INSO
22156-11
1st.Edition
2017
Identical with
EN 12953-11:2003

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

استاندارد ملی ایران
۲۲۱۵۶-۱۱
چاپ اول
۱۳۹۵

دیگ‌های بخار و آب‌داغ از نوع پوسته‌ای- قسمت ۱۱: آزمون‌های پذیرش

Shell boilers - Part 11:Acceptance Tests

ICS:27.060.30;27.100

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

سازمان ملی استاندارد ایران

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

صندوق‌پستی: ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵ تهران- ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج ، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۱۶۳-۳۱۵۸۵ کرج - ایران

تلفن: ۸- ۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: standard@isiri.org.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.org.ir

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

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ 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.

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است .

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود وکوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانهٔ صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون‌های فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیتهٔ ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند درکمیتهٔ ملی طرح و بررسی و درصورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)[1] ،کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)[2] و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)[3] است و به عنوان تنها رابط[4] کمیسیون کدکس غذایی (CAC)[5] در کشور فعالیت می کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور، از آخرین پیشرفت های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان ، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی ، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/ یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامهٔ تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها 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 of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)
4-Contact point
5-Codex Alimentarius Commission

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«دیگ‌های بخار و آب‌داغ از نوع پوسته‌ای– قسمت ۱۱ : آزمون‌های پذیرش»

رئیس:	**سمت و/یا محل اشتغال:**
ادب آوازه، عبدالوهاب (کارشناس ارشد مهندسی مکانیک)	رئیس- انجمن جوشکاری و آزمایش‌های غیرمخرب ایران
دبیران :	
عزیزمرادی، محمد (کارشناس ارشد مهندسی مکانیک)	مدیر اطمینان مرغوبیت- شرکت ماشین سازی اراک
لونی، بابک (کارشناس مهندسی مکانیک)	مدیرعامل گروه تولیدی دیگ‌های بخار- شرکت ماشین سازی اراک
اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
ادریسی، آریا (کارشناس مهندسی مکانیک)	شرکت بازرسی آزماگستر نیما
اسماعیل زاده، محمد (کارشناس مهندسی مکانیک)	مدیرمهندسی - شرکت تاشا
امیرمنوچهری نائینی، حسین (کارشناس مهندسی مکانیک)	مدیر فنی- شرکت پاکمن
حق پرست، محمدرضا (کارشناس ارشد مهندسی مکانیک)	شرکت شوفاژکار
حق ورد، منصور (کارشناس مهندسی مکانیک)	بازرس فنی- شرکت مهندسین مشاور ناظران یکتا
خیام، افشین (کارشناس مهندسی صنایع)	مدیرتضمین کیفیت- شرکت مهندسین مشاور ناظران یکتا
رکاب طلایی، مهدی (کارشناس ارشد کنترل)	کارشناس ارشد طراحی بویلر-شرکت ماشین سازی اراک
سربی، جلیل (دکترای مهندسی مکانیک)	مدیرعامل- شرکت ناظرکاران

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	**سمت و/یا محل اشتغال:**
سیف الدین، افشین (کارشناس مهندسی متالورژی)	رئیس واحد مهندسی ساخت بویلر- شرکت ماشین سازی اراک
شارع فام، مهیار (کارشناس ارشد مهندسی مکانیک)	مدیر مهندسی- شرکت پاکمن
شاه اویسی، پژمان (کارشناس ارشد مدیریت)	مدیر بازرسی- شرکت فلات پژواک
صالحی، امید (کارشناس مهندسی مکانیک)	مدیرعامل- شرکت مهندسی و بازرسی آستا
طباطبایی، سید مجتبی (کارشناس مهندسی تاسیسات)	دبیر- انجمن صنعت تاسیسات
عدل محمدی، محسن (کارشناس ارشد مهندسی آب و فاضلاب)	بازرس- اداره کل بازرسی وزارت کار
فراهانی، علی (کارشناس ارشد مهندسی مکانیک)	مدیر پروژه- شرکت بازرسی کیفیت استاندارد ایران
قاسمی، رسول (کارشناسی ارشد مهندسی متالورژی)	انجمن جوشکاری و آزمایش‌های غیرمخرب ایران
کریم، حسن (کارشناس مهندسی متالورژی)	مدیرعامل- شرکت بازرسی آزماگستر نیما
کمالی، رضا (کارشناس مهندسی مکانیک)	کارشناس طراحی بویلر- شرکت ماشین سازی اراک
نصرالهی، اصغر (کارشناس مهندسی برق و ابزار دقیق)	شرکت پاکمن
میرموسوی، محمد (کارشناس ارشد مهندسی مکانیک)	رئیس واحد طراحی بویلر - شرکت ماشین سازی اراک
نوبخت، داوود (کارشناس ارشد مهندسی مکانیک)	مدیر پروژه - شرکت ماشین سازی اراک
ویراستار:	
ادب آوازه، عبدالوهاب (کارشناس ارشد مهندسی مکانیک)	رئیس- انجمن جوشکاری و آزمایش‌های غیرمخرب ایران

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

فهرست مندرجات

عنوان	صفحه
پیش گفتار	ح
مقدمه	ط
۱ هدف و دامنه کاربرد	۱
۲ مراجع الزامی	۱
۳ اصطلاحات و تعاریف	۲
۴ نمادها و کوته نوشت‌ها	۴
۴-۱ نمادها و واحدها	۴
۴-۲ ضرایب	۷
۵ کلیات	۷
۶ شرایط اساسی آزمون	۷
۶-۱ شرایط عمومی	۷
۶-۲ شرایط پایدار	۸
۶-۳ روش اجرای آزمون	۹
۶-۴ الزامات حین آزمون	۹
۶-۵ مدت آزمون‌ها	۹
۶-۶ روش تعیین دمای گاز خروجی و میزانِ O_2، CO_2، CO	۹
۶-۷ تلفات تعیین نشده	۹
۷ کاربرد ابزار دقیق و روش‌های اندازه‌گیری	۱۰
۷-۱ ابزار دقیق	۱۰
۷-۲ اندازه‌گیری‌های فشار	۱۰

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

عنوان **صفحه**

۷-۳ اندازه‌گیری دما ۱۱

۷-۴ جرم و شدت جریان جرمی ۱۱

۷-۵ ارزش حرارتی ۱۲

۷-۶ ترکیب شیمیایی ۱۳

۸ موازنه گرمایی و راندمان حرارتی ۱۴

۸-۱ کلیات ۱۴

۸-۲ مرز بسته ۱۴

۸-۳ دمای مرجع ۱۵

۸-۴ توان ورودی ۱۵

۸-۵ تلفات ۱۶

۸-۶ تعیین راندمان با روش غیرمستقیم ۱۹

۸-۷ توان خروجی مفید ۲۰

۹ درستی ۲۰

پیوست الف (آگاهی دهنده) محاسبه نسبت جرم هوای احتراق به جرم سوخت یا جرم گاز حاصل از احتراق به جرم سوخت و همچنین گرمای ویژه ۲۱

پیوست ب (الزامی) دیگ‌هایی که با گرمای اتلافی کار می کنند ۲۸

کتاب‌نامه ۳۰

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

پیش‌گفتار

استاندارد « دیگ‌های بخار و آب‌داغ از نوع پوسته‌ای– قسمت ۱۱: آزمون‌های پذیرش » که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط بر مبنای پذیرش استانداردهای بین المللی /منطقه‌ای به عنوان استاندارد ملی ایران به روش اشاره شده در مورد الف، بند ۷، استاندارد ملی شماره ۵ تهیه و تدوین شده، در یک هزار و چهارصد و پنجاه و پنجمین اجلاسیهٔ کمیتهٔ ملی استاندارد مکانیک و فلزشناسی مورخ ۹۵/۱۲/۱۶ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن‌ماه۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران بر اساس استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ (استانداردهای ملی ایران- ساختار و شیوهٔ نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینهٔ 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 کمیسیون‌های مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

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

EN 12953-11:2003, Shell boilers – Part 11: Acceptance Tests

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

مقدمه

این استاندارد یک قسمت از مجموعه استانداردهای ملی ایران شمارهٔ ۲۲۱۵۶ است. سایر قسمت‌های این استاندارد به شرح زیر است:

- قسمت ۱: کلیات؛
- قسمت ۲: مواد برای قطعات تحت‌فشار دیگ‌ها و متعلقات؛
- Part 3: Design and calculation for pressure parts of the boiler[1];
- قسمت ۴: روش اجرا و ساخت قطعات تحت‌فشار دیگ؛
- قسمت ۵: بازرسی حین ساخت، مستندسازی و نشانه‌گذاری قطعات تحت‌فشار دیگ؛
- Part 6: Requirements for equipment for the boiler[۱];
- قسمت ۷: الزامات سامانه‌های اشتعال سوخت‌های مایع و گاز برای دیگ‌ها؛
- قسمت ۸: الزامات وسایل حفاظتی در برابر فشار بیش‌ازحد؛
- Part 9: Requirements for limiting devices of the boiler and accessories[۱];
- قسمت ۱۰: الزامات آب تغذیه و کیفیت آب دیگ؛
- Part 12: Requirements for grate firing systems for solid fuels for the boiler[۱];
- Part 13: Operating instructions[۱].

۱- در دست تدوین

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

دیگ‌های بخار و آب‌داغ از نوع پوسته‌ای– قسمت ۱۱: آزمون‌های پذیرش

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین شرح مختصری از روش انجام ارزیابی توان حرارتی از طریق غیرمستقیم (تلفات)[1]برای دیگ‌های بخار یا آب داغ می‌باشد. نتایج آزمون، برپایه ارزش حرارتی خالص[2] یا ناخالص[3] سوخت می باشند.

این دستورالعمل، روش مناسبی برای ارزیابی دیگ‌هایی‌که از نظر ترمودینامیکی ساده هستند، ارائه می‌کند، یعنی دارای تنها منبع اصلی حرارت ورودی و یک مدار ساده آب، بخار، یا سیال انتقال حرارتِ دما بالا می‌باشند.

یادآوری۱– استفاده از روش مستقیم توصیه نمی شود، چون خطای اندازه‌گیری به این روش سه تا چهار برابر بیشتر از روش غیرمستقیم برآورد می شود.

یادآوری۲– آزمون پذیرش در موارد زیر به کار می‌رود :

الف- پس از راه اندازی[4] یک واحد صنعتی جدید و یا راه اندازی دوباره[5] یک واحد صنعتی اصلاح شده، برای تصدیق انطباق مشخصات و تعهدات قراردادی.

ب- هروقت که کاربر(استفاده کننده یا بهره بردار) در نظر دارد که عملکرد جاری واحد صنعتی را با یک روال عادی و یا با توجه به تغییر در یک بارگذاری و یا دیگر شرایط عملیاتی و یا حتی زمانی که تغییری در سوخت و یا اصلاحی در واحد صنعتی مورد نظر است، تعیین کند.

پ- هر زمان که کاربر می خواهد شرایط احتراق را بررسی کند.

آزمون‌های منظم مطابق این استاندارد، امکان کارکرد طبیعی تجهیزات دیگ را با مصرف سوخت بهینه شده فراهم می کند.

این استاندارد، برای دیگ‌های چگالشی[6] کاربرد ندارد.کاربرد دیگ‌ها، زمانی‌که حرارت از گازهای اتلافی تامین می‌شود در پیوست ب آمده است.

۲ مراجع الزامی

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

درصورتی‌که 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.

---

1 - Losses
2 - Net Calorific Value(NCV)
3 - Gross Calorific Value(GCV)
4 - Commissioning
5 - Recommissioning
6 - Condensing boilers

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

2-1 EN ISO 5167-1, Measurement of fluid flow by means of pressure differential devices inserted in circular cross- section conduits running full - Part 1: General principles and requirements (ISO 5167-1:2003).

2-2 ISO 157, Coal - Determination of forms of sulfur.

2-3 ISO 334, Solid mineral fuels - Determination of total sulfur - Eschka method.

2-4 ISO 589, Hard coal - Determination of total moisture.

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۷۳۸: سال۱۳۸۸، زغال سخت - تعیین رطوبت کل با استفاده از استاندارد ISO 589:2008 تدوین شده است.

2-5 ISO 609, Solid mineral fuels - Determination of carbon and hydrogen - High temperature combustion method.

2-6 ISO 625, Solid mineral fuels - Determination of carbon and hydrogen - Liebig method.

