



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران
Iranian National Standardization Organization

INSO
15739
1st Edition
2019

Identical with
BS EN
308:1997



استاندارد ملی ایران
۱۵۷۳۹
چاپ اول
۱۳۹۷

مبدل‌های حرارتی - تعیین عملکرد
تجهیزات بازیافت حرارت هوا به هوا و
گازهای دودکش - روش‌های آزمون

**Heat exchangers -
establishing the performance
of air to air and flue gases heat
recovery devices- test procedures**

ICS: 27.060.30

سازمان ملی استاندارد ایران

تهران، ضلع جنوب غربی میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

صندوق پستی: ۱۴۱۵۵-۶۱۳۹ تهران- ایران

تلفن: ۸۸۸۷۹۴۶۱-۵

دورنگار: ۸۸۸۸۷۱۰۳ و ۸۸۸۸۷۰۸۰

صندوق پستی: ۳۱۵۸۵-۱۶۳ کرج - ایران

تلفن: (۰۲۶) ۳۲۸۰۶۰۳۱-۸

دورنگار: (۰۲۶) ۳۲۸۰۸۱۱۴

رایانمۀ standard@isiri.gov.ir

وبگاه: <http://www.isiri.gov.ir>

Iranian National Standardization Organization (INSO)

No. 2592 Valiasr Ave., South western corner of Vanak Sq., Tehran, Iran

P. O. Box: 14155-6139, Tehran, Iran

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

P.O. Box: 31585-163, Karaj, Iran

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: standard@isiri.gov.ir

Website: <http://www.isiri.gov.ir>

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرفکنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیته ملی مرتبط با آن رشتہ طرح و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند در کمیته ملی طرح، بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌شود به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین‌المللی الکترونیک (IEC)^۲ و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرفکنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیستمحیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری کند. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرگانی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیستمحیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسائل سنجش، سازمان ملی استاندارد این گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاهای واسنجی وسائل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانیها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization

2- International Electrotechnical Commission

3- International Organization for Legal Metrology (Organisation Internationale de Métrologie Legale)

4- Contact point

5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«مبدل‌های حرارتی - تعیین عملکرد تجهیزات بازیافت حرارت هوا به هوا و گازهای دودکش - روش‌های آزمون»

سمت و / یا محل اشتغال:

رئیس:

شرکت بهینه‌سازان صنعت تأسیسات

قریانی، فاطمه
(کارشناسی شیمی)

دبیر:

شرکت بهینه‌سازان صنعت تأسیسات

حاجیان، راشد
(کارشناسی ارشد مهندسی سیستمهای انرژی)

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

شرکت بهینه‌سازان صنعت تأسیسات

آباده، ابازد
(دکتری مهندسی مکانیک)

شرکت کوره صنعت امین

آل یاسین، سید نورالدین
(کارشناسی مهندسی مکانیک)

شرکت انرژی پویان

بیاتی، محمد مهدی
(کارشناسی مهندسی برق)

پژوهشگاه نیرو

حاجیان، رامین
(دکتری مهندسی مکانیک)

شرکت انرژی پویان نوآور

شاکری، صادق
(کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)

شرکت بهینه‌سازان صنعت تأسیسات

فضلی، سعید
(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)

شرکت بازده گستر گریت

فوایدی، فرزاد
(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)

شرکت پیشگامان سامانه‌های نوین سیال

مهدوی، امید
(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)

ویراستار:

سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران

خوشنویسان، سهیلا
(کارشناسی مهندسی مکانیک)

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ز	پیشگفتار
۱	۱ دامنه کاربرد
۲	۲ مراجع الزامی
۲	۳ نمادها و پایین نویس‌ها
۴	۴ تعاریف
۴	۴-۱ تجهیز بازیاب حرارت
۴	۴-۲ جریان‌های جرمی
۴	۴-۳ نسبت‌ها
۵	۴-۴ نشت خارجی
۵	۴-۵ نشت داخلی
۵	۴-۶ نشت داخلی هوای اگزاست
۵	۴-۷ جریان هوای انتقالی
۶	۴-۸ شرایط مرجع
۶	۵ الزامات عمومی
۶	۵-۱ تجهیز بازیافت حرارت
۶	۵-۲ نشت خارجی
۷	۵-۳ نشت هوای خروجی داخلی
۸	۵-۴ انتقال
۸	۵-۵ نسبت‌های دما و رطوبت
۱۱	۵-۶ افت فشار
۱۱	۶ روش‌های آزمون و الزامات مربوط به درستی آزمون
۱۱	۶-۱ آزمون نشت خارجی
۱۲	۶-۲ آزمون نشت داخلی هوای اگزاست
۱۲	۶-۳ آزمون انتقال
۱۳	۶-۴ آزمون‌های نسبت
۱۴	۶-۵ آزمونهای افت فشار

صفحه	عنوان
۱۴	۶-۶ موازنۀ حرارتی
۱۵	۷ گزارش آزمون
۱۵	۱-۷ تجهیز بازیاب حرارت
۱۵	۲-۷ نشت خارجی
۱۵	۳-۷ نشت داخلی هوای اگزاست
۱۵	۴-۷ انتقال
۱۵	۵-۷ نسبت های دما و رطوبت
۱۷	۶-۷ افت فشار: برای هوای استاندارد
۱۷	۷-۷ سایر موارد

پیش‌گفتار

استاندارد «مبدل‌های حرارتی- تعیین عملکرد تجهیزات بازیافت حرارت هوا به هوا و گازهای دودکش- روش‌های آزمون» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط بر مبنای پذیرش استانداردهای بین‌المللی/منطقه‌ای به عنوان استاندارد ملی ایران به روش اشاره شده در مورد الف، بند ۷، استاندارد ملی ایران شماره ۵ تهیه و تدوین شده، در یکهزار و هفتصد و نوزدهمین اجلاسیه کمیته ملی استاندارد مکانیک مورخ ۹۷/۱۱/۲۴ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۵ (استانداردهای ملی ایران- ساختار و شیوه نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط موردنظر قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

این استاندارد ملی بر مبنای پذیرش استاندارد منطقه‌ای زیر به روش «معادل یکسان» تهیه و تدوین شده و شامل ترجمه تخصصی کامل متن آن به زبان فارسی می‌باشد و معادل یکسان استاندارد منطقه‌ای مزبور است:

BS EN 308:1997، Heat exchangers - establishing the performance of air to air and flue gases heat recovery devices- test procedures

مبدل‌های حرارتی - تعیین عملکرد تجهیزات بازیافت حرارت هوا به هوا و گازهای دودکش - روش‌های آزمون

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد ملی تعیین روش‌های آزمون آزمایشگاهی تجهیزات بازیافت حرارت هوا به هوا (به غیر از کاربردهای فرآیندی)، یا تجهیزات بازیافت حرارت گازهای دودکش وسایل گرمایشی ساختمان‌ها به منظور به دست آوردن داده‌ها برای رتبه‌بندی است. این استاندارد، الزامات و روش‌های انجام این آزمون‌ها را ارائه داده و معیارهای لازم برای صحه‌گذاری داده‌های عملکردی ارائه شده توسط سازنده را تعیین می‌نماید.

در این استاندارد، عبارت هوای اگزاست^۱ می‌تواند به معنای محصولات احتراق نیز باشد.

این استاندارد ملی به عنوان مبنایی برای آزمون تجهیزات بازیافت حرارت سیستم‌های تهویه مطبوع استفاده می‌شود؛ همانطور که در استاندارد prEN 247 تعیین شده، شامل مبدل حرارتی نصب شده در یک پوسته^۲ دارای اتصالات ضروری کanal‌های هوا و در برخی موارد دارای فن‌ها و پمپ‌ها، اما بدون هرگونه اجزا دیگری از سیستم تهویه مطبوع است.

این استاندارد ملی برای مبدل‌های حرارتی با دسته‌بندی زیر کاربرد دارد:

دسته ۱ رکوپراتورها

دسته ۲ با ماده واسط انتقال حرارت

دسته ۲-الف: بدون تغییر فاز

دسته ۲-ب: با تغییر فاز (لوله گرمایی و ...)

دسته ۳ ریزتراتورها (دارای جرم انباشته حرارتی^۳)

دسته ۳-الف: بدون رطوبت‌گیر^۴

دسته ۳-ب: با رطوبت‌گیر

تجهیزات بازیافت حرارت شامل مبدل‌ها و ماده واسط انتقال حرارت بدون تغییر فاز (دسته ۲-الف) باید به صورت یکپارچه شامل سیستم پمپ و لوله بین کویل‌ها مورد آزمون قرار گیرد.

1-exhaust

2- casing

3-containing accumulating mass

4-hygroscopic

این استاندارد ملی روش‌های آزمون را برای تعیین موارد زیر تشریح می‌کند:

الف- نشتی خارجی

ب- نشتی داخلی هوای اگزاست به هوای تغذیه درون تجهیز، در یک اختلاف فشار معین بین کanal‌های هوا در تجهیزات بازیافت دسته‌های ۱ و ۲

پ- انتقال هوای اگزاست به هوای تغذیه در تجهیزات بازیافت دسته ۳

ت- نسبت‌های دما و رطوبت

ث- افت فشار سمت هوای اگزاست و سمت هوای تغذیه

۲ مراجع الزامی

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

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

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

2-1 prEN 247 Heat exchangers - Terminology

2-2 EN 305 Heat exchangers - Definitions of performance of heat exchangers and the general test procedure for establishing performance of all heat exchangers

2-3 prEN 306 Heat exchangers - Methods of measuring parameters necessary for establishing the performance

2-4 prEN 307 Heat exchangers - Guidelines to prepare installation, operating and maintenance instructions performance of each type of heat exchanger

۳ نمادها و پایین نویس‌ها

a غلظت (در واحد 10^{-1})

n سرعت چرخش (در واحد min^{21})

x محتويات رطوبت در واحد kg water/kg dry air

d_n قطر کanal مدور که افت فشار آن معادل با کanal واقعی در سرعت هوای یکسان است

μ گرانروی دینامیکی

دبی جرمی تجهیز بازیافت، اعلام شده توسط سازنده q_{mn}

دبی جرمی هوای اگزاست q_{m1}

دبی جرمی هوای تغذیه q_{m2}

دبی جرمی نشتی خارجی در فشار منفی (در واحد kg.s^{-1}) q_{men}

دبی جرمی نشتی خارجی در فشار مثبت (در واحد kg.s^{-1}) q_{mep}

دبی جرمی انتقال (در واحد kg.s^{-1}) q_{mco}

دبی جرمی نشتی داخلی (در واحد kg.s^{-1}) q_{mil}

افت فشار در سمت هوای اگزاست (در واحد Pa) Δp_1

افت فشار در سمت هوای تغذیه (در واحد Pa) Δp_2

η_T نسبت دما

η_x نسبت رطوبت

دماه حباب تر (برحسب $^{\circ}\text{C}$) T_W

21 ورودی هوای تغذیه (به شکل ۳ مراجعه شود)

22 خروجی هوای تغذیه (به شکل ۳ مراجعه شود)

11 ورودی هوای اگزاست (به شکل ۳ مراجعه شود)

12 خروجی هوای اگزاست (به شکل ۳ مراجعه شود)

پایین نویس ها

n اندازه اسمی

en نشت هوای خارجی، فشار منفی

ep نشت هوای خارجی، فشار مثبت

il نشت هوای داخلی

co نشت هوای انتقالی

w حباب تر

اندازه گیری meas

۴ اصطلاحات و تعاریف

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

۱-۴

تجهیز بازیافت حرارت

heat recovery device

تجهیزات بازیافت حرارت، مبدل‌های حرارتی یا ترکیبی از آن‌ها هستند که حرارت و در بعضی موارد رطوبت را بسته به میزان اختلاف سطح دما و رطوبت بین جریان‌های هوای اگزاست و هوای تغذیه تبادل می‌کنند.

تجهیزات بازیافت حرارت معمولاً در پوشش‌هایی با اتصالات مناسب کانال هوا نصب می‌شوند.

همانطور که در بند ۱ تعریف شد تجهیزات بازیافت حرارت به ۳ دسته تقسیم می‌شوند.

۲-۴

جريان‌های جرمی

mass flows

دبی‌های جرمی q_{m22} (خروجی هوای تغذیه) و q_{m11} (ورودی هوای اگزاست) به عنوان مقادیر مرجع استفاده می‌شوند.

این مقادیر، جریان‌های جرمی است که به سمت مربوطه وارد یا از آن خارج می‌شود.

۳-۴

نسبت‌ها

ratios

نسبت‌های دما و رطوبت تجهیز در سمت هوای تغذیه به صورت زیر تعیین می‌شوند:

$$\eta_T = \frac{T_{22} - T_{21}}{T_{11} - T_{21}}$$

$$\eta_X = \frac{x_{22} - x_{21}}{x_{11} - x_{21}}$$

یادآوری - به منظور جلوگیری از ایجاد ابهام، تعریفی برای نسبت سمت هوای اگزاست ارائه نمی‌شود. از تعریف نسبت در سمت هوای تغذیه استفاده شده است زیرا دما و رطوبت هوای تغذیه به عنوان معیارهای اصلی در اندازه‌زنی^۱ تجهیزات بازیافت

1 -sizing

هستند. اگر داده‌های مربوط به سمت هوای اگزاست مورد نیاز باشد، شرایط با استفاده از موازنۀ جرم و حرارت قابل محاسبه است.

۴-۴

نشت خارجی

external leakage

نشت خارجی عبارت است از نشت به یا از هوای در حال جریان در تجهیز بازیافت حرارت به یا از محیط پیرامون.

۵-۴

نشت داخلی

internal leakage

نشت داخلی عبارت است از نشت هوای بین جریان‌های هوای اولیه و ثانویه در تجهیز بازیافت حرارت.

۶-۴

نشت داخلی هوای اگزاست

internal exhaust air leakage

نشت داخلی هوای اگزاست عبارت است از نشت داخلی از سمت هوای اگزاست به سمت هوای تغذیه تجهیز بازیافت.

۷-۴

جریان هوای انتقالی

carry-over air flow

جریان هوای انتقالی عبارت است از انتقال هوای اگزاست به سمت هوای تغذیه در فشارهای بیش از حد سمت هوای تغذیه در تجهیزات بازیافت حرارت دسته ۳.

۸-۴

شرایط مرجع

reference conditions

شرایط مرجع برای هوا، چگالی $20/1 \text{ kg/m}^3$ ، گرانروی دینامیکی $18/2 \times 10^{-5} \text{ kg/ms}$ و فشار مطلق $10/1 \text{ kPa}$ است. هوا در دمای 20°C ، رطوبت نسبی 50% و فشار $10/1 \text{ kPa}$ تقریباً چنین خواصی را دارد.

۹-۴

فشار

pressure

فشارهای نسبی به صورت اختلاف فشار با فشار جو اندازه‌گیری می‌شود. عبارت فشار برای فشار نسبی به کار می‌رود، مگر اینکه که به صورت دیگری ذکر شده باشد.

یادآوری ۱- برای محاسبات خواص هوا و سیال‌ها از فشار مطلق استفاده شده است.

یادآوری ۲- منظور از افت فشار، اختلاف فشار در طول مدار است.

۵ - الزامات عمومی

استانداردهای En 305، prEn 306 و prEn 307 در موارد مناسب باید به کار گرفته شود، مگر در مواردی که خلاف آن در بندھای آتی اعلام شود.

۱- تجهیز بازیافت حرارت

تجهیز بازیافت حرارت مورد آزمایش باید مطابق دستورالعمل‌های منتشرشده توسط سازنده در بستر آزمون نصب شود.

۲-۵

نشت خارجی

مقدار هوابند بودن نشت خارجی در فشار $400 \text{ Pa} \pm$ تعیین می‌شود. نشت خارجی باید به ترتیبی که در زیربند ۱-۶ تشریح شده و با فشار میانگین $400 \text{ Pa} \pm$ نسبت به محیط اطراف به ترتیب برای سمت هوای تغذیه و هوای اگراست، تعیین شود. نسبت های جریان جرمی اندازه‌گیری شده q_{mep} و q_{men} و نسبت جریان نشت اگزاست باید به صورت درصدی از جریان هوای اسمی $100\% (q_{me} / q_{mn})$ در گزارش آزمایش ثبت گردند. چگالی هوا در طول مدت اندازه‌گیری‌ها باید بین $1/16 \text{ kg/m}^3$ و $1/24 \text{ kg/m}^3$ باشد. اندازه‌گیری‌های انجام شده خارج از شرایط اعلام شده باید مطابق با شرایط مرجع تصحیح شوند.

در صورتی که دستگاه ساخته شده قادر دیوار مشترک میان قسمت هوای تغذیه و هوای اگزاست باشد می‌توان مقدار نشت خارجی را برای قسمت هوای تغذیه و هوای اگزاست به صورت مجزا در فشار $400 \text{ Pa} \pm$ اندازه‌گیری کرد و حاصل جمع این دو مقدار، میزان نشت خارجی هوا برای کل تجهیز بازیافت را نشان می‌دهد.

برای آن تجهیزات بازیافتی که برای استفاده در سیستم‌هایی با فشار استاتیک 250 Pa یا کمتر ساخته شده باشند، می‌توان نشت خارجی را در فشار 250 Pa (به جای فشار 400 Pa) تعیین کرد. این موضوع باید به روشنی در گزارش آزمون بیان شود.

۳-۵ نشت داخلی هوای اگزاست

نشت هوای بین دو سمت در یک تجهیز بازیافت با نشت هوای اگزاست، دبی جرمی q_{mil} به سمت هوای تغذیه با فشار 250 Pa در سمت اگزاست و 0 Pa (صفر) در سمت هوای تغذیه، و به ترتیبی که در زیربند ۲-۶ تشریح شده، معروفی می‌شود. چگالی هوا در حین اندازه‌گیری ها باید بین $1/24\text{ kg/m}^3$ و $1/16\text{ kg/m}^3$ باشد و اندازه‌گیری‌های انجام شده خارج از این بازه، باید مطابق با شرایط مرجع تصحیح شوند.

یادآوری ۱- اندازه‌گیری‌های انجام شده با فشار 0 Pa (صفر) سمت هوای تغذیه، بدون لحاظ کردن هر گونه نشتی پوسته، فقط نشت داخلی هوای اگزاست را به دست می‌دهد.

نشتی داخلی باید برای تجهیزات بازیافت مربوط به دسته ۱ و ۲-الف تعیین گردد و باید در گزارش آزمون به صورت درصدی از جریان هوای نامی (q_{mil}/q_{mn}) ثبت گردد. در هر صورت، آزمون نشتی داخلی برای تجهیز دسته ۲ بدون هر دیواره مشترکی بین سمت‌های هوای تغذیه و اگزاست کاربرد ندارد.

برای آن تجهیزات بازیافت دسته ۱ که برای استفاده در سیستم با فشار 250 Pa و کمتر طراحی شده است، نشت داخلی هوای اگزاست، می‌تواند در فشار فقط 100 Pa در سمت هوای اگزاست تعیین گردد. این مورد باید به صورت شفاف در گزارش آزمون قید گردد.

یادآوری ۲- نشت داخلی هوای اگزاست این تجهیزات بازیافت بستگی به طراحی و ساخت آنها دارد. از آنجا که این موارد می‌تواند تغییر کند و فشار طراحی در دو سمت هوا به صورت معمول نامشخص است، لازم است از درجه افت هوا اطمینان حاصل گردد.

یادآوری ۳- از روش گاز ردیاب نیز می‌توان برای اندازه‌گیری نشت داخلی هوای اگزاست در دسته ۱ و در برخی موارد دسته ۲ استفاده نمود.

تجهیزات بازیافت دسته ۳ (برای مثال ریزتراتورهای چرخان) به عنوان عامل نشتی شناخته می‌شوند و نسبت جریان نشتی وابسته به کارایی^۱ درزبندی‌ها است. بنابراین، این تجهیزات معمولاً با فشار بیشتر در سمت‌های تغذیه نصب می‌شوند و اطلاعات برای نشتی هوای تغذیه به سمت هوای اگزاست به صورت معمول توسط سازنده ارائه می‌گردد. حتی با این الزامات فشار، برخی مقادیر کوچک نشتی داخلی (هوای اگزاست به سمت هوای تغذیه) با چرخش روتور ایجاد خواهد شد که انتقال نامیده می‌شود. به هر صورت نمی‌توان این انتقال را با روش اشاره شده در فوق برای آزمون نشت داخلی، تعیین کرد.

۴-۵ انتقال

برای تجهیزات بازیافت متعلق به دسته ۳، باید دبی جرمی انتقال q_{mco} هوای اگزاست به سمت هوای تغذیه، در اختلاف فشار استاتیک Δp_{22-11} از 0 Pa تا 20 Pa و با استفاده از گاز ردیاب، به منظور تطابق با جزئیات روش بیان شده در زیربند ۶-۳ تعیین گردد. انتقال باید در گزارش آزمون به صورت درصدی از جریان هوای تغذیه بیان گردد. ($q_{mco}/q_{m2} \times 100\%$)

اگر انتقال بیش از 3% باشد، باید تفاضل فشاری Δp_{22-11} که انتقال 3% را ایجاد می‌کند برای انجام آزمون های راندمان تعیین گردد.

بخش پاکسازی باید مطابق توصیه‌های سازنده تنظیم شود. در مورد ریزنتراتورهای چرخان، روتور باید در سرعت نامی تعیین شده توسط سازنده چرخانده شود.

دبی جرمی هوا در بخش‌های ۱۱ تا ۲۲ کanal باید برابر با یکدیگر و برابر دبی نامی q_{mn} تجهیز بازیافت که توسط سازنده تعیین شده است، باشد. چگالی هوا در طول اندازه‌گیری باید بین $1,16 \text{ kg/m}^3$ تا $1,24 \text{ kg/m}^3$ باشد و اندازه‌گیری‌های خارج از این بازه باید با شرایط مرجع تصحیح شود.

۵-۵ نسبت‌های دما و رطوبت

نسبت دما η_T و نسبت رطوبت η_x (برای دسته ۳-ب) که برای سمت هوای تغذیه یک تجهیز بازیافت تعریف می‌شود، باید مطابق با زیربند ۶-۴ برای دبی‌های جرمی مختلف هوای تغذیه و اگزاست در سمت کاربری q_{m1} و q_{m2} تعیین شود.

آزمون ها باید با اختلاف فشار استاتیک در محدوده 0 Pa تا 20 Pa بین بخش‌های ۱۱ و ۱۱ کanal، که بخش ۱۱ در فشار کمتر باشد، انجام گیرد.

با این حال، تجهیزات دسته ۲ که بدون هر گونه دیوار مشترک بین سمت‌های هوای تغذیه و اگزاست ساخته شده‌اند، بدون این الزام می‌توانند آزمون شوند.

یادآوری ۱- این الزام برای اختلاف فشار، موجب فشار استاتیک بالاتر در سمت هوای تغذیه نسبت به سمت هوای اگزاست است. بنابراین تمام نشتی‌های هوا از سمت تغذیه به اگزاست هدایت می‌شوند و راندمان اندازه‌گیری شده با افزایش نشتی کاهش می‌یابد.

ضمنا، به خاطر اینکه دبی‌های جرمی در بخش‌های ۱۱ و ۱۱ دبی‌های واقعی عبوری از مبدل حرارتی در این الزام فشار را نشان می‌دهد، راندمان فقط به صورت حداقلی از نشتی تاثیر می‌پذیرد.

برای تجهیزات بازیافت با دبی هواي کمتر از $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ ، به منظور کاهش تاثیر شرایط هوای محیطی بر نتایج، پوشش‌ها قبل از انجام آزمون‌های بازدهی عایق شوند. ماده عایق باید دارای حداقل مقاومت حرارتی $1 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ باشد. این تقریبا معادل 50 mm ماده عایق است.

در هیچ موردی، موازنه های حرارتی تعریف شده در زیربند ۶-۶ نباید از $\pm 5\%$ تجاوز کند.

دماهی محیط تجهیز بازیافت در طول آزمون باید در محدوده 17°C تا 27°C نگه داشته شود، به جز برای شرایط آب و هوایی گرم که محدوده دمایی می‌تواند بین 25°C تا 35°C باشد.

نسبت‌های دما و رطوبت می‌تواند از نشتی داخلی و خارجی تاثیر پذیرد. بنابراین، در صورتی که حداقل نسبت‌های نشتی داخلی و خارجی مطابق زیربندهای ۲-۵ و ۳-۵ بیش از٪ ۳ نسبت جریان هوای اسمی q_{mn} باشد، آزمون نباید انجام گیرد.

برای تجهیزات بازیافت دسته ۳، در مورد ریزنراتور چرخان، بخش پاکسازی باید مطابق توصیه‌های سازنده تنظیم گردد. هنگامی که انتقال بیش از٪ ۳ نسبت جریان هوای تغذیه q_{m2} در طول آزمون انتقال گردد، آزمون‌های بازدهی باید با اختلاف فشار Δp_{22-11} (به زیربند ۴-۵ مراجعه شود) بالاتر که منتج به انتقال٪ ۳ گردد، انجام شود.

یادآوری ۲- انتقال موجب می‌شود در ظاهر بازدهی افزایش پیدا کند و بنابر این بهتر است در سطح پایین نگه داشته شود. نگه داشتن انتقال در سطح پایین توسط اختلاف فشار بالاتر Δp_{22-11} ، بازدهی را کاهش می‌دهد. بنابراین بخش پاکسازی کوچک در این آزمون بازدهی را کاهش می‌دهد.

تجهیزات بازیافت متعلق به دسته ۲-الف باید به صورت واحدهای کامل، شامل پمپ و سیستم لوله، آزمون گردد. با این حال دو کویل می‌تواند با استفاده از داده‌های سمت مایع ارائه شده توسط سازنده آزمون گردد. در این مورد لوله‌های اتصال میانی باید به خوبی عایق شده و هر چه کوتاه‌تر استفاده شوند. نوع و غلظت مخلوط ضدیغ باید مطابق توصیه‌های سازنده باشد.

یادآوری ۳- در جایی که کویل‌ها به هم نزدیک هستند لوله‌های اتصال میانی کوتاه و به خوبی عایق شده منجر به بهبود بازدهی می‌شود. همچنین ضدیغ اضافه شده به آب بازدهی را کاهش می‌دهد.

برای تجهیزات بازیافت متعلق به دسته ۳، در مورد ریزنراتور چرخان، باید سرعت نامی روتور مشخص شده توسط سازنده استفاده شود.

نسبت‌های کارایی باید برای هر ترکیب ذیل از دیهای جریان هوای تغذیه و اگزاست تعیین گردد (q_{m1} و q_{m2}).

نسبت‌های دما و رطوبت باید در شرایط هوای ورودی مطابق با جدول ۱ تعیین گردد:

جدول ۱- شرایط هوای ورودی برای تجهیزات دسته ۳

گرمایش	حالت کاربرد
۳- ب	۱ ۲ ۳- الف
۲۵ °C ۱۸ °C	۲۵ °C $< ۱۴ °C$
۵ °C ۳ °C	هوای ورودی اگزاست دما _{۱۱} دما _{w11} حباب تر
	هوای ورودی تغذیه دما _{۲۱} دما _{w21} حباب تر

در کاربردهای گرمایش، در تجهیزات دسته ۱ و ۲ هنگامی که چگالش اتفاق می‌افتد باید آزمون‌های تکمیلی برای تعیین نسبت‌ها انجام گردد. شرایط هوای ورودی مطابق با جدول ۲ باید استفاده شود.

جدول ۲- شرایط هوای ورودی برای تجهیزات دسته ۱ و ۲

۲ و ۱	دسته بندی تجهیزات بازیافت
۲۵ °C ^۱ ۱۵ °C ۱۸ °C ^۱ ۱۰ °C	هوای ورودی اگزاست دما _{۱۱} دما _{w11} حباب تر
۵ °C -۱۵ °C	هوای ورودی تغذیه دما _{۲۱}
^۱ آزمون‌های تکمیلی برای هوای سرد(برای دوره زمانی حداقل ۶ h)	

یادآوری ۴- این معیارهای ورودی برای آزمون‌های استاندارد به منظور صحه‌گذاری اطلاعات عملکردی ارائه شده توسط سازنده، داده شده است. در هر صورت روش آزمون می‌تواند برای به دست آوردن داده‌های رتبه‌بندی تجهیز بازیافت برای سراسر محدوده ورودی استفاده شود.

پس از آزمون در شرایط هوای سرد، که باید حداقل $h = 6$ به طول بیانجامد، دستگاه باید به صورت چشمی بازرسی گردد. این بازرسی باید فوراً پس از برگزدایی یا اقدام مشابه انجام گردد. باید مشاهدات در گزارش آزمون به عنوان تاثیر یخ‌زدگی و چگالش بر روی عملکرد دستگاه بازیافت حرارت و خروجی آب چگالیده اشاره گردد.

۶-۵ افت فشار

افت فشار سمت هوای تغذیه و سمت هوای اگزاست باید مطابق با زیربند ۵-۶ برای حداقل ۵ دبی مختلف هوای در هر دو سمت تجهیز بازیافت (q_{m2} و q_{m1}) در محدوده 50% تا 150% نسبت جریان هوای اسمی (q_{mn}) با نقاط آزمونی که به خوبی روی کل بازه جریان توزیع شده، تعیین شود.

در صورتی که مقدار نشتی داخلی یا خارجی نسبت جریان‌ها بیش از 3% جریان هوای اسمی (q_{mn}) باشد، نباید آزمون انجام گیرد.

آزمون‌ها باید در نسبت‌های جریان هوای تغذیه و اگزاست برابر هم و در اختلاف فشار Δp_{22-11} کمتر از $Pa \pm 500$ انجام گیرد. باید سرعت نامی روتور (دسته ۳ برای ریزنراتور چرخان) مشخص شده توسط سازنده مورد استفاده قرار گیرد و بخش پاکسازی مطابق با توصیه‌های سازنده تنظیم گردد. چگالی هوا در طول اندازه‌گیری باید بین $1,16 kg/m^3$ تا $1,24 kg/m^3$ باشد، خارج از این بازه باید با شرایط مرجع تصحیح شود. برای تجهیزات بازیافت دسته ۲، که دیواره مشترکی بین سمت‌های تغذیه و اگزاست هوا ندارند، افت فشار می‌تواند برای هر سمت مبدل بدون وجود هیچ جریانی از هوا در سمت دیگر تعیین گردد.

جدول ۳- افت فشار برای دبی‌های مختلف تجهیزات بازیافت دسته ۲ که دیواره مشترکی بین سمت‌های تغذیه و اگزاست هوا ندارند

q_{m2}	q_{mn}	$0,67 q_{mn}$	$1,5 q_{mn}$	$0,67 q_{mn}$	q_{mn}	q_{mn}	$1,5 q_{mn}$
q_{m1}	q_{mn}	q_{mn}	q_{mn}	$0,67 q_{mn}$	$0,67 q_{mn}$	$1,5 q_{mn}$	$1,5 q_{mn}$

۶ روش‌های آزمون و الزامات مربوط به درستی آزمون

۶-۱ آزمون نشت خارجی

آزمون نشت خارجی باید با انسداد و درزبند کلیه کانال‌ها و اتصال یک فن تغذیه به بخش‌های هوای تغذیه و اگزاست تجهیز بازیافت مطابق شکل ۱ صورت پذیرد.

فشار استاتیک پوشش باید میانگین مقادیر دو سمت باشد. بدین ترتیب، خروجی محل اندازه‌گیری^۱ فشار استاتیک بر روی صفحه انسداد هر سمت بوده و هر دو خروجی به یک وسیله اندازه‌گیری فشار متصل می‌شوند. دبی‌های نشتی خارجی جریان q_{mep} در فشار زیاد درون پوشش و q_{men} در فشار حداقل با تجهیز مناسب اندازه‌گیری جریان هوا اثبات می‌گردد.

درستی مقدار اندازه‌گیری شده باید در محدوده $\pm 5\%$ دبی‌ها و $\pm 3\%$ فشار استاتیک پوشش باشد.

۶-۲ آزمون نشت داخلی هوای اگزاست (دسته‌های ۱ و ۲-الف)

آزمون نشت داخلی باید با انسداد و درزبند کردن کلیه کانال‌ها و اتصال یک فن تغذیه به سمت هوای اگزاست و یک فن تخلیه به سمت هوای تغذیه تجهیز بازیافت مطابق شکل ۲ صورت پذیرد. با اندازه‌گیری فشار استاتیک در صفحه انسداد سمت اگزاست و برای اطمینان از وجود فشار بالا در سمت هوای اگزاست باید فشار استاتیک روی صفحه انسداد اندازه‌گیری شود. نسبت جریان نشت داخلی q_{mil} با اتصال تجهیز اندازه‌گیری جریان هوا به سمت هوای تغذیه مشخص می‌شود.

عدم قطعیت مقادیر اندازه‌گیری شده باید از محدوده $\pm 5\%$ دبی جریان‌ها و $\pm 3\%$ اختلاف فشار استاتیک بین دو سمت تجهیز بازیافت تجاوز کند.

۶-۳ آزمون انتقال (دسته ۳)

آزمون انتقال باید به کمک تزریق گاز ردیاب بی‌اثر به سمت ورودی اگزاست انجام شود. نمونه برداری هوا در بخش‌های ۱۱ تا ۲۲ برای تعیین انتقال و از بخش ۲۱ برای تائید خلوص هوای ورودی تغذیه انجام می‌شود.

دبی جرمی انتقال q_{mco} به عنوان درصدی از دبی هوای تغذیه q_{m2} باید به صورت زیر محاسبه شود:

$$\frac{q_{mco}}{q_{m2}} \times 100\% = \frac{a_{22}}{a_{11}} \times 100\%$$

که در این رابطه a_{22} و a_{11} نشان دهنده میانگین غلظت گاز ردیاب به ترتیب در بخش‌های ۲۲ و ۱۱ است. نسبت تزریق گاز بی‌اثر در بخش ۱۱ باید تضمین کافی برای فراهم کردن انتقال 10% در قابلیت اندازه‌گیری تجهیز اندازه‌گیری مورد استفاده را ایجاد کند. وسیله و روند نمونه‌گیری باید برای اندازه‌گیری مقادیر غلظت میانگین a_{11} با خطای کمتر از 10% و غلظت a_{22} با خطاهایی مطابق جدول ۴ را داشته باشد:

جدول ۴- خطاهای مجاز برای آزمون انتقال

مقادیر انتقال %	عدم قطعیت اندازه‌گیری برای a_{22} %	خطای انتقال %
> ۲	۱۰	$< \pm ۱۵$
$۳ \text{ تا } \frac{۱}{۳}$	۲۰	$< \pm ۲۵$
$< \frac{۱}{۳}$	۵۰	$< \pm ۵۰$

۴-۶ آزمون‌های نسبت (به شکل ۳ مراجعه شود)

نسبت‌های دما و رطوبت باید با اندازه‌گیری مقادیر میانگین دمای خشک و تر در بخش‌های ۱۱ تا ۲۲ محاسبه شوند. دمای‌های داده شده در زیربند $۵ \pm ۰,۵$ باشد در محدوده $K \pm ۰,۵$ با اندازه‌گیری پیوسته برای حداقل ۳ min تنظیم گردد. نسبت‌ها با استفاده از روابط زیر محاسبه می‌شود:

$$\eta_T = \frac{T_{22} - T_{21}}{T_{11} - T_{21}}$$

$$\eta_X = \frac{x_{22} - x_{21}}{x_{11} - x_{21}}$$

نسبت رطوبت η_X باید از دمای‌های خشک و تر یا نقطه شبند اندازه‌گیری شده، تعیین گردد.

در هر کanal متصل به دستگاه، باید یک صفحه اندازه‌گیری دما (مطابق شکل ۴) برای تعیین دمای هوا در ۵ نقطه که به صورت یکنواخت در مقطع توزیع شده باشد، تهییه شود.

عدم قطعیت اندازه‌گیری دمای هوا نباید از $K \pm ۰,۲$ (دمای حباب خشک) یا $K \pm ۰,۳$ (دمای حباب تر) تجاوز کند. برای پرهیز از ناهمگونی دمای هوا، باید در بالا دست صفحه اندازه‌گیری دما، جریان هوا به میزان کافی مخلوط شود. حداکثر انحراف مجاز در یک صفحه اندازه‌گیری معادل $(T_{22} - T_{21}) \pm ۰,۵$ است.

در زمان اندازه‌گیری دمای حباب تر، سرعت جریان هوا باید بین ۱۰ m/s و $۳/۵ \text{ m/s}$ باشد (ترجیحاً $۱/۵ \text{ m/s}$). لوله نمونه‌گیری مجزا می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

فاصله بین دستگاه تا صفحه اندازه‌گیری باید به گونه‌ای باشد که تغییرات در میانگین دمای هوا درون کanal از $K \pm ۰,۱$ بیشتر نباشد.

عدم قطعیت اندازه‌گیری نسبت جریان هوا q_{m1} و q_{m2} نباید از $\pm ۳\%$ تجاوز کند.

این عدم قطعیت‌های اندازه‌گیری، برای راندمان‌های بالاتر از $۰,۵$ در نسبت دما و عدم قطعیت کمتر از $\pm ۰,۳$ در نسبت رطوبت را نتیجه می‌دهد.

برای تجهیزات بازیافت دسته ۲-الف که به عنوان یک دستگاه کامل توسط سازنده ارائه می‌شود، توان ورودی پمپ مدار باید اندازه‌گیری شده و در نتایج آزمون ارائه شود. هنگامی که دو کویل در سمت مایع با اطلاعات ارائه شده توسط سازنده آزمون شود، نسبت جریان مایع، درصد عامل ضد یخ و افت فشار استاتیک در سمت مایع باید اندازه‌گیری و در نتیجه آزمون گزارش شود.

در تجهیزات بازیافت دسته ۳ برای ریزنراتور چرخان، باید توان ورودی موتور محرک روتور اندازه‌گیری و در نتایج آزمون گزارش شود.

توان ورودی پمپ، موتور محرک یا فن، باید در محاسبات نسبت‌ها لحاظ گردد. باید در گزارش آزمون، نحوه اندازه‌گیری‌ها و محاسبات انجام شده به صورت شفاف ذکر گردد.

باید تاثیر برفک زدن و برفک زدایی بر روی ظرفیت حرارتی به روشنی نشان داده شود.

۶-۵ آزمون‌های افت فشار(به شکل ۳ مراجعه شود)

افت فشارهای ΔP_2 و ΔP_1 ، اختلاف فشار کل بین بخش‌های ورودی و خروجی در سمت‌های هوای تغذیه و اگزاست باید از فشار استاتیک اندازه‌گیری شده و فشار دینامیک محاسبه شده نسبت‌های جریان q_{m1} و q_{m2} در سمت مربوطه به علاوه سطوح مقطع اتصالات کanal هوا تعیین گردد.

کanal‌های متصل به دستگاه باید هم اندازه اتصالات دستگاه باشد.

اندازه‌گیری‌ها باید در دمای ثابت صورت پذیرد و افت فشار باید به صورت زیر برای هوای استاندارد تصحیح گردد:

$$\Delta P = \Delta P_{meas} \cdot \frac{\rho_{meas}}{\rho} \quad (1)$$

ساختار محل اندازه‌گیری فشار استاتیک باید با عدم قطعیت اندازه‌گیری کمتر از $\pm 3\%$ انتخاب گردد. نسبت‌های جریان q_{m1} و q_{m2} باید با خطای کمتر از $\pm 3\%$ اندازه‌گیری شود.

برای یک تجهیز بازیافت حرارت مجهز به یک یا چند فن، توان ورودی فن‌ها باید در اختلاف فشارهای یکسان مانند جریان هوا اندازه‌گیری شود.

۶-۶ موازنۀ حرارتی

موازنۀ حرارتی باید برای هر آزمون محاسبه شود و نسبت تاثیر حرارتی بین دو سیال باید برابر با ۱ باشد و نتایج اندازه‌گیری‌ها در محدوده $\pm 5\%$ مورد تائید است.

تاثیر حرارتی با مولفه‌های زیر تعریف می‌شود:

$$P_1 = c_p \cdot q m_{11} \cdot \Delta T_{12-11} \quad (2)$$

$$P_2 = c_p \cdot q m_{22} \cdot \Delta T_{22-11} \quad (3)$$

نسبت تاثیر حرارتی در صورتی مورد تائید است که:

$$0.95 \leq \frac{p_1}{p_2} \leq 1.05 \quad (4)$$

۷ گزارش آزمون

نتیجه آزمون‌های زیر باید ارائه شود.

۱-۷ تجهیز بازیافت حرارت

مشخصات تجهیز باید ثبت شود.

$$q_{mn} = \text{kg.s}^{-1} \quad \text{نسبت جریان نامی هوا}$$

$$n_n = \text{min}^{-1} \quad \text{سرعت نامی روتور(دسته ۳)}$$

۲-۷ نشت خارجی

$$q_{mep}/q_{mn} \times 100\% = Pa \% \quad \text{در فشار اضافی}^1 \text{ بر حسب \%}$$

$$q_{men}/q_{mn} \times 100\% = Pa \% \quad \text{در فشار نقصانی}^2 \text{ بر حسب \%}$$

۳-۷ نشت داخلی هوای اگزاست

$$q_{mil}/q_{mn} \times 100\% = Pa \% \quad \text{در اختلاف فشار بر حسب \%}$$

۴-۷ انتقال - دسته ۳

$$q_{mil}/q_{mn} \times 100\% = Pa \% \quad \text{در اختلاف فشار بر حسب \%}$$

اطلاعات زاویه^۳ قسمت تخلیه^۴ (درجه).

۵-۷ نسبت‌های دما و رطوبت

دسته بندی تجهیز با/بدون پوسته عایق شده.

کاربرد:

1- overpressure

2- underpressure

3- degree

4- purge

دماهای ورودی در حالت بدون چگالش:

$$T_{11} = {}^{\circ}\text{C}$$

$$T_{W11} = {}^{\circ}\text{C}$$

$$T_{21} = {}^{\circ}\text{C}$$

$$T_{W21} = {}^{\circ}\text{C}$$

جدول ۵- ثبت دما برای پارامترهای مختلف در حالت بدون چگالش

q_{m2} kg/s	q_{m1} kg/s	q_{m2}/ q_{m1}	η_T %	η_X %	P_1/ P_2

دماهای ورودی در حالت با چگالش:

- برای دستههای ۱ و ۲

$$T_{11} = {}^{\circ}\text{C}$$

$$T_{W11} = {}^{\circ}\text{C}$$

$$T_{21} = {}^{\circ}\text{C}$$

$$T_{W21} = {}^{\circ}\text{C}$$

جدول ۶- ثبت دما برای پارامترهای مختلف در حالت با چگالش

q_{m2} kg/s	q_{m1} kg/s	q_{m2}/ q_{m1}	η_T %	η_X %	P_1/ P_2

دسته ۲- الف با دستگاه کامل تحویل داده شده توسط سازنده:

W

توان مصرفی پمپ

دسته ۲-الف، با اطلاعات سمت مایع ارائه شده توسط سازنده.

نوع مخلوط ضد یخ

درصد وزنی مخلوط ضد یخ %

دبی جریان مایع 1 s^{-1}

افت فشار استاتیک در سمت مایع kPa

دسته ۳

توان مصرفی موتور W

۷-۶ افت فشار: برای هوای استاندارد

جدول ۷- افت فشار در دبی‌های مختلف

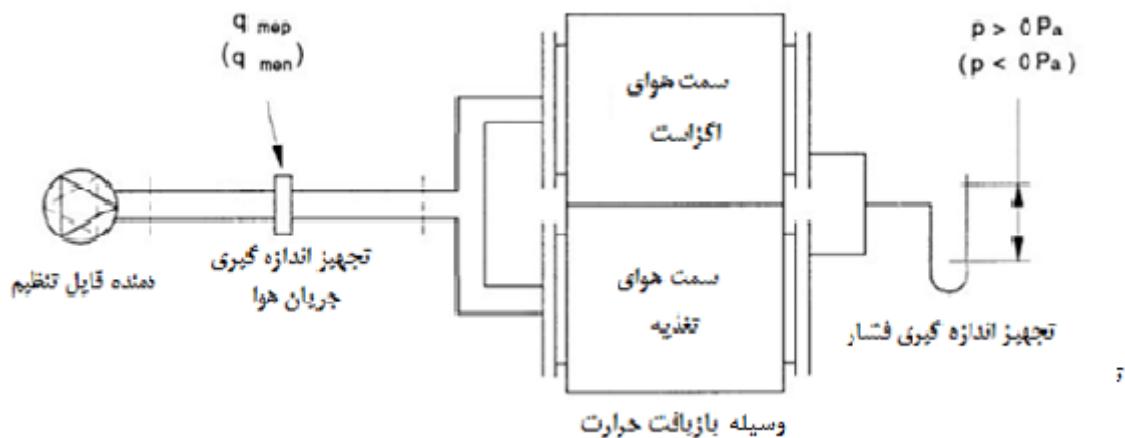
qm_2 Kg/s	ΔP_2 pa	qm_1 Kg/s	ΔP_1 pa

۷-۷ سایر موارد

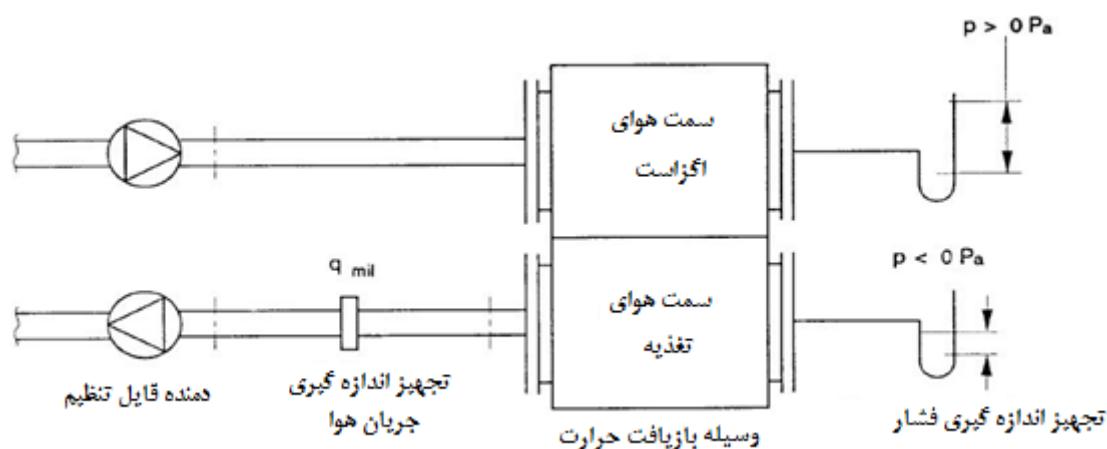
برای مثال:

تشریح نوع نصب در آزمون‌های نسبت در حالت با چگالش

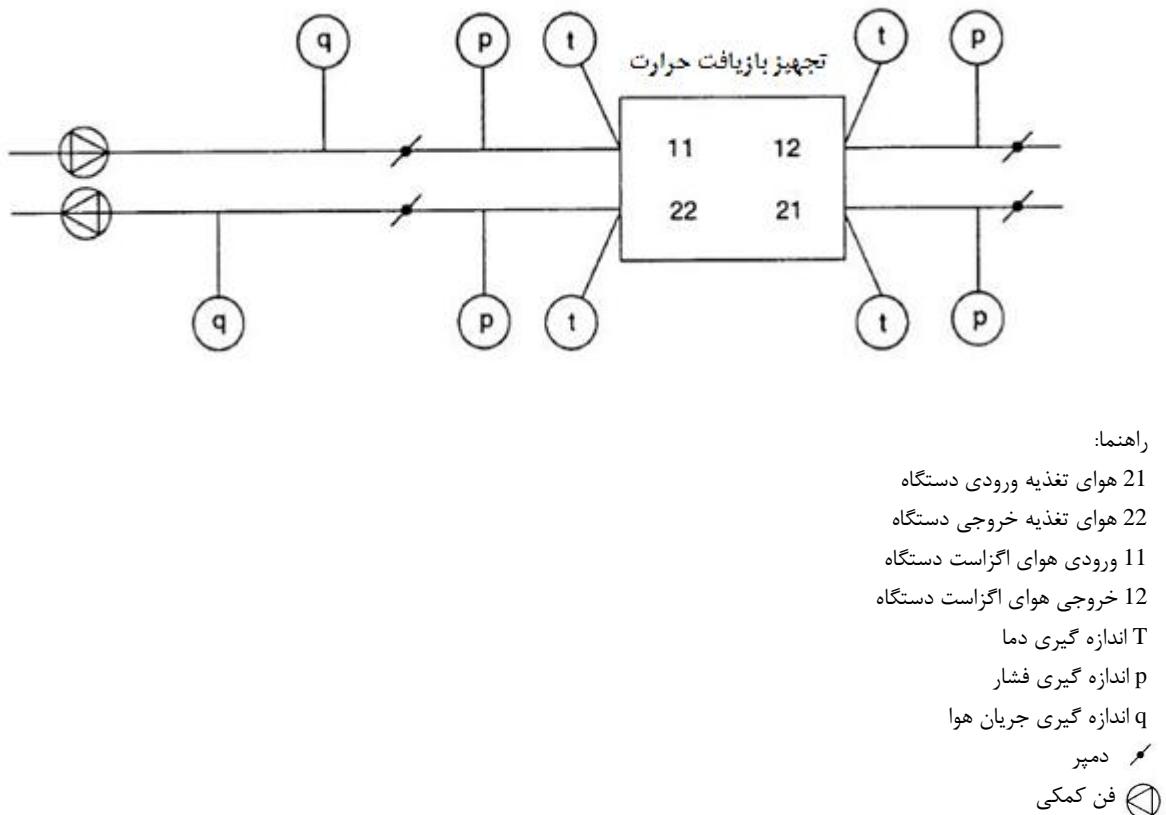
مشاهدات از آزمون‌های تکمیلی برای هوای سرد.



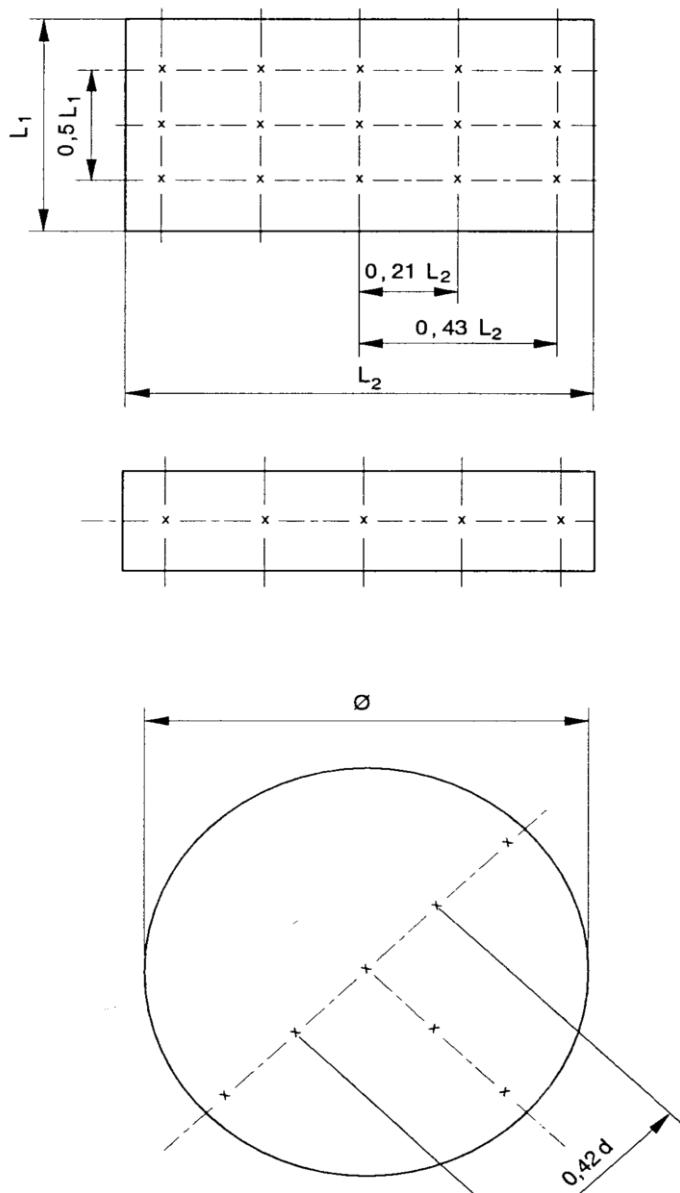
شکل ۱- بستر آزمون نشتی



شکل ۲- بستر آزمون نشتی داخلی



شکل ۳ - چیدمان آزمون برای نسبت و افت فشار



شکل ۴ - طرح اندازه‌گیری دما