

# **Engineering standard for general design requirements of process machineries**

**Third edition  
September 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	3
4 Units	5
5 General requirements	6
5-1 Range and variety of equipment	6
5-2 Prototype equipment	6
5-3 Special operating requirements	6
5-4 Off-design conditions	6
5-5 Complete unit responsibility	6
6 Design requirements	7
6-1 General requirements	7
6-2 Pumps	8
6-3 Compressors and fans	9
6-4 Turbines	12
6-5 Mixers	14

## **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.

### **Note 1:**

This is a revised version of the standard specification by the relevant technical committee on Jul. 2003, 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 on October 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 on September 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).

## **Engineering standard for general design requirements of process machineries**

### **1 Scope**

This Engineering standard gives general design requirements, specifications and guidance for rotating machineries (i.e. compressors, pumps, fans, blowers, steam and gas turbines); for use in oil refineries, chemical plants, gas plants and where applicable, in exploration, production and new ventures.

### **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 ISIRI 22540, Petroleum industry - Rotary equipment -Pumps - Code of practice
- 2-2 ISIRI 22541, Petroleum industry - Rotary equipment- Compressors - Code of practice
- 2-3 ISIRI 22538, Petroleum industry - Rotary equipment- Turbines - Code of practice
- 2-4 API 610, Centrifugal pumps for petroleum, Petrochemical and natural gas industries
- 2-5 API 611, General purpose steam turbine for petroleum, chemical and natural gas industry services
- 2-6 API 612, Petroleum, petrochemical and natural gas industries-Steam turbines-Special-purpose applications
- 2-7 API 613, Special purpose gear units for petroleum, chemical and gas industry services
- 2-8 API 614, Lubrication, shaft-sealing and oil control system and auxiliaries
- 2-9 API 616, Gas Turbines for petroleum, chemical and gas industry services
- 2-10 API 617, Axial and centrifugal compressors and expander – compressors
- 2-11 API 618, Reciprocating compressors for petroleum, chemical and gas industry services
- 2-12 API 619, Rotary-type positive displacement compressors for petroleum, petro chemical and natural gas industry
- 2-13 API 671, Special purpose couplings for petroleum, chemical and gas industry services
- 2-14 API 672, Packaged, integrally geared centrifugal air compressors for petroleum, chemical and gas industry services
- 2-15 API 673, Centrifugal fans for petroleum, chemical and gas industry services
- 2-16 API 674, Positive Displacement pumps-reciprocating
- 2-17 API 675, Positive displacement pumps-controlled volume for petroleum, chemical and gas industry services
- 2-18 API 676, Positive displacement pumps-rotary

- 2-19 API 677, General purpose gear units for petroleum, chemical and gas industry services
- 2-20 API 682, Pumps – shaft sealing systems for centrifugal and rotary pumps
- 2-21 ISO 5199, Technical specifications for centrifugal pumps - Class II
- 2-22 IPS-G-PM-105, Material and equipment standard for centrifugal pumps for petroleum, petrochemical, and natural gas in dustiest
- 2-23 IPS-M-PM-115, Material and equipment standard for centrifugal pumps for general services
- 2-24 IPS-M-PM-125, Material and equipment standard for fire water pumps
- 2-25 IPS-M-PM-130, Material and equipment standard for positive displacement pumps reciprocating
- 2-26 IPS-M-PM-140, Material and equipment standard for positive displacement pumps - Rotary
- 2-27 IPS-M-PM-150, Material and equipment standard for positive displacement pumps -Controlled volume
- 2-28 IPS-M-PM-170, Material and equipment standard for axial and centrifugal compressors and expander compressors for petroleum, chemical and gas industry services
- 2-29 IPS-M-PM-180, Material and equipment standard for packaged integrally geared centrifugal compressor for utility and instrument air services
- 2-30 IPS-M-PM-190, Material and equipment standard for axial flow centrifugal compressors
- 2-31 IPS- G -PM-200, Material and equipment standard for reciprocating compressors for process services
- 2-32 IPS-M-PM-220, Material and equipment standard for positive displacement compressors - rotary
- 2-33 IPS-M-PM-230, Material and equipment standard for special purpose centrifugal fans
- 2-34 IPS-M-PM-235, Material and equipment standard for general purpose centrifugal fans
- 2-35 IPS-M-PM-240, Material and equipment standard for general purpose steam turbines
- 2-36 IPS- G -PM-250, Material and equipment standard for special purpose steam turbines
- 2-37 IPS- G -PM-260, Material and equipment standard for combustion gas turbines ,for the petroleum, chemical and gas industry services
- 2-38 IPS-M-PM-300, Material and equipment standard for special purpose gear units
- 2-39 IPS-M-PM-310, Material and equipment standard for special purpose couplings
- 2-40 IPS-M-PM-320, Material and equipment standard for lubrication, shaft sealing and control oil systems and auxiliaries for process services
- 2-41 IPS-M-PM-330, Material and equipment standard for mixers
- 2-42 IPS-E-EL-110, Engineering standard for hazardous area
- 2-43 IPS-E-PR-420, Engineering standard for process deign of heat tracing & winterizing
- 2-44 IPS-E-GN-100, Engineering standard for units
- 2-45 IPS-G-ME-220, Engineering and material standard for shell and tube heat exchangers
- 2-46 IPS-G-SF-900, General standard for noise control and vibration
- 2-47 ASME Boiler and pressure vessel code Sec. VIII, Div. I

2-48 TEMA Class “C” Exchangers

2-49 NFPA 20, Standard for the installation of stationary pumps for fire protection

### **3 Definitions**

Throughout this Standard the following definitions shall apply.

#### **3-1 General terms**

##### **3-1-1**

###### **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.

##### **3-1-2**

###### **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.

##### **3-1-3**

###### **vendor and supplier**

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

##### **3-1-4**

###### **contractor**

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

##### **3-1-5**

###### **executor**

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

##### **3-1-6**

###### **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

##### **3-1-7**

###### **shall**

Is used where a provision is mandatory.

**3-1-8****should**

Is used where a provision is advisory only.

**3-1-9****will**

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

**3-1-10****may**

Is used where a provision is completely discretionary.

**3-2 Specific terms****3-2-1****vital duty**

Vital duty is a service in which failure of equipment causes an unsafe condition of the plant or installation resulting in jeopardy to life and/or major damage (fire, explosion etc.). For such services, equipment shall be adequately spared to ensure 100% availability of the service under all circumstances. Besides, independent power sources shall be selected to ensure 100% service availability. For instance, diesel engine or electric motor driven fire water pumps are categorized in vital duty services.

**3-2-2****essential duty**

Essential duty is a service in which failure of equipment renders a plant or process unit inoperable or reduces performance to a level unacceptable to the Company. For such services, installed spare equipment is normally selected based upon economic considerations and proven equipment availability, where potential losses due to equipment outage greatly outweigh equipment CAPEX. Sparing philosophy shall be economically evaluated and is typically 2×100% or 3×50%. For instance, boiler feed water pumps are categorized in essential duty services.

**3-2-3****non-essential duty**

Non-essential duty is a service which is not categorized as vital or essential duty. For such services, an economic evaluation is required to justify spared equipment. For instance, drinking water pumps and sewage pumps are categorized as non-essential duty.

**3-2-4****critical service**

Critical service can be either a vital or an essential duty or service, according to the text and its intent.



**3-2-5****continuous operation**

Continuous operation is an uninterrupted operation by an equipment and its auxiliaries, and its installed spare, for a period of at least 16,000 hours at the specified operating conditions.

**3-2-6****intermittent operation**

Any operation, which is not classed as continuous operation in which it is expected that the equipment will be started/stopped at unspecified intervals, e.g.:

- Automatic starts and stops at intervals by process operated controls;
- Manual starts and stops at intervals by manual control for batch processes.

**3-2-7****abrasive service**

Any service in which there is an expected wear rate of 0.1 mm (0.004 in) or more per year, or where particle sizes exist larger than 100 µm (0.004 in) in quantities exceeding 100 mg/kg.

**3-2-8****off-design condition**

Off-design conditions refer to the state where the equipment is operated in conditions which are beyond the allowable operating region for each equipment

**3-2-9****API standard**

In API Standards referred to in this specification, some clauses with a bullet (•) at the beginning indicate that either a decision is required or further information is to be provided by the purchaser. Such decisions shall be indicated on the technical specification and/or data sheets; otherwise, they shall be stated in the quotation request (inquiry) or in the purchase order.

**3-2-10****reference standards**

Is used for the last revision of referenced standard and/or last IPS standard whichever is updated.

**4 Units**

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

## **5 General requirements**

### **5-1 Range and variety of equipment**

Every effort shall be made consistent with sound engineering practice, to minimize the spares stocking of operating companies by rationalizing the variety of makes and types of equipment and auxiliaries selected for any particular project.

This rationalization and minimizing shall be applied stringently as long as it does not interfere with the selection of an optimum equipment for the specified operating conditions and does not increase the equipment's total life cycle costs.