2-7 ISO 1928, Solid mineral fuels - Determination of gross calorific value by the bomb calorimetric method, and cal- culation of net calorific value.

2-8 ISO 1988, Hard coal - Sampling.

2-9 ISO 3170, Petroleum liquids - Manual sampling.

2-10 ISO 6976, Natural gas - Calculation of calorific values, density, relative density and Wobbe index from composition.

۳ اصطلاحات و تعاریف:

در این استاندارد اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌رود :

۳-۱

روش غیرمستقیم (روش حرارت اتلافی)

indirect method (Heat loss method)

تعیین کلیه تلفات حرارتی قابل محاسبه است. دراین روش، راندمان برابر با عدد یک منهای نسبت جمع کلیه تلفات حرارتی به جمع حرارت حاصل از سوخت با ارزش حرارتی مشخص است.

۳-۲

شرایط استاندارد

standard condition

شرایط در $p_n=0.101325\ N/mm^2$ و $t_n=0°C$ در نظر گرفته می شود.

۳-۳

تلفات ارزیابی شده

assessed losses

هرگونه اتلاف حرارتی که از داده‌های از قبل تعیین شده به دست آمده باشد.

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

۴-۳

ارزش حرارتی ناخالص (GCV)

gross calorific value (GCV)

مقدار انرژی حرارتی تولید شده در احتراق کامل، تحت شرایط ویژه، از حجمِ واحد گاز یا جرمِ واحد از سوختِ مایع یا جامد، با فرض اینکه آب تولید شده از احتراقِ سوخت به طور کامل کندانس(چگالیده) شود و گرمای نهان و محسوس آن در دسترس باشد.

۵-۳

ارزش حرارتی خالص (NCV)

net calorific value (NCV)

مقدار انرژی حرارتی تولیدشده در احتراق کامل، تحت شرایط ویژه، از حجمِ واحد گاز یا جرمِ واحد از سوختِ مایع یا جامد، با فرض اینکه آب تولید شده از احتراق سوخت به صورت بخار باقی بماند.

۶-۳

توان حرارتی ورودی

heat input

انرژی حرارتی سوختِ مصرف شده حینِ آزمون، بر اساس ارزش حرارتی خالص یا ناخالص به علاوه گرمای محسوسِ در سوختِ بالای دمای مرجع به علاوه گرمای محسوس در هوای احتراقِ بالای دمای مرجع.

۷-۳

توان حرارتی خروجی

heat output

انرژی حرارتی بدست آمده از حامل حرارتی دیگ، حینِ دوره آزمون.

۸-۳

اتلاف اندازه گیری شده

measured loss

هرگونه اتلاف حرارتی محاسبه شده که از اندازه‌گیری‌های واقعی حینِ آزمون انجام گرفته است.

۹-۳

تلفات رسانایی، همرفتی و تابشی

radiation, convection and conduction losses

تلفات حاصل از آب، بخار، هوای احتراق یا سطوح برگشت دهنده گاز[1] واحد مورد نظر، با توجه به نقطه اندازه‌گیری دمایِ گاز دودکش به طور مستقیم از شعله به سمت کف و محیط پیرامون، در واحد مورد نظراست .

1- Gas backed surfaces

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

۳-۱۰

خطای آزمون

test error

خطای ترکیبی حاصل از نمونه‌گیری، اندازه‌گیری‌ها، محاسبات و فرضیات به‌کار رفته به منظور دستیابی به نتایج می باشد که ممکن است مثبت یا منفی باشد.

۳-۱۱

راندمان حرارتی

thermal efficiency

اختلاف میان٪۱۰۰ و درصد کلی تلفات بر اساس ارزش حرارتیِ خالص یا ناخالصِ سوخت که برابر است با نسبت توان حرارتیِ خروجیِ مفید به توان حرارتیِ ورودی که به صورت درصد بیان می‌شود.

۳-۱۲

نسبت تنظیم

turn-down ratio

نسبت بیشینه به کمینه ورودی سوخت برای سوختن مداوم در واحد زمان که توسط سازنده مشخص می‌شود. همچنین می تواند به عنوان توان دیگ اعلام شود، به شرطی‌که راندمان‌های مقتضی مشخص باشد.

۴ نمادها و کوته نوشت‌ها

۴-۱ نمادها و واحدها

به منظور دستیابی به اهداف این استاندارد نمادها و کوته‌نوشت‌های داده شده در EN 12952-1:2002، جدول۴-۱ و جدول ۴-۱-۱ و زیرنویس‌های داده شده در جدول۴-۱-۲ باید به کار رود.

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

جدول ۴-۱-۱- نمادها

نماد	توضیحات	واحد
c	ظرفیت حرارتی ویژه	kJ/(kgK)
$\bar{c}$	جمع انتگرالی ظرفیت حرارتی ویژه	kJ/(kgK)
H	ارزش حرارتی(CV)	kJ/kg
h	آنتالپی ویژه	kJ/kg
i	تعداد نمونه ها	-
J	آنتالپی گاز حاصل از احتراق یا هوای احتراق مربوط به جریان جرمی سوخت	kJ/kg
L	گرمای نهان(گرمای تبخیر)	kJ/kg
l	اتلاف تکی	-
l_u	نسبت مواد قابل احتراق نسوخته به جریان جرمی سوخت تزریق شده	kg/kg
M	جرم مولی	kg/kmol
m	جرم	kg
$\dot{m}$	شدت جریان جرمی	Kg/s
n	ضریب هوا[1] در خروجی دیگ بخار	-
p	فشار	N/mm^2
$\dot{Q}$	شدت جریان گرمایی	kW
T	دمای ترمودینامیکی	K
t	دما (سلسیوس)	°C
u	میزان مواد قابل احتراق نسوخته (جرمی)	kg/kg
V	هوای احتراق و حجم گاز حاصل از احتراق (به ازای واحد جرم سوخت)	m^3/kg
x	میزان جرمی مولفه‌های هوای احتراق یا گازهای حاصل از احتراق	kg/kg
y	میزان حجمی	m^3/m^3
η	راندمان حرارتی	-
γ	میزان جرمی سوخت	kg/kg
ν	میزان مواد فرار خاکستر	kg/kg
ρ	چگالی	kg/m^3
μ	نسبت جرم گازهای حاصل از احتراق یا هوای احتراق به جرم سوخت	kg/kg

یادآوری ۱- $1N/mm^2=1MN/m^2=1Mpa$

یادآوری۲- واحدهای نشان داده شده موارد معمول هستند، تبدیل واحد ممکن است در برخی معادله‌ها ضروری باشد.

1- Air Factor

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

جدول۴-۱-۲- زیرنویس‌ها

نماد	توضیحات
A	هوا
Ash	خاکستر
B	دیگ
C	کربن
CO	منوکسید کربن
CO_2	دی اکسید کربن
d	خشک (پایه)
E	مفید، موثر
FA	دوده (خاکسترفرار)
F	سوخت، سوخت مصرف شده
Fo	سوخت تامین شده
Fw	آب تغذیه
G	گاز دودکش (گاز حاصل از احتراق)
(G)	ارزش ناخالص
H	هیدروژن
H_2O	آب
i	تعداد اجزا
m	میانگین
meas	اندازه گیری شده
min	کمینه
N	نیتروژن
(N)	ارزش خالص
n	شرایط استاندارد
o	استوکیومتری
O_2	اکسیژن
p	فشار ثابت
r	دمای مرجع
RCS	تشعشع و همرفت
SF	سولفور خاکستر و دوده
ST	بخار تازه
tot	کُل
u	مواد نسوخته
Z	حرارت ورودی
^	بیشینه
0	در 0 °C
1	ورود
2	خروج

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

۴-۲ ضرایب

در این استاندارد باید ضرایب داده شده در جدول ۴-۲-۱ مورد استفاده قرار گیرند.

جدول ۴-۲-۱- ضرایب

مشخصه	نماد	مقدار	واحد
گرمای نهان ویژه در 25°C	L_r	2442.5	kJ/kg
گرمای ویژه بخار بین 25°C و 150°C	c_{pSt}	1.884	kJ/(kgK)
گرمای ویژه آب بین 25°C و 150°C	c_{pW}	4.21	kJ/(kgK)
گرمای ویژه هوا بین 25°C و150°C	c_{pA}	1.011	kJ/(kgK)
گرمای ویژه خاکستر و دوده بین 25°C و200°C	c_{Ash},c_{FA}	0.84	kJ/(kgK)
c_v ارزش حرارتی مواد نسوخته			
زغال سنگ سخت	$H_{(N)u}$	33.0	MJ/kg
زغال سنگ قهوه ای	$H_{(N)u}$	27.2	MJ/kg

۵ کلیات

۵-۱

درجایی‌که یک ارزیابی توان حرارتی، بعد از راه اندازی یک کارخانه جدید و یا بعد از بازراه‌اندازی یک کارخانه اصلاح شده، باید انجام گیرد، لازم است در مرحله سفارش دهی و یا استعلام در مورد داده‌های مورد نیاز، الزامات آزمون، درجه دقت و در نتیجه ابزار دقیق مورد استفاده، تصمیم گیری شود.

لازم است که طرفین به توافق برسند که آزمون توسط تامین کننده یا سازمان و شخص سومی با نظارت انجام شود.

۵-۲

آزمون‌ها باید روش و سیستم عملیاتی خواسته شده کارخانه را تحت شرایط نصب و عملیات معمولِ مورد تقاضا، ارائه دهند. تعیین مصارف الکتریکی جزء وظایف این استاندارد نمی باشد.

۵-۳

آزمون‌ها باید تحت نرخ‌های اشتعالِ[1] از پیش تعیین شده[2]، مطابق توافق طرفین قرارداد عملی شود.

۶ شرایط اساسی آزمون

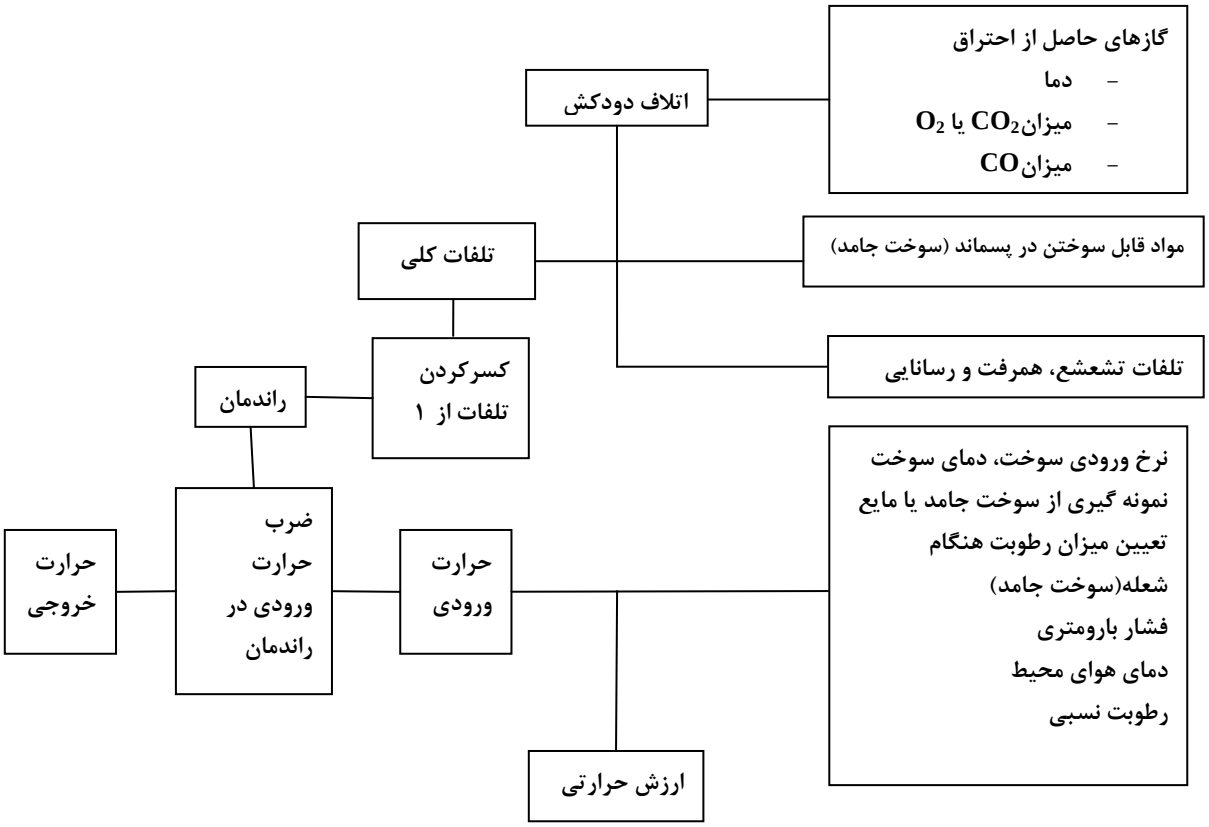
۶-۱ شرایط عمومی

آزمون‌ها باید حینِ مدتی که دیگ به طور پیوسته روشن است تحت شرایط پایدار[3] (که قبل از انجام آزمون برقرار شده) انجام پذیرد. (به زیربند ۶-۲ مراجعه شود)

یادآوری- یک روش به منظور محاسبه مقدار گرمای خارج شده از اندازه گیری‌های آزمون، در شکل ۶-۱-۱ نشان داده شده است.

1- Firing rate
2- Predetermined firing rates
3- Steady state

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY



شکل۶-۱-۱ یک روش به منظور محاسبه مقدار گرمای خارج شده از اندازه گیری آزمون

۶-۲ شرایط پایدار

۶-۲-۱- فشار بخار، دمای بخار و آب تغذیه در دیگ‌های بخار و یا دماهای رفت و برگشت[1] در دیگ‌های آب داغ، به همراه نرخ‌های جریان مربوط، باید تا حد امکان پایدار[2] و نزدیک به شرایط کاری معین[3] باشند. این اندازه‌ها باید در خروجی دیگ یا نزدیک به آن انجام شوند.

یادآوری- در حینِ بهره برداری یک دیگ، فاکتورهای مختلفِ موثر در تلفات حرارتی می توانند از مقادیر خواسته شده یا به عنوان نتیجه جذب حرارت بوسیله سازه دیگ به محض اینکه به شرایط تعریف شده برای آزمون دست می یابد و یا به عنوان نتیجه عملیات کنترل اتوماتیک، تفاوت داشته باشند. مهمترین متغیرها، دما و میزان O_2 و CO_2 گازهای خروجی می باشد. بنابراین نکته اساسی این است که آزمون‌ها صرفا بعد از دستیابی به شرایط حالت پایدار انجام گیرند.

۶-۲-۲- در این استاندارد باید فرض شود که شرایط حالت پایدار برای دیگ‌های با مشعل سوخت جامد، با جریان‌های پیوسته سوخت و خاکستر[4] بدست می آید و برای دیگ‌های با سوخت مایع یا گازی، حینِ انجام آزمون، وقتی که تغییرات در دمای گاز خروجی در حد ۱۰°C و تغییرات در میزانِ اکسیژن در حد ٪ ۰/۵ از مقدار میانگین، باشد.

1- Flow and return temperatures
2- Steady
3- Normal operating conditions
4- Ash

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

۶-۳ روش اجرای آزمون

۶-۳-۱- باید فرآوری آب[1] مطابق با دستورالعمل‌های سازنده دیگ و تامین‌کننده کارخانه فرآوری آب تایید شود. هرجاکه ضروری است حینِ راه اندازی اولیه دیگ قبل از آزمون، به استثناء زمانی‌که شرایطِ 'حین نصب'[2] خوانده می‌شود (به زیربند۶-۳-۲ مراجعه شود)، سطوح طرف گاز[3] باید تمیز شوند، همچنین ورودی سوخت و نسبت هوای سوخت باید تنظیم شود و این تنظیم فشار یا مکش محفظه احتراق باید قبل از برقراری شرایط حالت پایدار، طبق شرایط ابلاغ شده سازنده دیگ محقق شود.

۶-۳-۲- هنگام انجام آزمون تحت شرایطِ'حین نصب'، مثل هر وقتی که بهره‌بردار قصد دارد که عملکرد جاری کارخانه را مشخص کند، هیچ‌گونه تنظیم‌هایی برای تجهیزات مشعل انجام نمی‌شود و هیچ تمیزکاری سطوح طرف گاز قبل از شروع آزمون اعمال نمی شود.

یادآوری- فاکتورهای مربوط به تنظیم نادرستِ[4] تجهیزات اشتعال، انتشار غبار و زبره[5]، سطوح رسوب گرفته انتقال حرارت یا تشکیل CO باید بوسیله چنین آزمون‌هایی نشان داده شده و به عنوان یک راهنما به منظور بهبود در بهره برداری، موردِ آزمون و تایید مجدد قرار گیرند. باید مقایسه ای با داده‌های عملکردی سازنده انجام گیرد.

۶-۴ الزامات حین آزمون

حینِ انجام آزمون، از بلودانِ[6] دیگ‌های بخار باید پرهیز شود و سطح آبِ در آب‌نما، حینِ شروع شرایط حالت پایدار و آزمون بعدی باید تا حد امکان پایدار باشد.

جایی‌که از تجهیزات کنترل خودکار اشتعالِ با شعله بلند و کوتاه و یا کاملاً قابل تنظیم[7]استفاده می شود، هیچ گونه تغییر دستی روی تنظیمات احتراقِ حینِآزمون نباید انجام گیرد.(به بند۵-۲ مراجعه شود)

۶-۵ مدت آزمون‌ها

پس از شروع حالت پایدار، زمان انجام آزمون باید دست‌کم به اندازه شش سری کاملِ خواندن ورودی سوخت[8]، دما و آنالیز گازهای احتراق به طول انجامد. این خواندن‌ها باید با متغیرهایی که بوسیله شرایط پایدار مجازمی باشند انجام شود (به زیربند۶-۲ مراجعه شود)

۶-۶ روش تعیین دمای گاز خروجی[9] و میزان O_2، CO_2، CO.

این روش برای تعیین دمای گاز خروجی و میزانO_2، CO_2، CO باید مطابق روش‌های بند۷ باشد.

۶-۷ تلفات تعیین نشده[10]

تلفات تعیین نشده یعنی تلفاتی که اندازه‌گیری و ارزیابی نمی‌شوند، می‌توانند پیش بیایند، اما برای این استاندارد ناچیز تلقی می‌شوند.

1- Water treatment
2- As found conditions
3- Gas side surfaces
4- Maladjustment
5- Grit
6- Blow down
7- Fully modualting
8- Six complete sets of readings of fuel input
9- Exhaust gas
10- Undetermined losses

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

۷ کاربرد ابزار دقیق و روش‌های اندازه گیری

۷-۱ ابزار دقیق

کلیه اندازه‌گیری‌ها باید با ابزار دقیق کالیبره شده[۱] مناسب، انجام شوند. ابزار دقیقِ قابل حمل و سیار باید استفاده شوند مگرآن‌که بتوان نشان داد که حسگرهای ابزار دقیق نصب شده به طور صحیح در محل خود قرار گرفته اند و این سیستم از لحاظ دقت کنترل شده باشد.
تنهاچنین ابزار اندازه‌گیری و یا ترانسدیوسرهایی[۲] باید استفاده شوند که نشانه‌ها و مقادیر خروجی آن‌ها، قابل بررسی و حدود خطاها شناخته شده باشند. این موارد باید شامل :
الف- برای ابزار،گواهی تصدیق (گواهی کالیبراسیون صادره از طرف یک مرجع) ارائه شود.
ب- ابزار قابل تصدیق که قبل و بعد از آزمون در حالت بالا رفتن و پایین آمدن[۳]واسنجی شده‌اند و یا ترجیحاً تحت شرایطی شبیه آنچه در حین آزمون است و با ابزار ذکر شده در مورد "الف"مقایسه شود.
پ- ابزار استاندارد با حدود خطای شناخته شده.
ت- دیگر ابزار تایید شده با حدودخطاهای مشخص، که کاربرد آن بین طرفین دخیل در انجام آزمون توافق شده است.
تجهیزات اندازه گیری حینِ آزمون نباید در معرض هیچ گونه تغییرات دائمی و محسوس قرار بگیرند.
خواندن‌ها می‌تواند دیجیتالی یا آنالوگ انجام شوند و اطلاعات باید به طور دستی یا خودکار ثبت شوند.
گزارش آزمون باید جزئیات ابزار به کار رفته و حدود خطای آن‌ها را بیان کند.
اگر اطلاعات با تجهیزات خودکار ثبت می‌شوند، بررسی‌های تصادفی باید انجام گیرد تا صحتِ پردازش سیگنال‌ها را تصدیق کند.

۷-۲ اندازه گیری‌های فشار

اندازه‌گیری‌های فشار باید با استفاده از فشار سنج‌ها یا ترانسدیوسرهای مناسب انجام گیرد. تا آنجا که ممکن است، اختلاف فشارها[۴] باید به طور مستقیم بوسیله درجه‌ها و ابزار مناسب اندازه‌گیری شوند (مثل مانومترهای[۵] با لوله U شکل[۶]، میکرومترهای ترانسدیوسر اختلاف فشار با لوله مورب[۷]). جیوه، آب یا دیگر مایعات با چگالی مناسب باید به عنوان سیال‌های شاخص[۸] استفاده شوند.

1- Suitable calibrated instruments
2- Transducers
3- Rising and falling
4- Differential pressures
5- Manometer
6- U-tube manometers
7- Inclined-tube micromanometers of differential pressure transducers
8- Indicating fluid

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

۷-۳ اندازه گیری دما

اندازه‌گیری‌های دما باید با استفاده از ابزاری که در قسمت ۷-۱ الف و ب گفته شد انجام پذیرد. (مانند دماسنج جیوه ای[۱]،ترموکوپل[۲]و دماسنج مقاومتی[۳]، که مورد آخر به همراه مدارهای ترانسدیوسر اندازه‌گیریِ متناسب می آید، به ردیف[1] کتاب‌نامه مراجعه شود)

۷-۴ جرم و شدت جریان جرمی

۷-۴-۱ اندازه گیری وزن

دستگاه‌های اندازه‌گیری وزن، باید قبل از انجام آزمون برای اطمینان از دقتِ لازم، مورد بررسی قرار گیرند.

۷-۴-۲ اندازه گیری حجمی

اندازه‌گیری‌های جریان حجمی باید با حجم سنج‌هایی[۴] انجام پذیرد که از قبل و احیاناً بعد از آزمون، واسنجی شده باشند. تنها حجم سنج‌های شاخص[۵] (مثل نوع بدون پروانه[۶]) برای جریان پایین دستِ[۷] پمپ‌های رفت و برگشتی[۸]، مجاز هستند. حجم یا چگالی مخصوص، باید حینِ آزمون، یکنواخت بماند.

تعیین حجم باید بوسیله مخازنی صورت گیردکه از کپسول با مخزن واسنجی شده پُر شود و به دقت اندازه گیری[۹]شده و یا با ظروف آب با حجم مشخص آزمون شده باشند.

در جاهایی‌که از مخازن حجمی استفاده می شود، حینِ آزمون، برای اختلاف دماهای آب، چگالی باید اصلاح شود و همچنین تصحیح واسنجی برای انبساط حرارتی مخزن نیز انجام پذیرد. (به طور مثال حجم یک مخزن فولادی وقتی تا دمای ۱۰۰°C گرم شود تقریبا تا ٪۰/۴ افزایش می‌یابد)

۷-۴-۳ اندازه گیری جریان

۷-۴-۳-۱ اندازه گیری جریان با اوریفیس‌ها و نازل‌ها

اندازه گیری جریان با اوریفیس‌ها و نازل‌ها باید مطابق با استاندارد EN ISO 5167-1 باشد.

با توجه به اینکه قبل از آزمون پذیرش نمی‌توان برداشتِ ابعاد و اندازه گیری داشت، لذا اندازه‌گیری ابعاد و جریان باید قبل از عملیات جوشکاری، انجام شده و نتایج ثبت شود. تناقض‌ها[۱۰] در جریان ورودی باید طبق استاندارد EN ISO 5167-1 بررسی شوند.

در جایی‌که ترانسدیوسرهای نرخِ جریان[۱۱] استفاده می شوند، مشخصات کاری تحت شرایط آزمون باید قبل از انجام آزمون تعیین و یا نمودار واسنجی رسم شود.

1- Mercury-in-glass thermometers
2- Thermocouples
3- Resistance thermometers
4- Volumetric meters
5- Genuine
6- No vane-type meters
7- Down-stream
8- Reciprocating pumps
9- Metering
10- Inconsistencies
11- Flow rate transducers

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

۷-۴-۳-۲ اندازه گیری جریان باپِراب‌های[1] سرعت

اندازه‌گیری جریان با استفاده از پِراب‌های سرعت (لوله پیتوت[2]یا باد سنج[3]) باید طبق استانداردهای ISO1217, INSO 6801, ISO 5389 انجام‌شود.

۷-۴-۴ اندازه گیری جریان دوده

برای اندازه‌گیری جریان دوده[4] در یک مقطع عرضیِ مشخص، روش مناسبی باید توافق شود. (به ردیف‌های[۲], [۴] کتاب‌نامه مراجعه شود)

۷-۴-۵ تعیین چگالی

در صورت مشخص نبودن چگالی، مقدار آن باید از جداول مناسب(ردیف[۵]کتاب‌نامه) با استفاده از متغیرهایی چون فشار و دما، و ترکیب اجزا، استخراج شود و یا مقادیر از تامین کننده ٔ گاز اخذ شود.

۷-۵ ارزش حرارتی

۷-۵-۱ ارزش حرارتی سوخت

ارزش حرارتی ناخالص ((GCV,H(G)) و خالصِ ((NCV,H(N)) سوخت‌های مایع و جامد باید طبق استاندارد1928 ISO مشخص شوند. GCV و NCV باید از طریق تجزیه گازهای شناخته شده و گازهای با ترکیب مشخص مطابق با استاندارد ISO 6976 معین شود.

۷-۵-۲ نمونه گیری سوخت‌ها[5]

نمونه‌های سوخت جامد باید طبق استاندارد1988 ISO گرفته و آماده شوند. نمونه گیری سوخت‌های مایع و گاز باید مطابق استاندارد3170 ISO انجام گیرد (به ردیف[۶] کتاب‌نامه مراجعه شود). نمونه‌های گرفته شده باید به نحو مناسبی گرید[6]،ترکیب اجزا و کیفیت سوخت مصرف شده حین انجام آزمون را بیان کند.

۷-۵-۳ ارزش حرارتی خالص و نمونه گیری کربن در خاکستر و دوده[7]

NCV کربن در خاکستر و یا دوده باید بوسیله ۶-۶-۲ و مطابق استاندارد 1928 ISO تعیین شود.

طرفین انجام آزمون ممکن است بر یک روش ساده برای تعیین NCV از میزان کربن یا تلفات حین اشتعال توافق کنند. اگر تعیین NCV مورد توافق نباشد، مقادیر مشخص شده در بند۴-۲ باید به عنوان NCV از کربن آلی کل[8]، استفاده شود.

1- Probe
2- Pitot tubes
3- Anemometers
4- Flue dust flow
5- Sampling of fuels
6- Grade
7- Flue dust
8- Total organic carbon

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

۷-۶ ترکیب شیمیایی

۷-۶-۱ سوخت‌ها

در صورت لزوم، آنالیز نهایی سوخت‌های جامد و مایع باید طبق استانداردهای : استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۷۳۸: سال۱۳۹۲، زغال سخت - تعیین رطوبت کل وISO 609، ISO 625، ISO 334، ISO 157 انجام شود. (و همچنین به ردیف[۷] کتاب‌نامه مراجعه شود)، و در مورد سوخت‌های گازی به‌وسیله آنالیز گاز صورت پذیرد.

۷-۶-۲ دوده و خاکستر

در صورت تعیین راندمان با روش تلفات حرارت برای دیگ‌های با سوخت جامد، دوده و خاکستر برای میزانِ مواد قابل اشتعال باید آنالیز شوند، به طوری که روش تعیین راندمان، مورد توافق باشد.

۷-۶-۳ گاز حاصل از احتراق[1]

ترکیب گازهای حاصل از احتراق باید به وسیلهٔ تجهیزاتی، به صورت منقطع و یا مداوم آنالیز شود که براساس مبانی شیمیایی، شیمی فیزیک و یا کاملاً فیزیکی عمل می‌کنند. این ابزار باید به نحوی طراحی شوند که پراکندگی مقادیر اندازه‌گیری شده، با سطح اطمینان ٪ ۹۵ با موارد زیرمطابقت داشته باشد :

- دی اکسیدکربن : ۰/۲± نقاط درصدی ثبت شده۲،
- اکسیژن : ۰/۱۵± نقاط درصدی ثبت شده،
- میزانِ حجمی منوکسیدکربن: ٪۱ ± از مقدار کلی بازه اندازه گیری به نحوی‌که کمتر از ۰/۰۱± نقاط درصدی ثبت شده، نشود.

جایی‌که آنالیزکننده‌های گازی خودکار مورد استفاده قرار می‌گیرند، تنظیمات حساسیت و صفرِ دستگاه که قبل از آزمون انجام شده است، باید پس از انجامِ آزمون نیز بررسی شوند.

حینِ اندازه‌گیری CO_2 با آنالیزکننده شیمیایی، این موضوع باید مد نظر باشد که میزانِCO_2 و SO_2 متناسب با گاز خشکِ حاصل از احتراق[3] اندازه گیری خواهد شد.

دمای محیط اطراف حسگر باید ثابت نگه داشته شود. در صورت استفاده از صفحات مانع تثبیت کننده دما[4]، مطابق زیربند ۷-۳ باید عمل شود.

وقتی که اندازه‌گیری‌های بدست آمده بوسیله لوله‌های با قطر بزرگ، مقادیر متغیری را در نقاط مختلف از همان مقطع عرضی در زمان آزمون مورد نظر نشان می دهد، باید بررسی شود که آیا چنین تفاوت‌هایی در ترکیب گاز حاصل از احتراق قابل قبول هست یا خیر. وگرنه مقادیر میانگین باید با استفاده از صفحات مانع، معین شوند. در انتها، مقطع عرضی باید به چند مساحت فرعیِ مساوی تقسیم شود و اطمینان حاصل شود که هیچگونه جریان عرضی و یا برگشتی در مقطع اندازه‌گیری وجود نداشته باشد. (به‌ردیف‌های[۲] و [۳]کتاب‌نامه مراجعه شود). معمولاً میانگین حسابیِ[5] مقادیر اندازه‌گیری شده باید به عنوان میانگینِ ترکیب اجزاء منظور شود.

1- Flue gas
2- Percentage points
3- Dry flue gas
4- Traverses
5- Arithmetic average

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

۸ موازنه گرمایی و راندمان حرارتی

۸-۱ کلیات

محاسبات لازم برای تکمیلِ ارزیابی عملکردِ حرارتی باید طبق معادله‌های داده شده در زیربندهای ۸-۴ تا ۸-۷ باشد.

معادله‌ها، محاسبات را بر اساس ارزش حرارتی ناخالص با زیرنویس G و خالص با زیرنویسN برای سوخت به دست می‌دهد; هر کدام از مقادیری که استفاده شده است، باید در گزارش آزمون هم عنوان شود.

یادآوری۱- یک طرح کلی برای روش محاسبه از اندازه‌گیری‌های آزمون در شکل ۶-۱-۱ آورده شده است.

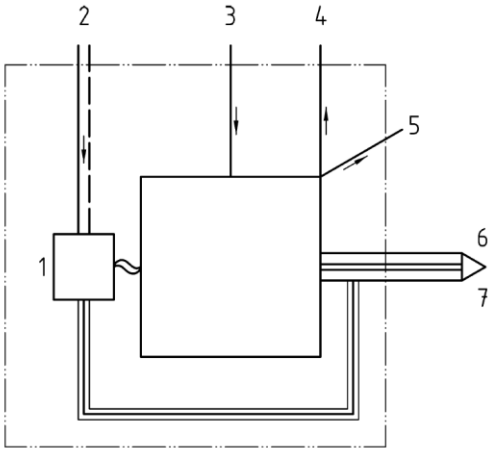
یادآوری۲- اطلاعات مورد نیاز برای تکمیل محاسبات در گزارش آزمون کاملاً جزء به جزء آمده است ،که شامل جدولی از محاسبه حرارتی است.

یادآوری۳- اطلاعات بیشتر محاسبه نسبت جرم هوای احتراق به جرم سوخت یا جرمِ گاز حاصل از احتراق به جرم سوخت و همچنین گرمای ویژه، در پیوست الف به طور خلاصه آورده شده است.

در شرایط بهره برداری عادی ، انرژی الکتریکی نباید لحاظ شود.

۸-۲ مرز بسته[1]

یک مرز بسته عادی باید شامل کل سیستم بخار- آب باشد، به شکل‌های۸-۲-۱ و ۸-۲-۲ مراجعه شود، که مبنای معادله های۸-۳ تا ۸-۷ را تشکیل می دهد.



راهنما :

۱ سوخت (m_F و $H_{(N/G)}$ و h_F)،

۲ هوای احتراق (J_A)،

۳ جریان ورودی آب داغ (Q_2)،

۴ جریان خروجی آب داغ (Q_2)،

۵ اتلاف ناشی از تشعشع و همرفتی (Q_{RC})،

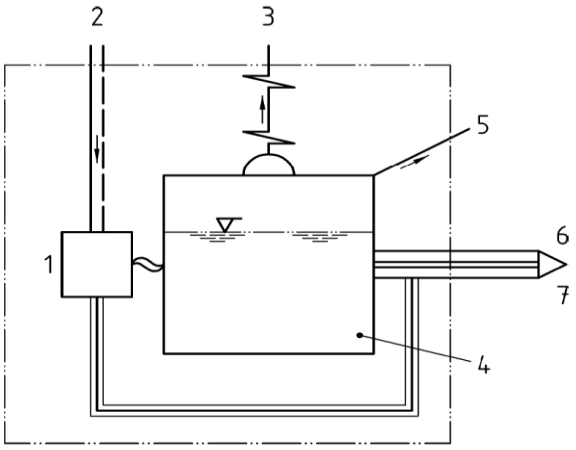
۶ اتلاف ناشی از گاز حاصل از احتراق ($Q_{(HN/G)G}$)،

۷ اتلاف ناشی از آنتالپی و مواد نسوخته در خاکستر و دوده (Q_{SF}).

شکل ۸-۲-۱ دیاگرام دیگ آب داغ با ورودی، تلفات و جریان‌های جرمی

1- Envelope boundary

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY



راهنما:

۱ سوخت (m_F و $H_{(N/G)}$ و h_F)

۲ هوای احتراق (J_A)

۳ بخار تازه($\dot{Q}_2$)

۴ جریان ورودی آب تغذیه ($\dot{m}_{FW}$,h_{FW})

۵ اتلاف ناشی از تشعشع و همرفتی (Q_{RC})

۶ اتلاف ناشی از گاز حاصل از احتراق ($Q_{(N/G)G}$)

۷ اتلاف ناشی از آنتالپی و مواد نسوخته در خاکستر و دوده (Q_{SF})

شکل ۸-۲-۲- دیاگرام دیگ بخار با ورودی، تلفات و جریان‌های جرمی

۸-۳ دمای مرجع

برای آزمون پذیرش، دمای مرجع،t_r، باید ۲۵°C باشد. تصحیح ارزش حرارتی خالص و ناخالص الزامی نمی باشد.

۸-۴ توان ورودی

۸-۴-۱ کلیات

مشخصات و معادله‌های داده شده در زیربند ۸-۴-۲ باید در آزمون‌های پذیرشی به کار رود که فقط یک سوخت استفاده می شود. لذا این روش غیرمستقیم باید به کار برده شود.

۸-۴-۲ توان ورودی متناسب با سوخت مصرف شده[1]

توان ورودی متناسب با سوخت مصرف شده $Q_{(N/Z)Ztot}$ باید شامل حرارت حاصل از سوخت (حرارت شیمیایی)، وحرارت موجود در هوای احتراق، همانطورکه در معادله‌های ۸-۴-۱و۸-۴-۲ بیان می شود، باشد:

$$\dot{Q}_{(N)Ztot} = \dot{m}_F \left[\frac{(H_{(N)}+h_F)}{(1-l_u)} + J_A\right] \qquad (۸-۴-۱)$$

$$\dot{Q}_{(N)Ztot} = \dot{m}_F H_{(N)tot}$$

$$\dot{Q}_{(G)Ztot} = \dot{m}_F \left[\frac{(H_{(G)}+h_F)}{(1-l_u)} + J_A\right] \qquad (۸-۴-۲)$$

1- Fuel burned

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

$$\dot{Q}_{(G)Ztot} = \dot{m}_F H_{(G)tot}$$

به طوری‌که :

$\dot{m}_F$ = شدت جریان جرمی سوخت

$H_{(N)}$ = ارزش حرارتی خالص NCV سوخت در دمای مرجع t_r

$H_{(G)}$ = ارزش حرارتی ناخالص GCV سوخت در دمای مرجع t_r

h_F = آنتالپی سوخت

l_u = نسبت جریان جرمی سوخت نسوخته[1] به سوخت تامین شده[2] (به بند۸-۵-۵ مراجعه شود)

J_A = آنتالپی هوای احتراق

آنتالپی سوخت h_F باید :

$$h_F = \bar{c}_F(t_F - t_r) \qquad (۸-۴-۳)$$

که :

$\bar{c}_F$= جمع انتگرالی گرمای ویژه[3] بین t_F و t_r

t_F = دمای سوخت

t_r = دمای مرجع ، $t_r = 25°C$

نسبت بین جریان جرمی سوختِ نسوخته به سوختِ تامین شده باید :

$$l_u = \frac{\dot{m}_{Fv}}{\dot{m}_{Fo}} \qquad (۸-۴-۴)$$

و آنتالپی هوای احتراق J_A باید برابر باشد با :

$$J_A = \mu_A \bar{c}_{pA}(t_A - t_r) \qquad (۸-۴-۵)$$

که :

μ_A = نسبت جرم هوای احتراق به جرم سوخت

t_A = دمای هوا در مرز بسته

$\bar{c}_{pA}$ = جمع انتگرالی گرمای ویژه بین t_A ، و t_r هوا

$\dot{m}_{Fv}$ = شدت جریان جرمی سوختِ نسوخته

$\dot{m}_{Fo}$ = شدت جریان جرمیِ سوخت

۸-۴-۳ حرارت افزوده[4]

یعنی مقادیری از حرارت به جز حرارت شیمیایی، که باید صرف‌نظر شود (به زیربند ۸-۴-۲ مراجعه شود).

۸-۵ تلفات

۸-۵-۱ کلیات

برای محاسبه تلفات، باید بین تلفاتی که متناسب با جریان سوخت هستند و آن‌هایی که چه مستقیم و چه غیرمستقیم اندازه‌گیری می شوند، تمایز قائل شد.

1- Unburned fuel
2- Supplied fuel
3- Integral specific heat
4- Heat Credits

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

۸-۵-۲ تلفات گاز حاصل از احتراق

تلفات گاز حاصل از احتراق $\dot{Q}_{(N/G)G}$ با استفاده از معادله‌های زیر باید محاسبه شوند :

$$\dot{Q}_{(N)G} = \dot{m}_F\left(J_{(N)G} - J_{(N)Gr}\right) = \dot{m}_F\left[\mu_{Gd}\bar{c}_{pGd}(t_G - t_r) + \mu_{H2O}\bar{c}_{pST}(t_G - t_r)\right] = \dot{m}_F\mu_G\bar{c}_{pG}(t_G - t_r) \qquad (۱\text{-}۵\text{-}۸)$$

$$\dot{Q}_{(G)G} = \dot{m}_F\left(J_{(G)G} - J_{(G)Gr}\right) = \dot{m}_F\left[\mu_{Gd}\bar{c}_{pGd}(t_G - t_r) + \mu_{H2O}(\mathrm{h}_{H2OG} - h_{H2Or})\right] \qquad (۲\text{-}۵\text{-}۸)$$

با :

و :

$$\mu_{H2O} = \mu_{H2OF} + \mu_{Ad}x_{H2OAd}$$

$$\mu_{H2OF} = \gamma_{H2O} + 8.937\gamma_H$$

که :

$\dot{m}_F$ = شدت جریان جرمی سوخت

$J_{(N)G}$ = آنتالپی گاز حاصل از احتراق در دمای گاز حاصل از احتراق، t_G ناشی از محاسبات NCV

$J_{(N)Gr}$ = آنتالپی گاز حاصل از احتراق در دمای مرجع، t_r ناشی ازمحاسبات NCV

$J_{(G)G}$ = آنتالپی گاز حاصل از احتراق در دمای گاز حاصل از احتراق، t_G ناشی ازمحاسبات GCV

$J_{(G)Gr}$ = آنتالپی گاز حاصل از احتراق در دمای مرجع، t_r ناشی ازمحاسباتGCV

μ_{Gd} = نسبت جرم گاز خشک حاصل از احتراق به جرم سوخت

μ_G = نسبت جرم گاز حاصل از احتراق به جرم سوخت

μ_{H2O} = نسبت جرم آب موجود در گاز حاصل از احتراق به جرم سوخت

μ_{H2OF} = نسبت جرم به‌دست آمده از سوخت (آب ذخیره شده و حاصل از احتراق) به جرم سوخت

μ_{Ad} = نسبت جرم هوای احتراق به جرم سوخت

x_{H2OAd} = میزان رطوبت هوای مرطوب بر اساس جرم هوای خشک

$$[m_A = m_{AD} + m_{H2O}\ ; x_{H2OAd} = \frac{m_{H2O}}{m_{AD}}] \quad in \quad kg/kg \qquad (۳\text{-}۵\text{-}۸)$$

γ_{H2O} = جرم H_2O در سوخت به وسیله جرم سوخت

γ_H = جرم H در سوخت بوسیله جرم سوخت

$\bar{c}_{pG}$ = جمع انتگرالی گرمای ویژه بین t_G، و t_r گاز حاصل از احتراق

$\bar{c}_{pGd}$ = جمع انتگرالی گرمای ویژه بین t_G، و t_r گازخشک حاصل از احتراق

$\bar{c}_{pST}$ = جمع انتگرالی گرمای ویژه بین t_G، و t_r رطوبت اشباع حاصل از احتراق

t_G = دمای گاز حاصل از احتراق

t_r = دمای مرجع

h_{H2OG} = آنتالپی بخار یا آب در $p_G \approx 1bar$ و دمای بخار حاصل از احتراق t_G

h_{H2Or} = آنتالپی آب در $p_r \approx 1bar$ و دمای مرجع t_r

۸-۵-۳ تلفات ناشی از CO نسوخته

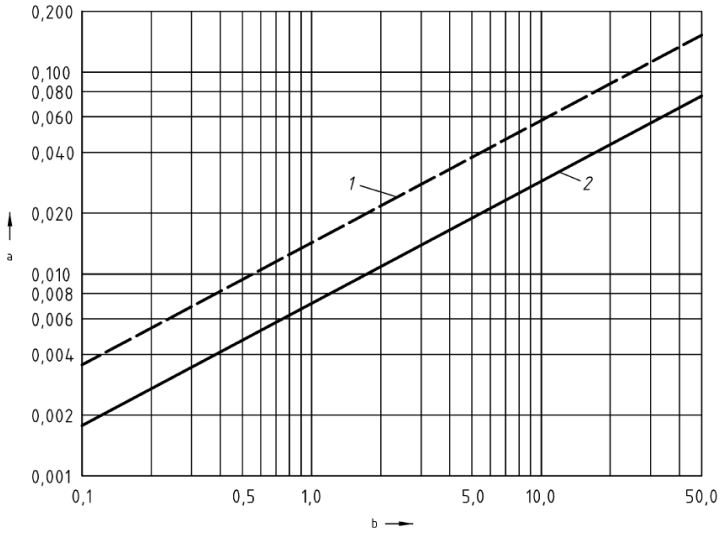
تحت شرایط عادی از اتلاف حاصل ازCO باید صرف نظر شود.

۸-۵-۴ تلفات تابشی و همرفتی

به دلیل اینکه در حالت عادی اندازه‌گیری تلفات حرارتی ناشی ازتابش و همرفتی ممکن نیست لذا باید از مقادیر تجربی استفاده شود.

اتلاف حرارتی همرفتی و تشعشع،Q_{RC}، برحسبMW، برای دیگ‌های بخار رایج باید مطابق با معادله (۸-۵-۴) و شکل ۸-۵-۱ باشد.

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY



راهنما :

۱ دیگ‌های با سوخت جامد

۲ دیگ‌های با سوخت گاز طبیعی و سوخت مایع

Q_{RC} [a]

Q_E [b]

شکل ۸-۵-۱- تلفات تابشی و همرفتی

نمودار شکل ۸-۵-۱ بر اساس معادله زیر می باشد :

$$\dot{Q}_{RC} = C\dot{Q}_E^{0.6} \qquad (۴-۵-۸)$$

که :

C = برای دیگ‌های با سوخت مایع[۱] و گاز طبیعی[۲] برابر 0.0072 و برای دیگ‌های با سوخت جامد برابر 0.0144

$\dot{Q}_E$ = توان‌خروجی مفید[۳] برحسب MW

۸-۵-۵ تلفات ناشی از آنتالپی و سوخت نسوخته در خاکستر و دوده حاصل از احتراق

برای سیستم‌هایی که با سوخت جامد می سوزند، اتلاف ناشی از آنتالپی و مواد سوختنیِ خام در خاکستر $\dot{Q}_{Ash}$ و در دوده حاصل از احتراق $\dot{Q}_{FA}$ باید لحاظ شوند.

در جایی‌که جریان‌های جرمی خاکستر و دوده حاصل از احتراق اندازه‌گیری می‌شود، تلفات $\dot{Q}_{SF}$، باید برابر باشند با :

$$\dot{Q}_{Ash} = \dot{m}_{Ash}u_{Ash}H_{(N)u} = \dot{m}_{Ash}h_{Ash} \qquad (۵-۵-۸)$$

$$\dot{Q}_{FA} = \dot{m}_{FA}u_{FA}H_{(N)u} = \dot{m}_{FA}h_{FA} \qquad (۶-۵-۸)$$

$$\dot{Q}_{SF} = \dot{Q}_{Ash} + \dot{Q}_{FA} \qquad (۷-۵-۸)$$

و نسبت جریان جرمی مواد سوختنیِ نسوخته به جریان جرم سوخت تامین شده l_u باید به شکل زیر باشد:

$$l_u = \frac{\gamma_{Ash}(1-v)(\dot{m}_{Ash}u_{Ash} + \dot{m}_{Ash} + \dot{m}_{FA}u_{FA})}{(1-\gamma_{Ash}-\gamma_{H2O})(\dot{m}_{Ash}(1-u_{Ash}) + \dot{m}_{FA}(1-u_{FA}))}$$

1- Fuel oil
2- Natural gas
3- Rated useful heat output

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

که:

$\dot{m}_{Ash}$ = جریان جرمی خاکستر

$\dot{m}_{FA}$ = جریان جرمی گاز حاصل از احتراق

u_{Ash} = میزان مواد سوختنی خام خاکستر

u_{FA} = میزان مواد سوختنیِ نسوخته گاز حاصل از احتراق

$H_{(N)u}$ = ارزش حرارتی خالص NCV مواد سوختنیِ نسوخته

γ_{Ash} = میزان خاکستر سوخت

γ_{H2O} = میزان رطوبت سوخت

V = میزان مواد فرار خاکستر

در مقابل تعریف خاکستر، عبارتVمعرفی می شود تا این حقیقت بیان شود که مقادیر بیشتر خاکستر که با نشان e شناخته شد، در دماهای بیشتر کوره تبخیر می شود.

تاکنون مشخص نشده است که تا چه درجه‌ایV تابعی از گِریدِ سوخت[1] و نوع سیستم اشتعال است. برای آزمون پذیرش پیشنهاد شده که مقدار ۵ درصد برای مشعل و سیستم‌های اشتعال باید فرض شود.

در جایی‌که نتایج اندازه‌گیری‌های ویژه در دسترس هستند، چنین اطلاعاتی در هنگام بستن قرارداد باید شناخته و در شرایط ضمانت جاری شوند.

۸-۶ تعیین راندمان با روش غیرمستقیم

۸-۶-۱ کمیت‌های تعیین شده

برای تعیین راندمان به روش غیرمستقیم، عموماً کمیت‌های زیر باید مشخص شوند:

الف- میزان مواد سوختنی، ارزش حرارتی خالصNCV و ناخالص GCV، میزان خاکستر و رطوبت، و آنالیز نهایی سوخت ،

ب- میزانO_2 یا CO_2 و CO گاز حاصل از احتراق،

پ- دمای گاز دودکش،

ت- دمای سوخت و هوای احتراق،

ث- میزان رطوبت هوای احتراق،

ج- دمای هوای محیط، دمای داخل اتاقک دیگ و فشار بارومتری،

چ- دما و جریان جرمی خاکستر تخلیه شده،

ح- سوخت نسوخته یا میزان کربن خاکستر یا ارزش حرارتی خالص و ناخالص خاکستر.

آنالیز[2] نهایی در شرایطی که سوخت گازی استفاده می‌شود، باید مشخص شود. درجایی‌که هوای احتراق و میزان گاز حاصل از احتراق به طور آماری نمی‌تواند تعیین شود. در مورد سوخت‌های جامد، سوخت مایع و گاز طبیعی، صرفاً چنین داده‌های تحلیلی مورد نیاز خواهند بود.

علاوه برکمیت‌های ذکر شده بالا تمامی پارامترها، که شرایط حالت پایدار را مستند می‌کند، (مانند فشار بخار، دمای آب) باید اندازه‌گیری شود.

1- Fuel grade
2- Analysis

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

۸-۶-۲ محاسبه راندمان

برای تعیین راندمان، گرمای ویژه به شکل زیر بیان می شود :

الف- l_G اتلاف ناشی از گاز حاصل از احتراق

$$l_{(N)G} = \frac{\dot{Q}_{(N)G}}{\dot{Q}_{(G)Ztot}} \quad (۱-۶-۸)$$

$$l_{(G)G} = \frac{\dot{Q}_{(G)G}}{\dot{Q}_{(G)Ztot}} \quad (۲-۶-۸)$$

ب- l_{RC} تلفات تابشی و همرفتی

$$l_{(N)RC} = \frac{\dot{Q}_{RC}}{\dot{Q}_{(N)Ztot}} = \frac{\dot{Q}_{RC}}{\dot{Q}_N}\eta_{(N)b} \quad (۳-۶-۸)$$

$$l_{(G)RC} = \frac{\dot{Q}_{RC}}{\dot{Q}_{(G)Ztot}} = \frac{\dot{Q}_{RC}}{\dot{Q}_N}\eta_{(G)b} \quad (۴-۶-۸)$$

پ- l_{SF} تلفات ناشی از آنتالپی و سوخت نسوخته در خاکستر و دوده حاصل از احتراق برای سوخت‌های جامد

$$l_{(N)SF} = \frac{\dot{Q}_{Ash}+\dot{Q}_{FA}}{\dot{Q}_{(N)Ztot}} \quad (۵-۶-۸)$$

$$l_{(G)SF} = \frac{\dot{Q}_{Ash}+\dot{Q}_{FA}}{\dot{Q}_{(G)Ztot}} \quad (۶-۶-۸)$$

ازاینرو راندمان می تواند به شرح زیر محاسبه شود :

$$\eta_{(N)b} = 1 - l_{(N)G} - l_{(N)RC} - l_{(N)SF} \quad (۷-۶-۸)$$

$$\eta_{(G)b} = 1 - l_{(G)G} - l_{(G)RC} - l_{(G)SF} \quad (۸-۶-۸)$$

۸-۷ توان خروجی مفید

توان خروجی مفید $\dot{Q}_E$، باید کل گرمایی باشد که در دیگ‌های بخار به آب و یا بخار منتقل می‌شود.

$$\dot{Q}_E = \eta_{(N)b}\dot{Q}_{(N)Ztot} \quad (۱-۷-۸)$$

$$\dot{Q}_E = \eta_{(G)b}\dot{Q}_{(G)Ztot} \quad (۲-۷-۸)$$

$$\dot{m}_{ST} = \frac{\dot{Q}_N}{(h_{ST}-h_{FW})} \quad (۳-۷-۸)$$

که :

$\dot{m}_{ST}$ = جریان جرمی بخار تازه

h_{ST} = آنتالپی بخار تازه

h_{FW} = آنتالپی آب تغذیه

۹ درستی

علیرغم اینکه خطاها ریزبینانه ارزیابی شده است، ممکن است فرض شود که راندمان حرارتی محاسبه شده دیگ طبق این استاندارد با انحرافِ محدودِ ٪۰/۵± نقاط درصدی می‌باشد.

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

پیوست الف
(آگاهی دهنده)
محاسبه نسبت جرم هوای احتراق به جرم سوخت یا جرم گاز حاصل از احتراق به جرم سوخت و همچنین گرمای ویژه

الف-۱- نسبت جرم هوای احتراق به جرم سوخت یا جرم گاز حاصل از احتراق به جرم سوخت

نسبت جرم هوای احتراق به جرم سوخت یا جرم گاز حاصل از احتراق به جرم سوخت (به اختصار، میزان هوای احتراق و میزان گاز حاصل از احتراق) یا بر اساس آنالیز نهایی محاسبه شده است (به معادله الف-۱-۲ مراجعه شود) و یا بوسیله روش‌های آماری (به معادله الف-۱-۳ مراجعه شود). اعلام عدم قطعیت در اندازه‌گیری ضروری است، قبل از هرچیز، مقادیر استوکیومتری زیر مشخص شوند :

μ_{Aod} = میزان هوای احتراق (برپایه خشک) (بر حسب kg/kg)

μ_{God} = میزان گاز حاصل از احتراق (برپایه خشک) (برحسب kg/kg)

V_{God} = حجم گاز حاصل از احتراق(شرایط STP) (بر پایه خشک) (برحسب m^3/kg)

μ_{CO2Go} = میزان دی اکسید کربن (برحسب kg/kg)

μ_{H2OGF} = میزان آب موجود در بخار (برحسب kg/kg)

مورد زیر نیز باید معلوم باشد :

x_{H2OAd} = (به زیربند۸-۵-۲مراجعه شود)

که از این، معادله‌های زیر بر می‌آید :

$$V_{CO2o} = \mu_{CO2o}/\rho_{nCO2} \quad \text{(الف-۱-۱)}$$

$$\hat{\gamma}_{CO2d} = V_{CO2o}/V_{God} \quad \text{(الف-۱-۲)}$$

$$\mu_{Ad} = \mu_{Aod} + \rho_{nAD}V_{God}\frac{\hat{\gamma}_{CO2d}-\gamma_{CO2d}}{\gamma_{CO2d}-\gamma_{CO2AD}} = \mu_{Aod} + \rho_{nAD}V_{God}\frac{\hat{\gamma}_{O2d}}{\gamma_{O2AD}-\gamma_{O2d}} \quad \text{(الف-۱-۳)}$$

$$V_{Gd} = V_{God} + V_{God}\frac{\hat{\gamma}_{CO2d}-\gamma_{CO2d}}{\gamma_{CO2d}-\gamma_{CO2Ad}} = V_{God}\frac{\hat{\gamma}_{CO2d}-\gamma_{CO2d}}{\gamma_{CO2d}-\gamma_{CO2Ad}} = V_{God} + V_{God}\frac{\gamma_{O2d}}{\gamma_{O2Ad}-\gamma_{O2d}} =$$

$$V_{God}\frac{\gamma_{O2Ad}}{\gamma_{O2Ad}-\gamma_{O2d}} \quad \text{(الف-۱-۴)}$$

$$\mu_{CO2} = \mu_{CO2O} + \rho_{nAD}V_{God}\frac{\hat{\gamma}_{CO2d}-\gamma_{CO2d}}{\gamma_{CO2d}-\gamma_{CO2AD}}x_{CO2Ad} = \mu_{CO2O} + \rho_{nAD}V_{God}\frac{\gamma_{O2d}}{\gamma_{O2Ad}-\gamma_{O2d}}x_{CO2Ad} \quad \text{(الف-۱-۵)}$$

$$\mu_{H2O} = \mu_{H2OF} + \mu_{Ad}x_{H2OAd} \quad \text{(الف-۱-۶)}$$

$$\mu_A = \mu_{AD}(1 + x_{H2OAd}) \quad \text{(الف-۱-۷)}$$

$$\mu_G = \mu_A + 1 - \gamma_{Ash}(1 - v) \quad \text{(الف-۱-۸)}$$

$$x_{CO2} = \mu_{CO2}/\mu_G \quad \text{(الف-۱-۹)}$$

$$x_{H2O} = \mu_{H2O}/\mu_G \quad \text{(الف-۱-۱۰)}$$

$$\bar{c}_{pG} = f(x_{H2O}, c_{CO2}, t) \quad \text{(الف-۱-۱۱)}$$

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

γ_{CO2Ad} = میزان دی اکسید کربن هوای خشک $0.00033\ m^3/m^3$
γ_{O2AD} = میزان اکسیژن هوای خشک $0.20938\ m^3/m^3$
ρ_{nCO2} = چگالی دی اکسید کربن در شرایط استاندارد $1.9770\ kg/m^3$
ρ_{nAD} = چگالی هوای خشک در شرایط استاندارد $1.2930\ kg/m^3$
x_{CO2Ad} = میزان دی اکسید کربن هوای خشک $0.000505\ kg/kg$
یادآوری- طبق استاندارد DIN 1871[8]

الف-۲-تجزیه و تحلیل نهایی

الف-۲-۱- سوخت‌های جامد و سوخت مایع

ترکیب سوخت‌های جامد و مایع با جزئیات زیر بیان می شود (برحسب kg/kg) :

γ_C = میزان کربن
γ_H = میزان هیدروژن
γ_S = میزان گوگرد
γ_O = میزان اکسیژن
γ_N = میزان نیتروژن
γ_{H2O} = میزان آب
γ_{Ash} = میزان خاکستر

که مجموع اجزاء تشکیل دهنده برابر است با یک، یعنی :

$$\sum \gamma_i = 1 \qquad \text{(الف-۲-۱)}$$

برای سوخت‌های مایع در بیشتر موارد معادله $\gamma_C + \gamma_H = \gamma_{CH}$ شناخته شده است. برای دستیابی به محاسبات نهایی مقادیر زیر استفاده می شوند :

$$\gamma_C = 0.86\,\gamma_{CH}$$
$$\gamma_H = 0.14\,\gamma_{CH}$$

اگر معادله $\gamma_C + \gamma_H = \gamma_{CH}$ برای سوخت‌های جامد نیز داده شود مقادیر زیر به کار برده می شوند :

$$\gamma_H = 0.015(1 - \gamma_{Ash} - \gamma_{H2O}) \qquad \text{(الف-۲-۲)}$$
$$\gamma_C = \gamma_{CH} - \gamma_H$$

مقادیر زیر محاسبه می شوند :

$$\mu_{Aod} = 11.5122\gamma_C + 34.297\gamma_H + 4.3129\gamma_S + 4.3212\gamma_O \qquad \text{(الف-۲-۳)}$$
$$\mu_{God} = 12.5122\gamma_C + 26.3604\gamma_H + 5.3129\gamma_S + 4.3212\gamma_O + 1.0\gamma_N \qquad \text{(الف-۲-۴)}$$
$$V_{God} = 8.8930\gamma_C + 20.9724\gamma_H + 3.3190\gamma_S + 2.6424\gamma_O + 07997\gamma_N \qquad \text{(الف-۲-۵)}$$
$$\mu_{CO2o} = 3.6699\gamma_C + 0.0173\gamma_H + 0.0022\gamma_S + 0.0022\gamma_O \qquad \text{(الف-۲-۶)}$$
$$\mu_{H2OFfuell} = 8.9370\gamma_H + 1.0\gamma_{H2O} \qquad \text{(الف-۲-۷)}$$

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

الف-۲-۲- سوخت‌های گازی

ارزش حرارتی با آزمون و یا تجزیه سوخت گازی معین می شود. خواص سوخت‌های گازی در جدول الف-۲-۱ داده شده است.

جدول الف-۲-۱-خواص سوخت‌های گازی

نوع گاز		جرم مولی M kg/kmol	حجم مولی Vmn m3/kmol	چگالی ρn kg/m3	ثابت گاز R kJ/kg/K	GCV H(G)N MJ/m3	NCV H(N)n MJ/m3	GCV H(G) MJ/kg	NCV H(N) MJ/kg
اجزاء	توضیحات								
yCO	میزان منوکسید کربن	28,010 4	22,400	1,250 5	0,296 65	12,633	12,633	10,103	10,103
yH_2	میزان هیدروژن	2,015 8	22,428	0,089 98	4,127 23	12,745	10,783	141,800	119,971
yCH_4	میزان متان	16,042 8	22,360	0,717 5	0,517 03	39,819	36,883	55,499	50,013
yC_2H_4	میزان اِتن	28,053 6	22,245	1,261 1	0,294 14	63,414	59,458	50,284	47,147
yC_2H_6	میزان اتان	30,069 3	22,191	1,355 0	0,273 76	70,293	64,345	51,876	47,486
yC_3H_6	میزان پروپن	42,080 4	21,998	1,912 9	0,193 92	93,575	87,575	48,918	45,781
yC_3H_8	میزان پروپان	44,096 2	21,928	2,011 0	0,184 46	101,242	93,215	50,346	46,354
yC_4H_{10}	میزان بوتان	58,123 0	21,461	2,708 3	0,136 97	134,061	123,809	49,500	45,715
yN_2	میزان نیتروژن	28,013 4	22,403	1,250 4	0,296 66	0,000	0,000	0,000	0,000
yCO_2	میزان دی اکسید کربن	44,009 8	22,261	1,977 0	0,187 63	0,000	0,000	0,000	0,000
yO_2	میزان اکسیژن	31,998 8	22,392	1,429 0	0,259 68	0,000	0,000	0,000	0,000
yH_2S	میزان سولفید هیدروژن	34,076 0	22,192	1,535 5	0,241 68	25,336	23,353	16,500	15,209

یادآوری- براساس چگالی درشرایط استاندارد (به ردیف‌های *[9]* , *[8]* کتاب‌نامه مراجعه شود)

اگر C_mH_n مجموع هیدروکربن‌های بالاتری برای یک نوع خاص سوخت گازی است، مقادیر مربوط به پروپن (C_3H_6) در محاسبات وارد می شود.

طبق معادله زیر مجموع اجزا برابر یک می باشد یعنی :

$$\sum y_i = 1 \qquad \text{(الف-۲-۸)}$$

چگالی سوخت گازی در شرایط استاندارد به صورت زیر بیان می شود (برحسب kg/m^3) :

$$\rho_n = \sum y_i \ \rho_{ni} \qquad \text{(الف-۲-۹)}$$

نسبت‌های جرمی به ترتیب زیر محاسبه می شوند :

$$x_i = y_i \ \rho_{ni} / \rho_n \qquad \text{(الف-۲-۱۰)}$$

ارزش حرارتی نیز برابر است با :

$$H_{(G)n} = \sum H_{(G)ni} \ y_i \qquad \text{(الف-۲-۱۱)}$$

$$H_{(N)n} = \sum H_{(N)ni} \ y_i \qquad \text{(الف-۲-۱۲)}$$

$$H_{(G)} = \sum H_{(G)i} \ x_i \qquad \text{(الف-۲-۱۳)}$$

$$H_{(N)} = \sum H_{(N)i} \ x_i \qquad \text{(الف-۲-۱۴)}$$

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

جدول الف-۲-۲- میزان گاز حاصل از احتراق و هوای احتراق، حجم گاز حاصل از احتراق، میزان بخار آب و CO_2 سوخت گازی

	μ_{Aod} kg/kg	μ_{God} kg/kg	V_{God} m^3/kg	μ_{CO2o} kg/kg	μ_{H2OF} kg/kg
CO	2,46825	3,46825	2,30404	1,57244	—
H_2	34,29736	26,36036	20,97240	0,01731	8,93700
CH_4	17,23826	15,99234	11,92859	2,75201	2,24592
C_2H_4	14,78668	14,50234	10,62890	3,14501	1,28434
C_2H_6	16,09464	15,29728	11,32231	2,93534	1,79736
C_3H_8	15,67859	15,04442	11,10174	3,00203	1,63417
C_4H_{10}	15,46334	14,91360	10,98763	3,03654	1,54975
C_3H_6	14,78668	14,50234	10,62890	3,14501	1,28434
H_2S	6,08668	6,55801	4,36332	0,00307	0,52868
O_2	–4,32120	–3,32120	–2,64236	–0,00218	—
N_2	—	1,00000	0,79972	—	—
CO_2	—	1,00000	0,50582	1,00000	—

تبدیل NCV به GCV مطابق با معادله‌های زیر می باشد :

$$H_{(N)} = H_{(N)n}\ \rho_n \quad \text{(الف-۲-۱۵)}$$

$$H_{(G)} = H_{(N)} + \mu_{H2OF}\ L_r \quad \text{(الف-۲-۱۶)}$$

$$H_{(N)n}[MJ/m^3] = H_{(N)n}\,[kWh/m^3]3.6 \quad \text{(الف-۲-۱۶)}$$

که :

$H_{(N)n}$ برابر است با NCVبرحسب kJ/m^3 یا MJ/m^3 . (که $MJ/m^3 = 3.6[kWh/m^3]$)

$H_{(N)}$ برابر است با NCVبرحسب kJ/kg یا MJ/kg .

$H_{(G)n}$ برابر است با GCVبرحسب kJ/m^3 یا MJ/m^3 .

$H_{(G)}$ برابر است با GCVبرحسب kJ/kg یا MJ/kg .

L_r برابر است با گرمای نهان ویژه برحسب kJ/kg دردمای 25°c . $L_r = 2442.5kJ/kg$

$$\mu_{Aod} = \sum \mu_{Aodi} x_i \quad \text{(الف-۲-۱۸)}$$

$$\mu_{God} = \sum \mu_{Godi} x_i \quad \text{(الف-۲-۱۹)}$$

$$V_{God} = \sum V_{Godi} x_i \quad \text{(الف-۲-۲۰)}$$

$$\mu_{CO20} = \sum \mu_{CO20i} x_i \quad \text{(الف-۲-۲۱)}$$

$$\mu_{H2OF} = \sum \mu_{H2OFi} x_i \quad \text{(الف-۲-۲۲)}$$

مقادیر این پارامترها در جدول الف-۲-۲ آمده است.

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

الف-۳-تجزیه و تحلیل آماری[1]

محاسبه احتراق آماری برپایه وابستگی تجربیِ نسبت‌های جریان جرمی به ارزش حرارتی است. در این متن، ارزیابی با نمونه‌های سوختی از کشورهای مختلف در سراسر دنیا یک رابطه کاربردی معمول[2]نمایش داده می شود. به خاطر اینکه تعداد زیادی از اندازه‌گیری‌های غیر وابسته استفاده شد و تعادل‌های جرمی به درستی اجرا شد، نتیجه از درجه بالایی از دقت برخوردار است. تحقیق، شامل نمونه‌هایی با میزان خاکستر تا ۳۰ درصد می‌شود.

یادآوری- سوخت‌های جامد نیازمند ملاحظه ویژه ای هستند.

الف- سوخت مایع

$H_{(N)} = NCV \quad [MJ/kg]$
$H_{(G)} = GCV \quad [MJ/kg]$

$$\mu_{Aod} = 0.43973 + 0.32426H_{(N)} \quad \text{(الف-۳-۱)}$$
$$\mu_{Aod} = 1.78457 + 0.27471H_{(G)} \quad \text{(الف-۳-۲)}$$
$$\mu_{God} = 3.44402 + 0.25041H_{(N)} \quad \text{(الف-۳-۳)}$$
$$\mu_{God} = 4.48259 + 0.21215H_{(G)} \quad \text{(الف-۳-۴)}$$
$$V_{God} = 1.76435 + 0.20060H_{(N)} \quad \text{(الف-۳-۵)}$$
$$V_{God} = 2.59630 + 0.16994H_{(G)} \quad \text{(الف-۳-۶)}$$
$$\mu_{CO20} = 2.50314 + 0.01510H_{(N)} \quad \text{(الف-۳-۷)}$$
$$\mu_{CO20} = 2.56579 + 0.01280H_{(G)} \quad \text{(الف-۳-۸)}$$
$$\mu_{H2OF} = 2.00428 + 0.07384H_{(N)} \quad \text{(الف-۳-۹)}$$
$$\mu_{H2OF} = 1.69803 + 0.06256H_{(G)} \quad \text{(الف-۳-۱۰)}$$

ب- گاز طبیعی

$H_{(N)} = NCV \quad [MJ/kg]$
$H_{(G)} = GCV \quad [MJ/kg]$

$$\mu_{Aod} = -0.06303 + 0.34516H_{(N)} \quad \text{(الف-۳-۱۱)}$$
$$\mu_{Aod} = 0.00389 + 0.31073H_{(G)} \quad \text{(الف-۳-۱۲)}$$
$$\mu_{God} = 1.01490 + 0.29979H_{(N)} \quad \text{(الف-۳-۱۳)}$$
$$\mu_{God} = 1.06627 + 0.26988H_{(G)} \quad \text{(الف-۳-۱۴)}$$
$$V_{God} = 0.64972 + 0.22553H_{(N)} \quad \text{(الف-۳-۱۵)}$$
$$V_{God} = 0.68836 + 0.20304H_{(G)} \quad \text{(الف-۳-۱۶)}$$
$$\mu_{CO20} = 0.55157 + 0.04482H_{(N)} \quad \text{(الف-۳-۱۷)}$$
$$\mu_{CO20} = 0.55925 + 0.04035H_{(G)} \quad \text{(الف-۳-۱۸)}$$
$$\mu_{H2OF} = 0.07793 + 0.04537H_{(N)} \quad \text{(الف-۳-۱۹)}$$
$$\mu_{H2OF} = 0.07016 + 0.04084H_{(G)} \quad \text{(الف-۳-۲۰)}$$

1- Statistical analysis
2- Common functional coherence

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

الف-۴-گرمای ویژه گاز حاصل از احتراق و هوای احتراق

گرمای ویژه گاز حاصل از احتراق و هوای احتراق نشان داده شده در شکل الف-۴-۱ به صورت زیر محاسبه می شود :

$$\bar{c}_{pG0} = \bar{c}_{pAd0} + P_{1m}x_{H2O} + P_{2m}x_{CO2} \quad \text{(الف-۴-۱)}$$

$$\bar{c}_{pA0} = \bar{c}_{pAd0} + P_{1m}x_{H2OA} \quad \text{(الف-۴-۲)}$$

$$\bar{c}_{pGd0} = \bar{c}_{pAd0} + P_{2m}x_{CO2} \quad \text{(الف-۴-۳)}$$

$$\bar{c}_{pAd0} = a + \frac{b}{2}t + \frac{c}{3}t^2 + \frac{d}{4}t^3\frac{e}{5}t^4 + \frac{f}{6}t^5 \quad \text{(الف-۴-۴)}$$

$$P_{1m} = a1 + \frac{b1}{2}t + \frac{c1}{3}t^2 + \frac{d1}{4}t^3 + \frac{e1}{5}t^4 \quad \text{(الف-۴-۵)}$$

$$P_{2m} = a2 + \frac{b2}{2}t + \frac{c2}{3}t^2 + \frac{d2}{4}t^3 + \frac{e2}{5}t^4 \quad \text{(الف-۴-۶)}$$

که :

$\bar{c}_{pG0}$ = جمع انتگرالی گرمای ویژه گاز حاصل از احتراق ، $0°c \sim t°c$ ، برحسب $[kJ/kgK]$

$\bar{c}_{pAd0}$ = جمع انتگرالی گرمای ویژه هوای خشک، $0°c \sim t°c$ ، برحسب $[kJ/kgK]$

$\bar{c}_{pA0}$ = جمع انتگرالی گرمای ویژه هوای مرطوب، $0°c \sim t°c$ ، برحسب $[kJ/kgK]$

$\bar{c}_{pGd0}$ = جمع انتگرالی گرمای ویژه گاز حاصل از احتراق خشک، $0°c \sim t°c$ ،برحسب $[kJ/kgK]$

x_{H2OA} = میزان آب هوای مرطوب، برحسب $[kg/kg]$ و $x_{H2OA} = x_{H2OAd}/(1 + x_{H2OAd})$

ضرایب چند جمله ای طبق جدول الف-۴-۱ و شکل الف-۴-۱ بوده و با بازه‌های زیر معتبر هستند :

$0 < x_{H2OA} < 0.3$

$0 < x_{CO2} < 0.25$

$0°c < t < 1200°c$

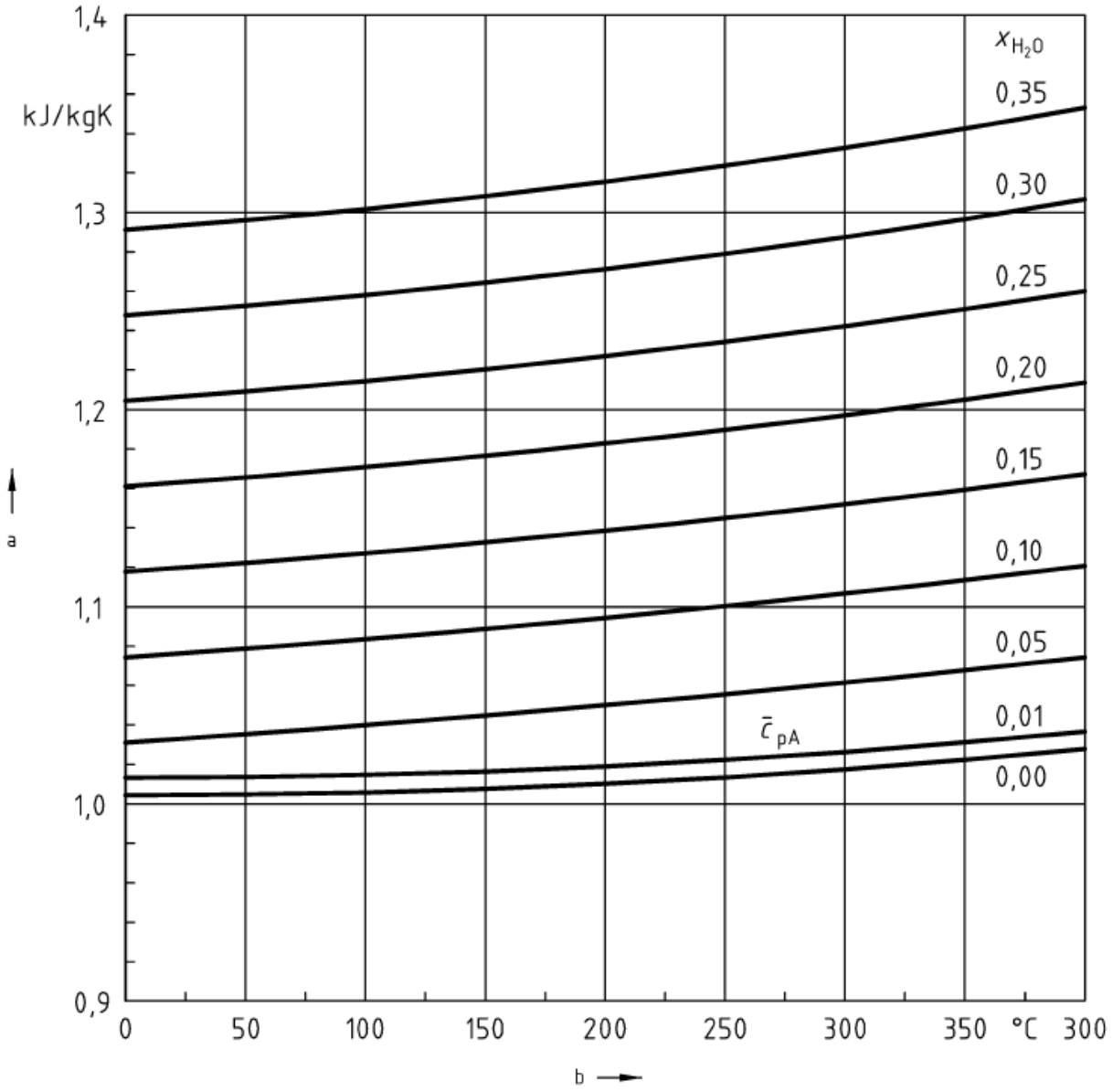
جمع انتگرالی گرمای ویژه بین دماهای t_1 و t_2 با معادله زیر داده می‌شود :

$$\bar{c}_p = \frac{\bar{c}_{p0}(t1)t1 - \bar{c}_{p0}(t2)t2}{t1 - t2} \quad \text{(الف-۴-۷)}$$

جدول الف-۴-۱ - ضرایب چندجمله ای برای تعیین مقادیر جمع انتگرالی ارزش حرارتی ویژه

coefficients (A—43)		coefficients (A—44)		coefficients (A—45)	
a	0,100 417 3 E + 01	a_1	0,855 453 5	a_2	– 0,100 231 1
b	0,191 921 0 E – 04	b_1	0,203 600 5 E – 03	b_2	0,766 186 4 E – 03
c	0,588 348 3 E – 06	c_1	0,458 308 2 E – 06	c_2	– 0,925 962 2 E – 06
d	– 0,701 118 4 E – 09	d_1	– 0,279 808 0 E – 09	d_2	0,529 349 6 E – 09
e	0,330 952 5 E – 12	e_1	0,563 441 3 E – 13	e_2	– 0,109 357 3 E – 12
f	– 0,567 387 6 E – 16				

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY



راهنما :

a جمع انتگرالی گرمای ویژه گاز حاصل از احتراق ، $\bar{c}_{pG}$ و جمع انتگرالی گرمای ویژه هوای احتراق $\bar{c}_{pA}$

b دما t

شکل الف-۴-۱- جمع انتگرالی گرمای ویژه گاز حاصل از احتراق و هوای احتراق به عنوان تابعی از دما

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

پیوست ب
(الزامی)
دیگ‌هایی که با گرمای اتلافی کار می‌کنند

ب-۱ کلیات

این پیوست کاربرد دیگ‌های با گرمای اتلافی‌ای[1] را پوشش می‌دهد که گرمای مورد نیاز، از گازهای هدر رفته که از میان دیگ عبور می‌کنند حاصل می شود.

گازهای عبور کننده از داخل دیگ ممکن است از منابع مختلفی مانند توربین‌های گازی، موتورهای رفت و برگشتی، زباله سوزها و کوره‌ها تامین شوند.

ب-۲ توان‌خروجی مفید

اگر از تلفات ناشی از تشعشع و همرفتی دیگ صرف‌نظر شود، توان‌خروجی مفید $\dot{Q}_N$، برابرحرارت گازهای اتلافی[2] می باشد.

$$\dot{Q}_N = \dot{Q}_Z \qquad (ب-۲-۱)$$

تلفات ناشی از تشعشع و همرفتی در یک دیگ بخارِ با گرمای اتلافی از درجه اهمیت کمی برخوردار هستند، اما تلفات ناشی از نشت دود ازمیان دمپرهای موجود در مسیر انحرافی و غیره باید مد نظر قرار گیرند.

اتلاف $\dot{Q}_{RC}$ می تواند تقریبا براساس شکل۸-۵-۱و با استفاده از منحنی ۱ و ثابت C برای دیگ‌های با سوخت زغال سنگ باشد.

$$\dot{Q}_N = \dot{Q}_Z - \dot{Q}_{RC} \qquad (ب-۲-۲)$$

ب-۳- توان حرارتی حاصل از گازهای اتلافی

توان حرارتی حاصل از دود و گازهای اتلافی برابر است با :

$$\dot{Q}_Z = \dot{m}_G . \bar{c}_{pG}(t1 - t2) \qquad (ب-۳-۱)$$

که :

$\dot{m}_G$ = جریان جرمی گازهای اتلافی

$\bar{c}_{pG}$ = جمع انتگرالی گرمای ویژه بین دماهای t_1وt_2 (به معادله الف-۴-۷مراجعه شود)

t_1 = دمای گازها در ورودی دیگ

t_2 = دمای گازها در خروجی دیگ

جمع انتگرالی ظرفیت گرمایی ویژه برای یک مخلوط، باید به شکل زیر تعیین شود :

$$\bar{c}_{pG} = \sum_{i=1}^{n} x_i \, C_{pi} \qquad (ب-۳-۲)$$

C_{pi} = جمع انتگرالی ظرفیت گرمایی ویژه جزءi بین t_1 و t_2

x_i = میزان جزء مخلوط بوسیله جرم

n = تعداد اجزاء

در روشی مشابه با آنچه در الف-۴ آمد، جمع انتگرالی ظرفیت گرمایی ویژه هرجزء، بین ۲۷۳/۱۵K و t (کلوین) می تواند به صورت زیر باشد :

1- Waste heat boilers
2- Waste gases

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

$$C_{pi} = a + bt + ct^2 + dt^3 + et^4 \qquad (ب-۳-۳)$$

ضرایب چند جمله ای برای گازهای رایج در جدول ب-۳-۱ در زیر آمده است:

جدول ب-۳-۱- ضرایب چند جمله ای برای تعیین مقادیر جمع انتگرالی گرمای ویژه

Gas	a	b	c	d	e
CO_2	$4{,}102\,5 \cdot 10^{-1}$	$1{,}961 \cdot 10^{-3}$	$-2{,}029 \cdot 10^{-6}$	$1{,}199\,7 \cdot 10^{-9}$	$-3{,}077\,5 \cdot 10^{-13}$
H_2O	1,921 2	$-7{,}972\,6 \cdot 10^{-4}$	$2{,}633\,8 \cdot 10^{-6}$	$-2{,}122\,9 \cdot 10^{-9}$	$6{,}577\,6 \cdot 10^{-13}$
O_2	$9{,}668\,1 \cdot 10^{-1}$	$-6{,}542\,4 \cdot 10^{-4}$	$2{,}230\,9 \cdot 10^{-8}$	$-2{,}157\,8 \cdot 10^{-9}$	$7{,}041\,3 \cdot 10^{-13}$
N_2	$1{,}096\,9 \cdot 10^{0}$	$3{,}961\,2 \cdot 10^{-4}$	$7{,}874\,9 \cdot 10^{-7}$	$-2{,}902\,6 \cdot 10^{-10}$	$-2{,}964\,7 \cdot 10^{-14}$
SO_2	$4{,}152\,7 \cdot 10^{-1}$	$7{,}280\,1 \cdot 10^{-4}$	$-3{,}214\,9 \cdot 10^{-8}$	$-5{,}432\,7 \cdot 10^{-10}$	$2{,}754\,3 \cdot 10^{-13}$
Ar	C_p آرگون در 0,519kJ/(kgK) ثابت است				

ب-۴- توان حرارتی ورودی

گرمای موجود درگازهای ورودی به دیگ در t_1°C باید طبق معادله زیر مشخص شود:

$$\bar{C}_{Ztot} = \dot{m}_G . \bar{c}_{pG1} t1 \qquad (ب-۴-۱)$$

که :

$\bar{c}_{pG1}$ = جمع انتگرالی گرمای ویژه بین 0°C و t_1°C

ب-۵- راندمان حرارتی

راندمان حرارتی دیگ باید به شرح زیر تعیین شود :

$$\eta_B = \frac{\dot{Q}_N}{\dot{Q}_{Ztot}} \qquad (ب-۵-۱)$$

ب-۶- روش‌های اندازه گیری

ب-۶-۱- جریان جرمی گاز

در جایی‌که عملی باشد، جریان جرمی گاز با روش اشاره شده در زیربند ۷-۴-۳-۲ باید اندازه‌گیری شود. به هر حال جریان جرمی گاز قبل از آزمون باید به طور قراردادی توافق شود.

یادآوری- اگر دیگ برای یک جریان جرم خاص طراحی شده است، ساده تر است که مقدار داده شده را به منظور آزمون بپذیریم.

ب-۶-۲- دمای گاز

از روش‌های ذکر شده در بند۷-۳ استفاده شود.

ب-۶-۳-ترکیب گاز

این مورد یا باید با روش‌های ذکر شده در زیربند ۷-۶-۳ انجام شود و یا با محاسبات تعیین شود، یا اینکه در قرارداد قبل از آزمون توافق شود.

یادآوری- اگر دیگ برای یک ترکیب گاز خاص طراحی شده باشد، ساده تر است که تحلیل را به منظور آزمون بپذیریم.

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

کتاب‌نامه

[1] Directive 97/23/EC of the European Parliament and of the Council of 29 May 1997 on the approximation of thelaws of the Member States concerning pressure equipment; OJEC, L181.

[2] EN 764-1, Pressure equipment - Part 1:Terminology - Pressure, temperature, volume, nominalsize

[3] EN 764-2, Pressure equipment - Part 2: Quantities, symbols and units

[4] EN 12953-2, Shell boilers - Part 2: Materials for pressure parts of boilers and accessories

[5] EN 14222, Stainless steel shell boilers

[6] EN 14394, Heating boilers - Heating boilers with forced draught burners - Nominal heat output notexceeding 10 MW and maximum operating temperature of 110°*C*

[7] EN 45510-3-2, Guide for procurement of power station equipment - Part 3-2: Boilers – Shell boilers

[8] EN 764-3:2002, Pressure equipment - Part 3: Definition and parties involved

[9] CEN/TS 764-6:2004, Pressure equipment - Part 6: Structure and content of operating instructions

[10] EN 12953-7:2002, Shell boilers - Part 7: Requirements for firing systems for liquid and gaseous fuels for theboiler

[11] EN 12953-8:2001, Shell boilers - Part 8: Requirements for safeguards against excessive pressure

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY