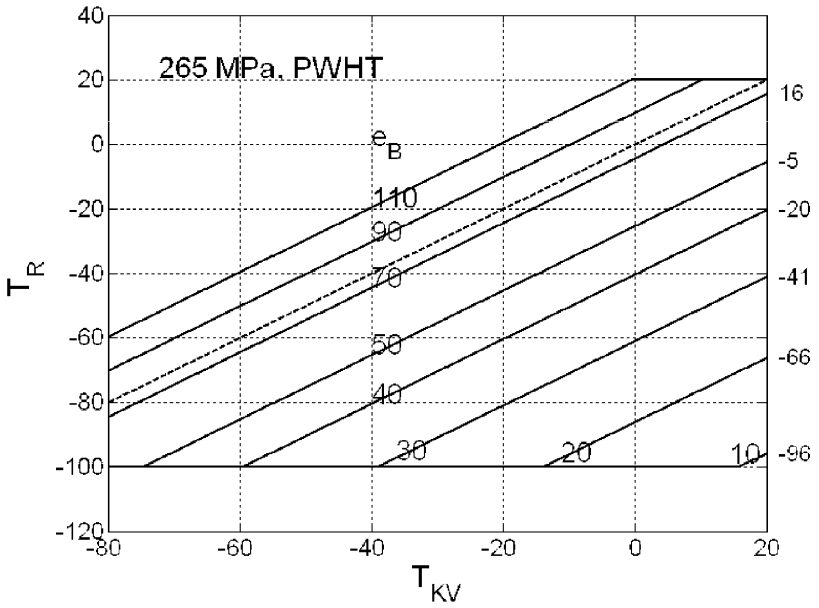
B.2.3.2 Procedure for base material less than 10 mm thick

T_R values and T_{KV} values shall be in accordance with Figures B.2–1 to B.2–11. The impact energy requirements are as specified in Tables B.2–13 and B.2–14.

For wall thicknesses < 10 mm the curve for 10 mm shall be used.

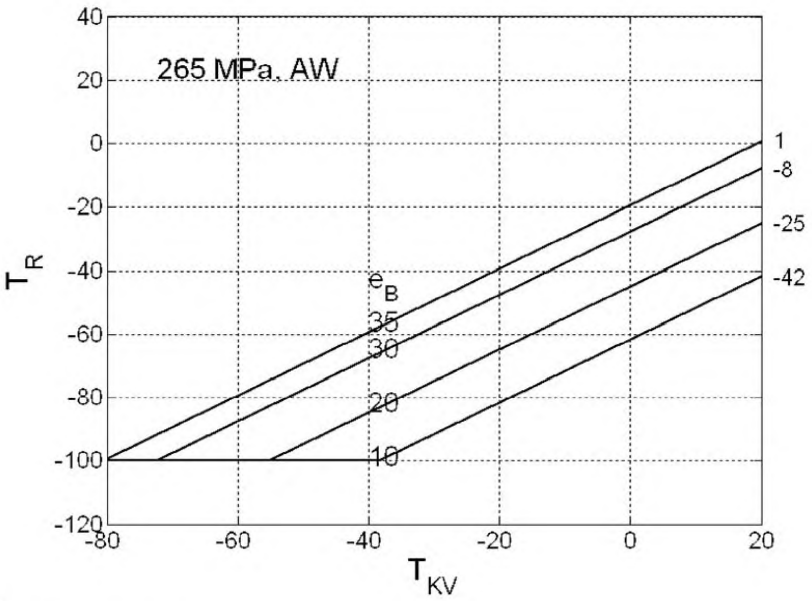
The required energies for the sub-sized specimens are given in Table B.3–1.

B.2.3.3 Nomograms for Method 2



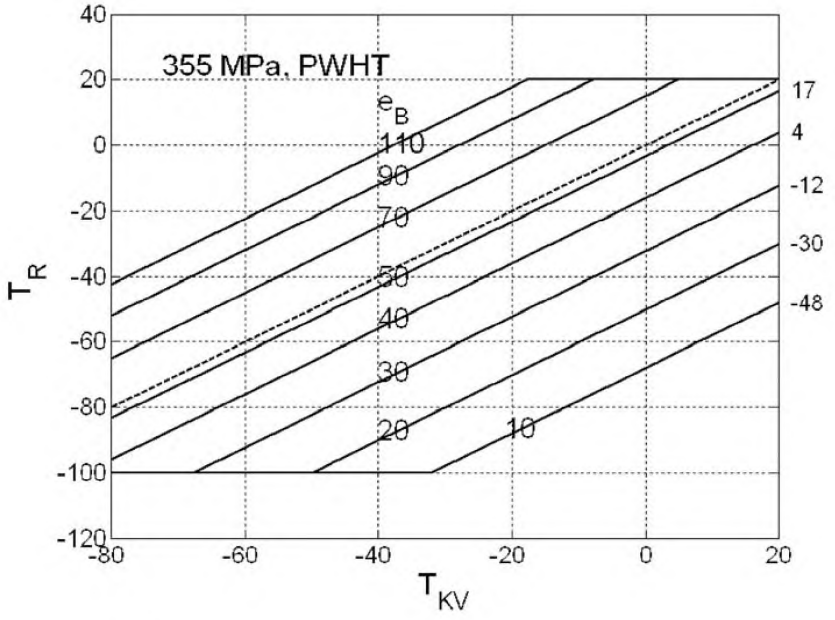
Key
T_R design reference temperature
T_{KV} material impact test temperature
e_B reference thickness

Figure B.2–1 — METHOD 2: Design reference temperature and impact test temperature, post weld heat treated (PWHT) condition, for $R_e \leq 265$ MPa and $KV \geq 27$ J. Dashed line only to be used for $KV \geq 40$ J and for thickness from 75 mm up to and including 110 mm



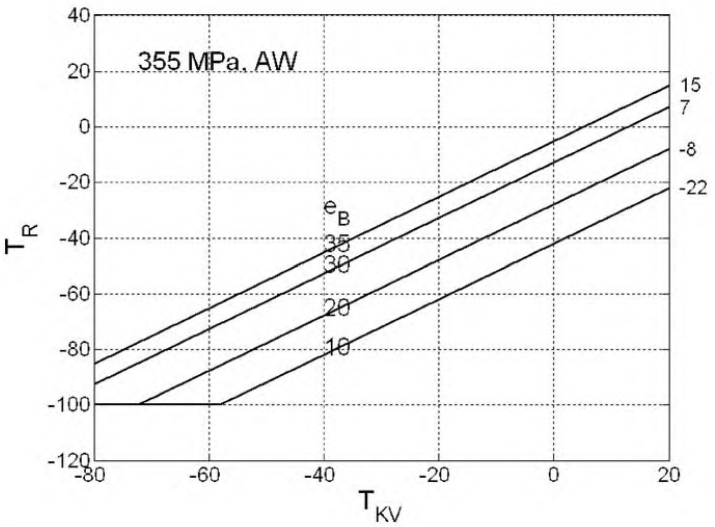
Key
T_R design reference temperature
T_{KV} material impact test temperature
e_B reference thickness

Figure B.2–2 — METHOD 2: Design reference temperature and impact test temperature as-welded (AW) condition, for $R_e \leq 265$ MPa and $KV \geq 27$ J



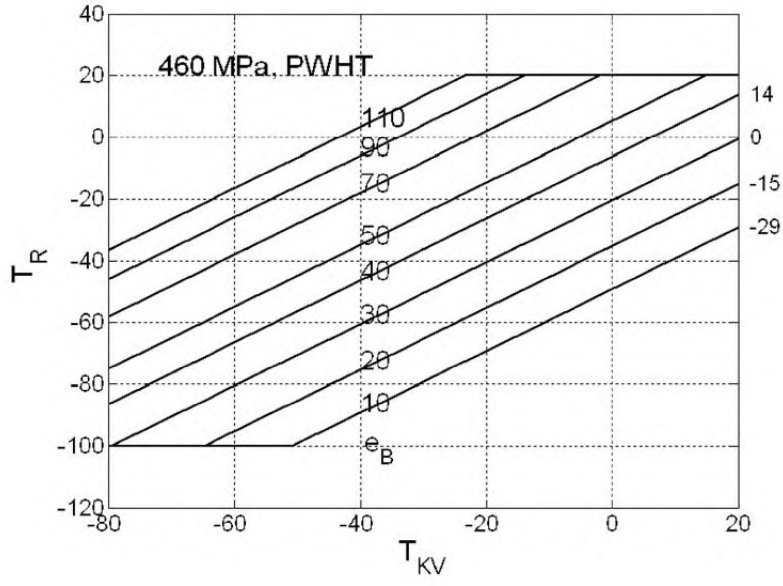
Key
T_R design reference temperature
T_{KV} material impact test temperature
e_B reference thickness

Figure B.2–3 — METHOD 2: Design reference temperature and impact test temperature post weld heat treated (PWHT) condition, R_e ≤ 355 MPa and $KV \geq$ 27 J. Dashed line only to be used for $KV \geq$ 40 J and for thickness from 55 mm up to and including 110 mm



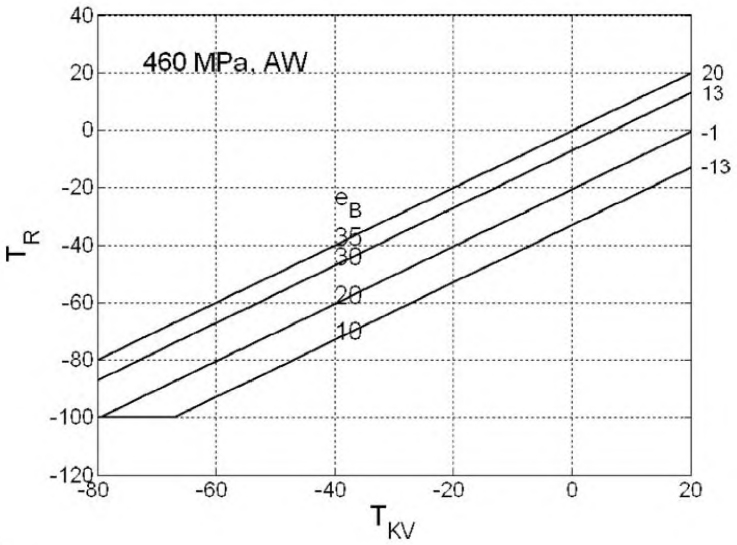
Key
T_R design reference temperature
T_{KV} material impact test temperature
e_B reference thickness

Figure B.2–4 — METHOD 2: Design reference temperature and impact test temperature as-welded (AW) condition, $R_e \leq 355$ MPa and $KV \geq 27$ J



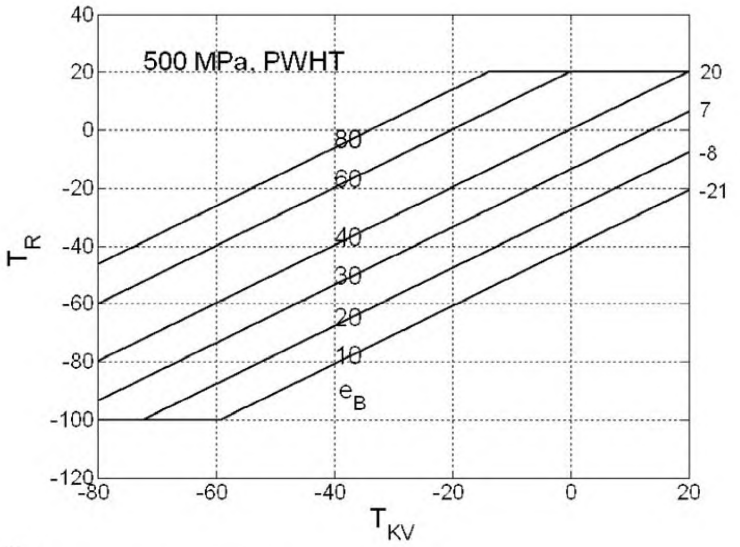
Key
T_R design reference temperature
T_{KV} material impact test temperature
e_B reference thickness

Figure B.2–5 — METHOD 2: Design reference temperature and impact test temperature post weld heat treated (PWHT) condition, $R_e \leq 460$ MPa and $KV \geq 40$ J



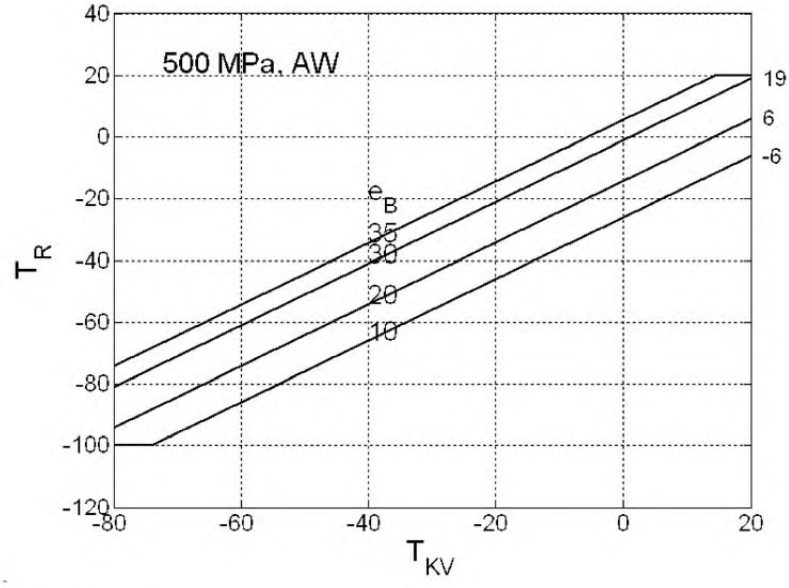
Key
T_R design reference temperature
T_{KV} material impact test temperature
e_B reference thickness

Figure B.2–6 — METHOD 2: Design reference temperature and impact test temperature as-welded (AW) condition, $R_e \leq 460$ MPa and $KV \geq 40$ J



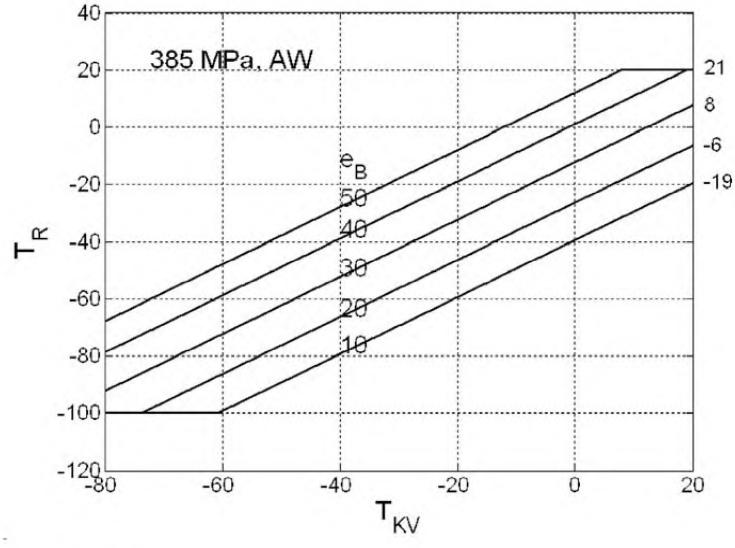
Key
T_R design reference temperature
T_{KV} material impact test temperature
e_B reference thickness

Figure B.2–7 — METHOD 2: Design reference temperature and impact test temperature post weld heat treated (PWHT) condition, $R_e \leq 500$ MPa and $KV \geq 40$ J



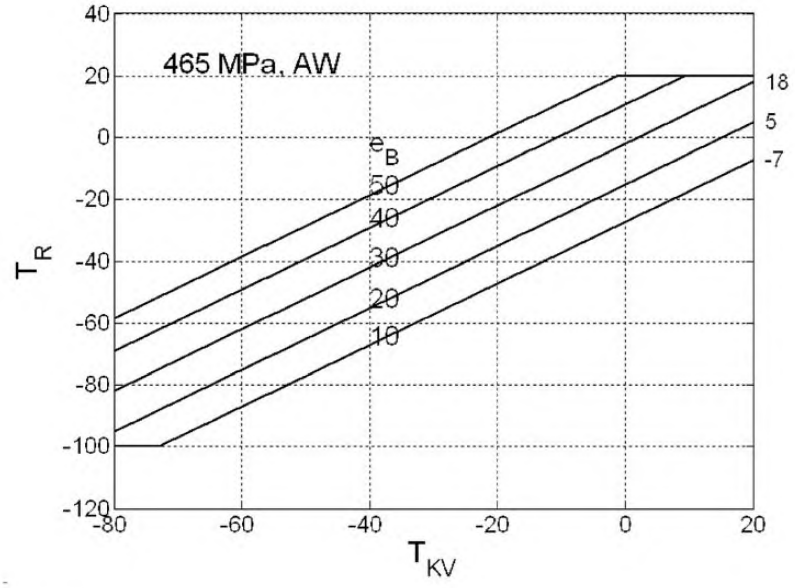
Key
T_R design reference temperature
T_{KV} material impact test temperature
e_B reference thickness

Figure B.2–8 — METHOD 2: Design reference temperature and impact test temperature as-welded (AW) condition, $R_e \leq 500$ MPa and $KV \geq 40$ J



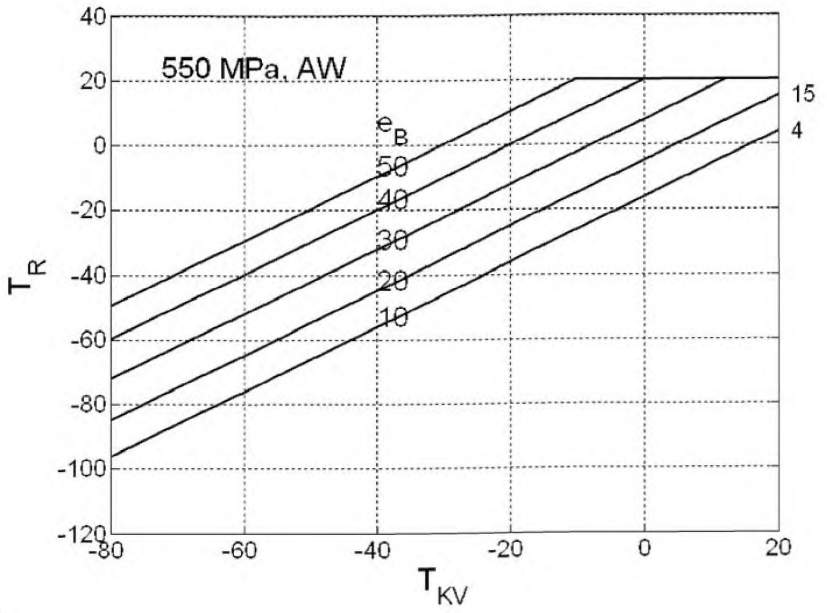
Key
T_R design reference temperature
T_{KV} material impact test temperature
e_B reference thickness

Figure B.2–9 — METHOD 2: Design reference temperature and impact test temperature for austenitic-ferritic steels, $e_B \leq 50$ mm, $R_e = 385$ MPa and $KV \geq 40$ J



Key
T_R design reference temperature
T_{KV} material impact test temperature
e_B reference thickness

Figure B.2–10 — METHOD 2: Design reference temperature and impact test temperature for austenitic-ferritic steels, $e_B \leq 50$ mm, $R_e = 465$ MPa and $KV \geq 40$ J



Key
T_R design reference temperature
T_{KV} material impact test temperature
e_B reference thickness

Figure B.2–11 — METHOD 2: Design reference temperature and impact test temperature for austenitic-ferritic steels, $e_B \leq 50$ mm, $R_e = 550$ MPa and $KV \geq 40$ J

B.2.4 Method 3 — Fracture mechanics analysis

B.2.4.1 General

A fracture mechanics analysis may be used by the manufacturer as a basis for determining the suitability of particular vessels for their intended use for the following:

a) materials not currently covered by harmonised European standards;

b) those cases where the requirements of methods 1 and 2 for low temperature applications cannot be satisfied;

c) when imperfections which are outside the acceptance criteria for the non-destructive testing specified in EN 13445-5:2009 are detected;

d) where it is proposed to use materials in thickness thicker than permitted by the low temperature requirements.

NOTE Guidance on fracture mechanics analysis is given in publications [5] to [10] listed in the bibliography.

Such analyses shall be undertaken in accordance with the requirements of B.2.4.2 to B.2.4.5.

B.2.4.2 Fracture toughness properties shall be obtained in accordance with fracture toughness testing procedures using full-thickness single-edge notched-bend specimens or equivalent compact tension tests with fatigue cracks located through thickness in the weld centre-line and in parent material. Further test sampling of heat affected zone regions shall also be specified; particularly when fatigue or some other in-service crack growth mechanism may be significant.

When HAZ tests are specified special considerations are necessary with regard to the placement of the notch and metallurgical sectioning subsequent to testing.

B.2.4.3 For material not covered by the low temperature requirements of methods 1 or 2, a similar level of tolerance to fracture can be obtained by specifying fracture toughness requirements determined from the use of assessment procedures such as in [8] [9] with a reference defect size as determined by the manufacturer (e.g. a through wall flaw of total length equal to 10 mm, or a quarter wall thickness surface flaw with length six times its depth) and inputs of an equivalent stress (or strain) relating to the hydraulic test condition, for a defect in a region of stress concentration and subject to residual stresses equivalent to the room temperature yield strength of the base material for as welded components, or 30 % of yield for post weld heat treated components.

B.2.4.4 If non-destructive testing methods are employed which allow accurate sizing of defects, these values, together with information on the stress state of the critical regions in the vessel, shall be used with appropriate fracture assessment procedures to specify more accurate toughness requirements than those specified by method 1 or 2.

B.2.4.5 For materials which are covered by the low temperature requirements for method 1 or 2, but where the Charpy impact energy requirements cannot be met, a fitness-for-purpose assessment using representative fracture toughness data and inspection requirements may be employed to determine the integrity of the vessel for its intended use.

B.3 General test requirements

B.3.1 General

Where impact tests are required Charpy-V-notch tests shall be performed in accordance with EN 10045-1:1990. The impact energy requirements shall be met in the base material, heat affected zone and weld metal.

The specimen position shall be in accordance with the specifications in the technical delivery conditions of the product form for materials for pressure equipment. For welded joints the specimen position for weld metal and HAZ shall be in accordance with EN 13445-4:2009.

From each sample three specimens shall be tested for each of the required positions and material impact test temperature T_{KV}. The mean value of the three specimens shall be at least equal to the impact energy requirement. Only one specimen may show a lower value, but this value shall not be less than 70 % of this requirement.

The required values for base material shall refer to the transverse direction. If geometry does not allow to extract specimen in the transverse direction the impact energy values shall be taken from tests in the longitudinal direction. The minimum impact energy requirements specified for transverse test pieces shall then be multiplied by the factor 1,5 for C, CMn, fine grained, low alloyed steels and high strength steels.

B.3.2 Sub-sized specimens

If sub-sized Charpy specimens shall be used, the measured value of the Charpy energy shall be proportionally converted to the reference specimen thickness of 10 mm. Table B.3–1 gives an example for 7,5 mm and 5 mm thick specimens. Where test pieces at least 5 mm wide cannot be obtained, the material shall not be subject to impact testing.

Table B.3–1 — Impact requirements for sub-sized Charpy-V-notched specimen if the base material is less than 10 mm thick

Reference value	Sub sized specimen	
Specimen geometry		
10 mm × 10 mm	10 mm × 7,5 mm	10 mm × 5 mm
Minimum impact energy J		
27	20	14
40	30	20

If full size Charpy specimen can not be extracted from components and welds sub-sized specimens shall be tested. To represent the behaviour of a full thickness specimen a lower impact test temperature shall be applied. The temperature shifts shall be in accordance with Table B.3–2.

Impact tests should be performed on the maximum thickness which can be extracted from the component under consideration.

Table B.3–2 — Equivalent impact energy requirements when sub-sized specimens are extracted from thicker sections

Required impact energy	Specimen geometry	Sub-sized specimen requirement		
KV J	mm	KV J	Specimen geometry mm	Shift of impact test temperature °C
27	10 × 10	20 14	7,5 × 10 5,0 × 10	T_{KV} – 5 T_{KV} – 20
40	10 × 10	30 20	7,5 × 10 5,0 × 10	T_{KV} – 5 T_{KV} – 20
20	7,5 × 10	14	5,0 × 10	T_{KV} – 15
30	7,5 × 10	20	5,0 × 10	T_{KV} – 15
14	5,0 × 10	—	—	—
20	5,0 × 10	—	—	—

B.4 Welds

B.4.1 General

When materials are to be joined by welding, the choice of welding consumables and welding procedures shall ensure that in addition to the requirements of EN 13445-4:2009 the required impact energy properties are achieved in weld metal and heat affected zone regions, when tested in accordance with B.3.

The required impact energy shall be at least equal to the specified minimum impact energy for the base metal. The requirements of method 1 or 2 shall be met.

B.4.2 Welding procedure qualification

Welding procedure qualification shall be performed in accordance with EN 13445-4:2009.

B.4.3 Production test plates

For ferritic and austenitic-ferritic steels weld production test plates shall be performed in accordance with EN 13445-4:2009.

B.5 Materials for use at elevated temperatures

B.5.1 General

B.5 applies for pressure equipment:

— with design temperature for normal operation higher than 50 °C and where

— material temperature at start up, shut down and at possible process upsets is not lower than – 10 °C and

— start up and shut down procedure is under controlled conditions as given in B.5.4 and

— conditions for pressure test as specified in B.5.5 are fulfilled

If any of these requirements is not satisfied the methods for low temperature materials shall be applied.

NOTE The limitation regarding start-up and shut-down, process upsets and pressure test are not applicable to austenitic stainless steels.

B.5.2 Materials

Materials shall have a specified minimum impact energy measured on a standard Charpy-V-notch impact test specimen (see EN 10045-1:1990) as follows:

— ≥ 27 J for ferritic steels;

— ≥ 40 J for steels of material group 8, 9.3 and 10

at a temperature not higher than 20 °C.

B.5.3 Welding procedure qualification and production test plates

Welding procedure qualification shall be performed in accordance with EN 13445-4:2009.

The weld production test plate shall be performed in accordance with EN 13445-4:2009.

B.5.4 Start up and shut down procedure

To avoid brittle fracture occurrence of pressure equipment made of ferritic or austenitic-ferritic steels during start-up and shut-down procedures, the pressure shall not exceed 50 % of the design pressure at temperatures lower than 20 °C.

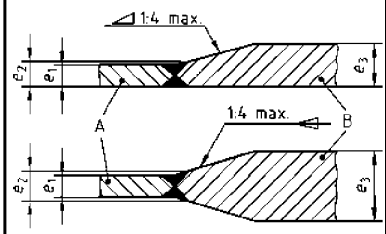
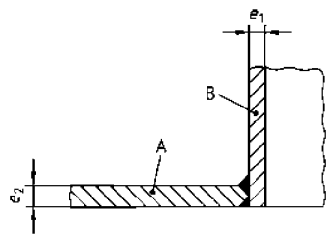
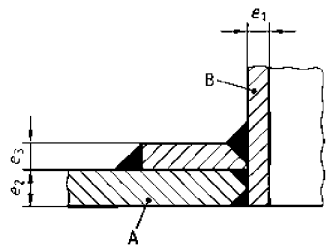
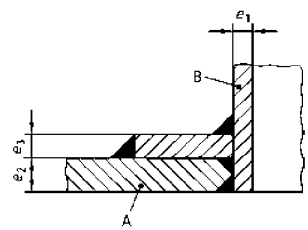
This start-up and shut-down procedure need not to be considered, if the evaluation of the specified minimum impact values against method 2 allows design pressures at lower temperatures.

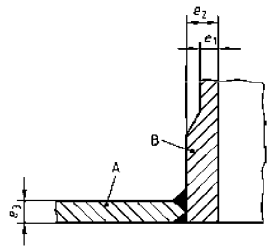
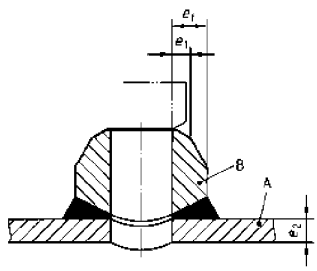
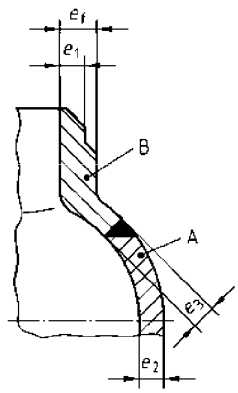
B.5.5 Pressure test

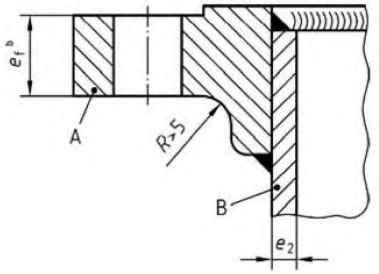
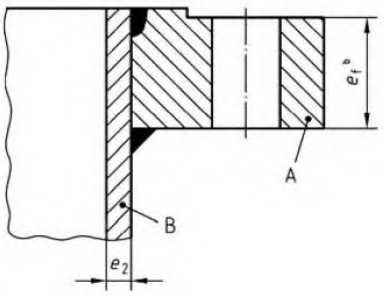
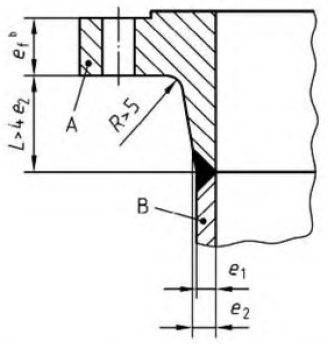
Hydrostatic pressure test of pressure vessels made of ferritic or austenitic-ferritic steels shall not be carried out at material temperatures lower than 10 °C.

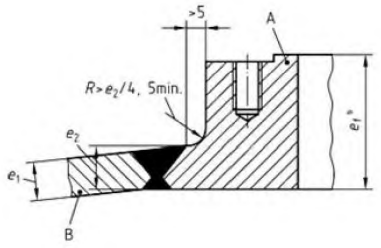
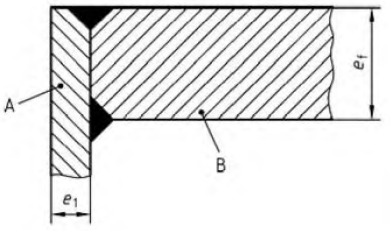
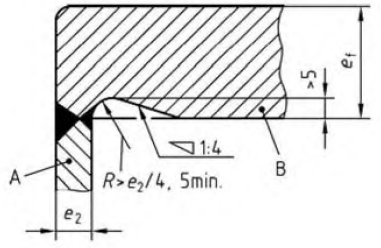
This temperature limitation needs not to be considered, if the evaluation of the specified minimum impact values against method 2 allows design pressures at lower temperatures.

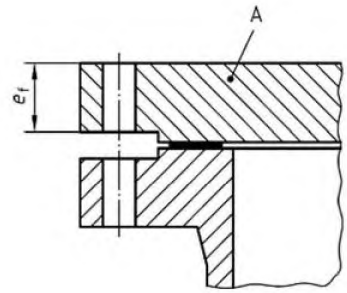
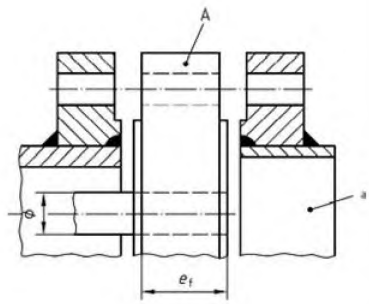
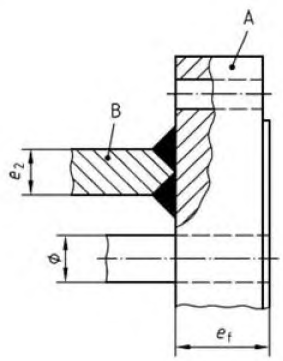
Table B.4-1 — Reference thickness e_B

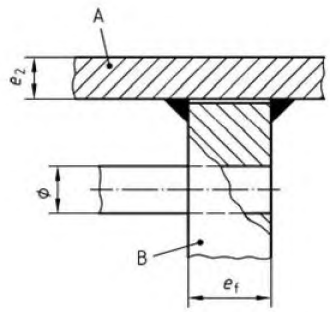
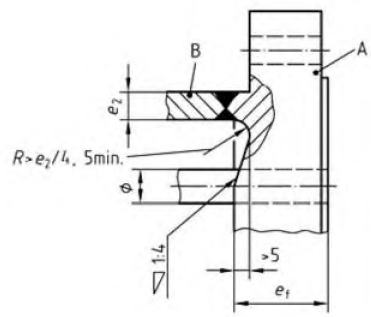
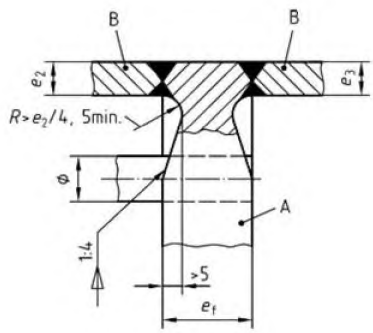
No.	Construction detail	as-welded (AW) or post weld heat treated (PWHT)	Reference thickness		
			Part A	Weld	Part B
1	Butt welded components of unequal thickness 	AW	e_1	e_2	e_2 check e_3 in Figures B.2–2, B.2–4, B.2–6, B.2–8 [a]
		PWHT	e_1	e_2	e_3
2	Branches and nozzles 	AW	e_2	e_2	e_1
		PWHT	e_2	e_2	e_1
3		AW	e_2	e_2 or e_3, if thicker	e_1
		PWHT	e_2	e_2 or e_3, if thicker	e_1
4		AW	e_2	e_2 or e_3, if thicker	e_1
		PWHT	e_2	e_2 or e_3 if thicker	e_1

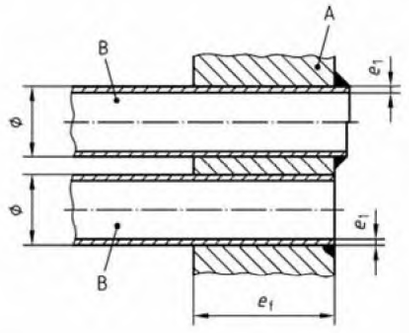
No.	Construction detail	as-welded (AW) or post weld heat treated (PWHT)	Reference thickness		
			Part A	Weld	Part B
5		AW	e_3	e_2 or e_3, if thicker	e_2
		PWHT	e_3	e_2 or e_3, if thicker	e_2
6		AW	e_2	e_2	e_1 or $e_f/4$ if thicker
		PWHT	e_2	e_2	e_1[a] or $e_f/4$, if thicker if necessary check e_1 in Figures B.2–1, B.2–3, B.2–5, B.2–7 [a]
7		AW	e_2	e_3	e_3 or $e_f/4$, if thicker ,
		PWHT	e_2	e_3	e_3 [a] or $e_f/4$, if thicker if necessary check e_1 in Figures B.2–1, B.2–3, B.2–5, B.2–7 [a]

No.	Construction detail	as-welded (AW) or post weld heat treated (PWHT)	Reference thickness		
			Part A	Weld	Part B
8	Slip-on and plate flanges [c] 	AW	e_2 *or* $e_f/4$, if thicker	e_2 *or* $e_f/4$, if thicker	e_2
		PWHT	e_2 *or* $e_f/4$, if thicker	e_2 *or* $e_f/4$, if thicker	e_2
9		AW	e_2 *or* $e_f/4$, if thicker	e_2 *or* $e_f/4$, if thicker	e_2
		PWHT	e_2 *or* $e_f/4$, if thicker	e_2 *or* $e_f/4$, if thicker	e_2
10	Forged or cast welding neck flanges [c] 	AW	e_2 [a] check $e_f/4$ in Figures B.2–2, B.2–4, B.2–6, B.2–8 [a]	e_2	e_1
		PWHT	e_2 or $e_f/4$, if thicker	e_2	e_1

No.	Construction detail	as-welded (AW) or post weld heat treated (PWHT)	Reference thickness		
			Part A	Weld	Part B
11	Pad-type flanges 	AW	e_2 [a] check $e_f/4$ in Figures B.2–2, B.2–4, B.2–6, B.2–8 [a]	e_2	e_1
		PWHT	e_2 or $e_f/4$, if thicker	e_2	e_1
12	Flat ends 	AW	e_1	e_1	$e_f/4$ or e_1, if thicker
		PWHT	e_1	e_1	$e_f/4$ or e_1, if thicker
13		AW	e_2	e_2	e_2 or check $e_f/4$, in Figures B.2–2, B.2–4, B.2–6, B.2–8
		PWHT	e_2	e_2	e_2 or $e_f/4$, if thicker

No.	Construction detail	as-welded (AW) or post weld heat treated (PWHT)	Reference thickness		
			Part A	Weld	Part B
14	Covers and blind flanges 	AW	$e_f/4$	—	—
		PWHT	$e_f/4$	—	—
15	Tube plates 	AW	[n. a.]	[n. a.]	[n. a.]
		PWHT	$e_f/4$	[n. a.]	[n. a.]
16		AW	$e_f/4$ or e_2, if thicker	e_2	e_2
		PWHT	$e_f/4$ or e_2, if thicker	e_2	e_2

No.	Construction detail	as-welded (AW) or post weld heat treated (PWHT)	Reference thickness		
			Part A	Weld	Part B
17	Welded into shell/channel 	AW	e_2, check $e_f/4$ in Figures B.2–2, B.2–4, B.2–6, B.2–8	e_2	e_2 or $e_f/4$ if thicker
		PWHT	e_2 or $e_f/4$, if thicker	e_2	e_2 or $e_f/4$ if thicker
18	Forged tube plate with stubs 	AW	e_2 [a] check $e_f/4$ in Figures B.2–2, B.2–4, B.2–6, B.2–8[a])	e_2	e_2
		PWHT	$e_f/4$ or e_2, if thicker	e_2	e_2
19		AW	e_2 [a] or e_3, if thicker check $e_f/4$ in Figures B.2–2, B.2–4, B.2–6, B.2–8[a])	e_2 (e_3)	e_2 (e_3)
		PWHT	$e_f/4$ or e_2 or e_3, if thicker	e_2 (e_3)	e_2 (e_3)

No.	Construction detail	as-welded (AW) or post weld heat treated (PWHT)	Reference thickness		
			Part A	Weld	Part B
20	Tube-to-tube plate connection 	AW	[n. a.]	e_1	e_1
		PWHT	b	e_1	e_1

NOTE 1 [n. a.] means "not applicable".

NOTE 2 e_1, e_2 and e_3 refer to the nominal thickness of the various components shown in the figures.

1 e_f may be measured radially if that gives an advantage.

[a] The minimum test temperature of the two conditions: e_x (AW), e_y (PWHT) shall be taken.

[b] Reference thickness of part A is unaffected by this connection.

[c] For welding neck flanges and slip on flanges according to EN 1092-1:2007, R shall be as given in EN 1092-1

Annex C
(informative)

Procedure for determination of the weld creep strength reduction factor (WCSRF)

The WCSRF will be taken as 1 when all the following conditions are fulfilled by the steel manufacturer:

C.1 Stress rupture tests on weldments made on specimens of the same steel products as used in the vessel and which are comparable as regards consumable shall be carried out according to the European Creep Collaborative Committee (E.C.C.C.) Recommendations [18].

C.2 Two test temperatures shall be selected within a range of +/- 30 °C about the mean design temperature. At each of these temperatures, creep tests shall be carried out at stresses selected to give durations up to 1/3 of the creep design life (typically 1000, 3000, 10000, 30000, 60000, 100000 h, etc.). It has to be shown that the lower limit of the achieved creep values of the welded joint are not lower than the lower accepted scatter band (- 20 %) of specified mean values of the creep strength of the base material according to the materials standard. However if the failure is located in the Heat Affected Zone (HAZ), extrapolation is not allowed without further testing at longer times showing no further apparent decrease. In this case extrapolation may be made by a factor equivalent to the factor showing stabilised conditions used in these longer tests.

C.3 When no cracking in the HAZ has been found in the tests prescribed above, an additional set of tests at a higher temperature shall be made with the value of the Larson Miller Parameter (LMP) equal to or greater than that at the extrapolation point. This testing shall be made to confirm that the location of the failure does not change from the base material to HAZ. The temperature shall ideally be no more than 50 °C greater than the higher temperature test in C.2 (in order to avoid an unacceptable modification of the microstructure). The stress shall lead to a minimum testing time of 10kh. The temperature and testing time shall be selected so that the creep Time Temperature Parameter (TTP) e.g. Larson Miller Parameter (LMP) in these tests is at least the value at the extrapolation point (time and temperature). A minimum of 3 samples shall be tested. The fracture location of the creep specimens shall be checked by microscopic examination.

C.4 If fracture location of the creep specimens in C.3 is within the base material, the WCSRF may be taken as unity for a time equal to the time achieved in the tests in C.2 multiplied by a maximum of 3.

C.5 When the creep strength properties of cross weld specimens fall below the minimum value given in the scatter band a specific weld reduction factor can be used based on the ratio of the average value of the creep strength compared to 80 % of the mean value of the base material.

Annex D
(informative)

Technical delivery conditions for clad products for pressure purposes

D.1 Introductory note

Until a European Standard for clad steel products for pressure purposes is available, the requirements for the technical delivery conditions of such products should form the basis for an agreement of the parties involved.

D.2 Requirements for the material

For the material of clad products the relevant conditions of EN 13445-2:2009 should apply.

In addition, where appropriate, requirements for impact tests of the kind described in clause D.4, item b, should be agreed at the time of enquiry and order.

D.3 Requirements for the deposited material

Clad steels should comply with the following general requirements:

In the case of clad steels where the cladding has a lower degree of elasticity than that of the base metal, a tensile test on the cladding after the base has been removed should show an elongation after fracture A_5 of at least 12 %.

The bond between the base and the cladding materials should be of such a nature that there is no delamination either in the course of manufacture or in service. Unless otherwise stipulated in the order, the shear strength of cladding with a tensile strength of less than 280 MPa should be more than half the minimum tensile strength of the cladding material and, for all other cladding materials, should not be less than 140 MPa, regardless of the direction of testing.

The bonded area should cover at least 95 % of the entire surface and no single unbonded area should cover more than 50 cm^2. In the case of clad steels which are highly stressed during manufacture (e.g. dished ends) or when in service (e.g. tube plates), additional requirements imposed by the purchaser (operator) can be necessary.

The cladding material should have a surface texture which corresponds to the cladding process and be of uniform thickness with tolerances not exceeding those given in Table D.3-1.

The permissible tolerances for the base material are given in the relevant dimensional standards for the various products.

Table D.3-1 — Limit deviations on thickness for cladding materials on clad steels

Nominal thickness mm	Limit deviations on thickness [a, b] mm
1,0	– 0,10
1,5	– 0,15
2,0	– 0,20
2,5	– 0,25
3,0	– 0,35
3,5	– 0,45
4,0	– 0,50
4,5	– 0,50
≥ 5,0	– 0,50

[a] Deviations from the values in this table are subject to special agreement.

[b] For intermediate thicknesses the Limit deviation indicated for the next smallest thickness in the table applies.

D.4 Qualification of the cladding procedure

Before commencing production, suitable cladding conditions should be verified by cladding procedure qualification tests, including welding procedure tests for weld overlay, if applicable. These conditions should be carefully observed when cladding the products in the plant.

The cladding procedure qualification tests should normally comprise:

a) tensile tests in accordance with EN 10002-1:2001;

b) Charpy-V-notch impact tests in accordance with EN 10045-1:1990 at the temperature specified for test pieces taken from the cladded base material so that
   - one side of the test piece coincides with the bonded area between the base and deposited material;
   - the longitudinal direction of the test piece is transverse to the direction of rolling; and
   - the axis of the notch is perpendicular to the next surface of the base material (see Figure D.5-1, item d);

c) bend tests on test pieces which, as shown in Figure D.5-2 cover the bonded zone and are bent in a direction parallel to the bounding zone;

d) the examination of the hardness, micro- and macrostructure and chemical composition in the transition zone;

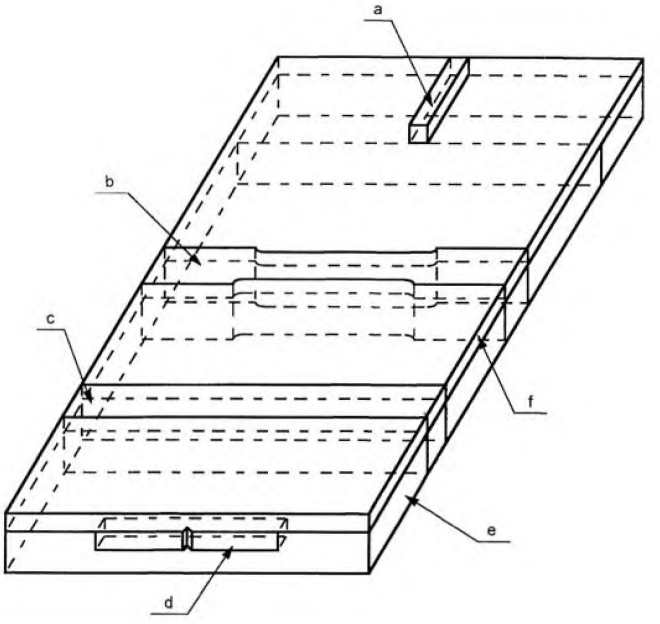
e) shear tests on shear specimens;

f) inspection of surface quality and conformity to dimensions;

g) ultrasonic testing of the bond between the base material and the cladding.

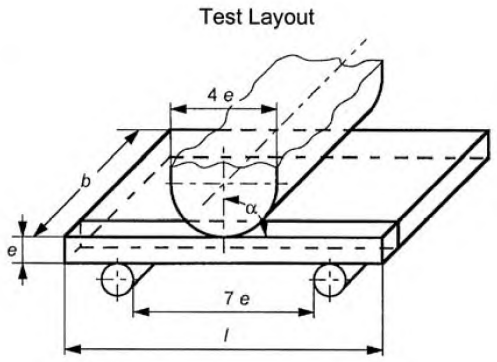
D.5 Production tests

Intervals samples of the base material clad under the same conditions as the products should be tested at consistent intervals during production. The types of tests to be carried out and the requirements to be complied with should be agreed on the basis of the results of the cladding procedure qualification tests specified in clause D.4 and practical experience.



a) shear test specimen
b) tensile test specimen
c) side bend test specimen
d) notched bar impact bend test specimen
e) material
f) cladding material

Figure D.5-1 — Position of test pieces



Dimensions of specimen:

Thickness: e = 10 mm

Width: b = thickness of finished product, but not greater than 80 mm (base and cladding material) If finished product is over 80 mm thick the base material may be removed.

Length: l = not less than 130 mm

Angle: α = 90°

Figure D.5-2 — Arrangement of bend tests for clad products

Annex E
(informative)

European steels for pressure purposes

E.1 European Standards for steels and steel components for pressure purposes

Table E.1-1 contains an informative summary on European Standards for steels and steel components for pressure purposes.

Table E.1-1 — European Standards for steels and steel components for pressure purposes

Product form	General requirements	Room temperature grades [a]	Elevated temperature grades	Fine grain steels			Low temperature grades	Stainless steels
				Normalised	Thermo-mechanically treated	Quenched and tempered		
Plate and strip	EN 10028-1	—	EN 10028-2	EN 10028-3	EN 10028-5	EN 10028-6	EN 10028-4	EN 10028-7
Rolled bar	—	—	EN 10273	—	—	—	—	EN 10272
Seamless tube	—	EN 10216-1	EN 10216-2	EN 10216-3	—	EN 10216-3	EN 10216-4	EN 10216-5
Electric welded tube	—	EN 10217-1	EN 10217-2	EN 10217-3	—	—	EN 10217-4	—
Submerged arc welded tube	—	EN 10217-1	EN 10217-5	EN 10217-3	—	—	EN 10217-6	—
Fusion welded tube	—	—	—	—	—	—	—	EN 10217-7
Fitting	—	EN 10253-2	EN 10253-2	EN 10253-2	EN 10253-2	EN 10253-2	EN 10253-2	EN 10253-4
Forging including forged bars	EN 10222-1	—	EN 10222-2	EN 10222-4	—	—	EN 10222-3	EN 10222-5
Casting	EN 10213	—	EN 10213	—	—	—	EN 10213	EN 10213
Steel for fastener	—	—	EN 10269	—	—	—	EN 10269	EN 10269

[a] room temperature values are given in all standards of this table

E.2 European standardised steels grouped according to product forms

The references in this table do not include the date of the standard, but they are dated references as given in clause 2 and in Bibliography.

Table E.2-1 — European standardised steels grouped according to product forms

1	2	3	4	5	6	7	8		9	10
No	Product form	European Standard	Material description	Grade	Material number	Heat treatment [g]	Thickness mm		Material group to CR ISO 15608	Notes
							min.	max.		
1	plate and strip	EN 10028-2	elevated temperature properties	P235GH	1.0345	N	0	250	1.1	
2	plate and strip	EN 10028-2	elevated temperature properties	P265GH	1.0425	N	0	250	1.1	
3	plate and strip	EN 10028-2	elevated temperature properties	P295GH	1.0481	N	0	250	1.2	
4	plate and strip	EN 10028-2	elevated temperature properties	P355GH	1.0473	N	0	250	1.2	
5	plate and strip	EN 10028-2	elevated temperature properties	16Mo3	1.5415	N, NT	0	250	1.2	e
6	plate and strip	EN 10028-2	elevated temperature properties	18MnMo4-5	1.5414	NT	0	150	1.2	
7	plate and strip	EN 10028-2	elevated temperature properties	18MnMo4-5	1.5414	QT	150	250	1.2	
8	plate and strip	EN 10028-2	elevated temperature properties	20MnMoNi4-5	1.6311	QT	0	250	3.1	
9	plate and strip	EN 10028-2	elevated temperature properties	15NiCuMoNb5-6-4	1.6368	NT	0	100	3.1	
10	plate and strip	EN 10028-2	elevated temperature properties	15NiCuMoNb5-6-4	1.6368	NT, QT	100	150	3.1	
11	plate and strip	EN 10028-2	elevated temperature properties	15NiCuMoNb5-6-4	1.6368	QT	150	200	3.1	
12	plate and strip	EN 10028-2	elevated temperature properties	13CrMo4-5	1.7335	NT	0	100	5.1	
13	plate and strip	EN 10028-2	elevated temperature properties	13CrMo4-5	1.7335	NT,QT	100	150	5.1	
14	plate and strip	EN 10028-2	elevated temperature properties	13CrMo4-5	1.7335	QT	150	250	5.1	
15	plate and strip	EN 10028-2	elevated temperature properties	13CrMoSi5-5	1.7336	NT, QT	0	100	5.1	
16	plate and strip	EN 10028-2	elevated temperature properties	13CrMoSi5-5	1.7336	QT	100	250	5.1	
17	plate and strip	EN 10028-2	elevated temperature properties	10CrMo9-10	1.7380	NT	0	60	5.2	
18	plate and strip	EN 10028-2	elevated temperature properties	10CrMo9-10	1.7380	NT,QT	60	100	5.2	

Table E.2-1 (*continued*)

1	2	3	4	5	6	7	8		9	10
No	Product form	European Standard	Material description	Grade	Material number	Heat treatment [g]	Thickness mm		Material group to CR ISO 15608	Notes
19	plate and strip	EN 10028-2	elevated temperature properties	10CrMo9-10	1.7380	QT	100	250	5.2	
20	plate and strip	EN 10028-2	elevated temperature properties	12CrMo9-10	1.7375	NT,QT	0	250	5.2	
21	plate and strip	EN 10028-2	elevated temperature properties	X12CrMo5	1.7362	NT	0	150	5.3	
22	plate and strip	EN 10028-2	elevated temperature properties	X12CrMo5	1.7362	QT	150	250	5.3	
23	plate and strip	EN 10028-2	elevated temperature properties	13CrMoV9-10	1.7703	NT	0	150	6.2	
24	plate and strip	EN 10028-2	elevated temperature properties	13CrMoV9-10	1.7703	QT	150	250	6.2	
25	plate and strip	EN 10028-2	elevated temperature properties	12CrMoV12-10	1.7767	NT	0	150	6.2	
26	plate and strip	EN 10028-2	elevated temperature properties	12CrMoV12-10	1.7767	QT	150	250	6.2	
27	plate and strip	EN 10028-2	elevated temperature properties	X10CrMoVNb9-1	1.4903	NT	0	150	6.4	
28	plate and strip	EN 10028-2	elevated temperature properties	X10CrMoVNb9-1	1.4903	QT	150	250	6.4	
29	plate and strip	EN 10028-3	fine grain steel normalised	P275NH	1.0487	N	0	250	1.1	
30	plate and strip	EN 10028-3	fine grain steel normalised	P275NL1	1.0488	N	0	250	1.1	
31	plate and strip	EN 10028-3	fine grain steel normalised	P275NL2	1.1104	N	0	250	1.1	
32	plate and strip	EN 10028-3	fine grain steel normalised	P355N	1.0562	N	0	250	1.2	
33	plate and strip	EN 10028-3	fine grain steel normalised	P355NH	1.0565	N	0	250	1.2	
34	plate and strip	EN 10028-3	fine grain steel normalised	P355NL1	1.0566	N	0	250	1.2	
35	plate and strip	EN 10028-3	fine grain steel normalised	P355NL2	1.1106	N	0	250	1.2	
36	plate and strip	EN 10028-3	fine grain steel normalised	P460NH	1.8935	N	0	100	1.3	
37	plate and strip	EN 10028-3	fine grain steel normalised	P460NL1	1.8915	N	0	100	1.3	
38	plate and strip	EN 10028-3	fine grain steel normalised	P460NL2	1.8918	N	0	100	1.3	

Table E.2-1 (*continued*)

1	2	3	4	5	6	7	8		9	10
No	Product form	European Standard	Material description	Grade	Material number	Heat treatment [g]	Thickness mm		Material group to CR ISO 15608	Notes
39	plate and strip	EN 10028-4	low temperature properties	11MnNi5-3	1.6212	N,NT	0	80	9.1	
40	plate and strip	EN 10028-4	low temperature properties	13MnNi6-3	1.6217	N,NT	0	80	9.1	
41	plate and strip	EN 10028-4	low temperature properties	15NiMn6	1.6228	N,NT,QT	0	80	9.1	
42	plate and strip	EN 10028-4	low temperature properties	12Ni14	1.5637	N,NT,QT	0	80	9.2	
43	plate and strip	EN 10028-4	low temperature properties	X12Ni5	1.5680	N,NT,QT	0	50	9.2	
44	plate and strip	EN 10028-4	low temperature properties	X8Ni9+NT640	1.5662	N+NT	0	50	9.3	
45	plate and strip	EN 10028-4	low temperature properties	X8Ni9+QT640	1.5662	QT	0	50	9.3	
46	plate and strip	EN 10028-4	low temperature properties	X8Ni9+QT680	1.5662	N+NT, QT	0	15	9.3	
47	plate and strip	EN 10028-4	low temperature properties	X8Ni9+QT680	1.5662	QT	15	50	9.3	
48	plate and strip	EN 10028-4	low temperature properties	X7Ni9	1.5663	N+NT, QT	0	15	9.3	
49	plate and strip	EN 10028-4	low temperature properties	X7Ni9	1.5663	QT	15	50	9.3	
50	plate and strip	EN 10028-5	fine grain steel, thermomechanically rolled	P355M	1.8821	M	0	63	1.2	[f]
51	plate and strip	EN 10028-5	fine grain steel, thermomechanically rolled	P355ML1	1.8832	M	0	63	1.2	[f]
52	plate and strip	EN 10028-5	fine grain steel, thermomechanically rolled	P355ML2	1.8833	M	0	63	1.2	[f]
53	plate and strip	EN 10028-5	fine grain steel, thermomechanically rolled	P420M	1.8824	M	0	63	2.1	[f]
54	plate and strip	EN 10028-5	fine grain steel, thermomechanically rolled	P420ML1	1.8835	M	0	63	2.1	[f]
55	plate and strip	EN 10028-5	fine grain steel, thermomechanically rolled	P420ML2	1.8828	M	0	63	2.1	[f]

Table E.2-1 (*continued*)

1	2	3	4	5	6	7	8		9	10
No	Product form	European Standard	Material description	Grade	Material number	Heat treatment [g]	Thickness mm		Material group to CR ISO 15608	Notes
56	plate and strip	EN 10028-5	fine grain steel, thermomechanically rolled	P460M	1.8826	M	0	63	2.1	f
57	plate and strip	EN 10028-5	fine grain steel, thermomechanically rolled	P460ML1	1.8837	M	0	63	2.1	f
58	plate and strip	EN 10028-5	fine grain steel, thermomechanically rolled	P460ML2	1.8831	M	0	63	2.1	f
59	plate and strip	EN 10028-6	fine grain steel, quenched/tempered	P355Q	1.8866	QT	0	150	1.2	
60	plate and strip	EN 10028-6	fine grain steel, quenched/tempered	P355QH	1.8867	QT	0	150	1.2	
61	plate and strip	EN 10028-6	fine grain steel, quenched/tempered	P355QL1	1.8868	QT	0	150	1.2	
62	plate and strip	EN 10028-6	fine grain steel, quenched/tempered	P355QL2	1.8869	QT	0	150	1.2	
63	plate and strip	EN 10028-6	fine grain steel, quenched/tempered	P460Q	1.8870	QT	0	150	3.1	
64	plate and strip	EN 10028-6	fine grain steel, quenched/tempered	P460QH	1.8871	QT	0	150	3.1	
65	plate and strip	EN 10028-6	fine grain steel, quenched/tempered	P460QL1	1.8872	QT	0	150	3.1	
66	plate and strip	EN 10028-6	fine grain steel, quenched/tempered	P460QL2	1.8864	QT	0	150	3.1	
67	plate and strip	EN 10028-6	fine grain steel, quenched/tempered	P500Q	1.8873	QT	0	150	3.1	
68	plate and strip	EN 10028-6	fine grain steel, quenched/tempered	P500QH	1.8874	QT	0	150	3.1	
69	plate and strip	EN 10028-6	fine grain steel, quenched/tempered	P500QL1	1.8875	QT	0	150	3.1	
70	plate and strip	EN 10028-6	fine grain steel, quenched/tempered	P500QL2	1.8865	QT	0	150	3.1	
71	plate and strip	EN 10028-6	fine grain steel, quenched/tempered	P690Q	1.8879	QT	0	150	3.1	
72	plate and strip	EN 10028-6	fine grain steel, quenched/tempered	P690QH	1.8880	QT	0	150	3.1	
73	plate and strip	EN 10028-6	fine grain steel, quenched/tempered	P690QL1	1.8881	QT	0	150	3.1	
74	plate and strip	EN 10028-6	fine grain steel, quenched/tempered	P690QL2	1.8888	QT	0	150	3.1	

Table E.2-1 (*continued*)

1	2	3	4	5	6	7	8		9	10
No	Product form	European Standard	Material description	Grade	Material number	Heat treatment [g]	Thickness mm		Material group to CR ISO 15608	Notes
75	plate and strip	EN 10028-7	stainless steel, austenitic	X2CrNiN18-7	1.4318	AT	0	75	8.1	
76	plate and strip	EN 10028-7	stainless steel, austenitic	X2CrNi18-9	1.4307	AT	0	75	8.1	
77	plate and strip	EN 10028-7	stainless steel, austenitic	X2CrNi19-11	1.4306	AT	0	75	8.1	
78	plate and strip	EN 10028-7	stainless steel, austenitic	X2CrNiN18-10	1.4311	AT	0	75	8.1	
79	plate and strip	EN 10028-7	stainless steel, austenitic	X5CrNi18-10	1.4301	AT	0	75	8.1	
80	plate and strip	EN 10028-7	stainless steel, austenitic	X5CrNiN19-9	1.4315	AT	0	75	8.1	
81	plate and strip	EN 10028-7	stainless steel, austenitic	X6CrNi18-10	1.4948	AT	0	75	8.1	
82	plate and strip	EN 10028-7	stainless steel, austenitic	X6CrNi23-13	1.4950	AT	0	75	8.2	
83	plate and strip	EN 10028-7	stainless steel, austenitic	X6CrNi25-20	1.4951	AT	0	75	8.2	
84	plate and strip	EN 10028-7	stainless steel, austenitic	X6CrNiTi18-10	1.4541	AT	0	75	8.1	
85	plate and strip	EN 10028-7	stainless steel, austenitic	X6CrNiTiB18-10	1.4941	AT	0	75	8.1	
86	plate and strip	EN 10028-7	stainless steel, austenitic	X2CrNiMo17-12-2	1.4404	AT	0	75	8.1	
87	plate and strip	EN 10028-7	stainless steel, austenitic	X2CrNiMoN17-12-2	1.4406	AT	0	75	8.1	
88	plate and strip	EN 10028-7	stainless steel, austenitic	X5CrNiMo17-12-2	1.4401	AT	0	75	8.1	
89	plate and strip	EN 10028-7	stainless steel, austenitic	X6CrNiMoTi17-12-2	1.4571	AT	0	75	8.1	
90	plate and strip	EN 10028-7	stainless steel, austenitic	X2CrNiMo17-12-3	1.4432	AT	0	75	8.1	
91	plate and strip	EN 10028-7	stainless steel, austenitic	X2CrNiMo18-14-3	1.4435	AT	0	75	8.1	
92	plate and strip	EN 10028-7	stainless steel, austenitic	X2CrNiMoN17-13-5	1.4439	AT	0	75	8.1	
93	plate and strip	EN 10028-7	stainless steel, austenitic	X1NiCrMoCu25-20-5	1.4539	AT	0	75	8.2	
94	plate and strip	EN 10028-7	stainless steel, austenitic	X5NiCrAlTi31-20	1.4958	AT	0	75	8.2	

Table E.2-1 (*continued*)

1	2	3	4	5	6	7	8		9	10
No	Product form	European Standard	Material description	Grade	Material number	Heat treatment [g]	Thickness mm		Material group to CR ISO 15608	Notes
95	plate and strip	EN 10028-7	stainless steel, austenitic	X5NiCrAlTi31-20+RA	1.4958+RA	AT+RA	0	75	8.2	
96	plate and strip	EN 10028-7	stainless steel, austenitic	X8NiCrAlTi32-21	1.4959	AT	0	75	8.2	
97	plate and strip	EN 10028-7	stainless steel, austenitic	X3CrNiMoBN17-13-3	1.4910	AT	0	75	8.2	
98	plate and strip	EN 10028-7	stainless steel, austenitic, special	X1CrNi25-21	1.4335	AT	0	75	8.2	
99	plate and strip	EN 10028-7	stainless steel, austenitic, special	X6CrNiNb18-10	1.4550	AT	0	75	8.1	
100	plate and strip	EN 10028-7	stainless steel, austenitic, special	X8CrNiNb16-13	1.4961	AT	0	75	8.1	
101	plate and strip	EN 10028-7	stainless steel, austenitic, special	X1CrNiMoN25-22-2	1.4466	AT	0	75	8.2	
102	plate and strip	EN 10028-7	stainless steel, austenitic, special	X6CrNiMoNb17-12-2	1.4580	AT	0	75	8.1	
103	plate and strip	EN 10028-7	stainless steel, austenitic, special	X2CrNiMoN17-13-3	1.4429	AT	0	75	8.1	
104	plate and strip	EN 10028-7	stainless steel, austenitic, special	X3CrNiMoN17-13-3	1.4436	AT	0	75	8.1	
105	plate and strip	EN 10028-7	stainless steel, austenitic, special	X2CrNiMoN18-12-4	1.4434	AT	0	75	8.1	
106	plate and strip	EN 10028-7	stainless steel, austenitic, special	X2CrNiMo18-15-4	1.4438	AT	0	75	8.1	
107	plate and strip	EN 10028-7	stainless steel, austenitic, special	X1NiCrMoCu31-27-4	1.4563	AT	0	75	8.2	
108	plate and strip	EN 10028-7	stainless steel, austenitic, special	X1CrNiMoCuN25-25-5	1.4537	AT	0	75	8.2	
109	plate and strip	EN 10028-7	stainless steel, austenitic, special	X1CrNiMoCuN20-18-7	1.4547	AT	0	75	8.2	
110	plate and strip	EN 10028-7	stainless steel, austenitic, special	X1NiCrMoCuN25-20-7	1.4529	AT	0	75	8.2	
111	plate and strip	EN 10028-7	stainless steel, austenitic-ferritic	X2CrNiN23-4	1.4362	AT	0	75	10.1	c
112	plate and strip	EN 10028-7	stainless steel, austenitic-ferritic	X2CrNiMoN22-5-3	1.4462	AT	0	75	10.1	c
113	plate and strip	EN 10028-7	stain, steel, austenitic-ferritic, special	X2CrNiMoCuN25-6-3	1.4507	AT	0	75	10.2	c
114	plate and strip	EN 10028-7	stain, steel, austenitic-ferritic, special	X2CrNiMoN25-7-4	1.4410	AT	0	75	10.2	c
115	plate and strip	EN 10028-7	stain, steel, austenitic-ferritic, special	X2CrNiMoCuWN25-7-4	1.4501	AT	0	75	10.2	c

Table E.2-1 (*continued*)

1	2	3	4	5	6	7	8		9	10
No	Product form	European Standard	Material description	Grade	Material number	Heat treatment [g]	Thickness mm		Material group to CR ISO 15608	Notes
116	bar	EN 10272	stainless steel, martensitic	X4CrNiMo16-5-1	1.4418	QT760	0	160	7.2	e
117	bar	EN 10272	stainless steel, austenitic	X2CrNi18-9	1.4307	AT	0	250	8.1	
118	bar	EN 10272	stainless steel, austenitic	X2CrNi19-11	1.4306	AT	0	250	8.1	
119	bar	EN 10272	stainless steel, austenitic	X2CrNiN18-10	1.4311	AT	0	250	8.1	
120	bar	EN 10272	stainless steel, austenitic	X5CrNi18-10	1.4301	AT	0	250	8.1	
121	bar	EN 10272	stainless steel, austenitic	X6CrNiTi18-10	1.4541	AT	0	250	8.1	
122	bar	EN 10272	stainless steel, austenitic	X2CrNiMo17-12-2	1.4404	AT	0	250	8.1	
123	bar	EN 10272	stainless steel, austenitic	X2CrNiMoN17-11-2	1.4406	AT	0	250	8.1	
124	bar	EN 10272	stainless steel, austenitic	X5CrNiMo17-12-2	1.4401	AT	0	250	8.1	
125	bar	EN 10272	stainless steel, austenitic	X6CrNiMoTi17-12-2	1.4571	AT	0	250	8.1	
126	bar	EN 10272	stainless steel, austenitic	X2CrNiMo17-12-3	1.4432	AT	0	250	8.1	
127	bar	EN 10272	stainless steel, austenitic	X2CrNiMo18-14-3	1.4435	AT	0	250	8.1	
128	bar	EN 10272	stainless steel, austenitic	X2CrNiMo17-13-5	1.4439	AT	0	250	8.1	
129	bar	EN 10272	stainless steel, austenitic	X1NiCrMoCu25-20-5	1.4539	AT	0	250	8.2	
130	bar	EN 10272	stainless steel, austenitic	X6CrNiNb18-10	1.4550	AT	0	250	8.1	
131	bar	EN 10272	stainless steel, austenitic	X6CrNiMoNb17-12-2	1.4580	AT	0	250	8.1	
132	bar	EN 10272	stainless steel, austenitic	X2CrNiMoN17-13-3	1.4429	AT	0	250	8.1	
133	bar	EN 10272	stainless steel, austenitic	X3CrNiMo17-13-3	1.4436	AT	0	250	8.1	
134	bar	EN 10272	stainless steel, austenitic	X1NiCrMoCu31-27-4	1.4563	AT	0	250	8.2	
135	bar	EN 10272	stainless steel, austenitic	X1CrNiMoCuN20-18-7	1.4547	AT	0	250	8.2	

Table E.2-1 (*continued*)

1	2	3	4	5	6	7	8		9	10
No	Product form	European Standard	Material description	Grade	Material number	Heat treatment [g]	Thickness mm		Material group to CR ISO 15608	Notes
136	bar	EN 10272	stainless steel, austenitic	X1NiCrMoCuN25-20-7	1.4529	AT	0	250	8.2	
137	bar	EN 10272	stainless steel, austenitic-ferritic	X2CrNiMoN22-5-3	1.4462	AT	0	160	10.1	c
138	bar	EN 10272	stainless steel, austenitic-ferritic	X2CrNiN23-4	1.4362	AT	0	160	10.1	c
139	bar	EN 10272	stainless steel, austenitic-ferritic	X2CrNiMoCuN25-6-3	1.4507	AT	0	160	10.2	c
140	bar	EN 10272	stainless steel, austenitic-ferritic	X2CrNiMoN25-7-4	1.4410	AT	0	160	10.2	c
141	bar	EN 10272	stainless steel, austenitic-ferritic	X2CrNiMoCuWN25-7-4	1.4501	AT	0	160	10.2	c
142	bar	EN 10273	elevated temperature properties	P235GH	1.0345	N	0	150	1.1	
143	bar	EN 10273	elevated temperature properties	P250GH	1.0460	N	0	150	1.1	
144	bar	EN 10273	elevated temperature properties	P265GH	1.0425	N	0	150	1.1	
145	bar	EN 10273	elevated temperature properties	P295GH	1.0481	N	0	150	1.2	
146	bar	EN 10273	elevated temperature properties	P355GH	1.0473	N	0	150	1.2	
147	bar	EN 10273	elevated temperature properties	P275NH	1.0487	N	0	150	1.1	
148	bar	EN 10273	elevated temperature properties	P355NH	1.0565	N	0	150	1.2	
149	bar	EN 10273	elevated temperature properties	P460NH	1.8935	N	0	150	1.3	
150	bar	EN 10273	elevated temperature properties	P355QH	1.8867	QT	0	150	1.2	
151	bar	EN 10273	elevated temperature properties	P460QH	1.8871	QT	0	150	3.1	
152	bar	EN 10273	elevated temperature properties	P500QH	1.8874	QT	0	150	3.1	

Table E.2-1 (*continued*)

1	2	3	4	5	6	7	8		9	10
No	Product form	European Standard	Material description	Grade	Material number	Heat treatment [g]	Thickness mm		Material group to CR ISO 15608	Notes
153	bar	EN 10273	elevated temperature properties	P690QH	1.8880	QT	0	150	3.1	
154	bar	EN 10273	elevated temperature properties	16Mo3	1.5415	N	0	150	1.2	e
155	Bar	EN 10273	elevated temperature properties	13CrMo4-5	1.7335	NT	0	16	5.1	
156	bar	EN 10273	elevated temperature properties	13CrMo4-5	1.7335	NT, QA, QL	16	150	5.1	
157	bar	EN 10273	elevated temperature properties	10CrMo9-10	1.7380	NT	0	60	5.2	
158	bar	EN 10273	elevated temperature properties	10CrMo9-10	1.7380	NT, QA, QL	60	150	5.2	
159	bar	EN 10273	elevated temperature properties	11CrMo9-10	1.7383	NT, QA, QL	0	60	5.2	
160	bar	EN 10273	elevated temperature properties	11CrMo9-10	1.7383	QL	60	100	5.2	
161	fastener	EN 10269	elevated temperature properties	C35E	1.1181	N	0	60	—	d
162	fastener	EN 10269	elevated temperature properties	C35E	1.1181	QT	0	150	—	d
163	fastener	EN 10269	elevated temperature properties	C45E	1.1191	N	0	60	—	d
164	fastener	EN 10269	elevated temperature properties	C45E	1.1191	QT	0	150	—	d
165	fastener	EN 10269	elevated temperature properties	35B2	1.5511	QT	0	150	—	d
166	fastener	EN 10269	elevated and low temperature properties	20Mn5	1.1133	N	0	150	—	d
167	fastener	EN 10269	elevated and low temperature properties	25CrMo4	1.7218	QT	0	150	—	d
168	fastener	EN 10269	elevated and low temperature properties	42CrMo4	1.7225	QT	0	60	—	d
169	fastener	EN 10269	elevated temperature properties	42CrMo5-6	1.7233	QT	0	150	—	d
170	fastener	EN 10269	elevated temperature properties	40CrMoV4-6	1.7711	QT	0	160	—	d
171	fastener	EN 10269	elevated temperature properties	21CrMoV5-7	1.7709	QT	0	160	—	d
172	fastener	EN 10269	elevated temperature properties	20CrMoVTiB4-10	1.7729	QT	0	160	—	d

Table E.2-1 (*continued*)

1	2	3	4	5	6	7	8		9	10
No	Product form	European Standard	Material description	Grade	Material number	Heat treatment [g]	Thickness mm		Material group to CR ISO 15608	Notes
173	fastener	EN 10269	elevated temperature properties	X15CrMo5-1	1.7390	NT, QT	0	160	—	d
174	fastener	EN 10269	elevated temperature properties	X22CrMoV12-1	1.4923	QT1, QT2	0	160	—	d
175	fastener	EN 10269	elevated temperature properties	X12CrNiMoV12-3	1.4938	QT	0	160	—	d
176	fastener	EN 10269	elevated temperature properties	X19CrMoNbVN11-1	1.4913	QT	0	160	—	d
177	fastener	EN 10269	elevated temperature properties	X2CrNi18-9	1.4307	AT	0	160	—	d
178	fastener	EN 10269	elevated and low temperature properties	X2CrNi18-9	1.4307	C700, C800	0	25	—	d
179	fastener	EN 10269	elevated and low temperature properties	X2CrNi18-9	1.4307	C700	25	35	—	d
180	fastener	EN 10269	elevated and low temperature properties	X5CrNi18-10	1.4301	AT	0	160	—	d
181	fastener	EN 10269	elevated and low temperature properties	X5CrNi18-10	1.4301	C700	0	35	—	d
182	fastener	EN 10269	elevated and low temperature properties	X4CrNi18-12	1.4303	AT	0	160	—	d
183	fastener	EN 10269	elevated and low temperature properties	X4CrNi18-12	1.4303	C700, C800	0	25	—	d
184	fastener	EN 10269	elevated and low temperature properties	X4CrNi18-12	1.4303	C700	25	35	—	d
185	fastener	EN 10269	elevated temperature properties	X2CrNiMo17-12-2	1.4404	AT	0	160	—	d
186	fastener	EN 10269	elevated and low temperature properties	X2CrNiMo17-12-2	1.4404	C700, C800	0	25	—	d
187	fastener	EN 10269	elevated and low temperature properties	X2CrNiMo17-12-2	1.4404	C 700	25	35	—	d
188	fastener	EN 10269	elevated temperature properties	X5CrNiMo17-12-2	1.4401	AT	0	160	—	d
189	fastener	EN 10269	elevated and low temperature properties	X5CrNiMo17-12-2	1.4401	C700, C800	0	25	—	d

Table E.2-1 (*continued*)

1	2	3	4	5	6	7	8		9	10
No	Product form	European Standard	Material description	Grade	Material number	Heat treatment [g]	Thickness mm		Material group to CR ISO 15608	Notes
190	fastener	EN 10269	elevated and low temperature properties	X5CrNiMo17-12-2	1.4401	C700	25	35	—	d
191	fastener	EN 10269	elevated and low temperature properties	X2CrNiMoN17-13-3	1.4429	AT	0	160	—	d
192	fastener	EN 10269	room temperature properties	X3CrNiCu18-9-4	1.4567	AT	0	160	—	d
193	fastener	EN 10269	room temperature properties	X3CrNiCu18-9-4	1.4567	C700	0	35	—	d
194	fastener	EN 10269	elevated and low temperature properties	X6CrNi18-10	1.4948	AT	0	160	—	d
195	fastener	EN 10269	elevated temperature properties	X10CrNiMoMnNbVB15-10-1	1.4982	AT + WW	0	100	—	d
196	fastener	EN 10269	elevated and low temperature properties	3CrNiMoBN17-13-3	1.4910	AT	0	160	—	d
197	fastener	EN 10269	elevated and low temperature properties	X6CrNiMoB17-12-2	1.4919	AT	0	160	—	d
198	fastener	EN 10269	elevated and low temperature properties	X6CrNiTiB18-10	1.4941	AT	0	160	—	d
199	fastener	EN 10269	elevated and low temperature properties	X6NiCrTiMoVB25-15-2	1.4980	AT + P	0	160	—	d
200	fastener	EN 10269	elevated temperature properties	X7CrNiMoBNb16-16	1.4986	WW + P	0	100	—	d
201	fastener	EN 10269	low temperature properties	19MnB4	1.5523	QT	0	16	—	d
202	fastener	EN 10269	low temperature properties	41NiCrMo7-3-2	1.6563	QT	0	160	—	d
203	fastener	EN 10269	low temperature properties	34CrNiMo6	1.6582	QT	0	100	—	d
204	fastener	EN 10269	low temperature properties	30CrNiMo8	1.6580	QT	0	100	—	d
205	fastener	EN 10269	low temperature properties	X12Ni5	1.5680	N, NT, QT	0	75	—	d
206	fastener	EN 10269	low temperature properties	X8Ni9	1.5662	N, NT, QT	0	75	—	d

Table E.2-1 (*continued*)

1	2	3	4	5	6	7	8		9	10
No	Product form	European Standard	Material description	Grade	Material number	Heat treatment [g]	Thickness mm		Material group to CR ISO 15608	Notes
207	seamless tube	EN 10216-1	room temperature properties	P195TR2	1.0108	N	0	60	1.1	
208	seamless tube	EN 10216-1	room temperature properties	P235TR2	1.0255	N	0	60	1.1	
209	seamless tube	EN 10216-1	room temperature properties	P265TR2	1.0259	N	0	60	1.1	
210	seamless tube	EN 10216-2	elevated temperature properties	P195GH	1.0348	N	0	16	1.1	
211	seamless tube	EN 10216-2	elevated temperature properties	P235GH	1.0345	N	0	60	1.1	
212	seamless tube	EN 10216-2	elevated temperature properties	P265GH	1.0425	N	0	60	1.1	
213	seamless tube	EN 10216-2	elevated temperature properties	20MnNb6	1.0471	N	0	60	1.2	
214	seamless tube	EN 10216-2	elevated temperature properties	16Mo3	1.5415	N	0	60	1.2	e
215	seamless tube	EN 10216-2	elevated temperature properties	8MoB5-4	1.5450	N	0	16	1.3	
216	seamless tube	EN 10216-2	elevated temperature properties	14MoV6-3	1.7715	NT, QT [b]	0	60	6.1	
217	seamless tube	EN 10216-2	elevated temperature properties	10CrMo5-5	1.7338	NT, QT [b]	0	60	5.1	
218	seamless tube	EN 10216-2	elevated temperature properties	13CrMo4-5	1.7335	NT, QT [b]	0	60	5.1	
219	seamless tube	EN 10216-2	elevated temperature properties	10CrMo9-10	1.7380	NT, QT [b]	0	60	5.2	
220	seamless tube	EN 10216-2	elevated temperature properties	11CrMo9-10	1.7383	QT	0	60	5.2	
221	seamless tube	EN 10216-2	elevated temperature properties	25CrMo4	1.7218	QT	0	60	5.1	a
222	seamless tube	EN 10216-2	elevated temperature properties	20CrMoV13-5-5	1.7779	QT	0	60	6.3	
223	seamless tube	EN 10216-2	elevated temperature properties	15NiCuMoNb5-6-4	1.6368	NT, QT [b]	0	80	3.1	
223-2	seamless tube	EN 10216-2	elevated temperature properties	7CrWVMoNb9-6	1.8201	NT	0	60	6.2	
223-2	seamless tube	EN 10216-2	elevated temperature properties	7CrMoVTiB10-10	1.7378	NT	0	60	6.2	
224	seamless tube	EN 10216-2	elevated temperature properties	X11CrMo5 + I [g]	1.7362 + I	I	0	100	5.3	

Table E.2-1 (*continued*)

1	2	3	4	5	6	7	8		9	10
No	Product form	European Standard	Material description	Grade	Material number	Heat treatment [g]	Thickness mm		Material group to CR ISO 15608	Notes
225	seamless tube	EN 10216-2	elevated temperature properties	X11CrMo5 + NT1 [g]	1.7362 + N1	NT	0	100	5.3	
226	seamless tube	EN 10216-2	elevated temperature properties	X11CrMo5 + NT2 [g]	1.7362 + N2	NT, QT [b]	0	100	5.3	
227	seamless tube	EN 10216-2	elevated temperature properties	X11CrMo9-1 + I [g]	1.7386 + I	I	0	60	5.4	
228	seamless tube	EN 10216-2	elevated temperature properties	X11CrMo9-1 + NT [g]	1.7386 + NT	NT, QT [b]	0	60	5.4	
229	seamless tube	EN 10216-2	elevated temperature properties	X10CrMoVNb9-1	1.4903	NT, QT [b]	0	100	6.4	
229-2	seamless tube	EN 10216-2	elevated temperature properties	X10CrWMoVNb9-2	1.4901	NT	0	100	6.4	
229-2	seamless tube	EN 10216-2	elevated temperature properties	X11CrMoWVNb9-1-1	1.4905	NT	0	100	6.4	
230	seamless tube	EN 10216-2	elevated temperature properties	X20CrMoV11-1	1.4922	NT, QT [b]	0	100	6.4	
231	seamless tube	EN 10216-3	fine grain steel	P275NL1	1.0488	N	0	100	1.1	
232	seamless tube	EN 10216-3	fine grain steel	P275NL2	1.1104	N	0	100	1.1	
233	seamless tube	EN 10216-3	fine grain steel	P355N	1.0562	N	0	100	1.2	
234	seamless tube	EN 10216-3	fine grain steel	P355NH	1.0565	N	0	100	1.2	
235	seamless tube	EN 10216-3	fine grain steel	P355NL1	1.0566	N	0	100	1.2	
236	seamless tube	EN 10216-3	fine grain steel	P355NL2	1.1106	N	0	100	1.2	
237	seamless tube	EN 10216-3	fine grain steel	P460N	1.8905	N [b]	0	100	1.3	
238	seamless tube	EN 10216-3	fine grain steel	P460NH	1.8935	N [b]	0	100	1.3	
239	seamless tube	EN 10216-3	fine grain steel	P460NL1	1.8915	N [b]	0	100	1.3	
240	seamless tube	EN 10216-3	fine grain steel	P460NL2	1.8918	N [b]	0	100	1.1	
241	seamless tube	EN 10216-3	fine grain steel	P620Q	1.8876	Q	0	65	3.1	
242	seamless tube	EN 10216-3	fine grain steel	P620QH	1.8877	Q	0	65	3.1	
243	seamless tube	EN 10216-3	fine grain steel	P620QL	1.8890	Q	0	65	3.1	
244	seamless tube	EN 10216-3	fine grain steel	P690Q	1.8879	Q	0	100	3.1	
245	seamless tube	EN 10216-3	fine grain steel	P690QH	1.8880	Q	0	100	3.1	

Table E.2-1 (*continued*)

1	2	3	4	5	6	7	8		9	10
No	Product form	European Standard	Material description	Grade	Material number	Heat treatment [g]	Thickness mm		Material group to CR ISO 15608	Notes
246	seamless tube	EN 10216-3	fine grain steel	P690QL1	1.8881	Q	0	100	3.1	
247	seamless tube	EN 10216-3	fine grain steel	P690QL2	1.8888	Q	0	100	3.1	
248	seamless tube	EN 10216-4	low temperature properties	P215NL	1.0451	N	0	10	1.1	
249	seamless tube	EN 10216-4	low temperature properties	P255QL	1.0452	QT	0	40	1.1	e
250	seamless tube	EN 10216-4	low temperature properties	P265NL	1.0453	N	0	25	1.1	
251	seamless tube	EN 10216-4	low temperature properties	26CrMo4-2	1.7219	QT	0	40	5.1	a
252	seamless tube	EN 10216-4	low temperature properties	11MnNi5-3	1.6212	N, NT [b]	0	40	9.1	
253	seamless tube	EN 10216-4	low temperature properties	13MnNi6-3	1.6217	N, NT [b]	0	40	9.1	
254	seamless tube	EN 10216-4	low temperature properties	12Ni14	1.5637	NT	0	40	9.2	
255	seamless tube	EN 10216-4	low temperature properties	12Ni14 + QT	1.5637	QT	0	40	9.2	
256	seamless tube	EN 10216-4	low temperature properties	X12Ni5	1.5680	N	0	40	9.2	
257	seamless tube	EN 10216-4	low temperature properties	X12Ni5 + QT	1.5680	QT	0	40	9.2	
258	seamless tube	EN 10216-4	low temperature properties	X10Ni9	1.5682	N, NT	0	40	9.3	
259	seamless tube	EN 10216-4	low temperature properties	X10Ni9 + QT	1.5682	QT [b]	0	40	9.3	
260	seamless tube	EN 10216-5	stainless steel, austenitic	X2CrNi18-9	1.4307	AT	0	60	8.1	
261	seamless tube	EN 10216-5	stainless steel, austenitic	X2CrNi19-11	1.4306	AT	0	60	8.1	
262	seamless tube	EN 10216-5	stainless steel, austenitic	X2CrNiN18-10	1.4311	AT	0	60	8.1	
263	seamless tube	EN 10216-5	stainless steel, austenitic	X5CrNi18-10	1.4301	AT	0	60	8.1	
264	seamless tube	EN 10216-5	stainless steel, austenitic	X6CrNiTI18-10	1.4541	AT	0	60	8.1	
265	seamless tube	EN 10216-5	stainless steel, austenitic	X6CrNiNb18-10	1.4550	AT	0	60	8.1	
266	seamless tube	EN 10216-5	stainless steel, austenitic	X2CrNiMo18-14-3	1.4435	AT	0	60	8.1	
267	seamless tube	EN 10216-5	stainless steel, austenitic	X2CrNiMo17-12-2	1.4404	AT	0	60	8.1	

Table E.2-1 (*continued*)

1	2	3	4	5	6	7	8		9	10
No	Product form	European Standard	Material description	Grade	Material number	Heat treatment [g]	Thickness mm		Material group to CR ISO 15608	Notes
268	seamless tube	EN 10216-5	stainless steel, austenitic	X5CrNiMo17-12-2	1.4401	AT	0	60	8.1	
269	seamless tube	EN 10216-5	stainless steel, austenitic	X1CrNiMoN25-22-2	1.4466	AT	0	60	8.2	
270	seamless tube	EN 10216-5	stainless steel, austenitic	X6CrNiMoTi17-12-2	1.4571	AT	0	60	8.1	
271	seamless tube	EN 10216-5	stainless steel, austenitic	X6CrNiMoNb17-12-2	1.4580	AT	0	60	8.1	
272	seamless tube	EN 10216-5	stainless steel, austenitic	X2CrNiMoN17-13-3	1.4429	AT	0	60	8.1	
273	seamless tube	EN 10216-5	stainless steel, austenitic	X3CrNiMo17-13-3	1.4436	AT	0	60	8.1	
274	seamless tube	EN 10216-5	stainless steel, austenitic	X1CrNi25-21	1.4335	AT	0	60	8.2	
275	seamless tube	EN 10216-5	stainless steel, austenitic	X2CrNiMoN17-13-5	1.4439	AT	0	60	8.1	
276	seamless tube	EN 10216-5	stainless steel, austenitic	X1NiCrMoCu31-27-4	1.4563	AT	0	60	8.2	
277	seamless tube	EN 10216-5	stainless steel, austenitic	X1NiCrMoCu25-20-5	1.4539	AT	0	60	8.2	
278	seamless tube	EN 10216-5	stainless steel, austenitic	X1CrNiMoCuN20-18-7	1.4547	AT	0	60	8.2	
279	seamless tube	EN 10216-5	stainless steel, austenitic	X1NiCrMoCuN25-20-7	1.4529	AT	0	60	8.2	
280	seamless tube	EN 10216-5	stainless steel, austenitic	X2NiCrAlTi32-20	1.4558	AT	0	60	8.2	
281	seamless tube	EN 10216-5	stainless steel, austenitic	X6CrNi18-10	1.4948	AT	0	50	8.1	
282	seamless tube	EN 10216-5	stainless steel, austenitic	X7CrNiTi18-10	1.4940	AT	0	50	8.1	
283	seamless tube	EN 10216-5	stainless steel, austenitic	X7CrNiNb18-10	1.4912	AT	0	50	8.1	
284	seamless tube	EN 10216-5	stainless steel, austenitic	X7CrNiTiB18-10	1.4941	AT	0	50	8.1	
285	seamless tube	EN 10216-5	stainless steel, austenitic	X6CrNiMo17-13-2	1.4918	AT	0	50	8.1	
286	seamless tube	EN 10216-5	stainless steel, austenitic	X5NiCrAlTi31-20	1.4958	AT	0	50	8.2	
287	seamless tube	EN 10216-5	stainless steel, austenitic	X8NiCrAlTi32-21	1.4959	AT	0	50	8.2	
288	seamless tube	EN 10216-5	stainless steel, austenitic	X3CrNiMoNB17-13-3	1.4910	AT	0	50	8.1	
289	seamless tube	EN 10216-5	stainless steel, austenitic	X8CrNiNb16-13	1.4961	AT	0	50	8.1	
290	seamless tube	EN 10216-5	stainless steel, austenitic	X8CrNiMoVNb16-13	1.4988	AT	0	50	8.1	
291	seamless tube	EN 10216-5	stainless steel, austenitic	X8CrNiMoNb16-16	1.4981	AT	0	50	8.1	

Table E.2-1 (*continued*)

1	2	3	4	5	6	7	8		9	10
No	Product form	European Standard	Material description	Grade	Material number	Heat treatment [g]	Thickness mm		Material group to CR ISO 15608	Notes
292	seamless tube	EN 10216-5	stainless steel, austenitic	X10CrNiMoMnNbVB15-10-1	1.4982	AT	0	50	8.1	
293	seamless tube	EN 10216-5	stainless steel, austenitic-ferritic	X2CrNiMoN22-5-3	1.4462	AT	0	30	10.1	c
294	seamless tube	EN 10216-5	stainless steel, austenitic-ferritic	X2CrNiMoSi18-5-3	1.4424	AT	0	30	10.1	c
295	seamless tube	EN 10216-5	stainless steel, austenitic-ferritic	X2CrNiN23-4	1.4362	AT	0	30	10.1	c
296	seamless tube	EN 10216-5	stainless steel, austenitic-ferritic	X2CrNiMoN25-7-4	1.4410	AT	0	30	10.2	c
297	seamless tube	EN 10216-5	stainless steel, austenitic-ferritic	X2CrNiMoCuN25-6-3	1.4507	AT	0	30	10.2	c
298	seamless tube	EN 10216-5	stainless steel, austenitic-ferritic	X2CrNiMoCuWN25-7-4	1.4501	AT	0	30	10.2	c
299	welded tube	EN 10217-1	room temperature properties	P195TR2	1.0108	N	0	40	1.1	
300	welded tube	EN 10217-1	room temperature properties	P235TR2	1.0255	N	0	40	1.1	
301	welded tube	EN 10217-1	room temperature properties	P265TR2	1.0259	N	0	40	1.1	
302	welded tube	EN 10217-2	elevated temperature properties	P195GH	1.0348	N	0	16	1.1	
303	welded tube	EN 10217-2	elevated temperature properties	P235GH	1.0345	N	0	16	1.1	
304	welded tube	EN 10217-2	elevated temperature properties	P265GH	1.0425	N	0	16	1.1	
305	welded tube	EN 10217-2	elevated temperature properties	16Mo3	1.5415	N	0	16	1.2	e
306	welded tube	EN 10217-3	fine grain steel	P275NL1	1.0488	N	0	40	1.1	
307	welded tube	EN 10217-3	fine grain steel	P275NL2	1.1104	N	0	40	1.1	
308	welded tube	EN 10217-3	fine grain steel	P355N	1.0562	N	0	40	1.2	
309	welded tube	EN 10217-3	fine grain steel	P355NH	1.0565	N	0	40	1.2	

Table E.2-1 (*continued*)

1	2	3	4	5	6	7	8		9	10
No	Product form	European Standard	Material description	Grade	Material number	Heat treatment [g]	Thickness mm		Material group to CR ISO 15608	Notes
310	welded tube	EN 10217-3	fine grain steel	P355NL1	1.0566	N	0	40	1.2	
311	welded tube	EN 10217-3	fine grain steel	P355NL2	1.1106	N	0	40	1.2	
312	welded tube	EN 10217-3	fine grain steel	P460N	1.8905	N	0	40	1.3	
313	welded tube	EN 10217-3	fine grain steel	P460NH	1.8935	N	0	40	1.3	
314	welded tube	EN 10217-3	fine grain steel	P460NL1	1.8915	N	0	40	1.3	
315	welded tube	EN 10217-3	fine grain steel	P460NL2	1.8918	N	0	40	1.3	
316	welded tube	EN 10217-4	low temperature properties	P215NL	1.0451	N	0	10	1.1	
317	welded tube	EN 10217-4	low temperature properties	P265NL	1.0453	N	0	16	1.1	
318	welded tube	EN 10217-5	elevated temperature properties	P235GH	1.0345	N	0	40	1.1	
319	welded tube	EN 10217-5	elevated temperature properties	P265GH	1.0425	N	0	40	1.1	
320	welded tube	EN 10217-5	elevated temperature properties	16Mo3	1.5415	N	0	40	1.2	e
321	welded tube	EN 10217-6	low temperature properties	P215NL	1.0451	N	0	10	1.1	
322	welded tube	EN 10217-6	low temperature properties	P265NL	1.0453	N	0	25	1.1	
323	welded tube	EN 10217-7	stainless steel, austenitic	X2CrNi18-9	1.4307	AT	0	60	8.1	
324	welded tube	EN 10217-7	stainless steel, austenitic	X2CrNi19-11	1.4306	AT	0	60	8.1	
325	welded tube	EN 10217-7	stainless steel, austenitic	X2CrNiN18-10	1.4311	AT	0	60	8.1	
326	welded tube	EN 10217-7	stainless steel, austenitic	X5CrNi18-10	1.4301	AT	0	60	8.1	
327	welded tube	EN 10217-7	stainless steel, austenitic	X6CrNiTi18-10	1.4541	AT	0	60	8.1	

Table E.2-1 (*continued*)

1	2	3	4	5	6	7	8		9	10
No	Product form	European Standard	Material description	Grade	Material number	Heat treatment [g]	Thickness mm		Material group to CR ISO 15608	Notes
328	welded tube	EN 10217-7	stainless steel, austenitic	X6CrNiNb18-10	1.4550	AT	0	60	8.1	
329	welded tube	EN 10217-7	stainless steel, austenitic	X2CrNiMo17-12-2	1.4404	AT	0	60	8.1	
330	welded tube	EN 10217-7	stainless steel, austenitic	X5CrNiMo17-12-2	1.4401	AT	0	60	8.1	
331	welded tube	EN 10217-7	stainless steel, austenitic	X6CrNiMoTi17-12-2	1.4571	AT	0	60	8.1	
332	welded tube	EN 10217-7	stainless steel, austenitic	X2CrNiMo17-12-3	1.4432	AT	0	60	8.1	
333	welded tube	EN 10217-7	stainless steel, austenitic	X2CrNiMoN17-13-3	1.4429	AT	0	60	8.1	
334	welded tube	EN 10217-7	stainless steel, austenitic	X3CrNiMo17-13-3	1.4436	AT	0	60	8.1	
335	welded tube	EN 10217-7	stainless steel, austenitic	X2CrNiMo18-14-3	1.4435	AT	0	60	8.1	
336	welded tube	EN 10217-7	stainless steel, austenitic	X2CrNiMoN17-13-5	1.4439	AT	0	60	8.1	
337	welded tube	EN 10217-7	stainless steel, austenitic	X2CrNiMo18-15-4	1.4438	AT	0	60	8.1	
338	welded tube	EN 10217-7	stainless steel, austenitic	X1NiCrMoCu31-27-7	1.4563	AT	0	60	8.2	
339	welded tube	EN 10217-7	stainless steel, austenitic	X1NiCrMoCu25-20-5	1.4539	AT	0	60	8.2	
340	welded tube	EN 10217-7	stainless steel, austenitic	X1CrNiMoCuN20-18-7	1.4547	AT	0	60	8.2	
341	welded tube	EN 10217-7	stainless steel, austenitic	X1NiCrMoCuN25-20-7	1.4529	AT	0	60	8.2	
342	welded tube	EN 10217-7	stainless steel, austenitic-ferritic	X2CrNiMoN22-5-3	1.4462	AT	0	30	10.1	c
343	welded tube	EN 10217-7	stainless steel, austenitic-ferritic	X2CrNiN23-4	1.4362	AT	0	30	10.1	c
344	welded tube	EN 10217-7	stainless steel, austenitic-ferritic	X2CrNiMoN25-7-4	1.4410	AT	0	30	10.2	c
345	welded tube	EN 10217-7	stainless steel, austenitic-ferritic	X2CrNiMoCuWN25-7-4	1.4501	AT	0	30	10.2	c

Table E.2-1 (*continued*)

1	2	3	4	5	6	7	8		9	10
No	Product form	European Standard	Material description	Grade	Material number	Heat treatment [g]	Thickness mm		Material group to CR ISO 15608	Notes
346	forging	EN 10222-2	elevated temperature properties	P245GH	1.0352	A	0	35	1.1	
347	forging	EN 10222-2	elevated temperature properties	P245GH	1.0352	N, NT, QT	35	160	1.1	
348	forging	EN 10222-2	elevated temperature properties	P280GH	1.0426	N	0	35	1.2	
349	forging	EN 10222-2	elevated temperature properties	P280GH	1.0426	NT, QT	35	160	1.2	
350	forging	EN 10222-2	elevated temperature properties	P305GH	1.0436	N	0	35	1.2	
351	forging	EN 10222-2	elevated temperature properties	P305GH	1.0436	NT	35	160	1.2	
352	forging	EN 10222-2	elevated temperature properties	P305GH	1.0436	QT	0	70	1.2	e
353	forging	EN 10222-2	elevated temperature properties	16Mo3	1.5415	N	0	35	1.2	e
354	forging	EN 10222-2	elevated temperature properties	16Mo3	1.5415	QT	35	500	1.2	e
355	forging	EN 10222-2	elevated temperature properties	13CrMo4-5	1.7335	NT	0	70	5.1	
356	forging	EN 10222-2	elevated temperature properties	13CrMo4-5	1.7335	NT, QT	70	500	5.1	
357	forging	EN 10222-2	elevated temperature properties	15MnMoV4-5	1.5402	NT, QT	0	250	1.2	
358	forging	EN 10222-2	elevated temperature properties	18MnMoNi5-5	1.6308	QT	0	200	4.1	
359	forging	EN 10222-2	elevated temperature properties	14MoV6-3	1.7715	NT, QT	0	500	6.1	
360	forging	EN 10222-2	elevated temperature properties	15MnCrMoNiV5-3	1.6920	NT, QT	0	100	4.1	
361	forging	EN 10222-2	elevated temperature properties	11CrMo9-10	1.7383	NT	0	200	5.2	
362	forging	EN 10222-2	elevated temperature properties	11CrMo9-10	1.7383	NT, QT	200	500	5.2	
363	forging	EN 10222-2	elevated temperature properties	X16CrMo5-1	1.7366	A	0	300	5.3	
364	forging	EN 10222-2	elevated temperature properties	X16CrMo5-1	1.7366	NT	0	300	5.3	

Table E.2-1 (*continued*)

1	2	3	4	5	6	7	8		9	10
No	Product form	European Standard	Material description	Grade	Material number	Heat treatment [g]	Thickness mm		Material group to CR ISO 15608	Notes
365	forging	EN 10222-2	elevated temperature properties	X10CrMoVNb9-1	1.4903	NT	0	130	6.4	
366	forging	EN 10222-2	elevated temperature properties	X20CrMoV11-1	1.4922	QT	0	330	6.4	
367	forging	EN 10222-3	low temperature properties	13MnNi6-3	1.6217	NT	0	70	9.1	
368	forging	EN 10222-3	low temperature properties	15NiMn6	1.6228	N	0	35	9.1	
369	forging	EN 10222-3	low temperature properties	15NiMn6	1.6228	NT, QT	35	50	9.1	
370	forging	EN 10222-3	low temperature properties	12Ni14	1.5637	N	0	35	9.2	
371	forging	EN 10222-3	low temperature properties	12Ni14	1.5637	NT	35	50	9.2	
372	forging	EN 10222-3	low temperature properties	12Ni14	1.5637	QT	50	70	9.2	
373	forging	EN 10222-3	low temperature properties	X12Ni5	1.5680	N	0	35	9.2	
374	forging	EN 10222-3	low temperature properties	X12Ni5	1.5680	NT, QT	35	50	9.2	
375	forging	EN 10222-3	low temperature properties	X8Ni9	1.5662	N, NT	0	50	9.3	
376	forging	EN 10222-3	low temperature properties	X8Ni9	1.5662	QT	50	70	9.3	
377	forging	EN 10222-4	fine grain steel, high proof strength	P285NH	1.0477	N	0	70	1.2	
378	forging	EN 10222-4	fine grain steel, high proof strength	P285QH	1.0478	QT	70	400	1.2	e
379	forging	EN 10222-4	fine grain steel, high proof strength	P355NH	1.0565	N	0	70	1.2	
380	forging	EN 10222-4	fine grain steel, high proof strength	P355QH1	1.0571	QT	70	400	1.2	e
381	forging	EN 10222-4	fine grain steel, high proof strength	P420NH	1.8932	N	0	70	1.3	
382	forging	EN 10222-4	fine grain steel, high proof strength	P420QH	1.8936	QT	70	400	3.1	
383	forging	EN 10222-5	stainless steel, martensitic	X3CrNi13-4	1.4313	QT+T	0	350	7.2	e
384	forging	EN 10222-5	stainless steel, martensitic	X3CrNi13-4	1.4313	QT	0	250	7.2	e

Table E.2-1 (*continued*)

1	2	3	4	5	6	7	8		9	10
No	Product form	European Standard	Material description	Grade	Material number	Heat treatment [g]	Thickness mm		Material group to CR ISO 15608	Notes
385	forging	EN 10222-5	stainless steel, austenitic	X2CrNi18-9	1.4307	AT	0	250	8.1	
386	forging	EN 10222-5	stainless steel, austenitic	X2CrNiN18-10	1.4311	AT	0	250	8.1	
387	forging	EN 10222-5	stainless steel, austenitic	X5CrNi18-10	1.4301	AT	0	250	8.1	
388	forging	EN 10222-5	stainless steel, austenitic	X6CrNiTi18-10	1.4541	AT	0	450	8.1	
389	forging	EN 10222-5	stainless steel, austenitic	X6CrNiNb18-10	1.4550	AT	0	450	8.1	
390	forging	EN 10222-5	stainless steel, austenitic	X6CrNi18-10	1.4948	AT	0	250	8.1	
391	forging	EN 10222-5	stainless steel, austenitic	X6CrNiTiB18-10	1.4941	AT	0	450	8.1	
392	forging	EN 10222-5	stainless steel, austenitic	X7CrNiNb18-10	1.4912	AT	0	450	8.1	
393	forging	EN 10222-5	stainless steel, austenitic	X2CrNiMo17-12-2	1.4404	AT	0	250	8.1	
394	forging	EN 10222-5	stainless steel, austenitic	X2CrNiMoN17-11-2	1.4406	AT	0	160	8.1	
395	forging	EN 10222-5	stainless steel, austenitic	X5CrNiMo17-12-2	1.4401	AT	0	250	8.1	
396	forging	EN 10222-5	stainless steel, austenitic	X6CrNiMoTi17-12-2	1.4571	AT	0	450	8.1	
397	forging	EN 10222-5	stainless steel, austenitic	X2CrNiMo17-12-3	1.4432	AT	0	250	8.1	
398	forging	EN 10222-5	stainless steel, austenitic	X2CrNiMoN17-13-3	1.4429	AT	0	160	8.1	
399	forging	EN 10222-5	stainless steel, austenitic	X3CrNiMo17-13-3	1.4436	AT	0	250	8.1	
400	forging	EN 10222-5	stainless steel, austenitic	X2CrNiMo18-14-3	1.4435	AT	0	75	8.1	
401	forging	EN 10222-5	stainless steel, austenitic	X3CrNiMoN17-13-3	1.4910	AT	0	75	8.1	
402	forging	EN 10222-5	stainless steel, austenitic	X2CrNiCu19-10	1.4650	AT	0	450	8.1	
403	forging	EN 10222-5	stainless steel, austenitic	X3CrNiMo18-12-3	1.4449	AT	0	450	8.1	
404	forging	EN 10222-5	stainless steel, austenitic-ferritic	X2CrNiMoN22-5-3	1.4462	AT	0	350	10.1	[c]

Table E.2-1 (*continued*)

1	2	3	4	5	6	7	8		9	10
No	Product form	European Standard	Material description	Grade	Material number	Heat treatment [g]	Thickness mm		Material group to CR ISO 15608	Notes
405	forging	EN 10222-5	stainless steel, austenitic-ferritic	X2CrNiMoN25-7-4	1.4410	AT	0	160	10.2	c
406	casting	EN 10213	elevated temperature properties	GP240GR	1.0621	N	0	100	1.1	h
407	casting	EN 10213	elevated temperature properties	GP240GH	1.0619	N, QT	0	100	1.1	e
408	casting	EN 10213	elevated temperature properties	GP280GH	1.0625	N, QT	0	100	1.2	e
409	casting	EN 10213	elevated temperature properties	G20Mo5	1.5419	QT	0	100	3.1	
410	casting	EN 10213	elevated temperature properties	G17CrMo5-5	1.7357	QT	0	100	5.1	
411	casting	EN 10213	elevated temperature properties	G17CrMo9-10	1.7379	QT	0	150	5.2	
412	casting	EN 10213	elevated temperature properties	G12MoCrV5-2	1.7720	QT	0	100	6.1	
413	casting	EN 10213	elevated temperature properties	G17CrMoV5-10	1.7706	QT	0	150	6.2	
414	casting	EN10213	elevated temperature properties	GX4CrNi 13-4	1.4317	QT	0	300	8.1	
415	casting	EN10213	elevated temperature properties	GX8CrNi 12	1.4107	QT	0	300	8.1	
416	casting	EN 10213	elevated temperature properties	GX15CrMo5	1.7365	QT	0	150	5.3	
417	casting	EN 10213	elevated temperature properties	GX23CrMoV12-1	1.4931	QT	0	150	6.4	
418	casting	EN 10213	low temperature properties	G17Mn5	1.1131	QT	0	50	1.1	
419	casting	EN 10213	low temperature properties	G20Mn5	1.6220	N	0	30	1.2	
420	casting	EN 10213	low temperature properties	G20Mn5	1.6220	QT	0	100	1.2	e
421	casting	EN 10213	low temperature properties	G18Mo5	1.5422	QT	0	100	1.2	e
422	casting	EN 10213	low temperature properties	G9Ni10	1.5636	QT	0	35	9.1	
423	casting	EN 10213	low temperature properties	G17NiCrMo13-6	1.6781	QT	0	200	9.2	
424	casting	EN 10213	low temperature properties	G9Ni14	1.5638	QT	0	35	9.2	
425	casting	EN 10213	low temperature properties	GX3CrNi13-4	1.6982	QT	0	300	8.1	
426	casting	EN 10213	stainless steel, austenitic	GX2CrNi19-11	1.4309	AT	0	150	8.1	

Table E.2-1 (*concluded*)

1	2	3	4	5	6	7	8		9	10
No	Product form	European Standard	Material description	Grade	Material number	Heat treatment [g]	Thickness mm		Material group to CR ISO 15608	Notes
427	casting	EN 10213	stainless steel, austenitic	GX5CrNi19-10	1.4308	AT	0	150	8.1	
428	casting	EN 10213	stainless steel, austenitic	GX5CrNiNb19-11	1.4552	AT	0	150	8.1	
429	casting	EN 10213	stainless steel, austenitic	GX2CrNiMo19-11-2	1.4409	AT	0	150	8.1	
430	casting	EN 10213	stainless steel, austenitic	GX5CrNiMo19-11-2	1.4408	AT	0	150	8.1	
431	casting	EN 10213	stainless steel, austenitic	GX5CrNiMoNb19-11-2	1.4581	AT	0	150	8.1	
432	casting	EN 10213	stainless steel, austenitic	GX2NiCrMo28-20-2	1.4458	AT	0	150	8.2	
433	casting	EN10213	stainless steel, austenitic-ferritic	GX2CrNiMoN25-7-3	1.4417	AT	0	150	10.2	c
434	casting	EN 10213	stainless steel, austenitic-ferritic	GX2CrNiMoN22-5-3	1.4470	AT	0	150	10.1	c
435	casting	EN 10213	stainless steel, austenitic-ferritic	GX2CrNiMoCuN25-6-3-3	1.4517	AT	0	150	10.2	c
436	casting	EN 10213	stainless steel, austenitic-ferritic	GX2CrNiMoN26-7-4	1.4469	AT	0	150	10.2	c

[a] Because of the carbon content special precautions are necessary when the material is welded.

[b] See EN 10216 series for details of heat treatment.

[c] See B.2.3, Figures B.2-9 to B.2-11.

[d] Welding on fasteners made of these materials is not permitted.

[e] Additional requirements for forming and welding should be considered on a case by case basis.

[f] Hot forming is not allowed for thermomechanically treated steels, see 9.3.2 of EN 13445-4:2009.

[g] Heat treatment conditions:

- A annealed
- AT solution annealed
- C cold worked
- I isothermally annealed
- M thermomechanically rolled
- N normalised
- NT normalised and tempered
- P precipitation hardened
- QT quenched and tempered
- RA recrystalised annealed
- WW warm worked

[h] steel grade deleted in EN10213:2008:

Annex Y
(informative)

Differences between EN 13445-2:2002 and EN 13445-2:2009

The 2009 edition of EN 13445-2 contains the 2002 edition of the standard and all Amendments and corrections issued in the meantime.

The most important changes include:

— Addition of design properties in the creep range (4.2.4 and Annex C).

— European standardized steels grouped according to product form: Table A.2-1 moved to Table E.2-1 and updated with EN materials, status changed from normative to informative.

— Prevention of brittle fracture: Revision of Annex B, extension of applicable yield strength range from 460 MPa to 500 MPa, inclusion of Duplex Stainless Steels up to 50 mm thickness and changes to clause B.4 working plates in conjunction with changes in clause 8 of Part 4.

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
4	2.2.3 (b), 5th indent	provision and consideration of appropriate material properties
4.1.6 and Annex B	4.1 (a)	prevention of brittle fracture
4.1.7	4.1 (d)	material suitable for intended processing procedure
4.1.1	4.2 (b)	compliance with the material specifications
4.1.5	7.5	detailed requirements on elongation after rupture for steel
4.1.6 and Annex B	7.5	detailed requirements on impact rupture energy for steel
4.2.4	2.2.3 (b), 7th indent	design properties in the creep range

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

Bibliography

[1] Directive 97/23/EC of the European Parliament and of the Council of 29 May 1997 on the approximation of the laws of the Member States concerning pressure equipment, OJEC No L 181, 9 July 1997

[2] AD-Merkblatt W 8. Plattierte Stähle (clad steels); July 1987

[3] CODAP, Section M 15: Rules applicable to ferrous and non ferrous cladded metal sheets

[4] SEL 075: Plattierte Erzeugnisse (plated products); February 1993

[5] Sanz G., Rev Metal CIT 1980, pp 621-642

[6] Sandström R., "Minimum usage temperatures for ferritic steels" Scandinavian Journal of Metallurgy 16 (1987), pp 242-252

[7] Garwood S. J. and Denham J. B., 'The fracture toughness requirements of BS 5500', ASME pressure vessel and piping conference (1988), paper 88-PBP-7

[8] Guidance on methods for assessing the acceptability of flaws in fusion welded structures, BS 7910:1999

[9] Assessment of the Integrity of Structures Containing Discontinuities, INSTA Technical Report, Materials Standards Institute, Stockholm 1991

[10] Case proposal to prEN 13445-2, clause 4.1.6 and Annex D.3.2 (prepared by SG Low Temperature), document CEN/TC 54/267/JWG B N 400

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

[12] EN 764-5:2002, *Pressure equipment — Part 5: Compliance and Inspection Documentation of Materials*

[13] EN 1011-2:2001, *Welding — Recommendations for welding of metallic materials — Part 2: Arc welding of ferritic steels*

[14] EN 10002-1:2001, *Metallic materials — Tensile testing — Part 1: Method of test at ambient temperature*

[15] EN 10079:1992, *Definition of steel products*

[16] Langenberg P. (Edt.), ECOPRESS Economical and safe design of pressure vessels applying new modern steels, European research project, 5th framework RTD, project no. GRD1-1999-10640, 1/2000-5/2003, Final report 12/2003, info: gost.e-ecolog.ru

[17] VdTÜV-Merkblatt 1153, Richtlinien für die Eignungsprüfung von Schweißzusätzen; Schweißtechnik, 2009

[18] European Creep Collaborative Committee (ECCC) Recommendations (2003)

[19] EN 10028-1:2007, *Flat products made of steels for pressure purposes — Part 1: General requirements*

[20] EN 10213:2007, *Steel castings for pressure purposes*

[21] EN 10216-1:2002, *Seamless steel tubes for pressure purposes — Technical delivery conditions — Part 1: Non-alloy steel tubes with specified room temperature properties*

[22] EN 10216-2:2002, *Seamless steel tubes for pressure purposes — Technical delivery conditions — Part 2: Non-alloy and alloy steel tubes with specified elevated temperature properties*

[23] EN 10216-5:2002, *Seamless steel tubes for pressure purposes — Technical delivery conditions — Part 5: Stainless steel tubes*

[24] EN 10217-1:2002, *Welded steel tubes for pressure purposes — Technical delivery conditions — Part 1: Non-alloy steel tubes with specified room temperature properties*

[25] EN 10217-2:2002, *Welded steel tubes for pressure purposes — Technical delivery conditions — Part 2: Electric welded non-alloy and alloy steel tubes with specified elevated temperature properties*

[26] EN 10217-5:2002, *Welded steel tubes for pressure purposes — Technical delivery conditions — Part 5: Submerged arc welded non-alloy and alloy steel tubes with specified elevated temperature properties*

[27] EN 10217-7:2005, *Welded steel tubes for pressure purposes — Technical delivery conditions — Part 7: Stainless steel tubes*

[28] EN 10222-1:1998, *Steel forgings for pressure purposes — Part 1: General requirements for open die forgings*

[29] EN 10222-2:1999, *Steel forgings for pressure purposes — Part 2: Ferritic and martensitic steels with specified elevated temperature properties*

[30] EN 10253-2:2007, *Butt-welding pipe fittings — Part 2: Non alloy and ferritic alloy steels with specific inspection requirements*

[31] EN 10272:2007, *Stainless steel bars for pressure purposes*

[32] EN ISO 14343:2007, *Welding consumables — Wire electrodes, strip electrodes, wires and rods for fusion welding of stainless and heat resisting steels — Classification (ISO 14343:2002 and ISO 14343:2002/Amd1:2006)*

[33] Sandström, R., Langenberg, P., Sieurin, H. ,New brittle fracture model for the European pressure vessel standard, International Journal of Pressure Vessels and Piping 81 (2004) 837–845'

Приложение Д.А
(справочное)

Перевод европейского стандарта EN 13445-2:2009 на русский язык

1 Область применения

Данная часть настоящего европейского стандарта устанавливает требования к материалам (включая плакированные материалы) для сосудов, работающих под давлением, без огневого подвода теплоты и опорам, рассматриваемым в EN 13445-1:2009 и изготавливаемым из металлических материалов. В настоящее время она ограничивается сталями с достаточной пластичностью, но для элементов, работающих в диапазоне ползучести, она также ограничивается материалами с достаточной пластичностью при ползучести.

Она устанавливает требования к выбору, контролю, испытанию и маркировке металлических материалов для изготовления сосудов, работающих под давлением, без огневого подвода теплоты.

2 Нормативные ссылки

Настоящий европейский стандарт содержит положения других публикаций в виде датированных или недатированных ссылок. Эти нормативные ссылки располагаются в соответствующих местах текста, а перечень публикаций приводится ниже. Для датированных ссылок последующие поправки или редакции любых таких публикаций применимы к данному европейскому стандарту, только если они включены в него поправкой или редакцией. Для недатированных ссылок применимо последнее издание публикации, на которую дается ссылка (с учетом поправок).

EN 764-1:2004 Оборудование, работающее под давлением. Терминология. Часть 1. Давление, температура, объем, номинальный размер

EN 764-2:2002 Оборудование, работающее под давлением. Часть 2. Величины, символы и единицы

EN 764-3:2002 Оборудование, работающее под давлением. Часть 3. Определение компонентов

EN 1092-1:2007 Фланцы и их соединения. Круглые фланцы для труб, клапанов, фитингов и арматуры с обозначением PN. Часть 1. Стальные фланцы

EN 10002-1:2001 Металлические материалы. Испытание на растяжение. Часть 1. Метод испытаний при комнатной температуре

EN 10028-2:2003 Изделия плоские стальные для использования под давлением. Часть 2. Нелегированные и легированные стали с установленными свойствами при повышенных температурах

EN 10028-3:2003 Изделия плоские стальные для использования под давлением. Часть 3. Свариваемые мелкозернистые стали, нормализованные

EN 10028-4:2003 Изделия плоские стальные для использования под давлением. Часть 4. Никельсодержащие стали с установленными свойствами при низкой температуре

EN 10028-5:2003 Изделия плоские стальные для использования под давлением. Часть 5. Свариваемые мелкозернистые стали, термомеханически катаные

EN10028-6:2003 Изделия плоские стальные для использования под давлением. Часть 6. Свариваемые мелкозернистые стали, закаленные и отпущенные

EN 10028-7:2007 Изделия плоские стальные для использования под давлением. Часть 7. Нержавеющие стали

EN 10045-1:1990 Материалы металлические. Испытания на удар по Шарпи. Часть 1. Метод испытания

EN 10164:2004 Стальные изделия с улучшенными деформационными свойствами в направлении, перпендикулярном поверхности изделия. Технические условия поставки

EN 10204:2004 Изделия металлические. Типы документов приемочного контроля

EN 10216-3:2002, EN 10216-3:2002/A1:2004 Трубы стальные бесшовные для работы под давлением. Технические условия поставки. Часть 3. Трубы из легированной мелкозернистой стали

EN 10216-4:2002, EN 10216-4:2002/A1:2004 Трубы стальные бесшовные для работы под давлением. Технические условия поставки. Часть 4. Трубы из нелегированной и легированной стали со специальными свойствами для пониженной температуры

EN 10217-3:2002, EN 10217-3:2002/A1:2005 Трубы стальные сварные для работы под давлением. Технические условия поставки. Часть 3. Трубы из легированной мелкозернистой стали

EN 10217-4:2002, EN 10217-4:2002/A1:2005 Трубы стальные сварные для работы под давлением. Технические условия поставки. Часть 4. Трубы электросварные из нелегированной стали со специальными свойствами для пониженной температуры

EN 10217-6:2002, EN 10217-6:2002/A1:2005 Трубы стальные сварные для работы под давлением. Технические условия поставки. Часть 6. Трубы сварные под флюсом из нелегированной стали со специальными свойствами для пониженной температуры

EN 10222-3:1998 Поковки стальные для работы под давлением. Часть 3. Никелевые стали со специальными свойствами при пониженных температурах

EN 10222-4:1998, EN 10222-4:1998/A1:2001 Поковки стальные для работы под давлением. Часть 4. Свариваемые мелкозернистые стали с повышенным пределом текучести

EN 10269:1999 EN 10269:1999/A1:2006 Стали и никелевые сплавы для крепежных деталей со специальными свойствами при повышенных и (или) низких температурах

EN 10273:2007 Прутки горячекатаные, свариваемые из стали, для сосудов, работающих под давлением, со специальными свойствами при повышенных температурах

EN 10291:2000 Материалы металлические. Испытание на одноосную ползучесть при растяжении. Метод испытаний

EN 12074:2000 Материалы присадочные. Требования к качеству при изготовлении, поставке и распространении материалов, расходуемых при сварке и связанных с ней процессах

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

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 13479:2004 Материалы присадочные. Основной стандартный продукт для присадочных металлов и флюсов для сварки плавлением металлических материалов

EN 20898-2:1993 Механические свойства крепежных изделий. Часть 2. Гайки с установленными значениями контрольной нагрузки. Крупная резьба (ISO 898-2:1992)

EN ISO 898-1:1999 Механические свойства крепежных изделий из углеродистых и легированных сталей. Часть 1. Болты, винты и шпильки (ISO 898-1:1999)

EN ISO 2566-1:1999 Сталь. Таблицы перевода величин относительного удлинения. Часть 1. Сталь углеродистая и низколегированная (ISO 2566-1:1984)

EN ISO 2566-2:1999 Сталь. Таблицы перевода величин относительного удлинения. Часть 2. Сталь аустенитная (ISO 2566-2:1984)

EN ISO 3506-1:1997 Механические свойства крепежных изделий из коррозионно-стойкой нержавеющей стали. Часть 1. Болты, винты и шпильки (ISO 3506- 1:1997)

EN ISO 3506-2:1997 Механические свойства крепежных изделий из коррозионно-стойкой нержавеющей стали. Часть 2. Гайки (ISO 3506-2:1997)

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

3 Термины, определения, символы и единицы

3.1 Термины и определения

В настоящем европейском стандарте применяются термины и определения, приведенные в EN 13445-1:2009, EN 764-1:2004, EN 764-3:2002, а также следующие термины и определения.

3.1.1 минимальная температура металла T_M (minimum metal temperature): Самая низкая температура, определенная для любого из следующих условий (см. также 3.1.2, 3.1.3):

– нормальная эксплуатация;

– процедуры пуска и останова;

– возможные нарушения процесса, такие как мгновенное вскипание жидкости, температура кипения которой при атмосферном давлении ниже 0 °C;

– в процессе опрессовки или испытаний на герметичность.

3.1.2 терм регулировки температуры T_S (temperature adjustment term): Связан с вычислением расчетной номинальной температуры T_R и зависит от вычисленного растягивающего мембранного напряжения при соответствующей минимальной температуре металла.

Примечание 1 – Значения T_S приведены в таблице B.2-12.

Примечание 2 – Для нахождения растягивающего мембранного напряжения следует обращаться к приложению C EN 13445-3:2009.

3.1.3 расчетная номинальная температура T_R (design reference temperature): Температура, используемая для определения требований энергии удара, которая вычисляется путем прибавления регулировки температуры T_S к минимальной температуре металла T_M:

$T_R = T_M + T_S$.

3.1.4 температура испытаний на удар T_{KV} (impact test temperature): Температура, при которой должна быть достигнута требуемая энергия удара (см. B.2).

3.1.5 энергия удара *KV* (impact energy): Энергия, поглощенная образцом материала в ходе испытания по Шарпи с надрезом в соответствии с EN 10045-1:1990.

3.1.6 номинальная толщина e_B (reference thickness): Толщина элемента, используемая для соотнесения расчетной номинальной температуры T_R элемента с его требуемой температурой испытаний на удар T_{KV} (см. таблицы B.2-2 – B.2-7 и рисунки B.2-1 – B.2-11). Для несварных частей номинальная толщина e_B равна номинальной толщине стенки (включая припуск на коррозию). Для сварных частей номинальная толщина определяется в таблице B.4-1.

3.1.7 коэффициент ослабления прочности вследствие ползучести сварного шва [weld creep strength reduction factor (WCSRF)]: Коэффициент для учета ослабления прочности при ползучести у сварного шва.

3.2 Символы и единицы

В настоящей части применяются символы и единицы EN 764-2:2002 наряду с приведенными в таблицах 3.2-1 и 3.2-2.

Таблица 3.2-1 – Величины для измерения пространства и времени

Величина	Символ	Единица
Время	*t*	с, мин, ч, день, год
Частота	*f*	Гц
Размер	Любая буква латинского алфавита [a]	мм
Длина	*l*	мм
Толщина	*e*	мм
Припуск на коррозию	*c*	мм
Диаметр	*d, D*	мм
Радиус	*r, R*	мм
Площадь	*A, S*	$мм^2$
Объем, емкость	*V*	$мм^3$ [b, c]
Вес	*W*	Н, кН
Плотность	ρ	$кг/мм^3$ [d]
Момент инерции сечения	*I*	$мм^4$
Момент сопротивления сечения	*Z*	$мм^3$
Ускорение	γ	$м/с^2$
Плоский угол	Любая буква греческого алфавита [a]	рад, °

[a] В качестве символа может использоваться любая строчная буква, за исключением букв, указанных в данной таблице.

[b] Объем также может быть выражен в $м^3$ или л.

[c] Литр не является единицей системы СИ, но может использоваться с единицами СИ и их кратными единицами.

[d] Плотность также может быть выражена в $кг/м^3$.

Таблица 3.2-2 – Величины для измерения механических свойств

Величина [a]	Символ [b]	Единица
Сила	F	Н
Момент	M	Н·мм
Давление	p, P	бар [c], МПа
Температура	T	°С
Коэффициент линейного расширения	α	мкм/м°·С
Нормальное напряжение	σ	МПа
Касательное напряжение	τ	МПа
Номинальное расчетное напряжение	f	МПа
Предел прочности	R_m	МПа
Предел прочности при температуре T	$R_{m/T}$	МПа
Предел текучести	R_e	МПа
Предел текучести при температуре T	$R_{e/T}$	МПа
Верхний предел текучести	R_{eH}	МПа
1%-ный условный предел текучести	$R_{p1,0}$	МПа
0,2%-ный условный предел текучести	$R_{p0,2}$	МПа
0,2%-ный условный предел текучести при температуре T	$R_{p0,2/T}$	МПа
Модуль упругости	E	МПа
Модуль сдвига	G	МПа
Коэффициент Пуассона	u	–
Деформация	ε	%
Удлинение после разрушения	A	%
Энергия удара	KV	Дж
Твердость	HB, HV	–
Коэффициент соединения	z	–
Коэффициент запаса	S	–
Средний 1%-ный предел деформации ползучести при вычислительной температуре T и сроке службы t	$R_{p1,0/T/t}$	МПа
Среднее сопротивление ползучести при вычислительной температуре T и сроке службы t	$R_{m/T/t}$	МПа
Коэффициент ослабления прочности вследствие ползучести сварного шва	z_c	–

[a] Величины без индекса температуры обычно относятся к комнатной температуре.
[b] Некоторые из этих символов, такие как R, f, не являются частью ISO 31.
[c] «бар» не является единицей системы СИ, но может использоваться с единицами СИ и их кратными единицами. Единица «бар» используется на паспортных табличках, сертификатах, чертежах, манометрах и контрольно-измерительной аппаратуре и всегда выражает избыточное давление. Это согласуется с требованиями Директивы 97/23/ЕС по оборудованию, работающему под давлением.

4 Требования к материалам, используемым для частей, находящихся под давлением

4.1 Общие положения

4.1.1 Материалы, используемые для частей, находящихся под давлением, должны отвечать общим требованиям 4.1 и специальным положениям 4.2, если применимо. Материалы для частей, находящихся под давлением, заказываются согласно техническим условиям поставки в 4.3.

Маркировка материалов для частей, находящихся под давлением, осуществляется в соответствии с 4.4.

Выбор материалов должен быть согласован с предполагаемыми этапами изготовления и должен соответствовать внутренней и окружающей среде. При указании материалов должны быть учтены нормальные условия эксплуатации и неустановившиеся условия, имеющие место в процессе изготовления, транспортировки, испытаний и эксплуатации.

Примечание 1 – Требования 4.1 и 4.2 должны также выполняться, если технические условия поставки разработаны для европейских стандартов на материал, европейского разрешения на материалы или оценок конкретных материалов.

Примечание 2 – Если разработаны технические условия поставки для частей, находящихся под давлением, должна соблюдаться структура и требования EN 764-4:2002. Исключения должны быть технически обоснованы.

Материалы группируются в соответствии с CR ISO 15608:2000 для соотнесения требований изготовления и контроля с характерными типами материала.

Примечание 3 – Материалы были включены в эти группы в соответствии с их химическим составом и свойствами с учетом изготовления и термической обработки после сварки.

4.1.2 Материалы для частей, находящихся под давлением, которые отвечают требованиям настоящего европейского стандарта, должны сопровождаться документами контроля в соответствии с EN 10204:2004. Сертификат особого контроля (акт по 3.1 или 3.2) требуется для всех сталей при использовании проектирования путем расчетов – прямой способ – в соответствии с приложением B EN 13445-3:2009.

Примечание – Тип документа контроля должен соответствовать EN 764-5:2002 и содержать заявление о соответствии техническим условиям на материал.

4.1.3 Материалы не должны иметь поверхностные и внутренние дефекты, которые могут повлиять на их предполагаемую применимость.

4.1.4 Стали должны иметь указанное минимальное удлинение после разрушения, измеренное на базовой длине

$$L_o = 5{,}65\sqrt{S_o}, \qquad (4.1\text{-}1)$$

где S_o – исходная площадь поперечного сечения в пределах базовой длины.

Минимальное удлинение после разрушения в любом направлении должно быть ≥ 14 %.

Однако меньшие значения удлинения также могут применяться (например, для крепежных изделий или отливок) при условии, что приняты соответствующие меры для компенсации таких меньших значений и специальные требования поддаются проверке.

Примечание – Примеры компенсации:
– применение при проектировании более высоких коэффициентов надежности;
– проведение испытаний на разрыв для демонстрации пластических свойств материала.

4.1.5 При измерении по базовой длине, которая отличается от указанной в 4.1.4, минимальное удлинение после разрушения определяется путем перевода удлинения, полученного в 4.1.4, в соответствии с:

– EN ISO 2566-1:1999 для углеродистых и низколегированных сталей;
– EN ISO 2566-2:1999 для аустенитных сталей.

4.1.6 Стали должны иметь следующую заданную минимальную энергию удара, измеренную на образце для испытаний на удар по Шарпи с надрезом (EN 10045-1:1990):

– ≥ 27 Дж для ферритных сталей и сталей с содержанием никеля от 1,5 % до 5 %;
– ≥ 40 Дж для сталей из групп материала 8, 9.3 и 10

при температуре испытаний в соответствии с приложением B, но не выше 20 °C. Также должны действовать другие требования приложения B.

4.1.7 Химический состав сталей, предназначенных для сварки или формовки, не должен превышать значения, приведенные в таблице 4.1-1. Строка 2 таблицы относится к сосудам или частям, спроектированным с использованием расчетов – прямой способ – в соответствии с приложением B EN 13445-3:2009. Исключения должны быть технически обоснованы.

Таблица 4.1-1 – Максимальное содержание углерода, фосфора и серы в сталях, предназначенных для сварки или формовки

Группа стали (в соответствии с таблицей А-1)	Максимальное содержание в анализе плавки		
	% C	% P	% S
Стали (от 1 до 6 и 9)	0,23 [a]	0,035	0,025
Стали (от 1 до 6 и 9) при использовании метода DBA – прямой способ [c]	0,20	0,025	0,015
Ферритные нержавеющие стали (7.1)	0,08	0,040	0,015
Мартенситные нержавеющие стали (7.2)	0,06	0,040	0,015
Аустенитные нержавеющие стали (8.1)	0,08	0,045	0,015 [b]
Аустенитные нержавеющие стали (8.2)	0,10	0,035	0,015
Аустенитно-ферритные нержавеющие стали (10)	0,030	0,035	0,015

[a] Максимальное содержание в анализе изделия 0,25 %.
[b] Для изделий, подлежащих механической обработке, по согласованию допускается контролируемое содержание серы от 0,015 % до 0,030 % при условии, что стойкость к коррозии сохраняется при предполагаемом применении.
[c] Кроме того, коэффициент уменьшения толщины (отношение исходной толщины блока/слитка к толщине окончательной плиты) должен быть больше либо равен:
– 4 для сталей NL2 и сталей из группы 9;
– 3 для других материалов.

4.2 Специальные положения

4.2.1 Специальные свойства

4.2.1.1 Общие положения

Если производственные процессы или условия эксплуатации могут повлиять на свойства материала в такой мере, которая отрицательно скажется на безопасности или сроке службы сосуда, работающего под давлением, их следует учесть при указании материала.

Отрицательные эффекты могут быть обусловлены:

– производственными процессами: например, степень холодной формовки и термической обработки;

– условиями эксплуатации: например, водородное охрупчивание, коррозия, отслаивание и характеристики старения материала после холодной формовки.

4.2.1.2 Расслаивание

Если необходимо рассмотреть расслаивание вследствие конструкции соединения и нагружения, должны использоваться стали, которые улучшили деформационные свойства перпендикулярно поверхности и проверены в соответствии с EN 10164:2004.

Примечание – Указания см. в EN 1011-2.

4.2.2 Расчетная температура более 20 °C

4.2.2.1 Материал должен использоваться только для частей, работающих под давлением, в пределах диапазона температур, для которого свойства материала, требуемые по EN 13445-3:2009, определены в технических условиях на материал. Если техническое условие поставки не содержит конкретных параметров материала, требуемых для допустимой температуры *TS*, то значения, требуемые в EN 13445-3:2009 для проектирования, должны быть определены путем линейной интерполяции между двумя соседними значениями. Значения не округляются.

Для сталей, отличающихся от аустенитных и аустенитно-ферритных нержавеющих сталей, заданное значение R_{eH} ($R_{p0,2}$) при комнатной температуре (RT) может использоваться для температур, меньших либо равных 50 °C. Интерполяция между 50 °C и 100 °C выполняется со значениями RT и 100 °C и с использованием 20 °C в качестве начальной точки для интерполяции. При температуре

более 100 °С линейная интерполяция должна выполняться между табличными значениями, приведенными в таблице.

4.2.2.2 Поскольку на ударные свойства может повлиять длительное или частое выдерживание материала при повышенных температурах, предполагается вести записи температур и времени воздействия повышенных температур для исследования при контроле в процессе эксплуатации. Влияние такого воздействия в течение ожидаемого срока службы должно быть оценено и записано.

Для таких операций, как сушка и очистка сосудов, работающих под давлением, стали с установленными свойствами при низкой температуре, но без значений 0,2%-ного условного предела текучести при повышенной температуре могут все же использоваться при повышенных температурах для процессов сушки и очистки при условии, что значения 0,2%-ного условного предела текучести, используемые при проектных расчетах для повышенных температур, получены путем умножения установленных значений минимального предела текучести при 20 °С на коэффициент, приведенный в таблице 4.2-1.

Таблица 4.2-1 – Коэффициенты уменьшения предела текучести для низкотемпературных сталей

Сталь	Температура T			
	100 °С	200 °С	250 °С	300 °С
Закаленные и отпущенные	0,75	0,68	0,64	0,60
Нормализованные или термомеханически обработанные	0,70	0,58	0,53	0,48

Интерполяция выполняется так же, как в 4.2.2.1.

4.2.3 Предотвращение хрупкого разрушения

Должны применяться требования приложения В.

4.2.4 Расчетные свойства в диапазоне ползучести

4.2.4.1 Свойства ползучести основного материала

Для интерполяции и экстраполяции свойств ползучести, приведенных в стандарте на материал, см. EN 13445-3:2009 (раздел 19).

Если свойства ползучести не представлены в стандарте на материал, их следует определить с использованием EN 10291:2000.

4.2.4.2 Свойства ползучести сварки

Свойства ползучести сварных швов, подверженных напряжениям, нормальным сварному шву, могут значительно отличаться от свойств ползучести основного материала.

Для проектирования сосудов в диапазоне ползучести это учитывается в EN 13445-3:2009 путем использования коэффициента ослабления прочности вследствие ползучести сварного шва z_c, полученного из испытаний сварки. При отсутствии данных используется значение z_c по умолчанию.

Допустимый метод определения z_c путем испытаний поперечного сварного шва приведен в приложении С (см. также [17]).

4.2.5 Особые требования к сталям для крепежных изделий

К крепежным изделиям относятся болты, шпильки и гайки.

Использование легкообрабатываемой резанием стали не допускается. Болты, изготовленные из углеродистой стали или легированной никелем ферритной стали с содержанием никеля > 3,5 %, не должны использоваться при температуре выше 300 °С.

Указанная минимальная прочность на растяжение прутка материала из ферритной и мартенситной стали для болтов не должна превышать 1 000 МПа. Минимальное удлинение прутка материала после разрушения должно быть не менее A_5 = 14 %.

Ударные требования к ферритным и мартенситным сталям указаны в В.2.2.4.

Материал болта с расчетной температурой ниже –160 °С должен быть испытан на удар при –196 °С.

При необходимости нужно учесть водородное охрупчивание, усталость или свойства снятия напряжений.

Примечание 1 – Подробные требования в отношении состояния поверхности и внутренней целостности прутка могут быть необходимы для некоторых способов применения.

Примечание 2 – Материалы для крепежных изделий, отвечающие требованиям настоящего стандарта, должны быть сертифицированы на основании EN 10204:2004.

4.3 Технические условия поставки

4.3.1 Европейские стандарты

Необходимо использовать европейские стандарты на пластины, полосы, прутки, трубы, поковки и отливки для работы под давлением.

Примечание 1 – В таблице Е.2-1 представлен обзор материалов для работы под давлением, указанных в гармонизированных стандартах.

Примечание 2 – В таблице Е.1-1 содержится информация о ссылочных европейских стандартах на материалы и европейских стандартах, распространяющихся на компоненты частей, находящихся под давлением.

Специальные положения, связанные с изготовлением и эксплуатацией, должны быть при необходимости учтены.

4.3.2 Европейское разрешение на материалы

Материал, указанный в Европейском паспорте безопасности (EMDS) на сосуды, работающие под давлением, должен использоваться только в пределах его диапазона применения и при учете 4.1 и 4.2.

4.3.3 Оценки конкретных материалов

Материалы, отличающиеся от указанных в 4.3.1 и 4.3.2, также могут использоваться при условии, что они прошли оценку конкретного материала и при учете 4.1 и 4.2.

4.3.4 Плакированные изделия

Технические условия поставки плакированных изделий для частей, работающих под давлением, должны соответствовать требованиям приложения D.

Примечание 1 – В настоящее время отсутствуют европейские стандарты, устанавливающие технические условия поставки плакированных изделий для работы под давлением.

Примечание 2 – Примеры национальных документов, касающихся технического условия поставки плакированных сталей, приведены в [2] – [4].

4.3.5 Присадочные материалы

Технические условия поставки присадочных материалов, используемых для частей, работающих под давлением, и креплений к частям, работающим под давлением, должны соответствовать EN 13479:2004 и EN 12074:2000.

Примечание – Допускаются эквивалентные национальные/международные технические условия, удовлетворяющие тем же критериям в отношении требований к системе обеспечения качества и требованиям к изготовлению, поставке, распределению, методам испытаний и оценке присадочных материалов.

4.4 Маркировка

Маркировка изделий или единиц поставки должна обеспечивать прослеживаемость между изделием или единицей поставки и документами контроля.

Для европейских стандартизированных материалов маркировка должна отвечать требованиям соответствующего стандарта на изделие.

Для материалов, не упомянутых в европейском стандарте, маркировка должна как минимум содержать:

– технические условия на материал (ссылка, обозначение материала);

– название или знак изготовителя;

– печать представителя службы контроля, если применимо.

Для материала, поставленного со специальным контролем, маркировка должна содержать идентификацию, которая допускает корреляцию между изделием или единицей поставки и соответствующим документом контроля.

5 Требования к материалам, используемым для частей, не находящихся под давлением

Для частей, не находящихся под давлением, например поддерживающих проушин, юбок, отражателей и подобных деталей, приваренных к сосудам, работающим под давлением, должны использоваться материалы, которые поставляются согласно техническим условиям на материал, предусматривающим требования к химическому составу и свойствам при растяжении. Эти материалы не должны ограничивать условия эксплуатации материала, к которому они крепятся.

Приложение А
(обязательное)

Система групп сталей для оборудования, работающего под давлением

Стали группируются, как показано в таблице А-1. Значения, приведенные в группе 1, относятся к анализу ковшовой пробы материалов. Значения, приведенные в группах 4 – 10, основаны на содержании элементов, используемых в обозначении сплавов.

Таблица А-1 – Система групп сталей (выдержка из CR ISO 15608:2000)

Группа	Под-группа	Тип стали
1		Стали с установленным минимальным пределом текучести $R_{eH} \leq 460$ МПа [a] и с составом по анализу в %: C ≤ 0,25 Si ≤ 0,60 Mn ≤ 1,70 Mo ≤ 0,70 [b] S ≤ 0,045 P ≤ 0,045 Cu ≤ 0,40 [b] Ni ≤ 0,5 [b] Cr ≤ 0,3 (0,4 для отливок) [b] Nb ≤ 0,05 V ≤ 0,12 [b] Ti ≤ 0,05
	1.1	Стали с установленным минимальным пределом текучести $R_{eH} \leq 275$ МПа
	1.2	Стали с установленным минимальным пределом текучести 275 МПа < R_{eH} ≤ 360 МПа
	1.3	Нормализованные мелкозернистые стали с установленным минимальным пределом текучести $R_{eH} > 360$ МПа
	1.4	Стали с улучшенной стойкостью к атмосферной коррозии, чей состав может превышать требования по отдельным элементам, установленные в разделе 1
2		Термомеханически обработанные мелкозернистые стали и литые стали с установленным минимальным пределом текучести $R_{eH} > 360$ МПа
	2.1	Термомеханически обработанные мелкозернистые стали и литые стали с установленным минимальным пределом текучести 360 МПа < $R_{eH} \leq 460$ МПа
	2.2	Термомеханически обработанные мелкозернистые стали и литые стали с установленным минимальным пределом текучести $R_{eH} > 460$ МПа
3		Закаленные и отпущенные стали и дисперсионно-твердеющие стали за исключением нержавеющих сталей с установленным минимальным пределом текучести $R_{eH} > 360$ МПа
	3.1	Закаленные и отпущенные стали с установленным минимальным пределом текучести 360 МПа < $R_{eH} \leq 690$ МПа
	3.2	Закаленные и отпущенные стали с установленным минимальным пределом текучести $R_{eH} > 690$ МПа
	3.3	Дисперсионно-твердеющие стали, за исключением нержавеющих сталей
4		Низколегированные ванадием Cr-Mo-(Ni)-стали с Mo ≤ 0,7 % и V ≤ 0,1 %
	4.1	Стали с Cr ≤ 0,3 % и Ni ≤ 0,7 %
	4.2	Стали с Cr ≤ 0,7 % и Ni ≤ 1,5 %
5		Cr-Mo-стали без содержания ванадия с C ≤ 0,35 % [c]
	5.1	Стали с 0,75 % ≤ Cr ≤ 1,5 % и Mo ≤ 0,7 %
	5.2	Стали с 1,5 % < Cr ≤ 3,5 % и 0,7 < Mo ≤ 1,2 %
	5.3	Стали с 3,5 % < Cr ≤ 7,0 % и 0,4 < Mo ≤ 0,7 %
	5.4	Стали с 7,0 % < Cr ≤ 10 % и 0,7 < Mo ≤ 1,2 %

Окончание таблицы А-1

Группа	Под-группа	Тип стали
6		Высоколегированные ванадием Cr-Mo-(Ni)-стали
	6.1	Стали с 0,3 % ≤ Cr ≤ 0,75 %, Mo ≤ 0,7 % и V ≤ 0,35 %
	6.2	Стали с 0,75 % < Cr ≤ 3,5 %, 0,7 % < Mo ≤ 1,2 % и V ≤ 0,35 %
	6.3	Стали с 3,5 % < Cr ≤ 7,0 %, Mo ≤ 0,7 % и 0,45 % ≤ V ≤ 0,55 %
	6.4	Стали с 7,0 % < Cr ≤ 12,5 %, 0,7 % < Mo ≤ 1,2 % и V ≤ 0,35 %
7		Ферритные, мартенситные или дисперсионно-твердеющие нержавеющие стали с C ≤ 0,35 % и 10,5 % ≤ Cr ≤ 30 %
	7.1	Ферритные нержавеющие стали
	7.2	Мартенситные нержавеющие стали
	7.3	Дисперсионно-твердеющие нержавеющие стали
8		Аустенитные стали
	8.1	Аустенитные нержавеющие стали с Cr ≤ 19 %
	8.2	Аустенитные нержавеющие стали с Cr > 19 %
	8.3	Марганцовистые аустенитные нержавеющие стали с 4 % < Mn ≤ 12 %
9		Никельсодержащие стали с Ni ≤ 10 %
	9.1	Никельсодержащие стали с Ni ≤ 3 %
	9.2	Никельсодержащие стали с 3 % < Ni ≤ 8 %
	9.3	Никельсодержащие стали с 8 % < Ni ≤ 10 %
10		Аустенитно-ферритные нержавеющие стали (дуплекс)
	10.1	Аустенитно-ферритные нержавеющие стали с Cr ≤ 24 %
	10.2	Аустенитно-ферритные нержавеющие стали с Cr > 24 %

[a] В соответствии с техническими условиями стандартов на стальные изделия R_{eH} можно заменить на $R_{p0,2}$ или $R_{t0,5}$.
[b] Допускается более высокое значение при условии, что Cr + Mo + Ni + Cu + V ≤ 0,75 %.
[c] «Без содержания ванадия» означает, что он намеренно не добавляется в материал.

Приложение B
(обязательное)

Требования к предотвращению хрупкого разрушения при низких температурах

B.1 Общие положения

Данное приложение проводит различие между оборудованием, работающим под давлением, которое имеет расчетную температуру при нормальной эксплуатации выше или ниже 50 °C.

Для оборудования, работающего под давлением, с температурами при нормальной эксплуатации выше 50 °C применяется B.5. Если B.5 неприменим, используются следующие правила для более низких температур при нормальной эксплуатации.

Для оборудования, работающего под давлением, с расчетной температурой, менее либо равной 50 °C, в данном приложении приведено три альтернативных метода определения критериев для предотвращения низкотемпературного хрупкого разрушения [1)] сталей в форме пластин, полос, труб, фитингов, поковок, отливок, фланцев, крепежных изделий и сварных швов, используемых в частях под давлением. Эти критерии основаны на требованиях к энергии удара при заданных температурах для основного материала, зоны термического влияния (включая границу проплавления) и металлов сварного шва.

Этими тремя методами являются:

Метод 1 – нормы практики:

a) Технические требования, основанные на выборе $T_R = T_{27Дж}$, как указано в гармонизированных европейских стандартах на материал, и на предположении о возможности достижения этих минимальных свойств после изготовления. Расчет, исходя из принципов механики разрушения, используемых для метода 2, для углеродистых (C) и углеродисто-марганцовистых (CMn) сталей с пределом текучести < 460 МПа;

b) на основании эксплуатационного опыта для никельсодержащих сталей с Ni ≥ 3 % до 9 %, для аустенитных сталей и для болтов и гаек.

Метод 2 – метод, разработанный на основании принципов механики разрушения и эксплуатационного опыта.

Более гибкий подход по сравнению с методом 1 для получения технических требований, применимых к углеродистым (C), углеродисто-марганцовистым (CMn) и низколегированным ферритным сталям с установленным минимальным пределом текучести ≤ 500 МПа и для аустенитно-ферритных сталей с установленным минимальным пределом текучести ≤ 550 МПа. Этот метод может применяться к этим сталям в более широком диапазоне толщин и температур, чем метод 1, поскольку T_R не должно равняться $T_{27Дж}$ (см. рисунки B.2-1 – B.2-11). Кроме того, для ферритных сталей с макс. 355 МПа в состоянии термической обработки после сварки (PWHT) эксплуатационный опыт учитывался для более высоких значений толщины.

Метод 3 – применение анализа механики разрушения. Этот общий метод применим к случаям, на которые не распространяется метод 1 или 2. Этот метод также может использоваться для обоснования отклонений от требований метода 1 или 2. По применению этого метода, который используется только по соглашению заинтересованных сторон, даются только общие указания.

Каждый из трех методов может быть использован независимо. Необходимо только выполнение требований любого из методов.

Все применимые сочетания температур T_M (минимальная температура металла) и T_S (терм регулировки температуры) должны быть рассмотрены, и наименьшее возможное значение T_R (расчетная номинальная температура) должно быть использовано для определения требуемой температуры материала при испытании на удар.

Примечание – Определение величин температуры см. в 3.1.1 – 3.1.4.

[1)] Включая температуры при испытаниях давлением.

B.2 Выбор материала и требования к энергии удара

B.2.1 Введение

Методы, указанные в B.2.2 (метод 1) или B.2.3 (метод 2), используются для определения энергии удара, требуемой для предотвращения хрупкого разрушения. В качестве альтернативы B.2.4 (метод 3) может использоваться для определения требуемой ударной вязкости. Используемый метод должен быть полностью задокументирован, чтобы обеспечить возможность проверки соответствия.

Номинальная толщина элементов конструкции указана в таблице B.4-1.

B.2.2 Метод 1

B.2.2.1 Общие положения

Метод 1 позволяет выбрать материалы, взятые из гармонизированных европейских стандартов на материалы, в отношении предотвращения хрупкого разрушения. В таблице B.2-1 приведен обзор последующих таблиц по типу стали и форме изделия.

Металл сварного шва, зона термического влияния и другие части, затрагиваемые процессами изготовления, должны отвечать тем же требованиям к энергии удара, что и гарантированные минимальные свойства для основного материала при T_R, приведенные в таблицах.

В таблице приведены расчетные номинальные температуры для максимальной толщины при заданных уровнях прочности, представленных сталями из гармонизированных европейских стандартов на материалы с гарантированной минимальной прочностью и ударными свойствами. Если невозможно достичь этих минимальных свойств после изготовления, необходимо выбрать исходный материал с большей ударной вязкостью.

Таблица B.2-1 – Указатель по выбору материала

Таблица	Материал или форма изделия	Группа стали	Пункт
B.2-2	Пластины и полосы	Ферритные стали	B.2.2.2
B.2-3	Бесшовные и сварные трубы		
B.2-4	Прутки		
B.2-5	Поковки		
B.2-6	Никельсодержащие стали (1,5 < Ni ≤ 5 %)	Ферритные стали	B.2.2.3
B.2-7	Никельсодержащая сталь (9 % Ni)		
B.2-8	Болты и гайки	Ферритные стали Аустенитные стали	B.2.2.4
B.2-9			
B.2-10			
B.2-11	Аустенитные марки стали	Аустенитные стали	B.2.2.5

Примечание – Требования к аустенитно-ферритным сталям приведены только в B.2.3 (метод 2).

Если невозможно получить образцы для испытаний шириной не менее 5 мм, материал не требуется подвергать испытаниям на удар.

Значения расчетной номинальной температуры T_R должны вычисляться из температуры металла T_M с использованием значений регулировки температуры T_S, приведенных в таблице B.2-12.

B.2.2.2 Ферритные стали

В таблицах B.2-2 – B.2-5 перечислены ферритные стали, взятые из гармонизированных европейских стандартов на материалы, с установленными ударными свойствами при температуре ниже –10 °C.

Табличное значение T_R основано на температуре испытаний на удар T_{KV} для KV = 27 Дж.

Таблица В.2-2 – Общие требования к предотвращению хрупкого разрушения с номинальной толщиной для пластин и полос

Пластины и полосы								
№ по табл. 2-1	Европейский стандарт	Марка	Материал №	Макс. номинальная толщина e_B		Расчетная номинальная температура T_R (°C)	Группа материала по CR ISO 15608:2000	Примечания
				AW	PWHT			
1	EN10028-2:2003	P235GH	1.0345	35	90	–20	1.1	
2		P265GH	1.0425	35	75			
3		P295GH	1.0481	35	65		1.2	
4		P355GH	1.0473	35	55			
29	EN 10028-3:2003	P275NH	1.0487	35	75	–20	1.1	
30		P275NL1	1.0488	35	75	–40		
31		P275NL2	1.1104	35	90	–50		
32		P355N	1.0562	35	55	–20	1.2	
33		P355NH	1.0565	35	55	–20		
34		P355NL1	1.0566	35	55	–40		
35		P355NL2	1.1106	35	55	–50		
39	EN 10028-4:2003	11MnNi5-3	1.6212	35	50	–60	9.1	
40		13MnNi6-3	1.6217	35	50	–60		
41		15NiMn6	1.6228	35	50	–80		
50	EN 10028-5:2003	P355M	1.8821	35	–	–20	1.2	a)
51		P355ML1	1.8832	35	–	–40		a)
52		P355ML2	1.8833	35	–	–50		a)
53		P420M	1.8824	35	–	–20	2.1	a)
54		P420ML1	1.8835	35	–	–40		a)
55		P420ML2	1.8828	35	–	–50		a)
59	EN 10028-6:2003	P355Q	1.8866	35	60	–20	1.2	
60		P355QH	1.8867	35	60	–20		
61		P355QL1	1.8868	35	60	–40		
62		P355QL2	1.8869	35	60	–60		

a) Стали, подвергнутые контролируемой термомеханической обработке, не должны проходить термическую обработку после сварки.

Таблица В.2-3 – Общие требования к предотвращению хрупкого разрушения с номинальной толщиной для бесшовных и сварных труб

Бесшовные и сварные трубы								
№ по табл. 2-1	Европейский стандарт	Марка	Материал №	Макс. номинальная толщина e_B		Расчетная номинальная температура T_R (°C)	Группа материала по CR ISO 15608:2000	Примечания
				AW	PWHT			
231	EN 10216-3:2002	P275NL1	1.0488	35	75	–40	1.1	
232		P275NL2	1.1104	35	75	–50		
233		P355N	1.0562	35	55	–20	1.2	
234		P355NH	1.0565	35	55	–20		
235		P355NL1	1.0566	35	55	–40		
236		P355NL2	1.1106	35	55	–50		
248	EN 10216-4:2002	P215NL	1.0451	10	10	–40	1.1	a)
249		P255QL	1.0452	35	40	–50		
250		P265NL	1.0453	25	25	–40		
251		26CrMo4-2	1.7219	15	40	–60	5.1	

Окончание таблицы B.2-3

Бесшовные и сварные трубы								
№ по табл. 2-1	Европейский стандарт	Марка	Материал №	Макс. номинальная толщина e_B AW	Макс. номинальная толщина e_B PWHT	Расчетная номинальная температура T_R (°C)	Группа материала по CR ISO 15608:2000	Примечания
252		11MnNi5-3	1.6212	35	40	–60	9.1	
253		13MnNi6-3	1.6217	35	40	–60	9.1	
306	EN 10217-3:2002	P275NL1	1.0488	35	40	–40	1.1	
307		P275NL2	1.1104	35	40	–50		
308		P355N	1.0562	35	40	–20	1.2	
309		P355NH	1.0565	35	40	–20		
310		P355NL1	1.0566	35	40	–40		
311		P355NL2	1.1106	35	40	–50		
316	EN 10217-4:2002	P215NL	1.0451	10	10	–40	1.1	a)
317		P265NL	1.0453	16	16	–40	1.1	a)
321	EN 10217-6:2002	P215NL	1.0451	10	10	–40	1.1	a)
322		P265NL	1.0453	25	25	–40	1.1	a)
a) Ограничение толщины обусловлено ограничением толщины стенки в европейском стандарте на материал и в европейских стандартах на элементы соответственно.								

Таблица B.2-4 – Общие требования к предотвращению хрупкого разрушения с номинальной толщиной для прутков

Прутки								
№ по табл. E.2-1	Европейский стандарт	Марка	Материал №	Макс. номинальная толщина e_B AW	Макс. номинальная толщина e_B PWHT	Расчетная номинальная температура T_R (°C)	Группа материала по CR ISO 15608:2000	Примечания
147	EN 10273:2007	P275NH	1.0487	35	75	–20	1.1	
148		P355NH	1.0565	35	55		1.2	
150		P355QH	1.8867	35	55		1.2	

Таблица B.2-5 – Общие требования к предотвращению хрупкого разрушения с номинальной толщиной для поковок

Поковки								
№ по табл. E.2-1	Европейский стандарт	Марка	Материал №	Макс. номинальная толщина e_B AW	Макс. номинальная толщина e_B PWHT	Расчетная номинальная температура T_R (°C)	Группа материала по CR ISO 15608:2000	Примечания
367	EN 10222-3:1998	13MnNi6-3	1.6217	35	75	–60	9.1	
369		15NiMn6	1.6228	35	50	–80	9.1	
378	EN 10222-4:1998	P285QH	1.0478	35	85	–20	1.2	
380		P355QH1	1.0571	35	60	–20	1.2	
382		P420QH	1.8936	35	50	–20	3.1	

B.2.2.3 Никельсодержащие стали (Ni > 1,5 %)

В таблице B.2-6 перечислены никельсодержащие стали с содержанием никеля до 5 % включительно, взятые из гармонизированных европейских стандартов на материалы.

В таблице B.2-7 перечислены никельсодержащие стали с 9 % никеля, взятые из гармонизированных европейских стандартов на материалы.

Табличное значение T_R основано на температуре испытаний на удар T_{KV} при KV = 27 Дж.

Таблица B.2-6 – Общие требования к предотвращению хрупкого разрушения с номинальной толщиной для никельсодержащих сталей с 1,5 % < Ni ≤ 5 %

Никельсодержащая сталь, 1,5 % < Ni [a] ≤ 5 %								
№ по табл. E.2-1	Европейский стандарт	Марка	Материал №	Макс. номинальная толщина e_B		Расчетная номинальная температура T_R (°C)	Группа материала по CR ISO 15608:2000	Примечания
				AW	PWHT			
Пластины и полосы								
42	EN 10028-4:2003	12Ni14	1.5637	35	80	–100	9.2	[b]
43		X12Ni5	1.5680	35	80	–120		
Бесшовные трубы								
254	EN 10216-4:2001	12Ni14	1.5637	25	–	–100	9.2	[b]
255		12Ni14		35	40	–90		[b]
256		X12Ni5	1.5680	25	–	–120		
257		X12Ni5		35	40	–110		
Поковки								
370	EN 10222-3:1998	12Ni14	1.5637	35	–	–100	9.2	[b]
371		12Ni14		35	50			[b]
372		12Ni14		35	70			[b]
373		X12Ni5	1.5680	35	–	–120		
374		X12Ni5		35	50			

[a] Содержание никеля – номинальное.

[b] Если используется при –105 °C (например, работа с этиленом), то при этой температуре должно быть гарантировано значение 27 Дж.

Примечание – Ограничение толщины обусловлено ограничением на толщину стенки в европейских стандартах на материалы.

Таблица B.2-7 – Общие требования к предотвращению хрупкого разрушения с номинальной толщиной для никельсодержащих сталей с 9 % Ni

Никельсодержащие стали с 9 % Ni [a]							
№ по табл. E.2-1	Европейский стандарт	Марка	Материал №	Макс. номинальная толщина e_B AW / PWHT	Расчетная номинальная температура T_R (°C)	Группа материала по CR ISO 15608:2000	Примечания
Пластины и полосы							
44	EN 10028-4:2003	X8Ni9	1.5662	– [b]	–196	9.3	
48		X7Ni9	1.5663				
Бесшовные трубы							
258	EN 10216-4:2001	X10Ni9	1.5682	– [b]	–196	9.3	
Поковки							
375	EN 10222-3:1998	X8Ni9	1.5662	– [b]	–196	9.3	

[a] Содержание никеля – номинальное.
[b] Материалы могут использоваться до максимальной толщины, допустимой в гармонизированных европейских стандартах на материалы.

B.2.2.4 Болты и гайки

Для болтов и гаек, отличающихся от приведенных в таблице B.2-8, требуется установленная энергия удара минимум 40 Дж при T_{KV} = RT для T_M = ≥ –10 °C.

Если T_M ниже –10 °C, установленная энергия удара минимум 40 Дж требуется при $T_{KV} \leq T_M$.

За исключением болтового материала, изготовленного из аустенитных нержавеющих сталей, указанных в таблице B.2-9 и B.2-10, болтовой материал с расчетной температурой ниже –160 °C подлежит испытаниям на удар при –196 °C.

Таблица B.2-8 – Общие требования к предотвращению хрупкого разрушения с номинальной толщиной для гаек и болтов при TM ≥ –10 °C

Европейский стандарт	Тип материала [a]	Ограничение толщины	*KV* испытаний на удар при $T_M \geq -10$ °C	Температура испытаний/ значение
EN 10269:1999	Все стали	Согласно EN 10269:1999	Согласно EN 10269:1999, таблица 4	Согласно EN 10269:1999, таблица 4
EN ISO 898-1:1999	5.6	M ≤ 39	M ≥ 16	+20 °C/40 Дж
	8.8	M ≤ 39	M ≥ 16	+20 °C/52 Дж
EN 20898-2:1993	5	M ≤ 39	Нет	–
	8	M ≤ 39	Нет	–

[a] Исходный материал должен соответствовать EN 10269:1999.

Таблица B.2-9 – Общие требования к предотвращению хрупкого разрушения с номинальной толщиной для гаек и болтов, болтового материала согласно EN 10269:1999

Тип материала	Ограничение толщины	Испытания на удар	T_M	Примечание
1.4307, 1.4301, 1.4303, 1.4404, 1.4401, 1.4948, 1.4919, 1.4941, 1.4980 a)	Согласно EN 10269:1999, таблица 7	Согласно EN 10269:1999, таблица 4	–196 °C	Требуется проверка для диаметра или толщины > 20 мм
1.4429, 1.4910	Согласно EN 10269:1999, таблица 7	Согласно EN 10269:1999, таблица 4	–273 °C	Требуется проверка для диаметра или толщины > 20 мм
1.5523, 1.1133 1.6563	Согласно EN 10269:1999, таблица 7	Согласно EN 10269:1999, таблица 7	–20 °C	–
1.7218	$d \leq 60$ мм	Согласно EN 10269:1999, таблица 7	–60 °C	–
	60 < $d \leq 100$ мм		–50 °C	
1.6582, 1.6580, 1.7225	Согласно EN 10269:1999, таблица 7	Согласно EN 10269:1999, таблица 7	–40 °C	–
1.5680	$d \leq 45$ мм	Согласно EN 10269:1999, таблица 7	–120 °C	–
	45 < $d \leq 75$ мм		–110 °C	
1.5662	Согласно EN 10269:1999, таблица 7	Согласно EN 10269:1999, таблица 7 при –196 °C	–196 °C	–

[a] Если используется при –273 °C, требуется проверочное испытание при –196 °C согласно таблице 7 EN 10269:1999.

Таблица B.2-10 – Общие требования к предотвращению хрупкого разрушения с номинальной толщиной для гаек и болтов

Стандарт	Тип материала [a]		Ограничение толщины	T_M	Испытание на удар
EN ISO 3506-1:1997	A2, A3	50	M ≤ 39	–196 °C	Нет
		70	M ≤ 24		
EN ISO 3506-1:1997	A4, A5	50	M ≤ 39	–60 °C [b]	Нет
		70	M ≤ 24		
EN ISO 3506-1:1997	A2, A3, A4, A5	50	M ≤ 39	–196 °C	Нет
		70	M ≤ 24		

[a] Исходный материал должен соответствовать EN 10269:1999.
[b] –196 °C для шпилек.

B.2.2.5 Наименьшие минимальные температуры металла для аустенитных нержавеющих сталей

Гомогенизированные аустенитные нержавеющие стали в соответствии с таблицей B.2-11 могут применяться ниже до температуры T_M без испытаний на удар, за исключением случаев, когда проведение испытания на удар требуется стандартом на материал. Например, EN 10028-7 требует проведения испытания на удар при комнатной температуре при толщине более 20 мм для использования в условиях особо низких температур (ниже –75 °C в соответствии с EN 10028-7:2007).

Таблица B.2-11 – Аустенитные нержавеющие стали и их наименьшая минимальная температура металла TM

Материал	Номер материала	T_M, °C
X1NiCrMoCu 31-27-4	1.4563	–273
X1CrNiMoN 25-22-2	1.4466	
X1CrNi 25-21	1.4335	
X2CrNiMoN 17-13-3	1.4429	
X2CrNiMoN 17-11-2	1.4406	
X2CrNiMoN 18-12-4	1.4434	
X2CrNiMo 18-15-4	1.4438	
X2CrNiN 18-10	1.4311	
X2CrNiMo 18-14-3	1.4435	
X2CrNi 19-11	1.4306	
X6CrNiTi 18-10	1.4541	–196
X1CrNiMoCuN 25-25-5	1.4537	
X1NiCrMoCuN 25-20-7	1.4529	
X1CrNiMoCuN 20-18-7	1.4547	
X1NiCrMoCu 25-20-5	1.4539	
X2CrNiMoN 17-13-5	1.4439	
X6CrNiMoTi 17-12-2	1.4571	
X3CrNiMo 17-13-3	1.4436	
X6CrNiMoNb 17-12-2	1.4580	
X2CrNiMo 17-12-3	1.4432	
X5CrNiMo 17-12-2	1.4401	
X2CrNiMo 17-12-2	1.4404	
X6CrNiNb 18-10	1.4550	
X5CrNi 18-10	1.4301	
X2CrNi 18-9	1.4307	
GX5CrNi9-10	1.4308	
GX5CrNiMo19-11-2	1.4408	
GX2NiCrMo28-20-2	1.4458	
GX2CrNi19-11	1.4309	
GX2CrNiMo19-11-2	1.4409	

Если расчетная температура ниже –105 °C, то металл сварного шва и зоны термического влияния для аустенитных нержавеющих сталей должны отвечать требованиям EN 13445-4:2009 (раздел 8).

B.2.2.6 Регулировка температуры

T_S – это регулировка температуры, которая может применяться при состояниях, приведенных в таблице B.2-12.

Таблица B.2-12 – Регулировка температуры T_S

Состояние	Отношение вызванного давлением главного мембранного напряжения к максимальному допускаемому расчетному напряжению			Мембранное напряжение [b]
	> 75 %	> 50 % ≤ 75 %	≤ 50 %	≤ 50 МПа
Без сварки, состояние термической обработки после сварки [a]	0 °C	+10 °C	+25 °C	+50 °C

Окончание таблицы B.2-12

Состояние	Отношение вызванного давлением главного мембранного напряжения к максимальному допускаемому расчетному напряжению			Мембранное напряжение [b]
	> 75 %	> 50 % ≤ 75 %	≤ 50 %	≤ 50 МПа
Состояние непосредственно после сварки и номинальная толщина ≤ 35 мм	0 °C	0 °C	0 °C	+40 °C

[a] Также применимо к оборудованию, для которого все штуцеры и постоянные приварные приспособления вначале привариваются к элементам сосуда, а эти сборочные узлы проходят термическую обработку после сварки перед их установкой на оборудование с применением стыковой сварки, но основные сварные швы затем не подвергаются термической обработке после сварки.

[b] Мембранное напряжение должно учитывать внутреннее и наружное давление, а также собственный вес. Для стен и труб теплообменников ограничение перемещения свободного конца труб теплообменников также должно быть учтено.

B.2.3 Метод 2

B.2.3.1 Общие положения

Метод 2 применяется к углеродистым (C), углеродисто-марганцовистым (CMn), мелкозернистым сталям, никельсодержащим сталям с содержанием никеля не более 1,5 % с установленным минимальным пределом текучести ≤ 500 МПа и аустенитно-ферритным сталям с установленным минимальным пределом текучести ≤ 550 МПа. Метод 2, основанный на механике разрушения [16], [32], может использоваться с целью определения требований для предотвращения хрупкого разрушения в этих сталях и может использоваться при расчетной номинальной температуре T_R ниже значения, полученного по методу 1. В данной процедуре расчетная номинальная температура T_R не равна температуре испытаний на удар T_{KV}. На графиках показана взаимосвязь между T_R и T_{KV} в зависимости от номинальной толщины и уровня прочности. Различается состояние непосредственно после сварки (AW) и состояние термической обработки после сварки (PWHT). Данный метод не применяется к термомеханическим катаным сталям толщиной более 35 мм.

Номинальная толщина e_B для элементов конструкции определена в таблице B.4-1.

Основной материал, сварные швы и зоны термического влияния должны отвечать требованию к энергии удара *KV* при температуре испытаний на удар T_{KV}. В таблицах B.2-13 и B.2-14 указано, который из рисунков используется для определения температуры испытаний на удар T_{KV} или расчетной номинальной температуры T_R. Состояние «без сварки» следует рассматривать как состояние термической обработки после сварки (PWHT).

Если используется требование энергии удара *KV* 40 Дж вместо 27 Дж, то температуру испытаний на удар T_{KV} можно увеличить на 10 °C или уменьшить T_R на 10 °C.

Допускается линейная интерполяция между уровнями прочности и толщины, приведенными на рисунках B.2-1 – B.2-11. В качестве альтернативы можно использовать следующий более высокий класс или толщину стенки. Для тех же требований допускаются температуры испытаний ниже T_{KV}.

На рисунках B.2-1 и B.2-3 пунктирные линии относятся к толщине стенки до 110 мм включительно, если значения энергии удара *KV* 40 Дж получены при T_{KV}.

Регулировка температуры, приведенная в таблице B.2-12, применяется также к методу 2. Экстраполяции за пределы диапазонов температуры, приведенные на номограммах, не допускаются.

Таблица В.2-13 – Требования к энергии удара для углеродистых (C), углеродисто-марганцовистых (CMn), мелкозернистых сталей, никельсодержащих сталей с содержанием никеля не более 1,5 %

Установленный минимальный предел текучести основного материала	Требуемая энергия удара *KV* (на образцах для испытаний 10 × 10 мм)	Рисунок, определяющий требуемое значение T_{KV}	
МПа	Дж	Без сварки или после термической обработки после сварки	Непосредственно после сварки
$R_e \leq 265$	27	B.2-1	B.2-2
$R_e \leq 355$	27	B.2-3	B.2-4
$R_e \leq 460$	40	B.2-5	B.2-6
$R_e \leq 500$	40	B.2-7	B.2-8
Примечание – Пунктирные линии на рисунках B.2-1 и B.2-3 используются только для *KV* = 40 Дж.			

Таблица В.2-14 – Требования к энергии удара для аустенитно-ферритных нержавеющих сталей

Установленный минимальный предел текучести основного материала, МПа	Требуемая энергия удара *KV* (на образцах для испытаний 10 × 10 мм), Дж	Рисунок, определяющий требуемое значение T_{KV} для всех вариантов применения
$R_e \leq 385$	40	B.2-9
$R_e \leq 465$	40	B.2-10
$R_e \leq 550$	40	B.2-11

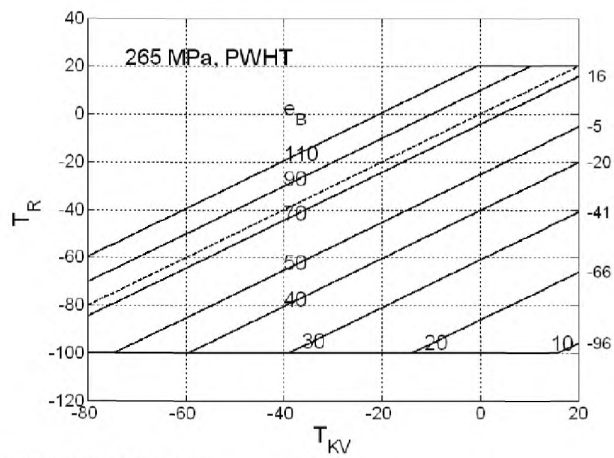
В.2.3.2 Процедура для основного материала толщиной менее 10 мм

Значения T_R и T_{KV} должны соответствовать рисункам B.2-1 – B.2-11. Требования к энергии удара указаны в таблицах B.2-13 и B.2-14.

Для толщин стенки < 10 мм используется кривая для 10 мм.

Требуемые энергии для образцов меньшего размера приведены в таблице B.3-1.

В.2.3.3 Номограммы для метода 2

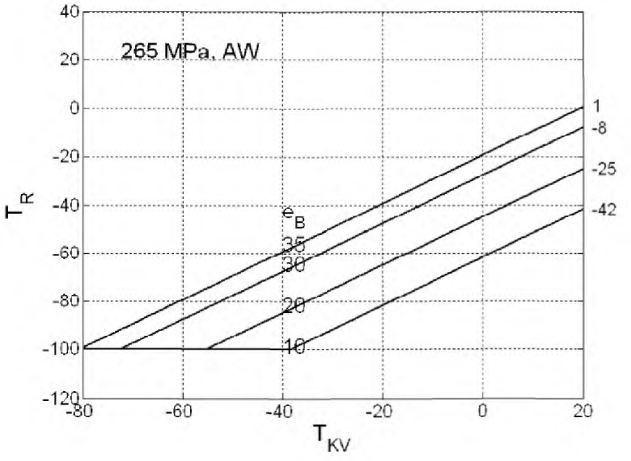


T_R – расчетная номинальная температура;

T_{KV} – температура испытаний материала на удар;

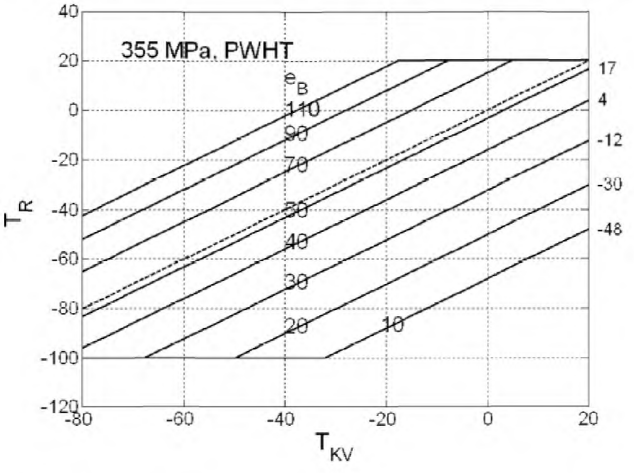
e_B – номинальная толщина

Рисунок В.2-1 – МЕТОД 2. Расчетная номинальная температура и температура испытаний на удар в состоянии термической обработки после сварки (PWHT) для $R_e \leq 265$ МПа и *KV* ≥ 27 Дж. Пунктирная линия используется только для *KV* ≥ 40 Дж и для толщины от 75 до 110 мм включительно



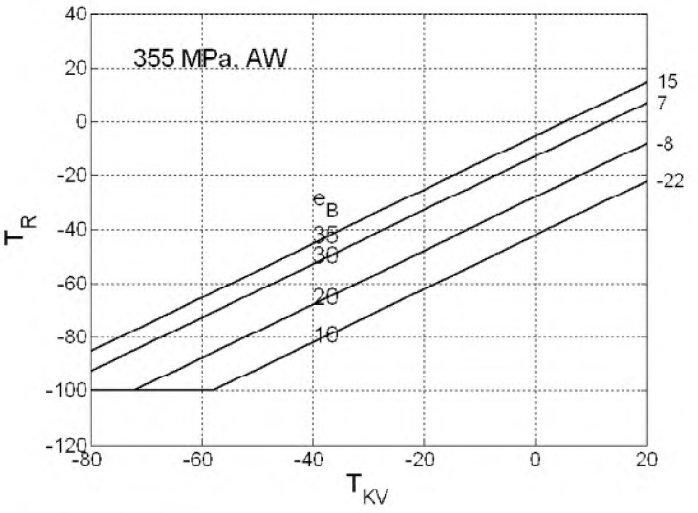
T_R – расчетная номинальная температура;
T_{KV} – температура испытаний материала на удар;
e_B – номинальная толщина

Рисунок В.2-2 – МЕТОД 2. Расчетная номинальная температура и температура испытаний на удар в состоянии непосредственно после сварки (AW) для R_e ≤ 265 МПа и KV ≥ 27 Дж



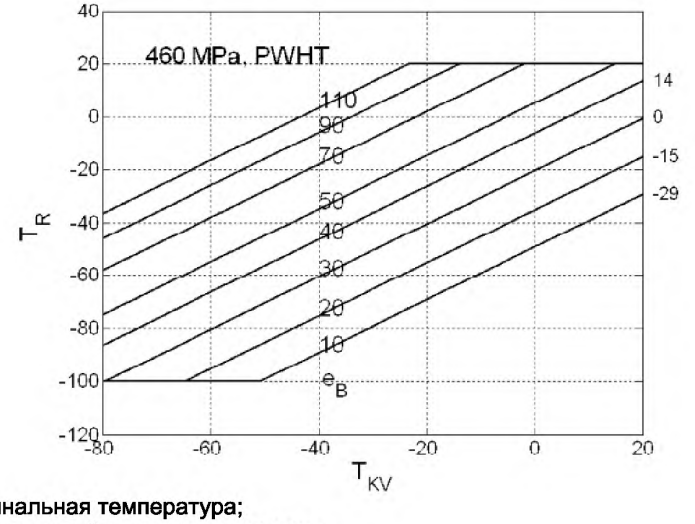
T_R – расчетная номинальная температура;
T_{KV} – температура испытаний материала на удар;
e_B – номинальная толщина

Рисунок В.2-3 – МЕТОД 2. Расчетная номинальная температура и температура испытаний на удар в состоянии термической обработки после сварки (PWHT) для R_e ≤ 355 МПа и KV ≥ 27 Дж. Пунктирная линия используется только для KV ≥ 40 Дж и для толщины от 55 до 110 мм включительно



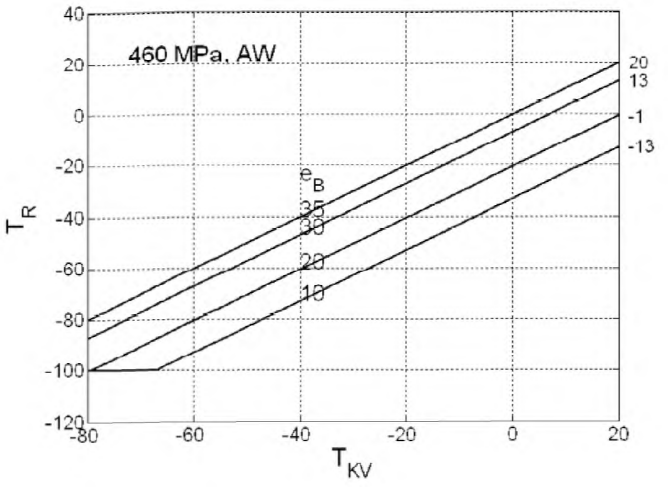
T_R – расчетная номинальная температура;
T_{KV} – температура испытаний материала на удар;
e_B – номинальная толщина

Рисунок B.2-4 – МЕТОД 2. Расчетная номинальная температура и температура испытаний на удар в состоянии непосредственно после сварки (AW), R_e ≤ 355 МПа и KV ≥ 27 Дж



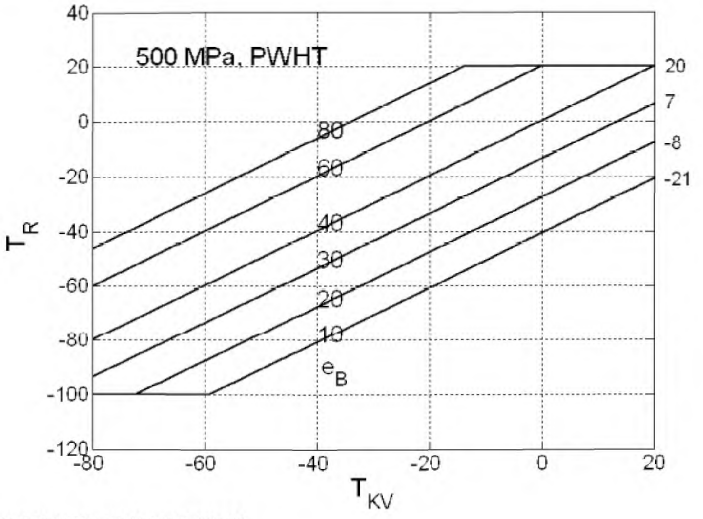
T_R – расчетная номинальная температура;
T_{KV} – температура испытаний материала на удар;
e_B – номинальная толщина

Рисунок B.2-5 – МЕТОД 2. Расчетная номинальная температура и температура испытаний на удар в состоянии термической обработки после сварки (PWHT), R_e ≤ 460 МПа и KV ≥ 40 Дж



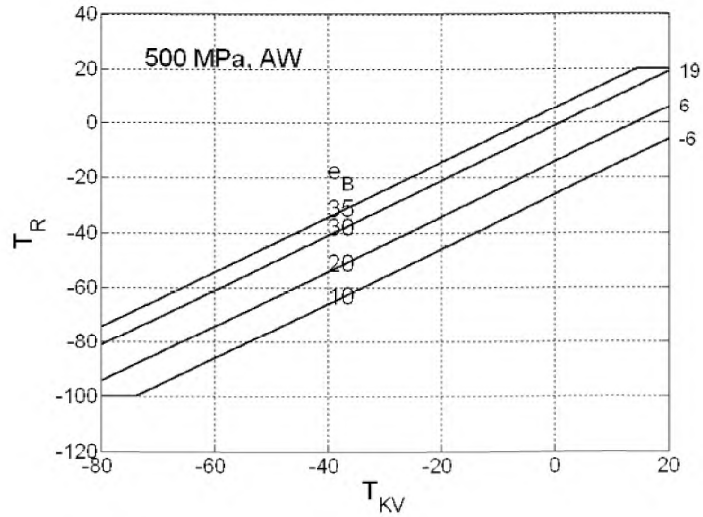
T_R – расчетная номинальная температура;
T_{KV} – температура испытаний материала на удар;
e_B – номинальная толщина

Рисунок B.2-6 – МЕТОД 2. Расчетная номинальная температура и температура испытаний на удар в состоянии непосредственно после сварки (AW), $R_e \leq 460$ МПа и $KV \geq 40$ Дж



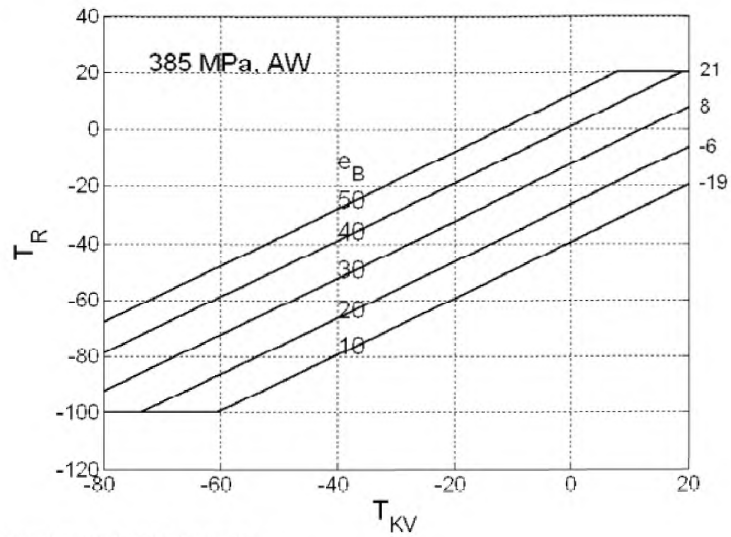
T_R – расчетная номинальная температура;
T_{KV} – температура испытаний материала на удар;
e_B – номинальная толщина

Рисунок B.2-7 – МЕТОД 2. Расчетная номинальная температура и температура испытаний на удар в состоянии термической обработки после сварки (PWHT), $R_e \leq 500$ МПа и $KV \geq 40$ Дж



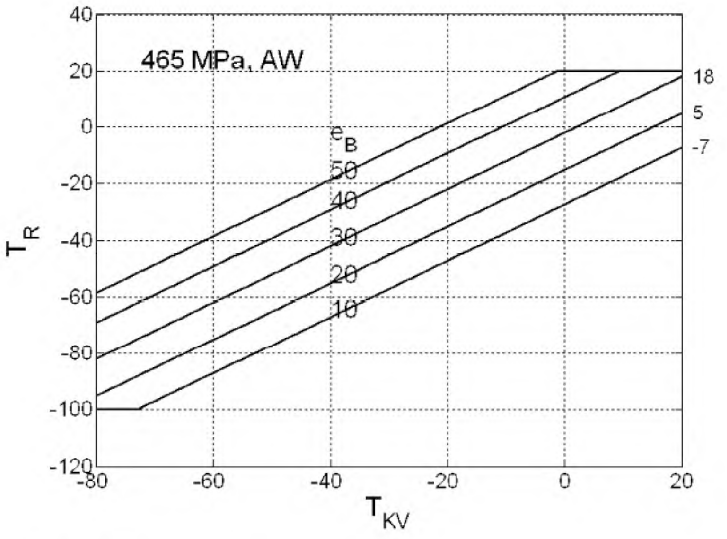
T_R – расчетная номинальная температура;
T_{KV} – температура испытаний материала на удар;
e_B – номинальная толщина

Рисунок В.2-8 – МЕТОД 2. Расчетная номинальная температура и температура испытаний на удар в состоянии непосредственно после сварки (AW), R_e ≤ 500 МПа и KV ≥ 40 Дж



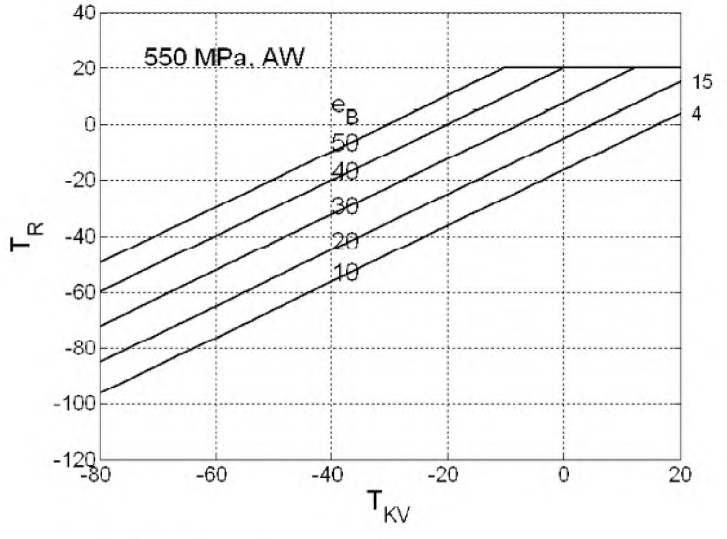
T_R – расчетная номинальная температура;
T_{KV} – температура испытаний материала на удар;
e_B – номинальная толщина

Рисунок В.2-9 – МЕТОД 2. Расчетная номинальная температура и температура испытаний на удар для аустенитно-ферритных сталей, e_B ≤ 50 мм, R_e = 385 МПа и KV ≥ 40 Дж



T_R – расчетная номинальная температура;
T_{KV} – температура испытаний материала на удар;
e_B – номинальная толщина

Рисунок B.2-10 – МЕТОД 2. Расчетная номинальная температура и температура испытаний на удар для аустенитно-ферритных сталей, $e_B \leq 50$ мм, $R_e = 465$ МПа и $KV \geq 40$ Дж



T_R – расчетная номинальная температура;
T_{KV} – температура испытаний материала на удар;
e_B – номинальная толщина

Рисунок B.2-11 – МЕТОД 2. Расчетная номинальная температура и температура испытаний на удар для аустенитно-ферритных сталей, $e_B \leq 50$ мм, $R_e = 550$ МПа и $KV \geq 40$ Дж

B.2.4 Метод 3 – анализ механики разрушения

B.2.4.1 Общие положения

Анализ механики разрушения может применяться изготовителем в качестве основы при определении пригодности конкретных сосудов для предполагаемого применения в следующих случаях:

a) материалы, на которые в настоящее время не распространяются гармонизированные европейские стандарты;

b) случаи, когда требования методов 1 и 2 для низкотемпературного применения не могут быть выполнены;

c) при обнаружении дефектов, не подпадающих под критерии приемки для неразрушающего контроля, указанные в EN 13445-5:2009;

d) если предлагается использовать материалы толщиной больше, чем допускают требования низкой температуры.

Примечание – Указания по анализу механики разрушения приведены в публикациях [5] – [10], указанных в библиографии.

Такой анализ должен выполняться в соответствии с требованиями B.2.4.2 – B.2.4.5.

B.2.4.2 Свойства вязкости разрушения получают в соответствии с процедурой испытаний на вязкость разрушения с использованием образцов полной толщины с односторонним надрезом или эквивалентных испытаний на компактное растяжение с усталостными трещинами, расположенными по толщине в центральной линии сварного шва и в основном материале. Отбор образцов из области зоны термического влияния для дальнейших испытаний также должен быть указан, особенно если возможна значительная усталость или другой механизм роста трещин в процессе эксплуатации.

Если указаны испытания зон термического влияния, то необходимы особые положения в отношении размещения надреза и металлографических срезов после испытаний.

B.2.4.3 Для материала, на который не распространяются требования низкой температуры метода 1 или 2, аналогичный уровень устойчивости к разрушению может быть получен посредством указания требований к вязкости разрушения, определенных при использовании процедур оценки, таких как в [8], [9], с номинальным размером дефекта, определенным изготовителем (например, сквозной дефект стенки общей длиной, равной 10 мм, или поверхностный дефект на четверть толщины стенки длиной в шесть раз больше глубины), и воздействиями эквивалентного напряжения (или деформации), относящегося к условиям гидравлических испытаний, для дефекта в области концентрации напряжений и под воздействием остаточных напряжений, эквивалентных пределу текучести при комнатной температуре основного материала, для элементов в состоянии непосредственно после сварки или 30%-ного предела текучести для элементов в состоянии термической обработки после сварки.

B.2.4.4 Если используются методы неразрушающего контроля, которые позволяют точно определить размер дефектов, то эти значения вместе с информацией о напряженном состоянии критических областей в сосуде необходимо использовать с соответствующими процедурами оценки разрушения для выбора более точных требований к ударной вязкости, чем требования, заданные методом 1 или 2.

B.2.4.5 Для материалов, на которые распространяются требования низкой температуры для метода 1 или 2, но для которых не могут быть соблюдены требования к энергии удара по Шарпи, надежность сосуда для предполагаемого применения можно определить посредством оценки пригодности к использованию по назначению, пользуясь репрезентативными данными о вязкости разрушения и требованиями контроля.

B.3 Общие требования к испытаниям

B.3.1 Общие положения

Если требуются испытания на удар, то выполняют испытания по Шарпи с V-образным надрезом в соответствии с EN 10045-1:1990. Требования к энергии удара должны выполняться в основном материале, зоне термического влияния и металле сварного шва.

Положение образца должно соответствовать требованиям в технических условиях поставки формы изделия к материалам оборудования, работающего под давлением. Для сварных соединений положение образца для металла сварного шва и зон термического влияния должно соответствовать EN 13445-4:2009.

Из каждой выборки необходимо испытать три образца для каждого из требуемых положений и температуры материала при испытаниях на удар T_{KV}. Среднее значение трех образцов должно быть не ниже требуемого значения энергии удара. Допускается, чтобы только один образец показал меньшее значение, но это значение должно быть не ниже 70 % заданного требуемого значения.

Требуемые значения для основного материала относятся к поперечному направлению. Если геометрия не позволяет взять образец в поперечном направлении, значения энергии удара получают из испытаний в продольном направлении. Минимальные требования к энергии удара, установленные для образцов для испытаний в поперечном направлении, необходимо умножить на коэффициент 1,5 для углеродистых (C), углеродисто-марганцовистых (CMn), мелкозернистых, низколегированных сталей и высокопрочных сталей.

B.3.2 Образцы малого размера

Если используются образцы для испытаний по Шарпи малого размера, измеренное значение энергии по Шарпи необходимо пропорционально привести к номинальной толщине образца 10 мм. В таблице B.3-1 приведен пример для образцов толщиной 7,5 и 5 мм. Если невозможно получить образцы для испытаний шириной по меньшей мере 5 мм, то материал не подвергают испытаниям на удар.

Таблица B.3-1 – Ударные требования к образцу для испытаний по Шарпи малого размера с V-образным надрезом при толщине основного материала менее 10 мм

Номинальное значение	Образец малого размера	
	Геометрия образца	
10 × 10 мм	10 × 7,5 мм	10 × 5 мм
	Минимальная энергия удара, Дж	
27	20	14
40	30	20

Если из элементов и сварных швов невозможно извлечь полноразмерный образец для испытаний по Шарпи, испытывают малые образцы. Чтобы представить поведение образца полной толщины, необходимо применить более низкую температуру испытаний на удар. Сдвиги температур должны соответствовать таблице B.3-2.

Испытания на удар проводят на максимальной толщине, которая может быть получена из рассматриваемого элемента.

Таблица B.3-2 – Требования к эквивалентной энергии удара при извлечении образцов малого размера из сечений большей толщины

Требуемая энергия удара *KV*, Дж	Геометрия образца, мм	Требования к малому образцу		
		KV, Дж	Геометрия образца, мм	Сдвиг температуры испытаний на удар, °C
27	10 × 10	20 14	7,5 × 10 5,0 × 10	$T_{KV} - 5$ $T_{KV} - 20$
40	10 × 10	30 20	7,5 × 10 5,0 × 10	$T_{KV} - 5$ $T_{KV} - 20$
20	7,5 × 10	14	5,0 × 10	$T_{KV} - 15$
30	7,5 × 10	20	5,0 × 10	$T_{KV} - 15$
14	5,0 × 10	–	–	–
20	5,0 × 10	–	–	–

B.4 Сварные швы

B.4.1 Общие положения

При соединении материалов сваркой выбор присадочных материалов и процедур сварки должен гарантировать, что в дополнение к требованиям EN 13445-4:2009 достигаются требуемые свойства энергии удара в металле сварного шва и зонах термического влияния при проведении испытаний в соответствии с B.3.

Требуемая энергия удара должна быть не меньше заданной минимальной энергии удара для основного металла. Требования метода 1 или 2 должны быть соблюдены.

B.4.2 Квалификация процедуры сварки

Квалификация процедуры сварки выполняется в соответствии с EN 13445-4:2009.

B.4.3 Пластины для производственных испытаний

Для ферритных и аустенитно-ферритных сталей пластины для производственных испытаний сварки должны быть выполнены в соответствии с EN 13445-4:2009.

B.5 Материалы для использования при повышенных температурах

B.5.1 Общие положения

B.5 применяется к оборудованию, работающему под давлением:

– с расчетной температурой нормальной эксплуатации более 50 °C, если:

– температура материала при пуске, останове и при возможных нарушениях процесса не ниже – 10 °C;

– процедура пуска и останова является управляемой и соответствует приведенной в B.5.4;

– выполнены условия испытаний давлением, указанные в B.5.5.

Если любое из этих требований не выполняется, применяют методы для низкотемпературных материалов.

Примечание – Ограничение по пуску и останову, нарушениям процесса и испытаниям давлением не действует в отношении аустенитных нержавеющих сталей.

B.5.2 Материалы

Материалы должны обладать следующей установленной минимальной энергией удара, измеренной на стандартном образце для испытаний по Шарпи с V-образным надрезом (см. EN 10045-1:1990):

– ≥ 27 Дж для ферритных сталей;

– ≥ 40 Дж для сталей группы 8, 9.3 и 10

при температуре не выше 20 °C.

B.5.3 Квалификация процедуры сварки и пластины для производственных испытаний

Квалификация процедуры сварки выполняется в соответствии с EN 13445-4:2009.

Пластина для производственных испытаний сварки должна быть выполнена в соответствии с EN 13445-4:2009.

B.5.4 Процедура пуска и останова

Во избежание хрупкого разрушения оборудования, работающего под давлением, из ферритных или аустенитно-ферритных сталей в процессе выполнения процедур пуска и останова давление не должно превышать 50 % расчетного давления при температуре ниже 20 °C.

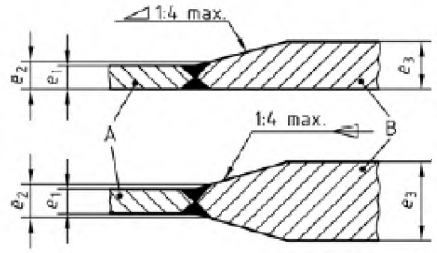
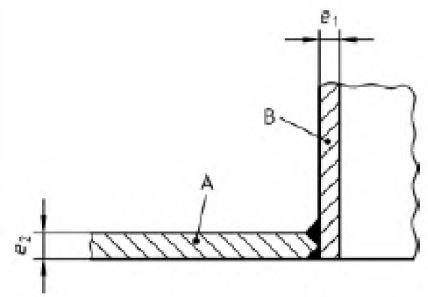
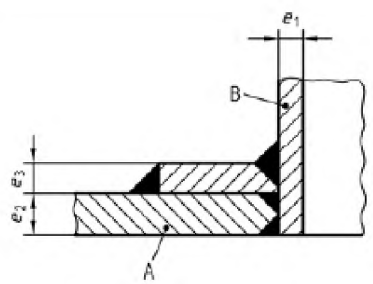
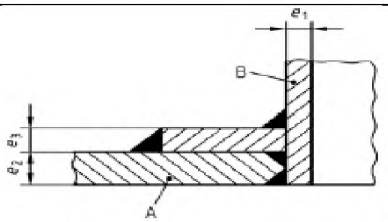
Соблюдение такой процедуры пуска и останова не требуется, если оценка установленных минимальных значений удара по методу 2 допускает расчетные давления при более низких температурах.

B.5.5 Испытание давлением

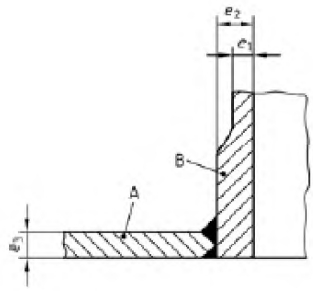
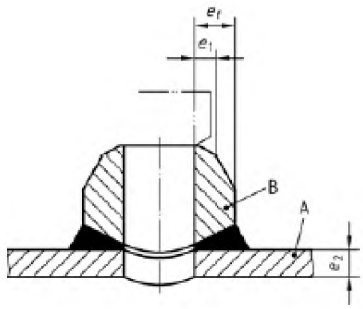
Испытание гидростатическим давлением сосудов, работающих под давлением, из ферритных или аустенитно-ферритных сталей не проводится при температуре материала ниже 10 °C.

Соблюдение этого температурного ограничения не требуется, если оценка установленных минимальных значений удара по методу 2 допускает расчетные давления при более низких температурах.

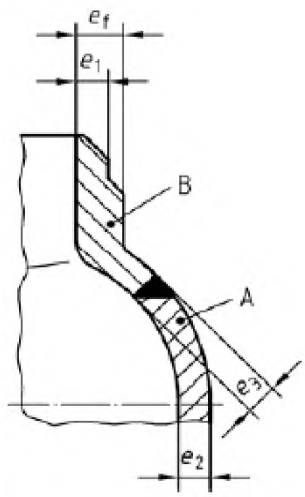
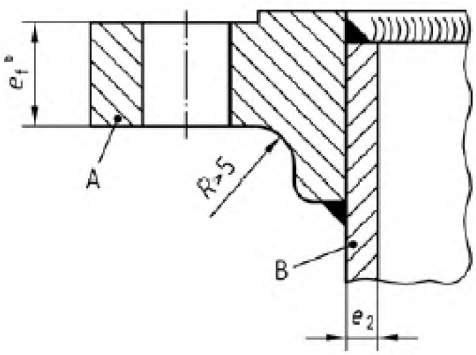
Таблица B.4-1 – Номинальная толщина e_B

№	Деталь конструкции	после сварки (AW) или после термической обработки после сварки (PWHT)	Номинальная толщина		
			Деталь A	Сварной шов	Деталь B
1	Сваренные встык элементы неравной толщины 	AW	e_1	e_2	e_2 проверить e_3 на рисунках B.2-2, B.2-4, B.2-6, B.2-8 [a)]
		PWHT	e_1	e_2	e_3
2	Отводы и штуцеры 	AW	e_2	e_2	e_1
		PWHT	e_2	e_2	e_1
3		AW	e_2	e_2 или e_3, если толще	e_1
		PWHT	e_2	e_2 или e_3, если толще	e_1
4		AW	e_2	e_2 или e_3, если толще	e_1
		PWHT	e_2	e_2 или e_3, если толще	e_1

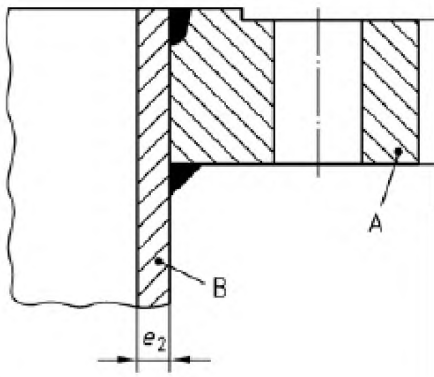
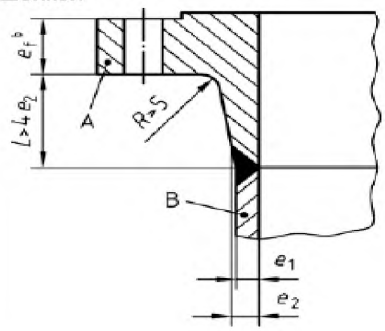
Продолжение таблицы B.4-1

№	Деталь конструкции	после сварки (AW) или после термической обработки после сварки (PWHT)	Номинальная толщина		
			Деталь A	Сварной шов	Деталь B
5		AW	e_3	e_2 или e_3, если толще	e_2
		PWHT	e_3	e_2 или e_3, если толще	e_2
6		AW	e_2	e_2	e_1 или $e_f/4$, если толще
		PWHT	e_2	e_2	e_1[a] или $e_f/4$, если толще, если нужно, проверить e_1 на рисунках B.2-1, B.2-3, B.2-5, B.2-7 [a)]

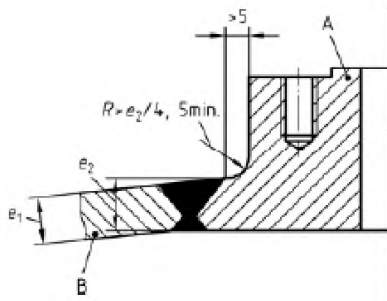
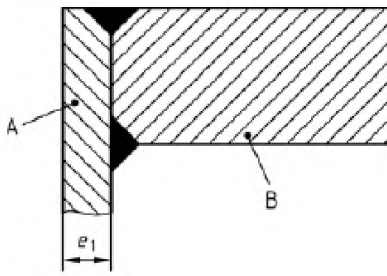
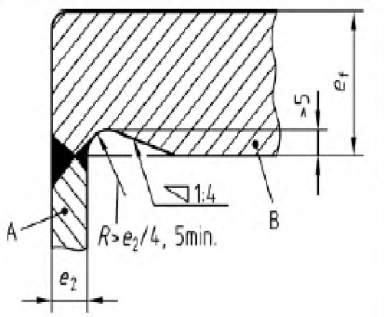
Продолжение таблицы B.4-1

№	Деталь конструкции	после сварки (AW) или после термической обработки после сварки (PWHT)	Номинальная толщина		
			Деталь A	Сварной шов	Деталь B
7		AW	e_2	e_3	e_3 или $e_f/4$, если толще
		PWHT	e_2	e_3	e_3 [a] или $e_f/4$, если толще, если нужно, проверить e_1 на рисунках B.2-1, B.2-3, B.2-5, B.2-7 [a)]
8	Сквозные и плоские фланцы [c)] 	AW	e_2 или $e_f/4$, если толще	e_2 или $e_f/4$, если толще	e_2
		PWHT	e_2 или $e_f/4$, если толще	e_2 или $e_f/4$, если толще	e_2

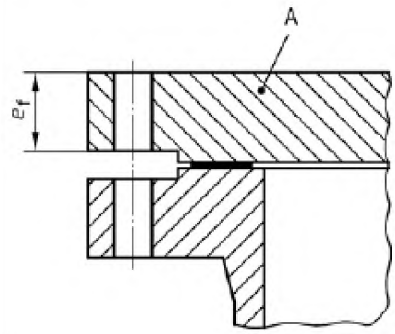
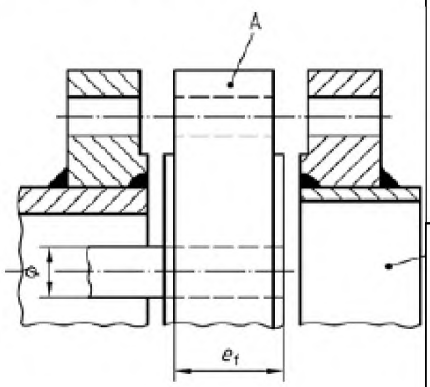
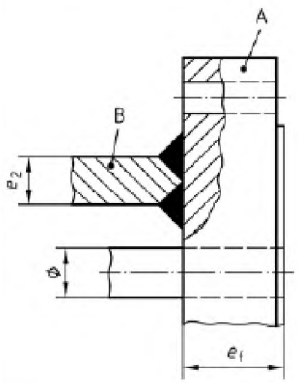
Продолжение таблицы B.4-1

№	Деталь конструкции	после сварки (AW) или после термической обработки после сварки (PWHT)	Номинальная толщина		
			Деталь A	Сварной шов	Деталь B
9		AW	e_2 или $e_f/4$, если толще	e_2 или $e_f/4$, если толще	e_2
		PWHT	e_2 или $e_f/4$, если толще	e_2 или $e_f/4$, если толще	e_2
10	Кованые или литые сварные фланцы с шейкой [c] 	AW	e_2 [a] проверить $e_f/4$ на рисунках B.2-2, B.2-4, B.2-6, B.2-8 [a]	e_2	e_1
		PWHT	e_2 или $e_f/4$, если толще	e_2	e_1

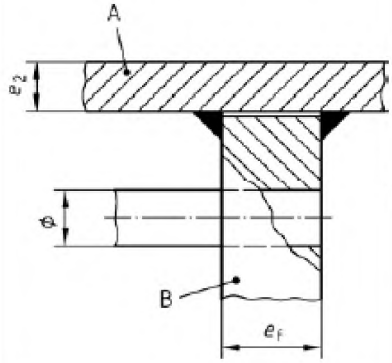
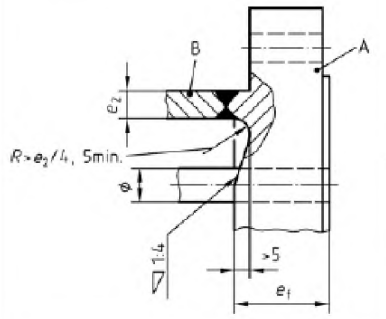
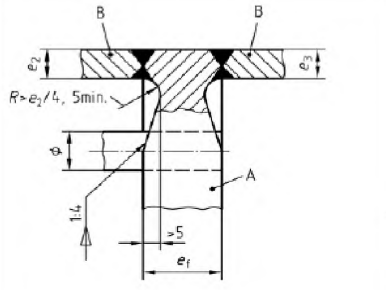
Продолжение таблицы B.4-1

№	Деталь конструкции	после сварки (AW) или после термической обработки после сварки (PWHT)	Номинальная толщина		
			Деталь A	Сварной шов	Деталь B
11	Фланцы с выступом 	AW	e_2 [a] проверить $e_f/4$ на рисунках B.2-2, B.2-4, B.2-6, B.2-8 [a]	e_2	e_1
		PWHT	e_2 или $e_f/4$, если толще	e_2	e_1
12	Плоские днища 	AW	e_1	e_1	$e_f/4$ или e_1, если толще
		PWHT	e_1	e_1	$e_f/4$ или e_1, если толще
13		AW	e_2	e_2	e_2 или проверить $e_f/4$ на рисунках B.2-2, B.2-4, B.2-6, B.2-8
		PWHT	e_2	e_2	e_2 или $e_f/4$, если толще

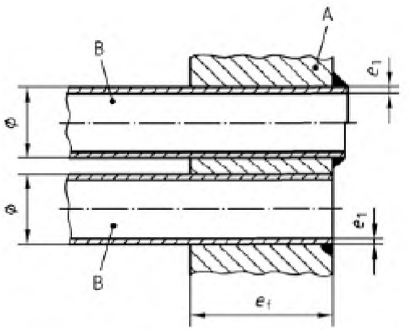
Продолжение таблицы B.4-1

№	Деталь конструкции	после сварки (AW) или после термической обработки после сварки (PWHT)	Номинальная толщина		
			Деталь A	Сварной шов	Деталь B
14	Крышки и глухие фланцы 	AW	$e_f/4$	–	–
		PWHT	$e_f/4$	–	–
15	Трубные пластины 	AW	[не прим.]	[не прим.]	[не прим.]
		PWHT	$e_f/4$	[не прим.]	[не прим.]
16		AW	$e_f/4$ или e_2, если толще	e_2	e_2
		PWHT	$e_f/4$ или e_2, если толще	e_2	e_2

Продолжение таблицы B.4-1

№	Деталь конструкции	после сварки (AW) или после термической обработки после сварки (PWHT)	Номинальная толщина		
			Деталь A	Сварной шов	Деталь B
17	Вваренная в оболочку/канал 	AW	e_2 проверить $e_f/4$ на рисунках B.2-2, B.2-4, B.2-6, B.2-8	e_2	e_2 или $e_f/4$, если толще
		PWHT	e_2 или $e_f/4$, если толще	e_2	e_2 или $e_f/4$, если толще
18	Кованая трубная пластина со стержнями 	AW	e_2 [a] проверить $e_f/4$ на рисунках B.2-2, B.2-4, B.2-6, B.2-8 [a]	e_2	e_2
		PWHT	$e_f/4$ или e_2, если толще	e_2	e_2
19		AW	e_2 [a] или e_3, если толще, проверить $e_f/4$ на рисунках B.2-2, B.2-4, B.2-6, B.2-8 [a]	e_2 (e_3)	e_2 (e_3)
		PWHT	$e_f/4$, или e_2, или e_3, если толще	e_2 (e_3)	e_2 (e_3)

Окончание таблицы B.4-1

№	Деталь конструкции	после сварки (AW) или после термической обработки после сварки (PWHT)	Номинальная толщина		
			Деталь A	Сварной шов	Деталь B
20	Соединение трубы с трубной пластиной 	AW	[не прим.]	e_1	e_1
		PWHT	b)	e_1	e_1

Примечание 1 – [не прим.] означает «не применимо».

Примечание 2 – e_1, e_2 и e_3 относятся к номинальной толщине различных элементов, показанных на рисунках.

1 e_f можно измерять в радиальном направлении, если это дает преимущество.

a) Принимается минимальная температура испытаний из двух состояний: e_x (AW), e_y (PWHT).

b) Номинальная толщина детали A не зависит от этого соединения.

c) Для приварных фланцев с шейкой и сквозных фланцев по EN 1092-1:2007 *R* приводится в EN 1092-1.

Приложение С
(справочное)

Процедура определения коэффициента ослабления прочности вследствие ползучести сварного шва

Коэффициент ослабления прочности вследствие ползучести сварного шва принимается равным 1, если изготовитель стали выполнил все следующие условия:

С.1 Испытания на ползучесть до разрыва сварных швов на образцах тех же стальных изделий, которые используются в сосуде и сравнимы в отношении потребления, проводятся в соответствии с рекомендациями Европейского комитета по ползучести (E.C.C.C.) [18].

С.2 Две температуры испытаний выбирают в пределах диапазона +/–30 °С от средней расчетной температуры. При каждой из этих температур необходимо провести испытания на ползучесть при напряжениях, выбранных для получения продолжительности до $^1/_3$ от расчетного срока службы по ползучести (обычно 1 000, 3 000, 10 000, 30 000, 60 000, 100 000 ч и т. д.). Необходимо показать, что нижний предел достигнутых значений ползучести сварного соединения не ниже нижней допустимой полосы разброса (–20 %) установленных средних значений предела ползучести основного материала в соответствии со стандартом на материалы. Однако, если разрыв располагается в зоне термического влияния, экстраполяция не допускается без дополнительных испытаний при большей продолжительности без признаков видимого уменьшения. В этом случае экстраполяцию можно выполнить при помощи коэффициента, эквивалентного коэффициенту, отражающему устойчивые условия, используемые в таких более длительных испытаниях.

С.3 Если при испытаниях, описанных выше, не выявлено растрескивание в зоне термического влияния, необходимо провести дополнительную серию испытаний при более высокой температуре со значением параметра Ларсона-Миллера, большим либо равным параметру в точке экстраполяции. Эти испытания проводят для подтверждения, что место разрыва не переходит от основного материала к зоне термического влияния. В идеальных условиях температура должна не более чем на 50 °С превышать верхнюю температуру испытаний в С.2 (во избежание недопустимого изменения микроструктуры). Напряжение должно привести к минимальному времени испытаний 10 тыс. ч. Температура и продолжительность испытаний выбирают так, чтобы временно-температурный параметр ползучести, например параметр Ларсона-Миллера, при этих испытаниях был не ниже значения в точке экстраполяции (время и температура). Испытанию подлежат не менее трех образцов. Место разрыва образцов для испытаний на ползучесть исследуют под микроскопом.

С.4 Если место разрыва образца для испытаний на ползучесть в С.3 располагается в пределах основного материала, то коэффициент ослабления прочности вследствие ползучести сварного шва можно принять равным единице для времени, не более чем в 3 раза превышающего время, достигнутое при испытаниях в С.2.

С.5 Если свойства предела ползучести образцов поперечного сварного шва падают ниже минимального значения, приведенного в полосе разброса, можно использовать особый коэффициент ослабления сварного шва, основанный на отношении среднего значения сравниваемого предела ползучести к 80 % среднего значения основного материала.

Приложение D
(справочное)

Технические условия поставки плакированных изделий для использования под давлением

D.1 Введение

До появления европейского стандарта на плакированные стальные изделия для использования под давлением требования к техническим условиям поставки таких изделий формируют основу для договоренности между участвующими сторонами.

D.2 Требования к материалу

К материалу плакированных изделий применяются соответствующие требования EN 13445-2:2009.

Кроме того, если необходимо, требования к испытаниям на удар, подобные описанным в разделе D.4, перечисление b), должны быть согласованы на этапе запроса и заказа.

D.3 Требования к покрывающим материалам

Плакированные стали должны соответствовать следующим общим требованиям.

В случае плакированных сталей, где плакировка имеет меньшую степень упругости, чем основной материал, испытание на растяжение плакировки после удаления основы должно показать удлинение после разрушения A_5 не менее 12 %.

Скрепление между основанием и материалами плакировки должно носить такой характер, чтобы не происходило отслоения в процессе изготовления или эксплуатации. Если иное не указано в заказе, прочность при сдвиге плакировки с прочностью на растяжение менее 280 МПа должна составлять более половины минимальной прочности на растяжение материала плакировки и для всех прочих материалов плакировки должна быть не менее 140 МПа независимо от направления испытаний.

Скрепленная область должна покрывать не менее 95 % всей поверхности, и никакой отдельный нескрепленный участок не должен покрывать более 50 $см^2$. В случае плакированных сталей, которые подвергаются высокому напряжению в процессе изготовления (например, выпуклые днища) или в процессе эксплуатации (например, трубные пластины), может понадобиться выдвижение дополнительных требований покупателем (оператором).

Материал плакировки должен иметь текстуру поверхности, которая соответствует процессу плакировки, и равномерную толщину с допусками, не превышающими допусков, указанных в таблице D.3-1.

Возможные допуски для основного материала приведены в соответствующих стандартах на размеры различных изделий.

Таблица D.3-1 – Предельные отклонения толщины материалов плакировки на плакированных сталях

Номинальная толщина, мм	Предельные отклонения толщины [a, b], мм
1,0	–0,10
1,5	–0,15
2,0	–0,20
2,5	–0,25
3,0	–0,35
3,5	–0,45
4,0	–0,50
4,5	–0,50
≥ 5,0	–0,50

[a] Отклонения от значений в данной таблице подлежат особому согласованию.
[b] Для промежуточных значений толщины применяется предельное отклонение, указанное для ближайшей меньшей толщины в таблице.

D.4 Квалификация процедуры плакировки

Перед началом изготовления соответствующие условия плакировки должны быть проверены посредством квалификационных испытаний процедуры плакировки, включая испытания процедуры сварки для наплавленного слоя сварного шва, если применимо. Эти условия необходимо тщательно соблюдать при заводском плакировании изделий.

Квалификационные испытания процедуры плакировки обычно включают в себя:

a) испытания на растяжение в соответствии с EN 10002-1:2001;

b) испытания на удар по Шарпи с V-образным надрезом в соответствии с EN 10045-1:1990 при температуре, указанной для образцов, взятых из плакированного основного материала, такие как:

– одна сторона образца для испытаний совпадает со скрепленной областью между основным и покрывающим материалом;

– продольное направление образца для испытаний расположено поперек направления прокатки;– ось надреза перпендикулярна ближайшей поверхности основного материала (см. рисунок D.5-1, [d]);

c) испытания на изгиб образцов, которые, как показано на рисунке D.5-2, включают в себя зону скрепления и изгибаются в направлении, параллельном граничной зоне;

d) исследование твердости, микро- и макроструктуры, а также химического состава в зоне перехода;

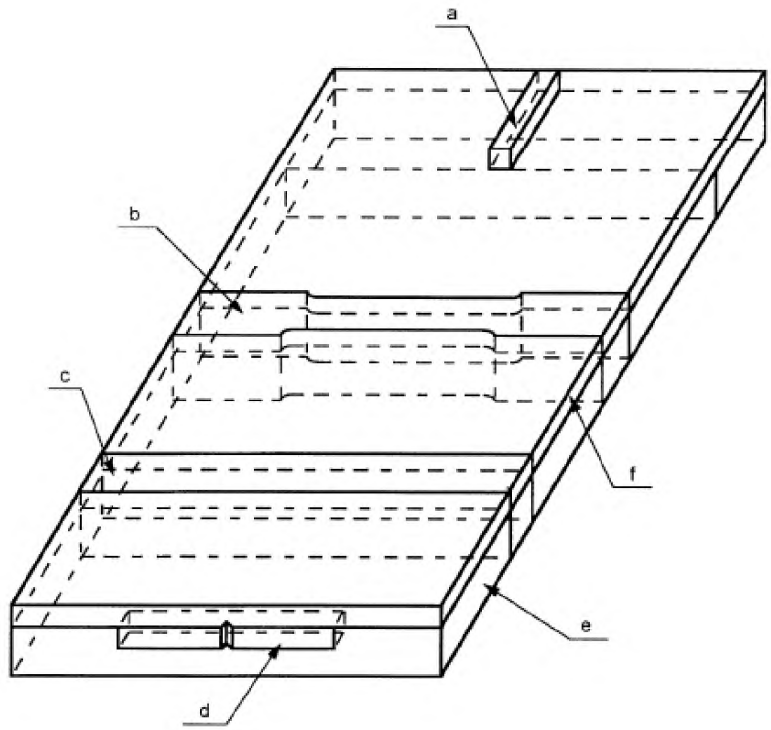
e) испытания образцов на сдвиг;

f) контроль качества поверхности и соответствия размеров;

g) ультразвуковой контроль скрепления между основным материалом и плакировкой.

D.5 Производственные испытания

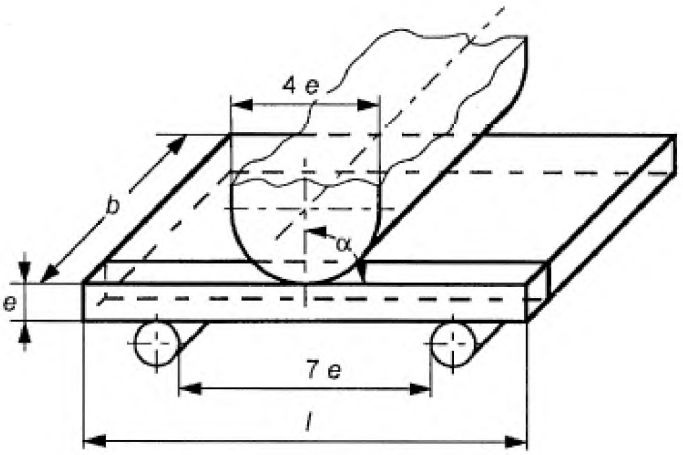
Интервальные образцы основного материала, плакированного при тех же условиях, что и изделия, должны быть испытаны с последовательной периодичностью в процессе производства. Типы проводимых испытаний и требования, которые необходимо соблюдать, должны быть согласованы на основании результатов квалификационных испытаний процедуры плакировки, указанных в разделе D.4, и практического опыта.



[a] Образец для испытаний на сдвиг.
[b] Образец для испытаний на растяжение.
[c] Образец для испытаний на боковой изгиб.
[d] Образец для испытаний на удар прутка с надрезом.
[e] Материал.
[f] Материал плакировки.

Рисунок D.5-1 – Расположение образцов для испытаний

Схема испытаний



Размеры образца:

Толщина: e = 10 мм.

Ширина: b = толщина готового изделия, но не более 80 мм (основной материал и материал плакировки). Если толщина готового изделия превышает 80 мм, основной материал можно удалить.

Длина: l = не менее 130 мм.

Угол: α = 90°.

Рисунок D.5-2 – Испытание на изгиб плакированных изделий

Приложение Е
(справочное)

Европейские стали для использования под давлением

Е.1 Европейские стандарты на стали и стальные элементы для использования под давлением

В таблице Е.1-1 содержится справочная информация о европейских стандартах на стали и стальные элементы для использования под давлением.

Таблица Е.1-1 – Европейские стандарты на стали и стальные элементы для использования под давлением

Форма изделия	Общие требования	Марки для комнатной температуры [a]	Марки для повышенных температур	Мелкозернистые стали			Марки для низких температур	Нержавеющие стали
				Нормализованные	Термомеханически обработанные	Закаленные и отпущенные		
Пластина и полоса	EN 10028-1	–	EN 10028-2	EN 10028-3	EN 10028-5	EN 10028-6	EN 10028-4	EN 10028-7
Катаный пруток	–	–	EN 10273	–	–	–	–	EN 10272
Труба бесшовная	–	EN 10216-1	EN 10216-2	EN 10216-3	–	EN 10216-3	EN 10216-4	EN 10216-5
Труба электросварная	–	EN 10217-1	EN 10217-2	EN 10217-3	–	–	EN 10217-4	–
Труба сварная под флюсом	–	EN 10217-1	EN 10217-5	EN 10217-3	–	–	EN 10217-6	–
Труба сварная плавлением	–	–	–	–	–	–	–	EN 10217-7
Фитинг	–	EN 10253-2	EN 10253-2	EN 10253-2	EN 10253-2	EN 10253-2	EN 10253-2	EN 10253-4
Поковка, включая кованые прутки	EN 10222-1	–	EN 10222-2	EN 10222-4	–	–	EN 10222-3	EN 10222-5
Отливка	EN 10213	–	EN 10213	–	–	–	EN 10213	EN 10213
Сталь для крепежных изделий	–	–	EN 10269	–	–	–	EN 10269	EN 10269

[a] Значения комнатной температуры приведены во всех стандартах из данной таблицы.

Е.2 Европейские стандартизированные стали, сгруппированные в соответствии с формами изделий

Ссылки в данной таблице не содержат дату стандарта, но они являются датированными, как указано в разделе 2 и в библиографии.

Таблица Е.2-1 – Европейские стандартизированные стали, сгруппированные в соответствии с формами изделий

№	Форма изделия	Европейский стандарт	Описание материала	Марка	Номер материала	Термическая обработка [g)]	Толщина, мм		Группа материала по CR ISO 15608	Примечания
							мин.	макс.		
1	Пластина и полоса	EN 10028-2	Свойства при повышенной температуре	P235GH	1.0345	N	0	250	1.1	
2	Пластина и полоса	EN 10028-2	Свойства при повышенной температуре	P265GH	1.0425	N	0	250	1.1	
3	Пластина и полоса	EN 10028-2	Свойства при повышенной температуре	P295GH	1.0481	N	0	250	1.2	
4	Пластина и полоса	EN 10028-2	Свойства при повышенной температуре	P355GH	1.0473	N	0	250	1.2	
5	Пластина и полоса	EN 10028-2	Свойства при повышенной температуре	16Mo3	1.5415	N, NT	0	250	1.2	[e)]
6	Пластина и полоса	EN 10028-2	Свойства при повышенной температуре	18MnMo4-5	1.5414	NT	0	150	1.2	
7	Пластина и полоса	EN 10028-2	Свойства при повышенной температуре	18MnMo4-5	1.5414	QT	150	250	1.2	
8	Пластина и полоса	EN 10028-2	Свойства при повышенной температуре	20MnMoNi4-5	1.6311	QT	0	250	3.1	
9	Пластина и полоса	EN 10028-2	Свойства при повышенной температуре	15NiCuMoNb5-6-4	1.6368	NT	0	100	3.1	
10	Пластина и полоса	EN 10028-2	Свойства при повышенной температуре	15NiCuMoNb5-6-4	1.6368	NT, QT	100	150	3.1	
11	Пластина и полоса	EN 10028-2	Свойства при повышенной температуре	15NiCuMoNb5-6-4	1.6368	QT	150	200	3.1	
12	Пластина и полоса	EN 10028-2	Свойства при повышенной температуре	13CrMo4-5	1.7335	NT	0	100	5.1	
13	Пластина и полоса	EN 10028-2	Свойства при повышенной температуре	13CrMo4-5	1.7335	NT, QT	100	150	5.1	
14	Пластина и полоса	EN 10028-2	Свойства при повышенной температуре	13CrMo4-5	1.7335	QT	150	250	5.1	

Продолжение таблицы Е.2-1

№	Форма изделия	Европейский стандарт	Описание материала	Марка	Номер материала	Термическая обработка [g)]	Толщина, мм		Группа материала по CR ISO 15608	Примечания
							мин.	макс.		
15	Пластина и полоса	EN 10028-2	Свойства при повышенной температуре	13CrMoSi5-5	1.7336	NT, QT	0	100	5.1	
16	Пластина и полоса	EN 10028-2	Свойства при повышенной температуре	13CrMoSi5-5	1.7336	QT	100	250	5.1	
17	Пластина и полоса	EN 10028-2	Свойства при повышенной температуре	10CrMo9-10	1.7380	NT	0	60	5.2	
18	Пластина и полоса	EN 10028-2	Свойства при повышенной температуре	10CrMo9-10	1.7380	NT, QT	60	100	5.2	
19	Пластина и полоса	EN 10028-2	Свойства при повышенной температуре	10CrMo9-10	1.7380	QT	100	250	5.2	
20	Пластина и полоса	EN 10028-2	Свойства при повышенной температуре	12CrMo9-10	1.7375	NT, QT	0	250	5.2	
21	Пластина и полоса	EN 10028-2	Свойства при повышенной температуре	X12CrMo5	1.7362	NT	0	150	5.3	
22	Пластина и полоса	EN 10028-2	Свойства при повышенной температуре	X12CrMo5	1.7362	QT	150	250	5.3	
23	Пластина и полоса	EN 10028-2	Свойства при повышенной температуре	13CrMoV9-10	1.7703	NT	0	150	6.2	
24	Пластина и полоса	EN 10028-2	Свойства при повышенной температуре	13CrMoV9-10	1.7703	QT	150	250	6.2	
25	Пластина и полоса	EN 10028-2	Свойства при повышенной температуре	12CrMoV12-10	1.7767	NT	0	150	6.2	
26	Пластина и полоса	EN 10028-2	Свойства при повышенной температуре	12CrMoV12-10	1.7767	QT	150	250	6.2	
27	Пластина и полоса	EN 10028-2	Свойства при повышенной температуре	X10CrMoVNb9-1	1.4903	NT	0	150	6.4	
28	Пластина и полоса	EN 10028-2	Свойства при повышенной температуре	X10CrMoVNb9-1	1.4903	QT	150	250	6.4	
29	Пластина и полоса	EN 10028-3	Мелкозернистая сталь, нормализованная	P275NH	1.0487	N	0	250	1.1	
30	Пластина и полоса	EN 10028-3	Мелкозернистая сталь, нормализованная	P275NL1	1.0488	N	0	250	1.1	

Продолжение таблицы Е.2-1

№	Форма изделия	Европейский стандарт	Описание материала	Марка	Номер материала	Термическая обработка [g)]	Толщина, мм		Группа материала по CR ISO 15608	Примечания
							мин.	макс.		
31	Пластина и полоса	EN 10028-3	Мелкозернистая сталь, нормализованная	P275NL2	1.1104	N	0	250	1.1	
32	Пластина и полоса	EN 10028-3	Мелкозернистая сталь, нормализованная	P355N	1.0562	N	0	250	1.2	
33	Пластина и полоса	EN 10028-3	Мелкозернистая сталь, нормализованная	P355NH	1.0565	N	0	250	1.2	
34	Пластина и полоса	EN 10028-3	Мелкозернистая сталь, нормализованная	P355NL1	1.0566	N	0	250	1.2	
35	Пластина и полоса	EN 10028-3	Мелкозернистая сталь, нормализованная	P355NL2	1.1106	N	0	250	1.2	
36	Пластина и полоса	EN 10028-3	Мелкозернистая сталь, нормализованная	P460NH	1.8935	N	0	100	1.3	
37	Пластина и полоса	EN 10028-3	Мелкозернистая сталь, нормализованная	P460NL1	1.8915	N	0	100	1.3	
38	Пластина и полоса	EN 10028-3	Мелкозернистая сталь, нормализованная	P460NL2	1.8918	N	0	100	1.3	
39	Пластина и полоса	EN 10028-4	Свойства при низкой температуре	11MnNi5-3	1.6212	N,NT	0	80	9.1	
40	Пластина и полоса	EN 10028-4	Свойства при низкой температуре	13MnNi6-3	1.6217	N,NT	0	80	9.1	
41	Пластина и полоса	EN 10028-4	Свойства при низкой температуре	15NiMn6	1.6228	N,NT,QT	0	80	9.1	
42	Пластина и полоса	EN 10028-4	Свойства при низкой температуре	12Ni14	1.5637	N,NT,QT	0	80	9.2	
43	Пластина и полоса	EN 10028-4	Свойства при низкой температуре	X12Ni5	1.5680	N,NT,QT	0	50	9.2	
44	Пластина и полоса	EN 10028-4	Свойства при низкой температуре	X8Ni9+NT640	1.5662	N+NT	0	50	9.3	
45	Пластина и полоса	EN 10028-4	Свойства при низкой температуре	X8Ni9+QT640	1.5662	QT	0	50	9.3	

Продолжение таблицы Е.2-1

№	Форма изделия	Европейский стандарт	Описание материала	Марка	Номер материала	Термическая обработка [g)]	Толщина, мм		Группа материала по CR ISO 15608	Примечания
							мин.	макс.		
46	Пластина и полоса	EN 10028-4	Свойства при низкой температуре	X8Ni9+QT680	1.5662	N+NT, QT	0	15	9.3	
47	Пластина и полоса	EN 10028-4	Свойства при низкой температуре	X8Ni9+QT680	1.5662	QT	15	50	9.3	
48	Пластина и полоса	EN 10028-4	Свойства при низкой температуре	X7Ni9	1.5663	N+NT, QT	0	15	9.3	
49	Пластина и полоса	EN 10028-4	Свойства при низкой температуре	X7Ni9	1.5663	QT	15	50	9.3	
50	Пластина и полоса	EN 10028-5	Мелкозернистая сталь, термомеханически катаная	P355M	1.8821	M	0	63	1.2	f)
51	Пластина и полоса	EN 10028-5	Мелкозернистая сталь, термомеханически катаная	P355ML1	1.8832	M	0	63	1.2	f)
52	Пластина и полоса	EN 10028-5	Мелкозернистая сталь, термомеханически катаная	P355ML2	1.8833	M	0	63	1.2	f)
53	Пластина и полоса	EN 10028-5	Мелкозернистая сталь, термомеханически катаная	P420M	1.8824	M	0	63	2.1	f)
54	Пластина и полоса	EN 10028-5	Мелкозернистая сталь, термомеханически катаная	P420ML1	1.8835	M	0	63	2.1	f)
55	Пластина и полоса	EN 10028-5	Мелкозернистая сталь, термомеханически катаная	P420ML2	1.8828	M	0	63	2.1	f)

Продолжение таблицы Е.2-1

№	Форма изделия	Европейский стандарт	Описание материала	Марка	Номер материала	Термическая обработка [g]	Толщина, мм		Группа материала по CR ISO 15608	Примечания
							мин.	макс.		
56	Пластина и полоса	EN 10028-5	Мелкозернистая сталь, термомеханически катаная	P460M	1.8826	M	0	63	2.1	[f]
57	Пластина и полоса	EN 10028-5	Мелкозернистая сталь, термомеханически катаная	P460ML1	1.8837	M	0	63	2.1	[f]
58	Пластина и полоса	EN 10028-5	Мелкозернистая сталь, термомеханически катаная	P460ML2	1.8831	M	0	63	2.1	[f]
59	Пластина и полоса	EN 10028-6	Мелкозернистая сталь, закал./отпущ.	P355Q	1.8866	QT	0	150	1.2	
60	Пластина и полоса	EN 10028-6	Мелкозернистая сталь, закал./отпущ.	P355QH	1.8867	QT	0	150	1.2	
61	Пластина и полоса	EN 10028-6	Мелкозернистая сталь, закал./отпущ.	P355QL1	1.8868	QT	0	150	1.2	
62	Пластина и полоса	EN 10028-6	Мелкозернистая сталь, закал./отпущ.	P355QL2	1.8869	QT	0	150	1.2	
63	Пластина и полоса	EN 10028-6	Мелкозернистая сталь, закал./отпущ.	P460Q	1.8870	QT	0	150	3.1	
64	Пластина и полоса	EN 10028-6	Мелкозернистая сталь, закал./отпущ.	P460QH	1.8871	QT	0	150	3.1	
65	Пластина и полоса	EN 10028-6	Мелкозернистая сталь, закал./отпущ.	P460QL1	1.8872	QT	0	150	3.1	
66	Пластина и полоса	EN 10028-6	Мелкозернистая сталь, закал./отпущ.	P460QL2	1.8864	QT	0	150	3.1	

Продолжение таблицы Е.2-1

№	Форма изделия	Европейский стандарт	Описание материала	Марка	Номер материала	Термическая обработка [g)]	Толщина, мм		Группа материала по CR ISO 15608	Примечания
							мин.	макс.		
67	Пластина и полоса	EN 10028-6	Мелкозернистая сталь, закал./отпущ.	P500Q	1.8873	QT	0	150	3.1	
68	Пластина и полоса	EN 10028-6	Мелкозернистая сталь, закал./отпущ.	P500QH	1.8874	QT	0	150	3.1	
69	Пластина и полоса	EN 10028-6	Мелкозернистая сталь, закал./отпущ.	P500QL1	1.8875	QT	0	150	3.1	
70	Пластина и полоса	EN 10028-6	Мелкозернистая сталь, закал./отпущ.	P500QL2	1.8865	QT	0	150	3.1	
71	Пластина и полоса	EN 10028-6	Мелкозернистая сталь, закал./отпущ.	P690Q	1.8879	QT	0	150	3.1	
72	Пластина и полоса	EN 10028-6	Мелкозернистая сталь, закал./отпущ.	P690QH	1.8880	QT	0	150	3.1	
73	Пластина и полоса	EN 10028-6	Мелкозернистая сталь, закал./отпущ.	P690QL1	1.8881	QT	0	150	3.1	
74	Пластина и полоса	EN 10028-6	Мелкозернистая сталь, закал./отпущ.	P690QL2	1.8888	QT	0	150	3.1	
75	Пластина и полоса	EN 10028-7	Нержавеющая сталь, аустенитная	X2CrNiN18-7	1.4318	AT	0	75	8.1	
76	Пластина и полоса	EN 10028-7	Нержавеющая сталь, аустенитная	X2CrNi18-9	1.4307	AT	0	75	8.1	
77	Пластина и полоса	EN 10028-7	Нержавеющая сталь, аустенитная	X2CrNi19-11	1.4306	AT	0	75	8.1	
78	Пластина и полоса	EN 10028-7	Нержавеющая сталь, аустенитная	X2CrNiN18-10	1.4311	AT	0	75	8.1	
79	Пластина и полоса	EN 10028-7	Нержавеющая сталь, аустенитная	X5CrNi18-10	1.4301	AT	0	75	8.1	
80	Пластина и полоса	EN 10028-7	Нержавеющая сталь, аустенитная	X5CrNiN19-9	1.4315	AT	0	75	8.1	

Продолжение таблицы Е.2-1

№	Форма изделия	Европейский стандарт	Описание материала	Марка	Номер материала	Термическая обработка [g)]	Толщина, мм		Группа материала по CR ISO 15608	Примечания
							мин.	макс.		
81	Пластина и полоса	EN 10028-7	Нержавеющая сталь, аустенитная	X6CrNi18-10	1.4948	AT	0	75	8.1	
82	Пластина и полоса	EN 10028-7	Нержавеющая сталь, аустенитная	X6CrNi23-13	1.4950	AT	0	75	8.2	
83	Пластина и полоса	EN 10028-7	Нержавеющая сталь, аустенитная	X6CrNi25-20	1.4951	AT	0	75	8.2	
84	Пластина и полоса	EN 10028-7	Нержавеющая сталь, аустенитная	X6CrNiTi18-10	1.4541	AT	0	75	8.1	
85	Пластина и полоса	EN 10028-7	Нержавеющая сталь, аустенитная	X6CrNiTiB18-10	1.4941	AT	0	75	8.1	
86	Пластина и полоса	EN 10028-7	Нержавеющая сталь, аустенитная	X2CrNiMo17-12-2	1.4404	AT	0	75	8.1	
87	Пластина и полоса	EN 10028-7	Нержавеющая сталь, аустенитная	X2CrNiMoN17-12-2	1.4406	AT	0	75	8.1	
88	Пластина и полоса	EN 10028-7	Нержавеющая сталь, аустенитная	X5CrNiMo17-12-2	1.4401	AT	0	75	8.1	
89	Пластина и полоса	EN 10028-7	Нержавеющая сталь, аустенитная	X6CrNiMoTi17-12-2	1.4571	AT	0	75	8.1	
90	Пластина и полоса	EN 10028-7	Нержавеющая сталь, аустенитная	X2CrNiMo17-12-3	1.4432	AT	0	75	8.1	
91	Пластина и полоса	EN 10028-7	Нержавеющая сталь, аустенитная	X2CrNiMo18-14-3	1.4435	AT	0	75	8.1	
92	Пластина и полоса	EN 10028-7	Нержавеющая сталь, аустенитная	X2CrNiMoN17-13-5	1.4439	AT	0	75	8.1	
93	Пластина и полоса	EN 10028-7	Нержавеющая сталь, аустенитная	X1NiCrMoCu25-20-5	1.4539	AT	0	75	8.2	
94	Пластина и полоса	EN 10028-7	Нержавеющая сталь, аустенитная	X5NiCrAlTi31-20	1.4958	AT	0	75	8.2	
95	Пластина и полоса	EN 10028-7	Нержавеющая сталь, аустенитная	X5NiCrAlTi31-20+RA	1.4958 +RA	AT+RA	0	75	8.2	
96	Пластина и полоса	EN 10028-7	Нержавеющая сталь, аустенитная	X8NiCrAlTi32-21	1.4959	AT	0	75	8.2	

Продолжение таблицы Е.2-1

№	Форма изделия	Европейский стандарт	Описание материала	Марка	Номер материала	Термическая обработка [g)]	Толщина, мм		Группа материала по CR ISO 15608	Примечания
							мин.	макс.		
97	Пластина и полоса	EN 10028-7	Нержавеющая сталь, аустенитная	X3CrNiMoBN17-13-3	1.4910	AT	0	75	8.2	
98	Пластина и полоса	EN 10028-7	Нержавеющая сталь, аустенитная, спец.	X1CrNi25-21	1.4335	AT	0	75	8.2	
99	Пластина и полоса	EN 10028-7	Нержавеющая сталь, аустенитная, спец.	X6CrNiNb18-10	1.4550	AT	0	75	8.1	
100	Пластина и полоса	EN 10028-7	Нержавеющая сталь, аустенитная, спец.	X8CrNiNb16-13	1.4961	AT	0	75	8.1	
101	Пластина и полоса	EN 10028-7	Нержавеющая сталь, аустенитная, спец.	X1CrNiMoN25-22-2	1.4466	AT	0	75	8.2	
102	Пластина и полоса	EN 10028-7	Нержавеющая сталь, аустенитная, спец.	X6CrNiMoNb17-12-2	1.4580	AT	0	75	8.1	
103	Пластина и полоса	EN 10028-7	Нержавеющая сталь, аустенитная, спец.	X2CrNiMoN17-13-3	1.4429	AT	0	75	8.1	
104	Пластина и полоса	EN 10028-7	Нержавеющая сталь, аустенитная, спец.	X3CrNiMoN17-13-3	1.4436	AT	0	75	8.1	
105	Пластина и полоса	EN 10028-7	Нержавеющая сталь, аустенитная, спец.	X2CrNiMoN18-12-4	1.4434	AT	0	75	8.1	
106	Пластина и полоса	EN 10028-7	Нержавеющая сталь, аустенитная, спец.	X2CrNiMo18-15-4	1.4438	AT	0	75	8.1	
107	Пластина и полоса	EN 10028-7	Нержавеющая сталь, аустенитная, спец.	X1NiCrMoCu31-27-4	1.4563	AT	0	75	8.2	

Продолжение таблицы Е.2-1

№	Форма изделия	Европейский стандарт	Описание материала	Марка	Номер материала	Термическая обработка [g]	Толщина, мм		Группа материала по CR ISO 15608	Примечания
							мин.	макс.		
108	Пластина и полоса	EN 10028-7	Нержавеющая сталь, аустенитная, спец.	X1CrNiMoCuN25-25-5	1.4537	AT	0	75	8.2	
109	Пластина и полоса	EN 10028-7	Нержавеющая сталь, аустенитная, спец.	X1CrNiMoCuN20-18-7	1.4547	AT	0	75	8.2	
110	Пластина и полоса	EN 10028-7	Нержавеющая сталь, аустенитная, спец.	X1NiCrMoCuN25-20-7	1.4529	AT	0	75	8.2	
111	Пластина и полоса	EN 10028-7	Нержавеющая сталь, аустенитно-ферритная	X2CrNiN23-4	1.4362	AT	0	75	10.1	c)
112	Пластина и полоса	EN 10028-7	Нержавеющая сталь, аустенитно-ферритная	X2CrNiMoN22-5-3	1.4462	AT	0	75	10.1	c)
113	Пластина и полоса	EN 10028-7	Нержавеющая сталь, аустенитно-ферритная, спец.	X2CrNiMoCuN25-6-3	1.4507	AT	0	75	10.2	c)
114	Пластина и полоса	EN 10028-7	Нержавеющая сталь, аустенитно-ферритная, спец.	X2CrNiMoN25-7-4	1.4410	AT	0	75	10.2	c)
115	Пластина и полоса	EN 10028-7	Нержавеющая сталь, аустенитно-ферритная, спец.	X2CrNiMoCuWN25-7-4	1.4501	AT	0	75	10.2	c)
116	Пруток	EN 10272	Нержавеющая сталь, мартенситная	X4CrNiMo16-5-1	1.4418	QT760	0	160	7.2	e)
117	Пруток	EN 10272	Нержавеющая сталь, аустенитная	X2CrNi18-9	1.4307	AT	0	250	8.1	
118	Пруток	EN 10272	Нержавеющая сталь, аустенитная	X2CrNi19-11	1.4306	AT	0	250	8.1	
119	Пруток	EN 10272	Нержавеющая сталь, аустенитная	X2CrNiN18-10	1.4311	AT	0	250	8.1	

Продолжение таблицы Е.2-1

№	Форма изделия	Европейский стандарт	Описание материала	Марка	Номер материала	Термическая обработка [g)]	Толщина, мм		Группа материала по CR ISO 15608	Примечания
							мин.	макс.		
120	Пруток	EN 10272	Нержавеющая сталь, аустенитная	X5CrNi18-10	1.4301	AT	0	250	8.1	
121	Пруток	EN 10272	Нержавеющая сталь, аустенитная	X6CrNiTi18-10	1.4541	AT	0	250	8.1	
122	Пруток	EN 10272	Нержавеющая сталь, аустенитная	X2CrNiMo17-12-2	1.4404	AT	0	250	8.1	
123	Пруток	EN 10272	Нержавеющая сталь, аустенитная	X2CrNiMoN17-11-2	1.4406	AT	0	250	8.1	
124	Пруток	EN 10272	Нержавеющая сталь, аустенитная	X5CrNiMo17-12-2	1.4401	AT	0	250	8.1	
125	Пруток	EN 10272	Нержавеющая сталь, аустенитная	X6CrNiMoTi17-12-2	1.4571	AT	0	250	8.1	
126	Пруток	EN 10272	Нержавеющая сталь, аустенитная	X2CrNiMo17-12-3	1.4432	AT	0	250	8.1	
127	Пруток	EN 10272	Нержавеющая сталь, аустенитная	X2CrNiMo18-14-3	1.4435	AT	0	250	8.1	
128	Пруток	EN 10272	Нержавеющая сталь, аустенитная	X2CrNiMo17-13-5	1.4439	AT	0	250	8.1	
129	Пруток	EN 10272	Нержавеющая сталь, аустенитная	X1NiCrMoCu25-20-5	1.4539	AT	0	250	8.2	
130	Пруток	EN 10272	Нержавеющая сталь, аустенитная	X6CrNiNb18-10	1.4550	AT	0	250	8.1	
131	Пруток	EN 10272	Нержавеющая сталь, аустенитная	X6CrNiMoNb17-12-2	1.4580	AT	0	250	8.1	
132	Пруток	EN 10272	Нержавеющая сталь, аустенитная	X2CrNiMoN17-13-3	1.4429	AT	0	250	8.1	
133	Пруток	EN 10272	Нержавеющая сталь, аустенитная	X3CrNiMo17-13-3	1.4436	AT	0	250	8.1	
134	Пруток	EN 10272	Нержавеющая сталь, аустенитная	X1NiCrMoCu31-27-4	1.4563	AT	0	250	8.2	
135	Пруток	EN 10272	Нержавеющая сталь, аустенитная	X1CrNiMoCuN20-18-7	1.4547	AT	0	250	8.2	

Продолжение таблицы Е.2-1

№	Форма изделия	Европейский стандарт	Описание материала	Марка	Номер материала	Термическая обработка [g)]	Толщина, мм		Группа материала по CR ISO 15608	Примечания
							мин.	макс.		
136	Пруток	EN 10272	Нержавеющая сталь, аустенитная	X1NiCrMoCuN25-20-7	1.4529	AT	0	250	8.2	
137	Пруток	EN 10272	Нержавеющая сталь, аустенитно-ферритная	X2CrNiMoN22-5-3	1.4462	AT	0	160	10.1	c)
138	Пруток	EN 10272	Нержавеющая сталь, аустенитно-ферритная	X2CrNiN23-4	1.4362	AT	0	160	10.1	c)
139	Пруток	EN 10272	Нержавеющая сталь, аустенитно-ферритная	X2CrNiMoCuN25-6-3	1.4507	AT	0	160	10.2	c)
140	Пруток	EN 10272	Нержавеющая сталь, аустенитно-ферритная	X2CrNiMoN25-7-4	1.4410	AT	0	160	10.2	c)
141	Пруток	EN 10272	Нержавеющая сталь, аустенитно-ферритная	X2CrNiMoCuWN25-7-4	1.4501	AT	0	160	10.2	c)
142	Пруток	EN 10273	Свойства при повышенной температуре	P235GH	1.0345	N	0	150	1.1	
143	Пруток	EN 10273	Свойства при повышенной температуре	P250GH	1.0460	N	0	150	1.1	
144	Пруток	EN 10273	Свойства при повышенной температуре	P265GH	1.0425	N	0	150	1.1	
145	Пруток	EN 10273	Свойства при повышенной температуре	P295GH	1.0481	N	0	150	1.2	
146	Пруток	EN 10273	Свойства при повышенной температуре	P355GH	1.0473	N	0	150	1.2	

Продолжение таблицы Е.2-1

№	Форма изделия	Европейский стандарт	Описание материала	Марка	Номер материала	Термическая обработка [g)]	Толщина, мм		Группа материала по CR ISO 15608	Примечания
							мин.	макс.		
147	Пруток	EN 10273	Свойства при повышенной температуре	P275NH	1.0487	N	0	150	1.1	
148	Пруток	EN 10273	Свойства при повышенной температуре	P355NH	1.0565	N	0	150	1.2	
149	Пруток	EN 10273	Свойства при повышенной температуре	P460NH	1.8935	N	0	150	1.3	
150	Пруток	EN 10273	Свойства при повышенной температуре	P355QH	1.8867	QT	0	150	1.2	
151	Пруток	EN 10273	Свойства при повышенной температуре	P460QH	1.8871	QT	0	150	3.1	
152	Пруток	EN 10273	Свойства при повышенной температуре	P500QH	1.8874	QT	0	150	3.1	
153	Пруток	EN 10273	Свойства при повышенной температуре	P690QH	1.8880	QT	0	150	3.1	
154	Пруток	EN 10273	Свойства при повышенной температуре	16Mo3	1.5415	N	0	150	1.2	e)
155	Пруток	EN 10273	Свойства при повышенной температуре	13CrMo4-5	1.7335	NT	0	16	5.1	
156	Пруток	EN 10273	Свойства при повышенной температуре	13CrMo4-5	1.7335	NT, QA, QL	16	150	5.1	

Продолжение таблицы Е.2-1

№	Форма изделия	Европейский стандарт	Описание материала	Марка	Номер материала	Термическая обработка [9]	Толщина, мм		Группа материала по CR ISO 15608	Примечания
							мин.	макс.		
157	Пруток	EN 10273	Свойства при повышенной температуре	10CrMo9-10	1.7380	NT	0	60	5.2	
158	Пруток	EN 10273	Свойства при повышенной температуре	10CrMo9-10	1.7380	NT, QA, QL	60	150	5.2	
159	Пруток	EN 10273	Свойства при повышенной температуре	11CrMo9-10	1.7383	NT, QA, QL	0	60	5.2	
160	Пруток	EN 10273	Свойства при повышенной температуре	11CrMo9-10	1.7383	QL	60	100	5.2	
161	Крепежное изделие	EN 10269	Свойства при повышенной температуре	C35E	1.1181	N	0	60	–	d)
162	Крепежное изделие	EN 10269	Свойства при повышенной температуре	C35E	1.1181	QT	0	150	–	d)
163	Крепежное изделие	EN 10269	Свойства при повышенной температуре	C45E	1.1191	N	0	60	–	d)
164	Крепежное изделие	EN 10269	Свойства при повышенной температуре	C45E	1.1191	QT	0	150	–	d)
165	Крепежное изделие	EN 10269	Свойства при повышенной температуре	35B2	1.5511	QT	0	150	–	d)
166	Крепежное изделие	EN 10269	Свойства при повышенной и низкой температуре	20Mn5	1.1133	N	0	150	–	d)
167	Крепежное изделие	EN 10269	Свойства при повышенной и низкой температуре	25CrMo4	1.7218	QT	0	150	–	d)

Продолжение таблицы Е.2-1

№	Форма изделия	Европейский стандарт	Описание материала	Марка	Номер материала	Термическая обработка [g)]	Толщина, мм		Группа материала по CR ISO 15608	Примечания
							мин.	макс.		
168	Крепежное изделие	EN 10269	Свойства при повышенной и низкой температуре	42CrMo4	1.7225	QT	0	60	–	D)
169	Крепежное изделие	EN 10269	Свойства при повышенной температуре	42CrMo5-6	1.7233	QT	0	150	–	d)
170	Крепежное изделие	EN 10269	Свойства при повышенной температуре	40CrMoV4-6	1.7711	QT	0	160	–	d)
171	Крепежное изделие	EN 10269	Свойства при повышенной температуре	21CrMoV5-7	1.7709	QT	0	160	–	d)
172	Крепежное изделие	EN 10269	Свойства при повышенной температуре	20CrMoVTiB4-10	1.7729	QT	0	160	–	d)
173	Крепежное изделие	EN 10269	Свойства при повышенной температуре	X15CrMo5-1	1.7390	NT, QT	0	160	–	d)
174	Крепежное изделие	EN 10269	Свойства при повышенной температуре	X22CrMoV12-1	1.4923	QT1, QT2	0	160	–	d)
175	Крепежное изделие	EN 10269	Свойства при повышенной температуре	X12CrNiMoV12-3	1.4938	QT	0	160	–	d)
176	Крепежное изделие	EN 10269	Свойства при повышенной температуре	X19CrMoNbVN11-1	1.4913	QT	0	160	–	d)
177	Крепежное изделие	EN 10269	Свойства при повышенной температуре	X2CrNi18-9	1.4307	AT	0	160	–	d)

Продолжение таблицы Е.2-1

№	Форма изделия	Европейский стандарт	Описание материала	Марка	Номер материала	Термическая обработка [g]	Толщина, мм		Группа материала по CR ISO 15608	Примечания
							мин.	макс.		
178	Крепежное изделие	EN 10269	Свойства при повышенной температуре	X2CrNi18-9	1.4307	C700, C800	0	25	–	[d]
179	Крепежное изделие	EN 10269	Свойства при повышенной температуре	X2CrNi18-9	1.4307	C700	25	35	–	[d]
180	Крепежное изделие	EN 10269	Свойства при повышенной температуре	X5CrNi18-10	1.4301	AT	0	160	–	[d]
181	Крепежное изделие	EN 10269	Свойства при повышенной температуре	X5CrNi18-10	1.4301	C700	0	35	–	[d]
182	Крепежное изделие	EN 10269	Свойства при повышенной температуре	X4CrNi18-12	1.4303	AT	0	160	–	[d]
183	Крепежное изделие	EN 10269	Свойства при повышенной температуре	X4CrNi18-12	1.4303	C700, C800	0	25	–	[d]
184	Крепежное изделие	EN 10269	Свойства при повышенной температуре	X4CrNi18-12	1.4303	C700	25	35	–	[d]
185	Крепежное изделие	EN 10269	Свойства при повышенной температуре	X2CrNiMo17-12-2	1.4404	AT	0	160	–	[d]
186	крепежное изделие	EN 10269	Свойства при повышенной температуре	X2CrNiMo17-12-2	1.4404	C700, C800	0	25	–	[d]
187	крепежное изделие	EN 10269	Свойства при повышенной температуре	X2CrNiMo17-12-2	1.4404	C 700	25	35	–	[d]

Продолжение таблицы Е.2-1

№	Форма изделия	Европейский стандарт	Описание материала	Марка	Номер материала	Термическая обработка [g)]	Толщина, мм		Группа материала по CR ISO 15608	Примечания
							мин.	макс.		
188	Крепежное изделие	EN 10269	Свойства при повышенной температуре	X5CrNiMo17-12-2	1.4401	AT	0	160	–	d)
189	Крепежное изделие	EN 10269	Свойства при повышенной температуре	X5CrNiMo17-12-2	1.4401	C700, C800	0	25	–	d)
190	Крепежное изделие	EN 10269	Свойства при повышенной температуре	X5CrNiMo17-12-2	1.4401	C700	25	35	–	d)
191	Крепежное изделие	EN 10269	Свойства при повышенной температуре	X2CrNiMoN17-13-3	1.4429	AT	0	160	–	d)
192	Крепежное изделие	EN 10269	Свойства при комнатной температуре	X3CrNiCu18-9-4	1.4567	AT	0	160	–	d)
193	Крепежное изделие	EN 10269	Свойства при комнатной температуре	X3CrNiCu18-9-4	1.4567	C700	0	35	–	d)
194	Крепежное изделие	EN 10269	Свойства при повышенной температуре	X6CrNi18-10	1.4948	AT	0	160	–	d)
195	Крепежное изделие	EN 10269	Свойства при повышенной температуре	X10CrNiMoMnNbVB 15-10-1	1.4982	AT + WW	0	100	–	d)
196	Крепежное изделие	EN 10269	Свойства при повышенной температуре	3CrNiMoBN17-13-3	1.4910	AT	0	160	–	d)
197	Крепежное изделие	EN 10269	Свойства при повышенной температуре	X6CrNiMoB17-12-2	1.4919	AT	0	160	–	d)

Продолжение таблицы E.2-1

№	Форма изделия	Европейский стандарт	Описание материала	Марка	Номер материала	Термическая обработка [g)]	Толщина, мм		Группа материала по CR ISO 15608	Примечания
							мин.	макс.		
198	Крепежное изделие	EN 10269	Свойства при повышенной температуре	X6CrNiTiB18-10	1.4941	AT	0	160	–	d)
199	Крепежное изделие	EN 10269	Свойства при повышенной температуре	X6NiCrTiMoVB25-15-2	1.4980	AT + P	0	160	–	d)
200	Крепежное изделие	EN 10269	Свойства при повышенной температуре	X7CrNiMoBNb16-16	1.4986	WW + P	0	100	–	d)
201	Крепежное изделие	EN 10269	Свойства при низкой температуре	19MnB4	1.5523	QT	0	16	–	d)
202	Крепежное изделие	EN 10269	Свойства при низкой температуре	41NiCrMo7-3-2	1.6563	QT	0	160	–	d)
203	Крепежное изделие	EN 10269	Свойства при низкой температуре	34CrNiMo6	1.6582	QT	0	100	–	d)
204	Крепежное изделие	EN 10269	Свойства при низкой температуре	30CrNiMo8	1.6580	QT	0	100	–	d)
205	Крепежное изделие	EN 10269	Свойства при низкой температуре	X12Ni5	1.5680	N, NT, QT	0	75	–	d)
206	Крепежное изделие	EN 10269	Свойства при низкой температуре	X8Ni9	1.5662	N, NT, QT	0	75	–	d)
207	Бесшовная труба	EN 10216-1	Свойства при комнатной температуре	P195TR2	1.0108	N	0	60	1.1	
208	Бесшовная труба	EN 10216-1	Свойства при комнатной температуре	P235TR2	1.0255	N	0	60	1.1	

Продолжение таблицы Е.2-1

№	Форма изделия	Европейский стандарт	Описание материала	Марка	Номер материала	Термическая обработка [g)]	Толщина, мм		Группа материала по CR ISO 15608	Примечания
							мин.	макс.		
209	Бесшовная труба	EN 10216-1	Свойства при комнатной температуре	P265TR2	1.0259	N	0	60	1.1	
210	Бесшовная труба	EN 10216-2	Свойства при повышенной температуре	P195GH	1.0348	N	0	16	1.1	
211	Бесшовная труба	EN 10216-2	Свойства при повышенной температуре	P235GH	1.0345	N	0	60	1.1	
212	Бесшовная труба	EN 10216-2	Свойства при повышенной температуре	P265GH	1.0425	N	0	60	1.1	
213	Бесшовная труба	EN 10216-2	Свойства при повышенной температуре	20MnNb6	1.0471	N	0	60	1.2	
214	Бесшовная труба	EN 10216-2	Свойства при повышенной температуре	16Mo3	1.5415	N	0	60	1.2	[e)]
215	Бесшовная труба	EN 10216-2	Свойства при повышенной температуре	8MoB5-4	1.5450	N	0	16	1.3	
216	Бесшовная труба	EN 10216-2	Свойства при повышенной температуре	14MoV6-3	1.7715	NT, QT b	0	60	6.1	
217	Бесшовная труба	EN 10216-2	Свойства при повышенной температуре	10CrMo5-5	1.7338	NT, QT b	0	60	5.1	
218	Бесшовная труба	EN 10216-2	Свойства при повышенной температуре	13CrMo4-5	1.7335	NT, QT b	0	60	5.1	
219	Бесшовная труба	EN 10216-2	Свойства при повышенной температуре	10CrMo9-10	1.7380	NT, QT b	0	60	5.2	

Продолжение таблицы Е.2-1

№	Форма изделия	Европейский стандарт	Описание материала	Марка	Номер материала	Термическая обработка [g]	Толщина, мм		Группа материала по CR ISO 15608	Примечания
							мин.	макс.		
220	Бесшовная труба	EN 10216-2	Свойства при повышенной температуре	11CrMo9-10	1.7383	QT	0	60	5.2	
221	Бесшовная труба	EN 10216-2	Свойства при повышенной температуре	25CrMo4	1.7218	QT	0	60	5.1	[a]
222	Бесшовная труба	EN 10216-2	Свойства при повышенной температуре	20CrMoV13-5-5	1.7779	QT	0	60	6.3	
223	Бесшовная труба	EN 10216-2	Свойства при повышенной температуре	15NiCuMoNb5-6-4	1.6368	NT, QT [b]	0	80	3.1	
223-2	Бесшовная труба	EN 10216-2	Свойства при повышенной температуре	7CrWVMoNb9-6	1.8201	NT	0	60	6.2	
223-2	Бесшовная труба	EN 10216-2	Свойства при повышенной температуре	7CrMoVTiB10-10	1.7378	NT	0	60	6.2	
224	Бесшовная труба	EN 10216-2	Свойства при повышенной температуре	X11CrMo5 + I [g]	1.7362 + I	I	0	100	5.3	
225	Бесшовная труба	EN 10216-2	Свойства при повышенной температуре	X11CrMo5 + NT1 [g]	1.7362+N1	NT	0	100	5.3	
226	Бесшовная труба	EN 10216-2	Свойства при повышенной температуре	X11CrMo5 + NT2 [g]	1.7362+N2	NT, QT [b]	0	100	5.3	
227	Бесшовная труба	EN 10216-2	Свойства при повышенной температуре	X11CrMo9-1 + I [g]	1.7386+I	I	0	60	5.4	
228	Бесшовная труба	EN 10216-2	Свойства при повышенной температуре	X11CrMo9-1 + NT [g]	1.7386+NT	NT, QT [b]	0	60	5.4	

Продолжение таблицы Е.2-1

№	Форма изделия	Европейский стандарт	Описание материала	Марка	Номер материала	Термическая обработка [g]	Толщина, мм		Группа материала по CR ISO 15608	Примечания
							мин.	макс.		
229	Бесшовная труба	EN 10216-2	Свойства при повышенной температуре	X10CrMoVNb9-1	1.4903	NT, QT [b]	0	100	6.4	
229-2	Бесшовная труба	EN 10216-2	Свойства при повышенной температуре	X10CrWMoVNb9-2	1.4901	NT	0	100	6.4	
229-2	Бесшовная труба	EN 10216-2	Свойства при повышенной температуре	X11CrMoWVNb9-1-1	1.4905	NT	0	100	6.4	
230	Бесшовная труба	EN 10216-2	Свойства при повышенной температуре	X20CrMoV11-1	1.4922	NT, QT [b]	0	100	6.4	
231	Бесшовная труба	EN 10216-3	Мелкозернистая сталь	P275NL1	1.0488	N	0	100	1.1	
232	Бесшовная труба	EN 10216-3	Мелкозернистая сталь	P275NL2	1.1104	N	0	100	1.1	
233	Бесшовная труба	EN 10216-3	Мелкозернистая сталь	P355N	1.0562	N	0	100	1.2	
234	Бесшовная труба	EN 10216-3	Мелкозернистая сталь	P355NH	1.0565	N	0	100	1.2	
235	Бесшовная труба	EN 10216-3	Мелкозернистая сталь	P355NL1	1.0566	N	0	100	1.2	
236	Бесшовная труба	EN 10216-3	Мелкозернистая сталь	P355NL2	1.1106	N	0	100	1.2	
237	Бесшовная труба	EN 10216-3	Мелкозернистая сталь	P460N	1.8905	N [b]	0	100	1.3	
238	Бесшовная труба	EN 10216-3	Мелкозернистая сталь	P460NH	1.8935	N [b]	0	100	1.3	
239	Бесшовная труба	EN 10216-3	Мелкозернистая сталь	P460NL1	1.8915	N [b]	0	100	1.3	
240	Бесшовная труба	EN 10216-3	Мелкозернистая сталь	P460NL2	1.8918	N [b]	0	100	1.1	

Продолжение таблицы Е.2-1

№	Форма изделия	Европейский стандарт	Описание материала	Марка	Номер материала	Термическая обработка [g)]	Толщина, мм		Группа материала по CR ISO 15608	Примечания
							мин.	макс.		
241	Бесшовная труба	EN 10216-3	Мелкозернистая сталь	P620Q	1.8876	Q	0	65	3.1	
242	Бесшовная труба	EN 10216-3	Мелкозернистая сталь	P620QH	1.8877	Q	0	65	3.1	
243	Бесшовная труба	EN 10216-3	Мелкозернистая сталь	P620QL	1.8890	Q	0	65	3.1	
244	Бесшовная труба	EN 10216-3	Мелкозернистая сталь	P690Q	1.8879	Q	0	100	3.1	
245	Бесшовная труба	EN 10216-3	Мелкозернистая сталь	P690QH	1.8880	Q	0	100	3.1	
246	Бесшовная труба	EN 10216-3	Мелкозернистая сталь	P690QL1	1.8881	Q	0	100	3.1	
247	Бесшовная труба	EN 10216-3	Мелкозернистая сталь	P690QL2	1.8888	Q	0	100	3.1	
248	Бесшовная труба	EN 10216-4	Свойства при низкой температуре	P215NL	1.0451	N	0	10	1.1	
249	Бесшовная труба	EN 10216-4	Свойства при низкой температуре	P255QL	1.0452	QT	0	40	1.1	e)
250	Бесшовная труба	EN 10216-4	Свойства при низкой температуре	P265NL	1.0453	N	0	25	1.1	
251	Бесшовная труба	EN 10216-4	Свойства при низкой температуре	26CrMo4-2	1.7219	QT	0	40	5.1	a)
252	Бесшовная труба	EN 10216-4	Свойства при низкой температуре	11MnNi5-3	1.6212	N, NT [b)]	0	40	9.1	
253	Бесшовная труба	EN 10216-4	Свойства при низкой температуре	13MnNi6-3	1.6217	N, NT [b)]	0	40	9.1	
254	Бесшовная труба	EN 10216-4	Свойства при низкой температуре	12Ni14	1.5637	NT	0	40	9.2	
255	Бесшовная труба	EN 10216-4	Свойства при низкой температуре	12Ni14 + QT	1.5637	QT	0	40	9.2	
256	Бесшовная труба	EN 10216-4	Свойства при низкой температуре	X12Ni5	1.5680	N	0	40	9.2	

Продолжение таблицы Е.2-1

№	Форма изделия	Европейский стандарт	Описание материала	Марка	Номер материала	Термическая обработка [g]	Толщина, мм		Группа материала по CR ISO 15608	Примечания
							мин.	макс.		
257	Бесшовная труба	EN 10216-4	Свойства при низкой температуре	X12Ni5 + QT	1.5680	QT	0	40	9.2	
258	Бесшовная труба	EN 10216-4	Свойства при низкой температуре	X10Ni9	1.5682	N, NT	0	40	9.3	
259	Бесшовная труба	EN 10216-4	Свойства при низкой температуре	X10Ni9 + QT	1.5682	QT [b]	0	40	9.3	
260	Бесшовная труба	EN 10216-5	Нержавеющая сталь, аустенитная	X2CrNi18-9	1.4307	AT	0	60	8.1	
261	Бесшовная труба	EN 10216-5	Нержавеющая сталь, аустенитная	X2CrNi19-11	1.4306	AT	0	60	8.1	
262	Бесшовная труба	EN 10216-5	Нержавеющая сталь, аустенитная	X2CrNiN18-10	1.4311	AT	0	60	8.1	
263	Бесшовная труба	EN 10216-5	Нержавеющая сталь, аустенитная	X5CrNi18-10	1.4301	AT	0	60	8.1	
264	Бесшовная труба	EN 10216-5	Нержавеющая сталь, аустенитная	X6CrNiTI18-10	1.4541	AT	0	60	8.1	
265	Бесшовная труба	EN 10216-5	Нержавеющая сталь, аустенитная	X6CrNiNb18-10	1.4550	AT	0	60	8.1	
266	Бесшовная труба	EN 10216-5	Нержавеющая сталь, аустенитная	X2CrNiMo18-14-3	1.4435	AT	0	60	8.1	
267	Бесшовная труба	EN 10216-5	Нержавеющая сталь, аустенитная	X2CrNiMo17-12-2	1.4404	AT	0	60	8.1	
268	Бесшовная труба	EN 10216-5	Нержавеющая сталь, аустенитная	X5CrNiMo17-12-2	1.4401	AT	0	60	8.1	
269	Бесшовная труба	EN 10216-5	Нержавеющая сталь, аустенитная	X1CrNiMoN25-22-2	1.4466	AT	0	60	8.2	
270	Бесшовная труба	EN 10216-5	Нержавеющая сталь, аустенитная	X6CrNiMoTi17-12-2	1.4571	AT	0	60	8.1	
271	Бесшовная труба	EN 10216-5	Нержавеющая сталь, аустенитная	X6CrNiMoNb17-12-2	1.4580	AT	0	60	8.1	

Продолжение таблицы Е.2-1

№	Форма изделия	Европейский стандарт	Описание материала	Марка	Номер материала	Термическая обработка [g)]	Толщина, мм		Группа материала по CR ISO 15608	Примечания
							мин.	макс.		
272	Бесшовная труба	EN 10216-5	Нержавеющая сталь, аустенитная	X2CrNiMoN17-13-3	1.4429	AT	0	60	8.1	
273	Бесшовная труба	EN 10216-5	Нержавеющая сталь, аустенитная	X3CrNiMo17-13-3	1.4436	AT	0	60	8.1	
274	Бесшовная труба	EN 10216-5	Нержавеющая сталь, аустенитная	X1CrNi25-21	1.4335	AT	0	60	8.2	
275	Бесшовная труба	EN 10216-5	Нержавеющая сталь, аустенитная	X2CrNiMoN17-13-5	1.4439	AT	0	60	8.1	
276	Бесшовная труба	EN 10216-5	Нержавеющая сталь, аустенитная	X1NiCrMoCu31-27-4	1.4563	AT	0	60	8.2	
277	Бесшовная труба	EN 10216-5	Нержавеющая сталь, аустенитная	X1NiCrMoCu25-20-5	1.4539	AT	0	60	8.2	
278	Бесшовная труба	EN 10216-5	Нержавеющая сталь, аустенитная	X1CrNiMoCuN20-18-7	1.4547	AT	0	60	8.2	
279	Бесшовная труба	EN 10216-5	Нержавеющая сталь, аустенитная	X1NiCrMoCuN25-20-7	1.4529	AT	0	60	8.2	
280	Бесшовная труба	EN 10216-5	Нержавеющая сталь, аустенитная	X2NiCrAlTi32-20	1.4558	AT	0	60	8.2	
281	Бесшовная труба	EN 10216-5	Нержавеющая сталь, аустенитная	X6CrNi18-10	1.4948	AT	0	50	8.1	
282	Бесшовная труба	EN 10216-5	Нержавеющая сталь, аустенитная	X7CrNiTi18-10	1.4940	AT	0	50	8.1	
283	Бесшовная труба	EN 10216-5	Нержавеющая сталь, аустенитная	X7CrNiNb18-10	1.4912	AT	0	50	8.1	
284	Бесшовная труба	EN 10216-5	Нержавеющая сталь, аустенитная	X7CrNiTiB18-10	1.4941	AT	0	50	8.1	

Продолжение таблицы Е.2-1

№	Форма изделия	Европейский стандарт	Описание материала	Марка	Номер материала	Термическая обработка [g)]	Толщина, мм		Группа материала по CR ISO 15608	Примечания
							мин.	макс.		
285	Бесшовная труба	EN 10216-5	Нержавеющая сталь, аустенитная	X6CrNiMo17-13-2	1.4918	AT	0	50	8.1	
286	Бесшовная труба	EN 10216-5	Нержавеющая сталь, аустенитная	X5NiCrAlTi31-20	1.4958	AT	0	50	8.2	
287	Бесшовная труба	EN 10216-5	Нержавеющая сталь, аустенитная	X8NiCrAlTi32-21	1.4959	AT	0	50	8.2	
288	Бесшовная труба	EN 10216-5	Нержавеющая сталь, аустенитная	X3CrNiMoNB17-13-3	1.4910	AT	0	50	8.1	
289	Бесшовная труба	EN 10216-5	Нержавеющая сталь, аустенитная	X8CrNiNb16-13	1.4961	AT	0	50	8.1	
290	Бесшовная труба	EN 10216-5	Нержавеющая сталь, аустенитная	X8CrNiMoVNb16-13	1.4988	AT	0	50	8.1	
291	Бесшовная труба	EN 10216-5	Нержавеющая сталь, аустенитная	X8CrNiMoNb16-16	1.4918	AT	0	50	8.1	
292	Бесшовная труба	EN 10216-5	Нержавеющая сталь, аустенитная	X10CrNiMoMnNbVB15-10-1	1.4982	AT	0	50	8.1	
293	Бесшовная труба	EN 10216-5	Нержавеющая сталь, аустенитно-ферритная	X2CrNiMoN22-5-3	1.4462	AT	0	30	10.1	c)
294	Бесшовная труба	EN 10216-5	Нержавеющая сталь, аустенитно-ферритная	X2CrNiMoSi18-5-3	1.4424	AT	0	30	10.1	c)
295	Бесшовная труба	EN 10216-5	Нержавеющая сталь, аустенитно-ферритная	X2CrNiN23-4	1.4362	AT	0	30	10.1	c)
296	Бесшовная труба	EN 10216-5	Нержавеющая сталь, аустенитно-ферритная	X2CrNiMoN25-7-4	1.4410	AT	0	30	10.2	c)
297	Бесшовная труба	EN 10216-5	Нержавеющая сталь, аустенитно-ферритная	X2CrNiMoCuN25-6-3	1.4507	AT	0	30	10.2	c)

Продолжение таблицы Е.2-1

№	Форма изделия	Европейский стандарт	Описание материала	Марка	Номер материала	Термическая обработка [g)]	Толщина, мм		Группа материала по CR ISO 15608	Примечания
							мин.	макс.		
298	Бесшовная труба	EN 10216-5	Нержавеющая сталь, аустенитно-ферритная	X2CrNiMoCuWN25-7-4	1.4501	AT	0	30	10.2	[c)]
299	Сварная труба	EN 10217-1	Свойства при комнатной температуре	P195TR2	1.0108	N	0	40	1.1	
300	Сварная труба	EN 10217-1	Свойства при комнатной температуре	P235TR2	1.0255	N	0	40	1.1	
301	Сварная труба	EN 10217-1	Свойства при комнатной температуре	P265TR2	1.0259	N	0	40	1.1	
302	Сварная труба	EN 10217-2	Свойства при повышенной температуре	P195GH	1.0348	N	0	16	1.1	
303	Сварная труба	EN 10217-2	Свойства при повышенной температуре	P235GH	1.0345	N	0	16	1.1	
304	Сварная труба	EN 10217-2	Свойства при повышенной температуре	P265GH	1.0425	N	0	16	1.1	
305	Сварная труба	EN 10217-2	Свойства при повышенной температуре	16Mo3	1.5415	N	0	16	1.2	[e)]
306	Сварная труба	EN 10217-3	Мелкозернистая сталь	P275NL1	1.0488	N	0	40	1.1	
307	Сварная труба	EN 10217-3	Мелкозернистая сталь	P275NL2	1.1104	N	0	40	1.1	
308	Сварная труба	EN 10217-3	Мелкозернистая сталь	P355N	1.0562	N	0	40	1.2	
309	Сварная труба	EN 10217-3	Мелкозернистая сталь	P355NH	1.0565	N	0	40	1.2	
310	Сварная труба	EN 10217-3	Мелкозернистая сталь	P355NL1	1.0566	N	0	40	1.2	
311	Сварная труба	EN 10217-3	Мелкозернистая сталь	P355NL2	1.1106	N	0	40	1.2	

Продолжение таблицы Е.2-1

№	Форма изделия	Европейский стандарт	Описание материала	Марка	Номер материала	Термическая обработка [g)]	Толщина, мм		Группа материала по CR ISO 15608	Примечания
							мин.	макс.		
312	Сварная труба	EN 10217-3	Мелкозернистая сталь	P460N	1.8905	N	0	40	1.3	
313	Сварная труба	EN 10217-3	Мелкозернистая сталь	P460NH	1.8935	N	0	40	1.3	
314	Сварная труба	EN 10217-3	Мелкозернистая сталь	P460NL1	1.8915	N	0	40	1.3	
315	Сварная труба	EN 10217-3	Мелкозернистая сталь	P460NL2	1.8918	N	0	40	1.3	
316	Сварная труба	EN 10217-4	Свойства при низкой температуре	P215NL	1.0451	N	0	10	1.1	
317	Сварная труба	EN 10217-4	Свойства при низкой температуре	P265NL	1.0453	N	0	16	1.1	
318	Сварная труба	EN 10217-5	Свойства при повышенной температуре	P235GH	1.0345	N	0	40	1.1	
319	Сварная труба	EN 10217-5	Свойства при повышенной температуре	P265GH	1.0425	N	0	40	1.1	
320	Сварная труба	EN 10217-5	Свойства при повышенной температуре	16Mo3	1.5415	N	0	40	1.2	[e)]
321	Сварная труба	EN 10217-6	Свойства при низкой температуре	P215NL	1.0451	N	0	10	1.1	
322	Сварная труба	EN 10217-6	Свойства при низкой температуре	P265NL	1.0453	N	0	25	1.1	
323	Сварная труба	EN 10217-7	Нержавеющая сталь, аустенитная	X2CrNi18-9	1.4307	AT	0	60	8.1	
324	Сварная труба	EN 10217-7	Нержавеющая сталь, аустенитная	X2CrNi19-11	1.4306	AT	0	60	8.1	
325	Сварная труба	EN 10217-7	Нержавеющая сталь, аустенитная	X2CrNiN18-10	1.4311	AT	0	60	8.1	
326	Сварная труба	EN 10217-7	Нержавеющая сталь, аустенитная	X5CrNi18-10	1.4301	AT	0	60	8.1	

Продолжение таблицы Е.2-1

№	Форма изделия	Европейский стандарт	Описание материала	Марка	Номер материала	Термическая обработка [g)]	Толщина, мм		Группа материала по CR ISO 15608	Примечания
							мин.	макс.		
327	Сварная труба	EN 10217-7	Нержавеющая сталь, аустенитная	X6CrNiTi18-10	1.4541	AT	0	60	8.1	
328	Сварная труба	EN 10217-7	Нержавеющая сталь, аустенитная	X6CrNiNb18-10	1.4550	AT	0	60	8.1	
329	Сварная труба	EN 10217-7	Нержавеющая сталь, аустенитная	X2CrNiMo17-12-2	1.4404	AT	0	60	8.1	
330	Сварная труба	EN 10217-7	Нержавеющая сталь, аустенитная	X5CrNiMo17-12-2	1.4401	AT	0	60	8.1	
331	Сварная труба	EN 10217-7	Нержавеющая сталь, аустенитная	X6CrNiMoTi17-12-2	1.4571	AT	0	60	8.1	
332	Сварная труба	EN 10217-7	Нержавеющая сталь, аустенитная	X2CrNiMo17-12-3	1.4432	AT	0	60	8.1	
333	Сварная труба	EN 10217-7	Нержавеющая сталь, аустенитная	X2CrNiMoN17-13-3	1.4429	AT	0	60	8.1	
334	Сварная труба	EN 10217-7	Нержавеющая сталь, аустенитная	X3CrNiMo17-13-3	1.4436	AT	0	60	8.1	
335	Сварная труба	EN 10217-7	Нержавеющая сталь, аустенитная	X2CrNiMo18-14-3	1.4435	AT	0	60	8.1	
336	Сварная труба	EN 10217-7	Нержавеющая сталь, аустенитная	X2CrNiMoN17-13-5	1.4439	AT	0	60	8.1	
337	Сварная труба	EN 10217-7	Нержавеющая сталь, аустенитная	X2CrNiMo18-15-4	1.4438	AT	0	60	8.1	
338	Сварная труба	EN 10217-7	Нержавеющая сталь, аустенитная	X1NiCrMoCu31-27-7	1.4563	AT	0	60	8.2	
339	Сварная труба	EN 10217-7	Нержавеющая сталь, аустенитная	X1NiCrMoCu25-20-5	1.4539	AT	0	60	8.2	
340	Сварная труба	EN 10217-7	Нержавеющая сталь, аустенитная	X1CrNiMoCuN20-18-7	1.4547	AT	0	60	8.2	
341	Сварная труба	EN 10217-7	Нержавеющая сталь, аустенитная	X1NiCrMoCuN25-20-7	1.4529	AT	0	60	8.2	
342	Сварная труба	EN 10217-7	Нержавеющая сталь, аустенитно-ферритная	X2CrNiMoN22-5-3	1.4462	AT	0	30	10.1	[c)]

Продолжение таблицы Е.2-1

№	Форма изделия	Европейский стандарт	Описание материала	Марка	Номер материала	Термическая обработка [g)]	Толщина, мм		Группа материала по CR ISO 15608	Примечания
							мин.	макс.		
343	Сварная труба	EN 10217-7	Нержавеющая сталь, аустенитно-ферритная	X2CrNiN23-4	1.4362	AT	0	30	10.1	c)
344	Сварная труба	EN 10217-7	Нержавеющая сталь, аустенитно-ферритная	X2CrNiMoN25-7-4	1.4410	AT	0	30	10.2	c)
345	Сварная труба	EN 10217-7	Нержавеющая сталь, аустенитно-ферритная	X2CrNiMoCuWN25-7-4	1.4501	AT	0	30	10.2	c)
346	Поковка	EN 10222-2	Свойства при повышенной температуре	P245GH	1.0352	A	0	35	1.1	
347	Поковка	EN 10222-2	Свойства при повышенной температуре	P245GH	1.0352	N, NT, QT	35	160	1.1	
348	Поковка	EN 10222-2	Свойства при повышенной температуре	P280GH	1.0426	N	0	35	1.2	
349	Поковка	EN 10222-2	Свойства при повышенной температуре	P280GH	1.0426	NT, QT	35	160	1.2	
350	Поковка	EN 10222-2	Свойства при повышенной температуре	P305GH	1.0436	N	0	35	1.2	
351	Поковка	EN 10222-2	Свойства при повышенной температуре	P305GH	1.0436	NT	35	160	1.2	
352	Поковка	EN 10222-2	Свойства при повышенной температуре	P305GH	1.0436	QT	0	70	1.2	e)
353	Поковка	EN 10222-2	Свойства при повышенной температуре	16Mo3	1.5415	N	0	35	1.2	e)
354	Поковка	EN 10222-2	Свойства при повышенной температуре	16Mo3	1.5415	QT	35	500	1.2	e)
355	Поковка	EN 10222-2	Свойства при повышенной температуре	13CrMo4-5	1.7335	NT	0	70	5.1	
356	Поковка	EN 10222-2	Свойства при повышенной температуре	13CrMo4-5	1.7335	NT, QT	70	500	5.1	
357	Поковка	EN 10222-2	Свойства при повышенной температуре	15MnMoV4-5	1.5402	NT, QT	0	250	1.2	

Продолжение таблицы Е.2-1

№	Форма изделия	Европейский стандарт	Описание материала	Марка	Номер материала	Термическая обработка [g)]	Толщина, мм		Группа материала по CR ISO 15608	Примечания
							мин.	макс.		
358	Поковка	EN 10222-2	Свойства при повышенной температуре	18MnMoNi5-5	1.6308	QT	0	200	4.1	
359	Поковка	EN 10222-2	Свойства при повышенной температуре	14MoV6-3	1.7715	NT, QT	0	500	6.1	
360	Поковка	EN 10222-2	Свойства при повышенной температуре	15MnCrMoNiV5-3	1.6920	NT, QT	0	100	4.1	
361	Поковка	EN 10222-2	Свойства при повышенной температуре	11CrMo9-10	1.7383	NT	0	200	5.2	
362	Поковка	EN 10222-2	Свойства при повышенной температуре	11CrMo9-10	1.7383	NT, QT	200	500	5.2	
363	Поковка	EN 10222-2	Свойства при повышенной температуре	X16CrMo5-1	1.7366	A	0	300	5.3	
364	Поковка	EN 10222-2	Свойства при повышенной температуре	X16CrMo5-1	1.7366	NT	0	300	5.3	
365	Поковка	EN 10222-2	Свойства при повышенной температуре	X10CrMoVNb9-1	1.4903	NT	0	130	6.4	
366	Поковка	EN 10222-2	Свойства при повышенной температуре	X20CrMoV11-1	1.4922	QT	0	330	6.4	
367	Поковка	EN 10222-3	Свойства при низкой температуре	13MnNi6-3	1.6217	NT	0	70	9.1	
368	Поковка	EN 10222-3	Свойства при низкой температуре	15NiMn6	1.6228	N	0	35	9.1	
369	Поковка	EN 10222-3	Свойства при низкой температуре	15NiMn6	1.6228	NT, QT	35	50	9.1	

Продолжение таблицы Е.2-1

№	Форма изделия	Европейский стандарт	Описание материала	Марка	Номер материала	Термическая обработка [g)]	Толщина, мм		Группа материала по CR ISO 15608	Примечания
							мин.	макс.		
370	Поковка	EN 10222-3	Свойства при низкой температуре	12Ni14	1.5637	N	0	35	9.2	
371	Поковка	EN 10222-3	Свойства при низкой температуре	12Ni14	1.5637	NT	35	50	9.2	
372	Поковка	EN 10222-3	Свойства при низкой температуре	12Ni14	1.5637	QT	50	70	9.2	
373	Поковка	EN 10222-3	Свойства при низкой температуре	X12Ni5	1.5680	N	0	35	9.2	
374	Поковка	EN 10222-3	Свойства при низкой температуре	X12Ni5	1.5680	NT, QT	35	50	9.2	
375	Поковка	EN 10222-3	Свойства при низкой температуре	X8Ni9	1.5662	N, NT	0	50	9.3	
376	Поковка	EN 10222-3	Свойства при низкой температуре	X8Ni9	1.5662	QT	50	70	9.3	
377	Поковка	EN 10222-4	Мелкозернистая сталь, повышенный предел текучести	P285NH	1.0477	N	0	70	1.2	
378	Поковка	EN 10222-4	Мелкозернистая сталь, повышенный предел текучести	P285QH	1.0478	QT	70	400	1.2	е)
379	Поковка	EN 10222-4	Мелкозернистая сталь, повышенный предел текучести	P355NH	1.0565	N	0	70	1.2	
380	Поковка	EN 10222-4	Мелкозернистая сталь, повышенный предел текучести	P355QH1	1.0571	QT	70	400	1.2	е)
381	Поковка	EN 10222-4	Мелкозернистая сталь, повышенный предел текучести	P420NH	1.8932	N	0	70	1.3	

Продолжение таблицы Е.2-1

№	Форма изделия	Европейский стандарт	Описание материала	Марка	Номер материала	Термическая обработка [g)]	Толщина, мм		Группа материала по CR ISO 15608	Примечания
							мин.	макс.		
382	Поковка	EN 10222-4	Мелкозернистая сталь, повышенный предел текучести	P420QH	1.8936	QT	70	400	3.1	
383	Поковка	EN 10222-5	Нержавеющая сталь, мартенситная	X3CrNi13-4	1.4313	QT+T	0	350	7.2	e)
384	Поковка	EN 10222-5	Нержавеющая сталь, мартенситная	X3CrNi13-4	1.4313	QT	0	250	7.2	e)
385	Поковка	EN 10222-5	Нержавеющая сталь, аустенитная	X2CrNi18-9	1.4307	AT	0	250	8.1	
386	Поковка	EN 10222-5	Нержавеющая сталь, аустенитная	X2CrNiN18-10	1.4311	AT	0	250	8.1	
387	Поковка	EN 10222-5	Нержавеющая сталь, аустенитная	X5CrNi18-10	1.4301	AT	0	250	8.1	
388	Поковка	EN 10222-5	Нержавеющая сталь, аустенитная	X6CrNiTi18-10	1.4541	AT	0	450	8.1	
389	Поковка	EN 10222-5	Нержавеющая сталь, аустенитная	X6CrNiNb18-10	1.4550	AT	0	450	8.1	
390	Поковка	EN 10222-5	Нержавеющая сталь, аустенитная	X6CrNi18-10	1.4948	AT	0	250	8.1	
391	Поковка	EN 10222-5	Нержавеющая сталь, аустенитная	X6CrNiTiB18-10	1.4941	AT	0	450	8.1	
392	Поковка	EN 10222-5	Нержавеющая сталь, аустенитная	X7CrNiNb18-10	1.4912	AT	0	450	8.1	
393	Поковка	EN 10222-5	Нержавеющая сталь, аустенитная	X2CrNiMo17-12-2	1.4404	AT	0	250	8.1	
394	Поковка	EN 10222-5	Нержавеющая сталь, аустенитная	X2CrNiMoN17-11-2	1.4406	AT	0	160	8.1	
395	Поковка	EN 10222-5	Нержавеющая сталь, аустенитная	X5CrNiMo17-12-2	1.4401	AT	0	250	8.1	
396	Поковка	EN 10222-5	Нержавеющая сталь, аустенитная	X6CrNiMoTi17-12-2	1.4571	AT	0	450	8.1	

Продолжение таблицы Е.2-1

№	Форма изделия	Европейский стандарт	Описание материала	Марка	Номер материала	Термическая обработка [g)]	Толщина, мм		Группа материала по CR ISO 15608	Примечания
							мин.	макс.		
397	Поковка	EN 10222-5	Нержавеющая сталь, аустенитная	X2CrNiMo17-12-3	1.4432	AT	0	250	8.1	
398	Поковка	EN 10222-5	Нержавеющая сталь, аустенитная	X2CrNiMoN17-13-3	1.4429	AT	0	160	8.1	
399	Поковка	EN 10222-5	Нержавеющая сталь, аустенитная	X3CrNiMo17-13-3	1.4436	AT	0	250	8.1	
400	Поковка	EN 10222-5	Нержавеющая сталь, аустенитная	X2CrNiMo18-14-3	1.4435	AT	0	75	8.1	
401	Поковка	EN 10222-5	Нержавеющая сталь, аустенитная	X3CrNiMoN17-13-3	1.4910	AT	0	75	8.1	
402	Поковка	EN 10222-5	Нержавеющая сталь, аустенитная	X2CrNiCu19-10	1.4650	AT	0	450	8.1	
403	Поковка	EN 10222-5	Нержавеющая сталь, аустенитная	X3CrNiMo18-12-3	1.4449	AT	0	450	8.1	
404	Поковка	EN 10222-5	Нержавеющая сталь, аустенитно-ферритная	X2CrNiMoN22-5-3	1.4462	AT	0	350	10.1	c)
405	Поковка	EN 10222-5	Нержавеющая сталь, аустенитно-ферритная	X2CrNiMoN25-7-4	1.4410	AT	0	160	10.2	c)
406	Отливка	EN 10213	Свойства при повышенной температуре	GP240GR	1.0621	N	0	100	1.1	h)
407	Отливка	EN 10213	Свойства при повышенной температуре	GP240GH	1.0619	N, QT	0	100	1.1	e)
408	Отливка	EN 10213	Свойства при повышенной температуре	GP280GH	1.0625	N, QT	0	100	1.2	e)
409	Отливка	EN 10213	Свойства при повышенной температуре	G20Mo5	1.5419	QT	0	100	3.1	

Продолжение таблицы Е.2-1

№	Форма изделия	Европейский стандарт	Описание материала	Марка	Номер материала	Термическая обработка [g]	Толщина, мм		Группа материала по CR ISO 15608	Примечания
							мин.	макс.		
410	Отливка	EN 10213	Свойства при повышенной температуре	G17CrMo5-5	1.7357	QT	0	100	5.1	
411	Отливка	EN 10213	Свойства при повышенной температуре	G17CrMo9-10	1.7379	QT	0	150	5.2	
412	Отливка	EN 10213	Свойства при повышенной температуре	G12MoCrV5-2	1.7720	QT	0	100	6.1	
413	Отливка	EN 10213	Свойства при повышенной температуре	G17CrMoV5-10	1.7706	QT	0	150	6.2	
414	Отливка	EN 10213	Свойства при повышенной температуре	GX4CrNi 13-4	1.4317	QT	0	300	8.1	
415	Отливка	EN 10213	Свойства при повышенной температуре	GX8CrNi 12	1.4107	QT	0	300	8.1	
416	Отливка	EN 10213	Свойства при повышенной температуре	GX15CrMo5	1.7365	QT	0	150	5.3	
417	Отливка	EN 10213	Свойства при повышенной температуре	GX23CrMoV12-1	1.4931	QT	0	150	6.4	
418	Отливка	EN 10213	Свойства при низкой температуре	G17Mn5	1.1131	QT	0	50	1.1	
419	Отливка	EN 10213	Свойства при низкой температуре	G20Mn5	1.6220	N	0	30	1.2	
420	Отливка	EN 10213	Свойства при низкой температуре	G20Mn5	1.6220	QT	0	100	1.2	e)
421	Отливка	EN 10213	Свойства при низкой температуре	G18Mo5	1.5422	QT	0	100	1.2	e)

Продолжение таблицы Е.2-1

№	Форма изделия	Европейский стандарт	Описание материала	Марка	Номер материала	Термическая обработка [g)]	Толщина, мм		Группа материала по CR ISO 15608	Примечания
							мин.	макс.		
422	Отливка	EN 10213	Свойства при низкой температуре	G9Ni10	1.5636	QT	0	35	9.1	
423	Отливка	EN 10213	Свойства при низкой температуре	G17NiCrMo13-6	1.6781	QT	0	200	9.2	
424	Отливка	EN 10213	Свойства при низкой температуре	G9Ni14	1.5638	QT	0	35	9.2	
425	Отливка	EN 10213	Свойства при низкой температуре	GX3CrNi13-4	1.6982	QT	0	300	8.1	
426	Отливка	EN 10213	Нержавеющая сталь, аустенитная	GX2CrNi19-11	1.4309	AT	0	150	8.1	
427	Отливка	EN 10213	Нержавеющая сталь, аустенитная	GX5CrNi19-10	1.4308	AT	0	150	8.1	
428	Отливка	EN 10213	Нержавеющая сталь, аустенитная	GX5CrNiNb19-11	1.4552	AT	0	150	8.1	
429	Отливка	EN 10213	Нержавеющая сталь, аустенитная	GX2CrNiMo19-11-2	1.4409	AT	0	150	8.1	
430	Отливка	EN 10213	Нержавеющая сталь, аустенитная	GX5CrNiMo19-11-2	1.4408	AT	0	150	8.1	
431	Отливка	EN 10213	Нержавеющая сталь, аустенитная	GX5CrNiMoNb19-11-2	1.4581	AT	0	150	8.1	
432	Отливка	EN 10213	Нержавеющая сталь, аустенитная	GX2NiCrMo28-20-2	1.4458	AT	0	150	8.2	
433	Отливка	EN 10213	Нержавеющая сталь, аустенитно-ферритная	GX2CrNiMoN25-7-3	1.4417	AT	0	150	10.2	c)
434	Отливка	EN 10213	Нержавеющая сталь, аустенитно-ферритная	GX2CrNiMoN22-5-3	1.4470	AT	0	150	10.1	c)
435	Отливка	EN 10213	Нержавеющая сталь, аустенитно-ферритная	GX2CrNiMoCuN25-6-3-3	1.4517	AT	0	150	10.2	c)

Окончание таблицы Е.2-1

№	Форма изделия	Европейский стандарт	Описание материала	Марка	Номер материала	Термическая обработка [g]	Толщина, мм		Группа материала по CR ISO 15608	Примечания
							мин.	макс.		
436	Отливка	EN 10213	Нержавеющая сталь, аустенитно-ферритная	GX2CrNiMoN26-7-4	1.4469	AT	0	150	10.2	c

[a] Из-за содержания углерода необходимы специальные меры при сварке материала.
[b] Подробнее о термической обработке см. серию EN 10216.
[c] См. В.2.3, рисунки В.2-9 – В.2-11.
[d] Сварка крепежных изделий, изготовленных из этих материалов, не допускается.
[e] В каждом конкретном случае следует учитывать дополнительные требования к формовке и сварке.
[f] Горячая формовка не допускается для термомеханически обработанных сталей, см. п. 9.3.2 EN 13445-4:2009.
[g] Условия термической обработки:
A – отжиг;
AT – термическая обработка на твердый раствор;
C – холодное деформирование;
I – изотермический отжиг;
M – термомеханическая прокатка;
N – нормализация;
NT – нормализация и отпуск;
P – дисперсионное твердение;
QT – закалка и отпуск;
RA – рекристаллизационный отжиг;
WW – горячее деформирование.
[h] Марка стали, исключенная в EN 10213:2008.

Приложение Y
(справочное)

Отличия между EN 13445-2:2002 и EN 13445-2:2009

Редакция 2009 года EN 13445-2 содержит редакцию 2002 года, а также все поправки и исправления, внесенные за этот срок.

Самые важные изменения:

– добавление расчетных свойств в диапазоне ползучести (4.2.4 и приложение C);

– европейские стандартизированные стали, сгруппированные в соответствии с формой изделия: таблица A.2-1 перенесена в таблицу E.2-1 и дополнена материалами EN, статус изменен с обязательного на справочный;

– предотвращение хрупкого разрушения: ревизия приложения B, расширение применимого диапазона предела текучести с 460 до 500 МПа, включение нержавеющих сталей дуплекс толщиной до 50 мм и изменения рабочих пластин B.4 в сочетании с разделом 8 части 4.

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) европейского стандарта	Существенные требования Директивы 97/23/ЕС по оборудованию, работающему под давлением	Квалификационные замечания/примечания
4	2.2.3 (b), требование 5	Рассмотрение и учет соответствующих свойств материала
4.1.6 и приложение B	4.1 (a)	Предотвращение хрупкого разрушения
4.1.7	4.1 (d)	Материал, пригодный для предусмотренной процедуры переработки
4.1.1	4.2 (b)	Соответствие техническим условиям на материал
4.1.5	7.5	Подробные требования к удлинению после разрыва для стали
4.1.6 и приложение B	7.5	Подробные требования к энергии ударного разрыва для стали
4.2.4	2.2.3 (b), требование 7	Расчетные свойства в диапазоне ползучести

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

Библиография

[1] Директива 97/23/EC Европейского парламента и совета от 29 мая 1997 г. по сближению законодательств государств-членов, касающихся оборудования, работающего под давлением, OJEC No L 181, 9 июля 1997 г.

[2] AD-инструкция W 8. Plattierte Stähle (плакированные стали); июль 1987 г.

[3] CODAP, раздел M 15. Правила, применяемые к листам из черного или цветного плакированного металла

[4] SEL 075: Plattierte Erzeugnisse (плакированные изделия); февраль 1993 г.

[5] Sanz G., Rev Metal CIT 1980, pp 621-642

[6] Sandström R., Minimum usage temperatures for ferritic steels (Минимальные температуры использования ферритных сталей) Scandinavian Journal of Metallurgy 16 (1987), pp 242-252

[7] Garwood S. J. and Denham J. B., 'The fracture toughness requirements of BS 5500 (Требования вязкости разрушения в BS 5500)', ASME pressure vessel and piping conference (1988), paper 88-PBP-7

[8] Руководство по методам оценки приемлемости дефектов в сварных конструкциях, BS 7910:1999

[9] Assessment of the Integrity of Structures Containing Discontinuities (Оценка целостности конструкций, содержащих неоднородности), INSTA Technical Report, Materials Standards Institute, Stockholm 1991

[10] Практическое предложение к prEN 13445-2, пункт 4.1.6 и приложение D.3.2 (подготовлено SG Low Temperature), документ CEN/TC 54/267/JWG B N 400

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

[12] EN 764-5:2002 Оборудование, работающее под давлением. Часть 5. Документы по контролю и соответствию металлических материалов

[13] EN 1011-2:2001 Сварка. Рекомендации по сварке металлических материалов. Часть 2. Дуговая сварка ферритных сталей

[14] EN 10002-1:2001 Металлические материалы. Испытание на растяжение. Часть 1. Метод испытаний при комнатной температуре

[15] EN 10079:1992 Определение изделий из стали

[16] Langenberg P. (Edt.), ECOPRESS Economical and safe design of pressure vessels applying new modern steels (Экономичное и надежное проектирование сосудов, работающих под давлением, с применением новых современных сталей), European research project, 5th framework RTD, project no. GRD1-1999-10640, 1/2000-5/2003, Final report 12/2003, info: gost.e-ecolog.ru

[17] VdTÜV- Инструкция 1153, Руководство по профессиональной экспертизе сварочной присадки; техника сварки Richtlinien, 2009

[18] Рекомендации Европейского комитета по ползучести (ECCC) (2003)

[19] EN 10028-1:2007 Изделия плоские стальные для использования под давлением. Часть 1. Общие требования

[20] EN 10213:2007 Отливки стальные для работы под давлением

[21] EN 10216-1:2002 Трубы стальные бесшовные для работы под давлением. Технические условия поставки. Часть 1. Трубы из нелегированной стали со специальными свойствами для температуры окружающей среды

[22] EN 10216-2:2002 Трубы стальные бесшовные для работы под давлением. Технические условия поставки. Часть 2. Трубы из нелегированной и легированной стали со специальными свойствами для повышенной температуры

[23] EN 10216-5:2002 Трубы стальные бесшовные для работы под давлением. Технические условия поставки. Часть 5. Трубы из нержавеющей стали

[24] EN 10217-1:2002 Трубы стальные сварные для работы под давлением. Технические условия поставки. Часть 1. Трубы из нелегированной стали со специальными свойствами для температуры окружающей среды

[25] EN 10217-2:2002 Трубы стальные сварные для работы под давлением. Технические условия поставки. Часть 2. Трубы электросварные из нелегированной и легированной стали со специальными свойствами для повышенной температуры

[26] EN 10217-5:2002 Трубы стальные сварные для работы под давлением. Технические условия поставки. Часть 5. Трубы сварные под флюсом из нелегированной и легированной стали со специальными свойствами для повышенной температуры

[27] EN 10217-7:2005 Трубы стальные сварные для работы под давлением. Технические условия поставки. Часть 7. Трубы из нержавеющей стали

[28] EN 10222-1:1998 Поковки стальные для работы под давлением. Часть 1. Общие требования к штампованным поковкам, откованным свободной ковкой

[29] EN 10222-2:1999 Поковки стальные для работы под давлением. Часть 2. Ферритные и мартенситные стали со специальными свойствами при повышенных температурах

[30] EN 10253-2:2007 Фитинги под приварку. Часть 2. Нелегированная и ферритная легированная стали с учетом особых требований контроля

[31] EN 10272:2007 Прутки из нержавеющей стали для работы под давлением

[32] EN ISO 14343:2007 Материалы присадочные. Проволочные электроды, полосковые электроды, сварочная проволока и присадочные прутки для дуговой сварки и нержавеющих и жаропрочных сталей. Классификация (ISO 14343:2002 и ISO 14343:2002/Amd1:2006)

[33] Sandström, R., Langenberg, P., Sieurin, H., New brittle fracture model for the European pressure vessel standard (Новая модель хрупкого разрушения для европейского стандарта на сосуды, работающие под давлением), International Journal of Pressure Vessels and Piping 81 (2004) 837-845'

Ответственный за выпуск *В. Л. Гуревич*

Сдано в набор 22.03.2010. Подписано в печать 20.04.2010. Формат бумаги 60×84/8. Бумага офсетная.
Гарнитура Arial. Печать ризографическая. Усл. печ. л. 19,06 Уч.- изд. л. 7,85 Тираж экз. Заказ

Издатель и полиграфическое исполнение:
Научно-производственное республиканское унитарное предприятие
«Белорусский государственный институт стандартизации и сертификации» (БелГИСС)
ЛИ № 02330/0552843 от 08.04.2009.
ул. Мележа, 3, комн. 406, 220113, Минск.

gost.e-ecolog.ru