



IRANIAN PETROLEUM STANDARDS

استانداردهای نفت ایران

**IPS**

**IPS-C-TP-701 (1)**

CONSTRUCTION STANDARD  
FOR  
APPLICATION OF THERMAL INSULATIONS

FIRST REVISION

APRIL 2010

استاندارد اجرا  
برای  
اعمال عایق های حرارتی

ویرایش اول

فروردین ۱۳۸۹

## 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، بر اساس استانداردهای قابل قبول بین‌المللی تهیه شده و شامل گزیده‌هایی از استانداردهای مرجع می‌باشد. همچنین بر اساس 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، به شکلی 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 ۱۹

اداره تحقیقات و استانداردها

کدپستی: ۱۵۸۵۸۸۶۸۵۱

تلفن: ۶۰ - ۸۸۸۱۰۴۵۹ و ۶۶۱۵۳۰۵۵ - ۰۲۱

دورنگار: ۸۸۸۱۰۴۶۲

[Standards@nioc.org](mailto:Standards@nioc.org)

پست الکترونیک:

## 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 and Research department  
No.19, Street14, North kheradmand

Karimkhan Avenue, Tehran, Iran .

Postal Code- 1585886851

Tel: 021-88810459-60 & 66153055

Fax: 021-88810462

Email: [Standards@nioc.org](mailto:Standards@nioc.org)

## تعاریف عمومی :

### General Definitions:

Throughout this Standard the following definitions shall apply.

در این استاندارد تعاریف زیر به کار می رود.

### Company :

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

### شرکت :

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

### Purchaser :

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

### خریدار:

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 .

### Vendor And Supplier:

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

### فروشنده و تامین کننده:

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

### Contractor:

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

### پیمانکار:

به شخص ، موسسه ویا شرکتی گفته میشود که توصیه برای مناقصه ویا مزایده پذیرفته شده است.

### Executor :

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

### مجری :

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

### 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

### بازرس:

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

### Shall:

Is used where a provision is mandatory.

### باید:

برای کاری که انجام آن اجباری است استفاده میشود.

### Should

Is used where a provision is advisory only.

### توصیه:

برای کاری که ضرورت انجام آن توصیه میشود.

### Will:

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

### ترجیح:

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

### May:

Is used where a provision is completely discretionary.

### ممکن است :

برای کاری که انجام آن اختیاری میباشد .

**CONSTRUCTION STANDARD**  
**FOR**  
**APPLICATION OF THERMAL INSULATIONS**

**FIRST REVISION**

**APRIL 2010**

**استاندارد اجرا**

**برای**

**اعمال عایق‌های حرارتی**

**ویرایش اول**

**فروردین ۱۳۸۹**

CONTENTS:	Page No	فهرست مطالب:
1. SCOPE.....	3	۱- دامنه کاربرد ..... ۳
2. REFERENCES .....	3	۲- مراجع ..... ۳
3. DEFINITIONS AND TERMINOLOGY.....	5	۳- تعاریف و واژگان ..... ۵
4. UNITS.....	8	۴- واحدها ..... ۸
5. GENERAL CONSIDERATIONS IN INSTALLATION .....	8	۵- ملاحظات عمومی در نصب ..... ۸
5.1 Installation Requirements.....	8	۵-۱ الزامات نصب ..... ۸
5.2 Installation System Details.....	18	۵-۲ جزئیات سامانه نصب ..... ۱۸
5.3 Application Procedure .....	28	۵-۳ دستورالعمل کاربرد ..... ۲۸
6. EXTENT OF INSULATION.....	38	۶- وسعت عایق ..... ۳۸
6.1 General .....	38	۶-۱ عمومی ..... ۳۸
6.2 Hot Insulation .....	39	۶-۲ عایق داغ ..... ۳۹
6.3 Cold Insulation.....	40	۶-۳ عایق سرد ..... ۴۰
6.4 Finishes .....	41	۶-۴ تکمیل کننده ها ..... ۴۱
7. METHODS OF INSULATION APPLICATION .....	42	۷- روشهای اعمال عایق ..... ۴۲
7.1 General .....	42	۷-۱ عمومی ..... ۴۲
7.2 Surface Preparation .....	45	۷-۲ آماده سازی سطح ..... ۴۵
7.3 Accessories.....	47	۷-۳ لوازم جانبی ..... ۴۷
7.4 Hot Insulation Application .....	59	۷-۴ کاربری عایق در شرایط گرم ..... ۵۹
7.5 Cold Insulation Application.....	109	۷-۵ اجرای عایق سرد ..... ۱۰۹
8. PREFABRICATED UNDERGROUND PIPE SYSTEMS .....	127	۸- سامانه های لوله مدفون پیش ساخته ..... ۱۲۷

**9. INSPECTION AND MAINTENANCE OF  
EXISTING INSULATION SYSTEMS..... 132**

۹- بازرسی، تعمیر و نگهداری سامانه‌های عایق موجود .. ۱۳۲

**9.1 Inspection ..... 132**

۹-۱ بازرسی ..... ۱۳۲

**9.2 Maintenance ..... 133**

۹-۲ تعمیر و نگهداری ..... ۱۳۳

## 1. SCOPE

This Construction Standard covers the minimum requirements for application of thermal insulation on pipeworks, vessels, tanks and equipment in the temperature range of  $-100^{\circ}\text{C}$  to  $+870^{\circ}\text{C}$  which categorize temperature range of  $-100^{\circ}\text{C}$  to  $+5^{\circ}\text{C}$  as the cold system and  $+5^{\circ}\text{C}$  to  $+870^{\circ}\text{C}$  as hot system. The standard excludes structural insulation of buildings, fire proofing, and refractory lining of plants.

### Note 1:

This standard specification is reviewed and updated by the relevant technical committee on Feb .2003, as amendment No. 1 by circular No.205.

### Note 2:

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

### Note 3:

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

## 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.

### BSI(BRITISH STANDARDS INSTITUTION)

[BS EN 253](#) "District Heating Pipes-Preinsulated Bonded Pipe Systems for Directly Buried Hot Water Network – Pipe Assembly of Steel Service Pipe, Polyurethane Thermal Insulation and Outer Casing of Polyethylene"

## ۱- دامنه کاربرد

این استاندارد ساخت حداقل الزامات را در اجرای عایق حرارتی برای لوله‌کشی، مخازن، ظروف و تجهیزات در محدوده دمای بین  $-100$  تا  $+870$  درجه سانتیگراد می‌باشد که دامنه دمای بین  $-100$  تا  $+5$  درجه سانتیگراد به عنوان سامانه سرد و  $+5$  تا  $+870$  درجه سانتیگراد را به عنوان سامانه گرم، دسته‌بندی می‌کند شامل میشود این استاندارد عایق سازه‌های ساختمانی، مقاوم در برابر آتش، پوشش‌های داخلی نسوز کارخانجات را شامل نمی‌شود.

### یادآوری ۱:

این استاندارد در بهمن ماه سال ۱۳۸۱ توسط کمیته فنی مربوطه بررسی و موارد تأیید شده به عنوان اصلاحیه شماره ۱ طی بخشنامه شماره ۲۰۵ ابلاغ گردید.

### یادآوری ۲:

این استاندارد دو زبانه نسخه بازنگری شده استاندارد می‌باشد که در فروردین ماه سال ۱۳۸۹ توسط کمیته فنی مربوطه انجام و به عنوان ویرایش (۱) ارائه می‌گردد. از این پس ویرایش (۰) این استاندارد منسوخ می‌باشد.

### یادآوری ۳:

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

## ۲- مراجع

این استاندارد به آیین نامه و استانداردهای تاریخ دار و بدون تاریخ زیر اشاره شده است. این مراجع تا حدی که در این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته‌اند، بخشی از این استاندارد محسوب میشوند. 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 میباشد. در مراجع بدون تاریخ، آخرین ویرایش آنها به انضمام کلیه اصلاحات و پیوستهای آن ملاک عمل میباشند.

### BSI (موسسه استانداردهای بریتانیا)

BS EN 253 "سامانه‌های لوله‌های گرمایشی ناحیه. لوله‌های متصل بهم پیش عایق شده برای شبکه‌های آب گرم که مستقیماً زیر خاک قرار دارند. مجموعه‌ای از لوله‌های فولادی، عایق حرارتی، پلی اورتان و جداره خارجی پلی اتیلن"

<a href="#">BS 2972</a>	"Methods of Test for Inorganic Thermal Insulating Materials"	"روشهای آزمون مواد عایق حرارتی معدنی"	BS 2972
<a href="#">BS 3974 (1986)</a>	"Specification for Pipe Support"	"مشخصات برای نگهدارنده لوله"	BS 3974 (1986)
<a href="#">BS 4508</a>	"Thermally Insulated Underground Piping Systems"	"سامانه‌های لوله‌کشی زیرزمینی عایق حرارتی شده."	BS 4508
<a href="#">BS 5970</a>	"Thermal Insulation of Pipework and Equipment in the Temperature Range of -100°C to +870°C"	"عایق حرارتی لوله‌ها و تجهیزات در محدوده دمای ۱۰۰- تا ۸۷۰+ درجه سانتیگراد"	BS 5970
<a href="#">BS 7572</a>	"Code of Practice for Thermally Insulated Underground Piping Systems"	"آیین‌نامه کاربردی برای سامانه‌های لوله‌کشی زیرزمینی عایق حرارتی شده"	BS 7572

**ASTM (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS)**

**ASTM (انجمن آزمون و مواد آمریکا)**

<a href="#">C-168</a>	"Standards Terminology Relating to Thermal Insulation"	"واژگان استانداردهای مربوط به عایق حرارتی"	C-168
<a href="#">C-450</a>	"Standard Practice for Fabrication of Thermal Insulating Fitting Covers for NPS Piping, Vessel Lagging, and Dished Head Segments"	"استاندارد کاربردی برای ساخت عایق حرارتی پوشش‌های اتصالات برای لوله‌کشی NPS، پوشش محفظه‌ها و سرپوش‌های بشقابی شکل"	C-450

**IPS (IRANIAN PETROLEUM STANDARDS)**

**IPS (استانداردهای نفت ایران)**

<a href="#">IPS-E-TP-100</a>	"Engineering Standard for Paints"	"استاندارد مهندسی برای رنگها"	<a href="#">IPS-E-TP-100</a>
<a href="#">IPS-C-TP-101</a>	"Construction Standard for Surface Preparation"	"استاندارد ساخت برای آماده‌سازی سطح"	<a href="#">IPS-C-TP-101</a>
<a href="#">IPS-C-TP-102</a>	"Construction Standard for Painting"	"استاندارد ساخت برای رنگ-آمیزی"	<a href="#">IPS-C-TP-102</a>
<a href="#">IPS-E-TP-700</a>	"Engineering Standard for Thermal Insulations"	"استاندارد مهندسی برای عایق‌های حرارتی"	<a href="#">IPS-E-TP-700</a>
<a href="#">IPS-M-TP-710</a>	"Material and Equipment Standard for Thermal Insulation"	"استاندارد مواد و تجهیزات برای عایق حرارتی"	<a href="#">IPS-M-TP-710</a>



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

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

### 3. DEFINITIONS AND TERMINOLOGY (See also ASTM C 168)

#### Asbestos

The generic name for those silicate minerals that cleave naturally into fibers, the three important forms being chrysotile (white asbestos), crocidolite (blue asbestos), and amosite.

#### Blanket insulation

Insulation of flexible type, formed into sheets or rolls, usually with a vapor barrier on side and with or without a container sheet on the other side.

#### Block insulation (Slab)

Semi rigid insulation formed into sections rectangular both in plan and cross section, usually 90-120 cm long, 15-60 cm wide and 2.5-15 cm thick.

#### Board insulation

Semi-rigid isolation formed into section, rectangular both in plan and cross section, usually more than 120 cm long, 60-75 cm wide and up to 10 cm thick.

#### Calcium silicate insulation

Hydrated calcium silicate with added reinforcing fibers.

#### Cellular glass (foam glass)

A lightweight expanded glass with small cells, preferably non-intercommunicating, produced by a foaming process.

#### Ceramic fiber

Fibrous materials, loose or fabricated into convenient forms, mainly intended for use at appropriate metal silicate, e.g., aluminosilicate. Alternatively, they may be formed synthetically from appropriate refractory metal oxides, e.g. alumina, zirconia.

#### Cork board

Preformed material composed of granulated cork bonded by heating under pressure, with or

### ۳- تعاریف و واژگان

(همچنین به ASTM C 168 مراجعه شود)

#### پنبه کوهی (آزبست)

نام کلی برای آن دسته از سیلیکاتهای معدنی که بطور طبیعی به الیاف می‌چسبند و سه نمونه مهم شامل کریزوتیل (پنبه نسوز سفید) کروسیدولیت (پنبه نسوز آبی) و آموزیت هستند.

#### عایق پتویی

عایق نوع قابل انعطاف، به شکل ورق یا طاقه که معمولاً همراه با مانع بخار در یک طرف و همراه با یا بدون ورق لفاف در طرف دیگر.

#### قطعات عایق (مستطیلی)

عایق نیمه سخت به شکل قطعات مستطیلی هم در سطح و هم در مقطع عرضی معمولاً به طول ۹۰-۱۲۰ و عرض ۱۵-۶۰ و ضخامت ۲/۵-۱۵ سانتیمتر میباشد.

#### عایق‌های تخته‌ای

عایق نیمه سخت به شکل قطعات مستطیلی هم در سطح و هم در مقطع عرضی، معمولاً به طول بیش از ۱۲۰ و عرض ۷۵-۶۰ و تا ضخامت ۱۰ سانتیمتر است.

#### عایق سیلیکات کلسیم

سیلیکات کلسیم آبدیده، تقویت شده با الیاف.

#### شیشه مشبک (شیشه فومی)

یک شیشه سبک وزن منبسط شده حاوی حفره‌های ریزی که ترجیحاً با یکدیگر در ارتباط داخلی نیستند و توسط فرآیند فوم سازی تولید می‌شود.

#### الیاف سرامیکی

مواد الیافی به صورت آزاد یا ساخته شده، به اشکال مناسب، بیشتر برای استفاده در سیلیکات فلزی، برای مثال سیلیکات آلومینوم. همچنین ممکن است به صورت مصنوعی از اکسیدهای فلزی دیرگداز مناسب مانند آلومینا، زیرکونیا تشکیل شود.

#### چوب پنبه

مواد از پیش شکل داده شده مرکب از خرده های چوب پنبه که با گرمایش تحت فشار، با یا بدون افزودن چسب

without added adhesive.

پیوند شده‌اند.

### Expanded metal

Metal network made by suitably stamping or cutting sheet metal and stretching it to form open diamond-shaped meshes.

### فلز مشبک شده

شبکه فلزی که با قالب‌گیری مناسب یا با برش ورق فلزی و یا به شکل لوزی ساخته می‌شود.

### Expansion joint

An arrangement in an insulation system to minimize the risk of cracking due to thermal movement.

### اتصال انبساطی

ترتیبی در سامانه عایق برای به حداقل رساندن خطر ترک خوردگی در اثر جابجایی حرارتی.

### Fibrous insulations

Insulation constructed from fiber, naturally occurring or manufactured that incorporate single or composite filaments generally circular in cross section and length considerably greater than the diameter.

### عایق‌های الیافی

عایق معمولاً از الیاف طبیعی یا مصنوعی، یا از فیلامان-های ترکیبی و یا تک رشته‌ای ساخته می‌شود و عموماً سطح مقطع دایره‌ای داشته و طولش بطور قابل توجهی از قطرش بزرگتر است.

### Flexible insulations

A material that tends to conform to the shape of the surface against which it is laid, or is so designed as to alter its manufactured shape to accommodate bands and angles.

### عایق‌های قابل انعطاف

ماده‌ای که تمایل دارد مطابق با سطحی که روی آن قرار می‌گیرد، درآید، یا به گونه‌ای طراحی شده که شکل ساخته شده آن جهت تطبیق دادن با نوارها و زوایا تغییر نماید.

### Foamed-in-situ plastics

Cellular plastics produced in situ and foamed by physical or chemical means.

### پلاستیک‌هایی که در محل به شکل فوم در می‌آیند

پلاستیک‌های مشبک تولید در محل و با روش فیزیکی یا شیمیایی به صورت فوم تولید می‌شوند.

### Glass-cloth

Fabric woven from continuous filament or staple glass fiber.

### پارچه شیشه‌ای (پشم شیشه)

الیاف بافته شده از تارهای پیوست یا الیاف شیشه‌ای افشان.

### Glass fiber (glass wool)

Mineral fiber produced from molten glass.

### الیاف شیشه‌ای (پشم شیشه)

الیاف معدنی تولید شده از شیشه مذاب.

### Loose-fill insulation

Material in the form of powder, granules, foamed expanded or exfoliated aggregate or loose or pelleted fibers, used in the dry state as a filling for cavities, casings or jackets.

### عایق آزاد

ماده‌ای که به شکل پودر، دانه، فوم منبسط شده یا ورقه ورقه شده متراکم یا آزاد و یا الیاف گلوله‌ای و به صورت خشک به عنوان پرکننده حفره‌ها، جداره‌ها یا پوشش‌های بیرونی بکار میرود.

### Mastic

A material of relative viscous consistency that dries or cures to form a protective finish, suitable for application to thermal insulation in thickness greater than 0.76 mm per coat.

### ملات قیری

ماده‌ای با گرانروی نسبتاً پایدار که جهت تشکیل محافظ نهایی خشک و سخت می‌شود، برای اعمال روی عایق حرارتی با ضخامت بیش از ۰/۷۶ میلی متر در هر لایه مناسب می‌باشد.

**Metal clearing/jacketing**

Sheet metal fitted as a protective finish over insulation.

**Mineral fiber**

Insulation composed principally of fibers manufactured from rock, slag or glass with or without binders.

**Mineral wool**

A generic term for mineral fibers of a woolly consistent e.g. normally made from molten glass, rock or slag.

**Pipe section**

Sections of insulating material in cylindrical form suitable for applications to pipes.

**Plastic composition**

Insulating material in loose, dry form, prepared for application as a paste or dough by mixing with water, usually on site, and normally setting under the influence of heat applied to the internal surface.

**Rock wool**

Mineral wool produced from naturally occurring igneous rock.

**Self setting cement**

Finishing material, based on Portland cement, that is supplied as a dry powder and, when mixed with water in suitable proportion, will set without the application of heat.

**Sprayed insulation**

An adherent coating of insulating material.

**Vapor barrier**

A vapor check with water vapour permeance not exceeding 0.067 g/(S.MN), when tested in accordance with BS 2972.

**Weather barrier (weather coat)**

A material or materials which when installed on the outer surface of thermal insulation, protects the insulation from the ravages of weather, such as rain, snow, sleet, wind, solar radiation, atmospheric contamination and mechanical damage.

**روکش فلزی/پوشش بیرونی**

ورق فلزی بکار رفته به عنوان محافظ نهایی روی عایق.

**الیاف معدنی**

عایقی که اساساً ترکیبی از الیاف تولید شده از سنگ، سرباره یا شیشه با یا بدون افزودن چسب است.

**پشم شیشه**

واژه متداول برای الیاف معدنی پایدار پشمی. برای مثال معمولاً از شیشه، سنگ، یا سرباره مذاب ساخته می‌شود.

**قطعات لوله ای**

قطعاتی از ماده عایق به شکل استوانه که برای کاربرد در لوله‌ها مناسب است.

**ترکیبات پلاستیک**

ماده عایقی آزاد، به شکل خشک آماده برای کاربرد، که به صورت سریش یا خمیر مخلوط با آب تهیه می‌شود و معمولاً در محل تحت تأثیر حرارت به سطح داخلی نصب می‌گردد.

**پشم سنگ**

پشم سنگ از سنگهای آذرین طبیعی تولید می‌شود.

**سیمان خودگیر**

مواد نهایی بر پایه سیمان پرتلند که به شکل پودر خشک تهیه می‌شود و به مجرد این که به نسبت مناسب با آب مخلوط شود بدون استفاده از حرارت سخت می‌شود.

**عایق پاششی**

یک پوشش بهم چسبیده مواد عایقی.

**مانع نفوذ بخار**

کنترل بخار با نفوذپذیری بخار آب که بیشتر از 0.067g/(S.MN) در شرایط آزمون، مطابق با استاندارد BS 2972 تجاوز نکند.

**مانع عوامل جوی (پوشش جوی)**

ماده یا موادی که روی سطوح خارجی عایق حرارتی نصب میشوند تا عایق را از صدمات جوی مانند باران، برف، بوران، باد، تشعشعات خورشیدی، آلودگی‌های جوی و خسارات مکانیکی محافظت کنند.

#### 4. UNITS

This standard is based an international system of units (SI) as per IPS-E-GN-100 except where otherwise specified.

#### 5. GENERAL CONSIDERATIONS IN INSTALLATION

##### 5.1 Installation Requirements

##### 5.1.1 General

**5.1.1.1** The installation requirements are those requirements that an insulation shall fulfill from the time it is manufactured until it is in service. After insulation is produced, it passes through several phases; i.e., it is shipped, stored, possibly fabricated, reshipped to the job, installed, and finally used in the service for which it was originally specified.

**5.1.1.2** These phases that an insulation shall pass through may differ depending upon the method of manufacture, type of material, and use, but in general they may be listed as follows:

- a) Shipping
- b) Storage
- c) Fabrication
- d) Application
- e) Service

**5.1.1.3** Each of these phases imposes a set of requirements upon the insulating material. It must meet these requirements in order to fulfill successfully its economic function. Because of large number of requirements and also lack of reliable data on the requirements themselves, it is impossible to provide both an exact list of the requirements and of the properties whereby a precise selection of material can be determined. Therefore, this discussion must be kept general, for the final selection will be determined by engineering judgment.

**5.1.1.4** Each "phase" include one or more of the following:

Mechanical requirements

#### ۴- واحدها

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

#### ۵- ملاحظات عمومی در نصب

##### ۱-۵ الزامات نصب

##### ۱-۱-۵ عمومی

**۱-۱-۵-۱** الزامات نصب، آن دسته نیازهایی هستند که از زمان تولید عایق تا بکار بردن آن در عمل، باید بطور کامل برآورده شوند. بعد از اینکه عایق تولید میشود، مراحل متعددی مانند حمل و نقل، انبار شدن، امکان سرهم کردن را طی میکند تا به مکانهای کاری ارسال گردد و در شرایطی که در اصل برای آن تعیین شده است بکاررود.

**۱-۱-۵-۲** این مراحل که عایق باید طی نماید ممکن است بستگی به روش تولید، نوع مواد و استفاده، متفاوت باشد، اما بطور کلی آنها را می‌توان مطابق زیر فهرست نمود:

الف) حمل و نقل

ب) انباشت

ج) ساخت

د) کاربرد

ه) کاربری

**۱-۱-۵-۳** هر یک از این مراحل یک سری از الزامات را بر ماده عایق کننده تحمیل میکند که باید این الزامات را برآورده نماید به طوریکه از نظر عملکرد اقتصادی به طور موفقیت آمیزی به اجرا درآیند. به دلیل وجود الزامات زیاد و همچنین فقدان داده‌های قابل اطمینان درباره خود الزامات، تهیه صورتی دقیق از آنها و مشخصاتشان که به وسیله آنها بتوان انتخاب مواد را بطور دقیق انجام داد غیرممکن است. بنابراین باید به بحث گذاشته شوند تا برای انتخاب نهایی با قضاوت مهندسی تعیین گردند:

**۱-۱-۵-۴** هر "فاز" شامل یک یا بیشتر موارد زیر است:

الزامات مکانیکی

Chemical requirements

الزامات شیمیایی

Thermal requirements

الزامات حرارتی

Moisture requirements

الزامات رطوبت

Safety requirements

الزامات ایمنی

Economic requirements

الزامات اقتصادی

**5.1.1.5** All requirements specified in [IPS-E-TP-700](#) and [IPS-M-TP-710](#) shall also be considered when considering installation requirements.

۵-۱-۱-۵ تمام الزامات مشخص شده در استانداردهای [IPS-E-TP-700](#) و [IPS-M-TP-710](#) باید هنگام لحاظ کردن الزامات نصب، مراعات گردند.

## 5.1.2 Phases

۵-۱-۲ فازها

### 5.1.2.1 Shipping

۵-۱-۲-۱ حمل و نقل کالا

To be usable, an insulation produced in one location and used in another must be capable of being transported.

برای قابل استفاده بودن یک عایق تولید شده در یک مکان و استفاده آن در جایی دیگر باید قابل حمل و نقل باشد.

Rigid insulation must have a combination of compressive, tensile, and shear strengths to permit shipment without excessive breakage or excessively costly protective packaging.

عایق سخت، باید در برابر فشار، کشش و برش دارای استحکام باشد تا بدون شکستگی بیش از حد یا بسته‌بندی محافظ پرهزینه، برای حمل و نقل آمادگی داشته باشد.

Non-rigid materials, such as blankets, shall have sufficient strength in length, width, and depth to resist delamination. Their binders shall withstand vibration without dusting or excessive fiber release. Fibrous materials must resist permanent compaction caused by either compressive forces or vibration.

مواد غیرسخت، مانند پتویی، از نظر طول، عرض و عمق باید به اندازه کافی دارای استحکام بوده تا در برابر لایه لایه شدن مقاومت نمایند. چسب‌های آنها باید در برابر ارتعاشات استقامت کرده بدون اینکه گرد و غبار یا الیاف زیادی از خود آزاد نمایند. مواد الیافی باید در برابر نیروهای فشار یا ارتعاشات دایم استقامت نمایند.

Fill materials must also withstand excessive compression or compaction, even though packaged in bags.

همچنین مواد پرکننده در برابر فشار زیاد یا بهم فشردگی بیش از حد، حتی با وجود بسته‌بندی شدن در کیسه، باید مقاوم باشند.

Practically all insulating materials must be packaged in cartons, bags, rolls, or some other type of acceptable shipping container. Proper selection of container and packaging influences the cost of handling and space requirements.

مواد عایق کننده باید در کارتن یا کیسه و یا بصورت لوله و یا در بعضی انواع دیگر جعبه های قابل قبول برای حمل و نقل، بسته‌بندی شوند. انتخاب صحیح جعبه و بسته‌بندی، در هزینه جابجایی و فضای مورد نیاز موثر است.

During loading, shipping, and unloading, materials may encounter water damage caused by rain or water vapor due to high humidity. The more highly absorbent or adsorbent the insulation is, the greater the hazard of excessive moisture pick-up. Thus, the greater the absorbency and adsorbency, the greater the need for care in handling and weather-tight packaging.

مواد عایقکاری در حین بارگیری، حمل و نقل، و تخلیه ممکن است توسط باران یا بخار آب ناشی از رطوبت زیاد دچار خسارت گردند. اگر این مواد رطوبت بیشتری جذب نمایند، آسیب بیشتری متوجه آنها خواهد بود. بنابراین برای جابجایی و بسته‌بندی محکم آنها در برابر آب و هوا باید دقت بیشتری بعمل آید.

### 5.1.2.2 Storage

Insulation is seldom used immediately upon receipt from the Manufacturer. In most instances it is stored first by a distributor and later on the job. During these periods of storage it often receives more physical abuse than it will receive in service. Thus rigid materials must have sufficient strength to withstand such handling. Flexible materials must withstand the same type of handling without compaction, or pulling apart. Of course, all insulations should be dimensionally stable and not warp or shrink from moisture or age.

Few inorganic insulating materials are subject to chemical change during storage. However, some of the organic foam spray chemicals may be affected by shelf life or temperature. These must be stored and used within their limits, or they may become unusable. The same applies to some accessory materials such as adhesives, sealers and weather barriers.

The problem of keeping absorbent insulations dry during this storage period is most important. An insulation which contains a large percentage of water may lose its strength, or chemically deteriorate, and will always lose its thermal efficiency. Improper warehousing and handling of absorbent insulation can be costly not only the insulation itself, but its packaging may be adversely affected by water. Water damage to cartons, with resultant loss of identification and damage to the contents, may be very expensive, needless to say, the more absorbent an insulation is, the greater the need for its protection from water in any form.

During storage, safety to property and personnel must be considered. Any combustible insulation shall be stored with care. Fire will spread rapidly in such light density material. Sealers weather-vapor-barriers, or other liquid combustibles, are always a potential fire hazard. Many insulations which do not support combustion by themselves will burn in the presence of flame. Any jacketing will produce toxic fumes when burning. Safe storage is therefore,

### ۵-۱-۲-۲-۲ انباشت

عایق بعد از تحویل توسط سازنده، به ندرت بلافاصله مصرف می‌شود. در بیشتر موارد اول توسط توزیع‌کننده انبار میشود و سپس در محل بکار می‌رود و در انبار غالب اوقات آسیب فیزیکی زیادی خواهد دید تا در محلی که مورد استفاده قرار می‌گیرد. بنابراین، مواد سخت باید استحکام کافی در برابر چنین جابجایی را داشته باشند. مواد قابل انعطاف برای جابجایی مشابه باید بدون بهم فشردگی یا جداسدگی از یکدیگر مقاوم باشند. البته تمام عایق‌ها باید دارای ابعادی ثابت و بدون تاب و یا چروک ناشی از رطوبت یا گذشت زمان باشند.

تعدادی از مواد عایق معدنی هستند که در حین انباشت در معرض تغییر شیمیایی قرار می‌گیرند. در هر حال، بعضی از مواد شیمیایی کف ساز آلی ممکن است تحت تأثیر دما یا زمان تولید قرار گیرند. این مواد بایستی در مدت تعیین شده انبار و استفاده گردند، در غیر این صورت غیر قابل استفاده خواهند شد. مشابه همین شرایط برای بعضی از مواد جانبی مانند چسبها، آب بندها و موانع جوی صدق میکند.

مشکل نگهداری عایقهای جاذب بصورت خشک در طول انبارداری بسیار مهم است. عایقی که دارای درصد زیادی آب است ممکن است استحکام خود را از دست بدهد، یا تخریب شیمیایی شود، لذا کارآیی حرارتی خود را برای همیشه از دست خواهد داد. انبارداری و جابجایی غیر اصولی عایق جاذب نه تنها می‌تواند برای خود عایق پرهزینه باشد، بلکه بسته‌بندی آن هم ممکن است بطور معکوس تحت تأثیر آب قرار گیرد. خسارت آب به بسته بندی‌ها، منتج به هدر رفتن تشخیص هویت و خسارت به محتویات میشود، که ممکن است خیلی گران باشد، نیاز به گفتن نیست، هر قدر عایق جاذب‌تر باشد نیاز بیشتری به حفاظت در برابر آب خواهد داشت.

در طول انباشت، ایمنی برای اجناس و کارکنان باید مورد توجه قرارگیرد. هر عایق قابل احتراق باید با دقت انبار شود. در چنین موادی با چگالی کم، آتش به سرعت پخش خواهد شد. آب بندها، موانع بخار و هوا یا مایعات قابل احتراق بالقوه دارای خطر آتش‌سوزی هستند. بیشتر مواد عایق هنگام سوختن نمی‌توانند از خود محافظت کنند، لذا در شعله‌ها خواهند سوخت. هر روکشی در موقع سوختن باعث تولید دودهای سمی خواهد نمود. از اینرو،

essential for these materials.

### 5.1.2.3 Fabrication

Advanced techniques have made it practical and economical to prefabricate, preform, or premold insulation shapes prior to their installation in the field.

A rigid material requires sufficient mechanical strength to permit handling without breakage. It should have good cutting characteristics. Its cut surfaces shall be sufficiently smooth and free of dust in order than pieces can be cemented together into strong, integral finished shapes.

For ease of fabrication, the original blocks of insulation should be dimensionally true within acceptable tolerances. Out of square, non-parallel, and untrue planes in the original blocks will cause excessive waste of both material and labor. Materials which delaminate when cut also cause excessive labor and waste. In most instances, materials that have good tensile strength in all directions are more suitable for cutting into compatible parts, and can then be bonded together into the finished shape.

Light density, fibrous materials generally do not lend themselves to this cutting and cementing type of fabrication. Fittings composed of these materials are formed most frequently by molding and heat-curing uncured batts or blankets into the desired shapes. Inorganic insulations are treated in a similar manner. Organic insulations may be molded into desired shapes. During fabrication, or molding, safety is an important consideration.

### 5.1.2.4 Application

Industrial applications impose additional requirements on the insulation materials which are important to a successful installation. The materials must have the necessary strength to resist an excessive amount of handling. Storage space at most of these installations is limited, and the materials may be moved many times before they are finally installed.

When secured by wires materials must resist the tendency to crack into pieces due to cleavage along the wire, yet be of such texture that twisted wire ends can be embedded into

ایمنی در نگهداری برای این مواد ضروری است .

### ۵-۱-۲-۳ ساخت

روشهای پیشرفته از لحاظ فنی و اقتصادی امکاناتی را فرا هم آورده اند تا مواد عایق پیش از اینکه در محل مورد نظر بکار روند، قالب و شکل گیری وساخته شوند.

جابجایی یک ماده محکم بدون شکستن نیاز به استحکام مکانیکی کافی دارد. برای برش باید دارای ویژگیهای خوب باشد. سطوح برش شده باید به اندازه کافی صاف و عاری از گردوغبار بوده تا اینکه قطعات به شکلهای تکمیلی یکپارچه بتوانند محکم، به یکدیگر بچسبند.

برای سهولت در ساخت، قطعات اصلی عایق از نظر ابعاد واقعی باید در محدوده رواداریهای قابل قبول باشند. مستطیلی نبودن، نا موازی بودن و سطوح نادرست در قطعات اصلی باعث به هدر رفتن مواد و نیروی انسانی خواهد شد. موادی که هنگام برش نیز لایه لایه میشوند باعث کار نیروی انسانی و ضایعات بیش از حد میشوند. در اکثر مواقع موادی که استحکام کششی خوبی در تمام جهتها دارند برای برش به قطعات سازگار بیشتر مناسب هستند و بعداً می‌توانند به شکل تکمیل شده به یکدیگر بچسبند.

مواد الیافی، با چگالی سبک معمولاً از لحاظ برشکاری و چسباندن مناسب این نوع ساخت نمی‌باشند. اتصالاتی که از ترکیب این مواد ساخته شده‌اند بیشتر اوقات با قالب-گیری و عملیات حرارتی، عایقهای پشمی یا پتویی به شکل مطلوب در می‌آیند. عایقهای معدنی هم به همین نحو مورد عمل قرار میگیرند. عایقهای آلی ممکن است به شکلهای مطلوب قالب‌گیری شوند. در حین ساخت، یا قالب‌گیری، توجه به ایمنی مهم است.

### ۵-۱-۲-۴ اجرا

اجراهای صنعتی، الزامات بیشتری را بر روی مواد عایق که برای نصب موفقیت آمیز مهم هستند، تحمیل می‌کنند. مواد باید برای مقاومت در برابر جابجایی اضافی، استحکام لازم را داشته باشند. فضای انباشت در بیشتر این نصبها محدود بوده و ممکن است مواد، چندین مرتبه قبل از نصب نهایی جایجا شود.

هنگام محکم شدن با سیم‌ها، مواد باید در برابر تمایل به ترک خوردن در اثر تورق در امتداد سیم مقاومت نماید، بعلاوه باید از بافتی باشد که دو سر پیچ خورده سیم بتواند

their surface. Vessel block insulation and rigid pipe covering must withstand considerable force when pulled up to a tight fit by straps. The strapping tool will exert a 272-262 kg tensile pull with an insulation strap to draw the joints tight.

The dustier a material is the more difficult it becomes for field personnel to work with and install it. Dust, besides being a health hazard, irritates the eyes, makes scaffold boards slick, and causes a cleanup problem. In addition, dusty surfaces resist good bonding with insulation and finishing cements, and weather-barrier mastics.

The tendency of some insulating materials to absorb moisture adds to the cost of installation. Such installations must be protected from water, rain, and snow, both before and during their installation. The need for weather protection before, during, and after installation until the weather-barrier is installed adds considerably to costs. Trueness of dimensions of block pipe covering is essential to efficient field installation. If the ends of pipe covering are not square and true, the gaps must be plugged with insulating cement, or the end recut to fit.

#### 5.1.2.5 Service

To perform its intended service, an insulation must remain where it was installed. Its properties must fulfill all the requirements imposed upon it during its service life.

The requirements of service phase is divided into various technical divisions in the order as following:

##### 5.1.2.5.1 Mechanical requirements of insulation on equipment and pipes

Insulation on equipment located in industrial plants is subject to external and internal physical forces. The external is subject bumps, persons walking upon the insulation, vibration, wind, or even explosions. Many insulations are expected to protect pipe and equipment from fire. Many fires are started by an explosion, and if the insulation is blown off of

در داخل سطوح جاسازی شود. عایق متصل به ظروف و روکش سخت لوله ها باید بهنگام کشش بسیار محکم توسط تسمه‌ها، نیروی قابل ملاحظه‌ای را تحمل نماید. ابزار نواری با یک تسمه عایق برای کشیدن محکم اتصالات ۲۶۲-۲۷۲ کیلوگرم نیروی کششی اعمال خواهد کرد.

غبار آلوده بودن مواد برای کارکنانی که باید در محیط با آن کار کنند و عمل نصب را انجام دهند مشکل دیگری بشمار می‌آید. گذشته از این، گرد و غبار برای سلامتی مضر است و باعث خارش چشم میشود و نیز موجب لغزندگی قسمتهای مسطح داربست میگردد و مشکل تمیز کردن را باعث میشود. علاوه بر این، سطوح گرد و خاکی مانعی برای اتصال خوب عایق و چسباندن نهایی کار و ملاتهای قیری مانع نفوذ آب و هوا بشمار می‌آید.

بعضی از مواد عایق با جذب رطوبت، هزینه نصب را افزایش میدهند. چنین تأسیساتی قبل و در طول نصب عایق باید از آب، باران، و برف، محافظت شوند. احتیاج به محافظت این تأسیسات از آب و هوا قبل، در حین، و بعد از نصب، تا وقتی که آنها نصب شوند، هزینه‌ها بطور قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌یابد. ابعاد واقعی قطعات روکش لوله برای کارایی تأسیسات در محیط ضروری است. اگر دو سر روکش لوله چهار گوش و درست نباشند، فواصل را باید با چسب عایق مسدود کرد، یا برای اندازه کردن انتها را کوتاه نمود.

#### ۵-۲-۱-۵ کاربری

برای ارائه کارکرد مورد نظر، عایق باید در جایی که نصب شده باقی بماند. خواص آن باید کلیه الزامات تحمیل شده را در طول کارکرد برآورده سازد.

الزامات مرحله کارکرد به ترتیب زیر به قسمتهای فنی مختلف تقسیم شده است:

#### ۵-۲-۱-۵ الزامات مکانیکی عایق روی تجهیزات

##### و لوله‌ها

عایق روی تجهیزات مستقر در واحدهای صنعتی در معرض نیروهای فیزیکی داخلی و خارجی قرار دارند. قسمت خارجی در معرض ضربات، راه رفتن کارکنان روی عایق، ارتعاش، باد و حتی انفجار قرار دارد. انتظار می‌رود بیشتر عایقها، لوله و تجهیزات را از آتش سوزی محافظت کنند. بیشتر آتش سوزی‌ها با یک انفجار شروع می‌شوند و اگر عایقها از اطراف لوله‌کشی‌ها بر اثر انفجار جدا شوند



surrounding items and piping it can not protect against fire.

The insulation shall be sufficiently strong to resist ordinary usage. This entail the compressive force of person walking on insulation, the force of vibration which causes abrasion between the insulation and the surface to which it is secured, the force of wind or partial vacuums which tends to compress, or pull insulation apart.

The forces most frequently damaging to insulation applications are those built into the system by poor design and application, which ignore the movement of vessels and pipes caused by thermal expansion (or contraction) of the metal. Expansion and contraction of vessels and pipes can cause serious damage to thermal insulation and weather-barrier coverings so that the cracks may develop. Additional heat loss from these small size crack would be quite small. The big difficulty is water entering the cracks which makes the insulation wet and increase thermal conductivity.

#### 5.1.2.5.2 Chemical requirements

The insulation to be used shall not react to the chemical contained in the vessel or piping to which they are attached. Another factor to be considered is that the insulation shall be non-absorptive when used on toxic processes.

A selected insulation shall not be chemically corrosive to the metal to which it is applied. Basically, insulation installed on steel shall be neutral, or slightly alkaline. That installed on aluminum shall be neutral or slightly acidic. Austenitic stainless steels are susceptible to stress corrosion cracking by chloride ion, therefore insulations with limited chloride content shall be used or resistant coating shall be applied on stainless steel surface.

#### 5.1.2.5.3 Thermal requirements

The thermal requirements of an insulation are related to a number of properties of materials. These thermal proportion of materials are as follows:

دیگر نمی‌توانند در برابر آتش سوزی از آنها محافظت کنند.

عایق باید به اندازه کافی محکم باشد تا در برابر کاربرد معمولی مقاومت نماید. از جمله نیروی تراکمی ناشی از راه رفتن کارکنان روی عایق، نیروی ارتعاشات که باعث سایش بین عایق و سطحی که به آن محکم شده است، میگردد و نیز نیروی باد یا خلاء جزئی که تمایل به متراکم کردن یا جدا کردن عایق را دارند.

اکثر مواقع نیروهایی که به کاربرد های عایق صدمه میزنند آنهایی هستند که در سامانه با طراحی و کاربری ضعیف ساخته شده‌اند، که حرکت و جنبش ظروف و لوله‌ها را بعلت انبساط حرارتی (یا انقباض) که از ویژگی فلزات است، مورد غفلت قرار میدهند. انقباض و انبساط ظروف و لوله‌ها میتواند باعث خسارت جدی به عایق حرارتی و روکشهای مانع نفوذ آب و هوا شده، بطوری که ممکن است ترکها را گسترش دهد. هدر رفت گرمای اضافی از این ترکهای کوچک کاملاً کم خواهد بود. مشکل بزرگ ورود آب به ترکها است که عایق را تر نموده و رسانایی حرارتی را افزایش میدهد.

#### ۵-۱-۲-۵ الزامات شیمیایی

عایقی که باید استفاده شود نباید با مواد شیمیایی موجود در داخل محفظه‌ها یا لوله‌کشی‌ها که به آنها متصل است واکنش نشان دهد. عامل دیگری که باید مورد توجه باشد این است که عایقی که روی فرآیندهای سمی بکار می‌رود باید غیر جاذب باشد.

عایقی که انتخاب میشود نباید نسبت به فلزی که روی آن اعمال شده نباید از لحاظ شیمیایی خورنده باشد. اساساً، عایق نصب شده روی فولاد باید خنثی، یا اندکی قلیایی باشد. در صورت نصب شدن روی آلومینیوم، باید خنثی یا اندکی اسیدی باشد. فولادهای زنگ نزن آستنیتی نسبت به ترک خوردگی ناشی از تنش توسط یون کلرید حساس هستند، از اینرو از عایقهای محتوی کلرید محدود شده، باید استفاده گردد، یا پوشش مقاوم باید روی سطح فولاد زنگ نزن بکار رود.

#### ۵-۱-۲-۵ الزامات حرارتی

الزامات حرارتی یک عایق بستگی به خواص مواد دارد. این نسبت حرارتی مواد بشرح زیر می‌باشند:

Temperature limits

محدوده‌های دما

Thermal shock resistance

مقاومت در برابر شوک حرارتی

Thermal diffusivity

ضریب پخش حرارتی

Thermal specific heat

گرمای ویژه حرارتی

Thermal conductivity

رسانایی گرمایی

The temperature requirements of an installation are the maximum and minimum temperature to which the insulation will be subjected. Other factors such as duration of time the insulation exposed to heat, mode of applying heat, the timerate of raising or lowering the temperature should also be considered. The following questions must also be answered: is it on only one side, is it continuous, intermittent, cyclic, or rapidly changed.

الزامات حرارتی یک عایق حرارتی، حداکثر و حداقل دمایی هستند که عایق در معرض آن قرار می‌گیرد. عوامل دیگری مانند مدت زمانی که عایق در معرض حرارت قرار می‌گیرد، شیوه کاربرد حرارت، میزان زمان بالا و پایین رفتن حرارت باید مورد توجه باشند. همچنین به پرسشهای زیر باید پاسخ داد: آیا فقط یک طرفه است، پیوسته است، متناوب است، چرخشی است، یا بسرعت تغییر می‌کند.

#### 5.1.2.5.4 Moisture requirements

#### ۵-۱-۲-۴-۵ الزامات رطوبت

Insulation, to be efficient, must be kept dry. Moisture in two forms, the liquid or the vapor state, can saturate the insulation. It can enter by various means, water pressure, vapor pressure, ingassing and simple leaks. The protection required will be determined by the installation conditions.

برای کارآمد بودن، عایق باید خشک نگهداری شود. رطوبت به دو شکل، مایع یا بخار، می‌تواند عایق را اشباع کند. از طرق مختلف می‌تواند نفوذ کند، با فشار آب، با فشار بخار، با ورود گاز و نشتی ساده. حفاظت مورد نیاز، با در نظر گرفتن شرایط نصب، تعیین خواهد شد.

When insulated piping or equipment is submerged in water, a completely water-tight outer shell is required around the insulation. Such systems must be encased in metal, fabricated by welded sections, and/or flanged with jacketed flanges, so that the outer jacket is sufficiently tight and strong to withstand the water pressure.

هرگاه لوله‌کشی یا تجهیزات عایق شده در آب غوطه‌ور باشند، در اطراف عایق به یک آب بند پوسته بیرونی بطور کامل نیاز است. چنین سامانه‌هایی باید روکش فلزی شوند که از قطعات جوشکاری ساخته شده، و یا با فلنجهای پوشش شده فلنج شوند، به طوری که پوشش بیرونی به اندازه کافی محکم و قوی بوده تا در برابر فشار آب استقامت نماید.

Underground installations where insulation systems may not be directly subjected to definite water pressure must still be protected to prevent the entry of water and harmful chemical or biological products. Such protection must not only prevent the said entry, but it must also resist corrosion to remain water-tight. The corrosion may be ordinary rust, chemical corrosion, or galvanic corrosion.

تأسیسات زیرزمینی، جایی که سامانه‌های عایق ممکن است به طور مستقیم در معرض فشار آب معینی قرار نداشته باشد، ولی هنوز باید برای جلوگیری از ورود آب و مواد شیمیایی یا محصولات بیولوژیکی محافظت شوند. چنین محافظتی نه تنها باید از نفوذهای گفته شده جلوگیری نماید، بلکه همچنین باید در برابر خوردگی مقاومت کند تا از ورود آب جلوگیری نماید. خوردگی ممکن است زنگ زدگی معمولی، خوردگی شیمیایی، یا خوردگی گالوانیکی باشد.

If the function of the two previously mentioned examples is the insulation of hot surfaces,

اگر هدف از دو مثال فوق، عایق سطوح داغ باشد، حرکت مکانی بخار، اهمیت چندانی نخواهد داشت. با این وجود،

vapor migration will be of no concern. However, if the installation is for low temperature service, water vapor migration will be an additional problem. Many conduit systems may be water-tight and not be vapor tight. Practically, it is relatively easy to construct water-tight systems, but almost impossible to construct vapor-tight ones. For this reason, it is suggested that, wherever possible, the cold equipment and piping be installed above ground.

The moisture protection necessary on equipment and piping located above ground is determined by whether the location is indoors or outdoors, and the operating temperature above or below ambient.

High temperature insulated equipment and piping located indoors and not subjected to rain, snow, or sleet does not require water or moisture protection. A word of caution-the insulation must be adequately protected from moisture due to possible spillage or the washing down of vessels.

Low temperature insulated equipment and piping located indoors must be protected against moisture vapor.

High temperature insulated equipment and piping located outdoors must be protected from liquid moisture in the form of rain, sleet, or snow.

Low temperature insulated equipment and piping located outdoors must be protected both from liquid water, and also moisture in the vapor phase.

These moisture requirements are summarized below:

اگر نصب عایق برای کارکرد در دمای پایین باشد، نقل مکان بخار آب یک مشکل اضافی خواهد بود. بیشتر سامانه‌های با مجرای لوله ای، ممکن است آب بند بوده و بخار بند نباشند. عملاً، ساخت سامانه‌های بدون آب بند نسبتاً راحت است، اما تقریباً ساخت سامانه‌های بخار بند غیرممکن است. به همین دلیل، پیشنهاد می‌شود هر زمان که امکان داشت، تجهیزات و لوله‌کشی‌های سرد بالای سطح زمین نصب شوند.

ضرورت حفاظت از رطوبت روی تجهیزات و لوله‌کشی‌ها واقع در بالای سطح زمین، بستگی به آنکه مکان فضای بسته یا هوای آزاد باشد و دمای عملیات محیط زیاد یا کم شود، تعیین می‌گردد.

تجهیزات و لوله‌کشی‌های عایق شده در دمای بالا واقع در فضای بسته و نه در معرض باران یا تگرگ، نیازی به محافظت در برابر آب یا رطوبت ندارند. در یک تذکر احتیاطی، عایق باید بطور مناسبی از رطوبت در اثر امکان ریزش یا شستن ظروف، حفاظت شوند.

تجهیزات و لوله‌کشی‌های عایق شده در دمای پایین و واقع در فضای بسته باید در برابر بخار مرطوب حفاظت شوند.

تجهیزات و لوله‌کشی‌های عایق شده در دمای بالا و واقع در هوای آزاد باید از رطوبت مایع به شکل باران، تگرگ، یا برف حفاظت شوند.

تجهیزات و لوله‌کشی‌های عایق شده در دمای پایین و در هوای آزاد، باید هم از آب، و هم از رطوبت در فاز بخار حفاظت شوند.

این الزامات برای رطوبت در زیر خلاصه شده‌اند:

SERVICE کارکرد		MOISTURE PROTECTION REQUIRED لزوم حفاظت در برابر رطوبت		
Temperature دما	Location مکان	water pressure فشار آب	Water آب	Vapor بخار
High temp. دمای بالا	Underwater زیر آب	Required مورد نیاز	Required مورد نیاز	Not required مورد نیاز نیست
Cyclic temp. دمای تناوبی	Underwater زیر آب	Required مورد نیاز	Required مورد نیاز	Required مورد نیاز
Low temp. دمای پایین	Underwater زیر آب	Required مورد نیاز	Required مورد نیاز	Required مورد نیاز
High temp. دمای بالا	Below grade زیر سطح زمین	Depends * بستگی دارد*	Required مورد نیاز	Not required مورد نیاز نیست
Cyclic temp. دمای تناوبی	Below grade زیر سطح زمین	Depends * بستگی دارد*	Required مورد نیاز	Required مورد نیاز
Low temp. دمای پایین	Below grade زیر سطح زمین	Depends * بستگی دارد*	Required مورد نیاز	Required مورد نیاز
High temp. دمای بالا	Above grade indoors بالای سطح زمین در فضای بسته داخل	Not required مورد نیاز نیست	Depends * بستگی دارد*	Not required مورد نیاز نیست
Cyclic temp. دمای تناوبی	Above grade indoors بالای سطح زمین در فضای بسته	Not required مورد نیاز نیست	Depends * بستگی دارد*	Required مورد نیاز
Low temp. دمای پایین	Above grade indoors بالای سطح زمین در فضای بسته	Not required مورد نیاز نیست	Depends * بستگی دارد*	Required مورد نیاز
High temp. دمای بالا	Above grade outdoors بالای سطح زمین در هوای آزاد	Not required مورد نیاز نیست	Required مورد نیاز	Not required مورد نیاز نیست
Cyclic temp. دمای تناوبی	Above grade outdoors بالای سطح زمین در هوای آزاد	Not required مورد نیاز نیست	Required مورد نیاز	Required مورد نیاز
High temp. دمای بالا	Above grade outdoors بالای سطح زمین در هوای آزاد	Not required مورد نیاز نیست	Required مورد نیاز	Required مورد نیاز

\* The word depends means if the condition of high pressure water or water may exist.

\* این واژه به این معنی بستگی دارد که آب با فشار بالاست یا ممکن است فقط آب باشد.

#### 5.1.2.5.5 Safety requirements

The major safety requirements may be separated into the following divisions:

Safe surface temperature for personnel protection or ignition.

Safety from radioactivity or chemical reaction.

Safety from toxic conditions.

Fire protection.

#### ۵-۱-۲-۵ الزامات ایمنی

اکثر الزامات ایمنی مهم را ممکن است به قسمتهای زیر تفکیک کرد.

دمای سطح ایمن برای حفاظت کارکنان یا جرقه.

ایمنی از پرتو زایی یا واکنش شیمیایی.

ایمنی از شرایط سمی.

حفاظت در برابر آتش سوزی.

When hot equipment or piping is located where its insulation may be touched by personnel, the insulation shall be so designed that its thermal resistance, surface emittance, and jacket conductivity together create a condition which will not produce skin burns when its outer surface is accidentally touched.

Where combustible materials are present and changes of leakage or spillage prevail, a suitable low surface temperature of insulated vessels and piping may be very important in preventing the ignition of these materials. When this condition prevails, it becomes necessary that all hot surfaces, such as valves, flanges, and metal projections, be insulated so as to maintain all exposed surfaces below the maximum allowable surface temperature. Some areas which cannot be insulated, such as valve bonnets and stuffing boxes, may require shielding to prevent contact with the chemical.

As previously mentioned, non-combustible but absorptive insulation may be a fire hazard in two ways. First, in the case of combustible material leaks, the insulation's tremendous internal surface area can assist in causing rapid oxidation which will result in spontaneous combustion. Second, also in the case of leaks, any absorbent can hold large quantities of combustibles and, if an accidental fire occurs, the saturated insulation will feed and spread it. However, properly used insulation can be used as fire protection. An installation on equipment and piping must first, the combustibility of the insulation must be considered, including the speed at which the insulation will spread the fire, or the amount of heat and smoke it will contribute. second, the time rate at which temperature will pass through the insulation from the fire side to the vessel or pipe must be thought of.

#### 5.1.2.5.6 Economic requirements

The economic value of the insulation depends upon the installation requirements, and as this has been previously discussed, a simple listing of the factors to consider is given.

وقتی تجهیزات یا لوله‌کشی داغ در جایی قرار دارند که ممکن است عایق شان توسط کارکنان دست زده شود، عایق باید طوری طراحی شود که مقاومت حرارتی، شدت انتشار آن در سطح و قابلیت هدایت پوشش وضعیتی را بوجود آورند که اگر بطور تصادفی با سطح خارجی تماسی برقرار شد باعث سوختگی پوست نشود.

جایی که مواد قابل احتراق وجود دارد و تغییرات ناشی یا ریزش مواد هم وجود داشته باشد، نگهداری دمای سطح ظروف و لوله‌کشی عایق‌دار، در سطح پائین ممکن است در جلوگیری از اشتعال زایی این مواد، اهمیت زیادی داشته باشد. هرگاه این وضعیت حاکم باشد، ضروری است که تمام سطوح داغ مانند شیرها، فلنج‌ها، و برجستگی‌های فلزی، به گونه‌ای عایق شوند تا کلیه سطوح در معرض، زیر حداکثر دمای مجاز، حفظ شوند. بعضی نواحی، مانند کلاهک شیر و جعبه‌های مواد اولیه را که نتوان عایقکاری کرد، برای جلوگیری از تماس با مواد شیمیایی، کشیدن حفاظ ممکن است ضروری باشد.

همانطور که قبلاً اشاره شد عایق جاذب غیرقابل احتراق به دو طریق در معرض خطر آتش سوزی است. اول، در حالت ناشی‌های مواد قابل احتراق که سطوح داخلی زیاد عایق می‌تواند به اکسید شدن سریع کمک کند که منجر به اشتعال آبی یا خود به خودی خواهد شد. دوم، همچنین در حالت ناشی‌ها، هر جاذبی می‌تواند مقادیر زیادی از مواد قابل احتراق را نگهداشته و چنانچه آتش سوزی رخ دهد عایق اشباع شده آنرا تقویت و منتشر خواهد کرد. بهرحال، عایقی که بطور اصولی استفاده شود می‌تواند به عنوان یک محافظ در برابر آتش سوزی بکار رود. در نصب عایق روی تجهیزات و لوله‌کشی‌ها، اول باید، قابلیت احتراق آن مورد توجه باشد، بانضمام سرعتی که در آن عایق، آتش سوزی را پخش خواهد کرد، یا مقدار گرما و دودی که تولید می‌کند. دوم، برآورد طول مدتی که دمای آتش از سراسر عایق عبور کرده، و به ظروف یا لوله‌ها میرسد که باید مورد تامل قرار گیرد.

#### ۵-۱-۲-۵-۶ الزامات اقتصادی

ارزش اقتصادی عایق بستگی به الزامات نصب دارد و همانطور که قبلاً بیان گردید فهرست ساده‌ای از عواملی که مورد توجه قرار می‌گیرد ارائه شده است.

- |  |   |
|--|---|
| 1) Heat transmission allowable as determined by the process.   | ۱) انتقال گرمای مجاز که توسط فرآیند تعیین می‌شود.   |
| 2) Savings in boil-off or vaporization of the product.   | ۲) صرفه جویی در جوشیدن یا تبخیر محصول.  |
| 3) Temperature which must be maintained in the process.  | ۳) دمایی که باید در فرآیند حفظ شود.   |
| 4) Fire protection required by the process. Insulation as related to savings in additional fire protection such as spray heads, larger safety valves, etc. | ۴) حفاظت مورد نیاز در برابر آتش سوزی توسط فرآیند. عایق در رابطه با صرفه جویی در حفاظت بیشتر در برابر آتش سوزی مانند سرهای پاششی، شیرهای ایمنی بزرگتر، غیره. |
| 5) Savings in investment in heat or refrigeration equipment.   | ۵) صرفه جویی در سرمایه‌گذاری برای تجهیزات سرمایش یا گرمایش.   |
| 6) Savings in heat or refrigeration energy.  | ۶) صرفه جویی در انرژی گرمایشی یا سرمایشی.   |

## 5.2 Installation System Details

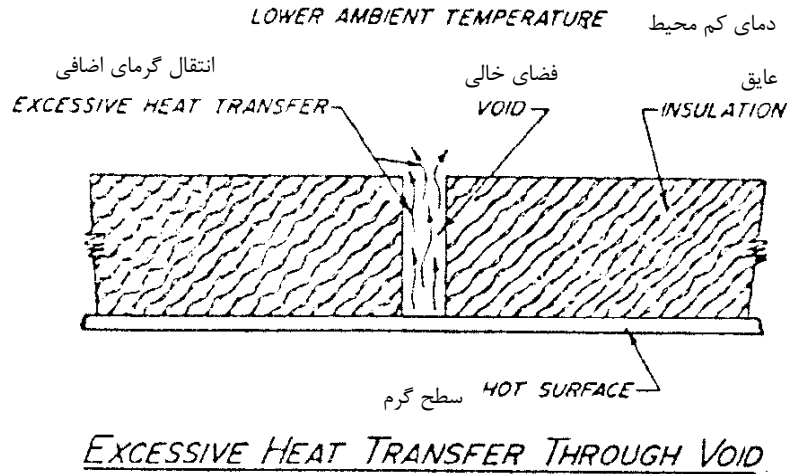
### ۵-۲ جزئیات سامانه نصب

### 5.2.1 General

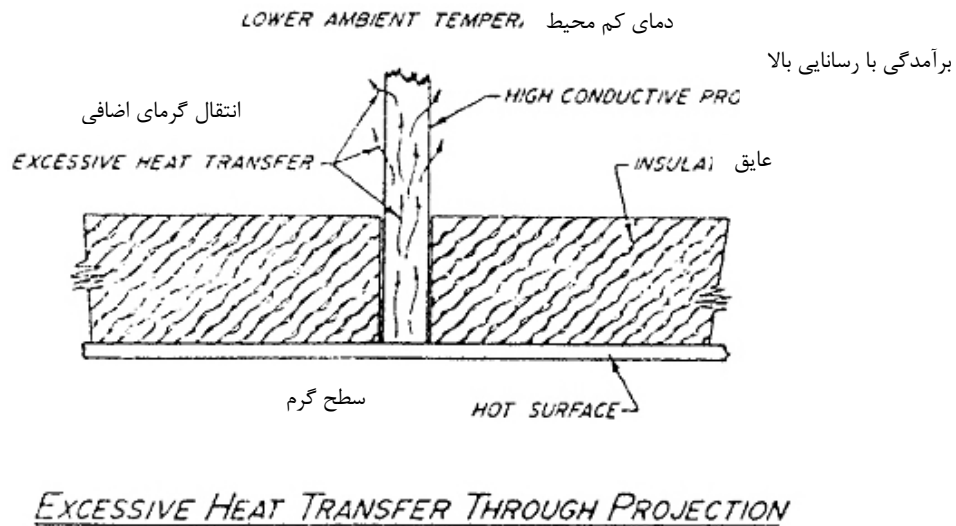
#### ۵-۲-۱ عمومی

**5.2.1.1** The success of an insulation system depends upon individual consideration of design and insulation for the many details of the system. In all insulation design, thermal "short circuits" should be avoided or minimized. These thermal short circuits are most frequently the result of metal or other high conductive materials through the insulation. They are illustrated in figure 1. The illustration shows the excessive heat transfer from a hot surface to a lower ambient temperature. If the condition were reversed, with the temperature of surface lower than ambient, the same excessive heat transfer would exist, but the heat flow as shown, would be reversed.

۵-۲-۱-۱ موفقیت یک سامانه عایقکاری بستگی به ملاحظات جداگانه طراحی و عایقکاری برای جزئیات سامانه دارد. در تمام طراحی‌های عایقکاری، از حرارت "اتصال‌های کوتاه" باید پرهیز شود و یا به حداقل برسد. این اتصال‌های کوتاه حرارتی اغلب ناشی از فلز یا مواد رسانا از طریق عایق هستند که در شکل ۱ نشان داده می‌شود. در این تصویر انتقال گرمای اضافی را از یک سطح گرم به دمای پایین‌تر محیط دیده میشود. چنانچه شرایط، با دمای سطح پایین‌تر از محیط برعکس بود، همین انتقال گرمای اضافی وجود خواهد داشت، اما همانطور که نشان داده شده جریان گرما بر عکس خواهد بود.



انتقال گرمای بیش از حد از طریق فضای خالی



انتقال گرمای بیش از حد از طریق برآمدگی

**Fig. 1-THERMAL "SHORT CIRCUITS"**

شکل ۱- "مسیرهای کوتاه" حرارتی

**5.2.2 Voids in insulation**

5.2.2.1 Some voids in insulation are the result of insulation design and specifications. Typical of voids in the insulation system, which are a result of design, are those specifications which state that flanges and valves are not to be insulated. Voids which are not deliberately designed in, but develop in an insulation system are most often the result of expansion of the substrate to which the insulation,

**۵-۲-۲-۲ فضاهای خالی در عایق**

۵-۲-۲-۱ بعضی از فضاهای خالی در عایق نتیجه طراحی و مشخصات هستند. نمونه فضاهای خالی در سامانه عایق که ناشی از طراحی می‌باشد، مشخصاتی هستند که تاکید میکند شیرها و فلنچها را نباید عایق کرد. فضاهای خالی که عمداً در سامانه طراحی نمیشوند، بلکه اغلب اوقات، در نتیجه انبساط سطح زیرکار که در

shrinkage of the insulation, or poor design or workmanship.

### 5.2.3 Projection through insulation

**5.2.3.1** Metal projections through insulation should be avoided, if possible. Metals of two different temperatures should be isolated by insulation where it is practical.

**5.2.3.2** Where it is necessary to have high conductive materials, such as metal, project through insulation, the heat transfer can be minimized by following methods:

- a) Keeping the cross section of the projection to a minimum.
- b) Use of a material of the lowest possible thermal conductivity.
- c) Providing a long flow path through insulation.
- d) Providing a thermal barrier in some phase of the projection connections or bearing.

**5.2.3.3** The use of stainless steel, which, besides having a lower conductivity than carbon steel, also has higher strength, can reduce any thermal transfer to one-fourth that of carbon steel. The length of flow path of projection through insulation can be extended by insulating the projection beyond the basic insulation installed on a pipe or vessel. The insulation of hot projections are illustrated in Fig. 2.

**5.2.3.4** Great emphasis has been placed on voids and projections through insulation on low temperature service. The reason for this is that these voids and projections will cause more rapid insulation failure on such service than on high temperature service.

آن عایق، انقباض عایق، یا طراحی یا مهارت کاری ضعیف هستند، در سامانه عایق توسعه می‌یابد.

### ۳-۲-۵ برآمدگی از وسط عایق

**۱-۳-۲-۵** در صورت امکان، باید از برآمدگیهای فلزی وسط عایق جلوگیری شود. فلزات با دو دمای مختلف باید به وسیله عایق هرکجا که عملی است جداسازی شوند.

**۲-۳-۲-۵** در شرایطی که ضرورت ایجاد میکند که مواد با رسانایی بالا باشند، مانند فلز بیرون زده از عایق، انتقال حرارت را میتوان با روشهای زیر به حداقل رساند:

الف) سطح مقطع برآمدگی در حداقل حفظ شود.

ب) استفاده از موادی با کمترین رسانایی گرمایی ممکن.

ج) مسیر جریان طولانی از عایق تأمین شود.

د) ایجاد مانع حرارتی در بعضی از مرحله اتصالات بیرون زده یا تکیه گاه.

**۳-۳-۲-۵** استفاده از فولاد زنگ نزن، علاوه بر اینکه رسانایی پایین‌تری نسبت به فولاد کربنی دارد، همچنین دارای استحکام بالاتری است و میتواند هر انتقال حرارتی را تا یک چهارم نسبت به فولاد کربنی کاهش دهد. طول مسیر جریان بیرون زده از عایق می‌تواند، با عایقکاری بیرون زدگی تا دورتر از عایق نصب شده اصلی روی لوله یا ظروف، ادامه یابد. عایقکاری بیرون زدگیهای گرم در شکل ۲ نشان داده شده‌اند.

**۴-۳-۲-۵** تأکید زیادی روی فضاهای خالی و بیرون زدگی از وسط عایق روی کارکرد در دمای پایین شده است. دلیل این است که بیرون زدگیها و فضاهای خالی خیلی سریع باعث خرابی عایق در چنین شرایطی، نسبت به شرایط دمای بالا، خواهند شد.



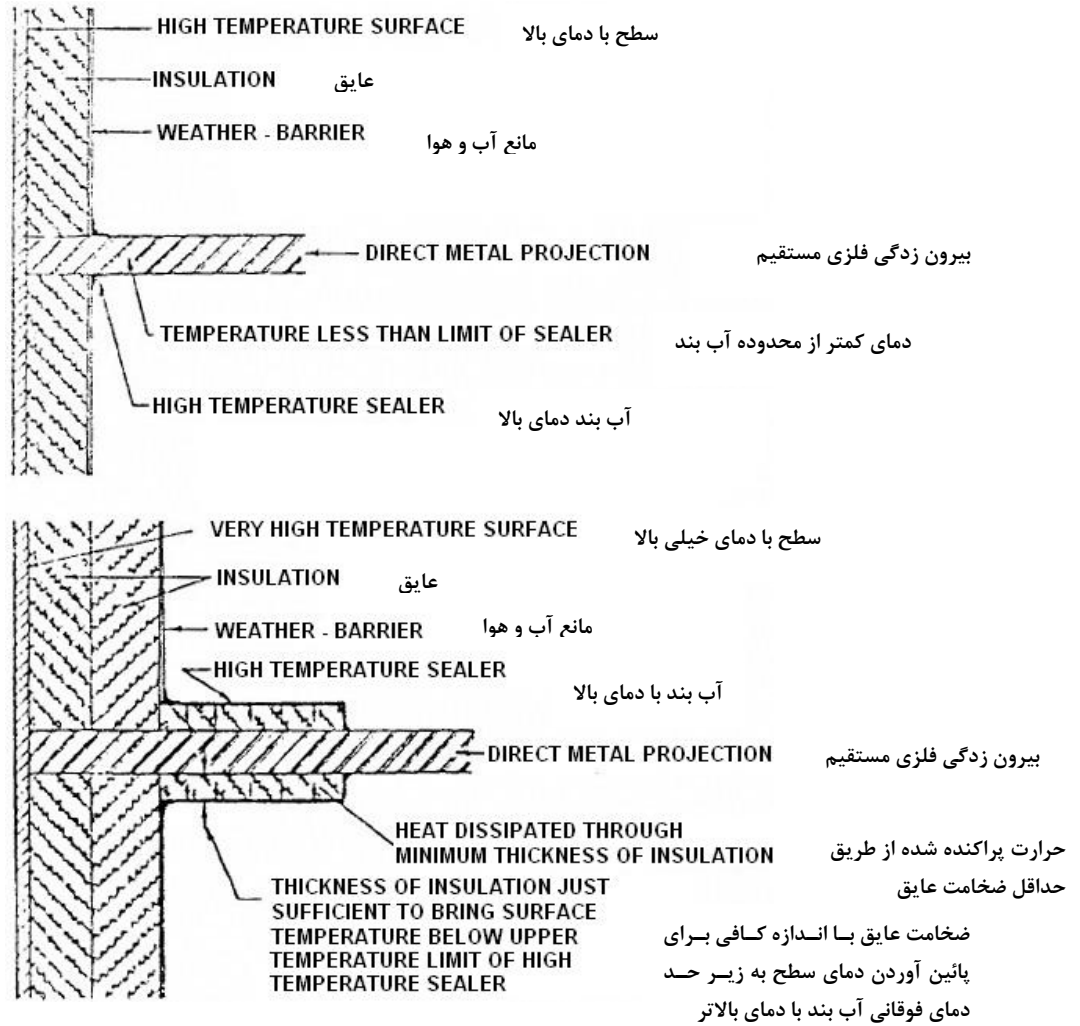


Fig. 2-SEALING OF HIGH TEMPERATURE PROJECTIONS

شکل ۲- آب بندی بیرون زدگی‌ها در دمای بالا

5.2.3.5 One area where voids and projections through the insulation completely nullify the purpose of an insulation is where that insulation is used for fire protection of vessels and piping. In such a case a heavy projection through the insulation, which would be exposed to the fire, would transfer the fire heat through the insulation at that point and fire protection would not be achieved. this is also true of voids in insulation. During fire the insulation will shrink and cause voids at the butt joints. for this reason, when fire protection is a critical function of insulation, double layer, broken joint construction shall be used.

۵-۲-۳-۵ ناحیه‌ای که فضاهای خالی و بیرون زدگی‌ها عایق، کاربرد یک عایق را بطور کلی بی اثر میکنند جایی است که عایق برای حفاظت ظروف و لوله‌کشی‌ها از آتش سوزی استفاده می‌شود. در چنین وضعی بیرون زدگی‌ها سنگین از عایق، که در معرض آتش سوزی قرار می‌گیرند، گرمای آتش را از طریق عایق در نقطه‌ای که بدون محافظت در برابر آتش است انتقال خواهند داد. در مورد فضاهای خالی عایق نیز این امر حقیقت دارد. در حین آتش سوزی عایق منقبض شده و روزنه‌ها در اتصالات لب به لب بوجود خواهند آمد. به همین دلیل، زمانی که محافظت در برابر آتش یک امر حیاتی برای عایق است، باید از لایه مضاعف و از ساخت اتصال منقطع استفاده شود.

## 5.2.4 Traced piping and vessel

**5.2.4.1** The tracers are used where it is necessary to add or remove heat from piping or equipment. If the additional temperature to be supplied by the tracers is small then they may simply be fastened to the pipe or vessel and the air space between the insulation and metal substrate will distribute the heat over the pipe or vessel surface. However where high temperature or close tolerance of temperature is required, then the tracers shall be thermally bonded to the pipe or vessel.

**5.2.4.2** For efficient operation of tracing systems they must be installed correctly. The metal of the system shall resist corrosion. Where necessary, the tracer must be thermally bonded by heat transfer cement, or premolded strip, to the process pipe or equipment. The heat transfer cement must be suitable for the process pipe and tracer temperatures to which it is to be subjected and shall not cause corrosion or rusting of the tracer or piping.

## 5.2.5 Weather-vapor-barrier details

### 5.2.5.1 Vapor-barrier

**5.2.5.1.1** Because vapor-barriers on the outer surface of insulation are subject to all the ravages of time, mechanical abuse, and stresses imposed upon the system, cracks, breaks, punctures, or tears are likely to occur and in this case a small leak will allow the entry of vapor into the entire system. This being true, the problem is to provide a system which is compartmentalized so that a break or puncture closes not ruin the entire system. Application of such a system is not important for cellular glass as almost universal material for low temperature insulation on pipes and vessels and may be eliminated but it is essential for efficient long service of permeable organic foam insulation.

**5.2.5.1.2** The major property a vapor-barrier must have is its ability to retard the flow of vapor. This is its most important property, but its other properties, such as its ability to withstand mechanical abuse or weathering, may not be sufficient to fulfill the installation requirements. where this is true, it may be

### ۴-۲-۵ لوله کشی و ظروف مجهز به گرم کن

**۱-۴-۲-۵** گرمکن ها در هرکجا که لازم باشد جهت اضافه یا حذف کردن گرما از لوله کشی یا تجهیزات استفاده میشوند. در صورتی که دمای اضافی که باید توسط گرمکن ها تهیه شود کم باشد آنگاه میتوان آنها را بسادگی به لوله یا مخزن متصل کرد و فضای هوای بین عایق و فلز زیرآیند، گرما را روی لوله یا سطح مخزن پخش خواهد کرد. بهرحال وقتیکه دمای بالا یا رواداری نزدیک به دما لازم باشد، درآن هنگام گرمکن ها را باید از نظر حرارتی به لوله و مخزن متصل نمود.

**۲-۴-۲-۵** برای بهره برداری موثر از سامانه های گرمکن باید آنها را بطور صحیح نصب نمود. فلز سامانه باید در برابر خوردگی مقاوم باشد. گرمکن باید از نظر حرارتی توسط سیمان انتقال حرارت، یا نوار پیش قالب ریزی شده، به لوله فرآیند یا تجهیزات متصل شود. سیمان انتقال حرارت باید برای لوله فرآیندی و دماهای گرمکن که آنرا در معرض قرار میدهد مناسب بوده و نباید باعث خوردگی یا زنگ زدگی گرمکن یا لوله کشی شود.

### ۵-۲-۵ جزئیات مانع نفوذ بخار - آب و هوا

#### ۱-۵-۲-۵ مانع بخار

**۱-۱-۵-۲-۵** بدلیل اینکه موانع بخار روی سطح بیرونی عایق در معرض همه نوع آسیب پذیری قرار دارند مانند آسیب مکانیکی، و تنشهای تحمیل شده بر سامانه، ترکها، شکستن ها، سوراخ شدن ها، پارگی های احتمالی و در این حالت یک نشتی کوچک اجازه میدهد که بخار به کل سامانه وارد شود. این حقیقت دارد، که فراهم کردن سامانه ای به قسمتهای مجزا بگونه ای که شکستن یا سوراخ شدن بدون منهدم کردن تمام سامانه بسته شود مشکل می باشد. کاربرد چنین سامانه ای برای شیشه مشبک مهم نیست بطوری که تقریباً مواد همه منظوره برای عایق دمای پایین لوله ها و ظروف ممکن است حذف شود لیکن برای شرایط دراز مدت موثر عایق فوم نفوذ پذیر ضروری است.

**۲-۱-۵-۲-۵** خاصیت اصلی که یک مانع نفوذ بخار باید داشته باشد قابلیت کند کردن جریان بخار است. این مهمترین خاصیت است، ولی خواص دیگر، مانند توانایی مقاومت در برابر آسیب مکانیکی یا هواز دگی، برای اجرای کامل الزامات نصب ممکن است کافی نباشد ولی واقعیت

necessary to provide a weather barrier over the vapor-barrier. Although there are mastic materials which are formulated to serve both as vapor and weather-barriers, in many low temperature applications it is desirable to install a vapor-barrier and protect it with a weather-barrier.

**5.2.5.1.3** The vapor sealing of cellular glass is important, even though it has greater resistance to vapor transmission than most materials used as vapor-barriers. With proper joint sealing of cellular glass, and proper design to prevent its cracking or shearing due to expansion and contraction movement, there is no need to apply vapor-barrier material over its exterior surface. However it does require a weather-barrier outdoors, and a finish indoors to protect it from ordinary weathering and mechanical abuse.

#### 5.2.5.2 Weather-barrier

**5.2.5.2.1** The prime function of the insulation weather-barrier is to provide conditions in which the insulation can function to retard the heat flow. The weather-barrier covering jacket, or finish forms the necessary protection around the insulation and for a successful installation, the details of application are of utmost importance. Regardless of the weather-barrier used, it is ineffective if it is installed in a manner which will allow water to leak into the insulation. An example of proper method of installing jacket is shown in Fig. 3 which prevents water leaking into insulation.

**5.2.5.2.2** Fitting and valve covers present a difficult problem in obtaining water tightness. Too frequently metal covers are installed by slipping the halves together without sealing the overlapping metal with mastic sealers. This type of construction will not provide a water tight installation, and only serves to hide the water as it soaks into the insulation with every rain.

**5.2.5.2.3** Another common incorrect installation practice is the use of mastics as the weather-barrier on valves and fittings while the straight pipe is jacketed with metal which projects over the extended mastic of the fittings, but with no sealing mastic used to prevent water from entering the overlap of the two. Nonsetting sealers must be used in these

آن است که مانع نفوذ آب و هوا، اضافه بر مانع نفوذ بخار ضروری ممکن است تامین گردد. گرچه موادی از ملات قیری وجود دارد که کارکرد هر دو مورد فوق را بر آورده میسازد و در بیشتر کاربردهای دمایی پایین این ملات قیری برای نصب مانع نفوذ بخار و مانع نفوذ آب و هوا، مطلوب است واز هر دو محافظت می‌نماید.

**۳-۱-۵-۲-۵** بخار بند کردن شیشه مشبک مهم است، اگرچه دارای مقاومت زیادتری در برابر انتقال بخار نسبت به بیشتر موادی که به عنوان موانع نفوذ بخار بکار میروند، باشد. با بخار بند کردن صحیح اتصال شیشه مشبک، و طراحی مناسب برای جلوگیری از ترک خوردن یا بریده شدن در اثر حرکات انبساطی و انقباضی، به کاربردن موادی به عنوان موانع نفوذ بخار، روی سطح بیرونی آن نیازی نیست. بهرحال، به یک مانع نفوذ هوای بیرونی و داخل فضای درونی برای حفاظت از آب و هوای معمولی و آسیب مکانیکی نیاز دارد.

#### ۲-۵-۲-۵ مانع آب و هوا

**۱-۲-۵-۲-۵** وظیفه اصلی عایق مانع آب و هوا فراهم کردن شرایطی است که عایق بتواند جریان گرما را کند نماید. روکش پوشش‌دهنده مانع آب و هوا، یا حفاظت اطراف عایق، برای نصب موفقیت آمیز و جزئیات کاربرد بیشترین اهمیت را دارند. صرفنظر از کاربرد مانع آب و هوا، چنانچه به شکلی نصب شود که آب به داخل عایق نشت نماید بی‌فایده است. یک نمونه از روش صحیح پوشش نصب شده برای جلوگیری از نشتی آب به داخل عایق در شکل ۳ نشان داده شده است.

**۲-۲-۵-۲-۵** روکشهای شیر و اتصال، برای نفوذ ناپذیری آب، مسائل مشکلی را فراهم می‌نماید. اکثر اوقات روکشهای فلزی با لغزاندن دو نیمه به یکدیگر بدون آب‌بندی، همپوشانی فلز با آب بندهای ملات قیری نصب می‌شوند. این نوع ساخت آب‌بند کردن محکم را فراهم نخواهد کرد، فقط آبی را که با هر بارانی عایق را خیس کرده پنهان میکند.

**۳-۲-۵-۲-۵** یک نوع از نصب ناصحیح استفاده از ملاتهای قیری به عنوان مانع هوا روی اتصالات و شیرها است، جایی که لوله مستقیم با فلز بیرون زده روی آن با روکش شده، لیکن بدون اینکه جهت جلوگیری از ورود آب به دو لایه رویهم از ملات قیری آب بندی استفاده شود. در این نقاط باید از آب بندهای غیرسخت شونده

spots, as the expansion and contraction movement will break any sealer that sets and hardens. This is illustrated in Fig. 4.

استفاده کرد، به طوری که حرکت انبساطی و انقباضی هر آب بندی را که بسته و سخت می شود خواهد شکست. این مورد در شکل ۴ تشریح شده است.

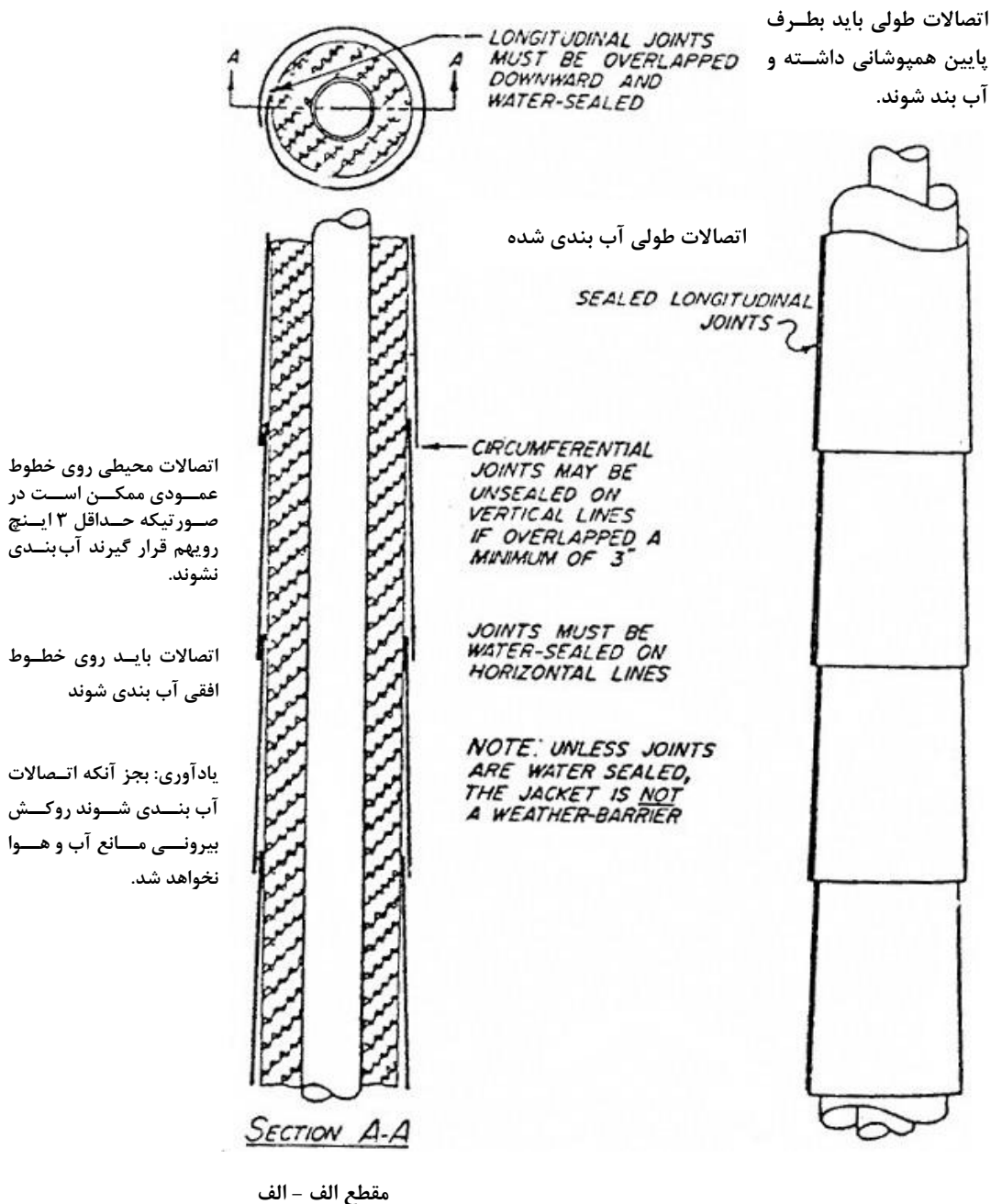
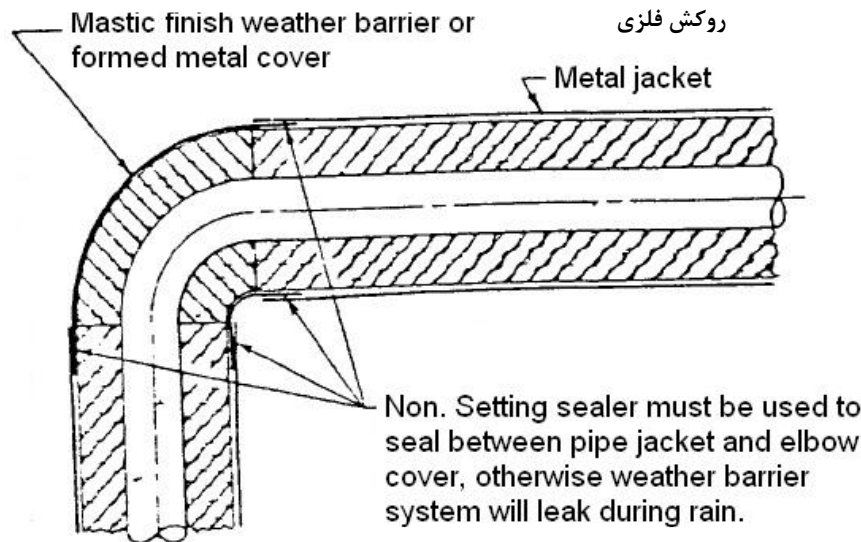


Fig. 3-PROPER SEALING OF FELT, FILM OR LAMINATED JACKET WEATHER BARRIER

شکل ۳- آب بندی مناسب مانع آب و هوا توسط نمد، لایه یا روکش لایه ای

ملات قیری تکمیلی مانع آب و هوا یا روکش فلزی شکل داده شده



باید بین روکش لوله و روکش زانویی با آب بند غیرسخت شونده آب بندی شود، در غیر این صورت در زمان بارندگی سامانه مانع آب و هوا نشت خواهد کرد

**Fig. 4-METHOD OF SEALING WEATHER-BARRIER AT FITTING COVERS AND JACKETS**

شکل ۴- روش آب بند کردن مانع آب و هوا در روکشهای اتصالی و روکش های بیرونی

**5.2.5.2.4** When projections are so hot where they emerge from the insulation that suitable mastics cannot be found to seal this joint, then the projection should be insulated a sufficient distance outward to a location where its exit point through the insulation can be sealed. Regardless of the type of weather-barrier used, the inside corner of these projections should be caulked with a caulking compound of high solids content to eliminate the sharp inside corner. This same procedure shall be used at all projections through the insulation, such as where the pipe itself projects through the insulation, and where vessels nozzles, manholes, or skirts projects through the insulation.

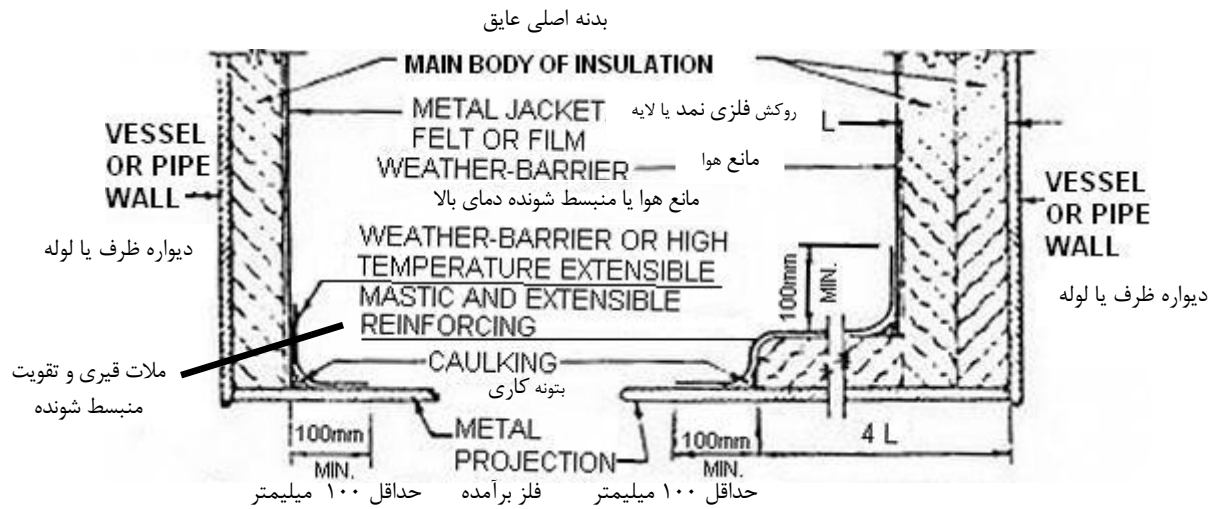
**5.2.5.2.5** After the projections are properly insulated and caulked, the inside corners shall be weather protected with a flexible mastic coating reinforced with extensible fiber cloth. If the weather-barrier is mastic reinforced with cloth, the weather-barrier system shall extend a

۴-۲-۵-۲-۵ وقتی بیرون زدگیها به قدری گرم هستند که از عایق بیرون زده می‌شوند به طوری که ملاتهای قیری مناسبی را نمی‌توان برای آب بندی این اتصال پیدا کرد، در آن هنگام بیرون زدگی باید در یک فاصله کافی بطرف بیرون، تا آنجایی که نقطه خروجی آن از میان عایق بتواند آب بندی شود، عایق گردد. صرفنظر از نوع مانع آب و هوای بکار رفته، گوشه داخلی این بیرون زدگیها باید با یک بتونه ترکیبی که دارای جامدات زیادی است برای حذف گوشه تیز داخلی بتونه شود. همین دستورالعمل باید روی کلیه بیرون زدگیهای سرتاسر عایق بکار رود. مانند جایی که خود لوله از وسط عایق بیرون زده شده باشد، نازل های ظروف، دریچه‌های آدم رو یا برآمدگیهای سراسر عایق .

۵-۲-۵-۲-۵ بعد از اینکه برآمدگیها بطور مناسب بتونه و عایق شدند، گوشه های داخلی باید با یک پوشش ملات قیری تقویت شده با الیاف پارچه‌ای منبسط شونده حفاظت جوی شوند. اگر مانع آب و هوا ملات قیری که با پارچه تقویت شده باشد ، سامانه مانع آب و هوا باید حداقل ۱۰۰ میلیمتر بیرون ، روی برآمدگی امتداد یابد.

minimum of 100 mm out over the projection. If metal jacketing, felts, or plastic films are used as the basic weather-barrier system then the flexible mastic with the extensible fiber cloth shall extend a minimum of 100 mm in each direction from the inside corner. This is illustrated in Fig. 5 where projections are quite hot, the mastic used may be required to be high temperature sealer instead of ordinary weather-barrier mastic. The general method presented in Fig. 5 does not imply that other systems are not good and suitable, as there are many excellent methods of sealing inside joints. The major point is that inside joint must be sealed and stay sealed in service.

اگر از روکش فلزی، نمدها، یا لایه‌های پلاستیکی به عنوان سامانه مانع آب و هوای اصلی، استفاده شوند، سپس ملات قیری انعطاف پذیر با الیاف پارچه منبسط شده. باید حداقل ۱۰۰ میلیمتر در هر طرف از گوشه داخلی امتداد یابد. این مورد در شکل ۵ تشریح گردیده است جایی که بیرون زدگی‌ها کاملاً گرم است، ملات قیری بکار رفته ممکن است، به جای یک ملات قیری مانع آب و هوای معمولی به یک آب بند با دمای بالا نیاز داشته باشد. روش عمومی ارائه شده در شکل ۵ دلالت به سامانه‌های دیگری که خوب و مناسب نیستند ندارد، همانگونه که روشهای عالی زیادی مربوط به اتصالات داخلی آب بند وجود دارد. نکته اساسی این است که اتصال داخلی باید آب بندی شده و همچنین در طول کارکرد در همین حالت باقی بماند.



**PROJECTION NOT REQUIRING INSULATION**

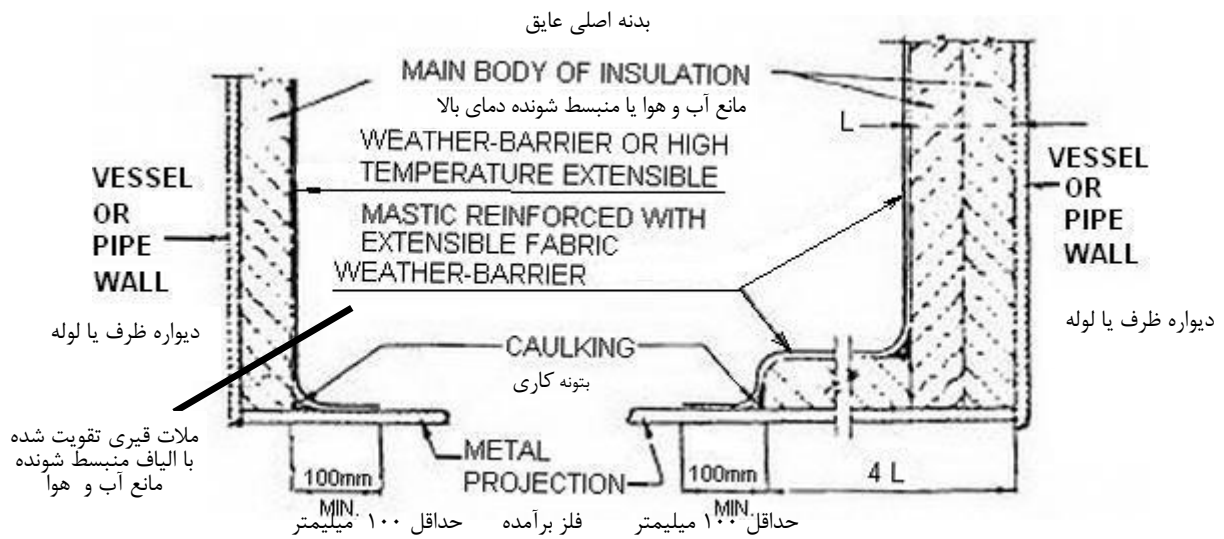
برآمدگی که نیاز به عایق ندارد

**PROJECTION WITH DUE TO TEMPERATURE, REQUIRES INSULATION**

برآمدگی که به علت دما نیاز به عایق دارد

**MAIN BODY OF INSULATION METAL, FELT OR FELT JACKETED**

بدنه اصلی فلز عایق کاری، نمد، یا روکش شده نمد



**MAIN BODY OF INSULATION WITH MASTIC-FABRIC WEATHER-BARRIER**

بدنه اصلی عایقکاری با مانع نفوذ آب و هوا آغشته به پارچه مالات قیری

**Fig. 5-METHOD OF WEATHER-SEALING PROJECTIONS**

شکل ۵- روش آب بند کردن بیرون زدگیها در برابر آب و هوا

### 5.3 Application Procedure

**5.3.1** The following application procedure which involves considerations of many variables may convey to the insulation Contractor, clearly and without equivocation the intent of the Company what he intends to be accomplished by the installation about which he is writing. Wherever necessary the procedure may be tailored to the specific job. The procedure must be written definitely and exactly to obtain the proper quality of material and assembled system.

**5.3.2** This division will not attempt to present insulation application procedure as such, but will present a method for constructing a procedure, combined with a check list from which the items for the individual specification may be selected.

**5.3.3** The insulation application procedure may be broken down into the major sections as following.

**5.3.3.1** General conditions which state what job conditions are to be expected, such as ware housing, storage and responsibilities. It further acts to the specification to the contract agreement between the Contractor and his customer. As such, the general condition section of a specification is a legal document on agreement, and not a technical matter which is out of place in application specification.

**5.3.3.2** The scope of the procedure sets the boundaries within which the procedure are to be used. This section shall be sufficiently directive to indicate to the reader what is the general purpose of the detail specifications which will follow, a general classification of the material to be used, the boundary limits of facilities to be served, and the location. To illustrate, if the procedure are to be used to insulate the roof of a building, say so in the scope. Also state the conditions under which the insulation is to serve.

#### 5.3.3.3 Application specification

The general insulation specification to which individual specifications are referred shall have the following format:

### ۳-۵ دستورالعمل کاربرد

**۳-۵-۱** دستورالعمل کاربرد زیر شامل ملاحظات از متغیرهای زیادی که ممکن است به پیمانکار عایق واگذار شود، شرکت به طور روشن و بدون ابهام تمایل دارد که پیمانکار با توجه به دستورالعمل نوشته توسط خود، اقدام به نصب نموده و کار را انجام دهد. هرچایی که برای کار خاص لازم باشد ممکن است دستورالعمل مناسب تهیه گردد. دستورالعمل باید بطور دقیق و مشخص نوشته شود تا کیفیت ماده و سامانه ساخت بدون نقص و مناسب باشد.

**۳-۵-۲** این بخش قصد ندارد دستورالعمل کاربرد عایق را به این شکل ارائه نماید، اما شیوه‌ای را برای ساخت دستورالعملی ارائه خواهد کرد، که ترکیبی از فهرست کنترل اقلامی است که از آن مواردی را با مشخصات ویژه‌ای می‌توان انتخاب کرد.

**۳-۵-۳** دستورالعمل کاربرد عایق به قسمتهای اصلی زیر میتواند تفکیک شود:

**۳-۵-۳-۱** شرایط عمومی که چگونگی وضعیت کار مورد نظر را بیان می‌کنند، مانند انبارداری، انباشت و مسئولیتها. بیشتر عملکردهای مربوط به مشخصات، برای توافق قرارداد بین پیمانکار و مشتری است. همینطور قسمت شرایط کلی مشخصات سندی است قانونی مبتنی بر توافق نه موضوعات فنی که خارج از مشخصات کاربردی است.

**۳-۵-۳-۲** دامنه کاربرد دستورالعمل، مرزهایی را برای روشهایی که باید استفاده شوند، تعیین میکند. این قسمت به اندازه کافی برای مطالعه کننده را هنمای خوبی است تا نشان دهد هدف عمومی از مشخصات تفصیلی مانند طبقه بندی کلی مواد مورد استفاده، حدود مرز خدمات تاسیساتی و مکانی چیست. روشی که برای عایقکاری سقف ساختمان مورد استفاده قرار می‌گیرد باید در دامنه کاربرد توضیح داده شود. همچنین شرایطی که تحت آن عایق باید بکار رود بیان گردد.

#### ۳-۵-۳-۳ مشخصات کاربردی

مشخصات عمومی عایق که به مشخصات اختصاصی اشاره دارد باید دارای قالب بندی زیر باشد:



**General specification:****مشخصات عمومی:**

List of materials required;

فهرست مواد مورد نیاز؛

Preparation;

آماده سازی؛

Insulation application;

کاربرد عایق؛

Weather barrier or covering application.

اجرای مانع آب و هوا یا روکش.

But each individual specification shall have the following format:

اما هر مشخصات اختصاصی باید دارای قالب بندی زیر باشد:

**Individual specification:****مشخصات اختصاصی:**

Preparation;

آماده سازی؛

Insulation application;

اجرای عایق؛

Weather barrier, or covering application.

اجرای مانع آب و هوا، یا روکش.

**5.3.3.3.1** The preparation section shall state what must have been done before the insulation is applied. In almost every instances these are operation which must have been performed by other crafts and possibly other contractors, prior to the application of the insulation. The specification must state what these operations are and place the responsibility for them correctly, so as to prevent conflict and delay.

**۵-۳-۳-۳-۱** در قسمت آماده سازی آنچه را که بایستی قبل از عایقکاری انجام شود باید شرح دهد. تقریباً در هر موردی اینها عملیاتی هستند که پیش از عایقکاری باید توسط سایر استادکاران و پیمانکاران اجرا شود. این مشخصات باید نوع عملیات و محل مسئولیتهای آنها را دقیقاً تعیین نماید تا از تعارض و تأخیر جلوگیری شود.

**5.3.3.3.2** The insulation application section shall spell out the intent as to the quality of the installation, and what is expected from the finished product of assembled insulation and accessories. Of course, no specification can detail each and every piece of the installation, but sufficient typical details must be provided that the applicators understand what is expected. For this reason, it is extremely helpful to include drawings in specifications to illustrate typical assemblies.

**۵-۳-۳-۳-۲** قسمت اجرای عایق باید منظور از کیفیت نصب و آنچه که از نتیجه نهایی عایق نصب شده و لوازم جانبی انتظار می رود را به دقت توضیح دهد. البته، هیچ مشخصاتی نمیتواند تمام جزییات نصب را به تفصیل شرح دهد، اما میشود بصورت نمونه جزییات را برای هر قطعه از عایق فراهم کرد تا اجرا کنندگان آنچه را که مورد نظر است درک نمایند. به همین دلیل اگر نقشه هم جزو مشخصات برای نصب مجموعه بسیار موثر است.

Most workmen, when shown a drawing, can get the idea of what is desired much more quickly than by reading a detailed description.

بیشتر صنعت کاران، هنگام مطالعه نقشه، آنچه که مورد نظر است را خیلی سریعتر از مطالعه توضیحات اجرایی در می یابند.

**5.3.3.3.3** The weather-barrier or covering application section may be made a part of the insulation application section, as the barrier is a part of the insulation system, but because these are installed last, it does lend itself to being a separate section, especially as a different set of materials is being used. Another advantage in making such a separate section is that, under various conditions, insulation installed as

**۵-۳-۳-۳-۳** قسمت اجرا مانع آب و هوا یا روکش ممکن است بخشی از قسمت اجرا عایق باشد، همانطور که مانع جو، بخشی از سامانه عایق است، اما چون سرانجام نصب میشوند، بخصوص به عنوان مواد متفاوتی که بکار برده می شوند، بهتر است که در قسمت جداگانه ای باشد. مزیت دیگر در ساخت چنین قسمت

called for under the insulation application section may require one type or system of weather-barriers in one location, and another in a different location. Conversely, one set of weatherbarrier application specifications may be suitable for use on many various types and forms of insulation.

**5.3.3.4** An example of the preparation of application specification follows

### **5.3.3.5 Application specifications-equipment and piping**

#### **5.3.3.5.1 Preparation**

Equipment insulation supports, of same metal as vessel, projecting to a point 25.4 mm less than the thickness of the insulation, shall be welded or bolted to the vessels to support vertical insulation. They shall be located at base of insulation, at top of vessel, and at 457.2 mm centers above the base support. A support shall be located above each vessel flange, a sufficient distance above the flange bolts to allow for their easy removal. The bottom and top supports shall be slotted with 25.4 mm by 7.6 mm slots for attachment of straps or wire.

Pipe above 8.9 mm dia NPS shall be supplied with insulation supports welded or bolted just above lower elbow of risers. Projection of this support shall be a minimum of 38 mm. On long vertical runs of pipe, additional supports shall be installed on 457.2 mm centers.

Flat surfaces and large bottom heads shall be equipped with rectangular punched welding pins to support the insulation. These pins shall be welded to surface in an approved manner. On the top surfaces the pins shall be located on 0.61m centers-diamond pattern, on sides 0.457 m centers-diamond pattern, and 0.305 m centers-diamond pattern on bottom surfaces.

All surfaces shall be clean and dry.

Where metal surfaces are to be painted to

جداگانه ای این است که، تحت شرایط گوناگون، عایق نصب شده همانطور که ایجاب میکند تحت عنوان قسمت کاربری عایق ممکن است نیاز به یک نوع موانع آب و هوا در یک مکان و به نوع دیگری در یک مکانی متفاوت داشته باشد. بطور معکوس، مشخصات اجرای یک نوع موانع آب و هوا ممکن است برای اجرا بر روی اکثر انواع و اشکال مختلف عایق ها مناسب باشد.

**۴-۳-۳-۵** مثالی از آماده سازی مشخصات اجرایی در زیر آمده است.

### **۵-۳-۳-۵ مشخصات اجرایی - تجهیزات و لوله-کشی**

#### **۱-۵-۳-۳-۵ آماده سازی**

نگهدارنده‌های عایق تجهیزات هم جنس با فلز ظرف با بیرون زدگی تا ۲۵/۴ میلی‌متر کمتر از ضخامت عایق باید برای نگهداری عایق عمودی به ظروف، جوشکاری یا پیچ شوند. آنها باید در پایه عایق، در قسمت فوقانی مخزن، و در ۴۵۷/۲ میلی‌متری مراکز بالای نگهدارنده پایه مستقر شوند. یک نگهدارنده باید بالای هر فلنج مخزن، قرار گیرد و به منظور راحت خارج شدنشان باید فاصله کافی با بالای پیچهای فلنج داشته باشد. کف و بالای نگهدارنده‌ها باید برای اتصال تسمه ها یا سیم، ۲۵/۴ در ۷/۶ میلی‌متری شیار داده شوند.

لوله با قطر بالای ۸/۹ میلی‌متر (NPS)، باید با نگهدارنده های عایق درست در بالای زانویی زیر رایزرها، جوشکاری یا پیچ شوند. بیرون زدگی این نگهدارنده باید حداقل ۳۸ میلی‌متر باشد. در امتداد لوله‌های عمودی بلند، نگهدارنده‌های اضافی باید روی مراکز ۴۵۷/۲ میلی‌متری نصب شوند.

سطوح تخت و کله‌ی بزرگ پائینی باید مجهز به میله‌های مستطیلی با جوشکاری منگنه‌ای، برای نگهداری عایق باشند. این میله‌ها باید طبق روش تأیید شده به سطح جوشکاری شوند. در سطوح بالایی، میله‌ها باید در مراکز ۰/۶۱ متری بشکل لوزی، در طرفین از مرکز در ۰/۴۵۷ متری و بشکل لوزی و در سطوح پائینی از مرکز در ۰/۳۰۵ متری لوزی قرار گیرند.

کلیه سطوح باید تمیز و خشک شوند.

جایی که سطوح فلزی باید جهت جلوگیری از خوردگی

prevent corrosion, the paint shall be completely dry prior to the installation of the insulation.

Where heat tracing is required it shall be installed prior to application of the insulation.

### 5.3.3.5.2 Equipment

#### 5.3.3.5.2.1 Application to curved surfaces

On equipment operating at over 260°C and 1.83 m and larger in diameter, a one inch cushion blanket shall be applied over the entire surface before application of the calcium silicate curved segmental insulation. The blanket shall not be compressed, and shall be secured with a minimum amount of stainless steel wire.

On all equipment, calcium silicate shall be molded, or cut, into curved segments to fit the vessel surface, with one inch space allowed for cushioning blanket, where used. Curved block shall be applied to vessel sides in staggered position with all joints tightly butted. Insulation shall be secured with straps on 0.229 m centers. Multiple layers shall be applied so that the butt joints of one layer do not coincide with those of the other.

All layers of insulation shall be secured with straps where the contour of the vessel permits firm attachment. Insulation applied to irregular surfaces, where use of straps is impractical, shall be secured with wire.

#### 5.3.3.5.2.2 Application to flat surfaces

Block insulation shall be applied to flat surfaces in staggered position with all joints tightly butted. Blocks shall be secured with wire attached to welding pins welded to surface. Multiple layers shall be applied so that the butt joints of one layer do not coincide with those of any other layer.

After the specified thickness of insulation has been applied, wire netting shall be stretched tightly over block and secured with tie wires.

رنگ شوند، رنگ باید قبل از نصب عایق کاملاً خشک باشد.

جایی که گرمکن حرارتی نیاز باشد باید قبل از اعمال عایق، نصب شود.

### ۵-۳-۳-۲-۵ تجهیزات

#### ۵-۳-۳-۲-۵ اعمال بر روی سطوح خمیده

روی تجهیزاتی که در بیش از ۲۶۰ درجه سانتیگراد و قطر ۱/۸۳ متر یا بیشتر بکار گرفته می‌شوند، قبل از اعمال عایق قطعه قطعه‌ای انحناء دار سیلیکات کلسیم، باید روی کل سطح، اصطکاک گیر یک اینچی بکار رود و نباید فشرده شود، و باید با حداقل مقدار سیم فولادی زنگ نزن محکم شود.

روی کلیه تجهیزات، سیلیکات کلسیم باید با قالب گیری یا برش به قطعات بر روی سطح انحناء دار مخزن، با فاصله یک اینچی برای جا دادن پتوی عایقی در جاییکه استفاده می‌شود، بکار رود. بلوک انحناء دار اطراف ظرف تمام اتصالات لب به لب با وضعیت شطرنجی باید محکم شود. عایق باید با تسمه‌های با مراکز ۰/۲۲۹ متر محکم شوند. لایه‌های چندتایی باید به گونه‌ای اعمال شوند که اتصالات لب به لب یک لایه بالای‌های طرف دیگر مقارن نباشند.

تمام لایه های عایق باید با تسمه هایی که، شکل ظرف اجازه میدهد محکم اتصال یابند. اعمال عایق روی سطوح نامنظم، جایی که استفاده از تسمه ها عملی نیست، باید با سیم محکم شوند.

#### ۵-۳-۳-۲-۵ اجرا بر روی سطوح تخت

عایق بلوکی باید روی سطوح تخت در وضعیت شطرنجی با تمام اتصالات لب به لب که بهم محکم شده‌اند بکار رود. بلوکها باید با سیم متصل شده به میله‌های جوش شده، به سطح محکم گردند. لایه‌های چندگانه باید به گونه ای اعمال شوند که اتصالات لب به لب یک لایه، با لایه دیگر منطبق نباشند.

بعد از بکار بردن عایقی که ضخامت آن مشخص شده است، باید روی آن با تور سیمی بطور محکم کشیده شود و با سیم رابط محکم گردد.

### 5.3.3.5.2.3 Application to vessel heads

Vessel heads shall be insulated with preformed block (and cushion blanket where required).

Insulation on top heads up to 3.658 m diameter shall be secured with straps. Top heads larger than 3.658 m diameter, all bottom heads, and vertical heads shall have insulation secured with wire attached to rectangular pins located.

### 5.3.3.5.2.4 Application to vessel flanges

All vessel flanges shall be insulated unless specifically excepted. The flange cover shall be a preformed-slip type flange cover of the same thickness as the specified insulation thickness. Flange cover shall be of step construction, so designed that it functions as an insulation expansion joint. The upper and lower sections of the cover shall be secured to the curved side wall insulation with straps and skewers. The midsection shall be secured at its bottom so that it may slide in respect to the upper section.

### 5.3.3.5.2.5 Application of expansion joints

Insulation expansion joints shall be provided on 4.572 m centers. The insulation support shall be 25 mm above the termination of the insulation below. This void shall be packed tightly with fibrous glass wool. Slip sleeves of stainless steel sheet shall cover this opening and protect it from the weather.

Where a vessel flange occurs on a vessel, expansion shall be considered as taking place, and be compensated for by the flange cover, at that location.

### 5.3.3.5.2.6 Application to manholes and nozzles

All manholes, blind nozzles, and connecting piping flanges shall be insulated (unless specifically excepted) with pre-cut oversize covers. thickness shall be the same as specified for the vessel insulation. These covers shall be attached to the vessel insulation by wire, straps, and skewers in such a manner that movement

### ۵-۳-۳-۳-۲-۳ اجرا بر روی کنگی های ظروف

کنگی های ظروف باید با بلوک از پیش شکل داده شده (و جایی که لازم است با روکش بالشتکی) عایقکاری شوند.

عایق روی کنگی ها تا قطر ۳/۶۵۸ متر باید با تسمه‌ها محکم شوند. سرپوشهایی با قطری بزرگتر از ۳/۶۵۸ متر، تمام کنگی‌های پائینی و کنگی‌های عمودی باید عایق داشته باشند و با سیم متصل شده به میخهای مستطیلی مستقر شده، محکم شوند.

### ۵-۳-۳-۳-۲-۴ اجرا بر روی فلنج‌های ظروف

تمام فلنج‌های ظروف باید عایق شده باشند، مگر مورد ویژه‌ای مستثنی شده باشد. روکش فلنج باید از نوع از پیش شکل داده شده لغزشی بوده و ضخامت آن عین ضخامت تعیین شده عایق باشد. روکش فلنج باید ساخت مرحله‌ای داشته و طوری طراحی شود که به عنوان یک اتصال انبساطی عایق عمل نماید. قسمت‌های فوقانی و تحتانی روکش باید بطرف دیواره انحناءدار عایق با تسمه‌ها و سیخ آهنی محکم شوند. قسمت وسط باید به کف خودش محکم گردد بگونه‌ای که آنرا بتوان نسبت به قسمت فوقانی لغزاند.

### ۵-۳-۳-۳-۲-۵ کاربرد اتصالات انبساطی

عایقکاری اتصالات انبساطی باید به فاصله ۴/۵۷۲ متر از مرکز تامین شوند. نگهدارنده عایق باید ۲۵ میلیمتر بالای انتهای زیر عایق باشد. این فضا باید با الیاف پشم شیشه محکم بسته‌بندی شود. غلافهای لغزنده از ورق فولاد زنگ نزن باید این جای خالی را پوشانده و آن را در برابر عوامل آب و هوایی حفاظت نمایند.

وقتی فلنج ظرف، روی ظرف قرار می‌گیرد، انبساط، هنگام اتفاق باید در نظر گرفته شود و با روکش فلنج جبران گردد.

### ۵-۳-۳-۳-۲-۶ اعمال بر روی دریچه‌های آدم رو

#### و نازلها

کلیه دریچه‌های آدم رو، نازل‌های مسدود شده و فلنج‌های اتصال لوله کشی باید با روکشهای بزرگتر از اندازه بریده شده عایق شوند (مگر مورد ویژه‌ای مستثنی شود)، ضخامت عایق باید به اندازه همان ضخامتی باشد که برای ظروف تعیین شده است. این روکشها باید توسط سیم، تسمه‌ها و سیخ آهنی به طریقی متصل شوند که حرکت

of the vessel does not cause them to break loose.

ظرف باعث در رفتن آنها نشود.

#### 5.3.3.5.2.7 Application to vessel legs

Channel legs for vessels shall be insulated with blocks which shall extend over channel flanges and down to fireproofing or footer. The thickness of insulation shall be a minimum of 13 mm that specified for the vessel but in no case less than 50 mm.

Vessel insulation shall be butted firmly against the tank leg flange. Re-entrant space between the channel flanges and over the channel flange between body insulation shall be filled with block. Leg insulation shall be secured with straps and wire.

#### 5.3.3.5.2.8 Application to vessel skirts

Skirts of vertical vessels shall be insulated down a minimum of 4 times the insulation thickness specified for the vessel from their junction points with the vessels. Thickness of insulation shall be the same as specified for the vessel. Where required for fire protection, the outside and inside of skirts shall be insulated entirely, with a minimum of 50 mm of block insulation pre-cut to fit skirt curvature. No cushion blanket shall be used under this block insulation.

Outer insulation on skirt shall be secured with straps. Inner insulation on skirt shall be secured with wire attached to rectangular pins welded to inside of the skirt on 25 mm centers.

#### 5.3.3.5.2.9 Surface finish

Regular cylindrical surfaces, limited area flat surfaces, and preformed covers do not require any insulation or finishing cement surfacing. Any slight voids may be pointed up with insulating cement troweled flush with adjacent surfaces.

Large flat surfaces and irregular surfaces over which wire netting is installed shall be given a 12.5 mm thick, smooth and uniformly applied trowel coat of hydraulic setting insulating cement.

Weather barrier shall be as designated in insulation schedule. Materials and application shall be as called for under that designation.

#### ۵-۳-۳-۵-۲-۷ اعمال بر روی پایه های ظرف

پایه های شیاری ظروف باید توسط بلوکها عایق شود و باید تا روی فلنجهای شیاری به طرف پایین تا جایی که ضد آتش است امتداد داشته باشد. حداقل ضخامت عایق تعیین شده برای مخزن ۱۳ میلیمتر است اما تحت هیچ شرایطی نباید کمتر از ۵۰ میلیمتر باشد.

عایق ظرف باید در برابر فلنج پایه مخزن بطور محکم لب به لب شود. فضای چند دخولی بین فلنجهای شیاری و روی فلنج شیاری بین عایق بدنه باید با بلوک پر شود. عایق پایه باید با تسمه و سیم محکم شود.

#### ۵-۳-۳-۵-۲-۸ اعمال بر روی دامنه ظرف

دامنه ظروف عمودی باید بطرف پایین حداقل ۴ برابر ضخامت عایق تعیین شده برای مخزن از نقاط اتصال با مخازن، عایق شوند. ضخامت عایق باید هم اندازه مخزن باشد. در صورت نیاز به حفاظت در برابر آتش، بیرون و داخل دامنه باید بطور کامل، با حداقل ۵۰ میلیمتر عایق بلوک پیش برش شده با انحناء مناسب، عایق شود. هیچگونه اصطکاک گیر نباید زیر این عایق بلوکی استفاده شود.

عایق بیرونی دامنه باید با تسمه ها محکم شود. عایق داخلی دامنه باید با سیم متصل به میله های مستطیلی جوشکاری شده، به داخل دامنه روی مراکز ۲۵ میلیمتر محکم شود.

#### ۵-۳-۳-۵-۲-۹ پرداخت سطح

سطوح استوانه ای منظم، سطوح تخت نواحی محدود شده و روکشهای از پیش شکل داده شده به هیچ نوع عایقکاری یا روکش سیمانی نیاز ندارند. فضاهای کوچک خالی که ممکن است با سیمان عایقکاری نوک دار شوند با ماله کشیدن با سطوح مجاور، همتراز گردند.

سطوح تخت بزرگ و سطوح نامنظم که روی آن شبکه سیمی نصب شده است باید سیمان عایق خودگیر یا سفت شونده هیدرولیکی به ضخامت ۱۲/۵ میلیمتر بکار برده شود و با ماله صاف و یکنواخت شود.

مانع آب و هوا باید مانند آنچه در برنامه عایقکاری تعیین شده، باشد. مواد و کاربرد آن باید طبق درخواست باشد.

### 5.3.3.5.3 Piping

#### 5.3.3.5.3.1 Application to straight pipe

Vertical pipe over 76 mm NPS shall have insulation supported by an insulation support, welded or bolted to pipe directly above the lowest pipe fitting. Additional insulation supports shall be located 457 cm on centers above the bottom support. An insulation support shall also be installed above each valve or pair of line flanges located in the vertical run of the pipe.

Insulation shall be sectional up to 324 mm dia and may be sectional or curved segments above this diameter. Insulation shall be applied in staggered joint construction. Multiple layers shall be installed so that the butt joints of one layer do not coincide with that of another.

Securement of insulation shall be by wire up to 324 mm. Above this diameter the insulation shall be secured with straps, except that all inner layers shall be secured with wire. If metal jacketing is specified for the weather-barrier and it is secured by straps, then all layers of insulation, regardless of size shall be secured with wire.

#### 5.3.3.5.3.2 Expansion joints

Expansion joints in the insulation shall be installed every 457 cm of uninterrupted straight pipe in both the horizontal and vertical. The insulation of single and each of multiple layers shall be terminated in a straight cut. A space of 25.4 mm shall be left between the insulation terminations. This void shall be packed tightly with glass wool blanket. The expansion joint shall be protected by stainless steel sleeves.

#### 5.3.3.5.3.3 Application to flanged fittings

All flanged valves and fittings, with the exception of ball and plug valves, shall be insulated with preformed covers in accordance with the dimensions given in ASTM Recommended Practice C-450, latest revision. Ball and plug valve covers shall be field fabricated of the proper sectional pipe insulation. These covers shall be secured in position with straps.

### ۵-۳-۳-۳-۵ لوله‌کشی

#### ۵-۳-۳-۳-۵ اعمال بر روی لوله مستقیم

لوله عمودی با قطر اسمی بیشتر از ۷۶ میلیمتر باید دارای عایقی باشد که تکیه گاه آن، مستقیماً به لوله، بالای پایین-ترین اتصال لوله جوش یا پیچ شده باشد. نگهدارنده‌های عایق اضافی باید روی مراکز ۴۵۷ سانتیمتری بالای تکیه‌گاه کف مستقر شوند. یک نگهدارنده عایق همچنین باید بالای هر شیر یا جفت فلنجهای خط مستقر شده در مسیر عمودی لوله، نصب گردند.

عایق تا قطر ۳۲۴ میلیمتر باید مقطعی باشد و بالاتر از این قطر ممکن است به صورت مقطعی یا انحنادار باشد. عایق بایستی به شکل اتصال شطرنجی اعمال شود. لایه-های چندگانه باید به گونه‌ای اعمال شوند که اتصالات لب به لب یک لایه با لایه دیگری منطبق نباشد.

پایداری عایق ۳۲۴ میلیمتری باید با سیم انجام شود. عایق با قطر بیشتر، باید با تسمه‌ها محکم شود، به جز لایه‌های داخلی که باید با سیم محکم گردند. اگر روکش فلزی برای مانع آب و هوا تعیین شده باشد و با تسمه‌ها محکم شود در آن موقعیت تمام لایه‌های عایق، بدون توجه به اندازه باید با سیم محکم شوند.

#### ۵-۳-۳-۳-۵ اتصالات انبساطی

اتصالات انبساطی در عایق باید هر ۴۵۷ سانتیمتر از لوله مستقیم متوالی به هر دو حالت افقی و عمودی نصب شود. عایق تک لایه و لایه‌های چندگانه باید به برش مستقیم ختم شوند، یک فضای ۲۵/۴ میلیمتری باید بین نقاط پایانی عایق باقی گذاشته شود. این فضا باید با روکش پشم شیشه پتویی بطور محکم پر شود. اتصال انبساطی باید با غلافهای فولادی زنگ نزن محافظت شود.

#### ۵-۳-۳-۳-۵ اعمال بر روی اتصالات فلنجی

روی کلیه شیرها و اتصالات فلنجی به استثناء شیرهای توپی و پلاگ، باید با روکش‌های از پیش شکل داده شده مطابق با ابعاد داده شده در آخرین ویرایش ASTM Recommended Practice C-450 نصب شوند. روکشهای شیر توپی و پلاگ باید از عایق لوله قطعه ای مناسب در محل ساخته شوند. این روکشها باید در جای خود با تسمه‌ها محکم شوند.

#### 5.3.3.5.3.4 Application of welded fitting covers

All welded fittings over 89 mm dia shall be insulated with preformed covers in accordance with ASTM Recommended Practice C-450, latest revision. These covers shall be secured in position by straps or wires, depending upon pipe diameter.

#### 5.3.3.5.3.5 Application to small welded or screwed fittings

Welded fittings under 89 mm dia and screwed fitting covers may be preformed or field fabricated and secured in position with wire. Fittings less than 48 mm dia may be insulated with insulating cement installed to the specified thickness.

#### 5.3.3.5.3.6 Finish

No insulating cement or finishing cement shall be used to cover any preformed pipe or fitting covers. Slight voids shall be pointed up with cement to bring flush with adjacent surfaces.

Application to heat traced pipe (where required).

Piping requiring tracing by tubing or electric conduit up to 16 mm dia shall be insulated with oversize insulation. The size of preformed fittings for this traced piping is given in the "Traced" section of ASTM Recommended Practice C-450, latest revision. After tracing is installed and is thermally connected by heat transfer cement, the pipe and fittings shall be insulated as previously specified.

#### 5.3.3.6 Weather-barriers, metal jacket pipe (designation I)

##### Application of metal jacket to insulated straight pipe

Jacket shall be installed by placing it around the pipe insulation and engaging the "Z" joint. The "Z" joint on horizontal piping shall be on

#### ۵-۳-۳-۳-۴ اعمال بر روی روکشهای اتصالات جوشکاری شده

کلیه اتصالات جوشکاری شده با قطر بیشتر از ۸۹ میلیمتر باید با روکشهای از پیش شکل داده شده مطابق با آخرین ویرایش ASTM Recommended Practice C-450 عایق شوند. این روکشاها باید در جای خود با تسمه‌ها یا سیمها، بسته به قطر لوله، محکم شوند.

#### ۵-۳-۳-۳-۵ اعمال بر روی اتصالات جوشکاری یا پیچ شده

اتصالات جوشکاری شده کمتر از قطر ۸۹ میلیمتر و روکشهای اتصال پیچ شده ممکن است از پیش شکل داده شده و با سیم درجا محکم شوند. اتصالات کمتر از قطر ۴۸ میلیمتر ممکن است با نصب سیمان عایقکاری به ضخامت تعیین شده، عایق شوند.

#### ۵-۳-۳-۳-۶ تکمیل کردن

هیچ سیمان عایقکاری یا سیمان تکمیلی نباید برای پوشاندن روکشهای لوله یا اتصال از پیش شکل داده شده، استفاده شوند. حفره‌های جزئی باید با سیمان، نوک دار شده تا با سطوح مجاور همتراز شوند.

کاربرد گرمایش لایه‌ای بین لوله و عایق (جایی که نیاز است).

در لوله‌کشی که به پیش گرم توسط تیوب گذاری یا مجرای الکتریکی تا قطر ۱۶ میلیمتری، نیاز است، باید با عایق بزرگتر از اندازه، عایقکاری شود. اندازه اتصالات از پیش شکل داده شده برای این لوله‌کشی در قسمت "پیش گرم" آخرین ویرایش ASTM Recommended Practice C-450 ارائه گردیده است. بعد از نصب شدن گرمکن لایه‌ای و اتصال حرارتی توسط سیمان انتقال حرارت، لوله و اتصالات باید همانطور که قبلاً مشخص شده عایق شوند.

#### ۵-۳-۳-۳-۵ موانع آب و هوا، لوله با روکش فلزی (انتخاب I)

کاربرد روکش فلزی بر روی لوله مستقیم عایق شده

روکش باید با قرار دادن آن در اطراف عایق لوله و با گیر دادن به اتصال "Z" نصب شود. اتصال "Z" روی لوله-کشی افقی باید در طرف عایق، با لبه باز اتصال "Z"

the side of the insulation, with the open edge of the "Z" joint pointed down. The butt joints between adjacent jackets shall be sealed with a closure band. Closure band sealing compound shall be used to seal voids across interior of closure bands where they lap over "Z" joint. Closure bands shall be secured in place with insulation strap.

On pipe insulation less than 300 mm outside diameter an insulation strap shall be installed at the half way point from each end to secure the entire assembly. On pipe insulation above 300 mm outside diameter it shall be secured in position by two straps. Straps shall be spaced 300 from each end.

Weather-barrier for fittings and irregular shapes of piping insulation is given in weather-barrier designation II which follows.

### 5.3.3.7 Weather-barrier, reinforced mastic- (designation II)

#### Application

Surface of insulation shall be smooth, even, and free of voids, and in a relatively dry state. On outside installations, insulation shall be sloped for water drainage.

Sharp outside corners of insulation shall be rounded off to not less than a 25.4 mm radius. Inside corners shall be caulked with caulking mastic to obtain a minimum 25.4 mm radius inside corner.

A heavy fillet of heat resistant sealer shall be installed around all metal which projects through the insulation. The sealer shall extend over the insulation and 152 mm over the projection.

Insulation shall be protected from weather as soon as possible. However, the barrier shall not be applied when atmospheric temperature is below 0°C or when the temperature is expected to be as low as -3.9°C within the ensuing 24 hours.

Reinforcing cloth shall be bonded, taut and smooth, to the insulation surface with the weather-barrier mastic. All joints shall be overlapped a minimum of 51 mm. All inside and outside corners shall be rounded and

بطرف پایین باشد. اتصالات لب به لب بین روکشهای مجاور باید با نوار بند، آب بندی شوند. ترکیب نوار بند آب بندی باید برای آب بند کردن حفره های سراسر نوارهای بندهای داخلی، جایی که آنها روی اتصال "Z" قرار می گیرند بکار برده شوند. نواربندها باید در جای خود با تسمه عایق محکم شوند.

روی عایق لوله با قطر بیرونی کمتر از ۳۰۰ میلیمتر یک تسمه عایق باید از وسط، از هر دو طرف به کل مجموعه محکم نصب شود. عایق روی لوله با قطر بیرونی ۳۰۰ میلیمتر باید توسط دو تسمه در محل محکم شود. تسمه-ها باید از طرف هر دو انتها ۳۰۰ میلیمتر فاصله داشته باشند.

مانع آب و هوایی برای اتصالات و شکلهای نامنظم عایق لوله در انتخاب دوم مانع آب و هوا ارائه شده در ذیل آمده است.

### ۵-۳-۳-۷ مانع آب و هوا ملات قیری تقویت شده؛ (انتخاب II)

#### روش اجرا

سطح عایق باید صاف، هموار، و عاری از حفره باشد. روی تأسیسات بیرونی، برای تخلیه آب عایق باید شیبدار باشد.

گوشه‌های بیرونی نیز عایق باید با شعاع حداقل ۲۵/۴ میلیمتر گرد شوند. گوشه‌های داخلی باید بتونه شوند تا حداقل شعاع ۲۵/۴ میلیمتری گوشه داخلی بدست آید.

یک پرکننده غلیظ آب بند مقاوم به گرما باید در اطراف کلیه ب بیرون زدگی‌های فلزی نصب شود. آب بند کننده باید روی عایق و ۱۵۲ میلیمتر روی بیرون زدگی امتداد یابد.

عایق باید هرچه زودتر از عوامل جوی حفاظت شود. بهر روی، مانع نباید زمانی که دمای محیط زیر صفر است یا زمانی که انتظار می‌رود به کمتر از ۳/۹- درجه سانتیگراد در عرض ۲۴ ساعت برسد، بکار رود.

پارچه تقویت کننده باید محکم و صاف با ملات قیری مانع آب و هوا به سطح عایق چسبیده شود. کلیه اتصالات باید حداقل ۵۱ میلیمتر همپوشانی داشته باشند. کلیه گوشه‌های داخلی و بیرونی باید گرد شده و با دو لایه



overlapped with two layers of cloth. Cloth shall extend a minimum of 102 mm out on all projections through the insulation.

Mastic shall be troweled or palmed over the entire surface, pressing it through the mesh of the cloth to obtain bond with the insulation. The weather-barrier mastic shall be carried out 154 mm onto metal, beyond termination of the insulation on supports, skirts, or other metal projections. Care must be taken that mastic completely seals the openings in the cloth. After the weather-barrier has partly set, it shall be water brushed to smooth even surface. The combined thickness of the weather-barrier coating and the reinforcing cloth shall not be less than 1.6 mm when dry.

Drip on floors, concrete, or splatter on gages, valve stems, instruments or other items must be immediately washed clean with water, then dried.

Expansion joints in weather-barriers over insulation expansion joints shall be constructed with expansion sleeves.

**5.3.3.8** In this sample specification reference illustrations may be given for easier understanding the intend of the specification. The use of drawings to illustrate specifications is highly recommended as being a very effective means of communicating information.

In the preparation of specifications, various means may be used to reduce the space and amount of written matter. For example, the properties of material may be presented in tabular form rather than by referring to each property and test method in written form. These methods of presentation are quite efficient and desirable.

Here it shall be reemphasized that the specification, as presented, was a sample of the items to be covered by a specification and a suggested format by which all these items can be presented to communicate the desires of the Designer- Engineer to the Contractor and his personnel. The presentation given is not a recommendation of insulation application. Only the engineer who knows his installation requirements, the properties of materials, and how they should be applied is in a position to prepare application specification for his installation.

پارچه همپوشانی شوند. پارچه باید حداقل ۱۰۲ میلیمتر روی تمام بیرون زدگی ها از وسط عایق، امتداد یابد.

ملات قیری باید روی تمام سطح، با فشار کف دست یا ماله کشی از وسط روزنه های پارچه عبور کرده تا به عایق بچسبند. ملات قیری مانع نفوذ عوامل آب و هوا، باید تا ۱۵۴ میلیمتر روی فلز، دور از انتهای عایق بر روی نگهدارنده ها، حاشیه ها، یا سایر بیرون زدگی های فلزی بکار رود. باید دقت شود که ملات قیری بطور کامل منافذ پارچه را آب بندی کند. بعد از اینکه مانع آب و هوا تا اندازه ای نصب شد، باید برس همراه با آب زده شود تا سطح صاف و هموار گردد. ضخامت پوشش مانع آب و هوا و پارچه تقویت شده در موقع خشک شدن نباید کمتر از ۱/۶ میلیمتر باشد.

چکه روی کفها، بتن یا ترشح روی اندازه گیرها، دسته های شیر، ابزارها یا سایر اقلام، بلافاصله باید با آب شسته و تمیز و سپس خشک شوند.

اتصالات انبساطی در موانع آب و هوا روی اتصالات انبساطی عایق باید با غلافهای انبساطی ساخته شوند.

۵-۳-۳-۸ در این مشخصات نمونه، توضیحاتی که داده میشود برای درک بهتر از هدف مشخصات است. استفاده از نقشه ها برای توضیح مشخصات به عنوان وسیله ای بسیار موثر در اطلاع رسانی توصیه میشود.

ممکن است در تهیه مشخصات، از وسایل مختلفی برای کاهش فضا و مقدار موضوع نوشتنی استفاده شود. برای مثال، ممکن است خواص مواد به صورت جدولی ارائه شود تا اینکه برای هر یک از خواص و روش آزمون به صورت کتبی ارائه شود. این روشها برای ارائه کاملاً مطلوب و موثر هستند.

باید مجدداً تأکید شود که مشخصات ارائه شده، نمونه ای از اقلامی بود که شامل مشخصات و فرم پیشنهادی می- شد که بوسیله آن تمام این اقلام را بتوان به عنوان خواسته های طراح - مهندس به پیمانکار و کارکنانش ارائه نمود. موارد معرفی شده توصیه ای برای کاربرد عایقکاری نیست. فقط مهندس مربوطه است که نیازهای نصب، خواص مواد و نحوه اعمال آنها را میداند و در جایگاهی است که مشخصات کار و انجام آن را برای نصب تهیه می نماید.

## 6. EXTENT OF INSULATION

## ۶- وسعت عایق

### 6.1 General

### ۶-۱ عمومی

**6.1.1** The Company shall specify the equipment to be insulated in the contract document based on the rules of this section so that the Contractor will have a clear view of the scope of work.

۶-۱-۱ شرکت باید در مدارک قرارداد بر پایه قوانین این قسمت، تجهیزاتی را که عایقکاری شوند معین نماید، طوری که پیمانکار دید روشنی از حدود و وسعت کار داشته باشد.

**6.1.2** Hydrostatic pressure test on pipe, vessels and equipment shall, if possible, be completed before insulation is installed. If insulation is applied before testing, all welds, threads and bolted joints shall be left exposed until completion of testing.

۶-۱-۲ آزمون فشار ایستایی لوله‌ها، ظروف و تجهیزات، در صورت امکان، باید قبل از نصب عایق، پایان یابد. اگر قبل از آزمایش عایقکاری انجام شود، تمام جوشها، رزوه‌ها و اتصالات پیچ شده، تا اتمام آزمایش، باید نمایان و در معرض دید باشند.

**6.1.3** To facilitate regular inspection of welds, bolted joints, thickness measurements, etc. removable portion of insulation and finishing material shall be provided in appropriate locations to be selected at site by the employer. The junction between removable and permanent insulation shall be made readily discernible, e.g. by painting the end of permanent insulation or laying a suitable textile fabric over the end. The removable cover shall be of the same basic material and thickness as the permanent insulation and of sufficient rigidity to withstand handling.

۶-۱-۳ برای تسهیل بازرسی منظم، جوشها، اتصالات پیچ شده، اندازه گیریهای ضخامت و غیره، بخش جدا شدنی عایق و مواد پرداخت کاری باید در مکانهای مناسبی که توسط کارکنان در محل انتخاب میشود فراهم گردد. اتصال بین عایق جدا شدنی و دائمی باید به راحتی تشخیص داده شود، برای مثال، با رنگ آمیزی انتهای عایق ثابت یا قرار دادن پارچه روی آنها. روکش جدا شدنی باید از همان ماده پایه و ضخامت آن مانند عایق دائمی و با سختی کافی جهت تحمل جابجایی باشد.

**6.1.4** Vertical vessels which have a marked decrease in temperature from bottom to top shall be insulated as follows: lower half of the vessel shall be insulated for the bottom service temperature, and upper half may be insulated for the vessel overall average temperature.

۶-۱-۴ ظروف عمودی که از کف تا بالا دارای کاهش محسوس دما هستند باید مطابق زیر عایق شوند: نیمه پایین باید برای دمای کارکرد کف، عایق شود و نیمه بالا ممکن است برای دمای متوسط کل مخزن عایق شود.

**6.1.5** Projections beyond the normal insulation thickness, such as stiffener rings on vessels which are on integral part of such equipment, shall be fully and independently insulated and finished in the same manner as the equipment and the cladding shall be arranged to allow for expansion of the vessel.

۶-۱-۵ بیرون زدگی‌ها، ورای ضخامت معمولی عایق، مانند حلقه‌های پشت بند روی ظروفی که بخش جدا شدنی از چنین تجهیزاتی هستند، باید بطور کامل و مستقل عایق شوند و به همان طریق مانند تجهیزات تکمیل گردند و روکش باید به طریقی باشد که انبساط ظرف را ممکن سازد.

**6.1.6** Pumps, compressors and turbines shall not be insulated unless required for process control or for safety aspects.

۶-۱-۶ تلمبه‌ها، کمپرسورها، و توربینها نباید عایق شوند مگر اینکه برای کنترل یا برای جنبه های ایمنی مورد نیاز باشند.

**6.1.7** Nameplates containing design and/or operating data, stampings, thermowell bosses, pressure tappings and warning notices on heat exchangers with differential pressures, shall not

۶-۱-۷ پلاکهای شناسایی دارای اطلاعات طراحی و یا عملیاتی، حکاکی‌های روی پلاک، بیرون زدگی‌های ترموول، انشعاب جهت اندازه گیری فشار و هشدار دهنده‌های روی

be insulated and the insulation shall be beveled back and sealed or a window shall be provided if necessary.

**6.1.8** Seals vent chamber, and drip pots in pipelines shall not be insulated unless specified otherwise by the Company.

**6.1.9** The word "fitting" shall designate, tees, caps, reducers, miters and stub-in connections.

**6.1.10** The installation of rings around nozzles of insulated vessels shall be avoided since this would interfere with the easy access for inspection measurements and hammer testing.

**6.1.11** Skirts, legs or supports of insulated vessels shall be insulated externally along a minimum distance of 600 mm from their point of contact with the shell or to within 50 mm of the top of the fireproofing, where applicable.

## 6.2 Hot Insulation

**6.2.1** Vessel manways, handholes weep hole nipples, samples connections, nozzles with blind flange, exchanger tubes sheet, flange, etc. shall not be insulated on hot insulated vessels exchangers or equipment, but shall be insulated where required for acoustical control. If specified to be insulated, preformed insulation of a design permitting removal and replacement shall be applied.

**6.2.2** Piping bends are usually insulated to the same specifications as the adjacent straight piping. Where preformed material is used it shall be cut mitered segment fashion and wired or strapped into position; alternatively, prefabricated or fully moulded half-bends may be used if these are available. Plastic composition may be used to seal any gaps that may appear between mitered-segments.

**6.2.3** It is preferable that flanges, valves and other fittings on hot piping above 300°C be insulated, but where hidden flange leakage may cause a possible fire or other hazard, e.g. with oil lines, or where repeated access will make it uneconomical, insulation may be omitted.

مبدلهای حرارتی با فشارهای تفاضلی، نباید عایق شوند و عایق باید به عقب پیچ دار و آب بندی شود یا باید در صورت نیاز یک دریچه تعبیه گردد.

**۸-۱-۶** محفظه خروجی آب بندها و ظرف قطره گیر در خطوط لوله نباید عایق شوند، مگر به نحو دیگری توسط شرکت مشخص شده باشد.

**۹-۱-۶** کلمه "اتصالات" باید مشخص کننده، تیها، درپوشها، تبدیل کنندهها، فارسی برها و به لوله اصلی را معین نماید.

**۱۰-۱-۶** از نصب حلقه ها، اطراف نازلهای ظروفی عایق شده باید اجتناب شود، چون مانع دسترسی آسان برای بازرسی اندازه گیریهای و آزمایش چکش میشوند.

**۱۱-۱-۶** دامنهها، پایهها یا نگهدارندههای ظروف عایق شده باید از لحاظ بیرونی در امتداد فاصله ۶۰۰ میلیمتری از نقطه تماس شان با بدنه، یا در فاصله ۵۰ میلیمتری از بالای ضد آتش، جایی که امکان دارد عایق شوند.

### ۲-۶ عایق داغ

**۱-۲-۶** دریچههای آدم رو ظرف، دریچههای دست رو، گریس خورها، اتصالات نمونه گیری، نازلها با فلنج مسدود کن، تیوب شیت مبدل، فلنج و غیره، نباید روی ظروف، مبدلها یا تجهیزات عایق شده داغ، عایق شوند، ولی هر کجا که برای کنترل صدا لازم است باید عایقکاری به عمل آید. در صورت تشخیص، عایق از پیش شکل داده شده حذف و جایگزینی اعمال شود.

**۲-۲-۶** خمهای لوله کشی معمولاً با همان مشخصات لوله کشی مستقیم مجاور، عایق می شوند. جایی که از مواد از پیش شکل داده شده استفاده می شود، باید مدل قطعه اتصال فارسی بر شده و در محل سیم کشی یا تسمه کشی شود؛ به عبارت دیگر، از خمهای پیش ساخته یا نیمه قالب شده کامل موجود میشود استفاده نمود. می توان از ترکیب پلاستیک برای آب بندی شکافهایی که ممکن است بین قطعه های اتصال فارسی بر ظاهر شود استفاده کرد.

**۳-۲-۶** ترجیح دارد که فلنجها، شیرها و دیگر اتصالات روی لوله کشی داغ بالای ۳۰۰ درجه سانتیگراد، عایق شوند، اما محلی که نشستی فلنج مخفی است که باعث آتش سوزی یا خطر دیگری میشود، برای مثال، خطوط نفت، یا هر کجا که دسترسی مکرر آن را غیر اقتصادی میسازد، عایق باید حذف شود.

**6.2.4** Valves and flanges in piping for viscous fluids, e.g. asphalt and paraffin wax service, and in all lines in services above 300°C shall be provided with removable insulation covers. Attention shall be paid to the insulation details to prevent leaking product into the line insulation. Drainage outlets should be provided to give visible indication of a possible valve or flange leak.

**6.2.5** Bonnet and channel hangs on heat exchangers shall preferably be insulated by means of a removable double skin box. If the weight of the box exceed 25 kg it shall be in two or more parts and the weight of each part be less than 25 kg.

**6.2.6** For heat exchangers on hydrogen duty, tube-sheet and channel flanges shall not be insulated, but a simple removable galvanized sheet metal protecting shroud shall be placed over the bolts to protect them from the effect of thermal shock from rain storms. A suitable gap shall be left between the bolts and the shroud to allow adequate ventilation. Also flanges for hydrogen service shall never be insulated.

**6.2.7** Steam traps and the outlet side of the steam trap piping shall not be insulated. Lines to steam traps shall be insulated. In the case of thermostatic type traps, 600-1000 mm of line before trap shall be left uninsulated.

**6.2.8** Heat exchanger flanges, exchanger channel and shell cover, saddle support for horizontal equipment, equipment shell closure flanges, nozzles to which non insulated piping is attached, tube union, tube and shell connectors on fin tube exchangers also shall not be insulated unless specified otherwise or required for personnel protection.

**6.2.9** The bodies of safety valves shall not be insulated.

**6.2.10** Steam condensate lines shall remain uninsulated except as required for personnel or freeze protection.

### 6.3 Cold Insulation

**6.3.1** All external surfaces shall be completely insulated except for pumps which shall be

۴-۲-۶ شیرها و فلنجهای لوله‌کشی برای سیالات گرانبه، مانند، آسفالت و پارافین موم دار، در تمام خطوط که در دمای بالای ۳۰۰ درجه سانتیگراد بکار گرفته میشوند، روکشهای عایق جداسدنی باید تامین شود. به جزییات عایق باید توجه داشت تا از نشت محصول به داخل عایق خط جلوگیری شود. خروجی‌های تخلیه برای شیر یا فلنج، برای مشاهده نشت احتمالی باید تامین شود.

۵-۲-۶ درپوش و نگهدارنده چنل روی مبدلهای حرارتی ترجیحاً توسط محفظه دو لایه‌ای جدا شدنی باید عایق شوند. اگر وزن محفظه بیش از ۲۵ کیلوگرم باشد، باید آنرا در دو بخش یا بیشتر و وزن هر بخش از ۲۵ کیلوگرم کمتر باشد.

۶-۲-۶ برای مبدلهای حرارتی در کاربری هیدروژن، تیوب شیت و فلنجهای چنل نباید عایق شوند. اما پوشش حفاظت کننده فلزی از ورق گالوانیزه که به راحتی جدا میشود باید روی پیچها قرار داده شود تا آنها را از شوک حرارتی ناشی از طوفانهای بارانی حفاظت نماید. شکاف مناسبی باید بین پیچها و پوشش گذاشته شود تا تهویه موثری انجام پذیرد. همچنین تمام فلنجهای در کاربری هیدروژن هرگز نباید عایق شوند.

۷-۲-۶ تله های بخار و لوله خروجی آنها نباید عایق شوند. لوله‌های منتهی به تله‌های بخار باید عایق شوند. در مورد تله های از نوع ترموستاتیک، ۶۰۰ تا ۱۰۰۰ میلیمتر لوله قبل از تله، نباید عایق شوند.

۸-۲-۶ فلنجهای مبدل حرارتی، چنل مبدل و درپوش پوسته، نگهدارنده حایل برای تجهیزات افقی، فلنجهای دریچه پوسته تجهیزات، نازلهایی که به آن لوله‌کشی عایق نشده متصل است، مهره و ماسوره تیوب، اتصالات تیوب و پوسته روی تیوب پرده‌دار مبدلها همچنین نباید عایق شوند، مگر به نحو دیگری مشخص شده و یا برای حفاظت کارکنان لازم باشد.

۹-۲-۶ بدنه شیرهای ایمنی نباید عایق شوند.

۱۰-۲-۶ خطوط چگالش بخار باید بدون عایق بمانند، مگر در صورت لزوم برای حفاظت از کارکنان یا یخ زدن.

### ۳-۶ عایق سرد

۱-۳-۶ تمام سطوح بیرونی باید بطور کامل عایق شوند به جز تلمبه‌ها مگر زمانی باید عایق شوند که تشخیص

insulated only if specified.

داده شده باشد.

**6.3.2** Vessels and their skirts shall be thermally isolated from their holding down bolts and pipes shall also be thermally isolated from their supports. Hard wood blocks or other suitable material shall be used for this purpose. Ladders and platforms shall also be isolated from the vessels to which they are attached. Where hardwood blocks or similar material is used, this shall be suitably fire-proofed. Insulation shall be extended sufficiently to prevent frosting of adjacent parts.

۲-۳-۶ ظروف و دامنه آنها باید از پیچهای نگهدارنده از لحاظ گرمایی مجزا شده و همچنین لوله‌ها باید از نگهدارنده‌های خودشان بخاطر گرما مجزا شوند. بلوکهای چوبی سخت یا مواد مناسب دیگر باید برای این منظور بکار روند. پله‌ها و سکوها همچنین باید از ظروفی که به آنها متصل شده مجزا شوند. در جایی که بلوکهای سخت چوبی یا مواد مشابه بکار رود، باید در برابر آتش مقاوم باشد. گسترش عایق باید بقدر کافی بوده تا از یخ زدن بخشهای مجاور جلوگیری نماید.

**6.3.3** Flanged connections on cold insulated vessels, heat exchangers, equipment or piping shall be insulated.

۳-۳-۶ اتصالات فلنجی روی ظروف عایق شده سرد، مبدلهای حرارتی، تجهیزات یا لوله‌کشی‌ها، باید عایق شوند.

## 6.4 Finishes

## ۴-۶ تکمیل کننده‌ها

### 6.4.1 General

### ۱-۴-۶ عمومی

**6.4.1.1** Insulation exposed to the weather or subject to the mechanical damage should normally be protected with metal sheeting and shall be arranged to shell water. Consideration may be given to the use of plastic sheeting or mastic finishes in certain areas.

۱-۱-۴-۶ عایقی که در معرض عوامل جوی یا آسیب‌های مکانیکی قرار دارد معمولاً باید با ورق فلزی حفاظت شود و ناحیه پوسته آب انجام گیرد. استفاده از ورق پلاستیک یا تکمیل کننده‌های ملات قیری، در نواحی خاص باید مورد توجه باشند.

**6.4.1.2** Within units processing hydrocarbons or other flammable materials, and on crude oil tanks and on tanks and vessels storing liquefied flammable gases, the cladding shall be galvanized or aluminized steel. Outside these areas and on the other pipes, tanks and vessels, aluminum cladding may be used.

۲-۱-۴-۶ در داخل واحدهای فرآیند هیدروکربن یا سایر مواد قابل اشتعال و روی مخازن نفت خام و مخازن و ظروف حاوی گازهای قابل اشتعال مایع، روکش فلزی باید از فولاد گالوانیزه یا آلومینیومی باشد. بیرون از این نواحی و برای سایر لوله‌ها، مخازن و ظروف، ممکن است از روکش آلومینیومی استفاده شود.

**6.4.1.3** In particularly corrosive or difficult situations, consideration may be given to the use of light gage stainless steel.

۳-۱-۴-۶ بویژه در شرایط مشکل و خورنده، ممکن است استفاده از فولاد زنگ نزن درجه سبک مورد توجه قرار گیرد.

### 6.4.2 Hot services

### ۲-۴-۶ شرایط داغ

**6.4.2.1** When cladding is precluded by the shape of the equipment or when sheltered from the weather, rigid insulation finished with a hard setting cement shall be used.

۱-۲-۴-۶ هرگاه روکش کردن به دلیل شکل تجهیزات یا محافظ جوی، از روکش کردن جلوگیری نمایند باید از عایق سخت تکمیلی با سیمان سخت‌گیر استفاده شود.

**6.4.2.2** Hard setting cement finishes shall only be used over flexible insulation in combination with well supported expanded metal reinforcement.

۲-۲-۴-۶ تکمیل کننده‌های سیمانی سخت‌شو فقط باید روی عایق قابل انعطاف در ترکیب با تقویت فلز منبسط شده‌ای که به خوب نگهداری شده است، استفاده گردد.

**6.4.2.3** Heads of vessels should normally be finished with segmental metal cladding which shall be overlapped and sealed to prevent moisture entering under the vertical cladding.

### 6.4.3 Cold services

**6.4.3.1** Sealing materials must be compatible with the insulation.

**6.4.3.2** Where required as a protection from mechanical damage or to reduce the fire risk, insulation shall be protected with metal cladding which shall be secured by bands at approximately 500 mm centers. Self tapping screws should not be used since these may penetrate the sealing materials.

**6.4.3.3** For rigid materials a joint sealer shall also be applied to all joints in the insulation material.

**6.4.3.4** Precautions shall be taken to prevent leakage of solvents on to vapor barriers.

## 7. METHODS OF INSULATION APPLICATION

### 7.1 General

**7.1.1** Insulating materials shall be kept dry in store and during erection, since wet insulation cannot always be dried out on site.

**7.1.2** Insulation removed from storage shall be used the same day and neither to be returned to storage or left overnight on the job site.

**7.1.3** Cartons containing rigid sections or segments need to be stored end-up and be stacked no more than three high.

**7.1.4** Bales containing slab insulation shall be stored flat, stacked not more than six high and preferably only four high if storage is likely to exceed a year.

**7.1.5** Bales containing mattress insulation shall be stacked flat and not more than four high.

**7.1.6** Metal sheet e.g. aluminum or galvanized mild steel, may be delivered as single sheets or in bundles, dependent on the type of handling facilities in the stores.

۳-۲-۴-۶ کلگی‌های ظروف معمولاً باید با روکش فلزی قطعه‌ای تکمیل گردند و باید همپوشانی و آب بندی شود تا از ورود رطوبت به زیر روکش عمودی جلوگیری نماید.

### ۳-۴-۶ شرایط سرد

۱-۳-۴-۶ مواد آب بندی بایستی با عایق سازگار باشند.

۲-۳-۴-۶ در جایی که لازم است بعنوان یک محافظ از صدمه مکانیکی یا برای کاهش خطر آتش سوزی ، عایق باید با روکش فلزی حفاظت گردد و بوسیله نوارهای محافظ تقریباً در مراکز ۵۰۰ میلی متری محکم شود. از پیچ‌های خود کار نباید استفاده گردد چون ممکن است در مواد آب بندی نفوذ نمایند.

۳-۳-۴-۶ برای مواد سخت ، یک آب بند اتصال باید برای تمام اتصالات در مواد عایق بکار رود.

۴-۳-۴-۶ باید احتیاط‌های لازم جهت جلوگیری از نشت حلالها روی موانع بخار بعمل آید.

### ۷- روشهای اعمال عایق

#### ۱-۷ عمومی

۱-۱-۷ مواد عایق کننده باید در انبار و در حین نصب خشک نگهداری شود. چون عایق مرطوب را همیشه نمی‌توان در محل خشک کرد.

۲-۱-۷ وقتی عایق از انبار بیرون آورده شود باید در همان روز استفاده گردد و نباید به انبار برگردد و یا تمام شب در محل کار باقی بماند.

۳-۱-۷ بسته‌های محتوی قسمتهای سخت لازم است بطور عمود انبار شوند و بیش از سه طبقه رویهم قرار نگیرند.

۴-۱-۷ عدلهایی که دارای عایق قالبی هستند باید به صورت تخت انبار شوند و بیش از شش طبقه انبار نگردد و اگر مدت نگهداری آنها بیش از یکسال باشد ترجیحاً فقط تا ۴ طبقه روی هم قرار گیرند.

۵-۱-۷ عدلهایی که دارای عایق تشکی هستند باید به صورت تخت و بیش از ۴ ارتفاع انباشته نشوند.

۶-۱-۷ ورق‌های فلزی مانند آلومینیوم یا فولاد نرم گالوانیزه، ممکن است به صورت ورقهای تکی یا به صورت دسته‌ای، بسته به نوع تسهیلات جابجایی، به انبار تحویل شوند.

**7.1.7** Sheets or bundles should be stored under cover in a dry atmosphere under ambient temperatures. The first layer of sheets not exceeding 0.5 tone or first bundle shall be stacked on a pallet board, the second and subsequent layers or bundles shall be supported on timber spaced at not more than 600 mm center between each layer or bundles.

**7.1.8** Sheet edges shall be examined at least monthly to see if any discoloration has taken place. If discoloration occurs faces of the sheet shall be examined and, if necessary, dried and restacked.

**7.1.9** When storage for longer than three months is contemplated the supplier shall be consulted for recommendations on packaging the sheets prior to storage.

**7.1.10** Ancillary fixing materials, bandings, screws, mastics, etc., need to be stored under cover in a dry atmosphere not below 5°C. It is important, particularly with two-part adhesives, mastics or foam systems, to verify the shelf life.

**7.1.11** Apart from certain load bearing materials, most types of insulating materials require support or reinforcement when applied; they also require to be secured to the surface to be insulated. For these reasons, it may be necessary to attach fixing accessories to the piping or equipment before application of the insulating materials is commenced.

**7.1.12** All insulating materials, however fixed, shall in close contact with the surfaces to which they are applied, unless an air space is specially required.

**7.1.13** Where the main insulation consists of preformed, or flexible material, all edges or ends shall be closely butted; for multilayer work all joints shall be staggered.

**7.1.14** As a general rule insulation shall be carried out at ambient temperature. In certain cases it may be advisable to apply finishing material at operating temperatures.

**7.1.15** Before any section of the insulation work on piping, vessels or ductwork is commenced, all hangers, brackets, pipe clips, etc. shall be in position and the necessary

۷-۱-۷ ورقها یا دسته‌ها باید زیر روکش در هوای خشک و در دمای محیط انبار شوند. لایه اول ورقهایی که از ۵/۰ تن تجاوز نکند، یا اولین دسته ورق باید روی تخته پهن مسطح انباشت شوند، و لایه‌ها دوم و لایه‌های بعدی یا دسته‌ها باید روی الوار با فاصله کمتر از ۶۰۰ میلی‌متر از مرکز، بین هر لایه یا دسته‌ها نگهداری شوند.

۷-۱-۸ لبه‌های ورق باید دست کم هر ماه جهت تغییر رنگ بازدید شوند. لذا چنانچه تغییر رنگ روی داده باشد، سطوح ورق باید امتحان و در صورت لزوم خشک و مجدداً انباشته شود.

۷-۱-۹ اگر انباشت بیشتر از سه ماه در نظر باشد، قبل از انبار کردن باید با تهیه کننده برای توصیه‌های روی بسته بندی ورقها مشورت شود.

۷-۱-۱۰ مواد ثابت کننده لوازم جانبی، نوارها، پیچها، ملات‌های قیری، و غیره، باید زیر روکش در محیط خشک حداقل ۵ درجه سانتیگراد، انبار شوند. بسیار مهم است که عمر مفید مخصوصاً با سامانه‌های چسب دو بخشی، ملاتهای قیری یا فوم، بررسی شود.

۷-۱-۱۱ جدا از تحمل بار مواد، بیشتر انواع مواد عایق موقع عمل به نگهدارنده برای تقویت شدن نیاز دارند؛ همچنین لازم است به سطحی که قرار است عایق شوند محکم کردند. به همین دلایل، ممکن است ضروری باشد که لوازم جانبی محکم کننده به لوله‌کشی یا تجهیزات، قبل از عایقکاری به آنها متصل شوند.

۷-۱-۱۲ تمام مواد عایق کاری، هرچند ثابت، باید در تماس نزدیک با سطوحی که روی آنها بکار میروند، باشند. مگر اینکه فضای خاصی مورد نیاز باشد.

۷-۱-۱۳ وقتی عایق اصلی دارای مواد از پیش شکل داده شده یا انعطاف پذیر باشد، تمام لبه‌ها یا سرها باید دقیقاً لب به لب محکم شوند؛ برای کار چند لایه تمام اتصالات باید شطرنجی شوند.

۷-۱-۱۴ بطور کلی عایقکاری باید در دمای محیط انجام شود. در موارد خاص ممکن است بکار بردن مواد تکمیلی در دمای عملیاتی توصیه گردد.

۷-۱-۱۵ قبل از اینکه هر قسمتی از عایقکاری روی لوله کشی‌ها، ظروف یا کانال کشی شروع شود، گیره‌های لوله، صفحات لچکی، بست‌ها، و غیره، باید در جایشان باشند و

acceptance tests for pressure/vacuum, etc. have been carried out.

**7.1.16** Attention is drawn to the possible danger of skin irritation when using plastic compositions. Materials with a high-free-lime content require particular care.

**7.1.17** The junction between removable and permanent insulation is to be so arranged as to be readily discerned, e.g. by painting the end of the permanent insulation or by laying a suitable textile fabric over it.

**7.1.18** Application of "in situ" foaming or spraying shall be subjected to the approval of the Company.

#### **7.1.19 Working conditions**

**7.1.19.1** Equipment, paved areas, etc. adjacent to components being insulated shall be protected from dripping compounds and cements. Any damage resulting through failure to observe protective measures shall be repaired.

**7.1.19.2** The work area shall be kept clean and free of debris resulting from insulating work; and on completion of work all coating, unused insulating material, scaffolding, etc. shall be removed.

**7.1.20** Stripping the old asbestos-containing insulation see also BS 5970.

**7.1.20.1** The old insulating material shall be examined initially by company to determine whether asbestos is present and the Contractor shall remove the insulating material so specified.

**7.1.20.2** During removal of insulations that contains asbestos, it is essential that safety requirements are observed. Thus all operators who are engaged in stripping asbestos-containing materials have to wear protective clothing and approved respiratory equipment which are available from safety department.

**7.1.20.3** The area of the work has to be segregated by the provision of the barriers in locations outside which the level of asbestos dust will not contravene asbestos regulations.

تایید آزمونهای ضروری فشار/خلأ، و غیره، انجام شده باشد.

**۷-۱-۱۶** هنگام استفاده از ترکیبات پلاستیکی باید متوجه احتمال خطر تحریک شدن پوست بود. موادی که دارای آهک آزاد زیاد هستند، نیاز به مراقبت مخصوص دارند.

**۷-۱-۱۷** اتصال بین عایق جدا شدنی و دائمی باید به گونه ای مرتب گردند که به راحتی تشخیص داده شوند، برای مثال، با رنگ آمیزی انتهای عایق دائمی یا با قراردادن پارچه ای مناسب روی آن.

**۷-۱-۱۸** کاربرد کف یا پاشش "در محل" باید منوط به تأیید کارفرما باشد.

#### **۷-۱-۱۹ شرایط کاری**

**۷-۱-۱۹-۱** تجهیزات، نواحی پوشش دار و غیره ، در مجاورت قطعاتی که لازم است عایق شوند باید در برابر چکه کردن ترکیبات و مواد سیمانی محافظت شوند. در صورت مشاهده هر صدمه ای حاصل از خرابی یا گسیختگی، اقدامات محافظتی باید اصلاح شود.

**۷-۱-۱۹-۲** محوطه کار باید تمیز و عاری از خرده ریزهای حاصل از عایقکاری؛ نگهداری شود و در اتمام کار، مواد عایق مصرف نشده، داربست، و غیره، باید برداشته شوند.

**۷-۱-۲۰** برای کندن عایق دارای آزیستهای قدیمی به استاندارد BS 5970 مراجعه شود.

**۷-۱-۲۰-۱** مواد عایق قدیمی باید در ابتدا توسط کارفرما نسبت به اینکه آیا آزیست در آنها وجود دارد یا نه مورد آزمایش قرار گیرد و در صورت تایید پیمانکار باید آنها را انتقال دهد.

**۷-۱-۲۰-۲** در حین حذف عایقهایی که دارای آزیست هستند، ضروری است که الزامات ایمنی رعایت شوند. بدین معنی که تمام کارکنانی که در کندن موادی که دارای آزیست مشغول هستند، باید لباس محافظ بپوشند و تجهیزات تنفسی تأیید شده باید از طرف اداره ایمنی در دسترس باشد.

**۷-۱-۲۰-۳** محوطه کار باید با بکارگیری موانعی در خارج از مکانهایی که میزان گرد و غبار آزیست بیشتر از حد مجاز مقررات نباشد، جدا شود.



**7.1.20.4** Wetting is not obligatory, provided that the respiratory equipment is adequate for the concentration of asbestos dust produced, and that, where appropriate, there is an adequate standard of separation between the working area and other parts of the site to prevent the scope of dust.

**7.1.20.5** Preformed insulation that is easily accessible, shall be removed dry and placed immediately in non-permeable bags, which shall be tied at the neck.

**7.1.20.6** Plastic compositions, hard-setting compositions, or self-setting cements that require the use of saws or pneumatic tools for cutting shall preferably be wetted before removal. After the outer finish has been removed, the main insulating material can be wetted, either by spraying or by injection techniques. The use of water should be controlled in order to avoid the formation of slurry with consequent risk of injury on slippery floors.

**7.1.20.7** Asbestos waste material shall be enclosed in bag marked clearly for identification.

**7.1.20.8** Bags that contain asbestos waste shall be removed from the place of work for safe disposal.

## 7.2 Surface Preparation

### 7.2.1 General

Piping and equipment shall be clean, dry and free from grease, dirt, loose rust and scale. In special cases that ingress of rain-water or condensation of water vapour in the insulation can cause severe under lagging corrosion of carbon steel and low alloy equipment and piping, the surface shall be blast cleaned and painted.

**7.2.2** Grease or oil contamination shall be removed as specified in Clause 5.1.1.3 of [IPS-E-TP-700](#) and [IPS-C-TP-101](#).

**7.2.3** The steel to be sand blasted shall be dry and operating conditions shall be such that condensation does not occur on it during work. When compressed air is used, this shall be dry and free from oil.

**7.2.4** Weld defects and surface imperfections

**۷-۱-۲۰-۴** مرطوب کردن الزامی نیست، به شرطی که تجهیزات تنفسی کافی برای غلظت گرد و غبار آریست تامین شود و در جایی که مناسب است برای جداسازی بین محوطه کاری و دیگر بخشهای محل، برای جلوگیری از میزان این گرد و غبار، استاندارد کافی وجود دارد.

**۷-۱-۲۰-۵** عایق پیش از پیش شکل داده شده که به آسانی در دسترس است، باید بصورت خشک جدا شده و بلافاصله در کیسه های غیر قابل نفوذ که انتهای آنها باید گره بخورد، قرار داده شود.

**۷-۱-۲۰-۶** ترکیبات پلاستیکی، ترکیبات سخت شونده یا سیمانهای خود سخت که نیاز به استفاده از اهر و ابزار پنوماتیک برای برش دارند، ترجیحاً باید قبل از جدا شدن مرطوب شوند. بعد از جدا سازی لایه بیرونی، ماده اصلی عایق با پاشش یا روشهای تزریقی میتواند مرطوب شود. برای اجتناب از تشکیل دوغاب با پیامد خطر لغزندگی فوم ها، استفاده از آب باید کنترل شود.

**۷-۱-۲۰-۷** مواد زائد آریست باید برای شناسایی در کیسه ای که به وضوح علامتگذاری شده گذاشته شوند.

**۷-۱-۲۰-۸** کیسه های دارای آریست زاید باید برای ایمنی از محل کار دور شوند.

## ۷-۲ آماده سازی سطح

### ۷-۲-۱ عمومی

لوله کشی و تجهیزات باید تمیز، خشک و عاری از چربی، گرد و خاک، زنگ زدگی و پوسته باشند. در موارد خاص که آب باران یا چگالش بخار آب وارد عایق میشوند که میتواند باعث تشدید، خوردگی زیر عایقکاری فولاد کربنی و تجهیزات با آلیاژ کم و لوله کشی شود، لذا سطح را باید با بلاست تمیز نموده و رنگ آمیزی شود.

**۷-۲-۲** چربی و روغن آلاینده باید طبق بند ۵-۱-۱-۳ از استاندارد [IPS-E-TP-700](#) و [IPS-C-TP-101](#) حذف شوند.

**۷-۲-۳** فولادی که سند بلاست میشود، باید خشک بوده و شرایط عملیات باید به گونه ای باشد که چگالشی در حین کار روی ندهد. هرگاه از هوای فشرده استفاده می شود، باید خشک و عاری از روغن باشد.

**۷-۲-۴** عیوب جوش و نواقص سطح، مانند لبه های تیز

such as sharp edges shall be removed.

**7.2.5** Blasting operations shall never be allowed in the vicinity of painting work or near a wet paint surface, or anywhere that blast abrasive, grit or fall-out shall impinge on a freshly painted surface, or on any uncovered primed surface.

**7.2.6** Blast cleaning operations shall not be conducted on surfaces that will be wet after blasting and before coating and when the surfaces temperature are less than 3°C above the dew point, when the relative humidity of the air is greater than 85% or when the ambient temperature is below 3°C.

**7.2.7** Blast cleaning is permitted only during the daylight.

**7.2.8** After blast cleaning the residual shot, grit and dust shall be completely removed by any means as appropriated. Care shall be taken not to recontaminate the blast cleaned surface.

**7.2.9** The prepared blast cleaned surface shall be completely primed the same day as blasted and before any visible rusting or deterioration of the surface occurs. No blasted surface shall stand overnight before coating. If such surfaces are not primed in accordance with the above they shall be reblasted.

**7.2.10** Care shall be taken not to contaminate blast cleaned surface prior to painting.

For more information on surface preparation see [IPS-C-TP-101](#).

**7.2.11** For selection of primer coat see [IPS-E-TP-700](#) Clause 5.7 and [IPS-E-TP-100](#) and for application of the primer see [IPS-C-TP-102](#).

**7.2.12** Austenitic stainless steel vessels, equipment and piping need special attention in coastal areas or where corrosive products, e.g. chlorine, chlorides and hydrogen chloride are being handled. In order to abate the effects of chlorides and moisture trapped from the atmosphere in such concentrations that contamination of the metallic surfaces under the insulation may cause stress-corrosion cracking, the external surfaces of these vessels,

باید حذف شوند.

**۷-۲-۵** هرگز نباید اجازه داد که عملیات بلاست در مجاورت کار رنگ آمیزی و یا نزدیک سطح با رنگ تر و یا هر جایی که گرد سایش، سنگ ریزه و یا ریزش ذرات روی سطح تازه رنگ شده و یا روی هر سطح آستر شده بدون روکش انجام شود.

**۷-۲-۶** عملیات تمیزکاری با بلاست روی سطوحی که بعد از بلاست و قبل از پوشش تر خواهند بود و در دمای کمتر از ۳ درجه سانتیگراد بالای نقطه شبنم و با رطوبت نسبی بیش از ۸۵ درصد و با دمای محیط زیر ۳ درجه سانتیگراد، نباید انجام شود.

**۷-۲-۷** تمیزکاری با بلاست فقط در روشنایی روز مجاز است.

**۷-۲-۸** بعد از تمیزکاری با بلاست، هر پسماند، ذرات و گردوغبار باید بطور کامل با وسیله‌ای مناسب زدوده شود. باید مواظب بود که سطح تمیز شده با بلاست مجدداً آلوده نشود.

**۷-۲-۹** سطحی که با بلاست تمیز و آماده شده باید بطور کامل در همان روز قبل از مشاهده زنگ زدگی و یا هر تخریبی، آستر شود. هیچ سطح بلاست شده‌ای نباید برای یک شب هم بدون پوشش باقی بماند و اگر آستر نشوند، باید مطابق موارد فوق مجدداً بلاست شوند.

**۷-۲-۱۰** باید مواظب بود که سطح تمیز شده با بلاست قبل از رنگ آمیزی آلوده نشود.

برای اطلاعات بیشتر آماده سازی سطح به استاندارد [IPS-C-TP-101](#) مراجعه شود.

**۷-۲-۱۱** برای انتخاب پوشش آستری به استاندارد [IPS-E-TP-700](#) بند ۵-۷ و [IPS-E-TP-100](#) و برای اعمال آستری به استاندارد [IPS-C-TP-102](#) مراجعه شود.

**۷-۲-۱۲** ظروف، تجهیزات و لوله‌کشی‌های فولاد زنگ نزن آستنیتی در نواحی ساحلی یا جایی که محصولات خورنده، برای مثال، کلر، کلریدها و کلرید هیدروژن بکار می‌روند، نیاز به توجه خاصی دارند. به منظور کاهش اثرات کلریدها و رطوبت حبس شده از آتمسفر در چنین غلظت‌هایی که آلودگی سطوح فلزی زیر عایق ممکن است باعث ترک ناشی از خوردگی تنشی شوند، سطوح بیرونی این ظروف، تجهیزات و لوله‌کشی‌ها که بعضی

equipment and piping used occasionally or operating in the temperatures above 50°C shall be thoroughly cleaned and painted (see [IPS-E-TP-100](#)), or wrapped with aluminum foil.

### 7.3 Accessories

Accessories includes attachments, insulation supports, securing devices, and reinforcements.

#### 7.3.1 Attachments

**7.3.1.1** Usually the term 'attachment' is used for any anchor fitting fixed permanently to the surface to be insulated, usually by welding. Some types of plastics fittings, e.g. nylon clips, may be fixed to the surface by means of a suitable adhesive, subject to temperature limitations. Attachments for welding may be flat or angle cleats, pipe bosses, threaded pillar nuts, washers or nuts welded 'on edge', studs of various kinds, E.g. round, flat, split pins, fork studs. Their purpose is to serve either for the direct support of insulating materials or as fixtures to which insulation supports can be secured, e.g. by bolting. Carbon steel fittings should not be welded directly to alloy steels.

**7.3.1.2** For those surfaces on which site-welding of attachments is not permissible, e.g. for certain types of alloy steel, or where subsequent internal temperature and pressure could be a hazard, it may be satisfactory to weld suitable metal pads in the appropriate locations. These shall be applied during manufacture of the equipment at the works, which would permit subsequent stress relieving; the attachments would then be joined to the pads at site.

**7.3.1.3** When the service conditions, (including any abnormal conditions that may occur as a result of incorrect operation or accident) make it necessary for a pipe or portion of plant equipment to have post-weld heat treatment to avoid any risk of brittle fracture at sub-zero temperatures, of stress-corrosion cracking, or of other type of failure, either:

اوقات در دماهای بالای ۵۰ درجه سانتیگراد بهره برداری و استفاده میشوند، باید بطور کامل تمیز و رنگ گشته (به استاندارد [IPS-E-TP-100](#) مراجعه شود) و یا با ورق آلومینیوم پیچیده شوند.

#### ۷-۳ لوازم جانبی

لوازم جانبی شامل، متعلقات، نگهدارنده‌های عایق، ابزار محکم کننده، و تقویت کننده‌هاست.

#### ۷-۳-۱ متعلقات

**۷-۳-۱-۱** معمولاً اصطلاح "متعلقات" برای هر اتصال مهار بندی که معمولاً با جوشکاری، به سطحی که باید عایق شود، بطور دائم یا ثابت و بعضی از انواع اتصالات پلاستیکی، بکار برده می‌شود، برای مثال، گیره‌های نایلونی، بسته به محدودیتهای دمایی ممکن است با یک چسب مناسب روی سطح ثابت گردند. متعلقات جوشکاری ممکن است بست پیوند تخت یا زاویه ای، بیرون زدگیهای لوله، مهره‌های ستونی رزوه شده، واشرها یا مهره های جوش شده "روی لبه" انواع مختلف میل دوسرپیچ، برای مثال، گرد، تحت، میخهای شیاردار و میل پیچهای پنجه‌ای باشند. هدف از بکارگیری آنها نگهداری مستقیم مواد عایقکاری یا بعنوان لوازم نصب کننده که به اینها نگهدارنده‌های عایق میتوانند محکم شوند می‌باشد، برای مثال، توسط پیچ کردن. توصیه میشود اتصالات فولاد کربنی مستقیماً به فولادهای آلیاژی جوش نشوند.

**۷-۳-۱-۲** برای آن دسته از سطوحی که جوشکاری متعلقات در محل مجاز نمیباشد، برای مثال، برای انواع فولاد آلیاژی، یا جایی که دما و فشار داخلی بعدی میتواند خطرناک باشد، جوش دادن لایه‌های فلزی مناسب در مکانهای مقتضی رضایت بخش خواهد بود. هنگام ساخت تجهیزات این موارد را می‌توان اعمال کرد که امکان تنش زدایی بعدی فراهم گردد و ضمامم به لایه‌ها، در جای خود جوش داده شود.

**۷-۳-۱-۳** در شرایط کاربردی (شامل هر شرایط غیرعادی که ممکن است در نتیجه اتفاق یا عملیات غلط رخ دهد) عملیات حرارتی بعد از جوشکاری برای یک لوله یا بخشی از تجهیزات یک واحد، برای جلوگیری از هر خطر شکست ترد در دمای زیر صفر، ترک ناشی از خوردگی تنشی، یا انواع دیگر معایب مانند:

- a) Weld the attachments in place before final post-weld heat treatment, or
- b) Attach the insulating material by means that do not involve welding.

**7.3.1.4** For the choice and methods of attachment of plastics or metal clips by means of adhesive, the Manufacturer's literature should be consulted. Frequently these clips are formed with an integral perforated flat base that permits penetration of the adhesive through to the upper surface. Self-adhesive insulation pins may also be used on flat smooth surfaces, such as galvanized metal or plastics ducting, provided that the surface is free from dust, and the Manufacturer's weight and temperature limitations are not exceeded.

**7.3.1.5** Typical attachments for gun welding would be plain pins of 3 mm diameter, end-fluxed studs of 10 mm diameter (plain or threaded), flat cleats 12 mm wide and 3 mm thick (or similar angle welded on edge), threaded pillar nuts up to 12 mm diameter, etc. Split pins, fork studs, and similar fastenings follow the general rule for studs, as above, with a preference that the contact area should not exceed about 80 mm<sup>2</sup>.

**7.3.1.6** The use of hand-welding technique may permit the application of attachments with larger contact areas than those indicated in 7.3.1.5 and, with relatively long angles or cleats, it may be sufficient to use intermittent (stitch) welding.

If the difference in thermal expansion between the welded contact edge and the free edge is likely to be significant distortion of the attachment shall be avoided by the introduction of saw cuts at intervals along the free edge these cuts shall penetrate to a distance of about half the width of the attachment.

**7.3.1.7** In order to avoid mechanical damage to the stud during transit or during erection of the plant, a thick threaded nut shall be welded on to the surface to the insulated, thus providing a fixture into which a threaded stud may be served at a later stage.

**الف)** متعلقات را قبل از عملیات حرارتی نهایی بعد از جوش، در جای خود جوش نمایید، یا

**ب)** مواد عایقکاری را با وسائلی متصل کنید که درگیر جوشکاری نباشد.

۷-۳-۱-۴ برای انتخاب و روشهای اتصال گیره‌های پلاستیکی یا فلزی با وسایل چسبنده، توصیه می‌شود از راهنمای مکتوب سازنده استفاده شود. این گیره‌ها اغلب با پایه تخت یکپارچه پر منفذ شکل می‌گیرند و نفوذ چسب را از میان منافذ به سطح فوقانی میسر می‌سازند. پرچ‌های عایق خود چسب همچنین ممکن است روی سطوح صاف، مانند فلز گالوانیزه یا مجرای پلاستیکی بکار برده شود، به شرطی که سطح عاری از گرد و خاک باشد و از محدودیتهای وزن و دمای سازنده بیشتر نشود.

۷-۳-۱-۵ ضمائم نمونه برای جوشکاری تفنگی عبارت خواهد بود از میله‌های ساده با قطر ۳ میلیمتر، میله‌های دو سر پیچ با انتهای گداخته با قطر ۱۰ میلیمتر (ساده یا رزوه دار)، گوه‌های تخت با عرض ۱۲ و به ضخامت ۳ میلیمتر (یا با زاویه مشابه جوش شده روی لبه)، مهره‌های ستونی رزوه‌دار تا قطر ۱۲ میلیمتر و غیره. میله‌های شیاردار، پنجه‌ای و چفت و بستهای مشابه از قاعده کلی میل پیچها بصورت فوق با این ترجیح که ناحیه تماس بیش از ۸۰ میلیمتر مربع بیشتر نشود تبعیت کنند.

۷-۳-۱-۶ استفاده از روش جوشکاری دستی، امکان کاربری ضمائم را با نواحی تماس بزرگتر از آنهایی که در بند ۷-۳-۱-۵ اشاره شده، با زاویه‌های نسبتاً بلند یا بستها فراهم می‌سازد و استفاده از جوشکاری متناوب (نوع بخیه‌ای) می‌تواند مناسب باشد.

چنانچه اختلاف انبساط حرارتی بین لبه تماس جوش شده و لبه آزاد قابل ملاحظه باشد، باید با بکارگیری برشهای اره در امتداد فواصل لبه آزاد از انحراف ضمائم اجتناب شود، این برشها باید تا حدود نصف عرض ضمائم نفوذ نماید.

۷-۳-۱-۷ به منظور جلوگیری از صدمات مکانیکی به میل پیچ، هنگام انتقال یا هنگام نصب واحد، باید یک مهره ضخیم رزوه دار روی سطح عایق شده جوش شود، تا وسیله ثابتی را که ممکن است در مرحله بعدی یک میل پیچ رزوه دار در آن بکار گرفته شود فراهم سازد.

**7.3.1.8** The locations of studs or cleats will depend on the weight of insulation to be attached, as well as on the location of the surface, and on the degree of vibration to which the plant may be subjected under service conditions; for large flat surfaces, reasonable average spacing would be:

۷-۳-۱-۸ مکانهای میل پیچ ها یا خارها بستگی به وزن عایقی که باید متصل شود و به مکان سطح و به درجه ارتعاشی که ممکن است واحد در معرض شرایط کاربری قرار گیرد خواهد داشت. برای سطوح تخت بزرگ، میانگین فاصله مطلوب عبارت خواهد بود:

Vertical surfaces سطوح عمودی	450 mm square spacing ۴۵۰ میلیمتر مربع فاصله گذاری
Upward-Facing surfaces سطوح رو به بالا	600 mm or 750 mm square spacing, ۶۰۰ یا ۷۵۰ میلیمتر مربع فاصله گذاری
Over-Hanging and downward-facing surfaces سطوح رو به پایین و آویزان	300 mm (maximum) square spacing. ۳۰۰ میلیمتر مربع (حداکثر) فاصله گذاری

Alternate rows may be offset by 50% of the spacing, depending on the dimensions of the material used. Usually there should be a row of attachments parallel to each edge and to each stiffener or flange, and at a distance of 75 mm to 150 mm away from the edge.

ردیفهای جایگزین ممکن است ، بسته به ابعاد مواد بکار رفته تا ۵۰ درصد از فاصله گذاری ، انحراف داشته باشند. معمولاً توصیه میشود ردیف ضمام موازی با هر لبه و هر سفت کننده یا فلنج و در فاصله ۷۵ میلیمتری تا ۱۵۰ میلیمتری دور از لبه باشند.

**7.3.1.9** For large-radius curved surfaces, if welding is permitted, 450 mm to 600 mm uniform spacing is considered suitable, but this may be modified for vertical large cylindrical surfaces when the cleats are required to prevent downward movement of the insulating material. Cleats may not be required for horizontal cylindrical surfaces if it is possible to provide circumferential straps that can be tensioned over the insulation.

۷-۳-۱-۹ برای سطوح خمیده با شعاع بزرگ اگر جوشکاری مجاز باشد، فاصله گذاری یکنواخت ۴۵۰ میلیمتر تا ۶۰۰ میلیمتر مناسب در نظر گرفته می شود، اما ممکن است که این برای سطوح بزرگ استوانه‌ای عمودی، زمانی که خارها برای جلوگیری از حرکت مواد عایقی به سمت پایین مورد نیاز هستند ، اصلاح شود. اگر امکان تامین تسمه‌های محیطی که بتوانند روی عایق فشار وارد نماید باشد، ممکن است به خار برای سطوح استوانه‌ای افقی نیاز نباشند.

**7.3.1.10** Welded attachments should preferably penetrate into the insulating material only to the minimum extent necessary to achieve effective support and except in special circumstances which shall be approved by company. In such cases penetration such penetration shall not be greater than about half the thickness of the insulating material. The cross-sectional area of the attachments shall be the minimum consistent with the required mechanical strength in order to avoid excessive transfer of heat or cold bridging by metallic conduction.

۷-۳-۱-۱۰ ضمام جوش شده ترجیحاً باید به داخل مواد عایقی فقط تا حداقل اندازه لازم برای نگهداری موثر نفوذ نماید، به جز در مواردی که باید توسط کارفرما تأیید شود. در چنین حالتی مقدار نفوذ نباید بیشتر از حدود نصف ضخامت مواد عایق باشد. به منظور اجتناب از انتقال اضافی گرما، یا ایجاد پل سرد توسط رسانای فلزی، سطح مقطع ضمام باید حداقل مقاومت مکانیکی مورد نیاز را داشته باشد.

**7.3.1.11** It is important to remember that a welded attachment will be subjected to the same extent of thermal movement as will the

۷-۳-۱-۱۱ مهم است به خاطر داشته باشیم که ضمام جوشکاری شده در معرض همان شدت جابجایی حرارتی قرار خواهند گرفت که سطح عایقکاری شده قرار خواهد گرفت،

insulated surface, with the resultant possibility of tearing the insulation or finish, unless care is taken to allow for this e.g. by expansion or slip joints.

### 7.3.2 Insulation supports

**7.3.2.1** Supports for insulation and any associated cladding are required only to bear relatively light loading; they may consist of metallic flat bars, rings, part rings, varying lengths of angle, or studs. The flat bars, rings and angles normally will rest on stud or cleat attachments welded in the appropriate locations to the surface to be insulated. (See Fig. 6 and 7). Angle supports, where used, may be bolted to the welded attachments on the plant, or they may rest loosely on top of floating flat rings; in the latter arrangement short angle pieces may be used to secure external metal cladding to which they are fastened, either by bolts or by rivets.

**7.3.2.2** Stud-type supports are used mainly for preformed or for spray-applied insulation, although they may serve as suspension points for the metal-mesh covering of flexible insulating mattresses. The studs may be in the form of attachments welded directly to the plant, e.g. split pins, fork studs, or plain studs, or as threaded studs screwed into nuts that themselves are welded to the surface to be insulated. Alternatively, especially for vertical alloy-steel pipework, the studs may be welded radially to a ring that can be clamped around the pipe at the required vertical intervals. As these rings tend to slip downwards under service conditions, suitable support lugs or pads for the rings shall be welded on to the pipe at the Manufacturer's works, to be followed by any necessary stress-relieving process.

**7.3.2.3** As a general rule, studs shall not be greater than 10 mm in diameter, or of equivalent contact area, for gun welding. Angle cleats and flat bar normally will be about 5 mm to 10 mm thick, depending on the weight of insulation (and finish) to be supported; widths conveniently may be about

که نتیجتاً امکان پاره شدن عایق یا سطح تکمیلی وجود دارد ، مگر اینکه دقت کافی برای اجازه دادن به این قضیه صورت گیرد، برای مثال، از اتصالات انبساطی یا لغزشی استفاده شود.

### ۷-۳-۲ نگهدارنده های عایق

**۷-۳-۲-۱** نگهدارنده های عایق و هر روکش وابسته لازم است فقط بارگذاری نسبتاً سبک را تحمل نمایند؛ آنها ممکن است شامل میله های تخت فلزی، حلقه ها، حلقه های جزء، طولهای مختلف زاویه، یا میل پیچها باشند. میله های تخت، حلقه ها، و زاویا بطور معمول روی میل پیچ یا خار ضمامت جوشکاری شده در مکانهای مناسب نسبت به سطحی که باید عایق شود قرار می گیرند. (به شکل ۶ و ۷ مراجعه شود). جایی که نگهدارنده های زاویه دار استفاده می شوند، ممکن است به ضمامت روی دستگاه جوش شده، یا بطور آزاد روی راس حلقه های تخت شناور قرار گیرند، در ترتیب اخیر ممکن است برای محکم کردن روکش فلزی بیرونی قطعات از زاویه کوتاه که بوسیله پیچ یا میخ پرچ محکم میشوند، استفاده شود.

**۷-۳-۲-۲** نگهدارنده های نوع میل پیچ عمدتاً برای عایق از پیش شکل داده شده یا عایق پاششی استفاده می شوند، هرچند ممکن است آنها را بعنوان نقاط معلق برای شبکه فلزی پوشش تشک های عایق قابل انعطاف بکار گیرند. میل پیچها ممکن است به شکل ضمایم که مستقیماً به واحد جوش شده اند، باشند. برای مثال میله های چاکدار، میل پیچهای پنجه ای یا ساده، یا به شکل میل پیچهای رزوه دار پیچ شده در مهره ها که خود آنها به سطحی که باید عایق شود جوش میشوند. متناوباً، خصوصاً برای لوله کشی های عمودی فولاد آلیاژی، میل پیچها ممکن است بطور شعاعی به حلقه ای که می تواند اطراف لوله در فواصل عمودی مورد نیاز بسته شوند، جوش گردند. همانطور که حلقه ها تحت شرایط کاربری، تمایل به لغزیدن بطرف پایین را دارند، گوشک های نگهدارنده مناسب یا لایی ها برای حلقه ها باید روی لوله که در محل سازنده جوش شده است، در صورت لزوم تنش زدایی شود.

**۷-۳-۲-۳** برای جوشکاری تفنگی، به عنوان یک قاعده عمومی قطر میل پیچها نباید بیشتر از ۱۰ میلیمتر و یا معادل سطح تماس باشد. خارهای زاویه دار و میله تخت بسته به وزن عایقی که باید نگهداری شود، بطور معمول ۵ تا ۱۰ میلیمتر ضخامت دارند و عرض یا پهنا حدود ۷۵ میلیمتر و

75 mm, varying according to the total thickness of insulation to be supported. For anchorage of spray-applied mineral fibres and insulating concretes it is usual to provide Yshaped studs of approximately 5 mm to 10 mm diameter for the main leg; these may be welded directly to the surface of the plant or may be threaded for screwing into corresponding nuts, which themselves are welded to the surface to be insulated.

**7.3.2.4** Preferably, the supports shall not penetrate the insulation to a distance greater than about half its thickness unless through-metallic connection between cold and hot surfaces of the insulation can be avoided, or reduced to an appropriate minimum. This is of particular importance with insulation over refrigerated plant, or when the external finish over hot insulation is of sheet metal. Sometimes it is possible to interpose a pad of insulating material between the inner welded attachments and the supports of the main insulation system.

**7.3.2.5** The cross-sectional area of each insulation support shall be not greater than that necessary to achieve the required mechanical stability, so that thermal conduction can be reduced to an acceptable minimum. In appropriate cases the support may be non-metallic, e.g. plastics or wood, and it is possible to take advantage of the fact that many alloy steels have lower thermal conductivity than has carbon steel, at corresponding temperatures.

**7.3.2.6** Vertical vessels, insulated with block insulation, require a support at the bottom, and, if the vessel is over a certain height, intermediate supports to prevent the insulation from sliding downward. These supports may be angles, plates, rods, or other projections welded or bolted into position around the vessel.

**7.3.2.7** Insulation supports should be installed on vertical vessels on 3700 mm centers. (See Figs. 6 and 7). Compressive strength, and change in length caused by expansion or contraction of the vessel compared to the insulation change in length are two factors controlling the support centers. In some instances, the support distances are set by vessel flanges. In all cases, a support shall be installed above a vessel flange to prevent the

مطابق با ضخامت کل عایق که باید نگهداری شود تغییر مینماید. برای مهاربند الیاف معدنی که با پاشش اعمال می شوند و بتن های عایق معمولاً میل پیچها به شکل Y با قطر تقریبی ۵ تا ۱۰ میلیمتر برای پایه اصلی استفاده می شود، ممکن است اینها را مستقیماً به سطح واحد جوش داد و یا برای پیچ شدن به مهره های متناظر که خودشان به سطح عایق شده جوش شده اند، رزوه دار شده باشند.

**۴-۲-۳-۷** نگهدارنده ها ترجیحاً نباید بیش از نصف ضخامت خود در عایق نفوذ نمایند، مگر اینکه بتوان از اتصال فلزی بین سطوح سرد و گرم عایق جلوگیری کرد، یا آنرا تا حداقل مناسبی، کاهش داد. این مورد در عایق های دستگاه های تبریدی، یا وقتی که بخش تکمیلی بیرونی روی عایق داغ ورق فلزی باشد، از اهمیت خاصی برخوردار است. بعضی اوقات امکان دارد که لایه ای از جنس عایق بین ضمامم جوش شده داخلی و نگهدارنده های سامانه عایق اصلی، میانه گذاری شود.

**۵-۲-۳-۷** سطح مقطع هر نگهدارنده عایق نباید از مقدار لازم برای پایداری مکانیکی بیشتر مورد نیاز، بیشتر باشد، بطوری که رسانایی حرارتی بتواند به یک حداقل قابل قبول کاهش یابد. در موارد مقتضی نگهدارنده ممکن است غیر فلزی باشد، برای مثال پلاستیک یا چوب، و همچنین امکان دارد که از مزیت کمتر بودن هدایت گرمائی فولادهای آلیاژی نسبت به فولاد کربنی در دماهای مشابه، استفاده شود.

**۶-۲-۳-۷** ظروف عمودی که با عایق بلوکی عایق شده اند، در پائین، به نگهدارنده نیاز دارند، و اگر ارتفاع مخزن از حدی بیشتر باشد، به نگهدارنده های میانی که از لغزیدن عایق به پایین جلوگیری می کنند، نیاز می باشد. این نگهدارنده ها ممکن است زاویه دارها، ورقه ها، میله ها، یا سایر بیرون زدگی ها باشند که در اطراف ظروف، جوش یا پیچ شده اند.

**۷-۲-۳-۷** نگهدارنده های عایق باید روی ظروف، با مراکز ۳۷۰۰ میلیمتر نصب شوند (به شکل های ۶ و ۷ مراجعه شود). استحکام فشاری و تغییر در طول که توسط انبساط یا انقباض ظروف در مقایسه با تغییر در طول عایق ایجاد میشود، دو عامل کنترل کننده مراکز نگهدارنده بشمار می آیند. در بعضی از موارد، فاصله نگهدارنده ها با فلنجهای مخزن تنظیم می شوند. در تمام موارد، باید نگهدارنده ای بالای فلنج مخزن

insulation from sliding down and resting on the flange studs. The support shall be a sufficient height above the flange to permit easy removal of the studs. On low temperature vessels, the differential movements which occur at the contraction joint shall not exceed the dimensional flexibility of the caulking-weather-vapor seal at these joints.

**7.3.2.8** Insulation on long runs of vertical pipe shall be supported in the same manner as that described for vertical equipment.

**7.3.2.9** Except for vessels operating at very moderate temperatures, in which expansion and contraction of vessel is insignificant the insulation shall be sufficiently friction-free of the vessel surface so that expansion and contraction movement of the vessel is independent of the insulation. To obtain this freedom of movement, insulation shall be installed slightly oversize.

**7.3.2.10** Factory attached, metal jacketed insulation panels are supported by a vessel in several ways. The first panel side rests on the tank base, and successive panels are supported on "S" clips attached to the top of the installed panel. In addition, the metal jackets are supported by pins welded to the side of the vessel. The jackets in turn support the insulation cemented to it. The panels are secured by clips or straps.

**7.3.2.11** Large horizontal vessels (over 1.8 meter diameter) require supports to which securement straps, used to pull the bottom insulation into position, can be attached. Such supports are necessary, for, if straps were simply brought around the vessel insulation on top, the pull required to draw the bottom insulation into position would exceed the compressive limits of the insulation over which it passes. The supports are so located that bands can be drawn to secure the bottom third sector of insulation into position. Smaller horizontal vessels are their own support for the cylindrical insulation. The straps drawn around the insulation transmit the load of the lower insulation to that on top, which in turn is supported by the vessel. This is also true of all insulation installed on horizontal pipes.

نصب شده باشد تا از لغزیدن عایق به پایین و تکیه بر روی میل پیچهای فلنج جلوگیری شود. نگهدارنده باید در بالای فلنج ارتفاع کافی داشته تا اجازه جدا شدن میل پیچها را بدهد. روی مخازن با دمای پایین، جابجایی های نامساوی که در اتصالات انقباضی رخ میدهد نباید از انعطاف پذیری ابعادی اتصالات که با بتونه آب بندی جوی - بخاری شده اند، بیشتر باشند.