### **5-2 Prototype equipment**

The prototype equipment shall not be used.

Selected equipment shall be, in all respects, well within the range of the manufacturer's proven experience and if each of its components or their design for the first time to improve variables such as energy consumption, environmental impact, maintenance, safety, reliability and availability, the vendor shall make all changes and designs in the equipment available on his proposal. These cases are subject to compliance with the relevant standards and approvals of scientific institutions and reference laboratories and validated by the Commercial Technical Committee.

### **5-3 Special operating requirements**

Material requisition/data sheet shall indicate all particular operating requirements that the equipment may encounter, e.g. parallel operation, varying molecular weight of gases (for fans, compressors, and expanders), varying suction or discharge conditions and toxicity level of the fluid media.

Special attention shall be given to off-design conditions which may occur during start-up and shutdown procedures associated with the particular process application.

### **5-4 Off-design conditions**

Manufacturers shall demonstrate that equipment shaft and bearing design takes into consideration the hydraulic forces occurring during operation away from the duty point anywhere within the range specified in data sheet.

### **5-5 Complete unit responsibility**

Driver, driven, gear box, and auxiliaries that make up a complete unit shall be ordered from one manufacturer; the manufacturer of driven equipment is usually selected as the vendor who has the complete unit responsibility.

This manufacturer shall then become responsible for the satisfactory performance of the complete unit under all operating conditions, including starting and acceleration. Further more, this manufacturer, shall warrant and guarantee all equipment and component parts as stipulated in the relevant specification and purchase order.

## **6 Design requirements**

### **6-1 General requirements**

#### **6-1-1 Compliance with standards (Technical-HSE)**

In design of each equipment, sound and environmental's criteria shall be considered as per regulations , national standards (HSE) and IPS.

As a general rule, the noise level of all equipment installed shall not exceed the limits specified in each equipment standard.

In the event that more stringent limits are required, then the sound power or sound pressure limit for equipment with its driver and auxiliaries shall be stated in data sheet, which shall always form part of the requisition. The supplier shall use this data sheet to submit the (guaranteed) sound power levels and/or sound pressure levels of the equipment. Noise limits shall apply for all operating conditions, and shall have upper tolerance of +0 dB.

Silencing equipment such as silencers and acoustic enclosures may be considered for noisy process equipment. When the Supplier has been selected, details of such silencing equipment shall be agreed upon between the Supplier and the Purchaser. The Purchaser may choose to order silencing equipment separately from the process equipment.

Noise emission of certain silencing equipment (e.g. silencers on vent stacks, acoustic insulation on pipes) is not always the responsibility of any particular equipment supplier, and is the responsibility of the Purchaser. It shall be ensured that such silencing equipment is incorporated in the design and that the relevant data/requisition sheets are prepared.

#### **6-1-2 Material**

Material selection shall be made based on relevant applicable specifications specified, preferably American code or standard materials. However, equivalent grade of materials produced in other recognized country CODES such as, DIN, JIS, BS, AFNOR, and UNI may also be used and each material on the drawings shall be identified by corresponding ASTM or AISI designation.

#### **6-1-3 Electrical components**

All electrical components and installations shall be suitable for the specified area classification and grouping to be prepared separately and shall comply with the requirements of IPS-E-EL-110.

#### **6-1-4 Pressure vessels**

Pressure vessels as an auxiliary of rotary machinery, shall be designed in accordance with ASME Code Sec. VIII. ASME Code Stamp is not mandatory.

#### **6-1-5 Lubricants and lubrication**

Manufacturer' s lubricant recommendation may be used in addition of special lubricant type. Whenever specified or applicable, lubrication system shall comply with API Std. 614 and IPS-M-PM-320.

#### **6-1-6 Couplings**

Unless otherwise specified in data/requisition sheets, dry-flexible disk coupling with stainless steel disks shall be provided and shall comply with requirements of API Std. 671 and IPS-M-PM-310.

### 6-1-7 Gear units

Whenever specified or applicable, Special purpose Gear units shall comply with requirements of API Std. 613 and IPS-M-PM-300. General Purpose Gear units shall comply with requirements of API Std. 677.

### 6-1-8 Instrumentation

For selection of instrumentation vendor instrument Standard may be employed, if they are installed within the confines of machinery skid and are well proven experientially.

However, final selection of vendors of such instruments shall have approval of the Company prior to placement of order, with exception of special instruments to be selected by manufacturer.

Alarm and shutdown contacts for rotary machinery shall be normally closed (energized) and open (de-energized) to alarm and trip. The control and instrumentation system shall protect personnel and equipment against injury or loss under all conditions of operation or malfunction.

### 6-1-9 Winterization

Equipment shall be winterized and heat-conserved according to IPS-E-PR-420.

### 6-1-10 Vents and drains

All vents and drains of machineries shall be equipped with valves.

### 6-1-11 Heat exchangers

Standards related to heat exchangers, based on the type, for use in process facilities are as follows:

- a- API-660, TEMA, IPS-G-ME-220 for shell and tube heat exchangers
- b- API-661, IPS-G-ME-245 for aircooled heat exchangers
- c- API-662 for plate and frame heat exchangers
- d- TEMA std, IPS-G-ME-230 for double pipe heat exchangers

### 6-1-12 Equipment selection from spare part optimization viewpoint

Every effort shall be made to optimize the spares stock levels that need to be kept by the Company by rationalizing the variety of makes and types of driven equipment, drivers and auxiliary equipment selected for any particular project. This rationalization shall be applied stringently provided it does not interfere with the selection of optimal equipment for the specified operating conditions.

## 6-2 Pumps

### 6-2-1 Centrifugal pumps

centrifugal pumps for petroleum, petrochemical, and natural gas industries shall comply with requirements of API Std. 610. ISO 13709 and IPS-G-PM-105. Fire water pumps shall comply with IPS Std. M-PM-125 and NFPA No. 20, Latest Edition.

Centrifugal pumps for other general services shall meet requirements of ISO 5199, ISO 9908, ISO 9905 as supplemented by IPS-M-PM-115. Some additional requirements which should be considered when specify a pump is set out below.

Cyclones in flushing lines shall be used only for low concentrations of high-density solids, where there is a clearly marked difference in density between the liquid and the solids. Strainers are not acceptable in the re-circulation line.

Cyclones integral with the pump casing are not permitted. The pump Manufacturer is responsible for the co-ordination of engineering and installation of the selected seal and sealing system.

#### **6-2-1-1 Pump selection**

The choice of pump depends mainly on the operating pressure, differential head, operating temperature, volumetric flow rate, physical characteristics of the pumped liquid, suction specific speed and NPSHA.

Upward nozzle orientation for centrifugal pumps with horizontally split casings should be avoided.

#### **6-2-2 Rotary positive displacement pumps**

Rotary pumps shall conform to the requirements of API Std. 676 and IPS-M-PM-140.

Pumps shall be selected well within the manufacturer's actual field experience of limits of operating temperature and maximum working pressure, available materials of construction, pumps speed and pumped liquid properties.

#### **6-2-3 Positive displacement pumps-reciprocating**

Reciprocating pumps shall conform to the requirements of API Std. 674 and IPS-M-PM-130. Some additional requirements which should be considered when specifying reciprocating pumps are set out below.

#### **6-2-4 Positive displacement pumps-controlled volume**

Controlled volume pumps shall conform to the requirements of API Std. 675 and IPS-M-PM- 150.

Pumps shall be selected well within the manufacturer's actual field experience of limits of operating temperature and maximum working pressure, pump speed and pumped liquid properties. Diaphragm pumps with direct mechanical actuation shall not be selected.

Some additional requirements which should be considered when specifying controlled volume pumps are set below:

##### **6-2-4-1 Diaphragms**

In the event that atmospheric release of product or contamination of product by hydraulic fluid is not permitted, double diaphragm pumps shall be specified and diaphragm failure indication shall be provided.

### **6-3 Compressors and fans**

#### **6-3-1 Centrifugal/axial compressors**

Centrifugal/Axial compressors shall comply with requirements of chapters one and two of API Std. 617, ISO 10439 and IPS-M-PM-170.

##### **6-3-1-1 Drivers**

The required type of driver shall be specified together with the relevant specifications with which it shall comply.

- Steam turbines
- Variable speed electric motors (VSDS)
- Fluid drive couplings, torque converters
- Gas turbines (two-shaft design)
- Gas engines and diesel engines

The most economical method for the capacity control of centrifugal and axial compressors (to achieve maximum turndown ratio) is speed variation. The type of variable-speed driver should be selected with account being taken of utility balance and compressor turndown ratio, in terms of both capacity and speed.

For constant-speed compressor units, capacity control can be achieved by suction throttling or recycle systems. Variable inlet guide vanes shall only be considered for air and clean non-corrosive gases.

#### **6-3-1-2 Moisture separator**

Where liquid may be present in the gas stream, installation of adequate moisture separators following intercoolers or at the inlet of process machines shall be required.

#### **6-3-1-3 Fouling service application**

For axial and centrifugal compressors operating in fouling services, the coating of internals may be considered. Due to the non-stick surface of the coating, fouling can be minimized. In view of the relatively high temperature used during the application process of the coating, details of such coatings processes shall be mutually agreed upon between the compressor Manufacturer and the Company.

#### **6-3-2 Integrally geared centrifugal compressors**

Integrally geared Centrifugal compressors shall comply with requirements of chapters one and three of API Std. 617, ISO 10439 and IPS-M-PM-170.

**6-3-2-1** Packaged high-speed integrally geared centrifugal compressors may be considered for plant air, instrument air, inert gas and clean non-corrosive process gas duties.

Single-stage integrally geared high-speed compressors may be considered for clean process applications.

Having the design advantages of a centrifugal compressor, integrally geared compressors shall have preference over reciprocating types.

#### **6-3-3 Packaged integrally geared centrifugal compressor for utility and instrument air services**

Packaged Integrally Geared Centrifugal Compressor for Utility and Instrument Air Services shall comply with the requirements of ISO 10442, API Std. 672 and IPS-M-PM-180.

The operating data and conditions together with the additional requirements for the packaged unit shall be specified in the data/requisition sheets.

#### **6-3-4 Expander-compressors**

Expander-compressors shall comply with requirements of chapters one and four of API Std. 617, ISO 10439 and IPS-M-PM-170.

### **6-3-5 Reciprocating compressors**

Reciprocating compressors shall conform to the minimum requirements of ISO 13707, API Std. 618 and IPS-M-PM-200. Some additional requirements that should be considered in specifying a reciprocating compressor and filling in data/requisition sheets are set out below:

#### **6-3-5-1 Type of compressors**

In the data/requisition sheets it shall be specified whether a vertically-type or a horizontally -type of compressor is required.

All anticipated process conditions and transients (e.g. re-start after shutdown) shall be specified in detail so that the optimum compressor can be selected and the drive power requirements can be correctly stipulated.

#### **6-3-5-2 Pulsation damping equipment**

Detrimental pulsations and vibrations shall be controlled for satisfactory levels of piping vibration, compressor performance, valve life, and operation of equipment sensitive to flow pulsation. Following basic techniques shall be used:

- I. System design based on analysis of the interactive effects of pulsations and the attenuation requirements;
- II. Utilization of pulsation suppression devices; (such as: pulsation filters and attenuators; volume bottles, with or without internals; choke tubes; orifice systems; and selected piping configurations)
- III. Mechanical restraint design; including type, location, and number of pipe and equipment clamps and supports. A third party consultant jointly with the equipment manufacture shall design features of piping and sizing of suppression devices.

#### **6-3-5-3 Drivers**

The type of driver required shall be specified together with the appropriate specification to which it shall conform.

Anticipated process variations, such as start-up and abnormal operating conditions, shall be specified in detail so that the compressor manufacturer can size the driver correctly.

Electric motors are the drivers of first choice.

Gear transmissions should not be selected. As turbine drives invariably require a gear unit, this type of driver should be restricted to those cases where the available power source makes such a selection unavoidable.

Variable-speed frequency-controlled electric motor drives may be selected as well as gas engines or diesel engines. The minimum allowable speed for adequate lubrication and rod load reversals shall be verified.

#### **6-3-5-4 Instrumentation for measurement and control**

The type of capacity control will be specified. Adjustable speed electric motor drivers can be considered for capacity control. The use of variable volume clearance pockets for capacity control is not favored and its application requires the explicit approval of the company.

### **6-3-5-5 Alarm and shutdown**

**6-3-5-5-1** Alarm and shutdown devices for high vibration (out of range) shall be provided with all reciprocating gas compressors.

**6-3-5-5-2** Reciprocating gas compressors shall be provided with high or low cooling fluid temperature alarm for each cylinder outlet and high level alarm if moisture separators are provided.

### **6-3-6 Rotary-type positive displacement compressors**

Rotary-type positive displacement compressors shall conform to the minimum requirements of ISO 10440-1, API Std. 619 and IPS-M-PM-220.

### **6-3-7 Centrifugal fans**

Centrifugal fans shall comply with the requirements of API Std. 673. For special purpose and general purpose applications, requirements of IPS-M-PM-230 and IPS-M-PM-235 shall be complied respectively.

The operating data and conditions together with the additional requirements for the packaged unit shall be specified in the data/requisition sheets.

## **6-4 Turbines**

### **6-4-1 Steam turbines**

Steam turbines are divided into two categories according to their size and usage:

- General-purpose steam turbines, and
- special-purpose steam turbines.

Independently of the above two categories, steam turbines can be classified on the basis of their working principles:

- Impulse or action turbines. where steam expansion occurs only in the nozzles or in the stationary blades, not both, and
- Reaction turbines where steam expansion occurs in both the stationary and the rotating blades.

There is also a preference for this type of turbine wherever rapid changes in steam and/or load conditions can be expected. Impulse turbines achieve higher efficiencies at low volumetric flow coefficients than can be obtained with reaction turbines, so are preferred when small volumetric flows must be combined with low speeds, for example to avoid the use of gearbox.

The advantages and disadvantages of each type should be evaluated for every application.

#### **6-4-1-1 General-purpose steam turbines**

These turbines can be horizontal or vertical and are used to drive equipment that is usually spared, that is relatively small in size (power) or is in non-critical service. Examples are drivers for pumps, which are spared, and drivers for fan and small generators.

General-purpose steam turbines shall comply with the requirements of ISO 10436, ISO 10437 API Std. 611 and IPS-M-PM-240.

#### **6-4-1-2 Special-purpose steam turbines**

These are horizontal turbines and are used to drive equipment that is usually not spared, that is relatively large in size (power) or is in critical service. Examples are drivers for centrifugal



compressors or generators. The application of these turbines is neither limited by steam conditions nor by speed.

Special-purpose steam turbines shall comply with the requirements of API Std. 612 and IPS-M-PM-250.

#### **6-4-1-2-1 Piping and appurtenances**

If the turbine is driving a centrifugal compressor handling gases containing hydrogen Sulphide, the turbine control oil and the lubricating oil for the turbine and compressor shall be separated from the compressor seal oil to avoid their contamination.

In such cases, combined turbine control oil and lubricating oil system with a separate seal oil system shall be specified.

#### **6-4-2 Gas turbines**

Gas turbines shall comply with the requirements of API Std. 616 , ISO 3977 and IPS-M-PM-260.

##### **6-4-2-1 Site-rated power**

The site conditions of elevation, humidity, and ambient temperature shall be taken into consideration together with the power requirements of the driven equipment in order to arrive at a realistic site-rated power (rating) of the gas turbine. This 'site rating' should be adequate to cover losses due to:

- Gas turbine air compressor fouling (estimate for a maximum of 4% on average 2%).
- Intake and exhaust systems.
- Exhaust heat exchanger.
- Main gearbox.

There shall be power output margin of at least 7% between the demand of the driven equipment and the power of the gas turbine at site when in new and clean condition. Note that the power extracted by the auxiliaries, directly driven from the gas turbine, is not always included in the vendor's standard information sheets.

Having established the site rating for the gas turbine, the ISO\* rating of the gas turbine can be calculated to serve as a guide for comparing the available makes and models of the gas turbine type suitable for the application being considered.

**\* The ISO rating of a gas turbine is its rating at 15°C ambient temperature, at 101.325 kpa and 60% relative humidity, with zero inlet and exhaust pressure losses.**

##### **6-4-2-2 Controls and instrumentation**

Gas turbine manufacturers supply a complete control and monitoring system with their gas turbines as an intrinsic part of the package. It is not possible to dispense with their control system because it contains such essential items as the governor control, fuel scheduling, combustion monitoring and gas turbine safety circuits. The process or driven equipment controls are frequently integrated with the gas turbine control panel.

The gas turbine control panel shall be capable of receiving signals from the plant control panel. The plant control system shall also be capable of receiving signals from the gas turbine control panel.

#### **6-4-2-3 Air intake system**

The location of the combustion air intake shall be carefully selected so as not to shorten the life of the gas turbine. Satisfactory access shall be provided and no undue hazard shall be created. The air intakes for the combustion air should be as close to the gas turbine as possible. Long intake ductwork imposes a severe power penalty due to pressure loss.

It is essential to ensure that the entire air intake system is completely leak-free.

#### **6-4-2-4 Exhaust system**

The exhaust stack should terminate at a sufficient height to prevent re-circulation of the hot gas plume into either the combustion air intake or the ventilation air intake.

For offshore platforms, it is necessary to ensure that the hot gas plume cannot be re-circulated into other areas of the platforms under any of the weather conditions likely to be experienced and that no hazard can be created to the helicopter flight paths. In most cases, model testing will be needed to ensure that these requirements are met.

#### **6-4-2-5 Combustion air filtration**

High-quality combustion air is essential if the gas turbine performance is to be maintained. Contaminants in the combustion air stream cause fouling, corrosion, premature blade and hot gas path failure in severe contamination conditions.

All air filters shall have upward air intakes fitted with a rain hood. This is most effective in reducing rain and snow ingress into the air filter.

#### **6-5 Mixers**

Mixers shall meet the requirements of IPS-M-PM-330.

# استاندارد مهندسی برای الزامات عمومی طراحی ماشین آلات فرآیندی

ویرایش سوم

مهر ۱۳۹۸

## پیش‌گفتار

استانداردهای نفت ایران (IPS) منعکس‌کننده دیدگاه‌های وزارت نفت ایران است و برای استفاده در تأسیسات تولید نفت و گاز، پالایشگاه‌های نفت، واحدهای شیمیایی 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 استانداردهای 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
۵	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۳	۳ اصطلاحات و تعاریف
۷	۴ واحدها
۷	۵ الزامات عمومی
۷	۵-۱ دامنه و تنوع تجهیزات
۷	۵-۲ نمونه اولیه تجهیز
۷	۵-۳ الزامات عملیاتی خاص
۸	۵-۴ شرایط خارج از طراحی
۸	۵-۵ مسئولیت کل واحد
۸	۶ الزامات طراحی
۸	۶-۱ الزامات عمومی
۱۰	۶-۲ تلمبه‌ها
۱۲	۶-۳ کمپرسورها و فن‌ها
۱۵	۶-۴ توربین‌ها
۱۸	۶-۵ همزن‌ها

## مقدمه

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.

**یادآوری ۱-** این استاندارد توسط کمیته فنی مربوطه در تیر ماه سال ۱۳۸۲ 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 مهر ماه سال ۱۳۸۸ توسط کمیته فنی مربوطه تایید 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 مهر ماه سال ۱۳۹۸ توسط کمیته فنی مربوطه تایید 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 مهندسی برای الزامات عمومی طراحی ماشین آلات فرآیندی

### ۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد تعیین الزامات عمومی جهت طراحی ماشین آلات دوار می باشد.

این استاندارد مهندسی الزامات عمومی، مشخصات فنی و راهنمائی‌های لازم جهت طراحی ماشین آلات دوار (کمپرسورها، تلمبه‌ها، فن‌ها، دمنده‌ها و توربین‌های بخار و گاز) مورد استفاده در صنایع نفت، گاز، پتروشیمی و هرجا که در اکتشاف، تولید و طرح‌های جدید کاربرد داشته باشد را ارائه می کند.

### 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 می شوند.

در صورتی که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدید نظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام آور 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>.

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۲۲۵۴۰: سال ۱۳۹۶، صنعت نفت- ماشین آلات دوار- پمپ‌ها- آیین کار

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۲۲۵۴۱: سال ۱۳۹۶، صنعت نفت- ماشین آلات دوار- کمپرسورها- آیین کار

۳-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۲۲۵۳۸: سال ۱۳۹۶، صنعت نفت- ماشین آلات دوار- توربین‌ها- آیین کار

2-4 API 610, Centrifugal pumps for petroleum, Petrochemical and natural gas industries

2-5 API 611, General purpose steam turbine for petroleum, chemical and natural gas industry services

2-6 API 612, Petroleum, petrochemical and natural gas industries-Steam turbines-Special-purpose applications

2-7 API 613, Special purpose gear units for petroleum, chemical and gas industry services

2-8 API 614, Lubrication, shaft-sealing and oil control system and auxiliaries

2-9 API 616, Gas Turbines for petroleum, chemical and gas industry services

2-10 API 617, Axial and centrifugal compressors and expander – compressors

2-11 API 618, Reciprocating compressors for petroleum, chemical and gas industry services

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

- 2-12** API 619, Rotary-type positive displacement compressors for petroleum, petro chemical and natural gas industry
- 2-13** API 671, Special purpose couplings for petroleum, chemical and gas industry services
- 2-14** API 672, Packaged, integrally geared centrifugal air compressors for petroleum, chemical and gas industry services
- 2-15** API 673, Centrifugal fans for petroleum, chemical and gas industry services
- 2-16** API 674, Positive Displacement pumps-reciprocating
- 2-17** API 675, Positive displacement pumps-controlled volume for petroleum, chemical and gas industry services
- 2-18** API 676, Positive displacement pumps-rotary
- 2-19** API 677, General purpose gear units for petroleum, chemical and gas industry services
- 2-20** API 682, Pumps – shaft sealing systems for centrifugal and rotary pumps
- 2-21** ISO 5199, Technical specifications for centrifugal pumps - Class II
- 2-22** IPS-G-PM-105, Material and equipment standard for centrifugal pumps for petroleum, petrochemical, and natural gas in dustiest
- 2-23** IPS-M-PM-115, Material and equipment standard for centrifugal pumps for general services
- 2-24** IPS-M-PM-125, Material and equipment standard for fire water pumps
- 2-25** IPS-M-PM-130, Material and equipment standard for positive displacement pumps reciprocating
- 2-26** IPS-M-PM-140, Material and equipment standard for positive displacement pumps - Rotary
- 2-27** IPS-M-PM-150, Material and equipment standard for positive displacement pumps - Controlled volume
- 2-28** IPS-M-PM-170, Material and equipment standard for axial and centrifugal compressors and expander compressors for petroleum, chemical and gas industry services
- 2-29** IPS-M-PM-180, Material and equipment standard for packaged integrally geared centrifugal compressor for utility and instrument air services
- 2-30** IPS-M-PM-190, Material and equipment standard for axial flow centrifugal compressors
- 2-31** IPS- G -PM-200, Material and equipment standard for reciprocating compressors for process services
- 2-32** IPS-M-PM-220, Material and equipment standard for positive displacement compressors - rotary
- 2-33** IPS-M-PM-230, Material and equipment standard for special purpose centrifugal fans
- 2-34** IPS-M-PM-235, Material and equipment standard for general purpose centrifugal fans
- 2-35** IPS-M-PM-240, Material and equipment standard for general purpose steam turbines
- 2-36** IPS- G -PM-250, Material and equipment standard for special purpose steam turbines
- 2-37** IPS- G -PM-260, Material and equipment standard for combustion gas turbines ,for the petroleum, chemical and gas industry services



- 2-38 IPS-M-PM-300, Material and equipment standard for special purpose gear units
- 2-39 IPS-M-PM-310, Material and equipment standard for special purpose couplings
- 2-40 IPS-M-PM-320, Material and equipment standard for lubrication, shaft sealing and control oil systems and auxiliaries for process services
- 2-41 IPS-M-PM-330, Material and equipment standard for mixers
- 2-42 IPS-E-EL-110, Engineering standard for hazardous area
- 2-43 IPS-E-PR-420, Engineering standard for process design of heat tracing & winterizing
- 2-44 IPS-E-GN-100, Engineering standard for units
- 2-45 IPS-G-ME-220, Engineering and material standard for shell and tube heat exchangers
- 2-46 IPS-G-SF-900, General standard for noise control and vibration
- 2-47 ASME Boiler and pressure vessel code Sec. VIII, Div. I
- 2-48 TEMA Class "C" Exchangers
- 2-49 NFPA 20, Standard for the installation of stationary pumps for fire protection

### ۳ اصطلاحات و تعاریف

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

#### ۱-۳ واژه‌های عمومی

۱-۱-۳

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.

۲-۱-۳

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.

۳-۱-۳

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.

۴-۱-۳

پیمانکار

**contractor**

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

۵-۱-۳

مجری

**executor**

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

۶-۱-۳

بازرس

**inspector**

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

۲-۳ واژه های اختصاصی

۱-۲-۳

عملکرد حیاتی

**vital duty**

این عملکرد به سرویسی اطلاق می شود که بروز نقص در تجهیز منجر به شرایطی غیر ایمن در کارخانه یا مخاطره جانی یا خسارتی عمده (مانند آتش سوزی یا انفجار و غیره) گردد. چنین سرویس هایی باید دارای تجهیز جایگزین مناسب و کافی باشد تا از عملکرد مداوم آن در همه شرایط ۱۰۰٪ اطمینان حاصل شود. همچنین منابع مستقل

تأمین برق، باید به نحوی در نظر گرفته شوند که در دسترس بودن این سرویس به صورت ۱۰۰٪ تضمین شود. برای مثال تلمبه‌های آب آتش‌نشانی با موتور الکتریکی یا موتور دیزلی در این طبقه‌بندی قرار دارند.

۲-۲-۳

### عملکرد ضروری

#### essential duty

این سرویس به عملکردی اطلاق می‌شود که بروز نقص در تجهیز منجر به از کار افتادن یا افت کارایی به سطحی غیر قابل قبولی از نظر شرکت منجر شود. در چنین سرویس‌هایی در صورت قابل ملاحظه بودن ضرر خارج از سرویس بودن تجهیز در مقایسه با میزان هزینه سرمایه‌ای تجهیز و ملاحظات اقتصادی و حصول اطمینان از در دسترس بودن همیشگی سرویس، تجهیز یدکی نصب می‌شود. تعیین میزان استفاده از تجهیزات یدکی باید از لحاظ اقتصادی ارزیابی شود و معمولاً به صورت ۱۰۰٪ یا ۳×۵۰٪ در نظر گرفته می‌شود. برای مثال تلمبه‌های تغذیه آب دیگ‌های بخار در سرویس‌های عملکرد ضروری طبقه‌بندی می‌شوند.

۳-۲-۳

### عملکرد غیر ضروری

#### non-essential duty

این سرویس به عملکردی اطلاق می‌گردد که در دسته‌بندی عملکرد حیاتی یا ضروری قرار نمی‌گیرد. در چنین سرویس‌هایی ارزیابی اقتصادی جهت توجیه لزوم تجهیزات یدکی لازم می‌باشد. برای مثال در این طبقه می‌توان به تلمبه‌های آب آشامیدنی و تلمبه‌های فاضلاب اشاره نمود.

۴-۲-۳

### سرویس‌های بحرانی

#### critical services

سرویس بحرانی را می‌توان براساس متن و مفهوم آن به هر یک از سرویس‌های حیاتی یا ضروری اطلاق نمود.

۵-۲-۳

### عملکرد پیوسته

#### continuous operation

به عملکردی اطلاق می‌شود که به صورت بی‌وقفه توسط یک تجهیز و لوازم جانبی آن و تجهیزات یدکی‌اش برای مدت زمان حداقل ۱۶۰۰۰h و در شرایط مشخص شده عملیاتی کار کند.

۶-۲-۳

## عملکرد متناوب

**intermittent operation**

این عملکرد به هرگونه سرویسی که در طبقه‌بندی پیوسته قرار ندارد و در مقاطع غیرمشخصی شروع به کار کرده و یا متوقف می‌شود، اطلاق می‌گردد. به‌عنوان مثال می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود:

- شروع و توقف خودکار در مقاطعی که توسط کنترل‌های عملیاتی فرآیندی صورت می‌گیرد.
- شروع و توقف‌های دستی در مقاطعی که به‌صورت دستی در مجموعه‌های فرآیندی انجام می‌شود.

۷-۲-۳

## سرویس سایشی

**abrasive service**

به هر سرویسی که در آن نرخ سایش حدود  $0.1 \text{ mm}$  ( $0.004 \text{ in}$ ) یا بیشتر در سال بوده یا ذرات موجود بزرگتر از  $100 \mu\text{m}$  ( $0.004 \text{ in}$ ) و در مقادیر بیش از  $100 \frac{\text{mg}}{\text{kg}}$  باشد اطلاق می‌شود.

۸-۲-۳

## شرایط خارج از طراحی

**off-design condition**

به شرایطی گفته می‌شود که دستگاه در محدوده خارج از شرایط عملیاتی مجاز آن کار کند.

۹-۲-۳

## استاندارد API

**API standard**

در استانداردهای API که در این استاندارد به آن‌ها ارجاع شده است وجود علامت دایره توپر در ابتدای بندها نشانگر آن است که خریدار باید در مواردی تصمیم‌گیری نموده یا اطلاعات بیشتری ارایه نماید. چنین تصمیماتی باید در مشخصات فنی و یا داده برگ‌ها مشخص شوند در غیر این صورت در درخواست استعلام قیمت یا دستور خرید بیان شود.

## استانداردهای مرجع

## reference standards

به آخرین ویرایش استاندارد ارجاع شده و یا آخرین استاندارد IPS (هر کدام که جدیدتر باشد) اطلاق می‌شود.

## ۴ واحدها

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

## ۵ الزامات عمومی

## ۱-۵ دامنه و تنوع تجهیزات

با اعمال رویه‌های صحیح مهندسی، به‌منظور به حداقل رساندن قطعات و تجهیزات یدکی انبار شده در شرکت‌های بهره‌بردار باید انواع و مدل‌های تجهیزات و متعلقات جانبی را در هر پروژه بطور منطقی انتخاب نمود. این منطق برای به حداقل رسانی قطعات یدکی باید به نحوی اعمال شود که اختلالی در نحوه انتخاب بهترین تجهیز برای شرایط بهره‌برداری تعیین شده بوجود نیآورده و افزایش هزینه‌ها را در طول عمر تجهیز موجب نشود.

## ۲-۵ نمونه اولیه تجهیز

نمونه اولیه تجهیز نباید استفاده شود.

تجهیزات انتخاب شده باید از کلیه جهات در محدوده تجربیات اثبات شده سازنده باشد و در صورتی که هر یک از اجزاء و یا طراحی آن‌ها برای اولین بار به‌منظور بهبود متغیرهایی مانند مصرف انرژی، کاهش آسیب‌های زیست‌محیطی، کاهش هزینه‌های دوره‌ای کارکرد ماشین، ایمنی و قابلیت‌های اطمینان و دسترسی صورت گرفته باشد، فروشنده باید در پیشنهاد خود کلیه تغییرات و طراحی‌های انجام شده در تجهیز را اعلام نماید. این موارد مشروط به مطابقت با استانداردهای مربوطه و تأیید مؤسسات علمی و آزمایشگاه‌های مرجع و معتبر و تصویب کمیته فنی بازرگانی قابل قبول می‌باشد.

## ۳-۵ الزامات عملیاتی خاص

کلیه الزامات عملیاتی خاص که تجهیز ممکن است با آن مواجه شود مانند عملیات موازی، تغییرات در شرایط مکش یا تخلیه و میزان سمی بودن سیال باید در سفارش کالا / داده‌برگ‌ها ذکر شود.

در طول دوره شروع به کار و توقف عملیات باید توجه ویژه‌ای به شرایط خارج از طراحی تجهیزات همچنین کاربردهای عملیاتی خاص داشت.

## ۴-۵ شرایط خارج از طراحی

سازندگان باید اعلام نمایند در صورتی که نیروهای هیدرولیکی زمان کارکرد از نقطه عملکرد مشخص شده در داده برگ تغییر پیدا کند، بایستی در طراحی شفت و یاتاقان‌های تجهیز، منظور شود.

## ۵-۵ مسئولیت کل واحد

محرک، متحرک، جعبه دنده و متعلقاتی که یک واحد کامل را تشکیل می‌دهند، باید به یک سازنده سفارش داده شوند. سازنده تجهیز متحرک معمولاً مسئولیت کل واحد را به عهده می‌گیرد.

این سازنده باید مسئول کارائی رضایتبخش کل واحد در شرایط عملیاتی شامل شروع به کار و شتاب‌گیری دستگاه باشد. همچنین سازنده مزبور باید تمام تجهیزات و اجزاء آن‌ها را بر اساس مشخصات فنی مربوطه و دستور خرید، ضمانت و تعهد نماید.

## ۶ الزامات طراحی

### ۱-۶ الزامات عمومی

#### ۱-۱-۶ میزان انطباق با استانداردها (فنی - بهداشت، ایمنی و محیط زیست)

در طراحی هر تجهیز، معیارهای آلاینده‌گی صدا و زیست محیطی باید بر مبنای قوانین، استانداردهای ملی و IPS در نظر گرفته شود.

به‌عنوان یک قانون کلی، سطح صدا در کلیه تجهیزات نصب شده نباید از حدود مشخص شده در استاندارد هر یک از تجهیزات بیشتر شود.

در مواردی که محدوده‌های سختگیرانه‌تری مورد نیاز باشد، حد توان صوت یا فشار صوت برای تجهیز به همراه محرک و لوازم جانبی آن باید در داده برگ ذکر شده و همواره در استعلام گنجانده شود. تأمین‌کننده تجهیز باید میزان قدرت صوتی و یا فشار صوتی را بر اساس داده برگ ضمانت کند. محدوده صدا باید در کلیه شرایط عملیاتی اعمال شده و دارای حد بالای رواداری صفر دسی‌بل باشد.

تجهیزات کاهنده صدا مانند صداگیرها و محافظ‌های صوتی را می‌توان در تجهیزات فرآیندی پر صدا در نظر گرفت. پس از مشخص شدن تأمین‌کننده، جزئیات مربوط به تجهیزات کاهنده صدا باید مابین تأمین‌کننده و خریدار مورد توافق قرار گیرد. خریدار می‌تواند تجهیزات کاهنده صدا را به‌صورت مجزا از تجهیز فرآیندی سفارش دهد.

مسئولیت انتشار صوت تجهیزات کاهنده صدا (مانند صداگیرهای روی دودکش‌ها، عایق‌کاری صوتی روی لوله‌ها و غیره) همواره با تأمین‌کننده تجهیز خاصی نبوده و در تعهد خریدار است. باید اطمینان حاصل نمود که تجهیزات کاهنده صدا در طراحی مد نظر قرار گرفته و داده برگ یا استعلام مربوطه برای آن‌ها تهیه شود.

**۶-۱-۲ مواد**

انتخاب مواد باید بر اساس مشخصات تعیین شده مربوطه و ترجیحاً بر اساس استاندارد مواد آمریکا تهیه شده باشد. البته مواد با مشخصات مشابه مطابق با استانداردهای معتبری مانند AFNOR، BS، JIS، DIN و UNI نیز می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. در این صورت هر ماده باید با مشخصه متناظر با ASTM یا AISI بر روی نقشه‌ها مشخص شود.

**۶-۱-۳ لوازم الکتریکی**

کلیه لوازم الکتریکی و نصب آن‌ها باید متناسب با رده‌بندی منطقه مورد نظر باشد و این تقسیم‌بندی باید به طور جداگانه‌ای منطبق با الزامات IPS-E-EL-110 تهیه شده باشد.

**۶-۱-۴ مخازن تحت فشار**

مخازن تحت فشار به عنوان لوازم جانبی ماشین‌آلات دوار باید بر اساس کد ASME قسمت VIII طراحی شده باشد. مهر کد ASME بر روی مخازن اجباری نیست.

**۶-۱-۵ روانکارها و روانکاری**

توصیه سازندگان روانسازها علاوه بر روانسازهای خاص می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. در مواردی که مشخص شده باشد یا استفاده از روانکار امکان‌پذیر باشد، سیستم روانکاری باید با استاندارد API 614 و IPS-M-PM-320 مطابقت داشته باشد.

**۶-۱-۶ کویلینگ‌ها**

کویلینگ‌ها باید از نوع خشک قابل انعطاف دیسکی با جنس فولاد زنگ نزن تهیه و با الزامات استاندارد API 671 و IPS-M-PM-310 منطبق بوده، مگر در مواردی که غیر از آن در داده‌برگ یا استعلام عنوان شده باشد.

**۶-۱-۷ جعبه دنده‌ها**

چرخ‌دنده‌های با مصارف خاص باید براساس الزامات استاندارد API 613 و IPS-M-PM-300 در نظر گرفته شوند. در چرخ‌دنده‌های با مصارف عمومی نیز الزامات استاندارد API 677 باید رعایت شود.

**۶-۱-۸ ابزار دقیق**

در انتخاب ابزار دقیقی که در محدوده چهار چوب ماشین‌آلات نصب می‌شوند می‌توان از استاندارد سازنده که بطور تجربی عملکرد آن‌ها به اثبات رسیده است، استفاده نمود.

به استثناء ابزار دقیق خاص که توسط سازنده انتخاب می‌شوند، انتخاب نهایی فروشنده ابزار دقیق پیش از سفارش باید به تأیید شرکت برسد.

کلید هشدار و توقف عملیات در ماشین‌آلات دوار باید به‌طور عادی بسته و در موارد هشدار و توقف باز شود. سیستم ابزار دقیق و کنترل باید از پرسنل و تجهیزات در برابر تمامی آسیب‌ها و صدمات در کلیه شرایط عملیاتی یا عملکردهای معیوب محافظت نماید.

#### ۹-۱-۶ تمهیدات زمستانی

تجهیزات باید مطابق با IPS-E-PR-420 در مقابل شرایط زمستانی آماده شود و با حرارت محافظت شوند.

#### ۱۰-۱-۶ مجاری تخلیه گاز و مایع

کلیه مجاری تخلیه در ماشین‌آلات باید به شیر مجهز باشند.

#### ۱۱-۱-۶ مبدل‌های حرارتی

استانداردهای مرتبط با مبدل‌های حرارتی، براساس نوع آن، جهت استفاده در تأسیسات فرایندی عبارتند از:

الف- استانداردهای IPS-G-ME-220، API 660 و TEMA برای مبدل‌های حرارتی پوسته و لوله

ب- استانداردهای API 661 و IPS-G-ME-245 برای مبدل‌های هواخنک،

پ- استاندارد API 662 برای مبدل‌های صفحه‌ای،

ت- استانداردهای TEMA و IPS-G-ME-230 برای مبدل‌های حرارتی دولوله‌ای.

#### ۱۲-۱-۶ انتخاب تجهیزات از نقطه نظر بهینه‌سازی قطعات یدکی

به‌منظور به حداقل رساندن قطعات یدکی انبار شده باید با اعمال رویه‌های صحیح مهندسی انواع تجهیزات متحرک، محرک و جانبی را در هر پروژه به‌طور منطقی انتخاب نمود. این تمهیدات در حداقل رسانی قطعات یدکی باید به‌نحوی اعمال شود که اختلالی در نحوه انتخاب بهترین تجهیز برای شرایط بهره‌برداری تعیین شده به‌وجود نیارد.

#### ۲-۶ تلمبه‌ها

#### ۱-۲-۶ تلمبه‌های گریز از مرکز

تلمبه‌های گریز از مرکز مورد استفاده در صنایع نفت، گاز و پتروشیمی باید با الزامات استاندارد API 610 و ISO 13709 و IPS-G-PM-105 مطابقت داشته باشند. تلمبه‌های آب آتش نشانی باید با استاندارد IPS-M-PM-125 و آخرین ویرایش NFPA No. 20 مطابقت داشته باشد.

تلمبه‌های گریز از مرکز مورد استفاده در مصارف عمومی کلاس (۱، ۲ و ۳) باید بر اساس الزامات ISO 5199، ISO 9908، ISO 9905 و IPS-M-PM-115 تهیه شود. سایر الزامات اضافی که در تعیین مشخصات تلمبه باید مد نظر گرفته شوند، در زیر آمده است.



جدا کننده‌ها در خطوط شستشو تنها باید در غلظت‌های کم ذرات جامد با چگالی بالا و در شرایطی که اختلاف قابل ملاحظه‌ای بین چگالی مایع و جامد وجود داشته باشد مورد استفاده قرار گیرند. استفاده از صافی‌ها در خط گردش مجدد غیر مجاز می‌باشد.

استفاده از جدا کننده‌هایی که با محفظه تلمبه به صورت یکپارچه می‌باشند، مجاز نمی‌باشد. سازنده تلمبه مسئولیت هماهنگی مهندسی و نصب نشت‌بند و سامانه نشت‌بندی منتخب را به عهده دارد.

#### ۶-۲-۱-۱ انتخاب تلمبه

انتخاب تلمبه عمدتاً به فشار عملیاتی، اختلاف ارتفاع، دمای عملیاتی، نرخ حجمی جریان، خواص فیزیکی مایع تلمبه شونده، سرعت ویژه مکش و <sup>1</sup>NPSHa بستگی دارد.

توصیه می‌شود از نازل‌های با جهت سر بالا در تلمبه‌های گریز از مرکز با پوسته‌های دو تکه با برش افقی اجتناب شود.

#### ۶-۲-۲ تلمبه‌های جابجایی مثبت دوار

تلمبه‌های دوار باید منطبق با الزامات استاندارد IPS-M-PM-140 و API 676 باشند.

تلمبه‌ها باید با توجه به تجربیات عملی سازنده و محدوده‌های دما و حداکثر فشار عملیاتی، سرعت تلمبه و خواص سیال تلمبه شونده، انتخاب شوند.

#### ۶-۲-۳ تلمبه‌های جابجایی مثبت رفت و برگشتی

تلمبه‌های جابجایی مثبت رفت و برگشتی بایستی منطبق با الزامات استاندارد API 674 و IPS-M-PM-130 باشند. ذیلاً به شرایط دیگری که در تهیه مشخصات فنی تلمبه‌های رفت و برگشتی باید مد نظر گرفته شوند، اشاره شده است.

#### ۶-۲-۴ تلمبه‌های جابجایی مثبت برای حجم کنترل شده

تلمبه‌های جابجایی مثبت برای حجم کنترل شده باید منطبق با الزامات استاندارد API 675 و IPS-M-PM-150 باشد.

تلمبه‌ها باید با توجه به تجربیات عملی سازنده و محدوده‌های دما و حداکثر فشار عملیاتی، سرعت تلمبه و خواص سیال تلمبه شونده، انتخاب شوند. تلمبه‌های دیافراگمی با محرک‌های مستقیم مکانیکی نباید مورد استفاده قرار گیرند.

سایر الزاماتی که در تعیین مشخصات فنی تلمبه‌های با حجم کنترل شده باید در نظر گرفته شود عبارتند از:

1 -Net positive suction head availabel

### ۶-۲-۴-۱ دیافراگم‌ها

در مواردیکه نشت محصول یا آلودگی ناشی از تماس محصول با سیال محرک هیدرولیکی مجاز نباشد، تلمبه‌های با دیافراگم دوتایی باید مد نظر قرار گیرند و همچنین نشانگر بروز نقص در دیافراگم نیز باید لحاظ شود.

### ۶-۳-۳-۱ کمپرسورها و فن‌ها

#### ۶-۳-۱-۱ کمپرسورهای گریز از مرکز و محوری

کمپرسورهای گریز از مرکز و محوری باید منطبق با الزامات فصل‌های یک و دو استاندارد ISO 10439, API 617 و IPS-M-PM-170 باشد.

#### ۶-۳-۱-۱-۱ محرک‌ها

نوع محرک باید به همراه مشخصاتی که بر اساس آن تعیین شده است، مشخص شود.

- توربین‌های بخار،

- موتورهای الکتریکی با سرعت متغیر،

- کوپلینگ‌های با محرک سیال، انتقال دهنده گشتاور،

- توربین‌های گاز (با طراحی دو محوره)،

- موتورهای گازی و موتورهای دیزلی.

اقتصادی‌ترین روش جهت کنترل ظرفیت کمپرسورهای گریز از مرکز و محوری (جهت رسیدن به بیشترین نسبت دبی قابل تراکم) تغییر در سرعت است. توصیه می‌شود نوع محرک سرعت متغیر با در نظر گرفتن تعادل در واحدهای جانبی و نسبت بازه عملکرد کمپرسور در فشار ثابت از منظر دبی و سرعت انتخاب شود.

برای واحدهای کمپرسور با سرعت ثابت کنترل دبی می‌تواند از طریق تنظیم جریان در مکش یا سامانه‌های برگشت مجدد سیال از دهش به مکش صورت گیرد. پره‌های راهنمای ورودی با زاویه متغیر باید تنها برای هوا و گازهای غیر خورنده تمیز مورد استفاده قرار گیرند.

#### ۶-۳-۱-۲ جداکننده رطوبت

در مواردی که ممکن است رطوبت به همراه جریان گاز وجود داشته باشد باید یک جداکننده رطوبت مناسب بعد از خنک‌کننده‌های داخلی یا در ورودی تجهیز فرآیندی قرار داده شود.

#### ۶-۳-۱-۳ کاربرد در سرویس‌های مستعد رسوب

در کمپرسورهای محوری و گریز از مرکز که در سرویس‌های مستعد رسوب کار می‌کنند، می‌توان از پوشش روی اجزای داخلی استفاده نمود. با توجه به سطح غیر چسبنده پوشش، فرآیند رسوب‌گیری کاهش می‌یابد. با توجه به

دمای نسبتاً بالا در فرآیند پوشش‌دهی باید جزئیات مربوط به این فرآیند بین سازنده کمپرسور و شرکت مورد توافق قرار گیرد.

#### ۶-۳-۲ کمپرسورهای گریز از مرکز چند محور ترکیبی

کمپرسورهای گریز از مرکز چند محور ترکیبی باید با الزامات فصل اول و سوم استاندارد API 617 ، ISO 10439 و IPS-M-PM-170 تطابق داشته باشد.

۶-۳-۱ مجموعه کمپرسورهای سرعت بالا با چند محور ترکیبی را می‌توان برای هوای کارخانه، هوای ابزار دقیق، گاز خنثی و گازهای تمیز غیرخورنده استفاده نمود.

کمپرسورهای تک مرحله‌ای سرعت بالا با چند محور ترکیبی را می‌توان در کاربردهای فرآیندی تمیز مورد استفاده قرار داد.

به دلیل مزیت‌های طراحی کمپرسور گریز از مرکز، کمپرسورهای چند محور ترکیبی نسبت به انواع کمپرسورهای رفت و برگشتی ارجح هستند.

#### ۶-۳-۳ کمپرسورهای گریز از مرکز چند محور ترکیبی برای مصرف هوای ابزار دقیق و هوای کارخانه

کمپرسورهای گریز از مرکز چند محور ترکیبی برای مصرف هوای ابزار دقیق و هوای کارخانه باید با الزامات استاندارد ISO 10442، API 672 و IPS-M-PM-180 انطباق داشته باشند.

اطلاعات و شرایط عملیاتی به همراه سایر الزامات مجموعه باید در داده برگ‌ها / درخواست خرید مشخص شوند.

#### ۶-۳-۴ اکسپندر-کمپرسور

اکسپندر-کمپرسور باید با الزامات فصل یک و چهار استاندارد API 617، ISO 10439 و IPS-M-PM-170 مطابقت داشته باشد.

#### ۶-۳-۵ کمپرسورهای رفت و برگشتی

کمپرسورهای رفت و برگشتی باید با حداقل الزامات استاندارد ISO 13707، API 618 و IPS-M-PM-200 منطبق باشد. برخی الزامات دیگر که بایستی در کمپرسورهای رفت و برگشتی مد نظر قرار گیرند و در داده برگ‌ها/ استعلام ذکر شوند، عبارتند از:

#### ۶-۳-۵-۱ نوع کمپرسورها

در داده برگ‌ها و یا استعلام باید افقی و عمودی بودن کمپرسورها مشخص شده باشد.

کلیه شرایط مورد انتظار فرآیندی و موارد موقت (مانند شروع مجدد پس از توقف عملیات) باید بصورت کامل مشخص شوند تا بهترین کمپرسور انتخاب و الزامات توان محرک به درستی تخمین زده شود.

### ۶-۳-۵-۲ تجهیزات مستهلک کننده نوسان

به منظور حفظ نوسانات مجاز در لوله کشی، کارایی کمپرسور، طول عمر شیرآلات و عملکرد مناسب تجهیزات حساس به نوسانات جریان، باید نوسانات و ارتعاشات زیان آور را تحت کنترل قرار داد. روش های پایه ای زیر باید مورد استفاده قرار گیرند:

۱- طراحی سیستم بر اساس تحلیل اثرات مقابل نوسانات و الزامات روی میزان کاهش آنها

۲- استفاده از وسایل حذف نوسانات (مانند فیلترهای نوسان و کاهش دهنده های نوسانات، محفظه های حجمی فاقد یا دارای اجزای داخلی، لوله های خفه کننده، سامانه های اوریفیسی و تنظیم های خاص در وضعیت لوله کشی)

۳- طراحی قیود مکانیکی شامل نوع، محل و تعداد لوله ها و چفت و بست ها و تکیه گاه های تجهیزات. یک مشاور از سازمانی ثالث به همراه سازنده تجهیز باید شمای لوله کشی و انتخاب اندازه وسایل کاهنده را طراحی می کنند.

### ۶-۳-۵-۳ محرک ها

نوع محرک باید به همراه مشخصاتی که بر اساس آن تعیین شده است، مشخص شود.

تغییرات احتمالی فرآیندی مانند شروع به کار و شرایط غیر عادی عملیاتی باید به طور کامل مشخص شود تا سازنده کمپرسور بتواند به درستی اندازه محرک را انتخاب کند.

در انتخاب نوع محرک، موتورهای الکتریکی در اولویت اول می باشند.

توصیه می شود که از جعبه دنده برای انتقال توان استفاده نشود. با توجه به اینکه محرک های توربینی به چرخ دنده نیاز دارند، توصیه می شود که استفاده از این نوع محرک ها فقط در مواردی که با توجه به منبع توان موجود، استفاده از آنها غیر قابل اجتناب باشد، صورت گیرد.

موتورهای الکتریکی سرعت متغیر با فرکانس کنترل شده را همانند موتورهای گازی یا دیزلی می توان به عنوان محرک انتخاب نمود. همچنین سرعت مجاز حداقل برای روانکاری مناسب و توزیع بار روی محور محرک باید مشخص شود.

### ۶-۳-۵-۴ ادوات ابزار دقیق برای اندازه گیری و کنترل

توصیه می شود شیوه کنترل ظرفیت مشخص گردد. موتورهای الکتریکی با سرعت قابل تنظیم را می توان برای کنترل ظرفیت استفاده نمود. استفاده از تجهیز متغیرساز حجم روی سرسیلندر برای کنترل دبی مطلوب نیست و استفاده از آنها نیاز به تأیید صریح شرکت دارد.

### ۶-۳-۵-۵ هشدار و توقف عملیات

۶-۳-۵-۱ در کلیه کمپرسورهای رفت و برگشتی گاز برای ارتعاشات زیاد (خارج از محدوده) باید از وسایل مخصوص هشدار و توقف عملیات استفاده نمود.

۶-۳-۵-۲ در کمپرسورهای رفت و برگشتی باید از هشدار دهنده دمای بالا یا پائین سیال خنک‌کننده روی هر سیلندر خروجی استفاده نمود همچنین در مواردی که از جداکننده رطوبت استفاده می‌شود باید هشدار دهنده حد بالا به کار برده شود.

#### ۶-۳-۶ کمپرسورهای جابجائی مثبت دوار

کمپرسورهای جابجائی مثبت دوار باید با حداقل الزامات استاندارد ISO 10440-1، API 619 و IPS-M-PM-220 تطابق داشته باشد.

#### ۶-۳-۷ فن‌های گریز از مرکز

فن‌های گریز از مرکز باید با الزامات استاندارد API 673 انطباق داشته باشند. در مصارف خاص و مصارف عمومی باید به ترتیب از الزامات استانداردهای IPS-M-PM-230 و IPS-M-PM-235 تبعیت شود.

اطلاعات و شرایط عملیاتی به همراه سایر الزامات مجموعه باید در داده‌برگ‌ها / درخواست خرید مشخص شوند.

#### ۶-۴ توربین‌ها

##### ۶-۴-۱ توربین‌های بخار

توربین‌ها بر اساس اندازه و کاربرد به دو گروه تقسیم می‌شوند:

- توربین‌های بخار با مصارف عمومی،
- توربین‌های بخار با مصارف ویژه.

بدون در نظر گرفتن دو گروه فوق، توربین‌های بخار را بر اساس اصول عملکردیشان می‌توان به دو گروه تقسیم نمود:

- توربین‌های ضربه‌ای یا کنشی که انبساط بخار تنها در نازل یا پره‌های ثابت انجام می‌شود؛ نه هر دو؛
- توربین‌های واکنشی که انبساط بخار در پره‌های ثابت و دوار رخ می‌دهد.

همچنین این نوع توربین‌ها در شرایطی که تغییرات ناگهانی بخار یا بارگذاری مورد انتظار است، مناسب هستند. با توجه به اینکه توربین‌های ضربه‌ای در دبی‌های کم راندمان بهتری نسبت به توربین‌های واکنشی دارند، لذا استفاده از آن‌ها در کاربردهای با دبی‌های کم و سرعت پایین (به‌عنوان مثال جهت جلوگیری از استفاده جعبه دنده) ارجح است.

مزایا و معایب استفاده از هر نوع توربین برای کاربردهای مختلف باید جداگانه مورد ارزیابی قرار گیرد.

##### ۶-۴-۱-۱ توربین‌های بخار برای مصارف عمومی

این نوع توربین می‌تواند به صورت عمودی یا افقی و به‌عنوان محرک تجهیزاتی که معمولاً یدک داشته، اندازه کوچکی (توان کمی) دارند و در سرویس‌های غیر بحرانی می‌باشند، به کار رود. به‌عنوان مثال می‌توان از این محرک برای تلمبه‌های یدک‌دار، فن‌ها و ژنراتورهای کوچک استفاده نمود.

توربین‌های بخار برای مصارف عمومی باید با الزامات استاندارد ISO 10436, ISO 10437 و API 611 و IPS-M-PM-240 مطابقت داشته باشد.

#### ۲-۱-۴-۶ توربین‌های بخار برای مصارف ویژه

این توربین‌های افقی، محرک تجهیزاتی هستند که معمولاً یدک نداشته و نسبتاً اندازه بزرگی (توان بالایی) دارند یا در سرویس‌های حیاتی به کار می‌روند. به عنوان مثال می‌توان از آن‌ها به عنوان محرک کمپرسورهای گریز از مرکز یا ژنراتورها استفاده نمود. استفاده از این توربین‌ها محدود به شرایط بخار یا سرعت نمی‌شود.

توربین‌های بخار با مصارف ویژه باید با الزامات استاندارد ISO 10436, ISO 10437 و API 612 و IPS-M-PM-250 مطابقت داشته باشد.

#### ۱-۲-۱-۴-۶ لوله‌کشی و متعلقات جانبی

در مواردی که توربین به عنوان محرک برای کمپرسور گریز از مرکز حاوی  $H_2S$  استفاده شود، روغن کنترل توربین و روغن روانکاری توربین و کمپرسور باید از روغن نشت‌بندی کمپرسور مجزا شود تا از آلودگی آن‌ها به  $H_2S$  جلوگیری شود.

در چنین مواردی باید سامانه‌های ترکیب روغن کنترل توربین و روغن روانکاری به طور مجزا از سامانه روغن نشت‌بندی در نظر گرفته شود.

#### ۲-۴-۶ توربین‌های گازی

توربین‌های گازی باید با الزامات استاندارد ISO 3977, API 616 و IPS-M-PM-260 انطباق داشته باشد.

#### ۱-۲-۴-۶ توان نامی در سایت

برای تعیین واقع‌بینانه توان نامی توربین گازی در سایت، باید ارتفاع، رطوبت و دمای محیط سایت به انضمام توان مورد نیاز متحرک را در نظر گرفت. در تعیین این توان نامی در سایت باید تلفات زیر لحاظ شود:

- رسوب‌گیری کمپرسور هوای توربین گازی (میزان آن حداکثر ۰.۴٪ و متوسط ۰.۲٪ تخمین زده می‌شود)؛
- سامانه‌های ورودی و خروجی؛
- مبدل حرارتی خروجی؛
- جعبه دنده اصلی.

توان خروجی توربین گازی در شرایط نو و تمیز باید حداقل ۷٪ بیشتر از توان مورد نیاز تجهیز متحرک در سایت باشد. باید توجه داشت که لزوماً همیشه توان مصرفی تجهیزات جانبی توربین گاز که مستقیماً از توان تولیدی توربین تغذیه می‌کند، در اطلاعات استاندارد فروشنده ذکر نمی‌شود.

با تعیین توان نامی توربین گازی در شرایط عملیاتی سایت می‌توان توان توربین گازی در شرایط <sup>\*</sup> ISO را محاسبه نمود، تا به‌عنوان راهنما برای مقایسه مدل‌ها و ساخت‌های موجود، از نوع توربین گازی مناسب برای کاربرد مورد نظر مورد توجه قرار گیرد.

<sup>\*</sup> توان توربین گاز در شرایط ISO، برای دمای محیط ۱۵°C، فشار ۱۰۱,۳۲۵ Kpa و رطوبت نسبی ۶۰٪ و بدون افت فشار در ورودی و خروجی، محاسبه می‌شود.

#### ۶-۴-۲-۲ ابزار دقیق و کنترل‌کننده‌ها

سازندگان توربین‌های گازی سامانه کنترل و پایش عملکرد توربین گازی را به‌عنوان یک قسمت اصلی به‌همراه مجموعه توربین گازی ارائه می‌دهند. از آنجائی که سامانه کنترل شامل بخش‌های اساسی نظیر کنترل گاورنر، تنظیم‌کننده پایش سوخت و مدارهای ایمنی توربین گازی می‌باشد، نمی‌توان آن را از مجموعه توربین گازی مجزا فرض نمود. کنترل‌کننده‌های فرآیند یا تجهیز متحرک عموماً به‌همراه تابلوی کنترل توربین گاز عرضه می‌شوند.

تابلوی کنترل توربین گاز باید قابلیت دریافت سیگنال از تابلوی کنترل کارخانه را داشته باشد. سیستم کنترل کارخانه نیز باید قادر به دریافت سیگنال از تابلوی کنترل توربین گاز باشد.

#### ۶-۴-۲-۳ سیستم ورودی هوا

انتخاب صحیح محل ورودی هوای احتراق باید به دقت صورت گیرد تا به کاهش عمر توربین گازی منجر نگردد. همچنین دسترسی مناسب به آن باید در نظر گرفته شده و مخاطرات احتمالی نیز به حداقل رسانده شود. توصیه می‌شود ورودی هوایی که برای احتراق به‌کار می‌رود، در نزدیکترین موقعیت ممکن به توربین گازی قرار گیرد. استفاده از یک مجرای طولانی برای هوای ورودی به دلیل افت فشار حاصل از آن اتلاف توان شدیدی را به دنبال دارد.

همچنین باید از عدم امکان نشستن در سیستم ورودی هوا اطمینان حاصل نمود.

#### ۶-۴-۲-۴ سامانه خروجی گاز

دودکش خروجی باید تا ارتفاع مناسبی امتداد داشته باشد تا از برگشت گاز داغ به مجرای ورودی هوای احتراق یا هوای تهویه جلوگیری شود.

در سکوه‌های دریائی تحت هر گونه شرایط آب و هوایی محتمل باید از برگشت گاز داغ به سایر قسمت‌های سکو نظیر مسیر پرواز هلیکوپتر جلوگیری شود. در اغلب موارد آزمون شبیه‌سازی به‌منظور اطمینان از رعایت کلیه الزامات باید انجام گیرد.

**۵-۲-۴-۶ صافی هوای احتراق**

برای حفظ راندمان توربین گاز و جلوگیری از کاهش آن استفاده از هوای احتراق با کیفیت بالا ضروری است. وجود هرگونه آلودگی در جریان هوای احتراق منجر به رسوب، خوردگی، کاهش غیر مترقبه عمر پره‌ها و بروز عیب در مسیر گاز داغ خواهد شد.

کانال مکش کلیه صافی‌های هوا باید به سمت بالا بوده و مجهز به کلاهک مانع باران باشند. این روش مؤثرترین روش برای کاهش ورود باران و برف به فیلتر هوا می‌باشد.

**۵-۶ همزن‌ها**

همزن‌ها باید با الزامات استاندارد IPS-M-PM-330 مطابقت داشته باشد.