ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

СТБ EN 13445-1-2009

СОСУДЫ, РАБОТАЮЩИЕ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

Часть 1

Общие положения

ПАСУДЗІНЫ, ПРАЦУЮЧЫЯ ПАД ЦІСКАМ

Частка 1

Агульныя палажэнні

(EN 13445-1:2009, 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, трубопроводы

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 13445-1:2009 Unfired pressure vessels – Part 1: General (Сосуды, работающие под давлением. Часть 1. Общие положения).

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 13445-1:2009 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 1
Общие положения

ПАСУДЗІНЫ, ПРАЦУЮЧЫЯ ПАД ЦІСКАМ
Частка 1
Агульныя палажэнні

Unfired pressure vessels
Part 1
General

Дата введения 2010-01-01

1 Scope

1.1

This part of this European Standard defines the terms, definitions, quantities, symbols and units that are used throughout the EN 13445. It also contains instructions on how to use the standard (Annex A) as well as an index which covers the whole standard (Annex B). This information is aimed to aid the user of the EN 13445.

This European Standard applies to unfired pressure vessels with a maximum allowable pressure greater than 0,5 bar gauge but may be used for vessels operating at lower pressures, including vacuum.

NOTE The selection, application and installation of safety related accessories intended to protect pressure vessels during operation are covered in EN 764-7.

1.2 Exclusions

This European Standard is not applicable to pressure equipment of the following types:

a) transportable pressure equipment;

b) items specifically designed for nuclear use, the failure of which may cause a release of radioactivity;

c) pressure equipment intended for the generation of steam or superheated water at temperatures higher than 110 °C;

d) vessels of riveted construction;

e) vessels of lamellar cast iron or any other materials not included in parts 2, 6, or 8 of the standard;

f) multilayered, autofrettaged or pre-stressed vessels;

g) pipelines and industrial piping.

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 — Part 1: Terminology — 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 13445-2:2009, *Unfired pressure vessels — Part 2: Materials.*

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

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

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

EN 13445-6:2009, *Unfired pressure vessels — Part 6: Requirements for the design and fabrication of pressure vessels and pressure parts constructed from spheroidal graphite cast iron.*

EN 13445-8:2009, *Unfired pressure vessels — Part 8: Additional requirements for pressure vessels of aluminium and aluminium alloys.*

3 Terms and definitions

For the purposes of this European Standard, the terms and definitions given in EN 764-1:2004, EN 764-2:2002 and EN 764-3:2002 and the following apply.

3.1
main pressure bearing parts
parts which constitute the envelope under pressure, essential for the integrity of the equipment

3.2
pressure vessel
housing and its direct attachments up to the coupling point connecting it to other equipment, designed and built to contain fluids under pressure

NOTE A vessel may be composed of more than one chamber.

3.3
fluid
gas, liquid and vapour in their pure phase as well as mixtures thereof

NOTE A fluid may contain a suspension of solids.

3.4
piping
pipe or system of pipes, tubing, fittings, expansion joints, hoses or other pressure-bearing components, intended for the transport of fluid, connected together and integrated into a pressure system

3.5
assembly
several pieces of pressure equipment assembled by a manufacturer to constitute an integrated and functional whole

3.6
pipelines
piping or system of piping designed for the conveyance of any fluid or substance to or from an installation (onshore or offshore) starting from and including the first isolation device located within the installation and including all the annexed equipment designed specifically for pipelines

3.7
maximum allowable pressure *(PS)*
maximum pressure for which the pressure vessel is designed as specified by the manufacturer

3.8
maximum/minimum allowable temperature (*TS*)
maximum/minimum temperature for which the pressure vessel is designed as specified by the manufacturer

3.9
testing group
one of the four groups designed to specify the extent of non-destructive testing and destructive testing necessary in association with joint coefficient, material grouping, welding process, maximum thickness, service temperature range

NOTE The testing group of a vessel is not linked to the hazard category.

3.10
joint coefficient
reduction coefficient related to the testing group and which is applied to the nominal design stress

3.11
required thickness
thickness excluding corrosion or any other allowances specified in EN 13445

3.12
hazard category
category of the pressure vessel taking into account the potential hazards

3.13
testing factor
a factor taking into account the amount of NDT testing in castings, applied on the nominal design stress

3.14
material manufacturer
individual or organization that produces material in the basic product form used in the manufacture of pressure equipment

3.15
manufacturer
individual or organization that is responsible for design, fabrication, testing, inspection, installation of pressure equipment and assemblies where relevant

NOTE 1 The manufacturer may subcontract one or more of the above mentioned tasks under its responsibility.

NOTE 2 In EU member states the manufacturer is responsible for compliance with the Pressure Equipment Directive 97/23/EC. For those manufacturers outside the EU their authorized representative inside the EU assumes this responsibility.

3.16
weldment
weld metal, heat affected zone and adjacent base material(s)

4 Interdependency of the parts of the series

Parts 2 to 6 and part 8 of EN 13445, together with Part 1, form a consistent set of specifications which shall be followed for compliance to the standard.

NOTE Parts 7 and 9 of this series are published as a CEN Report and a CEN Technical Report respectively. They are not European Standards.

5 Quantities, symbols and units

Quantities, symbols and units to be used for pressure equipment shall be in accordance with Tables 5-1 and 5-2 and EN 764-2:2002

NOTE 1 Other symbols used in specific parts of this European Standard are tabulated in the relevant part.

NOTE 2 The choice of the appropriate multiple (decimal multiple or sub-multiple) of a unit is governed by convenience, the multiple chosen for a particular application being one which should lead to numerical values within a practical range. Therefore when indicating quantities it is recommended that decimal multiple or sub-multiple quantities be chosen such that the resulting values are easy to handle, e.g. between 0,1 and 1 000. The non-SI units, bar for pressure and L for volume should be used on the nameplate.

Table 5-1 — Quantities for space and time

Quantity	Symbol	Unit
Time	*t*	s, min, h
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 5-2 — 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
Yield strength	R_e	MPa
1 % proof strength	$R_{p1.0}$	MPa
Proof strength at temperature T	$R_{p/T}$	MPa
Upper yield strength	R_{eH}	MPa
0,2 % proof strength	$R_{p0,2}$	MPa
0,2 % proof strength at temperature T	$R_{p0,2/T}$	MPa
Ultimate tensile strength at temperature T	$R_{m/T}$	MPa
Modulus of elasticity	E	MPa
Shear modulus	G	MPa
Poisson's ratio	υ	-
Strain	ε	%
Elongation after rupture/fracture	A	%
Impact energy	KV	J
Hardness	HB, HV	-
Joint coefficient	z	-
Safety factor	S	-

[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.

Note The use of symbols for temperature may be different from the PED.

Annex A
(informative)

Using the standard

A.1 Purpose

EN 13445 is a new standard (first issued in 2002) and in many places uses new design, fabrication, inspection, and testing philosophies. This annex is designed to facilitate the introduction to the use of the standard.

This annex only gives a general overview of the requirements of the standard. Reference must always be made to the standard text itself, and not all requirements are necessarily mentioned in this annex.

A.2 General

The standard is harmonized under the Pressure Equipment Directive (97/23/EC). This means that if an unfired pressure vessel meets the requirements of the standard, this pressure vessel can be presumed to conform to those essential safety requirements in Annex I of the Directive which are listed in the Annexes ZA of the individual parts of the standard.

In this connection, it should be understood that the standard is indivisible. The design and manufacture of unfired pressure vessels requires the application of all relevant Parts of the standard for the requirements of the standard to be fulfilled. Only in the case that the standard gives no information to specific parts of pressure vessels other standards may be used exceptionally. In such a case, special attention should be paid to ensure that application of such other standard(s) is made consistent with the safety philosophy and the general safety requirements of EN 13445 (i.e. same nominal design stresses, same safety margins, etc.).

NOTE Part 7 and Part 9 are not mandatory parts of the standard in this sense.

This standard applies to unfired pressure vessels with the limitations and exclusions stated in Clause 1 of EN 13445-1:2009.

A.3 Prerequisites

Prior to designing and manufacturing a pressure vessel under the standard, the manufacturer must establish a number of prerequisites:

— The conditions under which the vessel will be operating.

— Load cases to be considered are enumerated in 5.3.1 to 5.3.2 of EN 13445-3:2009.

— The category of the vessel (I to IV) as defined in the Directive. Subclause 4.2 of CR 13445-7:2002 and Annex A of CR 13445-7:2002 show how the category of a vessel is to be established.

NOTE 1 The category determines the type of inspection document required for the materials of the main pressure-bearing parts, as stated in Annex I, section. 4.3 of the Directive (Inspection Documents are defined in EN 10204:2004). The category may also influence how particular material appraisals (see A.4.2) are to be performed.

— The assessment module (as defined in the directive) to be used. Subclause 4.3 of CR 13445-7:2002 and Annex B of CR 13445-7:2002 describe the different assessment modules and which assessment modules can be used for the different categories.

NOTE 2 The choice of module may affect the participation of a notified body and/or a recognized third party organization or user inspectorate in the inspection and testing of the vessel as enumerated in Annex C of CR 13445-7:2002. (It should be noted that the use of user inspectorates may not be permitted in all member states).

— The testing group of the vessel according to 6.6.1.1 of EN 13445-5:2009. The available testing groups depend upon the material group, thickness, and welding method. Category 4 is further limited with regards to pressure, temperature, content, number of cycles, design stress, and dimensions.

NOTE 3 The testing group affects not only the testing requirements but also design and manufacturing aspects, e.g., joint coefficient, permitted weld details and required weld production tests.

NOTE 4 Although the same testing group normally applies to the whole vessel, it is (with the exception of Group 4) permissible to have different testing groups apply to different parts (e.g., welds).

A.4 Materials

A.4.1 General

Specific requirements for steels are given in Part 2.

NOTE Specific rules for spheroidal graphite cast iron and aluminium are given in EN13445-6:2009 (see A.8 in this annex) and EN13445-8:2009 (see A.9 in this annex), respectively. In some instances, references may be made from these parts to EN13445-2:2009.

A.4.2 Permitted materials

Only materials which are qualified for pressure equipment may be used. Qualification of materials can be made in three different ways

— Materials from European harmonized Standards, see 4.3.1 of EN 13445-2:2009;

  Certain materials supplied in accordance with European material Standards are accepted as qualified for use in pressure-bearing parts. These materials are enumerated in Table E.2-1 of EN 13445-2:2009.

— Materials with a European Approval for Materials (EAM), see 4.3.2 of EN 13445-2:2009;

  Materials with an EAM, which states that they can be used for products under the PED, are qualified for use in relevant products according to this standard.

  EAMs are published in the Official Journal, and the European Commission maintains a list of EAMs on their web site

NOTE 1 This web site is presently accessible under the address
gost.e-ecolog.ru

— Materials with a Particular Material Appraisal (PMA) , see 4.3.3 of EN 13445-2:2009.

  Materials, which have been subject to a PMA are qualified. This appraisal is carried out by the manufacturer (and in certain cases checked by a Notified Body).

NOTE 2 The European Commission and Member States have in November 2006 agreed on "Guiding Principles for the contents of Particular Materials Appraisals. The document is published on,
gost.e-ecolog.ru

Whichever method of qualification is used, the qualification does not necessarily cover the suitability of the material with regards to the environment and content of the vessel, i.e., corrosion, erosion, etc. The manufacturer will always have to evaluate the material's resistance to such action.

Whichever way the material has been qualified, all other rules in Part 2 will have to be fulfilled.

A.4.3 Prevention of brittle fracture

Rules for prevention against brittle fracture are given in Annex B of EN 13445-2:2009.

Three different routes are allowed:

— Code of practice based on operating experience and fracture mechanics (B.2.2 of EN 13445-2:2009).

— Code of more flexibility based on fracture mechanics (B.2.3 of EN 13445-2:2009).

— Application of fracture mechanics analysis (B.2.4 of EN 13445-2:2009).

The first two methods are limited to certain materials and thickness.

The third method requires detailed work in fracture mechanics and the standard only contains guidance on it. It can only be used after agreement between the concerned parties.

A.4.4 Material grouping

Materials are grouped in Table A-1 of EN 13445-2:2009 with respect to major chemical elements, specified minimum tensile test data. This grouping is used throughout the standard to decide design, manufacturing, and inspection aspects.

A.5 Design

A.5.1 General

Most of the requirements for design are to be found in Part 3.

NOTE Specific design rules for vessels manufactured from spheroidal graphite cast iron and aluminium are given in EN13445-6:2009 (see A.8 in this annex) and EN13445-8:2009 (see A.9 in this annex), respectively.

A.5.2 Design for static loads

There are four different methods for design, which can be used either separately or in combination with each other

— Design by formulas (DBF)

These rules are contained in Clauses 7 to 16 and 20 to 21 of EN 13445-3:2009 and Annexes F, G, GA and J of EN 13445-3:2009.

For simple geometries such as cylinders and spheres, formulas can be given where pressure and geometrical dimensions give the required minimum thicknesses directly.

For more complicated geometries, a trial-and-error approach must be used in most cases. The designer will have to assume the analysis thickness(es), and use the formulas to compute the stresses and/or the load ratios as applicable. These stresses and/or load ratios are then compared with allowable values. Figure 5-1 of EN 13445-3:2009 shows the relations between different thickness definitions.

In the design formulas of components having a governing weld, the weakening effect of that weld is accounted for by means of a joint coefficient z. The maximum allowed value of this coefficient depends upon the testing group of the weld as specified in 6.6.1.1 of EN 13445-5:2009.

NOTE 1 Governing welds are listed in 5.6 of EN 13445-3:2009.

For two types of components, flange connections and heat exchanger tubesheets, a multiple sets of rules are given (in Clause 11 of EN 13445-3:2009, Annex G of EN 13445-3:2009, and Annex GA of EN 13445-3:2009, in Clause 13 of EN 13445-3:2009 and Annex J of EN 13445-3:2009, respectively). The alternative rules of Annexes G, GA and J of EN 13445-3:2009 are based on more advanced methods than their corresponding main clause, and are expected to lead to more appropriate and less conservative designs. Either set can be used at the designer's option within the limitations given for each set.

NOTE 2 Annex G is recommended for the design of flange connections where the flanges are subject to strong leak-tightness requirements, significant thermal cycling, and/or significant additional loads (forces or moments). It implies that the bolt stress is controlled by the use of a defined tightening procedure.

NOTE 3 Annex GA is a further development of Annex G. It may be used particularly for flange connections in vessels containing gases or vapours, for which it is necessary to fix a maximum allowable leak rate.

NOTE 4 Annex J is recommended for the design of heat exchanger tubesheets subject to relatively low cyclic loading.

— Design by analysis using direct assessment of failure modes (DBA - Direct Route)

These rules are contained in Annex B of EN 13445-3:2009.

For each failure mode a specific assessment method is provided (e.g. : limit analysis for assessment of gross plastic deformation, shakedown analysis for progressive deformation).

— Design by analysis using stress categorization (DBA – Method based on stress categories)

These rules are contained in Annex C of EN 13445-3:2009.

Stresses must be computed (in most cases using finite element methods) and divided into different categories. The stresses in each category are then compared to allowable values for the respective category.

— Design by experiment (DBE)

These rules are contained in Annex T of EN 13445-3:2009.

Design by experiment always includes a burst test and may be supplemented by control of deformation and a fatigue test. It can either be used separately or as a verification of DBF calculations.

DBF is the most common and simple way to design vessels. All DBF rules cover pressure. Non-pressure loads can be taken into account, for some cases, through use of Clause 16.

Design by analysis is used to assess structural shapes and load configurations not covered by DBF. It may also be used as an alternative to DBF. Between the two possible DBA routes, that in Annex B of EN 13445-3:2009 is expected to be less conservative or more realistic than that in Annex C of EN 13445-3:2009, as being based on more advanced methods.

A.5.3 Design in the creep range

— Design by Formulae

The rules contained in Clause 19 of EN 13445-3:2009 allow the design of vessels or vessel parts for loading of predominantly non-cyclic nature (less than 500 equivalent full pressure cycles).

Different sets of rules are used depending on whether the vessel is subjected to a single creep load case (use 19.8.1 of EN 13445-3:2009) or multiple creep load cases (use 19.8.2 of EN 13445-3:2009).

In both cases, the joint factor is modified by the weld creep strength reduction factor according to 19.6 of EN 13445-3:2009.

NOTE A procedure for the determination of the weld creep strength reduction factor by tests is given in Annex C of EN 13445-2:2009.

— Design by Analysis – Direct Route

Design by Analysis in the creep range is covered in Annex B of EN 13445-3:2009. The design checks to be considered (in addition to those for operation below the creep range listed in B.5.1.1 of EN 13445-3:2009) are:

— Creep Rupture Design Check, see B.9.4 of EN 13445-3:2009,

— Excessive Creep Strain Design Check, see B.9.5 of EN 13445-3:2009,

— Creep Fatigue Interaction Design Check, see B.9.6 of EN 13445-3:2009.

A.5.4 Design for cyclic loads (fatigue)

Each vessel which is subjected to more than a certain number (given in Equation 5.4-1 of EN 13445-3:2009) of equivalent full pressure cycles must be checked against fatigue. The standard provides two methods, and either method can be used at the designer's option.

— A simplified fatigue analysis (Clause 17 of EN 13445-3:2009)

  This simplified method uses coefficients for different geometries and different weld details to compute the maximum number of fatigue cycles allowed. It is essentially applicable to vessels predominantly subject to pressure fluctuations, with however some provisions to account (to a certain extent) for other load fluctuations.

  It will normally give more conservative results than a detailed fatigue analysis

— A detailed fatigue analysis (Clause 18 of EN 13445-3:2009)

  This method presumes a detailed stress analysis at all critical points (in practice mostly using finite element methods)

In both analyses, the intensity of the fatigue loading is measured, at any vessel point, by a "damage factor" from which the "critical areas" of the vessel can be found. In these areas, more NDT is required, as defined in Annex G of EN 13445-5:2009.

A.5.5 Nominal design stresses

The nominal design stress f to be introduced into the formulas giving the minimum required thickness or to be used to calculate the allowable stresses shall be computed as detailed in Clause 6 of EN 13445-3:2009 (19.5 of EN 13445-3:2009 for operation in the creep range).

NOTE 1 The concept of nominal design stress is not used within Annex B of EN 13445-3:2009. In this annex, allowable loads are directly derived from the material characteristics.

NOTE 2 For non-austenitic steels there are two alternative sets of design stresses, the normal one in 6.2 of EN 13445-3:2009 and the Alternative Route in 6.3 of EN 13445-3:2009, which permits higher stresses under certain conditions.

A.5.6 Weld details

Butt welds are preferred for all welded joints, but joggle joints, joints with permanent backing strips, and lap joints are permitted for certain circumferential joints, provided that the restrictions given in 5.7 of EN 13445-3:2009 are observed.

Allowable weld designs with material and geometry limitations are listed in Annex A of EN 13445-3:2009.

A.5.7 Access openings

The standard specifies a minimum number and size of access openings which are detailed in C.2 to C.4 of EN 13445-5:2009.

Rules for closing mechanisms and locking devices are given in C.5 of EN 13445-5:2009.

A.6 Manufacturing

A.6.1 General

Most of the requirements for manufacturing are to be found in EN13445-4:2009.

NOTE Specific rules for vessels manufactured from spheroidal graphite cast iron and aluminium are given in EN13445-6:2009 (see A.8 in this annex) and EN13445-8:2009 (see A.9 in this annex), respectively.

A.6.2 Tolerances

The standard specifies manufacturing tolerances both for vessel parts themselves and for welds:

— Permitted shape tolerances for vessels under internal pressure are specified in 5.4 of EN 13445-4:2009.

  Shape tolerances for vessels under external pressure must not exceed those given for internal pressure, but they must also fulfill the requirements of 8.5.1 and 8.6.1 of EN 13445-3:2009 (cylindrical and conical shells) and 8.7.2 of EN 13445-3:2009 (spherical shells). Larger shape deviations may be accepted, but lead to reduced allowable external pressures. The rules for computing these reduced pressures are given in Annex F of EN 13445-3:2009.

  Annexes D and E of EN 13445-3:2009 give directions for measuring shape deviations in vessels under external pressure.

  The rules cited above are absolute requirements of the standard. For other measurements, recommended maximum tolerances are given in the informative Annex A of EN 13445-4:2009.

— There are two sets of requirements on alignment at welds, for middle-line alignment (5.2 of EN 13445-4:2009) and for surface alignment (5.3 of EN 13445-4:2009). Both sets must be observed simultaneously.

A.6.3 Forming

The standard covers both cold forming and hot forming, and 9.3 of EN 13445-4:2009 specifies the temperatures (depending upon material) at which forming shall be performed.

Formed parts may have to be heat-treated after forming. For cold-formed parts this requirement depends upon the material group and also on the amount of deformation during forming. Formulas to compute this deformation are given in 9.2 of EN 13445-4:2009.

The requirements for heat treatment after hot forming depend on the material group and on the product form.

If heat treatment is performed, the standard (depending on material group and heat treatment condition) requires tests on test coupons. The samples, the type of coupons and tests are specified in 9.6 of EN 13445-4:2009.

A.6.4 Welding

The welding rules are to be found in Clauses 6 and 7 of EN 13445-4:2009. The standard specifies three prerequisites for welding:

— the manufacturer shall have a welding procedure specification (WPS), see 7.2 of EN 13445-4:2009;

— the welding procedure shall be qualified (WPAR) , see 7.3 of EN 13445-4:2009;

— the welder or welding operator shall be qualified, see 7.4 of EN 13445-4:2009.

The requirements generally refer to other European Standards, with the addition of some extra requirements regarding mechanical testing of welding procedure qualification tests.

A.6.5 Production Tests on Welds

In many cases, production tests are required on governing welds (longitudinal and circumferential welds where membrane stresses govern the thickness) as defined in Clause 8 of EN 13445-4:2009. The amount of required production tests is specified in 8.2 of EN 13445-4:2009 (for some special welds in 5.7.4 of EN 13445-3:2009) and depends upon material group, testing group, welding method and material thickness and vary widely from no tests at all to one test per 100 m of weld. When a specified number of tests have passed successfully, the standard allows a reduction in the frequency of the production tests.

The actual testing and the acceptance criteria are given in 8.3 and 8.4 of EN 13445-4:2009.

A.6.6 PWHT (Post Weld Heat Treatment)

In some cases, the welding procedure will require that a PWHT be carried out after welding as defined in Clause 10 of EN 13445-4:2009. Holding times and holding temperatures are specified in the standard and depend upon material group and nominal thickness. For some material groups, PWHT is waived for low thicknesses, except in special cases, e.g., danger of stress corrosion. For materials submitted to PWHT and which are not listed in Table 10.1-1 of EN 13445-4:2009, this treatment shall be performed according to a procedure established in agreement with the material manufacturer, or in conformity with other recognized codes.

If the PWHT temperature is too close to the maximum tempering temperature or the holding time exceeds a certain number, the effect of the PWHT on the mechanical properties must be demonstrated either on test coupons heat treated with the vessel or test coupons subjected to a simulated PWHT.

A.7 Inspection and testing

A.7.1 General

Most of the requirements for inspection and testing are to be found in EN13445-5:2009.

NOTE Specific rules for vessels manufactured from spheroidal graphite cast iron and aluminium are given in EN13445-6:2009 (see A.8 in this annex) and EN13445-8:2009 (see A.9 in this annex), respectively.

A.7.2 Technical documentation

The elements of the technical documentation for the vessel are specified in detail in Clause 5 of EN 13445-5:2009. It is also specified how the design review of these documents shall be performed.

The required amount of dimensional details is given in Annex B of EN 13445-5:2009.

NOTE Depending upon the assessment module selected for the vessel, this review is carried out by the manufacturer only or by the manufacturer and the responsible notified body.

A.7.3 Non-destructive testing of welds

Subclause 6.6.2 of EN 13445-5:2009 specifies the extent of NDT for different types of welds as a function of the **testing group**. The testing group determines the value of the joint coefficient used for calculation of the components having governing welds.

For the performance of NDT, 6.6.3 of EN 13445-5:2009 specifies the method to be used, depending upon the type of welded joint, but for details about NDT methods, techniques, characterization, and acceptance criteria, reference is made to other specified European Standards with some additional requirements.

Critical areas of vessels operating in cyclic service have to be subjected to more extended NDT as specified in Annex G of EN 13445-5:2009.

NOTE Critical areas in fatigue are defined in Clauses 17 and 18 of EN 13445-3:2009.

A.7.4 Final assessment

Clause 10 of EN 13445-5:2009 specifies how final assessment shall be performed. Detailed rules are given for the performance of the proof test, including the calculation of the test pressure.

NOTE Depending upon the module selected for the assessment of the vessel, this assessment is carried out by the manufacturer only or by the manufacturer and the responsible notified body.

A.7.5 Marking and records

Clauses 11 and 12 of EN 13445-5:2009 specify the minimum requirements of marking on the vessel and of the records to be kept for the vessel, respectively.

A.8 Pressure vessels constructed from spheroidal graphite cast iron

A.8.1 General

Special requirements for such vessels (which must lie within the limits determined by Clause 1 and 4.2 of EN 13445-6:2009) are to be found in EN13445-6:2009, which contains additions to and exceptions from the general rules in EN13445-2:2009 to EN13445-5:2009.

A.8.2 Materials

The ferritic and austenitic spheroidal graphite cast iron materials, which are permitted in pressure vessels built to the standard, are listed in 5.1 of EN 13445-6:2009 together with the corresponding design temperature limits.

A.8.3 Design

Design can follow either the DBF rules (with some modifications stated in 5.2.2.3 to 5.2.2.5 of EN 13445-6:2009) or any of the two sets of DBA rules (with some modifications stated in Annex E of EN 13445-6:2009) in Part 3. The nominal design stress shall be calculated according to special rules in 5.2.2.2 of EN 13445-6:2009, which include special temperature coefficients, as well as testing and safety factors, which depend upon the amount of NDT.

Annex G of EN 13445-6:2009 gives DBF formulas for special geometries, common in castings.

DBE by means of burst tests can also be used, either as sole design method or as a complement to the other methods, depending upon the energy content of the vessel. Part 6 contains its own DBE rules in 5.2.2.1.4 to 5.2.2.1.5 of EN 13445-6:2009.

Fatigue must be considered for vessels with more than a certain number of full pressure cycles, this number depending upon testing factor and stress concentration factors as shown in Table 4.1-1 of EN 13445-6:2009. The available methods are described in 5.2.2.1.7 of EN 13445-6:2009 (simplified and detailed assessment, with the detailed rules in Annex D of EN 13445-6:2009) and 5.2.2.1.8 of EN 13445-6:2009 (experimental assessment, with the detailed rules in Annex H of EN 13445-6:2009).

Fillet radii are limited by rules in 5.2.2.6 of EN 13445-6:2009.

A.8.4 Welding

No welding, not even repair welding is allowed.

A.8.5 Testing and final assessment

Requirements for testing and final assessment are given in Clauses 6 to 7 of EN 13445-6:2009. Special rules apply to 'critical zones which are defined in 3.1.1 of EN 13445-6:2009.

A.9 Pressure vessels constructed from aluminium and aluminium alloys

A.9.1 General

Special requirements for such vessels are to be found in EN13445-8:2009, which contains additions to and exceptions from the general rules in EN13445-2:2009 to EN13445-5:2009.

A.9.2 Materials

Clause 5 of EN 13445-8:2009 contains deviations from the rules in EN13445-2:2009 for elongation, prevention of brittle fracture and lamellar tearing, as well as special limits on the contents of lead and hydrogen contents. Table 5.6-1 of EN 13445-8:2009 shows the special material grouping system to be used for aluminium and aluminium alloys.

A.9.3 Design

In general, design follows the rules in EN13445-3:2009, but 6.4 of EN 13445-8:2009 contains alternative rules for thick-walled pipes. The nominal design stress and maximum design temperatures shall be calculated as shown in Tables 6.3-1 and 6.3-2 of EN 13445-8:2009.

The rules are at present limited to vessels with less than 500 full load cycles.

Design of welds are specified in 6.6 of EN 13445-8:2009.

A.9.4 Manufacturing

In general, the rules in EN13445-2:2009 apply, but with a large number of deviations as outlined in Table A.9-1.

Table A.9-1 — Deviations in EN13445-8:2009 from EN13445-4:2009

Subject	Reference in EN13445-4:2009	Modifying reference in EN13445-8:2009
Welding procedures	7.2	7.3
Qualification of welding procedures	7.3	7.4
Qualification of welders	7.4	7.5
Joint preparation	7.6	7.6
Preheating	7.9	7.7
Production tests, reference criteria	8.2	7.8
Extent of testing	Table 8.3-1	Table 7.9-1
Performance of tests and acceptance criteria	8.4	7.10
Forming procedures	9.3	7.11
Heat treatment after forming	9.4	7.12
Sampling of formed products	9.5	7.13
Tests	9.6	7.14
Post weld heat treatment	10	7.15

A.9.5 Inspection and testing

In general, the rules in EN13445-5:2009 apply, but with a large number of deviations as outlined in Table A.9-2.

Table A.9-2 — Deviations in EN13445-8:2009 from EN13445-5:2009 rules

Subject	Reference in EN13445-5:2009	Modifying reference in EN13445-8:2009
Testing groups	Table 6.6.1-1	Table 8.2-1
Demonstration of satisfactory experience	6.6.1.1.4	8.2.2
Extent of NDT	Table 6.6.2-1 and 6.6.2 Note 2	Table 8.3-1 and 8.3
NDT methods	Table 6.6.3-1	Table 8.4-1
RT acceptance criteria	Table 6.6.4-1	Table 8.4.2-1
VT acceptance criteria	Table 6.6.3-1	Table 8.4.3-1
PT acceptance criteria	Table 6.6.3-1	Table 8.4.4-1
Selection of NDT methods	Table 6.6.3-2	Table 8.5-1
Hydrostatic test	10.2.3.3	8.6
Pneumatic testing	10.2.3.4.2	8.7
Model approval of serially produced vessels	A.2	9.1

Annex B
(informative)

Index

Access openings
- number of, cylindrical vessels ... Table C.3-1 of EN 13445-5:2009
- number of, spherical vessels ... Table C.3-2 of EN 13445-5:2009
- types and dimensions ... C.2 of EN 13445-5:2009

Acoustic emission ... Annex E of EN 13445-5:2009

Action
- definition ... 3.1 and B.2.1 of EN 13445-3:2009
- to be considered ... 5.3.1 of EN 13445-3:2009

Action type, definition ... B.2.2 of EN 13445-3:2009

Analysis thickness, definition ... 3.2 of EN 13445-3:2009

Annular plate, definition ... 10.2.4 of EN 13445-3:2009

Application rule, definition ... B.2.3 of EN 13445-3:2009

Assembly condition, definition ... 11.2.1, G.2.8 and GA.2.8 of EN 13445-3:2009

Assembly, definition ... 3.5 of EN 13445-1:2009

Assumed thickness, definition ... 3.3 of EN 13445-3:2009

Attachments, welding to pressure-retaining part ... 7.8 of EN 13445-4:2009

Austenitic spheroidal graphite cast iron, definition ... 3.1.9 of EN 13445-6:2009

Batch, definition ... 3.12 of EN 13445-5:2009

Bending stress, definition ... 15.2.2 of EN 13445-3:2009

Blank (blind) flange, definition ... G.2.2 and GA.2.2 of EN 13445-3:2009

Bolted domed end
- definition ... 12.1 of EN 13445-3:2009
- full face, calculation ... 12.6 of EN 13445-3:2009
- narrow face, calculation ... 12.5 of EN 13445-3:2009

Bolts
- dimensions of standard metric bolts ... Tables G.8-1 and GA.8-1 of EN 13445-3:2009
- fatigue design curve ... 18.12.3 of EN 13445-3:2009
- hinged ... C.5.5 of EN 13445-5:2009
- in alternative flange design rules ... G.5.2 and GA.5.2 of EN 13445-3:2009
- in flanges, general ... 11.4.3.1 of EN 13445-3:2009
- in full-face flanges, calculation ... 11.6.2 of EN 13445-3:2009
- in narrow-face flanges, calculation ... 11.5.2 of EN 13445-3:2009
- requirements for steel ... 4.2.5 of EN 13445-2:2009
- strength categories ... Table 11.4-2 of EN 13445-3:2009

Bracket supports
- basis for design rules ... Annex L of EN 13445-3:2009
- vertical vessel ... 16.10 of EN 13445-3:2009

Brittle fracture
- determining resistance - method 1 ... B.2.2 of EN 13445-2:2009
- determining resistance - method 2 ... B.2.3 of EN 13445-2:2009
- determining resistance - method 3 ... B.2.4 of EN 13445-2:2009
- requirements for prevention ... Annex B of EN 13445-2:2009
- test requirements ... B.3 of EN 13445-2:2009
- welds ... B.4 of EN 13445-2:2009

Burst test
- definition ... T.2 of EN 13445-3:2009
- spheroidal graphite cast iron ... 5.2.2.1.5 of EN 13445-6:2009
- with global deformation control, definition ... T.2 of EN 13445-3:2009

Calculation pressure
– definition ... 3.4 of EN 13445-3:2009
– determining ... 5.3.10 of EN 13445-3:2009
Calculation temperature
– definition ... 3.5 of EN 13445-3:2009
– determining ... 5.3.11 of EN 13445-3:2009
Calibration, test and measurement equipment ... 9 of EN 13445-5:2009
Casting manufacturer, definition ... 3.1.4 of EN 13445-6:2009
Chamber, definition ... 3.6 of EN 13445-3:2009
Characteristic value/function, definition ... B.2.4 of EN 13445-3:2009
Chemical composition
– limitations, aluminium ... 5.5 of EN 13445-8:2009
– limitations, steel ... Table 4.1-1 of EN 13445-2:2009
Clad products
– DBF ... 5.5.2 of EN 13445-3:2009
– heat treatment after cold forming ... 9.4.4 of EN 13445-4:2009
– heat treatment after hot forming ... 9.4.6 of EN 13445-4:2009
– hot forming ... 9.3.2.6 of EN 13445-4:2009
– technical delivery conditions ... 4.3.4 and Annex D of EN 13445-2:2009
Classification, in hazard categories ... 4.2 of CR 13445-7:2002
Closing mechanisms ... C.5 of EN 13445-5:2009
Coatings ... 5.2.4 of EN 13445-3:2009
Coefficient of variation, definition ... B.2.5 of EN 13445-3:2009
Collar, definition ... 14.2.4, G.2.5 and GA.2.5 of EN 13445-3:2009
Combination factor, definition ... B.2.6 of EN 13445-3:2009
Compliance, definition ... G.2.11 and GA.2.11 of EN 13445-3:2009
Component, definition ... 3.7 of EN 13445-3:2009
Cone-cylinder intersections
– calculation, external pressure ... 8.6.5 of EN 13445-3:2009
– calculation, internal pressure ... 7.6.5 of EN 13445-3:2009
Conformity assessment
– modules ... Annex B of CR 13445-7:2002
– procedures ... 4.3 of CR 13445-7:2002
– tables ... Annex A of CR 13445-7:2002
Conical ends, calculation, internal pressure ... 7.6 of EN 13445-3:2009
Conical shells
– calculation of deformation ... 9.2.2 of EN 13445-4:2009
– calculation, external pressure ... 8.6 of EN 13445-3:2009
– calculation, internal pressure ... 7.6 of EN 13445-3:2009
– weld design requirements ... Tables A-1 and A-2 of EN 13445-3:2009
Convolution, definition ... 14.2.2 of EN 13445-3:2009
Cooling channels, see cylindrical shells with
Corrosion
– corrosion allowance ... 5.2.2 of EN 13445-3:2009
– general ... 5.2 of EN 13445-3:2009
Creep range
– definition ... 3.8 of EN 13445-3:2009
– design in ... 19 of EN 13445-3:2009
Critical area, definition ... 17.2.16 and 18.2.17 of EN 13445-3:2009
Critical zone, definition ... 3.1.1 of EN 13445-6:2009
Cryogenic application, definition ... 3.9 of EN 13445-3:2009
Cut-off limit, definition ... 17.2.1 and 18.2.13 of EN 13445-3:2009
Cyclic loads, see fatigue
Cylindrical shells
– calculation of deformation ... 9.2.2 of EN 13445-4:2009

– calculation, external pressure ..... 8.5 of EN 13445-3:2009
– calculation, internal pressure ..... 7.4.2 of EN 13445-3:2009
– external pressure, vessel outside tolerances ..... Annex F of EN 13445-3:2009
– global loads ..... 16.14 of EN 13445-3:2009
– local loads on nozzles ..... 16.5 of EN 13445-3:2009
– stiffened, calculation, external pressure ..... 8.5.3 of EN 13445-3:2009
– unstiffened, calculation, external pressure ..... 8.5.2 of EN 13445-3:2009
– weld design requirements ..... Table A-1and A-2 of EN 13445-3:2009
– with heating/cooling channels, calculation, external pressure ..... 8.5.3.5 of EN 13445-3:2009

DBA - Direct route
– actions ..... B.6 of EN 13445-3:2009
– design models ..... B.7 of EN 13445-3:2009
– failure modes ..... Table B.4-1 of EN 13445-3:2009
– methodology ..... B.5 of EN 13445-3:2009
– spheroidal graphite cast iron ..... E.2 of EN 13445-6:2009

DBA - Stress categorization
– classification of stresses ..... C.5 of EN 13445-3:2009
– procedures ..... C.6 of EN 13445-3:2009
– representative stresses ..... C.4 of EN 13445-3:2009
– spheroidal graphite cast iron ..... E.3 of EN 13445-6:2009

DBE
– limitations ..... T.4 of EN 13445-3:2009
– methods ..... T.5 of EN 13445-3:2009
– procedures ..... T.6 of EN 13445-3:2009
– spheroidal graphite cast iron, performing ..... 5.2.2.1.5 of EN 13445-6:2009

DBF
– clad components ..... 5.5.2 of EN 13445-3:2009
– general ..... 5.5.1 of EN 13445-3:2009

Declaration of compliance, format ..... Annex H of EN 13445-5:2009

Design approval, definition ..... 3.2 of EN 13445-5:2009

Design by analysis, see DBA

Design by experiment, see DBE

Design by formulae, see DBF

Design check, definition ..... B.2.7 of EN 13445-3:2009

Design model, definition ..... B.2.8 of EN 13445-3:2009

Design pressure
– combination with temperature, normal operating load cases ..... 5.3.8 of EN 13445-3:2009
– combination with temperature, testing or exceptional load cases ..... 5.3.9 of EN 13445-3:2009
– definition ..... 3.10 of EN 13445-3:2009
– determining ..... 5.3.5 of EN 13445-3:2009

Design reference temperature, definition ..... 3.1.3 of EN 13445-2:2009

Design review
– definition ..... 3.1 of EN 13445-5:2009
– performance ..... 5.3 of EN 13445-5:2009

Design stress, see Nominal design stress

Design stress range spectrum, definition ..... 17.2.2 of EN 13445-3:2009

Design temperature
– definition ..... 3.11 of EN 13445-3:2009
– determining ..... 5.3.7 of EN 13445-3:2009

Destructive testing, verification ..... 6.7.3 of EN 13445-5:2009

Differential pressure, definition ..... 3.12 of EN 13445-3:2009

Dimensions, required ..... Annex B of EN 13445-5:2009

Discontinuity
– definition ..... 18.2.2 of EN 13445-3:2009
– gross structural, definition ..... 18.2.3 and C.2.1 of EN 13445-3:2009
– local structural, definition ..... 18.2.4 and C.2.2 of EN 13445-3:2009

Dished ends
– calculation of deformation ... 9.2.1 of EN 13445-4:2009
– calculation, internal pressure ... 7.5 of EN 13445-3:2009
– tolerances ... 5.4.6 of EN 13445-4:2009
– weld design requirements ... Table A-1 and A-2 of EN 13445-3:2009
Documentation, formed products ... 9.9 of EN 13445-4:2009
Earthquake loads ... 16.14.9 of EN 13445-3:2009
Effect, definition ... B.2.9 of EN 13445-3:2009
Effective notch stress, definition ... 17.2.3 and 18.2.15 of EN 13445-3:2009
Effective stress concentration factor, definition ... 17.2.4 and 18.2.16 of EN 13445-3:2009
Elevated temperatures, requirements for material ... 4.2.2 of EN 13445-2:2009
Ellipsoidal ends
– calculation, external pressure ... 8.8.3 of EN 13445-3:2009
– calculation, internal pressure ... 7.5.4 of EN 13445-3:2009
End tangents, definition ... 14.2.3 of EN 13445-3:2009
Ends built from segments, calculation of deformation ... 9.2.5 of EN 13445-4:2009
Endurance limit, definition ... 17.2.5 and 18.2.12 of EN 13445-3:2009
Equivalent full pressure cycles, definition ... 17.2.7 of EN 13445-3:2009
Equivalent stress, definition ... 18.2.7 of EN 13445-3:2009
Erosion, general ... 5.2.1 of EN 13445-3:2009
European approval for materials, applicability ... 4.3.2 of EN 13445-2:2009
European standardised steels, list of ... Table E.2-1 of EN 13445-2:2009
European standards, steel and steel components ... Annex E of EN 13445-2:2009
Expansion bellows
– conditions ... 14.4 of EN 13445-3:2009
– definition ... 14.2.1 of EN 13445-3:2009
– design guidance ... Annex K of EN 13445-3:2009
– displacements ... 14.10 of EN 13445-3:2009
– fabrication ... 14.8 of EN 13445-3:2009
– inspection ... 14.9 of EN 13445-3:2009
– toroidal bellows ... 14.7 of EN 13445-3:2009
– typical attachment welds ... Table 14.4.5-1 of EN 13445-3:2009
– U-shaped, reinforced ... 14.6 of EN 13445-3:2009
– U-shaped, unreinforced ... 14.5 of EN 13445-3:2009
– weld design requirements ... Table A-9 of EN 13445-3:2009
External loads, definition ... G.2.10, and GA.2.10 of EN 13445-3:2009
Fabrication
– continuous process, definition ... 3.9 of EN 13445-5:2009
– expansion bellows ... 14.8 of EN 13445-3:2009
Failure modes, considered ... 5.3.3 of EN 13445-3:2009
Fatigue
– detailed assessment, classification of welds ... Table 18-4 and Annex P of EN 13445-3:2009
– detailed assessment, limitations ... 18.4 of EN 13445-3:2009
– detailed assessment, spheroidal graphite cast iron ... D.7 of EN 13445-6:2009
– detailed assessment, steel ... Clause 18 of EN 13445-3:2009
– detailed assessment, summary of process ... Table 18-1 of EN 13445-3:2009
– experimental assessment, spheroidal graphite cast iron ... Annex H of EN 13445-6:2009
– fixed tubesheet heat exchangers, assessment ... J.10 of EN 13445-3:2009
– in creep range ... 19.7 of EN 13445-3:2009
– inspection and testing ... Annex G of EN 13445-5:2009
– limit not to consider ... 5.4.2 of EN 13445-3:2009
– limit not to consider, spheroidal graphite cast iron ... 4.1 of EN 13445-6:2009
– measures when lifetime is reached ... M.3 of EN 13445-3:2009
– NDT, acceptance criteria ... 18.10.5 of EN 13445-3:2009
– simplified assessment of unwelded zones ... Annex Q of EN 13445-3:2009
– simplified assessment, classification of welds ... Table 17-4 of EN 13445-3:2009
– simplified assessment, limitations ... 17.4 of EN 13445-3:2009
– simplified assessment, spheroidal graphite cast iron ... D.6 of EN 13445-6:2009

– simplified assessment, steel ..... 17 of EN 13445-3:2009
– stress factors ..... Table 17-1 of EN 13445-3:2009

Fatigue design curves
– bolts ..... 18.12.3 of EN 13445-3:2009
– definition ..... 17.2.8 and 18.2.1 of EN 13445-3:2009
– diagrams ..... 18.10.7 and 18.11.3 o fEN 13445-3:2009
– spheroidal graphite cast iron ..... D.6.3 and D.7.3 of EN 13445-6:2009

Fatigue test, definition ..... T.2 of EN 13445-3:2009

Ferritic spheroidal graphite cast iron, definition ..... 3.1.8 of EN 13445-6:2009

Fillet radius, minimum value, spherical shells ..... 5.2.2.6 of EN 13445-6:2009

Final assessment
– extent ..... 10.2 of EN 13445-5:2009
– spheroidal graphite cast iron ..... 7.2 of EN 13445-6:2009

Fixed tubesheet heat exchanger
– alternative design rules ..... J.7 of EN 13445-3:2009
– alternative design rules, fatigue assessment ..... J.10 of EN 13445-3:2009
– definition ..... 13.2.2 of EN 13445-3:2009
– full face ..... 13.5.10 of EN 13445-3:2009
– integral or narrow-face gasketed, channel-tubesheet junction design ..... 13.5.8 of EN 13445-3:2009
– integral or narrow-face gasketed, conditions ..... 13.5.2 of EN 13445-3:2009
– integral or narrow-face gasketed, design of shell w/ different thickness or material ..... 13.5.9 of EN 13445-3:2009
– integral or narrow-face gasketed, load cases ..... 13.5.4.1 of EN 13445-3:2009
– integral or narrow-face gasketed, shell design ..... 13.5.7 of EN 13445-3:2009
– integral or narrow-face gasketed, tube design ..... 13.5.6 of EN 13445-3:2009
– integral or narrow-face gasketed, tubesheet design ..... 13.5.5 of EN 13445-3:2009
– loading cases ..... I.1 of EN 13445-3:2009

Flanges
– alternative design rules ..... Annexes G and GA of EN 13445-3:2009
– alternative design rules, limitations ..... G.4.1 and GA.4.1 of EN 13445-3:2009
– alternative design rules, mechanical model ..... G.4.2 and GA.4.2 of EN 13445-3:2009
– bolting-up methods ..... G.8.3 and GA.8.2 of EN 13445-3:2009
– full face with metal-to-metal contact, calculation ..... 11.10 of EN 13445-3:2009
– full face, calculation ..... 11.6 of EN 13445-3:2009
– gasket factors ..... Annex H of EN 13445-3:2009
– gaskets, in alternative design rules ..... G.5.3, G.9, GA.5.3 and GA.9 of EN 13445-3:2009
– gaskets, standard flanges ..... Table 11.4-1 of EN 13445-3:2009
– metal-to-metal contact, calculation ..... 11.10 of EN 13445-3:2009
– narrow face, calculation ..... 11.5 of EN 13445-3:2009
– reverse full face ..... 11.9 of EN 13445-3:2009
– reverse narrow face, calculation ..... 11.8 of EN 13445-3:2009
– seal-welded, calculation ..... 11.7 of EN 13445-3:2009
– spheroidal graphite cast iron, calculation ..... Annex G of EN 13445-6:2009
– use standard without calculation ..... 11.4.2 of EN 13445-3:2009
– weld design requirements ..... Table A-7 of EN 13445-3:2009

Flat end
– definition ..... 10.2.1 of EN 13445-3:2009
– non-circular or annular, calculation ..... 10.7 of EN 13445-3:2009
– pierced, calculation ..... 10.6 of EN 13445-3:2009
– spheroidal graphite cast iron, calculation ..... Annex G of EN 13445-6:2009
– unpierced, bolted with full-face gasket, calculation ..... 10.5.3 of EN 13445-3:2009
– unpierced, bolted with narrow gasket, calculation ..... 10.5.2 of EN 13445-3:2009
– unpierced, welded to cylinder, calculation ..... 10.4 of EN 13445-3:2009
– weld design requirements ..... Table A-3 of EN 13445-3:2009
– with radial reinforcement rib ..... 21 of EN 13445-3:2009

Flat walls, reinforced ..... 21 of EN 13445-3:2009

Flexibility modulus, definition ..... G.2.12 and GA.2.12 of EN 13445-3:2009

Floating tubesheet heat exchanger
– alternative design rules ..... J.7 of EN 13445-3:2009
– calculation ..... I.2 of EN 13445-3:2009
– definition ..... 13.2.3 of EN 13445-3:2009

– full face ..... 13.6.9 of EN 13445-3:2009
– integral or narrow-face gasketed, channel-tubesheet junction design ..... 13.6.8 of EN 13445-3:2009
– integral or narrow-face gasketed, conditions ..... 13.6.2 of EN 13445-3:2009
– integral or narrow-face gasketed, load cases ..... 13.6.4.1 of EN 13445-3:2009
– integral or narrow-face gasketed, shell-tubesheet junction design ..... 13.6.7 of EN 13445-3:2009
– integral or narrow-face gasketed, tube design ..... 13.6.6 of EN 13445-3:2009
– integral or narrow-face gasketed, tubesheet design ..... 13.6.5 of EN 13445-3:2009
– internally sealed floating head ..... 13.6.10 of EN 13445-3:2009

Fluid, definition ..... 3.3 of EN 13445-1:2009, 3.2 of CR 13445-7:2002

Forming
– calculation of deformation ..... 9.2 of EN 13445-4:2009
– cold forming, aluminium ..... 7.11-1 of EN 13445-8:2009
– cold forming, steel ..... 9.3.1 of EN 13445-4:2009
– documentation ..... 9.9 of EN 13445-4:2009
– expansion bellows ..... 14.8.1 of EN 13445-3:2009
– heat treatment after ..... 9.4 of EN 13445-4:2009
– heat treatment after cold forming, flat steel products ..... 9.4.2 of EN 13445-4:2009
– heat treatment after cold forming, tubular steel products ..... 9.4.3 of EN 13445-4:2009
– heat treatment after hot forming ..... 9.4.5 of EN 13445-4:2009
– heat treatment after, aluminium ..... 7.12 of EN 13445-8:2009
– hot forming ..... 9.3.2 of EN 13445-4:2009
– hot forming, aluminium ..... 7.11.2 of EN 13445-8:2009
– inspection ..... 6.4.4 of EN 13445-5:2009
– marking ..... 9.8 of EN 13445-4:2009
– tests after, number of, aluminium ..... 7.13 of EN 13445-8:2009
– tests after, number of, steel ..... 9.5.2 of EN 13445-4:2009
– tests after, performance and acceptance criteria ..... 9.6 of EN 13445-4:2009

Founding ..... 5.3 of EN 13445-6:2009

Full face flange
– calculation ..... 11.6 of EN 13445-3:2009
– definition ..... 11.2.4 of EN 13445-3:2009

Full pressure cycles, definition ..... 17.2.6 of EN 13445-3:2009

Gasketed tubesheet, definition ..... 13.2.4 of EN 13445-3:2009

Gaskets, see flanges

Global axial force, definition ..... 16.2.3 of EN 13445-3:2009

Global bending moment, definition ..... 16.2.2 of EN 13445-3:2009

Global loads, cylindrical shells ..... 16.14 of EN 13445-3:2009

Global shear force, definition ..... 16.2.4 of EN 13445-3:2009

Governing weld, definition ..... 3.13 of EN 13445-3:2009

Gross structural discontinuity, definition ..... 18.2.3 and C.2.1 of EN 13445-3:2009

Grouping system
– aluminium ..... Table 5.6-1 of EN 13445-8:2009
– steels ..... Table A-1 of EN 13445-2:2009

Handholes, see access openings

Hazard category, definition ..... 3.12 of EN 13445-1:2009

Headholes, see access openings

Heat exchangers
– alternative design rules ..... Annex J of EN 13445-3:2009
– alternative design rules, limitations ..... J.4.1 of EN 13445-3:2009
– alternative design rules, mechanical model ..... J.4.2 of EN 13445-3:2009
– calculation ..... Clause 13 of EN 13445-3:2009
see also fixed tubesheet heat exchanger
see also floating tubesheet heat exchanger
see also tubesheets
see also U-tube tubesheet heat exchanger

Heat treatment
– expansion bellows ..... 14.8.2 of EN 13445-3:2009

– procedures ..... 6.8 of EN 13445-5:2009
Heating channels, see cylindrical shells with
Heavy stiffener
– definition ..... 8.2.2 of EN 13445-3:2009
– design, conical shell ..... 8.6.4.1.3 of EN 13445-3:2009
– design, cylindrical shells ..... 8.5.3.7 of EN 13445-3:2009
– welding to pressure-retaining part ..... 7.8 of EN 13445-4:2009
Hemispherical ends
– calculation, external pressure ..... 8.8.1 of EN 13445-3:2009
– calculation, internal pressure ..... 7.5.2 of EN 13445-3:2009
Hub
– flange extension design, definition ..... G.2.4 and GA.2.4 of EN 13445-3:2009
– flat end, definition ..... 10.2.2 of EN 13445-3:2009
Impact rupture energy, definition ..... 3.1.5 of EN 13445-2:2009
Impact test temperature, definition ..... 3.1.4 of EN 13445-2:2009
Inspection
– activities ..... Annex C of CR13445-7:2002
– definition ..... 3.4 of EN 13445-5:2009
– spheroidal graphite cast iron ..... 7.1 of EN 13445-6:2009
Inspection openings, see access openings
Integral flange, definition ..... G.2.1 and GA.2.1 of EN 13445-3:2009
Integral tubesheet, definition ..... 13.2.5 of EN 13445-3:2009
Interstiffener collapse
– calculation, cones, external pressure ..... 8.6.3 of EN 13445-3:2009
– calculation, cylinders, external pressure ..... 8.5.3.4 of EN 13445-3:2009
– definition ..... 8.2.4 of EN 13445-3:2009
Joint coefficient
– definition ..... 3.10 of EN 13445-1:2009
– determining ..... 5.6 of EN 13445-3:2009
– in creep range ..... 19.6 of EN 13445-3:2009
Kloepper type end
– definition ..... 7.2.3 of EN 13445-3:2009
see also torispherical ends
Korbbogen type end
– definition ..... 7.2.4 of EN 13445-3:2009
see also torispherical ends
Lamellar tearing
– aluminium ..... 5.4 of EN 13445-8:2009
– requirements ..... 4.2.1.2 of EN 13445-2:2009
Lap joint, flanges
– calculation ..... 11.5.6 of EN 13445-3:2009
– definition ..... 11.2.7 of EN 13445-3:2009
Leak testing ..... Annex D of EN 13445-5:2009
Legs, vertical vessel ..... 16.11 of EN 13445-3:2009
Lifting lugs
– basis for design rules ..... Annex L of EN 13445-3:2009
– design ..... 16.7 of EN 13445-3:2009
Ligament check
– definition ..... 9.2.1 of EN 13445-3:2009
– performance ..... 9.6.3 of EN 13445-3:2009
– when not required ..... 9.6.2 of EN 13445-3:2009
Light stiffener
– definition ..... 8.2.3 of EN 13445-3:2009
– design, conical shell ..... 8.6.4.1.2 of EN 13445-3:2009
– design, cylindrical shells ..... 8.5.3.6 of EN 13445-3:2009
– welding to pressure-retaining part ..... 7.8 of EN 13445-4:2009

Limit state, definition ..... B.2.10 of EN 13445-3:2009
Line loads
– basis for design rules ..... Annex L of EN 13445-3:2009
Linings ..... 5.2.4 of EN 13445-3:2009
Load case
– classification ..... 5.3.2 of EN 13445-3:2009
– definition ..... 3.14 and B.2.11 of EN 13445-3:2009
Load change, definition ..... G.2.7 and GA.2.7 of EN 13445-3:2009
Load condition, definition ..... G.2.6 and GA.2.6 of EN 13445-3:2009
Load ratio, definition ..... J.2.2 of EN 13445-3:2009
Local load
– definition ..... 16.2.1 of EN 13445-3:2009
– nozzles , cylindrical shells ..... 16.5 of EN 13445-3:2009
– nozzles , spherical shells ..... 16.4 of EN 13445-3:2009
Local stress/strain concentration, definition ..... B.2.12 of EN 13445-3:2009
Local structural discontinuity, definition ..... 18.2.4 and C.2.2 of EN 13445-3:2009
Locking elements ..... C.5 of EN 13445-5:2009
Longitudinal welds
– staggering ..... 6.2 of EN 13445-4:2009
– weld design requirements ..... Table A-1 of EN 13445-3:2009
Loose flange, definition ..... G.2.3 and GA.2.3 of EN 13445-3:2009
Main joint, definition ..... 3.15 of EN 13445-3:2009
Main pressure bearing parts, definition ..... 3.1 of EN 13445-1:2009
Manholes, see access openings
Manufacturer
– definition ..... 3.15 of EN 13445-1:2009, 3.1.3 of EN 13445-6:2009
– responsibilities ..... 3.1 of EN 13445-4:2009
Manufacturing tolerances
– calculation of departure from true circle ..... Annex E of EN 13445-3:2009
– cylindrical shells under external pressure ..... 8.5.1 of EN 13445-3:2009
– expansion bellows ..... 14.8.3 of EN 13445-3:2009
– external pressure ..... 5.5 of EN 13445-4:2009
– internal pressure, deviation from longitudinal axis ..... 5.4.3 of EN 13445-4:2009
– internal pressure, dished ends ..... 5.4.6 of EN 13445-4:2009
– internal pressure, external diameter ..... 5.4.1 of EN 13445-4:2009
– internal pressure, local thinning ..... 5.4.5 of EN 13445-4:2009
– internal pressure, out-of-roundness ..... 5.4.2 of EN 13445-4:2009
– internal pressure, profile and peaking ..... 5.4.4 of EN 13445-4:2009
– spheroidal graphite cast iron ..... 7.1 of EN 13445-6:2009
– structural tolerances ..... Annex A of EN 13445-4:2009
– verification of shape, external pressure ..... Annex D of EN 13445-3:2009
– weld alignment, middle line ..... 5.2 of EN 13445-4:2009
– weld alignment, surface ..... 5.3 of EN 13445-4:2009
– weld surface geometry ..... 5.1 of EN 13445-4:2009
– welds, parts with different thicknesses ..... 5.3.2 of EN 13445-4:2009
Marking
– content ..... 4.4 of EN 13445-2:2009
– finished product ..... Clause 11 of EN 13445-5:2009
– formed products ..... 9.8 of EN 13445-4:2009
– identification system ..... 4.2.2 of EN 13445-4:2009
– review of certificates ..... 4.2.4 of EN 13445-4:2009
– serially produced vessels ..... A.9 of EN 13445-5:2009
– spheroidal graphite cast iron ..... 9.1 of EN 13445-6:2009
– testing ..... 6.3 of EN 13445-5:2009
– transfer of markings ..... 4.2.5 of EN 13445-4:2009
Material manufacturer
– definition ..... 3.14 of EN 13445-1:2009

see also marking
Maximum allowable pressure
– definition ... 3.7 of EN 13445-1:2009
– determining ... 5.3.4 of EN 13445-3:2009
Maximum permissible pressure, definition ... 3.16 of EN 13445-3:2009
Maximum/minimum allowable temperature
– definition ... 3.8 of EN 13445-1:2009
– determining ... 5.3.6 of EN 13445-3:2009
Mechanical properties
– after PWHT ... 10.5 of EN 13445-4:2009
– spheroidal graphite cast iron ... A.2 of EN 13445-6:2009
Mechanical testing, spheroidal graphite cast iron ... Clause 6 of EN 13445-6:2009
Membrane stress, definition ... 15.2.1 of EN 13445-3:2009
Minimum elongation
– aluminium ... 5.2 of EN 13445-8:2009
– steel ... 4.1-4 of EN 13445-2:2009
Minimum impact energy, steel ... 4.1.6 of EN 13445-2:2009
Minimum metal temperature, definition ... 3.1.1 of EN 13445-2:2009
Minimum possible fabrication thickness, definition ... 3.17 of EN 13445-3:2009
Model acceptance, definition ... 3.10 of EN 13445-5:2009
Multiple creep load case
– DBF procedure ... 19.8.2 of EN 13445-3:2009
– definition ... 19.2 of EN 13445-3:2009
Narrow face flange
– calculation ... 11.5 of EN 13445-3:2009
– definition ... 11.2.3 of EN 13445-3:2009
NDT
– acceptance criteria ... Table 6.6.3-1 of EN 13445-5:2009
– acceptance criteria for fatigue ... 18.10.5 of EN 13445-3:2009
– acceptance criteria, aluminium ... 8-4 of EN 13445-8:2009
– acceptance criteria, radiography ... Table 6.6.4-1 of EN 13445-5:2009
– acceptance criteria, serially produced vessels ... A.8 of EN 13445-5:2009
– acoustic emission ... Annex E of EN 13445-5:2009
– expansion bellows ... 14.9.2 of EN 13445-3:2009
– extent, aluminium ... Table 8.3-1 of EN 13445-8:2009
– extent, steel ... Table 6.6.2-1 of EN 13445-5:2009
– leak testing ... Annex D of EN 13445-5:2009
– method, selection for internal flaws, aluminium ... 8.4 of EN 13445-8:2009
– method, selection for internal flaws, steel ... Table 6.6.3-2 of EN 13445-5:2009
– method, selection for surface imperfections ... 6.6.3.4 of EN 13445-5:2009
– methods, aluminium ... Table 8.4-1 of EN 13445-8:2009
– methods, steel ... Table 6.6.3-1 of EN 13445-5:2009
– qualification of personnel ... 6.6.3.7 of EN 13445-5:2009
– retesting ... 6.6.5 of EN 13445-5:2009
– serially produced vessels ... A.7 of EN 13445-5:2009
– spheroidal graphite cast iron ... 7.1 of EN 13445-6:2009
– subcontracting ... 7.3 of EN 13445-5:2009
– techniques ... Table 6.6.3-1 of EN 13445-5:2009
– testing groups, aluminium ... Table 8.2-1 of EN 13445-8:2009
– testing groups, steel ... 6.6.1.1 of EN 13445-5:2009
– vessels under cyclic loads ... Annex G of EN 13445-5:2009
Nominal design stress
– aluminium ... 6.3 of EN 13445-8:2009
– austenitic steels with elongation > 30% ... 6.4 of EN 13445-3:2009
– austenitic steels with elongation > 35% ... 6.5 of EN 13445-3:2009
– definition ... 3.18 of EN 13445-3:2009
– in creep range ... 19.5 of EN 13445-3:2009
– spheroidal graphite cast iron ... 5.2.2.2 of EN 13445-6:2009, 5.2.2.3 of EN 13445-6:2009

– steel ..... Table 6-1 of EN 13445-3:2009
– steel castings ..... 6.6 of EN 13445-3:2009
– steels except castings and austenitic ..... 6.2 and 6.3 of EN 13445-3:2009
Nominal elastic limit
– definition ..... 8.2.1 of EN 13445-3:2009
– determining ..... 8.4 of EN 13445-3:2009
Nominal stress, definition ..... 18.2.5 of EN 13445-3:2009
Nominal thickness, definition ..... 3.19 of EN 13445-3:2009
Non-destructive testing, see NDT
Non-pressure parts, requirements ..... Clause 5 of EN 13445-2:2009
Notch stress (total stress), definition ..... 17.2.12 of EN 13445-3:2009
Notch stress, definition ..... 18.2.6 of EN 13445-3:2009
Nozzles
– in knuckle region of ends, calculation, internal pressure ..... 7.7 of EN 13445-3:2009
– local loads, cylindrical shells ..... 16.5 of EN 13445-3:2009
– local loads, spherical shells ..... 16.4 of EN 13445-3:2009
– location in respect of welds ..... 9.4.8 of EN 13445-3:2009
– oblique, calculation ..... 9.5.2.4.5 of EN 13445-3:2009
– set-in nozzle ..... 9.2.8 of EN 13445-3:2009
– set-on nozzle ..... 9.2.9 of EN 13445-3:2009
– shell connection ..... 9.4.7 of EN 13445-3:2009
– weld design requirements ..... Table A-8 of EN 13445-3:2009
– weld design requirements, socket connections ..... Table A-6 of EN 13445-3:2009
Nuts
– in flanges, general ..... 11.4.3.2 of EN 13445-3:2009
– requirements for steel ..... 4.2.5 of EN 13445-2:2009
Obround opening
– definition ..... 9.2.2.1 of EN 13445-3:2009
see also openings, elliptical or obround
Openings
– close to shell discontinuity ..... 9.7 of EN 13445-3:2009
– definition ..... 9.2.2 of EN 13445-3:2009
– effective nozzle thickness ..... 9.4.6 of EN 13445-3:2009
– elliptical or obround with oblique nozzles, calculation ..... 9.5.2.4.5 of EN 13445-3:2009
– elliptical or obround without oblique nozzles, calculation ..... 9.4.4 of EN 13445-3:2009
– in rectangular vessels ..... 15.7 of EN 13445-3:2009
– in small vessels, definition ..... 9.2.12 of EN 13445-3:2009
– isolated, calculation ..... 9.5.2 of EN 13445-3:2009
– isolated, limitations ..... 9.5.1 of EN 13445-3:2009
– limitations on diameter ..... 9.4.5 of EN 13445-3:2009
– multiple, calculation ..... 9.6 of EN 13445-3:2009
– small, limitations ..... 9.5.2.2 of EN 13445-3:2009
– with oblique nozzle, calculation ..... 9.5.2.4.5 of EN 13445-3:2009
Operating condition, definition ..... 11.2.2 of EN 13445-3:2009
Outer tube limit, definition ..... J.2.1 of EN 13445-3:2009
Overall check
– definition ..... 9.2.3 of EN 13445-3:2009
– performance ..... 9.6.4 of EN 13445-3:2009
Overall collapse, definition ..... 8.2.5 of EN 13445-3:2009
Partial safety factor, definition ..... B.2.13 of EN 13445-3:2009
Particular material appraisal, applicability ..... 4.3.3 of EN 13445-2:2009
Peak stress, definition ..... C.2.5 of EN 13445-3:2009
Period, definition ..... 19.2.of EN 13445-3:2009
Pipelines, definition ..... 3.6 of EN 13445-1:2009
Piping, definition ..... 3.4 of EN 13445-1:2009
Plane of substantial support, definition ..... 8.2.6 of EN 13445-3:2009
Post weld heat treatment, see PWHT

Pressure vessel, definition ... 3.2 of EN 13445-1:2009
Primary stress, definition ... C.2.3 of EN 13445-3:2009
Principle, definition ... B.2.14 of EN 13445-3:2009
Production testing, spheroidal graphite cast iron ... Clause 6 of EN 13445-6:2009
Production tests
– acceptance criteria ... 8.4 of EN 13445-4:2009
– number of ... 8.2 of EN 13445-4:2009
– performance ... 8.4 of EN 13445-4:2009
– test specimens, aluminium ... 7.9 of EN 13445-8:2009
– test specimens, steel ... 8.3 of EN 13445-4:2009
Proof test
– documentation ... 10.2.3.10 of EN 13445-5:2009
– hydrostatic ... 10.2.3.3 of EN 13445-5:2009
– pneumatic, aluminium ... 8.7 of EN 13445-8:2009
– pneumatic, steel ... 10.2.3.4 of EN 13445-5:2009
– serially produced vessels, statistical basis ... A.11 of EN 13445-5:2009
Prototype vessel/part, definition ... 3.11 of EN 13445-5:2009
Pseudo-elastic stress range, definition ... 17.2.10 of EN 13445-3:2009
Purchaser, definition ... 3.1.2 of EN 13445-6:2009
PWHT
– aluminium ... 7.15 of EN 13445-8:2009
– dissimilar joints, ferritic ... 10.6 of EN 13445-4:2009
– mechanical properties after ... 10.5 of EN 13445-4:2009
– method ... 10.3 of EN 13445-4:2009
– procedures ... 10.4 of EN 13445-4:2009
– requirements for steel grades ... Table 10.1-1 of EN 13445-4:2009
see also heat treatment
Quantities, symbols and units
– design ... Table 4-1 of EN 13445-3:2009
– mechanical ... Table 5-2 of EN 13445-1:2009, Table 3.2-2 of EN 13445-2:2009
– space and time ... Table 5-1 of EN 13445-1:2009, Table 3.2-1 of EN 13445-2:2009
Quick opening and closing devices ... C.5.7 of EN 13445-5:2009
Rectangular pressure vessels
– openings ... 15.7 of EN 13445-3:2009
– reinforced ... 15.6 of EN 13445-3:2009
– unreinforced ... 15.5 of EN 13445-3:2009
Reference thickness
– brittle fracture ... Table B.4-1 of EN 13445-2:2009
– definition ... 3.1.6 of EN 13445-2:2009
Reinforced opening, definition ... 9.2.5 of EN 13445-3:2009
Reinforcement
– definition ... 9.2.4 of EN 13445-3:2009
– general ... 9.4.1 of EN 13445-3:2009
– rib ... 21 of EN 13445-3:2009
Reinforcing and equalizing rings, definition ... 14.2.5 of EN 13445-3:2009
Reinforcing plate, definition ... 9.2.6 of EN 13445-3:2009
Reinforcing ring, definition ... 9.2.7 of EN 13445-3:2009
Relief groove
– definition ... 10.2.3 of EN 13445-3:2009
– flat ends with, welded to cylinder, calculation ... 10.4.5 of EN 13445-3:2009
Repair
– definition ... 3.7 of EN 13445-5:2009
– surface defects in parent metal ... 11.1 of EN 13445-4:2009
– weld defects ... 11.2 of EN 13445-4:2009
– weld, inspection ... 6.5.3 of EN 13445-5:2009
Required thickness, definition ... 3.11 of EN 13445-1:2009

Rescue holes, see access openings
Responsible authority, definition ..... 3.1 of EN 13445-7:2002
Reverse flange
– definition ..... 11.2.5 of EN 13445-3:2009
– full face, calculation ..... 11.9 of EN 13445-3:2009
– narrow face, calculation ..... 11.8 of EN 13445-3:2009
Ring supports
– horizontal vessel ..... 16.9 of EN 13445-3:2009
– vertical vessel ..... 16.13 of EN 13445-3:2009
Saddles
– basis for design rules ..... Annex L of EN 13445-3:2009
– for horizontal vessels, design ..... 16.8 of EN 13445-3:2009
Safety factor
– definition ..... 8.2.7 of EN 13445-3:2009
– determining, external pressure ..... 8.4.4 of EN 13445-3:2009
– spheroidal graphite cast iron, external pressure ..... 5.2.2.5 of EN 13445-6:2009
Secondary stress, definition ..... C.2.4 of EN 13445-3:2009
Serial production
– definition ..... 3.8 of EN 13445-5:2009
– inspection and testing ..... Annex A of EN 13445-5:2009
– limitations ..... A.2 of EN 13445-5:2009
– model limitations ..... A.3 of EN 13445-5:2009
Set-in nozzle, definition ..... 9.2.8 of EN 13445-3:2009
Set-on nozzle, definition ..... 9.2.9 of EN 13445-3:2009
Shell discontinuity
– definition ..... 9.2.11 of EN 13445-3:2009
– opening close to ..... 9.7 of EN 13445-3:2009
Shift, definition ..... 3.13 of EN 13445-5:2009
Sightholes
– in small vessels ..... C.4 of EN 13445-5:2009
see also access openings
Single creep load case
– DBF procedure ..... 19.8.1 of EN 13445-3:2009
– definition ..... 19.2 of EN 13445-3:2009
Skirt, vertical vessel ..... 16.12 of EN 13445-3:2009
Small opening, see opening, small
Spherical shells
– calculation, external pressure ..... 8.7 of EN 13445-3:2009
– calculation, internal pressure ..... 7.4.3 of EN 13445-3:2009
– local loads on nozzles ..... 16.4 of EN 13445-3:2009
Spheroidal graphite cast iron, permitted materials ..... 5.1 of EN 13445-6:2009
Staybolts ..... 21 of EN 13445-3:2009
Stays ..... 21 of EN 13445-3:2009
Steels, physical properties ..... Annex O of EN 13445-3:2009
Stiffeners
– tripping, calculation ..... 8.5.3.8 of EN 13445-3:2009
– tripping, definition ..... 8.2.8 of EN 13445-3:2009
– welding to pressure-retaining part ..... 7.8 of EN 13445-4:2009
Stress factor, definition ..... 17.2.13 of EN 13445-3:2009
Stress on the weld throat, definition ..... 18.2.8 of EN 13445-3:2009
Stress range, definition ..... 17.2.9 and 18.2.9 of EN 13445-3:2009
Stress-concentration-free model, equivalent , definition ..... B.2.16 of EN 13445-3:2009
Structural strain, definition ..... B.2.17 of EN 13445-3:2009
Structural stress ..... 17.2.11 and 18.2.10 of EN 13445-3:2009
Structure, definition ..... B.2.15 of EN 13445-3:2009
Stub, definition ..... G.2.5 and GA.2.5 of EN 13445-3:2009
Studs, requirements for steel ..... 4.2.4 of EN 13445-2:2009

Subcontracting
– form ..... Annex B of EN 13445-4:2009
– manufacturer s responsibilities ..... Clause 5 of CR 13445-7:2002
– manufacturer s responsibilities ..... 3.2 of EN 13445-4:2009
– manufacturer s responsibilities, certification ..... 7.1 of EN 13445-5:2009
– NDT ..... 7.3 of EN 13445-5:2009
Subsequent condition, definition ..... G.2.9 and GA.2.9 of EN 13445-3:2009
Supports
– inspection ..... 6.4.3 of EN 13445-5:2009
– welding to pressure-retaining part ..... 7.8 of EN 13445-4:2009
Technical delivery conditions
– clad products ..... 4.3.4 and Annex D of EN 13445-2:2009
– general ..... 4.3 of EN 13445-2:2009
Technical documentation
– content ..... 5.2 and 12.1 of EN 13445-5:2009
– design review ..... 5.3 of EN 13445-5:2009
– general ..... Clause 5 of EN 13445-5:2009
– retention of records ..... 12.3 of EN 13445-5:2009
Technical specification, definition ..... 3.6 of EN 13445-5:2009
Temperature adjustment term, definition ..... 3.1.2 of EN 13445-2:2009
Temperature factor, definition ..... 3.1.6 of EN 13445-6:2009
Test pressure
– definition ..... 3.20 of EN 13445-3:2009
– determining, aluminium ..... 8.6 of EN 13445-8:2009
– determining, spheridal graphic cast iron ..... 7.2.2 of EN 13445-6:2009
– determining, steel ..... 10.2.3.3 of EN 13445-5:2009
Test temperature, definition ..... 3.21 of EN 13445-3:2009
Testing factor, definition ..... 3.13 of EN 13445-1:2009, 3.5 of EN 13445-5:2009, 3.1.5 of EN 13445-6:2009
Testing group
– definition ..... 3.9 of EN 13445-1:2009, 3.3 of EN 13445-5:2009
– NDT ..... 6.6.1.1 of EN 13445-5:2009
– requirements ..... Table 6.6.1-1 of EN 13445-5:2009
Theoretical stress concentration factor, definition ..... 17.2.14 and18.2.14 of EN 13445-3:2009
Thickness
– (relevant), definition ..... B.2.18 of EN 13445-3:2009
– relation between thicknesses ..... 5.2.3 of EN 13445-3:2009
– relation between thicknesses, spheroidal graphite cast iron ..... 3.4 of EN 13445-6:2009
Tolerances, see manufacturing tolerances
Torispherical ends
– calculation, external pressure ..... 8.8.3 of EN 13445-3:2009
– calculation, internal pressure ..... 7.5.3 of EN 13445-3:2009
– definition ..... 7.2.2 of EN 13445-3:2009
– nozzles in knuckle region, calculation, internal pressure ..... 7.7 of EN 13445-3:2009
Total fatigue damage index, definition ..... 17.2.15 of EN 13445-3:2009
Total stress/strain, definition ..... B.2.19 of EN 13445-3:2009
Tube bends, calculation of deformation ..... 9.2.4 of EN 13445-4:2009
Tubes
– weld design requirements ..... Table A-5 of EN 13445-3:2009
see also heat exchangers
Tubesheet
– calculation ..... Clause 13 of EN 13445-3:2009
– design considerations ..... 13.7 of EN 13445-3:2009
– flange extension design, full face ..... 13.11 of EN 13445-3:2009
– flange extension design, narrow face ..... 13.10 of EN 13445-3:2009
– maximum permissible compressive stress ..... 13.9 of EN 13445-3:2009
– special welded tube-tubesheet joins ..... 13.12 of EN 13445-3:2009
– tube-tubesheet junction, maximum permissible stress ..... 13.8 of EN 13445-3:2009
– weld design requirements ..... Table A-4 and Table A-5 of EN 13445-3:2009

Using the standard ..... Annex A of EN 13445-1:2009
U-tube tubesheet heat exchanger
– alternative design rules ..... J.6 of EN 13445-3:2009
– definition ..... 13.2.1 of EN 13445-3:2009
– full face gasket, design rule ..... 13.4.7 of EN 13445-3:2009
– integral or narrow-face gasketed, conditions ..... 13.4.2 of EN 13445-3:2009
– integral or narrow-face gasketed, load cases ..... 13.4.4.1 of EN 13445-3:2009
– integral or narrow-face gasketed, shell and channel design ..... 13.4.6 of EN 13445-3:2009
– integral or narrow-face gasketed, tubesheet design ..... 13.4.5 of EN 13445-3:2009
Volume, definition ..... 3.22 of EN 13445-3:2009
Wall thickness factor, definition ..... 3.1.7 of EN 13445-6:2009
Washers, in alternative flange design rules ..... G.5.2 and GA.5.2 of EN 13445-3:2009
Weld throat thickness
– definition ..... 18.2.11 of EN 13445-3:2009
– fillet weld, definition ..... 3.24 of EN 13445-3:2009
Welders and welding operators
– qualification of ..... 7.4 of EN 13445-4:2009
– verification of approval ..... 6.5.2 of EN 13445-5:2009
Welding consumables
– storing and handling ..... 7.5 of EN 13445-4:2009
– technical delivery conditions ..... 4.3.5 of EN 13445-2:2009
Welding procedure specification, see WPS
Welds
– classification for detailed fatigue assessment ..... Table 18-4 and Annex P of EN 13445-3:2009
– classification for fatigue assessment ..... Table 17-4 of EN 13445-3:2009
– execution ..... 7.7 of EN 13445-4:2009
– inspection of repairs ..... 6.5.3 of EN 13445-5:2009
– joggle joints, aluminium ..... 6.6.3 of EN 13445-8:2009
– joggle joints, steel ..... 5.7.4.1 of EN 13445-3:2009
– joint preparation, aluminium ..... 7.6 of EN 13445-8:2009
– joint preparation, steel ..... 7.6 of EN 13445-4:2009
– joint preparation, testing ..... 6.4.2 of EN 13445-5:2009
– lap joints, aluminium ..... 6.6.2 of EN 13445-8:2009
– lap joints, steel ..... 5.7.4.3 of EN 13445-3:2009
– location of nozzles ..... 9.4.8 of EN 13445-3:2009
– not allowed on spheroidal graphite cast iron ..... 5.3.2 of EN 13445-6:2009
– permanent backing strips, aluminium ..... 6.6.4 of EN 13445-8:2009
– permanent backing strips, steel ..... 5.7.4.2 of EN 13445-3:2009
– preheating, aluminium ..... 7.7 of EN 13445-8:2009
– preheating, steel ..... 7.9 of EN 13445-4:2009
– pressure-bearing, design requirements ..... A of EN 13445-3:2009
– production tests, see production tests
– PWHT, see PWHT
– repair of defects ..... 11.2 of EN 13445-4:2009
– typical bellow attachment welds ..... Table 14.4.5-1 of EN 13445-3:2009
Wind loads ..... 16.14.9 of EN 13445-3:2009
WPS
– general ..... 7.2 of EN 13445-4:2009
– qualification of ..... 7.3 of EN 13445-4:2009
– verification of approval ..... 6.5.2 of EN 13445-5:2009
Yield strength reduction, low temperature steels ..... Table 4.2-1 of EN 13445-2:2009

Annex Y
(informative)

Differences between EN 13445:2002 and EN 13445:2009

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

Significant technical changes include:

— Addition of rules covering pressure vessels and parts operating in the creep area. The design rules are covered in clause 19 of Part 3, but rules have also been added elsewhere in Parts 1-5 of the standard.

— Addition of rules for pressure vessels and parts constructed of aluminium and its alloys. This amendment is embodied in Part 8.

— Addition of rules for experimental design. These rules are contained in Annex T of Part 3.

NOTE When these rules were introduced in Amendments of EN 13445-3:2002, they were located in clause 20.

— Addition of rules for flat walls. These rules are included in clauses 20 and 21 of Part 3.

NOTE When these rules were introduced in Amendments of EN 13445-3:2002, they were located in clause 21 and 22.

— Addition of rules for increased design stresses for certain austenitic steels under certain conditions (the Alternative Route). These rules are included in subclause 6.3 of Part 3.

— Enlargement of Parts 2, 4 and 5 to accommodate pressure vessels and parts designed according to Annex B of Part 3 (DBA-Direct Route).

— Addition of two annexes of Part 1 (Using the standard and Index).

— Addition of a third set of flange design rules allowing consideration of leak rates. These rules are contained in Annex GA of Part 3.

— Addition of fatigue rules enlarging scope and materials for pressure vessels and parts made from spheroidal graphite cast iron. These rules are contained in Annex D of Part 6.

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	1.1	General

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

Bibliography

[1] EN 764-7:2002, *Pressure equipment — Part 7: Safety systems for unfired pressure equipment*

[2] EN ISO 5817:2003, *Welding — Fusion-welded joints in steel, nickel, titanium and their alloys (beam welding excluded) — Quality levels for imperfections*

[3] CR 13445-7:2002, *Unfired pressure vessels — Part 7: Guidance on the use of conformity assessment procedures*

[4] ISO 16528-1, Boilers and pressure vessels — Part 1: Performance requirements

Приложение Д.А
(справочное)

Перевод европейского стандарта EN 13445-1:2009 на русский язык

1 Область применения

1.1 Данная часть настоящего европейского стандарта устанавливает термины, определения, величины, символы и единицы, используемые в EN 13445. Она также содержит инструкции о том, как применять стандарт (приложение А), а также указатель, относящийся ко всему стандарту (приложение В). Эта информация призвана помочь пользователю EN 13445.

Настоящий европейский стандарт применяется к сосудам, работающим под давлением, без огневого подвода теплоты с максимальным допустимым давлением более 0,5 бар изб., но может использоваться для сосудов, работающих при более низких давлениях, в том числе и при вакууме.

Примечание – Выбор, применение и установка приспособлений для обеспечения безопасности, предназначенных для защиты сосудов, работающих под давлением, в процессе эксплуатации описаны в EN 764-7.

1.2 Исключения

Настоящий европейский стандарт не применяется к следующим типам оборудования, работающего под давлением:

a) передвижное оборудование, работающее под давлением;

b) изделия, специально предназначенные для использования в атомной промышленности, отказ которых может привести к выбросу радиации;

c) оборудование, работающее под давлением, предназначенное для выработки пара или перегретой воды при температурах более 110 °C;

d) сосуды клепаной конструкции;

e) сосуды из чугуна с чешуйчатым графитом или из любого другого материала, не входящего в части 2, 6 или 8 стандарта;

f) многослойные, нагартованные или предварительно напряженные сосуды;

g) магистральные и технологические трубопроводы.

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. Часть 1. Терминология. 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 13445-2:2009 Сосуды, работающие под давлением, без огневого подвода теплоты. Часть 2. Материалы

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

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

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

EN 13445-6:2009 Сосуды, работающие под давлением, без огневого подвода теплоты. Часть 6. Требования к конструкции и изготовлению сосудов и элементов сосудов, работающих под давлением, изготовленных из чугуна с шаровидным графитом

EN 13445-8:2009 Сосуды, работающие под давлением, без огневого подвода теплоты. Часть 8. Дополнительные требования к сосудам, работающим под давлением, из алюминия и алюминиевых сплавов

3 Термины и определения

В настоящем европейском стандарте применяются термины и определения, приведенные в EN 764-1:2004, EN 764-2:2002 и EN 764-3:2002, а также следующие термины и определения.

3.1 основные части, находящиеся под давлением (main pressure bearing parts): Части, составляющие оболочку под давлением, необходимые для целостности оборудования.

3.2 сосуд, работающий под давлением (pressure vessel): Корпус и непосредственно прикрепленные к нему приспособления до точки соединения с другим оборудованием, спроектированные и сконструированные для сред под давлением.

Примечание – Сосуд может состоять из нескольких камер.

3.3 среда (fluid): Газ, жидкость и пар в чистом фазовом состоянии, а также их смесь.

Примечание – Среда может содержать взвешенные твердые частицы.

3.4 трубопроводы (piping): Труба или система труб, трубок, фитингов, компенсационных соединений, шлангов или других элементов, находящихся под давлением, предназначенная для транспортировки среды, соединенная вместе и встроенная в напорную систему.

3.5 узел (assembly): Несколько единиц оборудования, работающего под давлением, собранные изготовителем в единый функциональный блок.

3.6 магистральные трубопроводы (pipelines): Трубопровод или система трубопроводов, предназначенная для транспортировки среды или вещества к или от установки (наземной или морской), начинающаяся от и включающая первое запорное устройство, расположенное в пределах установки, а также все присоединенное оборудование, предназначенное специально для магистральных трубопроводов.

3.7 максимальное допустимое давление (PS) (maximum allowable pressure): Максимальное давление, на которое рассчитан сосуд, указанное изготовителем.

3.8 максимальная/минимальная допустимая температура (TS) (maximum/minimum allowable temperature): Максимальная/минимальная температура, на которую рассчитан сосуд, указанная изготовителем.

3.9 группа испытаний (testing group): Одна из четырех групп, предназначенных для определения степени неразрушающего контроля и разрушающего контроля, необходимого в связи с коэффициентом соединения, группой материала, процессом сварки, максимальной толщиной, диапазоном рабочей температуры.

Примечание – Группа испытаний сосуда не связана с категорией опасности.

3.10 коэффициент соединения (joint coefficient): Понижающий коэффициент, относящийся к группе испытаний и применяемый к номинальному расчетному напряжению.

3.11 требуемая толщина (required thickness): Толщина за вычетом припусков на коррозию и других припусков, указанных в EN 13445.

3.12 категория опасности (hazard category): Категория сосуда, работающего под давлением, учитывающая потенциальные опасности.

3.13 коэффициент испытаний (testing factor): Коэффициент, учитывающий объем неразрушающего контроля отливок, применяемый к номинальному расчетному напряжению.

3.14 изготовитель материала (material producer): Лицо или организация, производящая материал в форме базового изделия, используемого при изготовлении оборудования, работающего под давлением.

3.15 изготовитель (manufacturer): Лицо или организация, ответственная за проектирование, изготовление, испытание, контроль, установку оборудования, работающего под давлением, и узлов, если применимо.

Примечание 1 – Изготовитель может привлечь субподрядчика для выполнения одной или нескольких вышеупомянутых задач под свою ответственность.

Примечание 2 – В государствах – членах ЕС изготовитель несет ответственность за обеспечение соответствия Директиве 97/23/ЕС по оборудованию, работающему под давлением. Для изготовителей за пределами ЕС эту ответственность берет на себя их уполномоченный представитель в ЕС.

3.16 сварной шов (weldment): металл шва, зона термического влияния и прилегающий основной материал (ы).

4 Взаимозависимость частей серии

Части 2 – 6 и часть 8 EN 13445 вместе с частью 1 образуют согласованный набор технических условий, которым необходимо следовать для обеспечения соответствия стандарту.

Примечание – Части 7 и 9 данной серии публикуются в виде отчета CEN и технического отчета CEN соответственно. Они не являются европейскими стандартами.

5 Величины, символы и единицы

Величины, символы и единицы, используемые для оборудования, работающего под давлением, должны соответствовать таблицам 5-1 и 5-2 и EN 764-2:2002.

Примечание 1 – Другие символы, используемые в отдельных частях настоящего европейского стандарта, приведены в таблицах соответствующей части.

Примечание 2 – Выбор соответствующей кратной (десятичной кратной или дольной) единицы определяется удобством ее применения. Кратная единица, выбранная в конкретном случае, должна обеспечивать численные значения в пределах практического диапазона. Поэтому при указании величин рекомендуется выбирать десятичные кратные или дольные единицы так, чтобы с полученными в результате значениями было легко работать, например между 0,1 и 1 000. Единицы давления «бар» и объема «л», не относящиеся к системе СИ, следует использовать на паспортной табличке.

Таблица 5-1 – Величины для измерения пространства и времени

Величина	Символ	Единица
Время	*t*	с, мин, ч
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 (л) 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 5-2 – 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

Окончание таблицы 5-2

Величина [a]	Символ [b]	Единица
Предел текучести	R_e	МПа
Условный предел текучести 1 %	$R_{p1.0}$	МПа
Условный предел текучести при температуре T	$R_{p/T}$	МПа
Верхний предел текучести	R_{eH}	МПа
Условный предел текучести 0,2 %	$R_{p0,2}$	МПа
Условный предел текучести 0,2 % при температуре T	$R_{p0,2/T}$	МПа
Предел прочности при температуре T	$R_{m/T}$	МПа
Модуль упругости	E	МПа
Модуль сдвига	G	МПа
Коэффициент Пуассона	υ	–
Деформация	ε	%
Удлинение при разрыве/разрушении	A	%
Энергия удара	KV	Дж
Твердость	HB, HV	–
Коэффициент соединения	z	–
Коэффициент запаса	S	–

[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.

Примечание – Использование символов для температуры может отличаться от Директивы по оборудованию, работающему под давлением.

Приложение А
(справочное)

Применение стандарта

А.1 Назначение

EN 13445 – это новый стандарт (впервые издан в 2002 году), который во многих местах использует новые принципы проектирования, изготовления, контроля и испытаний. Данное приложение призвано упростить применение стандарта.

В данном приложении дается только общий обзор требований стандарта. Всегда необходимо обращаться непосредственно к тексту стандарта, и не все требования обязательно упомянуты в данном приложении.

А.2 Общие положения

Данный стандарт гармонизирован согласно Директиве по оборудованию, работающему под давлением (97/23/ЕС). Это означает, что если сосуд, работающий под давлением, без огневого подвода теплоты отвечает требованиям стандарта, то этот сосуд, работающий под давлением, можно считать соответствующим существенным требованиям безопасности приложения I директивы, которые перечислены в приложениях ZA отдельных частей стандарта.

В связи с этим следует понимать, что данный стандарт является неделимым. Проектирование и изготовление сосудов, работающих под давлением, без огневого подвода теплоты требует применения всех значимых частей стандарта, чтобы обеспечивалось выполнение требований стандарта. Только в том случае, если в стандарте отсутствует информация по особым частям сосудов, работающих под давлением, в качестве исключения допускается применение других стандартов. В таком случае необходимо уделить особое внимание обеспечению согласованности применения таких стандартов с принципами безопасности и общими требованиями безопасности EN 13445 (т. е. такие же номинальные расчетные напряжения, такие же величины запаса и т. д.).

Примечание – Часть 7 и часть 9 в этом смысле не являются обязательными частями стандарта.

Настоящий стандарт применяется к сосудам, работающим под давлением, без огневого подвода теплоты с ограничениями и исключениями, указанными в разделе 1 EN 13445-1:2009.

А.3 Предварительные условия

Перед проектированием и изготовлением сосуда, работающего под давлением, согласно стандарту изготовитель должен установить ряд предварительных условий:

– Условия, в которых будет работать сосуд.

– Сочетания нагрузок, которые должны быть рассмотрены, приведены в пп. 5.3.1 – 5.3.2 EN 13445-3:2009.

– Категория сосуда (от I до IV) в соответствии с директивой. Порядок определения категории сосуда приведен в подразделе 4.2 отчета CR 13445-7:2002 и приложении А отчета CR 13445-7:2002.

Примечание 1 – Категория определяет тип документа контроля, требуемого для материалов основных частей, находящихся под давлением, в соответствии с приложением I, разделом 4.3 директивы (Документы контроля определены в EN 10204:2004). От категории также может зависеть порядок проведения оценки конкретного материала (см. А.4.2).

– Используемый модуль оценки (как определено в директиве). В подразделе 4.3 отчета CR 13445-7:2002 и приложении В отчета CR 13445-7:2002 описаны различные модули оценки и указано, какие из них могут быть использованы для различных категорий.

Примечание 2 – Выбор модуля может повлиять на участие уполномоченного органа и (или) признанной третьей организации или инспекции пользователя в контроле и испытаниях сосуда, указанных в приложении С отчета CR 13445-7:2002. (Следует отметить, что участие инспекции пользователя может допускаться не во всех государствах-членах.)

– Группа испытаний сосуда в соответствии с п. 6.6.1.1 EN 13445-5:2009. Имеющиеся группы испытаний зависят от группы материала, толщины и способа сварки. Категория 4 далее ограничена по давлению, температуре, содержанию, количеству циклов, расчетному напряжению и размерам.

Примечание 3 – Группа испытаний влияет не только на требования к испытаниям, но также и на аспекты проектирования и изготовления, например коэффициент соединения, допустимые детали сварного шва и требуемые производственные испытания сварных швов.

Примечание 4 – Несмотря на то, что обычно ко всему сосуду применяется одна и та же группа испытаний, допускается (за исключением группы 4) применение различных групп испытаний к различным частям (например, сварным швам).

A.4 Материалы

A.4.1 Общие положения

Особые требования к сталям приведены в части 2.

Примечание – Особые правила для чугуна с шаровидным графитом и алюминия приведены в EN 13445-6:2009 (см. A.8 данного приложения) и EN 13445-8:2009 (см. A.9 данного приложения) соответственно. В некоторых случаях возможны ссылки из этих частей к EN 13445-2:2009.

A.4.2 Допустимые материалы

Допускается использование только материалов, квалифицированных для оборудования, работающего под давлением. Квалификация материалов может выполняться тремя различными способами:

– Материалы из европейских гармонизированных стандартов, см. п. 4.3.1 EN 13445-2:2009.

Некоторые материалы, поставляемые в соответствии с европейскими стандартами на материалы, принимаются в качестве квалифицированных материалов для применения в частях, работающих под давлением. Эти материалы приведены в таблице E.2-1 EN 13445-2:2009.

– Материалы с европейским разрешением на материалы (EAM), см. п. 4.3.2 EN 13445-2:2009.

Материалы с EAM, в котором указано, что они могут использоваться для изделий согласно Директиве по оборудованию, работающему под давлением, квалифицируются для применения в соответствующей продукции в соответствии с настоящим стандартом.

Разрешения EAM публикуются в официальном журнале, а Европейская комиссия ведет список разрешений EAM на своем сайте.

Примечание 1 – Этот сайт в настоящее время доступен по адресу:
gost.e-ecolog.ru

– Материалы с оценкой конкретного материала (PMA), см. п. 4.3.3 EN 13445-2:2009.

Материалы, прошедшие оценку PMA, квалифицируются. Такая оценка выполняется изготовителем (и в некоторых случаях проходит проверку уполномоченным органом).

Примечание 2 – Европейская комиссия и государства-члены в ноябре 2006 г. согласовали Руководящие принципы содержания оценок конкретного материала. Этот документ опубликован по адресу:
gost.e-ecolog.ru

При любом используемом способе квалификации она не обязательно учитывает пригодность материала по отношению к окружающей среде и содержимому сосуда, т. е. коррозию, эрозию и т. д. Изготовитель всегда должен оценивать стойкость материала к такому воздействию.

При любом способе квалификации материала должны выполняться все прочие правила части 2.

A.4.3 Предотвращение хрупкого разрушения

Правила по предотвращению хрупкого разрушения приведены в приложении B EN 13445-2:2009.

Допускаются три различных способа:

– Нормы, основанные на эксплуатационном опыте и механике разрушения (п. B.2.2 EN 13445-2:2009).

– Нормы большей податливости, основанные на механике разрушения (п. B.2.3 EN 13445-2:2009).

– Применение анализа механики разрушения (п. B.2.4 EN 13445-2:2009).

Первые два способа ограничиваются определенными материалами и толщинами.

Третий способ требует подробной разработки в механике разрушения, и стандарт содержит лишь указания по нему. Он может быть использован только по согласованию между заинтересованными сторонами.

А.4.4 Группы материалов

Материалы разделены на группы в таблице А-1 EN 13445-2:2009 в зависимости от основных химических элементов, заданных минимальных данных испытаний на растяжение. Это разделение на группы используется по всему стандарту для определения аспектов проектирования, изготовления и контроля.

А.5 Проектирование

А.5.1 Общие положения

Большинство требований к проектированию приведено в части 3.

Примечание – Особые правила проектирования для сосудов, изготовленных из чугуна с шаровидным графитом и алюминия, приведены в EN 13445-6:2009 (см. А.8 настоящего приложения) и EN 13445-8:2009 (см. А.9 настоящего приложения) соответственно.

А.5.2 Проектирование на статические нагрузки

Имеется четыре различных метода проектирования, которые могут применяться по отдельности или совместно друг с другом:

– проектирование с использованием формул (DBF).

Эти правила содержатся в разделах 7 – 16 и 20 – 21 EN 13445-3:2009 и приложениях F, G, GA и J EN 13445-3:2009.

Для простых геометрических форм, таких как цилиндры и сферы, можно привести формулы, которые по давлению и геометрическим размерам напрямую вычисляют требуемую минимальную толщину.

Для более сложных геометрических форм в большинстве случаев необходимо использовать метод «проб и ошибок». Проектировщику придется принять расчетное значение (я) толщины и использовать формулы для вычисления напряжений и (или) коэффициентов нагрузки, в зависимости от ситуации. Затем эти напряжения и (или) коэффициенты нагрузки сравниваются с допускаемыми значениями. На рисунке 5-1 EN 13445-3:2009 показаны зависимости между различными определениями толщины.

В расчетных формулах элементов, имеющих основной сварной шов, ослабляющий эффект этого шва учитывается посредством коэффициента соединения z. Максимальное допустимое значение этого коэффициента зависит от группы испытаний сварного шва в соответствии с п. 6.6.1.1 EN 13445-5:2009.

Примечание 1 – Основные сварные швы перечислены в п. 5.6 стандарта EN 13445-3:2009.

Для двух типов элементов, фланцевых соединений и трубных решеток теплообменников, приводится несколько сводов правил (в разделе 11 EN 13445-3:2009, приложении G EN 13445-3:2009 и приложении GA EN 13445-3:2009, в разделе 13 EN 13445-3:2009 и приложении J EN 13445-3:2009 соответственно). Альтернативные правила приложений G, GA и J EN 13445-3:2009 основаны на более сложных методах по сравнению с их соответствующим основным разделом и предположительно обеспечат более подходящие и менее консервативные результаты проектирования. Проектировщик может использовать любой свод на выбор в пределах ограничений, указанных для каждого свода.

Примечание 2 – Приложение G рекомендуется для проектирования фланцевых соединений, если к фланцам применяются строгие требования по герметичности, фланцы подвержены значительным тепловым циклам и (или) значительным дополнительным нагрузкам (усилиям или моментам). Это означает, что напряжение в болтах контролируется посредством применения определенной процедуры затяжки.

Примечание 3 – Приложение GA является развитием приложения G. Его можно использовать, в частности, для фланцевых соединений в сосудах, содержащих газы или пары, для которых необходимо установить максимально допустимый размер утечки.

Примечание 4 – Приложение J рекомендуется для проектирования трубных решеток теплообменников, подверженных относительно низким циклическим нагрузкам;

– проектирование путем расчетов с использованием прямой оценки режимов разрушения (DBA – прямой способ).

Эти правила содержатся в приложении B EN 13445-3:2009.

Для каждого режима разрушения представлен особый метод оценки (например, анализ предельных состояний для оценки общих пластических деформаций, расчет с учетом приспособляемости для постепенно увеличивающейся деформации).

– проектирование путем расчетов с использованием категорий напряжений (DBA – Метод, основанный на категориях напряжений).

Эти правила содержатся в приложении C EN 13445-3:2009.

Напряжения должны быть вычислены (в большинстве случаев с использованием методов конечных элементов) и отнесены к различным категориям. Напряжения в каждой категории затем сравнивают с допускаемыми значениями для соответствующей категории;

– экспериментальное проектирование (DBE).

Эти правила содержатся в приложении T EN 13445-3:2009.

Экспериментальное проектирование всегда включает в себя испытание на разрыв и может сопровождаться контролем деформации и испытанием на усталость. Оно может применяться отдельно или для проверки расчетов методом DBF.

Метод DBF является самым распространенным и простым способом проектирования сосудов. Все правила метода DBF относятся к давлению. Другие нагрузки, не связанные с давлением, могут быть учтены для некоторых случаев путем применения раздела 16.

Проектирование путем расчетов применяется для оценки строительных профилей и конфигураций нагрузок, на которые не распространяется метод DBF. Его также можно использовать в качестве альтернативы расчету методом DBF. Из двух способов расчета DBA способ, приведенный в приложении B EN 13445-3:2009, считается менее консервативным или более реалистичным по сравнению со способом, описанным в приложении C EN 13445-3:2009, поскольку он основан на более сложных методах.

A.5.3 Проектирование в диапазоне ползучести

Проектирование с использованием формул.

Правила, содержащиеся в разделе 19 EN 13445-3:2009, допускают проектирование сосудов или элементов сосудов на нагрузки преимущественно нециклического характера (менее 500 эквивалентных полных циклов давления).

Различные своды правил используются в зависимости от того, подвергается ли сосуд воздействию единичного сочетания нагрузок ползучести (используют п. 19.8.1 EN 13445-3:2009) или нескольких сочетаний нагрузок ползучести (используют п. 19.8.2 EN 13445-3:2009).

В обоих случаях коэффициент соединения должен быть скорректирован на коэффициент ослабления прочности вследствие ползучести сварного шва в соответствии с п. 19.6 EN 13445-3:2009.

Примечание – Процедура определения коэффициента ослабления прочности вследствие ползучести сварного шва посредством испытаний приведена в приложении C EN 13445-2:2009.

– Проектирование путем расчетов – Прямой способ.

Проектирование путем расчетов в диапазоне ползучести рассматривается в приложении B EN 13445-3:2009. Необходимо предусмотреть следующие проверки проектирования (в дополнение к проверкам для эксплуатации ниже диапазона ползучести, указанным в п. B.5.1.1 EN 13445-3:2009):

– проверку проектирования на разрушение при ползучести, см. п. B.9.4 EN 13445-3:2009;

– проверку проектирования на чрезмерную деформацию при ползучести, см. п. B.9.5 EN 13445-3:2009;

– проверку проектирования на взаимодействие ползучести и усталости, см. п. B.9.6 EN 13445-3:2009.

A.5.4 Проектирование на циклические нагрузки (усталость)

Каждый сосуд, который подвержен эквивалентным полным циклам давления, количество которых превышает определенное число (рассчитываемое по формуле 5.4-1 EN 13445-3:2009), должен быть проверен на усталость. В стандарте представлены два метода, любой из которых можно использовать по выбору проектировщика:

– упрощенный расчет на усталость (раздел 17 EN 13445-3:2009).

В данном упрощенном методе используются коэффициенты для различной геометрии и различных особенностей сварных швов при вычислении максимального допустимого количества циклов усталости. В основном он применяется к сосудам, преимущественно подвергающимся колебаниям давления, с некоторыми положениями для учета (в определенной степени) колебаний других нагрузок.

Обычно он дает более консервативные результаты, чем подробный расчет на усталость;

– подробный расчет на усталость (раздел 18 EN 13445-3:2009).

Данный метод предполагает подробный расчет напряжений во всех критических точках (на практике чаще с использованием методов конечных элементов).

В обоих методах расчета интенсивность усталостного нагружения в любой точке сосуда измеряется «коэффициентом повреждения», по которому можно определить «критические области» сосуда. В этих областях требуется больший объем неразрушающего контроля, как определено в приложении G EN 13445-5:2009.

A.5.5 Номинальные расчетные напряжения

Номинальное расчетное напряжение *f*, используемое в формулах для расчета минимальной требуемой толщины или используемое для вычисления допускаемых напряжений, рассчитывается как описано в разделе 6 EN 13445-3:2009 (п. 19.5 EN 13445-3:2009 для эксплуатации в диапазоне ползучести).

Примечание 1 – Принцип номинального расчетного напряжения не используется в приложении B EN 13445-3:2009. В данном приложении допустимые нагрузки напрямую выводятся из характеристик материала.

Примечание 2 – Для неаустенитных сталей имеется два альтернативных набора расчетных напряжений: номинальный набор, указанный в п. 6.2 EN 13445-3:2009, и альтернативный способ, приведенный в п. 6.3 EN 13445-3:2009, который допускает более высокие напряжения в некоторых условиях.

A.5.6 Особенности сварных швов

Для всех сварных соединений предпочтительными являются стыковые сварные швы, но соединения с фланжировкой, соединения с постоянными подкладными лентами и нахлесточные соединения допускаются для некоторых кольцевых соединений при условии, что соблюдаются ограничения, приведенные в п. 5.7 EN 13445-3:2009.

Допускаемые конструкции сварных швов с ограничениями по материалу и геометрии указаны в приложении A EN 13445-3:2009.

A.5.7 Отверстия для доступа

Стандарт устанавливает минимальное количество и размер отверстий для доступа, которые описаны в п. C.2 – C.4 EN 13445-5:2009.

Правила для запирающих механизмов и запорных устройств приведены в п. C.5 EN 13445-5:2009.

A.6 Изготовление

A.6.1 Общие положения

Большинство требований к изготовлению приведено в EN 13445-4:2009.

Примечание – Особые правила для сосудов, изготовленных из чугуна с шаровидным графитом и алюминием, приведены в EN 13445-6:2009 (см. A.8 данного приложения) и EN 13445-8:2009 (см. A.9 данного приложения) соответственно.

A.6.2 Допуски

Стандарт устанавливает допуски на изготовление частей сосудов и сварных швов:

– допустимые допуски на форму для сосудов под внутренним давлением указаны в п. 5.4 EN 13445-4:2009.

Допуски на форму для сосудов под внешним давлением не должны превышать допуски, приведенные для внутреннего давления, но они также должны отвечать требованиям п. 8.5.1 и 8.6.1 EN 13445-3:2009 (цилиндрические и конические оболочки) и п. 8.7.2 EN 13445-3:2009 (сферические оболочки). Допускаются бóльшие отклонения формы, но это ведет к снижению допустимых величин внешнего давления. Правила расчета этих сниженных величин давления приведены в приложении F EN 13445-3:2009.

В приложениях D и E EN 13445-3:2009 приведены указания по измерению отклонений формы в сосудах под внешним давлением.

Правила, приведенные выше, являются абсолютными требованиями стандарта. Для других измерений рекомендуемые максимальные допуски приведены в справочном приложении A EN 13445-4:2009;

– существует два набора требований по выравниванию сварных швов: по выравниванию по центральной линии (п. 5.2 EN 13445-4:2009) и по поверхностному выравниванию (п. 5.3 EN 13445-4:2009). Оба набора требований должны соблюдаться одновременно.

А.6.3 Формовка

Стандарт распространяется на холодную и горячую формовку, а в п. 9.3 EN 13445-4:2009 указаны температуры (в зависимости от материала), при которых выполняется формовка.

Может потребоваться термическая обработка формованных частей после формовки. Для холодноформованных частей это требование зависит от группы материала, а также от степени деформирования в процессе формовки. Формулы для вычисления этой деформации приведены в п. 9.2 EN 13445-4:2009.

Требования к термической обработке после горячей формовки зависят от группы материала и от формы изделия.

Если выполняется термическая обработка, стандарт (в зависимости от группы материала и условий термической обработки) требует испытаний тест-купонов. Образцы, тип купонов и испытания указаны в п. 9.6 EN 13445-4:2009.

А.6.4 Сварка

Правила сварки приведены в разделах 6 и 7 EN 13445-4:2009. Стандарт устанавливает три необходимых условия сварки:

– изготовитель должен иметь технические условия на процедуру сварки (WPS), см. п. 7.2 EN 13445-4:2009;

– процедура сварки должна пройти квалификацию (WPAR), см. п. 7.3 EN 13445-4:2009;

– сварщик или оператор сварки должен пройти квалификацию, см. п. 7.4 EN 13445-4:2009.

Эти требования в целом относятся к другим европейским стандартам с некоторыми дополнительными требованиями в отношении механических испытаний при квалификационных испытаниях процедуры сварки.

А.6.5 Производственные испытания сварных швов

Во многих случаях требуются производственные испытания основных сварных швов (продольных и кольцевых швов, если толщина определяется мембранными напряжениями), как определено в разделе 8 EN 13445-4:2009. Объем требуемых производственных испытаний указан в п. 8.2 EN 13445-4:2009 (для некоторых специальных швов в п. 5.7.4 EN 13445-3:2009); он зависит от группы материала, группы испытаний, способа сварки и толщины материала и сильно варьируется – от отсутствия испытаний вообще до одного испытания на 100 м сварного шва. Если заданное количество испытаний успешно пройдено, стандарт допускает уменьшение частоты производственных испытаний.

Фактические испытания и критерии приемки приведены в п. 8.3 и 8.4 EN 13445-4:2009.

А.6.6 Термическая обработка после сварки

В некоторых случаях процедура сварки потребует проведения термической обработки после сварки, как указано в разделе 10 EN 13445-4:2009. Значения времени и температуры выдержки указаны в стандарте и зависят от группы материала и номинальной толщины. Для некоторых групп материала термическая обработка после сварки исключается по причине малой толщины, за исключением особых случаев, например в случае опасности коррозии под напряжением. Для материалов, подвергающихся термической обработке после сварки, которые не указаны в таблице 10.1-1 EN 13445-4:2009, обработка должна производиться в соответствии с процедурой, установленной по согласованию с изготовителем материала или в соответствии с другими признанными нормами.

Если температура термической обработки после сварки слишком близка к максимальной температуре при отпуске либо время выдержки превышает определенное значение, то влияние термической обработки после сварки на механические свойства должно быть продемонстрировано на тест-купонах, прошедших термическую обработку с сосудом, или на тест-купонах, подвергнутых имитированной термической обработке после сварки.

А.7 Контроль и испытания

А.7.1 Общие положения

Большинство требований к контролю и испытаниям приведено в EN 13445-5:2009.

Примечание – Особые правила для сосудов, изготовленных из чугуна с шаровидным графитом и алюминия, приведены в EN 13445-6:2009 (см. А.8 данного приложения) и EN 13445-8:2009 (см. А.9 в данного приложения) соответственно.

А.7.2 Техническая документация

Элементы технической документации на сосуд подробно указаны в разделе 5 EN 13445-5:2009. В нем также установлен порядок проведения проектной экспертизы этих документов.

Требуемая степень детализации размеров приведена в приложении B EN 13445-5:2009.

Примечание – В зависимости от модуля оценки, выбранного для сосуда, такая экспертиза выполняется изготовителем единолично или изготовителем совместно с ответственным уполномоченным органом.

А.7.3 Неразрушающий контроль сварных швов

В подразделе 6.6.2 EN 13445-5:2009 устанавливается объем неразрушающего контроля для различных типов сварных швов в зависимости от группы испытаний. Группа испытаний определяет значение коэффициента испытаний, используемое для расчета элементов с основными сварными швами.

Для проведения неразрушающего контроля в п. 6.6.3 EN 13445-5:2009 устанавливается используемый метод в зависимости от типа сварного соединения, но для получения подробных данных о методах, технологиях, характеристиках и критериях приемки неразрушающего контроля следует обращаться к другим указанным европейским стандартам с некоторыми дополнительными требованиями.

Критические области сосудов, работающих в циклическом режиме, должны подвергаться расширенному неразрушающему контролю, как указано в приложении G EN 13445-5:2009.

Примечание – Критические области по усталости определены в разделах 17 и 18 EN 13445-3:2009.

А.7.4 Окончательная оценка

Раздел 10 EN 13445-5:2009 устанавливает порядок проведения окончательной оценки. Подробные правила приведены для проведения контрольных испытаний, включая расчет давления испытаний.

Примечание – В зависимости от модуля, выбранного для оценки сосуда, такая оценка выполняется изготовителем единолично или изготовителем совместно с ответственным уполномоченным органом.

А.7.5 Маркировка и регистрационные записи

В разделах 11 и 12 EN 13445-5:2009 установлены минимальные требования к маркировке сосуда и регистрационным записям, ведущимся по сосуду, соответственно.

А.8 Сосуды, работающие под давлением, из чугуна с шаровидным графитом

А.8.1 Общие положения

Особые требования к таким сосудам (которые должны находиться в пределах, установленных в разделе 1 и 4.2 EN 13445-6:2009) приведены в EN 13445-6:2009, который содержит дополнения и исключения из общих правил EN 13445-2:2009 – EN 13445-5:2009.

А.8.2 Материалы

Ферритные и аустенитные чугуны с шаровидным графитом, которые допускаются в сосудах, работающих под давлением, изготовленных по стандарту, перечислены в п. 5.1 EN 13445-6:2009 вместе с соответствующими предельными значениями расчетной температуры.

А.8.3 Проектирование

Проектирование может подчиняться правилам метода DBF (с некоторыми модификациями, указанными в пп. 5.2.2.3 – 5.2.2.5 EN 13445-6:2009) или любому из двух сводов правил метода DBA (с некоторыми модификациями, указанными в приложении E EN 13445-6:2009) в части 3. Номинальное расчетное напряжение вычисляется в соответствии с особыми правилами, приведенными в п. 5.2.2.2 EN 13445-6:2009, которые включают в себя специальные температурные коэффициенты, а также коэффициенты испытаний и запаса, зависящие от объема неразрушающего контроля.

В приложении G EN 13445-6:2009 приведены формулы метода DBF для особых геометрических форм, встречающихся в отливках.

Также можно использовать метод DBE посредством испытаний на разрыв в виде самостоятельного метода проектирования или в дополнение к другим методам в зависимости от энергоемкости сосуда. Часть 6 содержит собственные правила метода DBE, приведенные в пп. 5.2.2.1.4 – 5.2.2.1.5 EN 13445-6:2009.

Усталость необходимо учитывать для сосудов при количестве полных циклов давления, превышающем некоторое значение; это значение зависит от коэффициента испытаний и коэффициентов концентрации напряжений, приведенных в таблице 4.1-1 EN 13445-6:2009. Имеющиеся методы описаны в п. 5.2.2.1.7 EN 13445-6:2009 (упрощенная и подробная оценка, подробные правила в приложении D EN 13445-6:2009) и п. 5.2.2.1.8 EN 13445-6:2009 (экспериментальная оценка, подробные правила в приложении H EN 13445-6:2009).

Радиусы галтели ограничиваются правилами, приведенными в п. 5.2.2.6 EN 13445-6:2009.

A.8.4 Сварка

Сварка, в том числе ремонтная, не допускается.

A.8.5 Испытания и окончательная оценка

Требования к испытаниям и окончательной оценке приведены в разделах 6, 7 EN 13445-6:2009. Специальные правила применяются к критическим зонам, которые определены в п. 3.1.1 EN 13445-6:2009.

A.9 Сосуды, работающие под давлением, из алюминия и алюминиевых сплавов

A.9.1 Общие положения

Особые требования к таким сосудам приведены в EN 13445-8:2009, который содержит дополнения и исключения из общих правил, приведенных в EN 13445-2:2009 – EN 13445-5:2009.

A.9.2 Материалы

Раздел 5 EN 13445-8:2009 содержит отклонения от правил, приведенных в EN 13445-2:2009, по удлинению, предотвращению хрупкого разрушения и расслаиванию, а также особые предельные значения содержания свинца и водорода. В таблице 5.6-1 EN 13445-8:2009 показана особая система групп материалов, используемая для алюминия и алюминиевых сплавов.

A.9.3 Проектирование

В целом проектирование подчиняется правилам EN 13445-3:2009, но в п. 6.4 EN 13445-8:2009 содержатся альтернативные правила для толстостенных труб. Номинальное расчетное напряжение и максимальные расчетные температуры вычисляются, как показано в таблицах 6.3-1 и 6.3-2 EN 13445-8:2009.

Правила в настоящее время ограничиваются сосудами с менее 500 полными циклами нагрузки.

Проектирование сварных швов описано в п. 6.6 EN 13445-8:2009.

A.9.4 Изготовление

В целом действуют правила, приведенные в EN 13445-2:2009, но с большим количеством отличий, указанных в таблице A.9-1.

Таблица A.9-1 – Отличия EN 13445-8:2009 от EN 13445-4:2009

Предмет	Ссылка в EN 13445-4:2009	Изменение ссылки в EN 13445-8:2009
Процедуры сварки	7.2	7.3
Квалификация процедур сварки	7.3	7.4
Квалификация сварщиков	7.4	7.5
Подготовка соединения	7.6	7.6
Предварительный нагрев	7.9	7.7
Производственные испытания, справочные критерии	8.2	7.8
Объем испытаний	Таблица 8.3-1	Таблица 7.9-1
Проведение испытаний и критерии приемки	8.4	7.10
Процедуры формовки	9.3	7.11
Термическая обработка после формовки	9.4	7.12
Отбор образцов формованных изделий	9.5	7.13
Испытания	9.6	7.14
Термическая обработка после сварки	10	7.15

A.9.5 Контроль и испытания

В целом действуют правила, приведенные в EN 13445-5:2009, но с большим количеством отличий, указанных в таблице A.9-2.

Таблица A.9-2 – Отличия EN 13445-8:2009 от правил EN 13445-5:2009

Предмет	Ссылка в EN 13445-5:2009	Изменение ссылки в EN 13445-8:2009
Группы испытаний	Таблица 6.6.1-1	Таблица 8.2-1
Демонстрация удовлетворительного опыта	6.6.1.1.4	8.2.2
Объем неразрушающего контроля	Таблицы 6.6.2-1 и 6.6.2, примечание 2	Таблица 8.3-1 и 8.3
Методы неразрушающего контроля	Таблица 6.6.3-1	Таблица 8.4-1
Критерии приемки радиографического контроля	Таблица 6.6.4-1	Таблица 8.4.2-1
Критерии приемки визуального контроля	Таблица 6.6.3-1	Таблица 8.4.3-1
Критерии приемки капиллярного контроля	Таблица 6.6.3-1	Таблица 8.4.4-1
Выбор методов неразрушающего контроля	Таблица 6.6.3-2	Таблица 8.5-1
Гидростатические испытания	10.2.3.3	8.6
Пневматические испытания	10.2.3.4.2	8.7
Утверждение модели сосудов серийного изготовления	A.2	9.1

Приложение B
(справочное)

Указатель

Отверстия для доступа:
– количество, цилиндрические сосуды ..... таблица C.3-1 EN 13445-5:2009
– количество, сферические сосуды ..... таблица C.3-2 EN 13445-5:2009
– типы и размеры ..... C.2 EN 13445-5:2009
Акустическая эмиссия ..... приложение E EN 13445-5:2009
Воздействие:
– определение ..... 3.1 и B.2.1 EN 13445-3:2009
– учитываемое ..... 5.3.1 EN 13445-3:2009
Тип воздействия, определение ..... B.2.2 EN 13445-3:2009
Толщина анализа, определение ..... 3.2 EN 13445-3:2009
Кольцевая плита, определение ..... 10.2.4 EN 13445-3:2009
Правило применения, определение ..... B.2.3 EN 13445-3:2009
Условие сборки, определение ..... 11.2.1, G.2.8 и GA.2.8 EN 13445-3:2009
Узел, определение ..... 3.5 EN 13445-1:2009
Принятая толщина, определение ..... 3.3 EN 13445-5:2009
Приспособления, приваривание к части, находящейся под давлением ..... 7.8 EN 13445-4:2009
Аустенитный чугун с шаровидным графитом, определение ..... 3.1.9 EN 13445-6:2009
Партия, определение ..... 3.12 EN 13445-5:2009
Изгибающее напряжение, определение ..... 15.2.2 EN 13445-3:2009
Глухой фланец, определение ..... G.2.2 и GA.2.2 EN 13445-3:2009
Скрепленное болтами куполообразное днище:
– определение ..... 12.1 EN 13445-3:2009
– полный профиль, расчет ..... 12.6 EN 13445-3:2009
– узкий профиль, расчет ..... 12.5 EN 13445-3:2009
Болты:
– размеры стандартных метрических болтов ..... таблицы G.8-1 и GA.8-1 EN 13445-3:2009
– расчетная кривая усталости ..... 18.12.3 EN 13445-3:2009
– шарнирные ..... C.5.5 EN 13445-5:2009
– в альтернативных правилах проектирования фланцев ..... G.5.2 и GA.5.2 EN 13445-3:2009
– во фланцах, общие положения ..... 11.4.3.1 EN 13445-3:2009
– в полнопрофильных фланцах, расчет ..... 11.6.2 EN 13445-3:2009
– в узкопрофильных фланцах, расчет ..... 11.5.2 EN 13445-3:2009
– требования к стали ..... 4.2.5 EN 13445-2:2009
– категории прочности ..... таблица 11.4-2 EN 13445-3:2009
Консольные опоры:
– основа для правил проектирования ..... приложение L EN 13445-3:2009
– вертикальный сосуд ..... 16.10 EN 13445-3:2009
Хрупкое разрушение:
– вычисление сопротивления – метод 1 ..... B.2.2 EN 13445-2:2009
– вычисление сопротивления – метод 2 ..... B.2.3 EN 13445-2:2009
– вычисление сопротивления – метод 3 ..... B.2.4 EN 13445-2:2009
– требования к предотвращению ..... приложение B EN 13445-2:2009
– требования к испытаниям ..... B.3 EN 13445-2:2009
– сварные швы ..... B.4 EN 13445-2:2009
Испытание на разрыв:
– определение ..... T.2 EN 13445-3:2009
– чугун с шаровидным графитом ..... 5.2.2.1.5 EN 13445-6:2009
– с общим контролем деформации, определение ..... T.2 EN 13445-3:2009
Вычислительное давление:
– определение ..... 3.4 EN 13445-3:2009
– вычисление ..... 5.3.10 EN 13445-3:2009

Вычислительная температура:
– определение ... 3.5 EN 13445-3:2009
– вычисление ... 5.3.11 EN 13445-3:2009
Калибровочная, испытательная и измерительная аппаратура ... 9 EN 13445-5:2009
Изготовитель отливок, определение ... 3.1.4 EN 13445-6:2009
Камера, определение ... 3.6 EN 13445-3:2009
Характеристическое значение/функция, определение ... B.2.4 EN 13445-3:2009
Химический состав:
– ограничения, алюминий ... 5.5 EN 13445-8:2009
– ограничения, сталь ... таблица 4.1-1 EN 13445-2:2009
Плакированные изделия:
– метод DBF ... 5.5.2 EN 13445-3:2009
– термическая обработка после холодной формовки ... 9.4.4 EN 13445-4:2009
– термическая обработка после горячей формовки ... 9.4.6 EN 13445-4:2009
– горячая формовка ... 9.3.2.6 EN 13445-4:2009
– технические условия поставки ... 4.3.4 и приложение D EN 13445-2:2009
Классификация, по категориям опасности ... 4.2 CR 13445-7:2002
Запирающие механизмы ... C.5 EN 13445-5:2009
Покрытия ... 5.2.4 EN 13445-3:2009
Коэффициент вариации, определение ... B.2.5 EN 13445-3:2009
Муфта, определение ... 14.2.4, G.2.5 и GA.2.5 EN 13445-3:2009
Коэффициент комбинации, определение ... B.2.6 EN 13445-3:2009
Соответствие, определение ... G.2.11 и GA.2.11 EN 13445-3:2009
Элемент, определение ... 3.7 EN 13445-3:2009
Пересечения конуса с цилиндром:
– расчет, внешнее давление ... 8.6.5 EN 13445-3:2009
– расчет, внутреннее давление ... 7.6.5 EN 13445-3:2009
Оценка соответствия:
– модули ... приложение B CR 13445-7:2002
– процедуры ... 4.3 CR 13445-7:2002
– таблицы ... приложение A CR 13445-7:2002
Конические днища, расчет, внутреннее давление ... 7.6 EN 13445-3:2009
Конические оболочки
– расчет деформации ... 9.2.2 EN 13445-4:2009
– расчет, внешнее давление ... 8.6 EN 13445-3:2009
– расчет, внутреннее давление ... 7.6 EN 13445-3:2009
– требования к проектированию сварных швов ... таблицы A-1 и A-2 EN 13445-3:2009
Изогнутость, определение ... 14.2.2 EN 13445-3:2009
Охлаждающие каналы, см. цилиндрические оболочки с
Коррозия:
– припуск на коррозию ... 5.2.2 EN 13445-3:2009
– общие положения ... 5.2 EN 13445-3:2009
Диапазон ползучести:
– определение ... 3.8 EN 13445-3:2009
– проектирование в ... 19 EN 13445-3:2009
Критическая область, определение ... 17.2.16 и 18.2.17 EN 13445-3:2009
Критическая зона, определение ... 3.1.1 EN 13445-6:2009
Применение в условиях низких температур, определение ... 3.9 EN 13445-3:2009
Предел отключения, определение ... 17.2.1 и 18.2.13 EN 13445-3:2009
Циклические нагрузки, см. усталость
Цилиндрические оболочки:
– расчет деформации ... 9.2.2 EN 13445-4:2009
– расчет, внешнее давление ... 8.5 EN 13445-3:2009
– расчет, внутреннее давление ... 7.4.2 EN 13445-3:2009
– внешнее давление, наружные допуски сосуда ... приложение F EN 13445-3:2009
– общие нагрузки ... 16.14 EN 13445-3:2009
– местные нагрузки на штуцеры ... 16.5 EN 13445-3:2009

– подкрепленные, расчет, внешнее давление ..... 8.5.3 EN 13445-3:2009
– неподкрепленные, расчет, внешнее давление ..... 8.5.2 EN 13445-3:2009
– требования к проектированию сварных швов ..... таблица A-1 и A-2 EN 13445-3:2009
– с каналами нагрева/охлаждения, расчет, внешнее давление ..... 8.5.3.5 EN 13445-3:2009
Метод DBA – Прямой способ:
– воздействия ..... B.6 EN 13445-3:2009
– модели проектирования ..... B.7 EN 13445-3:2009
– режимы разрушения ..... таблица B.4-1 EN 13445-3:2009
– методология ..... B.5 EN 13445-3:2009
– чугун с шаровидным графитом ..... E.2 EN 13445-6:2009
Метод DBA – Категории напряжений:
– классификация напряжений ..... C.5 EN 13445-3:2009
– процедуры ..... C.6 EN 13445-3:2009
– репрезентативные напряжения ..... C.4 EN 13445-3:2009
– чугун с шаровидным графитом ..... E.3 EN 13445-6:2009
Метод DBE:
– ограничения ..... T.4 EN 13445-3:2009
– методы ..... T.5 EN 13445-3:2009
– процедуры ..... T.6 EN 13445-3:2009
– чугун с шаровидным графитом, характеристики ..... 5.2.2.1.5 EN 13445-6:2009
Метод DBF:
– плакированные элементы ..... 5.5.2 EN 13445-3:2009
– общие положения ..... 5.5.1 EN 13445-3:2009
Заявление о соответствии, форма ..... приложение H EN 13445-5:2009
Утверждение проекта, определение ..... 3.2 EN 13445-5:2009
Проектирование путем расчетов, см. метод DBA
Экспериментальное проектирование, см. метод DBE
Проектирование с использованием формул, см. метод DBF
Проверка проектирования, определение ..... B.2.7 EN 13445-3:2009
Модель проектирования, определение ..... B.2.8 EN 13445-3:2009
Расчетное давление:
– сочетание с температурой, нормальные эксплуатационные сочетания нагрузок ..... 5.3.8 EN 13445-3:2009
– сочетание с температурой, испытательные или особые сочетания нагрузок ..... 5.3.9 EN 13445-3:2009
– определение ..... 3.10 EN 13445-3:2009
– вычисление ..... 5.3.5 EN 13445-3:2009
Расчетная номинальная температура, определение ..... 3.1.3 EN 13445-2:2009
Экспертиза проекта:
– определение ..... 3.1 EN 13445-5:2009
– проведение ..... 5.3 EN 13445-5:2009
Расчетное напряжение, см. номинальное расчетное напряжение
Спектр диапазона расчетного напряжения, определение ..... 17.2.2 EN 13445-3:2009
Расчетная температура:
– определение ..... 3.11 EN 13445-3:2009
– вычисление ..... 5.3.7 EN 13445-3:2009
Разрушающие испытания, проверка ..... 6.7.3 EN 13445-5:2009
Перепад давления, определение ..... 3.12 EN 13445-3:2009
Размеры, требуемые ..... приложение B EN 13445-5:2009
Неоднородность:
– определение ..... 18.2.2 EN 13445-3:2009
– общая структурная, определение ..... 18.2.3 и C.2.1 EN 13445-3:2009
– местная структурная, определение ..... 18.2.4 и C.2.2 EN 13445-3:2009
Выпуклые днища:
– расчет деформации ..... 9.2.1 EN 13445-4:2009
– расчет, внутреннее давление ..... 7.5 EN 13445-3:2009

– допуски ..... 5.4.6 EN 13445-4:2009
– требования к проектированию сварных швов ..... таблица A-1 и A-2 EN 13445-3:2009
Документация, формованные изделия ..... 9.9 EN 13445-4:2009
Сейсмические нагрузки ..... 16.14.9 EN 13445-3:2009
Эффект, определение ..... B.2.9 EN 13445-3:2009
Эффективное напряжение в надрезе, определение ..... 17.2.3 и 18.2.15 EN 13445-3:2009
Эффективный коэффициент концентрации напряжений,
определение ..... 17.2.4 и 18.2.16 EN 13445-3:2009
Повышенные температуры, требования к материалу ..... 4.2.2 EN 13445-2:2009
Эллипсоидные днища:
– расчет, внешнее давление ..... 8.8.3 EN 13445-3:2009
– расчет, внутреннее давление ..... 7.5.4 EN 13445-3:2009
Касательные линии днища, определение ..... 14.2.3 EN 13445-3:2009
Днища, составленные из сегментов, расчет деформации ..... 9.2.5 EN 13445-4:2009
Предел усталости, определение ..... 17.2.5 и 18.2.12 EN 13445-3:2009
Эквивалентные полные циклы давления, определение ..... 17.2.7 EN 13445-3:2009
Эквивалентное напряжение, определение ..... 18.2.7 EN 13445-3:2009
Эрозия, общие положения ..... 5.2.1 EN 13445-3:2009
Европейское разрешение на материалы, применимость ..... 4.3.2 EN 13445-2:2009
Европейские стандартизованные стали, перечень ..... таблица E.2-1 EN 13445-2:2009
Европейские стандарты, стали и стальные элементы ..... приложение E EN 13445-2:2009
Сильфонные компенсаторы:
– условия ..... 14.4 EN 13445-3:2009
– определение ..... 14.2.1 EN 13445-3:2009
– руководство по проектированию ..... приложение K EN 13445-3:2009
– смещения ..... 14.10 EN 13445-3:2009
– изготовление ..... 14.8 EN 13445-3:2009
– контроль ..... 14.9 EN 13445-3:2009
– тороидальные сильфоны ..... 14.7 EN 13445-3:2009
– типичные крепежные сварные швы ..... таблица 14.4.5-1 EN 13445-3:2009
– U-образные, подкрепленные ..... 14.6 EN 13445-3:2009
– U-образные, неподкрепленные ..... 14.5 EN 13445-3:2009
– требования к проектированию сварных швов ..... таблица A-9 EN 13445-3:2009
Внешние нагрузки, определение ..... G.2.10 и GA.2.10 EN 13445-3:2009
Изготовление:
– непрерывный процесс, определение ..... 3.9 EN 13445-5:2009
– сильфонные компенсаторы ..... 14.8 EN 13445-3:2009
Режимы разрушения, учитываемые ..... 5.3.3 EN 13445-3:2009
Усталость:
– подробная оценка, классификация сварных швов .... таблица 18-4 и приложение P EN 13445-3:2009
– подробная оценка, ограничения ..... 18.4 EN 13445-3:2009
– подробная оценка, чугун с шаровидным графитом ..... D.7 EN 13445-6:2009
– подробная оценка, сталь ..... раздел 18 EN 13445-3:2009
– подробная оценка, краткое описание процесса ..... таблица 18-1 EN 13445-3:2009
– экспериментальная оценка, чугун с шаровидным графитом ..... приложение H EN 13445-6:2009
– теплообменники с жестко закрепленной трубной решеткой,
оценка ..... J.10 EN 13445-3:2009
– в диапазоне ползучести ..... 19.7 EN 13445-3:2009
– контроль и испытания ..... приложение G EN 13445-5:2009
– предел, не подлежащий учету ..... 5.4.2 EN 13445-3:2009
– предел, не подлежащий учету, чугун с шаровидным графитом ..... 4.1 EN 13445-6:2009
– меры по истечении срока службы ..... M.3 EN 13445-3:2009
– неразрушающий контроль (NDT), критерии приемки ..... 18.10.5 EN 13445-3:2009
– упрощенная оценка несваренных зон ..... приложение Q EN 13445-3:2009
– упрощенная оценка, классификация сварных швов ..... таблица 17-4 EN 13445-3:2009
– упрощенная оценка, ограничения ..... 17.4 EN 13445-3:2009
– упрощенная оценка, чугун с шаровидным графитом ..... D.6 в EN 13445-6:2009

– упрощенная оценка, сталь ..... 17 EN 13445-3:2009
– коэффициенты напряжений ..... таблица 17-1 EN 13445-3:2009
Расчетные кривые усталости:
– болты ..... 18.12.3 EN 13445-3:2009
– определение ..... 17.2.8 и 18.2.1 EN 13445-3:2009
– схемы ..... 18.10.7 и 18.11.3 EN 13445-3:2009
– чугун с шаровидным графитом ..... D.6.3 и D.7.3 EN 13445-6:2009
Испытание на усталость, определение ..... T.2 EN 13445-3:2009
Ферритный чугун с шаровидным графитом, определение ..... 3.1.8 EN 13445-6:2009
Радиус галтели, минимальное значение, сферические оболочки ..... 5.2.2.6 EN 13445-6:2009
Окончательная оценка:
– объем ..... 10.2 EN 13445-5:2009
– чугун с шаровидным графитом ..... 7.2 EN 13445-6:2009
Теплообменник с жестко закрепленной трубной решеткой:
– альтернативные правила проектирования ..... J.7 EN 13445-3:2009
– альтернативные правила проектирования, оценка усталости ..... J.10 EN 13445-3:2009
– определение ..... 13.2.2 EN 13445-3:2009
– полный профиль ..... 13.5.10 EN 13445-3:2009
– встроенный или с узкопрофильной прокладкой, конструкция соединения канала с трубной решеткой ..... 13.5.8 EN 13445-3:2009
– встроенный или с узкопрофильной прокладкой, условия ..... 13.5.2 EN 13445-3:2009
– встроенный или с узкопрофильной прокладкой, конструкция оболочки с различной толщиной или материалом ..... 13.5.9 EN 13445-3:2009
– встроенный или с узкопрофильной прокладкой, сочетания нагрузок ..... 13.5.4.1 EN 13445-3:2009
– встроенный или с узкопрофильной прокладкой, конструкция оболочки ..... 13.5.7 EN 13445-3:2009
– встроенный или с узкопрофильной прокладкой, конструкция труб ..... 13.5.6 EN 13445-3:2009
– встроенный или с узкопрофильной прокладкой, конструкция трубной решетки ..... 13.5.5 EN 13445-3:2009
– сочетания нагрузок ..... I.1 EN 13445-3:2009
Фланцы:
– альтернативные правила проектирования ..... приложения G и GA EN 13445-3:2009
– альтернативные правила проектирования, ограничения ..... G.4.1 и GA.4.1 EN 13445-3:2009
– альтернативные правила проектирования, механическая модель ... G.4.2 и GA.4.2 EN 13445-3:2009
– методы крепления болтами ..... G.8.3 и GA.8.2 EN 13445-3:2009
– полнопрофильные с контактом «металл – металл», расчет ..... 11.10 EN 13445-3:2009
– полнопрофильные, расчет ..... 11.6 EN 13445-3:2009
– коэффициенты прокладок ..... приложение H EN 13445-3:2009
– прокладки, в альтернативных правилах проектирования ..... G.5.3, G.9, GA.5.3 и GA.9 EN 13445-3:2009
– прокладки, стандартные фланцы ..... таблица 11.4-1 EN 13445-3:2009
– контакт «металл – металл», расчет ..... 11.10 EN 13445-3:2009
– узкопрофильные, расчет ..... 11.5 EN 13445-3:2009
– обратные полнопрофильные ..... 11.9 EN 13445-3:2009
– обратные узкопрофильные, расчет ..... 11.8 EN 13445-3:2009
– с герметичным сварным швом, расчет ..... 11.7 EN 13445-3:2009
– чугун с шаровидным графитом, расчет ..... приложение G EN 13445-6:2009
– использование стандарта без расчета ..... 11.4.2 EN 13445-3:2009
– требования к проектированию сварных швов ..... таблица A-7 EN 13445-3:2009
Плоское днище:
– определение ..... 10.2.1 EN 13445-3:2009
– некруговое или кольцевое, расчет ..... 10.7 EN 13445-3:2009
– перфорированное, расчет ..... 10.6 EN 13445-3:2009
– чугун с шаровидным графитом, расчет ..... приложение G EN 13445-6:2009
– неперфорированное, скрепленное болтами с полнопрофильной прокладкой, расчет ..... 10.5.3 EN 13445-3:2009
– неперфорированное, скрепленное болтами с узкой прокладкой, расчет ..... 10.5.2 EN 13445-3:2009
– неперфорированное, приваренное к цилиндру, расчет ..... 10.4 EN 13445-3:2009

– требования к проектированию сварных швов ..... таблица A-3 EN 13445-3:2009
– с радиальным ребром жесткости ..... 21 EN 13445-3:2009
Плоские стенки, подкрепленные ..... 21 EN 13445-3:2009
Модуль податливости, определение ..... G.2.12 и GA.2.12 EN 13445-3:2009
Теплообменник с плавающей трубной решеткой:
– альтернативные правила проектирования ..... J.7 EN 13445-3:2009
– расчет ..... I.2 EN 13445-3:2009
– определение ..... 13.2.3 EN 13445-3:2009
– полнопрофильный ..... 13.6.9 EN 13445-3:2009
– встроенный или с узкопрофильной прокладкой, конструкция соединения канала с трубной решеткой ..... 13.6.8 EN 13445-3:2009
– встроенный или с узкопрофильной прокладкой, условия ..... 13.6.2 EN 13445-3:2009
– встроенный или с узкопрофильной прокладкой, сочетания нагрузок ..... 13.6.4.1 EN 13445-3:2009
– встроенный или с узкопрофильной прокладкой, конструкция соединения оболочки с трубной решеткой ..... 13.6.7 EN 13445-3:2009
– встроенный или с узкопрофильной прокладкой, конструкция труб ..... 13.6.6 EN 13445-3:2009
– встроенный или с узкопрофильной прокладкой, конструкция трубной решетки ..... 13.6.5 EN 13445-3:2009
– внутренне герметичная плавающая головка ..... 13.6.10 EN 13445-3:2009
Среда, определение ..... 3.3 в EN 13445-1:2009, 3.2 CR 13445-7:2002
Формовка:
– расчет деформации ..... 9.2 EN 13445-4:2009
– холодная формовка, алюминий ..... 7.11-1 EN 13445-8:2009
– холодная формовка, сталь ..... 9.3.1 EN 13445-4:2009
– документация ..... 9.9 EN 13445-4:2009
– сильфонные компенсаторы ..... 14.8.1 EN 13445-3:2009
– термическая обработка после ..... 9.4 EN 13445-4:2009
– термическая обработка после холодной формовки, плоские стальные изделия ..... 9.4.2 EN 13445-4:2009
– термическая обработка после холодной формовки, трубчатые стальные изделия ..... 9.4.3 EN 13445-4:2009
– термическая обработка после горячей формовки ..... 9.4.5 EN 13445-4:2009
– термическая обработка после, алюминий ..... 7.12 EN 13445-8:2009
– горячая формовка ..... 9.3.2 EN 13445-4:2009
– горячая формовка, алюминий ..... 7.11.2 EN 13445-8:2009
– контроль ..... 6.4.4 EN 13445-5:2009
– маркировка ..... 9.8 EN 13445-4:2009
– испытания после, количество, алюминий ..... 7.13 EN 13445-8:2009
– испытания после, количество, сталь ..... 9.5.2 EN 13445-4:2009
– испытания после, проведение и критерии приемки ..... 9.6 EN 13445-4:2009
Литье ..... 5.3 EN 13445-6:2009
Полнопрофильный фланец:
– расчет ..... 11.6 EN 13445-3:2009
– определение ..... 11.2.4 EN 13445-3:2009
Полные циклы давления, определение ..... 17.2.6 EN 13445-3:2009
Трубная решетка с прокладкой, определение ..... 13.2.4 EN 13445-3:2009
Прокладки, см. фланцы
Общее осевое усилие, определение ..... 16.2.3 EN 13445-3:2009
Общий изгибающий момент, определение ..... 16.2.2 EN 13445-3:2009
Общие нагрузки, цилиндрические оболочки ..... 16.14 EN 13445-3:2009
Общее касательное усилие, определение ..... 16.2.4 EN 13445-3:2009
Основной сварной шов, определение ..... 3.13 EN 13445-3:2009
Общая структурная неоднородность, определение ..... 18.2.3 и C.2.1 EN 13445-3:2009
Система групп:
– алюминий ..... таблица 5.6-1 EN 13445-8:2009
– стали ..... таблица A-1 EN 13445-2:2009
Люки, см. отверстия для доступа

Категория опасности, определение ..... 3.12 EN 13445-1:2009
Смотровые отверстия, см. отверстия для доступа
Теплообменники:
– альтернативные правила проектирования ..... приложение J EN 13445-3:2009
– альтернативные правила проектирования, ограничения ..... J.4.1 EN 13445-3:2009
– альтернативные правила проектирования, механическая модель ..... J.4.2 EN 13445-3:2009
– расчет ..... раздел 13 EN 13445-3:2009
см. также теплообменник с жестко закрепленной трубной решеткой
см. также теплообменник с плавающей трубной решеткой
см. также трубные решетки
см. также теплообменник с U-образными трубами
Термическая обработка:
– сильфонные компенсаторы ..... 14.8.2 EN 13445-3:2009
– процедуры ..... 6.8 EN 13445-5:2009
Каналы нагрева, см. цилиндрические оболочки с
Тяжелый элемент жесткости:
– определение ..... 8.2.2 EN 13445-3:2009
– проектирование, коническая оболочка ..... 8.6.4.1.3 EN 13445-3:2009
– проектирование, цилиндрическая оболочка ..... 8.5.3.7 EN 13445-3:2009
– приваривание к части, находящейся под давлением ..... 7.8 EN 13445-4:2009
Полусферические днища:
– расчет, внешнее давление ..... 8.8.1 EN 13445-3:2009
– расчет, внутреннее давление ..... 7.5.2 EN 13445-3:2009
Ступица:
– проектирование удлинения фланца, определение ..... G.2.4 и GA.2.4 EN 13445-3:2009
– плоское днище, определение ..... 10.2.2 EN 13445-3:2009
Энергия ударного разрушения, определение ..... 3.1.5 EN 13445-2:2009
Температура испытаний на удар, определение ..... 3.1.4 EN 13445-2:2009
Контроль:
– работы ..... приложение C CR 13445-7:2002
– определение ..... 3.4 EN 13445-5:2009
– чугун с шаровидным графитом ..... 7.1 EN 13445-6:2009
Отверстия для контроля, см. отверстия для доступа
Встроенный фланец, определение ..... G.2.1 и GA.2.1 EN 13445-3:2009
Встроенная трубная решетка, определение ..... 13.2.5 EN 13445-3:2009
Разрушение промежуточного элемента жесткости:
– расчет, конусы, внешнее давление ..... 8.6.3 EN 13445-3:2009
– расчет, цилиндры, внешнее давление ..... 8.5.3.4 EN 13445-3:2009
– определение ..... 8.2.4 EN 13445-3:2009
Коэффициент соединения:
– определение ..... 3.10 EN 13445-1:2009
– вычисление ..... 5.6 EN 13445-3:2009
– в диапазоне ползучести ..... 19.6 EN 13445-3:2009
Днище типа Kloepper:
– определение ..... 7.2.3 EN 13445-3:2009
см. также торосферические днища
Днище типа Korbbogen:
– определение ..... 7.2.4 EN 13445-3:2009
см. также торосферические днища
Расслаивание:
– алюминий ..... 5.4 EN 13445-8:2009
– требования ..... 4.2.1.2 EN 13445-2:2009
Нахлесточное соединение, фланцы:
– расчет ..... 11.5.6 EN 13445-3:2009
– определение ..... 11.2.7 EN 13445-3:2009
Испытания на герметичность ..... приложение D EN 13445-5:2009
Стойки, вертикальный сосуд ..... 16.11 EN 13445-3:2009

Подъемные проушины:
– основа для правил проектирования ..... приложение L EN 13445-3:2009
– проектирование ..... 16.7 EN 13445-3:2009
Проверка связи:
– определение ..... 9.2.1 EN 13445-3:2009
– выполнение ..... 9.6.3 EN 13445-3:2009
– когда не требуется ..... 9.6.2 EN 13445-3:2009
Легкий элемент жесткости:
– определение ..... 8.2.3 EN 13445-3:2009
– проектирование, коническая оболочка ..... 8.6.4.1.2 EN 13445-3:2009
– проектирование, цилиндрические оболочки ..... 8.5.3.6 EN 13445-3:2009
– приваривание к части, находящейся под давлением ..... 7.8 EN 13445-4:2009
Предельное состояние, определение ..... B.2.10 EN 13445-3:2009
Линейные нагрузки:
– основа для правил проектирования ..... приложение L EN 13445-3:2009
Футеровки ..... 5.2.4 EN 13445-3:2009
Сочетание нагрузок:
– классификация ..... 5.3.2 EN 13445-3:2009
– определение ..... 3.14 и B.2.11 EN 13445-3:2009
Изменение нагрузки, определение ..... G.2.7 и GA.2.7 EN 13445-3:2009
Режим нагрузки, определение ..... G.2.6 и GA.2.6 EN 13445-3:2009
Коэффициент нагрузки, определение ..... J.2.2 EN 13445-3:2009
Местная нагрузка:
– определение ..... 16.2.1 EN 13445-3:2009
– штуцеры, цилиндрические оболочки ..... 16.5 EN 13445-3:2009
– штуцеры, сферические оболочки ..... 16.4 EN 13445-3:2009
Местная концентрация напряжения/деформации, определение ..... B.2.12 EN 13445-3:2009
Местная структурная неоднородность, определение ..... 18.2.4 и C.2.2 EN 13445-3:2009
Запорные устройства ..... C.5 EN 13445-5:2009
Продольные сварные швы:
– неровность ..... 6.2 EN 13445-4:2009
– требования к проектированию сварных швов ..... таблица A-1 EN 13445-3:2009
Свободный фланец, определение ..... G.2.3 и GA.2.3 EN 13445-3:2009
Основное соединение, определение ..... 3.15 EN 13445-3:2009
Основные части, находящиеся под давлением, определение ..... 3.1 EN 13445-1:2009
Лазы, см. отверстия для доступа
Изготовитель:
– определение ..... 3.15 в EN 13445-1:2009, 3.1.3 EN 13445-6:2009
– обязанности ..... 3.1 EN 13445-4:2009
Производственные допуски:
– расчет отклонения от круглости ..... приложение E EN 13445-3:2009
– цилиндрические оболочки под внешним давлением ..... 8.5.1 EN 13445-3:2009
– сильфонные компенсаторы ..... 14.8.3 EN 13445-3:2009
– внешнее давление ..... 5.5 EN 13445-4:2009
– внутреннее давление, отклонение от продольной оси ..... 5.4.3 EN 13445-4:2009
– внутреннее давление, выпуклые днища ..... 5.4.6 EN 13445-4:2009
– внутреннее давление, внешний диаметр ..... 5.4.1 EN 13445-4:2009
– внутреннее давление, местное утончение ..... 5.4.5 EN 13445-4:2009
– внутреннее давление, некруглость ..... 5.4.2 EN 13445-4:2009
– внутреннее давление, эпюра и пики ..... 5.4.4 EN 13445-4:2009
– чугун с шаровидным графитом ..... 7.1 EN 13445-6:2009
– конструкционные допуски ..... приложение A EN 13445-4:2009
– проверка формы, внешнее давление ..... приложение D EN 13445-3:2009
– выравнивание сварного шва, осевая линия ..... 5.2 EN 13445-4:2009
– выравнивание сварного шва, поверхность ..... 5.3 EN 13445-4:2009
– геометрия поверхности сварного шва ..... 5.1 EN 13445-4:2009
– сварные швы, части различной толщины ..... 5.3.2 EN 13445-4:2009

Маркировка:
– содержание ..... 4.4 EN 13445-2:2009
– готовое изделие ..... раздел 11 EN 13445-5:2009
– формованные изделия ..... 9.8 EN 13445-4:2009
– система идентификации ..... 4.2.2 EN 13445-4:2009
– анализ сертификатов ..... 4.2.4 EN 13445-4:2009
– сосуды серийного производства ..... A.9 EN 13445-5:2009
– чугун с шаровидным графитом ..... 9.1 EN 13445-6:2009
– испытания ..... 6.3 EN 13445-5:2009
– перенос маркировок ..... 4.2.5 EN 13445-4:2009
Изготовитель материала:
– определение ..... 3.14 EN 13445-1:2009
см. также маркировка
Максимально допустимое давление:
– определение ..... 3.7 EN 13445-1:2009
– вычисление ..... 5.3.4 EN 13445-3:2009
Максимально допустимое давление, определение ..... 3.16 EN 13445-3:2009
Максимально/минимально допустимая температура:
– определение ..... 3.8 EN 13445-1:2009
– вычисление ..... 5.3.6 EN 13445-3:2009
Механические свойства:
– после термической обработки после сварки (PWHT) ..... 10.5 EN 13445-4:2009
– чугун с шаровидным графитом ..... A.2 EN 13445-6:2009
Механические испытания, чугун с шаровидным графитом ..... раздел 6 EN 13445-6:2009
Мембранное напряжение, определение ..... 15.2.1 EN 13445-3:2009
Минимальное удлинение:
– алюминий ..... 5.2 EN 13445-8:2009
– сталь ..... 4.1-4 EN 13445-2:2009
Минимальная энергия удара, сталь ..... 4.1.6 EN 13445-2:2009
Минимальная температура металла, определение ..... 3.1.1 EN 13445-2:2009
Минимально возможная толщина изготовления, определение ..... 3.17 EN 13445-3:2009
Приемка модели, определение ..... 3.10 EN 13445-5:2009
Сочетание нагрузок при множественной ползучести
– процедура метода DBF ..... 19.8.2 EN 13445-3:2009
– определение ..... 19.2 EN 13445-3:2009
Узкопрофильный фланец:
– расчет ..... 11.5 EN 13445-3:2009
– определение ..... 11.2.3 EN 13445-3:2009
Неразрушающий контроль (NDT):
– критерии приемки ..... таблица 6.6.3-1 EN 13445-5:2009
– критерии приемки по усталости ..... 18.10.5 EN 13445-3:2009
– критерии приемки, алюминий ..... 8-4 EN 13445-8:2009
– критерии приемки, радиография ..... таблица 6.6.4-1 EN 13445-5:2009
– критерии приемки, сосуды серийного производства ..... A.8 EN 13445-5:2009
– акустическая эмиссия ..... приложение E EN 13445-5:2009
– сильфонные компенсаторы ..... 14.9.2 EN 13445-3:2009
– объем, алюминий ..... таблица 8.3-1 EN 13445-8:2009
– объем, сталь ..... таблица 6.6.2-1 EN 13445-5:2009
– испытания на герметичность ..... приложение D EN 13445-5:2009
– метод, выбор для внутренних дефектов, алюминий ..... 8.4 EN 13445-8:2009
– метод, выбор для внутренних дефектов, сталь ..... таблица 6.6.3-2 EN 13445-5:2009
– метод, выбор для поверхностных дефектов ..... 6.6.3.4 EN 13445-5:2009
– методы, алюминий ..... таблица 8.4-1 EN 13445-8:2009
– методы, сталь ..... таблица 6.6.3-1 EN 13445-5:2009
– квалификация персонала ..... 6.6.3.7 EN 13445-5:2009
– повторные испытания ..... 6.6.5 EN 13445-5:2009
– сосуды серийного производства ..... A.7 EN 13445-5:2009

– чугун с шаровидным графитом ..... 7.1 EN 13445-6:2009
– субподрядные работы ..... 7.3 EN 13445-5:2009
– технологии ..... таблица 6.6.3-1 EN 13445-5:2009
– группы испытаний, алюминий ..... таблица 8.2-1 EN 13445-8:2009
– группы испытаний, сталь ..... 6.6.1.1 EN 13445-5:2009
– сосуды под действием циклических нагрузок ..... приложение G EN 13445-5:2009
Номинальное расчетное напряжение:
– алюминий ..... 6.3 EN 13445-8:2009
– аустенитные стали с удлинением > 30 % ..... 6.4 EN 13445-3:2009
– аустенитные стали с удлинением > 35 % ..... 6.5 EN 13445-3:2009
– определение ..... 3.18 EN 13445-3:2009
– в диапазоне ползучести ..... 19.5 EN 13445-3:2009
– чугун с шаровидным графитом ..... 5.2.2.2 в EN 13445-6:2009, 5.2.2.3 EN 13445-6:2009
– сталь ..... таблица 6-1 EN 13445-3:2009
– стальное литье ..... 6.6 EN 13445-3:2009
– стали, за исключением литья и аустенитных ..... 6.2 и 6.3 EN 13445-3:2009
Номинальный предел упругости:
– определение ..... 8.2.1 EN 13445-3:2009
– вычисление ..... 8.4 EN 13445-3:2009
Номинальное напряжение, определение ..... 18.2.5 EN 13445-3:2009
Номинальная толщина, определение ..... 3.19 EN 13445-3:2009
Неразрушающий контроль, см. NDT
Части, не находящиеся под давлением, требования ..... раздел 5 EN 13445-2:2009
Напряжение в надрезе (суммарное напряжение), определение ..... 17.2.12 EN 13445-3:2009
Напряжение в надрезе, определение ..... 18.2.6 EN 13445-3:2009
Штуцеры:
– в зоне стыка днищ, расчет, внутреннее давление ..... 7.7 EN 13445-3:2009
– местные нагрузки, цилиндрические оболочки ..... 16.5 EN 13445-3:2009
– местные нагрузки, сферические оболочки ..... 16.4 EN 13445-3:2009
– расположение по отношению к сварным швам ..... 9.4.8 EN 13445-3:2009
– наклонные, расчет ..... 9.5.2.4.5 EN 13445-3:2009
– вварной штуцер ..... 9.2.8 EN 13445-3:2009
– приварной штуцер ..... 9.2.9 EN 13445-3:2009
– соединение оболочки ..... 9.4.7 EN 13445-3:2009
– требования к проектированию сварных швов ..... таблица A-8 EN 13445-3:2009
– требования к проектированию сварных швов, гнездовые соединения ..... таблица A-6 EN 13445-3:2009
Гайки:
– во фланцах, общие положения ..... 11.4.3.2 EN 13445-3:2009
– требования к стали ..... 4.2.5 EN 13445-2:2009
Прямоугольное отверстие с закругленными углами
– определение ..... 9.2.2.1 EN 13445-3:2009
см. также отверстия, эллиптические или прямоугольные с закругленными углами
Отверстия:
– вблизи неоднородности оболочки ..... 9.7 EN 13445-3:2009
– определение ..... 9.2.2 EN 13445-3:2009
– эффективная толщина штуцера ..... 9.4.6 EN 13445-3:2009
– эллиптические или прямоугольные с закругленными углами с наклонными штуцерами, расчет ..... 9.5.2.4.5 EN 13445-3:2009
– эллиптические или прямоугольные с закругленными углами без наклонных штуцеров, расчет ..... 9.4.4 EN 13445-3:2009
– в прямоугольных сосудах ..... 15.7 EN 13445-3:2009
– в малых сосудах, определение ..... 9.2.12 EN 13445-3:2009
– обособленные, расчет ..... 9.5.2 EN 13445-3:2009
– обособленные, ограничения ..... 9.5.1 EN 13445-3:2009
– ограничения по диаметру ..... 9.4.5 EN 13445-3:2009
– множественные, расчет ..... 9.6 EN 13445-3:2009

– малые, ограничения ..... 9.5.2.2 EN 13445-3:2009
– с наклонным штуцером, расчет ..... 9.5.2.4.5 EN 13445-3:2009
Условие эксплуатации, определение ..... 11.2.2 EN 13445-3:2009
Наружный предельный размер трубы, определение ..... J.2.1 EN 13445-3:2009
Общая проверка:
– определение ..... 9.2.3 EN 13445-3:2009
– проведение ..... 9.6.4 EN 13445-3:2009
Общее разрушение, определение ..... 8.2.5 EN 13445-3:2009
Частный коэффициент надежности, определение ..... B.2.13 EN 13445-3:2009
Оценка конкретного материала, применимость ..... 4.3.3 EN 13445-2:2009
Пиковое напряжение, определение ..... C.2.5 EN 13445-3:2009
Период, определение ..... 19.2 EN 13445-3:2009
Магистральные трубопроводы, определение ..... 3.6 EN 13445-1:2009
Трубопроводы, определение ..... 3.4 EN 13445-1:2009
Плоскость устойчивой опоры, определение ..... 8.2.6 EN 13445-3:2009
Термическая обработка после сварки, см. PWHT
Сосуд, работающий под давлением, определение ..... 3.2 EN 13445-1:2009
Первичное напряжение, определение ..... C.2.3 EN 13445-3:2009
Принцип, определение ..... B.2.14 EN 13445-3:2009
Производственные испытания, чугун с шаровидным графитом ..... раздел 6 EN 13445-6:2009
Производственные испытания:
– критерии приемки ..... 8.4 EN 13445-4:2009
– количество ..... 8.2 EN 13445-4:2009
– проведение ..... 8.4 EN 13445-4:2009
– образцы для испытаний, алюминий ..... 7.9 EN 13445-8:2009
– образцы для испытаний, сталь ..... 8.3 EN 13445-4:2009
Контрольные испытания:
– документация ..... 10.2.3.10 EN 13445-5:2009
– гидростатические ..... 10.2.3.3 EN 13445-5:2009
– пневматические, алюминий ..... 8.7 EN 13445-8:2009
– пневматические, сталь ..... 10.2.3.4 EN 13445-5:2009
– сосуды серийного производства, статистический базис ..... A.11 EN 13445-5:2009
Опытный сосуд/часть, определение ..... 3.11 EN 13445-5:2009
Диапазон псевдоупругих напряжений, определение ..... 17.2.10 EN 13445-3:2009
Покупатель, определение ..... 3.1.2 EN 13445-6:2009
Термическая обработка после сварки (PWHT):
– алюминий ..... 7.15 EN 13445-8:2009
– разнородные соединения, ферритные ..... 10.6 EN 13445-4:2009
– механические свойства после ..... 10.5 EN 13445-4:2009
– метод ..... 10.3 EN 13445-4:2009
– процедуры ..... 10.4 EN 13445-4:2009
– требования к маркам стали ..... таблица 10.1-1 EN 13445-4:2009
см. также термическая обработка
Величины, символы и единицы:
– расчетные ..... таблица 4-1 EN 13445-3:2009
– механические ..... таблица 5-2 EN 13445-1:2009, таблица 3.2-2 EN 13445-2:2009
– пространство и время ..... таблица 5-1 EN 13445-1:2009, таблица 3.2-1 EN 13445-2:2009
Устройства быстрого открытия и закрытия ..... C.5.7 EN 13445-5:2009
Прямоугольные сосуды, работающие под давлением:
– отверстия ..... 15.7 EN 13445-3:2009
– подкрепленные ..... 15.6 EN 13445-3:2009
– неподкрепленные ..... 15.5 EN 13445-3:2009
Номинальная толщина:
– хрупкое разрушение ..... таблица B.4-1 EN 13445-2:2009
– определение ..... 3.1.6 EN 13445-2:2009
Подкрепленное отверстие, определение ..... 9.2.5 EN 13445-3:2009

Подкрепление:
– определение ... 9.2.4 EN 13445-3:2009
– общие положения ... 9.4.1 EN 13445-3:2009
– ребро ... 21 EN 13445-3:2009
Подкрепляющие и уравновешивающие кольца, определение ... 14.2.5 EN 13445-3:2009
Подкрепляющая накладка, определение ... 9.2.6 EN 13445-3:2009
Подкрепляющее кольцо, определение ... 9.2.7 EN 13445-3:2009
Разгрузочный паз:
– определение ... 10.2.3 EN 13445-3:2009
– плоские днища с, приваренные к цилиндру, расчет ... 10.4.5 EN 13445-3:2009
Ремонт:
– определение ... 3.7 EN 13445-5:2009
– поверхностные дефекты в основном металле ... 11.1 EN 13445-4:2009
– дефекты сварного шва ... 11.2 EN 13445-4:2009
– сварной шов, контроль ... 6.5.3 EN 13445-5:2009
Требуемая толщина, определение ... 3.11 EN 13445-1:2009
Эвакуационные отверстия, см. отверстия для доступа
Ответственный орган, определение ... 3.1 EN 13445-7:2009
Обратный фланец:
– определение ... 11.2.5 EN 13445-3:2009
– полнопрофильный, расчет ... 11.9 EN 13445-3:2009
– узкопрофильный, расчет ... 11.8 EN 13445-3:2009
Опорные кольца:
– горизонтальный сосуд ... 16.9 EN 13445-3:2009
– вертикальный сосуд ... 16.13 EN 13445-3:2009
Седла:
– основа для правил проектирования ... приложение L EN 13445-3:2009
– для горизонтальных сосудов, проектирование ... 16.8 EN 13445-3:2009
Коэффициент надежности:
– определение ... 8.2.7 EN 13445-3:2009
– вычисление, внешнее давление ... 8.4.4 EN 13445-3:2009
– чугун с шаровидным графитом, внешнее давление ... 5.2.2.5 EN 13445-6:2009
Вторичное напряжение, определение ... C.2.4 EN 13445-3:2009
Серийное производство:
– определение ... 3.8 EN 13445-5:2009
– контроль и испытания ... приложение A EN 13445-5:2009
– ограничения ... A.2 EN 13445-5:2009
– ограничения модели ... A.3 EN 13445-5:2009
Вварной штуцер, определение ... 9.2.8 EN 13445-3:2009
Приварной штуцер, определение ... 9.2.9 EN 13445-3:2009
Неоднородность оболочки:
– определение ... 9.2.11 EN 13445-3:2009
– отверстие вблизи ... 9.7 EN 13445-3:2009
Смещение, определение ... 3.13 EN 13445-5:2009
Смотровые отверстия:
– в малых сосудах ... C.4 EN 13445-5:2009
– см. также отверстия для доступа
Сочетание нагрузок при единичной ползучести:
– процедура метода DBF ... 19.8.1 EN 13445-3:2009
– определение ... 19.2 EN 13445-3:2009
Юбка, вертикальный сосуд ... 16.12 EN 13445-3:2009
Малое отверстие, см. отверстие, малое
Сферические оболочки:
– расчет, внешнее давление ... 8.7 EN 13445-3:2009
– расчет, внутреннее давление ... 7.4.3 EN 13445-3:2009
– местные нагрузки на штуцеры ... 16.4 EN 13445-3:2009
Чугун с шаровидным графитом, допустимые материалы ... 5.1 EN 13445-6:2009

Анкерные болты ..... 21 EN 13445-3:2009
Анкеры ..... 21 EN 13445-3:2009
Стали, физические свойства ..... приложение O EN 13445-3:2009
Элементы жесткости:
– расцепление, расчет ..... 8.5.3.8 EN 13445-3:2009
– расцепление, определение ..... 8.2.8 EN 13445-3:2009
– приваривание к частям, находящимся под давлением ..... 7.8 EN 13445-4:2009
Коэффициент напряжения, определение ..... 17.2.13 EN 13445-3:2009
Напряжение по высоте сварного шва, определение ..... 18.2.8 EN 13445-3:2009
Диапазон напряжений, определение ..... 17.2.9 и 18.2.9 EN 13445-3:2009
Модель без концентрации напряжений, эквивалентная, определение ..... B.2.16 EN 13445-3:2009
Деформация конструкции, определение ..... B.2.17 EN 13445-3:2009
Напряжение конструкции ..... 17.2.11 и 18.2.10 EN 13445-3:2009
Конструкция, определение ..... B.2.15 EN 13445-3:2009
Штырь, определение ..... G.2.5 и GA.2.5 EN 13445-3:2009
Шпильки, требования к стали ..... 4.2.4 EN 13445-2:2009
Субподрядные работы:
– форма ..... приложение B EN 13445-4:2009
– обязанности изготовителя ..... Раздел 5 CR 13445-7:2002
– обязанности изготовителя ..... 3.2 EN 13445-4:2009
– обязанности изготовителя, сертификация ..... 7.1 EN 13445-5:2009
– неразрушающий контроль (NDT) ..... 7.3 EN 13445-5:2009
Последующее состояние, определение ..... G.2.9 и GA.2.9 EN 13445-3:2009
Опоры:
– контроль ..... 6.4.3 EN 13445-5:2009
– приваривание к части, находящейся под давлением ..... 7.8 EN 13445-4:2009
Технические условия поставки:
– плакированные изделия ..... 4.3.4 и приложение D EN 13445-2:2009
– общие положения ..... 4.3 EN 13445-2:2009
Техническая документация:
– содержание ..... 5.2 и 12.1 EN 13445-5:2009
– экспертиза проекта ..... 5.3 EN 13445-5:2009
– общие положения ..... Раздел 5 EN 13445-5:2009
– ведение записей ..... 12.3 EN 13445-5:2009
Технические условия, определение ..... 3.6 EN 13445-5:2009
Терм регулировки температуры, определение ..... 3.1.2 EN 13445-2:2009
Температурный коэффициент, определение ..... 3.1.6 EN 13445-6:2009
Давление испытаний:
– определение ..... 3.20 EN 13445-3:2009
– вычисление, алюминий ..... 8.6 EN 13445-8:2009
– вычисление, чугун с шаровидным графитом ..... 7.2.2 EN 13445-6:2009
– вычисление, сталь ..... 10.2.3.3 EN 13445-5:2009
Температура испытаний, определение ..... 3.21 EN 13445-3:2009
Коэффициент испытаний, определение ..... 3.13 EN 13445-1:2009, 3.5 EN 13445-5:2009, 3.1.5 EN 13445-6:2009
Группа испытаний:
– определение ..... 3.9 EN 13445-1:2009, 3.3 EN 13445-5:2009
– неразрушающий контроль (NDT) ..... 6.6.1.1 EN 13445-5:2009
– требования ..... таблица 6.6.1-1 EN 13445-5:2009
Теоретический коэффициент концентрации напряжений, определение ..... 17.2.14 и 18.2.14 EN 13445-3:2009
Толщина:
– (значимая), определение ..... B.2.18 EN 13445-3:2009
– взаимозависимость между толщинами ..... 5.2.3 EN 13445-3:2009
– взаимозависимость между толщинами, чугун с шаровидным графитом ..... 3.4 EN 13445-6:2009
Допуски, см. производственные допуски

Торосферические днища:
– расчет, внешнее давление ..... 8.8.3 EN 13445-3:2009
– расчет, внутреннее давление ..... 7.5.3 EN 13445-3:2009
– определение ..... 7.2.2 EN 13445-3:2009
– штуцеры в зоне стыка, расчет, внутреннее давление ..... 7.7 EN 13445-3:2009
Индекс полного усталостного разрушения, определение ..... 17.2.15 EN 13445-3:2009
Суммарное напряжение/деформация, определение ..... B.2.19 EN 13445-3:2009
Колена труб, расчет деформации ..... 9.2.4 EN 13445-4:2009
Трубы:
– требования к проектированию сварных швов ..... таблица A-5 EN 13445-3:2009
см. также теплообменники
Трубная решетка:
– расчет ..... раздел 13 EN 13445-3:2009
– соображения проектирования ..... 13.7 EN 13445-3:2009
– проектирование расширения фланца, полный профиль ..... 13.11 EN 13445-3:2009
– проектирование расширения фланца, узкий профиль ..... 13.10 EN 13445-3:2009
– максимально допустимое сжимающее напряжение ..... 13.9 EN 13445-3:2009
– специальные сварные соединения труб с трубной решеткой ..... 13.12 EN 13445-3:2009
– соединение трубы с трубной решеткой, максимально допустимое напряжение ..... 13.8 EN 13445-3:2009
– требования к проектированию сварных швов ..... таблица A-4 и таблица A-5 EN 13445-3:2009
Применение стандарта ..... приложение A EN 13445-1:2009
Теплообменник с U-образными трубами:
– альтернативные правила проектирования ..... J.6 EN 13445-3:2009
– определение ..... 13.2.1 EN 13445-3:2009
– полнопрофильная прокладка, правило проектирования ..... 13.4.7 EN 13445-3:2009
– встроенный или с узкопрофильной прокладкой, условия ..... 13.4.2 EN 13445-3:2009
– встроенный или с узкопрофильной прокладкой, сочетание нагрузок ..... 13.4.4.1 EN 13445-3:2009
– встроенный или с узкопрофильной прокладкой, конструкция оболочки и канала ..... 13.4.6 EN 13445-3:2009
– встроенный или с узкопрофильной прокладкой, конструкция трубной решетки ..... 13.4.5 EN 13445-3:2009
Объем, определение ..... 3.22 EN 13445-3:2009
Коэффициент толщины стенки, определение ..... 3.1.7 EN 13445-6:2009
Шайбы, в альтернативных правилах проектирования фланцев ..... G.5.2 и GA.5.2 EN 13445-3:2009
Толщина по высоте сварного шва:
– определение ..... 18.2.11 EN 13445-3:2009
– угловой сварной шов, определение ..... 3.24 EN 13445-3:2009
Сварщики и операторы сварки:
– квалификация ..... 7.4 EN 13445-4:2009
– проверка аттестации ..... 6.5.2 EN 13445-5:2009
Присадочные материалы:
– хранение и обращение ..... 7.5 EN 13445-4:2009
– технические условия поставки ..... 4.3.5 EN 13445-2:2009
Технические условия процедуры сварки, см. WPS
Сварные швы:
– классификация для подробной оценки усталости ..... таблица 18-4 и приложение P EN 13445-3:2009
– классификация для оценки усталости ..... таблица 17-4 EN 13445-3:2009
– исполнение ..... 7.7 EN 13445-4:2009
– контроль устранения дефектов ..... 6.5.3 EN 13445-5:2009
– соединения с фланжировкой, алюминий ..... 6.6.3 EN 13445-8:2009
– соединения с фланжировкой, сталь ..... 5.7.4.1 EN 13445-3:2009
– подготовка соединения, алюминий ..... 7.6 EN 13445-8:2009
– подготовка соединения, сталь ..... 7.6 EN 13445-4:2009
– подготовка соединения, испытания ..... 6.4.2 EN 13445-5:2009
– нахлесточные соединения, алюминий ..... 6.6.2 EN 13445-8:2009
– нахлесточные соединения, сталь ..... 5.7.4.3 EN 13445-3:2009

– расположение штуцеров ..... 9.4.8 EN 13445-3:2009
– недопустимые на чугуне с шаровидным графитом ..... 5.3.2 EN 13445-6:2009
– постоянные подкладные ленты, алюминий ..... 6.6.4 EN 13445-8:2009
– постоянные подкладные ленты, сталь ..... 5.7.4.2 EN 13445-3:2009
– предварительный нагрев, алюминий ..... 7.7 EN 13445-8:2009
– предварительный нагрев, сталь ..... 7.9 EN 13445-4:2009
– находящиеся под давлением, требования к проектированию ..... A EN 13445-3:2009
– производственные испытания, см. производственные испытания
– термическая обработка после сварки, см. PWHT
– устранение дефектов ..... 11.2 EN 13445-4:2009
– типичные сварные швы крепления сильфона ..... таблица 14.4.5-1 EN 13445-3:2009
Ветровые нагрузки ..... 16.14.9 EN 13445-3:2009
WPS:
– общие положения ..... 7.2 EN 13445-4:2009
– квалификация ..... 7.3 EN 13445-4:2009
– проверка аттестации ..... 6.5.2 EN 13445-5:2009
Уменьшение предела текучести, низкотемпературные стали ..... таблица 4.2-1 EN 13445-2:2009

Приложение Y
(справочное)

Отличия между EN 13445:2002 и EN 13445:2009

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

Значительные технические изменения:

– Добавление правил для сосудов и частей, работающих под давлением, которые эксплуатируются в зоне ползучести. Правила проектирования рассматриваются в разделе 19 части 3, но правила были также добавлены в других местах частей 1 – 5 стандарта.

– Добавление правил для сосудов и частей, работающих под давлением, из алюминия и его сплавов. Эта поправка включена в часть 8.

– Добавление правил для экспериментального проектирования. Эти правила содержатся в приложении T к части 3.

Примечание – Если эти правила были внесены в поправки EN 13445-3:2002, они включались в раздел 20.

– Добавление правил для плоских стенок. Эти правила включены в разделы 20 и 21 части 3.

Примечание – Если эти правила были внесены в поправки EN 13445-3:2002, они включались в разделы 21 и 22.

– Добавление правил для повышенных расчетных напряжений для определенных аустенитных сталей при определенных условиях (альтернативный способ). Эти правила включены в подраздел 6.3 части 3.

– Расширение частей 2, 4 и 5, чтобы включить сосуды и части, работающие под давлением, спроектированные в соответствии с приложением B к части 3 (метод DBA – прямой способ).

– Добавление двух приложений к части 1 («Применение стандарта» и «Указатель»).

– Добавление третьего набора правил проектирования фланцев, позволяющего учесть скорости утечек. Эти правила содержатся в приложении GA к части 3.

– Добавление правил усталости, расширяющих область применения и материалы для сосудов и частей, работающих под давлением, из чугуна с шаровидным графитом. Эти правила содержатся в приложении D к части 6.

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

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

Раздел (ы)/подраздел (ы) данного европейского стандарта	Существенные требования Директивы 97/23/ЕС по оборудованию, работающему под давлением	Примечания
4	1.1	Общее

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

Библиография

[1] EN 764-7:2002 Оборудование, работающее под давлением. Часть 7. Системы безопасности для бестопочного оборудования, работающего под давлением

[2] EN ISO 5817:2003 Сварка. Стыковые швы при сварке плавлением сталей, никеля, титана и их сплавов (кроме лучевой сварки). Уровни качества в зависимости от дефектов шва

[3] CR 13445-7:2002 Резервуары под давлением без огневого подвода теплоты. Часть 7. Руковод-ство по использованию процедур соответствия

[4] ISO 16528-1 Котлы и сосуды, работающие под давлением. Часть 1. Требования к эксплуатационным характеристикам

Ответственный за выпуск *В. Л. Гуревич*

Сдано в набор 10.02.2010. Подписано в печать 24.03.2010. Формат бумаги 60×84/8. Бумага офсетная.
Гарнитура Arial. Печать ризографическая. Усл. печ. л. 7,90 Уч.- изд. л. 4,19 Тираж экз. Заказ

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

gost.e-ecolog.ru