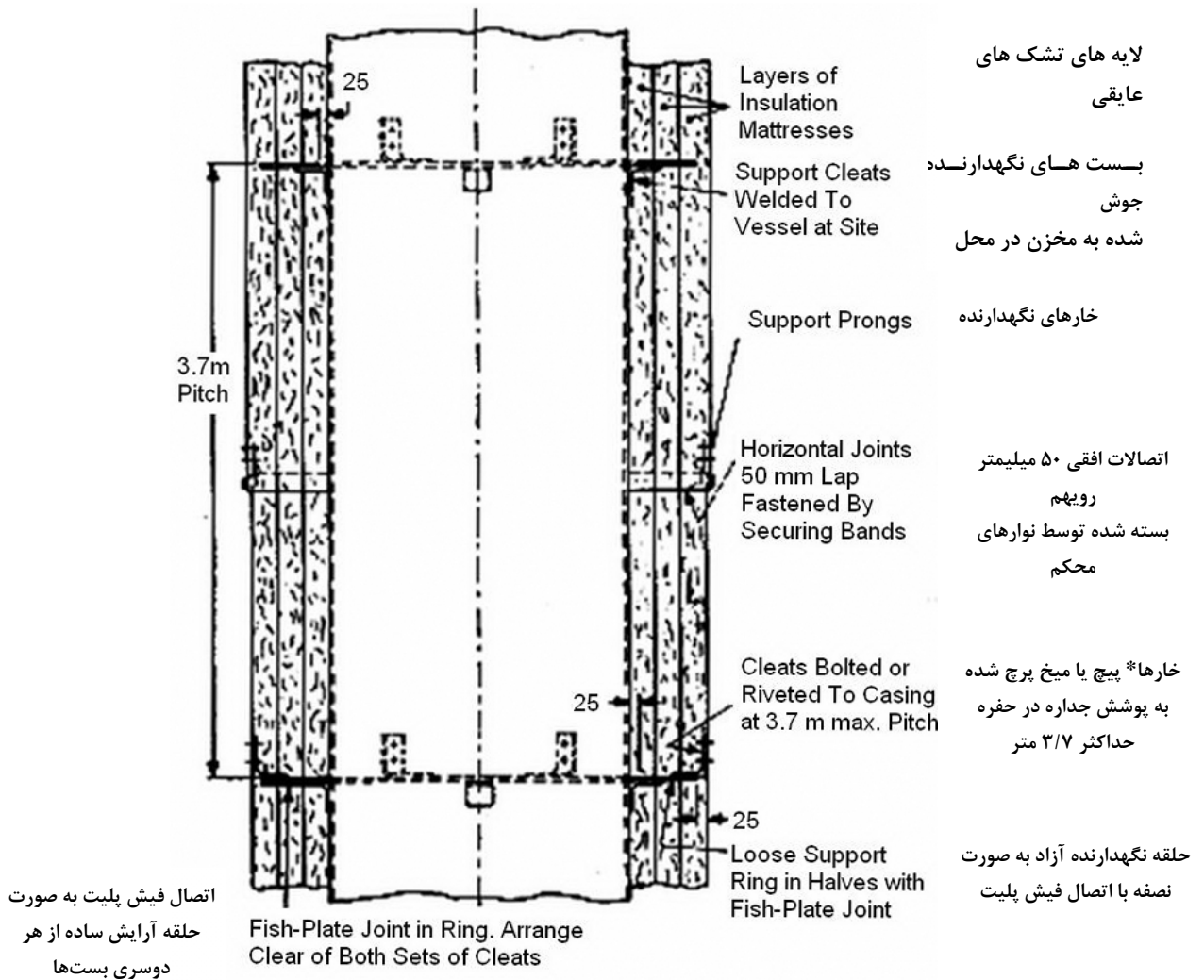
**۷-۳-۲-۸** عایق روی لوله عمودی که بطور طولانی تداوم دارد، باید به همان طریقی که برای تجهیزات عمودی توضیح داده شده نگهداری شود.

**۷-۳-۲-۹** به استثنای ظروف با دماهای عملیاتی خیلی معتدل، که در آنها انبساط و انقباض ظرف چندان مهم نیست، عایق باید به اندازه کافی با سطح مخزن بدون اصطکاک بوده به طوری که جابجایی انبساطی و انقباضی مخزن مستقل از عایق باشد. برای ایجاد جابجایی آزاد، اندازه عایق باید کمی بیش از حد لازم باشد.

**۷-۳-۲-۱۰** قابهای عایق دار با روکش فلزی، که توسط کارخانه نصب شده، بطرق مختلف با ظرفی نگهداری میشوند. اولین طرف قاب روی پایه مخزن قرار میگیرد، و قابهای بعدی روی گیره های "S" متصل به بالای قاب نصب شده نگهداری میشوند. بعلاوه روکشهای فلزی توسط میله های جوش شده به کنار ظرف، نگهداری می شوند. این روکشها بنوبه خود عایق سیمان شده روی خود را نگهداری می کنند. قابها بوسیله گیره ها یا تسمه ها محکم می شوند.

**۷-۳-۲-۱۱** ظرف افقی بزرگ (با قطر بیش از ۱/۸ متر) نیاز به نگهدارنده هایی دارند، تا تسمه های محکم کننده که برای کشیدن عایق از زیر به جای خود استفاده میشوند، را بتوان متصل کرد. چنین نگهدارنده ها ضروری است، چون اگر تسمه ها به سادگی در اطراف عایق قرار گیرند. کشش مورد نیاز برای کشیدن عایق زیر به جای خود، از محدوده فشار متراکم عایقی که تسمه از روی آن عبور میکند، تجاوز خواهد کرد. نگهدارنده ها به گونه ای مستقرند که نوارها بتوانند برای محکم کردن یک سوم بخش پائین عایق به جای خود، کشیده شوند. ظرف افقی کوچکتر برای عایق استوانه ای نگهدارنده خاص خودشان را دارند. تسمه های کشیده شده در اطراف عایق، بار عایق پایین تر را بر روی عایق فوقانی که به نوبه خود توسط ظرف نگهداری می شود، منتقل میکند. این مطلب نیز برای تمام عایق های نصب شده روی لوله های افقی، صادق است.





**Fig. 6-TYPICAL METHOD OF INSULATING VERTICAL VESSEL WHEN WELDING IS PERMISSIBLE ON SITE**

شکل ۶- روش نمونه عایق کاری ظرف عمودی در شرایطی که جوشکاری در محل مجاز است

All vertical joints of labyrinth type.

Sheeting support cleat has to have a spot of weld metal applied to its underside so that there is only point contact with the support ring.

Dimensions in millimeters unless otherwise indicated.

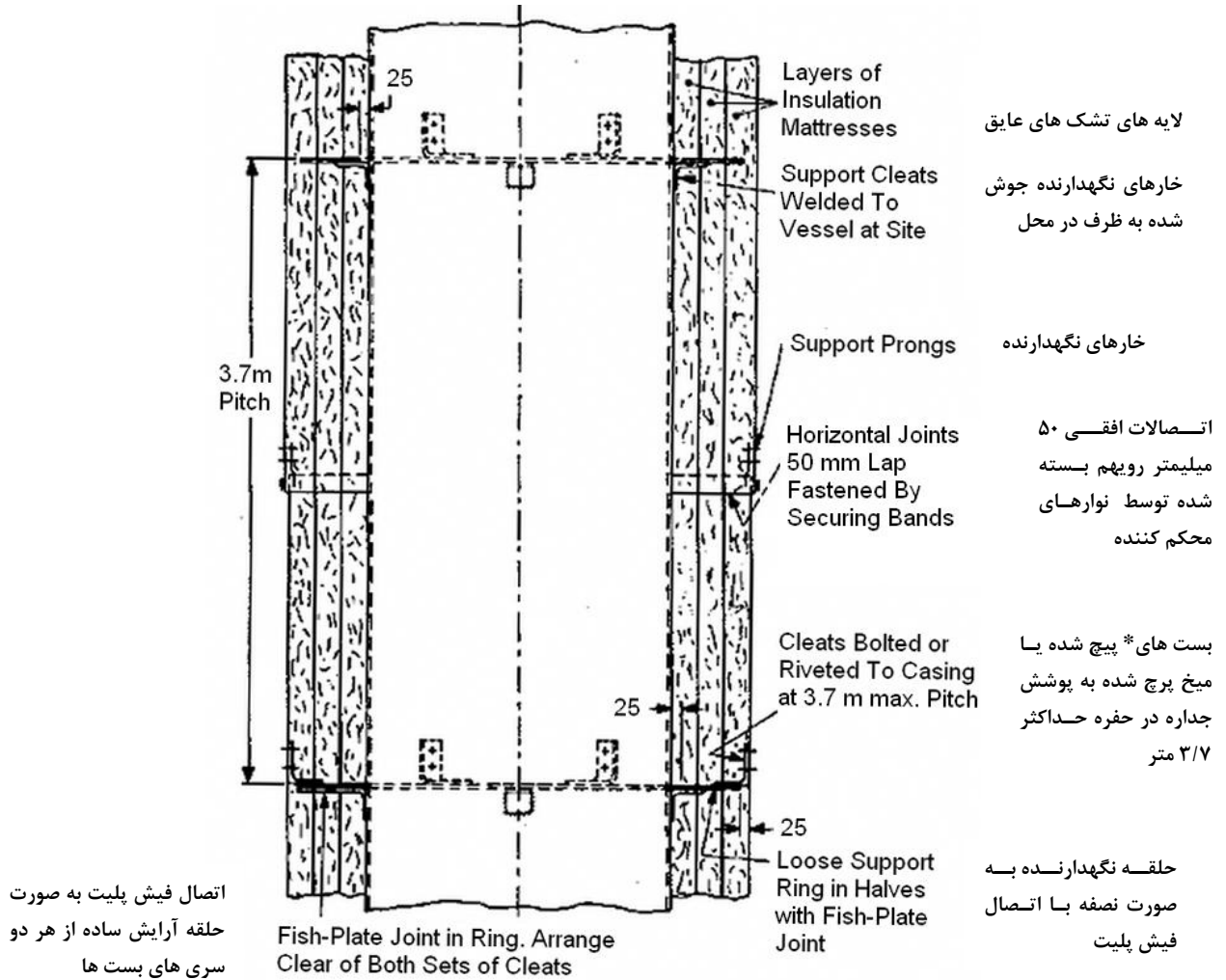
\* Cleats should preferably be of metal similar to the outer cladding.

تمام اتصالات عمودی از نوع لایبرنت.

خار نگهدارنده ورق باید با سطح زیرین خود خال جوش شود، بگونه‌ای که نقطه تماس آن با حلقه نگهدارنده فقط در نقطه ای باشد.

ابعاد برحسب میلیمتر بوده مگر به نحو دیگری اشاره شده باشد.

\* خارها ترجیحاً باید از فلز مشابه با روکش بیرونی باشند.



**Fig. 7-TYPICAL METHOD OF INSULATING VERTICAL VESSEL THAT HAS BEEN STRESS RELIEVED**

شکل ۷- روش نمونه عایق کاری ظرف عمودی که تنش زدایی شده است.

All vertical joints of labyrinth type.

Sheeting support cleat has to have a spot of weld metal applied to its underside so that there is only point contact with the support ring.

Dimensions in millimeters unless otherwise indicated.

\* Cleats should preferably be of metal similar to the outer cladding.

**7.3.2.12** The head insulation on horizontal vessels must also be supported. In most instances, the support for the head insulation is the same as that for the support of the cylindrical insulation, with slots or holes punched for the attachment of straps.

تمام اتصالات عمودی از نوع لب رینیت.

خار نگهدارنده ورق باید با سطح زیرین خود خال جوش شود، بگونه‌ای که نقطه تماس آن با حلقه نگهدارنده فقط در نقطه ای باشد.

ابعاد برحسب میلیمتر بوده مگر به نحو دیگری اشاره شده باشد.

\* خارها ترجیحاً باید از فلز مشابه با روکش بیرونی باشند.

۷-۳-۲-۱۲ برای عایق کلگی ظروف افقی نیز باید از نگهدارنده استفاده شود. در بیشتر موارد، نگهدارنده عایق کلگی مشابه نگهدارنده عایق استوانه‌ای با شیارها یا سوراخهای پانچ شده برای متصل شدن به تسمه‌ها می‌باشد.

The straps then pass from the cylindrical support on one side, over the insulation to the support on the other side, and when drawn tight secure the insulation in position.

Depending upon the method of installation various types of insulation supports are required. In summary, insulation supports are:

Structural angles	زوایای ساختاری
Formed strapping	به شکل نوار پیچی شده
Metal plates and rectangular bars	ورق های فلزی و میله های مستطیلی
Metal rods	میله های فلزی
Road mesh	شبهه جاده ای
Pins-metal and plastic (welded or adhered to surface)	میخ های فلزی و پلاستیکی (جوش شده یا چسبیده به سطح)
Blank nuts	مهره های کار نشده
Rectangular studs (punched, split, etc.)	میل پیچ های مستطیلی (سوراخ شده، چاک دار و غیره)
Grooved studs	میل پیچ های شیاردار
"S" clips	گیره های "S"
Grip nails	میخ های گیرنده

Accessories for the above are bolts, nuts, rivets, attachment by welding, or adhesives.

All these are used to transfer the weight of the insulation to the vessels, pipe, equipment, walls, or structural steel. They are structural members, regardless of whether they support the load in compression or tension.

**7.3.2.13** As a general rule, supports for finishing materials, apart from those for the insulation proper, are not required except when a cladding of metal sheet is to be used over flexible fibrous material. Where such supports have to be used, they may consist of pads or short lengths of compression-resisting insulation, applied directly to the surface to be insulated or mounted over the ends of studs or angle cleats that themselves are attached to the surface. Alternatively if the insulating material is not of sufficient resistance to compression, particularly

سپس تسمه ها از نگهدارنده استوانه‌ای در یک طرف، روی عایق به نگهدارنده طرف دیگر عبور کرده و وقتی که کشیده شود عایق را در محل خود سفت و محکم میکند.

بسته به انواع روش نصب، نگهدارنده های عایق مورد نیاز هستند. به طور خلاصه نگهدارنده های عایق عبارتند از:

زوایای ساختاری
به شکل نوار پیچی شده
ورق های فلزی و میله های مستطیلی
میله های فلزی
شبهه جاده ای
میخ های فلزی و پلاستیکی (جوش شده یا چسبیده به سطح)
مهره های کار نشده
میل پیچ های مستطیلی (سوراخ شده، چاک دار و غیره)
میل پیچ های شیاردار
گیره های "S"
میخ های گیرنده

لوازم جانبی فوق عبارتند از پیچ ها، مهره‌ها، میخ پرچ ها، ضمام جوشکاری، یا چسب ها.

تمام اینها برای انتقال وزن عایق به ظروف، لوله ها، تجهیزات، دیواره‌ها، یا سازه فولادی استفاده می‌شوند. صرفنظر از اینکه آیا اینها بار را به صورت فشاری یا کششی تحمل میکنند یا نه، عناصر سازه ای هستند.

۷-۳-۲-۱۳ به عنوان یک قاعده عمومی، نگهدارنده ها برای مواد تکمیلی، جدا از آنهایی که برای هر عایق مناسباند، مورد نیاز نبوده، به جز وقتی که قرار باشد ورق فلزی روکش کاری برای مواد الیافی انعطاف پذیر بکار برده شود. جایی که لازم باشد چنین نگهدارنده‌هایی استفاده شوند، آنها ممکن است شامل لایه ها یا عایق کوتاه مقاوم در برابر تراکم، که مستقیماً به سطح عایق و یا روی دو سر میل پیچها یا خارهای زاویه دار که خود به سطح متصل گشته اند نصب شوند. اگر ماده عایقکاری در برابر تراکم به اندازه کافی مقاوم نباشد، بخصوص روی سطوح

over horizontal surfaces, the supports may be in the form of metal rings or 'stools' spaced away from the surface on 'prongs' to restrict the total area of contact with the insulated surface, so reducing the rate of thermal transmission to an acceptable minimum.

### 7.3.3 Securement (tie wires, lacing wire, bands, clips, washers, nuts, etc.)

**7.3.3.1** Unless the insulating material can be secured directly to the surface to be insulated, e.g. by means of adhesive, it is usually necessary to provide some form of mechanical accessory to secure it to the permanent attachments. Tie wires, lacing wire, washers, clips, or nuts, are the most common when associated with the types of attachment and supports described in 7.3.1 and 7.3.2. For cylindrical surfaces it may be satisfactory to secure the complete insulation system by means of circumferential bands that can be tensioned over the outer surface. Sometimes wire netting over the insulating material will serve the same purpose provided that the edges can be laced tightly together. Separate securing accessories may not be required if an integral sheet finish is arranged so that an edge overlap can be secured by means of adhesive.

**7.3.3.2** For large flat surfaces it is usual to secure the insulating material by impaling it over the studs or cleat attachments, using lacing wire to hold it in position. Preferably the lacing wire shall be wrapped round the main attachments and crossed for tensioning. With flexible fibrous mattresses enclosed in wire mesh it may be sufficient to tie the outer mesh to the individual attachments.

**7.3.3.3** Lacing wire and tie wire normally will be of galvanized soft iron but one of the soft alloy steels may be required for special chemical resistance or for use at elevated temperatures or cold services. Typical sizes of wire are 1 mm diameter for general use, or 1.5 mm for heavier use see [IPS-M-TP-710](#). For refrigeration work use plastics tapes instead of metal wires. Over flat surfaces or large cylindrical vessels it may

افقی، جهت محدود کردن سطح کل تماس با سطح عایق شده نگهدارنده ها ممکن است به شکل حلقه های فلزی یا چهار پایه با فاصله از سطح، روی "خارها" باشند که در نتیجه نرخ انتقال حرارت را به یک حداقل قابل قبول می‌رساند.

### ۷-۳-۳-۳ تأمین استحکام (سیمهای مهار، سیم یراق، نوارها، گیره ها، واشرها، مهره ها و غیره)

**۷-۳-۳-۳-۱** معمولاً لازم است بعضی لوازم جانبی مکانیکی برای محکم کردن مواد عایقی به ضمامن دائمی تهیه شود مگر اینکه ماده عایقی را بتوان مستقیماً برای مثال، به وسیله چسباندن به سطح عایق شده محکم کرد. عادی ترین آنها سیمهای مهار، سیم یراق، واشرها، گیره-ها، یا مهره‌ها هستند که با انواع ضمامن و نگهدارنده های مندرج در بندهای ۷-۳-۱ و ۷-۳-۲ همراه می شوند. برای سطوح استوانه‌ای، محکم کردن کامل سامانه عایق به وسیله نوارهای محیطی که روی سطح بیرونی کشیده شوند میتواند رضایتبخش باشد. بعضی اوقات به شرطی که لبه ها را بتوان با یکدیگر بطور محکم یراق بندی کرد شبکه سیمی روی مواد عایق همان هدف را تامین می‌کند. اگر یک ورق تکمیلی یکپارچه تهیه شود بطوری که همپوشانی لبه را بتوان به وسیله چسب محکم کرد، به لوازم جانبی جداگانه نیازی نخواهد بود.

**۷-۳-۳-۳-۲** برای سطوح تخت بزرگ، معمولاً برای محکم کردن ماده عایق روی میل پیچها یا ضمامن دائمی، از سیم یراق برای نگهداشتن آن در جای خود، استفاده میشود. ترجیحاً سیم یراق باید اطراف ضمامن اصلی و ضربدری برای تحت فشار قرار دادن نوار پیچی شود. تشک های الیافی قابل انعطاف محصور در تور برای گر ه زدن تور بیرونی به ضمامن مستقل کفایت میکند.

**۷-۳-۳-۳-۳** بطور معمول سیم یراق کشی و سیم مهار از آهن نرم گالوانیزه خواهد بود اما یکی از فولادهای آلیاژی نرم هم ممکن است برای مقاومت در برابر مواد شیمیایی خاص یا برای استفاده در دماهای بالا یا کاربری‌های سرد مورد نیاز باشد. قطر نمونه سیم برای استفاده عمومی ۱ میلیمتر، و برای استفاده در شرایط سخت ۱/۵ میلیمتر است، به استاندارد [IPS-M-TP-710](#) مراجعه شود. برای کار در شرایط سرمایشی به جای سیمهای فلزی از نوارهای پلاستیکی استفاده می‌شود. روی سطوح تخت یا

be desirable to use multi strand wire that can be tensioned between attachments; wire with seven strands each of 0.7 mm diameter, twisted in rope form, is suitable for heavy work. Other soft wires may be useful for special applications.

**7.3.3.4** Securing wires shall be fastened either by simple wrapping round each attachment or by means of nuts, clips or washers, as appropriate, at each fixed point. Rapid-fixing clips, which depend on spring-point devices for securement, may become loose in service as a result of corrosion of the points.

**7.3.3.5** Insulation on cylindrical surfaces, with an outer finish of fabric or sheet, may be secured by means of outer circumferential bands of metal or plastics strip. Metal bands shall have sizes as recommended in [IPS-M-TP-710](#), they shall be corrosion resistant, either by virtue of the nature of the metal or by a surface treatment. Plastics bands preferably will have the width as recommended in [IPS-E-TP-700](#) and shall be sufficiently robust to withstand prolonged conditions of service. Special forms of rapid-fastening 'bristle-type' securing strip can be useful for special duties.

For outer covering of aluminum sheet only aluminum or stainless steel bands shall be used. Metal bands for large vessels shall be of adequate width and thickness to provide stability to the insulation system under the required conditions of service. For overall economy on large vessels, stainless steel banding should be used.

**7.3.3.6** Flexible insulating mattresses that have wire-mesh covering integral in their construction and are stabbed through with inter-surface ties, shall be impaled over the main attachments and further secured by tightly fastening together adjacent edges of the outer covering mesh. The lacing wires for this purpose should be of similar and diameter to that used for the wire-mesh. If a final covering of aluminum sheet is to be

ظروف استوانه‌ای بزرگ، استفاده از سیم بافته شده چند رشته ای که می‌تواند بین ضمامم امتداد یابد ممکن است مطلوب باشد، سیمهای هفت‌رشته هرکدام به قطر ۰/۷ میلیمتر که به صورت طناب پیچانده شده‌اند برای کار در شرایط سخت مناسب هستند. سیمهای نرم دیگر ممکن است برای کاربردهای خاص مفید باشند.

**۷-۳-۳-۴** سیمهای مهار باید یا با پیچاندن به اطراف هر یک از ضمامم یا به وسیله مهره‌ها، گیره‌ها، یا واشرها، در صورت مقتضی در هر نقطه ثابت، بسته شوند. گیره های سریع ثابت شونده که به وسایل نقطه فنی برای تأمین استحکام، وابسته‌اند، در اثر خوردگی نقاط ممکن است در کارکردش ویالو شوند.

**۷-۳-۳-۵** عایق روی سطوح استوانه‌ای، با پارچه یا ورق نهایی بیرونی، ممکن است به وسیله نوارهای محیطی فلزی یا تسمه‌های پلاستیکی محکم شوند. نوارهای فلزی باید دارای اندازه‌هایی مطابق با آنچه در استاندارد [IPS-M-TP-710](#) پیشنهاد شده، باشند و به دلیل ماهیت فلزی یا عملیات سطحی، در برابر خوردگی مقاوم باشند. عرض نوارهای پلاستیکی ترجیحاً باید همانطور که در استاندارد [IPS-E-TP-700](#) مندرج است باید به اندازه کافی قوی بوده تا شرایط کاربری طولانی را تحمل نمایند. شکل‌های خاص چفت و بست سریع، از نوع موی زبر، تسمه مهار می‌تواند برای کارهای خاص، مفید باشند.

برای پوشش بیرونی ورق آلومینیوم، فقط آلومینیوم یا نوارهای فولادی زنگ نزن باید استفاده شوند. نوارهای فلزی برای ظروف بزرگ باید دارای عرض و ضخامت مناسبی باشد تا پایداری سامانه عایقی را تحت شرایط مورد نیاز کاربری فراهم نمایند. به دلایل اقتصادی روی ظروف بزرگ، باید از نوارهای فولاد زنگ نزن استفاده شود.

**۷-۳-۳-۶** تشک‌های عایقکاری قابل انعطاف که در ساخت آنها پوشش مشبک سیمی یکپارچه بکار رفته از طریق سوراخ زدن و باگره های بین سطحی، باید روی ضمامم اصلی چهارمیخ شده و با بستن لبه‌های مجاور پوشش مشبک بیرونی، بیشتر محکم شوند. برای این منظور سیمهای یراق باید مشابه و با قطری معادل آنچه برای شبکه سیمی بکار رفته، باشد. اگر قرار است پوشش نهایی ورق آلومینیومی باشد، باید دقت بعمل آید تا از

applied, care shall be taken to avoid direct contact between dissimilar metals.

**7.3.3.7** Lacing wire or other securing device that is likely to be in direct metallic contact with a final clearing of aluminum sheet, shall be coated with a suitable plastics material in order to avoid bimetallic corrosion in the locations of contact. Alternatively, it may be convenient to use aluminum or stainless steel securing materials.

### 7.3.4 Reinforcement

**7.3.4.1** The most commonly used reinforcing materials are galvanized wire hexagon netting or one of the various types of expanded metal, but open-mesh woven glass fabric may be suitable for certain applications, e.g. the reinforcement of weatherproofing compounds applied in paste form. The main uses for the metallic reinforcement are with plastic compositions, spray-applied fibrous insulation, wet applied finishing compositions, and wet finishing cements, but they also are of value for retaining dry fibrous insulation and various types of preformed materials.

The size of mesh for wire hexagon netting is normally 25 mm with wire of 1 mm diameter. See [IPS-M-TP-710](#).

**7.3.4.2** Expanded metal will normally vary from 12 mm to 50 mm across the short dimension of the mesh, with thickness of metal varying between 0.5 mm and 1.6 mm, but heavier material may be used, e.g. for reinforcement of insulating concretes.

**7.3.4.3** Galvanized steel reinforcing mesh and securing devices shall not be subjected to temperatures in excess of 65°C under conditions of possible high humidity. Suitable heat-resisting alloy shall be employed for all service temperatures in excess of 400°C. For intermediate temperatures, carbon steel may be used, but this shall be coated with bitumen or paint for protection against corrosion during storage and prior to application on site.

تماس مستقیم بین فلزات غیرمشابه جلوگیری شود.

**۷-۳-۳-۷** سیم یراق یا سایر وسایل مهار که احتمالاً در تماس مستقیم فلزی، با ورق آلومینیوم تمیزکاری شده نهایی قرار دارند، باید با ماده مناسب پلاستیکی به منظور جلوگیری از خوردگی فلزی در مکانهای تماس، پوشش داده شوند. در عوض، برای راحتی میتوان از آلومینیم یا مواد مهار فولاد زنگ نزن استفاده کرد.

### ۷-۳-۴ تقویت کننده

**۷-۳-۴-۱** معمولی ترین مواد تقویت کننده، شبکه شش وجهی سیمی گالوانیزه یا یکی از انواع گوناگون تور فلزی هستند، اما پارچه شیشه ای بافته شده با منفذ درشت، ممکن است برای کاربردهای خاص مناسب باشد، برای مثال، با ترکیبات تقویت شده مقاوم در برابر آب و هوا به صورت خمیر بکاربرده میشود. استفاده اصلی تقویت کننده های فلزی با ترکیبات پلاستیکی، عایق الیافی اعمال شده بوسیله پاشش، ترکیبات تکمیلی اعمال شده به صورت مرطوب، و سیمانهای تکمیلی مرطوب هستند، اما همچنین برای نگهداشت عایق الیافی خشک و انواع مختلف مواد از پیش شکل داده شده، با ارزش هستند.

اندازه منافذ برای شبکه شش وجهی سیمی بطور معمول ۲۵ میلیمتر با سیم به قطر حدود ۱ میلیمتر است. به استاندارد [IPS-M-TP-710](#) مراجعه شود.

**۷-۳-۴-۲** ورق فلزی مشبک بطور معمول از ۱۲ میلیمتر تا ۵۰ میلیمتر در سرتاسر ابعاد کوچک منافذ، با ضخامت بین ۰/۵ میلیمتر و ۱/۶ میلیمتر تغییر خواهد کرد، اما ممکن است مواد سنگین تری بکار روند، برای مثال برای تقویت بتنهای عایقکاری.

**۷-۳-۴-۳** توری تقویت کننده فولاد گالوانیزه و وسایل مهار نباید در معرض دمای بیش از ۶۵ درجه سانتیگراد تحت شرایطی با رطوبت بالا، قرار گیرند. آلیاژ مقاوم به حرارت مناسب باید برای کلیه دماهای کاربری بیش از ۴۰۰ درجه سانتیگراد بکار گرفته شود. برای دماهای متوسط، فولاد کربنی ممکن است استفاده شود، ولی برای حفاظت در برابر خوردگی هنگام انباشت و قبل از استفاده در محل، باید با قیر یا رنگ پوشش شود.

**7.3.4.4** Where substantial mechanical strength is required, e.g. for resistance to compression, it may be desirable to use square-pattern reinforcing mesh, which may vary according to the requirements from strands of 2 mm diameter at 40 mm spacing to strands of 6 mm diameter at 100 mm or 150 mm spacing. Sometimes the component wires may be welded together at the crossing points. It shall be noted that material of square mesh pattern is likely to distort on expansion at elevated temperatures if it is secured rigidly to attachments on the insulated surface.

**7.3.4.5** If metal reinforcement is to be located over the outer layer of insulating or finishing material and is likely to be in direct contact with cleading of a dissimilar metal, precautions shall be taken to avoid electrolytic corrosion action, e.g. by the use of a suitable coating on the inner face of the cleading, or on the reinforcing metal.

**7.3.4.6** Where mechanical strength is required, e.g. for puncture resistance, it is desirable to embed open-weave glass cloth or cotton scrim between layers of weather proof or vapour proof mastics.

## 7.4 Hot Insulation Application

Application for systems operating in the temperature range + 5°C to + 870°C.

### 7.4.1 General

**7.4.1.1** Where the surface to be insulated is at a temperature below the dew point of the surrounding air, a vapour barrier should be provided on the exposed (warm) surface.

**7.4.1.2** The piping and equipment shall be insulated after their pressure tests and other necessary tests and inspections have been completed. To facilitate regular inspection of welds and bolted joints, removable portion of insulating and finishing materials shall be provided in the appropriate locations.

**7.4.1.3** All materials shall be subject to inspection and approval by the Company to

۷-۳-۴-۴ جایی که استحکام مکانیکی قابل ملاحظه ای مورد نیاز است، برای مثال، برای مقاومت در برابر فشار، ممکن است استفاده از تور تقویت کننده با طرح مربع مطلوب باشد، طبق الزامات، از رشته‌هایی به قطر ۲ میلیمتر، با فاصله تا ۴۰ میلیمتر و با رشته‌هایی به قطر ۶ میلیمتر، با فاصله ۱۰۰ تا ۱۵۰ میلیمتر ممکن است متغیر باشد. بعضی اوقات اجزاء سیمها ممکن است در نقاط تقاطع با یکدیگر جوش داده شوند. باید توجه داشت که اگر مواد توری با طرح مربع به اتصالات روی سطح عایق سخت محکم گردند، در اثر انبساط در دمای بالا ممکن است اعوجاج یابند.

۷-۳-۴-۵ اگر تقویت کننده فلزی روی لایه بیرونی عایق یا مواد تکمیل کننده مستقر شود، و احتمالاً در تماس مستقیم با روکش فلزی نامشابه باشد، برای جلوگیری از خوردگی الکترولیتی باید احتیاط های لازم در نظر گرفته شود، برای مثال، با استفاده از پوشش مناسب روی سطح داخلی روکش، یا روی فلز تقویت کننده.

۷-۳-۴-۶ هنگامی که استحکام مکانیکی لازم است، برای مثال، مقاومت در برابر شکستن، جاسازی پارچه شیشه‌ای بافته شده با مش درشت یا پارچه آستری پنبه-ای بین لایه‌های ملات قیری مقاوم در برابر هوا یا بخار، مطلوب است.

### ۷-۴ کاربری عایق در شرایط گرم

کاربری برای سامانه های عملیاتی در محدوده ۵+ تا ۸۷۰ درجه سانتیگراد.

### ۷-۴-۱ عمومی

۷-۴-۱-۱ جایی که سطح عایق شده در دمای زیر نقطه شبنم هواست، یک سد بخار باید روی سطح (گرم) در معرض، تهیه شود.

۷-۴-۱-۲ لوله‌کشی و تجهیزات باید بعد از آزمونهای فشار و سایر آزمونهای ضروری و بازرسی‌ها، باید عایقکاری شوند. برای تسهیل در بازرسی های منظم جوشها و اتصالات پیچ شده، بخش جدا شدنی مواد عایقکاری و تکمیلی باید در مکانهای مناسب فراهم شود.

۷-۴-۱-۳ تمام مواد باید تحت بازرسی و تأیید شرکت جهت حصول اطمینان از اینکه کلیه مواد با این

ensure that all materials meet this specification.

**7.4.1.4** Insulation application shall also be subject to inspection and any material which has been improperly installed or excessively damaged shall be removed and replaced properly with undamaged material.

**7.4.1.5** All work shall be executed in a neat and workmanlike fashion in strict accordance with these specifications and as called for on drawings covering the work to be done. No changes or deviations will be permitted without advance written approval by the Company.

**7.4.1.6** Every precaution shall be taken to see that each day's work is weatherproofed before leaving it for the night. Where this is impractical, a fillet of weatherproof mastic must be placed over the exposed ends of insulation.

**7.4.1.7** No insulating work of any type may be performed in rainy weather or when atmospheric condensation is occurring. In the event of doubt regarding the prevailing dew point the decision will be made by the owner.

## 7.4.2 Hot pipework

### 7.4.2.1 General

**7.4.2.1.1** Piping shall be insulated when coded on mechanical and utility flow diagram, pipeline lists and piping and spool drawings. In the event of discrepancies, the flow diagrams shall govern. Insulation thickness shall be as shown on drawing or tables specified in [IPS-E-TP-700](#).

**7.4.2.1.2** Insulation classification which may appear on flow diagrams and drawings are defined as following:

**Ih:** Insulation for heat control for operating temperature above 21°C.

**Is:** Insulation for personnel protection.

**St:** To be steam traced and insulated.

**Stt:** To be steam traced with insulation cement and insulated.

مشخصات همخوانی دارند ، قرار گیرند.

**۴-۱-۴-۷** کاربری عایق نیز باید تحت بازرسی قرار گیرد و هر یک از موادی که غلط نصب شده یا بیش از اندازه خسارت دیده ، باید حذف و با مواد سالم جایگزین شود.

**۵-۱-۴-۷** تمام کارها باید تمیز و به روش ماهرانه و دقیق مطابق با مشخصات اجرا شود و همانطور که ایجاب میکند هر کاری از روی نقشه صورت گیرد. هیچ تغییر یا انحرافی بدون تأیید کتبی قبلی کارفرما ، مجاز نخواهد بود.

**۶-۱-۴-۷** قبل از ترک محل کار ، هرکاری که در طول روز انجام شده باید مورد بازبینی قرار گیرد که آیا مقاوم در برابر شرایط جوّی است یا خیر. در جاییکه این مورد غیرعملی است، با پرکننده ملات قیری مقاوم در برابر هوا باید روی دوسر عایق که در معرض هوا قرار دارد، پوشانده شود.

**۷-۱-۴-۷** در هوای بارانی یا وقتی که چگالش جوّی رخ دهد، کار عایقکاری از هر نوع ممکن نباید انجام شود. در صورت مردد بودن در مورد نقطه شبنم، تصمیم توسط مالک گرفته میشود.

### ۲-۴-۷ لوله کشی در شرایط گرم

#### ۱-۲-۴-۷ عمومی

**۱-۱-۲-۴-۷** وقتی که روی نمودار جریان امکانات و مکانیکی و لیست خطوط لوله و نقشه های لوله کشی و تجهیزات نشانه گذاری شده ، لوله کشی باید عایق کاری شود. در صورت بروز اختلافات، نمودارهای جریان باید ملاک قرار گیرند. ضخامت عایق روی نقشه ها باید مطابق با جداول مندرج در استاندارد [IPS-E-TP-700](#) نشان داده شود.

**۲-۱-۲-۴-۷** طبقه بندی عایق که روی نمودارهای جریان و نقشه ها مشاهده میشود مطابق زیر تعریف شده است:

**Ih:** عایق برای کنترل گرما برای دمای عملکرد بالای ۲۱ درجه سانتیگراد.

**Is:** عایق برای حفاظت کارکنان.

**St:** دارای گرمکن بخار و عایقکاری باشد.

**Stt:** دارای گرمکن بخار با سیمان عایقی و عایقکاری باشد.



<p><b>Et:</b> To be electric traced and insulated.</p>	<p><b>Et:</b> دارای گرمکن برقی با عایقکاری باشد.</p>
<p><b>Ett:</b> To be electric traced with insulation cement and insulated.</p>	<p><b>Ett:</b> دارای گرمکن برقی با سیمان عایقی و عایقکاری باشد.</p>
<p><b>Sts:</b> To be steam traced with spacers and insulated.</p>	<p><b>Sts:</b> دارای گرمکن بخار با جداکننده و عایقکاری باشد.</p>
<p><b>Ias:</b> Insulation for cycling or dual temperature service where temperature fluctuates from 15°C to 320°C.</p>	<p><b>Ias:</b> عایق برای شرایط دمایی دوره ای یا دوگانه که دما از ۱۵ تا ۳۲۰ درجه سانتیگراد نوسان دارد.</p>
<p><b>7.4.2.1.3</b> It is preferable that the insulation of pipework should be carried out with preformed materials where the temperature limitations permit. where the pipe diameter is too large for moulded pipe sections to be used the pipe should be covered as far as practicable by building up with radiused and beveled lags.</p>	<p><b>۷-۴-۲-۱-۳</b> ترجیحاً عایق لوله کاری، با مواد از پیش شکل داده شده که در محدوده های دمایی آن امکان چنین کاری وجود دارد، باید انجام شود. جایی که قطر مقاطع لوله شکل داده شده برای استفاده بسیار بزرگ است، لوله باید تا جایی که عملی است با عایق تقویت شده با پایه های شعاعی و پخ دار، پوشش داده شود.</p>
<p><b>7.4.2.1.4</b> The junction between removable and permanent insulation shall be made readily discernible, e.g. by painting the end or by laying a suitable textile fabric over the end of the permanent insulation.</p>	<p><b>۷-۴-۲-۱-۴</b> اتصال بین عایق قابل انتقال و دائمی باید به راحتی قابل تشخیص باشد، برای مثال، با رنگ آمیزی یا با گذاشتن پارچه مناسب روی انتهای عایقکاری دائمی.</p>
<p><b>7.4.2.1.5</b> If insulation thickness requirement exceeds 75 mm, the insulations shall be applied in multilayers with maximum of 75 mm per layer .</p>	<p><b>۷-۴-۲-۱-۵</b> اگر ضخامت عایق بیش از ۷۵ میلیمتر باشد، عایقکاری باید در چندین لایه با ضخامت هر لایه حداکثر ۷۵ میلیمتر، اعمال شود.</p>
<p><b>7.4.2.1.6</b> Hangers and supports shall be insulated from the pipe surface in a suitable manner, and where applicable should comply with the requirements of BS 3974. Recognized methods for hot pipes using direct-contact support or insulation rings are shown in Figs. 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 and 16.</p>	<p><b>۷-۴-۲-۱-۶</b> قلابها و نگهدارنده ها باید از سطح لوله به روشی مناسب عایق شوند و جایی که قابل اعمال است باید با الزامات BS 3974 مطابقت داشته باشد. روشهای به رسمیت شناخته شده برای لوله های داغ با بکارگیری نگهدارنده با تماس مستقیم یا حلقه های عایق در شکلهای ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۵ و ۱۶ نشان داده شده است.</p>
<p><b>7.4.2.1.7</b> All joints shall be staggered as shown in Fig. 17.</p>	<p><b>۷-۴-۲-۱-۷</b> تمام اتصالات همانطور که در شکل ۱۷ نشان داده شده است باید شطرنجی باشند.</p>
<p><b>7.4.2.1.8</b> Flexible piping, other than corrugated piping for steam services, shall be insulated as shown in Fig. 18.</p>	<p><b>۷-۴-۲-۱-۸</b> لوله کشی قابل انعطاف، غیر از لوله کشی موجدار برای کاربری بخار، باید همانطور که در شکل ۱۸ نشان داده شده است عایقکاری شود.</p>
<p><b>7.4.2.1.9</b> Corrugated piping shall be insulated as plain piping.</p>	<p><b>۷-۴-۲-۱-۹</b> لوله کشی موجدار باید مانند لوله کشی ساده عایق شود.</p>
<p><b>7.4.2.1.10</b> Expansion bellows pieces are frequently left uninsulated for metallurgical considerations but where required they can be</p>	<p><b>۷-۴-۲-۱-۱۰</b> قطعات فانوسه انبساطی غالباً به دلیل ملاحظات متالورژیکی عایق نمیشوند، اما در صورت لزوم طبق شکل ۱۹ میتوانند با محافظ خارجی مناسب عایق</p>

insulated as shown in Fig. 19, with suitable external protection as necessary. The purpose of such device is to permit free movement of bellows.

**7.4.2.1.11** Pipe size larger than 760 mm shall be insulated and finished as described for vessel insulation.

#### **7.4.2.2 Application of insulation to pipework heated by external tracing pipe**

**7.4.2.2.1** Piping which is steam traced shall be covered with oversize pipe insulation to include the tracer lines. Valves, flanges, unions, and tracer line loops shall not be insulated, unless specified on the piping drawings. Oversize pipe insulation thickness shall be in accordance with the tables of [IPS-E-TP-700](#).

**7.4.2.2.2** Flexible insulation may also be used to insulate traced pipework. If this is used, wire netting or metallic tape or foil shall be applied first to preserve an air space inside the insulation cover.

**7.4.2.2.3** The open ends of the air gap in the region of flanges in the main pipe shall be sealed with a disc of insulating material and finished applied as for the adjacent insulation.

**7.4.2.2.4** The effectiveness of heat transfer may be increased by:

- a) Maintaining a hot air space inside the insulation cover to increase the heat transfer area;
- b) Maintaining direct contact between the tracer pipe and the main pipe by wiring or strapping at intervals;
- c) Using heat-conducting cement to increase the contact area between the tracer and heated pipe.

**7.4.2.2.5** When corrosive action between fluid and main pipe is liable to occur at local hot spots, direct contact between tracer and main pipe shall be prevented by fitting spacers of low conductivity between tracer and heated pipe. This may, however, decrease the effectiveness of heat transfer.

شوند. هدف از چنین وسایلی ایجاد آزادی حرکت برای فانوسه ها ست.

۷-۴-۲-۱-۱۱ لوله با اندازه بزرگتر از ۷۶۰ میلیمتر باید همانطور که برای عایقکاری ظرف توضیح داده شده است، عایقکاری و تکمیل گردد.

۷-۴-۲-۲ کاربرد عایقکاری روی لوله کشی گرم شده توسط لوله گرمکن بیرونی

۷-۴-۲-۲-۱ لوله کشی ای که دارای گرمکن بخار است باید با عایق بزرگتر از اندازه لوله برای در بر گرفتن خطوط گرمکن، روکش شوند. شیرها، فلنجهها، مهره ماسوره ها و اتصالات لوله گرمکن نباید عایق شوند، مگر اینکه روی نقشه های لوله کشی مشخص شده باشد. ضخامت عایقکاری لوله بزرگتر از اندازه باید مطابق با جداول استاندارد [IPS-E-TP-700](#) باشد.

۷-۴-۲-۲-۲ عایق قابل انعطاف ممکن است برای عایق کردن لوله کشی گرمکن استفاده شود. اگر این مورد بکار رود، نخست باید برای حفظ فضای هوای داخل روکش عایق، شبکه سیمی یا نوار فلزی یا ورقه نازک فلزی به کار برده شوند.

۷-۴-۲-۲-۳ دو انتهای باز فاصله هوایی در ناحیه فلنجهها در لوله اصلی باید با صفحه ای از ماده عایقکاری آب بندی شود، همانطور که برای عایقکاری لوله مجاور بکار برده شده است.

۷-۴-۲-۲-۴ اثربخشی انتقال حرارت ممکن است افزایش یابد توسط:

- الف) حفظ فاصله هوای داغ داخل روکش عایق برای افزایش سطح انتقال گرما.
- ب) حفظ تماس مستقیم بین لوله گرمکن و لوله اصلی با سیم کشی یا تسمه کشی در فواصل بین آنها.
- ج) بکارگیری سیمان رسانای گرما جهت افزایش سطح تماس بین گرمکن و لوله گرم شده.

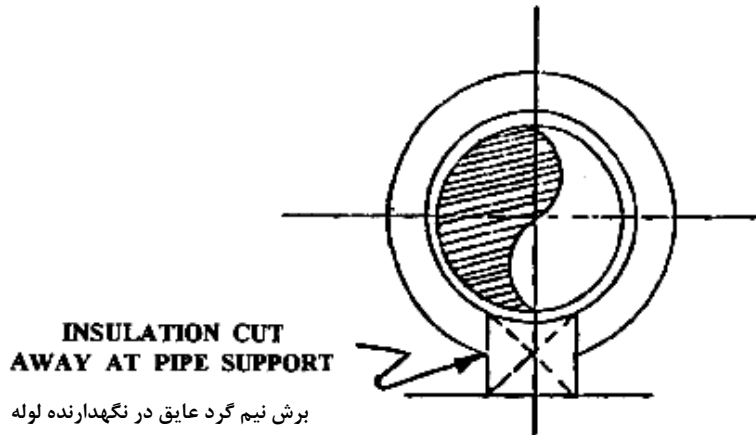
۷-۴-۲-۲-۵ وقتی احتمال خوردگی بین سیال و لوله اصلی در نقاط داغ موضعی وجود دارد، باید از تماس مستقیم بین گرمکن و لوله اصلی توسط جداکننده های اتصال، با رسانایی پایین، بین گرمکن و لوله گرم شده جلوگیری شود. هرچند این عمل ممکن است اثر بخشی انتقال حرارت را کاهش دهد.

7.4.2.2.6 The tracer pipe itself shall be looped out and jointed (for example, by a compression fitting) near the main pipe flanges. The exposed length of tracer shall be insulated.

۶-۲-۲-۴-۷ خود لوله گرمکن باید به صورت حلقه خارج شده و نزدیک به (برای مثال، توسط یک اتصال فشاری) فلنجهای لوله اصلی متصل شود. طول گرمکن در تماس، باید عایق شود.

**PIPE SHOE FOR LINES 75 mm AND LARGER**

کفشک برای لوله‌های ۷۵ میلیمتری و بزرگتر



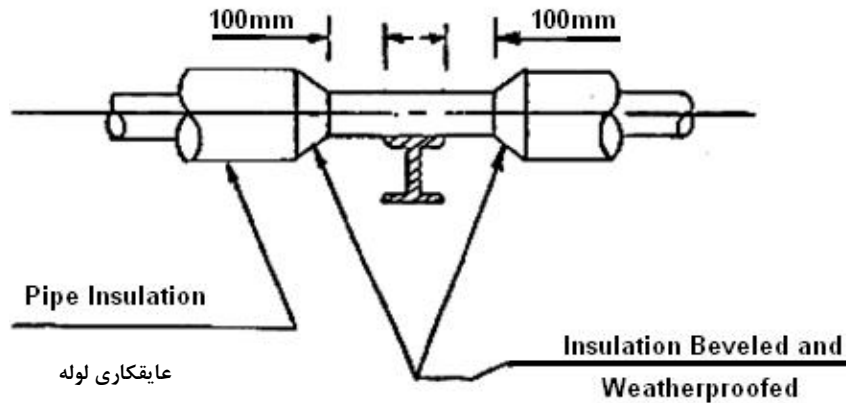
برش نیم گرد عایق در نگهدارنده لوله

**FOR 75 mm THRU 750 mm DIA PIPE**

برای قطر لوله ۷۵ میلیمتر تا ۷۵۰ میلیمتر

برش نیم گرد عایق در نگهدارنده ها برای خطوط با قطر کمتر از ۷۵ میلیمتر

**INSULATION CUT AWAY AT SUPPORTS FOR LINES UNDER 75mm**



عایقکاری لوله

عایق پخکاری شده و مقاوم در برابر هوا

**Fig. 8-INSULATION AT THE PIPE SUPPORT-HOT SERVICES**

شکل ۸- عایقکاری در نگهدارنده لوله - کاربری های گرم

**Note:**

Insulation shall be continuous across supports.

**یادآوری:**

عایقکاری در سرتاسر نگهدارنده ها باید ادامه داشته باشد.

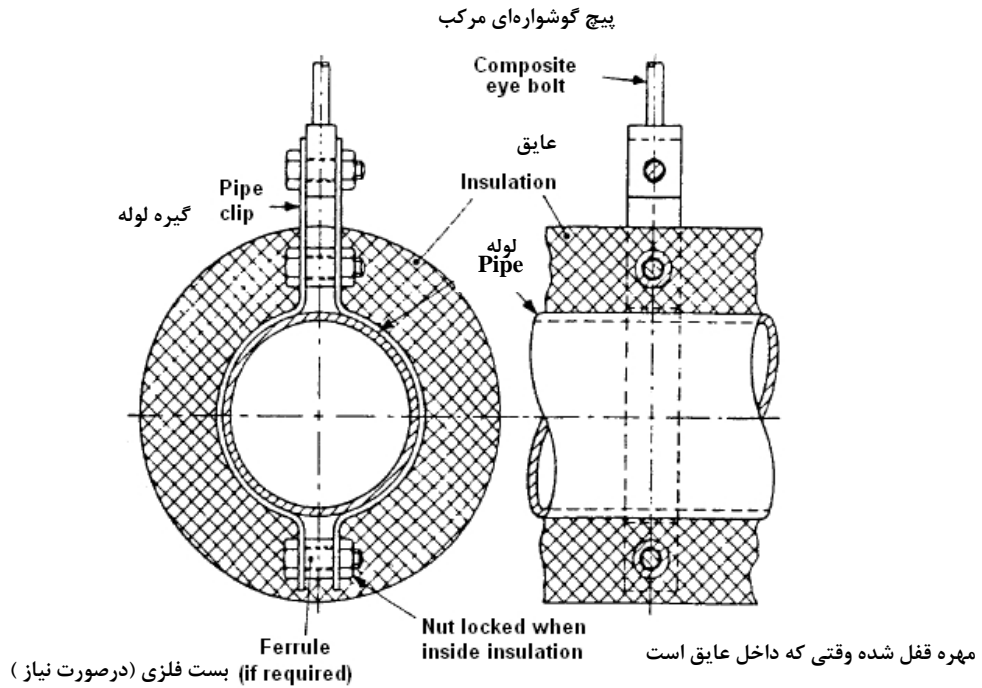


Fig. 9-TWO-PIECE STRAP, DIRECT CONTACT, INSULATION COVERING STRAP

شکل ۹- تسمه دوتکه، تماس مستقیم، تسمه روکش عایق

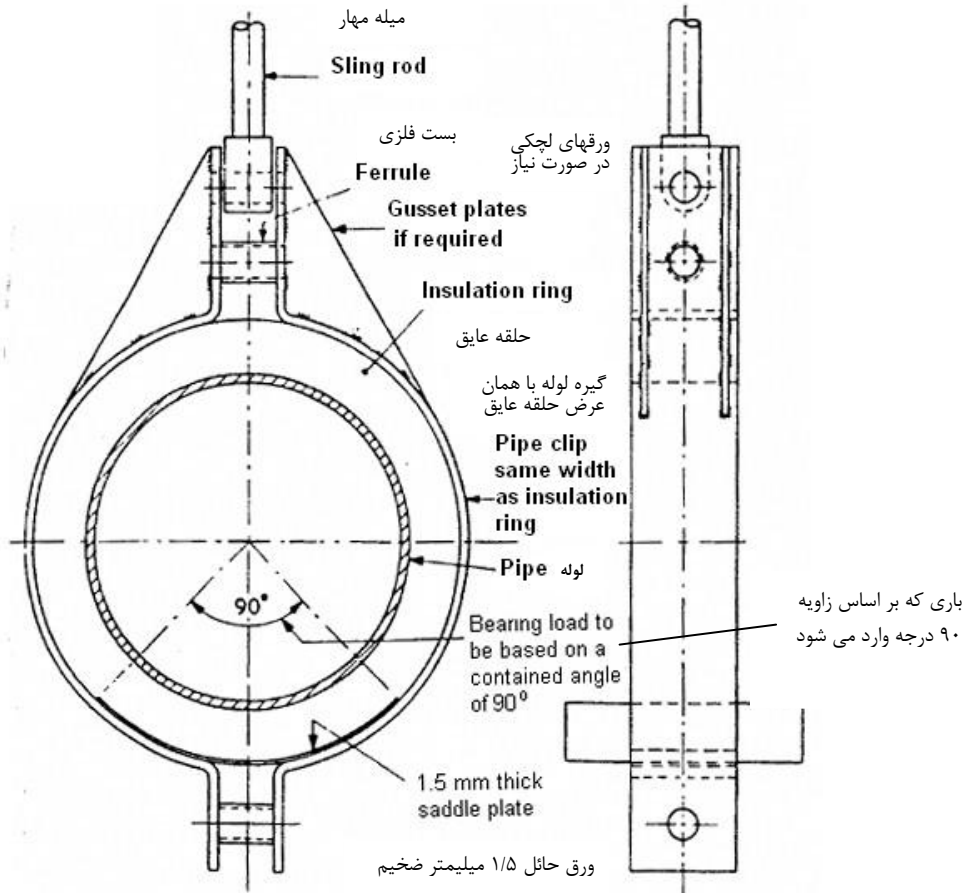


Fig. 10-TWO-PIECE STRAP USING INSULATING RING

شکل ۱۰- تسمه دوتکه با استفاده از حلقه عایق

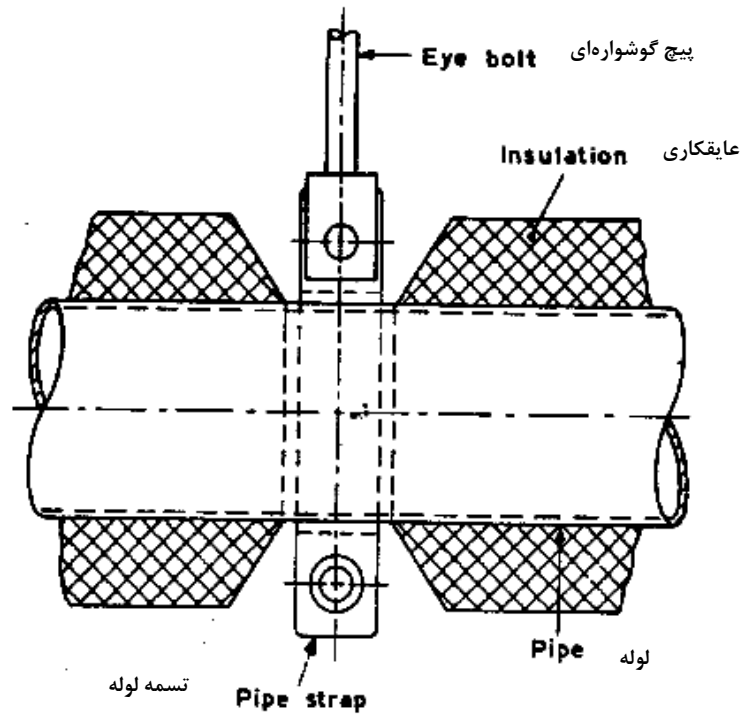


Fig. 11-TWO-PIECE STRAP, DIRECT CONTACT, INSULATION CLEAR OF STRAP

شکل ۱۱- تسمه دوتکه، تماس مستقیم، عایق بدون تسمه

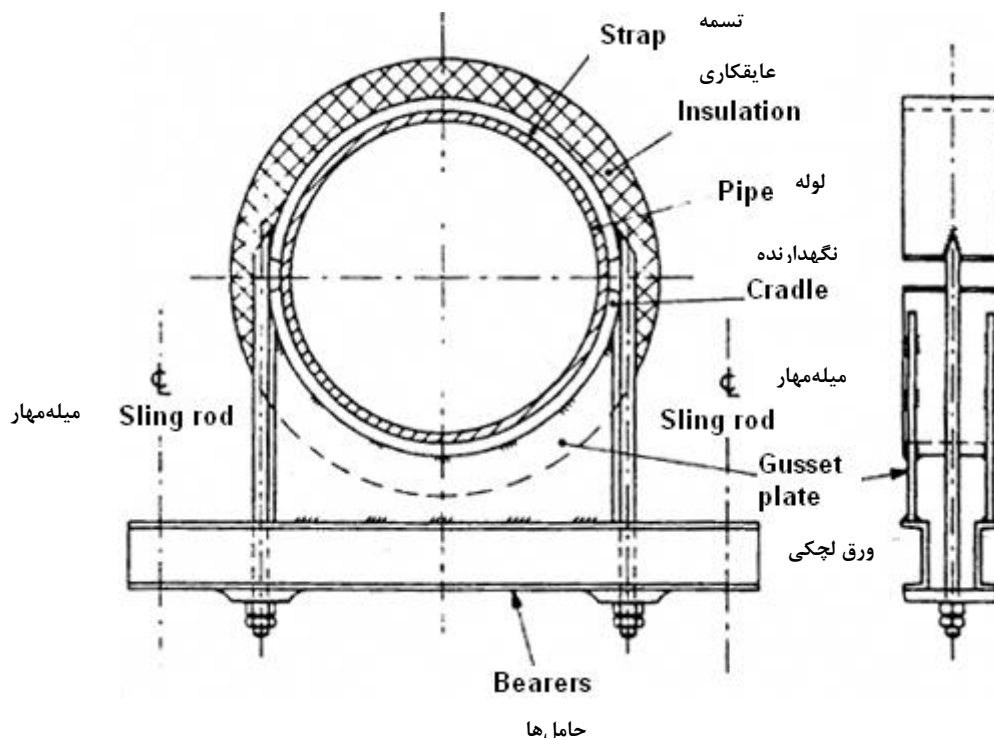


Fig. 12-U-BOLT CRADLE, DIRECT CONTACT

شکل ۱۲- نگهدارنده پیچ U شکل، تماس مستقیم

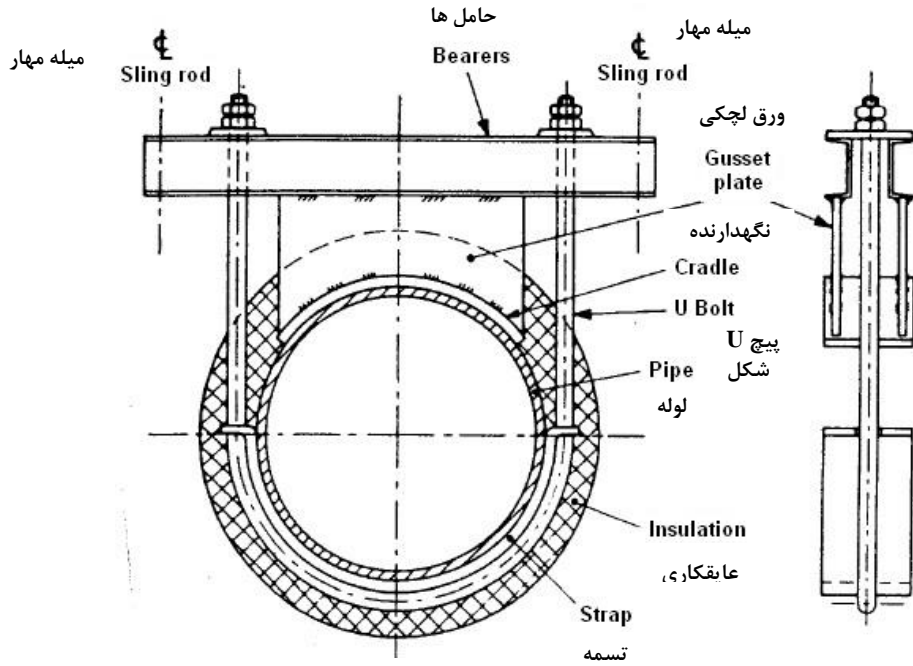


Fig. 13-INVERTED U-BOLT CRADLE, DIRECT CONTACT

شکل ۱۳- نگهدارنده پیچ U شکل معکوس شده، تماس مستقیم

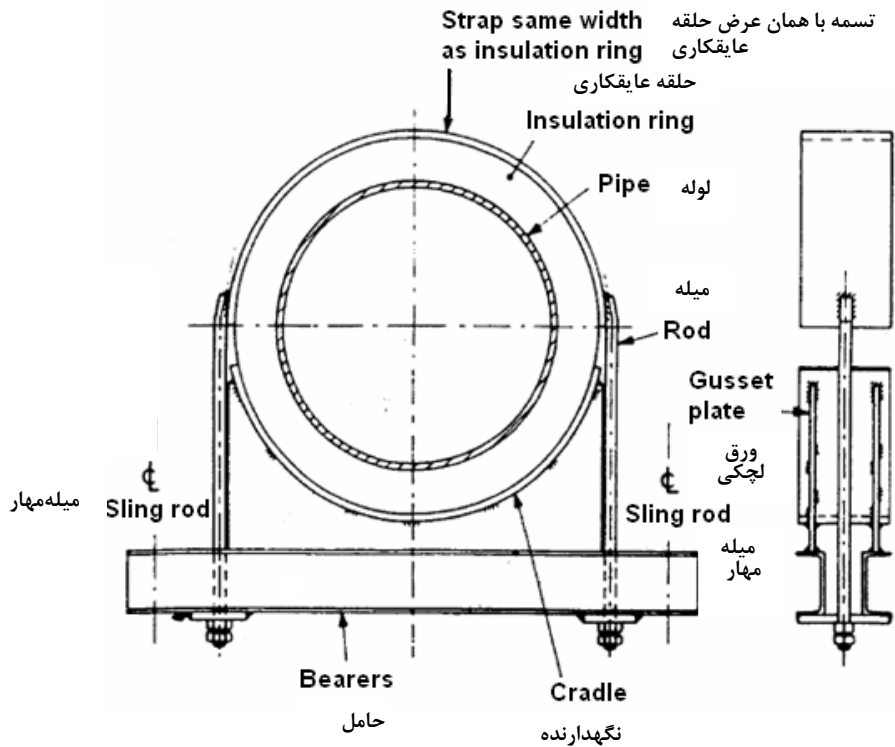


Fig. 14-U-BOLT CRADLE USING INSULATION RING

شکل ۱۴- نگهدارنده پیچ U شکل با استفاده از حلقه عایق

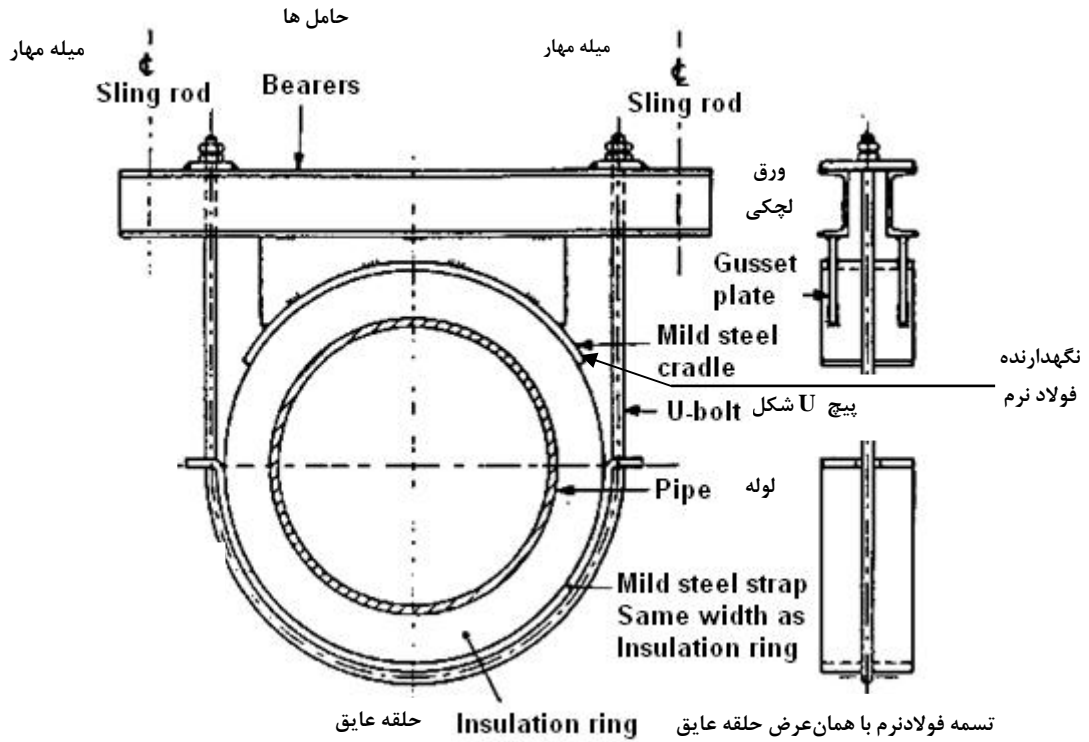


Fig. 15-INVERTED U-BOLT CRADLE USING INSULATION RING

شکل ۱۵- نگهدارنده پیچ U شکل معکوس شده با استفاده از حلقه عایقکاری

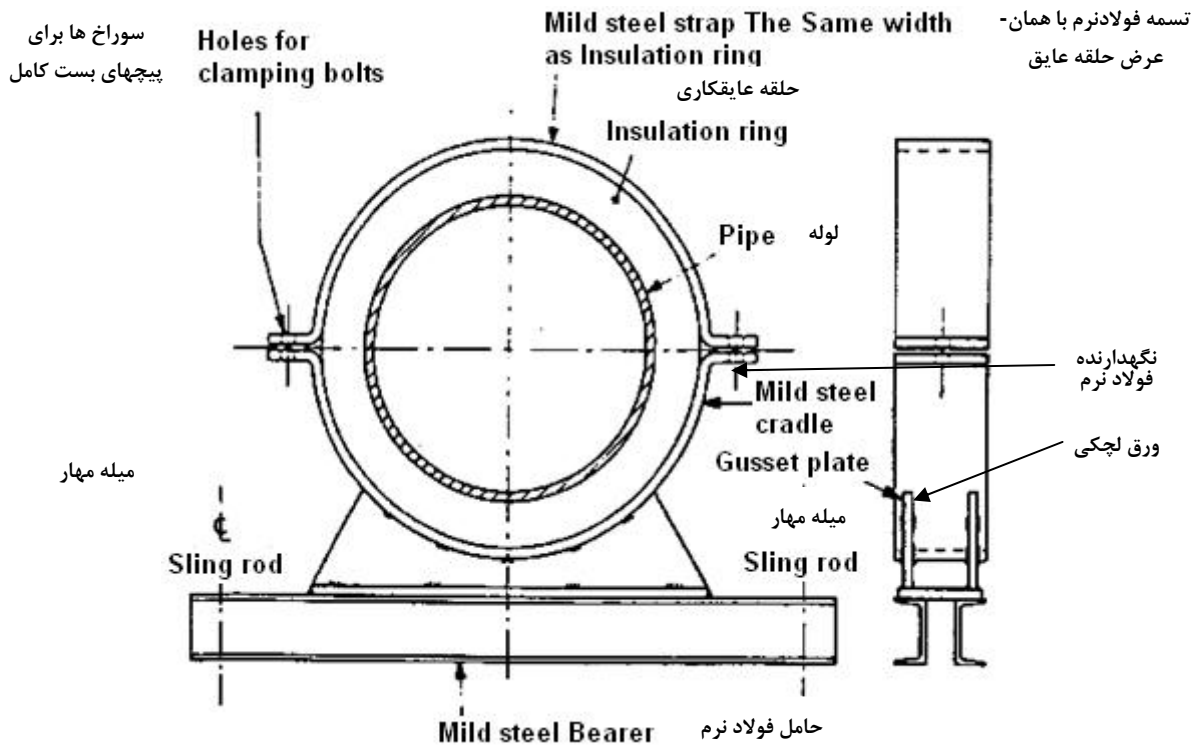
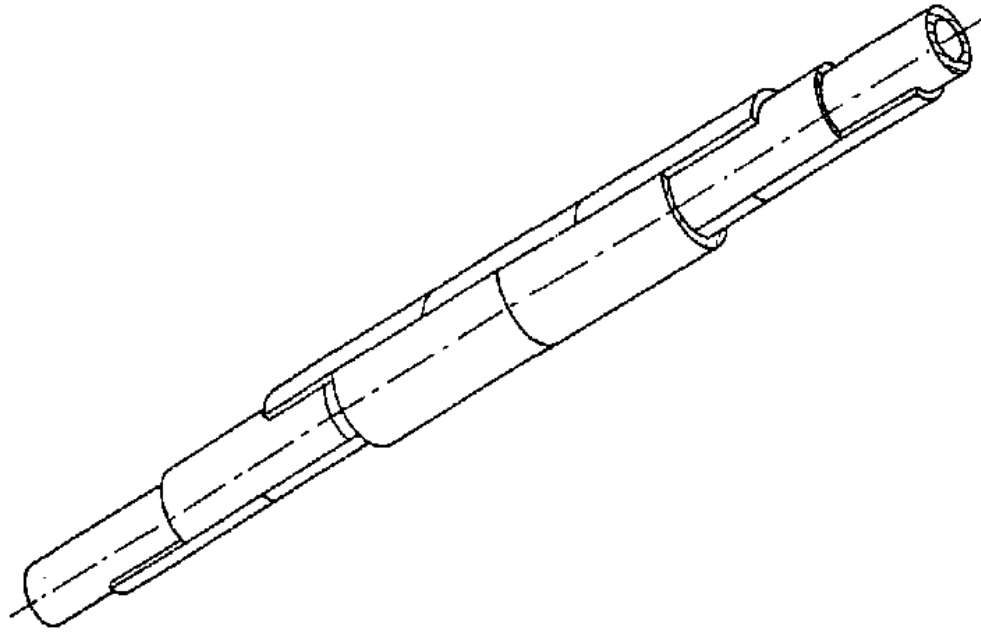


Fig. 16-TWO-PIECE STRAP CRADLE USING INSULATION RING

شکل ۱۶- نگهدارنده تسمه دوتکه با استفاده از حلقه عایقکاری



**Fig. 17- TYPICAL METHOD OF STAGGERING INSULATION SECTION ON A STRAIGHT PIPE**

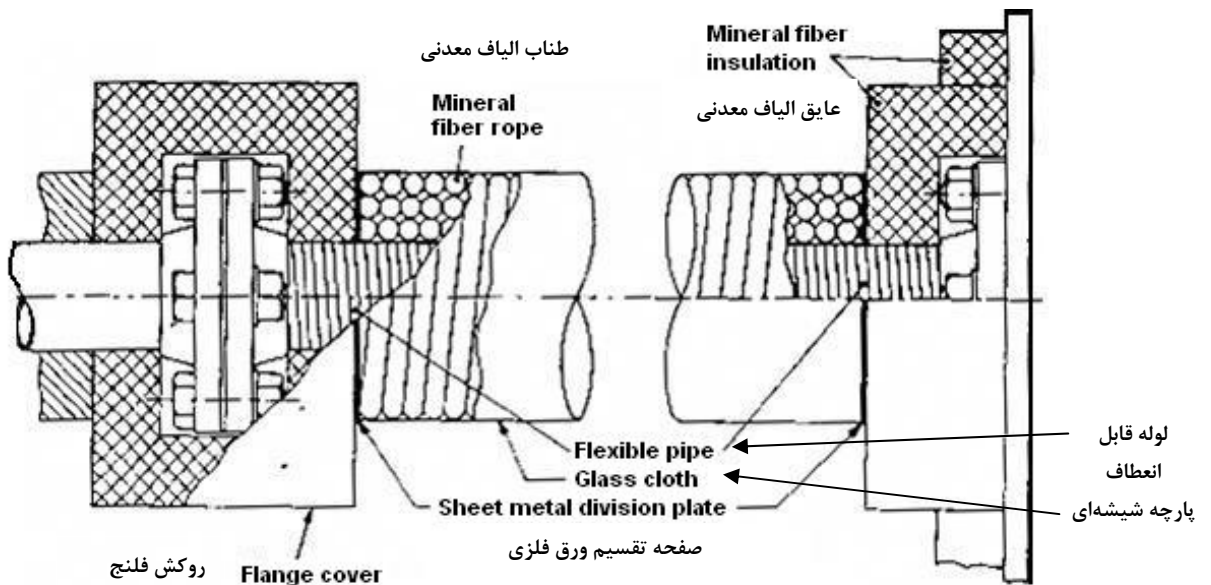
شکل ۱۷- روش نمونه مقطع عایقکاری یک در میان روی لوله مستقیم

**Note:**

Binding wire or bands on each layer of insulation spaced at intervals of approximately 250 mm.

**یادآوری:**

سیم وصل کننده یا نوارهای روی هر لایه عایق با فواصل تقریباً ۲۵۰ میلیمتر



**Fig. 18-TYPICAL METHOD OF INSULATING FLEXIBLE PIPE**

شکل ۱۸- روش نمونه عایقکاری لوله قابل انعطاف



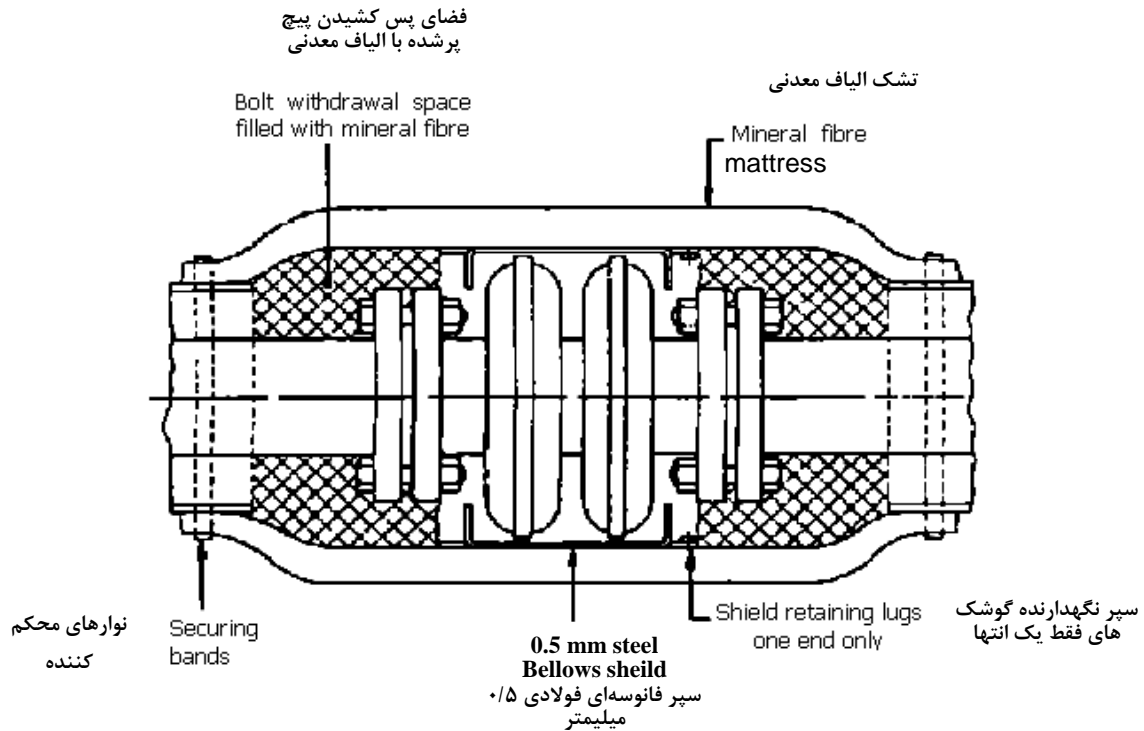


Fig. 19-TYPICAL METHOD OF INSULATING EXPANSION BELLOWS

شکل ۱۹- روش نمونه عایقکاری فانوسه های انبساطی

**Note:**

Steel cover to overlap bellows by 40 mm at each end. Cast to be made in the cover and lugs bent over to locate the cover. The purpose of the shield is to permit free movement of the bellows.

7.4.2.2.7 Leak testing shall be satisfactorily completed before the application of thermal insulation.

Fig. 20 shows typical methods for insulating steam traced pipe.

7.4.2.2.8 Electrical tracing should always be applied and insulated in accordance with the Manufacturer's instructions. Care shall be taken to avoid mechanical damage, and to protect the tape from water or chemical spillage. The makers shall be consulted before electrical tracing is specified for use in flameproof areas. Preferably, the insulation should be of preformed sections of appropriate inner diameter to fit over the tracing cable on the pipe. Where live electric tracing cables are buried in the insulation a warning notice shall be placed on the outside. For typical method of insulating electrical traced pipe see Fig. 20.

**یادآوری:**

روکش فولادی برای همپوشانی فانوسه‌ها، تا ۴۰ میلیمتر در هر انتها است. انجام ریختگی در روکش و خمش گوشک‌ها روی آن برای استقرار روی روکش انجام می‌شود. هدف از سپر اجازه دادن به حرکت آزاد فانوسه‌ها است.

۷-۴-۲-۲-۷ آزمایش نشتی باید قبل از عایقکاری حرارتی بطور رضایت بخشی تمام شود.

شکل ۲۰ روشهای نمونه برای عایق کردن لوله گرمکن بخار را نشان می‌دهد.

۷-۴-۲-۲-۸ گرمکن برقی همیشه باید مطابق با دستورالعمل‌های سازنده بکار رفته و عایق شود. به منظور جلوگیری از آسیب مکانیکی و حفاظت نوار از آب یا ریزش مواد شیمیایی باید دقت شود. قبل از اینکه گرمکن برقی برای استفاده در نواحی مقاوم در برابر آتش تعیین گردد، باید با سازندگان مشورت شود. ترجیحاً، عایقکاری باید از قطعات از پیش شکل داده شده با قطر داخلی مناسب بوده تا به اندازه کابل گرمکن روی لوله باشد. جایی که کابل گرمکن برقی جریان دارد باید در زیر عایق مدفون شود و در بیرون باید هشدار دهنده ای نصب شود. برای روش نمونه عایق کردن لوله گرمکن برقی به شکل ۲۰ مراجعه شود.

### 7.4.2.3 Vertical piping

For vertical runs of piping, or near vertical (inclined 45° or more) piping, it is important to prevent downward displacement of the insulating material by the use of appropriate supports, which may be in the form of metal rings, part rings, or studs (see 7.3 and [IPS-E-TP-700](#)). These supports shall be located at intervals of not more than 5 meters and, in any case, these shall be a support immediately above each expansion break in the insulation and also above all flanges in vertical lines and located as to allow removal of flange bolts, see Fig. 21.

### ۳-۲-۴-۷ لوله‌کشی عمودی

برای لوله‌کشی مسیره‌های عمودی، یا تقریباً عمودی (مورب ۴۵ درجه)، مهم است که از جابجایی رو به پایین مواد عایق با استفاده از نگهدارنده‌های مناسب، که ممکن است به شکل حلقه‌های فلزی، حلقه‌های جدا شده، یا میل پیچهای باشند، جلوگیری به عمل آید (به استاندارد [IPS-E-TP-700](#) بند ۳-۷ مراجعه شود). این نگهدارنده‌ها نباید در فواصل بیش از ۵ متر مستقر شوند و بهره‌وری باید بالای هر قطع انبساطی در عایق و همچنین بالای تمام فلنجهای در خطوط عمودی و به طوری که امکان جدا کردن پیچهای فلنج باشد، بلافاصله مستقر شوند. به شکل ۲۱ مراجعه شود.

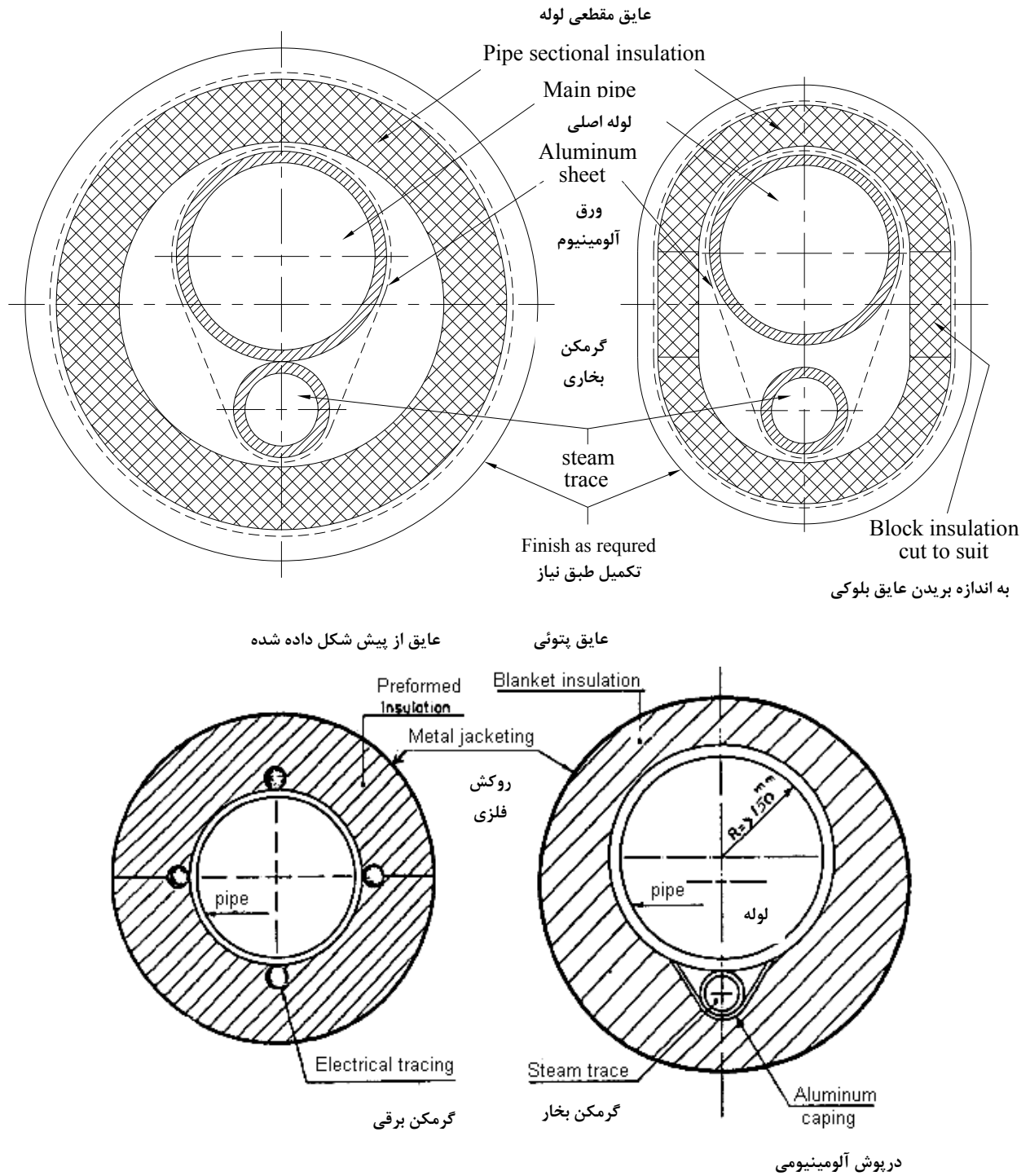
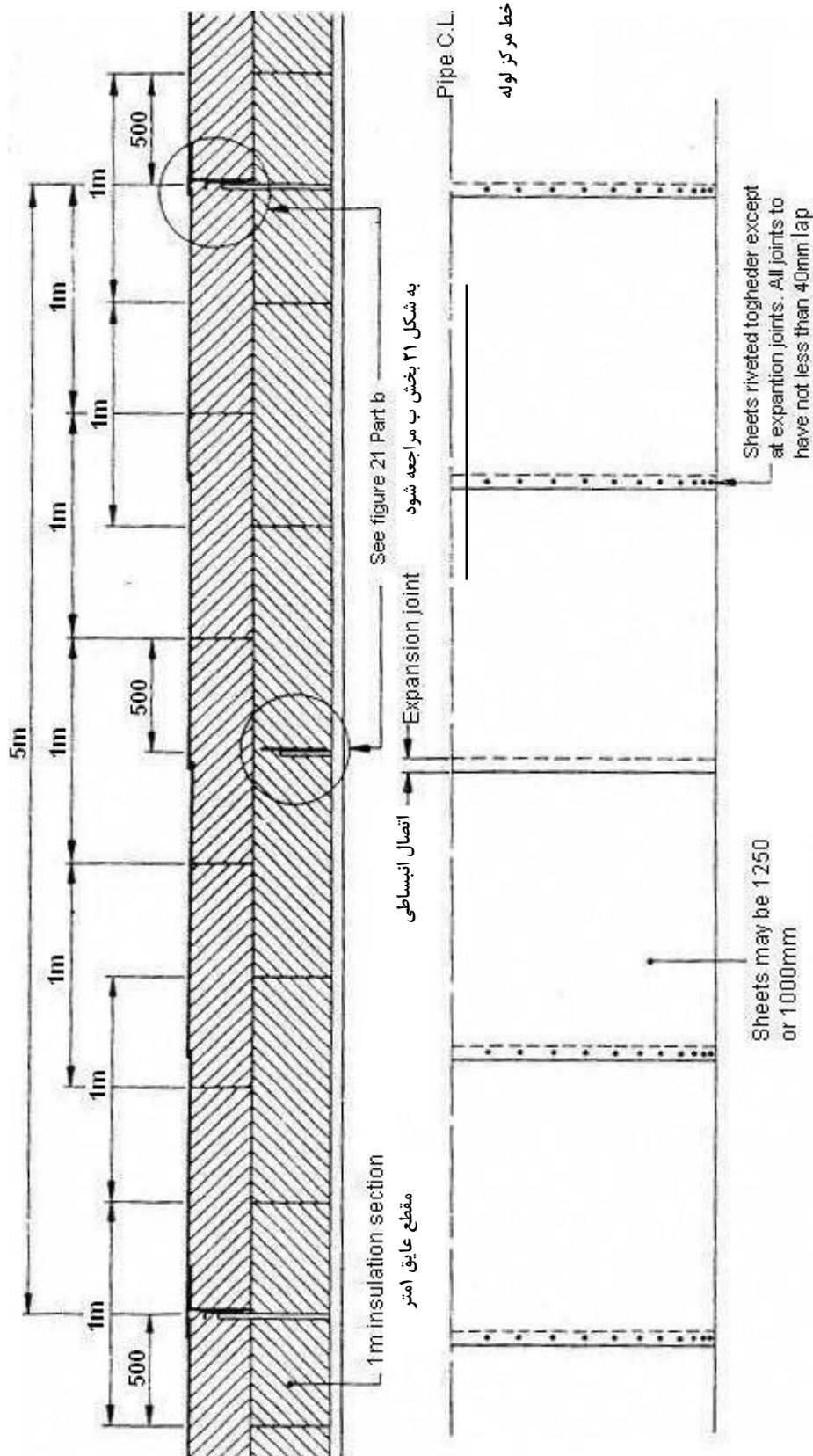


Fig. 20-TYPICAL METHOD OF INSULATING HEAT TRACED PIPE

شکل ۲۰- روش نمونه عایق لوله گرمکن گرمایی



به جز در اتصالات انبساطی ورقها به یکدیگر میخ پرچ شوند. تمام اتصالات حداقل ۴۰ میلیمتر هم پوشانی داشته باشند.

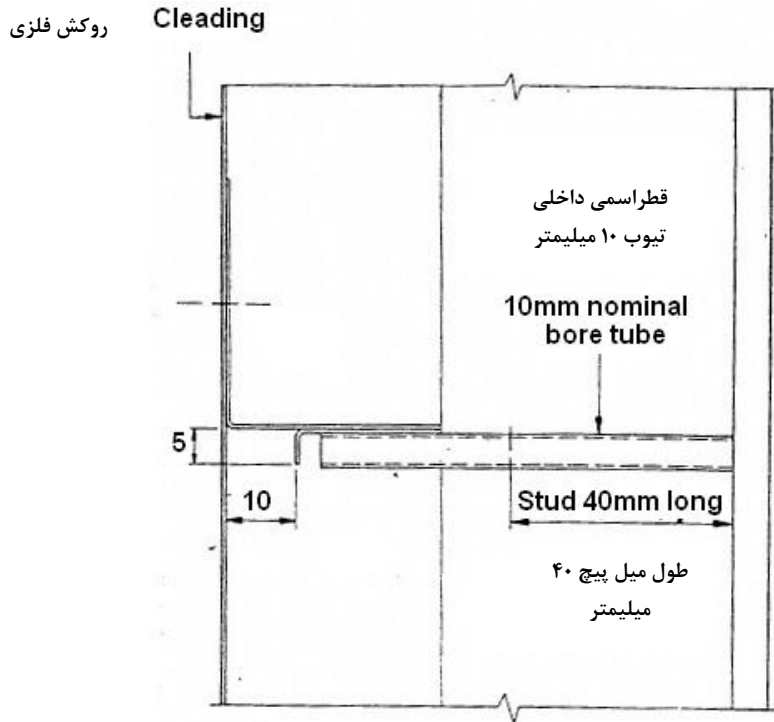
ممکن است ورقها ۱۲۵۰ یا ۱۰۰۰ میلیمتر باشند

a) Spacing of joints (hot insulation)

(الف) فاصله گذاری اتصالات (عایق داغ)

Fig. 21-TYPICAL CLEADING AND/OR INSULATION SUPPORT FOR VERTICAL PIPEWORK

شکل ۲۱- نمونه روکش فلزی و/یا نگهدارنده عایقکاری برای لوله‌های عمودی



**Note:**

Angle cleats of the same material as the cleating are riveted to cleating.

Minimum: 4 cleats per ring. Maximum: Cleats at 230 mm centers. Width of cleats as follows.

Insulation outer diameter (mm) 150 to 200 200 to 300 above 300 Cleat width (mm).20,25,35

**Dimensions in millimeters**

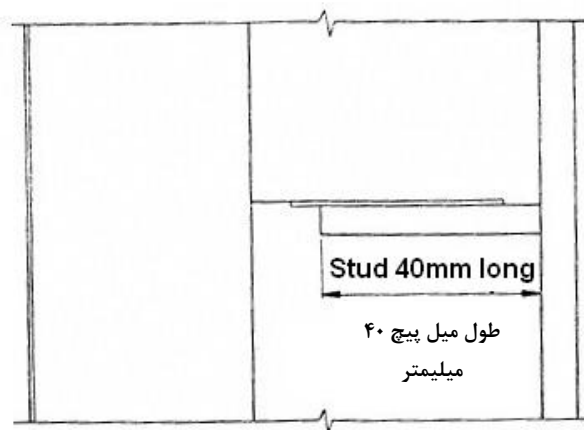
**یادآوری:**

بستهای زاویه دار از همان جنس، همانطور که روکش فلزی به روکش فلزی، میخ پرچ میشوند.

حداقل: ۴ بست برای هر حلقه. حداکثر: بستها در مراکز ۲۳۰ میلیمتری. عرض بستها مطابق زیر باشد.

قطر بیرونی عایقکاری (میلیمتر) ۱۵۰ تا ۲۰۰، ۲۰۰ تا ۳۰۰، ۳۰۰ بالای ۳۰۰ عرض بست (میلیمتر) ۲۰، ۲۵، ۳۵

ابعاد بر حسب میلیمتر



**b) Support arrangements (hot insulation)**

(ب) نحوه چیدمان نگهدارنده (عایقکاری گرم)

**Fig. 21 (concluded)**

شکل ۲۱- (شکل پایان یافته)

#### 7.4.2.4 Application

۷-۴-۲-۴-۴ کاربرد

##### 7.4.2.4.1 Preformed materials

۷-۴-۲-۴-۱ مواد از پیش شکل داده شده

**7.4.2.4.1.1** Preformed pipe sections shall be fitted closely with the all joints butted also cracks and voids to the pipe and any unavoidable gaps in circumferential or longitudinal joints shall be filled with compatible insulating materials such as insulating cement.

۷-۴-۲-۴-۱-۱ قطعات لوله از پیش شکل داده شده باید با تمام اتصالات لب به لب شده، با دقت متصل شوند، ترکها و فضاهای خالی لوله و هر شکاف غیرقابل اجتناب پیرامونی یا اتصالات طولی، با مواد عایق، مانند سیمان عایقکاری، باید پر شوند.

**7.4.2.4.1.2** Single layer sectional pipe insulation shall be applied with longitudinal joints staggered (see Fig. 17) and shall be secured with bands or wire at approximately 250 mm spacing and not nearer than 50 mm to the end of the section. Additional layer or layers of sectional pipe insulation also shall be applied with all joints staggered and shall have inner layer secured by at least two wires per section with the outer layer secured by bands or wires at approximately 250 mm spacing. After tightening, the ends shall be pressed on to the insulating material (see 7.3.3). The choice of material for the bands or wires and its corrosion protection shall be based on the environmental condition. See [IPS-M-TP-710](#) for recommended materials and sizes of bands and wires.

۷-۴-۲-۴-۱-۲ عایقکاری قطعه‌ای لوله تک لایه باید با اتصالات طولی شطرنجی شده (به شکل ۱۷ مراجعه شود) بکار رود و با نوارها یا سیم تقریباً در فاصله ۲۵۰ میلیمتری و نه نزدیکتر از ۵۰ میلیمتر به انتهای قطعه باید محکم گردد. لایه یا لایه‌های اضافی عایق قطعه لوله‌ای باید با تمام اتصالات شطرنجی بکار روند و لایه داخلی، حداقل با دو سیم برای هر قطعه، با لایه بیرونی توسط نوارها یا سیمها تقریباً در فاصله ۲۵۰ میلیمتری محکم شوند. بعد از آب بندی، دو انتها باید روی ماده عایقی فشرده شوند (به ۷-۳-۳ مراجعه شود). انتخاب مواد برای نوارها یا سیمها و حفاظت آنها در برابر خوردگی باید بر اساس شرایط محیطی باشد. برای مواد و اندازه نوارها و سیمها به استاندارد [IPS-M-TP-710](#) مراجعه شود.

**7.4.2.4.1.3** When sections are held in position and covered by a fabric, this shall be secured by stitching or by the use of an adhesive. The edges of the fabric, if stitched, shall overlap by at least 25 mm; if adhesive tape is used to cover the joints it should preferably be wound with an overlap of at least 25 %. Alternatively, with a fabric or sheet outer finish, the whole may be secured by circumferential bands.

۷-۴-۲-۴-۱-۳ هرگاه مقاطع در جای خود قرار گرفته و با یک پارچه پوشانده شوند، باید توسط دوختن یا با استفاده از یک چسب محکم شوند. چنانچه لبه‌های پارچه دوخته شوند، دست کم ۲۵ میلیمتر همپوشان خواهند بود؛ اگر نوار چسبی برای پوشاندن اتصالات بکار گرفته شود، ترجیحاً توصیه می‌شود با یک همپوشانی دست کم ۲۵ درصدی پیچانده شوند. یا اینکه با پارچه یا ورق بیرونی تکمیلی، تماماً با نوارهای محیطی محکم شود.

**7.4.2.4.1.4** Sections that are split down one side only shall be sprung on to the piping, and secured. Certain types of pipe sections can be secured by corrosion-resisting staples at the joints; these staples shall be not further apart than 100 mm.

۷-۴-۲-۴-۱-۴ قطعاتی که فقط دارای یک طرف دو بخشی هستند باید توسط فنر روی لوله‌کشی قرار گرفته و محکم شوند. بعضی از انواع قطعات لوله را می‌توان با الیاف‌های مصنوعی مقاوم در برابر خوردگی در اتصالات محکم کرد؛ این الیاف‌های مصنوعی نباید بیش از ۱۰۰ میلیمتر از هم دور باشند.

**7.4.2.4.1.5** To prevent "through joints" where temperatures exceed 260°C, with single layer insulation, apply an expansion filler material between the joints of the insulation. This filler

۷-۴-۲-۴-۱-۵ برای جلوگیری "اتصالات سراسری" جایی که با عایق یک لایه، دما بیش از ۲۶۰ درجه سانتیگراد باشد، یک ماده پرکننده انبساطی بین اتصالات

to be strips of 2.5 cm thick,  $\frac{3}{4}$  # (0.34 kg) density, long textile fiber resilient glass blanket material. Width of strips to be thickness of pipe insulation plus 1.3 cm. Filler is applied, squeezed to a minimum thickness less than 0.16 cm by the pipe insulation when installed. Projecting portion of filler is flattened by covering.

**7.4.2.4.1.6** The need to dismantle pipework with a minimum disturbance of insulation shall be borne in mind, and permanent insulation shall end sufficiently far from flanges and fittings to enable bolts to be withdrawn. Therefore, unless otherwise specified, insulation shall be stopped at flange or union connections. Clearance shall be stud length plus 25 mm. At each stop, the insulation shall be weather proofed.

#### 7.4.2.4.2 Flexible materials

**7.4.2.4.2.1** Fabric-covered mattresses shall be made from a suitable flexible medium and filled with a suitable filling that contains a minimum of dust or foreign matter. The hem of the fabric cover shall be folded twice before sewing. The inner faces of mattresses in contact with surfaces above 400°C shall be of glass cloth, ceramic fibre cloth, stainless steel foil, or alumino-silicate paper. The edges of mattresses shall overlap adjoining insulation and be bound with wire. Care shall be taken that air spaces are kept to a minimum and that there are no free passages from hot surface to atmosphere. The filling material shall be prevented from packing down by quilting as necessary.

**7.4.2.4.2.2** Strip and rope material shall be wrapped spirally around the surface, successive layers being applied to opposite hand. The ends of this material are to be firmly secured and all tie wires buried.

**7.4.2.4.2.3** Care should be taken that flexible materials are not unduly compressed.

عایق باید بکار رود. این پرکننده باید نوارهایی با ضخامت ۲/۵ سانتیمتر، معادل  $\frac{3}{4}$  (۰/۳۴ کیلوگرم) چگالی، از ماده پوشش شیشه‌ای با الیاف بلند فتری باشد. عرض نوارها معادل ضخامت عایق لوله، به اضافه ۱/۳ سانتیمتر باشد. موقع نصب، ماده پرکننده اعمال شده را تا حداقل ضخامت، کمتر از ۰/۱۶ سانتیمتر توسط عایق لوله فشرده نمائید. بخش برآمده پرکننده، با روکش کردن صاف می‌شود.

۶-۱-۴-۲-۴-۷ برای پیاده کردن کارهای لوله باید به خاطر داشته باشیم که این کارها با حداقل اختلال در عایق باشد و عایقکاری دائمی باید به طور کافی دور از فلنچها و اتصالاتی که عقب کشیدن پیچها را فراهم میکند خاتمه یابد. مگر آنکه به نحو دیگری مشخص شده باشد، عایقکاری باید در فلنچ یا اتصالات مهره و ماسوره متوقف شود. فاصله آزاد باید به طول میل پیچ به اضافه ۲۵ میلیمتر باشد. در هر توقف کاری، عایقکاری باید مقاوم در برابر هوا باشد.

#### ۲-۴-۲-۴-۷ مواد قابل انعطاف

۱-۲-۴-۲-۴-۷ تشک‌های پوشیده شده با پارچه باید از واسطه قابل انعطاف و با پرکننده مناسب که دارای حداقل گرد و غبار یا ماده خارجی باشد، ساخته شوند. حاشیه پوشش پارچه‌ای باید قبل از دوختن دوبار تا زده شود. نماهای داخلی تشک‌ها در تماس با سطوح بالای ۴۰۰ درجه سانتیگراد باید از جنس پارچه شیشه‌ای، پارچه الیاف سرامیک، ورق نازک فولاد زنگ نزن، یا کاغذ آلومینو - سیلیکات باشند. لبه‌های تشک‌ها باید با عایقکاری مجاور همپوشانی داشته و با سیم بسته شوند. باید دقت شود که فاصله‌های هوایی به حداقل رسیده و هیچ راه عبور آزاد از سطح داغ به محیط وجود نداشته باشد. در صورت لزوم باید از پنبه پرکننده لحافی جلوگیری شود.

۲-۲-۴-۲-۴-۷ تسمه و طناب باید به صورت حلزونی اطراف سطح پیچانده شود، لایه‌ها یکی پس از دیگری در جهت مخالف بکار رود. دو سر این مواد باید بطور محکم بسته شده و تمام سیمهای مهار مدفون شوند.

۳-۲-۴-۲-۴-۷ باید دقت شود که مواد قابل انعطاف بی جهت تحت فشار نباشند.

**7.4.2.4.2.4** Where insulation is fitted in two layers these layers shall be staggered.

**7.4.2.4.2.5** Flexible insulating blankets or mats need to be secured by means of circumferential bands of metal or plastics strip, as described in 7.3.3.1 with the exception that the use of circumferential tie wires of 1.6 mm to 1.0 mm diameter is permissible when the ultimate finish is to be of sheet metal. If the finish is to be aluminum sheet the securing bands have to be of compatible metal.

**7.4.2.4.2.6** On vertical pipes of nominal size 100 mm and larger, welded or clamped support rings shall be applied at the upper end and under each flange see Fig. 22. Additional rings may be required at approximately 4 m intervals.

**7.4.2.4.2.7** For vertical and near-vertical piping, it is important to prevent downward displacement of flexible insulating materials; whereas support from below is suitable for many preformed materials, flexible insulating materials shall be suspended from above, support ring.

**7.4.2.4.2.8** After application, the blankets shall have the required insulation thickness. At the ends of the blankets clamped distance rings shall preferably be attached to the pipe at intervals of approximately 1 m to support the metal jacketing and to prevent compression of the insulation see Fig. 23.

## 7.4.2.5 Weatherproofing and finishing

**7.4.2.5.1** Straight portion of insulated lines shall have the basic insulation covered with aluminum jacket, with all joints lapped 50 mm and arrange to shed water. The jacket shall be secured with bands installed on 230 mm centers. Galvanized steel also may be used where mechanical resistance is important. The metallic sheet may be either flat or corrugated.

۷-۴-۲-۴-۲-۴-۴ جایی که عایقکاری به صورت دو لایه نصب میشود، لایه ها باید شطرنجی باشند.

۷-۴-۲-۴-۲-۴-۵ پوششهای عایقی قابل انعطاف یا حصیرها نیاز است به وسیله نوارهای محیطی فلزی یا نوار پلاستیکی همانطور که در ۷-۳-۳-۱ تشریح شده، محکم شوند. با این استثناء که استفاده از سیمهای مهار محیطی با قطر ۱/۶ میلیمتر تا ۱ میلیمتر وقتی مجاز است که لایه تکمیلی نهایی از ورق فلزی باشد. اگر لایه تکمیلی از ورق آلومینیوم باشد نوارهای محکم کننده باید از فلزات سازگار باشد.

۷-۴-۲-۴-۲-۴-۶ روی لوله‌های عمودی با اندازه اسمی ۱۰۰ میلیمتر و بیشتر، حلقه‌های نگهدارنده جوشکاری شده یا مهار شده باید در انتهای فوقانی و زیر هر فلنج بکار برده شوند (به شکل ۲۲ مراجعه شود). حلقه‌های اضافی ممکن است تقریباً در فواصل ۴ متر مورد نیاز باشند.

۷-۴-۲-۴-۲-۴-۷ برای لوله‌کشی عمودی و شبه عمودی، نکته مهم جلوگیری از جابجا شدن رو به پایین مواد عایقی قابل انعطاف است؛ در حالی که نگهدارنده از زیر برای اکثر مواد از پیش شکل داده شده مناسب است، مواد عایقکاری قابل انعطاف باید از بالای حلقه نگهدارنده معلق باشند.

۷-۴-۲-۴-۲-۴-۸ بعد از کاربرد، روکشها باید ضخامت عایقکاری لازم را داشته باشند. در انتهای روکشها، حلقه‌های فاصله دهنده باید ترجیحاً به لوله در فواصل تقریباً ۱ متری متصل شوند تا روکش فلزی را نگهداری و از فشار بر عایق جلوگیری نمایند (به شکل ۲۳ مراجعه شود).

۷-۴-۲-۴-۵ مقاومت در برابر آب و هوا و تکمیل کننده ۷-۴-۲-۴-۱-۵ بخش مستقیم خطوط عایق شده باید دارای عایق اولیه بوده که با روکش آلومینیومی پوشانده شده است و با تمام اتصالات، ۵۰ میلیمتر همپوشانی و جهت بیرون راندن آب سازمند شود. روکش باید با نوارهای نصب شده روی مراکز ۲۳۰ میلیمتر محکم شود. فولاد گالوانیزه همچنین ممکن است در جایی که مقاومت مکانیکی اهمیت دارد استفاده شود. ورق فلزی ممکن است تخت یا موج‌دار باشد.



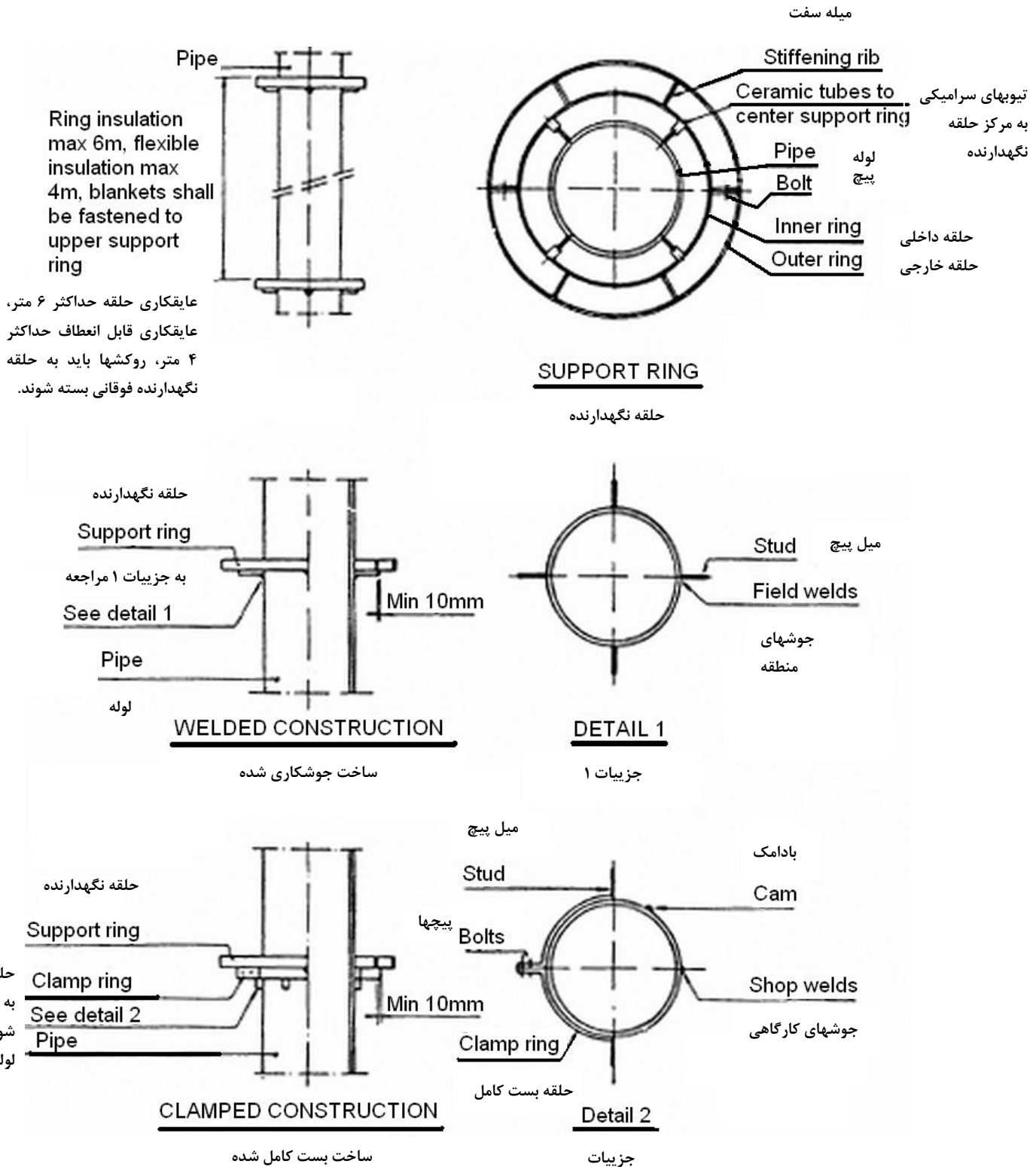


Fig. 22-SUPPORT RING FOR VERTICAL PIPE WITH DOUBLE-LAYER INSULATION

شکل ۲۲- حلقه نگهدارنده برای لوله عمودی با عایق دولایه

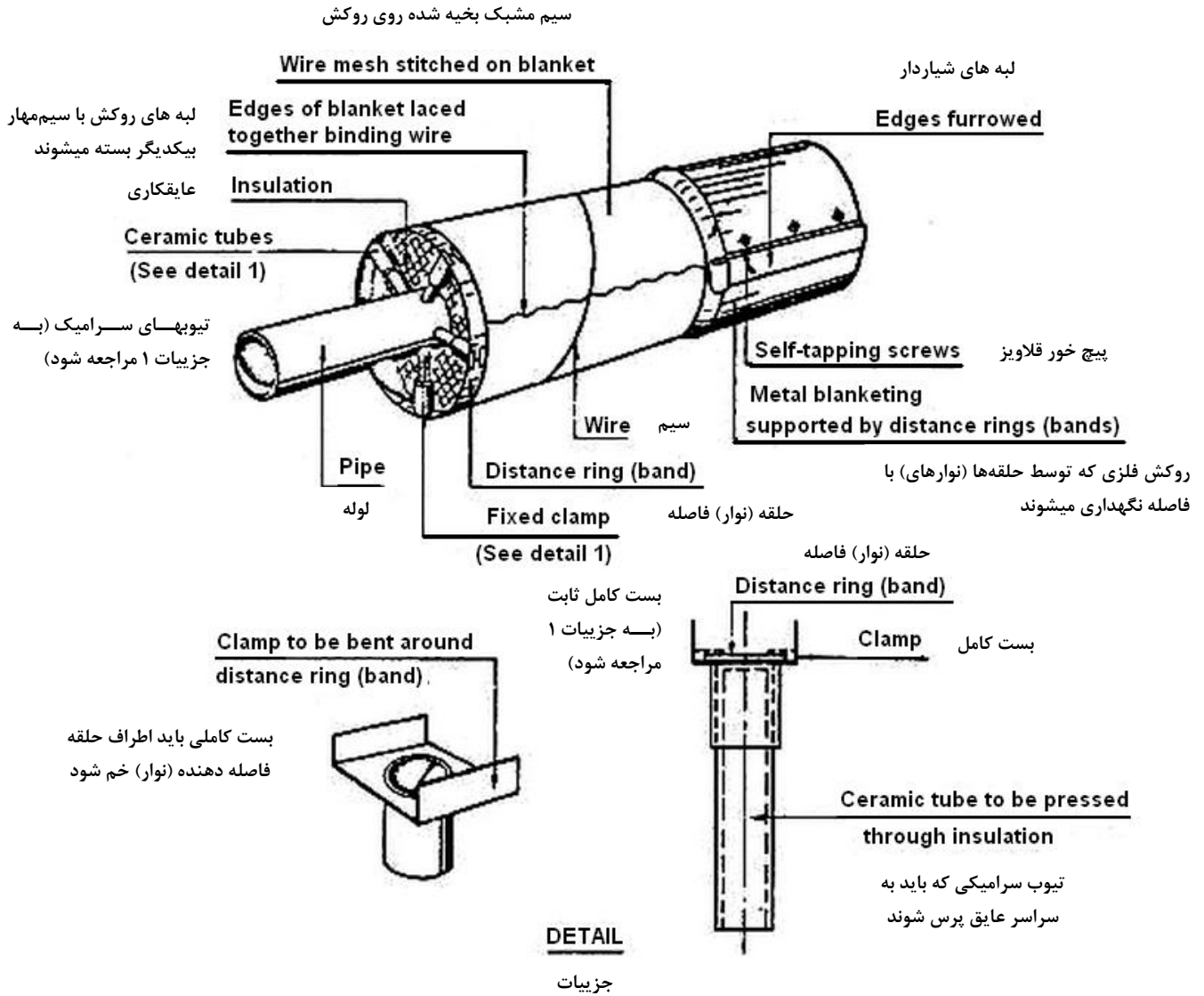


Fig. 23-INSULATION WITH BLANKETS ON PIPING

شکل ۲۳- عایقکاری با روکش‌های روی لوله‌کشی

## NUMBER OF CERAMIC TUBES REQUIRED PER DISTANCE RING

تعداد لوله های سرامیکی مورد نیاز برای هر حلقه فاصله دهنده

PIPE OR VESSEL DIAMETER (mm) قطر لوله یا ظرف (میلیمتر)	NUMBER OF CERAMIC TUBES تعداد تیوب های سرامیکی
Up to 300	5
301-350	6
351-400	7
401-450	8
451-500	9
501-550	10
551-600	11
601-650	12
651-700	13
701-750	14
751-800	15
801-850	16
851-900	17
901-950	18
951-1000	19

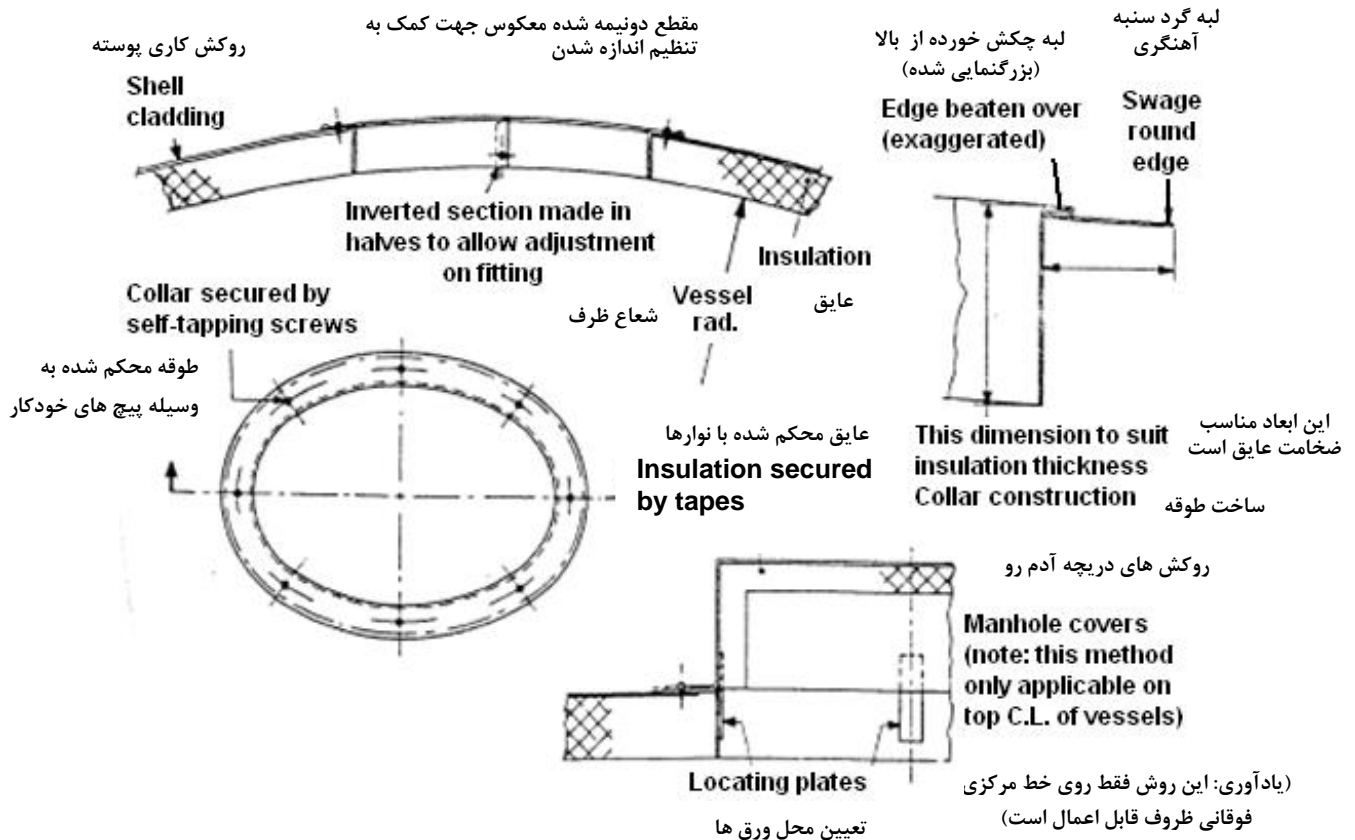


Fig. 24- DETAILS OF INVERTED COLLARS AT MANHOLES, ETC.

شکل ۲۴- جزئیات طوقه های معکوس شده در دریچه های آدم رو و غیره

7.4.3 Hot vessels

۷-۴-۳ ظروف گرم

7.4.3.1 General

۷-۴-۳-۱ عمومی

7.4.3.1.1 Vessels shall be insulated when indicated on the mechanical and process diagrams. Thickness shall be as shown on the vessel drawings and in the table of [IPS-E-TP-700](#). In the event of discrepancies, the vessel drawing shall govern.

۷-۴-۳-۱-۱ وقتی که روی نقشه‌های مکانیکی و فرآیندی نشان داده شده باشد، ظروف باید عایق شوند. ضخامت باید همان مقدار نشان داده شده در نقشه‌های ظرف و در جدول استاندارد [IPS-E-TP-700](#) باشند. در صورت مغایرت، نقشه ظرف ملاک عمل خواهد بود.

7.4.3.1.2 The shell and head of vessel shall be insulated with rigid type or blanket type insulation. The blocks shall be either curved, flat or beveled to fit the shell contours, with all joints tightly butted and secured with bands. Bands shall be machine stretched and sealed to prevent slackening.

۷-۴-۳-۱-۲ بدنه و کله‌گی ظرف باید با عایق سفت یا نوع روکشی، عایق شود. بلوک‌ها جهت چسبیدن به خطوط تراز بدنه باید انحناءدار، تخت یا پخ دار باشند و با تمام اتصالات محکم جفت شده و با نوارهای محکم نگهداشته شوند. نوارها را باید با دستگاه کشیده و جهت جلوگیری از شل شدن آب بندی نمود.

7.4.3.1.3 Vessel skirts, saddle supports and bottom heads on vessels under skirts shall not normally be insulated unless the bottom is heat traced or insulation is specified by the owner.

۷-۴-۳-۱-۳ دامنه ظروف، نگهدارنده حایل و کف کله‌گی‌های ظروف زیر دامنه‌ها نباید بطور عادی عایق شوند مگر آنکه کف ظرف دارای گرم کننده باشد یا عایقکاری توسط کارفرما مشخص شود.

**7.4.3.1.4** The top heads shall be insulated upwards successively from their uppermost insulation support ring to the top.

**7.4.3.1.5** Small diameter vessels 760 mm outside diameter and under, shall be insulated and finished as described for piping insulation.

**7.4.3.1.6** If insulation thickness requirement exceeds 75 mm the insulation shall be applied in not less than two layers.

**7.4.3.1.7** The need to dismantle associated pipework and inspection covers shall be anticipated, and permanent insulation ended sufficiently far from flanges and fittings to enable bolts to be withdrawn. To facilitate regular inspection of welds and bolted joints, removable portions of insulating and finishing materials shall be provided in the appropriate locations. The junction between removable and permanent insulation shall be made readily discernible, e.g. by painting the end of the permanent insulation or laying a suitable textile fabric over the end.

**7.4.3.1.8** Inspection covers shall be insulated separately and particular care shall be taken that the insulation value is not less than that provided on the main body of the vessel (see Fig. 24).

## 7.4.3.2 Method of application

### 7.4.3.2.1 Preformed materials

**7.4.3.2.1.1** It may be necessary to cut preformed materials to fit irregular contours. Alternatively, suitable material may be used to provide a regular foundation (see Fig. 25 and 26). All cut faces shall be clean and care shall be taken to butt adjacent edges. In multilayer applications joints shall be staggered (see Fig. 27).

۷-۴-۳-۱-۴ کنگی‌های بالا باید پی در پی بطرف بالا، از بالاترین حلقه نگهدارنده به بالا، عایق شود.

۷-۴-۳-۱-۵ ظروف قطر کوچک با قطر خارجی ۷۶۰ میلیمتر و کمتر، باید عایق شده و مطابق شرح عایقکاری لوله‌ها تکمیل شود.

۷-۴-۳-۱-۶ اگر ضخامت مورد نیاز عایق بیش از ۷۵ میلیمتر باشد عایق در کمتر از دو لایه نباید اعمال شود.

۷-۴-۳-۱-۷ ضرورت پیاده کردن لوله‌کشی بهم پیوسته و بازرسی پوشش‌ها باید پیش بینی شود و عایق دائمی به حد کفایت دور از فلنجه‌ها و اتصالات خاتمه یابد تا امکان برداشتن پیچها فراهم گردد. جهت تسهیل بازرسی منظم از جوش‌ها و اتصالات پیچ شده؛ بخش‌های برداشتنی عایق و مواد تکمیلی باید در محل‌های مناسب تأمین شود. محل اتصال بین عایق موقت و دائمی باید به آسانی برای مثال توسط رنگ آمیزی انتهای عایق دائمی یا قرار دادن پارچه نساجی مناسب روی انتها قابل تشخیص باشد.

۷-۴-۳-۱-۸ بازرسی پوششها باید بطور جداگانه انجام شود و دقت خاص به عمل آید که میزان عایق بودن کمتر از عایق تهیه شده روی بدنه اصلی ظرف نباشد (به شکل ۲۴ مراجعه شود).

### ۷-۴-۳-۲ روش اعمال

#### ۷-۴-۳-۲-۱ مواد از پیش شکل داده شده

۷-۴-۳-۲-۱-۱ ممکن است بریدن مواد از پیش شکل داده شده جهت چسباندن به خطوط تراز نامنظم لازم باشد. میتوان جهت فراهم کردن پایه‌ای منظم، ماده مناسبی بکار برد (به اشکال ۲۵ و ۲۶ مراجعه شود). تمام سطوح قطع شده باید تمیز شود و با دقت به عمل آمده و به لبه‌های مجاور متصل شود. در عملیات چند لایه‌ای، اتصالات باید یک در میان انجام شود (به شکل ۲۷ مراجعه شود).

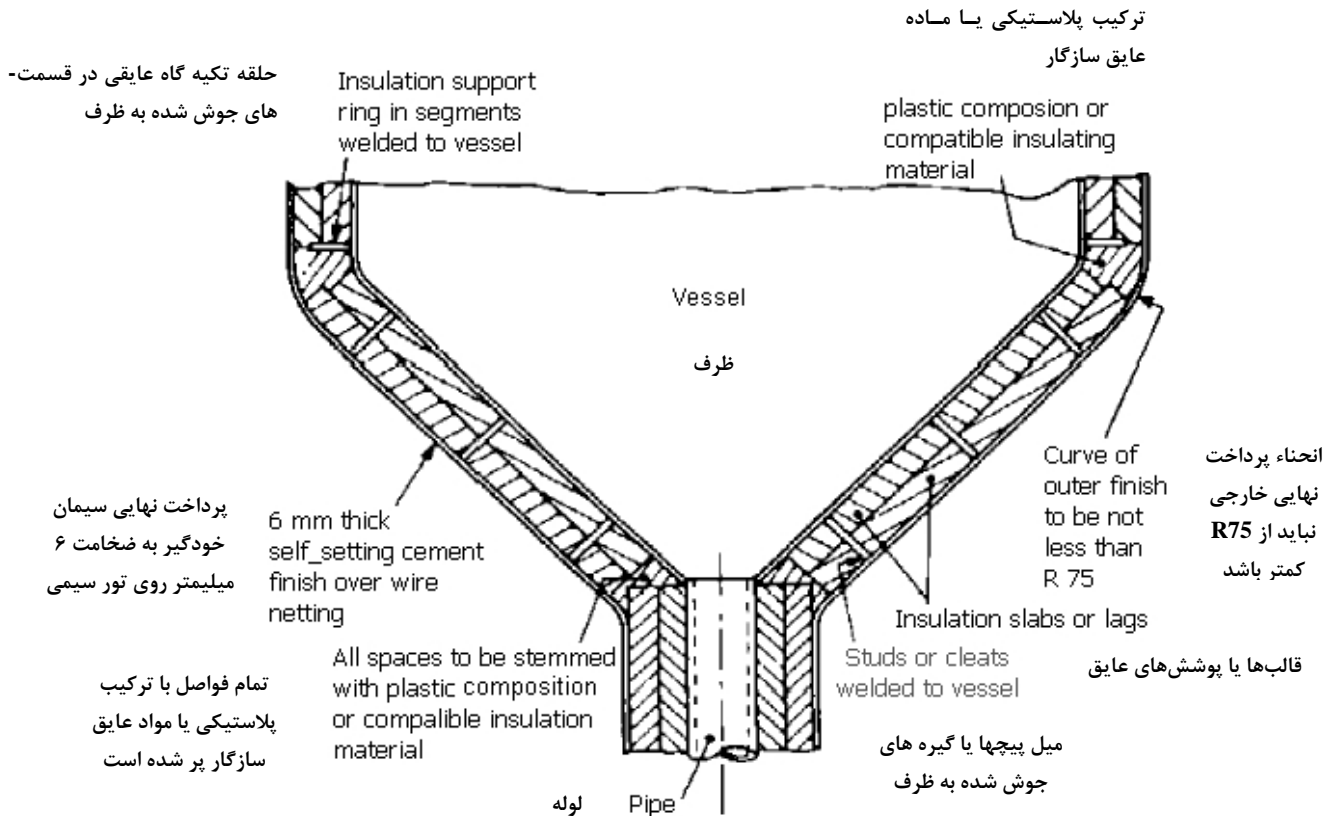


Fig. 25-TYPICAL METHOD FOR INSULATING VESSELS WITH CONICAL BOTTOMS

شکل ۲۵- روش نمونه برای عایق کردن ظروف با کف های مخروطی

7.4.3.2.1.2 Block or preformed insulation on vertical vessels shall be supported by horizontal insulation rings on 3700 mm centers. These rings also form a break in the insulation to allow for wall expansion. The gaps shall be pressure filled with rock wool. (See Clause 7.3.2 and Figs. 6, 7). Blocks shall be secured in place with bands of proper size and materials which have been specified in [IPS-M-TP-710](#). Bands shall be spaced on 300 mm centers. Where double layer insulation are used the inner layer shall be secured by suitable wire with approximately 450 mm spacing. Where necessary, allowance shall be made for expansion by use of stainless steel expander band. After insulation application, gaps and voids, if any shall be filled with plastic composition of the same materials as that of the insulation.

۷-۴-۳-۲-۱-۲ عایق بلوکی یا از پیش شکل داده شده روی ظروف عمودی باید با حلقه های عایقی افقی روی مراکز ۳۷۰۰ میلیمتری نگهداری شوند. این حلقه ها همچنین به شکل شکافی در عایق امکان انبساط دیوار را فراهم می سازند. با فشار دادن پشم سنگ به داخل درزها باید آنها را پر کرد. (به بند ۷-۳-۲ و شکل های ۶ و ۷ مراجعه شود). بلوکها باید در محل با نوارهایی به اندازه مناسب و موادی که در [IPS-M-TP-710](#) مشخص شده محکم شوند. نوارها باید روی مراکز ۳۰۰ میلیمتری فاصله گذاری شوند. جایی که دو لایه عایق بکار می رود، لایه داخلی باید توسط سیمی مناسب با فاصله گذاری تقریباً ۴۵۰ میلیمتر محکم شود. جایی که لازم می باشد، حد مجاز برای انبساط باید با استفاده از نوار منبسط شونده فولاد زنگ نزن فراهم گردد. بعد از اجرای عایقکاری، درزها و جاهای خالی، اگر هست باید با ترکیب پلاستیکی از همان مواد عایق پر شوند.

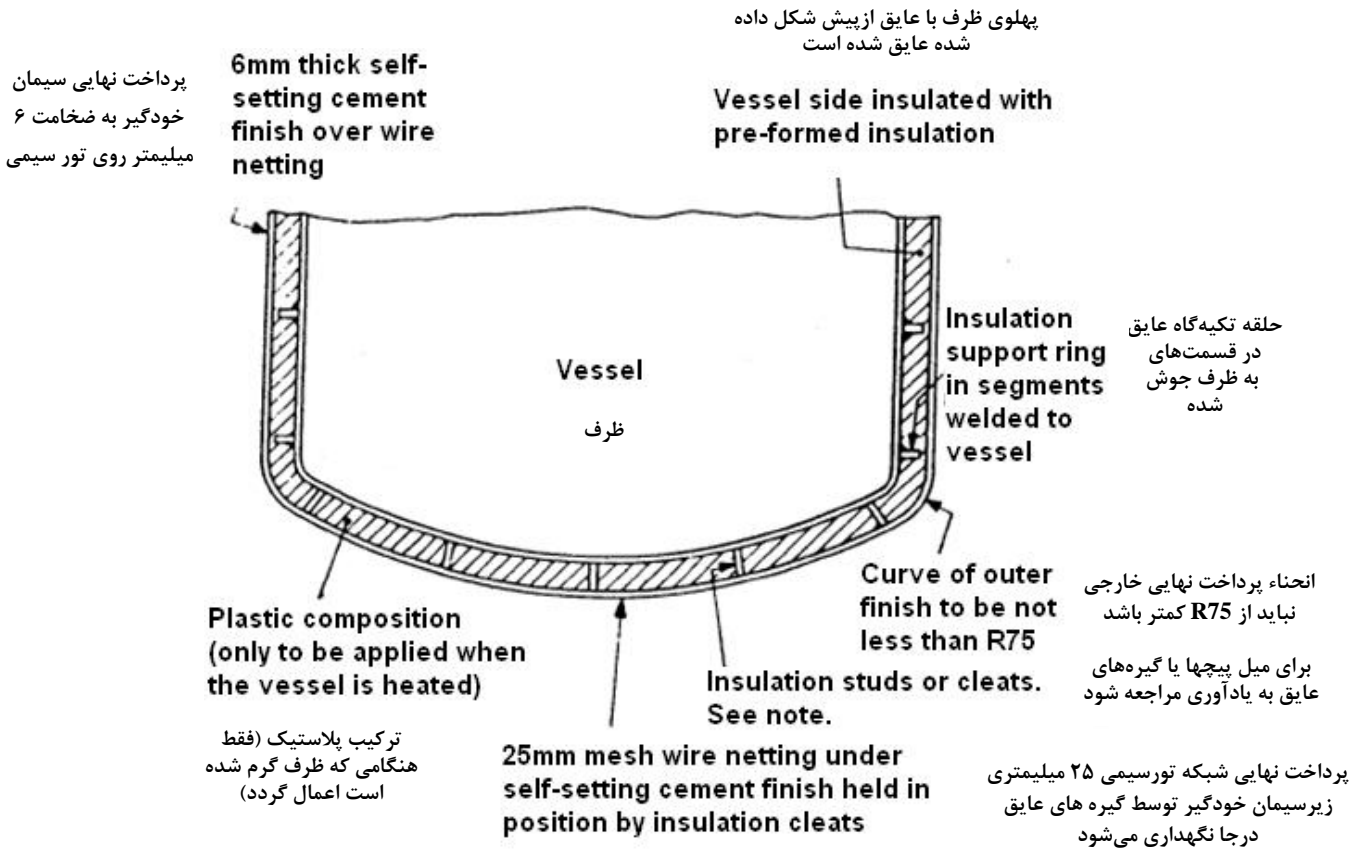


Fig. 26-TYPICAL METHOD FOR THE INSULATION OF DISHED ENDS OF VESSELS

شکل ۲۶- روش نمونه برای عایق کلگی‌های ظروف

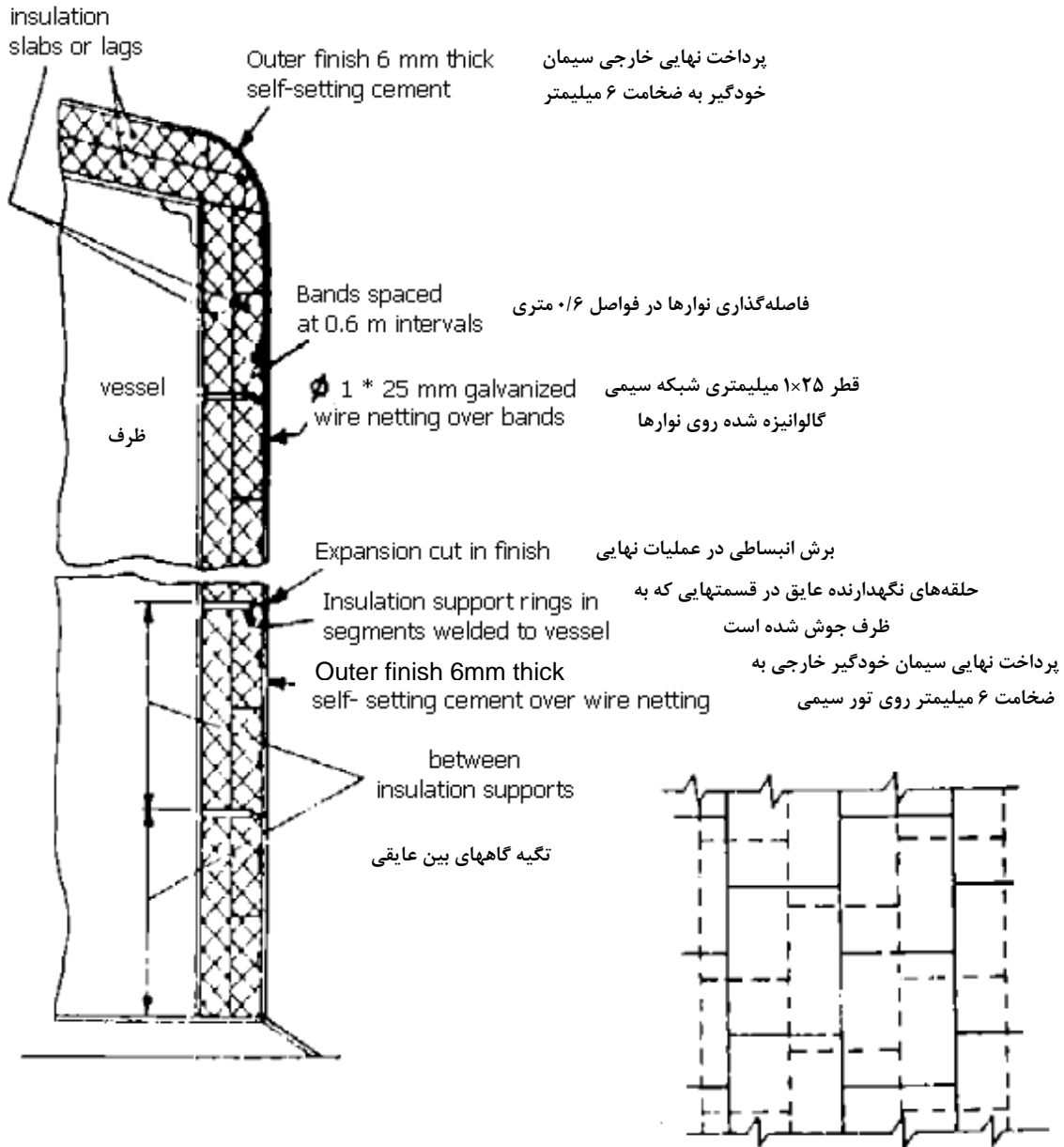
Note:

Studs or cleats are to be welded to the bottom of the vessel at approximately 300 mm intervals. After applying an initial coating of plastic insulation, sections cut to suitable lengths may be used to build up insulation to correct thickness.

یادآوری:

میل پیچها یا گیره‌ها باید به کف ظرف در فواصل تقریباً ۳۰۰ میلیمتری جوش شوند. بعد از اعمال پوشش اولیه عایق پلاستیکی، مقاطع بریده شده در اندازه‌های مناسب ممکن است برای تهیه عایق تا ضخامت صحیح بکار روند.

قالب ها یا پوشش های  
عایقی



**Fig. 27-TYPICAL METHOD FOR INSULATING ROOF AND SIDES OF VESSEL WITH INTERNALLY REINFORCED ROOF**

شکل ۲۷- روش نمونه برای عایق کردن سقف و سطوح جانبی ظروف با سقف داخلی تقویت شده

**Note:**

All vertical joints in adjacent layers to be staggered and the horizontal joints in any column of sections in the outer layer to be staggered with respect to those in the adjacent columns in the same layer. Where possible horizontal joints in the wire netting should not coincide with continuous joints in the sections.

**یادآوری:**

تمام اتصالات عمودی در لایه های مجاور باید یک در میان کار شوند و اتصالات افقی در هر ستون از مقاطع در لایه خارجی با توجه به آنهایی که در ستونهای مجاور با لایه یکسان هستند باید یک در میان کار شوند. جایی که امکان باشد اتصالات افقی در تور سیمی نباید با اتصالات پیوسته در مقاطع، منطبق شوند.



**7.4.3.2.1.3** Insulation on horizontal vessels shall be applied in stagger joint arrangement with all edges securely laced together with 1.5 mm wire or hog rings on 300 mm centers. Nozzle projection through insulation shall be adequately insulated and secured with girdling rings.

**7.4.3.2.1.4** Exposed vessels head shall be insulated with blocks secured by bands with floating ring. Band spacing shall be 300 mm maximum at tangent line (See Fig. 28). All voids to be filled with plastic composition and the whole to be covered with a 10 mm layer (when dry) of finishing cement as described in 7.3.3.2.3.

۳-۱-۲-۳-۴-۷ عایقکاری روی ظروف افقی باید با چیدمان اتصال یک در میان با تمام لبه‌ها با سیم ۱/۵ میلیمتری یا حلقه‌های گیرنده به مراکز ۳۰۰ میلیمتری که بطور محکم به یکدیگر بسته می‌شوند، اعمال شود. برآمدگی نازل از میان عایق باید بطور مناسبی عایق شده و با حلقه‌های کمربندی محکم شود.

۴-۱-۲-۳-۴-۷ کلگی ظروف در معرض باید با بلوکهایی که توسط نوارها با حلقه شناور محکم می‌شود عایق گردد. فاصله‌گذاری نوار باید حداکثر ۳۰۰ میلیمتر در خط مماس باشد (به شکل ۲۸ مراجعه شود). تمام جاهای خالی با ترکیب پلاستیکی پر شده و همگی باید با یک لایه ۱۰ میلیمتری (هنگام خشک بودن) از سیمان نهایی همانگونه که در ۳-۲-۳-۳-۷ تشریح گردیده است، پوشش شوند.

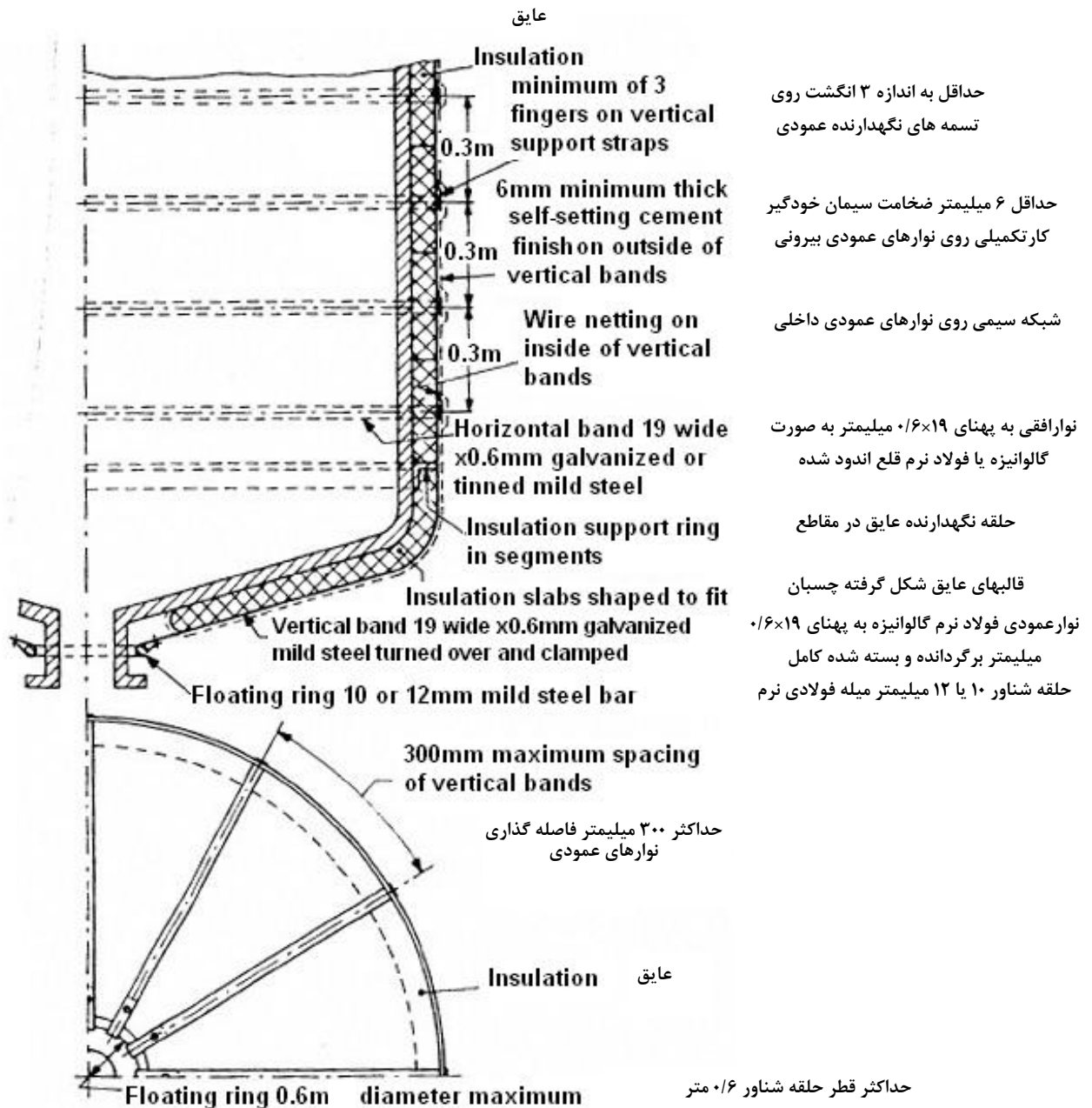


Fig. 28-TYPICAL INSULATION SUPPORT FOR BOTTOM OF HOT VESSEL

شکل ۲۸- نمونه نگهدارنده عایقکاری برای کف ظروف داغ

**7.4.3.2.1.5** Unexposed vessels heads if insulated shall have the blocks impaled on 3 mm diameter wire pins and speed clips. Over the blocks apply a 10 mm thick layer (when dry) of finishing cement as described in 7.3.3.2.3.

#### **7.4.3.2.2 Blanket insulation**

**7.4.3.2.2.1** Insulation on vertical vessels shall be supported by horizontal insulation rings on 2000 mm approximate spacing and shall be applied with stagger joints arrangement. Top and bottom edges shall be securely laced to the support ring with 1.5 mm diameter wire or hog rings on 300 mm centers. The insulation shall then be secured in place with bands spaced on 300 mm centers. Nozzle projections through insulation shall be adequately insulated and secured with girdling rings.

**7.4.3.2.2.2** Insulation on horizontal vessels shall be applied in stagger joint arrangement with all edges securely laced together with 1.5 mm wire or hog rings applied on 300 mm center. Nozzle projections through insulation, shall be adequately insulated and secured with girdling ring.

**7.4.3.2.2.3** Exposed vessel leads shall have the blanket shape insulation so that all sections are snug, tight and laced as on the straight sides and secured by a 10-12 mm round steel rod floating ring in the centers and bands on 300 mm maximum centers at the tangent line see Fig. 28. Over the blanket, apply a 10 mm thick layer, when dry, of finishing cement.

**7.4.3.2.2.4** Unexposed heads on vessel shall have the blanket shape insulation so that all the sections are snug, tight and laced as on the straight sides and secured by a 10-12 mm round steel rod floating ring in the center, and bands on 300 mm maximum centers at tangent line see Fig. 28. Over the blanket, apply a 10

۷-۴-۳-۲-۱-۵ انتهای ظروفی که در معرض نمی‌باشند اگر عایق شود باید با میله‌های سیمی به قطر ۳ میلیمتر و بست‌های سریع میله‌کشی شوند. بر روی بلوکها یک لایه به ضخامت ۱۰ میلیمتر (هنگام خشک بودن) سیمان کاری نهایی همانگونه که در ۷-۳-۳-۲-۳ تشریح گردیده اعمال شود.

#### **۷-۴-۳-۲-۲ عایق پتوئی**

۷-۴-۳-۲-۱ عایق روی ظروف عمودی باید با حلقه های عایق افقی با فاصله تقریبی ۲۰۰۰ میلیمتر نگهداری شوند و با چیدمان اتصالات یک در میان صورت گیرد. لبه‌های بالا و پایین باید بطور محکم، به حلقه نگهدارنده یا حلقه های گیرنده به مراکز ۳۰۰ میلیمتری با سیمی به قطر ۱/۵ میلیمتر بسته شوند. سپس عایق باید در محل با نوارهای فاصله‌گذاری شده روی مراکز ۳۰۰ میلیمتری محکم شود. بیرون زدگی‌های نازل از میان عایق باید به بطور مناسبی عایق شده و با حلقه‌های کمربندی محکم گردند.

۷-۴-۳-۲-۲ عایق ظروف افقی باید با چیدمان اتصال یک در میان بکاررود، با تمام لبه ها با سیمی به قطر ۱/۵ میلیمتری یا حلقه های گیرنده به مراکز ۳۰۰ میلیمتری به یکدیگر بطور محکم بسته شوند، بیرون زدگی‌های نازل باید از میان عایق بطور مناسبی عایق شده و با حلقه‌های کمربندی محکم گردد.

۷-۴-۳-۲-۳ کلگی‌های ظروف در معرض، باید دارای عایقی بشکل روکش باشند، به طوری که تمام قطعات مرتب و جمع و جور، به صورت محکم و مانند سطوح جانبی مستقیم بسته و با یک حلقه شناور میله فولادی گرد ۱۰ تا ۱۲ میلیمتری محکم شده و روی مراکز حداکثر ۳۰۰ میلیمتری در خط مماس نوار پیچ گردند. به شکل ۲۸ مراجعه شود. روی روکش یک لایه به ضخامت ۱۰ میلیمتر اعمال شود، وقتی که خشک است، سیمان کاری نهایی بکار رود.

۷-۴-۳-۲-۴ کلگی‌های ظروفی که در معرض نیستند باید دارای عایقی بشکل روکش باشند به طوری که تمام قطعه ها به صورت محکم و مانند سطوح جانبی مستقیم بسته و با یک حلقه شناور میله فولادی گرد ۱۰ تا ۱۲ میلیمتری، محکم شده و روی مراکز حداکثر ۳۰۰ میلیمتری در خط تماس نوار پیچ گردند. به شکل ۲۸ مراجعه شود. روی روکش یک لایه به ضخامت ۱۰

mm thick layer, when dry, of finishing cement.

### 7.4.3.3 Weatherproofing

**7.4.3.3.1** Vessels shells shall be finished with the metal jacketing applied directly over block or blanket insulation.

**7.4.3.3.2** On vertical vessels the corrugation in sheeting shall be vertical and the sheets supported on "S" clips.

**7.4.3.3.3** The horizontal seams of metal jacketing shall be overlapped 75 mm and the vertical seams shall overlapped 100 mm.

**7.4.3.3.4** Metal jacketing shall be secured with bands spaced not less than one band on each circumferential seams and one at the middle of each sheet so that spacing between bands not to exceed 60 cm. Band joints will consist of one double-pronged seal.

**7.4.3.3.5** When expansion springs are required for the insulation securement, the same number of expansion springs per band shall be used on all banding securing the jacketing.

**7.4.3.3.6** Sheet metal screws shall be applied on longitudinal seams to close the fish mouth. Spacing between screws shall be about 20 cm.

**7.4.3.3.7** Vertical vessels shall have a rain shield applied at the bottom insulation support ring to prevent the entrance of moisture.

**7.3.3.3.8** Opening in the jacketing for nozzles, etc. shall be provided. These opening shall be properly sealed to prevent ingress of water.

**7.4.3.3.9** On horizontal vessels, the metal sheets shall be lapped a minimum of 75 mm on the circumferential seam and a minimum of 100 mm on the longitudinal seams and installed so that to shed water. Bands shall be installed on 450 mm centers and shall be machine-stressed and fastened under tension.

میلیمتر اعمال شود، وقتی که خشک است، سیمان کاری نهایی بکار رود.

### ۷-۳-۴-۳ مقاومت در برابر آب و هوا

**۷-۳-۴-۳-۱** بدنه ظروف باید با پوشش فلزی که مستقیماً روی بلوک یا عایق پتویی بکار میرود تکمیل گردد.

**۷-۳-۴-۳-۲** روی ظروف عمودی، موج ورق باید عمودی باشد و ورقها با بستهای S مانند، نگهداری شوند.

**۷-۳-۴-۳-۳** درزهای افقی پوشش فلزی باید ۷۵ میلیمتر و درزهای عمودی باید ۱۰۰ میلیمتر همپوشانی داشته باشند.

**۷-۳-۴-۳-۴** پوشش فلزی باید با نوارهایی با فاصله حداقل عرض یک نوار روی هر درز محیطی و یک نوار در وسط هر ورق فاصله‌گذاری شده، محکم گردد، به طوری که فاصله بین نوارها از ۶۰ سانتیمتر بیشتر نشود. اتصالات نوار شامل یک آب بند چنگک دار مضاعف خواهد بود.

**۷-۳-۴-۳-۵** هنگامی که فنرهای انبساطی برای محکم نمودن عایق لازم است، همان تعداد از فنرهای انبساطی برای هر نوار باید روی تمام نوار محکم کننده پوشش، بکار رود.

**۷-۳-۴-۳-۶** پیچهای ورق فلزی باید روی درزهای طولی برای بستن دهانه پشت بند بکار رود. فاصله بین پیچها باید حدود ۲۰ سانتیمتر باشد.

**۷-۳-۴-۳-۷** در ظروف عمودی یک محافظ باران باید در کف حلقه نگهدارنده عایق برای جلوگیری از ورود رطوبت تعبیه شود.

**۷-۳-۴-۳-۸** سوراخ درپوش برای نازلها، و غیره باید تامین شود. این سوراخ باید بطور صحیح آب بندی شود تا از دخول آب جلوگیری نماید.

**۷-۳-۴-۳-۹** روی ظروف افقی، ورقه‌های فلزی باید حداقل ۷۵ میلیمتر روی درز محیطی و حداقل ۱۰۰ میلیمتر روی درزهای طولی رویهم افتادگی داشته باشند و به گونه‌ای نصب شوند که آب روی آن جاری شود. نوارها باید با مراکز ۴۵۰ سانتیمتری، نصب شده و باید توسط دستگاه کشیده و تحت کشش بسته شوند.

**7.4.3.3.10** All vessel exposed dished ends to be covered with prefabricated or field fabricated segmental cladding (orange peel). The cladding shall be secured with bands and seals and joints shall be lapped 50 mm. Lapped joints shall be secured by means of self-tapping screws or rapid-fix rivets.

**7.4.3.3.11** Heads and compound-curved sections that are difficult to jacket with metal economically shall be covered with weather-barrier coating and reinforcing cloth.

**7.4.3.3.12** All cut-outs in metal jacketing shall be weatherproofed by flashing with aluminum sheet or with mastic.

**7.4.3.3.13** For vessel diameters under 90 cm finishing shall be as for pipe. See Fig. 29 for details of weatherproof and finishing.

#### 7.4.4 Exchangers

The method of insulation of heat exchanger shell, head, cover and nozzles shall be as specified for vessel. See Fig. 30 for detail of heat exchanger insulation.

#### 7.4.5 Tanks

##### 7.4.5.1 General

**7.4.5.1.1** Tanks and tank roofs shall be insulated when indicated on tank drawings.

**7.4.5.1.2** Tank insulation may be preformed block insulation, blanket insulation or sprayed rigid polyurethane foam.

**7.4.5.1.3** All joints shall be staggered.

۷-۴-۳-۳-۱۰ تمام کلگی‌های ظرف در معرض، با روکش فلزی قطعه‌ای (پوست پرتقالی) از پیش شکل داده شده پوشانده می‌شوند. روکش فلزی با نوارها، محکم و آب بندی میشوند و رویهم افتادگی اتصالات باید ۵۰ میلیمتر باشد. اتصالات رویهم افتاده باید بوسیله پیچهای خودکار یا میخ پرچهای سریع محکم شوند.

۷-۴-۳-۳-۱۱ کلگی‌ها و مقاطع با انحنای پیچیده که روکش کردن آنها با فلز توجیه اقتصادی ندارد، باید با پوشش مانع آب و هوا و پارچه تقویت کننده پوشانده شود.

۷-۴-۳-۳-۱۲ تمام برشها در پوشش فلزی باید با درزپوش ورق آلومینیومی یا با ملات قیری، در برابر آب و هوا مقاوم شوند.

۷-۴-۳-۳-۱۳ برای ظرف، با قطر زیر ۹۰ سانتیمتر، کار تکمیلی باید مطابق لوله باشد. برای جزییات مقاوم سازی در برابر آب و هوا و کار تکمیلی به شکل ۲۹ مراجعه شود.

##### ۷-۴-۴ مبدل‌ها

روش عایقکاری بدنه، سر، سرپوش و نازل‌های مبدل حرارتی باید همانگونه که برای ظرف مشخص شده است باشد. برای جزییات عایق کار مبدل حرارتی به شکل ۳۰ مراجعه شود.

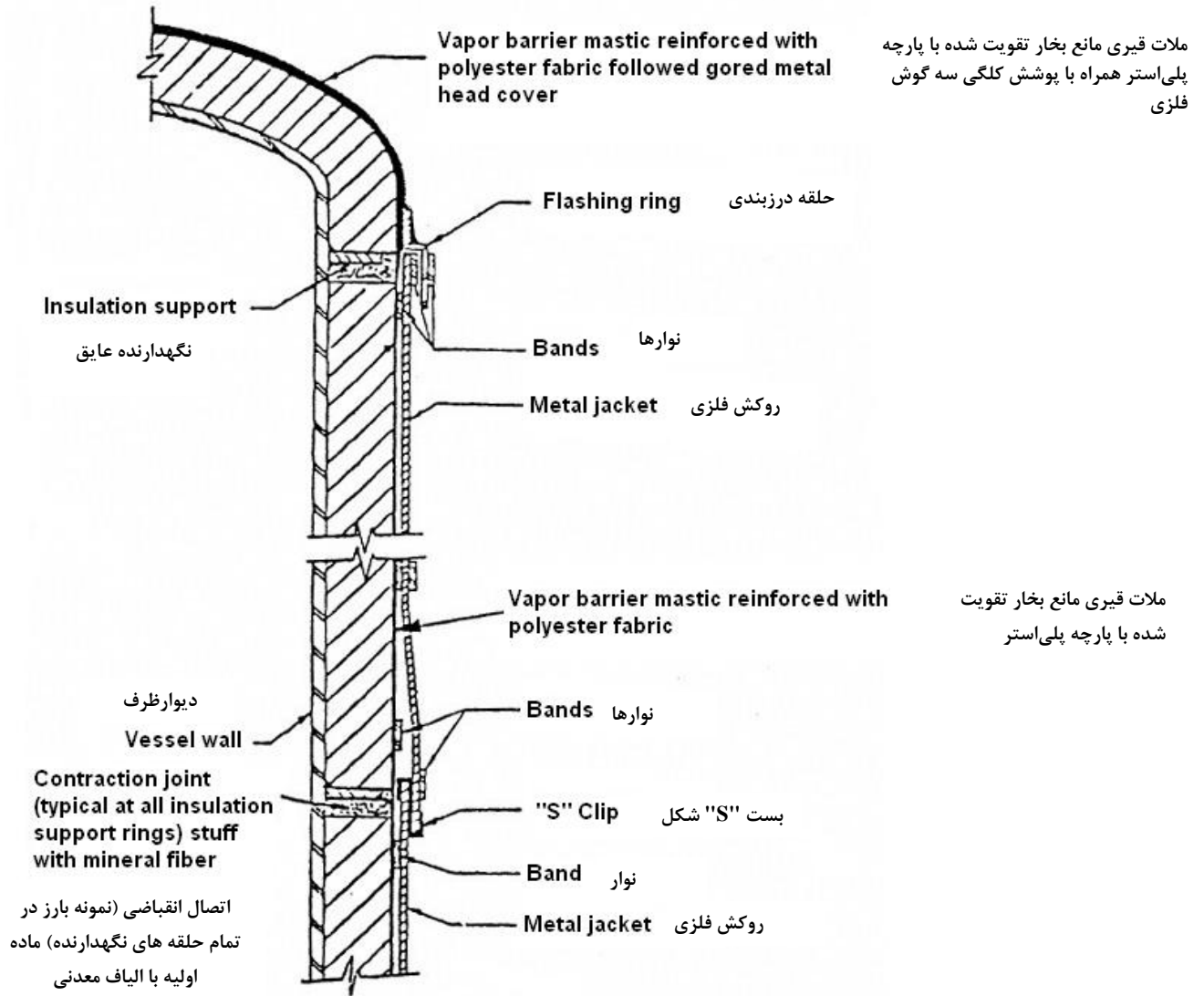
##### ۷-۴-۵ مخازن

##### ۷-۴-۵-۱ عمومی

۷-۴-۵-۱-۱ مخازن و سقفهای مخازن باید طبق مخازن عایق شده در نقشه‌ها، عایق شوند.

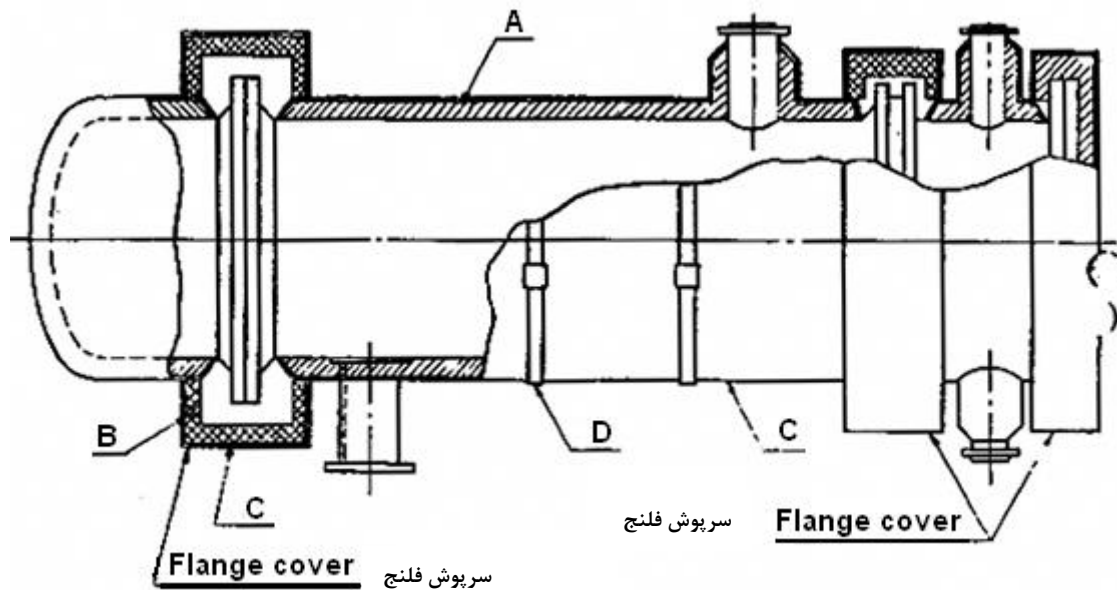
۷-۴-۵-۱-۲ عایق مخزن میتواند عایق بلوک از پیش شکل داده شده، عایق پتویی یا فوم پلی اورتان سخت پاشیدنی باشند.

۷-۴-۵-۱-۳ تمام اتصالات باید شطرنجی باشند.



**Fig. 29- DETAIL OF WEATHERPROOFING, HOT INSULATION**

شکل ۲۹- جزئیات عایق گرم مقاوم در برابر آب و هوا



A) Block insulation

الف) عایق بلوکی

B) Blanket insulation

ب) عایق پتویی

C) Metal jacketing

ج) روکش فلزی

D) Banding

د) نوار پیچی

Fig. 30-INSULATION OF HEAT EXCHANGER

شکل ۳۰- عایق مبدل حرارتی

#### 7.4.5.2 Method of application

۷-۴-۵-۲ روش کاربرد

##### 7.4.5.2.1 Preformed materials

۷-۴-۵-۲-۱ مواد از پیش شکل داده شده

7.4.5.2.1.1 Tank wall insulation system for tank diameters up to and including 12 m shall be as indicated in Fig. 31 and for tank diameter above 12 m the insulation shall be as per Fig. 32.

۷-۴-۵-۲-۱-۱ سامانه عایق دیواره مخزن برای قطرهای مخزن تا ۱۲ متر باید مطابق شکل ۳۱، و برای قطر مخزن بالاتر از ۱۲ متر، عایق باید مطابق شکل ۳۲ باشد

7.4.5.2.1.2 Hand railing on insulated tank roofs shall be installed in accordance with Fig. 33.

۷-۴-۵-۲-۱-۲ دستگیره روی سقف های مخزن عایق شده باید مطابق شکل ۳۳ نصب شود.

7.4.5.2.1.3 Rain water shield and ring cap shall be installed to prevent water ingress into the insulation.

۷-۴-۵-۲-۱-۳ حفاظ آب باران و سرپوش حلقوی باید برای جلوگیری از نفوذ آب به داخل عایق، نصب شود.

7.4.5.2.1.4 The insulation shall be protected with metal jacketing arranged with 50 mm overlaps (with rivet and screws) and supported on "S" clips and the whole jacketing be secured with stainless steel bands.

۷-۴-۵-۲-۱-۴ عایق باید با پوشش فلزی، با ۵۰ میلیمتر همپوشانی (با میخ پرچ و پیچها)، حفاظت شود و با بست های "S" شکل نگهداری شده و تمام پوشش باید با نوارهای فولاد زنگ نزن محکم گردد.

#### 7.4.5.2.2 Blanket insulation

Blanket insulation on tank shells, shall be applied with stagger joint arrangement with all seams securely laced together with # 16 gage wire (1.5 mm) on 300 mm centers. In addition the blanket shall be impaled on welding pins and secured with speed clips. Weld pins shall be installed vertically on 3600 mm centers and on 600 mm centers circumferentially. After speed clips have been installed, trim the excess pin close to the speed clip. The insulation shall then be secured in place with 19 mm × 0.51 mm galvanized steel bands spaced on 300 mm centers and fastened to the 19 mm of pencil rods installed vertically at approximately 9000 mm spacing around the tank. Insulation shall be cut approximately 50 mm short of tank bottom and 75 mm wide × 3 mm thick layer, when dry, of mastic weather-coat applied to the bottom edge of the insulation to prevent wicking of moisture. See Fig. 34 for details.

#### ۷-۴-۵-۲-۲ عایق پتویی

عایق پتویی روی بدنه مخزن باید با چیدمان اتصال یک در میان، با تمام درزها با سیم درجه ۱۶ (۱/۵ میلیمتر) به مراکز ۳۰۰ میلیمتری به طور محکم بهم بسته شوند. اضافه بر آن پوشش باید روی میله‌های جوشکاری ثابت شده و با بست‌های سریع محکم گردد. میله‌های جوشی باید بطور عمودی روی مراکز ۳۶۰۰ میلیمتری و به لحاظ محیطی روی مراکز ۶۰۰ میلیمتری نصب شوند. بعد از نصب بست‌های سریع، میله اضافی نزدیک بست سریع را مرتب کنید. سپس عایق باید در محل، با نوارهای فولادی گالوانیزه ۱۹×۰/۵۱ میلیمتری، به فاصله ۳۰۰ میلیمتر روی مراکز محکم شده و به میله‌های قلمی ۱۹ میلیمتری که به طور عمودی نصب شده، در فاصله تقریبی ۹۰۰۰ میلیمتری اطراف مخزن بسته شود. عایق باید تقریباً تا ۵۰ میلیمتری از کف مخزن بریده شده و لایه آن ۷۵ میلیمتر پهنا × ۳ میلیمتر ضخامت داشته باشد، وقتی که خشک شد، پوشش ملات قیر مقاوم به آب و هوا جهت جلوگیری از نفوذ رطوبت به لبه کف عایق اعمال می‌شود. برای جزئیات بیشتر به شکل ۳۴ مراجعه شود.



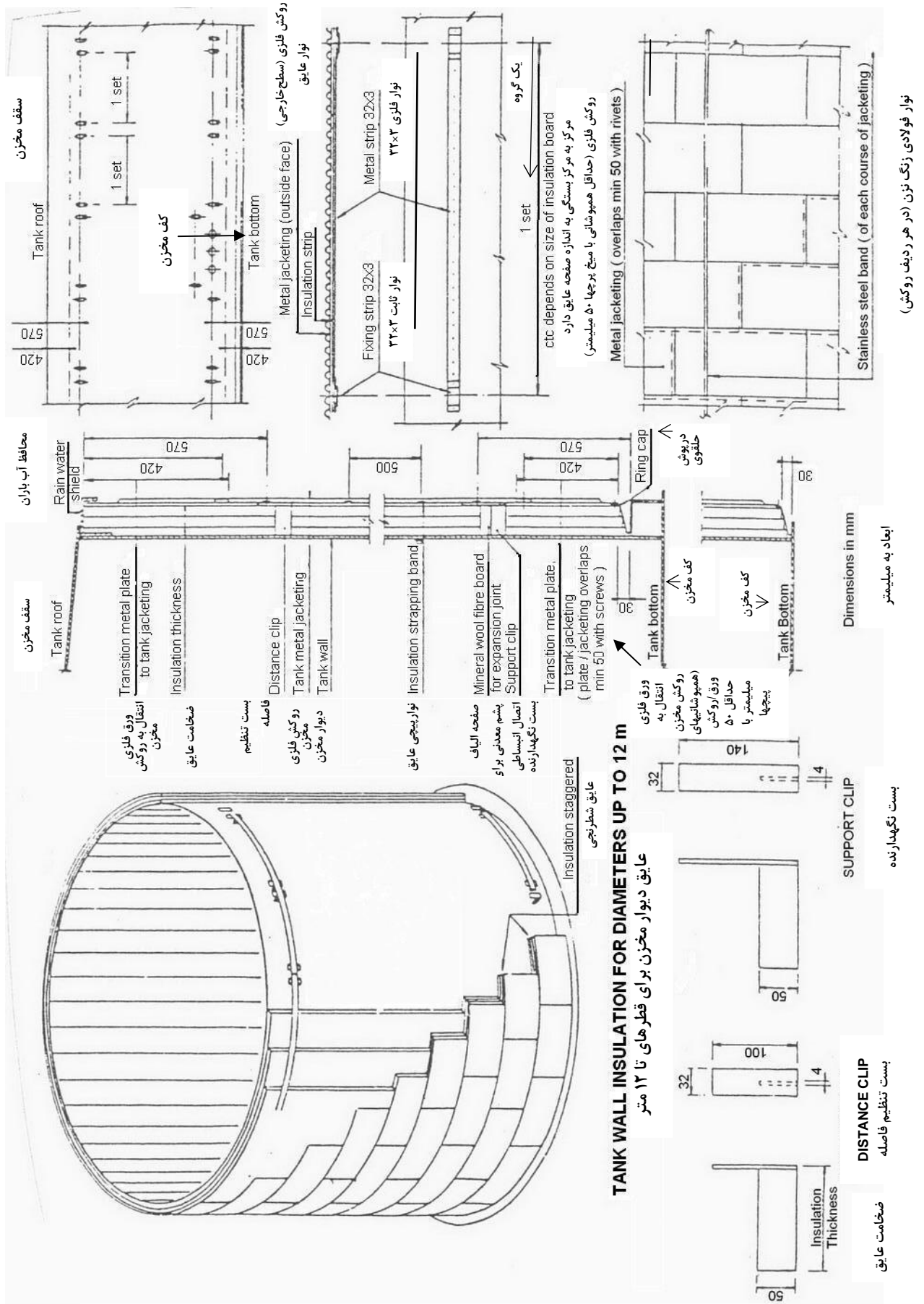


Fig. 31-TANKWALL INSULATION FOR DIAMETERS UP TO 12 m

شکل ۳۱- عایق دیواره مخزن برای قطرهای تا ۱۲ متر

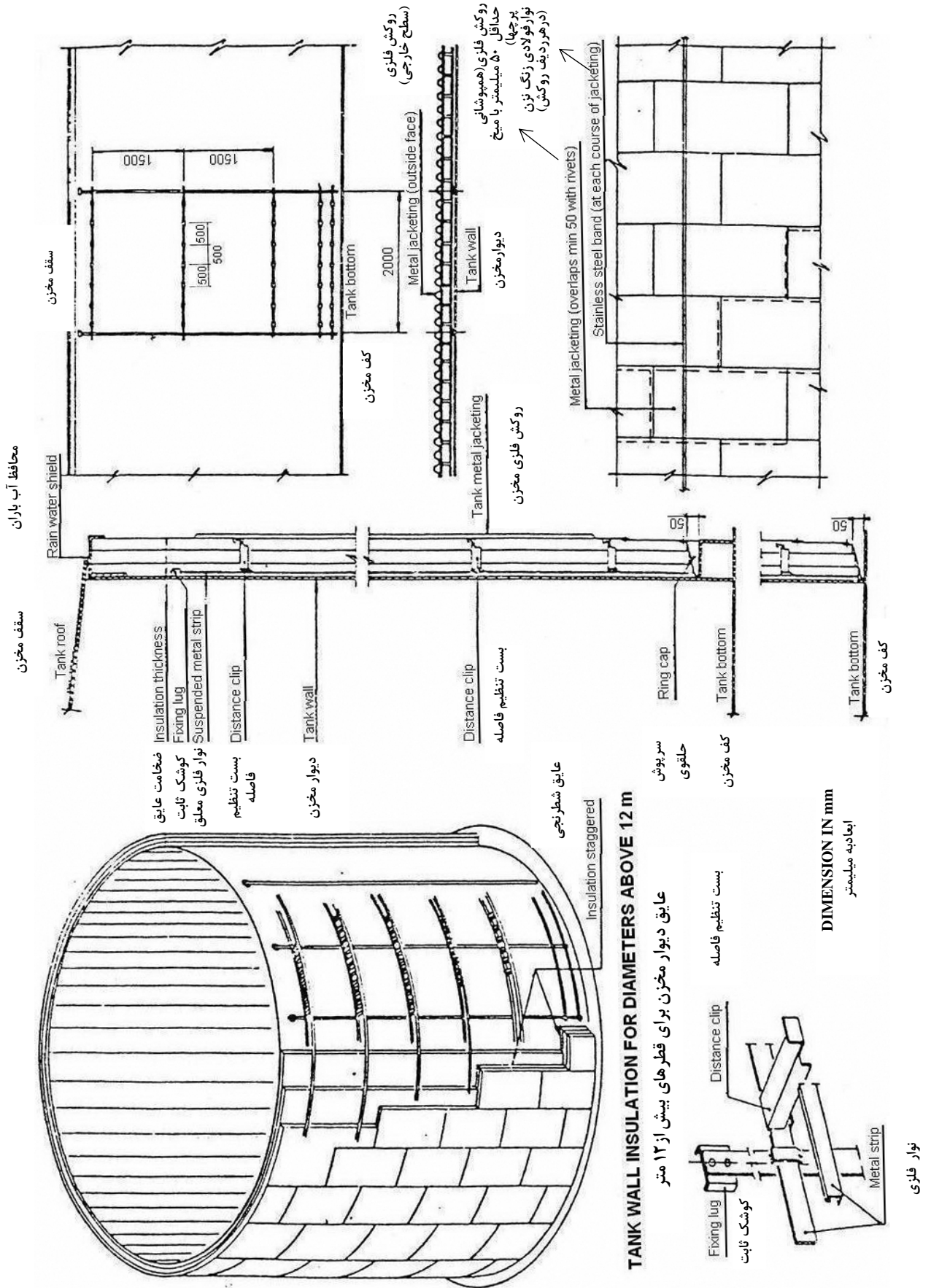


Fig. 32- tankwall insulation for diameters above 12m  
 شکل ۳۲ - عایق دیواره مخزن برای قطرهای بیش از ۱۲ متر

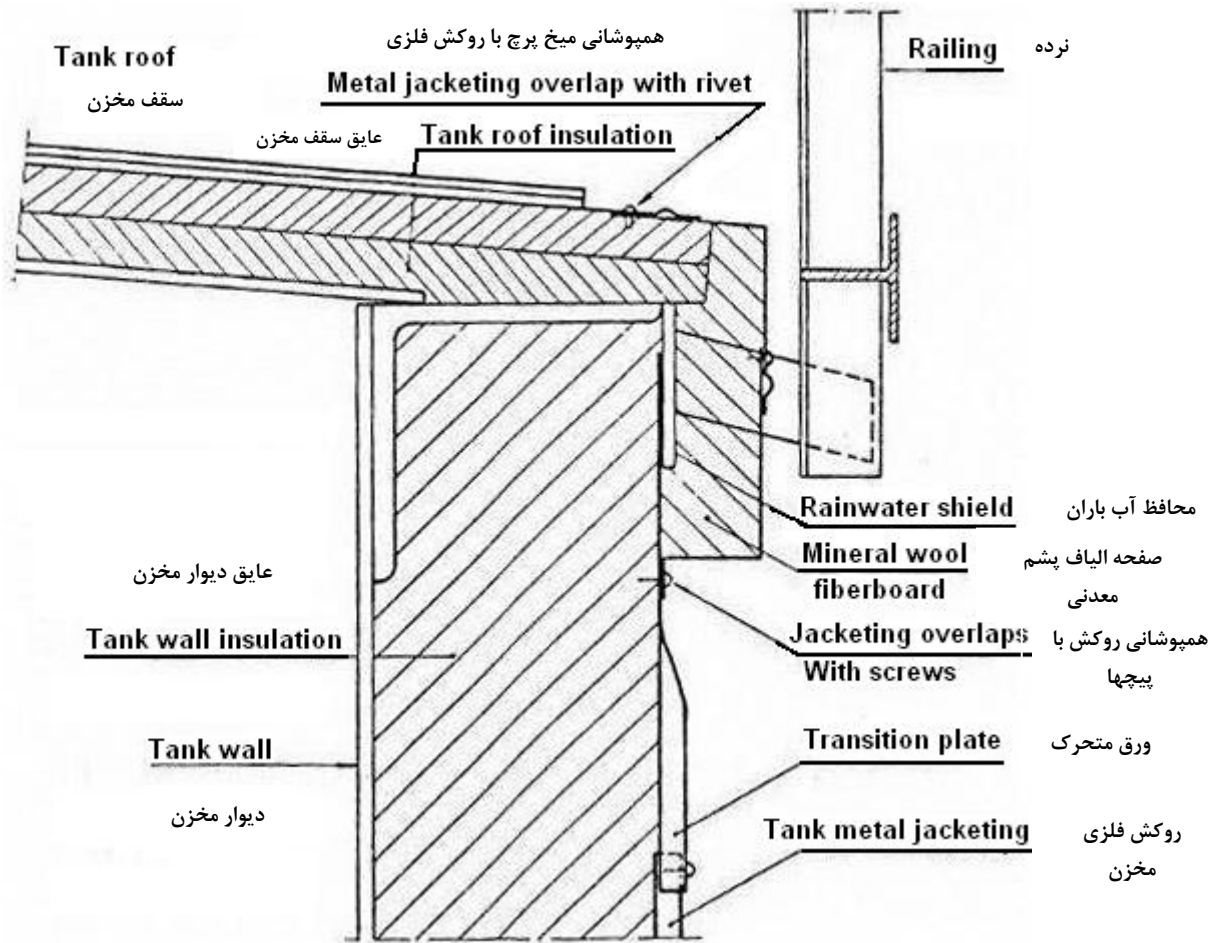


Fig. 33-HANDRAILING ON INSULATED TANKROOF

شکل ۳۳- نرده روی سقف مخزن عایق شده

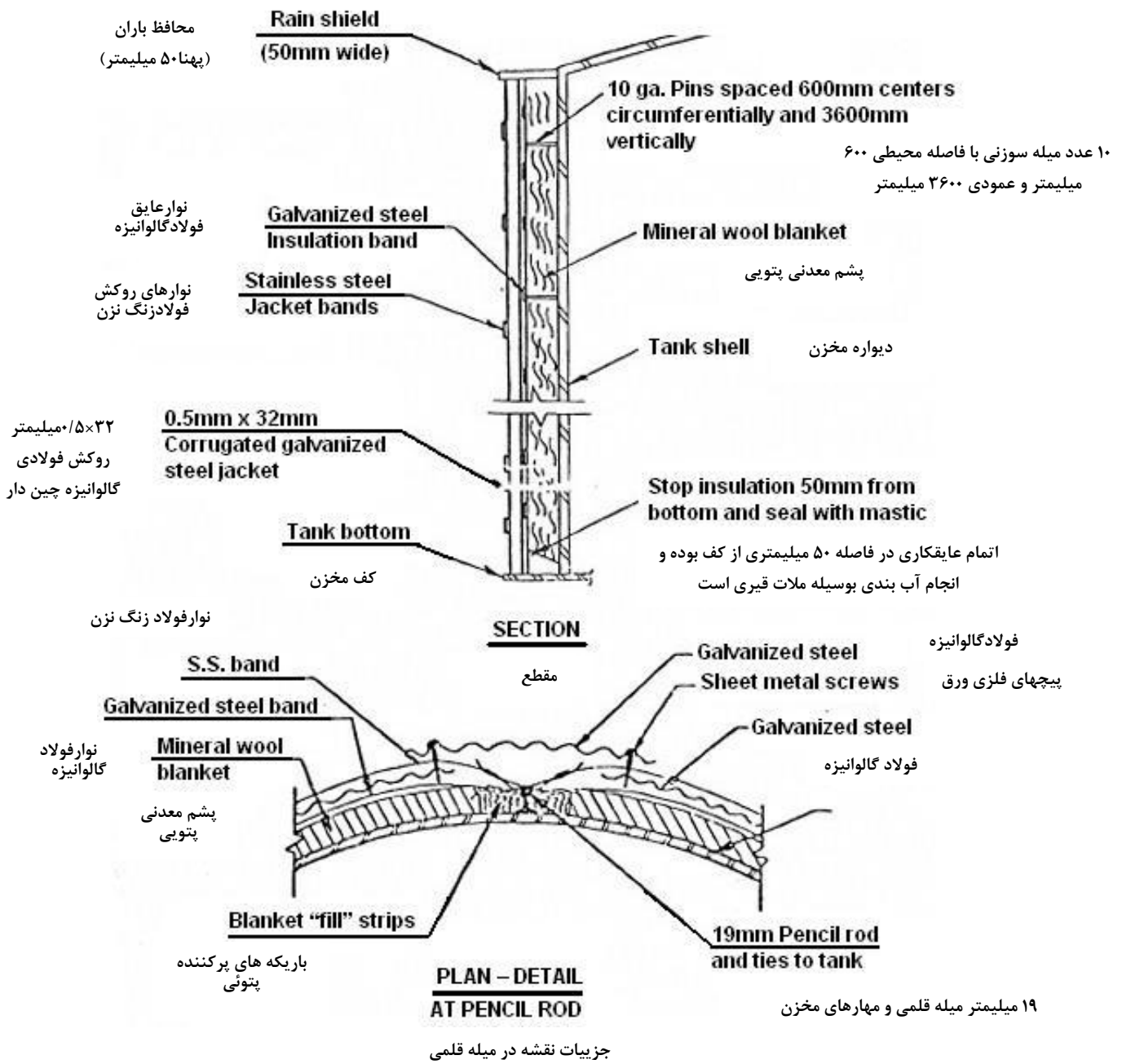


Fig. 34-INSULATION DETAILS, HOT TANKS

شکل ۳۴ - جزئیات عایق در مخازن داغ

### 7.4.5.2.3 Sprayed rigid poly-urethane foam (PUF)

7.4.5.2.3.1 Sprayed PUF is intended for use on tank shells with operating temperatures above ambient and up to 90°C. It shall be applied only when overspray cannot cause damage to the adjacent objects, or when adequate protection against overspray is feasible.

7.4.5.2.3.2 Substantial protection from the weather is essential and in very cold weather some heating may be necessary.

7.4.5.2.3.3 The temperature of the liquid foam components shall be between 15°C and 25°C at the time of application.

7.4.5.2.3.4 the temperature of the surface to be insulated shall be between 20°C and 40°C during spraying. The insulation shall not be sprayed during rain or periods of high winds.

5.4.5.2.3.5 The insulation should be sprayed on a primed or painted surface after removal of any dirt, grease, loose paint or chalk. Rusted surfaces shall be blast-cleaned and painted. Mill scale and moisture shall be absent.

5.4.5.2.3.6 The insulation shall end at a sufficient height above the tank base to prevent contact between groundwater and insulation, e.g. after rainfall.

7.4.5.2.3.7 The PUF shall be sprayed in layers and each layer being a maximum of 12 mm thick until the specified thickness is obtained. The average finished thickness of sprayed PUF for the total tank surface shall be between 5 and 10 mm above the specified thickness. The thickness shall be measured using an electrical magnetic instrument.

7.4.5.2.3.8 The minimum insulation thickness of PUF applied shall be 25 mm.

7.4.5.2.3.9 Provisions shall be made to enable the removal of the insulation from parts which shall remain accessible or remain free of contamination, e.g. staircases, railings, manholes, gauge glasses or other accessories shall temporarily be covered with plastic foil.

### ۷-۴-۵-۲-۳ فوم پلی اورتان سخت پاشیدنی (PUF)

۷-۴-۵-۲-۳-۱ PUF پاشیدنی به منظور استفاده روی بدنه‌های مخزن با دمای عملیاتی بیش از محیط و تا ۹۰ درجه سانتیگراد، می‌باشد و فقط هنگامی باید به کار برد که پاشش اضافی خسارتی به اشیاء مجاور نرساند، یا هنگامی که حفاظت مناسبی در برابر پاشش اضافی امکان پذیر باشد.

۷-۴-۵-۲-۳-۲ محافظت در برابر شرایط آب و هوا بسیار ضروری است زیرا در هوای خیلی سرد ممکن است به گرمایش کافی نیاز باشد.

۷-۴-۵-۲-۳-۳ هنگام کاربرد، دمای اجزاء فوم مایع باید بین ۱۵ و ۲۵ درجه سانتیگراد باشد.

۷-۴-۵-۲-۳-۴ هنگام پاشش، در دمایی که سطح عایق میشود، باید بین ۲۰ و ۴۰ درجه سانتیگراد باشد. عایق نباید هنگام بارندگی یا مواقعی که باد تند می‌وزد، پاشیده شود.

۷-۴-۵-۲-۳-۵ عایق باید روی سطحی که آستر یا رنگ شده، پس از زدودن هرگونه آلودگی، چربی، رنگ یا گچ، پاشیده شود. سطوح زنگ زده باید به روش بلاست تمیز و رنگ آمیزی گردد. و عاری از ذرات پوسته فلزی و رطوبت باشد.

۷-۴-۵-۲-۳-۶ عایق باید در ارتفاع کافی، بالای پایه مخزن تمام شود تا از تماس بین آبهای سطحی و عایق برای مثال بعد از بارندگی جلوگیری گردد.

۷-۴-۵-۲-۳-۷ PUF باید بصورت چند لایه، هر لایه با حداکثر ضخامت ۱۲ میلیمتر، پاشیده شود تا ضخامت تعیین شده به دست آید. متوسط ضخامت نهایی PUF پاشیدنی برای کل سطح مخزن باید از ۵ تا ۱۰ میلیمتر، بیش از ضخامت تعیین شده باشد. ضخامت باید با استفاده از ابزار الکترو مغناطیسی اندازه گیری شود.

۷-۴-۵-۲-۳-۸ حداقل ضخامت عایق PUF بکار رفته باید ۲۵ میلیمتر باشد.

۷-۴-۵-۲-۳-۹ برای برداشتن عایق از مکانهایی که باید در دسترس باشند یا عاری از آلودگی بمانند، تمهیداتی باید در نظر گرفته شود. برای مثال، پلکانها، نرده‌ها، دریچه‌های آدمرو، اندازه‌گیرهای شیشه‌ای، یا سایر لوازم جانبی که باید با ورق پلاستیکی بطور موقت پوشانده شوند.

**7.4.5.2.3.10** Junctions between permanent and removable insulation shall be properly sealed against ingress of moisture.

**7.4.5.2.3.11** The insulation shall be made smooth and properly sealed, including the seams where supports, nozzles, stair steps, etc., protrude through the insulation.

**7.4.5.2.3.12** PUF used on tank roofs and shells shall be protected against ultraviolet radiation and weather conditions by applying an elastomeric coating of acrylate polymers.

**7.4.5.2.3.13** Sprayed PUF without metal sheet covering shall not be used on roofs of tanks, since otherwise static electricity may occur by walking over the PUF, and furthermore damage to the PUF will cause severe corrosion of the roof plates. However, this prohibition does not include special proprietary tank roof insulation systems containing PUF that is free from these effects.

**7.4.5.2.3.14** Failure of the foam to stick to the metal may not be evident immediately and is not readily detected by eye because of the uneven finish of the surface of the foam. It may be detected by tapping the foam, which will give a distinctive hollow sound if it is not stuck to the metal.

**7.4.5.2.3.15** Special safety precautions have to be observed when spraying polyurethane foams and a fresh-air mask has to be worn.

### 7.4.5.3 Finishing and weatherproofing

**7.4.5.3.1** Tank shells shall be finished with galvanized steel jacketing applied directly over the insulation. The metal sheet may be corrugated or plain. Corrugations shall run vertically with vertical seams lapped a minimum of 2 corrugations and horizontal seams lapped a minimum of 75 mm and supported on "S" clips. The metal jacketing shall be secured with 19 mm × 0.51 mm stainless steel bands spaced not less than one band on each circumferential lap and one at the middle of each sheet, but not to exceed 600 mm on center. Bands shall be fastened to the

۷-۴-۵-۲-۳-۱۰ اتصالات بین عایق دائمی و موقتی باید در مقابل نفوذ رطوبت بطور صحیح آب بندی شوند.

۷-۴-۵-۲-۳-۱۱ عایق باید صافکاری و بطور صحیح آب بندی شود، به انضمام درزهای پایه‌ها، نازلها، پلکانها و غیره، در جاییکه از عایق بیرون آمده‌اند.

۷-۴-۵-۲-۳-۱۲ عایق PUF که روی سقفها و بدنه‌های مخازن استفاده می‌شود باید در مقابل تابش فرابنفش و شرایط جوی با بکار بردن یک لایه پوششی از پلیمرهای آکریلیت کشسان، حفاظت شود.

۷-۴-۵-۲-۳-۱۳ عایق PUF پاشیدنی، نباید روی سقف مخازن بدون پوشش ورق فلزی بکار رود، چون در غیر این صورت با راه رفتن روی PUF ممکن است الکتروسیسته ساکن ایجاد شود و گذشته از خسارت وارده به PUF باعث خوردگی شدید ورقهای سقف خواهد شد. هرچند این ممنوعیت شامل سامانه‌های عایق تجاری مخصوص سقف مخزن حاوی PUF که عاری از این اثرات است نمی‌شود.

۷-۴-۵-۲-۳-۱۴ عدم چسبندگی فوم به فلز را به دلیل پرداخت ناصاف سطح فوم، نمیتوان فوری با دیدن شناسایی کرد. می‌توان با زدن ضربات آهسته به فوم اگر به فلز نچسبیده باشد با صدای تو خالی که ایجاد میکند شناسایی کرد.

۷-۴-۵-۲-۳-۱۵ هنگام پاشش فوم‌های پلی اورتان احتیاط‌های خاصی را باید رعایت نمود و باید از ماسک تامین کننده هوای تازه استفاده گردد.

### ۷-۴-۵-۳ عملیات نهایی و مقاومت در برابر آب و هوا

۷-۴-۵-۳-۱ دیوارهای مخزن را باید مستقیماً با بکار بردن پوشش فولادی گالوانیزه روی عایق تکمیل نمود. ورق فلزی می‌تواند چین دار یا ساده باشد. ردیف شیارها باید به صورت عمودی با همپوشانی درزهای عمودی حداقل دوشیاری و همپوشانی درزهای افقی با حداقل همپوشانی ۷۵ میلیمتری، اجرا شده و روی بست‌های "S" نگهداری شوند. پوشش فلزی باید با نوارهای فولاد زنگ نزن ۱۹×۵۱/۰ میلیمتری روی هر همپوشانی محیطی با فاصله‌گذاری حداقل یک نوار و حداقل یکی در وسط هر ورق ولی روی مرکز از ۶۰۰ میلیمتر تجاوز ننماید، محکم شود. نوارها باید به میله‌های قلمی به قطر ۱۹ میلیمتر بسته شوند که بطور عمودی در فواصل اطراف مخزن

19 mm diameter pencil rods installed vertically at approximate 9000 mm spacing around the tank. See Fig. 34 for details of pencil rod installation. Voids in the insulation at the pencil rods shall be filled with insulation blanket cut into suitable strips. Over the open joints of the jacketing at the pencil rods apply a batten on corrugated steel of sufficient width to lap 2 full corrugation of the adjacent metal and secure with sheet metal screws at approximately 500 mm O.C. as required to close seams. All cut-outs at the uninsulated nozzles, manways, structural projections, nameplates, code inspection plates etc. shall be sealed with mastic.

**7.4.5.3.2** On tanks and vessels where sufficient changes in circumference would occur as a result of thermal expansion, or loading e.g. asphalt storage, fractionating columns or large diameter crude storage tanks, insulation and weatherproofing bands shall have breather springs installed as follows:

VESSEL DIAMETER قطر ظرف	OPERATING TEMPERATURE دمای عملیات	No. OF SPRINGS REQUIRED تعداد فنرهای مورد نیاز
5" to 8" از ۵" تا ۸"	Above 79°C (175°F) بیش از ۷۹ درجه سانتیگراد (۱۷۵ درجه فارنهایت)	One یک
Over 8" to 15" بیش از ۸" تا ۱۵"	All همه	One یک
Over 15" بیش از ۱۵"	All همه	One on every 15 meters هر ۱۵ متر یک عدد

Breather spring to be equal to atlas expandor-strap.

**7.4.6 Irregular surfaces (including machinery)**

**7.4.6.1** Irregular surfaces whenever required shall be insulated according to the following methods.

در فاصله تقریبی ۹۰۰۰ میلیمتری نصب شده‌اند. برای جزئیات نصب میله‌های قلمی به شکل ۳۴ مراجعه شود. فضاهای خالی عایق در میله‌های قلمی باید با عایق پتویی که به صورت نوارهای مناسب بریده شده پر گردد. روی اتصالات باز پوشش فلزی در محل میله‌های قلمی یک قید روی فولاد چین دار با پهنای کافی با همپوشانی دوچین کامل فلز مجاور قرار داده و با پیچهای ورق فلزی در فاصله تقریبی ۵۰۰ میلیمتر روی مرکز طبق نیاز به بستن درزها محکم میشوند. تمام بریدگیها در نازل‌های بدون عایق مسیره‌های آدم رو، بیرون زدگی‌های سازه فلزی، پلاکها، صفحات بازرسی کد و غیره باید با ملات قیری آب بندی شوند.

۲-۳-۵-۴-۷ روی مخازن و ظروف در جایی که تغییرات کافی در محیط دایره به علت انبساط حرارتی یا بارگیری به وجود می‌آید، برای مثال انباشت آسفالت، برجهای تفکیک کننده، یا مخازن انباشت نفت خام با قطر زیاد، عایق و نوارهای مقاوم در برابر آب و هوا باید مطابق زیر فنرهای هواگیر نصب شود.

فنر هواگیر باید برابر با تسمه بسط دهنده در اطلس باشد.

**۶-۴-۷ سطوح نامنظم (بانضمام ماشین آلات)**

**۱-۶-۴-۷** هر زمان لازم باشد سطوح نامنظم باید مطابق روشهای زیر عایق شوند.

**7.4.6.1.1** All insulating materials, however fixed, shall be in close contact with the surfaces to which they are applied, unless an air space is required for special reasons. Where the main insulation consists of preformed, or flexible material, all edges or ends shall be closely butted; for multilayer work all joints shall be staggered. Where possible, pipes adjacent to the irregular surfaces should be insulated separately. Care shall be taken not to interrupt the moving member of the machinery when insulating these equipment.

**7.4.6.1.2** If the insulation is not furnished with the equipment of irregular surfaces specially machinery, they shall be generally covered with insulation blanket securely tied in place of the same thickness as the adjacent pipe insulation. Over the insulation, when dry, apply a 10 mm thick layer of finishing cement. Heat exchanger ends and manhole covers when insulated, shall have the required thickness of insulation in block form securely wired together and completely enveloped in flat metal jacketing.

**7.4.6.1.3** If such machinery, exchangers etc. are subject to regular maintenance necessitating removal of insulation, consideration shall be given to fabricating the insulation in detachable sections, completely jacketed in cladding which may be easily removed and replaced without damage.

**7.4.6.1.4** Irregular surfaces, where application of molded-type or blanket insulation is impractical, shall be insulated to full specified thickness with insulating cement. Cement shall be applied with a trowel on surface to be insulated, filling all depressions for entire depth to eliminate voids of any nature. Care shall be exercised that the thickness of each application will be no greater than that which will set on vertical surfaces without excessive cracking upon subsequent drying. When sufficiently dry, additional applications may be made as required to build cement to full specified thickness. Where specified thickness of cement insulation exceeds 3.8 cm cement shall be reinforced with one layer of 2.5 cm wire netting for each additional 3.8 cm, or a part thereof, uniformly embedded midway

۷-۴-۱-۱ مواد عایق کننده حتی اگر بصورت یک تکه و ثابت باشند، باید تماس نزدیکی با سطحی که روی آن بکار می‌روند داشته باشند، مگر به دلایل خاص یک فضای هوایی لازم باشد. جایی که عایق اصلی شامل مواد از پیش شکل داده شده یا قابل انعطاف باشد، تمام لبه‌ها یا لبه‌های انتهایی باید به دقت لب به لب بهم متصل شوند، برای کار چند لایه تمام اتصالات باید یک در میان باشند. جایی که امکان دارد، لوله‌های مجاور به سطوح نامنظم باید به طور مجزا عایق شوند. باید دقت به عمل آید قطعه متحرک ماشین آلات هنگام عایقکاری این تجهیزات متوقف نشود.

۷-۴-۱-۲ اگر تجهیزات سطوح نامنظم به خصوص ماشین آلات به عایق مجهز نشوند، معمولاً باید آنها را در محل با عایق پتویی که ضخامت همانند عایقی لوله مجاور دارد، پوشانده و به طور محکم بست. در صورت خشک بودن روی عایق، لایه سیمان کاری نهایی به ضخامت ۱۰ میلیمتر بکار برده شود. زمانیکه انتهای مبدل‌های حرارتی و پوشش‌های دریچه آدم رو عایق شوند، عایق بشکل بلوک با ضخامت مورد نیاز به یکدیگر با سیم‌کشی محکم شده و بطور کامل با روکش فلزی تخت پوشانده شود.

۷-۴-۱-۳ اگر چنین ماشین آلات، مبدل‌ها و غیره بطور منظم تعمیر و نگهداری شوند، عایق باید در صورت لزوم جداشدنی بوده، با روکش فلزی بطور کامل پوشانده شود بطوریکه بتوان به آسانی عایق را باز کرده و بدون صدمه دیدن، آن را در جای خود قرار داد.

۷-۴-۱-۴ جایی که برای سطوح نامنظم، کاربرد عایق پتویی نوع قالبی یا روکش عملی نباشد، باید با سیمان به ضخامت لازم عایقکاری شود. سیمان را روی سطحی که قرار است عایق شود باید با ماله کشید تا تمام فرورفتگی‌ها را تا عمق کامل جهت حذف خلل و فرج با هر نوع ماهیتی که باشند پر نمود. باید دقت به عمل آید ضخامتی که برای هر لایه اعمال می‌گردد، نباید بیشتر از ضخامتی که روی سطوح عمودی قرار می‌گیرد باشد تا از ترک پیش رونده که پس از خشک شدن ایجاد می‌شود جلوگیری گردد. وقتی به اندازه کافی خشک شد ممکن است در صورت نیاز، عملیات اضافی برای افزودن سیمان تا ضخامت تعیین شده انجام گیرد. جاییکه ضخامت لازم عایق سیمانی بیش از ۳/۸ سانتیمتر باشد، سیمان باید با یک لایه ۵/۲ سانتیمتری تور سیمی برای هر ۳/۸ سانتیمتر اضافی یا بخشی از آن تقویت گردد و به طور



between metal and finished surface.

#### 7.4.6.2 Weatherproofing

**7.4.6.2.1** Where specified thickness has been applied and secured in place, outer surface shall receive an adhesive coat of weather-barrier coating brushed on to a minimum thickness. While still tacky, reinforcing cloth shall be stretched taut and thoroughly embedded in coating. Care must be exercised that weave is not stretched and that cloth is overlapped approximately 3.8 cm to provide strength at joint equal to that maintained elsewhere. Before surface becomes dry to touch, a second coat of weather-barrier coating shall be applied by brushing over the reinforcing cloth to a uniform thickness, with a smooth, unbroken surface, and allowed to dry. Total thickness of weather-barrier coating and reinforcing cloth, when dry, shall not be less than 0.3 cm. No portion of cloth shall be visible on the finished surface.

**7.4.6.2.2** Weather-barrier coating shall be carried out 15 cm on to any metal beyond termination of insulation. Application shall be built up in a uniform manner to prevent uneven contraction and tendency toward surface cracks. Openings around nozzles, manways, etc., shall be made water-tight.

**7.4.6.2.3** All outside corners of insulation shall be rounded, and the weather-barrier coating provided with a double layer of reinforcing cloth.

**7.4.6.2.4** Care should be taken in applying weather-barrier coating over hot equipment insulation; severe blistering will occur if insulation contains more than 5% moisture. Weather-barrier coating shall not be applied when atmospheric temperature is such that condensate of moisture and ultimate freezing may occur on the finished surface with 24 hours from time of application.

#### 7.4.7 Valves, flanges and fittings

**7.4.7.1** It is preferable that valves and flanges should be insulated, but where hidden flange leakage may cause a possible fire or other hazard, e.g. with oil lines, or where repeated access will make it uneconomical, insulation

یکنواخت بصورت میانی، بین فلز و سطح تکمیل شده جای گیرد.

#### ۷-۴-۶-۲ مقاومت در برابر عوامل آب و هوایی

**۷-۴-۶-۲-۱** جاییکه ضخامت تعیین شده در محل بکار برده و محکم شده است، بر روی سطح بیرونی بایستی با قلم و تا حداقل ضخامت از لایه چسبنده مانع هوا اعمال شود. تا وقتیکه هنوز چسبندگی وجود دارد باید پارچه تقویتی را محکم کشیده و در پوشش فرو برد. باید دقت گردد که بافت آن کشیده نشود و پارچه تقریباً ۳/۸ سانتیمتر همپوشان شود تا استحکام را در محل اتصال، معادل استحکام برقرار شده در سایر نقاط پارچه، تامین نماید. قبل از خشک شدن سطح، تا دست زدن، دومین لایه پوشش مانع هوا باید با برس روی پارچه تقویتی تا ضخامت یکنواخت، با سطحی صاف و بدون شکست، اعمال گردد و اجازه داد تا خشک شود. ضخامت کل پوشش مانع هوا و پارچه تقویتی، وقتی خشک شدند نباید کمتر از ۰/۳ سانتیمتر باشد. هیچ بخشی از پارچه در سطح تکمیل شده نباید دیده شود.

**۷-۴-۶-۲-۲** پوشش مانع هوا باید تا ۱۵ سانتیمتر بعد از اتمام عایق، روی هر نوع فلزی اعمال شود و بکار بردن آن به شکلی یکنواخت اجرا شود تا از انقباض ناشی از ناهمواری و تمایل به ترکهای سطحی جلوگیری گردد. سوراخهای اطراف نازلها، آدم روها، و غیره باید آببند شوند.

**۷-۴-۶-۲-۳** تمام گوشه‌های بیرونی عایق باید گرد شده و پوشش مانع هوا بصورت پارچه تقویتی دولا تامین گردد.

**۷-۴-۶-۲-۴** در کاربرد پوشش مانع آب و هوا روی عایق تجهیزات داغ باید دقت شود که اگر عایق بیش از ۵ درصد رطوبت داشته باشد تاولهای شدید بوجود خواهد آمد. زمانیکه دمای جوی بگونه‌ای است که ممکن است روی سطح تکمیل شده میعان رطوبت و یخ زدن نهایی در عرض ۲۴ ساعت بعد از زمان کاربرد رخ دهد، پوشش مانع آب و هوا نباید اعمال شود.

#### ۷-۴-۷ شیرها، فلنج‌ها و اتصالات

**۷-۴-۷-۱** بهتر است که شیرها و فلنجهای عایق شوند، اما جایی که نشی فلنج دیده نمیشود و ممکن است منجر به آتش سوزی یا خطر دیگری شود برای مثال، لوله‌های نفت، یا جایی که دسترسی مکرر آن را

may be omitted. For hot hydrogen duty, a simple sheet-metal shroud should be placed over the flanges to protect them from thermal shock due to changes in atmospheric conditions, whilst permitting access for safety etc.

**7.4.7.2** Valves flanges and fittings shall be insulated with preformed sections as far as is practicable. See Figs. 35 and 36. It is appreciated that irregular surfaces are difficult to so insulate, but the maximum use of moulded sections entails the minimum wastage of material should it be necessary to remove and replace the insulation for inspection purposes. The insulation shall be finished in such a manner that there is free access to instruments. All thermometer pockets, including the boss and welded pad, shall be insulated. For some superheated steam installations it may be desirable to insulate pressure-gauge pipework for a reasonable distance from the tapping point to avoid pressure loss due to cooling.

**7.4.7.3** Flanges shall be insulated as far as practicable by premoulded material or insulated boxes that can be removed for maintenance. Figs. 36 and 37 show a possible method of arranging this.

غیراقتصادی میسازد، عایقکاری را می‌توان حذف نمود. برای سرویس هیدروژن داغ، ضمن فراهم نمودن امکان دسترسی برای ایمنی و مانند آن، یک ورق پوشش فلزی ساده باید روی فلنجه‌ها جهت حفاظت از شوک حرارتی به علت تغییرات شرایط آب و هوایی قرار داده شود.

**۷-۴-۷-۲** شیرها، فلنجه‌ها و اتصالات باید با قطعات از پیش شکل داده شده تا جایی که عملی است، عایق شوند. به شکل‌های ۳۵ و ۳۶ مراجعه گردد. قابل درک است که عایق کردن چنین سطوح نامنظمی مشکل است اما استفاده حداکثری از قطعات قالبی، کمترین ضایعات مواد را برای بازرسی داشته باشند. این عایقکاری باید در حالتی تکمیل شود که دسترسی به ابزارهای دقیق فراهم باشد. جاهای حرارت سنج به انضمام ورق تقویتی برآمده و جوش شده باید عایق شوند. برای برخی سرویس‌های بخار بسیار داغ ممکن است عایق کردن فشار سنج در سیستم لوله کشی برای یک فاصله قابل قبول از نقطه تخلیه برای جلوگیری از افت فشار ناشی از سرد شدن مطلوب باشد.

**۷-۴-۷-۳** تا جایی که عملی است فلنجه‌ها باید با مواد از پیش قالب شده یا جعبه‌های عایقی که بتوان برای تعمیرات برداشت عایق شوند. شکل‌های ۳۶ و ۳۷ روش ترتیب دادن آن را نشان می‌دهند.

مقطع عایق لوله از پیش شکل داده شده یا عایق های برش خورده و پخ زده شده

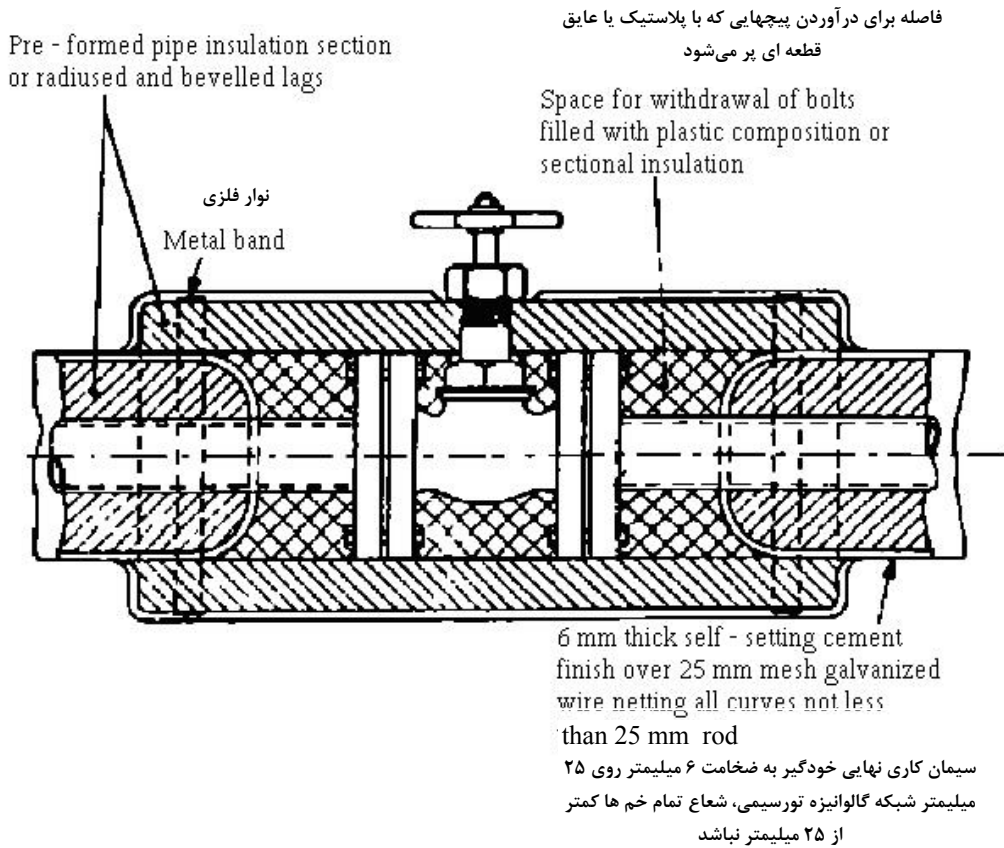


Fig. 35- METHOD OF INSULATING A VALVE (APPLICABLE TO A PLASTIC FINISH)

شکل ۳۵- روش عایقکاری یک شیر (قابل اجرا بر روی سطوح پرداخت پلاستیکی)

7.4.7.4 Some common methods adopted for insulating valves and flanges are described as follows.

۴-۷-۴-۷ برخی از روشهای رایج پذیرفته شده برای شیرها و فلنجهای بشرح زیر است:

**a) Flange boxes**

These are usually made from metal sheet and lined with preformed rigid or flexible insulating material. Direct contact between the metal of the box and the insulated metal surface shall be avoided. (See Figs. 36 and 37). A removable type of flange box is shown in Fig. 38.

**الف) جعبه های فلنج**

جعبه های فلنج معمولاً از ورق فلزی ساخته شده و با عایق سخت و قابل انعطاف از پیش شکل داده شده پوشش داخلی شده است. از تماس مستقیم بین فلز جعبه و سطح فلز عایق شده باید اجتناب شود (به شکل های ۳۶ و ۳۷ مراجعه شود). یک نوع جعبه فلنجی قابل انتقال در شکل ۳۸ نشان داده شده است.

**b) Mattresses**

These consist of a glass or silica fibre cloth envelope packed with loose fill insulating material. (See Fig. 39).

**ب) تشکها**

تشکها شامل لفاف پارچه ای با الیاف شیشه ای یا سیلیسی بسته بندی شده با ماده عایقی نرم و روان میباشند (به شکل ۳۹ مراجعه شود).

**c) Plumber's joint**

This is achieved by the application of plastic composition over flanges or valves, after the insulation on adjacent piping has been appropriately finished. The piping insulation shall terminate at points that allow for easy removal of flange bolts and the chamfered ends of the piping insulation shall be finished and suitably painted. This provides a specific area in which the insulation for the flanged joint or valve may be confined, and also allows for it to be removed periodically without disturbing the piping insulation. (See Fig 39 a).

**ج) اتصال لوله کشی**

این کار با کاربرد ترکیب پلاستیکی روی فلنجهای یا شیرها، بعد از عایقکاری روی لوله کشی مجاور که به طور مناسب تکمیل شده است انجام می شود. عایقکاری لوله کشی باید در محلهایی که پیچهای فلنجی و دو سر پخ شده عایق لوله کشی براحتی در دسترس است، تکمیل شده و به طور مناسب رنگ آمیزی شود. این ناحیه مشخصی را فراهم میسازد که در آن عایق برای اتصال فلنجی یا شیر ممکن است محبوس شود و همچنین اجازه میدهد بدون برهم زدن عایقکاری لوله کشی آن را در فواصل معینی جابجا نمود. (به شکل ۳۹ - الف مراجعه شود).

بالای روکش برای زهکشی دارای شیب است

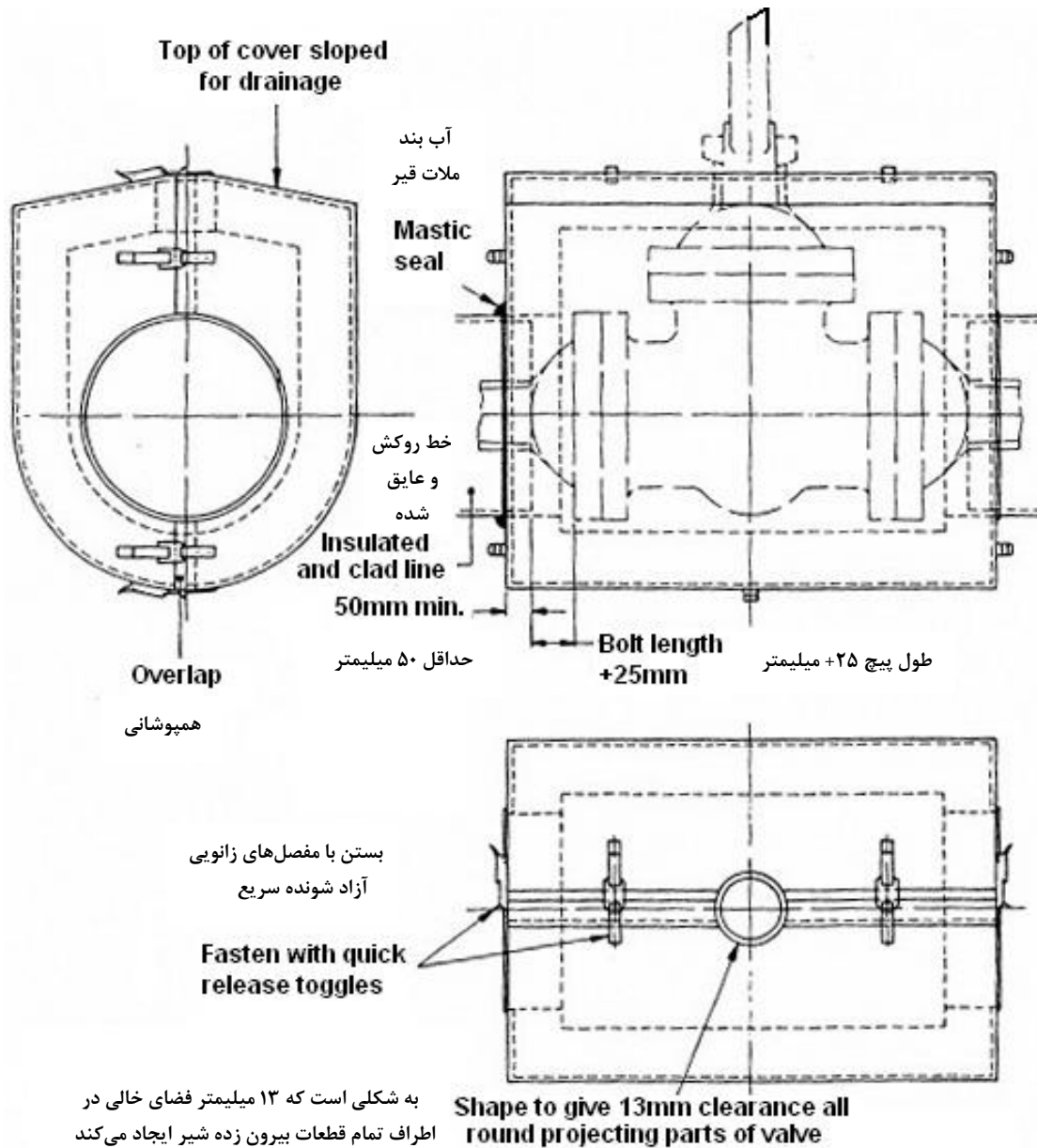


Fig. 36- METAL BOX VALVE COVER

شکل ۳۶- روکش فلزی محفظه شیر

**Note:**

Case made in two or more pieces insulation to be fixed to case parts for easy removal and replacement.

**یادآوری:**

بدنه از دو یا چند قطعه عایقکاری برای برداشتن و بجای خود گذاشتن آسان ساخته شده است.

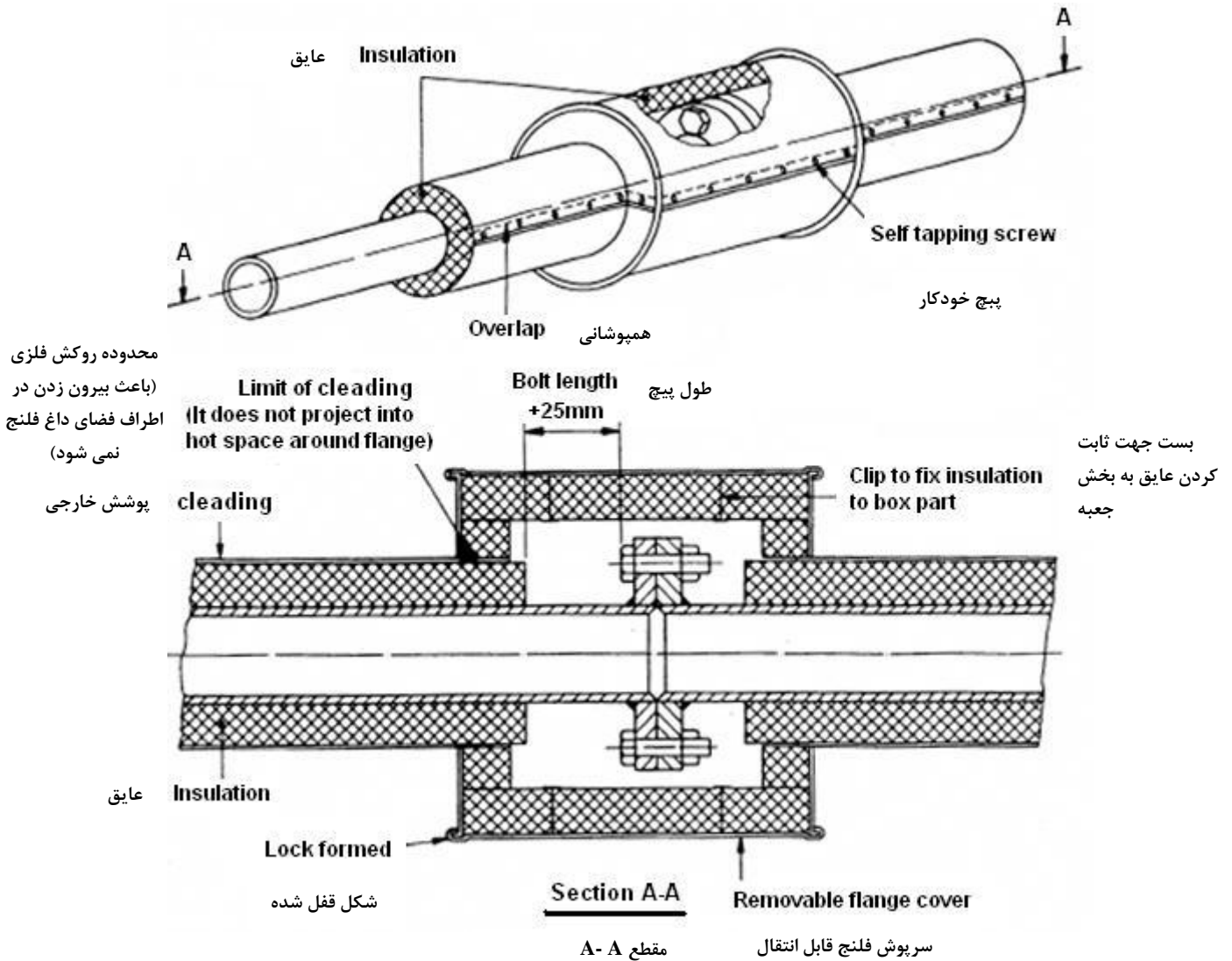


Fig. 37-A METHOD OF INSULATING PIPE FLANGES

شکل ۳۷- روشی برای عایق کردن فلنجهای لوله

**Note:**

Insulation to be fixed to box parts for easy removal and replacement.

**d) Oversized sections**

The insulation is built up with collars of preformed material on each side of the flange, leaving space for withdrawal of the bolts, and a length of large bore section is applied over the outside of the collars to bridge between them and cover the flange (see Fig. 35).

**یادآوری:**

عایق به قسمتهایی از جعبه برای برداشتن و جای گذاری باید ثابت شود.

**د) مقاطع بزرگتر از اندازه**

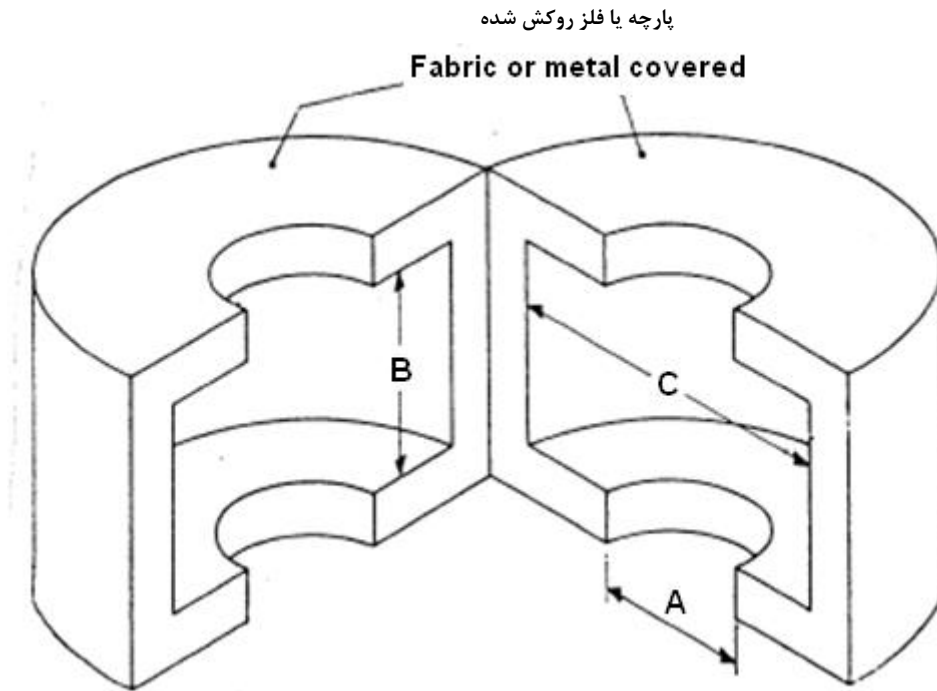
عایق با طوقه‌های مواد از پیش شکل داده شده در هر سمت فلنج ایجاد می‌شود، فضائی خالی برای درآوردن پیچ‌ها باقی می‌ماند و طولی از مقطع با قطر داخلی لوله بزرگ روی سمت بیرونی طوقه‌ها جهت پل زدن بین آنها و روکش فلنج اعمال می‌شود.

**e) Muff covers**

These are fabricated from preformed rigid insulating materials. They are constructed to allow for easy removal and are normally finished with a fabric, which may be sewn on or applied with a suitable adhesive (see Fig. 39 (c)).

**ه) سرپوشهای موف**

این سرپوشها از مواد عایقی سخت از پیش شکل داده شده ساخته می‌شوند. آنها را برای راحت برداشتن میسازند و معمولاً با یک پارچه تکمیل می‌شوند، که ممکن است دوخته یا با چسب مناسب اعمال می‌گردد. (به شکل ۳۹ ج) مراجعه شود).



**Fig. 38- REMOVABLE FLANGE BOX**

شکل ۳۸ - محفظه فلنج متحرک

Details to be stated when ordering:

A) Outside diameter of adjoining pipe.

B) Overall width over bolts.

C) Diameter of flange.

جزییاتی که هنگام سفارش باید اظهار شوند:

الف) قطر خارجی لوله مجاور.

ب) عرض کامل بیرونی پیچ‌ها.

ج) قطر فلنج.

سیمان کاری نهایی خودگیر به ضخامت ۶ میلیمتر روی  
۲۵ میلیمتر شبکه گالوانیزه تورسیمی، شعاع تمام خمها  
از ۲۵ میلیمتر کمتر نباشد

فاصله برای درآوردن پیچهایی که با  
پلاستیک یا عایق مقطعی پر میشود

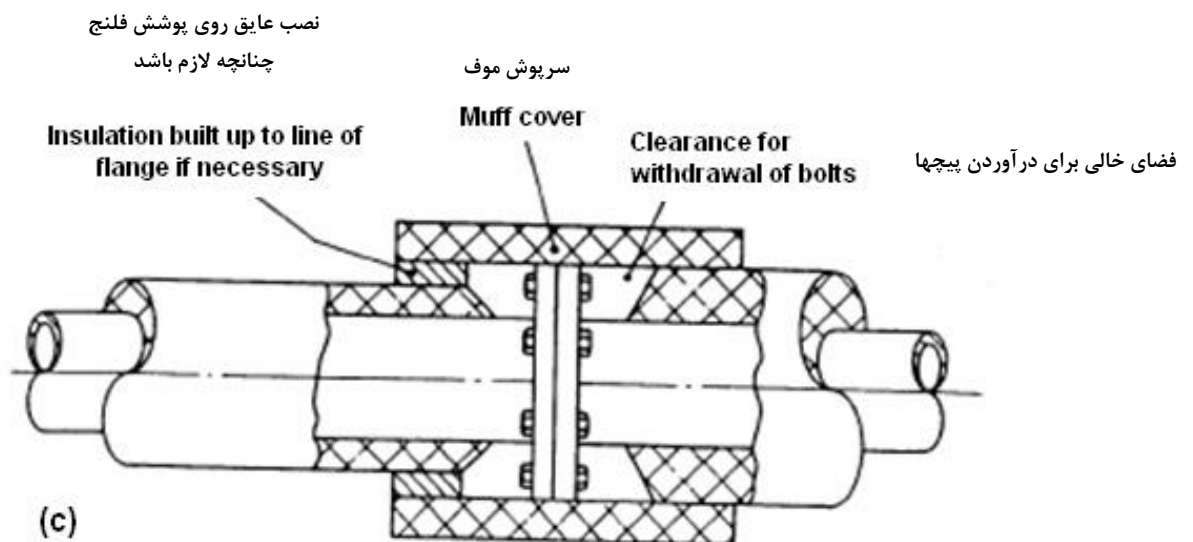
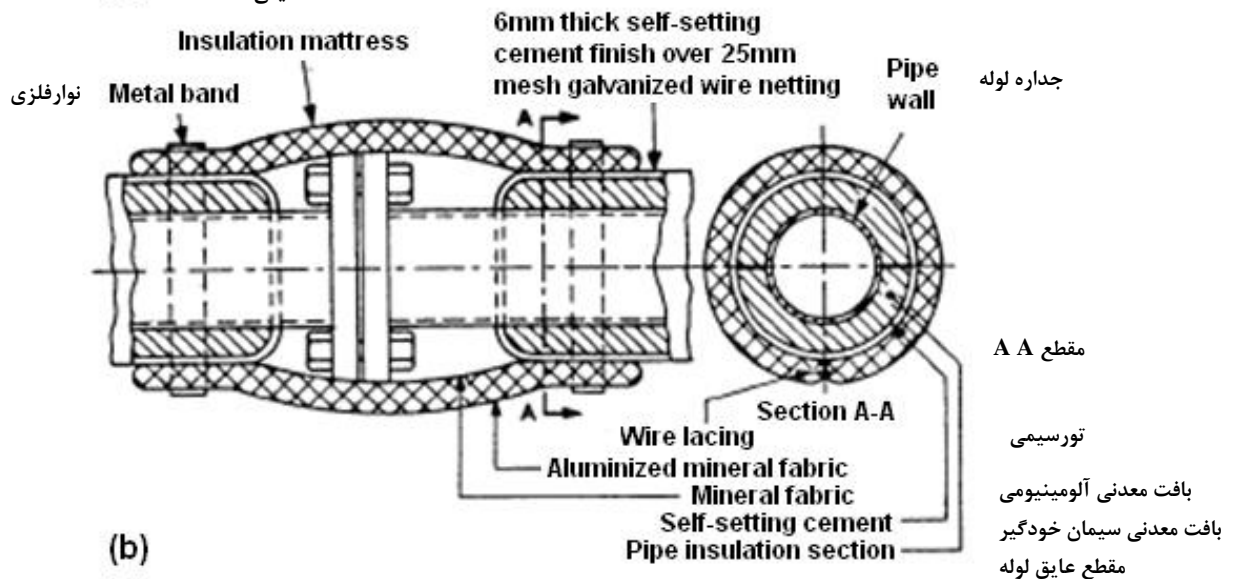
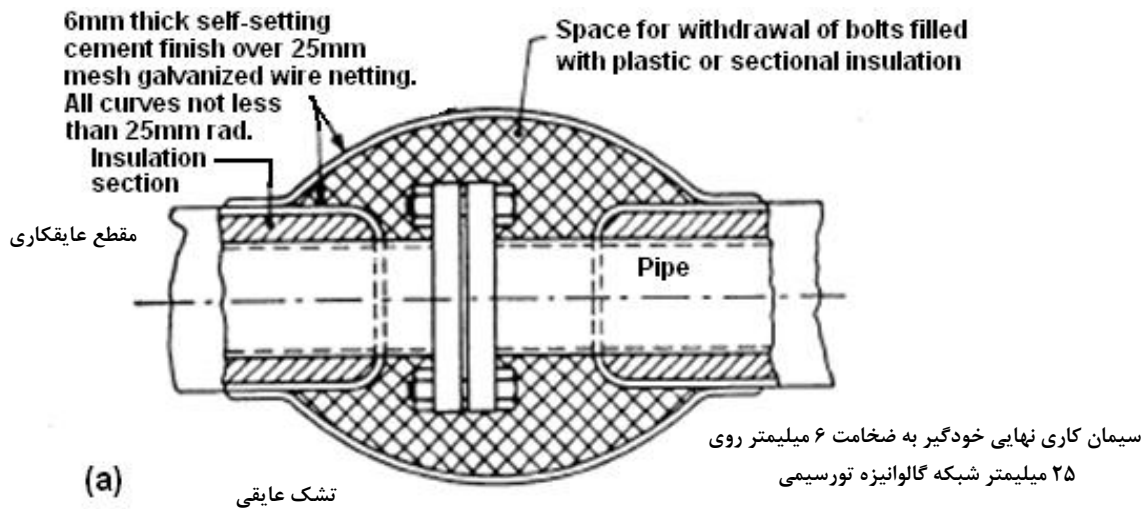


Fig. 39- TYPICAL METHODS OF INSULATING PIPE FLANGES

شکل ۳۹- نمونه روشهای عایقکاری فلنج های لوله



#### 7.4.7.5 Weatherproofing

Weatherproofing of flanges, valves and fitting are usually secured with encasement in flange boxes or application of weather-barrier coating or metal jacketing over the insulation. See Figs. 35, 36, 37, 38 and 39.

#### 7.5 Cold Insulation Application

Application for systems operating in the temperature range  $-100^{\circ}\text{C}$  to  $+5^{\circ}\text{C}$ .

##### 7.5.1 General

**7.5.1.1** Metal surfaces operating below the dew point shall be given a coat of priming paint, which has to be thoroughly dry before the insulation is applied see [IPS-E-TP-700](#). The initial protective layer has to be compatible with any adhesive joint sealant and vapour seal used. It shall also be resistant to steam purging temperatures, where applicable.

**7.5.1.2** Cold insulation shall be carried out at ambient temperature. It is sometimes possible to use a liquid with low freezing point to defrost very small items of operating plant. (The appropriate safety precautions have to be observed when using a solvent). If this is done the insulation and vapour seal has to be applied immediately. In general, this practice is not recommended and insulation applied after defrosting shall be regarded as temporary.

**7.5.1.3** The Manufacturer's recommendations shall be followed, particularly in respect of:

- a) The compatibility of the insulation material with adhesives, joint sealant and vapour sealants;
- b) The maximum temperature of hot-dip adhesives;
- c) The resistance to 'cheese knife' cutting if wire ties are used.

**7.5.1.4** Where mechanical support of the insulation is required, wood, or plastics skewers, etc., are preferred. Such supports shall be wholly within the insulation.

#### ۷-۴-۷ مقاومت در برابر آب و هوا

فلنج های، شیرها و اتصالات مقاوم در برابر آب و هوا معمولاً با محفظه‌ای در جعبه‌های فلنج یا بکار بردن پوشش سد کننده هوا یا روکش فلزی روی عایق محکم میشوند. به شکل‌های ۳۵، ۳۶، ۳۷، ۳۸ و ۳۹ مراجعه شود.

#### ۷-۵ اجرای عایق سرد

اجرای سامانه‌های عملیاتی در محدوده دمای  $100-^{\circ}\text{C}$  تا  $5+^{\circ}\text{C}$  درجه سانتیگراد.

##### ۷-۵-۱ عمومی

**۷-۵-۱-۱** سطوح فلزی که زیر نقطه شبنم بکار می‌روند باید یک لایه رنگ آستر شوند که قبل از عایقکاری باید کاملاً خشک گردد. به [IPS-E-TP-700](#) مراجعه شود. لایه محافظ اولیه باید با هر چسب عامل درزگیر اتصال و آب بند بخار بکار رفته، سازگار باشد. همچنین باید در برابر دمای پاکسازی بخار، هر کجا که قابل اجرا است مقاوم باشد.

**۷-۵-۱-۲** عایق سرد باید در دمای محیط انجام شود. گاهی اوقات ممکن است از مایعی با نقطه انجماد پایین برای یخ زدایی اقلام بسیار کوچک در واحد عملیاتی استفاده شود. (وقتی حلال بکار رود احتیاط‌های ایمنی مناسب لازم الاجرا است). اگر این نکات انجام شود عایق و بخار بند باید بلافاصله بکار رود. به طور عمومی این روش پیشنهاد نمی‌شود و عایق بکار رفته بعد از یخ زدایی باید به طور موقت استفاده شود.

**۷-۵-۱-۳** توصیه‌های سازنده به ویژه نسبت به موارد زیر باید پیگیری شود:

- الف) سازگاری ماده عایق با چسب ها، بتونه کاری اتصال، آب بندهای بخار؛
- ب) دمای حداکثر چسب های غوطه وری داغ.

ج) مقاومت در برابر برش چاقوی تیز، در صورتیکه مهارهای سیمی بکار رفته باشند.

**۷-۵-۱-۴** جایی که تقویت مکانیکی عایقکاری لازم است، سیخ های چوبی یا پلاستیکی و مانند آنها ترجیح دارد. چنین تقویت کننده‌هایی باید کاملاً به اندازه عایق باشند.

**7.5.1.5** It is important that the insulation be cut and fitted accurately. It is preferable that moulded preformed bends of insulating material shall be used, as appropriate, to ensure accurate fit without open joints. The practice of filling gaps in joints with plastic composition or rough slivers of insulation is deprecated.

**7.5.1.6** Contraction joints may be required because of the differing rates of thermal movement between the equipment and various types of insulating materials. See Fig. 40 for some values relating to typical materials in the temperature range +20°C to -100°C.

**7.5.1.7** Where two or more layers of insulating material are required the inner layer shall not be bonded to the vessel or pipework with adhesive, although subsequent layers may be bonded to the appropriate previous layer.

**7.5.1.8** Where the service temperature is very low where there are appreciably large fluctuations of temperature, and depending on the type of insulating material and the configuration of the system, contraction/expansion joints of the type shown in Fig. 41 may be adopted.

**7.5.1.9** Joint-sealer mastic of suitable elasticity shall be applied to the edges of all portions of preformed insulating material, including those of the inner layer.

**7.5.1.10** It is essential that the vapour seal be designed as an integral part of the insulation system and applied as soon as possible so as to keep the insulation dry. (See Figs. 42 and 43).

**7.5.1.11** The piping and equipment shall be insulated after their pressure tests and other necessary test and inspection have been completed. To facilitate regular inspection of welds and bottled joints, removable portion of insulating and finishing materials shall be provided in the appropriate locations.

۷-۱-۵-۵ بریدن و بستن عایقکاری به طور صحیح مهم است. جهت اطمینان از بستن صحیح بدون باز بودن اتصالات، در صورت مقتضی ترجیحاً از خم‌های از پیش شکل داده شده، ماده عایقی باید استفاده شود. پر کردن فاصله‌ها در اتصالات با ترکیب پلاستیکی یا تکه‌های باریک ناصاف عایق کم ارزش می‌باشند.

۷-۱-۵-۶ اتصالات انقباضی ممکن است به واسطه اختلاف میزان جابجایی حرارت بین تجهیزات و انواع مختلف مواد عایقی، لازم باشد. طبق شکل ۴۰ برای برخی مقادیر مرتبط با نمونه مواد در محدوده دمای +۲۰ تا -۱۰۰ درجه سانتیگراد عمل شود.

۷-۱-۵-۷ جایی که به مواد عایقکاری دولا یا بیشتر نیاز باشد، لایه داخلی نباید با چسب به ظرف یا لوله‌کشی متصل شود، گرچه لایه‌های بعدی می‌تواند به طور مناسب به لایه قبلی بچسبد.

۷-۱-۵-۸ جایی که دمای کاربری بسیار پایین و نوسانات آن بطور قابل ملاحظه‌ای وسیع است و بستگی به نوع مواد و شکل بندی سامانه عایقکاری دارد، میتوان نمونه اتصالات انقباضی/ انبساطی نشان داده شده در شکل ۴۱ را اختیار نمود.

۷-۱-۵-۹ ملات قیری آب بند کننده اتصال با کشسانی مناسب باید روی لبه های تمام بخشهای ماده عایقی از پیش شکل داده شده به انضمام لبه های لایه داخلی به کار رود.

۷-۱-۵-۱۰ ضروری است که آب بند بخار طوری طراحی شود تا بخش جدایی ناپذیری از سامانه عایق بوده و هرچه زودتر برای خشک نگهداشتن عایقکاری بکار رود (به شکل های ۴۲ و ۴۳ مراجعه شود).

۷-۱-۵-۱۱ لوله‌کشی و تجهیزات باید بعد از انجام آزمونهای فشار و سایر آزمون لازم و تکمیل بازرسی، عایقکاری شوند. جهت تسهیل در بازرسی منظم از جوشها و اتصالات پیچ شده، بخش برداشتنی یا قابل انتقال ماده عایقکاری و مواد عملیات تکمیلی باید در محل‌های مناسب تأمین گردد

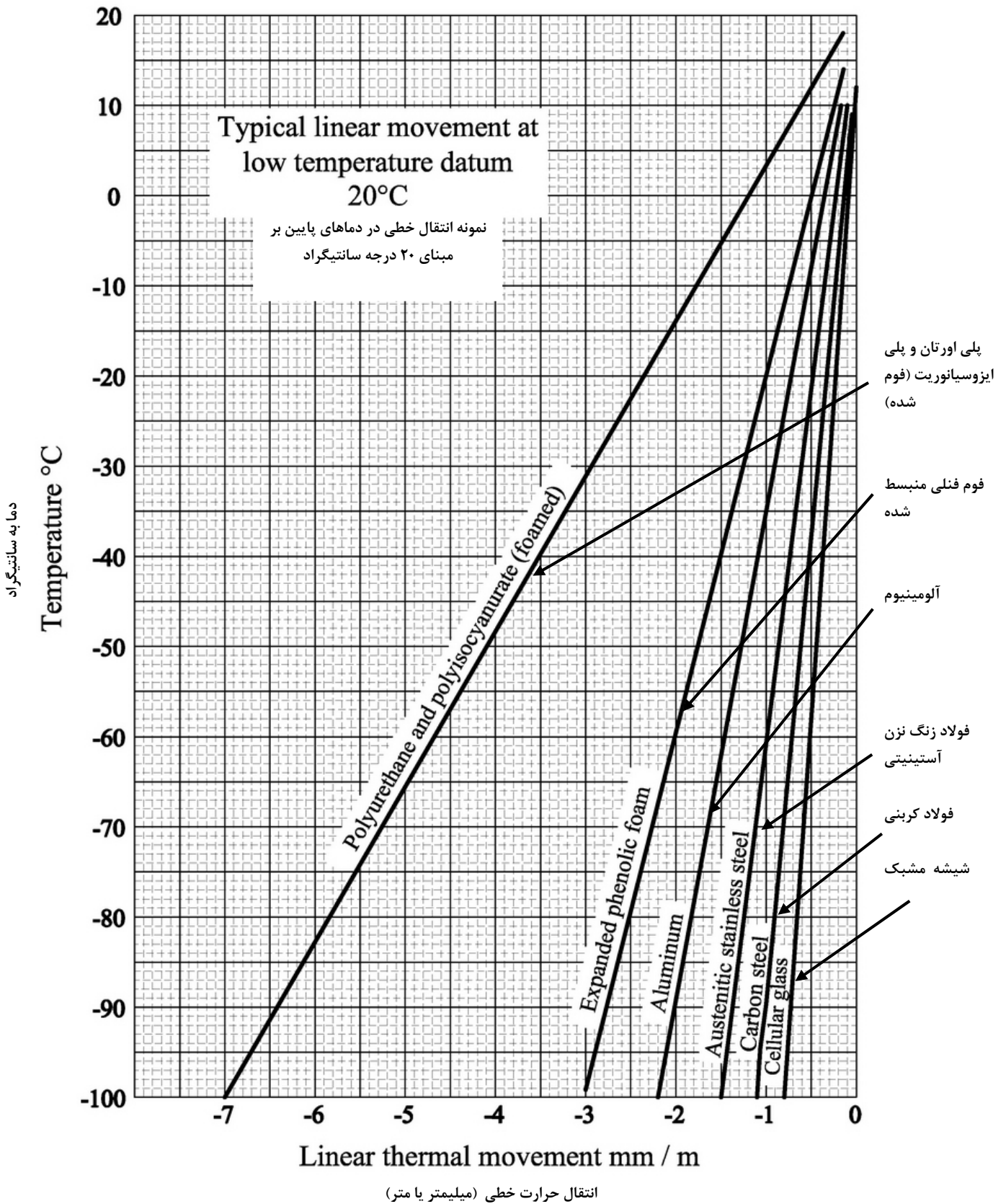
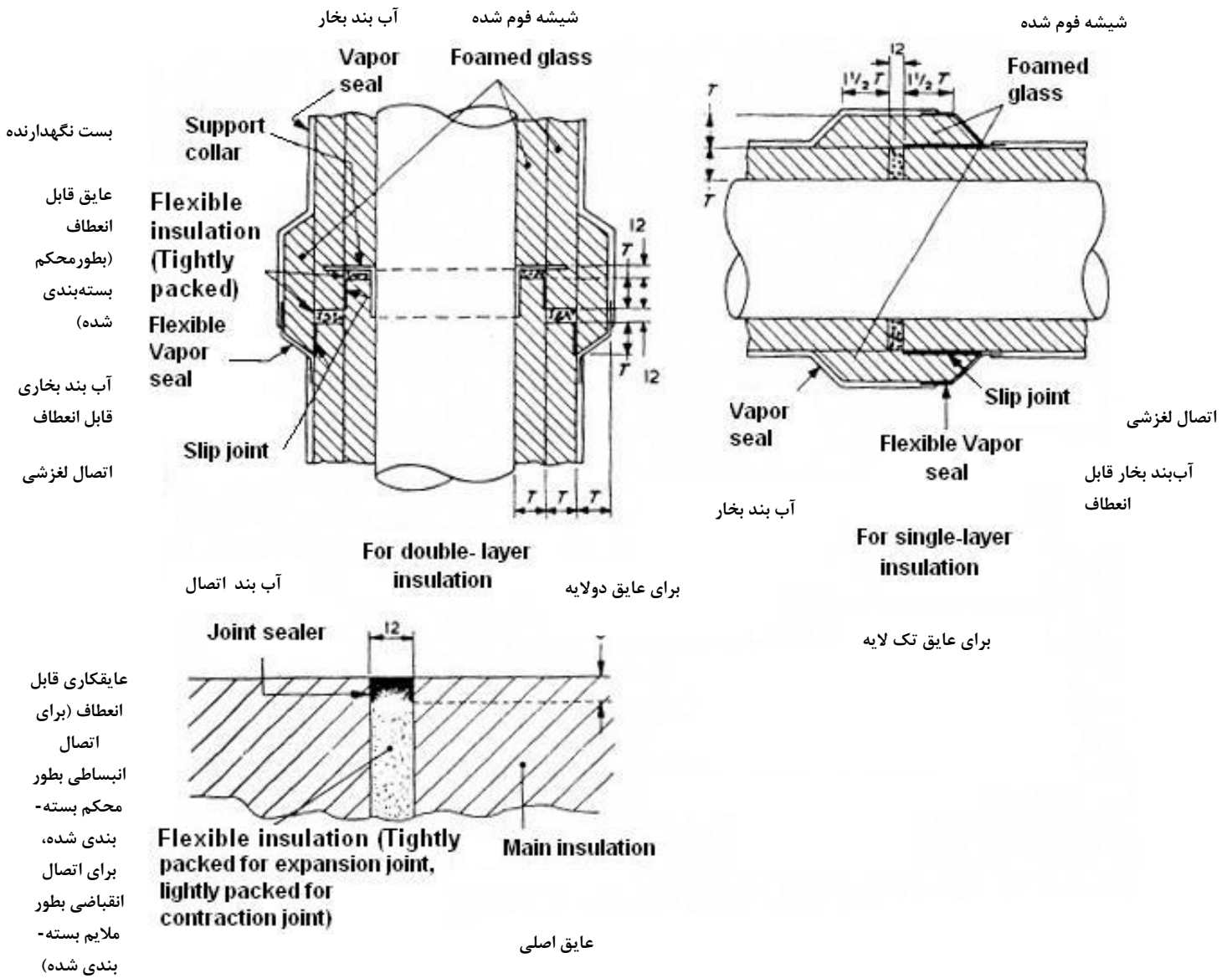


Fig. 40- LINEAR THERMAL MOVEMENT OF VARIOUS MATERIALS BETWEEN +20°C AND - 100°C

شکل ۴۰- انتقال حرارت خطی مواد مختلف بین ۲۰ و -۱۰۰ درجه سانتیگراد



\* Dimensions in mm.

\* ابعاد به میلیمتر

Typical contraction joints in insulated piping (Refrigeration)

نمونه اتصالات انقباضی در لوله کشی عایق شده (سردسازی)

Fig. 41- CONTRACTION JOINTS: LINEAR THERMAL MOVEMENT OF MATERIALS

شکل ۴۱ - اتصالات انقباضی: انتقال حرارت خطی مواد

**7.5.1.12** All materials shall be subjected to inspection and approval by the owner to ensure that all materials meet this specification.

**7.5.1.13** Insulation application shall also be subjected to inspection and any material which has been improperly installed or excessively damaged shall be removed and replaced properly with undamaged material.

**7.5.1.14** All work shall be executed in a neat and workmanlike fashion in strict accordance with these specifications and as called for on drawings covering the work to be done. No changes or deviations will be permitted without advance written approval by the owner.

**7.5.1.15** Every precaution shall be taken to see that each day's work is weatherproofed before leaving it for the night. Where this is impractical, a fillet of weatherproof mastic must be placed over the exposed ends of insulation.

**7.5.1.16** No insulating work of any type may be performed in rainy weather or when atmospheric condensation is occurring. In the event of doubt regarding the prevailing dew point the decision will be made by the owner.

**7.5.1.17** Insulation classification for cold systems which may appear on flow diagrams and drawings is IC and defined as following:

**IC:** to conserve refrigeration, surface condensation and control fluid temperatures for operating temperatures 21°C and below.

## 7.5.2 Cold pipework

### 7.5.2.1 General

**7.5.2.1.1** Piping shall be insulated when coded on mechanical and utility flow diagrams, pipeline lists and piping and spool drawings. Insulation thickness shall be as shown on drawing or tables of [IPS-E-TP-700](#).

**7.5.2.1.2** It is generally good practice to insulate piping with preformed material, although in-situ foam or sprayed foam may be used, especially on larger sizes. It is essential

۷-۱-۵-۱۲ کلیه مواد باید تحت بازرسی و تأیید شرکت قرار داده شود تا نسبت به مطابقت همه مواد با این استاندارد اطمینان حاصل شود.

۷-۱-۵-۱۳ اجرای عایقکاری نیز باید مورد بازرسی قرار داده شود و هر ماده‌ای که نا صحیح بکار رفته و یا آسیب زیادی دیده باشد باید برداشته و بطور صحیح با ماده بدون عیب جایگزین گردد.

۷-۱-۵-۱۴ تمام کارها باید به روشی مرتب و ماهرانه با تکیه بر تطبیق با این مشخصات و براساس آنچه در نقشه‌ها الزام آوراست اجرا شوند. هیچگونه تغییرات یا مغایرتی بدون تأییدیه کتبی قبلی کارفرما مجاز نخواهد بود.

۷-۱-۵-۱۵ هرگونه پیش بینی به منظور مقاوم بودن کار روزانه در برابر آب و هوا، قبل از ترک محل کار، باید صورت گیرد. در جایی که این شرایط عملی نباشد، باید سربند ملات قیری مقاوم در برابر آب و هوا روی دو سر بدون پوشش عایق قرار داده شود.

۷-۱-۵-۱۶ هیچگونه عایقکاری از هر نوعی در هوای بارانی یا زمانی که چگالش جوی اتفاق می‌افتد نباید انجام شود. در صورت تردید نسبت به غالب بودن نقطه شبنم، تصمیم با شرکت خواهد بود.

۷-۱-۵-۱۷ طبقه بندی عایقکاری برای سامانه‌های سرد که ممکن است روی نمودارهای جریان و نقشه‌ها به چشم بخورد IC است و به صورت زیر تعریف می‌گردد:

**IC:** حفظ میزان سردسازی، چگالش سطح و

کنترل دمای سیال برای دمای عملیاتی ۲۱

درجه سانتیگراد و پایین تر از آن.

### ۷-۵-۲ کار سرد روی لوله

#### ۷-۲-۵-۱ عمومی

۷-۱-۲-۵-۱ وقتی که رمزگذاری روی نمودارهای مکانیکی و جریان سرویس جانبی، فهرست خط لوله و نقشه‌های لوله‌کشی و اسپول انجام شد، لوله‌کشی باید عایق شود. ضخامت عایقکاری باید مطابق با نقشه یا جداول نشان داده شده در استاندارد [IPS-E-TP-700](#) باشند.

۷-۱-۲-۵-۲ بطور عمومی عایق کردن لوله‌کشی با ماده از پیش شکل داده شده عمل خوبی است، اگر چه ممکن است از عایق فوم (فوم در محل یا فوم پاشیده شده) بویژه روی اندازه‌های بزرگتر استفاده نمود. ضروری

that cellular glass sections not secured to the pipe by adhesives shall have a bore coating of non-setting compound to act as an anti-abrasive lining; this bore coating has to be allowed to dry before the section is fitted.

**7.5.2.1.3** When preformed insulating materials are use, two layer construction is preferred for surfaces operating below  $-18^{\circ}\text{C}$ ; all joints have to be staggered.

**7.5.2.1.4** Bends shall be insulated with the same type of material cut lobster-back fashion and secured as for straight piping, with one tie per segment; although, alternatively, fully moulded or prefabricated bends may be used if these are available.

**7.5.2.1.5** All attachments fastened to the pipe that protrude through the insulation shall, where possible, be insulated to a distance of four times the insulation thickness and sealed.

**7.5.2.1.6** Contraction joints shall be provided on long straight runs of piping at approximately 7 meter intervals. Joints shall be packed with glass fiber or polyurethane and adequately sealed.

**7.5.2.1.7** All insulation shall be continuous at supports. A mild steel cradle preformed to the O.D of insulation shall be provided at each support. This cradle shall be of sufficient length to prevent of undue compression of the insulation due to the weight of the insulated line.

**7.5.2.1.8** Lines larger than 600 mm diameter shall be insulated and finished as described for vessels.

**7.5.2.1.9** If required thickness exceeds 75 mm the insulation shall be applied in not less than two layers.

**7.5.2.1.10** Expansion joints shall be insulated in such a manner as to allow freedom of

است بخشهای شیشه‌ای مشبک با چسب به لوله محکم نشوند بلکه باید دارای پوششی با قطر داخلی لوله از ترکیب غیر خودگیر بوده تا بعنوان یک پوشش داخلی ضد سایش عمل نماید، این پوشش با قطر داخلی لوله باید قبل از چسبیدن مقطع فرصت خشک شدن داشته باشد.

**۷-۲-۱-۳** موقعی که مواد عایقکاری از پیش شکل داده شده استفاده میشوند، ساخت دولایه ای برای شرایط عملیاتی روی سطوح زیر  $-18^{\circ}\text{C}$  درجه سانتیگراد ترجیح داده می‌شود. تمام اتصالات باید به صورت یک در میان باشند.

**۷-۲-۱-۴** خم ها باید با ماده ای از نوع مشابه که به شکل پشت خرچنگ بریده شده‌اند عایقکاری شده و برای لوله‌کشی مستقیم با یک قید در هر مقطع محکم شوند، هرچند اگر خم های کاملاً قالب‌گیری شده یا از پیش ساخته شده در دسترس باشند، میتوان از آنها استفاده نمود.

**۷-۲-۱-۵** تمام متعلقات متصل به لوله که از سرتاسر عایق بیرون آمده‌اند باید، جایی که امکان دارد با فاصله‌ای تا چهار برابر ضخامت عایق، عایقکاری و آب بندی شوند.

**۷-۲-۱-۶** اتصالات انقباضی برای لوله‌کشی مستقیم در مسیر طولانی، به فواصل تقریبی ۷ متر، باید تعبیه شوند. اتصالات باید با الیاف شیشه‌ای یا پلی اورتان بسته بندی شده و بطور مناسبی آب‌بندی شوند.

**۷-۲-۱-۷** تمام عایقها باید بصورت پیوسته به نگهدارنده‌ها متصل باشند. یک کلاف از پیش شکل داده شده فولاد نرم به اندازه قطر خارجی عایق باید برای هر پایه تهیه شود. این کلاف باید طول کافی برای جلوگیری از فشردگی بی جهت عایق به علت وزن خط عایق شده، داشته باشد.

**۷-۲-۱-۸** خطوط بزرگتر از قطر ۶۰۰ میلیمتر باید عایق شده و مطابق آنچه برای ظروف بیان گردیده تکمیل شوند.

**۷-۲-۱-۹** اگر ضخامت مورد نیاز از ۷۵ میلیمتر تجاوز نماید، عایقی که بکار برده می‌شود باید کمتر از دو لایه نباشد.

**۷-۲-۱-۱۰** اتصالات انبساطی باید به طریقی عایق شوند که اجازه حرکت آزادانه به بلوزها داده شود.

movement of the bellows. Applications, sealing and weatherproofing to be in accordance with the requirements of this Standard.

### 7.5.2.2 Application

**7.5.2.2.1** For single layer insulation, the ends and butt edges of the preformed insulation shall be buttered with joint sealer and tightly butted so that all voids are eliminated. The insulation shall then be secured with PVC tape bands on 250 mm centers back-taped at least 50 mm from the butt joint. The insulation thickness shall be in accordance to the drawing shown in table of IPS-E-TP-700.

**7.5.2.2.2** For multiple layer insulation all joints shall be buttered with joint sealer as in above. In addition each successive layer of insulation shall have a brush coat of non-setting compound applied to the bore face of the block to be applied. The layers shall be banded in place with PVC tape at approximately 300 mm centers and located 25 mm from butt joint.

**7.5.2.2.3** Preformed insulation shall be snugly fitted on the pipe with all joints firmly butted together. Any broken or rounded corners of the insulation shall be cut off and squared so that all voids are eliminated. Where multiple layer insulation is used, the outer layer shall be placed in such a manner that all joints are staggered.

### 7.5.2.3 Weatherproofing

**7.5.2.3.1** The entire outer surface of the insulation shall receive a tack coat of vapour barrier mastic, 1.5 liters per 1.0 m<sup>2</sup> with a minimum thickness of 1 mm unless specified otherwise, and glass cloth embedded into the surface while still wet, avoiding all wrinkles pockets, etc. and over-lapping the glass cloth a minimum of 50 mm.

A finish coat of vapour barrier mastic shall then be applied to the whole surface 3.0 liters per sq.m with a minimum finished and dried thickness of 3 mm unless specified otherwise. Care shall be taken to ensure that all glass cloth and bands are completely covered. The surface shall then be smoothed off with a suitable

کاربردها، آب بندی و مقاوم در برابر آب و هوا باید مطابق با الزامات این استاندارد باشد.

#### ۷-۲-۵-۲ کاربرد

**۷-۲-۵-۲-۱** برای عایق یک لایه، دو سر و لبه های لب به لب از عایق از پیش شکل داده شده باید با آب بند اتصال، جفت شده و به طور محکم متصل شود به طوری که تمام فضاهای خالی حذف گردند. سپس عایقکاری با نوارهای PVC روی مراکز ۲۵۰ میلیمتر و دست کم ۵۰ میلیمتر از اتصال لب به لب به عقب نوار شده، محکم شود. ضخامت عایق باید مطابق با نقشه مندرج در جدول IPS-E-TP-700 باشد.

**۷-۲-۵-۲-۲** برای عایق چند لایه تمام اتصالات باید مطابق فوق با آب بند کننده اتصال، لب به لب شوند. علاوه بر آن هر لایه متوالی از عایق، باید یک پوشش بررسی از ترکیب غیر خودگیر یا روی سطح سوراخ بلوک اعمال گردد. لایه ها باید در محل با نوار PVC تقریباً به مراکز ۳۰۰ میلیمتری و ۲۵ میلیمتری از اتصال لب به لب، نوار پیچی شوند.

**۷-۲-۵-۲-۳** عایق از پیش شکل داده شده باید روی لوله با تمام اتصالات که بطور محکم به یکدیگر متصل شده اند به راحتی اندازه شود. هرگونه شکستگی یا گوشه های صاف شده از عایق باید قطع شده و گونیا شوند بطوری که تمام فضاهای خالی حذف گردند. جایی که عایق چند لایه استفاده می شود، لایه بیرونی باید به نحوی قرار گیرد که تمام اتصالات به صورت یک در میان باشند.

#### ۷-۲-۵-۳ مقاومت در برابر آب و هوا

**۷-۲-۵-۳-۱** روی تمام سطح بیرونی عایق باید پوششی از بتونه قیری مانع بخار، ۱/۵ لیتر در هر ۱ متر مربع با حداقل ضخامت ۱ میلیمتری بکار رود، مگر اینکه به نحو دیگری مشخص شده باشد و پارچه شیشه ای روی سطح در حالی که هنوز تر است بدون چین و چروک ها و غیره جاسازی شود و همپوشانی پارچه شیشه ای حداقل ۵۰ میلیمتر باشد.

سپس باید یک پوشش نهایی از بتن قیری مانع بخار، ۳ لیتر بر مترمربع روی تمام سطح با حداقل ضخامت پایانی و خشک شده ۳ میلیمتر روی تمام سطح اعمال شود، مگر اینکه به نحو دیگری مشخص شده باشد. نسبت به حصول اطمینان از پوشش کامل همه پارچه های شیشه ای و نوارها باید دقت شود. سپس سطح باید با یک حلال

solvent if metal cladding is not to be applied.

**7.5.2.3.2** The vapour barrier mastic and glass cloth shall extend at least 150 mm beyond the insulation at all metal projections to ensure a good seal. Heavy fillets of mastic shall be applied to all corners and crevices where water is likely to collect.

**7.5.2.3.3** Vapour barrier mastic shall also be used as flashing at all possible sources of moisture penetration such as intersections of insulation, nozzles, building walls, valve bonnets, tees and other protrusions through the surface coating.

**7.5.2.3.4** Jacketing, where recommended, shall be aluminum sheeting with all joints lapped 50 mm and arranged to shed water. The jacket shall be secured with bands installed at 450 mm centers.

### 7.5.3 Vessels

#### 7.5.3.1 General

**7.5.3.1.1** Insulation requirements shall be as indicated on the mechanical and process flow diagrams. Thickness of insulation shall be as shown on the vessels drawings and in the applicable tables of [IPS-E-TP-700](#). In the event of discrepancies, the vessel drawing will govern.

**7.5.3.1.2** Vessel and exchanger flanges, manhole covers, and appurtenance shall be insulated preferably with preformed material. All attachments to the vessel or exchanger such as skirts, supports, ladder and platform clips, etc. shall be covered with insulation for a distance of four (4) times the basic insulation thickness, with the vapor barrier continuing and sealing to the metal. Insulation shall be installed around manholes, exchanger channels and shell covers so as to allow removal and re-use without damage to the insulation or to adjacent insulation.

**7.5.3.1.3** Insulation shall be pipe covering for vessels and exchangers smaller than 600 mm O.D. Insulation may be blocks, beveled lags, or curved segments for vessels and exchangers 600 mm O.D. and larger. All such pieces of insulation shall be beveled or shaped to fit

مناسب در صورتیکه روکش محافظ فلزی نباشد، هموار گردد.

**۷-۵-۲-۳-۲** بتونه قیری (ماستیک) مانع بخار و پارچه شیشه‌ای باید دست کم ۱۵۰ میلیمتر از خارج عایق در تمام زائده‌ها در برجستگی‌های فلزی توسعه یابد تا نسبت به یک آب بندی مناسب اطمینان حاصل گردد. مغزهای توپری از بتونه قیری باید در تمام گوشه‌ها و شکاف‌ها (درزها) جاتیکه جمع شدن احتمالی آب وجود دارد، اعمال گردد.

**۷-۵-۲-۳-۳** بتونه قیری (ماستیک) مانع بخار همچنین باید به عنوان درز پوش در تمام منابعی که امکان نفوذ رطوبت وجود دارد نظیر فصل مشترک‌های عایق، نازلها، دیوارهای ساختمان، سرپوشهای شیر سه راهی‌ها و سایر بیرون زدگی‌ها از سرتاسر سطح پوشش، استفاده شود.

**۷-۵-۲-۳-۴** در مواردی که روکش بیرونی توصیه میشود باید ورق آلومینیومی با همه اتصالات ۵۰ میلیمتری طوری قرار داده شوند که آب را هدایت نماید. روکش بیرونی باید با نوارهای نصب شده در شعاع ۴۵۰ میلیمتری محکم شوند.

#### ۷-۵-۳ ظروف

##### ۷-۵-۳-۱ عمومی

**۷-۵-۳-۱-۱** الزامات عایقکاری باید روی نقشه‌های مکانیکی و فرآیندی نشان داده شوند. ضخامت عایقکاری باید مطابق با نقشه‌های ظروف در جداول کاربردی، مندرج در استاندارد [IPS-E-TP-700](#) باشد. در صورت وقوع اختلافات، نقشه مخازن حاکم خواهد بود.

**۷-۵-۳-۱-۲** فلنجه‌ها، دریچه‌ها، درپوش‌ها، دریچه‌های آدم رو و سایر متعلقات ظروف و مبدلها ترجیحاً باید با مواد از پیش شکل داده شده عایق شوند. تمام متعلقات متصل به ظرف یا مبدل نظیر پایه‌ها، نگهدارنده‌ها، نردبان و بستهای سطوح صفحه‌ای، و مانند آنها باید با عایقی با فاصله‌ای به اندازه ۴ برابر ضخامت عایق پایه، با مانع بخار پیوسته و آب بندی به فلز، پوشش داده شوند. عایق باید اطراف دریچه‌های آدم رو، کانالهای مبدل و پوشش‌های بدنه بصورت جدا شدنی نصب شود، بطوریکه هنگام برداشتن و استفاده مجدد به عایقکاری یا عایقکاری مجاور آسیبی وارد نشود.

**۷-۵-۳-۱-۳** عایقکاری باید دربرگیرنده لوله برای ظروف و مبدلهای کوچکتر از ۶۰۰ میلیمتر قطر بیرونی باشد. عایق ممکن است بصورت بلوکها، پوششهای یخ دار، قسمتهای منحنی برای ظروف و مبدلها با قطر بیرونی ۶۰۰ میلیمتر یا



closely to the contour of the equipment (or of the inner layer of multi-layer insulation). Vessel and heat exchanger heads and transition covers shall have aluminum covers of orange peel design.

**7.5.3.1.4** Vessels and tubular equipment operating at temperatures  $-40^{\circ}\text{C}$  and lower shall have the insulation applied in two layers with joints staggered. See Figs. 42, 43, 44, 45.

### 7.5.3.2 Application

**7.5.3.2.1** Block insulation on vertical vessels and tubular equipment shell shall be supported by horizontal insulation rings on 3.7 m spacing, supplied by vessel fabricator. Insulation support ring width shall be 13 mm less than the insulation thickness except the bottom ring and shall be 13 mm wider than the insulation thickness. The butt edge surfaces of all segments and block section of the insulation shall be buttered with approximately 2 mm thick coating of joint sealer prior to application. In case of multiple layers, only the outermost layer shall be buttered.

**7.5.3.2.2** Each layer of insulation shall be secured in place with bands on approximately 150 mm centers. Where irregular surfaces make banding impractical, tie wire shall be used. For multilayer application, all joints shall be staggered. All voids shall be filled with glass fiber. Vertical contraction shall be provided by installing glass fiber in the 19 mm space below the support ring and covering with a suitable vapor seal.

بزرگتر باشند. تمامی چنین قطعاتی از عایق باید پخ دار و یا به شکلی درآیند که دقیقاً به اندازه بدنه تجهیزات (یا لایه داخلی عایق چند لایه) باشند. ظرف و سرهای مبدلهای حرارتی و درپوشهای متحرک باید پوششهای آلومینیومی به طرح پوست پرتقال داشته باشند.

۷-۳-۱-۴ ظروف و تجهیزات لوله مانند که در دمای عملیاتی  $-40^{\circ}\text{C}$  درجه سانتیگراد و پایینتر کار میکنند باید با دو لایه عایق با اتصالات یک در میان عایقکاری شوند. شکلهای ۴۲، ۴۳، ۴۴ و ۴۵ مشاهده شود.

### ۷-۳-۲ کاربرد

۷-۳-۱-۲ عایقکاری بلوک روی ظروف عمودی و پوسته تجهیزات لوله مانند باید با حلقه‌های عایق افقی با فاصله گذاری  $3/7$  متر که توسط سازنده ظرف تهیه میشود نگهداری گردد. عرض حلقه نگهدارنده پایه عایق باید ۱۳ میلیمتر کمتر از ضخامت عایق باشد، به استثناء حلقه کف که باید ۱۳ میلیمتر عریض تر از ضخامت عایق باشد. سطوح لبه‌های متصل شده تمام قسمت‌ها و مقطع بلوک عایق باید با تقریباً ۲ میلیمتر ضخامت پوشش آب بند اتصال، قبل از کاربرد جفت گردند. در مورد لایه‌های چندگانه فقط بیرون‌ترین لایه باید جفت شود.

۷-۳-۲-۲ هر لایه از عایق باید در محل با نوارهایی به فاصله تقریبی ۱۵۰ میلیمتری محکم شود. جائیکه سطوح نامنظم انجام نوار پیچی کردن را غیر عملی می‌سازد، باید از سیم مهاری استفاده شود. برای کاربرد لایه‌های چندگانه، تمام اتصالات باید یک در میان انجام شوند. تمام فضاهای خالی باید با الیاف شیشه پر شوند. انقباض عمودی با نصب الیاف شیشه در فاصله ۱۹ میلیمتر زیر حلقه نگهدارنده پایه و پوشاندن با آب بند بخار مناسب باید تأمین شود.

کار تکمیلی با ترکیب آب بند بخاری، پارچه شیشه ای یا شبکه تور سیمی تقویت شده

Finish with vapor seal composition reinforced with glass cloth or wire netting

Flange insulation sections should not be stuck to pipe or vessel insulation but secured with bands.

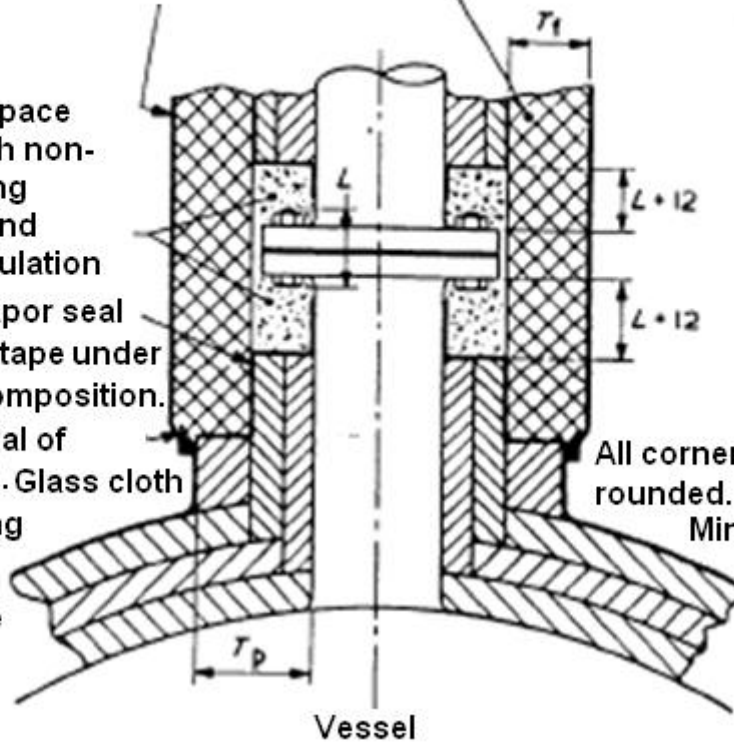
قسمتهای عایقکاری فلنج نباید به عایق لوله یا ظرف بچسبند بلکه با نوارها محکم شوند

فضای عقب نشینی پیچ و مهره و مغزی ها با ترکیب آبنندی غیرخودگیر و اجزاء عایق پر میشود

Bolt and nut withdrawal space and filled with non-setting sealing compound and pieces of insulation

نوار الیاف معدنی زیر ترکیب آب بند بخاری (به برداشتن سرپوش فلنج کمک میکند). پارچه شیشه ای یا شبکه تور سیمی بدون نوار باقی می ماند.

Vapor seal Mineral fiber tape under vapor seal composition. (to aid removal of flange cover). Glass cloth or wire netting to be left clear of tape



تمام گوشه ها با شعاع حداقل ۲۶ میلیمتر گرد شود

All corners to be rounded. Min. R25

ظرف

Fig. 42- TYPICAL METHOD OF INSULATING BRANCHES OF VESSELS (FOR COLD WORK)

شکل ۴۲- روش نمونه انشعاب های عایق کاری ظروف (برای کار سرد)

**Integral manhole cover built up from sections glued together with hot pitch. To facilitate removal the cover should not be stuck to vessel insulation**

مجموعه سرپوش دریچه آدم رو که از قطعات بهم چسبیده منسجم ساخته شده است. برای برداشتن آسان سرپوش، نباید به عایق ظرف بچسبند.

**Space filled with non-setting sealing composition and pieces of insulation**

فضای خالی با ترکیبی از آب بند غیر ته نشین شونده و اجزایی از عایق پر شود.

**Vapor seal reinforced with glass cloth or wire netting**

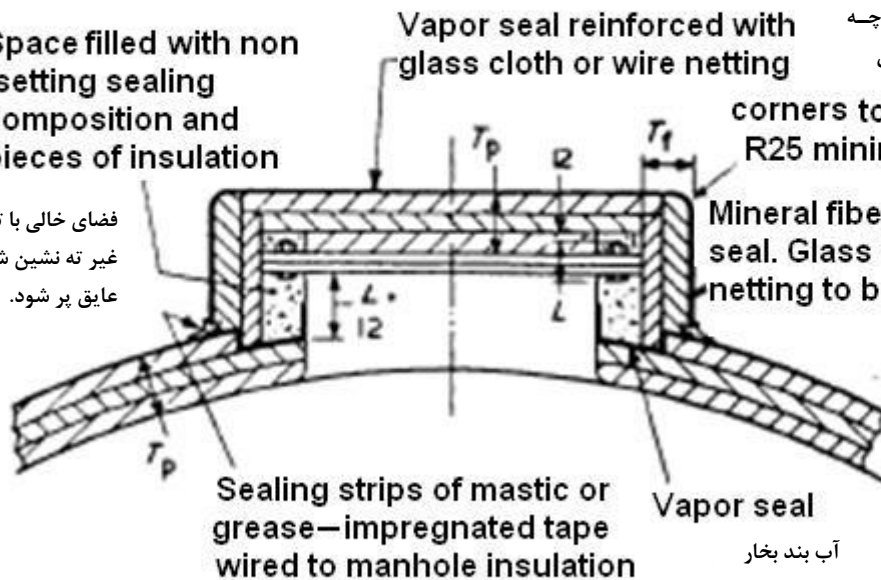
آب بند بخار تقویت شده با پارچه از جنس شیشه یا شبکه سیمی

**corners to be rounded R25 minimum**

گوشه های باید با شعاع حداقل R25 گرد شوند

**Mineral fiber tape under vapor seal. Glass cloth or wire netting to be left clear of tape**

نوار از الیاف معدنی زیر آب بند بخار قرار می گیرد. پارچه از جنس شیشه یا شبکه تورسیمی بدون نوار باقی می ماند.



**Sealing strips of mastic or grease-impregnated tape wired to manhole insulation**

آب بند بخار

**Dimensions in millimeters**

ابعاد به میلیمتر

نوارهای آب بند از جنس قیر پایه نفتی یا نوار آغشته به مواد چرب که روی عایق دریچه آدم رو قرار می گیرند.

**Fig. 43-TYPICAL METHOD OF INSULATING MANHOLE (COLD WORK)**

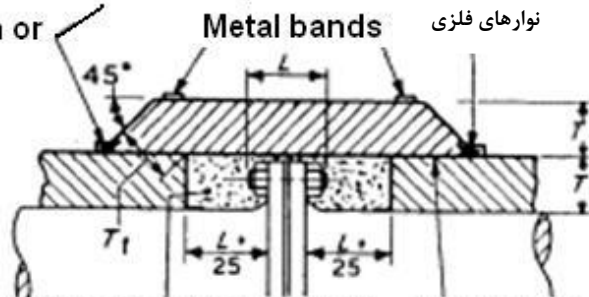
شکل ۴۳- نمونه روش عایقکاری دریچه آدم رو (کار سرد)

قسمتهای عایق فلنج نباید به عایق لوله و ظرف بچسبد بلکه با نوار محکم شود. ترکیبی از آب بند بخار که با پارچه از جنس شیشه یا شبکه تور سیمی تقویت شده است، جهت تکمیل کار به کار می رود.

Flange insulation sections should not be stuck to pipe or vessel insulation but secured with bands. Finish with vapor seal composition reinforced with glass cloth or wire netting

Mineral fiber tape under vapor seal composition at circumferential and longitudinal joints. (to aid removal of flange cover). Glass cloth to be left clear of tape

نوار الیاف معدنی در قسمت زیرین ترکیب آب بند بخار در اتصالات محیطی و طولی به کار می رود. (به برداشتن سربوش فلنج کمک می کند). پارچه از جنس شیشه بدون نوار باقی می ماند.



(a) Arrangement when diameter of insulation is greater than diameter of flange

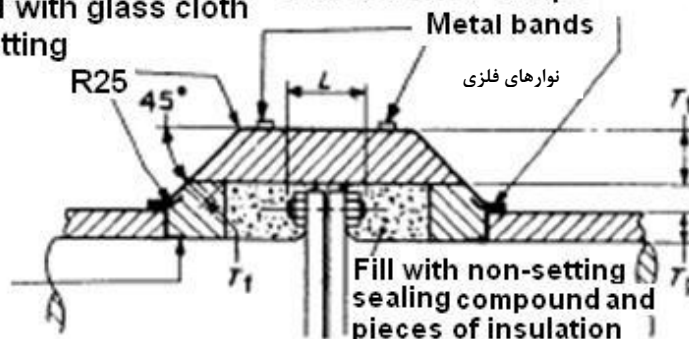
آب بند بخار با ترکیبی از آب بند غیر ته نشین شونده و اجزایی از عایق پر می شود. الف) ترتیب عایقکاری وقتی که قطر عایق بزرگتر از فلنج است.

قسمتهای عایق فلنج نباید به عایق لوله و ظرف بچسبد بلکه با نوار محکم شود. ترکیبی از آب بند بخار که با پارچه از جنس شیشه یا شبکه تور سیمی تقویت شده است، جهت تکمیل کار به کار می رود.

Flange insulation sections should not be stuck to pipe or vessel insulation but secured with bands. Finish with vapor seal composition reinforced with glass cloth or wire netting

Mineral fiber tape under vapor seal composition at circumferential and longitudinal joints. (to aid removal of flange cover). Glass cloth or wire netting to be left clear of tape

نوار الیاف معدنی در قسمت زیرین ترکیب آب بند بخار در اتصالات محیطی و طولی به کار می رود. (به برداشتن سربوش فلنج کمک می کند). پارچه از جنس شیشه بدون نوار باقی می ماند.



(b) Arrangement when diameter of insulation is less than diameter of flange

آببند بخاری

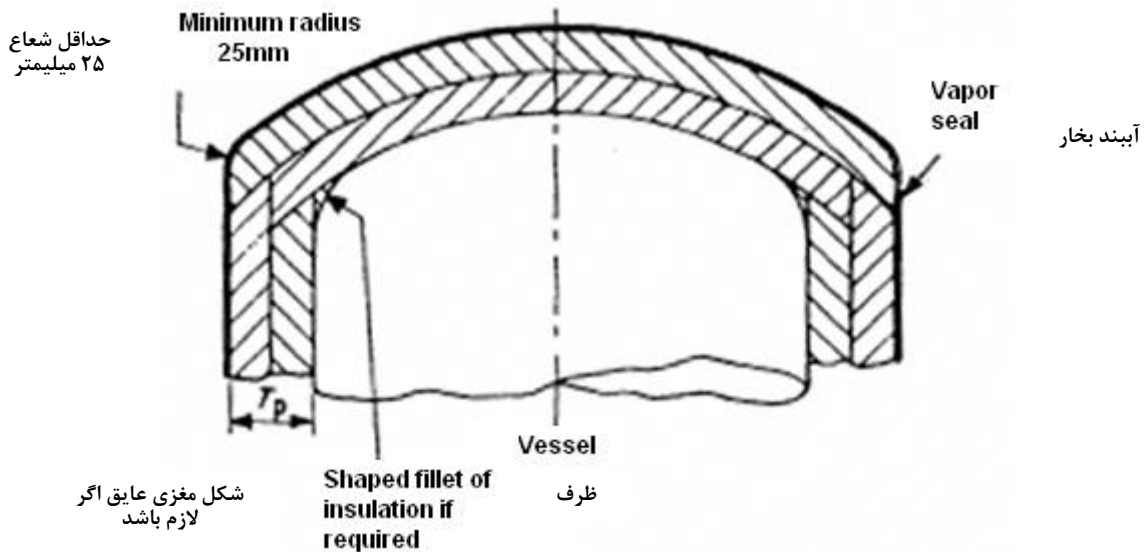
ب) ترتیب عایقکاری وقتی که قطر عایق کمتر از قطر فلنج است.

$T_p$  ضخامت عایق روی لوله یا ظرف  
 $T_f$  ضخامت عایق روی فلنج  
 $T_p = T_f$  در موردی که  $T_p$  کمتر از ۱۰۰ میلیمتر باشد  
 $T_f = 100$  میلیمتر در موردی که  $T_p$  بین ۱۰۰ میلیمتر و ۱۲۵ میلیمتر باشد  
 $T_f = T_p - 25$  میلیمتر در موردی که  $T_p$  بزرگتر از ۱۲۵ میلیمتر باشد  
 ابعاد به میلیمتر

$T_p$  is the thickness of insulation on pipe or vessel  
 $T_f$  is the thickness of insulation on flange  
 $T_f = T_p$  where  $T_p$  is less than 100mm  
 $T_f = 100$ mm where  $T_p$  is between 100mm and 125mm  
 $T_f = T_p - 25$ mm where  $T_p > 125$ mm  
 Dimension in millimetres

Fig. 44-TYPICAL METHOD OF INSULATING FLANGES (FOR COLD WORK)

شکل ۴۴ - نمونه روش عایقکاری فلنجهای (برای کار سرد)



**Fig. 45-TYPICAL METHOD OF INSULATING DISHED ENDS OF COLD VESSELS**

**شکل ۴۵- نمونه روش عایقکاری کلگی های ظروف سرد**

**7.5.3.2.3** Heads on vessels and tubular equipment shall be insulated with blocks. The butt edges of all segments shall be buttered with approximate 2 mm thick coating of joint sealer and secured with bands attached to a floating ring in the center and to a band installed at the tangent point of the vessel head. Band spacing shall be 300 mm maximum at the circumference of the vessel.

**7.5.3.2.4** In addition to the use of adhesive, where it is recommended, each layer shall be banded on. Large slabs will need at least two ties per slab. Wooden skewers or thin clips may be used to hold second and subsequent layers to the first.

**7.5.3.2.5** Where banding is impracticable slabs may be impaled on studs that partially penetrate the thickness of insulation.

**7.5.3.2.6** Where differential movement between vessel and insulating material makes necessary the use of expansion/ contraction joints, the positions of these shall be marked off before erection of the insulation begins. Suitable flexible vapour tight cover strips have then to be provided.

۷-۵-۳-۲-۳ کلگی های ظروف و تجهیزات لوله ای باید با بلوکها عایق شوند. لبه های اتصال لب به لب تمام قطعات باید با آب بند کننده اتصال به ضخامت حدود ۲ میلیمتر اندود شود و با نوارهای متصل به حلقه شناور در مرکز و به یک نوار نصب شده در نقطه مماس کلگی ظرف محکم شود. فاصله گذاری نوار باید حداکثر ۳۰۰ میلیمتر در محیط دایره مخزن باشد.

۷-۵-۳-۲-۴ در مواردی که توصیه شده است علاوه بر کار برد چسب، هر لایه باید نوار پیچی شود. قالبهای بزرگ عایق حداقل نیاز به دو مهار بند برای هر قالب دارند. میخهای چوبی یا بستهای نازک را می توان برای نگهداری دومین لایه و لایه های بعدی نسبت به اولین لایه به کار برد.

۷-۵-۳-۲-۵ در موردی که نوار پیچی عملی نباشد قالبها را می توان با پیچهایی که مقدار کمی در (ضخامت) عایق نفوذ می کند بکار برد.

۷-۵-۳-۲-۶ در صورت وجود اختلاف حرکت بین ظرف و مواد عایق، استفاده از اتصالات انبساطی/انقباضی ضروری است، جای آنها باید قبل از شروع نصب عایق، علامت گذاری شود. بعد از آن نوارهای انعطاف پذیر مناسب برای پوشش آب بند بخاری تامین گردد.

**7.5.3.2.7** Before the erection of the main body of insulation all protruding pipe stubs, fittings, manhole necks, etc. shall be insulated.

**7.5.3.2.8** The insulation shall extend down any vessel skirt or legs or cradle for a distance not less than four times the thickness of the insulation on the vessel, measured from the surface of the insulation.

### 7.5.3.3 Vapor barrier & weatherproofing

**7.5.3.3.1** The entire outer surface of the insulation shall receive a tack coat of vapor barrier mastic, 1.5 liters per 1.0 m<sup>2</sup> with a minimum thickness of 1 mm unless specified otherwise, and glass cloth embedded into the surface while still wet, avoiding all wrinkles pockets, etc. and overlapping the glass cloth a minimum of 50 mm. A finish coat of vapour barrier mastic shall then be applied to the whole surface, 3.0 liters per sq.m., with a minimum finished and dried thickness of 3 mm unless specified otherwise. Care shall be taken to ensure that all glass cloth and bands are completely covered. The surface shall then be smoothed off with a suitable solvent if metal cladding is not to be applied.

**7.5.3.3.2** At all metal flashing provisions, insulation terminals, corners and crevices a coat of foam sealant shall be applied prior to the mastic and glass cloth which shall extend 150 mm beyond the insulation to ensure a good seal. Heavy fillets of vapour barrier mastic shall be applied to all corners and crevices where water is likely to collect.

**7.5.3.3.3** Vapour barrier mastic shall also be used at all possible sources of moisture penetration, such as intersections of insulation, nozzles, building walls and other protrusions through the surface coatings.

**7.5.3.3.4** Vessel and tubular equipment heads and transitions shall be finished as follows:

A tack coat of mastic shall be applied over the insulation, and glass cloth shall be embedded and pulled down over the vessel shell insulation for a distance of at least 150 mm under the metal jacket, and secured with bands. The fabric shall lap at least 75 mm at all joints

۷-۲-۳-۵-۷ قبل از نصب بدنه اصلی عایق تمام بیرون زدگی انتهایی لوله‌ها، اتصالات، گردنه دریچه آدم رو و غیره باید عایق شوند.

۷-۲-۳-۵-۸ عایقکاری باید تا دامنه مخزن یا پایه ها یا محل قرار گرفتن ظرف به طرف پائین تا فاصله حداقل ۴ برابر ضخامت عایق ظرف ادامه یابد.

### ۷-۳-۵-۳ مانع بخار و مقاومت در برابر آب و هوا

۷-۳-۳-۵-۱ تمام سطح بیرونی عایق باید توسط اندودی از ملات قیری مانع بخار، با میزان مصرف ۱/۵ لیتر در ۱ متر مربع با حداقل ضخامت ۱ میلیمتر پوشانده شود، مگر آنکه به نحو دیگری مشخص شده باشد و سپس بر روی سطح در حالیکه هنوز تر است پارچه از جنس شیشه بدون حباب، چروک، با حداقل ۵۰ میلیمتر همپوشانی جا سازی شود. سپس باید یک لایه تکمیلی از ملات قیری مانع بخار با میزان مصرف ۳ لیتر در هر مترمربع با و ضخامت خشک ۳ میلیمتر بر روی تمام سطح اعمال شود مگر آنکه به نحو دیگری مشخص شده باشد. برای حصول اطمینان از اینکه تمام پارچه شیشه‌ای و نوارها به طور کامل روکش شده اند باید دقت لازم بعمل آید، در صورتی که روکش فلزی بکار نرفته باشد سطح باید با یک حلال مناسب هموار و صاف گردد.

۷-۳-۳-۵-۲ در تمام مواضعی که فلز بصورت موضعی نمایان می‌گردد، انتهای حاشیه‌های عایق، گوشه‌ها و شکافها، قبل از ملات قیری و پارچه شیشه برای اطمینان از آب بندهای خوب باید یک لایه فوم درزگیر به میزان ۱۵۰ میلیمتر بلندتر از عایق اعمال گردد. مغزی های غلیظ ملات قیر مانع بخار باید به تمام گوشه‌ها و شکافها جایی که احتمال تجمع آب وجود دارد اعمال شود.

۷-۳-۳-۵-۳ همچنین ملات قیری مانع نفوذ بخار باید در تمام منابع احتمالی نفوذ رطوبت نظیر فصل مشترک‌های عایق، نازلها، دیوارهای ساختمان و سایر بیرون زدگی‌ها میان پوششهای سطح بکار رود.

۷-۳-۳-۵-۴ ظروف و کلگی‌های تجهیزاتی لوله‌ای و انتقال دهنده‌ها باید مطابق زیر تکمیل شوند:

یک اندود اتصال از ملات قیر باید روی عایقکاری اعمال شود و پارچه شیشه ای باید جاسازی شده و روی عایق بدنه ظرف در فاصله حداقل ۱۵۰ میلیمتر زیر روکش فلزی به طرف پایین کشیده شود و با نوارها محکم گردد. شبکه بافت باید دست کم ۷۵ میلیمتر در تمام اتصالات

and be wrinkle-free. A 1.2 mm thick coat, when dry, of mastic shall then be applied.

**7.5.3.3.5** Vessels and tubular equipment shell shall be finished with metal jacketing, where specified, applied directly over the vapor barrier coating.

**7.5.3.3.6** On vertical vessels and tubular equipment the bottom course of metal shall be supported on the bottom insulation support ring. All other horizontal seams of the metal sheets shall be lapped 75 mm circumferentially, supported on "S" clips, and a minimum of 100 mm lap or two corrugations on each vertical seam. Metal covering shall be secured with bands spaced not less than one band on each circumferential lap and one at the middle of each sheet, but not to exceed 500 mm on centers. No metal screws shall be used.

**7.5.3.3.7** On horizontal vessels, tubular equipment and fin-tube exchangers, the metal sheets shall be lapped a minimum of 75 mm on the circumferential seam and a minimum of 100 mm or two corrugations on the longitudinal seams. Bands shall be installed on 460 mm centers and shall be machine-stressed and fastened under tension.

**7.5.3.3.8** On vertical and horizontal vessels, the junction between the mastic head and metal jacket shall be sealed with a mastic fillet.

## 7.5.4 Valves, flanges, fittings and irregular surfaces

### 7.5.4.1 Insulation application

**7.5.4.1.1** All valves, flanges and fittings on insulated cold piping shall be insulated with preformed or mitered insulation of the same thickness as the adjacent piping insulation, and secured with bands and joint sealer in the same manner as that specified for straight piping. Care shall be taken to insure tight joints between fittings and straight pipe insulation. See Fig. 41.

همپوشانی داشته و عاری از چروک باشد. سپس باید یک لایه ملات قیری با ضخامت ۱/۲ میلیمتر در حالت خشک اعمال شود.

**۷-۳-۳-۵-۷** بدنه ظروف و تجهیزات لوله‌ای باید در هر جایی که معین شده است توسط روکش فلزی که مستقیماً بر روی پوشش مانع بخار اعمال می‌شود، تکمیل شوند.

**۷-۳-۳-۵-۷** روی ظروف عمودی و تجهیزات لوله‌ای پائین‌ترین ردیف فلز باید روی حلقه نگهدارنده عایق پایینی تکیه کنند. سایر درزهای افقی ورقهای فلزی باید به لحاظ محیطی ۷۵ میلیمتر همپوشانی داشته و روی بستهای "S" شکل نگهداری شوند و حداقل ۱۰۰ میلیمتر یا عرض دو شیار روی هر درز عمودی، همپوشانی داشته باشند. پوشش فلزی باید با نوارهایی به فواصل حداقل بیش از عرض یک نوار روی هر همپوشانی محیطی و یک نوار در وسط هر ورق محکم شوند، اما نباید از ۵۰۰ میلیمتر روی مراکز تجاوز نماید. پیچ فلزی نباید بکار رود.

**۷-۳-۳-۵-۷** روی ظروف افقی، تجهیزات لوله‌ای و مبدلهای تیوب پرده‌دار، ورقهای فلزی باید حداقل ۷۵ میلیمتر روی درز محیطی و حداقل ۱۰۰ میلیمتر یا عرض دو شیار روی جوش طولی همپوشانی داشته باشند. نوارها باید روی مراکز ۴۶۰ میلیمتر نصب شوند و باید با دستگاه کشیده و تحت کشش بسته شوند.

**۷-۳-۳-۵-۷** روی ظروف افقی و عمودی، اتصال بین ملات کنگی و روکش فلزی باید با مغزی ملات قیری آب بندی شود.

**۷-۵-۴** شیرها، فلنچها، اتصالات و سطوح نامنظم

### ۷-۴-۵-۱ اجرای عایق

**۷-۴-۵-۱-۱** تمام شیرها، فلنچها و اتصالات روی لوله-کشی سرد عایقکاری شده باید با عایق از پیش شکل داده شده یا فارسی بر شده با ضخامت یکسان مطابق عایقکاری لوله‌کشی مجاور عایقکاری شوند و با نوارها و آب‌بند کننده اتصال، به همان روشی که برای لوله‌کشی مستقیم انجام شده است، محکم شوند. دقت لازم به عمل آید تا از اتصالات آب‌بندی بین اتصالات و عایق لوله مستقیم اطمینان گردد. به شکل ۴۱ مراجعه شود.

**7.5.4.1.2** Pumps compressors, or other irregularly shaped equipment shall be enclosed in block insulation with voids filled with glass fiber. Butt edges of all segments shall be buttered with approximately 2 mm coating of joint sealer and shall be securely banded or tied in place.

#### 7.5.4.2 Weatherproofing

**7.5.4.2.1** Fittings and flanges shall have attack coat of mastic applied directly over the insulant, followed by a layer of glass fabric installed wrinkle-free. Over the glass fabric a 1.2 mm thick layer, when dry, of mastic weather-coat shall be troweled to a smooth finish. This finish shall extend approximately 50 mm under the adjacent pipe weatherproofing jacket. Vertical joints between mastic and pipe jacket shall be sealed to prevent entrance of moisture.

**7.5.4.2.2** Pumps, compressors or other irregular shapes shall have a tack coat of mastic applied to the outer surface and glass cloth shall be embedded into the mastic. The fabric shall lap at least 75 mm at all joints and shall be wrinkle free. A 1.2 mm thick coat, when dry, of mastic shall them be applied.

#### 7.5.5 Cold spheres

##### 7.5.5.1 General

**7.5.5.1.1** Insulation requirements shall be as indicated on the mechanical flow diagrams. Thickness of insulation shall be as shown on the sphere drawings.

**7.5.5.1.2** Flanges, manhole covers, and all appurtenances shall be insulated. All attachments to the sphere such as ladder and platform clips shall be covered with insulation for a distance of four times the basic insulation thickness.

**7.5.5.1.3** Insulation shall extend over and down support legs a distance of not less than 900 mm from the lowest juncture of the leg with the sphere, and shall be supported by angle or plate welded around sphere support leg. Insulation shall be installed around manholes and shell

۷-۵-۴-۱-۲ پمپها، کمپرسورها، یا تجهیزاتی که شکل نامنظم دارند باید با عایق بلوکی عایق کاری شوند و فضاهای خالی با الیاف شیشه پر شوند. لبه‌های اتصال لب به لب تمام مقاطع باید با لایه‌ای از آب بندکن اتصال به ضخامت تقریباً ۲ میلی‌متر اندود و محکم نوار پیچی شوند یا در محل مهار گردند.

##### ۷-۵-۴-۲ مقاومت در برابر آب و هوا

۷-۵-۴-۱-۲ اتصالات و فلنجه‌ها باید دارای لایه محافظ ملات قیری بوده تا مستقیماً روی ماده عایق را بیوشاند و به دنبال آن یک لایه الیاف شیشه‌ای عاری از چروک نصب شود. وقتی خشک شد روی الیاف شیشه یک لایه مقاوم در برابر آب و هوا به ضخامت ۱/۲ میلی‌متر ملات قیری با ماله کشیده و با هموار کردن کامل گردد. این عملیات تکمیلی تقریباً به میزان ۵۰ میلی‌متر زیر روکش مقاوم در برابر آب و هوا لوله مجاور امتداد یابد. اتصالات عمودی بین ملات قیری و روکش لوله باید آب بند شوند تا از ورود رطوبت جلوگیری به عمل آید.

۷-۵-۴-۲-۲ به سطح خارجی پمپها، کمپرسورها یا سایر اشکال نامنظم باید اندود اتصال از ملات قیری اعمال شود و پارچه شیشه‌ای باید در ملات قیری نشست کند. پارچه باید در تمام اتصالات حداقل ۷۵ میلی‌متر روی هم قرار گرفته و عاری از چروک باشد. وقتی که خشک شد باید یک لایه ملات به ضخامت ۱/۲ میلی‌متر اعمال گردد.

##### ۷-۵-۵ مخازن کروی سرد

##### ۷-۵-۵-۱ عمومی

۷-۵-۵-۱-۱ الزامات عایق کاری باید مطابق نقشه‌های مکانیکی نشان داده شده باشند. ضخامت عایق گذاری باید آنچه در نقشه‌های مخازن کروی ارائه شده باشد.

۷-۵-۵-۱-۲ فلنجه‌ها، درپوش دریچه‌های آدم رو و تمام دستگاهها باید عایق شوند. تمام ضمامم متصل به مخازن کروی نظیر بستهای نردبان و سکو باید با عایق به فاصله‌ای به اندازه چهار برابر ضخامت عایق پوشانده شوند.

۷-۵-۵-۱-۳ عایق باید روی قسمت‌های بالایی و پائینی پایه‌های نگهدارنده و تا فاصله حداقل ۹۰۰ میلی‌متر از پایین اتصال پایه با مخزن امتداد یابد و توسط گوه یا ورقهای جوشکاری شده به پایه نگهدارنده مخزن محکم شود. عایق باید اطراف دریچه‌های آدم رو و بدنه



covers so as to allow removal and re-use without damage to the insulation or to adjacent insulation.

**7.5.5.1.4** Insulation shall be single layer construction and shall be properly vapor sealed.

### 7.5.5.2 Insulation application

**7.5.5.2.1** Prior to application of insulation, all metal surfaces shall be cleaned and primed, see [IPS-E-TP-700](#). The primer shall be fully cured before application of the insulation.

**7.5.5.2.2** Sphere shall have a bar or plate support of such size as to support 13 mm the thickness of the insulation welded around the shell at the equator.

**7.5.5.2.3** Insulation shall be blocks, beveled lags, or curved segments beveled or shaped to fit closely to the contour of the equipment with all joints butted snugly together.

**7.5.5.2.4** A full coating of latex hydraulic cement adhesive shall be applied to the erection face of the insulant and a sealer to one side and two adjacent edges of each block. Joints shall be tightly butted and shall be staggered where possible. Latex cement to be equal to benjamin foster flexfas adhesive 82-10.

**7.5.5.2.5** On the bottom half of the sphere, the insulation shall be banded in addition to being adhered. Bands shall be fastened to a 13 mm × 1.80 m maximum carbon steel floating ring at the bottom of the sphere and to the equator support on 900 mm centers maximum. See Fig. 46.

### 7.5.5.3 Weatherproofing

**7.5.5.3.1** Over the insulation a tack coat of mastic shall be applied. While still tacky, glass cloth shall laid smooth and thoroughly embedded into the mastic. The fabric shall lap at least 75 mm at all joints. A 1.2 mm thick coat, when dry, of mastic shall then be applied over the entire surface.

درپوش‌ها نصب شود و اجازه برداشتن و استفاده مجدد را بدون صدمه به عایق یا به عایقکاری مجاور فراهم سازد.

**۷-۵-۱-۴** عایقکاری باید یک لایه بوده و بصورت مناسب نسبت به بخار آب بندی شود.

### ۷-۵-۲ کاربرد عایق

**۷-۵-۲-۱** قبل از کاربرد عایق، تمام سطوح باید تمیز و آستر شوند، به [IPS-E-TP-700](#) مراجعه شود. آستری باید قبل از اعمال عایقکاری کاملاً خشک شود.

**۷-۵-۲-۲** مخزن کروی باید دارای میله آهنی یا ورق نگهدارنده ای به اندازه ای باشد که قادر به نگهداری عایق به ضخامت ۱۳ میلیمتر باشد که در ناحیه بزرگترین قطر مخزن به اطراف بدنه جوش میشود.

**۷-۵-۲-۳** عایق باید بلوکها، عایق‌های پخ دار، مقاطع خمیده اریب شده یا به شکلی در آمده باشد که کاملاً با بدنه تجهیزات و با تمام اتصالات به راحتی به هم جفت شوند.

**۷-۵-۲-۴** پوششی از دوغاب چسب سیمان هیدرولیکی باید به سطح عایق نصب شده به صورت کامل اعمال شود و یک آب بند کننده، به یک سمت و دو لبه مجاور هر بلوک اعمال شود. در صورت امکان اتصالات باید کاملاً به هم محکم جفت شده و یک در میان باشد. دوغاب ملات سیمان باید معادل چسب Benjamin foster flexfas ۸۲-۱۰ باشد.

**۷-۵-۲-۵** در نیمه تحتانی مخازن کروی، علاوه بر چسباندن عایق باید نوار پیچی شود. نوارها باید به حلقه شناور فولاد کربنی ۱/۸ متر × ۱۳ میلیمتر در کف مخازن کروی و به پایه در ناحیه بزرگترین قطر مخزن به مراکز حداکثر ۹۰۰ میلیمتری بسته شود. به شکل ۴۶ مراجعه شود.

### ۷-۵-۳ مقاومت در برابر آب و هوا

**۷-۵-۳-۱** روی عایق یک لایه پوشش ملات قیری باید اعمال شود. هنگامی که هنوز چسبناک است، باید پارچه شیشه‌ای روی آن به آرامی خوابانده و به داخل ملات قیری فرو رود. پارچه باید حداقل در تمام اتصالات ۷۵ میلیمتر همپوشانی داشته باشد. بعد از خشک شدن یک لایه به ضخامت ۱/۲ میلیمتر ملات قیری باید روی تمام سطح اعمال گردد.

**7.5.5.3.2** To insure seal at the junction of the insulation and the equator support, the insulation shall be cut in such a manner as to provide a flush surface over the ring, and a close fitting around the ring.

**7.5.5.3.3** Whenever needed, over the vapor barrier/weather-coat mastic a galvanized iron jacket, may be fitted.

۷-۵-۳-۲ برای اطمینان از آببندی اتصال عایقکاری و نگهدارنده در ناحیه بزرگترین قطر مخزن، عایق باید طوری بریده شود تا یک سطح هم تراز روی حلقه و کاملاً هم اندازه حلقه را تامین نماید.

۷-۵-۳-۳ هر زمان لازم شد، روی پوشش ملات قیری مانع بخار/عوامل جوی، روکش آهن گالوانیزه باید قرار داده شود.

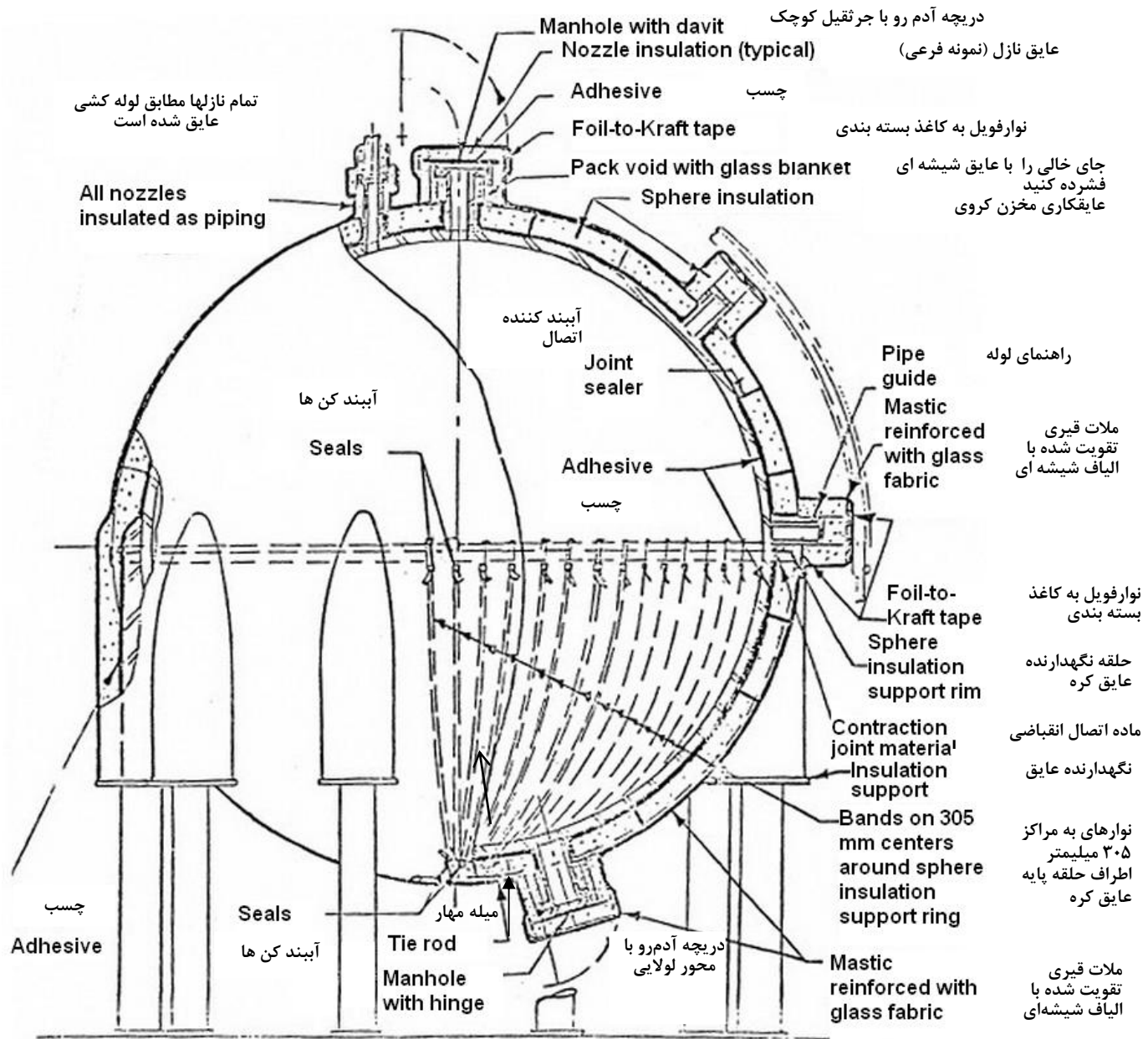


Fig. 46-COLD SPHERE INSULATION DETAILS

شکل ۴۶- جزئیات عایق کاری کره سرد

**8. PREFABRICATED UNDERGROUND PIPE SYSTEMS**

8.1 The prefabricated underground systems have all the insulation requirements as does insulation above ground. The systems shall fulfill the thermal, physical and economic requirements of the other insulation systems. Likewise, these requirements make it necessary to have a number of different types of underground systems.

8.2 These systems shall have water-tight joint closure of the insulation and jacket in the field with special jacket fitting and sealing

**۸- سامانه های لوله مدفون پیش ساخته**

۸-۱ سامانه های پیش ساخته مدفون، همان الزامات عایقکاری روی زمین را دارا هستند. سامانه ها باید الزامات حرارتی، فیزیکی و اقتصادی سایر سامانه های عایق کاری را برآورده سازند. علاوه بر این الزامات، لزوم انواع مختلف سامانه های مدفون را ضروری میسازد.

۸-۲ این سامانه ها هنگام نصب در منطقه باید دارای بست اتصال آب بند عایق و روکش خاص جهت آببندی

technique. Other form of water-tight jacketing is application of reinforced mastic jackets which are installed after the insulation is installed.

**8.3** Suitable expansion-contraction joints or loops for process pipe and jacket shall be provided.

**8.4** In Fig. 74a an underground system using prefabricated cellular glass insulation is illustrated.

**8.4.1** In this system the pipe insulation, fitting insulation and expansion loop (or joints) shall be installed after, the pipe is in position in the trench.

**8.4.2** The pipe shall be held up by temporary supports which are removed as the insulation is installed.

**8.4.3** The inners surface of the insulation shall be protected from abrasion by anti-abrasion coating or glass matt to prevent any movement of pipe in relation to insulation from wearing away the insulation.

**8.4.4** Special loop insulation, to take care of change in configuration of pipe shall be provided.

**8.4.5** The insulation surface shall be protected with a sealed laminate of glass fabric, aluminum bonded with bituminous, high molecular-weight polymers.

**8.4.6** Care shall be taken that this protective jacket is water-tight before earth is back filled over the insulated pipe.

**8.5** In Fig. 47b a factory prefabricated insulated pipe system where the insulation fills all the void between the pipe and outer jacket or conduit is shown.

**8.5.1** In most instances, the insulation used in these systems is cellular organic foams or glass.

**8.5.2** Fittings and connections are preformed for the particular systems and must be designed to fulfill the piping requirements.

باشند. شکل دیگر روکش کردن آبیند، کاربرد روکش‌های ملات قیری تقویت شده است که بعد از نصب عایق، نصب میشوند.

**۸-۳** اتصالات انبساطی - انقباضی مناسب یا حلقه‌هایی جهت فرآیند لوله و روکش باید تعبیه گردد.

**۸-۴** شکل ۷۴-الف یک سامانه مدفون را با استفاده از عایق شیشه‌ای مشبک پیش ساخته نشان میدهد

**۸-۴-۱** در این سامانه، عایق لوله، عایق اتصال و حلقه انبساطی (یا اتصالات) باید بعد از قرار گرفتن لوله در کانال حفر شده، نصب شوند.

**۸-۴-۲** لوله باید توسط پایه‌های موقتی که پس از نصب عایق برداشته می‌شوند، بالا نگه داشته شود.

**۸-۴-۳** سطح داخلی عایق باید از سائیدگی توسط پوشش مقاوم ضد سایش یا شیشه مات برای ممانعت از هرگونه حرکت لوله نسبت به عایق و فرسایش آن، حفاظت شود.

**۸-۴-۴** عایق حلقوی خاصی باید برای مراقبت از تغییرات در شکل لوله تامین گردد.

**۸-۴-۵** سطح عایق باید با الیاف شیشه ای چند لایه آبیندی شده، آلومینیوم پیوند داده شده با مواد قیری و پلیمرهای با وزن ملکولی بالا، حفاظت شده باشد.

**۸-۴-۶** باید دقت شود قبل از اینکه روی لوله عایق شده خاک ریخته شود، روکش محافظ آبیند شود.

**۸-۵** در شکل ۴۷-ب یک سامانه لوله عایق شده پیش ساخته در کارخانه، جایی که عایق تمام فضاهای خالی بین لوله و روکش خارجی یا کانال لوله را پر میکند، نشان داده است.

**۸-۵-۱** در بسیاری موارد عایق به کار رفته در این سامانه‌ها، فوم‌های آلی مشبک یا شیشه‌ای است.

**۸-۵-۲** چفت و بست‌ها و اتصالات برای سامانه‌های خاص از پیش شکل داده شده هستند و باید طوری طراحی شوند که الزامات لوله‌کشی را برآورده سازند.

**8.6** Fig. 48a shows a conduit and the insulation is installed to provide an air space between it and the conduit.

**8.6.1** the insulation may be cellular glass, glass fiber, mineral fiber, calcium silicate, or equal.

**8.7** Fig. 48b shows a pipe in a conduit system where heat is supplied by an external electric or fluid tracer.

**8.8** Two type of systems are covered in detail, both of which are pre-insulated pipe-in-pipe systems which are buried directly in the ground.

- a) Steel-in-steel system with air-gap for steam, up to 180°C conforming to BS 4508
- b) Steel-in-plastic system without air-gap for chilled water and for hot water at operating temperatures generally up to 120°C (See BS EN 253)

**8.9** For detailed information on design and application of thermally insulated underground piping system reference is made to BS 4508 and BS 7572.

۸-۶ شکل ۴۸-الف کانال لوله و عایقی را نشان می‌دهد که جهت تأمین فاصله هوایی بین آن دو نصب شده اند.

۸-۶-۱ عایق ممکن است از شیشه مشبک، الیاف شیشه‌ای، الیاف معدنی، سیلیکات کلسیم، یا معادل آن باشد.

۸-۷ شکل ۴۸ب لوله‌ای را در یک سامانه کانال که حرارت توسط الکتریسیته بیرونی یا گرمکن سیال تأمین میشود، نشان میدهد.

۸-۸ در جزییات دو نوع سامانه پوشش داده شده، هر دو آنها سامانه‌های لوله در لوله از پیش عایق شده هستند که مستقیماً در زمین دفن شده‌اند.

الف) سامانه فولاد در فولاد با یک فاصله هوایی برای بخار، تا ۱۸۰ درجه سانتیگراد مطابق BS 4508

ب) سامانه فولاد در پلاستیک بدون فاصله هوایی برای آب خنک و داغ در دمای عملیاتی عموماً تا ۱۲۰ درجه سانتیگراد (به BS EN 253 مراجعه شود).

۸-۹ برای اطلاع از جزییات طراحی و کاربرد سامانه لوله‌کشی زیرزمینی عایق حرارتی شده به BS 4508 و BS 7572 مراجعه شود.

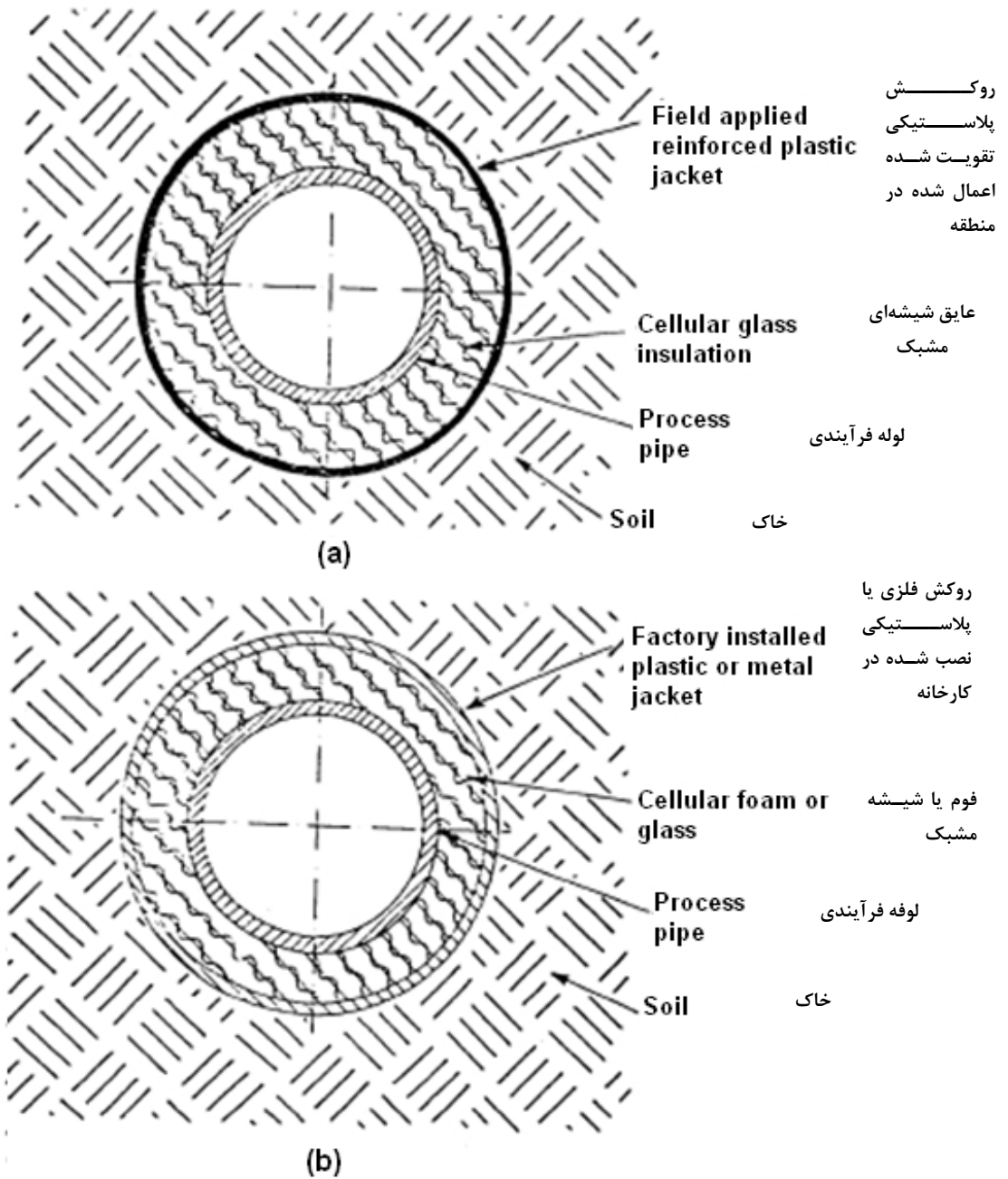


Fig. 47-UNDERGROUND INSULATED PIPE

شکل ۴۷- لوله عایق شده زیرزمینی

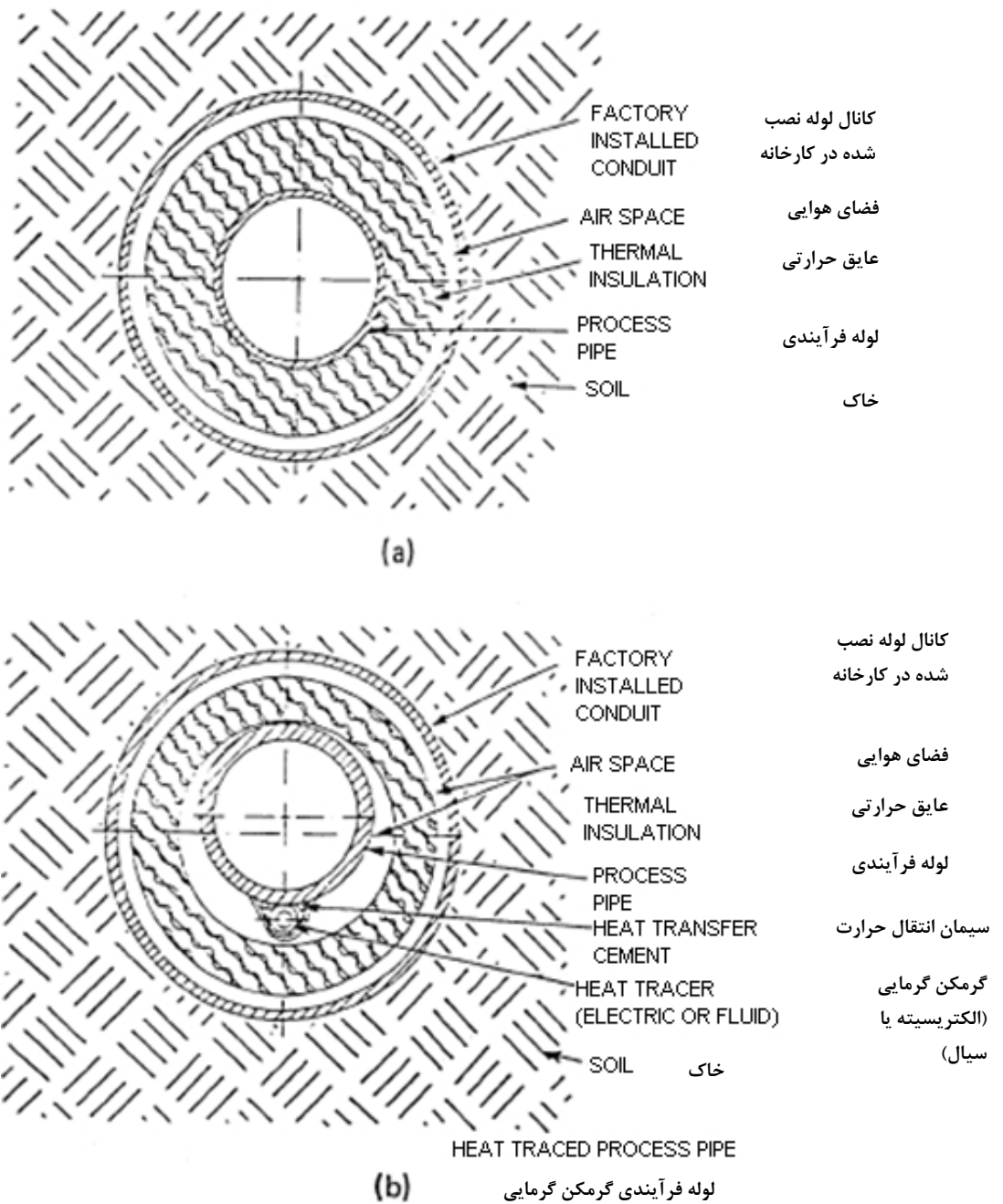


Fig. 48-UNDERGROUND INSULATED PIPE

شکل ۴۸ - لوله عایق شده زیرزمینی

## 9. INSPECTION AND MAINTENANCE OF EXISTING INSULATION SYSTEMS

The consequences of failing insulation systems are very often detected only in an advanced state and are reflected in high repair and maintenance costs. The routine maintenance practice shall be extended with a system of scheduled inspections, preventive maintenance and a long-term maintenance program.

### 9.1 Inspection

#### 9.1.1 Purpose of inspection

To detect shortcomings at the earliest possible time in order to prevent uncontrolled deterioration of the insulation system and consequential under lagging corrosion.

#### 9.1.2 Items to be inspected

Of prime importance are the integrity of the jacketing system and the thickness of the insulating material. The inspection shall be aimed at detecting shortcomings/defects of these items. At locations with sagged insulation (e.g. pipelines or horizontal vessels) or at transition from vertical to horizontal pipes corrosion may be expected. The condition of hotwater/steam lines is crucial as minor leaks in these lines will promote under lagging corrosion in the main product lines.

#### 9.1.3 Inspection techniques

Visual inspection is still the most widely used method of inspection for insulation systems and on surfaces of pipelines or equipment for corrosion checks. However, the frequent removal of insulation for visual inspection of under lagging corrosion is impractical. Inspection methods using conventional gamma radiography. Flash radiography (X-ray) or infrared scanning are used in these inspections. Flash radiography has been proved to be a quick and effective method of assessing the external condition of piping under insulation.

#### 9.1.4 Inspection frequency

The optimal frequency of inspections depends on a number of factors such as plant size, previous maintenance programs and the type of insulation. For hot insulation, inspection shall be carried out once a year.

## ۹- بازرسی، تعمیر و نگهداری سامانه‌های عایق موجود

عواقب نقایص سامانه‌های عایقی اغلب فقط در وضعیت پیشرفته آشکار میشود و در هزینه‌های سنگین برای تعمیر و نگهداری منعکس میگردد نگهداری روزمره باید با سامانه بازرسی‌های زمانبندی شده، نگهداری پیشگیرانه و برنامه نگهداری دراز مدت ادامه پیدا کند.

### ۹-۱ بازرسی

#### ۹-۱-۱ هدف از بازرسی

هدف از بازرسی پی بردن به نقایص در اولین زمان ممکن به منظور جلوگیری از تخریب غیرقابل کنترل سامانه عایق و نتایج خوردگی زیر عایق میباشد.

#### ۹-۱-۲ اقلامی که باید بازرسی شوند

مهمترین پارامترهایی که باید بررسی شوند، یکپارچگی سامانه روکش و ضخامت ماده عایقی می‌باشند. بازرسی باید با هدف آشکار سازی کاستیها یا عیوب این پارامترها انجام گیرد. در نقاطی که عایق شکم داده (مثل خطوط لوله یا ظروف افقی) با تغییر وضعیت لوله ها از حالت عمودی به افقی، باید انتظار خوردگی داشت. وضعیت خطوط آب داغ یا بخار در هنگام نشتی‌های کوچک که منجر به توسعه خوردگی زیر عایق در خطوط اصلی فرآوردها می‌شود، وخیم است.

#### ۹-۱-۳ روشهای بازرسی

روش بازرسی عینی هنوز از بیشترین مواردی است که برای بازرسی سامانه‌های عایقی و سطوح خطوط لوله یا تجهیزات برای رسیدگی بکار میرود. بهرحال برداشتن مکرر عایق برای بازرسی عینی خوردگی زیر عایق غیر عملی است. روشهای متداول بازرسی استفاده از پرتونگاری گاما است. پرتونگاری آنی (اشعه - X) یا پویش مادون قرمز در این بازرسی‌ها استفاده میشود. ثابت شده است که پرتونگاری آنی یک روش سریع و موثر ارزیابی وضعیت بیرون لوله‌کشی زیر عایق است.

#### ۹-۱-۴ تکرار بازرسی

تکرار بهینه بازرسی‌ها بستگی به عوامل متعدد نظیر اندازه واحد، برنامه‌های قبلی تعمیر و نگهداری و نوع عایقکاری دارد. برای عایقکاری داغ، بازرسی باید هر سال یکبار انجام شود.



### 9.1.5 Inspection program

The plant shall be divided into a number of areas or zones. In each area an inspection route must be determined such that all major equipment and pipelines can be inspected. All the items to be inspected shall be listed on an inspection list. During the inspection all items shall be checked off. Damage and failures shall be reported.

In this way, no equipment or pipelines will be overlooked and the condition of the insulation at that moment will be recorded. Based on such records a plan of action and a budget can be made for preventive and programmed maintenance.

### 9.1.6 Inspection survey

Causes of shortcomings or damage of insulation system should be investigated and rectified. The renewing of damaged insulations without determining the actual cause is a wrong approach towards preventive maintenance.

## 9.2 Maintenance

### 9.2.1 Preventive maintenance

After an inspection survey has been completed the reported damage and remarks shall be translated into a plan of action for remedial and preventive maintenance. The recommendations for preventive maintenance refer to situations or structures which need to be modified to prevent future or repeated damage to insulations or the underlying surfaces.

Technical shortcomings in design shall be rectified, for example:

- Repositioning of supports and brackets to eliminate water ingress.
- The installation of rainwater shields.

Damages caused by personnel or equipment can be prevented by:

- Installation of a walkway over insulated pipes in a pipetrack;
- Rerouting of foot traffic by putting up hand railings;

### ۹-۱-۵ برنامه بازرسی

واحد را باید به تعدادی از نواحی یا مناطق تقسیم کرد. در هر ناحیه باید یک مسیر بازرسی مشخص شود به طوری که تمام تجهیزات و خطوط لوله عمده را بتوان بازرسی کرد. تمامی اقلام مورد بازرسی باید در یک جدول بازرسی وارد شوند. در حین بازرسی به تمام اقلام باید رسیدگی شود. آسیب و خرابیها باید گزارش گردد.

بدین طریق هیچ یک از تجهیزات یا خطوط لوله نادیده گرفته نمی شود و شرایط عایق در هر لحظه ثبت خواهد گردید. براساس چنین سوابقی یک طرح عملیاتی و بودجه ای می تواند برای پیشگیری و تعمیر و نگهداری برنامه ریزی شده، تعیین گردد.

### ۹-۱-۶ ممیزی بازرسی

علل کاستیها یا آسیب سامانه عایقی باید بررسی و برطرف شود. تجدید عایقهای خسارت دیده بدون تشخیص علت اصلی خسارت، رویکردی غلط در راستای حفاظت پیشگیرانه است.

### ۹-۲ تعمیر و نگهداری

#### ۹-۲-۱ نگهداری پیشگیرانه

بعد از اینکه بررسی بازرسی تمام شد خسارت گزارش شده و توضیحات باید برای چاره سازی و حفاظت پیشگیرانه به صورت طرحی برای اقدام درآید. توصیه های حفاظت پیشگیرانه اشاره به موقعیتها یا سازه هایی دارد که احتیاج به اصلاح داشته تا از خسارت آتی یا تکراری عایقها یا سطوحی که در زیر قرار دارند جلوگیری شود.

کاستی های فنی در طراحی باید تصحیح شود، برای مثال:

- تغییر دادن موقعیت پایه ها و صفحات لچکی برای جلوگیری از ورود آب.
- نصب حفاظ هایی برای آب باران.

به طرق زیر میتوان از آسیب ناشی از کارکنان یا تجهیزات پیشگیری کرد:

- نصب راهرو روی لوله های عایق شده در مسیر لوله.
- احداث نرده های جهت مسیریابی مجدد در هنگام ازدحام عبور و مرور.

- Avoidance of fire drills on or near insulated tanks or equipment;
- Instruction and monitoring of third parties, such as painters, cleaners and scaffolders.

Damaged or saturated insulation shall be discarded and the insulated metal surfaces cleaned, preferably grit blasted, and painted before installing the new insulating material.

A program of preventive maintenance will eliminate more expensive repairs later on.

### 9.2.2 Programmed maintenance

Based on the results of inspection surveys, the scope of long-term insulation maintenance can be determined and priorities can be set.

**9.2.2.1** In order to systematically control the upgrading of existing insulations in a plant, it is recommended to divide the various units into manageable areas, indicated on a plot plan, and to carry out the work area by area. Simultaneously, maintenance painting in the same area shall be scheduled. Progress of work can then be properly recorded and costs for scaffolding will decrease substantially as compared to when pipelines are followed or when work is carried out randomly throughout the plant.

- اجتناب از تمرینات آتش نشانی روی یا نزدیک مخازن یا تجهیزات عایق شده.

- دستورالعمل و پایش اشخاص ثالث، نظیر نقاشها، تمیزکننده‌ها و برپاکننده‌های داربست.

عایق خسارت دیده یا اشباع شده باید دور ریخته شود و سطوح فلزی عایق شده ترجیحاً با گریت به روش بلاست تمیز شده و قبل از نصب ماده عایق جدید رنگ آمیزی شود.

یک برنامه حفاظت پیشگیرانه، میتواند منجر به حذف تعمیرات پرهزینه بعدی گردد.

### ۹-۲-۲ تعمیر و نگهداری برنامه ریزی شده

براساس نتایج ممیزی های بازرسی، میتوان حدود تعمیر و نگهداری عایق را در دراز مدت مشخص و اولویتها را تعیین کرد.

**۹-۲-۲-۱** پیشنهاد می‌گردد به منظور کنترل صحیح ارتقاء سطح عایق کاری‌های موجود در یک واحد صنعتی، این تأسیسات به واحدهای مختلف قابل کنترلی که روی نقشه مشخص گردیده، تقسیم گردند و ارتقاء سطح هر ناحیه بصورت جداگانه انجام گیرد. همزمانی رنگ آمیزی واحدهای مشابه باید برنامه ریزی گردد. از این رو پیشرفت کار میتواند باعث کاهش اساسی هزینه‌های داربست زنی در مقایسه با زمانی گردد که برای عیب یابی باید مسیر خطوط لوله دنبال شود و یا بررسی‌ها بطور اتفاقی در سرتاسر تأسیسات انجام گیرد.