

CONSTRUCTION STANDARD
FOR
PLANT PIPING SYSTEMS PRESSURE TESTING
SECOND REVISION
JANUARY 2009

This standard specification is reviewed and updated by the relevant technical committee on Apr. 2015. The approved modifications are included in the present issue of IPS.

استاندارد اجرایی

برای

آزمون فشار سامانه های لوله کشی داخل کارخانه

این استاندارد توسط کمیته فنی مربوطه در اردیبهشت ماه سال ۱۳۹۴ بازنگری شده است. اصلاحات تایید شده در نسخه حاضر IPS اعمال گردیده است.

ویرایش دوم

دی ۱۳۸۷

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.

Standards affairs
No.17, Street14, North kheradmand
Karimkhan Avenue, Tehran, Iran.
Postal Code- 1585886851
Tel: 88810459-60 & 66153055
Fax: 88810462
Email: Standards@nioc.ir

پیش گفتار

استانداردهای صنایع نفت ایران (IPS) منعکس کننده 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 بین المللی 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 بطور تکمیلی و یا اصلاحی در این استاندارد لحاظ شده است. مواردی از گزینه‌های فنی که در متن استانداردها آورده نشده است در داده برگ‌ها بصورت شماره گذاری شده برای استفاده مناسب کاربران آورده شده است.

استانداردهای نفت، بشکلی کاملاً انعطاف پذیر 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 این گونه 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

امور استانداردها

کدپستی: ۱۵۸۵۸۸۶۸۵۱

تلفن: ۶۰ - ۸۸۸۱۰۴۵۹ و ۶۶۱۵۳۰۵۵

دورنگار: ۰۲۱-۸۸۸۱۰۴۶۲

Standards@nioc.ir

پست الکترونیکی:

GENERAL DEFINITIONS:

Throughout this Standard the following definitions shall apply.

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.

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 document.

VENDOR AND SUPPLIER:

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

CONTRACTOR:

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

EXECUTOR:

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

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.

SHALL:

Is used where a provision is mandatory.

SHOULD:

Is used where a provision is advisory only.

WILL:

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

MAY:

Is used where a provision is completely discretionary.

تعاریف عمومی:

در این استاندارد تعاریف زیر به کار می رود.

شرکت:

به یکی از شرکت های 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 فرآورده های نفتی اطلاق می شود.

خریدار:

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

فروشنده و تأمین کننده:

به موسسه و یا شخصی گفته می شود که تجهیزات و کالاهای مورد لزوم صنعت را تأمین می نماید.

پیمانکار:

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

مجری:

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

بازرس:

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

باید:

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

توصیه:

برای کاری که ضرورت انجام آن توصیه می شود، بکار می رود.

ترجیح:

معمولاً در جایی استفاده می شود که انجام آن کار براساس نظارت "شرکت" باشد.

ممکن است:

برای کاری که انجام آن اختیاری می باشد، بکار می رود.

CONTENTS :	Page No	فهرست مطالب :
1. SCOPE.....1	1	۱- دامنه کاربرد.....۱
2. REFERENCES1	1	۲- مراجع.....۱
3. DEFINITIONS AND TERMINOLOGY2	2	۳- تعاریف و واژگان.....۲
4. Units.....2	2	۴- واحدها.....۲
5. GENERAL REQUIREMENTS2	2	۵- الزامات عمومی.....۲
6. HYDROSTATIC PRESSURE TESTING3	3	۶- آزمون فشار ایستایی با آب.....۳
7. PNEUMATIC PRESSURE TESTING13	13	۷- آزمون فشار با هوا.....۱۳
8. REPAIRS16	16	۸- تعمیرات.....۱۶
9. MANUFACTURING CERTIFICATE FOR PREFABRICATED PIPING.....16	16	۹- گواهینامه ساخت برای سامانه‌های لوله‌کشی پیش ساخته شده.....۱۶
10. DOCUMENTATION REQUIREMENTS.....16	16	۱۰- مدارک مورد نیاز.....۱۶

۱- دامنه کاربرد

1. SCOPE

This Standard covers the minimum requirements of pressure test to be carried out on plant piping systems. Upon completion of piping systems and before commissioning, it shall be pressure tested in order to prove the strength of the system, its tightness (absence of leaks) and the integrity of weldments and materials.

این استاندارد حداقل الزامات آزمون فشار سامانه های لوله کشی داخل کارخانجات را شامل میشود. پس از اتمام عملیات نصب و قبل از راه اندازی، جهت اثبات مقاومت سامانه، عدم نشتی، یکپارچگی جوشها و جنس لوله، سامانه باید تحت آزمون فشار قرار گیرد.

یادآوری ۱:

Note 1:

This is a revised version of the standard specification by relevant technical committee on Jun. 2002, which is issued as revision (1). Revision (0) of the said standard specification is withdrawn.

این استاندارد توسط کمیته فنی مربوطه در خرداد ماه سال ۱۳۸۱ بازنگری و به صورت ویرایش (۱) منتشر شده است. از این پس ویرایش (۰) این استاندارد دارای اعتبار نیست.

یادآوری ۲:

Note 2:

This bilingual standard is a revised version of the standard specification by the relevant technical committee on Jan. 2009, which is issued as revision (2). Revision (1) of the said standard specification is withdrawn.

این استاندارد دو زبانه، نسخه بازنگری شده استاندارد فوق می باشد که در دی ماه ۱۳۸۷ توسط کمیته فنی مربوطه تایید و به عنوان ویرایش (۲) ارایه می گردد. از این پس ویرایش (۱) این استاندارد منسوخ می باشد.

یادآوری ۳:

Note 3:

This standard specification is reviewed and updated by the relevant technical committee on Apr. 2015. The approved modifications by T.C. were sent to IPS users as amendment No. 1 by circular No. 448 on Apr. 2015. These modifications are included in the present issue of IPS.

این استاندارد توسط کمیته فنی مربوطه در اردیبهشت ماه سال ۱۳۹۴ بازنگری شده است. اصلاحات تایید شده توسط کمیته فنی، در نسخه حاضر IPS طی اصلاحیه شماره ۱ (اطلاعیه شماره ۴۴۸) به کاربران استاندارد ارسال شده است. این اصلاحات در نسخه حاضر IPS اعمال شده است.

یادآوری ۴:

Note 4:

In case of conflict between Farsi and English languages, English language shall govern.

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

۲- مراجع

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.

در این استاندارد، به آئین نامه ها و استانداردهای تاریخ دار و بدون تاریخ زیر اشاره گردیده است. این مراجع، تا حدی که در این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته اند، بخشی از این استاندارد محسوب می شوند. در مراجع تاریخ دار ویرایش گفته شده ملاک بوده و تغییراتی که بعد از تاریخ ویرایش در آنها داده شده است، پس از توافق بین کارفرما و فروشنده قابل اجرا می باشند. در مراجع بدون تاریخ، آخرین ویرایش آنها به انضمام کلیه اصلاحات و پیوست های آن ملاک عمل میباشد.

IPS (استاندارد های نفت ایران)

IPS (IRANIAN PETROLEUM STANDARDS)

IPS-D-PI-121 "Hydrostatic Test Blinds Thickness Allowable Test Pressure"

IPS-D-PI-121 "ضخامت مسدود کننده ها برای فشار مجاز آزمون ایستایی آب"

[IPS-C-IN-100](#) Construction and Installation Standard for General Instruments Field Inspection, Calibration & Testing of Instrument and Instrument System"

[IPS-E-GN-100](#) "Engineering Standard for Units"

ASME (AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEER)

B 31.3 "Process Piping"

B 31.5 "Refrigeration Piping and Heat Transfer Components"

3. DEFINITIONS AND TERMINOLOGY

3.3 Pressure Rating Class Index

A pressure which is numerically equal to class index of flange.

3.4 Engineer

The Engineer referred to in this Standard is a person or a body appointed in writing by the client.

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 Before commencing pressure test, the executor shall prepare and submit for the Engineer approval a detailed test procedure together with the pressure test flow sheets and Hydro test diagram.

5.2 Atmospheric lines such as flare, vent and non hydrocarbon drain lines do not require pressure testing unless specifically called for in project specification. These lines shall be inspected to ensure completeness of fabrication and installation.

