Towers, reactors, pressure vessels and internals - General specification

Second edition

July 2019

This Standard is the property of Iranian Ministry of Petroleum. All rights are reserved to the owner. Neither whole nor any part of this document may be disclosed to any third party, reproduced, stored in any retrieval system or transmitted in any form or by any means without the prior written consent of the Iranian Ministry of Petroleum.

Foreword

The Iranian Petroleum Standards (IPS) reflect the views of the Iranian Ministry of Petroleum and are intended for use in the oil and gas production facilities, oil refineries, chemical and petrochemical plants, gas handling and processing installations and other such facilities.

IPS is based on internationally acceptable standards and includes selections from the items stipulated in the referenced standards. They are also supplemented by additional requirements and/or modifications based on the experience acquired by the Iranian Petroleum Industry and the local market availability. The options which are not specified in the text of the standards are itemized in data sheet/s, so that, the user can select his appropriate preferences therein

The IPS standards are therefore expected to be sufficiently flexible so that the users can adapt these standards to their requirements. However, they may not cover every requirement of each project. For such cases, an addendum to IPS Standard shall be prepared by the user which elaborates the particular requirements of the user. This addendum together with the relevant IPS shall form the job specification for the specific project or work.

The IPS is reviewed and up-dated approximately every five years. Each standards are subject to amendment or withdrawal, if required, thus the latest edition of IPS shall be applicable

The users of IPS are therefore requested to send their views and comments, including any addendum prepared for particular cases to the following address. These comments and recommendations will be reviewed by the relevant technical committee and in case of approval will be incorporated in the next revision of the standard.

Deputy of Standardization, Administrative of Technical, Execution and Evaluation of Projects Affairs, No.17, St. 14th, North Kheradmand, Karimkhan Blvd., Tehran, Iran.

Postal Code- 1585886851

Tel: 021-88810459-60 & 021-66153055

Fax: 021-88810462

Email: Standards@nioc.ir

Contents

Titles	Page No
Introduction	5
1 Scope	6
2 References	6
3 Definitions	7
4 Units	9
5 Conflicting requirements	9
6 Documentation requirements	9
7 Towers, columns and process pressure vessels	11
8 Trays and tower internals	42
8-1 Scope	42
8-2 Materials	42
8-3 Design	43
8-3-1 General	43
8-3-2 Loads and stresses	43
8-3-3 Tray support	44
8-3-4 Corrosion allowance	44
8-3-5 Thickness of tray	44
8-3-6 Bolts and nuts	45
8-3-7 Tray manways and access	45
8-4 Fabrication	45
8-5 Inspection and testing	47
8-5-1 Tray fit-up	47
8-5-2 Leakage tests	47
8-6 Preparation for shipment	48
9 Additional requirements for pressure vessels and reactors having wall thickness over 50 mm	48
9-1 Scope	48
9-2 Materials	48
9-3 Design	50
9-4 Internals	51
9-5 Fabrication	53
9-6 Welding	54
9-7 Inspection and testing	54
9-7-1 Visual and dimensional inspection	54
9-7-2 Radiographic examination	55

9-7-3 Ultrasonic examination 55
9-7-4 Magnetic particle inspection 55
9-7-5 Liquid penetrant examination 56
9-7-6 Hardness test 56
9-7-7 Chemical analysis 56
9-7-8 Hydrostatic Testing 57

Appendices:
Appendix A Generally used materials in oil refinery services 58
Appendix B Materials for pressure parts for normal service 59
Appendix C Vessel trays tolerances for fabrication and assembly 60
Appendix D Tray support rings 61
Appendix E Trays specification sheet 62
Appendix F Guarantee certificate 64

Introduction

This standard has been developed in "specialized reference committees"[1] and with the consensus of a wide range of professionals, representatives of organizations, companies, management, institutions and research-laboratory centers, manufacturers, associations, etc.

Petroleum Standards developed by the Ministry of Petroleum are reviewed systematically by specialized reference committees every five years and, are performed with regard to their applicability and effectiveness, approve, revoke or revise them in accordance with current Ministry of Petroleum regulations. Obviously, in accordance with clause 4 of the Procedure, the periodical review can be done early, if necessary. In case of conflict between Farsi (Persian) and English languages, English language shall govern.

The term of pressure vessels has a large variety of applications in oil industries. It includes process pressure vessels and receivers, drums, towers, columns, heavy wall pressure vessels, reactors, etc. Since all of these vessels have different technical specifications from the point of view of materials and engineering design, which cannot be verified under one subject of heading, therefore, this Standard is prepared in three clauses as follow:

Clause 7**:** Covers the minimum engineering and material requirements for process pressure vessels, receivers, towers and columns.

Clause 8**:** Contains the engineering and material requirements for trays and tower internals.

Clause 9**:** Gives the minimum engineering design and material specifications for heavy wall pressure vessels and reactors and additional requirements for the internals of these type of vessels

Note 1:

This standard specification is reviewed and updated by the relevant technical committee on Feb. 2001, as amendment No. 1 by circular No. 140.

Note 2:

This bilingual standard is a revised version of the standard specification by the relevant technical committee on Jan 2010, which is issued as revision (1). Revision (0) of the said standard specification is withdrawn.

Note 3:

This bilingual standard is a revised version of the standard specification by the relevant technical committee on July 2019, which is issued as revision (2). Revision (1) of the said standard specification is withdrawn.

Iranian Petroleum Standards (IPS)

Deputy of Standardization, Administrative of Technical, Execution and Evaluation of Projects Affairs, No.17, St. 14th, North kheradmand, Karimkhan Blvd., Tehran, Iran.

P.O.Box: 1585886851

Tel: + 98 (21) 61623055, (21) 88810459 - 60

Fax: + 98 (21) 88810462

Email: standards@nioc.ir

Website: http://ips.mop.ir

1- Standardized specialized reference committees are qualified committees responsible for determination and reviewing standards for the petroleum industry (governmental, private and cooperative sectors).

Towers, reactors, pressure vessels and internals - General specification

1 Scope

1-1 This Part of Engineering and Material Standard covers the minimum requirements for materials, design, fabrication, inspection and testing, and preparation for shipment of unfired pressure vessels, including towers, columns, receivers, etc. The cases that are not referred to in this standard, the requirements of the latest edition of ASME section VIII shall be valid

1-2 In all cases where more than one code or Standard applies to the same conditions, the company shall be consulted for selection of the applicable standard.

2 References

Throughout this Standard the following dated and undated standards/codes are referred to. These referenced documents shall, to the extent specified herein, form a part of this standard. For dated references, the edition cited applies. The applicability of changes in dated references that occur after the cited date shall be mutually agreed upon by the Company and the Vendor. For undated references, the latest edition of the referenced documents (including any supplements and amendments) applies.

2-1 IPS-E-TP-100, Engineering Standard for Paint

2-2 IPS-E-GN-100, Engineering Standard for Unit

2-3 IPS-D-ME-010, Drawing Standard for Vertical Vessel Support Skirt Opening Details

2-4 IPS-D-ME-002, Drawing Standard for Lifting Lug to Lift Vessels Up to 60 Tons

2-5 IPS-D-ME-003, Drawing Standard for Lifting Lug to Lift Vessels Up to 200 Tons

2-6 IPS-D-EL-413, Reference Drawing Grounding Installation Details Earthing Lug Category 400

2-7 NACE MR0175/ISO 15156, Petroleum and Natural Gas Industries Materials for Use in H_2S-Containing Environments in Oil and Gas Production

2-8 NACE MR0103/ISO 17945, Petroleum, Petrochemical And Natural Gas Indudtries-Metalic Materials Resistant To Sulfide Stress Cracking In Corrosive Petroleum Refining Environments

2-9 API RP 941, Steels for Hydrogen Service at Elevated Temperatures and Pressures in Petroleum Refineries and Petrochemical Plants

2-10 ASME BPVC, Section II: Materials

- Part A:Ferrous Material Specifications
- Part B:Nonferrous Material Specifications
- Part C:Specifications for Welding rods, Electrodes and Filler Metals
- Part D:Properties (Customery)

2-11 ASME BPVC Section VIII, Division 1, Rules for Construction of Pressure Vessels

2-12 ASME Section VIII, Division 2, Alternative Rules

2-13 ASME BPVC Section V, Non-Destructive

2-14 ASME BPVC Section IX, Welding, Brazing, and Fusing Qualifications

2-15 ASME B16.20, Metallic Gaskets for Pipe Flanges

2-16 ASME B 1.1, Unified Inch Screw Threads UN and UNR Thread

2-17 ASME B 16.47, Large Diameter Steel Flanges:NPS 26 Through NPS 60 Metric/Inch Standard

2-18 ASME B 16.5, Pipe Flanges and Flanged Fittings: NPS 1/2 through: NPS 24 Metric/Inch Standard

2-19 ASME B 18.2.2, Nuts for General Applications: Machine Screw Nuts, Hex,Square, Hex Flange and Coupling Nuts (Inch Series)

2-20 ASME PCC1, Guidlines for pressure bondary bolted flange joint assembly

2-21 ASTM A578/A578M, Standard Specification for Straight-Beam Ultrasonic Examination of Rolled Steel Plates for Special Applications

2-22 ASTM A370, Standard Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products

2-23 ASTM A263, Standard specification for stainless chormium steel- clad plate

2-24 ASTM A264, Standard specification for stainless chormium-nickel steel-clad plate

2-25 ASTM A265, Standard specification for nickel and nickel-based alloy clad steel plate

2-26 ASTM B 432, Standard specification for copper and copper alloy clad steel plate

2-27 ASCE-7-05, Minimum Design Load for Building and Other Structures

2-28 AWS (AMERICAN WELDING SOCIETY)

2-29 EJMA (EXPANSION JOINT MANUFACTURERS ASSOCIATION, INC.)

2-30 ISO 9001, Quality Management Systems – Requirements

3 Definitions

Throughout this Standard the following definitions shall apply:

Is normally used in connection with the action by the “Company” rather than by a contractor, supplier or vendor.

3-1

Company

Refers to one of the related and/or affiliated companies of the Iranian Ministry of Petroleum such as National Iranian Oil Company, National Iranian Gas Company, and National Petrochemical Company etc.

3-2

Purchaser

Means the “Company” Where this standard is part of direct purchaser order by the “Company”, and the “Contractor” where this Standard is a part of contract documents.

3-3

Vendor and supplier

Refers to firm or person who will supply and/or fabricate the equipment or material.

3-4

Contractor

Refers to the persons, firm or company whose tender has been accepted by the company

3-5

Executor

Executor is the party which carries out all or part of construction and/or commissioning for the project.

3-6

Inspector

The Inspector referred to in this Standard is a person/persons or a body appointed in writing by the company for the inspection of fabrication and installation work

3-7

Shall

Is used where a provision is mandatory.

3-8

Should

Is used where a provision is advisory only.

3-9

Will

Is normally used in connection with the action by the "Company" rather than by a contractor, supplier or vendor.

3-10

May

Is used where a provision is completely discretionary

4 Units

This Standard is based on International System of Units (SI) as per IPS-E-GN-100, except where otherwise is specified.

5 Conflicting requirements

In the case of conflict between documents relating to the inquiry or order, the following priority of documents shall apply:

- First priority: Purchase order and variations thereto.

- Second priority: Data sheets and drawings.

- Third priority: This Standard.

All conflicting requirements shall be referred to the Purchaser in writing. The Purchaser will issue confirmation document if needed for clarification

6 Documentation requirements

6-1 General

6-1-1 The vendor shall submit a proposed schedule for the submission of drawings and data to the Purchaser for approval. The vendor shall furnish drawings in the quantity specified by the Purchaser.

6-1-2 The fabricator shall provide a detailed drawing based on the submitted outline drawing of the pressure vessel, including the internals of the vessel. The following information shall be included on the detailed drawings and on other drawings and data sheet, as applicable:

1) Order number,

2) Vessel Type and tag number,

3) Material specification,

4) Complete dimensions, thicknesses, and details of construction including pictorial and dimensional location of circumferential and longitudinal seams, all nozzles on plan (or orientation) and elevation views, and all internals,

5) Size and pressure rating of all nozzles on the vessel,

6) Head and shell thicknesses, head type, flange type, and other details of construction materials,

7) Total weight of vessel (empty),

8) Total weight of vessel (full of water),

9) Heat treatment requirements,

10) Non-destructive testing requirements,

11) Design and Operating pressure and temperature

12) Joint efficiency,

13) Hydrostatic test pressure,

14) Corrosion allowance,

15) Reference drawings.

16) Design code

17) Design structural loadings

18) MAWP: Maximum Allowable Working Pressure

19) Flow Service

6-1-3 Manufacturing shall not proceed without written approval of drawings and ITP by the Purchaser. (ITP: Inspection and Test Plan)

6-1-4 Approval of drawings does not constitute permission to deviate from any requirements in the order unless specifically agreed to in writing.

6-1-5 After the drawings have been approved, the vendor shall also furnish certified electronic files on Compact Disc (CD) in the quantity specified.

6-2 Final reports, data sheets, and manuals

Installation, operations, and maintenance data for each pressure vessel shall be provided no later than the date of shipment. The data shall include the following:

a- Manuals for instruments, valves, and gage cocks furnished by the vendor including special operating and maintenance information.

b- Manufacturer's data report, form U-1 of the ASME code.

c- Manufacturer's partial data report, form U-2 of the ASME code if applicable.

d- Certified material records report containing the complete chemical analysis, physical properties, and location of each plate, forging, and all other material subject to pressure. Information covering alloy material shall be included in the report even though the material may not be subject to pressure. The location of the plates, forgings, and other material shall be indicated on the as-built drawings.

e- Photostatic copies of recording charts indicating temperature conditions during thermal stress relief, the complete temperature cycle of heating, soaking, and cooling shall be indicated.

f- Hydrostatic test chart for each vessel.

g- Copy (Photo) of nameplate.

h- Records of N.D.T inspection.

i- A parts list shall be supplied for each item of equipment furnished and shall be complete with pattern, stock, or production drawings numbers that completely identify each part so that the Purchaser can determine part interchangeability with other equipment furnished by the same manufacturer.

j- The Vendor shall submit a supplementary proposal for spare parts other than the parts included in the Vendor's original quotation.

The supplementary proposal shall include recommended spare parts for startup and 2 years of operation including assembly type drawings, parts numbers, materials, prices, and delivery. Parts numbers shall identify each part for interchangeability purposes. The supplementary proposal shall be forwarded to the Purchaser after receipt of approved drawings and in time to permit ordering and delivery of parts with the vessel.

k- W.P.S. (Welding Procedure Specification) with supporting.

P.Q.R. (Procedure Qualification Record) shall be submitted to the Purchaser.

l- Final drawings.

m-Final calculation.

7 Towers, columns and process pressure vessels

7-1 Materials

7-1-1 General

7-1-1-1 In general, all materials shall be in conformity with the ASTM Standard specification. For equivalent material approval of the Purchaser is required.

7-1-1-2 Proposals to use materials having a specified maximum tensile strength greater than 620 MPa (90,000 PSI) at room temperature shall be submitted to the Purchaser for approval.

7-1-1-3 Materials of construction for vessel components shall be selected so as to produce an economical design for the specified design service conditions.

7-1-1-4 Cast iron shall not be acceptable.

7-1-1-5 The use of carbon ½ moly materials is not generally permitted. Exceptions shall be subject to Purchaser's approval and then only if the working temperature does not exceed 400°C (750°F).

7-1-2 Pressure parts

7-1-2-1 Some materials for typical conditions in oil refinery services are listed in Appendix A of this Standard.

7-1-2-2 Carbon steel materials for pressure retaining parts for normal service are given in Appendix B.

7-1-2-3 Pressure retaining materials to be welded shall have the following chemical composition:

Carbon content (C): $C \leq 0.25\%$

Carbon equivalent (C eq.): $C\ eq. \leq 0.45\%$

Where**:** $C\ eq. = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Ni + Cu)/15$

7-1-2-4 Pressure retaining parts for hydrogen service, where defined at a hydrogen partial pressure at 7 kg/cm^2 absolute shall be selected in accordance with Fig. 1 of API RP 941 "Operating Limitation for Steel in Hydrogen Service".

7-1-2-5 Pressure retaining parts for H_2S service, shall be selected in accordance with NACE/ISO (National Association of Corrosion Engineers) standard MR0175/ISO 15156 or NACE MR0103/ISO 17945.

7-1-3 Non-pressure parts

7-1-3-1 Materials of non-pressure retaining parts to be directly welded to pressure retaining parts, having a design temperature of 343°C (650°F) or more, shall be of the same materials as the pressure retaining parts

7-1-3-2 Steel plate for base rings, reinforcement for skirt openings, saddles, external lugs for platforms, ladders, insulation supports and pipe supports shall be A 283 Gr.C or better. Angles and rods shall be A 36.

7-1-3-3 Name plates shall be type 316 stainless steel.

7-1-3-4 Internal support rings and lugs welded to the shell or head made of killed steel shall be made of the same material.

For other than killed steel vessels, the following materials may be used except in case of Paragraph 6.3.1.

a- Plates: ASTM A 283 Gr.C or equivalent.

b- Pipe: ASTM A 106 or A 53 or equivalent.

7-1-4 Expansion joints

The design and fabrication for expansion joints installed on vessel shell or other portions, shall be in accordance with ASME Section VIII, Div. 1

7-1-5 Bolting

Bolts used externally for pressure vessel flanges, including nozzle flanges on manways and with installed blind flanges, shall be selected in accordance with Table 1.

Table 1

Design temperature	Bolt material (1)	Nut material (1)
–195 °C to –102 °C (–320 °F to –151 °F)	SA-320 Gr. B8 – Class 2 (3)	SA-194 Gr. 8N
–101 °C to –30 °C (–150 °F to –21 °F) General Service	SA-320 Gr. L7 (3)	SA-194 Gr. 4
–101 °C to –30 °C (–150 °F to –21 °F) Sour Service	SA-320 Gr. L7M (3)	SA-194 Gr. 7M
–40 °C to 427 °C (–40 °F to 800 °F) General Service	SA-193 Gr. B7	SA-194 Gr. 2H
–29 °C to 427 °C (–20 °F to 800 °F) Sour Service	SA-193 Gr. B7M	SA-194 Gr. 2HM
428 °C to 538 °C (801 °F to 1000 °F) Carbon steel and low alloy flanges	SA-193 Gr. B16	SA-194 Gr. 4
428 °C to 538 °C (801 °F to 1000 °F) Austenitic flanges	SA-453 Gr. 660 – Class C (4)	SA-453 Gr. 660 – Class C
593 °C to 815 °C (1101 °F to 1500 °F) Carbon steel and low alloy flanges	SA-193 Gr. B8 – Class 1 (2) (4)	SA-194 Gr. 8T
538 °C to 815 °C (1000 °F to 1500 °F) Austenitic and non-ferrous flanges	SA-193 Gr. B8 – Class 1 (2) (4)	SA-194 Gr. 8T

(1) Other bolting materials may be permitted in this temperature range. Consult with materials engineer for final selection.
(2) Controlled bolting techniques may be required to maintain tightness.
(3) This material is selected primarily for low temperature applications. The upper limit has been set for standardization purposes but it may be used up to the limits given in ASME Section II.
(4) This material is selected primarily for high temperature applications. The lower limit has been set for standardization purposes but it may be used down to the limits given in ASME Section VIII.

7-2 Design

7-2-1 General

7-2-1-1 Pressure vessels shall be designed in accordance with the ASME Code for unfired pressure vessels, Section VIII, Division 1.

7-2-1-2 Pressure vessels shall be designed to ensure safe operation in the specified internal and external environments.

7-2-1-3 Vertical and horizontal vessels including their supports shall be capable of supporting a full load of water in the installed position.

7-2-2 Design data

7-2-2-1 Design pressure

7-2-2-1-1 The design pressure of vessel shall be at least equal to the maximum operating pressure plus 10 percent or plus 350 kPa, whichever is greater.

7-2-2-1-2 Vessels subject to external pressure shall be designed for full vacuum.

7-2-2-1-3 The maximum allowable working pressure of a vessel shall not be limited by minor components such as flanges, nozzles, manholes, or reinforcing pads.

7-2-2-2 Design temperature

7-2-2-2-1 The design temperature shall be at least 15°C above the maximum working temperature. For cold service, the design temperature shall be 6°C below the minimum operating temperature unless otherwise specified.

7-2-2-2-2 Vessels which will operate at temperature above 400°C shall be designed for a temperature equal to the maximum anticipated operating temperature.

7-2-2-2-3 Dual temperatures shall be listed on the nameplate. The two temperatures shall be the cold design temperature and the maximum hot design temperature allowed by the ASME Code for the as-built vessel.

7-2-2-2-4 If variant temperatures can be definitely predicted for zones of a vessel in operation, the variant temperatures may be taken into account in the design of the applicable zones.

7-2-2-3 Design loadings

7-2-2-3-1 Loading shall be in accordance with ASME Section VIII, Div. 1. Wind and earthquake loads shall be in accordance with ASCE "Minimum Design Load for Building and Other Structures".

7-2-2-3-2 Earthquake loads shall not be considered, simultaneous with wind loads.

7-2-2-3-3 All vessels shall be designed to be self-supporting without benefit of guys or braces.

7-2-2-3-4 During erection, start-up, or operation, all applicable loads shall be considered as acting simultaneously, including either wind or earthquake, whichever governs.

7-2-2-3-5 During hydrostatic testing, wind load (wind pressure) equivalent to 33 % of maximum wind speed shall be considered acting simultaneously with the hydrostatic test load.

7-2-2-3-6 Lateral deflection due to wind, of vessels under normal operating conditions, shall not exceed 150 mm per 30 meters of height.

7-2-2-3-7 Vibration and critical wind velocity shall be considered in the design of tall, slender columns with a length to diameter ratio exceeding 8 to 1.

7-2-2-3-8 Vessel supports shall be capable of withstanding the wind load when vessel is empty and the test conditions when the vessel is full of water.

7-2-2-4 Corrosion allowance

7-2-2-4-1 The specified corrosion allowance shall be added to the calculated thickness of all pressure-containing parts including the shell, heads, nozzles, manways, and manway covers.

7-2-2-4-2 The minimum corrosion allowance for carbon steel shall be 1.6 mm for sweet service and 3.2 mm for sour service unless otherwise specified.

7-2-2-4-3 The specified corrosion allowance for compartmented vessels shall be added to the calculated thickness of each side of the internal head or partition.

7-2-2-4-4 Corrosion-resistant linings shall be provided for vessels in highly corrosive service. The thickness of liners, cladding, or weld overlays shall not be included in calculating the minimum thickness of pressure-containing parts.

7-2-2-4-5 Unless otherwise specified, vessel corrosion allowance shall be provided to all exposed surfaces of nonremovable internal parts and half this amount to surface of removable parts (except demister-wire, column packing, etc.)

7-2-2-5 Alloy protective lining

7-2-2-5-1 Integral clad plate bonded by rolling or explosion method shall be homogeneously made to have a material quality and a thickness as specified. The clad plate to be used for pressure vessel shall meet one of the following standard specifications or equivalent.

a- ASTM A 263 "Corrosion-Resisting Chromium Steel Clad Plate, Sheet, and Strip"

b- ASTM A 264 "Stainless Chromium-Nickel Steel Clad Plate, Sheet, and Strip"

c- ASTM A 265 "Nickel-Base Alloy Clad Steel Plate"

d- ASTM B 432 "Copper and Copper Alloy Clad Steel Plate"

7-2-2-5-2 Weld metal overlay cladding shall be mainly used for "Hydrogen Service": Vessels operating at elevated temperature and high pressure at a hydrogen partial pressure of 7 kg/cm^2 absolute and over.

7-2-2-5-3 When the "Hydrogen Service" vessel is to be operated at a special condition such as in "Hydrocracking Process" and "Hydro-Desulferization Process", the weld metal overlay cladding shall be strictly adopted for all inside surface of the vessel.

7-2-2-5-4 Strip lining shall be lap welded per Fig. 1, or butt welded per Fig. 2. Fabrication drawings and the welding procedure specification shall describe the system to be used; and the welding procedure shall be qualified for the specific method.

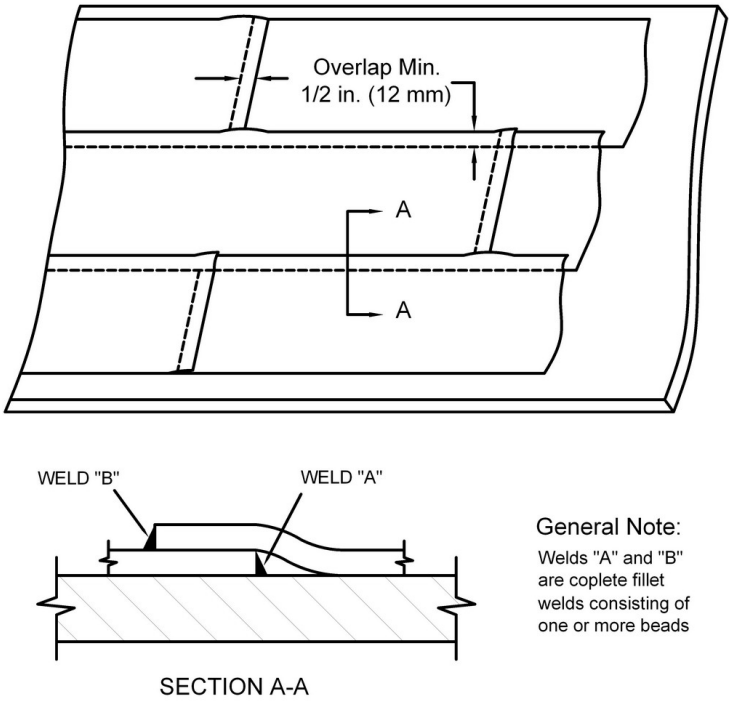


Fig. 1- Lap welded strip lining (detail)

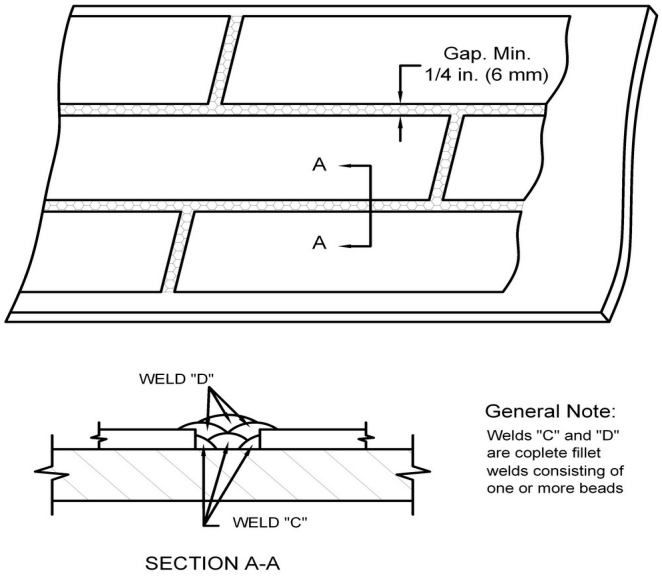


Fig. 2-Butt welded strip lining (detail)

7-2-2-5-5 Strip or sleeve lining shall not be used for the following:

a- Shells and heads of vessels in hydrogen service.

b- Vessels subject to PWHT.

c- Vessels with design temperature greater than 440°C.

7-2-2-5-6 Dimensions of individual strips, excluding single piece sleeves, shall be limited by the following:

a- Thickness shall not be less than 3 mm

b- Widths shall be limited by design temperature and materials as per Table 2.

Table 2

DESIGN TEMPERATURE (°C)	MATERIALS	MAXIMUM WIDTH mm
< 315	ALL	150
≥ 315	STAINLESS STEEL INCOLOY	100
≥ 315	405, 410 S, INCONEL, HASTELLOY	150

7-2-2-5-7 Material used for weld overlay, integral cladding, sleeve liners or strip lining of connections shall be the same material and thickness as required for the lining or cladding to the vessel or head to which they are attached.

7-2-2-5-8 The minimum thickness of cladding shall be 2 mm and the minimum thickness of weld metal overlays shall be 2.5 mm.

7-2-2-5-9 The thickness of cladding or weld overlays shall not be included in calculating the required shell thickness.

7-2-2-5-10 Connections of DN 50 (2 in.) and smaller shall be either of the following:

a- Weld overlayed, integrally clad by the explosive bonding method, or sleeve lined on the I.D.

b- Solid alloy provided the following conditions are met:

1) Vessel design temperature is below 440°C.

2) Tests are performed to demonstrate the alloy's weld-ability.

7-2-2-5-11 Connections over DN 50 (2 in.) up to and including DN 300 (12 in.) shall be lined by any of the following methods:

Weld overlay, integral cladding, sleeve liner, or strip lining.

7-2-2-5-12 Lining for connections larger than DN 300 (12 in.) shall be selected on the basis of vessel design as follow:

a- For strip lined vessels: Strip lined, weld overlayed or cladded connections

b- For overlayed or cladded vessels: overlayed or cladded connections

7-2-2-5-13 The flange facings and neck connection weld of shell to nozzles and manholes shall be lined with weld metal overlay cladding as shown in Fig. 3. (Flange face serration shall be devised).

7-2-2-5-14 Welding of internal support lugs and rings to be directly attached to the shell or head of special hydrogen service vessel shall be performed with full penetration prior to postweld heat

treatment, and the final weld overlayer around the support lugs and rings shall be applied after postweld heat treatment, as shown in Fig. 4.

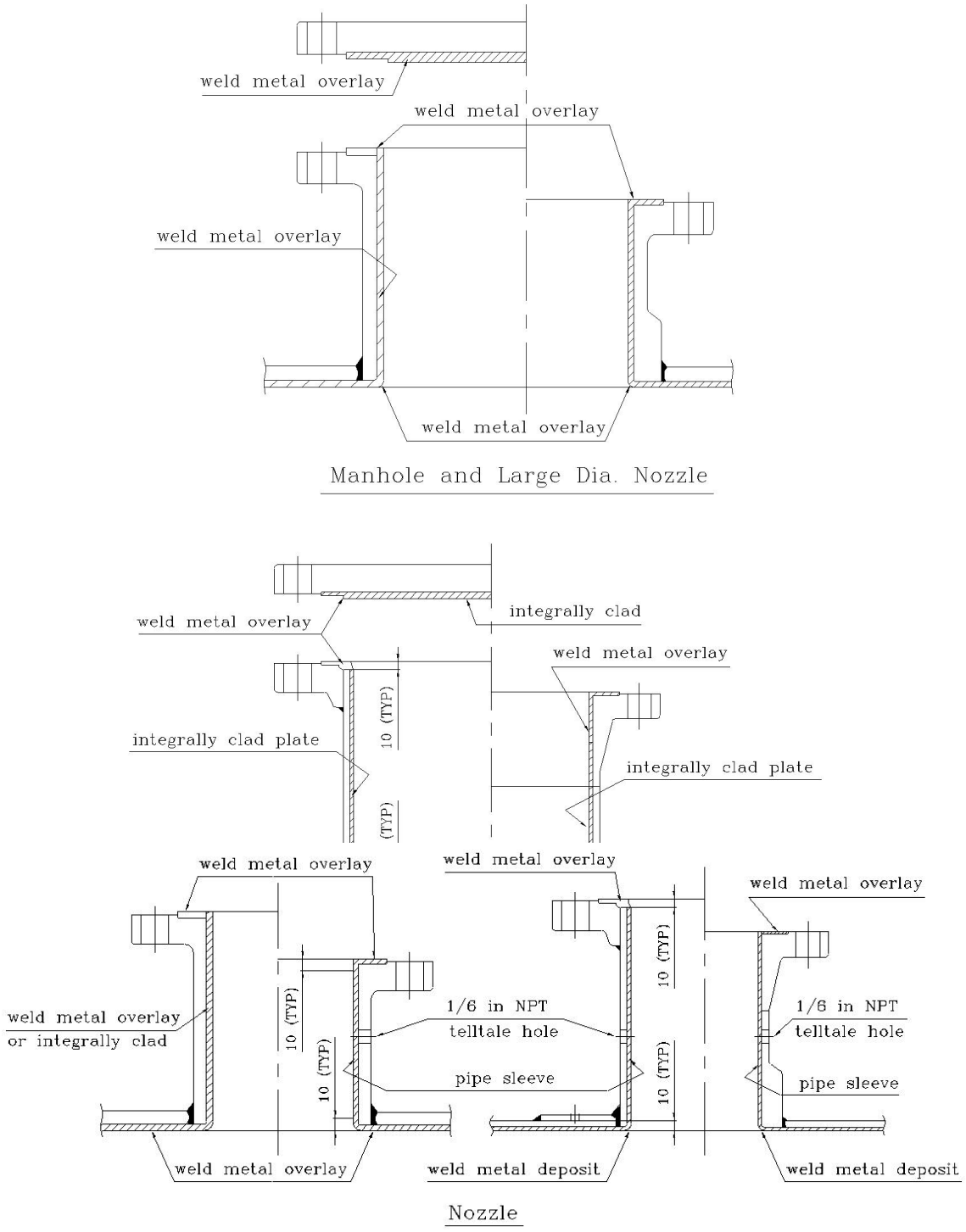


Fig. 3-Typical detail of lined nozzles and manholes

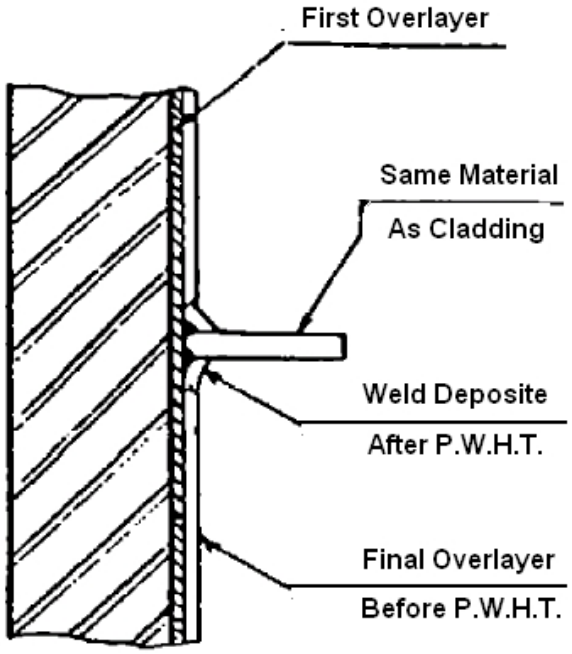


Fig. 4- Lined details of internal support

7-2-2-6 Shell and heads

7-2-2-6-1 The minimum shell thickness for vessels including corrosion allowance shall be as follows:

Shell Diameter	Shell Thickness
Up to 1525 mm	6 mm
1525 to 2125 mm	8 mm
2125 to 3625 mm	10 mm
3625 mm and larger	11 mm

The above minimum thicknesses are for the general stability of pressure and temperature requirements.

7-2-2-6-2 ASME ellipsoidal or hemispherical heads with 2 to 1 ratio shall be provided torispherical heads are not acceptable.

7-2-2-6-3 Conical transitions shall have a 6% knuckle radius when the design pressure exceeds 1700 kPa (ga) or design temperature exceeds 230°C.

7-2-2-6-4 Shell stiffening rings on vessels in vacuum service shall be installed externally and designed according to ASME Section VIII, Division 1, Paragraphs UG-28, UG-29 and UG-30.

7-2-2-7 Nozzles, flanges, manholes and connections

7-2-2-7-1 The minimum size of nozzles shall be DN 25 (1 in.) except that for alloy lined nozzles the minimum size shall be DN 40 (1½ in.). For vessels in hydrogen service all connections shall be flanged.

7-2-2-7-2 Nozzles in portions of vessels with gunite linings shall have internal projections such that the nozzle end is flush with the lining.

7-2-2-7-3 Nozzles shall be attached to the vessel by complete penetration welds. Partial penetration welding is acceptable for attachment of reinforcing pad plates.

7-2-2-7-4 Necks of nozzles and manholes shall be made of seamless pipe except for necks of DN 350 or more which can be made of plate materials. Where plate materials are used for nozzle and manhole necks, the method specified in ASTM A 672 shall be used.

7-2-2-7-5 Rolled plate nozzle necks and reinforcing pads shall be the same material as specified for the vessel shell and head to which they are attached.

7-2-2-7-6 All bolt holes in flanges on manways, hand holes and nozzles shall straddle the normal vessel center lines.

7-2-2-7-7 The thickness of nozzle neck shall not limit the maximum allowable working pressure.

7-2-2-7-8 Nozzle necks DN 25 shall be constructed of schedule 160 pipe, as a minimum. Nozzle necks DN 40 to DN 200 pipe size shall be a minimum of schedule 80 seamless pipe.

7-2-2-7-9 For cladded vessels, nozzles shall be cladded or lined in accordance with paragraph 7-2-2-6.

7-2-2-7-10 Nozzles in vessels shall project a minimum of 150 mm from outside of shell or head on uninsulated vessels.

On insulated vessels the nozzles should project a minimum of 150 mm from outside of shell or head plus thickness of insulation.

7-2-2-7-11 Flanges shall conform to ASME B 16.5, “Pipe Flanges and Flanged Fittings”.

7-2-2-7-12 Flanges larger than DN 600 shall be per ASME B 16.47.

7-2-2-7-13 Non-Standard flanges shall be calculated per ASME Code section VIII, Division 1, Appendix 2 according to the design conditions of the vessels, and external loads imposed by piping reaction.

7-2-2-7-14 Welding neck flanges shall be used for vessels.

7-2-2-7-15 ASME class 600 flanges and below shall be of the raised-face type with a serrated spiral finish. Flanges ASME class 900 and above shall be ring-type joint. Ring-type joint facing shall be of the flat bottom groove type.

7-2-2-7-16 All vessels of 900 mm inside diameter or greater shall be provided with at least one 450 mm inside diameter manhole opening. Manholes providing access for removal of equipment shall not be less than 600 mm in diameter. Davits or hinges shall be provided for handling manhole covers.

7-2-2-7-17 Manways and nozzles shall not be located in longitudinal weld seam and insofar as it is practical, they shall avoid girth seams.

7-2-2-7-18 Handholes shall be a minimum of DN 150 nominal size and shall be preferably of the studded pad type and shall be provided with a bolted cover.

7-2-2-7-19 A vent of DN 150 minimum diameter must be provided at or near the top of the vessel on all vessels with manways. The vent may be another manway or flanged process nozzle which can be disconnected at the vessel. On horizontal vessels, the vent and manway shall be on opposite ends of the vessel.

7-2-2-7-20 Drain connections shall be flush with the bottom of the vessel. These and internal siphon drains shall, as a minimum, be schedule 160 pipe.

7-2-2-7-21 Threaded connections, if specified, shall be 6000 class forged steel couplings.

7-2-2-7-22 All nozzles over DN 40 mm shall be flanged connections of DN 40. Smaller nozzles on vessels may be provided with forged steel couplings. Couplings shall be, 42000 kPa (6000 psi). Such connections shall be limited to vessels with a design pressure of less than 4200 kPa (600 psig) and/or a design temperature not exceeding 343°C.

Couplings shall not be provided in lined portions of alloy-lined vessels and in bottom heads of vertical vessels.

7-2-2-7-23 No flange connection shall be located inside the skirt of vertical vessels.

7-2-2-8 Internals

7-2-2-8-1 The vessel fabricator shall furnish and install all internal attachments such as clips, lugs, and brackets.

7-2-2-8-2 Internal shell attachments such as deck support angles, lugs, clips, and seats shall be designed to be welded to the vessel shell or head by continuous fillet welds.

7-2-2-8-3 Removable piping and fitting internals shall be flanged for ease of removal.

7-2-2-8-4 All detachable internal parts shall have free access through manholes, or be divided into parts to enable them to pass through manholes.

7-2-2-8-5 All internal flange bolting shall be securely tightened and use locknut for confidence.

7-2-2-8-6 Vortex breakers shall be provided on liquid outlet nozzles from vessels as follows:

7-2-2-8-7 Impingement plates attached to shell or baffles shall be provided where severe erosion may occur, such as opposite inlet connections. These and all internal supports shall be attached with full fillet welds.

7-2-2-8-8 For designing wire mesh blanket supports, flow direction, pressure drop, weights of wire mesh proper and load of maintenance period shall be considered. The minimum numbers of support beam for wire mesh blanket shall be as follows:

a- Vessel inside diameter 1,200 - 2,500 mm: One support beam.

b- Vessel inside diameter over 2,500 mm: Two or more support beams.

7-2-2-9 Supports & external attachments

7-2-2-9-1 Horizontal pressure vessels supported on concrete or steel saddles shall be provided with corrosion plates between the saddle and the pressure vessel.

Corrosion plates shall be minimum 6 mm thick and shall be continuously welded to shell of vessel. Corrosion plates shall have minimum of one 6 mm tell tale hole.

7-2-2-9-2 In Vertical vessels, Skirts shall be 6 mm minimum thick, and shall be designed to withstand the combined stresses of dead load, live load, wind or earthquake load, whichever is the greater, and reactions of piping more than DN 300.

a- Pump suction connection.

b- Vessels where two phases may be present.

7-2-2-9-3 Vessel skirts shall have a manhole of DN 500 if piping is located inside the skirt.

Openings for piping connections to the bottom of the vessel shall be provided in the skirt as required. In addition, vent holes shall be designed and per standard IPS-D-ME-010.

7-2-2-9-4 Skirt shall be provided with 12 mm thickness minimum base ring which shall include anchor bolt chairs.

Anchor bolts for skirts and saddles shall be a minimum of M20 and bolt holes shall be 22 mm. diameter minimum.

7-2-2-9-5 Skirts shall be of sufficient length so that the bottom of vessel head shall be minimum 450 mm from top of base ring.

7-2-2-9-6 Insulation support shall be furnished welded to vessel in shop and shall be spaced on 3.5 m. maximum centers for both blanket and block insulation.

7-2-2-9-7 Insulation support shall be skip welded to vessel shell and skirt, and shall be same width as insulation.

7-2-2-9-8 Vessels shall be provided with adequate lifting lugs or ears to facilitate handling. Where thin wall vessels are involved, load distribution and reinforcing pads shall be used with the lugs.

7-2-2-9-9 Lifting lugs shall be designed with a safety factor of 4 based on the static weight of vessel, including internals.

Lugs on insulated vessels shall be long enough to allow sling hook-up after the insulation is installed. Lug holes if possible shall be drilled. Reference is made to standard drawings No. IPS-D-ME-002, IPS-D-ME-003.

7-2-2-9-10 If the vessel operating points are located higher than 2 meters above the deck, vessels shall be provided with ladders and platforms to facilitate access to the following equipment. The maximum lateral reach to the equipment shall not exceed 45 cm.

a- Safety and control valves

b- Controllers

c- Shutoff valves

d- Access openings and manways

e- Thermowells

f- Sample points

7-2-2-9-11 Support clips for ladders, platforms, and stairs shall be shop-welded to the vessel. If the vessel is to be stress relieved, the supports clips shall be welded prior to stress relieving.

7-2-2-9-12 Support clips on insulated vessels shall be long enough to allow for bolting beyond the insulation limits.

7-2-2-10 Gaskets & bolting

7-2-2-10-1 Vendor shall propose suitable gasket's material in accordance with equipment's service conditions.

7-2-2-10-2 Graphite with perforated or with flat stainless steel insertion are frequently used as an alternative for asbestos fibers.

7-2-2-10-3 Spiral wound gaskets for raised-face flanges shall be as per ASME B16.20

7-2-2-10-4 Due to the health hazards concerned with the asbestos materials, all gaskets shall be asbestos free.

7-2-2-10-5 Bolting for vessel internals constructed of carbon steel shall be ASTM A193, Grade B6 bolts and ASTM A194, Grade 6 nuts, as a minimum. Bolting for vessel internals constructed of higher alloy material shall match the material that is being joined

7-2-2-10-6 Stud bolts and nuts shall be completely threaded in accordance with ASME B1.1, Class 2A and 2B, respectively. Sizes 25 mm (1 in) and smaller shall be Coarse Thread Series (UNC) and sizes larger than 25 mm (1 in) shall be 8-Thread Series (8 UN). Threads shall be machine cut or rolled.

7-2-2-10-7 External gaskets

Manholes, handholes and blanked-off nozzles shall have gaskets conforming to the piping specification for lines connecting to nozzles in the same zone of the vessel, unless otherwise specified.

7-2-2-10-8 Internal gaskets

Solid metal gasket shall be fully annealed and one piece construction. Unless otherwise specified non-metallic gaskets shall be one piece construction.

7-2-2-10-9 Use the guidance ASME PCC-1 to assemble and fastening the flange connections and the tightening sequences of the bolts.

7-2-2-11 Earthing lug

7-2-2-11-1 Minimum two earthing lugs shall be provided on each vessel, and shall be in accordance with either IPS-D-EL-413 or the vendor’s specification.

7-3 Fabrication

7-3-1 General

7-3-1-1 Fabrication shall not begin until the fabricator has received written approval from the purchaser for the detailed drawings.

7-3-1-2 Intermediate heads shall be attached to the shell per ASME Code Section VIII, Division 1, Figure UW 13-1-(e) with fillet weld.

7-3-1-3 Anchor bolt holes of the baseplate for vertical vessels shall straddle the site North/South axis."

7-3-1-4 The inner edge of manholes and nozzles shall conform to the vessel inside radius except for those exceeding DN 600 and also all edges be smooth without sharp edges.

7-3-1-5 All reinforcement plates shall be provided with a 6 mm NPT tell-tale hole which shall be left open.

Where a reinforcement plate consists of two or more plates welded together after being fit to the vessel, a test hole shall be provided for each sealed section of the plate.

7-3-1-6 Welding and weld repair procedures shall be submitted to the purchaser for review prior to start of fabrication

7-3-1-7 Backing strips shall not be permitted without prior approval, by the purchaser.

7-3-1-8 All flange facing and threaded connections shall be protected against oxidation during heat treatment.

7-3-1-9 Before fabrication the manufacturer shall submit for approval by the purchaser a fully dimensioned drawing showing the pressure portions of the vessel and carrying the following information:

a- A statement that the vessel is to be constructed in accordance with this Standard.

b- Specification(s) with which materials shall comply

c- Welding Procedure Specification(s) with approved P.Q.R. to be adopted for all parts of the Vessel.

d- Large-scale dimensional details of the weld preparation for the longitudinal and circumferential seams, and details of the joints for branch pipes, seatings, etc., and the position of these seams and other openings

e- Post weld heat treatment procedure**.**

f- Non-destructive testing method**.**

g- Test plate requirements.

h- Design pressure(s) and temperature(s) and major structural loadings.

i- Test pressure(s).

j- Location and amount of corrosion allowance

By agreement between the purchaser and the manufacturer, it is permissible to commence the

manufacture of individual parts of the vessel before approval of the drawings of the complete vessel.

No modifications shall be made to the approved design drawing unless approved by the purchaser.

7-3-1-10 Material identification

The manufacturer shall maintain, to the satisfaction of the Inspecting Authority, a system of identification for the material used in fabrication in order that all material for pressure parts in the completed work can be traced to its origin. The system shall incorporate appropriate procedures for verifying the identity of material as received from the supplier via the material manufacturer's test certificates and/or appropriate acceptance tests. In laying out and cutting the material, the material identification mark shall be so located as to be clearly visible when the pressure part is completed.

Where the material identification mark is unavoidably cut out during manufacture of a pressure part, it shall be transferred by the pressure part manufacturer to another part of this component.

Batch No. of welding consumables shall be retained.

7-3-1-11 Order of completion of weld seams

Where any part of vessel is made in two or more courses, the longitudinal seams shall be completed before commencing the adjoining circumferential seam(s) and, where practicable, the longitudinal seams of adjacent courses shall be staggered.

7-3-1-12 To prevent mismatch during installation of the skirt and arrangement of anchor bolts, template from skirt holes necessary.

7-3-2 Cutting, Forming and Tolerances

7-3-2-1 Cutting of material

7-3-2-1-1 Method

All material shall be cut to size and shape preferably by thermal cutting or machining. However, for plates less than 25 mm thick, it is permissible to use cold shearing provided that the cut edges are dressed back mechanically by not less than 1.5 mm to provide a suitable surface to permit a satisfactory examination of the edges prior to welding.

It is permissible for plates less than 10 mm thick, which are cold sheared, not to be dressed where the cut edges are to be subsequently welded.

Note- Where preheat is specified for welding the type of material being cut by a thermal process, it may also be necessary to preheat during cutting.

Surfaces which have been thermally cut shall be dressed back by machining or grinding to remove severe notches, slag and scale. Slight oxidation of the cut edges of carbon steel and carbon manganese steel type steels produced by machine thermal cutting shall not be regarded as detrimental.

The cut edges of ferritic alloy steel, which are cut by a thermal process, shall be dressed back by grinding or machining for a distance of 1.5 mm unless the manufacturer can demonstrate to the satisfaction of the Inspecting Authority that the material has not been adversely affected by the cutting process.

7-3-2-1-2 Examination of cut edges

Before carrying out further work, cut surfaces and heat affected zones shall be examined for defects, including laminations, cracks and slag inclusions. Major defects shall be notified to the purchaser or his representative.

Any material damaged in the process of cutting to size and preparation of edges shall be removed by machining, grinding or chipping back to undamaged metal.

7-3-2-2 Forming of shell sections and plates

7-3-2-2-1 General

Prior to forming, a visual examination of all plates shall be carried out, followed by measurement of the thickness. As far as practicable, all hot and cold forming shall be done by machine; local heating or hammering shall not be used.

Heavy scale remaining after any hot forming operation shall be removed by a suitable descaling process which will not impair the quality of the material or have an adverse effect on the corrosion resistance of the exposed surfaces.

7-3-2-2-2 Plates welded prior to hot or cold forming

It is permissible to butt weld plates together prior to forming provided that the joint is non-destructively tested after forming by a method agreed between the purchaser and manufacturer.

Since welds in items subjected to hot forming temperatures, or normalized, will generally suffer significant strength reduction, the manufacturer shall ensure that the filler metal used will satisfy the weld joint design requirements after such heat treatment.

7-3-2-2-3 Cold forming

7-3-2-2-3-1 Ferritic steel

If the inside radius of curvature of a cold formed cylindrical pressure part is less than 10 times the thickness in the case of carbon and carbon manganese steels, or 18 times the thickness in the case of all other ferritic materials, an appropriate post forming heat treatment shall be applied to restore properties to levels which will ensure that the material properties are not significantly altered from those assumed in design.

All ends which have been cold formed shall be heat treated for the same purpose unless the manufacturer demonstrates that the cold formed properties are adequate and the material properties are not significantly altered from those assumed in design.

7-3-2-2-3-2 Austenitic steel

Austenitic steel which has been cold formed shall subsequently be softended (as described in 7-3-2-2-4-2) and descaled unless:

a- The thickness is less than 10 mm; or

b- The purchaser has agreed with the manufacturer that the extent of cold forming does not necessitate heat treatment.

7-3-2-2-4 Hot forming

7-3-2-2-4-1 Ferritic steel

Forming procedures involving plate heating shall be agreed between the purchaser and the manufacturer.

The forming procedure shall specify the plate heating rate, the holding temperature, the temperature range and time in which the forming takes place and shall give details of any heat treatment to be given to the formed part. When required by the purchaser or Inspecting Authority the manufacturer shall provide data to support his procedure.

7-3-2-2-4-2 Austenitic steel

Austenitic steel plates to be heated for hot working shall be heated uniformly in a neutral or oxidizing atmosphere without flame impingement, to a temperature not exceeding the recommended hot working temperature of the material. Deformation shall not be carried out after the temperature of the materials has fallen below 900°C. Local heating shall not be applied.

After hot working is completed the material shall be heated to the agreed softening temperature for a period not less than 30 min. The softening temperatures and period for warm worked, high proof material shall be agreed between the purchaser and the manufacturer. After softening, the surface shall be descaled.

7-3-2-2-5 Manufacture of shell plates and ends

Shell plates shall be formed to the correct contour to ensure compliance with tolerances specified in the applicable code.

Where practicable, head plates and ends shall be made from one plate. Dishing and peripheral flanging of end plates shall be done by machine, flanging preferably being done in one operation. Sectional flanging is permitted provided that it is agreed between the purchaser and the manufacturer. The flanges shall be cylindrical, of good surface and free from irregularities.

7-3-2-2-6 Examination of formed plates

All plates, after being formed and before carrying out further work upon them, shall be examined visually and checked for thickness and any injurious defect.

7-3-3 Welding

7-3-3-1 All welding shall be done by Shielded Metal Arc welding (SMAW) or submerged Arc welding (SAW) processes.

Gas Metal Arc Welding (GMAW) shall be limited to the root pass only and limited to the flat position. Oxyacetylene or forge welding is not acceptable.

7-3-3-2 Welding by the SAW processes shall be performed only by fully-automatic or semi-automatic equipment.

7-3-3-3 Welding electrodes shall be of AWS approved quality or equivalent. Welding materials for use with carbon steels shall be “low-hydrogen” types.

7-3-3-4 Alloy elements containing flux powder for submerged arc automatic and semi-automatic welding techniques may be employed; provided that the flux shall be new (Reused Flux is not permitted).

7-3-3-5 All welding shall be completed prior to final heat treatment.

7-3-3-6 A carbon equivalent shall be determined for all materials to be welded by using the following equation

$$C\ eq. = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Ni + Cu)/15$$

Carbon content (C): $C \leq 0.25\%$

Carbon equivalent (C eq.): $C\ eq. \leq 0.45\%$

7-3-3-7 Welding electrodes, wires and fluxes shall be shipped, stored and used in accordance with the manufacturer’s recommended practices. Damaged or non-traceable consumables shall not be used.

7-3-3-8 All longitudinal and circumferential seams in shells and all seams in heads shall be full penetration double butt welds of the "V" or "U" type. Lap welds are not permitted. Joints that are not accessible for double welding may be single butt-welded with full penetration.

7-3-3-9 Adjacent longitudinal seams shall be staggered so as to give a minimum of 60° orientation between seams.

Shell seams shall be located away from long internal attachment welds.

7-3-3-10 Skirt and other attachment welds shall have complete fusion for the full length of the weld and shall be within permissible limits undercut, overlap, abrupt ridges or valleys.

7-3-4 Welding Electrodes

Welding electrodes for cladded materials should be used as shown in Table 3.

Table 3 - Welding electrodes for cladded materials

ASTM Spec.	Cladding Material	AWS-Welding Electrode Specifications *	
		Weld to Base Metal	Weld to Cladding Metal
A 263 A 264	Type 405 or 410S	E 310 - xx or E 309 - xx	E 310 - xx or E 309 - xx
	Type 304		E 308 – xx
	Type 304 L		E 308 L – xx
	Type 316 Type 316 L	E 310 - Mo – xx or E 309 - Mo - xx	E 316 – xx
			E 316 L – xx
	Type 321 or 347	E 310 - xx or E 309xx	E 347 – xx
A 265	UNS 04400 (Ni-Cu Alloy)	E Ni Cu – 7	E Ni Cu – 7
B 432	UNS C 70600 UNS C 72200 UNS C 71500 (Cu-Ni Alloy)	E Ni Cu - 7 or E Ni - 1	E Ni Cu - 7 or E Cu Ni
* AWS electrode designation xx are 15 or 16. The equivalent grade of AWS specifications may be used.			

7-3-5 Clad Disbonding Prevention

Preventives of weld metal overlay clad disbonding, which may occur during operation of the "Special Hydrogen Service" vessel, shall be provided in the vessel fabrication.

7-3-6 Preheating

The preheat zone shall be at or above the specified minimum temperature in all directions from the point of welding for a distance of the larger of 75 mm (3 in.) or 1.5 times the greater nominal thickness.

7-3-6-1 The manufacturer shall state the proposed preheat temperature to avoid hard zone cracking in the heat affected zone, for each type of weld including those for all attachments and tack welds. No welding shall be carried out when the temperature of the parent metal within 200 mm of the joint is less than 5°C. Austenitic steels do not require preheat for welding.

7-3-6-2 Where preheat is specified welding shall continue without interruption. If, however, continuity is affected, preheat shall be maintained or the joint shall be slowly cooled under an insulation blanket. Before recommencing welding preheat shall be applied.

7-3-6-3 The preheat area shall be at least 200 mm wide, where possible, centered about the weld and shall extend around the entire circumference.

7-3-7 Post-Weld Heat Treatment (PWHT)

7-3-7-1 Welded vessels shall be stress relieved if required by the ASME Code and with regards to the following:

a- Vessels subject to stress corrosion

b- Vessels with unusual configurations

c- Vessels in which high stresses may develop in the welds because of restraint

7-3-7-2 Where post-weld heat treatment is required because of process or service condition, the temperature range and the holding time shall be approved by the purchaser.

7-3-8 Tolerances

7-3-8-1 General

As a general rule, the limits of dimensional acceptability will be defined by the tolerances specified in this Standard.

For vessels fabricated from pipe, the diameter and out-of roundness tolerances shall be in accordance with relevant ASME Code specification.

7-3-8-2 Shell tolerances

7-3-8-2-1 Tolerances for vessels under external pressure shall be as specified in ASME Code Section VIII, Division I.

7-3-8-2-2 Tolerances for vessels subject to internal pressure shall be as follow

a- Tolerances for inside nominal shell diameter as measured by external strapping shall be as shown in the following Table 4:

Table 4

NOMINAL I.D. mm	< 1200	> 1200 TO 2100	> 2100 TO 4800	> 4800
TOLERANCE mm	± 3	± 5	± 6	± 8

b- Circularity (out-of-roundness)

The difference between the maximum and minimum internal diameters shall be in accordance with the following Table 5:

Table 5

NOMINAL INTERNAL DIAMETER OF VESSEL mm	**DIFFERENCE BETWEEN MAXIMUM AND MINIMUM INTERNAL DIAMETERS**
To 800 incl.	0.8% of nominal internal diameter
Over 800 to 3000	0.5% of nominal internal diameter
Over 3000 to 5000	20 mm or 0.5% of nominal internal diameter, whichever is the smaller
Over 5000	25 mm or 0.4% of nominal internal diameter, whichever is the smaller

7-3-8-3 Straightness

The maximum deviation measured at the outside surface of the cylindrical parent plate from a straight line parallel to the vessel axis shall not exceed 1 mm per 1000 mm shell length, with a maximum of 25 mm.

7-3-8-4 Length

Tolerance on overall length measured between the tangent lines shall be in accordance with the following Table 6:

Table 6

LENGTH mm	TOLERANCE mm
Up to 1000 incl.	±2.0
Over 1000 to 4000	±4.0
Over 4000 to 10000	±8.0
Over 10000 and all vessels having a wall thickness over 70 mm	±13.0

Note- Tangent lines to be punch-marked on the dished heads, both externally and internally at the intersection of knuckle with the cylindrical section.

7-3-8-5 Tolerance for formed heads

Tolerances for formed heads shall be as specified in the ASME, Section VIII, Division I.

7-3-8-6 Attachments

Tolerances for attachments are given below. The alphabetical coding is explained in Fig. 1.

Nozzles in Shells and Domed Ends (except for nozzles for level instruments):

a- Position

Measured from tangent line, ±6 mm.

b- Projection

For nozzles on shell measured from shell curvature, and for nozzles on domes measured from tangent line, ±6 mm.

c- Alignment

Of nozzle flange face with the indicated plane, maximum ½ degree in any direction.

d- Radial orientation

Measured from reference center line to center line of nozzle, ±1 degree with a maximum circumferential tolerance of 15 mm.

e- Bolt hole orientation

Maximum rotation 1.5 mm measured at bolt circle.

Note- Bolt holes to straddle center lines, if not indicated otherwise.

f- Deviation of nozzle center line in head

Not to exceed 3 mm.

Note- Stacked heat exchangers. Nozzles and supports for stacked heat exchangers shall be checked for correct alignment during fabrication-due allowance being made for the gaskets specified.

Nozzles for Level Instruments:

g- Distance

Measured from center to center ±1.5 mm.

h- Projection difference

For each pair of flanges, measured from shell curvature 1.0 mm.

i- Alignment

Of nozzle flange face with the indicated plane maximum ¼ degree in any direction. Further tolerances for level instrument nozzle shall be in accordance with 8.8.6 a, b and e.

Manholes:

j- Position

Measured from bottom tangent line ±12 mm. Further tolerances for manholes shall be in accordance with 8.8.6 d and e.

k- Height

Measured from shell curvature ±12 mm.

l- Alignment

Of flange face maximum 1 degree in any direction.

Vessel Supports:

m-Support height

Table 7

DISTANCE FROM LOWER TANGENT LINE TO BASE OR SUPPORT mm	TOLERANCE mm
To 1000 incl.	±2.0
Over 1000 to 4000	±4.0
Over 4000 to 10000	±8.0

n- Base ring or support out of levelness

0.2% of nominal diameter with a maximum of 12 mm.

o- Foundation bolt pitch circle

±3 mm, for ID of vessel < 2100 mm.

±6 mm, for ID of vessel ≥ 2100 mm.

p- Distance between legs (horizontal vessel)

Max. ±3 mm.

q- Height of leg (horizontal vessel)

Max. ±5 mm.

h1- Flatness of the bearing surface of a support (horizontal vessel)

Transverse direction Max. ±2 mm

Longitudinal direction Max. ±4 mm

h2- Height of bearing sole plate and lower generating line of vessel (horizontal vessel)

Max. ±3 mm

h3- Distance between axes of bolt holes (horizontal vessel)

Max. ±3 mm

h4- Distance between diagonals of end saddles (horizontal vessel)

Max. ±6 mm

h5- Distance between levels of end bearing sole plates (horizontal vessel)

0~+ 5 mm

h6- Distance between saddle axis and vessel tangential or reference line (horizontal vessel)

Max. ±5 mm

Tray Supports:

r- Tray support ring levelness

Measured as greatest difference all around, tolerance 0.15% of the outside tray diameter, with a maximum of 4 mm.

s- Tray support ring position

Distance of tray support ring to lower tangent line ±6 mm.

t- Distance between two adjacent tray support rings

And from tray support ring to center of adjacent nozzle or instrument connection ±3 mm, except for the distance of a draw-off tray support ring to the center of the corresponding nozzle, for which the maximum tolerance is ±2 mm.

u- Distance of vertical downcomer plate to vessel axis

Maximum ±3 mm.

v- Height of fixed weir above tray support ring

Maximum ±3 mm.

w- Distance from downcomer bottom to tray support

Maximum ±3 mm.

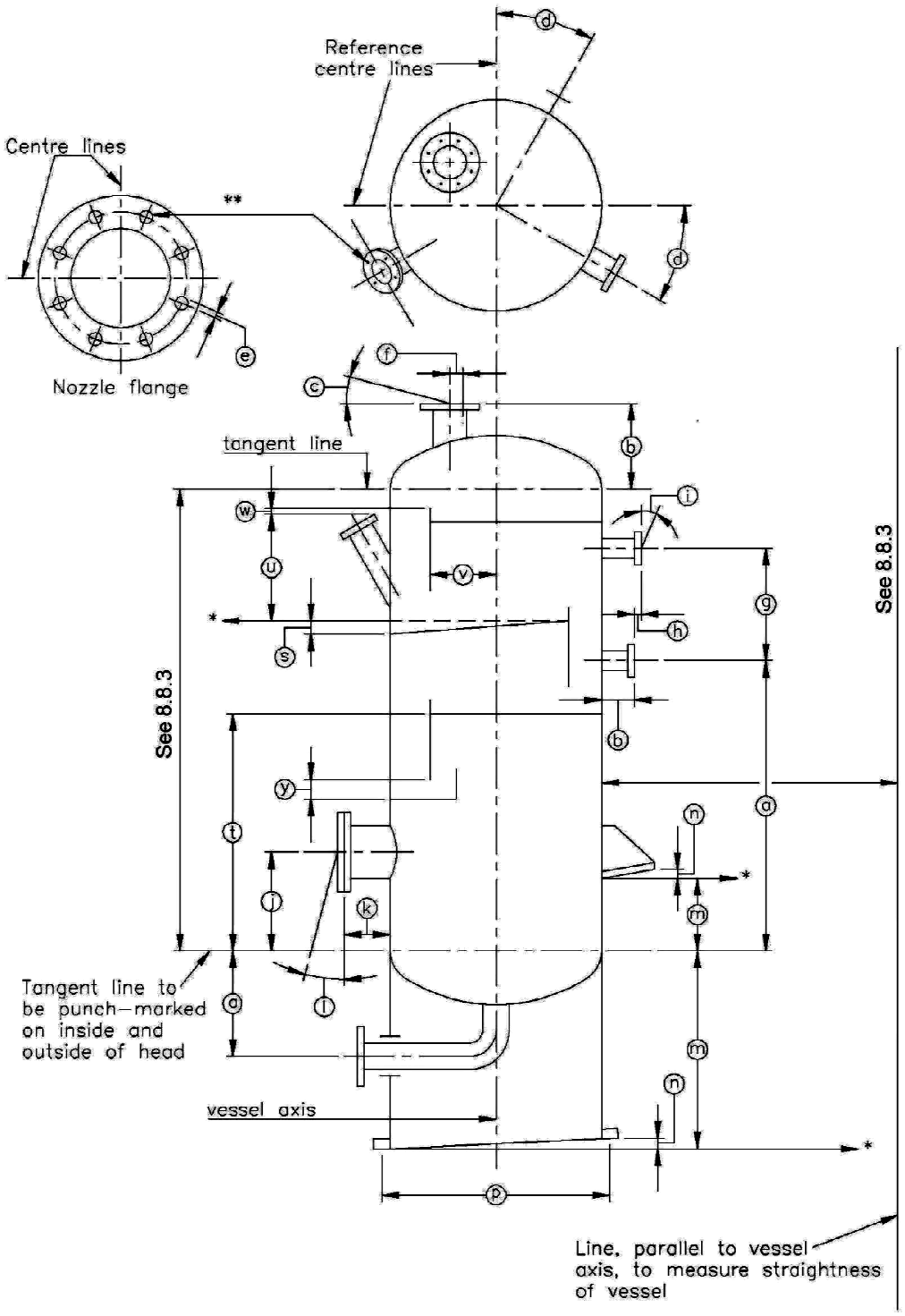


Fig. 1- a- Alphabetic code

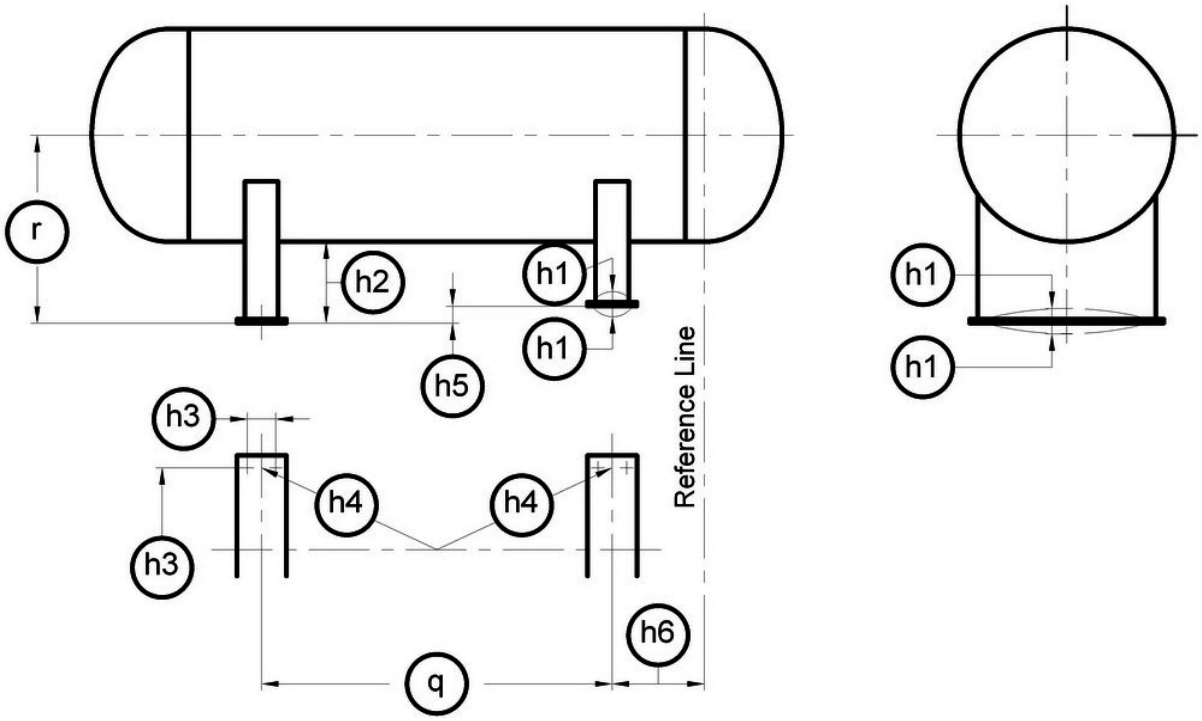


Fig. 1- b -Alphabetic code

7-4 Inspection and testing

7-4-1 General

7-4-1-1 The term inspector, as used in this Standard, refers to the inspector assigned by the Purchaser.

7-4-1-2 Manufacturer's data reports shall be made available to the inspector at the time of inspection.

7-4-1-3 When the code symbol stamping is not required to the vessels, the items of inspection and testing which are designated to be performed by the manufacturer in the code are considered as the same as the case of the code symbol stamping.

7-4-1-4 An inspection and testing plan shall be prepared in accordance with the test descriptions described in this standard.

The fabricator shall notify the Purchaser representative at least 10 working days prior to the start of fabrication and to the scheduled time of each test to be conducted.

7-4-1-5 The responsibility for inspection of the vessel in accordance with the ASME code rests with the fabricator. The Purchaser representative will inspect the vessels at any time during fabrication to ensure that the vessel materials and workmanship are in accordance with this standard and the ASME code.

7-4-1-6 All reinforcing pads or each segment thereof shall be air tested to 150 kPa (22 psig) prior to postweld heat treating and/or hydrostatic testing. All welds shall be inspected inside and outside during the test. Test holes shall be open during the hydrostatic test and plugged with a nonhardening sealant or heavy grease after the hydrostatic test.

7-4-1-7 All covers, gaskets, bolting, apparatus and tools for inspection and testing shall be prepared by the manufacturer.

7-4-2 Material Inspection

7-4-2-1 The material inspection shall be conducted to confirm the material certificates or mill test reports of pressure retaining parts.

7-4-2-2 Where hydrogen or wet H_2S service is specified, all plate materials to be used for pressure retaining portion shall be subjected to an ultrasonic examination. The method and acceptance criteria of ultrasonic examination for the plates material to be used for the vessels shall be in accordance with ASTM Standard Specification A 578, acceptance "level 1".

7-4-2-3 Heat treated materials

Specimens for testing shall be prepared from actual vessel material which has been subjected to an equivalent total thermal treatment as the vessel material in the final fabricated condition.

7-4-3 Welding Inspection

7-4-3-1 Radiographic examination

7-4-3-1-1 Radiography shall be applied according to ASME code.

7-4-3-1-2 The radiographic examination shall be carried out before postweld heat treatment, except when the code specifies that examination is to be performed after heat treatment.

7-4-3-1-3 Skirt butt welds shall be inspected as follows:

a- Finished weld shall be inspected by spot radiography.

b- At least one radiograph shall be made for every two girth seams, and one for every two vertical seams, at locations selected by the inspector. At least two radiographs shall be taken of each welder’s work.

c- In lieu of spot radiography, magnetic particle examination shall be used on any back gouged area prior to rewelding and on the OD and ID cover pass.

7-4-3-1-4 Radiographs shall have a density between 2.0 and 3.0 high definition, high contrast film shall be used. Fluorescent intensifying screen shall not be used.

7-4-3-1-5 If a weld is to be subjected to forming operations, as might occur in a welded head, radiographic examination shall be performed after forming.

7-4-3-1-6 According to ASME Code if the radiographs show unacceptable defects, the defective welding shall be cut out and rewelded.

7-4-3-2 Ultrasonic examination

Following special cases shall be considered by vendors:

a- 100% UT shall be carried out after PWHT for the following conditions:

a-1- sour service

a-2- H_2 service when design Temp.>=220°C

b- 100% UT shall be carried out before and after PWHT when equipment made of low alloy steel (Cr-Mo alloys)

Where ulterasonic examination is specified, it shall be carried out before postweld heat treatment where this is to be conducted, except when the code specifies that the examination is performed after heat treatment. The portion of the examination may be specified by the inspector at the shop.

7-4-3-3 Magnetic particle examination (MT) and liquid penetrant examination (PT)

Magnetic particle examination (MT) and liquid penetrant examination (PT), shall be performed according to ASME code.

7-4-3-3-1 Magnetic particle examination and acceptance criteria shall be per ASME code Section VIII, Division 1, Appendix 6. The D-C prod method shall be used prior to final postweld heat treatment, and the A.C. Yoke or coil method after final postweld heat treatment.

7-4-3-3-2 Magnetic particle examination of welds shall include a bond of base metal at least 25 mm wide on each side of the welds.

7-4-3-3-3 Liquid penetrant examination of welds shall include a bond of base metal at least 25 mm wide on each side of the weld.

7-4-3-3-4 Fillet welds on intermediate heads shall be given a magnetic particle or liquid penetrant examination after hydrostatic testing.

7-4-3-3-5 Except for austenitic stainless steel and nickel steels, material having either:

a- A minimum specified tensile strength of 550 MPa (80,000 psi) or greater, or

b- A total nominal alloy content greater than 4%:

Shall have all attachment welds and all areas fitup bars etc. Were temporarily attached examined by magnetic particle techniques before final PWHT and after hydrostatic testing.

7-4-3-4 Hardness test

7-4-3-4-1 The Manufacturer shall check the quality of PWHT by performing hardness tests on production weld. Hardness test shall be performed on weld seams including heat affected groove joint where the connection is zones of the joint categories A, B, C and D [only for DN 50 mm (NPS 2) or larger] per ASME Code.

7-4-3-4-2 The hardness test shall be made against the weldments of each welding procedure per vessel.

7-4-3-4-3 The hardness test locations shall be designated by the inspector.

7-4-3-4-4 The location to be hardness tested shall be cleaned.

7-4-3-4-5 Hardness of cold/hot formed sections, base metal, weld metal and the related heat affected zone (HAZ) of all welds in normal services shall not exceed the limits given below:

Table 8

MATERIAL P-NUMBER	BRINELL HARDNESS
P-1	225
P-3, P-4	225
P-5, P-6, P-7	235
P-10	225

As regards special services (e.g. Sour / Amine / Caustic service,⋯) measured hardness shall be verified according to criteria specified on relevant specification/standards

(e.g. NACE MR-0175/ISO 15156, NACE SP 0472,⋯)

7-4-4 Inspection and testing records

The manufacturer's inspection and testing records shall be prepared in accordance with Table 9:

a- Dimensional inspection records

b- Radiographic examination record

c- Ultrasonic examination record

d- Magnetic particle examination record

e- Liquid penetrant examination record

7-4-5 Scope of inspection and testing

In general, the items of inspection and testing and/or verification of the records at the manufacturer's shop shall be as shown in Table 9.

Table 9 - Scope of inspection and testing

INSPECTION AND TESTING ITEMS	DIVISION OF WORK		REMARKS
	C	MFR	
1. Welding Qualification			
1.1 Confirmation of procedure qualification record	R	S	
1.2 Welding procedure qualification test	R	Tr & S	Before fabrication
1.3 Welding performance qualification test	R	Tr & S	
1.4 Confirmation of qualified welder's list	R	S	
2. Material Inspection			
2.1 Verification of material mill test certificate report	R	Tr & S	
2.2 Non-Destructive examination	R	Tr & S	
3. Component Inspection			
3.1 Inspection of jig plate and anchor bolts	W		
3.2 Inspection of expansion joint	R		
3.3 Inspection of formed head and cone	R	Tr & S	
4. Inspection Of Welding Edge Preparation			
4.1 Magnetic particle or liquid penetrant examination	R	Tr & S	Back gouged portion of double groove joint
4.2 Fit-Up inspection	R	Tr	
5. Welding Inspection			
5.1 Visual inspection for weldment	W	T	
5.2 Radiographic examination	W/R	Tr & S	Verifying the film
5.3 Magnetic particle examination	W/R	Tr & S	
5.4 Liquid penetrant examination	W/R	Tr & S	
5.5 Ultrasonic examination	W/R	Tr & S	
5.6 Hardness test	W/R	Tr & S	
5.7 Confirmation of heat treatment	R	Tr & S	
6. Inspection For Completed Vessel			
6.1 Overall dimensional inspection	W/R	Tr & S	As built Sketch or material locations and heat number of material
6.2 Inspection of completed surface	W	T	
6.3 Inspection of internal parts and tray assembly	W	Tr	
6.4 Confirmation of material identification marks on vessel	R	Tr & S	
6.5 Pressure test	W	Tr & S	List of accessories or a copy of accessories packing list
6.6 Leak test for opening reinforcing pad	R	Tr & S	
7. Confirmation Of Accessories	R	Tr & S	

Abbreviations:

MFR :The manufacturer

R :Verify by reviewing the manufacturer's inspection/test record

W :Witness inspection/testing

Tr :Manufacturer's own inspection/testing with the record to be prepared

T :Manufacturer's own inspection/testing

S :Submission of manufacturer's inspection/testing record

P :Purchaser

7-4-6 Hydrostatic testing

7-4-6-1 After fabrication of the vessel is completed and the vessel stress relieved, a hydrostatic test shall be conducted as per ASME Code.

7-4-6-2 All hydrostatic tests shall be made in the presence of an authorized ASME Code inspector or at the discretion of purchaser, the Purchaser representation. Vessels shall not have been previously tested by the fabricator.

7-4-6-3 Horizontal vessels shall be supported on the saddle supports during hydrostatic testing.

7-4-6-4 Water temperature shall be considered according to ASME.

7-4-6-5 After the final hydrostatic test, vessel shall be drained and dried completely.

7-4-6-6 Vessel with solid or lined austenitic stainless components shall have test water with a chloride content not exceeding 50 ppm and for carbon steel shall not exceed 150 ppm.

7-4-6-7 The test pressure shall be held not less than 30 minutes.

7-4-6-8 Pneumatic test for vessels partially or completely filled with air may be performed with prior approval.

7-4-6-9 No abnormal deformation or leak of test medium shall be acceptable.

7-5 Preparation for shipment

7-5-1 Cleaning and blanking

Vessel shall be free of loose scale, dirt and foreign material. Liquid used for testing or cleaning shall be completely drained. Vessel openings shall be blanked.

High alloy vessels shall be blown dry with air, and all nozzle, manhole, vent and connection openings shall be blanked, plugged or capped to prevent the entry of moisture.

7-5-2 Machined or threaded exterior surfaces of carbon steel, and ferrous alloys with a nominal chemistry of 12 Cr and below, shall be protected from corrosion during shipment and subsequent storage by coating with a rust preventive of a type :

a- To provide protection during outdoor storage for a period of twelve months exposed to a normal industrial environment, and

b- To be removable with mineral spirits or any standard solvent.

7-5-3 Protection from salt water

Austenitic stainless steels used in vessels shall not be exposed to wetting by salt water or salt spray. Protective coating or coverings used to prevent such exposure shall be approved by the Purchaser.

7-5-4 Temporary supports in contact with high alloy vessels, for shipping and storage, shall not be of a moisture retaining material such as raw wood.

7-5-5 Paint and protection

7-5-5-1 Painting requirements shall be as specified in the purchase order or in accordance with IPS-E-TP-100.

The entire vessel (including inside of the skirt, outside of the bottom head, entire base ring, and all skirt attachments) shall be primed and/or painted. Nozzles shall be painted on the flange edges, inside bolt holes, and up to the gasket surface. Prior to shipping, vessel shall be internally purged with pressurized inert gas.

7-5-5-2 Exposed edges of shells shipped in 2 or more pieces shall be protected by welding ring angles extending beyond the edges.

7-5-5-3 Each loose piece or assembly shall be properly protected to prevent damage during normal shipping and handling.

7-5-6 Marking

7-5-6-1 All parts shall be marked for identification and preparation for shipment.

7-5-6-2 Each removable piece of equipment that will be shipped separately from the vessel shall be identified with a metal tag. The tag shall be securely wired to each item with stainless steel wire.

The identification tag shall be metal die stamped with the item number, platform number, piece number, and total number of pieces. The identification tag shall include the vessel tag number to which each piece corresponds.

7-6 Guarantee

7-6-1 The Vendor shall guarantee the vessel against defective of material workmanship and improper mechanical and process design months after date of shipment (see Appendix F).

7-6-2 The Vendor, without charge, shall repair or replace any parts having defects or improper workmanship within the guarantee period.

7-7 Quality assurance

7-7-1 The manufacturer will be expected to operate a quality system to satisfy the requirements of this standard. It should be in accordance with the relevant part of ISO 9001.

7-7-2 Positive Materials Identification/Alloy verification, when required by Purchaser, shall be specified separately.

8 Trays and tower internals

8-1 Scope

8-1-1 This Standard covers the minimum requirements for design, materials, fabrication, inspection, testing, and preparation for shipment of trays and other internals of vessel, together with tower internals specification sheet and some Standard drawings.

8-1-2 Internals for fixed or fluid bed reactors are not covered in this Part of the Standard.

8-1-3 This Standard specification supplements the basic requirements given in Part I of this Standard "Material and Engineering Standard for Towers and Pressure Vessels".

8-2 Materials

8-2-1 Materials of construction shall be as specified on data sheet, or purchase order.

Vendors' proposals to use materials, or thicknesses alternative to those specified shall be submitted to purchaser for approval.

8-2-2 Where tray material is specified to be stainless steel, tray plate and valve parts shall be of the same material.

8-2-3 Free machining grades of steel are not permitted, except that Type 416 nuts furnished to ASTM A 194 Gr 6F with Selenium are acceptable for use with ASTM A 193 B6 bolts.

8-2-4 Acceptable grades and specifications for a number of standard internal materials are as follows Unless otherwise specified on data sheet and purchase order:

8-2-4-1 Ferritic and martensite stainless steel assemblies

8-2-4-1-1 The sheet and plate materials shall be in accordance with ASTM A 240 Type 410, 410S or 405 stainless steel with No. 1 finish quality or equivalent.

8-2-4-1-2 Support rings, downcomer bars and other parts welded to the vessel wall shall be of the same grade material as the vessel wall.

8-2-4-1-3 The bolts material shall be type 410 stainless steel which conforms to ASTM A 193 Gr. B6 and the nuts shall be ASTM A 194 Gr. 6 or equivalent.

8-2-4-2 Monel assemblies

8-2-4-2-1 All sheet and plates material shall be hot rolled annealed and pickled weldable Monel in accordance with ASTM B-127.

8-2-4-2-2 Support rings and downcomer bars and other parts welded to the vessel shall be in accordance with 8-2-4-2-1.

8-2-4-2-3 All bolting material shall be Monel.

8-2-4-3 Austenitic stainless steel assemblies

8-2-4-3-1 The sheet and plate materials shall be in accordance with ASTM A 240 Type 304 stainless steel with No. 1 finish or equivalent.

8-2-4-3-2 Support rings, downcomer bars and other parts welded to the vessel wall shall be

carbon steel, in accordance with ASTM A 283-C or equivalent, unless where alloy steel material is specified and/or design temperature is 343°C (650°F) or higher. In case of the above, they shall be of the same material as the vessel wall.

8-2-4-3-3 The bolting material shall be type 304 stainless steel which conforms to ASTM A 193 Gr. B8 and nuts shall be A 194 Gr. 8 or equivalent.

8-2-4-4 Carbon steel assemblies

8-2-4-4-1 The plate and bar materials shall be in accordance with ASTM A 283-C or equivalent. The sheet and strip material shall be commercial grade carbon steel, except for vessel design temperatures 343°C (650°F) or higher.

8-2-4-4-2 For vessel design temperatures 343°C (650°F) or higher, the plate and bar materials shall be of the same material as the vessel wall.

8-2-4-4-3 The bolting material shall be same as in Paragraph 8-2-4-1-3.

8-2-5 Gaskets

8-2-5-1 Due to the health hazards concerned with the asbestos materials, therefore all gaskets shall be asbestos free.

8-2-5-2 Internal gaskets

Non-metallic gaskets shall be one piece construction unless otherwise specified.

8-2-6 Washers

All bolting shall be provided with washer having the same quality as that of the bolts and nuts.

8-3 Design

8-3-1 General

8-3-1-1 All internal assemblies shall be designed to take into consideration the corrosion problems (including galvanic and S.C.C.) and the differential strain.

8-3-1-2 Trays except draw-off trays for vessels less than 800 mm in diameter shall be of the cartridge type.

8-3-1-3 Design of trays must ensure that the setting can not be loosened by vibration.

8-3-2 Loads and stresses

8-3-2-1 Design loads

Trays, pans, draw-off boxes, or similar internals, shall be designed to support their own weight plus the following live loads at design temperatures:

a- Fractionating trays

Design live load shall be the greater of 98 kg/m² or the weight of water 50 mm over the highest weir setting. At normal operating tray loadings, the deviation from the horizontal shall not exceed 1/900 of the tower diameter.

b- Areas under downcomers

Design live load shall be the greater of 314 kg/m² or a head of water one half of the height of the downcomer.

8-3-2-2 For maintenance purposes, all assemblies shall be designed for a concentrated load of 135 kg at any point and at ambient temperature.

8-3-2-3 Allowable stress

The allowable stresses of all structural materials shall be as given in ASME Code Section VIII "Pressure Vessel", Division 1.

8-3-3 Tray support

8-3-3-1 General

Where support beams or other materials are bolted to the column wall, slotted holes shall be provided. The location of these holes shall be determined by the tray manufacturer. Trays shall be fastened to support rings and beams in such a way that they can be easily mounted and dismounted.

8-3-3-2 Rings

Cartridge trays shall be installed in columns with a nominal diameter of up to 800 mm.

For columns with a nominal diameter of 800 mm and larger, tray support rings shall be welded to the column wall. For tray support rings, reference is made to Appendix D of this Standard.

8-3-4 Corrosion allowance

8-3-4-1 The corrosion allowance for all surface of floors, beams trusses or other support members of carbon steel assemblies shall be one-fourth (¼) of the specified corrosion allowance of the vessel wall.

8-3-4-2 For support rings, etc., directly welded to the vessel wall, one-half (½) of the corrosion allowance of the vessel wall shall be provided on both sides.

8-3-5 Thickness of tray

8-3-5-1 Minimum thickness of stainless steel trays shall be as follows:

a- Minimum thickness for stainless steel tray and packing components including corrosion allowance shall be as follows:

Tray floor	2mm
Other internal parts	2mm
Welded to vessel	6mm

b- Minimum thickness for carbon steel tray and packing components including corrosion allowance shall be as follows:

Tray floor	3.5mm

Other internal parts	3.5mm
Welded to vessel	10mm

8-3-5-2 Minimum thickness for carbon steel tray and packing components including corrosion allowance shall be as follows:

Tray floor	3.5mm
Other internal parts	3.5mm
Parts Welded to vessel	10mm

8-3-6 Bolts and nuts

8-3-6-1 The minimum size of bolting shall be UNC 3/8 or ISO M-10.

8-3-6-2 Thread of bolts and nuts shall conform to ASME B 1.1 or ASME B1.13M and thread series employed shall be UNC for all sizes.

8-3-6-3 Nuts shall conform to ASME B 18.2.2 “Heavy Hex Nut”; however, “Heavy Hex Jam Nut” shall be employed as specified.

8-3-6-4 Thread tolerance class of bolts and nuts shall conform to ASME Standard Class 2A and 2B.

8-3-7 Tray manways and access

8-3-7-1 Access through trays shall be provided as follows:

a- All trays except cartridge trays shall be equipped with man ways.

b- Trays having 2 or more liquid passes shall contain manways on each pass.

8-3-7-2 Tray manways shall be as follow:

a- Tray manways shall provide a minimum rectangular opening of 380 × 460 mm .If necessary, a 330 × 560 mm rectangular opening can be used.

b- If opening under or through major support beams is less than those in sub paragraph a, tray manways shall be installed on both sides of the beam.

c- Tray manways shall not form a part of the downcomer seal area.

d- Tray manways shall be vertically aligned, unless otherwise specified.

e- Tray manways shall be removable from both above and below the tray.

8-4 Fabrication

8-4-1 General

8-4-1-1 All parts of tray shall be fabricated in accordance with good shop practice and in uniformity so that all corresponding parts will be interchangeable.

8-4-1-2 Support rings, downcomer bars and beam support brackets in the vessel shall be seal-welded on the top or one side and intermittent welded with 25 mm welds at 150 mm centers on the other side when made of carbon steel, or seal welded both sides when made of alloy.

Brackets shall be continuously welded all around.

8-4-2 Tolerances

8-4-2-1 Tolerances of vessel tray for fabrication and assembly shall be as shown in Appendix C.

8-4-2-2 The tray supports welded to inside of vessel shell, shall maintain the tolerances specified by tray fabricator.

8-4-3 Gaskets and packing

8-4-3-1 Downcomers

Gaskets and packing may be used to install downcomers on all tray types, but shall not be used in areas under downcomers, except for towers of 900 mm in diameter or smaller. Overlapping joints for downcomers and all openinings for support beams passing through downcomers shall be sealed so that no vapor bypassing will occur.

8-4-3-2 Jet, sieve, or valve trays

Gaskets and packing shall not be used between tray decks and support rings or beams when installing jet, sieve, or valve trays.

8-4-4 Surface finishing

The surfaces and edges shall be finished as follows:

a- Surfaces of fabricated parts shall be smooth and free of dents, hammer marks, kinks, or other defects, particularly in locations which might prevent close metal-to-metal fit.

b- Edges of all surfaces shall be free of burrs.

c- Edges of tray accessways shall be beveled or rounded for safety.

8-4-5 Welding

8-4-5-1 All welding shall be done by metal-arc process. Gas or carbon-arc welding shall not be permitted.

8-4-5-2 Welds shall be smooth and free from slag and spatter.

8-4-5-3 Welding electrodes of a composition similar to tray material shall be used, except that austenitic electrodes of higher chromium and nickel (E-309 or E-310) may be used for 13 Cr. and 18/8 stainless steel.

8-4-5-4 Where wet H_2S service is specified. Weld hardness verification is required for internals joined, or attached, by welding. Hardness of the base metal, the weld metal and the related Heat Affected Zone (HAZ) of all welds shall not exceed the limits given below:

These tests shall be made with a vicker Testing Machine or equvalent. A portable hardness tester may be used.

Table 11

MATERIAL P-NUMBER	VICKERS HARDNESS
P-1 [1]	237
P-3, P-4	237
P-5, P-6, P-7	247
P-10	237
1) Base metal hardness tests are not required on P-1 material.	

The vessel fabricator shall check the weld hardness of the initial production weld for each welding process, filler metal, and technique used. If the clearances are such that it is not possible to check the production weld, a make-up with identical conditions shall be used

8-4-6 Marking

8-4-6-1 All internals shall be clearly marked with corresponding markings provided on assembly drawings to permit rapid assembly.

8-4-6-2 All parts shall be marked with the part number shown on the drawings. Painting is an acceptable method of marking.

8-4-6-3 The purchase order number and vessel number shall be prominently marked on the side of the shipping containers as shipped.

8-4-6-4 All similar pieces shall have the same marking.

8-4-6-5 Non-leaded paint shall be used for marking.

8-5 Inspection and testing

8-5-1 Tray fit-up

One tray of each size and type with its accessories shall be assembled in shop to the extent necessary to check fit-up.

8-5-2 Leakage tests

All draw-off pans shall be tested for leakage after installation in the erected vessel. Tests shall be made with drain holes plugged. Water levels shall be at overflow weir height or chimney height, as applicable, leakage, as permitted, shall be uniformly distributed across the area's under test. Leakage rates shall not exceed the following:

Table 12

LEAKAGE CLASS	SERVICE	LEAKAGE RATE m^3/h PER SQ. METER OF AREA UNDER TEST
1	All towers except those covered below in classes 2 or 3	0.13
2	Vacuum towers, except as in class 3	0.06
3	Pans immediately above a packed fractionation zone	0.02

8-5-2-1 Leakage tests shall not be performed on jet, sieve, valve, bubble cap cartridge or

pedestal trays.

8-5-2-2 Leakage tests and washing of austenitic stainless steel components shall be conducted with water having less than 150 ppm (150 mg/L) chloride ion content. Potable water will meet this requirement. Components shall be dried immediately after testing, by blowing with air.

8-6 Preparation for shipment

8-6-1 General

8-6-1-1 All parts are to be properly packed in wooden boxes or crates. Carbon steel trays are normally packed in crates lined with waterproof paper.

8-6-1-2 For the following component parts an excess percentage of each size and type shall be furnished to cover loss, waste and shrinkage.

For valves, bolts, nuts, clamps, wedges, washers, etc. minimum 10% but not less than 4 pieces
For jointing materials (gaskets, packings) minimum 25%

8-6-2 Release for shipment

No material shall be released for shipment until it has been approved by the Purchaser's inspector.

9 Additional requirements for pressure vessels and reactors having wall thickness over 50 mm

9-1 Scope

9-1-1 This Part of Standard covers additional requirements for material, design, fabrication and inspection of pressure vessels and reactors having a wall thickness over 50 mm.

9-1-2 This Standard supplements the basic requirements given in Part I of this standard "Material and Engineering Standard for Towers and Pressure Vessels".

9-1-3 In case of conflict between this specification and the pertinent drawings, the latter requirements shall take precedence.

9-2 Materials

9-2-1 The steel used for fabrication of heavy wall pressure vessels shall be made by the basic oxygen or electric arc furnace and shall be vacuum degassed.

9-2-2 When specified and for hydrocracking and hydrotreating reactors, reactors shell shall be made from forged cylindrical rings without having any longitudinal seam. However, reactor shells up to and including 100 mm thickness generally can be made of plates.

9-2-3 The forging material shall be in accordance with the ASTM standard, A 266 "Forgings Carbon Steel for Pressure Vessel Components" and A 336 "Forgings Alloy Steel for Pressure and High Temperature parts" as applicable.

9-2-4 Temper embrittlement of 1 cr-½ Mo, 1¼ cr-½ Mo, 2¼ cr-1 Mo and 3 cr-1 Mo class low alloy steels to be operated at temperatures of 350°C and over shall be minimized by controlling the temper embrittlement factor (called J-factor) below 100. J-factor is defined as:

$$\text{J-factor} = (Si+Mn) \times (P+Sn) \times 10^4 \leq 100$$

Where Si, Mn, P and Sn are weight percentage of silicon, manganese, phosphorous and tin respectively.

9-2-5 For weld metal of low alloy steels (1cr- ½Mo, 1¼cr-½Mo, 2¼cr-1Mo and 3cr-1Mo) in the SAW (Submerged Arc Welding) and SMAW (Shielded Metal Arc Welding) processes, the temper embrittlement factor called X-factor shall be15 ppm maximum. X-factor is defined as:

$$\text{X-factor} = (10P+5Sb+ 4Sn +As) \times 10^{-2} \leq 15 \text{ ppm}$$

Where P, Sb, Sn, and As are weight percentage of phosphorous, Antimony, tin and Arsenic respectively.

9-2-6 Pressure vessels may have heads made from plates conforming to its relative ASME standard.

Silicon content of head plates and shell forgings for vessels made of Cr-Mo alloy steels shall be 0.07% maximum.

9-2-7 All wrought materials used in, or welded to pressure parts of the heavy wall pressure vessels shall have an alloy composition in the same range as specified for the shell and heads and shall be in the same heat treated condition. This includes non-pressure parts such as skirt, clips, lugs and all internals of non-cladded vessels. The tensile strength of such parts shall be in the same range as specified for the shell and heads.

9-2-8 When the vessel drawings and data sheet specify stainless steel cladding, the metallic internals and all materials welded to cladding or not welded (including bolting material) shall be stainless steel of the compositions specified on the data sheet.

9-2-9 Mechanical properties of plate and forgings shall meet the requirements of the specified material standard. Maximum tensile strength at room temperature shall be 690 MPa (100,000 psi). If design temperature of the vessel is greater than 343°C (650°F), tensile test at design temperature shall be conducted with results reported to the Purchaser.

9-2-10 One set of 3 charpy V-notch impact tests according to ASME standard SA-370 shall be conducted on completely heat treated specimens from plates and forgings of each heat treated lot. Toughness requirements for low alloy steel materials after temper embrittlement test shall meet the following criterion:

$$\text{VTr } 54 + 2.5 (\text{VTr'}54 - \text{VTr } 54) \leq 38°C \ (100°F)$$

Where:

54	is 54 Joules (40 ft-lbs) transition temperature in the min. PWHT condition.
VTr'54	is 54 Joules (40 ft-lbs) transition temperature in the min. PWHT plus step cooled condition.

Step cooling procedures shall be approved by the Purchaser.

Impact values for carbon steel material shall be as specified on the ASME code section VIII Division 2.

Lateral expansion in mils and percent shear fracture shall be reported with the impact test results.

9-2-11 The risk of Temper Embrittlement (TE) shall be taken into consideration for Cr-Mo low alloy steel with P Number. 4, 5A and 5C as per ASME PV Code and welding consumables used in pressure vessels in the temperature range of 340°C to 600°C. In order to reduce the risk of TE, the requirements in API RP 934 including the requirements for Step Cooling treatment shall be applied.

9-2-12 Ferrite content of type 347 stainless steel weld overlay by schaefller's diagram shall be controlled between 3 to 10 percent.

9-3 Design

9-3-1 The design of shell, heads, nozzles, skirt and other parts within code jurisdiction shall be in accordance with ASME code section VIII Division 2 except as specified otherwise. For Cr-Mo alloy steel plates and forgings, the allowable stress intensity values used shall be that of normalized (with accelerated cooling) and tempered material.

9-3-2 When thermal gradients exceed 83°C in a distance equal to $\sqrt{RT}$ where R and T are the radius and thickness of the vessel component in question, a thermal stress analysis shall be performed. The procedures of the ASME Code Section VIII Division 2 shall be used for this analysis. The thermal stress shall not exceed the minimum guaranteed yield strength of the material.

9-3-3 When approved by the Purchaser and when the vessel fabricator will guarantee strength properties, the maximum allowable stress in tension shall be the lowest of:

a- 42.5% of the guaranteed tensile strength at room or design temperature, whichever strength is lower.

b- 66.7% of the guaranteed yield strength at room or design temperature, whichever strength is lower.

c- The average stress to cause 1% creep in 100,000 hours.

d- Two-thirds of the average, or 80% of the minimum, stress required to cause rupture in 100,000 hours, whichever is lower.

9-3-4 A fatigue analysis shall be performed when the allowable stress in tension exceeds 33.3% of the guaranteed tensile strength. The procedure of ASME Code Section VIII Division 2 shall be used for this analysis.

9-3-5 The acceptable types of nozzles for pressure vessels shall be the integral reinforced forging type and shall be welded to the shell and head as per Fig. UW 16-1 (a), (b), (c), (d), (f-1) to (f-4) and (g) and Fig. UHT-18.1 (e) and (f) and Fig. UHT- 18.2 (f) of the ASME Code Section VIII Division 1 as applicable.

For pressure vessels to be operated at temperatures 350°C (660°F) and over, the acceptable type of nozzles shall be the integral reinforced forging type as per (f-1) to (f-4) in Fig. UW 16.1 of the ASME Code Section VIII Division 1. The nozzle types of (a), (b), (c), (d) and (g) in Fig. UW 16.1 and (f) in Fig. UHT-18.1 may be used with approval provided that a smooth finish on the fillet weld and sharp corners are avoided.

9-3-6 The minimum inside corner radius for all openings shall be the lesser of the following:

a- ¼ of the thickness of the vessel component penetrated.

b- ¼ of the finished inside diameter of the opening.

c- 19 mm (¾ in).

9-3-7 No exterior radius for attachments shall be less than 6 mm (¼ in.).

9-3-8 Pressure vessels made of carbon steel, carbon - molybdenum, chromium-molybdenum low alloy steels (1 cr- ½Mo, 1¼ cr-½ Mo, 2¼ cr-1 Mo and 3 cr- 1 Mo) to be operated at temperatures of 350°C (660°F) and over, shall have a skirt joint construction as shown in Fig. 1. Skirt shall be jointed with full penetration weld from outside of the skirt by buildup welding or forged ring as shown in Fig. 1.

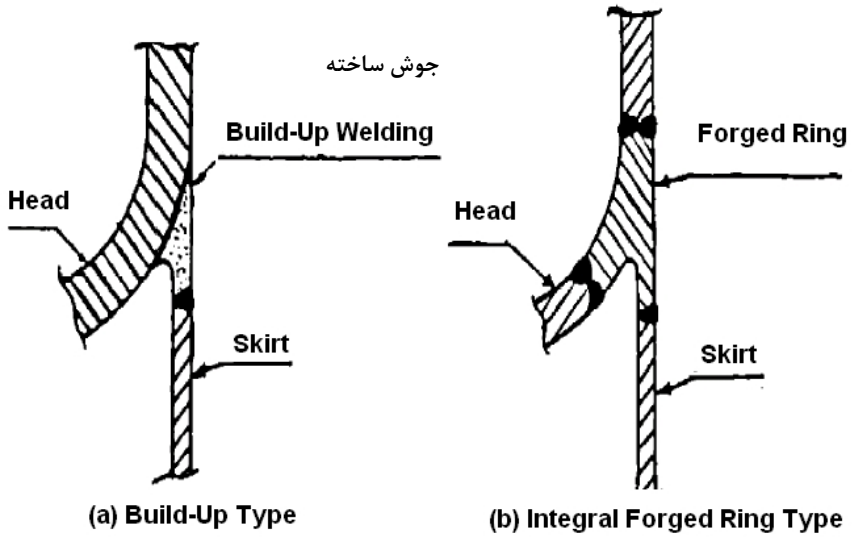


Fig. 1-Skirt joint construction

9-3-9 The region of the bottom head-to skirt intersection shall be analyzed for membrane and bending stress intensities. The temperature distribution in this region, including the gradient down the skirt, shall be determined using design temperature inside the vessel, plus the insulating information furnished by the user or contractor. The stress analysis shall include effects of internal pressure, skirt loads and temperature distribution.

9-3-10 Attachment welds of all accessories such as plate lugs for platforms, ladders and others including internal support lugs and rings shall be continuous welds for heavy wall pressure vessels. Full penetration welds shall be employed as attachment welds for the vessels in hydrogen services.

9-3-11 When weld overlay clad is specified, the thickness of cladding shall not be included in design pressure calculations, but the minimum cladding thickness shall be included in calculating the hydrotest pressure, new and old.

9-4 Internals

9-4-1 When materials are not specified, vendor's proposals shall be submitted to the Purchaser for approval. Vendor's proposals to use materials alternative to those specified shall also be submitted to the Purchaser for review and approval.

9-4-2 Where Aluminized stainless steel screens are specified, aluminizing shall be applied by a high temperature diffusion process, "Alonizing" or equivalent process. Other aluminizing processes proposed shall be submitted for Purchaser's approval.

9-4-3 Free machining grades of steel are not permitted, except that type 416 nuts furnished to ASTM A-194 Gr 6F with selenium are acceptable for use with ASTM A-193 Gr B6 Bolts.

9-4-4 All bolting for internals shall be a minimum of 10 mm diameter.

9-4-5 All bolting hardware shall be of the same type of material as the internal which they are connecting or which are being connected to support members. However, stainless steel shall be used for carbon steel internals.

9-4-6 All stainless steel type 300 series bolts and nuts shall have micro-coating to prevent ceasing and for ease of opening.

9-4-7 All removable internals shall be designed to permit installation and removal from the top side.

9-4-8 Vessel internals which contribute to the total reactor height shall be designed for minimum height. Similar parts shall be interchangeable where possible.

9-4-9 Screens shall be attached on top of grids and catalyst support members to prevent inerts and catalyst from falling through holes or slot openings and blocking clearances in support members that are required for thermal expansion.

9-4-10 A minimum of 25 mm overlap under the most adverse operating conditions shall be provided between the support ring and the O.D of trays, decks and grids.

9-4-11 Bed support grids shall be covered with wire screen. All layers of screen shall extend a minimum distance of 75 mm up the web section of the support beams and the vessel shell.

9-4-12 All internals welded to the vessel shall be attached with full penetration welds.

9-4-13 Surfaces of fabricated parts shall be smooth and free of dents/hammer marks, kinks and other defects, particularly in locations which might prevent close metal-to-metal fit.

9-4-14 Tolerances for fabrication and assembly of internals for heavy wall pressure vessels and reactors shall be in accordance with Table 13 below:

Table 13 - Fabrication and assembly tolerances for internals of heavywall pressure vessels and reactors

DESCRIPTION	TOLERANCES mm
Location of parts bolted to clips or brackets welded to reactor	±3
Height of tubes chimneys, or weir notches above top of tray	±1.5
Distributor tray level	
Reactor ID- ≤ 1200 mm (4 ft.)	±3
Reactor ID- >(1200 TO 2100 mm) 4 TO 7 ft.	±5
Reactor ID- > (2100 mm)7 ft.	±6
Flatness for tray floor	6 Max.
Leveling for support	±2
Clearance between tray and support ring and between tray and support beam	2 Max.
Deformation of support beam:	
1) Vertical	3.2 Max.
2) Lateral	3.2 Max.
Diameter of hole (except bolt hole)	±0.1
Triangular pitch of hole	±2.0
Clearance between section tray deck:	
1) For perforated tray	0, +3.0
2) For chimney tray	±1.0
Distance between tray support ring and grid support ring, and between tray support ring and chimney tray	±2.0
Clearance between sectional grids, and between grid and support beam	0, +1.6
Location of hole for catalyst drain pipe:	
1) Orientation	±0.5°
2) Distance from vessel center line	±3.2
Location of hole for quench pipe:	
1) Orientation	±0.25°
2) Distance from vessel center	±1.6

9-4-15 One tray, grid and deck of each diameter and type shall be assembled at fabricator's shop to the extent necessary to check fit-up.

9-4-16 All welds on internal parts shall be examined using N.D.T. Scope of examinations and tests shall be approved by the Purchaser.

9-4-17 Chimney Trays shall be leakage tested after installation in the erected reactor. Permissible leakage shall be uniformly distributed across the area tested.

9-4-18 Quench nozzle spray pattern shall be tested with steam.

9-5 Fabrication

9-5-1 Defects requiring removal in plates and forgings shall be repaired by welding by the vessel fabricator in accordance with ASME pressure vessel code section VIII Division 2 requirements. The repair weld shall be examined by radiography and ultrasonic means. A record of all such repairs shall be maintained.

9-5-2 Where weld overlay cladding is specified, heads and nozzles shall also be overlay cladded

except that heads lessthan 100 mm thick may be integral clad with material similar to the specified overlay. Such integral cladding shall be 100% ultrasonic examined for lack of disbond after forming. Unbonded areas shall be removed and repaired by weld overlay.

9-5-3 The weld overlay shall be applied circumferentially to the vessel and shall be relatively smooth with no notches and undercuts that would act as stress raisers.

9-5-4 Stainless steel Type 347 weld overlay shall be applied after the vessel final post weld heat treatment if practical. Otherwise, weld overlay cladding (Type 347) of ring joint gasket grooves and other areas of high stress concentration shall be applied after final post-weld heat treatment.

9-5-5 Nozzles shall be flush and ground smooth with the inside of the vessel wall to form a smooth rounded contour.

External attachment welds of nozzles shall be ground to provide a smooth transition between head or shell and nozzle neck.

9-5-6 Clearance between thermowell and thermowell nozzle shall be minimum.

9-6 Welding

9-6-1 Welding procedure qualification test in strict accordance with the ASME Code Section IX and Purchaser's requirements shall be performed.

Records of such tests shall be submitted to the Purchaser for review.

9-6-2 Production weld test plates are required when the vessel thickness exceeds 100 mm or minimum specified tensile strength exceeds 460 N/mm^2. At least one plate shall be prepared for each type of shell welding in each vessel. The plates shall be subjected to the total thermal treatment as the finished vessel. The test plates shall be prepared from material actually used in construction of the vessel having a thickness equal to the finished vessel thickness. Production weld test plate shall be made in accordance with ASME Code Section VIII, Division 2 and the Purchaser specification.

9-6-3 Each test plate shall be subjected to charpy V-notch impact test in accordance with the ASME Code Section VIII Division 2 (At-203). Impact values shall conform to Paragraph 2.10 of this part of this Standard.

9-6-4 The weld overlay procedure shall be qualified on base metal of the same chemical composition as the vessel and thickness of not less than one half of the vessel thickness. Flaws on the surfaces of the base metal that would interfere with bonding of the overlay shall be removed by grinding.

9-7 Inspection and testing

9-7-1 Visual and dimensional inspection

The following areas shall be visually and dimensionally inspected. Acceptance of results shall be according to the relative drawings and specifications.

9-7-1-1 Fit-up of category A (shell to head), B (shell to shell) and D (nozzles to shell and heads) joints and skirt to bottom head joint.

9-7-1-2 As built dimensions of pressure bearing parts.

9-7-1-3 As built dimensions of attachments.

9-7-1-4 Visual inspection of internal surface of vessel.

9-7-1-5 Visual inspection of full area of first layer weld overlay cladding.

9-7-2 Radiographic examination

The following welds shall be radiographic examined to the extent specified. Radiographic examination shall be in accordance with article I-5 of the ASME Code Section VIII Division 2.

9-7-2-1 100% of category A, B and D joints in shell and heads.

9-7-2-2 Repair weld in base metal having a depth over 10 mm.

9-7-2-3 100% of Cr-Mo to Cr-Mo butt joint within the skirt (longitudinal and girth seams).

9-7-2-4 One spot per each seam of Cr-Mo to carbon steel and carbon steel to carbon steel within the skirt.

9-7-3 Ultrasonic examination

The following areas shall be ultrasonically inspected. Ultrasonic inspection shall be in accordance with the ASME Code Section V and Section VIII Division 2, Paragraphs AM-203.1 and, AM-203.2.

9-7-3-1 Steel plates or plate like forgings such as shell rings after final machining.

9-7-3-2 All forged materials except plate-like forgings such as forged nozzles after machininig.

9-7-3-3 Head plates before hot forming (100% scanning).

9-7-3-4 100% scanning of head plates after hot forming and heat treatment.

9-7-3-5 Cr-Mo skirt plate after heat treatment (100% scanning)

9-7-3-6 Carbon steel skirt plate, base plate and compression ring after heat treatment (230 mm grid scanning).

9-7-3-7 100% of category A, B and D joint in shell and heads after final postweld heat treatment (PWHT) and after hydrostatic testing.

9-7-3-8 100% of attachment weld of skirt to bottom head and longitudinal seams of Cr-Mo steel skirt after PWHT.

9-7-3-9 Repair welds in base metal after PWHT. For repair welds in base metal having a depth 10 mm and less, the repair weld shall also be ultrasonically inspected before PWHT.

9-7-3-10 Overlay cladding of shells and heads including weld joint overlay after cladding and after PWHT.

9-7-3-11 Weld overlay cladding of nozzles with inside diameter 200 mm and larger after cladding and after PWHT.

9-7-3-12 Weld build-up deposit of low alloy steel material after final machining.

9-7-4 Magnetic particle inspection

The following areas shall be magnetic particle inspected. Magnetic particle inspection shall be in

accordance with ASME Code Section V and Section VIII Division 2 article 9-2.

9-7-4-1 Welding edges (Bevels) for category A, B and D joints.

9-7-4-2 Back gouged surfaces of category A, B and D joints and skirt to bottom head joint.

9-7-4-3 All inside surfaces of category A, B and D joints prior to weld overlay cladding.

9-7-4-4 All outside surfaces of category A, B and D joints and attachment weld of skirt to bottom head after PWHT and hydrostatic testing.

9-7-4-5 All weld joints (circumferential and longitudinal seams) in the skirt both inside and outside after PWHT.

9-7-4-6 The areas where temporary attachment welds have been removed. The areas shall also be examined after final PWHT.

9-7-4-7 Repaired areas (if any) shall be examined after final PWHT.

9-7-4-8 External attachment welds shall be examined after final PWHT.

9-7-4-9 When minimum specified tensile strength exceeds 460 N/mm^2, the full length of all categories of welds (A, B, C and D) shall be examined by the wet magnetic particle or liquid penetrant method.

9-7-5 Liquid penetrant examination

The undermentioned parts and areas shall be liquid penetrant examined according to the ASME Code Section V and Section VIII Division 2 article 9-2.

9-7-5-1 Full area of final weld overlay cladding of shell and heads after cladding and after PWHT.

9-7-5-2 Gasket seating surfaces of nozzles after final machining and also after PWHT.

9-7-5-3 Inside surface of attachment welds of skirt to bottom head after PWHT.

9-7-5-4 All internal attachment welds shall be examined after PWHT.

9-7-5-5 Repaired areas (if any) shall be examined after PWHT.

9-7-6 Hardness test

9-7-6-1 Hardness test on weld metal, base metal and heat affected zones shall be performed after PWHT as per the followings:

9-7-6-2 One per each weld seam between shell and shell and shell and head.

9-7-6-3 One per each size and each WPS for nozzle attachment weld of heads and shell.

9-7-7 Chemical analysis

Chemical analysis of base metal welds and chemical analysis and ferrite check of weld overlay cladding shall be made before PWHT as per the following. Acceptance shall be per ASME Code Section II Part C and this Standard.

9-7-7-1 For base metal

a- One per each circumferential weld seam between shell and shell and shell and head.

b- One per each nozzle attachment weld of shell and head.

9-7-7-2 For weld overlay cladding:

a- Two per each shell course;

b- Two per each head;

c- One per each girth seam;

d- One per each nozzle size from inside the nozzle;

e- One per gasket seating surface of each nozzle size.

9-7-8 Hydrostatic Testing

9-7-8-1 Heavy wall pressure vessels shall be hydrostatic tested in accordance with the ASME Code.

9-7-8-2 The vessel metal temperature during hydrostatic test shall be 21°C minimum.

9-7-8-3 Water used for testing heavy wall cladded pressure vessels shall contain not more than 30 ppm chloride

Appendix A

Generally used materials in oil refinery services

SERVICE	MATERIAL	TEMPERATURE, °C
Non or mildly corrosive	C or C-Mn Steel	0-400
Oil containing sulfur Compounds if hydrogen Partial pressure 7 bar abs. and temperature 260°C	See Nelson curves**	See Nelson curves**
Pressure vessels in crude Distillers, where temperature of feed at inlet of column does not exceed 350°C (outlet temperature of furnace maximum 355°C)	C or C-Mn Steel	≤350
Pressure vessels in units other than crude distillers, and pressure vessels in crude distillers where temperature of feed at inlet of column exceeds 350°C (outlet temperature of furnace over 355°C)	C or C-Mn Steel C or C-Mn Steel Base material with Type 405 or 410 S Cladding Steel base material with 410 S Cladding	≤330 ≥330 ≤400 ≥400≤500
Oil containing naphthenic acids Oil with acids value ³ 0.5 mg KOH/g oil in addition to sulfur compounds For oil containing naphthenic acids with Neutralization No. 0.3-0.5 mg KOH/g	C or C-Mn Steel C or C-Mn Steel Base material with AISI 316L Cladding AISI 316L Steel Base material with type 410 S Cladding	≤230 ≥230 ≤ 400 ≥400 ≤ 500
Hydrogen service Platformer reactors Cold wall Hot wall Hydrodesulphurizer/Hydrotreater Reactors Hydrodesulphurizer/Hydrotreater Reactors for feedstock containing naphthenic acid	Steel 1CR-0.5 Mo Steel *** Cr-Mo Steel Base material** with Type 321/347 Cladding Cr-Mo Steel Base material** with Type 316 L Cladding	Max. allowable temperature is dependent on hydrogen partial pressure, see Nelson curves **

** API Pub. 941
*** Min. 1.0% Cr

Appendix B

Materials for pressure parts for normal service

PARTS	UP TO 427°C (800°F)
Shells, heads conicals, etc.	ASTM A 285 Gr. C ASTM A 515 Gr. 60 ASTM A 516 Gr. 60 ASTM A 516 Gr. 70
Flanges	ASTM A 105, A 181
Nozzle necks	ASTM A 106 Gr. B, A 53
Large size nozzle neck and M.H. neck	Same material as shell
Bolts and nuts	ASTM A 193 Gr. B7 AND A 194 Gr. 2H

Appendix C

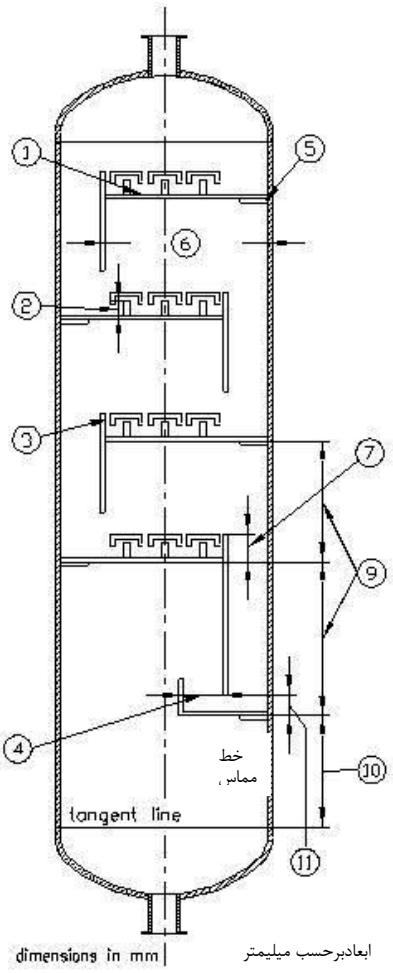
Vessel trays tolerances for fabrication and assembly

1- Maximum joint opening between deck plates and beams of support rings for perforated jet or valve trays: ±0.5

2- Height of bubble cap chimney above top of tray: ±1.5

3- Height of slots in bubble caps above top of tray: ±1.5

4- Downcormer horizontal clearances (measured from bottom edge of downcorner to recessed seal pan or inlet weir): ±3



Description	Tolerance
Tolerances not shown on drawing:	±3
1. Location of parts bolted to clips or brackets welded to tower by others	

5- Tray supports must present a flat surface for metal to metal contact between tray and support.

Support shall be flat within 1.0 on any 300 chord for tray supports and tray decks out of level tolerance over any diameter shall be:

Tower Diameter	Tolerance
1500 and under	3
Over 1500 to 2500	4.5
Over 2500 to 4000	6
Over 4000 to 6000	9
Over 6000 to 8000	12
Over 8000 to 10000	15
Over 10000	(*1)

(*1) shall be specified individually

6- Far side of tower to weir

Tower Diameter	Tolerance
1500 and under	±3
Over 1500 to 4000	±6
Over 4000	±(0.0025I.D)

7- Height of weir above tray support ring:

±1.5 for I.D up to 3,000

±3.0 for I.D 3,000 over

8- Top of weir plate out of level across length of weir

Tower Diameter	Tolerance
1500 and under	±3
Over 1500 to 4000	±4.5
Over 4000	±6

9- Tolerance top of support to top of support ring of tray or related parts

±1.5 per 300, Max. ±3 ±

10-Location of tray support ring from reference plane: ±10

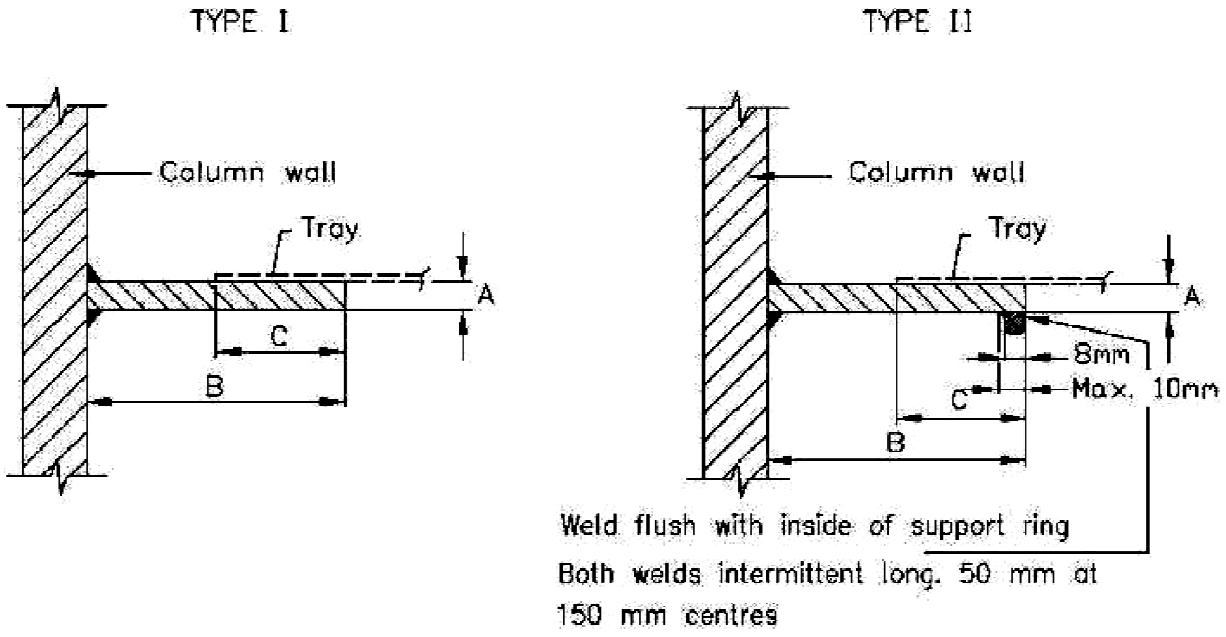
11- Bottom of downcormer above tray of seal pan support ring: ±3

Appendix D

Tray support rings

Type I For columns in which an instantaneous pressure surge is not expected.

Type II For columns in which an instantaneous pressure surge may occur, e.g. vacuum columns, main crude oil columns and strippers.



ID of column mm	Tray support ring size B × A mm	Size C, mm	
		Nom.	Min.
All trays, except draw-off trays			
Up to 800*	40 × 8	25	18
800 to 2500	50 × 8	30	25
2500 to 3500	60 × 8	35	25
3500 to 5000	75 × 8	35	25
5000 to 7000	85 × 8	40	30
7000 and over	individual design		
Draw-off trays			
800 to 6000	85 × 8	40	30
6000 and over	100 × 12	58	48

A total of 3 mm corrosion allowance has been included in dimension A.
* Normally stacked trays to be used.

Appendix E

Trays specification sheet

REV.	DATE	
Δ	----------	JOB NO. ----------
Δ	----------	ITEM NO. ----------
Δ	----------	SHEET -------OF---------
Δ	----------	DATE -------BY----------
Δ	----------	ENQUIRY NO. ----------
Δ	----------	P.O. NO. ----------

Project				
Service				
Tower inside diameter (mm)				
Total trays in section				
Tray space (mm)				
Number of liquid passes				
Max ΔP ( ) / Tray (bar)				
Type of trays				
Internal conditions at tray number (Note 1)				
Vapor to tray				
Rate (Kg/hr)				
Density (kg/m^3)				
Pressure (barg) (bara.)				
Temperature °C				
Liquid from tray				
Rate (Kg/hr)				
Viscosity (mPa.s)				
Foaming tendency				
Mechanical data				
Tower manhole N.D (NOTE 2) (mm)				
Material				
Deck				

Cap				
Nuts & Bolts				
Support ring				
Deck thickness (mm)				
Support ring width &THK. (mm)				
Downcomer bolt bar THK. (mm)				

Trays (mm)				
Tower attachments (mm)				
Trays installed from top or bottom				
Trays membered from top or bottom				
Note 1: Internal vapor and liquid loadings at the limiting section are required to insure proper tray design.				
Densities are required at actual inside tower conditions of temperature and pressure.				
Viscosity is not required unless greater than 0.7 cp				
Note 2: Smallest id through which tray parts must pass				
Inspection requirements:				
Remarks				

Corrosion allowance				

Appendix F

Guarantee certificate

Purchaser:	**Manufacturer:**
Certificate No.:	**Project:**
Equipment:	**Tag No.:**
Order number:	**Quantity:**
Description:	
Drawing No. (S).	

We hereby guarantee the above product(s) against any manufacturing defects or poor workmanship for one year after being placed in service or 18 months after date of shipment.
In the event the product(s) supplied by us fail or develop defects during the above period due to the above reasons, the same shall be rectified by us free of charge.

Date:
Authorized Representative:

برج‌ها، راکتورها، ظروف تحت فشار و اجزای داخلی- ویژگی‌های عمومی

ویرایش دوم

تیر ۱۳۹۸

این استاندارد متعلق به وزارت نفت ایران است. تمام حقوق آن متعلق به مالک آن بوده و نباید بدون رضایت کتبی وزارت نفت ایران، تمام یا بخشی از این استاندارد، به هر شکل یا وسیله ازجمله تکثیر، ذخیره سازی، انتقال، یا روش دیگری در اختیار افراد ثالث قرار گیرد.

پیش‌گفتار

استانداردهای نفت ایران (IPS) منعکس‌کننده دیدگاه‌های وزارت نفت ایران است و برای استفاده در تأسیسات تولید نفت و گاز، پالایشگاه‌های نفت، واحدهای شیمیائی و پتروشیمی، تأسیسات انتقال و فراورش گاز و سایر تأسیسات مشابه تهیه شده است.

استانداردهای نفت، براساس استانداردهای قابل قبول بین‌المللی تهیه شده و شامل گزیده‌هائی از استانداردهای مرجع می‌باشد. همچنین براساس تجربیات صنعت نفت کشور و قابلیت تأمین کالا از بازار داخلی و نیز برحسب نیاز، مواردی به‌طور تکمیلی و یا اصلاحی در این استاندارد لحاظ شده است. مواردی از گزینه‌های فنی که در متن استانداردها آورده نشده است در داده‌برگ‌ها به‌صورت شماره‌گذاری شده برای استفاده مناسب کاربران آورده شده است.

استانداردهای نفت، به‌شکلی کاملاً انعطاف‌پذیر تدوین شده است تا کاربران بتوانند نیازهای خود را با آن‌ها منطبق نمایند. با این حال ممکن است تمام نیازمندی‌های پروژه‌ها را پوشش ندهند. در این‌گونه موارد باید الحاقیه‌ای که نیازهای خاص آن‌ها را تامین می‌نماید تهیه و پیوست نمایند. این الحاقیه همراه با استاندارد مربوطه، مشخصات فنی آن پروژه و یا کار خاص را تشکیل خواهند داد.

استانداردهای نفت تقریباً هر پنج سال یک‌بار مورد بررسی قرار گرفته و روزآمد می‌گردند. در این بررسی‌ها ممکن است استانداردی حذف و یا الحاقیه‌ای به آن اضافه شود و بنابراین همواره آخرین ویرایش آن‌ها ملاک عمل می‌باشد.

از کاربران استاندارد، درخواست می‌شود نقطه نظرها و پیشنهادات اصلاحی و یا هرگونه الحاقیه‌ای که برای موارد خاص تهیه نموده‌اند، به نشانی زیر ارسال نمایند. نظرات و پیشنهادات دریافتی در کمیته‌های فنی مربوطه بررسی و در صورت تصویب در تجدید نظرهای بعدی استاندارد منعکس خواهد شد.

ایران، تهران، خیابان کریمخان زند، خردمند شمالی، کوچه چهاردهم، شماره ۱۷
استانداردهای طرح‌ها و پروژه‌ها
کدپستی : ۱۵۸۵۸۸۶۸۵۱
تلفن : ۶۰ - ۸۸۸۱۰۴۵۹ و ۶۶۱۵۳۰۵۵
دور نگار : ۸۸۸۱۰۴۶۲
پست الکترونیک: Standards@nioc.ir

فهرست مندرجات

عنوان **صفحه**

مقدمه ۵
۱ هدف و دامنهٔ کاربرد ۱
۲ مراجع الزامی ۱
۳ اصطلاحات و تعاریف ۳
۴ واحدها ۴
۵ مغایرت در اسناد ۴
۶ الزامات مستند سازی ۴
۶-۱ عمومی ۴
۶-۲ گزارش‌های نهایی، داده‌برگ‌ها و دستورالعمل‌ها ۵
۷ برج‌ها، ستون‌ها و ظروف تحت فشار فرآیندی ۷
۷-۱ مواد ۷
۷-۲ طراحی ۱۰
۷-۳ ساخت ۲۱
۷-۴ بازرسی و آزمایش ۳۴
۷-۵ آماده‌سازی برای حمل ۴۰
۷-۶ ضمانت نامه ۴۱
۷-۷ اطمینان از کیفیت ۴۱
۸ سینی‌ها ۴۱
۸-۱ دامنه کاربرد ۴۱
۸-۲ مواد ۴۱
۸-۳ طراحی ۴۳
۸-۴ ساخت ۴۶
۸-۵ بازرسی و آزمایش ۴۸
۸-۶ آمادهسازی برای حمل ۴۹
۹ الزامات اضافی برای ظروف تحت فشار و راکتورها با ضخامت دیواره بالای ۵۰ میلی‌متر ۵۰
۹-۱ دامنه کاربرد ۵۰
۹-۲ مواد ۵۰
۹-۳ طراحی ۵۲
۹-۴ اجزاء داخلی ۵۴

۹-۵ ساخت ۵۶
۹-۶ جوشکاری ۵۶
۹-۷ بازرسی و آزمایش ۵۷

پیوست‌ها:
پیوست الف (آگاهی دهنده) مواد عمومی مورد استفاده در کارکردهای پالایشگاهی ۶۱
پیوست ب (آگاهی دهنده) مواد برای اجزای تحت فشار در کارکرد معمولی ۶۲
پیوست پ (آگاهی دهنده) رواداری‌های سینی‌های ظرف برای ساخت و مونتاژ ۶۳
پیوست ت (آگاهی دهنده) نگهدارنده‌های حلقوی سینی ۶۵
پیوست ث (آگاهی دهنده) صفحه مشخصات سینی‌ها ۶۶
پیوست و (آگاهی دهنده) ضمانت نامه ۶۸

مقدمه

این استاندارد در کمیته‌های مرجع تخصصی[1] و با اتفاق نظر طیف گسترده‌ای از متخصصین، نمایندگان سازمان‌ها، شرکت‌ها، مدیریت‌ها، نهادها و مراکز تحقیقاتی- آزمایشگاهی، سازندگان، انجمن‌ها و غیره ذیربط و ذینفع تدوین شده است.

استانداردهای تدوین شده از سوی وزارت نفت هر پنج سال یک‌بار به‌طور سیستماتیک توسط کمیته‌های مرجع تخصصی مورد بررسی قرار گرفته و با توجه به قابلیت اجرایی و تأثیرگذاری آنها، نسبت به تأیید، ابطال و یا تجدیدنظر آن‌ها مطابق با مقررات جاری وزارت نفت اقدام لازم انجام می‌شود. بدیهی است مطابق بند ۴ روش اجرایی، دوره زمانی بازنگری می‌تواند زود هنگام انجام شود. در صورت اختلاف بین متن فارسی و انگلیسی، متن انگلیسی ملاک می‌باشد.

واژه ظروف تحت فشار دارای کاربردهای متنوعی در صنایع نفت می‌باشد. این واژه شامل ظروف تحت فشار فرآیندی و دریافت‌کننده‌ها، درام‌ها، برج‌ها، ستون‌ها، ظروف تحت فشار جدار ضخیم، راکتورها و غیره می‌باشد. نظر به اینکه هریک از این ظروف دارای مشخصات فنی متفاوتی از دیدگاه مواد و طراحی مهندسی می‌باشد که نمی‌تواند تحت یک عنوان بررسی گردد. لذا این استاندارد در سه بند زیر تهیه شده است:

بند ۷) حداقل الزامات مهندسی و کالا برای ظروف تحت فشار فرآیندی، دریافت‌کننده‌ها، برج‌ها و ستون‌ها را پوشش می‌دهد.

بند ۸) حاوی الزامات مهندسی و کالا برای سینی‌ها و اجزاء داخلی برج‌ها می‌باشد.

بند ۹) حداقل مشخصات جنس و طراحی مهندسی برای ظروف تحت فشار و راکتورهای جدار ضخیم و الزامات اضافی برای اجزاء داخلی این نوع از ظروف را تعیین می‌کند.

یادآوری ۱- این استاندارد در بهمن ماه سال ۱۳۸۰ توسط کمیته فنی مربوطه بررسی و موارد تأیید شده به‌عنوان اصلاحیه شماره ۱ طی بخشنامه شماره ۱۴۰ ابلاغ گردید.

یادآوری ۲- این استاندارد دو زبانه نسخه بازنگری شده استاندارد می باشد که در بهمن ماه سال ۱۳۸۸ توسط کمیته فنی مربوطه انجام و به‌عنوان ویرایش (۱) ارایه می گردد .از این پس ویرایش (۰) این استاندارد منسوخ می‌باشد.

یادآوری ۳- این استاندارد دو زبانه نسخه بازنگری شده استاندارد می باشد که در تیر ماه سال ۱۳۹۸ توسط کمیته فنی مربوطه انجام و به‌عنوان ویرایش (۲) ارایه می گردد .از این پس ویرایش (۱) این استاندارد منسوخ می‌باشد.

۱- کمیته‌های مرجع تخصصی استاندارد، کمیته‌های واجد صلاحیت هستند که وظایف تعیین و بازنگری استانداردها را برای صنعت نفت (بخش‌های دولتی، خصوصی و تعاونی) بر عهده دارند.

استانداردهای صنعت نفت ایران

ایران، تهران، بلوار کریمخان زند، خیابان خردمند شمالی، کوچه چهاردهم، شماره ۱۷، اداره کل نظام فنی و اجرایی و ارزشیابی طرح‌ها، معاونت استانداردها
کدپستی : ۱۵۸۵۸۸۶۸۵۱
تلفن : ۶۰ - ۸۸۸۱۰۴۵۹ (۰۲۱) و ۶۱۶۲۳۰۵۵ (۰۲۱)
دور نگار : ۸۸۸۱۰۴۶۲ (۰۲۱)
رایانامه: standards@nioc.ir
وبگاه: http://ips.mop.ir

برج‌ها، راکتورها، ظروف تحت فشار و اجزای داخلی- ویژگی‌های عمومی

۱ هدف و دامنهٔ کاربرد

۱-۱ این بخش از استاندارد کالا و مهندسی حداقل الزامات مواد، طراحی، ساخت، بازرسی و آزمایش و آماده‌سازی برای حمل ظروف تحت فشار آتش‌نبین شامل برج‌ها، ستون‌ها، دریافت‌کننده‌ها و غیره را پوشش می‌دهد.

در مواردی که این استاندارد به آن‌ها اشاره نشده است، الزامات آخرین ویرایش ASME BPVC[1] SECTION VIII.1&2 ملاک عمل می‌باشد.

۱-۲ در همه مواردی که بیش از یک آئین‌نامه یا استاندارد برای شرایط مشابه به‌کار می‌رود، باید با شرکت جهت انتخاب استاندارد قابل کاربرد مشورت شود.

۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به‌صورت الزامی به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب، آن ضوابط جزئی از این استاندارد محسوب می‌شوند.

در صورتی‌که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدید نظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام‌آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است[2].

2-1 IPS-E-TP-100, Engineering Standard for Paint

2-2 IPS-E-GN-100, Engineering Standard for Unit

2-3 IPS-D-ME-010, Drawing Standard for Vertical Vessel Support Skirt Opening Details

2-4 IPS-D-ME-002, Drawing Standard for Lifting Lug to Lift Vessels Up to 60 Tons

2-5 IPS-D-ME-003, Drawing Standard for Lifting Lug to Lift Vessels Up to 200 Tons

2-6 IPS-D-EL-413, Reference Drawing Grounding Installation Details Earthing Lug Category 400

2-7 NACE MR0175/ISO 15156, Petroleum and Natural Gas Industries Materials for Use in H_2S-Containing Environments in Oil and Gas Production

2-8 NACE MR0103/ISO 17945, Petroleum, Petrochemical And Natural Gas Indudtries-Metalic Materials Resistant To Sulfide Stress Cracking In Corrosive Petroleum Refining Environments

---

۱- BOILER AND PRESSURE VESSEL CODE

۲- در صورت اختلاف بین متن فارسی و انگلیسی، متن انگلیسی ملاک می‌باشد.

2-9 API RP 941, Steels for Hydrogen Service at Elevated Temperatures and Pressures in Petroleum Refineries and Petrochemical Plants

2-10 ASME BPVC, Section II: Materials

- Part A:Ferrous Material Specifications
- Part B:Nonferrous Material Specifications
- Part C:Specifications for Welding rods, Electrodes and Filler Metals
- Part D:Properties (Customery)

2-11 ASME BPVC Section VIII, Division 1, Rules for Construction of Pressure Vessels

2-12 ASME Section VIII, Division 2, Alternative Rules

2-13 ASME BPVC Section V, Non-Destructive

2-14 ASME BPVC Section IX, Welding, Brazing, and Fusing Qualifications

2-15 ASME B16.20, Metallic Gaskets for Pipe Flanges

2-16 ASME B 1.1, Unified Inch Screw Threads UN and UNR Thread

2-17 ASME B 16.47, Large Diameter Steel Flanges:NPS 26 Through NPS 60 Metric/Inch Standard

2-18 ASME B 16.5, Pipe Flanges and Flanged Fittings: NPS 1/2 through: NPS 24 Metric/Inch Standard

2-19 ASME B 18.2.2, Nuts for General Applications: Machine Screw Nuts, Hex,Square, Hex Flange and Coupling Nuts (Inch Series)

2-20 ASME PCC1, Guidlines for pressure bondary bolted flange joint assembly

2-21 ASTM A578/A578M, Standard Specification for Straight-Beam Ultrasonic Examination of Rolled Steel Plates for Special Applications

2-22 ASTM A370, Standard Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products

2-23 ASTM A263, Standard specification for stainless chormium steel- clad plate

2-24 ASTM A264, Standard specification for stainless chormium-nickel steel-clad plate

2-25 ASTM A265, Standard specification for nickel and nickel-based alloy clad steel plate

2-26 ASTM B 432, Standard specification for copper and copper alloy clad steel plate

2-27 ASCE-7-05, Minimum Design Load for Building and Other Structures

2-28 AWS (AMERICAN WELDING SOCIETY)

2-29 EJMA (EXPANSION JOINT MANUFACTURERS ASSOCIATION, INC.)

2-30 ISO 9001, Quality Management Systems – Requirements

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف زیر به‌کار می‌رود:

۳-۱

شرکت

company

به شرکت‌های اصلی و وابسته وزارت نفت مثل شرکت ملی نفت ایران، شرکت ملی گاز ایران، شرکت ملی صنایع پتروشیمی و غیره اطلاق می‌شود.

۳-۲

خریدار

purchaser

یعنی "شرکتی" که این استاندارد بخشی از مدارک سفارش خرید مستقیم آن "شرکت" می‌باشد و یا "پیمانکاری" که این استاندارد بخشی از مدارک قرارداد آن است.

۳-۳

فروشنده و تأمین کننده

vendor and supplier

به مؤسسه و یا شخصی گفته می‌شود که تجهیزات و کالاهای مورد لزوم صنعت را تامین می‌نماید.

۳-۴

پیمانکار

contractor

به شخص، مؤسسه و یا شرکتی گفته می‌شود که پیشنهادش برای مناقصه ویا مزایده پذیرفته شده است.

۳-۵

مجری

executor

مجری به گروهی اتلاق می‌شود که تمام یا قسمتی از کارهای اجرائی و یا راه‌اندازی پروژه را انجام دهد.

۶-۳

بازرس

inspector

در این استاندارد بازرس به فرد یا گروهی اتلاق می‌شود که کتباً توسط کارفرما برای بازرسی ساخت و نصب تجهیزات معرفی شده باشد.

۴ واحدها

این استاندارد، بر مبنای نظام بین‌المللی واحدها (SI)، منطبق با استاندارد IPS-E-GN-100 می‌باشد، مگر آنکه در متن استاندارد به واحد دیگری اشاره شده باشد.

۵ مغایرت در اسناد

در صورت وجود اختلاف و تناقض در اسناد و مدارک مربوط به استعلام یا سفارش خرید، اولویت‌های زیر درمورد مدارک باید مدنظر قرار گیرد:

- اولویت اول: سفارش خرید و تغییرات آن.

– اولویت دوم: داده برگ‌ها و نقشه‌ها.

- اولویت سوم: این استاندارد.

کلیه مغایرت‌ها در اسناد باید به‌صورت کتبی به خریدار ارجاع داده شود. خریدار در صورت نیاز برای روشن کردن مطالب، مدارک تأییدی را صادر خواهد کرد.

۶ الزامات مستند سازی

۶-۱ عمومی

۶-۱-۱ سازنده باید یک برنامه پیشنهادی برای تأیید نقشه‌ها و تاریخ آن برای تأیید خریدار تهیه نماید. سازنده باید نقشه‌ها را به تعدادی که توسط خریدار تعیین شده است، تهیه نماید.

۶-۱-۲ سازنده باید یک نقشه تفصیلی براساس نقشه کلی تأیید شده ظرف تحت فشار شامل اجزای داخلی ظرف تهیه نماید. اطلاعات زیر باید در نقشه های تفصیلی و سایر نقشه ها و داده برگ‌ها به‌صورتی‌که قابل اعمال است، لحاظ شود:

۱- شماره سفارش؛

۲- نوع تجهیز و شماره آن؛

۳- مشخصات جنس؛

۴- ابعاد کامل، ضخامت‌ها و جزئیات ساخت شامل موقعیت تصویری و ابعادی جوش‌های محیطی و طولی، همه نازل‌ها روی صفحه (یا جانمایی زاویه‌ای) و نماهای ارتفاعی و همه اجزاء داخلی

۵- سایز و کلاس فشاری همه نازل‌های تجهیز؛

۶- ضخامت کلگی و بدنه، نوع کلگی، نوع فلنج و سایر جزئیات مواد ساخت؛

۷- وزن کل ظرف (خالی)؛

۸- وزن کل ظرف (پر از آب)؛

۹- الزامات عملیات حرارتی؛

۱۰- الزامات آزمایش غیرمخرب؛

۱۱- فشار و دمای طراحی و عملیاتی؛

۱۲- کارآیی جوش؛

۱۳- خوردگی مجاز؛

۱۴- فشار آزمایش هیدرواستاتیک؛

۱۵- نقشه‌های مرجع؛

۱۶- دستورالعمل طراحی؛

۱۷- بارهای طراحی سازه؛

۱۸- حداکثر فشار کاری مجاز؛

۱۹- سیال عملیاتی؛

۶-۱-۳ ساخت نباید بدون تأییدیه کتبی نقشه‌ها و ITP [1] از خریدار، شروع شود.

۶-۱-۴ تأیید نقشه‌ها مجوزی برای انحراف از هیچ یک از الزامات سفارش نمی‌باشد مگر آنکه صراحتاً به صورت مکتوب توافق شده باشد.

۶-۱-۵ پس از آنکه نقشه‌ها تأیید شدند، فروشنده همچنین باید مدارک الکترونیکی تأیید شده را روی صفحه فشرده (CD) به تعداد تعیین شده تهیه نماید.

۶-۲ گزارش‌های نهایی، داده‌برگ‌ها و دستورالعمل‌ها

داده‌های نصب، راه‌اندازی و تعمیر و نگهداری برای هر ظرف تحت فشار باید قبل از حمل تهیه گردد. داده باید شامل موارد زیر باشد:

1- Inspection and Test Plan

الف- دستورالعمل‌های ابزار دقیق، شیرها و اندازه نماهای تهیه شده توسط فروشنده شامل اطلاعات خاص عملیاتی و تعمیر و نگهداری.

ب- گزارش داده سازنده، فرم U-1 از آئین‌نامه ASME.

ج-گزارش داده‌های جزیی سازنده، فرم U-2 از آئین نامه ASME، اگر قابل اجرا باشد.

د- گزارش تأیید شده سوابق جنس حاوی آنالیز شیمیایی کامل، خواص فیزیکی و موقعیت هر ورق، قطعات آهنگری و همه دیگر موادی که تحت فشار می‌باشند. اطلاعات باید جنس آلیاژی را پوشش دهد ولو اینکه ممکن است تحت فشار نباشد. موقعیت ورق‌ها، قطعات آهنگری و سایر مواد باید در نقشه‌های چون ساخت مشخص شود.

هـ- روگرفت‌های فتواستاتیک (ایستانوری) از نمودارهای ثبت شده که نمایانگر شرایط دمایی در طی تنش‌زدایی حرارتی، دوره دمایی کامل گرمادهی، تابش و خنک‌سازی باید نشان داده شوند.

و- نمودار آزمون ایستابی برای هر ظرف.

ز- روگرفت (تصویر) از پلاک مشخصات.

ح- مستندات بازرسی آزمایشات غیرمخرب.

ط- فهرست قطعات برای هر جزء از تجهیز باید تهیه گردد و باید با الگو، موجودی انبار یا شماره نقشه‌های تولید که کاملاً هر قطعه را به صورتی که خریدار بتواند در خصوص قابلیت تعویض قطعه با دیگر تجهیزات تهیه شده توسط همان سازنده تصمیم‌گیری کند، کامل گردد.

ی- فروشنده باید یک پیشنهاد تکمیلی جهت قطعات یدکی متفاوت با قطعاتی که در پیشنهاد اصلی فروشنده لحاظ شده، ارائه نماید.

پیشنهاد تکمیلی باید قطعات یدکی جهت راه‌اندازی و دو سال کارکرد شامل نقشه‌های نوع سرهم کردن، شماره قطعه، مواد، قیمت‌ها و تحویل کالا باشد. شماره قطعات باید هر قطعه را به منظور قابلیت تعویض مشخص نماید. پیشنهاد تکمیلی باید پس از دریافت نقشه‌های تأیید شده و در زمان اجازه سفارش دهی و تحویل قطعات با ظرف برای خریدار فرستاده شود.

ک- W.P.S. (مشخصات دستورالعمل جوشکاری) با مدارک پشتیبان.

P.Q.R. (آزمایشات تأییدیه روش جوشکاری) باید به خریدار ارائه شود.

ل- نقشه‌های نهایی.

م- محاسبات نهایی.

۷ برج‌ها، ستون‌ها و ظروف تحت فشار فرآیندی

۷-۱ مواد

۷-۱-۱ عمومی

۷-۱-۱-۱ به‌صورت عمومی، همه مواد باید با مشخصات استاندارد ASTM تطابق داشته باشند. برای جنس معادل به تأییدیه خریدار نیاز می‌باشد.

۷-۱-۱-۲ پیشنهادات برای استفاده از مواد دارای حداکثر مقاومت کششی مشخص شده بزرگتر از ۶۲۰Mpa (۹۰۰۰۰$\frac{lb}{in2}$) در دمای اتاق باید جهت تأیید به کارفرما ارائه شود.

۷-۱-۱-۳ مواد ساخت اجزای ظرف باید به‌صورتی انتخاب شوند که موجب یک طراحی اقتصادی برای شرایط کارکرد طراحی مشخص شده گردد.

۷-۱-۱-۴ چدن نباید پذیرفته شود.

۷-۱-۱-۵ استفاده از مواد کربنی[۱] مولیبدن معمولاً مجاز نمی‌باشد. استثناها باید به تأیید کارفرما برسد و فقط درصورتی مجاز است که دمای کارکرد از ۴۰۰°C[۲] (۷۵۰°F) بیشتر نباشد.

۷-۱-۲ قطعات تحت فشار

۷-۱-۲-۱ بعضی از مواد برای شرایط نمونه در کارکردهای پالایشگاه نفت در پیوست (الف) این استاندارد لیست شده است.

۷-۱-۲-۲ مواد فولاد کربنی برای قطعات تحت فشار برای کارکرد معمولی در پیوست (ب) داده شده است.

۷-۱-۲-۳ مواد تحت فشار جوشکاری شده باید ترکیب شیمیایی زیر را داشته باشد:

مقدار کربن (C) : $C \leq$ ٪ ۰/۲۵

کربن معادل (C eq.) : C eq. $\leq$ ٪ ۰/۴۵

به‌صورتی‌که:

$$C\ eq. = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Ni + Cu)/15$$

۷-۱-۲-۴ قطعات تحت فشار برای سرویس هیدروژن، در صورتی که در فشار جزئی هیدروژن ۷ $\frac{k}{cm^2}$ مطلق به‌کار رفته باشند، باید مطابق با شکل ۱ از استاندارد API RP 941 "محدودیت عملکرد برای فولاد در سرویس هیدروژن" باشد.

۷-۱-۲-۵ قطعات تحت فشار برای کارکرد سولفید هیدروژن، باید براساس استاندارد NACE/ISO (انجمن ملی مهندسی خوردگی)[۱] شماره MR0175/ISO 15156 یاMR0103/ISO 17945 انتخاب شود.

1- National associatiom of corrosion enginarings

۷-۱-۳ قطعات غیر تحت فشار

۷-۱-۳-۱ مواد قطعات غیر تحت فشار که مستقیماً به قطعات تحت فشار جوش داده می‌شوند و دارای دمای طراحی ۳۴۳°C (۶۵۰ °F) یا بیشتر هستند، باید از جنس یکسان با قطعات تحت فشار باشند.

۷-۱-۳-۲ ورق فولادی برای حلقه‌های پایه، تقویت سوراخ‌های دامنی، پایه‌های زینی، گوشک‌های خارجی برای سکوها، نردبان‌ها، نگهدارنده‌های عایق و نگهدارنده‌های لوله باید A283 Gr.C یا بهتر باشد. نبشی‌ها و میلگردها باید A36 باشند.

۷-۱-۳-۳ پلاک مشخصات باید فولاد زنگ نزن نوع 316 باشد.

۷-۱-۳-۴ حلقه‌ها و گوشک‌های نگهدارنده داخلی جوش شده به پوسته یا کلگی ساخته شده از فولاد آرام باید از جنس مشابه ساخته شود.

به‌جز برای ظروف فولاد آرام، مواد زیر به استثناء مورد بند ۷-۱-۳-۱ باید استفاده شود.

الف- ورق: ASTM A283 رده C یا معادل آن.

ب- لوله: A53 یا ASTM A106 یا معادل آن.

۷-۱-۴ اتصالات انبساطی

طراحی و ساخت اتصالات انبساطی نصب شده روی پوسته ظرف یا دیگر بخش‌ها، باید مطابق با استاندارد ASME BPVC Section VIII, Div. 1 باشد.

۷-۱-۵ پیچ‌کاری

۷-۱-۵-۱ پیچ‌های مورد استفاده در خارج از ظروف تحت فشار، از جمله فلنج نازل‌های دسترسی نصب شده بر روی آدم‌روهای دارای درپوش می‌بایست از جدول شماره ۱ انتخاب شوند.

جدول ۱- انتخاب جنس پیچ و مهره برای نازل های خارجی ظروف بر اساس دمای طراحی

دمای طراحی	جنس پیچ [۱]	جنس مهره [۱]
–195 °C to –102 °C (–320 °F to –151 °F)	SA-320 Gr. B8 – Class 2 (3)	SA-194 Gr. 8N
–101 °C to –30 °C (–150 °F to –21 °F) General Service	SA-320 Gr. L7 (3)	SA-194 Gr. 4
–101 °C to –30 °C (–150 °F to –21 °F) Sour Service	SA-320 Gr. L7M (3)	SA-194 Gr. 7M
–40 °C to 427 °C (–40 °F to 800 °F) General Service	SA-193 Gr. B7	SA-194 Gr. 2H
–29 °C to 427 °C (–20 °F to 800 °F) Sour Service	SA-193 Gr. B7M	SA-194 Gr. 2HM
428 °C to 538 °C (801 °F to 1000 °F) Carbon steel and low alloy flanges	SA-193 Gr. B16	SA-194 Gr. 4
428 °C to 538 °C (801 °F to 1000 °F) Austenitic flanges	SA-453 Gr. 660 – Class C (4)	SA-453 Gr. 660 – Class C
593 °C to 815 °C (1101 °F to 1500 °F) Carbon steel and low alloy flanges	SA-193 Gr. B8 – Class 1 (2) (4)	SA-194 Gr. 8T
538 °C to 815 °C (1000 °F to 1500 °F) Austenitic and non-ferrous flanges	SA-193 Gr. B8 – Class 1 (2) (4)	SA-194 Gr. 8T

(۱) سایر مواد پیچ کاری ممکن است در این محدوده دما مجاز نباشد برای انتخاب نهایی با مهندسی مواد مشورت کنید.

(۲) روش‌های پیچ‌کاری کنترل شده ممکن است برای تامین محکمی مورد نیاز باشد.

(۳) این جنس در درجه اول برای کاربردهای درجه حرارت پایین انتخاب می‌شود حد بالایی برای اهداف استاندارد تعیین شده است اما ممکن است حداکثر حد مجاز در بخش دوم ASME استفاده شود.

(۴) این ماده در درجه اول برای کاربردهای درجه حرارت بالا انتخاب می‌شود حد پایین برای اهداف استاندارد تعیین شده است اما ممکن است از آن در محدوده داده شده ASME SECTION VIII، استفاده شود.

۷-۲ طراحی

۷-۲-۱ عمومی

۷-۲-۱-۱ ظروف تحت فشار باید بر طبق بخش ۱، قسمت VIII، از آئین‌نامه ASME برای ظروف تحت فشار آتش‌نبین، طراحی شود.

۷-۲-۱-۲ ظروف تحت فشار باید جهت اطمینان از عملکرد ایمن در شرایط فشار داخلی و خارجی مشخص شده طراحی شوند.

۷-۲-۱-۳ ظروف افقی و عمودی شامل پایه‌های آن‌ها باید قابلیت نگهداری بار کامل آب در موقعیت نصب شده را داشته باشند.

۷-۲-۲ داده طراحی

۷-۲-۲-۱ فشار طراحی

۷-۲-۲-۱-۱ فشار طراحی ظرف باید حداقل معادل حداکثر فشار کاری به اضافه ۱۰ درصد یا به اضافه ۳۵۰ Kpa هرکدام بیشتر است، باشد.

۷-۲-۲-۱-۲ ظروفی که تحت فشار خارجی قرار می‌گیرند باید برای خلاء کامل طراحی شوند.

۷-۲-۲-۱-۳ حداکثر فشار کاری مجاز یک ظرف نباید با اجزاء جزیی مانند فلنج ها، نازل‌ها، آدم‌روها یا ورق‌های تقویتی محدود شود.

۷-۲-۲-۲ دمای طراحی

۷-۲-۲-۲-۱ دمای طراحی باید حداقل ℃ ۱۵ بیش از حداکثر دمای کاری باشد. برای کارکرد سرد، دمای طراحی باید ^{oc} ۶ کمتر از حداقل دمای کاری باشد مگر آنکه به نحو دیگری مشخص شده باشد .

۷-۲-۲-۲-۲ ظروفی که در دمای بیش از ℃ ۴۰۰ کار می‌کنند باید برای دمایی معادل با حداکثر دمای کاری قابل انتظار طراحی شوند.

۷-۲-۲-۲-۳ دماهای دوگانه باید روی پلاک مشخصات فهرست شود. دو دما، باید دمای طراحی سرد و حداکثر دمای طراحی گرم اجازه داده شده توسط آئین‌نامه **ASME** برای ظرف ساخته شده باشد.

۷-۲-۲-۲-۴ اگر تغییرات دمایی بتواند به‌طور قاطع برای محدوده‌های یک ظرف درحال کار پیش‌بینی شود، تغییرات دمایی می‌تواند در طراحی محدوده قابل اعمال به حساب آورده شود.

۷-۲-۲-۳ بارگذاری طراحی

۷-۲-۲-۳-۱ بارگذاری باید بر طبق بخش ۱، قسمت VIII، ASME باشد. بارهای باد و زلزله باید بر طبق ASCE 7-05 حداقل بار طراحی برای ساختمان و سایر سازه‌ها باشد.

۷-۲-۲-۳-۲ بارهای زلزله نباید همزمان با بارهای باد در نظر گرفته شود.

۷-۲-۲-۳-۳ همه ظروف باید به‌صورت خودایستا بدون کمک‌گیری از مهار یا بادبند، طراحی شوند.

۷-۲-۲-۳-۴ در حین نصب، راه‌اندازی، یا کارکرد، همه بارهای قابل اعمال باید به‌صورت اثرگذاری همزمان شامل بار باد یا زلزله، هر کدام که حاکم است، در نظر گرفته شوند.

۷-۲-۲-۳-۵ در طی آزمایش ایستابی، بار باد (فشار باد) معادل با ۳۳٪ حداکثر سرعت باد باید به‌صورت اثرگذاری همزمان با بار آزمون ایستابی در نظر گرفته شود.

۷-۲-۲-۳-۶ تغییر شکل جانبی ظروف؛ ناشی از باد، تحت شرایط کاری معمول، نباید از **۱۵۰mm** در هر **۳۰m** ارتفاع بیشتر شود.

۷-۲-۲-۳-۷ لرزش و سرعت باد بحرانی باید در طراحی ستون‌های بلند و باریک با نسبت طول به قطر بیش از ۸ به ۱ در نظر گرفته شود.

۷-۲-۲-۳-۸ پایه‌های ظرف باید قابلیت خودایستایی در برابر بار باد در هنگامی که ظرف خالی است و در شرایط آزمون که ظرف پر از آب است را داشته باشد.

۷-۲-۲-۴ خوردگی مجاز

۷-۲-۲-۴-۱ خوردگی مجاز تعیین شده باید به ضخامت محاسبه شده برای تمامی قطعات تحت فشار شامل پوسته، کلگی‌ها، نازل‌ها، آدم‌روها و درپوش آدم‌روها اضافه شود.

۷-۲-۲-۴-۲ حداقل خوردگی مجاز باید برای فولاد کربنی برای کارکرد شیرین ۱/۶mm و برای کار ترش ۳/۲mm باشد مگر آنکه به‌نحو دیگری مشخص شده باشد.

۷-۲-۲-۴-۳ خوردگی مجاز مشخص شده برای ظروف تقسیم شده باید به ضخامت محاسبه شده هر طرف از کلگی داخلی یا جداگر اضافه شود.

۷-۲-۲-۴-۴ پوشش‌های مقاوم به خوردگی باید برای ظروف در کارکردهای بسیار خورنده تدارک شود. ضخامت پوشش، روکش اندود جوشی نباید در محاسبه حداقل ضخامت در بخش‌های دارای فشار، به‌حساب آید.

۷-۲-۲-۴-۵ چنانچه به‌نحو دیگری مشخص نشده باشد، خوردگی مجاز ظرف باید برای تمامی سطوح در معرض قطعات داخلی جابجایی ناپذیر و نصف این مقدار برای سطح قطعات جابجایی‌پذیر (به‌جز سیم‌های قطره‌گیر، پرکن ستون و غیره) فراهم شود.

۷-۲-۲-۵ پوشش محافظ آلیاژی

۷-۲-۲-۵-۱ ورق روکش یکپارچه وصل شده توسط نورد کردن یا روش انفجاری باید همگن ساخته شود تا دارای کیفیت جنس و ضخامت تعیین شده باشد. ورق روکش مورد استفاده برای ظرف تحت فشار باید با یکی از مشخصات استانداردهای زیر یا معادل آن مطابقت داشته باشد:

الف- ASTM A263 "ورق، ورقه و نوار روکش فولادی کروم دار مقاوم به خوردگی"

ب- ASTM A264 "ورق، ورقه و نوار روکش فولادی کروم – نیکل‌دار زنگ نزن"

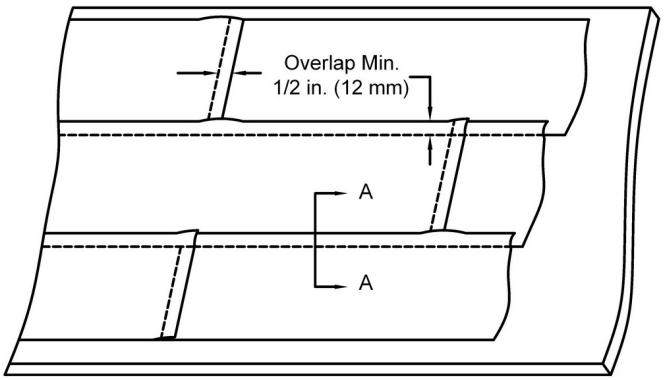
ج- ASTM A265 "ورق، روکش آلیاژ پایه نیکل"

د- ASTM B 432 "ورق، فولادی روکش مسی و آلیاژ مس"

۷-۲-۲-۵-۲ روکش‌کاری اندود فلز جوشی باید به‌طور عمده برای "سرویس‌های هیدروژن": ظروف عملیاتی در دما و فشار بالا در فشار جزیی هیدروژن ۷ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع مطلق و بالاتر به‌کار رود.

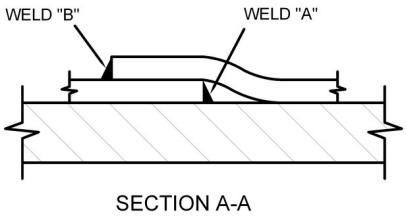
۷-۲-۲-۵-۳ وقتی که ظرف "با سرویس هیدروژن" در شرایط خاص نظیر "فرآیند شکست ملکولی با کمک هیدروژن" و "فرآیند گوگردزدایی به کمک هیدروژن" کار می‌کند، روکش‌کاری اندود فلز جوشی باید دقیقاً برای تمامی سطوح داخلی ظرف به کار گرفته شود.

۷-۲-۲-۵-۴ پوشش‌دهی نواری باید همانند شکل ۱ روی هم جوش شود و یا همانند شکل ۲ لب به لب جوش شود. نقشه‌های ساخت و مشخصات دستورالعمل جوشکاری باید سامانه مورد استفاده را شرح دهد و دستورالعمل جوشکاری باید برای روش تضمین شده، ارزیابی شود.



حداقل روی‌هم‌افتادگی $\frac{۱}{۲}$ اینچ

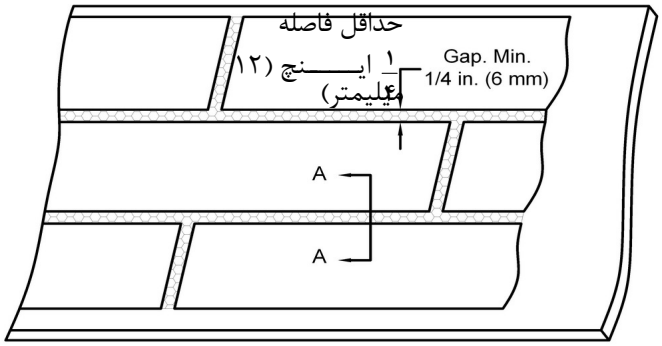
(۱۲ mm)

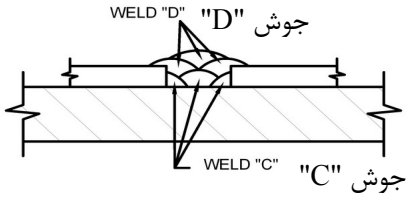


General Note:
Welds "A" and "B" are coplete fillet welds consisting of one or more beads

یادآوری عمومی:
جوش‌های" A" و "B"جوش‌های کامل گوشه هستند که از یا چند پاس تشکیل شده‌اند.

شکل ۱- پوشش‌دهی با نوار روی هم جوش شده (جزییات)





مقطع الف-الف SECTION A-A

یادآوری عمومی:

General Note:

جوش‌های "C" و "D" کامل گوشه هستند که از یا چند پاس تشکیل شده‌اند

Welds "C" and "D" are coplete fillet welds consisting of one or more beads

شکل ۲- پوشش‌دهی با نوار لب به لب جوش شده (جزییات)

۷-۲-۲-۵-۵ پوشش‌دهی نواری یا غلافی نباید در موارد زیر به‌کار رود:

الف- پوسته و کلگی ظروف در سرویس هیدروژن.

ب- ظروف نیازمند PWHT.

ج- ظروف با دمای طراحی بیش از ۴۴۰ °C.

۷-۲-۲-۵-۶ ابعاد نوارهای تکی، به استثنای غلاف‌های یکپارچه، باید به‌صورت زیر محدود شود:

الف- ضخامت نباید کمتر از ۳ میلی‌متر باشد.

ب- عرض‌ها باید بر طبق جدول شماره ۲ برحسب دمای طراحی و جنس محدود شود.

جدول ۲- محدودیت پهنای عرضی بر حسب دمای طراحی و جنس

حداکثر عرض به میلی‌متر	**مواد**	**دمای طراحی** به درجه سانتی‌گراد
۱۵۰	همه	< ۳۱۵
۱۰۰	فولاد زنگ نزن اینکلوی	≥ ۳۱۵
۱۵۰	هاست الوی، اینکونل، 410, 405	≥ ۳۱۵

۷-۲-۲-۵-۷ جنس استفاده شده برای اندود جوشی، روکش کاری یکپارچه، پوشش ده غلافی یا پوشش‌دهی نواری اتصالات باید از جنس و ضخامت یکسان با آنچه برای پوشش‌دهی یا روکش‌کاری ظرف یا کلگی متصل به آن مورد نیاز است، باشد.

۷-۲-۵-۲-۸ حداقل ضخامت روکش‌کاری باید ۲ mm و حداقل ضخامت اندودهای فلزی جوش باید ۲٫۵ mm باشد.

۷-۲-۵-۲-۹ ضخامت روکش‌کاری یا اندودهای جوشی نباید در محاسبه ضخامت پوسته مورد نیاز در نظر گرفته شود.

۷-۲-۵-۲-۱۰ اتصالات با قطر اسمی ۵۰ mm (۲ in) و کوچکتر باید به یکی از صورت‌های زیر باشد:

الف- روکش اندود جوشی، روکش یکپارچه به روش انفجاری وصل شده یا پوشش غلافی شده در داخل لوله.

ب- آلیاژ جامد تهیه شده به شرطی که شرایط زیر را فراهم نماید:

۱- دمای طراحی ظرف زیر $440^{\circ}C$ باشد.

۲- آزمون‌هایی به‌منظور نمایش قابلیت جوشکاری آلیاژ انجام شود.

۷-۲-۵-۲-۱۱ اتصالات بزرگتر از قطر اسمی ۵۰ mm (۲ in) تا و شامل قطر اسمی ۳۰۰ mm (۱۲ in) باید به یکی از روش‌های زیر پوشش داده شود:

روکش اندود جوشی، روکش‌کاری یکپارچه، پوشش‌دهی غلافی یا پوشش‌دهی نواری.

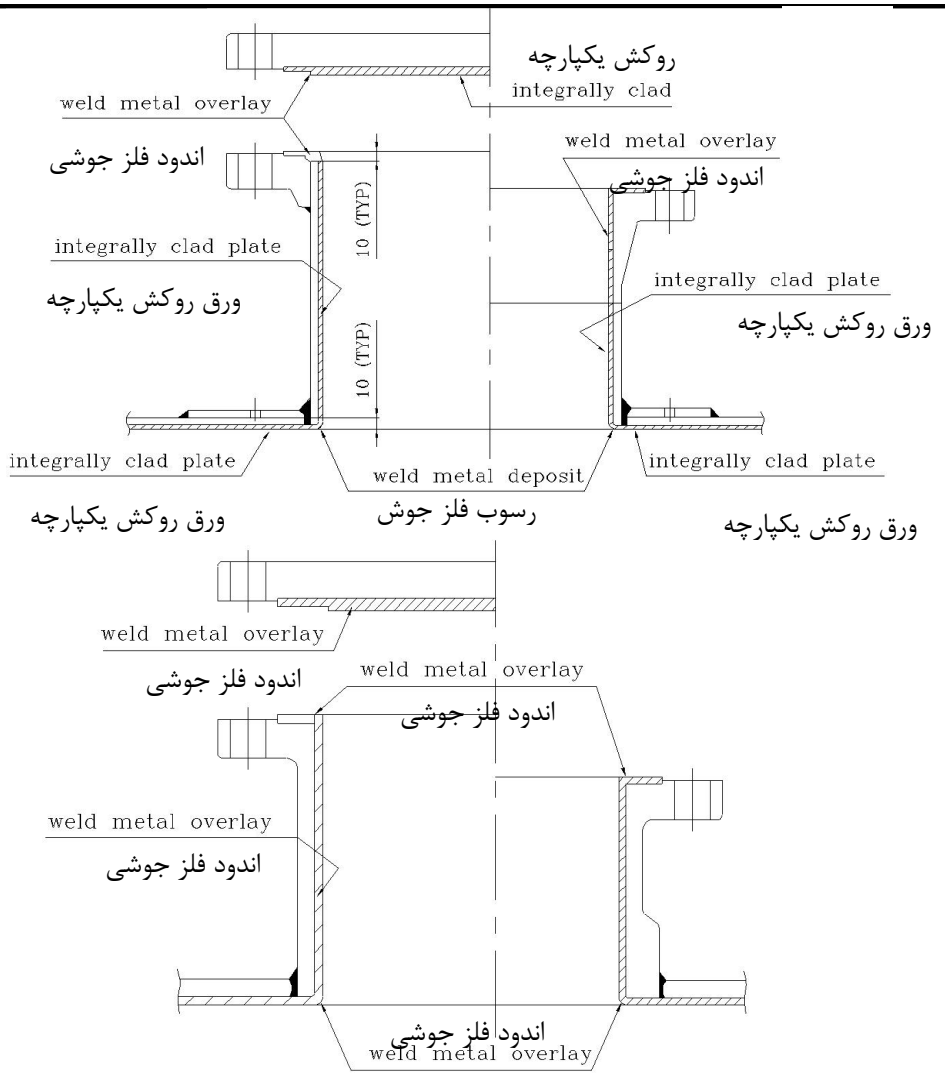
۷-۲-۵-۲-۱۲ پوشش‌دهی اتصالات بزرگتر از قطر اسمی ۳۰۰ mm (۱۲ in) باید براساس طراحی ظرف به‌صورت زیر انتخاب شود.

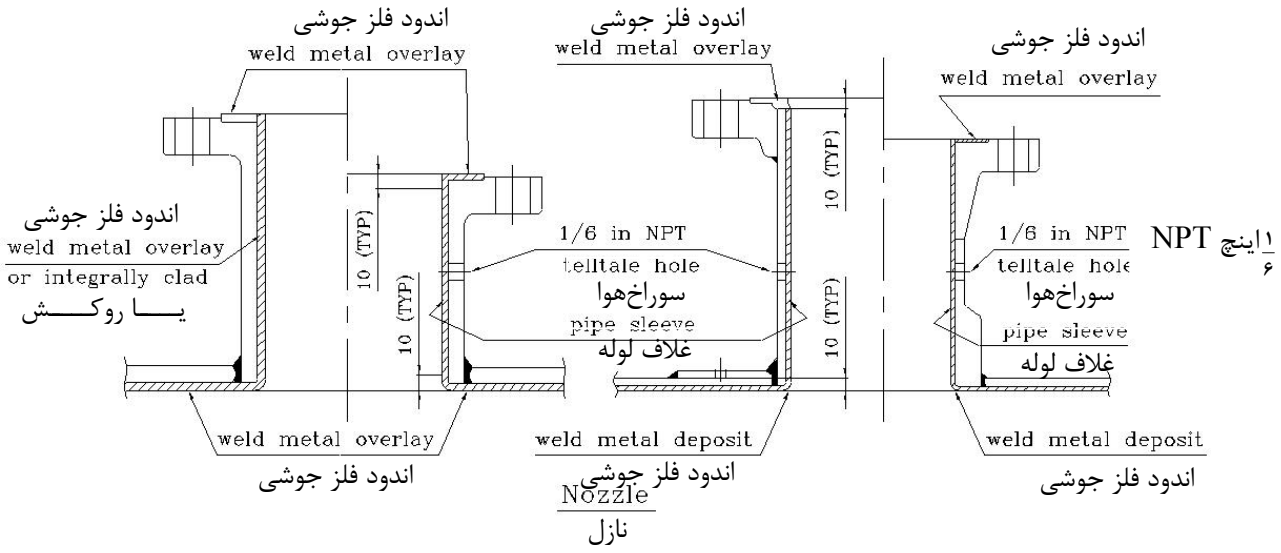
الف- برای ظروف پوشش داده نواری: اتصالات پوشش داده نواری، اندود شده جوشی یا روکش شده.

ب- برای ظروف روکش شده یا اندود شده: اتصالات اندود شده یا روکش شده.

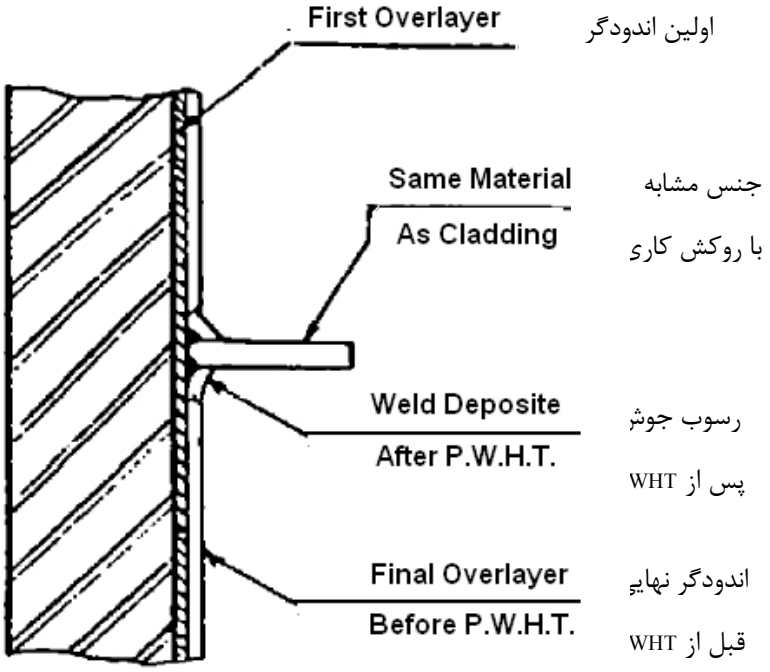
۷-۲-۵-۲-۱۳ برای سطوح تماسی فلنج و جوش اتصال گلویی فلنج از پوسته به نازل‌ها و آدم‌روها باید با روکش اندود فلز جوشی به صورتی که در شکل ۳ نشان داده شده است پوشش داده شود (شیارهای سطح فلنج باید تعبیه شوند).

۷-۲-۵-۲-۱۴ جوشکاری گوشک‌ها و حلقه‌های نگهدارنده اجزاء داخلی که مستقیماً به پوسته یا کلگی ظروف با کارکرد ویژه هیدروژن متصل شده است باید قبل از عملیات حرارتی پس از جوش با نفوذ کامل اجرا شود و اندودگر جوش نهایی اطراف گوشک‌ها و حلقه‌های نگهدارنده باید پس از عملیات حرارتی پس از جوش به‌صورت نشان داده شده در شکل ۴ صورت پذیرد.





شکل ۳- جزییات نمونه از نازل‌ها و آدم‌روهای پوشش داده شده



شکل ۴- جزییات پوشش‌دهی تکیه‌گاه داخلی

۷-۲-۲-۶ پوسته و کلگی‌ها

۷-۲-۲-۶-۱ حداقل ضخامت پوسته ظروف شامل خوردگی مجاز باید به‌صورت زیر باشد:

جدول ۳

ضخامت پوسته میلی‌متر	**قطر پوسته** میلی‌متر
۶ میلی‌متر	تا ۱۵۲۵ میلی‌متر
۸ میلی‌متر	۱۵۲۵ تا ۲۱۲۵ میلی‌متر
۱۰ میلی‌متر	۲۱۲۵ تا ۳۶۲۵ میلی‌متر
۱۱ میلی‌متر	۳۶۲۵ میلی‌متر و بزرگتر

حداقل ضخامت‌های فوق برای الزامات پایداری عمومی دما و فشار می‌باشد.

۷-۲-۲-۶-۲ کلگی‌های نیم کره‌ای یا بیضوی طبق استاندارد ASME با نسبت ۲ به ۱ باید تهیه شود و قطاع کروی قابل قبول نمی‌باشد.

۷-۲-۲-۶-۳ تبدیل‌های مخروطی در جایی که فشار طراحی از kpa ۱۷۰۰ (نسبی) یا دمای طراحی از $^{\circ}C$ ۲۳۰ بیشتر شود، باید دارای شعاع برآمدگی ٪ ۶ باشد.

۷-۲-۶-۴ حلقه‌های تقویتی پوسته روی ظرف در سرویس خلاء باید از خارج نصب و بر طبق بخش ۱ قسمت VIII، پاراگراف UG-28 ، UG-29 و UG -30 استاندارد ASME طراحی شود.

۷-۲-۷ نازل‌ها، فلنج‌ها، آدم‌روها و اتصالات

۷-۲-۷-۱ حداقل اندازه نازل‌ها باید قطر اسمی ۲۵ mm (۱ in) باشد به جز برای نازل‌های پوشش داده شده آلیاژی که حداقل اندازه باید قطر اسمی ۴۰ mm ($1\frac{1}{2}$ in) باشد. برای ظروف در سرویس هیدروژن همه اتصالات باید فلنجی باشد.

۷-۲-۷-۲ نازل‌ها در بخشی از ظروف با پوشش‌های ملاط باید بیرون‌زدگی‌های داخلی، به‌صورتی که انتهای نازل همتراز با پوشش گردد، داشته باشند.

۷-۲-۷-۳ نازل‌ها باید به ظرف با جوش‌های نفوذی کامل وصل شوند. جوشکاری نفوذی جزیی برای اتصال ورق‌های صفحه تقویت قابل قبول است.

۷-۲-۷-۴ گلویی‌های نازل‌ها و آدم‌روها باید از لوله بدون درز ساخته شود به جز برای گلویی‌های فلنج‌های با قطر اسمی ۳۵۰ mm یا بزرگتر که می‌تواند از جنس ورق ساخته شود. در جایی‌که از ورق برای گردن نازل و آدم رو استفاده می‌شود، روش مشخص شده در ASTM A672 باید استفاده شود.

۷-۲-۷-۵ گلویی‌های نازل نورد شده و صفحات تقویتی باید از جنس یکسان با جنس مشخص شده برای پوسته ظرف و کلگی که به آن متصل است؛ باشد.

۷-۲-۷-۶ همه سوراخ پیچ‌ها در فلنج‌های آدم‌روها، دست‌روها و نازل‌ها باید با خط مرکزهای عمومی ظرف همراستا باشند.

۷-۲-۷-۷ ضخامت گلویی نازل نباید حداکثر فشار کاری مجاز را محدود نماید.

۷-۲-۷-۸ گلویی‌های نازل‌ها قطر اسمی ۲۵ mm باید حداقل از لوله رده ۱۶۰ ساخته شود. لوله گلویی‌های نازل با قطر اسمی ۴۰ تا ۲۰۰ mm باید حداقل از لوله بدون درز رده ۸۰ باشد.

۷-۲-۷-۹ برای ظروف روکش شده، نازل‌ها باید برطبق بند ۷-۲-۶ روکش شده یا پوشش داده شده باشند.

۷-۲-۷-۱۰ نازل‌ها در ظروف باید حداقل دارای ۱۵۰ mm بیرون‌زدگی از بیرون پوسته یا کلگی در ظروف عایق نشده باشند.

در ظروف عایق شده نازل‌ها باید حداقل ۱۵۰ mm از بیرون پوسته یا کلگی به اضافه ضخامت عایق بیرون‌زدگی داشته باشد.

۷-۲-۷-۱۱ فلنج‌ها باید با ASME B16.5 "فلنج‌های لوله و اتصال فلنجی" تطابق داشته باشد.

۷-۲-۷-۱۲ فلنج‌های بزرگتر از قطر اسمی ۶۰۰ mm باید برطبق ASME B16.47 باشد.

۷-۲-۷-۱۳ فلنج‌های غیراستاندارد باید برطبق بخش ۱ قسمت VIII، پیوست ۲ استاندارد ASME مطابق با شرایط طراحی ظرف و بارهای خارجی اعمالی از عکس‌العمل لوله‌کشی باشد.

۷-۲-۲-۷-۱۴ فلنج‌های گلویی جوشی باید برای ظروف استفاده شوند.

۷-۲-۲-۷-۱۵ فلنج کلاس 600 از استاندارد ASME و پایین‌تر باید از نوع سطح برآمده یا شیارهای مارپیچ باشد. فلنج‌های کلاس 900 از استاندارد ASME و بالاتر باید از نوع اتصال حلقوی باشند. سطح اتصال حلقوی باید از نوع شیار ته صاف باشد.

۷-۲-۲-۷-۱۶ همه ظروف با قطر داخلی ۹۰۰ mm و بیشتر باید دارای حداقل یک دریچه آدم‌رو به قطر داخلی ۴۵۰ mm باشند. آدم‌روهایی که دسترسی جهت خارج کردن تجهیزات را فراهم می‌کنند نباید قطری کمتر از ۶۰۰mm داشته باشند. بالابر یا لولا جهت جابجا کردن درپوش آدم‌روها باید تعبیه شود.

۷-۲-۲-۷-۱۷ آدم‌روها و نازل‌ها نباید روی خط جوش طولی قرار گیرند و تا جایی که امکان پذیر است، از قرارگیری روی خط جوش‌های محیطی جلوگیری شود.

۷-۲-۲-۷-۱۸ دست‌روها باید حداقل از اندازه اسمی ۱۵۰ mm و ترجیحاً باید از نوع بالشتکی رزوه شده و مجهز به درپوش پیچی باشند.

۷-۲-۲-۷-۱۹ یک هواکش با حداقل قطر اسمی ۱۵۰ mm باید در بالای ظرف یا نزدیک به آن در تمامی ظروف دارای آدم‌رو تعبیه شود. هواکش میتواند یک آدم روی دیگر یا یک نازل فرآیندی فلنجی که می‌تواند از ظرف جدا شود باشد. در ظروف افقی، آدم‌رو و هواکش باید در دو انتهای مخالف ظرف باشند.

۷-۲-۲-۷-۲۰ اتصالات تخلیه باید هم‌تراز کف ظرف باشند. این اتصالات و تخلیه‌های شترگلویی داخلی حداقل باید از لوله رده ۱۶۰ باشند.

۷-۲-۲-۷-۲۱ اتصالات رزوه‌ای، اگر مشخص شده باشد، باید کوپلینگ‌های فولادی آهنگری شده کلاس 6000 باشد.

۷-۲-۲-۷-۲۲ همه نازل‌های بزرگتر از قطر اسمی ۴۰ mm باید از اتصالات فلنجی با قطر اسمی ۴۰ باشد، نازل‌های کوچکتر روی ظروف می‌توانند به کوپلینگ‌های فولادی آهنگری شده مجهز باشد. کوپلینگ‌ها باید ۴۲۰۰۰kpa (۶۰۰۰ $\frac{lb}{in2}$) باشد. چنین اتصالاتی باید به مخازنی با فشار طراحی کمتر از ۴۲۰۰ kpa (۶۰۰$\frac{lb}{in2}$) یا دمای طراحی که از ۳۴۳ ^{o}C بیشتر نیست، محدود گردد.

کوپلینگ‌ها نباید در بخش‌های پوشش داده شده ظروف پوشش آلیاژی شده و در کلگی پایینی ظروف عمودی به‌کار رود.

۷-۲-۲-۷-۲۳ در ظروف تحت فشار عمودی، هیچ‌گونه اتصال فلنجی در قسمت داخلی پایه دامنی نباید قرار گیرد.

۷-۲-۲-۸ اجزاء داخلی

۷-۲-۲-۸-۱ سازنده ظرف باید تمامی اتصالات داخلی مانند گیره‌ها، گوشک‌ها و لچکی‌ها را تهیه و نصب نماید.

۷-۲-۲-۸-۲ اتصالات داخلی پوسته مانند نبشی‌های نگهدارنده عرشه، گوشک‌ها، گیره‌ها و نشیمنگاه‌ها باید به‌صورتی طراحی شوند که با جوش‌های پیوسته گوشه به پوسته ظرف یا کلگی جوش شوند.

۷-۲-۲-۸-۳ لوله‌کشی و اتصالات داخلی تعویض‌پذیر باید جهت جابجایی آسان فلنجی باشند.

۷-۲-۸-۴-۲ همه اجزاء داخلی تفکیک‌پذیر باید از طریق آدم‌روها دارای دسترسی آزاد باشند یا به قسمت‌هایی تقسیم شوند که بتوان آن‌ها را از آدم‌رو خارج نمود.

۷-۲-۸-۵-۲ پیچکاری همه فلنج‌های داخلی می‌بایست به‌صورت مطمئن محکم شوند و از مهره قفل شونده برای اطمینان استفاده شود.

۷-۲-۸-۶-۲ گرداب‌شکن‌ها باید روی نازل‌های خروجی مایعات به شرح زیر تعبیه شود:

الف- اتصالات مکش تلمبه.

ب- ظروفی که ممکن است حاوی سیال دوفازی باشند.

۷-۲-۸-۷-۲ ورق‌های ضربه‌گیر وصل شده به پوسته یا جهت‌دهنده‌های جریان باید در جایی که ممکن است سایش شدید رخ دهد، مقابل اتصالات ورودی تعبیه گردد. اینها و همه نگهدارنده‌های داخلی باید با جوش‌های گوشه کامل وصل گردند.

۷-۲-۸-۸-۲ برای طراحی نگهدارنده‌های شبکه توری فلزی، جهت جریان، افت فشار، وزن توری فلزی مناسب و بار دوره نگهداری باید در نظر گرفته شود. حداقل تعداد تیرهای نگهدارنده برای شبکه توری فلزی باید به‌شرح زیر باشد.

الف- ظروف با قطر داخلی ۱۲۰۰ تا ۲۵۰۰ mm: یک تیر نگهدارنده.

ب- ظروف با قطر داخلی بیش از ۲۵۰۰ mm: دو تیر نگهدارنده یا بیشتر.

۷-۲-۹ نگهدارنده‌ها و ملحقات خارجی

۷-۲-۹-۱-۲ ظروف تحت فشار افقی نگهداشته شده روی پایه بتنی یا پایه زینی فولادی باید به ورق‌های خوردگی بین پایه زینی و ظرف تحت فشار مجهز باشد.

ورق‌های خوردگی باید حداقل ۶ mm ضخامت داشته باشد و باید به‌صورت پیوسته به پوسته ظرف جوش شده باشد، ورق‌های خوردگی باید حداقل یک سوراخ هوای ۶ mm داشته باشند.

۷-۲-۹-۲-۲ در ظروف عمودی، پایه دامنی‌ها باید حداقل ۶ mm ضخامت داشته باشند و طوری طراحی شوند که بتوانند در برابر ترکیب تنش‌های ناشی از بار مرده، بار زنده، بار باد یا زلزله، هرکدام که بزرگتر بود، و عکس‌العمل‌های لوله‌کشی بیش از قطر اسمی ۳۰۰ mm مقاومت نماید.

۷-۲-۹-۳-۲ اگر لوله‌کشی درون پایه دامنی قرار گرفته باشد، پایه‌های دامنی ظرف باید دارای یک آدم‌رو با قطر اسمی ۵۰۰ mm باشد.

سوراخ‌های اتصالات لوله‌کشی به کف ظرف باید در صورت نیاز روی پایه دامنی تعبیه شود. به‌علاوه، سوراخ‌های هواکش براساس استاندارد IPS-D-ME-010 طراحی و تعبیه گردند.

۷-۲-۹-۴-۲ پایه دامنی باید دارای حلقه پایه با ضخامت حداقل ۱۲ mm که شامل خرک پیچ پایه می‌شود، باشد.

۷-۲-۹-۵ پیچ پایه برای پایه‌های دامنی و زمینی باید حداقل M20 و قطر سوراخ پیچ‌ها باید حداقل ۲۲ mm باشد.

۷-۲-۹-۶ پایه دامنی‌ها باید طول کافی داشته باشند به‌صورتی که کف کلگی ظرف باید حداقل ۴۵۰ mm از بالای حلقه پایه بالاتر باشد.

۷-۲-۹-۷ نگهدارنده‌های عایق باید به ظرف در کارگاه جوش شوند و حداکثر فاصله مرکز به مرکزشان باید برای هردو عایق پتویی و قالبی ۳/۵ m باشد.

۷-۲-۹-۸ نگهدارنده عایق باید به پوسته ظرف و پایه دامنی منقطع (بریده بریده) جوش شود و باید دارای عرضی به اندازه عایق باشد.

۷-۲-۹-۹ ظروف باید دارای گوشک یا گوشواره بارکشی کافی برای تسهیل جابجایی باشد. در مورد ظروف نازک ، گوشک باید با صفحات توزیع بار و تقویتی استفاده شود.

۷-۲-۹-۱۰ کوشک‌های بارکشی باید با ضریب ایمنی ۴ براساس وزن ایستای ظرف شامل اجزاء داخلی آن طراحی شود.

گوشک‌ها در ظروف عایق شده باید به اندازه کافی بلند باشند که اجازه اتصال قلاب بعد از نصب عایق را بدهند. سوراخ‌های گوشک در صورت امکان باید مته زنی شود. به نقشه‌های استاندارد شماره IPS-D-ME-002 و IPS-D-ME-003 مراجعه کنید.

۷-۲-۹-۱۱ اگر نقاط کاری ظرف در ارتفاع بیش از ۲ m از عرشه واقع شده باشد، ظروف باید دارای نردبان‌ها و سکوهایی برای تسهیل دسترسی به تجهیزات زیر باشند. حداکثر فاصله افقی دسترسی به تجهیز نباید از ۴۵ cm تجاوز کند:

الف- شیرهای اطمینان و کنترلی

ب- کنترل‌کننده‌ها

ج- شیرهای قطع‌کننده

د- دریچه‌های دسترسی و آدم‌روها

هـ- غلاف‌های دما

و- نقاط نمونه‌گیری

۷-۲-۹-۱۲ گیره‌های نگهدارنده نردبان‌ها، سکوها و پله‌ها باید در کارگاه به ظرف جوش شوند. اگر ظرف تنش‌زدایی شود، گیره‌های نگهدارنده باید پیش از تنش‌زدایی جوش شوند.

۷-۲-۹-۱۳ گیره‌های نگهدارنده در ظروف عایق‌شده باید به اندازه کافی بلند باشد که اجازه پیچ‌کاری بیرون از محدوده عایق را بدهد.

۷-۲-۲-۱۰ لایی‌ها و پیچ و مهره

۷-۲-۲-۱۰-۱ فروشنده باید جنس واشر مناسب را طبق شرایط کارکرد تجهیزات پیشنهاد نماید.

۷-۲-۲-۱۰-۲ گرافیت با شیارهای فولاد زنگ نزن تخت یا مشبک معمولاً به‌عنوان جایگزین آزبست (پنبه‌های نسوز) استفاده می‌شود.

۷-۲-۲-۱۰-۳ لایی‌های فنر پیچ شده برای فلنج‌های سطح برآمده باید بر طبق ASME B16.20 باشد.

۷-۲-۲-۱۰-۴ به دلیل نگرانی از خطرات بهداشتی مواد آزبست، همه لایی ها باید عاری از آزبست باشند.

۷-۲-۲-۱۰-۵ پیچ و مهره اجزاء داخلی ظرف که از فولاد کربنی ساخته شده‌اند باید حداقل پیچ‌های ASTM A193 رده B6 و مهره‌های ASTM A194 رده ۶ باشد. پیچ و مهره اجزاء داخلی ظرف که از جنس آلیاژی بالاتر ساخته شده‌اند باید با جنسی که به آن متصل‌اند هماهنگ باشد.

۷-۲-۲-۱۰-۶ پیچ‌های دو سر رزوه و مهره‌ها می‌بایست به طور کامل مطابق با ASME B.1.1 به‌ترتیب کلاس 2A و 2B رزوه گردند. سایزهای ۲۵ mm و کوچکتر می‌بایست رزوه درشت مطابق (UNC)، سایزهای بزرگتر از ۲۵ mm می‌بایست مطابق (8UN) رزوه گردند. رزوه‌ها می‌بایست نورد و یا ماشین‌کاری شوند.

۷-۲-۲-۱۰-۷ واشرهای خارجی

آدم‌روها، دست‌روها و نازل‌های کور شده باید دارای لایی‌هایی مطابق با مشخصات لوله کشی خطوطی که به نازل‌ها در ناحیه یکسان از ظرف متصل می‌شوند، باشند مگر آنکه به‌نحو دیگری مشخص شده باشد.

۷-۲-۲-۱۰-۸ لایی‌های داخلی

واشرهای فلزی سخت باید کاملاً بازپخت‌شده و یکپارچه ساخته شده باشند. مگر آنکه به‌نحو دیگری مشخص شده باشد. واشرهای غیرفلزی باید یکپارچه ساخته شوند.

۷-۲-۲-۱۰-۹ جهت مونتاژ و بستن اتصالات فلنجی و ترتیب و توالی بستن پیچ و مهره‌ها از راهنمای ASME PCC1 استفاده شود.

۷-۲-۲-۱۱گوشک اتصال زمین

حداقل دو گوشک اتصال زمین باید روی هر ظرف نصب گردد و باید بر طبق استاندارد IPS-D-EL-413 یا مشخصات فروشنده باشد.

۷-۳ ساخت

۷-۳-۱ عمومی

۷-۳-۱-۱ ساخت نباید قبل از دریافت تأییدیه کتبی خریدار برای نقشه های تفصیلی توسط سازنده، شروع شود.

۷-۳-۱-۲ کلگی‌های میانی باید طبق بخش ۱، قسمت VIII، شکل UW 13-1-(e) آئین‌نامه ASME، با جوش

گوشه به پوسته وصل شود.

۷-۳-۱-۳ سوراخ‌های پیچ‌های مهاری ظروف تحت فشار عمودی می‌بایست مطابق محور شمال/جنوب سایت تعیین گردند.

۷-۳-۱-۴ لبه داخلی آدم‌روها و نازل‌ها باید مطابق شعاع داخلی ظرف باشد به جز برای آن‌هایی که بزرگتر از قطر اسمی ۶۰۰ هستند و همچنین همه لبه‌ها، صاف بدون لبه‌های تیز می‌باشند.

۷-۳-۱-۵ همه ورق‌های تقویتی باید دارای یک سوراخ هوای ۶ mm رزوه NPT باشند که باید باز گذاشته شود.

وقتی ورق تقویتی از دو یا چند ورق جوش شده به هم تشکیل شده است، پس از چسبیدن به ظرف یک سوراخ آزمون باید برای هر بخش مجزا از ورق ایجاد شود.

۷-۳-۱-۶ دستورالعمل‌های جوشکاری و تعمیر جوش باید قبل از شروع ساخت جهت بررسی به خریدار ارائه گردد.

۷-۳-۱-۷ نوارهای پشت بند بدون تأییدیه قبلی خریدار مجاز نمی‌باشد.

۷-۳-۱-۸ همه سطوح فلنج و اتصالات رزوه‌ای باید در مقابل اکسایش در طی عملیات حرارتی محافظت شود.

۷-۳-۱-۹ قبل از ساخت سازنده باید جهت تأیید خریدار یک نقشه کاملاً اندازه‌گیری شده که نشان‌دهنده بخش‌های تحت فشار ظرف و حاوی اطلاعات زیر باشد، ارائه نماید.

الف- یک اظهاریه که این ظرف طبق این استاندارد ساخته می‌شود.

ب- مشخصه(ها) با مواد مربوطه باید مطابقت داشته باشد.

ج- مشخصه(های) دستورالعمل جوشکاری با .P.Q.R [1] (آزمایشات تأییدیه روش جوشکاری) تأیید شده، برای همه قسمت‌های ظرف در نظر گرفته شود.

د- جزییات ابعادی مقیاس بزرگ از آماده‌سازی جوش برای خط جوش‌های طولی و محیطی و جزییات اتصال برای انشعاب لوله‌ها، نشیمنگاه‌ها و غیره و موقعیت این جوش‌ها و دیگر سوراخ‌ها.

ه- دستورالعمل عملیات حرارتی پس از جوش.

و- روش آزمایش غیرمخرب.

ز- الزامات ورق آزمون.

ح- فشار(ها) و دما(های) طراحی و بارگذاری‌های سازه‌ای مهم.

ط- فشار(های) آزمون.

ی- موقعیت و مقدار خوردگی مجاز.

1- Procedure Qualification Record

طبق توافق میان خریدار و سازنده، شروع ساخت قطعات منفرد ظرف قبل از تأیید نقشه‌های ظرف کامل مجاز می‌باشد.

هیچ تغییری نباید در نقشه طراحی تأیید شده بدون تأیید خریدار اعمال شود.

۷-۳-۱-۱۰ شناسایی جنس

سازنده باید جهت اقناع مرجع بازرسی، یک سامانه شناسایی برای مواد به کار رفته در ساخت را تدارک ببیند تا اینکه همه مواد قطعات تحت فشار در کار کامل شده بتواند تا مبداء خود ردیابی گردد. سامانه باید دستورالعمل‌های مناسب یکپارچه‌ای برای مطابقت مشخصه جنس رسیده از تأمین‌کننده با گواهینامه آزمون سازنده جنس یا آزمایشات تحویل مقتضی تدارک ببیند. در چینش و برش جنس، نشان شناسایی جنس باید در محلی که پس از تکمیل شدن قطعه تحت فشار به وضوح قابل رؤیت باشد، قرار گیرد.

شماره دسته مواد مصرفی جوش باید نگهداری شود.

در جایی که نشان شناسایی جنس به‌صورت غیرقابل اجتناب در طی ساخت از قطعه تحت فشار برش خورده باید توسط سازنده قطعه تحت فشار به قطعه دیگری از این جزء منتقل شود.

۷-۳-۱-۱۱ ترتیب تکمیل خط جوش‌ها

در جایی‌که هر قسمت از ظرف در دو کورس یا بیشتر ساخته می‌شود، درزهای طولی باید قبل از شروع درزهای محیطی مجاور تکمیل گردد و در جایی‌که امکان‌پذیر است، درزهای طولی کورس‌های مجاور باید غیر همراستا باشد.

۷-۳-۱-۱۲ جهت جلوگیری از ایجاد عدم تطابق در زمان نصب پایه دامنی و چیدمان پیچ‌های مهاری، ساخت شابلون از سوراخ‌های پایه دامنی الزامیست.

۷-۳-۲ برشکاری، شکل‌دهی و رواداری‌ها

۷-۳-۲-۱ برشکاری جنس

۷-۳-۲-۱-۱ روش

برای ورق‌های با ضخامت کمتر از ۱۰ mm در صورتی‌که برش سرد شوند، لبه‌سازی نکردن مجاز است. اگر لبه‌های برش خورده، متعاقباً جوشکاری شوند.

همه مواد باید ترجیحاً با برشکاری حرارتی یا ماشینکاری، به شکل و اندازه مدنظر برش شوند. با این حال برای ورق‌های با ضخامت کمتر از ۲۵ mm، استفاده از برشکاری سرد مجاز می‌باشد. به شرط اینکه لبه‌سازی مکانیکی حداقل ۱٫۵ mm انجام شود تا سطح مناسب برش کل که اجازه آزمایش رضایت بخش از لبه قبل از جوشکاری را بدهد فراهم نماید.

یادآوری- در جایی که پیش‌گرم کردن برای جوشکاری موادی که با فرآیندهای حرارتی برش می‌خورند تعیین شده است، ممکن است پیش گرم کردن طی برشکاری نیز لازم باشد.

سطوحی که حرارتی برش می‌شوند باید به وسیله ماشین‌کاری یا سمباده‌زنی لبه‌سازی شوند تا شیارهای عمیق، گذازه و پوسته رفع شود. اکسایش ناچیز لبه‌های برش فولاد کربنی یا فولاد کربنی منگنزدار که به وسیله دستگاه برش‌کاری حرارتی ایجاد می‌گردد نباید مضر در نظر گرفته شود.

لبه‌های برش خورده فولادهای آلیاژی فریتی که با فرآیندی حرارتی برش خورده‌اند باید با ماشین‌کاری یا سمباده‌زنی برای فاصله ۱٫۵ mm لبه‌سازی شوند مگر آنکه سازنده بتواند برای اقناع مرجع بازرسی دلایلی ارائه کند که فرآیند برشکاری اثر بدی بر جنس نگذاشته است.

۷-۳-۲-۱-۲ آزمایش لبه‌های برش خورده

قبل از اجرای کار بعدی، سطوح برش خورده و محدوده‌های تأثیر پذیرفته از حرارت باید در خصوص عیوب شامل لایه لایه شدگی‌ها، ترک‌ها و ناخالصی آزمایش شوند. عیوب مهم باید به خریدار یا نماینده او اطلاع داده شود.

هر جنس آسیب دیده در فرآیند برشکاری برای اندازه شدن و آماده‌سازی سطح باید با ماشینکاری، سمباده‌زنی یا تراشه‌برداری تا رسیدن به فلز آسیب ندیده برداشته شود.

۷-۳-۲-۲ شکل‌دهی بخش‌های پوسته و ورق‌ها

۷-۳-۲-۲-۱ عمومی

پوسته سنگین باقیمانده پس از هر عملیات شکل‌دهی گرم باید با فرآیند پوسته‌زدایی مناسبی که به کیفیت مواد آسیب نزند یا اثر نامناسب بر مقاومت خوردگی سطوح در تماس نداشته باشد، از بین برود.

قبل از شکل‌دهی، یک آزمایش چشمی از همه ورق‌ها باید انجام شود و با اندازه‌گیری ضخامت ادامه یابد. تا جایی که امکان پذیر است، همه شکل‌دهی‌های گرم و سرد باید با دستگاه صورت پذیرد، گرم کردن موضعی یا چکش کاری نباید استفاده شود.

۷-۳-۲-۲-۲ ورق‌های جوش شده قبل از شکل‌دهی گرم یا سرد

جوشکاری لب به لب ورق‌ها به یکدیگر قبل از شکل دهی مجاز است به‌شرطی که اتصال پس از شکل‌دهی به روش توافق شده بین خریدار و سازنده آزمون غیرمخرب گردد.

از آنجایی که جوشکاری در قطعاتی که با دماهای شکل دهی گرم روبرو میشوند یا بهنجار (نرمالیزه) می‌شوند، معمولاً متحمل کاهش مقاومت عمده خواهند شد، سازنده باید اطمینان داشته باشد که فلز پرکن به کار رفته الزامات طراحی اتصال جوش را پس از عملیات‌های حرارتی این چنینی فراهم می‌نماید.

۷-۳-۲-۲-۳ شکل‌دهی سرد

۷-۳-۲-۲-۳-۱ فولاد فریتی

اگر شعاع داخلی انحنای یک قطعه تحت فشار استوانه‌ای سرد شکل داده شده کمتر از ۱۰ برابر ضخامت در مورد فولادهای کربنی و کربنی منگنزدار یا ۱۸ برابر ضخامت، در مورد دیگر مواد فریتی باشد، یک عملیات حرارتی پس از شکل دهی مناسب باید انجام پذیرد تا از بازیابی خواص؛ به سطحی که تفاوت عمده‌ای با مقدار فرض شده در طراحی نداشته باشد، اطمینان دهد.

همه کلگی‌هایی که شکل دهی سرد شده‌اند باید برای هدف مشابه عملیات حرارتی شوند مگر آنکه سازنده دلایلی ارائه کند که خواص شکل‌دهی سرد شده مناسب است و خواص مواد با آنچه در طراحی فرض شده تفاوت عمده‌ای ندارد.

۷-۳-۲-۲-۳-۲ فولاد آستینیتی

فولاد آستینیتی که شکل دهی سرد شده باید متعاقباً نرم شده (به‌صورتی‌که در ۷-۳-۲-۲-۴-۲ توضیح داده شد) و پوسته زدایی شوند مگر آنکه:

الف- ضخامت کمتر از **mm** ۱۰ باشد؛ یا

ب- خریدار با سازنده توافق کند که مقدار شکل‌دهی سرد نیاز به عملیات حرارتی ندارد.

۷-۳-۲-۲-۴ شکل‌دهی گرم

۷-۳-۲-۲-۴-۱ فولاد فریتی

رویه شکل‌دهی باید میزان گرم‌کردن ورق، دمای ماند، محدوده دمایی و زمانی که شکل‌دهی انجام می‌شود را مشخص سازد و باید جزییات هر عملیات حرارتی اعمالی به قطعات شکل داده شده را بیان کند. وقتی که خریدار یا مرجع بازرسی نیاز داشته باشد، سازنده باید داده‌هایی ارائه کند که دستورالعمل آن را پشتیبانی نماید.

دستورالعمل شکل‌دهی شامل گرم‌کردن ورق باید بین خریدار و سازنده توافق شود.

۷-۳-۲-۲-۴-۲ فولاد آستینیتی

ورق‌های فولاد آستینیتی که برای کار گرم حرارت می‌بینند باید به‌صورت یکنواخت در یک فضای خنثی یا اکسایشی بدون برخورد با شعله تا دمایی که بیش از دمای توصیه شده کار گرم جنس نباشد گرم شوند. تغییر شکل پس از کاهش دمای مواد به زیر ۹۰۰ درجه سانتی‌گراد نباید اتفاق بیفتد. گرم کردن موضعی نباید به‌کار رود.

پس از تکمیل کار گرم جنس باید تا دمای نرم شدگی توافق شده برای دوره‌ای بیش از ۳۰ دقیقه گرم شود.

دمای نرم‌شدگی و دوره کار شده گرم مواد سنگین باید بین خریدار و سازنده توافق شود. بعد از نرم شدگی، سطوح باید پوسته‌زدایی شوند.

۷-۳-۲-۲-۵ ساخت ورق‌های پوسته و کلگی‌ها

ورق‌های پوسته باید تا منحنی صحیح شکل‌دهی شوند تا اطمینان حاصل شود که با رواداری‌های مشخص شده در آئین‌نامه قابل اعمال هماهنگی دارند.

در جایی‌که امکان‌پذیر است، ورق‌های کلگی و ته باید از یک ورق ساخته شوند. عدسی‌سازی و لبه‌کشی دور ورق‌های ته باید با دستگاه صورت گیرد، لبه‌کشی ترجیحاً در یک عملیات انجام شود. لبه‌سازی بخشی مجاز است به شرطی که بین خریدار و سازنده توافق گردد. لبه‌ها باید استوانه‌ای با سطح خوب و عاری از اعوجاج باشد.

۷-۳-۲-۲-۶ آزمایش ورق‌های شکل داده شده

همه ورق‌ها، پس از شکل دهی و قبل از انجام کار بعدی روی آن‌ها باید به‌صورت چشمی بازرسی شوند و ضخامت و هر آسیب مضر بررسی گردد.

۷-۳-۳ جوشکاری

۷-۳-۳-۱ همه جوشکاری‌ها باید با فرآیندهای جوشکاری قوسی با الکترود روکش دار (SMAW)[1] یا جوشکاری قوس زیر پودری (SAW) [2] انجام شود.

جوشکاری قوسی فلز در گاز (GMAW) [3] باید فقط به پاس ریشه و وضعیت افقی محدود شود. جوش آهنگری یا اکسیی استیلن قابل قبول نیست.

۷-۳-۳-۲ جوشکاری با فرآیندهای SAW باید تنها با تجهیزات تمام خودکار یا نیمه خودکار انجام شود.

۷-۳-۳-۳ الکترودهای جوشکاری باید کیفیت پذیرفته شده AWS یا معادل آن را داشته باشد. مواد جوشکاری برای کاربرد فولادهای کربنی باید انواع "کم هیدروژن" باشند.

۷-۳-۳-۴ قطعات آلیاژی همراه پودر گدازا (روان‌ساز) برای فنون جوشکاری قوس زیر پودری خودکار و نیمه خودکار می‌تواند به کار رود به شرط آنکه گدازا باید نو باشد (گدازای استفاده شده مجاز نمی‌باشد).

۷-۳-۳-۵ همه جوشکاری باید قبل از عملیات حرارتی کامل شده باشد.

۷-۳-۳-۶ کربن معادل برای همه موادی جوش داده شده با به کار بردن معادله زیر محاسبه می‌شود:

$$C\ eq. = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Ni + Cu)/15$$

$$\text{Carbon content (C): } C \leq 0.25\%$$

$$\text{Carbon equivalent (C eq.): } C\ eq. \leq 0.45\%$$

۷-۳-۳-۷ الکترودها، سیم‌ها و گدازه‌های جوشکاری باید طبق تجربیات توصیه شده سازنده حمل، نگهداری و استفاده شود. مواد مصرفی آسیب دیده یا غیرقابل ردیابی نباید به‌کار رود.

1- Shielded Metal Arc Welding
2- Submerged Arc Welding
3- Gas Metal Arc Welding

۷-۳-۳-۸ همه درزهای طولی و محیطی در پوسته و همه درزها در کلگی باید جوش‌های سربه سر دوطرفه کاملاً نفوذی "V" یا "U" باشد. جوش‌های روی هم مجاز نمی‌باشد. اتصالاتی که جهت جوشکاری دوطرفه قابل دسترسی نیستند می‌توانند سربه سر یک طرفه کاملاً نفوذی باشند.

۷-۳-۳-۹ درزهای طولی نزدیک باید شطرنجی (پله‌ای) باشد به‌صورتی که حداقل ۶۰ درجه فاصله زاویه‌ای بین جوش‌ها باشد.

درزهای پوسته باید دور از جوش‌های طولی اتصال داخلی واقع شود.

۷-۳-۳-۱۰ جوش‌های پایه‌های دامنی و دیگر ملحقات باید ذوب‌شدگی کامل برای تمام طول جوش داشته باشند و باید در محدوده‌های مجاز بریدگی کناره همپوشانی، گرده‌ها یا شیارهای درشت قرار گیرد.

۷-۳-۴ الکترودهای جوشکاری

توصیه می‌شود الکترودهای جوشکاری برای مواد روکش شده، مطابق جدول شماره ۴ به‌کار روند.

جدول ۴- الکترودهای جوشکاری برای مواد روکش شده

مشخصات ASTM	مواد روکش کاری	مشخصات الکترود جوشکاری – AWS*	
		جوش به فلز پایه	جوش به فلز روکش
A 263 A 264	Type 405 or 410S	E 310 - xx or E 309 - xx	E 310 - xx or E 309 - xx
	Type 304		E 308 – xx
	Type 304 L		E 308 L – xx
	Type 316 Type 316 L	E 310 - Mo – xx or E 309 - Mo - xx	E 316 – xx
			E 316 L – xx
	Type 321 or 347	E 310 - xx or E 309xx	E 347 – xx
A 265	UNS 04400 (Ni-Cu Alloy)	E Ni Cu – 7	E Ni Cu – 7
B 432	UNS C 70600 UNS C 72200 UNS C 71500 (Cu-Ni Alloy)	E Ni Cu - 7 or E Ni - 1	E Ni Cu - 7 or E Cu Ni
* علامت xx در الکترود AWS ۱۵ یا ۱۶ می‌باشد. رده معادل مشخصات AWS می‌تواند به‌کار رود.			

۷-۳-۵ جلوگیری از جدایش روکش

جلوگیری‌ها از جدایش روکش اندود فلز جوشی که می‌تواند در طی کارکرد ظرف با "کارکرد هیدروژن خاص" اتفاق بیفتد، باید در ساخت ظرف صورت پذیرد.

۷-۳-۶ پیش‌گرم کردن

منطقه پیش‌گرم باید دارای دمای برابر و یا بیشتر از حداقل دمای مشخص شده، در تمام جهات به فاصله ۷۵ mm (۳ in) و یا ۱٫۵ برابر ضخامت اسمی نسبت به نقطه جوشکاری، هر کدام که بیشتر است، باشد.

۷-۳-۶-۱ سازنده باید دمای پیش گرم پیشنهادی خود جهت جلوگیری از ترک خوردگی محدوده سخت شده در محدود تأثیر یافته از حرارت برای هرنوع از جوش شامل جوشهای همه اتصالات و خال جوش‌ها، ارائه نماید. هیچ جوشکاری نباید در زمانی که دمای فلز اصلی در ۲۰۰ mm اتصال کمتر از ۵ °C است، انجام شود. فولادهای آستینیتی به پیش گرم برای جوشکاری نیاز ندارند.

۷-۳-۶-۲ جایی که پیش گرم مشخص شد جوشکاری باید بدون وقفه ادامه یابد اگر، به‌هر حال، پیوستگی ایراد پیدا کرد، پیش گرم باید حفظ گردد یا اتصال باید به آرامی زیر پتوی عایق سرد شود. قبل از شروع مجدد جوشکاری، پیش گرم باید اعمال شود.

۷-۳-۶-۳ سطح پیش گرم باید حداقل ۲۰۰ mm، در صورت امکان، به مرکز جوش و امتداد پوسته دور همه محیط، عرض داشته باشد.

۷-۳-۷ عملیات حرارتی پس از جوش (PWHT)

۷-۳-۷-۱ ظروف جوش شده اگر طبق آئین‌نامه ASME مورد نیاز باشد و با توجه به موارد زیر باید تنش‌زدایی شوند:

الف- ظروف در معرض تنش خوردگی

ب- ظروف با ترکیب غیرمعمول

ج- ظروفی که تنش‌های بالا ممکن است در جوشها به دلیل قیود گسترش یابد.

۷-۳-۷-۲ در جایی که عملیات حرارتی پس از جوشکاری به‌دلیل فرآیند یا شرایط کارکرد مورد نیاز است، محدوده دمایی و زمان ماند باید توسط خریدار تأیید شود.

۷-۳-۸ رواداری‌ها

۷-۳-۸-۱ عمومی

به‌عنوان یک قاعده کلی، محدوده‌های پذیرش ابعادی به‌وسیله رواداری‌های مشخص شده در این استاندارد تعیین می‌گردد.

برای ظروف ساخته شده از لوله رواداری‌های قطر و خارج از گردی باید طبق مشخصات ASME مربوطه باشد.

۷-۳-۸-۲ رواداری‌های پوسته

۷-۳-۸-۲-۱ رواداری‌ها برای ظروف تحت فشار خارجی باید طبق آنچه در بخش I، قسمت VIII آئین نامه ASME تعیین شده، باشد.

۷-۳-۸-۲-۲ رواداری‌ها برای ظروف مواجه با فشار داخلی باید به‌صورت زیر باشد:

الف- رواداری‌های قطر داخلی اسمی پوسته اندازه‌گیری شده با اندازه‌گیری نواری خارجی در جدول شماره ۵ نشان داده شده است:

جدول ۵- رواداری مجاز قطر داخلی

قطر اسمی داخلی به میلی‌متر	< ۱۲۰۰	> ۱۲۰۰ تا ۲۱۰۰	> ۲۱۰۰ تا ۴۸۰۰	> ۴۸۰۰
رواداری به میلی‌متر	± ۳	± ۵	± ۶	± ۸

ب- مدور بودن (خارج از گردی)

تفاوت بین حداکثر و حداقل قطرهای داخلی باید طبق جدول شماره ۶ باشد:

جدول ۶- حداکثر در صد خارج از گردی قطر داخلی

تفاوت بین حداکثر و حداقل قطرهای داخلی	قطر اسمی داخلی ظرف به میلی‌متر
٪۰٫۸ قطر اسمی داخلی	تراز و شامل ۸۰۰
٪۰٫۵ قطر اسمی داخلی	بیش از ۸۰۰ تا ۳۰۰۰
۲۰ mm یا ٪۰٫۵ قطر اسمی داخلی هرکدام کمتر است	بیش از ۳۰۰۰ تا ۵۰۰۰
۲۵ mm یا ٪۰٫۴ قطر اسمی داخلی هرکدام کمتر است	بیش از ۵۰۰۰

۷-۳-۸-۳ راستی

حداکثر انحراف اندازه‌گیری شده از سطح بیرون ورق اصلی استوانه‌ای از یک خط مستقیم موازی با محور ظرف نباید بیش از ۱ mm درهر ۱۰۰۰ mm طول پوسته با حداکثر ۲۵ mm باشد.

۷-۳-۸-۴ طول

رواداری‌های طول کلی اندازه‌گیری شده بین خطوط مماسی باید طبق جدول شماره ۷ باشد:

جدول ۷- رواداری طول کلی

رواداری به میلی‌متر	طول به میلی‌متر
± ۲٫۰	تا و شامل ۱۰۰۰
± ۴٫۰	بیش از ۱۰۰۰ تا ۴۰۰۰
± ۸٫۰	بیش از ۴۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰
± ۱۳٫۰	بیش از ۱۰۰۰۰ و ظروف دارای ضخامت دیواره بیش از ۷۰ میلی‌متر

یادآوری- خطوط مماسی روی کلگی‌های عدسی شده از داخل و خارج در محل تلاقی قوس با بخش استوانه‌ای به صورت پایدار علامت‌گذاری می‌شوند.

۷-۳-۸-۵ رواداری‌های کلگی‌های شکل داده شده

رواداری‌های کلگی‌های شکل داده شده باید طبق آنچه در بخش I، قسمت VIII، ASME مشخص شده، باشد.

۷-۳-۸-۶ اتصالات

رواداری‌های اتصالات در زیر داده شده است. نامگذاری الفبایی در شکل ۱ توضیح داده شده است.

۷-۳-۸-۶-۱ نازل‌ها در پوسته‌ها و کلگی‌های گنبدی (به‌جز نازل‌های ابزار سطح سنجی)

الف- موقعیت

اندازه‌گیری شده از خط مماس ۶ mm±

ب- بیرون‌زدگی

برای نازل‌های روی پوسته اندازه‌گیری شده از انحنای پوسته و برای نازل‌های روی گنبد اندازه‌گیری شده از خط مماس، **۶ mm**±

ج- ترازی

سطح فلنج با صفحه تعیین شده و حداکثر $\frac{۱}{۲}$ درجه در هر جهت.

د- جانمایی زاویه‌ای شعاعی

اندازه‌گیری شده از خط مرکز مرجع تا خط مرکز نازل، ۱±درجه با حداکثر رواداری محیطی **۱۵ mm**.

هـ- جانمایی زاویه‌ای سوراخ پیچ

حداکثر چرخش **۱٫۵ mm** اندازه‌گیری شده در دایره پیچ.

یادآوری- سوراخ پیچ‌ها موازی خطوط مرکز است مگر آن‌که به‌صورت دیگر تعیین شده باشد.

و- انحراف خط مرکز نازل در کلگی

نباید بیش از ۳ mm باشد.

یادآوری- نازل‌ها و پایه‌ها برای مبدل‌های حرارتی پشت سرهم (سری) باید برای ترازی صحیح در طی ساخت به دلیل لقی ایجاد شده برای لایی‌های تعیین شده بازرسی شود.

۷-۳-۸-۶-۲ نازل‌های ابزار سطح‌سنجی

الف- فاصله

اندازه‌گیری شده از مرکز به مرکز ۱٫۵ mm±

ب- تفاوت بیرون‌زدگی

برای هر جفت از فلنج، اندازه‌گیری شده از انحنای پوسته ۱٫۰ mm.

ج- ترازی

هر سطح فلنج نازل با صفحه تعیین شده حداکثر $\frac{۱}{۴}$ درجه در هر جهت. بقیه رواداری‌ها برای نازل ابزار سطح سنجی باید طبق ۹-۸-۶ (الف)، (ب) و (ه) باشد.

۷-۳-۸-۶-۳ آدم‌روها

الف- موقعیت

اندازه‌گیری شده از خط مماس پایین ۱۲ mm± بقیه رواداری‌ها برای آدم‌روها باید طبق ۹-۸-۶ (د) و (ه) باشد.

ب- ارتفاع

اندازه‌گیری شده از انحنای پوسته ۱۲ mm±.

ج- ترازی

سطح فلنج حداکثر ۱ درجه در هر جهت.

۷-۳-۸-۶-۴ پایه‌های ظرف

الف- ارتفاع پایه

جدول ۸- رواداری تکیه‌گاه‌ها

رواداری به میلی‌متر	فاصله از خط مماس پایین‌تر از تکیه‌گاه یا پایه به میلی‌متر
±2.0	تا و شامل ۱۰۰۰
±4.0	بیش از ۱۰۰۰ تا ۴۰۰۰
±8.0	بیش از ۴۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰

ب- ناهمواری حلقه پایه یا نگهدارنده

۰/۲ درصد از قطر اسمی با حداکثر ۱۲ mm

ج- دایره گام پیچ فونداسیون

۳mm± برای ظروف با قطر داخلی کمتر از **mm** ۲۱۰۰

۶mm± برای ظروف با قطر داخلی بزرگتر یا مساوی **mm** ۲۱۰۰

د- فاصله بین پایه‌ها (ظرف افقی)

حداکثر **mm** ۳±

ه- ارتفاع پایه (ظرف افقی)

حداکثر **mm** ۵±

و۱- همواری سطح تکیه‌گاه پایه (ظرف افقی)

جهت عرضی حداکثر ۲ mm±

جهت طولی حداکثر۴ mm±

و۲- ارتفاع بالشتک تکیه‌گاه و پایین‌ترین خط موجود ظرف (ظرف افقی)

حداکثر۳ mm±

و۳- فاصله بین محور سوراخ‌های پیچ

و۴- فاصله بین قطرهای انتهای پایه زینی‌ها (ظرف افقی)

حداکثر۶ mm±

و۵- فاصله بین ارتفاع‌های انتهای بالشتک‌های تکیه‌گاه (ظرف افقی)

۰ تا ۵ mm+

و۶- فاصله بین محور پایه زینی و خط مماس یا خط مرجع ظرف (ظرف افقی)

حداکثر ۵ mm±

۷-۳-۸-۶-۵ نگهدارنده‌های سینی

الف- همواری (ترازی) نگهدارنده حلقوی سینی

بیشترین میزان اندازه‌گیری شده دورتا دور، رواداری ۰٫۱۵ درصد خارجی سینی با حداکثر ۴ mm

ب- موقعیت نگهدارنده حلقوی سینی

فاصله نگهدارنده حلقوی سینی تا خط مماس پایین **۶ mm**±

ج- فاصله بین دو نگهدارنده حلقوی سینی کنار هم

از نگهدارنده حلقوی سینی تا مرکز نازل کناری یا اتصال ابزار دقیق**۳ mm**± به‌جز برای فاصله نگهدارنده حلقوی سینی تخلیه تا مرکز نازل متناظر رواداری حداکثر هرکدام **۲ mm**± است.

د- فاصله عمومی صفحه پایین‌ریز تا محور ظرف

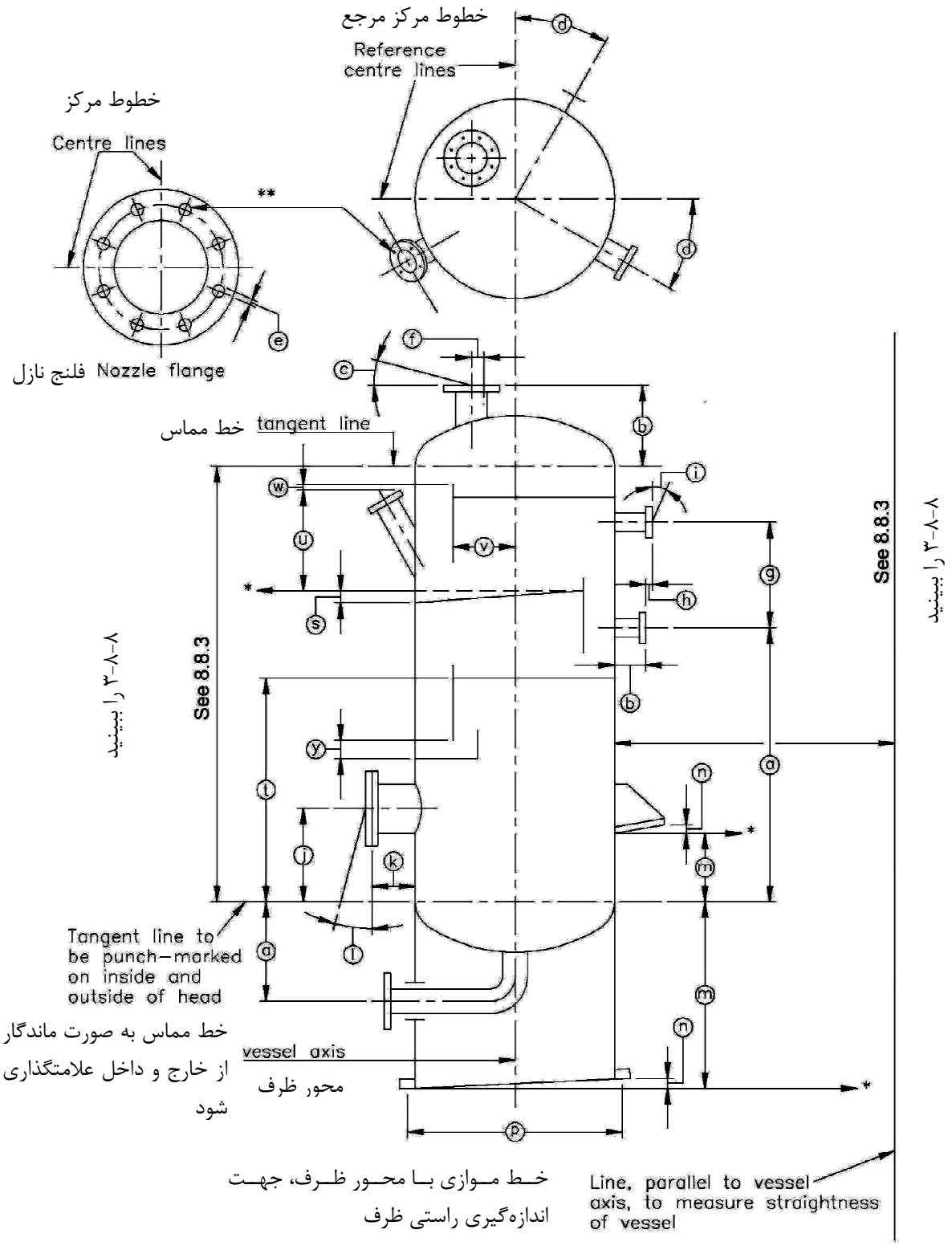
حداکثر **۳ mm**±

هـ- ارتفاع سرریز ثابت بالای نگهدارنده حلقوی سینی

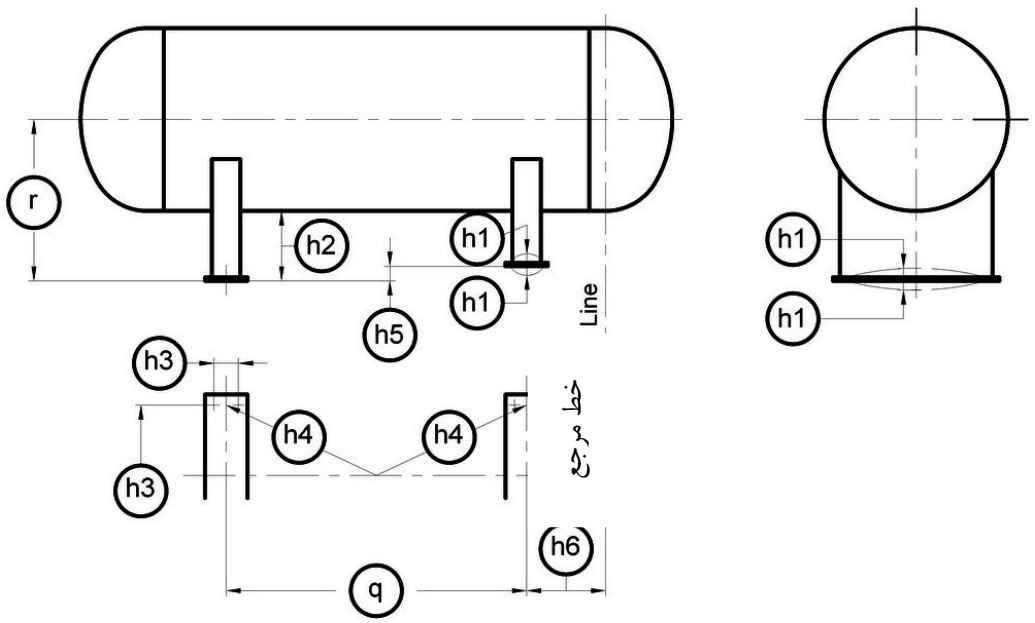
حداکثر ۳ mm±

و- فاصله از پایین پایین‌ریز تا نگهدارنده سینی

حداکثر ۳ mm±



شکل ۱-الف- علامتگذاری الفبایی



شکل ۱-ب- علامت‌گذاری الفبایی

۷-۴ بازرسی و آزمایش

۷-۴-۱ عمومی

۷-۴-۱-۱ واژه بازرس که در این استاندارد مورد استفاده قرار می‌گیرد، به بازرسی که توسط خریدار معین شده اطلاق می‌گردد.

۷-۴-۱-۲ گزارشات اطلاعات سازنده باید برای بازرس در زمان بازرسی موجود باشد.

۷-۴-۱-۳ زمانی که مهرکردن نشانه آئین‌نامه برای ظروف مورد نیاز نمی‌باشد، آیتم‌های بازرسی و آزمایش که در آئین‌نامه انجام آن توسط سازنده تعیین شده، به مانند حالتی که مهر زدن نشانه آیین‌نامه الزامی باشد در نظر گرفته شود.

۷-۴-۱-۴ برنامه آزمایش و بازرسی باید مطابق با شرح آزمون که در این استاندارد توصیف شده، آماده شود.

سازنده باید نماینده خریدار را حداقل ۱۰ روز کاری قبل از شروع ساخت و نسبت به برنامه زمانی هر آزمون که قرار است انجام پذیرد، مطلع سازد.

۷-۴-۱-۵ مسئولیت بازرسی ظرف منطبق با استاندارد ASME بر عهده سازنده می‌باشد. نماینده خریدار ظروف را در هر زمانی در طول ساخت بررسی کرده تا اطمینان حاصل کند که مواد ظرف و کار ساخت منطبق با این استاندارد و آئین‌نامه ASME می‌باشد.

۷-۴-۱-۶ تمام صفحات تقویتی یا هر قسمت وابسته به آن باید توسط هوا تا فشار ۱۵۰Kpa (۲۲$\frac{\mathbf{lb}}{\mathbf{in2}}$) قبل از عملیات حرارتی پس از جوش و یا آزمایش ایستابی، آزمون شوند. تمام جوش‌ها باید از داخل و خارج در طول آزمایش بازرسی گردند. سوراخ‌های آزمون باید در حین آزمون ایستابی باز باشند و با یک نشت بند غیرسخت شونده یا گریس سنگین بعد از آزمون ایستابی کور شوند.

۷-۴-۱-۷ تمام درپوش‌ها، لایی‌ها، پیچکاری، دستگاه و ابزارآلات برای بازرسی و آزمایش باید توسط سازنده فراهم شود.

۷-۴-۲ بازرسی مواد

۷-۴-۲-۱ بازرسی مواد باید به‌منظور تأیید گواهی نامه‌های مواد یا گزارشات آزمون نورد قسمت‌های تحت فشار انجام پذیرد.

۷-۴-۲-۲ زمانی که کارکرد هیدروژن یا سولفید هیدروژن مرطوب معین شود، تمام مواد ورق مورد استفاده برای بخش‌های تحت فشار باید در معرض آزمایش فراصوت قرار داده شوند. روش و معیار پذیرش آزمایش فراصوت برای جنس ورق‌ها که برای ظروف مورد استفاده قرار می‌گیرند، باید منطبق با پذیرش "سطح اول"، مشخصات استاندارد A 578, ASTM باشند.

۷-۴-۲-۳ مواد عملیات حرارتی شده

نمونه‌های مورد آزمایش باید از جنس واقعی ظرف که در معرض عملیات حرارتی کامل معادل با مواد ظرف در شرایط نهایی ساخت قرار گرفته‌اند، آماده گردند.

۷-۴-۳ بازرسی جوش

۷-۴-۳-۱ آزمایش پرتونگاری

۷-۴-۳-۱-۱ پرتونگاری باید براساس استاندارد ASME انجام شود.

۷-۴-۳-۱-۲ آزمایش پرتونگاری باید قبل از عملیات حرارتی پس از جوش، انجام پذیرد، مگر زمانی که استاندارد معین کند که آزمایش باید بعد از عملیات حرارتی انجام پذیرد.

۷-۴-۳-۱-۳ جوش‌های لب به لب پایه دامنی باید به‌صورت زیر بررسی شوند:

الف- جوش تمام شده باید توسط پرتونگاری نقطه‌ای بازرسی گردد.

ب- حداقل یک پرتونگار باید برای هردو درز محیطی و یکی برای هردو درز عمودی، در مکان‌هایی که توسط بازرس انتخاب می‌شود، انجام پذیرد. حداقل دو پرتونگار باید از هر کار جوشکاری گرفته شود.

ج- به‌جای پرتونگاری نقطه‌ای، آزمایش ذره مغناطیسی باید روی هر سطح مجدداً حفر شده پشتی قبل از جوشکاری مجدد و روی قطر خارجی و داخلی پاس (ردیف) پوششی انجام پذیرد.

۷-۴-۳-۱-۴ پرتونگارها باید دانسیته آشکارسازی بالا بین دو و سه داشته باشند. فیلم با اختلاف شدت فروزندگی بالا باید استفاده شود. صفحه تصویر تقویت‌کننده فلورسنت نباید استفاده شود.

۷-۴-۳-۱-۵ اگر جوش در معرض عملیات‌های شکل‌دهی قرار می‌گیرد، همانطوری که ممکن است در یک کلگی جوش داده شده اتفاق بیفتد، آزمایش پرتونگاری باید بعد از شکل‌دهی انجام پذیرد.

۷-۴-۳-۱-۶ براساس استاندارد ASME اگر پرتونگارها عیوب غیرقابل قبولی را نشان دهند، جوش معیوب باید

برش داده شده و دوباره جوش داده شود.

۷-۴-۳-۲ آزمایش فراصوت

موارد خاص ذیل باید توسط سازنده لحاظ شود:

الف- در شرایط ذیل انجام ۱۰۰٪ آزمایش فراصوتی بعد از عملیات حرارتی پس از جوشکاری الزامی است:

۱- برای کارکرد سرویس ترش

۲- برای کارکرد هیدروژن در دمای طراحی°C ۲۲۰ و بالاتر

ب- در خصوص تجهیزات ساخته شده از متریال کم آلیاژ (Cr-Mo) انجام ۱۰۰٪ آزمایش فراصوتی قبل و بعد از عملیات حرارتی پس از جوشکاری الزامی است.

جایی‌که آزمایش فراصوتی معین شود، باید قبل از عملیات حرارتی پس از جوش، انجام پذیرد، به جز زمانی که استاندارد مشخص کرده که آزمایش باید بعد از عملیات حرارتی انجام پذیرد. بخشی از آزمایش ممکن است توسط بازرس در کارگاه مشخص شود.

۷-۴-۳-۳ آزمایش ذره مغناطیسی (MT) و آزمایش مایع نافذ (PT)

آزمایش ذره مغناطیسی و آزمایش با مایع نافذ و معیار پذیرش باید براساس استاندارد ASME انجام شود.

۷-۴-۳-۳-۱ آزمایش ذره مغناطیسی و معیار پذیرش باید مطابق با پیوست شش، بخش اول، قسمت هشتم استاندارد ASME انجام شود. روش القای D-C باید قبل از عملیات حرارتی پس از جوش نهایی و روش دو شاخه یا کویل .A.C باید بعد از عملیات حرارتی پس از جوش نهایی استفاده شود.

۷-۴-۳-۳-۲ آزمایش ذره مغناطیسی جوش‌ها باید شامل نواری از فلز پایه به عرض حداقل ۲۵ mm روی هر طرف از جوشها باشد.

۷-۴-۳-۳-۳ آزمایش مایع نافذ جوش‌ها باید شامل نواری از فلز پایه به عرض حداقل ۲۵ mm روی هر طرف از جوش باشد.

۷-۴-۳-۳-۴ جوش‌های گوشه روی کلگی‌های میانی باید بعد از آزمایش ایستابی، تحت آزمایش مایع نافذ یا ذره مغناطیسی قرار داده شود.

۷-۴-۳-۳-۵ به‌جز برای فولاد زنگ نزن آستینیتی و فولادهای نیکلی، موادی که دارای:

الف- حداقل مقاومت کششی معین شده ۵۵۰Mpa (۸۰۰۰۰ $\frac{lb}{m2}$) یا بزرگتر باشد.

ب- مقدار کلی آلیاژ اسمی بزرگتر از ۴ درصد.

باید تمام جوش‌های منضم و کلیه میلگردهای سوارسازی سطوح و غیره. جایی که موقتی وصل شوند، قبل از P.W.H.T.[1] (دستورالعمل عملیات حرارتی پس از جوش) نهایی و بعد از آزمایش ایستابی، توسط روش‌های ذره مغناطیسی بررسی شوند.

۷-۴-۳-۴ آزمون سختی

۷-۴-۳-۴-۱ سازنده باید کیفیت عملیات حرارتی پس از جوشکاری را با انجام آزمون سختی سنجی بر روی جوش‌های تولیدی بررسی نماید. آزمون سختی سنجی باید روی درزهای جوش شامل ناحیه‌های تأثیر پذیرفته از حرارت اتصالات

نوع A، B، C و D (تنها برای اتصالات شیاری که اتصال دارای قطر اسمی ۵۰mm (۲NPS) بزرگتر می‌باشد) براساس استاندارد ASME باید انجام شود.

۷-۴-۳-۴-۲ آزمون سختی باید برای قطعات جوش خورده با هر دستورالعمل جوشکاری در هر ظرف انجام پذیرد.

۷-۴-۳-۴-۳ محل‌های آزمون سختی باید توسط بازرس معین شود.

۷-۴-۳-۴-۴ محلی که باید روی آن آزمون سختی انجام پذیرد، باید تمیزکاری شود.

۷-۴-۳-۴-۵ سختی قسمت‌های سرد/گرم شکل داده شده، فلز پایه، فلز جوش و محدوده تأثیر پذیرفته از حرارت (HAZ) مربوطه برای تمام جوش‌ها در سرویس‌های عادی نباید از محدوده مشخص شده در جدول شماره ۹ بیشتر شود:

جدول ۹- حداکثر سختی مجاز قسمت‌های سرد/گرم شکل داده شده، فلز پایه، فلز جوش و محدوده تأثیر پذیرفته از حرارت (HAZ) مربوطه برای تمام جوش‌ها در سرویس‌های عادی

شماره P مواد	سختی برینل
P-1	۲۲۵
P-3, P-4	۲۲۵
P-5, P-6, P-7	۲۳۵
P-10	۲۲۵

درخصوص سرویس‌های خاص (برای مثال سرویس‌های ترش، آمین و سود و...) مقدار سختی اندازه‌گیری شده می‌بایست براساس معیارهای پذیرش مشخص شده در استانداردهای مربوطه

(همانند NACE MR-0175/ISO 15156, NACE SP 0472,...) صحه‌گذاری شوند.

۷-۴-۴ مستندات بازرسی و آزمایش

مستندات بازرسی و آزمایش سازنده باید مطابق با جدول شماره ۱۰ آماده شود:

الف- مستندات بازرسی ابعادی

1- Post Weld Heat Treatment

ب- سند آزمایش پرتونگاری

ج- سند آزمایش ماوراء صوتی

د- سند آزمایش ذره مغناطیسی

هـ- سند آزمایش مایع نافذ

۷-۴-۵ دامنه بازرسی و آزمایش

به‌طور کلی، موارد بازرسی و آزمایش یا تأیید مستندات در کارگاه سازنده باید همانند آنچه در جدول شماره ۱۰ نشان داده شده، باشد.

جدول ۱۰- دامنه بازرسی و آزمایش

ملاحظات	تقسیم کار		موارد بازرسی و آزمایش
	MFR	C	
قبل از ساخت	S	R	۱- ارزیابی کیفی جوشکاری ۱-۱ تأیید سند ارزیابی کیفی دستورالعمل
	Tr & S	R	۱-۲ آزمون ارزیابی کیفی دستورالعمل جوشکاری
	Tr & S	R	۱-۳ آزمون ارزیابی کیفی کارآیی جوش
	S	R	۱-۴ تأیید فهرست جوشکار ماهر
			۲- بازرسی مواد
	Tr & S	R	۲-۱ تأیید گزارش گواهینامه آزمون نورد مواد
	Tr & S	R	۲-۲ آزمایش‌های غیرمخرب
			۳- بازرسی اجزاء
		W	۳-۱ بازرسی ورق راهنما و پیچ‌های مهار
		R	۳-۲ بازرسی اتصال انبساطی
	Tr & S	R	۳-۳ بازرسی کلگی شکل داده شده و مخروطی
			۴- بازرسی آماده‌سازی لبه جوش
قسمت برداشته شده از داخل اتصال دوشیاره	Tr & S	R	۴-۱ آزمایش دره مغناطیسی یا مایع نافذ
	Tr	R	۴-۲ بازرسی جفت و جور کردن
			۵- بازرسی جوشکاری
تأیید فیلم	T	W	۵-۱ بازرسی چشمی برای قطعات بهم جوش خورده
	Tr & S	W/R	۵-۲ آزمایش پرتونگاری
	Tr & S	W/R	۵-۳ آزمایش ذرات مغناطیسی
	Tr & S	W/R	۵-۴ آزمایش مایع نافذ
	Tr & S	W/R	۵-۵ آزمایش فرا صوت
	Tr & S	W/R	۵-۶ آزمون سختی
	Tr & S	R	۵-۷ تأیید عملیات حرارتی

جدول ۱۰- دامنه بازرسی و آزمایش (ادامه)

ملاحظات	تقسیم کار		موارد بازرسی و آزمایش
	MFR	C	
نقشه اجمالی چون ساخت با موقعیت‌ها و شماره ذوب مواد			۶- بازرسی برای ظرف کامل شده
	Tr & S	W/R	۶-۱ بازرسی ابعادی کلی
	T	W	۶-۲ بازرسی سطح کامل شده
	Tr	W	۶-۳ بازرسی نصب اجزای داخلی و سینی
	Tr & S	R	۶-۴ تأیید نشان‌های شناسایی مواد روی ظرف
فهرست لوازم جانبی یا یک رونوشت از فهرست بسته بندی لوازم جانبی	Tr & S	W	۶-۵ آزمون فشار
	Tr & S	R	۶-۶ آزمون نشتی برای صفحه تقویتی مجرا
	Tr & S	R	۷- تأیید لوازم جانبی

اختصارات:

MFR: سازنده

R: تأیید کردن به وسیله بررسی مستندات آزمون/ بازرسی سازنده

W: بازرسی/آزمایش حضوری

Tr: بازرسی/آزمایش خود سازنده به همراه سندی که آماده می‌شود.

T: بازرسی/آزمایش خود سازنده

S: ارائه سند بازرسی/آزمایش سازنده

P: خریدار

۷-۴-۶ آزمایش ایستابی

۷-۴-۶-۱ بعد از این‌که ساخت ظرف کامل شد و ظرف تنش‌زدایی شد، آزمون ایستابی باید براساس آئین‌نامه ASME انجام پذیرد.

۷-۴-۶-۲ کلیه آزمون‌های ایستابی باید در حضور بازرس مجاز آئین‌نامه ASME یا با صلاحدید خریدار، نماینده خریدار انجام پذیرد. ظروف نباید قبلاً توسط سازنده آزمایش شده باشند.

۷-۴-۶-۳ در طول آزمایش ایستابی ظروف افقی باید روی تکیه گاه‌های زینی قرار داده شوند.

۷-۴-۶-۴ دمای آب براساس استاندارد ASME در نظر گرفته شود.

۷-۴-۶-۵ بعد از آزمون ایستابی نهایی، ظرف باید تخلیه شده و کاملاً خشک گردد.

۷-۴-۶-۶ ظرف با اجزای یکپارچه از جنس فولاد زنگ‌نزن استینیتی یا پوشش داده شده با آن باید دارای آب آزمونی با مقدار کلراید کمتر یا مساوی ۵۰ ppm باشد و برای کربن استیل از ۱۵۰ ppm بیشتر نشود.

۷-۴-۶-۷ فشار آزمون باید حداقل ۳۰min نگه داشته شود.

۷-۴-۶-۸ آزمون هوا برای ظروفی که تا حدی یا کاملاً با هوا پرشده‌اند می‌تواند با موافقت قبلی انجام پذیرد.

۷-۴-۶-۹ هیچگونه تغییر شکل غیرمعمولی یا نشت سیال واسط آزمون قابل قبول نمی‌باشد.

۷-۵ آماده‌سازی برای حمل

۷-۵-۱ تمیزکاری و کور کردن

ظرف باید عاری از آلودگی جداشدنی، کثیفی و ماده خارجی باشد. مایع مورد استفاده برای آزمایش یا تمیزکاری باید کاملاً تخلیه شود. سوراخ‌های ظرف باید کور شود.

ظروف با آلیاژ بالا باید توسط دمیدن با هوا خشک گردند و تمامی نازل‌ها، آدم‌روها، خروجی‌ها به هوا و دهانه‌های اتصالات باید کور، گرفته یا سرپوش‌گذاری شوند تا مانع از ورود رطوبت شود.

۷-۵-۲ سطوح خارجی از جنس فولاد کربنی که ماشینکاری شده یا دندانه‌دار شده و آلیاژهای آهن با ترکیب شیمیایی اسمی 12Cr و پایین‌تر باید در طول حمل و ذخیره‌سازی بعدی، در برابر خوردگی به وسیله پوشش با نوعی از زنگ‌نزن محافظت گردد که:

۱) یک حفاظت دوازده ماهه برای ذخیره‌سازی در فضای آزاد در معرض محیط صنعتی معمولی فراهم نماید.

۲) قابل برداشته شدن به وسیله حلال‌های معدنی یا هرگونه حلال استاندارد باشد.

۷-۵-۳ حفاظت در برابر آب نمک

فولادهای زنگ‌نزن آستینیتی استفاده شده در ظروف نباید در معرض رطوبت آب نمک یا افشانه نمک قرار گیرند، پوشش‌ها یا روکش‌های حفاظتی مورد استفاده برای در معرض قرار نگرفتن باید توسط خریدار تائید شود.

۷-۵-۴ تکیه‌گاه‌های موقتی که در تماس با ظروف با آلیاژ بالا، برای حمل و ذخیره‌سازی قرار دارند نباید از موادی که رطوبت را نگه می‌دارند مانند چوب خام باشند.

۷-۵-۵ رنگ و حفاظت

۷-۵-۵-۱ الزامات رنگ کاری باید همانطوری که در سفارش خرید معین شده یا بر طبق IPS-E-TP-100 باشند.

تمام ظرف (شامل داخل پایه دامنی، بیرون کلگی کف، تمام حلقه پایه و تمام ضمایم پایه دامنی) باید آسترزنی یا رنگ شود. در نازل‌ها باید روی لبه‌های فلنج، سوراخ‌های پیچ داخل و تا سطح لایی رنگ شوند. قبل از حمل، ظرف باید توسط گاز خنثی تحت فشار از داخل پاک‌سازی شود.

۷-۵-۵-۲ لبه‌های آزاد پوسته که در ۲ قطعه یا بیشتر حمل می‌شود، باید توسط نبشی‌های حلقه‌ای جوشی جلوتر از لبه‌ها، حفاظت شود.

۷-۵-۵-۳ هر قطعه آزاد یا سرهم شده باید به طرز صحیحی حفاظت شود تا از آسیب‌دیدگی در طول حمل معمولی و جابجایی جلوگیری شود.

۷-۵-۶ نشانه‌گذاری

۷-۵-۶-۱ تمام اجزا برای شناسایی و آماده‌سازی حمل باید نشانه‌گذاری شوند.

۷-۵-۶-۲ هر قطعه جداشدنی از تجهیز که به‌طور جدا از ظرف حمل خواهد شد، باید توسط یک پلاک فلزی مشخص شود. پلاک باید به طور مطمئنی توسط سیمی از جنس فولاد زنگ‌نزن به هر قطعه بسته شود.

پلاک شناسایی باید فلزی بوده و شماره تجهیز، شماره سکو، شماره قطعه و تعداد کل قطعات روی آن حک شده باشد. شماره تجهیز ظرفی که قطعه مربوط به آن می‌باشد. باید روی پلاک شناسایی مشخص شده باشد.

۷-۶ ضمانت نامه

۷-۶-۱ فروشنده باید ظرف را در برابر عیوب ناشی از ساخت مواد و طراحی مکانیکی و فرآیندی نادرست براساس توافق بین کارفرما و فروشنده ضمانت نماید (پیوست (و) را مشاهده کنید).

۷-۶-۲ فروشنده باید به‌طور رایگان تعمیر یا تعویض هر قطعه‌ای که دارای عیب بوده، یا ساخت نامناسب داشته را در طول زمان ضمانت، انجام دهد.

۷-۷ اطمینان از کیفیت

۷-۷-۱ انتظار می‌رود که سازنده یک سامانه کیفیت را به‌منظور برآورده ساختن الزامات این استاندارد ایجاد کند. این سامانه باید منطبق با بخش مربوطه استاندارد ISO 9001 باشد.

۷-۷-۲ اسناد مثبته مشخصه مواد یا تأییدیه آلیاژ مواد، زمانی که توسط خریدار مورد نیاز می‌باشد، باید به‌صورت مجزا مشخص شود.

۸ سینی‌ها

۸-۱ دامنه کاربرد

۸-۱-۱ این استاندارد حداقل الزامات طراحی، مواد، ساخت، بازرسی، آزمایش و آماده سازی برای حمل سینی‌ها و سایر اجزای داخلی ظرف همراه با برگه مشخصات اجزای داخلی برج و تعدادی نقشه‌های استاندارد را در بر می‌گیرد.

۸-۱-۲اجزای داخلی راکتورهای بستر ثابت یا بستر سیال در این بخش از استاندارد قرار نمی‌گیرد.

۸-۱-۳این استاندارد مشخصات، الزامات پایه داده شده در بخش اول این استاندارد "استاندارد مهندسی و کالا برای برج‌ها و ظروف تحت فشار" را تکمیل می‌کند.

۸-۲ مواد

۸-۲-۱ مواد ساخت باید طبق آنچه در داده‌برگ یا سفارش خرید معین شده، باشد.

پیشنهادات فروشنده برای استفاده از مواد یا ضخامت‌های دیگر نسبت به آنچه که معین گردیده، باید برای تأیید به خریدار ارائه گردد.

۸-۲-۲ جایی‌که جنس سینی از فولاد زنگ‌نزن تعیین شود، صفحه سینی و اجزای شیر باید از همان جنس باشد.

۸-۲-۳ رده‌های فولاد آسان ماشین‌کاری شو نباید استفاده شود، اما مهره‌های نوع 416 که براساس استاندارد ASTM A 194 Gr 6F همراه با سلنیوم تهیه شده‌اند برای استفاده با پیچ‌های از نوع ASTM A 193 B6 قابل قبول می‌باشند.

۸-۲-۴ مشخصات و رده‌های مجاز برای تعدادی از مواد اجزای داخلی استاندارد به‌صورت زیر می‌باشند، مگر اینکه به‌نحو دیگری در داده‌برگه یا سفارش خرید مشخص شده باشد:

۸-۲-۴-۱ مجموعه‌های ساخته شده فولادی زنگ‌نزن فریتی و مارتنزیتی

۸-۲-۴-۱-۱ مواد صفحه و ورق باید براساس استاندارد ASTM A 240 از نوع فولاد زنگ‌نزن نوع410, 410S یا 405 با کیفیت پرداخت شماره یک یا معادل آن باشند.

۸-۲-۴-۱-۲ نگهدارنده‌های حلقوی، تسمه‌های پایین‌ریز و سایر اجزایی که به بدنه ظرف جوش داده می‌شوند، باید از جنس مشابه (از لحاظ گرید) مواد دیواره ظرف باشد.

۸-۲-۴-۱-۳ جنس پیچ‌ها باید از فولاد زنگ‌نزن نوع 410 که از استاندارد رنگ ابی در این بند سفید شوندASTM A 193 Gr. B6تبعیت می‌کند باشد و جنس مهره‌ها باید ASTM A 194 Gr. 6 یا معادل آن باشند.

۸-۲-۴-۲ مجموعه‌های مونلی

۸-۲-۴-۲-۱ کلیه مواد صفحات و ورق‌ها باید از مونل جوش‌خور نوردگرم شده، بازپخت شده و اسیدشویی شده براساس استاندارد ASTM B-127 باشند.

۸-۲-۴-۲-۲ نگهدارنده‌های حلقوی و تسمه‌های پایین‌ریز و سایر اجزای جوش شده به ظرف باید براساس بند ۸-۲-۴-۲-۱ باشند.

۸-۲-۴-۲-۳ جنس تمام پیچ‌ها باید مونل باشد.

۸-۲-۴-۳ مجموعه‌های فولادی زنگ‌نزن آستینیتی

۸-۲-۴-۳-۱ مواد صفحه و ورق باید برطبق استاندارد ASTM A 240 از نوع فولاد زنگ‌نزن نوع 304 با کیفیت پرداخت شماره یک یا معادل آن باشند.

۸-۲-۴-۳-۲ نگهدارنده‌های حلقوی، تسمه‌های پایین‌ریز و سایر اجزایی که به بدنه ظرف جوش داده می‌شوند باید از جنس فولاد کربنی با استاندارد ASTM A 283-C یا معادل آن باشند، مگر در جایی‌که مواد فولادی آلیاژی معین شده یا دمای طراحی°C ۳۴۳ (۶۵۰°F) و یا بالاتر باشد، آن‌ها باید از جنس مواد دیواره ظرف باشند.

۸-۲-۴-۳-۳ جنس پیچ باید از فولاد زنگ‌نزن از نوع 304 که از استاندارد ASTM A 193 Gr. B8 تبعیت می‌کند باشد و مهره‌ها باید A 194 Gr. 8 یا معادل آن باشند.

۸-۲-۴-۴ مجموعه‌های فولاد کربنی

۸-۲-۴-۴-۱ مواد میلگرد و ورق باید براساس استاندارد ASTM A 283-C یا معادل آن باشند. جنس تسمه و ورق باید رده تجاری فولاد کربنی باشد، مگر زمانی که دماهای طراحی ظرف ۳۴۳°C (۶۵۰°F) یا بالاتر باشند.

۸-۲-۴-۴-۲ برای ظروفی با دماهای طراحی ۳۴۳ °C (۶۵۰°F) یا بالاتر، مواد میلگرد و ورق باید از جنس دیواره ظرف باشد.

۸-۲-۴-۴-۳ جنس پیچ باید همانند پاراگراف ۲-۲-۴-۱-۳ باشد.

۸-۲-۵ لایی‌ها

۸-۲-۵-۱ به‌علت خطرات بهداشتی همراه با مواد آزبستی (پنبه نسوز)، تمام لایی‌ها باید عاری از آزبست باشند.

۸-۲-۵-۲ لایی‌های داخلی

لایی‌های غیرفلزی باید به‌صورت یک تکه ساخته شوند، مگر آنکه به‌نحو دیگری مشخص شده باشد.

۸-۲-۶ واشرها

کلیه پیچ‌کاری‌ها باید دارای واشر با کیفیتی مانند پیچ‌ها و مهره‌ها باشند.

۸-۳ طراحی

۸-۳-۱ عمومی

۸-۳-۱-۱ کلیه مجموعه‌های ساخته شده داخلی باید به‌نحوی طراحی شوند که مشکلات خوردگی (شامل خوردگی از نوع گالوانیک و تنشی) و کرنش تفاضلی را لحاظ نمایند.

۸-۳-۱-۲ سینی‌های ظروف به غیر از سینی‌های بیرون کشنده با قطر کمتر از ۸۰۰mm باید از نوع کارتریج باشند.

۸-۳-۱-۳ طراحی سینی‌ها باید به نحوی باشد تا اطمینان حاصل کند که در اثر ارتعاش شل نشوند.

۸-۳-۲ بارها و تنش‌ها

۸-۳-۲-۱ بارهای طراحی

سینی‌ها، تشتک‌ها، جعبه‌های بیرون کشنده یا اجزای داخلی مشابه باید طوری طراحی شوند تا وزن خود، همراه با بارهای زنده زیر در دماهای طراحی را تحمل کنند:

الف- سینی‌های تفکیک

بار زنده طراحی باید بزرگتر از ۹۸ $\frac{kg}{m2}$ یا معادل وزن آب با ارتفاع ۵۰mm بیشتر از سرریز نصب شده باشد. در عملیات معمولی انحراف افقی سینی نباید از $\frac{1}{900}$ قطر برج بیشتر شود.

ب- فضاهای زیر پایین‌ریز

بار زنده طراحی باید بزرگتر از $\frac{kg}{m2}$ ۳۱۴ و یا معادل ارتفاع آب که نصف ارتفاع پایین‌ریز باشد، معین شود.

۸-۳-۲-۲ برای اهداف تعمیراتی، تمام مجموعه‌های ساخته شده باید برای بار متمرکز ۱۳۵kg در هر نقطه و در دمای محیط طراحی شوند.

۸-۳-۲-۳ تنش‌های مجاز

تنش‌های مجاز تمام مواد سازه‌ای باید مطابق با بخش اول قسمت VIII، آئین‌نامه ASME "ظروف تحت فشار" باشند.

در مورد خوردگی از نوع تنش، تنش مجاز را باید تا $\frac{۱}{۲}$ تنش مجاز در آئین‌نامه ASME کاهش داد.

۸-۳-۳ نگهدارنده سینی

۸-۳-۳-۱ عمومی

در جایی‌که تیرهای نگهدارنده یا سایر مواد به دیوار ظرف تحت فشار پیچ می‌شوند، سوراخ‌های لوبیایی باید ایجاد شوند. مکان این سوراخ‌ها باید توسط سازنده سینی معین شود. سینی‌ها باید به‌نحوی به نگهدارنده‌های حلقوی و تیرها بسته شوند که بتوان به آسانی آن را بالا یا پایین آورد.

۸-۳-۳-۲ حلقه‌ها

سینی‌های انباشه باید در ستون‌هایی با قطر اسمی کمتر از۸۰۰mm نصب گردند.

برای ستون‌های با قطر اسمی ۸۰۰mm یا بزرگتر، نگهدارنده‌های حلقوی سینی باید به دیوار ستون جوش داده شوند. برای نگهدارنده‌های حلقوی، مرجع مورد استفاده پیوست (د) این استاندارد می‌باشد.

۸-۳-۴ خوردگی مجاز

۸-۳-۴-۱ خوردگی مجاز تمام سطوح طبقات، خرپاهای تیری یا سایر اجزای نگهدارنده مجموعه‌های ساخته‌شده فولاد کربنی باید $\frac{۱}{۴}$ خوردگی مجاز مشخص شده برای دیوار ظرف باشد.

۸-۳-۴-۲ برای نگهدارنده‌های حلقوی و سایر مواردی که مستقیماً به دیوار ظرف جوش داده می‌شوند، نصف خوردگی مجاز دیواره ظرف باید روی دو طرف آن لحاظ گردد.

۸-۳-۵ ضخامت سینی

۸-۳-۵-۱ حداقل ضخامت سینی‌های فولادی زنگ‌نزن باید به‌صورت زیر باشد:

الف- حداقل ضخامت به همراه خوردگی مجاز برای سینی‌های از جنس فولاد زنگ نزن و متعلقات لایی‌ها، می‌بایست به‌شرح زیر باشد:

- سینی کف ۲mm

- مابقی قطعات داخلی ۲mm

- قطعاتی که به بدنه ظرف جوشکاری می‌شوند ۶mm

ب- حداقل ضخامت به‌همراه خوردگی مجاز برای سینی‌های از جنس فولاد کربنی و متعلقات لایی‌ها، باید به‌شرح زیر باشد:

- سینی کف ۳/۵mm

- مابقی قطعات داخلی ۳/۵mm

- قطعاتی که به بدنه ظرف جوشکاری می‌شوند ۱۰mm

۸-۳-۵-۲ حداقل ضخامت سینی‌های فولاد کربنی باید به‌صورت زیر باشد:

Tray floor	کف سینی	۱٫۵ میلی‌متر:
Long caps	سرپوش‌های بلند	۲٫۰ میلی‌متر:
Round caps	سرپوش‌های گرد	۳٫۶ میلی‌متر:
Support rings	نگهدارنده‌های حلقوی	۹٫۰ میلی‌متر:
Downcomer bars	تسمه‌های پایین‌ریز	۹٫۰ میلی‌متر:
Parts welded to vessel	قسمت‌های جوش داده شده به ظرف	۹٫۰ میلی‌متر:
Floor plates for sieve and dual flow trays	ورق‌های کف برای سینی‌های غربالی و دوجریانه	۲٫۰ میلی‌متر:
Beams	تیرها	۲٫۰ میلی‌متر:
All other tray parts	سایر قسمت‌های سینی	۳٫۶ میلی‌متر:

۸-۳-۶ پیچ‌ها و مهره‌ها

۸-۳-۶-۱ حداقل اندازه پیچ باید براساس UNC 3/8 یا ISO M-10 باشد.

۸-۳-۶-۲ رزوه‌پیچ‌ها و مهره‌ها باید از استاندارد ASME B 1.1 یا ASME B1.13M تبعیت کرده و سری‌های دنده به‌کار گرفته شده باید برای تمام اندازه‌ها UNC باشد.

۸-۳-۶-۳ مهره‌ها باید از استاندارد ASME B 18.2.2 "مهره سنگین شش‌وجهی" تبعیت کنند؛ اما "مهره سنگین شش‌وجهی فشرده" باید به‌صورت مشخص شده به‌کار برده شوند.

۸-۳-۶-۴ کلاس رواداری دنده پیچ‌ها و مهره‌ها باید از کلاس 2A و 2B استاندارد ASME تبعیت کنند.

۸-۳-۷ آدم‌روها و دسترسی سینی

۸-۳-۷-۱ دسترسی به سینی‌ها باید به‌صورت زیر فراهم گردد:

تمامی سینی‌ها به‌جز کارتریج‌ها می‌بایست به مسیر آدم‌رو مجهز باشند.

ج- سینی‌هایی که دارای دوگذر مایع یا بیشتر می‌باشند باید روی هر گذر آدم‌رو داشته باشند.

۸-۳-۷-۲ آدم‌روهای سینی باید به‌صورت زیر باشند:

الف- آدم‌روهای سینی باید حداقل دهانه مستطیلی ۳۸۰ mm×۴۶۰ mm را فراهم کنند در صورت نیاز دهانه مستطیلی ۳۳۰mm ×۵۶۰ mm می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

ب- اگر دهانه زیر یا میان تیرهای نگهدارنده اصلی کمتر از مقدار بیان شده در بند الف باشد، آدم‌روهای سینی باید در دو طرف تیر نصب شوند.

ج- آدم‌روهای سینی نباید قسمتی از فضای نشت‌بند پایین ریز را تشکیل دهند.

د- آدم‌روهای سینی باید به‌طور عمودی ردیف شوند، مگر آنکه به‌نحو دیگری مشخص شده باشد.

هـ- آدم‌روهای سینی باید قابل برداشتن هم از بالا و هم از پایین سینی باشند.

۸-۴ ساخت

۸-۴-۱ عمومی

۸-۴-۱-۱ تمام قسمت‌های سینی باید طبق عملیات خوب کارگاهی و با یکنواختی به‌نحوی‌که تمام قسمت‌های آن قابل تعویض باشند، ساخته شوند.

۸-۴-۱-۲ نگهدارنده‌های حلقوی، میله‌های پایین‌ریز و لچکی‌های نگهدارنده تیر در ظرف باید روی بالا یا یک طرف جوش نشت‌بندی شوند، وقتی از جنس فولاد کربنی باشند باید به‌صورت متناوب با طول جوش ۲۵mm و مرکز به مرکز ۱۵۰ mm جوش شود، یا وقتی از جنس آلیاژی باشند از دوطرف جوش نشت‌بند شوند. لچکی‌ها باید به‌طور پیوسته، سرتاسر جوش داده شوند.

۸-۴-۲ رواداری‌ها

۸-۴-۲-۱ رواداری‌های سینی ظرف برای ساخت و سرهم کردن باید همانند پیوست (ج) باشد.

۸-۴-۲-۲ نگهدارنده‌های سینی جوش داده شده به داخل پوسته ظرف، باید رواداری تعیین شده توسط سازنده سینی را تأمین نمایند.

۸-۴-۳لایی‌ها و نشت‌گیرها

۸-۴-۳-۱ پایین‌ریزها

لایی‌ها و نشت‌گیر می‌توانند برای نصب پایین‌ریزها روی تمام انواع سینی‌ها مورد استفاده قرار گیرند، اما نباید در سطوح زیر پایین ریزها، به جز برای برج‌هایی با قطر ۹۰۰ mm یا کمتر استفاده شوند. اتصالات هم‌پوشاننده برای پایین‌ریزها و تمام دهانه‌ها برای تیرهای نگهدارنده عبوری از میان پایین ریزها، باید به‌نحوی نشت‌بندی شوندکه هیچ فرار بخاری اتفاق نیفتد.

۸-۴-۳-۲ سینی‌های جت، غربالی یا شیردار

لایی‌ها و نشت‌گیر نباید بین عرشه‌های سینی و نگهدارنده های حلقوی یا تیرها، در زمان نصب سینی‌های غربالی یا شیردار، مورد استفاده قرار گیرند.

۸-۴-۴ پرداخت سطح

سطوح و لبه‌ها باید به‌صورت زیر پرداخت شوند:

الف- سطوح قطعات ساخته شده باید صاف و عاری از فرورفتگی یا چکش‌کاری، تاب و دیگر عیوب باشد، به‌ویژه در جاهایی که امکان جلوگیری از چسبیدگی فلز به فلز را باعث می گردد.

ب- لبه‌های تمام سطوح باید عاری از برآمدگی باشند.

ج- لبه‌های مسیرهای دسترسی سینی باید برای ایمنی پخزده یا گرد شوند.

۸-۴-۵جوشکاری

۸-۴-۵-۱ کلیه جوشکاری‌ها باید توسط فرآیند قوس فلزی انجام شود. جوشکاری قوس کربن یا گازی نباید اجازه داده شود.

۸-۴-۵-۲ جوش‌ها باید صاف و عاری از گدازه و پاشیدگی باشند.

۸-۴-۵-۳الکترودهای جوشکاری با ترکیب شبیه جنس سینی باید استفاده شود، به‌جز الکترودهای آستنیتی با نیکل و کروم بیشتر (E-309 or E-310) که می‌توانند برای فولاد زنگ‌نزن 18/8 و 13 Cr مورد استفاده قرار گیرند.

۸-۴-۵-۴ جایی‌که کاربرد سولفید هیدروژن مرطوب معین شده باشد، تأیید سختی جوش برای قسمت‌های داخلی متصل شده یا ملحق شده توسط جوشکاری، مورد نیاز می‌باشد. سختی فلز پایه، فلز جوش و ناحیه تأثیر پذیرفته حرارتی مربوطه تمام جوش‌ها نباید از محدوده داده شده در زیر پیشی گیرد.

این آزمون‌ها باید توسط ماشین آزمایش ویکرز یا معادل آن انجام پذیرد. سختی سنج قابل حمل نیز می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

جدول ۱۱ - حداکثر سختی مجاز

سختی ویکرز	شماره**P** جنس
237	P-1 [1])
237	P-3, P-4
247	P-5, P-6, P-7
237	P-10
۱- آزمون‌های سختی فلز پایه روی جنس P-1 مورد نیاز نمی‌باشد	

سازنده ظرف باید سختی جوش تولیدی اولیه را برای هر فرآیند جوشکاری، فلز پرکننده و روش استفاده شده بررسی کند. اگر فواصل به‌نحوی باشد که بررسی جوش تولیدی امکان پذیر نباشد، روش جبرانی با شرایط معادل باید استفاده شود.

۸-۴-۶ علامت‌گذاری

۸-۴-۶-۱ تمام اجزای داخلی باید به روشنی با نشانه‌گذاری‌های نظیر نشانه‌گذاری‌های ایجاد شده روی نقشه‌های سرهم‌کنی، نشانه‌گذاری شود تا سرهم کردن سریع را امکان‌پذیر سازد.

۸-۴-۶-۲ تمام اجزا باید با شماره قطعه نشان داده شده روی نقشه‌ها، نشانه‌گذاری شوند. رنگ‌کردن یک روش قابل قبول برای نشانه‌گذاری می‌باشد.

۸-۴-۶-۳ شماره سفارش خرید و شماره ظرف باید به‌طور برجسته‌ای روی سطح جانبی کانتینرهای حمل علامت‌گذاری شود.

۸-۴-۶-۴ تمام قطعات مشابه باید نشانه یکسانی را داشته باشند.

۸-۴-۶-۵ رنگ بدون سرب باید برای علامت‌گذاری مورد استفاده قرار گیرد.

۸-۵ بازرسی و آزمایش

۸-۵-۱ سوارکردن سینی

یک سینی از هر اندازه و نوعی با وسایل جانبی‌اش باید در کارگاه تا حدی که لازم باشد مونتاژ شده تا بتوان سوارکردن را بررسی کرد.

۸-۵-۲ آزمون‌های نشتی

کلیه تشتک‌های بیرون‌کشنده باید بعد از نصب در ظرف نصب شده برای نشتی آزمایش شوند. آزمایشات باید در حالتی که سوراخ‌های تخلیه مسدود شده، انجام شوند. سطوح آب باید تا ارتفاع سرریز یا ارتفاع دودکش، هر کدام کاربرد دارد، باشد، نشتی مجاز باید به‌طور یکنواختی در سرتاسر ناحیه تحت آزمایش توزیع شود. نرخ نشتی نباید از مقادیر تعیین شده در جدول شماره ۱۲ بیشتر شود.

جدول ۱۲- نرخ نشتی از تشتک ها

نرخ نشتی متر مکعب بر ساعت بر مترمربع ناحیه تحت آزمون	کارکرد	رده نشتی
۰٫۱۳	تمامی برج‌ها به‌جز آن‌هایی که در کلاس ۲ یا ۳ قرار می‌گیرند.	۱
۰٫۰۶	برج‌های خلاء به جز کلاس۳	۲
۰٫۰۲	تشتک‌های قرار گرفته بدون واسطه بالای ناحیه تفکیک پرشده	۳

۸-۵-۲-۱ آزمون‌های نشتی نباید روی سینی‌های جت، غربالی، شیردار، کلاهک حبابی کارتریجی یا پدستالی انجام شوند.

۸-۵-۲-۲ آزمون‌های نشتی و شستشوی اجزای فولادی زنگ‌نزن استنیتی باید توسط آب با مقدار یون کلر کمتر از ۱۵۰mg در لیتر انجام شود. آب قابل شرب این الزامات را برآورده می‌کند. اجزا باید بلافاصله بعد از آزمایش توسط دمیدن با هوا خشک گردند.

۸-۶ آماده‌سازی برای حمل

۸-۶-۱ عمومی

۸-۶-۱-۱ تمام قطعات باید به‌طور مناسبی در جعبه‌ها یا صندوق‌های چوبی بسته‌بندی شوند. سینی‌های فولاد کربنی معمولاً در صندوق‌های چوبی که با کاغذ ضدآب پوشش داده شده بسته‌بندی می‌گردند.

۸-۶-۱-۲ برای اجزاء زیر درصد اضافه‌ای از هر اندازه و نوع باید تهیه شود تا گم شدن، به هدر رفتن و کمبود را پوشش دهد.

برای شیرها، پیچ‌ها، مهره‌ها، گیره‌ها، گوه‌ها، واشرها و غیره حداقل ۱۰ درصد اما نه کمتر از ۴ قطعه، برای مواد اتصال دهنده (لایی‌ها، نشت‌گیرها) حداقل ۲۵ درصد.

۸-۶-۲ جابجایی و ذخیره‌سازی

پرکن برج باید بسته‌بندی شده تا در برابر خوردگی یا تخریب در حین حمل و ذخیره سازی در سایت به‌صورت زیر حفظ شود:

الف- پرکن‌های فلزی (عموماً) باید در کیسه‌های پلاستیکی نشت‌بند بسته‌بندی شوند؛

ب- پرکن‌های پلاستیکی باید در کیسه‌های تیره بسته‌بندی شوند.

۸-۶-۳ ترخیص برای حمل

هیچ جنسی نباید بدون تایید بازرس خریدار برای حمل، ترخیص شود.

۹ الزامات اضافی برای ظروف تحت فشار و راکتورها با ضخامت دیواره بالای ۵۰ میلی‌متر

۹-۱ دامنه کاربرد

۹-۱-۱ این بخش از استاندارد، الزامات اضافی برای مواد، طراحی، ساخت و بازرسی ظروف تحت فشار و راکتورها با ضخامت دیواره بالای ۵۰ میلی‌متر را پوشش می‌دهد.

۹-۱-۲ این استاندارد الزامات اساسی داده شده در بخش اول این استاندارد "استاندارد مهندسی و کالا برای برج‌ها و ظروف تحت فشار" را تکمیل می‌کند.

۹-۱-۳ در حالت تعارض بین این مشخصات و نقشه‌های مربوطه، الزامات دومی باید تقدم داشته باشد.

۹-۲ مواد

۹-۲-۱ فولاد استفاده شده برای ساخت ظروف تحت فشار با دیواره ضخیم باید توسط کوره پایه اکسیژن یا قوس الکتریکی ساخته شود و باید با خلاء گاززدایی شود.

۹-۲-۲ زمانی که تعیین شده باشد و برای راکتورهای شکست هیدروکربنی یا بازیابی توسط هیدروژن، پوسته راکتورها باید از حلقه‌های استوانه‌ای ریخته‌گری شده بدون داشتن درزهای جوش طولی ساخته شود. اگرچه، پوسته راکتور با ضخامت ۱۰۰mm وکمتر از آن، عموماً می‌تواند از ورق ساخته شوند.

۹-۲-۳ مواد آهنگری شده باید طبق استاندارد ASTM A 266 " فولاد کربنی آهنگری برای اجزای ظروف تحت فشار" و A 336 "فولاد آلیاژی آهنگری شده برای قطعات با دما و فشار بالا"، هرکدام کاربرد دارد، باشند.

۹-۲-۴ شکنندگی دمایی فولادهای کم آلیاژ رده‌های 1cr-½ Mo، 1¼ cr-½ Mo ، 2¼ cr-1 Mo و 3 cr-1 Mo که در دماهای ۳۵۰°C و بالاتر کار می‌کنند، باید با تنظیم کردن ضریب شکنندگی دمایی (که ضریب j نامیده می‌شود) زیر ۱۰۰ حداقل گردد، ضریب j به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\text{J-factor} = (\text{Si}+\text{Mn}) \times (\text{P}+\text{Sn}) \times 104 \leq 100$$

که Si و Mn و P و Sn به ترتیب درصد وزنی سیلیکون، منگنز، فسفر و قلع می‌باشند.

۹-۲-۵ برای سیم‌جوش فولادهای کم آلیاژ (1 Cr – ¼ Mo, 1 ¼ Cr – ¼ Mo , 2 ¼ Cr –1 Mo, 3 Cr -1 Mo) در فرآیندهای SAW (جوشکاری زیرپودری) و SMAW (جوشکاری قوسی فلز محافظت شده)، ضریب شکنندگی دمایی ضریب X نامیده می‌شود و حداکثر باید ۱۵ ذره در میلیون باشد، ضریب X به‌صورت زیر مشخص شده است:

$$\text{X-factor} = (10\text{P}+5\text{Sb}+4\text{Sn}+\text{As}) \times 10^{-2} \leq 15 \text{ ppm}$$

که P ، S_b ، S_n و As به ترتیب درصد وزنی فسفر، آنتیموان، قلع و آرسنیک می‌باشد.

۹-۲-۶ مخازن تحت فشار دارای کلگی ساخته شده از ورق باید مطابق استاندارد ASME مربوطه باشد.

مقدار سیلیکون ورق‌های کلگی و پوسته آهنگری شده برای ظروف ساخته شده از فولادهای آلیاژی کروم- مولیبدن باید حداکثر ٪ ۷ باشد.

۹-۲-۷ همه مواد شکل داده شده به‌کار رفته در قسمت‌های تحت فشار ظروف تحت فشار جدار ضخیم یا جوش شده به آن‌ها، باید دارای ترکیب آلیاژی در محدوده یکسان با آنچه برای پوسته و کلگی‌ها تعیین شده و باید دارای شرایط عملیات حرارتی شده مشابهی باشد. این امر شامل قطعات غیر تحت فشار مانند پایه دامنی، گیره‌ها، گوشک‌ها و همه اجزاء داخلی ظروف بدون روکش می‌گردد. مقاومت کششی چنین قطعاتی باید در محدوده یکسانی با آنچه برای پوسته و کلگی تعیین شده باشد.

۹-۲-۸ هنگامی که نقشه ظرف و داده‌برگ، روکش کاری زنگ‌نزن را تعیین کنند، اجزای داخلی فلزی و تمام موادی که به روکش جوش شده یا نمی‌شوند (شامل مواد پیچ‌کاری) باید فولاد زنگ‌نزن با ترکیب مشخص شده در داده‌برگ باشند.

۹-۲-۹ خواص مکانیکی ورق و قطعات آهنگری باید الزامات استاندارد مواد تعیین شده را ارضا نماید. حداکثر مقاومت کششی دردمای اتاق باید ۶۹۰Mpa ($۱۰۰۰۰۰\frac{\mathbf{lb}}{\mathbf{in2}}$) باشد. اگر دمای طراحی بزرگتر از ۳۴۳ °C (۶۵۰ °F) باشد، آزمون کشش باید در دمای طراحی انجام و نتایج به خریدار گزارش شود.

۹-۲-۱۰ یک گروه ۳ تایی آزمون‌ها ضربه شکاف V شکل چارپی مطابق استاندارد ASME SA-370 باید روی نمونه‌های کاملاً عملیات حرارتی شده از ورق‌ها و قطعات آهنگری هر دسته عملیات حرارتی شده، صورت پذیرد.

الزامات چقرمگی مواد فولادی کم آلیاژ پس از آزمایش شکنندگی دمایی باید با معیار زیر همخوانی داشته باشد:

$$VTr\ 54 + 2.5\ (VTr'54 - VTr\ 54) \leq 38°C\ (100°F)$$

که:

54 ۵۴ ژول (**۴۰-lb** فوت-پوند) دمای انتقال در حداقل شرایط PWHT می‌باشد.

VTr'54 ۵۴ ژول (**۴۰-lb** فوت-پوند) دمای انتقال در حداقل شرایط PWHT به اضافه شرایط خنک شدن مرحله‌ای.

دستورالعمل‌های مرحله خنک کاری باید توسط خریدار تائید شود.

مقادیر ضربه برای مواد فولاد کربنی باید مطابق بخش ۲، قسمت VIII آئین‌نامه ASME باشد.

انبساط عرضی در نمونه‌ها و درصد شکست برشی باید با نتایج آزمون ضربه گزارش شود.

۹-۲-۱۱ ریسک تردی ناشی از دما برای فولاد کم آلیاژ Cr-Mo با 4 ,5A و P Number 5C براساس آیین‌نامه ASME و مواد مصرفی جوشکاری استفاده شده در ظروف تحت فشار در محدوده دمایی 340°C تا 600°C، باید درنظر گرفته شود. به‌منظور کاهش ریسک تردی ناشی از دما، الزامات API RP 934 شامل الزامات عملیات کاهش مرحله‌ای دما باید در نظر گرفته شود.

۹-۲-۱۲ مقدار فریت (هیدرواکسید آهن) اندود جوشی فولاد زنگ نزن نوع 347 در نمودار شافلر باید بین ۳ تا ۱۰ ٪ کنترل شود.

۹-۳ طراحی

۹-۳-۱ طراحی پوسته، کلگی‌ها، نازل‌ها، پایه‌دامنی و سایر قسمت‌های مورد بررسی در آئین‌نامه باید مطابق با بخش ۲ ، قسمت VIII آئین‌نامه ASME باشد مگر آنکه به‌صورت دیگری تعیین شده باشد. برای ورق‌ها و قطعات آهنگری فولادی آلیاژ Cr-Mo، مقادیر شدت تنش مجاز به‌کار رفته باید از مواد به هنجار شده (با سردسازی شتاب‌دار) و بازپخت شده باشد.

۹-۳-۲ زمانی‌که شیب‌های دمایی در فاصله‌ای معادل $\sqrt{RT}$ بیشتر از$^{\circ}C$۸۳ می‌شود، که R و T، شعاع و ضخامت ظرف مورد بحث می‌باشند، یک تحلیل تنش دمایی باید تهیه شود. دستورالعمل‌های بخش ۲، قسمت VIII آئین‌نامه ASME باید برای این تحلیل به‌کار رود. تنش دمایی نباید از حداقل استحکام تسلیم تضمین شده جنس تجاوز نماید.

۹-۳-۳ وقتی که خریدار تأیید نماید و وقتی که سازنده ظرف خواص مقاومتی را تضمین نماید، حداکثر تنش مجاز در کشش باید کمترین مقدار از مقادیر زیر باشد:

الف- ۴۲/۵٪ از استحکام کششی تضمین شده در دمای اتاق یا دمای طراحی، هر کدام که کمتر است.

ب- ۶۶/۷٪ از استحکام تسلیم تضمین شده در دمای اتاق یا دمای طراحی، هر کدام که کمتر است.

ج- میانگین تنشی که موجب ۱٪ درصد خزش در ۱۰۰۰۰۰h می‌شود.

د- دوسوم میانگین تنش یا ۸۰٪ حداقل تنش مورد نیاز جهت ایجاد گسیختگی در ۱۰۰۰۰۰ ساعت، هرکدام کمتر است.

۹-۳-۴ یک تحلیل خستگی در هنگامی که تنش مجاز در کشش از ۳۳/۳٪ استحکام کششی تضمین شده بیشتر شود، باید انجام شود. برای این تحلیل باید دستورالعمل بخش ۲ ،قسمت VIII آئین‌نامه ASME استفاده شود.

۹-۳-۵ نازل‌های قابل قبول برای ظروف تحت فشار باید از نوع آهنگری تقویت شده یکپارچه باشد و باید به پوسته و کلگی طبق شکل‌های UW 16-1، (a)، (b)، (c)، (d) و (f-1) تا (f-4) و شکل .UHT-18، (e) و (f) و شکل UHT- 18.2 ، (f) از بخش۱، قسمت VIII آئین‌نامه ASME، هرکدام قابل اجرا بود، جوش شود.

برای ظروف تحت فشار که در دماهای ۳۵۰°C (۶۶۰°F) و بیشتر کار می‌کنند، نوع نازل‌های قابل قبول باید از نوع قطعات آهنگری تقویت شده یکپارچه مطابق (f-1) تا (f-4) از شکل UW 16.1 و (f) از شکل UHT-18.1 می‌تواند با تأییدیه به‌کار رود به‌شرطی که از پرداخت نرم روی جوش گوشه و گوشه‌های تیز جلوگیری شود.

۹-۳-۶ حداقل شعاع گوشه داخلی برای همه سوراخ‌ها باید کمترین مقدار زیر باشد:

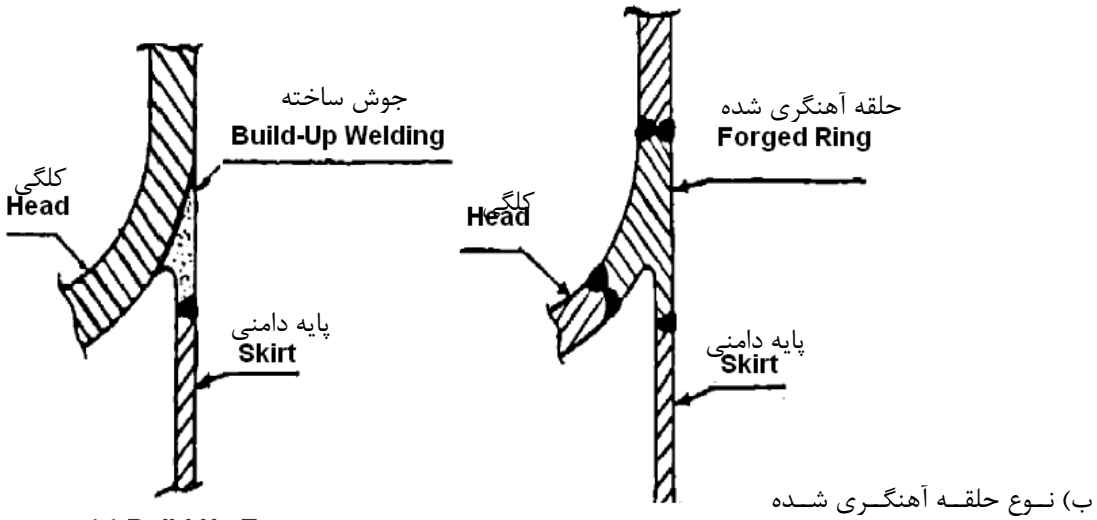
الف- $\frac{۱}{۴}$ ضخامت، قسمت داخل شده ظرف

ب- $\frac{۱}{۴}$ قطر داخلی تمام شده سوراخ

ج- ۱۹ mm ($\frac{۳}{۴}$ in)

۹-۳-۷ هیچ شعاع خارجی برای اتصالات نباید کمتر از۶ mm (۱/۴ in) باشد.

۹-۳-۸ ظروف تحت فشار ساخته شده از فولادهای کربنی، کربن– مولیبدن، کروم– مولیبدن کم آلیاژ (cr-½Mo, 1¼cr-½ Mo, 2¼ cr-1Mo و3cr-1Mo) که در دماهای ۳۵۰°C (۶۶۰ °F) و بیشتر کار می‌کنند، باید دارای ساخت اتصال پایه دامنی به‌صورت نشان داده شده در شکل ۱ باشد. پایه دامنی باید با جوش نفوذی کامل از بیرون پایه دامنی به رینگ جوش ساخته یا آهنگری شده مانند آنچه در شکل ۱ نشان داده شده متصل می‌گردد.



الف) نوع ساخته

ب) نوع حلقه آهنگری شده

شکل ۱- ساخت اتصال پایه دامنی

۹-۳-۹ محدوده محل اتصال کلگی پایین به پایه دامنی باید برای شدت تنش‌های خمشی و غشایی تحلیل شود. توزیع دما در این محدوده، شامل شیب به سمت پایین پایه دامنی، باید با به‌کار بردن دمای طراحی داخل ظرف به اضافه اطلاعات عایق تهیه شده توسط کاربر یا پیمانکار، محاسبه گردد. تحلیل تنش باید اثرات فشار داخلی، بارهای پایه دامنی و توزیع دما را شامل شود.

۹-۳-۱۰ جوش‌های اتصالی همه متعلقات مانند گوشک‌های ورق برای سکوها، نردبان‌ها و سایر اتصالات شامل گوشک‌ها و نگهدارنده‌های حلقوی داخلی برای ظروف تحت فشار جدار ضخیم باید به‌صورت پیوسته جوش شود. برای ظروف با کارکردهای هیدروژن، جوش‌های نفوذی کامل برای جوش‌های اتصالات باید به‌کار گرفته شود.

۹-۳-۱۱ وقتی که روکش اندود جوشی مشخص شده باشد، ضخامت روکش کاری نباید در محاسبات طراحی ظرف در نظر گرفته شود، اما حداقل ضخامت روکش‌کاری باید در محاسبه فشار آزمون ایستابی، نو و کهنه، در نظر گرفته شود.

۹-۴ اجزاء داخلی

۹-۴-۱ وقتی مواد تعیین نشده باشند، پیشنهاد فروشنده باید به خریدار جهت تأیید ارائه گردد. همچنین پیشنهاد فروشنده برای استفاده از مواد جایگزین به‌جای مواد تعیین شده باید به خریدار جهت بررسی و تأیید، ارائه گردد.

۹-۴-۲ در جایی که توری‌های فولادی زنگ‌نزن آلومینیومی شده مشخص شده باشد، آلومینیومی کردن باید با فرآیند نفوذ دما بالا "آلونیزینگ" یا فرآیند معادل انجام شود. دیگر فرآیندهای پیشنهادی آلومینیومی کردن باید جهت تأیید خریدار ارائه گردد.

۹-۴-۳ رده‌های فولاد آسان ماشینکاری شو مجاز نیست مگر برای مهره‌های نوع 416 تهیه شده طبق ASTM A 194 رده 6F با سلنیوم که برای استفاده با پیچ‌های ASTM A 193 رده B6 قابل قبول است.

۹-۴-۴ همه پیچ‌ها برای اجزاء داخلی باید حداقل ۱۰mm قطر داشته باشند.

۹-۴-۵ همه سخت‌افزارهای پیچکاری باید از نوع جنس مشابه با اجزاء داخلی یا قطعات نگهدارنده‌ای که به آن متصل می‌شوند باشند با این حال برای اجزاء داخلی فولاد کربنی، باید فولاد زنگ نزن استفاده شود.

۹-۴-۶ همه پیچ و مهره‌های فولادی زنگ نزن سری ۳۰۰ باید دارای پوشش‌دهی میکرونی جهت جلوگیری از قفل شدگی و آسان بازکردن باشند.

۹-۴-۷ همه اجزاء داخلی جداشونده باید طوری طراحی شوند که اجازه نصب و برداشتن از بالا را بدهند.

۹-۴-۸ اجزاء داخلی ظرف که بر ارتفاع کل ظرف تأثیرگذار هستند باید برای حداقل ارتفاع طراحی شوند. قطعات مشابه باید تا جایی که ممکن است قابلیت جایگزینی داشته باشد.

۹-۴-۹ توری‌ها باید روی شبکه‌ها و اعضای نگهدارنده کاتالیزور نصب گردد تا جلوی ریزش گوهای خنثی و کاتالیزور به داخل سوراخ‌ها یا دهانه‌های چاکدار و مسدود کردن لقی‌ها در اعضای نگهدارنده که برای انبساط دمایی لازم است، را بگیرد.

۹-۴-۱۰ یک حداقل روی هم افتادگی ۲۵ mm تحت نامناسب‌ترین شرایط کاری باید بین نگهدارنده‌های حلقوی و قطر خارجی سینی‌ها، عرشه‌ها و شبکه‌ها وجود داشته باشد.

۹-۴-۱۱ شبکه‌های نگهدارنده بستر باید با یک توری سیمی پوشیده شوند. همه لایه‌های توری باید تا یک حداقل فاصله ۷۵ mm روی بخش جان تیرهای نگهدارنده و پوسته ظرف ادامه یابد.

۹-۴-۱۲ همه اجزاء داخلی جوش داده شده به ظرف باید با جوش‌های نفوذی کامل متصل گردند.

۹-۴-۱۳ سطوح قطعات ساخته شده باید صاف و عاری از اثرات فرورفتگی یا چکش‌کاری، تاب و دیگر عیوب باشد، به ویژه در جاهایی که امکان جلوگیری از چسبیدگی فلز به فلز می‌باشد.

۹-۴-۱۴ رواداری‌ها برای ساخت و نصب اجزاء داخلی برای ظروف تحت فشار و راکتورهای جدار ضخیم باید طبق جدول شماره ۱۳ باشد:

جدول ۱۳- رواداری‌های ساخت و نصب برای اجزاء داخلی ظروف تحت فشار و راکتورهای جدارضخیم

رواداری‌ها به mm	توضیح
±3	موقعیت اجزاءپیچ شده در گیره‌ها یا لچکی‌های جوش شده به راکتور
±1.5	ارتفاع لوله‌های دودکش یا شکافهای سرریز بالای سینی
	ارتفاع توزیع کننده سینی
±3	قطر داخلی راکتور کوچکتر یا مساوی ۱۲۰۰ mm (۴ فوت)
±5	قطر داخلی راکتور ۱۲۰۰ تا ۲۱۰۰ mm (۴ تا ۷ فوت)
±6	قطر داخلی راکتور ۲۱۰۰ mm (۷ فوت)
6 Max.	همواری کف سینی
±2	ترازی نگهدارنده حلقوی
2 Max.	لقی بین سینی و نگهدارنده حلقوی و بین سینی و تیر نگهدارنده
	تغییر شکل تیر نگهدارنده
3.2 Max.	۱) عمودی
3.2 Max.	۲) جانبی
±0.1	قطر سوراخ (به جز سوراخ پیچ)
±2.0	زاویه مثلثی سوراخ
	لقی بین مقطع عرشه سینی
0, +3.0	۱) برای سینی‌های سوراخ دار
±1.0	۲) برای سینی‌های دودکشی
±2.0	فاصله بین نگهدارنده حلقوی سینی و نگهدارنده حلقوی شبکه و بین نگهدارنده حلقوی و سینی دودکش
0, +1.6	لقی بین شبکه‌های بخشی و بین شبکه و تیر نگهدارنده
	موقعیت سوراخ برای لوله تخلیه کاتالیزور
±0.5°	۱) جانمایی زاویه ای
±3.2	۲) فاصله از خط مرکز ظرف
	موقعیت سوراخ برای لوله سرد کننده آنی
±0.25°	۱) جانمایی زاویه ای
±1.6	۲) فاصله از خط مرکز ظرف

۹-۴-۱۵ به‌منظور کنترل جور شدن باید یک سینی، شبکه و عرشه از هر قطر و نوع در کارگاه سازنده به میزان لازم سرهم گردد.

۹-۴-۱۶ همه جوش‌ها روی قطعات داخلی باید با آزمایشات غیرمخرب، آزمایش شوند. دامنه کاربرد آزمون‌ها و آزمایش‌ها باید توسط خریدار تأیید شود.

۹-۴-۱۷ سینی‌های دودکشی باید پس از قرارگیری در راکتور نصب شده، آزمون نشتی شوند. نشتی مجاز باید به‌صورت یکنواخت در تمام سطح آزمون شده توزیع شده باشد.

۹-۴-۱۸ الگوی پاشش نازل‌های سردسازی باید با بخار آزمون شوند.

۹-۵ ساخت

۹-۵-۱ عیوبی که در ورق‌ها و آهنگری‌ها نیاز به رفع دارند باید با جوشکاری توسط سازنده ظرف طبق الزامات بخش ۲، قسمت VIII، آئین‌نامه ظرف تحت فشار ASME، تعمیر شوند. جوش تعمیری باید با روش‌های پرتونگاری و فراصوت آزمایش شود. مستندات چنین تعمیراتی باید نگهداری شوند.

۹-۵-۲ در جایی که روکش‌کاری اندود جوشی تعیین شده است، کلگی‌ها و نازل‌ها باید روکش‌اندود شوند به‌جز کلگی‌های با ضخامت کمتر از **mm** ۱۰۰ که ممکن است روکش یکپارچه با جنس مشابه با اندود مشخص شده باشد. چنین روکش‌کاری یکپارچه‌ای باید برای عدم جداشدگی پس از شکل دهی به‌صورت صددرصد آزمایش فراصوت شود. سطوح جدا شده باید جدا شده و با اندود جوش تعمیر شوند.

۹-۵-۳ اندود جوش باید به صورت محیطی در ظرف به کار گرفته شوند و باید نسبتاً صاف و بدون بریدگی و شیار، که ایجاد نقاط تمرکز تنش می‌نماید، باشد.

۹-۵-۴ اندود جوش فولاد زنگ نزن نوع **347** باید در صورت امکان پس از عملیات حرارتی پس از جوش نهایی ظرف انجام شود. در غیر این صورت، روکش‌کاری اندود جوشی (نوع **347**) شیارهای لایی رینگی و دیگر سطوح تمرکز تنش بالا باید پس از عملیات حرارتی پس از جوش نهایی انجام شود.

۹-۵-۵ نازل‌ها باید با سطح داخلی دیواره ظرف همسطح و هموار باشند تا تشکیل یک دسته منحنی دایروی نرم را بدهند.

جوش‌های اتصال خارجی نازل‌ها باید هموار باشد تا یک انتقال نرم بین کلگی و یا پوسته و گلویی نازل را ایجاد نماید.

۹-۵-۶ لقی بین چاهک دمایی و نازل چاهک دمایی باید حداقل باشد.

۹-۶ جوشکاری

۹-۶-۱ آزمون ارزیابی کیفی دستورالعمل جوشکاری دقیقاً طبق آئین‌نامه ASME قسمت IX و الزامات خریدار باید انجام شود.

مستندات چنین آزمون‌هایی باید به خریدار برای بررسی ارائه گردد.

۹-۶-۲ ورق‌های آزمون جوش ساخت هنگامی که ضخامت ظرف از mm ۱۰۰ یا حداقل مقاومت کششی از $۴۶۰ N/mm^2$ بیشتر شود، مورد نیاز است. حداقل یک ورق برای هر نوع از جوشکاری پوسته در هر ظرف باید تهیه شود. ورق‌ها باید در معرض عملیات حرارتی کامل، مانند ظرف تکمیل شده، قرار گیرند. ورق‌های آزمایش باید از جنسی که واقعاً در ساخت ظرف دارای ضخامت معادل با ضخامت ظرف تمام شده، استفاده شده تهیه شود. ورق آزمایش جوش ساخت باید طبق بخش ۲، قسمت VIII آئین‌نامه ASME و مشخصات خریدار ساخته شود.

۹-۶-۳ هر ورق آزمون باید تحت آزمایش ضربه شکاف ۷ چارپی، مطابق بخش ۲ ، قسمت VIII (At-203) آئین‌نامه ASME قرار گیرد. مقادیر ضربه باید مطابق بند ۹-۲-۱۰ از این بخش از این استاندارد باشد.

۹-۶-۴ دستورالعمل اندود جوش باید روی ورق پایه‌ای با ترکیب شیمیایی یکسان با ظرف و ضخامتی که کمتر از نصف ضخامت ظرف نیست ارزیابی شود. درزهای روی سطح فلز پایه که ممکن است در پیوستگی اندود دخالت نمایند باید با سمباده‌زنی رفع گردد.

۹-۷ بازرسی و آزمایش

۹-۷-۱ بازرسی چشمی و ابعادی

سطوح زیر باید به‌صورت چشمی و ابعادی بازرسی گردد. پذیرش نتایج باید بر طبق نقشه‌ها و مشخصات مربوطه صورت پذیرد.

۹-۷-۱-۱ جفت و جور کردن اتصالات دسته A (پوسته به کلگی) و B (پوسته به پوسته) و D (نازل‌ها به پوسته و کلگی‌ها) و اتصال کلگی دامنی به کف.

۹-۷-۱-۲ چون ساخت ابعاد قسمت‌های تحمل کننده فشار.

۹-۷-۱-۳ چون ساخت ابعاد ملحقات.

۹-۷-۱-۴ بازرسی چشمی سطح داخلی ظرف.

۹-۷-۱-۵ بازرسی چشمی تمام سطح اولین لایه‌ی روکش‌کاری اندود جوشی.

۹-۷-۲ آزمایش پرتونگاری

جوش‌های زیر باید به میزانی که مشخص گردیده تحت آزمایش پرتونگاری قرار داده شوند. آزمایش پرتونگاری باید بر طبق ماده I-5 بخش ۲ قسمت VIII آئین نامه ASME انجام پذیرد.

۹-۷-۲-۱ ۱۰۰٪ اتصالات دسته A, B و D در پوسته و کلگی‌ها.

۹-۷-۲-۲ جوش تعمیری در فلز پایه دارای عمقی بیشتر از ۱۰ mm.

۹-۷-۲-۳ ۱۰۰٪ از اتصال لب به لب کروم- مولیبدن به کروم- مولیبدن داخل پایه دامنی (درزهای طولی و محیطی).

۹-۷-۲-۴ یک نقطه از هر درز کروم - مولیبدن به فولاد کربنی و فولاد کربنی به فولاد کربنی داخل پایه دامنی.

۹-۷-۳ آزمایش فراصوت

سطوح زیر باید به روش فراصوت بازرسی شوند. بازرسی فراصوت باید برطبق پاراگراف‌های AM-2.3.1 و AM-2.3.2 بخش ۲ قسمت V و VIII استاندارد ASME انجام پذیرد.

۹-۷-۳-۱ ورق‌های فولادی یا ورق شبه آهنگری شده نظیر حلقه‌های پوسته بعد از ماشین‌کاری نهایی.

۹-۷-۳-۲ تمام مواد آهنگری شده به‌جز ورق شبه آهنگری شده نظیر نازل‌های آهنگری شده بعد از ماشین‌کاری.

۹-۷-۳-۳ ورق‌های کلگی قبل از شکل‌دهی گرم (بازرسی ۱۰۰٪).

۹-۷-۳-۴ اسکن‌کردن ۱۰۰٪ ورق‌های کلگی بعد از شکل دهی گرم و عملیات حرارتی.

۹-۷-۳-۵ ورق پایه دامنی کروم- مولیبدن بعد از عملیات حرارتی (بازرسی ۱۰۰٪).

۹-۷-۳-۶ ورق پایه دامنی، صفحه پایه و حلقه تراکم فولاد کربنی بعد از عملیات حرارتی (بازرسی با شبکه mm ۲۳۰).

۹-۷-۳-۷ ۱۰۰٪ اتصال دسته B,A و D در پوسته و کلگی‌ها بعد از عملیات حرارتی پس از جوش نهایی (PWHT) و بعد از آزمایش ایستابی.

۹-۷-۳-۸ ۱۰۰٪ جوش اتصال دامنی به کلگی کف و درزهای طولی دامنی فولاد زنگ نزن کروم - مولیبدن بعد از PWHT .

۹-۷-۳-۹ جوش‌های تعمیری در فلز پایه بعد از PWHT برای جوش‌های تعمیری در فلز پایه با عمق ۱۰mm یا کمتر، جوش تعمیری باید به روش فراصوت قبل از PWHT بازرسی شود.

۹-۷-۳-۱۰ روکش‌کاری اندود جوشی پوسته‌ها و کلگی‌ها شامل اندود اتصال جوش بعد از روکش کاری و بعد از PWHT.

۹-۷-۳-۱۱ روکش‌کاری اندود جوشی نازل‌ها با قطر داخلی ۲۰۰mm و بزرگتر بعد از روکش‌کاری و PWHT.

۹-۷-۳-۱۲ رسوب ساختگی جوش مواد فولادی با آلیاژ پایین بعد از ماشین‌کاری پایانی.

۹-۷-۴ بازرسی ذره مغناطیسی

سطوح زیر باید با روش ذره مغناطیسی بازرسی شود. بازرسی ذره مغناطیسی باید بر طبق ماده ۹-۲ بخش ۲ قسمت VIII و قسمت V آئین‌نامه ASME انجام شود.

۹-۷-۴-۱ لبه‌های جوش (پخ‌ها) برای اتصالات دسته B,A و D.

۹-۷-۴-۲ سطوح حفر شده از پشت اتصالات دسته A, B وD و اتصال دامنی به کلگی کف.

۹-۷-۴-۳ تمام سطوح داخلی اتصالات دسته A, B وD قبل از روکش‌کاری اندود جوشی.

۹-۷-۴-۴ تمام سطوح خارجی اتصالات دسته A, B و D و جوش پیوست دامنی به کلگی کف بعد از PWHT و آزمایش ایستابی.

۹-۷-۴-۵ تمام اتصالات جوشی (درزهای پیرامونی و طولی) در پایه دامنی هم داخل و هم خارج بعد از PWHT.

۹-۷-۴-۶ سطوحی که جوش‌های اتصالی موقت آن‌ها جدا شده‌اند. این سطوح نیز باید بعد از PWHT نهایی آزمایش شوند.

۹-۷-۴-۷ سطوح تعمیر شده (اگر باشد) باید بعد از PWHT نهایی آزمایش شوند.

۹-۷-۴-۸ جوش‌های پیوست خارجی باید بعد از PWHT نهایی آزمایش شوند.

۹-۴-۷-۹ زمانی که حداقل مقاومت کششی از $۴۶۰ N/mm^2$ بیشتر شود، تمام طول انواع درز جوش‌های (A, B, C, D) باید به روش ذرات مغناطیسی یا مایعات نافذ ارزیابی شوند.

۹-۷-۵ آزمایش مایع نافذ

قسمت‌ها و سطوحی که در زیر ذکر گردیده باید بر طبق قسمت V و بند ۹-۲ از بخش ۲، قسمت VIII آئین‌نامه ASME تحت آزمایش مایع نافذ قرار داده شوند.

۹-۷-۵-۱ تمام سطح روکش‌کاری اندود جوشی نهایی پوسته و کلگی‌ها بعد از روکش کاری و بعد از PWHT.

۹-۷-۵-۲ سطوح نشیمنگاه لایی نازل‌ها بعد از ماشین‌کاری نهایی و نیز بعد از PWHT.

۹-۷-۵-۳ سطح داخلی جوش‌های پیوست پایه دامنی به کلگی کف بعد از PWHT.

۹-۷-۵-۴ کلیه جوش‌های ملحقات داخلی باید بعد از PWHT آزمایش شوند.

۹-۷-۵-۵ سطوح تعمیر شده (اگر باشد) باید بعد از PWHT آزمایش شود.

۹-۷-۶ آزمون سختی

۹-۷-۶-۱ آزمون سختی روی فلز جوش، فلز پایه و مناطق تأثیر پذیرفته از گرما باید بعد ازPWHT به‌صورت زیر انجام پذیرد:

۹-۷-۶-۲ یک آزمایش به ازای هر درز جوش میان پوسته به پوسته و پوسته به کلگی.

۹-۷-۶-۳ یک آزمایش به ازای هر اندازه و هر WPS برای جوش اتصال نازل کلگی‌ها به پوسته.

۹-۷-۷ آنالیز شیمیایی

آنالیز شیمیایی جوش‌های فلز پایه و آنالیز شیمیایی و بررسی فریت روکش‌کاری اندودجوشی باید قبل از PWHT به صورت زیر انجام پذیرد. معیار پذیرش باید براساس بخش C قسمت II آئین‌نامه ASME و این استاندارد باشد.

۹-۷-۷-۱ برای فلز پایه

الف- یک آزمایش به ازای هر درز جوش پیرامونی بین پوسته و پوسته و پوسته و کلگی

ب- یک آزمایش به ازای هر جوش اتصال نازل پوسته و کلگی.

۹-۷-۷-۲ برای روکش‌کاری اندود جوشی

الف- دو آزمایش به ازای هر کورس پوسته.

ب- دو آزمایش به ازای هر کلگی.

ج- یک آزمایش به ازای هر درز محیطی.

د- یک آزمایش به ازای هر نازل از داخل نازل.

هـ- یکی برای هر سطح نشیمنگاه لایی برای هر اندازه نازل.

۹-۷-۸ آزمایش ایستابی

۹-۷-۸-۱ ظروف تحت فشار با دیواره ضخیم باید طبق آئین‌نامه ASME آزمایش ایستابی شوند.

۹-۷-۸-۲ دمای فلز ظرف در طول آزمون ایستابی باید حداقل ۲۱ °C باشد.

۹-۷-۸-۳ کلراید آب مورد استفاده برای آزمایش ظروف تحت فشار روکش کاری شده جدار ضخیم نباید بیش از ۳۰ ppm باشد.

پیوست الف
(آگاهی دهنده)

مواد عمومی مورد استفاده در کارکردهای پالایشگاهی

دما درجه سانتیگراد	جنس	کارکرد
0-400	C or C-Mn Steel فولاد کربنی یا کربن منگنزی	غیرخورنده یا خورنده ملایم
**(منحنی‌های نلسون را مشاهده کنید) ≤350 ≤330 ≥330 ≤400 ≥400≤500	**(منحنی‌های نلسون را مشاهده کنید) C or C-Mn Steel (فولاد کربنی یا کربن منگنزی) C or C-Mn Steel فولاد کربنی یا کربن منگنزی C or C-Mn Steel Base material with Type 405 or 410 S Cladding مواد فولاد کربنی یا کربن منگنزی با روکش کاری نوع 405 یا 410S Steel base material with 410 S Cladding مواد پایه فولادی با روکش کاری 410S	نفت محتوی ترکیبات گوگردی در صورتی که فشار جزیی هیدروژن ۷bar مطلق و دما ۲۶۰ °C ظروف تحت فشار در تقطیرکننده نفت خام، جایی که دمای خوراک در ورودی ستون از ۳۵۰ °C زیادتر نشده (حداکثر دمای خروجی از کوره ۳۵۵ °C) ظروف تحت فشار در واحدهایی به‌غیر از تقطیر نفت خام و ظروف تحت فشار در تقطیرکننده‌های نفت خامی که دمای خوراک در ورودی ستون از ۳۵۰ °C پیشی می‌گیرد (دمای خروجی از کوره بالای ۳۵۵ °C)
≤230 ≥230 ≤ 400 ≥400 ≤ 500	C or C-Mn Steel فولاد کربنی یا کربن منگنزی C or C-Mn Steel Base material with AISI 316L Cladding جنس پایه فولاد کربنی یا کربن منگنزی با روکش‌کاری AISI 316L Steel Base material with type 410 S Cladding جنس پایه فولادی با با روکشکاری نوع 410S	نفت خام که حاوی اسیدهای نفتنیک باشد نفت با مقدار اسید ۰/۵mg هیدروکسید پتاسیم بر ۱g نفت علاوه بر ترکیبات گوگردی برای نفتی که محتوی اسیدهای نفتنیک با شماره خنثی سازی ۰/۳ تا ۰/۵ mg هیدروکسید پتاسیم بر ۱g می‌باشند
Max. allowable حداکثر دمای مجاز وابسته به فشار جزیی هیدروژن می‌باشد (منحنی‌های نلسون را ببینید)**	فولاد 1CR-0.5 Mo Steel *** فولاد ۱ کروم-۰/۵ مولیبدن Cr-Mo Steel Base material** with Type 321/347 Cladding مواد پایه فولادی کروم – مولیبدن با روکش کاری نوع ۳۱۶/۳۲۱ Cr-Mo Steel Base material** with Type 316 L Cladding مواد پایه فولادی کروم – مولیبدن) با روکش کاری نوع L۳۱۶	کارکرد هیدروژن راکتورهای سکودار دیوار خنک دیوار گرم راکتورهای تبادل گیر هیدروژن/سولفورزدایی هیدروژن راکتورهای تبادل گر هیدروژن (سولفورزدایی هیدروژن) برای خوراک محتوی اسید نفتنیک
** نشریه شماره API 941 *** حداقل ۱٪ کروم		

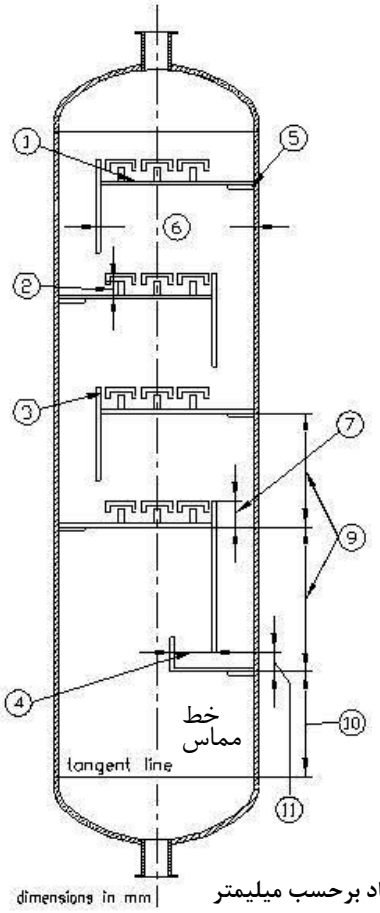
پیوست ب
(آگاهی دهنده)

مواد برای اجزای تحت فشار در کارکرد معمولی

اجزاء	تا ۴۲۷ درجه سانتیگراد(۸۰۰ درجه فارنهایت)
پوسته‌ها ،کلگی‌های مخروطی، غیره	ASTM A 285 Gr. C ASTM A 515 Gr. 60 ASTM A 516 Gr. 60 ASTM A 516 Gr. 70
فلنج‌ها	ASTM A 105, A 181
گلویی‌های نازل	ASTM A 106 Gr. B, A 53
گلویی‌های نازل بزرگ و گردنی آدم‌رو	جنس مانند پوسته می‌باشد
پیچ‌ها و مهره‌ها	ASTM A 193 Gr. B7 AND A 194 Gr. 2H

پیوست پ
(آگاهی دهنده)

رواداری‌های سینی‌های ظرف برای ساخت و مونتاژ



ابعاد برحسب میلیمتر

توضیحات	رواداری
رواداری‌های نشان داده نشده روی نقشه	±3
۱- محل اجزای پیچ شده به گیره‌ها یا لچکی‌های جوش شده به برج توسط دیگران	

۱- حداکثر دهانه اتصال بین صفحات کف و تیرهای نگهدارنده‌های حلقوی برای سینی‌های جت سوراخ‌دار یا شیردار

۲- ارتفاع دودکش کلاهک حبابی بالای سینی : ۱/۵ ±

۳- ارتفاع شیارها در کلاهک حبابی بالای سینی ۱/۵ ±

۴- فضاهای باز افقی پایین ریز (اندازه گرفته شده از لبه کف پایین ریز تا گودی تشتک نشت‌بند یا ورودی سرریز ۳ ±

۵- نگهدارنده‌های سینی باید سطحی صاف را برای اتصال فلز به فلز بین سینی و نگهدارنده ایجاد کنند

نگهدارنده باید صاف باشد به اندازه ۱ درهر ۳۰۰ قطر برای نگهدارنده‌های سینی و عرشه‌های سینی رواداری خارج از ارتفاعی در هر قطری باید به‌صورت زیر باشد.

قطر برج	رواداری
1500 and under	3
Over 1500 to 2500	4.5
Over 2500 to 4000	6
Over 4000 to 6000	9
Over 6000 to 8000	12
Over 8000 to 10000	15
Over 10000	(*1)
(*۱) باید به صورت مجزا مشخص گردد.	

۶- فاصله کناری بیشتر برج تا سرریز

قطر برج	رواداری
1500 and under	±3
Over 1500 to 4000	±6
Over 4000	±(0.0025I.D)

۷- ارتفاع سرریز بالای نگهدارنده حلقوی سینی

±1.5 for I.D up to 3,000 برای قطر داخلی تا ۳۰۰۰ ±۱/۵

±3.0 for I.D 3,000 over برای قطر داخلی بالای ۳۰۰۰ ±۳

۸- بالای صفحه سرریز خارج از ارتفاعی در سرتاسر طول سرریز

قطر برج	رواداری
1500 and under	±3
Over 1500 to 4000	±4.5
Over 4000	±6

۹- رواداری بالای نگهدارنده به بالای نگهدارنده حلقوی سینی یا اجزاء مربوطه

± ±1.5 per 300, Max. ±3 بر ۳۰۰، حداکثر۳ ± ۱/۵

۱۰- محل نگهدارنده حلقوی سینی از صفحه مرجع: ±۱۰

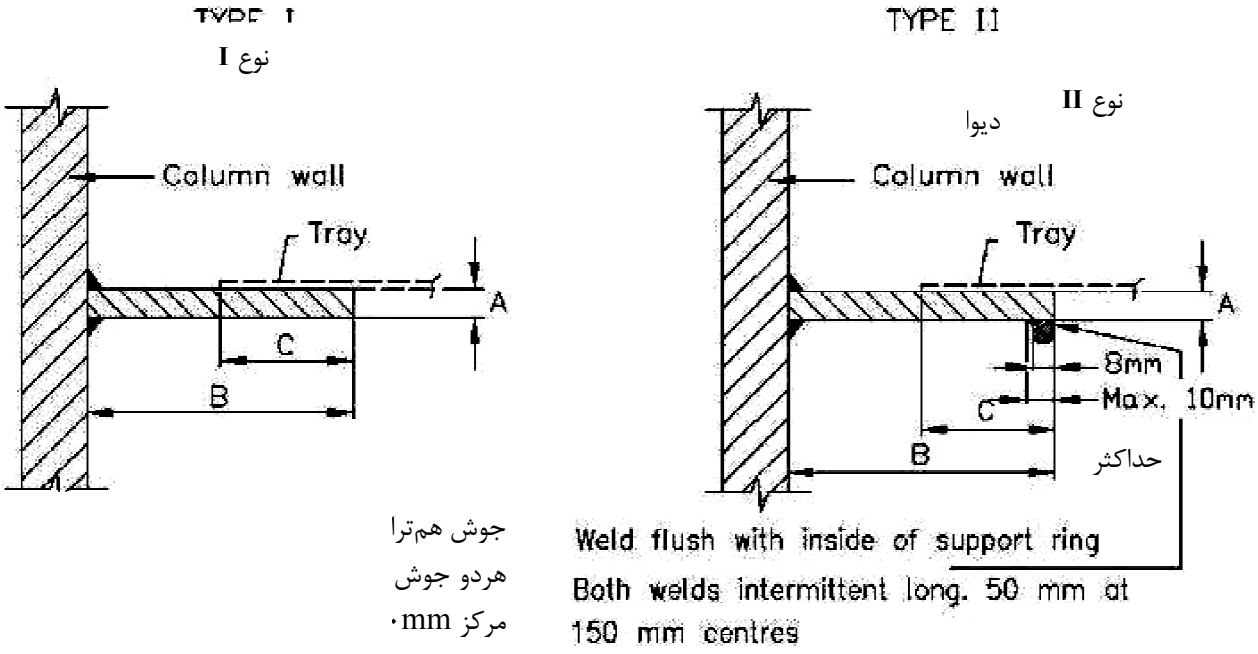
۱۱- کف پایین بر بالای نگهدارنده حلقوی تشتک نشت بند: ۳ ±

پیوست ت
(آگاهی دهنده)

نگهدارنده‌های حلقوی سینی

نوع I: برای برج‌هایی که در آن‌ها ضربه فشاری ناگهانی انتظار نمی‌رود.

نوع II: برای برج‌هایی که در آن‌ها ضربه فشاری ناگهانی می‌تواند رخ دهد، به‌طور مثال برج‌های خلاء و برج‌های نفت خام اصلی و عریان‌سازها.



قطر داخلی برج (میلی‌متر)	نگهدارنده حلقوی سینی اندازه A × B (میلی‌متر)	اندازه	
		اسمی	حداقل
تمام سینی‌ها به جز سینی‌های بیرون کشنده			
تا ۸۰۰*	40 × 8	25	18
800 to 2500	50 × 8	30	25
2500 to 3500	60 × 8	35	25
3500 to 5000	75 × 8	35	25
5000 to 7000	85 × 8	40	30
۷۰۰۰ و بیشتر	طراحی اختصاصی		
سینی‌های بیرون کشنده			
800 to 6000	85 × 8	40	30
6000 and over	100 × 12	58	48
مقدار کلی ۳ mm خوردگی مجاز در ابعاد A لحاظ شده است.			
*معمولاً از سینی‌های فشرده استفاده می‌شود.			

پیوست ث

(آگاهی دهنده)

صفحه مشخصات سینی‌ها

مرجع	تاریخ	ویرایش
شماره کار	----------	Δ
شماره قلم	----------	Δ
صفحه -----از -------	----------	Δ
تاریخ -------از ------	----------	Δ
شماره درخواست	----------	Δ
شماره سفارش خرید	----------	Δ

				پروژه
				کارکرد
				قطرداخلی برج (میلی‌متر)
				کل سینی‌ها در بخش
				فاصله بین سینی‌ها (میلی‌متر)
				تعداد گذرهای مایع
				حداکثر اختلاف فشار ( )/سینی (بار)
				نوع سینی‌ها
				شرایط داخلی در شماره سینی (یادآوری ۱)
				بخار به سینی
				میزان (کیلوگرم بر ساعت)
				چگالی (کیلوگرم بر متر مکعب)
				فشار (بار نسبی) (بارمطلق)
				دما (درجه سانتیگراد)
				مایع از سینی
				میزان (کیلوگرم بر ساعت)
				گرانروی (میلی پاسکال ثانیه)
				تمایل به تشکیل فوم
				داده مکانیکی
				قطراسمی آدم‌رو (یادآوری۲)
				جنس
				عرشه
				کلاهک

مهره‌ها و پیچ‌ها				
نگهدارنده حلقوی				
ضخامت عرشه				
ضخامت و عرض نگهدارنده حلقوی				
ضخامت میله پیچ پایین ریز				
خوردگی مجاز				
سینی‌ها				
ملحقات برج				
سینی‌های نصب شده از بالا یا پایین				
تجهیز سینی‌ها از بالا یا پایین				
یادآوری ۱: بارگذاری مایع و بخار داخلی در بخش محدود کننده برای اطمینان از طراحی صحیح سینی مورد نیاز می‌باشند.				
چگالی‌ها در شرایط واقعی دما، فشار داخلی برج مورد نیاز می‌باشند.				
گرانروی فقط در صورتی که از cp ۰/ ۷ بیشتر باشد، مورد نیاز می‌باشد.				
یادآوری ۲: کوچکترین قطر داخلی که قطعات سینی باید از آن عبور کنند.				
الزامات بازرسی:				
ملاحظات				

پیوست و
(آگاهی دهنده)

ضمانت نامه

سازنده:	خریدار:
پروژه:	شماره گواهی:
شماره تجهیز:	تجهیز:
تعداد:	شماره سفارش:
شرح:	
شماره نقشه(ها):	

ما بدینوسیله محصول(های) بالا را در برابر هرگونه عیب ساخت یا سهل‌انگاری‌ضمانت می‌کنیم.
در صورتی‌که محصول(های) تهیه شده توسط ما در طول دوره مذکور با دلایل فوق عمل نکرد و یا دچار عیب گردد، عین آن باید به‌صورت رایگان توسط ما فراهم آورده شود.

تاریخ:
نماینده مجاز: