

# **General standard for Hairpin-Type heat exchangers**

**Third edition  
December 2019**

**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](mailto:Standards@nioc.ir)

**Contents**

Introduction	IV
1 Scope	1
2 References	1
3 Definitions	2
4 Units	3
5 Conflicting requirements	3
6 Design	3
6-1 Design data	3
6-2 Shell design	4
6-3 Tube (u-tubes) design	4
6-4 Nozzles and connections design	4
6-5 Supports design	5
7 Material	5
8 Fabrication	5
9 Name plate	5
10 Welding	6
11 Inspection and testing	6
12 Supplementary requirements	7
12-1 Preparation for shipment	7
12-2 Guarantees	7
Appendix a (informative) Typical materials of construction for hairpin heat exchangers in normal services	8

**Introduction**

This standard has been developed in “specialized reference committees”<sup>1</sup> 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.

Hairpin heat exchangers are used in various applications in almost any industry. This standard shall be used for hairpin and multi Pipe heat exchangers for use in oil refineries, petrochemical plants, and where applicable, in exploration and production and new ventures.

**Note 1** - This is a revised version of the standard specification by the relevant technical committee which is issued as revision (1). Revision (0) of the said standard specification is withdrawn.

**Note 2** - This bilingual standard is a revised version of the standard specification by the relevant technical committee August 2009, which is issued as revision (2). Revision (1) 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 December 2019, which is issued as revision (3). Revision (2) 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).

## **General standard for hairpin-Type heat exchangers**

### **1 Scope**

**1-1** This Standard Specification covers the minimum requirements for design, material, fabrication, inspection and testing of hairpin heat exchangers. Hairpin heat exchangers include double-pipe and multi-tube type heat exchangers. For those part not covering in this standard latest edition of API 663 will be in effect.

**1-2** This Standard together with Iranian Petroleum Standard for pressure vessels IPS-G-ME-150 shall apply to hairpin heat exchangers

### **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-G-ME-150, Engineering and material standard for towers, reactors, pressure vessels and internals

**2-2** IPS-E-TP-100, Engineering standard for paints

**2-3** IPS-G-ME-220, Engineering and material standard for shell and tube heat exchangers

**2-4** IPS-E-GN-100, Engineering standard for units

**2-5** IPS-E-PR-775, Engineering standard for process design of double pipe heat exchangers

**2-6** IPS-E-GN-100, Engineering standard for unit

**2-7** ASME Boiler and pressure vessel Code Section II: materials-part A:ferrous material

**2-8** ASME Section V, Nondestructive examination specifications

**2-9** ASME Section VII, Division 1, Rules for construction of pressure vessels

**2-10** ASME Section VIII, Division 2: Alternative rules

**2-11** ASME Section VIII, Pressure vessels - Complete 3-Volume SET (VIII-DIV 1, VIII-DIV 2, VIII- DIV3

**2-12** ASME Section IX, Welding and brazing qualification

**2-13** ASME B16.5, Pipe flanges and flanged fittings: NPS 1/2 through NPS 24 metric/inch standard

**2-14** ASME B16.47, large diameter steel flanges: NPS 26 through NPS 60 metric/inch standard

**2-15** ASME B16.20, metallic gaskets for pipe flanges

**2-16** ASME B16.9, factory- made wrought butt welding fittings

**2-17** ASME B16.11, forged fittings, socket-welding and threaded, includes errata

**2-18** TEMA (THE TUBULAR EXCHANGER MANUFACTURERS ASSOCIATION)

**2-19** API 660, shell-and- tube heat exchangers

2-20 ASTM A-450, Standard specification for general requirements for carbon and low alloy steel tubes

### **3 Definitions**

Throughout this Standard the following definitions shall apply.

#### **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, National Petrochemical Company and National Iranian Oil Refinery And Distribution Company.

#### **3-2**

##### **purchaser**

Means the “Company” where this standard is a 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 specified.

**5 Conflicting requirements**

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

- First priority: purchase order (including attachments) and variation thereto.
- Second priority: data-requisition sheets and drawing.
- Third priority: this Standard.

All conflicting requirements shall be referred to the purchaser in writing. The purchaser will issue conforming documentation if needed for clarification.

**6 Design****6-1 Design data****6-1-1 Design codes**

**6-1-1-1** Hairpin heat exchangers shall be designed according to the ASME Code Section VIII and TEMA standard in this standard.

**6-1-1-2** Nozzles, flanges, tapered pipe threads, pipe fittings, bolts, nuts and gaskets shall be in accordance with appropriate ASME Codes.

**6-1-2 Design pressure**

**6-1-2-1** Hairpin heat exchangers shall be designed to conform to specified shell side or tube side design pressure. Designs based on differential pressure of shell side and tube side are not acceptable

**6-1-2-2** If design pressure is not specified in the exchanger specification sheet, the minimum design pressure shall be 10% above the maximum operating pressure or maximum operating pressure plus 2 bar (200KPa) , whichever is greater.

### **6-1-3 Design temperature**

**6-1-3-1** Exchangers which will operate at temperature above 0°C, shall have a minimum design temperature 10% above the maximum operating temperature or maximum operating temperature plus 28°C. Whichever is greater, but not less than 65°C.

### **6-1-4 Corrosion allowance**

**6-1-4-1** If not specified the minimum corrosion allowance for the shell side and tube side components (except tubes) shall be 1.6 mm for carbon steel.

### **6-2 Shell design**

**6-2-1** Shells can be welded pipe, seamless pipe or rolled and welded cylinders. Spiral welded pipe shall not be used.

**6-2-2** Design of shell tube closure and return bend housing is normally left to the manufacturer. However the design shall be approved by the Company.

**6-2-3** U-tube shall be removable through the use of bolted closure joints.

### **6-3 Tube (U-Tubes) design**

**6-3-1** Not enclosed section of U-Tubes shall be at least 6 mm apart from Tube Bundle for free movement due to thermal Expansion.

**6-3-2** No internal screwed connections shall be allowed.

**6-3-3** Fins should be longitudinal .Longitudinal fins shall be attached to the outside of the tube by electric resistance welding. Minimum thickness of the fins shall be 0.9 mm.

**6-3-4** The bent portion of the following U-tubes shall be stress relieved after bending:

**a-** Carbon steel, carbon-molybdenum, and low chromium steel U-bends (C - 0.5 % Mo through 5 % Cr steels) in sour or wet hydrogen sulfide service.

**b-** Unstabilized austenitic stainless steels with a mean radius smaller than 5 times the nominal outside diameter of the tube.

### **6-4 Nozzles and connections design**

**6-4-1** Connections DN 40 (NPS 1-1/2) and larger shall be flanged .The slip-on type shall not be used. Non-flanged connections smaller than DN 40 (NPS 1-1/2) shall be forged couplings with an appropriate rating.

Threaded connections shall not be used in hydrogen, sour or wet hydrogen sulfide service. This includes auxiliary connections such as vents, drains, instrument connections and chemical cleaning connections.

**6-4-2** Steel flanges outside the scope of ASME B16.5 shall be designed per ASME pressure vessel code.

**6-4-3** Couplings shall be used for threaded connections. All couplings shall be installed with full penetrated welds.

**6-4-4** All unpiPED threaded openings shall be fitted with bar stock, round-head type plugs of the same material as the connection.



**6-5 Supports design**

**6-5-1** A minimum of two supports shall be provided on the shell pipe. On stacked units, the design shall prevent shell distortion which might cause bending of the tube.

**6-5-2** Internal Supports shall be free to move along the length of the shell for thermal expansion.

**7 Material**

**7-1** The materials shall conform to the specification given in section II of the ASME boiler and pressure vessel code or other governing code. Materials of construction are subject to approval by the Company.

**7-2** All materials must be new and unused, unless otherwise agreed by purchaser.

**7-3** All materials used in the manufacture of pressure parts of hairpin heat exchangers constructed to this standard shall have available test certificates of chemical analysis and physical properties. Materials for which test certificates are not available may be used for supporting lugs, spacers and other similar non-pressure parts.

**7-4** Carbon steel, ferritic alloy, and austenitic alloy steel tubes shall meet the requirements of ASTM A-450.

**7-5** Tube wall thicknesses specified shall be considered as "minimum wall thickness".

**7-6** All gaskets shall be asbestos free.

**7-7** Materials equivalent to ASTM standard may be used with prior approval of the purchaser.

**7-8** All carbon steel tubes shall be seamless type, for other materials welded type may be selected with prior approval of the purchaser.

**7-9** Appendix A of this Standard lists typical materials of construction for hairpin heat exchangers in normal services. This Appendix is given as a guide and does not cover all materials of construction. Other materials which are equally suitable may be selected, with prior approval of the purchaser.

**8 Fabrication**

**8-1** In multitube hairpin heat exchangers, tube holes in tube-sheets shall be furnished to the diameters and tolerances shown in TEMA Standard.

**8-2** Inside edges of tube holes in tubesheets (in multitube exchangers) shall be free of burrs to prevent cutting of the tubes. Internal surfaces shall be given a workmanlike finish.

**8-3** For non-ferrous tubes, the said tolerances shall be in accordance with the appropriate heat exchanger tube specification.

**8-4** Gasket contact faces shall be machined and free of surface scale.

**8-5** Gasket contact faces shall be true planes within 1 mm. The flatness of the tube sheet gasket faces (in multitube type) shall be measured after expanding or welding of tube joints.

**9 Name plate**

**9-1** A suitable manufacture's name plate of corrosion resistant material shall be permanently attached to the exchanger. When insulation thickness is specified, the name plate shall be attached to a bracket welded to the exchanger.

**9-2 Name plate data**

In addition to all required by the ASME section VIII division I, a name plate shall also include the following (if specified):

- User's equipment identification;
- User's order number.

**10 Welding**

**10-1** All welding of pressure parts shall conform to the requirements of ASME Code, Section VIII, Division I and Section IX.

**10-2** All butt welds of pressure retaining parts shall be full penetration welds.

**10-3** Welding electrodes shall be of AWS approved quality or equivalent.

**10-4** All welding shall be completed prior to final heat treatment.

**10-5** Prior to commencing fabrication, the vendors proposed welding procedure specification (WPS) and its supporting PQR shall be submitted for approval. After approval, this welding procedure shall be strictly adhered to unless written approval is obtained covering deviations.

**10-6** Preheating and post weld heat treatment is required when so specified in the applicable code for:

- The service conditions;
- The particular material;
- The material thickness;
- Weld configuration;
- Consumables.

The preheat temperature is to be checked and maintained throughout welding.

**10-7** Hardness testing and report shall be performed in accordance with a procedure that has been reviewed and approved by the purchaser.

**11 Inspection and testing**

**11-1** The term inspector, used in this Standard, refers to the Company's representative.

**11-2** The inspection and testing of the heat exchanger at the manufacturer's shop shall be performed in accordance with ASME Code Section VIII Div.1 and the following requirements.

**11-3** All parts and tools necessary for inspection and testing shall be prepared by the manufacturer.

**11-4** Spot radiographic examination according to ASME Code Section VIII Div.I shall be considered as a minimum requirement for the welds of hairpin heat exchanger. Acceptance criteria shall be as per the above mentioned code.

**11-5** the vendor shall specify its quality control system and submission of quality control plan.

**11-6** weld metal of pressure-retaining welds (excluding tube to tube sheet welds) in carbon steel components shall be hardness tested.

**11-7** all carbon steel plate in sour or wet hydrogen sulfide service shall be subjected to an ultrasonic lamination check.

**12 Supplementary requirements****12-1 Preparation for shipment**

**12-1-1** Internal and external surfaces of the exchanger shall be free from loose scale and other foreign material that is readily removable.

**12-1-2** Water, oil, or other liquids used for cleaning or hydrostatic testing shall be drained from all sections before shipment.

**12-1-3** The purchaser shall specify requirements for surface preparation and protection. Unless otherwise specified surface preparation and painting shall be in accordance with IPS-E-TP-100.

**12-1-4** Machined surfaces and flange faces shall be temporary protected against corrosion during shipment and subsequent storage, by coating with rust preventive which is easily removable with a petroleum solvent.

**12-1-5** All threads of bolts including exposed parts shall be coated with a metallic base waterproof coating to prevent galling in use and aqueous corrosion during testing, shipping and storage.

**12-1-6** Flanges surface shall be blanked with bolted wood or metal covers. Beveled ends shall be protected with suitable covers. Threaded connections shall be fitted with a cap or plug.

**12-1-7** Exchangers shall be shipped completely assembled and shall be clearly identified by painting or dye stenciling the equipment number in a conspicuous location.

**12-2 Guarantees**

Unless otherwise agreed upon by the manufacturer and purchaser, the manufacturer shall guarantee thermal performance and mechanical design of a heat exchanger, when operated at the design conditions specified by the purchaser in his order, or shown on the exchanger specification sheet furnished by the manufacturer. This guarantee shall extend for a period of 24 months after shipping date.

**Appendix A**

**(informative)**

**Typical materials of construction for hairpin heat exchangers in normal services**

Shell (Pipe)	Seamless Carbon Steel, Open-hearth or Electric Furnace ASTM A-106, Gr. A or B ASTM A-53 , Gr. A or B
Shell Return	Carbon Steel Casting ASTM A=216, Gr. WCA or WCB
Shell Cover Plate	Carbon Steel Plate ASTM A-285, Gr., C ASTM A-515, & 516
Fittings, Flanges	Forged Steel ASTM A-105
Exchanger Tubes, also Connectors	Carbon Steel Tube ASTM A-179  Ferritic Alloys, Tubes ASTM A-199 Austenitic Alloys ASTM-A-213 Admiralty Metal ASTM B-111 Type B, C or D (Cooling Water Service)
Exchanger Pipe, also Connectors	Seamless Carbon Steel Pipe ASTM A-106, Gr, A or B Ferritic Alloys ASTM A-335 Austenitic Alloys- ASTM A-312 Copper Alloys, Admiralty Metal ASTM B-111 Type B, C or D Nickel Copper Alloys Monel ASTM B-163
Fins (Strip)	(Material to be compatible with tube metallurgy and shell side fluid)..
Support Brackets	ASTM A-36
Nuts	ASTM A-194, Class 2H
Bolts	ASTM A-193, Gr, B7

## استاندارد عمومی برای مبدل‌های حرارتی هرپین

ویرایش سوّم

آذر ۱۳۹۸

## 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 گزیده‌هایی 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 تأمین 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

دورنگار: ۸۸۸۱۰۴۶۲

پست الکترونیک: [Standards@nioc.ir](mailto:Standards@nioc.ir)

## فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
د.....	مقدمه
۱.....	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱.....	۲ مراجع الزامی
۲.....	۳ اصطلاحات و تعاریف
۴.....	۴ واحدها
۴.....	۵ مغایرت در اسناد
۵.....	۶ طراحی
۵.....	۱-۶ داده‌های طراحی
۵.....	۲-۶ طراحی پوسته
۶.....	۳-۶ طراحی تیوب (تیوب‌های U شکل)
۶.....	۴-۶ طراحی اتصالات و نازل‌ها
۶.....	۵-۶ طراحی نگهدارنده‌ها
۷.....	۷ مواد
۷.....	۸ ساخت
۸.....	۹ صفحه مشخصات
۸.....	۱۰ جوشکاری
۹.....	۱۱ بازرسی و آزمایش
۹.....	۱۲ الزامات تکمیلی
۹.....	۱-۱۲ آماده‌سازی برای حمل و نقل
۱۰.....	۲-۱۲ ضمانت‌ها
۱۱.....	پیوست الف (آگاهی دهنده) مواد نمونه برای ساخت مبدل‌های حرارتی هرپین در سرویس‌های عمومی

این استاندارد در کمیته‌های مرجع تخصصی<sup>۱</sup> 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.

مبدل‌های حرارتی هرپین برای کاربردهای مختلف و تقریباً در تمام صنایع مورد استفاده قرار می‌گیرند. این استاندارد باید برای مبدل‌های حرارتی هرپین و چندلوله‌ای در پالایشگاه‌های نفت، واحدهای پتروشیمی و حسب نیاز اکتشاف و تولید و پروژه‌های جدید مورد استفاده قرار گیرد.

**یادآوری ۱** - این استاندارد توسط کمیته فنی مربوطه بازنگری و به‌صورت ویرایش (۱) منتشر شده است. از این پس ویرایش (۰) این استاندارد دارای اعتبار نیست.

**یادآوری ۲** - این استاندارد دو زبانه، نسخه بازنگری شده استاندارد فوق می‌باشد که در مرداد ماه سال ۱۳۸۸ توسط کمیته فنی مربوطه تأیید و به‌عنوان ویرایش (۲) ارائه می‌گردد. از این پس ویرایش (۱) این استاندارد منسوخ می‌باشد.

**یادآوری ۳** - این استاندارد دو زبانه، نسخه بازنگری شده استاندارد فوق می‌باشد که در آذر ماه سال ۱۳۹۸ توسط کمیته فنی مربوطه تأیید و به‌عنوان ویرایش (۳) ارائه می‌گردد. از این پس ویرایش (۲) این استاندارد منسوخ می‌باشد.

### 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)

دورنگار: ۸۸۸۱۰۴۶۲ (۰۲۱)

رایانامه: standards@nioc.ir

وبگاه: <http://ips.mop.ir>

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.



## استاندارد عمومی برای مبدل‌های حرارتی هرپین

### ۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین حداقل الزامات طراحی، مواد، ساخت، بازرسی و آزمایش مبدل‌های حرارتی هرپین می‌باشد.

مبدل‌های حرارتی هرپین، شامل مبدل‌های حرارتی دولوله‌ای و چند لوله‌ای می‌باشند. در خصوص موارد مهندسی مربوط به مبدل‌های حرارتی هرپین که در این استاندارد به آن‌ها اشاره‌ای نشده است، الزامات آخرین ویرایش استاندارد API 663 ملاک عمل می‌باشد.

این استاندارد باید همراه با استاندارد نفت ایران برای ظروف تحت فشار (IPS-G-ME-150)، برای مبدل‌های حرارتی هرپین به کار برده شود.

### ۲ مراجع الزامی

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

در صورتی که 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<sup>۱</sup>.

2-1 IPS-G-ME-150, Engineering and material standard for towers, reactors, pressure vessels and internals

2-2 IPS-E-TP-100, Engineering standard for paints

2-3 IPS-G-ME-220, Engineering and material standard for shell and tube heat exchangers

2-4 IPS-E-GN-100, Engineering standard for units

2-5 IPS-E-PR-775, Engineering standard for process design of double pipe heat exchangers

2-6 IPS-E-GN-100, Engineering standard for unit

2-7 ASME Boiler and pressure vessel Code Section II: materials-part A: ferrous material

2-8 ASME Section V, Nondestructive examination specifications

2-9 ASME Section VII, Division 1, Rules for construction of pressure vessels

2-10 ASME Section VIII, Division 2: Alternative rules

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

2-11 ASME Section VIII, Pressure vessels - Complete 3-Volume SET (VIII-DIV 1, VIII-DIV 2, VIII-DIV 3)

2-12 ASME Section IX, Welding and brazing qualification

2-13 ASME B16.5, Pipe flanges and flanged fittings: NPS 1/2 through NPS 24 metric/inch standard

2-14 ASME B16.47, large diameter steel flanges: NPS 26 through NPS 60 metric/inch standard

2-15 ASME B16.20, metallic gaskets for pipe flanges

2-16 ASME B16.9, factory-made wrought butt welding fittings

2-17 ASME B16.11, forged fittings, socket-welding and threaded, includes errata

2-18 TEMA (THE TUBULAR EXCHANGER MANUFACTURERS ASSOCIATION)

2-19 API 660, shell-and-tube heat exchangers

2-20 ASTM A-450, Standard specification for general requirements for carbon and low alloy steel tubes

### ۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌رود:

۱-۳

شرکت

**company**

به یکی از شرکت‌های اصلی و یا وابسته به وزارت نفت، مثل شرکت ملی نفت ایران، شرکت ملی گاز ایران، شرکت ملی صنایع پتروشیمی و شرکت ملی پالایش و پخش فرآورده‌های نفتی اطلاق می‌شود.

۲-۳

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 می شود که تجهیزات و کالاهای مورد لزوم صنعت را تأمین می نماید.

۴-۳

پیمانکار

**contractor**

به شخص، مؤسسه و یا شرکتی گفته می شود که پیشنهادش برای مناقصه پذیرفته شده است.

۵-۳

مجری

**executor**

مجری به گروهی اطلاق می شود که تمام یا قسمتی از کارهای اجرائی و یا راه اندازی پروژه را انجام دهد.

۶-۳

بازرس

**inspector**

در این استاندارد بازرس به فرد/گروه یا مؤسسه ای اطلاق می شود که کتباً توسط کارفرما برای بازرسی، ساخت و نصب تجهیزات معرفی شده باشد.

۷-۳

باید

**shall**

برای کاری که انجام آن اجباری است، استفاده می شود.

۸-۳

توصیه

should

برای کاری که ضرورت انجام آن توصیه می‌شود، به کار می‌رود.

۹-۳

ترجیح

will

معمولاً در جایی استفاده می‌شود که انجام آن کار براساس نظارت شرکت باشد.

۱۰-۳

ممکن است

may

برای کاری که انجام آن اختیاری می‌باشد، به کار می‌رود.

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 با الزامات این استاندارد، اولویت‌های زیر در مورد مدارک باید مدنظر قرار گیرد:

- اولویت اول: سفارش خرید (شامل پیوست‌ها) و تغییرات داده شده در آن‌ها.

- اولویت دوم: داده برگ‌ها و نقشه‌ها.

- اولویت سوم: این استاندارد.

کلید مغایرت‌ها در اسناد باید کتباً به خریدار ارجاع داده شود. خریدار در صورت نیاز برای روشن کردن مطالب، مدارک تأیید را صادر خواهد کرد.

## ۶ طراحی

### ۱-۶ داده‌های طراحی

#### ۱-۱-۶ آئین‌نامه‌های طراحی

۱-۱-۱-۶ مبدل‌های حرارتی هرپین در این استاندارد باید بر اساس بخش VIII آئین‌نامه ASME و استاندارد TEMA طراحی شوند.

۲-۱-۱-۶ نازل‌ها، فلنج‌ها، اتصالات رزوه مخروطی، اتصالات لوله، پیچ‌ها، مهره‌ها و واشر آب بندها باید بر طبق آئین‌نامه‌های مناسب ASME باشند.

### ۲-۱-۶ فشار طراحی

۱-۲-۱-۶ مبدل‌های حرارتی هرپین باید مطابق با فشار طراحی قید شده برای قسمت پوسته و تیوب طراحی شوند. طراحی بر اساس اختلاف فشار سمت پوسته و تیوب مورد قبول نمی‌باشد.

۲-۲-۱-۶ چنانچه فشار طراحی در برگ مشخصات مبدل مشخص نشده باشد، حداقل فشار طراحی باید ۱۰٪ از بیشترین فشار عملکردی یا (۲bar)  $200\text{ kpa}$  اضافه بر بیشترین فشار عملکردی، هر کدام که بیشتر باشد.

### ۳-۱-۶ دمای طراحی

مبدل‌هایی که در دمای بالاتر از صفر درجه سانتیگراد کار می‌کنند، حداقل دمای طراحی آن‌ها باید ۱۰٪ بیشتر از دمای عملکردی یا دمای عملکردی به‌علاوه  $28^{\circ}\text{C}$ ، هر کدام بزرگتر است، اما نباید از  $65^{\circ}\text{C}$  کمتر باشد.

### ۴-۱-۶ مقدار خوردگی مجاز

اگر حداقل مقدار خوردگی مجاز برای سمت تیوب و سمت پوسته (به‌غیر از تیوب‌ها) مشخص نشده باشد، برای فولادهای کربنی باید  $1.6\text{ mm}$  در نظر گرفته شود.

### ۲-۶ طراحی پوسته

۱-۲-۶ پوسته می‌تواند لوله درزدار، لوله بدون درز یا استوانه خم‌کاری و جوشکاری شده باشد. از لوله‌های درزدار اسپیرال نباید استفاده شود.

۲-۲-۶ معمولاً طراحی پوسته محفظه تیوب و بدنه خم برگشتی به‌سازنده محول می‌شود. در هر صورت طراحی باید توسط شرکت تأیید شود.

۳-۲-۶ تیوب‌های U شکل باید از طریق محل اتصالات پیچی قابل خارج کردن از داخل پوسته باشد.

### ۶-۳ طراحی تیوب (تیوب‌های U شکل)

۶-۳-۱ سمت آزاد تیوب‌های U شکل، باید حداقل 6 mm نسبت به محفظه تیوب، برای حرکت آزاد ناشی از انبساط حرارتی، فاصله داشته باشد.

۶-۳-۲ هیچ اتصال پیچی در داخل مبدل مجاز نمی‌باشد.

۶-۳-۳ توصیه می‌شود پره‌ها به صورت طولی بوده و جوشکاری آن به قسمت خارجی لوله‌ها باید با تکنیک جوشکاری مقاومتی انجام شوند. حداقل ضخامت پره‌ها باید ۰٫۹ mm باشد.

۶-۳-۴ قسمت خم شده تیوب‌های U شکل مندرج در زیر، باید بعد از خمکاری، تنش‌زدائی شوند:

الف - تیوب‌های فولاد کربنی، کربن - مولیبدن، کم کروم (فولادهای 0/5 % C - مولیبدن تا 5 % Cr) در محیط سولفید هیدروژنی ترش یا مرطوب.

ب - فولادهای زنگ‌نزن آستنیتی پایدار نشده با قطر متوسط کمتر از ۵ برابر قطر خارجی تیوب.

### ۶-۴ طراحی اتصالات و نازل‌ها

۶-۴-۱ اتصالات DN 40 (NPS 1-1/2) و بزرگتر باید فلنجی باشند، از نوع slip-on نباید استفاده شود.

اتصالات غیرفلنجی کوچکتر از DN 40 (NPS 1-1/2) باید از نوع آهنگری شده با کلاس کاری مناسب باشد. از اتصالات رزوه‌ای در سرویس‌های هیدروژن، ترش و یا هیدروژن سولفور تر نمی‌بایست استفاده شود. این ممنوعیت شامل انشعابات فرعی از قبیل ته‌کش، تخلیه، اتصالات ابزار دقیق و اتصالات تمیزکاری شیمیایی نیز می‌شود.

۶-۴-۲ فلنج‌های فولادی خارج از دامنه کاربرد ASME B16.5 باید مطابق آیین‌نامه ظرف تحت فشار ASME طراحی شوند.

۶-۴-۳ برای اتصالات رزوه‌ای باید از کوپلینگ استفاده شود. تمام کوپلینگ‌ها باید با جوش‌های کاملاً نفوذی نصب شوند.

۶-۴-۴ تمام دهانه‌های رزوه‌ای غیر لوله‌ای، باید با درپوش‌های کله گرد از جنس بدنه مسدود شوند.

### ۶-۵ طراحی نگهدارنده‌ها

۶-۵-۱ حداقل دو نگهدارنده باید برای لوله پوسته تعبیه شود. در تجهیزات انباشته روی هم، طراحی باید به گونه‌ای باشد که از کج شدن پوسته که ممکن است باعث خمش تیوب گردد، اجتناب شود.

۶-۵-۲ نگهدارنده‌های داخلی باید برای حرکت در طول پوسته ناشی از انبساط حرارتی آزاد باشند.

## ۷ مواد

- ۷-۱ مواد باید با مشخصاتی که در بخش II آئین‌نامه دیگ بخار و ظروف تحت فشار ASME یا هر آئین‌نامه نافذ دیگری آمده است مطابقت داشته باشند. مواد به کار رفته در ساخت منوط به تأیید شرکت می‌باشد.
- ۷-۲ تمام مواد باید نو و استفاده نشده باشند، مگر اینکه با خریدار توافق به عمل آید.
- ۷-۳ تمام مواد که برای ساخت قسمت‌های تحت فشار مبدل‌های حرارتی هرپین بر اساس این استاندارد ساخته می‌شوند باید گواهی‌نامه‌های آزمون خواص فیزیکی و ترکیب شیمیایی معتبر داشته باشند. موادی که گواهی‌نامه آزمون مشخصی ندارند، می‌توانند برای گوشواره‌های نگهدارنده، فاصله اندازها و سایر اجزاء بدون فشار مورد استفاده قرار گیرند.
- ۷-۴ تیوب‌های فولاد کربنی، آلیاژ فریتی و فولاد آلیاژ استنیتی باید مطابق ASTM A-450 باشد.
- ۷-۵ ضخامت‌های دیواره تیوب‌های مشخص شده، باید به‌عنوان "حداقل ضخامت دیواره" در نظر گرفته شوند.
- ۷-۶ تمام واشر آب‌بندها باید عاری از آزیست باشند.
- ۷-۷ مواد معادل با استاندارد ASTM می‌توانند با پیش تأییدیه خریدار مورد استفاده قرار گیرند.
- ۷-۸ تمام تیوب‌های از جنس فولاد کربنی می‌بایست بدون درز باشند. در خصوص دیگر تیوب‌های درز جوش دار، تأییدیه خریدار می‌بایست از قبل اخذ شود.
- ۷-۹ پیوست الف این استاندارد، فهرست مواد نمونه برای ساخت مبدل‌های حرارتی هرپین جهت سرویس‌های معمولی را ارائه می‌نماید. این پیوست به‌عنوان یک راهنما تلقی می‌شود و تمام مواد ساخت را پوشش نمی‌دهد. سایر مواد معادل مناسب با تأیید قبلی خریدار می‌توانند انتخاب شوند.

## ۸ ساخت

- ۸-۱ در مبدل‌های حرارتی چند لوله‌ای، سوراخ‌های صفحه نگهدارنده تیوب‌ها باید با قطر و رواداری که در استاندارد TEMA نشان داده شده، آماده شود.
- ۸-۲ لبه‌های داخلی سوراخ‌های صفحات نگهدارنده تیوب‌ها (در مبدل‌های چند لوله‌ای) باید عاری از پلیسه جهت جلوگیری از ایجاد خراش روی تیوب‌ها باشد. سطوح داخلی سوراخ‌های صفحات نگهدارنده باید ماهرانه پرداخت شوند.
- ۸-۳ برای تیوب‌های غیرآهنی، رواداری‌های مطروحه باید مطابق با مشخصات مناسب تیوب مبدل حرارتی باشد.
- ۸-۴ سطوح تماس با واشر آب‌بند باید ماشینکاری شده و عاری از پلیسه باشد.

۸-۵ سطوح تماس با واشر آب‌بند باید صافی در محدوده ۱ mm داشته باشد. صافی سطح تماس صفحه نگهدارنده واشر آب‌بند تیوب‌ها (در نوع چند لوله‌ای) باید بعد از انبساط یا جوشکاری اتصال‌های تیوب اندازه‌گیری شود.

## ۹ صفحه مشخصات

۹-۱ صفحه مشخصات سازنده باید از جنس مقاوم در مقابل خوردگی ساخته و به‌طور دائم به مبدل الصاق شود. زمانی که ضخامت عایق مشخص می‌شود، صفحه مشخصات باید روی پایه‌ای که به مبدل جوش شده است، نصب شود.

## ۹-۲ اطلاعات صفحه مشخصات

علاوه بر موارد قید شده در استاندارد ASME بخش VIII قسمت I، صفحه مشخصات باید شامل موارد ذیل باشد (چنانچه مشخص شده باشد):

- شناسنامه تجهیز استفاده‌کننده؛
- شماره سفارش استفاده‌کننده.

## ۱۰ جوشکاری

۱۰-۱ جوشکاری تمام قسمت‌های تحت فشار باید مطابق با الزامات آیین‌نامه ASME، بخش VIII، قسمت I و بخش IX باشد.

۱۰-۲ تمام جوش‌های لب به لب قطعات تحت فشار باید جوش‌های کاملاً نفوذی باشند.

۱۰-۳ الکترودهای جوشکاری باید دارای کیفیت تأیید شده AWS یا معادل آن باشند.

۱۰-۴ تمام جوش‌ها باید قبل از عملیات حرارتی تکمیل شده باشند.

۱۰-۵ پیش از شروع عملیات ساخت، مشخصات روش‌های جوشکاری پیشنهادی فروشنده (WPS) و PQR پشتیبانی‌کننده آن، باید برای تأیید ارائه شود. پس از تأیید، این روش جوشکاری باید مؤکداً تبعیت شود مگر اینکه برای مغایرت‌ها تأییدیه کتبی ارائه شده باشد.

۱۰-۶ انجام عملیات حرارتی پیش‌گرم و پس‌گرم هنگامی که برای موارد زیر در آیین‌نامه اجرایی مشخص شده باشد، لازم است:

- شرایط بهره‌برداری؛
- مواد ویژه؛
- ضخامت مواد؛



- وضعیت جوش؛

- مواد مصرفی.

دمای پیش گرم در سراسر جوشکاری باید کنترل و نگهداری شود.

۷-۱۰ آزمایش سختی و گزارش آن می‌بایست بر اساس یک دستورالعمل که به تأیید خرابدار رسیده است، صورت پذیرد.

## ۱۱ بازرسی و آزمایش

۱-۱۱ عنوان بازرسی که در این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته، به نماینده شرکت اشاره دارد.

۲-۱۱ بازرسی و آزمایش مبدل حرارتی در کارگاه سازنده باید بر اساس آیین‌نامه ASME بخش VIII قسمت I و الزامات ذیل به انجام برسد.

۳-۱۱ تمام قطعات و ابزارهایی که برای بازرسی و آزمایش لازم است، باید توسط سازنده تهیه شود.

۴-۱۱ آزمون پرتونگاری موردی بر اساس آیین‌نامه ASME بخش VIII قسمت I باید به‌عنوان حداقل الزامات برای جوش‌های مبدل حرارتی هرپین انجام شود. معیار پذیرش باید بر اساس آیین‌نامه فوق‌الذکر باشد.

۵-۱۱ سازنده می‌بایست فرآیند کنترل کیفی و برنامه کنترل کیفیت خود را تعیین و ارائه نماید.

۶-۱۱ جوش قسمت‌های تحت فشار (به‌جز جوش‌های تیوب به صفحه نگهدارنده) در قطعات فولادهای کربنی باید سختی‌سنجی شود.

۷-۱۱ تمامی ورق‌های فولاد کربنی در سرویس‌های ترش یا سولفید هیدروژن تر می‌بایست به‌منظور وجود تورق بوسیله آلتراسونیک ارزیابی شوند.

## ۱۲ الزامات تکمیلی

### ۱-۱۲ آماده‌سازی برای حمل و نقل

۱-۱-۱۲ سطوح داخلی و خارجی مبدل باید عاری از ذرات سطحی و سایر ترکیبات خارجی که به سادگی جدا می‌شوند، باشد.

۲-۱-۱۲ آب، روغن و یا هر مایع دیگری که برای پاک‌سازی یا آزمون ایستابی مورد استفاده قرار گرفته است، باید قبل از حمل از تمام قسمت‌ها تخلیه شوند.

۳-۱-۱۲ سازنده باید دستورالعمل الزامات آماده‌سازی و حفاظت از سطح را تهیه کند. آماده‌سازی و رنگ‌آمیزی سطوح باید مطابق با IPS-E-TP-100 باشد، مگر مورد دیگری مشخص شود.

۴-۱-۱۲ سطوح ماشین کاری شده و سطح فلنچها باید در مقابل خوردگی در مدت زمان حمل و انبارداری، موقتاً بوسیله پوشش جلوگیری کننده از خوردگی که به سادگی با حلال نفتی قابل تمیزکاری باشد، پوشانده شوند.

۵-۱-۱۲ تمامی رزوه‌های پیچها شامل قسمت‌های بی حفاظ باید با پوشش پایه فلزی ضد آب برای جلوگیری از کندگی سطحی در زمان استفاده و خوردگی تر در طول مدت آزمایش، حمل و انبارداری پوشیده شوند.

۶-۱-۱۲ سطوح فلنچها باید با پوشش‌های چوبی یا فلزی بسته شوند. انتهای اتصالاتی که برای جوشکاری لبه‌سازی شده‌اند باید با پوشش مناسب حفاظت شوند. اتصالات رزوه‌ای باید بوسیله درپوش مناسب بسته شوند.

۷-۱-۱۲ مبدل‌های حرارتی باید کاملاً سرهم شده حمل شوند و باید شماره تجهیز به‌طور شفاف با رنگ و یا استنسیل خشک در قسمتی که قابل رؤیت باشد، مشخص شود.

#### ۲-۱۲ ضمانت‌ها

سازنده باید عملکرد حرارتی و طراحی مکانیکی مبدل حرارتی را برای زمانی که در شرایط طراحی مشخص شده در سفارش خریدار، یا به‌گونه‌ای که در برگه مشخصه مبدل توسط سازنده آورده شده ضمانت نماید، مگر مورد دیگری توسط سازنده و خریدار توافق گردد. این ضمانت باید برای مدت زمان ۲۴ ماه بعد از زمان حمل معتبر باشد.

**پیوست الف**  
**(آگاهی دهنده)**

**مواد نمونه برای ساخت مبدل‌های حرارتی هرپین در سرویس‌های عمومی**

Shell (Pipe) (پوسته لوله)	Seamless Carbon Steel, Open-hearth or Electric Furnace ASTM A-106, Gr. A or B ASTM A-53, Gr. A or B	فولاد کربنی بدون درز
Shell Return برگشت پوسته	Carbon Steel Casting ASTM A=216, Gr. WCA or WCB	فولاد کربنی ریخته گری
Shell Cover Plate ورق پوشش پوسته	Carbon Steel Plate ASTM A-285, Gr., C ASTM A-515, & 516	ورق فولاد کربنی
Fittings, Flanges اتصالات، فلنج‌ها	Forged Steel ASTM A-105	فولاد آهنگری شده
Exchanger Tubes, also Connectors  تیوب‌های مبدل، همچنین اتصال دهنده‌ها	Carbon Steel Tube ASTM A-179 Ferritic Alloys, Tubes ASTM A-199 Austenitic Alloys ASTM-A-213 AdmiraltyMetal	لوله فولاد کربنی لوله‌های آلیاژ آهنی آلیاژهای استنتیکی فلز دریائی
Exchanger Pipe, also Connectors لوله‌های مبدل، همچنین اتصال دهنده‌ها	ASTM B-111 Type B, C or D (Cooling Water Service)	سرویس آب خنک‌کاری
Exchanger Pipe, also Connectors لوله‌های مبدل، همچنین اتصال دهنده‌ها	Seamless Carbon Steel Pipe ASTM A-106, Gr. A or B Ferritic Alloys ASTM A-335 Austenitic Alloys-Seamless ASTM A-312 Copper Alloys, Admiralty Metal ASTM B-111 Type B, C or D Nickel Copper Alloys Monel ASTM B-163	لوله فولاد کربنی بدون درز آلیاژهای آهنی آلیاژهای استنتیکی بدون درز آلیاژهای مس، فلز دریائی آلیاژهای مس نیکل مونل
Fins (Strip) (پره‌ها (تسمه)	(Material to be compatible with tube metallurgy and shell side fluid). مواد باید با متالورژی تیوب و سیال سمت پوسته سازگار باشد.	
Support Brackets پایه‌های مهار	ASTM A-36	
Nuts مه‌رها	ASTM A-194, Class 2H	
Bolts پیچ‌ها	ASTM A-193, Gr. B7	