5.3 Care shall be taken to ensure that the following equipment is not subjected to field test pressures:

- Pumps, turbines and compressors.
- Rupture discs, safety valves, flame arrestors, filter elements.
- Instruments, including gage glasses and

[IPS-C-IN-100](#) "استاندارد اجرایی و نصب جهت بازرسی میدانی ادوات ابزار دقیق عمومی، کالیبراسیون و آزمون ادوات ابزار دقیق و سیستمهای ابزار دقیق"

[IPS-E-GN-100](#) "استاندارد مهندسی برای واحدها"

ASME (انجمن مهندسان مکانیک آمریکا)

B 31.3 "سامانه لوله کشی فرآیندی"

B 31.5 "لوله کشی و ادوات انتقال حرارت در تبرید"

۳- تعاریف و واژگان

۳-۳ شاخص کلاس رده بندی فشار

فشاری که از نظر عددی برابر شاخص کلاس فلنج است.

۳-۴ نماینده کارفرما

نماینده کارفرما در این استاندارد به فرد یا گروهی اطلاق میشود که کتباً توسط کارفرما معرفی می شود.

۴- واحدها

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

۵- الزامات عمومی

۵-۱ مجری باید قبل از انجام آزمون فشار، جزئیات روش آزمون را همراه با برگه های مسیر جریان آزمون فشار و نمودار آزمون فشار آب را جهت تأیید به نماینده کارفرما بدهد.

۵-۲ کلیه لوله هایی که به محیط باز راه دارند، مثل مشعلها، تخلیه گازها و مایعات غیر هیدروکربنی، نیازی به آزمون فشار ندارند، مگر آنکه مشخصاً در شرح کار پروژه خواسته شده باشد. این لوله ها باید از نظر کامل بودن ساخت و نصب، بازرسی شوند.

۵-۳ باید دقت شود که دستگاههای زیر، تحت فشار آزمون قرار نگیرند:

الف) تلمبه ها، توربین ها و کمپرسورها.

ب) صفحات پاره شونده، شیرهای ایمنی، شعله خفه کن ها، اجزای داخلی فیلترها.

pressure gages.

d) Equipment where the internal lining may be damaged by the medium.

e) Equipment such as filters and driers where the contents could be damaged or contaminated.

f) Vessels and exchangers which have hydrostatic test pressures less than the line test pressure.

5.5 Fabrication and welding shall be completed prior to system testing.

5.6 Welding cleanup, nondestructive examination, stress-relieving, and other heat treatments shall be completed before pressure testing is performed.

5.7 Insulation and paint shall not be applied over welded, screwed and mechanical joints before pressure testing.

5.8 Testing shall be performed by qualified personnel of executor who are thoroughly familiar with all equipment and test procedures.

5.9 Pressure testing shall be performed in presence of the Company inspector.

5.10 Pressure testing should be performed when the weather condition is suitable for inspection.

5.4 Vents shall be provided at all high points in the piping system and drains shall be provided at all low points.

6. HYDROSTATIC PRESSURE TESTING

6.1 General

6.1.1 Where the test pressure of piping attached to a vessel is the same as or less than the test pressure for the vessel, the piping may be tested with the vessel at the piping test pressure.

6.1.2 Where the test pressure of the piping exceeds the vessel test pressure, and it is not considered practicable to isolate the piping from the vessel, the piping and the vessel may be tested together at the vessel test pressure, provided the owner approves and the vessel test pressure is not less than 77% of the piping test pressure calculated by the Equation 1. (See 6.5.1).

ج) ادوات ابزار دقیق مثل اندازه گیرهای شیشه ای و فشارسنجها.

د) دستگاههایی که پوشش داخلی آنها ممکن است بر اثر تماس با سیال آزمون صدمه ببینند.

ه) تجهیزاتی مانند صافی ها و خشک کن ها که مواد داخلی آنها امکان صدمه دیدن داشته باشند.

و) ظروف و مبدلهای حرارتی که فشار آزمون ایستایی آنها کمتر از فشار آزمون خط لوله‌ی مرتبط است.

۵-۵ قبل از آزمون سامانه باید عملیات ساخت و جوشکاریها تکمیل شده باشد.

۶-۵ قبل از آزمایش، تمیزکاری جوشها، آزمایشات غیرمخرب، تنش زدایی و سایر عملیات حرارتی باید کامل شده باشد.

۷-۵ قبل از اجرای آزمون فشار نباید اتصالات جوشی، پیچی و مکانیکی، رنگ یا عایق کاری شده باشند.

۸-۵ افرادی از مجری که کاملاً با دستگاه ها و روش اجرایی آزمون آشنا و کارآمد هستند باید مبادرت به آزمون نمایند.

۹-۵ آزمون فشار باید با حضور بازرس کارفرما انجام شود.

۱۰-۵ آزمون فشار باید در شرایط آب و هوایی که برای بازرسی مناسب است انجام شود.

۴-۵ مجاری تخلیه هوا باید در بالاترین نقاط و تخلیه مایعات در پایین ترین نقاط سامانه لوله کشی تعبیه شوند.

۶- آزمون فشار ایستایی با آب

۱-۶ عمومی

۱-۱-۶ در مواقعی که فشار آزمون لوله های متصل به ظروف، برابر یا کمتر از فشار آزمون ظروف هستند میتوان لوله ها و ظروف را یکجا با فشار آزمون لوله تحت آزمون قرار داد.

۲-۱-۶ در مواقعی که فشار آزمون لوله بیشتر از فشار آزمون ظرف می باشد و جداکردن سامانه لوله کشی از ظرف عملی نیست، سامانه لوله کشی و ظرف هردو می توانند با فشار آزمون ظرف تحت آزمون قرار گیرند. به شرط اینکه کارفرما موافق بوده و فشار آزمون ظرف از ۷۷ درصد فشار آزمون لوله که مطابق با فرمول یک بند ۶-۵-۱ محاسبه می شود، کمتر نباشد.

6.1.3 If a portion of a piping system can not be hydrostatically tested because the presence of water is objectionable, a notation shall be made on the pressure test flow sheets indicating that pressure testing by water is prohibited.

6.1.4 Underground lines inside plot limits shall be completely tested, inspected, drained and approved before coating of field welds and backfilling are carried out.

6.1.5 Cast iron piping with spigot and socket joints shall be intermittently covered, leaving the joints clear and all the bends securely anchored before testing.

6.2 Testing Area

6.2.1 If possible, test equipment including pumps, gages, recorders, and other items shall be located in the same area.

6.2.2 The area shall be continuously monitored by test personnel while testing is being performed so that any change in test procedures or conditions will be noted immediately and corrective action taken as required.

6.3 Test Equipment

The Engineer approval shall be obtained prior to use of equipment intended for the execution of the pressure test.

6.3.1 Instruments

The required instruments for each test shall be as follows:

- a) Pressure gage, accurate to within 1% of its range. The range selected shall be such that the pressure reading occurs between 25 and 90 percent of the full range of instrument.
- b) Dead weight tester and temperature indicator, if specified.

Note:

Instruments shall be suitably protected from all elements. Prior to testing, gages and indicators shall be calibrated (preferably on site) and a record of the instrument calibration and identification shall be kept as part of the inspection records. The calibration date and identification should be affixed

۳-۱-۶ اگر وجود آب باعث ضرر و زیانی برای یک قسمت از سامانه لوله کشی شود، در نمودار روند آزمون ایستایی باید توجه داده شود که آزمون ایستایی با آب ممنوع است.

۴-۱-۶ لوله های زیرزمینی که در داخل کارخانه قرار دارند، باید قبل از اعمال هرگونه پوشش روی جوش ها و یا خاکیزی، تحت آزمون ایستایی، بازرسی، تخلیه قرار گرفته و تأیید گردند.

۵-۱-۶ لوله کشی های چدنی که بصورت نر و ماده بهم وصل میشوند باید، یک در میان پوشیده شده و محل اتصالات تمیز گردیده و تمام خم ها قبل از آزمون به صورت کامل مهار شوند.

۲-۶ محوطه آزمایش

۱-۲-۶ در صورت امکان، دستگاه های آزمون شامل تلمبه ها، اندازه گیرها، ثابتها و سایر اقلام بایستی در همان محوطه آزمون قرار داشته باشند.

۲-۲-۶ در حین اجرای آزمایش، گروه آزمون بایستی دائماً محوطه آزمون را تحت نظر داشته و هرگونه تغییر در شرایط یا روش اجرایی آزمون را بلافاصله تذکر داده و در صورت نیاز، اقدامات اصلاحی را معمول دارند.

۳-۶ تجهیزات آزمون

قبل از اجرای عملیات آزمون فشار، باید تأیید نماینده کارفرما جهت تجهیزات آزمون اخذ شود.

۱-۳-۶ ادوات ابزار دقیق

ادوات ابزار دقیق مورد نیاز هر آزمون باید به شرح زیر باشد:

- الف) فشار سنج با دقت یک درصد دامنه فشارسنج انتخاب شده باید طوری باشد که فشار خوانده شده بین ۲۵ درصد تا ۹۰ درصد دامنه کل آن باشد.
- ب) فشارسنج وزنه‌ای و دماسنج (در صورتی که مشخص شده باشد)

یادآوری:

ادوات ابزار دقیق باید به طور مناسب از کلیه عوامل محافظت شوند. اندازه گیرها و نشان دهنده ها قبل از انجام آزمون باید کالیبره شوند. (ترجیحاً در داخل محل اجرا) و گزارش کالیبراسیون و مشخصات دستگاه باید در گزارشهای بازرسی لحاظ شود. تاریخ کالیبره کردن و مشخصات آن باید روی

to the instruments. Calibration shall be done according to [IPS-C-IN-100](#).

6.3.2 Pumps

Executor shall be responsible for the supply of suitable pumps for testing. As a minimum a high volume centrifugal pump for filling and a variable speed positive displacement reciprocating pump with sufficient discharge head and capacity for pressurizing shall be provided.

The executor shall provide chemical injection pump and means necessary for measuring of the inhibitor to be added to test water.

6.4 Test Medium

6.4.1 General

a) The test fluid normally shall be fresh water and shall not contain suspended solids which may plug small lines. If it is found necessary water filter shall be used equipped with 100 mesh screen to remove 99% of particles which are 140 microns or more in size.

b) The water shall have a corrosion inhibitor which meets approval of the Engineer.

c) If the water temperature is likely to fall to zero degree Centigrade ($^{\circ}\text{C}$) or below, glycol or another antifreeze approved by the Engineer shall be added.

Note:

In systems where residual moisture can not be tolerated, e.g., in SO_2 , acid, ammonia and LPG service and where certain catalysts are used, other test medium shall be selected. If flammable liquid is used consideration shall be given to the test environment.

6.4.2 Test medium for different pipe materials

6.4.2.1 Carbon and low-alloy steels

Piping manufactured from carbon steel or low-alloy steel may be hydrostatically tested with fresh water. Brackish or sea water may be used provided that prior approval of the Engineer is obtained

دستگاه اندازه گیر نصب گردد.

کالیبره کردن باید طبق استاندارد [IPS-C-IN-100](#) انجام شود.

۶-۳-۲ تلمبه ها

مجری، مسئول تهیه تلمبه های مناسب برای آزمون می باشد. حداقل یک تلمبه گریز از مرکز با دبی بالا جهت پرکردن سامانه و یک تلمبه رفت و برگشتی دور متغیر با فشار و ظرفیت کافی برای بالا بردن فشار سامانه باید تهیه شود.

مجری باید یک تلمبه تزریق مواد شیمیایی و وسایل لازم برای اندازه گیری مقدار مواد بازدارنده افزودنی به آب را تهیه نماید.

۶-۴ سیال آزمون

۶-۴-۱ عمومی

الف) معمولاً سیال آزمون باید آب تازه و فاقد ذرات جامد معلق که امکان مسدود کردن لوله های کوچک را دارند، باشد. در صورت لزوم باید از توری صد روزه ای با قابلیت جداسازی ۹۹ درصد از ذرات به اندازه ۱۴۰ میکرون و بیشتر استفاده نمود.

ب) آب باید حاوی ماده بازدارنده خوردگی مورد تأیید نماینده کارفرما باشد.

ج) اگر امکان پایین آمدن دمای آب تا صفر درجه سانتیگراد یا پایین تر وجود داشته باشد، باید به آب گلیکول یا سایر ضد یخهای مورد تأیید نماینده کارفرما اضافه شود.

یادآوری :

در سامانه هایی که باقی ماندن رطوبت در آنها مجاز نمی باشد برای مثال در سرویس های حاوی SO_2 ، اسید، آمونیاک، گاز مایع و در جایی که از کاتالیست خاصی استفاده می شود باید برای آزمون سیال دیگری به کار برده شود. در صورت استفاده از مایعات آتشگیر باید به محیط اطراف توجه ویژه ای به عمل آید.

۶-۴-۲ سیال آزمون برای جنس های مختلف لوله

۶-۴-۲-۱ فولادهای کربنی و کم آلیاژ

لوله هایی که از فولاد یا فولادهای کم آلیاژ ساخته شده باشند، می توانند با آب تازه تحت آزمون ایستایی قرار گیرند. در صورت تأیید نماینده کارفرما میتوان از آب شور یا آب دریا استفاده نمود.

6.4.2.2 Stainless steels

The chloride content in the water used for the hydrostatic testing of piping manufactured from or containing parts manufactured from austenitic stainless steel (e.g., 18 Cr- 8 Ni or 18 Cr-10 Ni-2 Mo), shall be controlled as follows:

If the piping metal temperature does not exceed 50°C during commissioning, operation or non-operation, water containing up to 150 mg/kg (150 mass ppm) chlorides may be used for the hydrostatic test.

If the piping metal temperature exceeds 50°C during commissioning, operation or non-operation, the piping shall be tested using condensate water, demineralized water or oil with minimum flash point of 50°C.

6.4.2.3 Duplex stainless steels

The preferred method for hydrostatic testing of duplex stainless steel piping is to use potable water (up to 150 mg/kg Chlorides) and to carefully rinse the equipment immediately after the pressure test with condensate or demineralized water (up to 2 mg/kg Chlorides), followed by through drying or dewatering the equipment and filling with nitrogen in such a way that all oxygen is removed from the system.

6.4.2.4 9% Nickel alloy steel

The test water for hydrostatic testing of 9% nickel alloy steel piping shall be of a neutral PH value, clear and free from sulfides which may otherwise precipitate stress cracking of the equipment.

6.5 Test Pressures

6.5.1 General process piping-test pressure

The hydrostatic test pressure, at any point in a metallic piping system shall be as follows:

- a) Not less than 1.5 times the design pressure.
- b) For design temperature above the test temperature the minimum test pressure shall be calculated by the following formula, except that the value of S_T/S shall not exceed 6.5.

$$P_T = \frac{1.5PS_T}{S}$$

۶-۴-۲ فولاد زنگ نزن

جهت آزمون ایستایی با آب سامانه لوله‌کشی که قسمتی یا تمام آن فولاد زنگ نزن آستنیتی باشد (برای مثال فولاد NI ۸ درصد، Cr ۱۸ درصد یا Mo ۲ درصد، Ni ۱۰ درصد، Cr ۱۸ درصد)، باید مقدار کلر موجود در آب طبق بندهای زیر کنترل شود.

اگر دمای لوله در زمان راه اندازی، عملیات، یا خارج از سرویس از ۵۰ درجه سانتیگراد تجاوز ننماید مقدار کلر موجود در آب آزمون می تواند حداکثر ۱۵۰ میلیگرم بر کیلوگرم (۱۵۰ ppm جرمی) باشد.

اگر دمای لوله در زمان راه اندازی، عملیات، یا خارج از سرویس از ۵۰ درجه سانتیگراد تجاوز نماید، باید جهت آزمون ایستایی از آب حاصل از میعان بخار، آب فاقد مواد معدنی، یا مشتقات نفتی با حداقل نقطه اشتعال ۵۰ درجه سانتیگراد استفاده کرد.

۶-۴-۳ فولادهای زنگ نزن دو جزئی

برای آزمون ایستایی با آب لوله‌های زنگ نزن دو جزئی ترجیحاً از آب آشامیدنی حاوی حداکثر ۱۵۰ ppm جرمی کلر استفاده میشود و بلافاصله پس از آزمون ایستایی باید به دقت با آب مقطر یا آب بدون مواد معدنی (حداکثر ۲ ppm جرمی کلر) شستشو شود، به دنبال آن سامانه باید خشک و از آب تخلیه شود و به نحوی با نیتروژن پرگردد که اکسیژن از سامانه بیرون رانده شود.

۶-۴-۴ فولاد آلیاژی ۹ درصد نیکل

برای آزمون ایستایی با آب سامانه لوله کشی از جنس فولاد آلیاژی ۹ درصد نیکل باید از آبی با PH خنثی، شفاف و بدون سولفیدها استفاده نمود. در غیر این صورت ممکن است ترکهای ناشی از تنش در سامانه تشدید گردد.

۶-۵ فشار آزمایش

۶-۵-۱ فشار آزمون سامانه لوله‌کشی فرآیندی عمومی

فشار آزمون ایستایی با آب در هر نقطه از سامانه لوله کشی فلزی باید مطابق زیر باشد:

- الف) فشار آزمون نباید کمتر از ۱/۵ برابر فشار طراحی باشد.
- ب) در صورتی که دمای طراحی بالاتر از دمای آزمون باشد، حداقل فشار آزمون از فرمول زیر محاسبه میشود، به شرط اینکه مقدار S_T/S از ۶/۵ تجاوز ننماید.

$$P_T = \frac{1.5PS_T}{S}$$

Where:

P_T Minimum hydrostatic test gage pressure

P Internal design gage pressure

S_T Allowable stress at test temperature

S Allowable stress at design temperature

(See table A-1 ASME B 31.3)

c) If the test pressure as defined above would produce a stress in excess of the yield strength at test temperature, the test pressure may be reduced to the maximum pressure which produces stress not more than the yield strength at test temperature.

که در آن:

P_T حداقل فشار نسبی آزمون ایستایی

P فشار نسبی داخلی طراحی

S_T تنش مجاز در دمای آزمون

S تنش مجاز در دمای طراحی

(جدول A-1 در ASME B 31.3)

ج) در صورتی که فشار آزمون مطابق تعریف فوق تولید تنشی بالاتر از تنش تسلیم در دمای آزمون نماید، فشار آزمون را می توان حداکثر تا فشاری که تولید تنشی حد اکثر برابر تنش تسلیم در دمای آزمون ایجاد نماید، کاهش داد.

6.5.2 Refrigeration service test pressure

Refrigerant piping shall be tested in accordance with the provisions of ASME B 31.5 about Refrigeration Piping and the aforementioned requirements and be successfully dried out accordingly, or other measures approved by the Engineer shall be applied against freezing.

Note:

However no oxygen or any combustible gas or combustible mixture of gases shall be used for testing within the system. Water should not, if possible, be used for testing of refrigerant piping, but if used, it must be completely removed as described in Paragraph 6.9.5.

۶-۵-۲ فشار آزمون سرویس های تبرید

سامانه های لوله کشی مبردها باید طبق مفاد استاندارد ASME B 31.5 و الزامات ارائه شده در آن مورد آزمون قرار گیرند و سپس کاملاً خشک و یا با سایر روش های مورد تأیید نماینده کارفرما در مقابل یخ زدگی، محافظت شوند.

یادآوری:

به هر حال جهت آزمون فشار سامانه لوله کشی مبردها نباید از اکسیژن، گاز قابل اشتعال و یا مخلوط قابل اشتعال از گازها استفاده شود. همچنین در این گونه سرویس ها حتی الامکان نباید آب به عنوان سیال آزمون به کار برده شود. در صورتی که این کار اجتناب ناپذیر باشد باید پس از آزمون طبق بند ۶-۵-۹ سامانه را آب زدایی کرد.

6.5.3 Vacuum services test pressure

Lines in vacuum service shall be tested at a minimum internal pressure of 200 kPa (29 psi) unless limited to a lower pressure by design and/or construction

۶-۵-۳ فشار آزمون سرویس های خلاء

لوله های در سرویس خلاء باید با حداقل فشار داخلی ۲۰۰ کیلوپاسکال (۲۹ پوند بر اینچ) آزمون شوند، مگر آن که در طراحی یا اجرا به فشار پایین تری محدود شده باشد.

6.5.4 Utility services test pressure

The test pressure for service air and water piping shall be 1½ times the design pressure or 700 kPa (100 psi) for steel piping, whichever is higher. Flanged cast iron piping shall be tested to 1½ times the design Pressure + Maximum static head of pipe content during operation; but in no case more than the following test pressures:

۶-۵-۴ فشار آزمون سامانه لوله کشی آب و هوا

فشار آزمون سامانه لوله کشی آب و هوا در صورتی که از جنس فولاد باشند باید ۱/۵ برابر فشار طراحی ۷۰۰ کیلو پاسکال (۱۰۰ پوند بر اینچ) هر کدام که بیشتر باشد در نظر گرفته شود. لوله های چدنی فلنج دار باید با فشاری معادل ۱/۵ برابر فشار طراحی بعلاوه فشار ارتفاع مایع داخل لوله در زمان عملیات تحت آزمون قرار گیرند. اما این فشار نباید در هیچ حالتی از فشارهای زیر بیشتر باشد:

<u>Size (Dia.)</u>	<u>Class 125 Flange</u>	<u>Class 250 Flange</u>
DN 25-300 (NPS 1-12)	1700 kPa (250 psi)	3500 kPa (500 psi)
DN 350-600 (NPS 14-24)	1400 kPa (200 psi)	2800 kPa (400 psi)
DN 750 (NPS 30 & LARGER)	700 kPa (100 psi)	1400 kPa (200 psi)

6.5.5 Jacketed lines test pressure

In jacketed lines the jacket shall be tested not less than 1½ times the jacket design pressure. The internal line shall be tested on the basis of internal or external pressure whichever (in the opinion of the Engineer) is critical. When the pressure in the jacket is high it might be advisable or essential to pressurize the inner pipe during hydraulic test of the jacket.

6.5.6 Nonmetallic piping test pressure

The hydrostatic test pressure at any point in a nonmetallic piping system shall be not less than 1.5 times the design pressure, but shall not exceed 1.5 times the maximum rated pressure of the lowest rated component in the system.

6.6 Test Duration

The test pressure shall be maintained for an adequate time (not less than one hour) to detect small and slow seepage leaks and to permit a thorough inspection.

6.7 Test Preparation

6.7.1 For hydrostatic testing, all pipe supports shall be in position and completed before testing is undertaken.

6.7.2 All piping intended for other than liquid service shall be adequately supported by temporary supports if necessary, particularly on lines using spring or counterweight supports. Large adjacent lines shall not be tested simultaneously where the weight of the combined test water load may overload the structure of supports.

۶-۵-۵ فشار آزمون خطوط دوجداره

در خطوط دوجداره، لوله بیرونی باید با فشاری معادل حداقل ۱/۵ برابر فشار طراحی آن آزمون شود. لوله داخلی باید براساس فشار داخلی و یا خارجی آن هر کدام که به نظر نماینده کارفرما مهم تر است، آزمون شود. در صورتی که فشار داخل لوله بیرونی بالا باشد، ضروری است که در هنگام آزمون هیدرولیک آن، لوله داخلی را نیز تحت فشار قرار داد.

۶-۵-۶ فشار آزمون لوله های غیرفلزی

فشار آزمون ایستایی با آب در هر نقطه سامانه لوله کشی غیرفلزی نباید کمتر از ۱/۵ برابر فشار طراحی باشد، ولی این فشار نباید از ۱/۵ برابر حداکثر رده فشار مربوط به اجزای سامانه که دارای پایین ترین رده فشار است، تجاوز نماید.

۶-۶ مدت زمان آزمایش

فشار آزمون باید به مدت زمان کافی (حداقل یک ساعت) نگه داشته شود تا بتوان هر نشتی کوچک و آرامی را پیدا نمود و نیز بتوان سامانه را به طور کامل بازرسی نمود.

۶-۷ آماده سازی آزمایش

۶-۷-۱ قبل از انجام آزمون ایستایی با آب، کلیه نگهدارنده های سامانه لوله کشی باید تکمیل و در محل خود نصب شده باشند.

۶-۷-۲ تمام لوله کشی هایی که در سرویس مایع قرار نمی گیرند، در صورت لزوم بایستی به حد کافی با نگهدارنده های موقتی تقویت شوند، خصوصاً در سامانه هایی که دارای نگهدارنده های فنری یا وزنه ای هستند. لوله های با اندازه بزرگ مجاور هم نباید همزمان آزمون شوند، زیرا وزن آب آزمایش، ممکن است باعث بیش بارگذاری سازه نگهدارنده ها شود.

6.7.3 If blind flanges are necessary, the flanges shall be indicated on the pressure test flow diagrams.

6.7.4 All lines shall be cleared of debris by flushing with water or blowing with steam or air. Precautions should be taken to ensure that debris is not flushed into associated vessels, control and soft seated valves, equipment or "dead ends".

It shall be taken into consideration that during flushing, temporary strainers shall be retained and after flushing temporary strainers shall be removed, cleaned and reinstalled before pressure testing.

6.7.5 The executor of test shall consider temporary gaskets when making connections that will be broken for testing or reassembly after testing.

6.7.6 Ball valves and gate valves shall be completely open during the test.

6.7.7 The executor shall take care to avoid contaminate valve seats with foreign particles.

6.7.8 Lines containing check valves shall have the pressure source located on the upstream side. If impossible, the check valves shall be removed from the line or blocked open.

6.7.9 Lines which have spring hangers or are counterweight supported shall be temporarily blocked up during testing in order to sustain the weight of the test fluid. Sometimes spring hangers are provided with stops for carrying the test load and need not be blocked up.

6.7.10 All orifice plates which interfere with filling, venting and draining shall be removed for the test.

6.7.11 Equipment that is not to be included in the test shall be isolated by blinds or shall be disconnected from the piping.

6.7.12 Except for items or components which have butt-welding ends, all other instruments (such as positive displacement and turbine meters, strainers, control valves, orifice plates) shall be installed after pressure testing of the pipelines and plant flushing.

Control valves with butt-welding ends shall be left

۶-۷-۳ اگر فلنج کور مورد نیاز باشد، باید در نمودار جریان آزمون فشار این فلنج ها نشان داده شوند.

۶-۷-۴ کلیه لوله ها باید به وسیله عبور آب، بخار آب یا هوا، از هرگونه آشغال تمیز شوند. دقت شود که آشغالها داخل ظروف متصل به لوله ها، شیرهای کنترل، شیرهای با نشیمنگاه نرم، دستگاها و یا انتهای مسدود شده لوله ها ریخته نشوند. باید توجه شود که در خلال پاکسازی، صافی های موقت باید در محل خود باقی بمانند، و پس از پاکسازی صافی های موقت باید برداشته، تمیز و مجدداً قبل از آزمون فشار نصب شوند.

۶-۷-۵ مجری باید برای کلیه اتصالاتی که برای آزمون باز و بسته می شوند واشرهای موقتی تهیه نماید.

۶-۷-۶ کلیه شیرهای دروازه ای و تویی در موقع آزمون، باید کاملاً باز باشند.

۶-۷-۷ مجری باید مراقبت نماید که نشیمنگاه شیرها بر اثر ذرات خارجی آسیب نبینند.

۶-۷-۸ در سامانه های لوله کشی حاوی شیر یکطرفه باید منبع فشار در قسمت بالادست جریان باشد. اگر این موضوع امکان نداشته باشد، شیر یکطرفه باید از مدار خارج و یا این که به صورت باز نگه داشته شود.

۶-۷-۹ لوله هایی که با آویزه های فنری و یا وزنه های تعادلی نگهداشته می شوند، در ضمن آزمون باید این نگهدارنده ها به طور موقتی در بالا قفل شوند تا بتوانند وزن مایع آزمون را تحمل نمایند. گاهی اوقات آویزه های فنری مجهز به ضامن هایی هستند که بتوانند وزن لوله را در زمان آزمون تحمل کنند و نیازی به قفل کردن نداشته باشند.

۶-۷-۱۰ کلیه صفحات روزنه دار که آگیری، تخلیه و یا هواگیری را مختل می کنند، باید موقع آزمایش، بیرون آورده شوند.

۶-۷-۱۱ دستگاه هایی که نباید تحت آزمون قرار گیرند، باید با صفحات مسدود کننده از سامانه جدا شوند و یا از سامانه لوله کشی جدا گردند.

۶-۷-۱۲ بغیر از اقلام یا اجزائیکه دارای جوش لب به لب میباشند، سایر ادوات ابزار دقیق (مانند اندازه گیرهای جابجایی مثبت و توربینی، صافی ها، شیرهای کنترل، صفحات روزنه ای) باید پس از انجام آزمون خط لوله و تخلیه سامانه، نصب شوند.

open during pressure testing. A temporary spool piece shall be installed for all other control valves.

6.7.13 Pressure control valves with internal passages between the process fluid and the diaphragm shall be isolated from the test. External connections shall be disconnected or blocked during the test. The diaphragm pressure shall be bled off.

6.7.14 Expansion joints of the sliding sleeve or bellows type should be provided with temporary means to limit lateral movement.

6.7.15 Expansion joints, instruments, filters and similar equipment for which the maximum permissible cold test pressure is considerably lower than the maximum hydrostatic test pressure permissible for the other components of the system shall be removed or blanked off from the line before testing. Such equipment should be inspected during the commissioning with due regard to the pressure limitation.

6.7.16 Plugs shall be removed from tell-tale holes in compensating rings and reinforcement pads around branches (nozzles) and the holes left open during hydrostatic testing and observed for any leakage.

6.7.17 Prior to commencement of the test a thorough check shall be made to ensure all fittings, flanges, plugs, etc., are in place. All flanges and flanged fittings shall be bolted and bolts properly torqued.

6.7.18 Testing of more than one individual section simultaneously may be carried out by connecting the sections with suitable jumper lines. The materials used in the fabrication of these jumpers shall be of the same quality as the system under test, as a minimum. Threaded piping shall be minimized on jumper lines.

6.7.19 Instrument piping at orifice flanges shall be removed or a drain or vent shall be opened to ensure that the instrument does not become pressurized because of a leaking valve.

6.7.20 Mounted instrumentation shall be isolated from the system during testing.

شیرهای کنترل دارای جوش لب به لب باید در هنگام آزمون باز نگه داشته شوند. بجای سایر شیرهای کنترل باید از رابط های موقت استفاده شود.

۶-۷-۱۳ شیرهای کنترل فشار که معبر داخلی آن بین سیال فرایندی و دیافراگم می باشد، نباید در آزمون قرار گیرند. اتصالات خارجی موقع آزمون باید جدا یا مسدود باشند. فشار در قسمت دیافراگم، باید تخلیه شود.

۶-۷-۱۴ اتصالات انبساطی از نوع استوانه های لغزنده و یا آکاردئونی باید مجهز به وسیله ای باشد که بتواند به طور موقت حرکت جانبی را محدود نماید.

۶-۷-۱۵ اتصالات انبساطی، ابزار دقیق، فیلترها و سایر دستگاه های مشابه که حداکثر فشار آزمون مجاز آنها در حالت سرد به طور محسوسی پایین تر از حداکثر فشار آزمون ایستایی سایر اجزاء واقع در همان سامانه می باشند، باید قبل از آزمون از مسیر خارج و یا با صفحات مسدود کننده از لوله ها جدا شوند. این دستگاه ها باید در زمان راه اندازی با توجه به محدودیت های فشار، تحت بازرسی قرار گیرند.

۶-۷-۱۶ در پوشهای سوراخ های نشت یاب در رینگ های جبران کننده و صفحات تقویتی اطراف انشعابات (نازلها) بایستی در حین آزمون برداشته شده و از نظر هرگونه نشتی، مورد مشاهده قرار گیرند.

۶-۷-۱۷ قبل از شروع آزمایش، بمنظور حصول اطمینان از این که کلیه اتصالات، فلنج ها، درپوش ها و غیره در محل خود بسته شده اند، بایستی بررسی همه جانبه صورت گیرد. کلیه فلنج ها و اتصالات فلنجی باید با پیچ و مهره بسته شده و به میزان مناسب محکم شوند.

۶-۷-۱۸ آزمون همزمان بیشتر از یک قسمت می تواند با استفاده از لوله اتصالی مناسب برای اتصال قسمت ها به هم انجام شود. جنس این لوله های اتصالی باید از نظر کیفی حداقل با سامانه تحت آزمون یکی باشد. اتصالات زورده ای در این لوله های اتصالی باید به حداقل رسانده شوند.

۶-۷-۱۹ لوله کشی ابزار دقیق در فلنج های روزنه ای بایستی جدا شوند و یا اینکه انشعابات تخلیه و هواگیری باز باشند تا اطمینان حاصل شود که بر اثر نشتی شیر، ادوات ابزار دقیق تحت فشار قرار نگیرند.

۶-۷-۲۰ ادوات ابزار دقیق نصب شده در حین آزمون باید از سامانه مجزا شده باشند.

6.7.21 The supply connection size shall ensure filling of the system within a reasonable time, and it shall have a flanged valve.

6.7.22 A valve shall be used for depressurizing, for which a globe valve is preferred.

6.8 Procedure for Hydrostatic Pressure Test

6.8.1 Pressure test sections shall be chosen by the executor, based on testing as much piping as possible at one time without exceeding the allowable test pressure of the weakest element in the system.

6.8.2 Vents and other connections that can serve as vents shall be open during filling so that all air is vented prior to the application of test pressure to the system.

6.8.3 For convenience, exchangers and/or vessels may be tested simultaneously with connected piping, provided, the test pressure of both the connected piping material and equipment does not exceed the maximum allowable pressure. Vessels shall not be tested with the piping when the following conditions apply:

- a) Large vessel which would overload the foundation or support if filled with water.
- b) Large vessels requiring too much water to fill.
- c) Vessels with internals which would be damaged by water.
- d) Vessels which are extremely difficult to drain or vent.

Note:

When vessels or tanks are drained, vent shall be opened to avoid pulling any vacuum.

6.8.4 Test pressures shall be taken at the lowest point of a line or test system.

6.8.5 During hydrostatic testing, care must be exercised to limit the applied pressure to the particular portion of the system designated on the field pressure test flow diagram.

6.8.6 Care must be taken to avoid overloading any parts of supporting structures.

۶-۷-۲۱ اندازه لوله تغذیه سامانه باید طوری باشد که در یک زمان منطقی، سامانه پرگردد و شیر آن باید فلنجی باشد.

۶-۷-۲۲ برای تقلیل فشار سامانه لوله کشی استفاده از شیر کنترل جریان توصیه می گردد.

۶-۸ روش اجرایی آزمون فشار ایستایی با آب

۶-۸-۱ مجری باید تا حداکثر امکان بیشترین قسمت های لوله کشی را انتخاب و در صورتی که فشار آزمون مورد نظر از فشار آزمون مجاز ضعیف ترین قسمت تجاوز ننماید، آنها را همزمان تحت آزمون ایستایی قرار دهد.

۶-۸-۲ در موقع پر کردن سامانه لوله کشی باید کلیه انشعابات و اتصالات مربوط به تخلیه هوا باز باشند تا کل هوا تخلیه گردد.

۶-۸-۳ برای آسانی عمل می توان مبدلها یا ظروف را همزمان با سامانه لوله کشی تحت آزمون ایستایی قرار داد مشروط بر آنکه فشار آزمون در لوله های ارتباطی و دستگاه ها از حداکثر فشار مجاز تجاوز ننماید. در شرایط زیر نباید ظروف همراه با سامانه لوله کشی آزمون شوند:

- الف) ظروف بزرگی که پر شدن با آب باعث بیش بارگذاری روی نگهدارنده های آنها می گردد.
- ب) ظروف بزرگی که نیاز به آب فراوان داشته باشند تا پر شوند.
- ج) ظروف با تجهیزات داخلی که به وسیله آب صدمه ببینند.

د) ظروفی که تخلیه یا هواگیری آنها خیلی مشکل باشد.

یادآوری :

وقتی که ظروف یا مخازن از مایع تخلیه می شوند باید اتصال هواگیری باز باشد تا در داخل آنها ایجاد خلاء نشود.

۶-۸-۴ فشار آزمون باید در پایین ترین نقطه لوله یا سامانه لوله کشی اندازه گیری شود.

۶-۸-۵ در طی آزمون ایستایی باید دقت نمود که فشار اعمالی به بخش هایی از سامانه که در روی نمودار جریان آزمون فشار تعیین شده است از حد مشخص شده تجاوز ننماید.

۶-۸-۶ باید دقت شود که هیچ قسمتی از سازه های نگهدارنده سامانه لوله کشی تحت بار اضافی قرار نگیرند.

6.8.7 Where conditions require a test pressure to be maintained for a period of time, during which the test medium in the system might be subject to thermal expansion, provision shall be made for the relief of excess pressure due thereto. (By either installation of a proper relief valve or discharging excess pressure.)

6.8.8 Test pressure shall not be applied against any closed valve unless the maximum allowable working pressure (MAWP) of the valve exceeds the test pressure.

Seats of all valves shall not be subjected to a pressure in excess of maximum cold working pressure of the valve. Where allowable seat pressure is less than test pressure, test shall be made through an open valve.

6.8.9 All plain test blanks required for field testing shall be provided and/or made in the field according to IPS-D-PI-121.

6.9 Measures to be Taken after Hydrostatic Testing

6.9.1 After hydrostatic testing is completed and approved by the Engineer, the system shall be depressurized.

6.9.2 After depressurizing, lines and equipment shall be completely drained. The equipment should be cleaned, if necessary (in the opinion of the Engineer).

6.9.3 While draining, the system shall be vented to avoid a vacuum.

6.9.4 Special attention shall be given to points where water may be trapped such as valve bodies or low points.

6.9.5 Systems shall be dried after draining. The drying process may be accomplished by blowing warm compressed air through the system or by another method approved by the Engineer.

6.9.6 All temporary blanks and blinds shall be removed. Valves, orifice plates, expansion joints and short pieces of piping which have been removed shall be reinstalled with proper and undamaged gaskets in place. Valves which were closed solely for hydrostatic testing shall be opened. Temporary piping supports shall be removed so that insulation and painting may be completed.

۶-۸-۷ اگر شرایط طوری باشد که لازم شود فشار آزمون برای مدتی نگه داشته شود که در این مدت سیال آزمون تحت انبساط حرارتی قرارگیرد، پیش‌بینی لازم جهت آزادسازی این ازدیاد فشار باید به عمل آید. (با نصب یک شیر ایمنی برای تخلیه فشار اضافی و یا با تخلیه دستی فشار افزوده شده)

۶-۸-۸ هیچ شیر بسته‌ای نباید تحت فشار ایستایی قرار گیرد، مگر آن که حداکثر فشار کاری مجاز (MAWP) شیر از فشار آزمون بیشتر باشد.

نشیمنگاه شیرها نباید در معرض فشاری بالاتر از حداکثر فشار کاری سرد شیر قرار گیرد. در جایی که فشار مجاز نشیمنگاه کمتر از فشار آزمون باشد، آزمون باید با شیر باز انجام شود.

۶-۸-۹ تمام صفحات مسدودکننده مورد نیاز در زمان آزمون بایستی تهیه و یا طبق استاندارد IPS-D-PI-121 در محل ساخته شوند.

۶-۹-۹ اقداماتی که پس از آزمون ایستایی با آب باید انجام شود

۶-۹-۱ پس از اتمام و تأیید آزمون ایستایی با آب توسط نماینده کارفرما باید فشار سامانه را تخلیه کرد.

۶-۹-۲ پس از تخلیه فشار، کلیه لوله‌ها و تجهیزات باید از مایع آزمون کاملاً تخلیه شوند. تجهیزات در صورت لزوم باید با نظر نماینده کارفرما تمیز شوند.

۶-۹-۳ در موقع تخلیه آب، باید شیرهای هواگیری باز باشند تا سامانه تحت خلاء قرار نگیرد.

۶-۹-۴ باید توجه ویژه‌ای به نقاطی که ممکن است در آنها آب محبوس شود، مانند بدنه شیرها یا نقاط تحتانی سامانه یا نظایر آن به عمل آید.

۶-۹-۵ پس از تخلیه، سامانه باید با هوای گرم فشرده و یا هر روش اجرایی دیگر مورد تأیید نماینده کارفرما، خشک گردد.

۶-۹-۶ کلیه صفحات مسدودکننده موقت باید برداشته شوند. شیرها، صفحات روزنه‌دار، اتصالات انبساطی و قطعات کوچک لوله‌کشی که از سامانه جدا شده‌بودند، باید دوباره با واشرهای آب‌بندی سالم، در محل خود نصب‌گردند. شیرهایی که در موقع آزمون بسته شده‌بودند، باید باز شوند. نگهدارنده‌های موقت سامانه لوله‌کشی باید برداشته شوند تا تکمیل عایق‌بندی و رنگ آمیزی، میسر شود.

7. PNEUMATIC PRESSURE TESTING

7.1 General

If following conditions apply, pneumatic testing may be substituted for hydrostatic testing with prior approval of Engineer. This substitution should be specified in pressure test flow sheets:

- a) When special supports or other special arrangements would be required on large, low pressure lines.
- b) When hydrostatic tests are uneconomical or impractical.
- c) When the possibility exists that piping, insulation, refractory material, or attached equipment might be damaged by water.
- d) When even a small amount of water left in a system, such as a refrigerant system, could be injurious..

7.1.1 The following lines are usually excluded from hydrostatic testing and are usually tested with compressed air and soap suds:

- a) Instrument air lines (test with dry air if possible).
- b) Air lines to air-operated valves. (Test with dry air only).
- c) Very large (usually over DN 600-NPS 24) gas or steam.
- d) Pressure parts of instruments in gas or vapor service

7.1.2 If investigation determines that testing is required for relief or blow down header systems or individual pipe stacks more than 15.2 m in height which are open to atmosphere, they need only be tested for tightness with soap suds at 0.4 bars (5 psi) air pressure.

7.1.3 Piping with linings subject to damage by water, shall be subject to pneumatic pressure test.

7.1.4 Lines over DN 200 (NPS 8) from tank tops will be air tested in order to minimize excessive loads, and/or the need for special designed supports or foundations. This also includes flare lines if testing is required.

۷- آزمون فشار با هوا

۷-۱ عمومی

با وجود شرایط زیر و تأیید نماینده کارفرما، ممکن است آزمون فشار با هوا جایگزین آزمون ایستایی با آب شود. این جایگزینی باید در برگه‌های جریان آزمون فشار، مشخص شود.

- الف) وقتی که برای لوله‌های با قطر بالا و فشار پایین، نیازمند نگهدارنده مخصوص و یا آرایش جدید آنها باشد.
- ب) وقتی که آزمون ایستایی با آب از نظر اقتصادی، مقرون به صرفه نبوده و یا عملی نباشد.
- ج) موقعی که امکان صدمه دیدن لوله‌ها، عایق بندی، سیمان نسوز و یا تجهیزات متصل به سامانه، توسط آب وجود داشته باشد.
- د) موقعی که حتی باقی ماندن مقدار کمی آب در سامانه مثل سامانه تبرید باعث صدمه زدن شود.

۷-۱-۱ خطوط زیر معمولاً تحت آزمون ایستایی با آب قرار نمی‌گیرند و با هوای فشرده و کف صابون آزمون می‌شوند:

- الف) لوله‌های هوای ادوات ابزار دقیق. (در صورت امکان با هوای خشک آزمون ایستایی می‌شوند).
- ب) لوله‌های ورودی هوا به شیرهایی که با هوا کار می‌کنند. (فقط با هوای خشک آزمون شوند).
- ج) لوله‌های گاز یا بخار با اندازه بزرگ (معمولاً بالای DN 600-NPS 24).
- د) قسمت‌های تحت فشار ابزار دقیق در سرویس گاز یا بخار.

۷-۱-۲ اگر بررسی‌ها نشان دهد که برای لوله اصلی تخلیه به هوا و یا برای لوله‌های دودکش با ارتفاع بیشتر از ۱۵/۲ متر که به اتمسفر باز است، نیاز به آزمون باشد، این آزمون به منظور اطمینان از عدم نشتی درزها با فشار هوا برابر ۰/۴ بار (۵ psi) و کف صابون انجام خواهد پذیرفت.

۷-۱-۳ لوله‌های دارای پوشش داخلی که در تماس با آب صدمه می‌بینند، باید با هوا آزمون فشار شوند.

۷-۱-۴ لوله‌های نصب شده در بالای مخازن با قطری بیشتر از DN 200 (NP S8) برای کاهش بار اضافی و یا نیاز به طراحی نگهدارنده خاص و یا نگهدارنده‌های بتونی، با هوا آزمون خواهند شد. در صورتی که لوله‌های مشعل نیز نیاز به آزمون داشته باشند، این موضوع شامل آنها نیز می‌شود.

7.2 Test Equipment

7.2.1 Instrument

See Clause 6.3.1 of this Standard.

7.2.2 Compressors:

- a) a) The executor shall be responsible for the supply of suitable compressors for the testing.
- b) b) Air compressors with oil lubricated construction shall not be used for purging and testing instrument air lines.

7.3 Test Medium

7.3.1, Pneumatic testing shall be performed with clean dry air. If specified gases such as nitrogen may be used for gas test instead of pneumatic test.

7.3.2 Air for instrument air lines shall be oil-free.

7.3.3 If other gases are used as a test medium, it shall be nonflammable and nontoxic.

7.4 Pneumatic Test Pressure

The pneumatic test pressure of any piping system shall be equal to 110% of the design pressure of the system. If the test pressure exceeds 1034 kPa (150 psig), written approval of the Engineer shall be Obtained

7.5 Precautions to be Taken in Pneumatic Pressure Testing

7.5.1 Due to large energy stored in compressed gas and, hence, the potential hazard of a sudden release of this energy, pneumatic testing shall be carried out in small sections to minimize the risk involved.

7.5.2 Material involved in testing which their resistance to brittle fracture at low temperatures has not been enhanced, test temperatures above 16°C may be considered to reduce the risk of brittle fracture during the test.

7.5.3 Flange joints shall be masked with tape. One small hole shall be punched in the tape to indicate leaks.

۲-۷ دستگاه آزمایش

۱-۲-۷ ابزار دقیق

به بند ۶-۳-۱ این استاندارد مراجعه شود.

۲-۲-۷ کمپرسورها

الف) مجری مسئول تهیه کمپرسورهای مناسب برای آزمون می باشد.

ب) جهت آزمون ایستایی و یا پر نمودن لوله های هوای ابزار دقیق، نباید از کمپرسورهای هوا که با روغن، روانکاری می شوند استفاده نمود.

۳-۷ سیال آزمایش

۱-۳-۷ برای آزمون هوا باید از هوای خشک و تمیز استفاده شود. در صورت مشخص شدن می توان به جای هوا از گازهای دیگر مثل ازت استفاده نمود.

۲-۳-۷ هوای آزمون برای لوله های هوای ابزار دقیق، باید فاقد روغن باشد.

۳-۳-۷ اگر از گاز دیگری به عنوان سیال آزمون استفاده شود، باید غیرقابل اشتعال و غیرسمی باشد.

۴-۷ فشار آزمون با هوا

در هر سامانه لوله کشی فشار آزمون با هوا باید برابر ۱۱۰ درصد فشار طراحی آن سامانه باشد. در صورت تجاوز این فشار از ۱۰۳۴ کیلو پاسکال (150 Psig) قبلاً باید تأییدیه کتبی نماینده کارفرما اخذ شده باشد.

۵-۷- پیش بینی های لازم برای آزمون ایستایی هوا

۱-۵-۷ به علت میزان انرژی بالای ذخیره شده در گازهای تحت فشار و صدمات بالقوه آزاد سازی ناگهانی این انرژی، آزمون با هوا باید در قسمت های کوچکی از سامانه اجرا شود تا مخاطرات آن به حداقل برسد.

۲-۵-۷ در صورتیکه جنس لوله مورد آزمون در مقابل شکست ترد در دماهای پایین مقاوم نشده باشد. جهت کم کردن ریسک شکست ترد در ضمن آزمون فشار، دمای سیال می تواند بیشتر از ۱۶ درجه سانتیگراد در نظر گرفته شود.

۳-۵-۷ اتصالات فلنجی باید با نوارچسب پوشانده شوند. روی نوار، یک سوراخ کوچک باید ایجاد کرد تا نشستی را نشان دهد.

7.5.4 Welds of piping subjected to pneumatic strength test above 1034 kPa (150 psig) shall be 100% radio graphed.

7.5.5 In view of its hazardous nature, pneumatic pressure test shall only be undertaken with the presence of the Engineer and inspector.

7.5.6 All non-essential personnel and members of the public, when necessary, shall be evacuated from the test area.

7.6 Pneumatic Testing Procedure

The following steps shall be taken in performing pneumatic test:

a) Gradually bring piping system pressure up to 100 kPa g , 14.5 psig, maximum and make a preliminary inspection. Carry out a leak test using a sonic detector or soapy water. Hold pressure for at least 10 minutes.

b) The test pressure shall be increased gradually in increments of 100 kPa (14.5 psig) to provide time for stress in the piping to equalize. The gradual increase also provides sufficient time to allow the inspector to check for leaks. All joints, flanges and welds shall be tested by applying the soapy water. Flanged joints and any weld areas which may be difficult to inspect may be tested by wrapping with a suitable adhesive tape and applying the soap solution to a pin-hole in the tape. The tape shall not be pressed down on to the weld

c) When the full test pressure has been reached, the pressure shall be held for a sufficient time to permit inspection of piping welds and connections. The time shall never be less than 1 hour.

d) The pressure shall be gradually reduced to atmospheric at the end of the test. Pressure shall be released by means of a suitable valve. Pressure release shall not be achieved by loosening of flange bolts or plugs or via a line ball valve or gate valve. Care shall be taken to avoid metal temperatures falling below 0°C, particularly near the vent connection during depressurizing.

۷-۵-۴ جوش های سامانه های لوله کشی که جهت سنجش مقاومت بدنه با فشار هوای بالاتر از ۱۰۳۴ کیلو پاسکال (۱۵۰ psig) مورد آزمون قرار میگیرند باید صد در صد رادیوگرافی شوند.

۷-۵-۵ به دلیل ماهیت خطرناک آزمون فشار با هوا، این آزمون باید با حضور نماینده کارفرما و بازرس مربوطه انجام شود.

۷-۵-۶ کلیه پرسنل غیرمرتبط با آزمون و مردم در صورت لزوم باید از منطقه آزمون خارج شوند.

۷-۶ روش اجرایی آزمون هوا

در آزمون فشار با هوا، مراحل زیر باید انجام شوند:

الف) فشار باید به تدریج باید اضافه شود تا به حداکثر ۱۴/۵ پوند بر اینچ گیج، ۱۰۰ کیلو پاسکال گیج برسد و بازرسی اولیه انجام شود. آزمون نشتی با استفاده از صابون و آب صورت پذیرد. این فشار حداقل ده دقیقه نگهداشته شود.

ب) فشار آزمون باید به تدریج و هر بار به مقدار ۱۰۰ کیلو پاسکال (۱۴/۵ psig) افزایش داده شود. تا فرصت برای یکسان شدن تنش در سامانه لوله کشی وجود داشته باشد. افزایش تدریجی فرصت لازم برای بازرس جهت بررسی نشتی ها را فراهم می کند. تمام اتصالات، فلنجه ها و جوش ها باید با استفاده از کف صابون آزمون شوند. در صورتی که بازرسی اتصالات فلنجی و جوش ها مشکل باشد می توان روی آنها را با نوار چسب پهن مناسبی پوشاند و با تعبیه سوراخ سوزنی روی نوار چسب با کف صابون آزمون شوند. نوار چسب نباید روی جوش فشرده نمود.

ج) وقتی فشار به فشار آزمون رسید، باید به اندازه کافی نگه داشته شود تا امکان بازرسی جوش ها و اتصالات فراهم شود. این زمان نباید کمتر از یک ساعت باشد.

د) فشار باید به تدریج کاسته شود تا در پایان آزمایش، به فشار محیط برسد. فشار باید با استفاده از شیر مناسب تقلیل یابد. نباید با شل کردن پیچ و مهره های فلنجه ها و درپوشهای شیرهای تویی و یا دروازه های فشار را آزاد کرد. باید دقت شود که در هنگام کاهش فشار، دمای قطعات فلزی خصوصاً در مجاورت اتصالات تخلیه به هوا به زیر صفر درجه سانتیگراد افت نکند.

8. REPAIRS

Welds or portion of welds that leak during pressure test shall be repaired (after depressurizing) using an approved weld repair procedure and proved acceptable by NDT prior to repeating the pressure test.

Any leaks at flanged joints shall be investigated prior to remedial action. Care shall be taken not to apply excessive torque to bolting to achieve a leak-tight seal.

Following repair of any leaks, the full pressure test procedure shall be followed in repeating the test.

9. MANUFACTURING CERTIFICATE FOR PREFABRICATED PIPING

The Engineer shall make sure that prefabricated piping which are not included in the pressure test are certified by an inspectorate authority.

10. DOCUMENTATION REQUIREMENTS

Test procedures, reports and test results shall be submitted to the Engineer on completion of tests and prior to start up of unit. The documents include followings:

10.1 Diagrams

10.1.1 Pressure test flow diagrams shall be prepared by the Executor.

10.1.2 Pressure test flow diagrams shall show the systems to be tested, the valves to be opened, and the equipment to be blanked with blind flanges.

10.1.3 Pressure test flow diagrams shall provide a record of the systems tested.

10.1.4 A reproducible copy of the piping and instrumentation diagrams (P&ID) may be marked to prepare the required pressure test flow diagrams.

10.2 Recorder Charts (if Required)

10.2.1 Charts are required on all tests performed by executor.

10.2.2 Each chart shall depict only one system test.

۸- تعمیرات

جوشها یا قسمتهایی که از آنها که در آزمون فشار، نشتی دارند (بعد از تقلیل فشار) باید با استفاده از روش اجرایی تعمیر تأیید شده، تعمیر شوند و قبل از تکرار آزمون فشار، منطقه تعمیر شده باید توسط آزمایشهای غیر مخرب تأیید گردد.

در صورت مشاهده نشتی از فلنج ها قبل از رفع نشتی، باید محل مورد بررسی قرار گیرد. دقت کافی باید به عمل آید که در موقع سفت کردن پیچ و مهره فلنج ها برای توقف نشتی، گشتاور اضافی به جوش وارد نشود.

بعد از تعمیر هر نوع نشتی، تکرار آزمون فشار باید مطابق با روش اجرایی کامل آزمون فشار انجام پذیرد.

۹- گواهینامه ساخت برای سامانه‌های لوله‌کشی پیش ساخته شده

نماینده کارفرما باید مطمئن شود کلیه سامانه‌های لوله‌کشی پیش ساخته شده که مورد آزمون فشار قرار نمی‌گیرند، توسط بازرسان تأیید صلاحیت شده تأیید شده باشند.

۱۰- مدارک مورد نیاز

روش اجرایی های آزمایش، گزارشات و نتایج آزمایش، باید بعد از تکمیل آزمون ها و قبل از راه اندازی واحد، تسلیم نماینده کارفرما شود. این مدارک عبارتند از:

۱-۱۰ نمودارها

۱-۱-۱۰ نمودارهای روند آزمون فشار بایستی توسط مجری تهیه شوند.

۱-۱-۲ نمودار روند آزمون ایستایی باید نشان دهنده سامانه‌ای که آزمون می شود، شیرهایی که باید باز شوند و دستگاههایی که باید با صفحات مسدودکننده بسته شوند، باشد.

۱-۱-۳ نمودار روند آزمون ایستایی باید شامل یک گزارش از سامانه مورد آزمون باشد.

۱-۱-۴ جهت تهیه نمودارهای روند آزمون ایستایی مورد نیاز، میتوان روی یک نسخه از نمودارهای لوله‌کشی ابزار دقیق (P&ID) علامتگذاری کرد.

۱-۲-۱۰ چارت های ثابت (در صورت نیاز)

۱-۲-۱۰ کلیه آزمایش‌های انجام شده توسط مجری نیازمند تهیه چارت می باشند.

۱-۲-۲ هر چارت فقط باید برای یک سامانه آزمون فشار باشد.

10.2.3 Charts shall be signed by the executor and the Engineer on completion of the test to certify that the test was performed.

10.3 Test Record

Actual line and equipment test pressures shall be accurately recorded by the executor. These records shall be made of each piping installation during the testing and shall include the following information:

- a) Date of test.
- b) Identification of piping or equipment tested (equipment included in the test of piping system).
- c) Design pressure and temperature.
- d) Test pressure.
- e) Test medium used (if not water).
- f) Water temperature and chloride content (if applicable).
- g) Test duration.
- h) Applicable remarks concerning defects.
- i) Inspector's approval signature. The approval signature certifies that the piping system has been tested as required.

10.3.1 The executor shall collect, check, and furnish all information required to enable the Engineer to maintain a complete test record.

۱۰-۲-۳ پس از تکمیل آزمایش، چارت ها باید توسط مجری و نماینده کارفرما امضاء شوند تا تأییدی بر انجام آزمون باشد.

۱۰-۳ گزارش آزمایش

فشار آزمون حقیقی لوله ها و دستگاه ها باید توسط مجری، دقیقاً گزارش شود. این گزارشات در ضمن آزمون هر سامانه لوله کشی باید تکمیل و شامل اطلاعات زیر باشند:

- الف) تاریخ آزمایش.
- ب) مشخصات سامانه لوله کشی یا دستگاه تحت آزمایش. (تجهیزی که در آزمون فشار سامانه لوله کشی مورد آزمون قرار گرفته است).
- ج) فشار و دمای طراحی.
- د) فشار آزمایش.
- ه) سیال استفاده شده برای آزمون (غیر از آب).
- و) دما آب و مقدار کلر موجود در آن (در صورت نیاز).
- ز) مدت زمان آزمایش.
- ح) یادداشت های کاربردی در باره ایرادات
- ط) امضاء بازرس به عنوان تأیید. این امضا مؤید این است که سامانه لوله کشی طبق الزامات، مورد آزمون قرار گرفته است.

۱۰-۳-۱ مجری باید نسبت به جمع آوری، بررسی و ارائه کلیه اطلاعات مورد نیاز اقدام نماید تا نماینده کارفرما بتواند یک گزارش کامل آزمون در اختیار داشته باشد.