آذر ۱۳۹۸	*IGS-M-PM-113(0)
پیشنویس غیرقابل استناد	Final Draft

شرکت ملی گاز ایران

مدیریت پژوهش و فنآوری

امورتدوین استانداردها

IGS

این مشخصات فنی خرید با توجه به تجربیات عملی و فنی کارشناسان شرکت ملی گاز تهیه گردیده و استفاده از آن به مدت ۱ سال از زمان انتشار الزامی نبوده و صرفاً جهت راهنمایی می باشد. از کلیه کاربران محترم این استاندارد درخواست می گردد نظرات اصلاحی خود را جهت بررسی به امور تدوین استانداردها اعلام نمایند.بدیهی است پس از زمان مقرر اقدامات مقتضی بمنظور اخذ مصوبه ه .م .م جهت الزامی نمودن آن ، صورت خواهد پذیرفت.

تعیین بازده حرارتی و راهنمای مصرف انرژی دستگاه گرمکن آبی غیر مستقیم گاز (مشعل دمنده دار و اتمسفریک)

Determine Termal Efficiency and Energy Consumption of the Indirect Water Heater (Force , Natural Draught)

پیشگفتار

۱. این استاندارد/دستورالعمل به منظور استفادهٔ خصوصی در شرکت ملی گاز ایران و شرکت های فرعی وابسته تهیه شده است.

۲. شرکت ملی گاز ایران در مورد نیازهای عمومی از استانداردهای وزارت نفت (IPS) و در مورد نیازهای اختصاصی از استانداردهای اختصاصی خود (IGS) استفاده می‌کند.

۳. استانداردهای شرکت ملی گاز ایران (IGS) با نظارت کمیته‌های تخصصی استاندارد، متشکل از کارشناسان و مشاوران بخش های مختلف تهیه می‌شود و توسط شورای استاندارد (منتخب هیئت مدیره شرکت ملی گاز ایران) به تصویب می‌رسند.

۴. در تنظیم متن استانداردهای (IGS)، از همهٔ منابع شناخته شدهٔ علمی معتبر، اطلاعات فنی-تخصصی مربوط به صنایع گاز دنیا، مشخصات فنی تولیدات سازندگان معتبر جهانی و نیز از نتیجه پژوهش ها و تجاربه های کارشناسان داخلی بر حسب مورد استفاده می‌شود. همچنین به منظور استفاده از هر چه بیشتر از تولیدات ملی، قابلیت های زارندگان داخلی نیز مورد توجه قرار می‌گیرد.

۵. استانداردها به طور متوسط هر ۵ سال یک بار و یا در صورت ضرورت، زودتر، بازنگری و به روز رسانی می‌شود. بنابراین کاربران باید همیشه آخرین نگارش را مورد استفاده قرار دهند.

۶. هرگونه نظر و یا پیشنهاد اصلاح در مورد استانداردها مورد استقبال و بررسی قرار خواهد گرفت و پس از تأیید، استانداد مربوطه نیز بازنگری خواهد شد.

تعاریف عمومی

در متن استانداردهای (IGS) از تعاریف و اصطلاحات زیر استفاده می‌شود:

۱. "شرکت" (COMPANY) : منظور، "شرکت ملی گاز ایران" و یا شرکت های فرعی وابسته می‌باشد.

۲. "فروشنده" (SUPPLIER/VENDOR) : به فرد یا مؤسییه ای گفته می‌شود که نسبت به شرکت متعهد شده است.

۳. "خریدار" (PURCHASER) : منظور، "شرکت ملی گاز ایران" و یا شرکت های فرعی وابسته می‌باشد.

۴. "SHALL": در مواردی به کار برده می‌شود که انجام خواستهٔ مورد نظر اجباری باشد.

۵. "SHOULD": در مواردی به کار برده می شود که انجام خوا ستهٔ مورد نظر ترجیحی و در عین حال اختیاری باشد.

۶. "MAY": در مواردی به کار برده می‌شود که انجام کار به شکل مورد بحث نیز پذیرفته می‌باشد.

- آدرس اینترنتی (http://igs.nigc.ir) ، آدرس الکترونیکی (igs@nigc.ir)

فهرست

عنوان **صفحه**

۱- هدف و دامنهٔ کاربرد ۳
۲- منابع ۳
۳- تعاریف و اصطلاحات ۴
۴- نمادها و واحدها ۶
۵- الزامات ۸
۶- روش های آزمون ۱۰
۷- برچسب راهنمای مصرف انرژی ۲۰
۸- پیوست الف - روش انجام آزمون برای گرمکن‌های در حال بهره‌برداری ۲۳
۹- پیوست ب - تعیین مقدار ظرفیت گرمایی ویژه گاز طبیعی ۲۵

Draft

۱- هدف و دامنهٔ کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین معیارها و مشخصات فنی مصرف انرژی برای گرمکن‌های گاز (غیر مستقیم-آبی) که در ایستگاه‌های تقلیل فشار گاز طبیعی کاربرد دارند، می‌باشد. همچنین در این استاندارد مشخصه های مصرف انرژی گرمکن ها مانند مصرف انرژی سالیانه، بازده کل و روش‌های اندازه‌گیری آنها و مشخصات برچسب "راهنمای مصرف انرژی" ارائه می‌گردد. شرایط مشخص شده در آزمون‌ها و روابط مطرح شده در محاسبات مربوط به بازده انرژی، برای تعیین معیار مصرف انرژی این تجهیز استفاده می-شوند. این استاندارد امکان مقایسه گرمکن‌های گاز را با شاخص "بازده انرژی" به همراه مشخصه‌های برچسب راهنمای مصرف انرژی فراهم می آورد.

۲- منابع

در تهیه این استاندارد منابع زیر مورد استفاده قرار گرفته اند:

۲-۱- منابع اجباری

1- ISO 13443:1996,"Natural gas- standard reference conditions".

2- ISO 6976. Natural gas:1997, "Calculation of calorific values, density, relative density and Wobbe index from composition".

3- AS 4556-2000, "Indirect gas-fired ducted air heaters, Australian Standard".

4- IGS-M-PM-104(2), "Standard Specification for natural draught indirect water bath heaters to be used in natural gas pressure reducing stations".

5- IGS-M-PM-106(0), "Standard Specification for Forced Draught Indirect Water Bath Heaterto be used in natural gas pressure reducing stations".

6- IGS-M-CH-033(1), "Specification for Iranian Natural Gas Quality".

7- ISIRI1220-2, "Vented gas space heaters Technical specification and test method for energy consumption and energy labelinginstruction.Institute of Standards and Industrial Research of Iran".

۲-۲- منابع اطلاعی

1- ISIRI12885, "Non – domestic gas fired forced convection air heaters for space heating not exceeding a net heat input of 300kW -Technical specification and test method for energy consumptionand energy labeling instruction, Institute of Standards and Industrial Research of Iran".

2- **ISIRI1219,**"Gas-fired storage water heaters for the production of domestic hot water-Specifications and test methods.Institute of Standards and Industrial Research of Iran".

3- **ISIRI1828-2,** "Instantaneous Gas Water heaters, Test method for energy consumptionand energy labeling instruction, Institute of Standards and Industrial Research of Iran".

4- **ISIRI14763,** ''Boiler and burner assembly, Criteria for energy consumption and energy labeling instruction, Institute of Standards and Industrial Research of Iran".

5- **ISIRI4473,** ''Boilers for central heating and indirect hot water supply, method for capacity and efficiency, Institute of Standards and Industrial Research of Iran".

6- **AGA8-DC92,** " EoS.Compressibility and super compressibility for natural gas and other hydrocarbon gases".

7- **AGA7,** *"*Measurement of Gas by Turbine Meters**,** Transmission Measurement Committee Report, 2001".

- **آخرین ویرایش استانداردهای فوق باید مد نظر قرار گیرد .**

۳– تعاریف و اصطلاحات

در این استاندارد اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می روند:

۳–۱– گاز طبیعی

مشخصات گاز طبیعی می‌بایست بر اساس استاندارد IGS-M-CH-033(1) باشد.

۳–۲– شرایط استاندارد

شرایط مبنا که بر اساس استاندارد (ISO13443) مطابق زیر است:

فشار استاندارد: ۱۰۱/۳۲۵ کیلو پاسکال (۱۴/۶۹۶ پوند بر اینچ مربع)

دمای استاندارد: ۱۵/۵۶ درجه سانتیگراد (۶۰ درجه فارنهایت)

۳–۳– ارزش حرارتی سوخت

مقدار حرارتی است که از سوختن کامل یک واحد از جرم سوخت در دما و فشاری مشخص آزاد می‌شود و بر دو نوع است، ارزش حرارتی بالا و ارزش حرارتی پایین. در این استاندارد از ارزش حرارتی بالای سوخت استفاده می‌شود و بر اساس استاندارد ISO 6976 به شرح زیر تعریف می‌گردد.

۳-۴- ارزش حرارتی بالای سوخت

مقدار حرارتی که بر اثر سوختن مقدار مشخصی گاز در هوا بدست می‌آید. در این فرآیند باید فشار ثابت بوده و دمای محصولات احتراق به دمای واکنش دهنده‌ها برسد، به صورتی که تمام محصولات احتراق در فاز گازی باقی بمانند به جز آب که باید به مایع تبدیل شود. فشار و دمای مزبور بایستی معین گردد.

نکته۱: ارزش حرارتی بالا با نام ارزش حرارتی ناخالص نیز شناخته می‌شود.

نکته۲: مبنای محاسبه ارزش حرارتی بالا در این متن شرایط استاندارد می‌باشد.

۳-۵- پیلوت

مشعلی کوچک که مستقل از مشعل اصلی بوده که باعث روشن شدن مشعل اصلی می شود.

۳-۶- کنترل کننده دما

وسیله ای که با تنظیم جریان گاز مشعل اصلی (متناسب با دمای تنظیم شده) دمای حمام آب و گاز خروجی از گرمکن را کنترل می کند.

۳-۷- توان ورودی

نرخ مصرف انرژی، که باید با استفاده از روابط مشخص در شرایط استاندارد بیان شود.

۳-۸- چگالی نسبی

اغلب وزن مخصوص گفته می‌شود، این مقدار برابر است با جرم گاز طبیعی(خشک یا تر) به جرم همان حجم از هوای خشک که هر دو باید در یک دما و فشار باشد. (ISO 6976)

۳-۹- حالت آماده به کار (پیلوت)

حالتی که مشعل اصلی خاموش بوده اما پیلوت دستگاه برای راه‌اندازی گرمکن روشن و آماده می باشد.

۳-۱۰- مصرف گاز

نرخ سوخت مصرفی توسط گرمکن بر حسب متر مکعب بر ساعت که در شرایط استاندارد بیان می‌شود.

۳-۱۱- ظرفیت جریان عبوری گرمکن (ظرفیت اسمی گرمکن)

نرخ حداکثر جریان گازی که برای گرم شدن از درون کویل‌های گرمکن عبور میکند. این نرخ بر حسب متر مکعب بر ساعت در شرایط استاندارد بیان می شود.

۳-۱۲- کارکرد ناپایدار گرمکن

حالتی که دمای حمام آب در حال تغییر باشد.

۳-۱۳- کارکرد پایدار گرمکن

حالتی که تغییرات دمای حمام آب ناچیز باشد. این حالت هنگامی رخ می‌دهد که دمای حمام آب در محدوده نقطه تنظیم کنترل کننده دما قرار بگیرد.

۴- نمادها و واحدها

تعریف	واحد	نماد
حجم گاز سالیانه عبوری از گرمکن	m^3	YNG
مصرف انرژی سالیانه گرمکن	kcal	$YENG$
مصرف سوخت سالیانه گرمکن	m^3	YFC
نرخ مصرف انرژی الکتریکی در بازه زمانی روشن بودن مشعل(ها) در روش حالت کارکرد ناپایدار گرمکن	kW	$e_{in,h}$
نرخ مصرف انرژی الکتریکی در بازه زمانی خاموش بودن مشعل(ها) در روش حالت کارکرد ناپایدار گرمکن	kW	$e_{in,c}$
نرخ مصرف انرژی الکتریکی در روش حالت کارکرد پایدار گرمکن	kW	$e_{in,s}$
نرخ انرژی دریافت شده توسط سیال عبوری از درون کویل‌ها در بازه زمانی روشن بودن مشعل(ها) در روش حالت کارکرد ناپایدار گرمکن	kcal/h	$\dot{Q}_{load,h}$
نرخ انرژی دریافت شده توسط سیال عبوری از درون کویلها در بازه زمانی خاموش بودن مشعل(ها) در روش حالت کارکرد ناپایدار گرمکن	kcal/h	$\dot{Q}_{load,c}$

نکته: واحد حجم بر حسب متر مکعب استاندارد می‌باشد.

نرخ انرژی دریافت شده توسط سیال عبوری از درون کویل‌ها در روش حالت کارکرد پایدار گرمکن	kcal/h	$\dot{Q}_{load,s}$
انرژی دریافت شده توسط سیال عبوری از درون کویل‌ها در بازه زمانی روشن بودن مشعل(ها) در روش حالت کارکرد ناپایدار گرمکن	kcal	$Q_{load,h}$
انرژی دریافت شده توسط سیال عبوری از درون کویل‌ها در بازه زمانی خاموش بودن مشعل(ها) در روش حالت کارکرد ناپایدار گرمکن	kcal	$Q_{load,c}$
انرژی دریافت شده توسط سیال عبوری از درون کویل‌ها در روش حالت کارکرد پایدار گرمکن	kcal	$Q_{load,s}$
انرژی الکتریکی مصرفی در بازه زمانی روشن بودن مشعل(ها) در روش حالت کارکرد ناپایدار گرمکن	kcal	$Q_{e,h}$
انرژی الکتریکی مصرفی در بازه زمانی خاموش بودن مشعل(ها) در روش حالت کارکرد ناپایدار گرمکن	kcal	$Q_{e,c}$
انرژی الکتریکی مصرفی در روش حالت کارکرد پایدار گرمکن	kcal	$Q_{e,s}$
ارزش حرارتی بالای سوخت	$\frac{MJ}{m^3}, \frac{kcal}{m^3}$	HHV
دبی حجمی گاز مصرفی	m^3/h	$\dot{V}_{fuel}$
حجم گاز مصرفی در بازه زمانی روشن بودن مشعل(ها) در روش حالت کارکرد ناپایدار گرمکن	m^3	$V_{fuel,h}$
حجم گاز مصرفی در بازه زمانی خاموش بودن مشعل(ها) در روش حالت کارکرد ناپایدار گرمکن	m^3	$V_{fuel,c}$
حجم گاز مصرفی در روش حالت کارکرد پایدار گرمکن	m^3	$V_{fuel,s}$
انرژی مصرفی در بازه زمانی روشن بودن مشعل(ها) در روش حالت کارکرد ناپایدار گرمکن	kcal	$Q_{fuel,h}$
انرژی مصرفی در بازه زمانی خاموش بودن مشعل(ها) در روش حالت کارکرد ناپایدار گرمکن	kcal	$Q_{fuel,c}$
انرژی مصرفی در روش حالت کارکرد پایدار گرمکن	kcal	$Q_{fuel,s}$
حداکثر توان مصرفی گرمکن	$kcal/h$	$\dot{Q}_{in}$
ظرفیت گرمایی ویژه در فشار ثابت برای سیال جایگزین (آب)	kJ/kgK	$C_{p,w}$

دمای گاز عبوری در خروجی گرمکن	C	$T_{gas,2}$
دمای گاز عبوری در ورودی گرمکن	C	$T_{gas,1}$
دمای سیال جایگزین در خروجی گرمکن	C	T_{w2}
دمای سیال جایگزین در ورودی گرمکن	C	T_{w1}
چگالی گاز طبیعی در شرایط استاندارد	kg/m^3	ρ_{gas}
کل انرژی مصرفی گرمکن در روش حالت کارکرد ناپایدار گرمکن	kcal	$E_{in,u}$
کل انرژی مصرفی گرمکن در روش حالت کارکرد پایدار گرمکن	kcal	$E_{in,s}$
انرژی مصرفی در حالت آماده به کار	kcal	E_s
ظرفیت اسمی گرمکن	m^3/h	$\dot{V}_{heater}$
دبی سیال جایگزین(آب)	L/min	$\dot{V}_w$
ضریب تبدیل کننده ظرفیت اسمی گرمکن به دبی سیال جایگزین (آب)	L/m^3	α
بازده گرمکن در حالت کارکرد ناپایدار	–	η_s
بازده گرمکن در حالت کارکرد پایدار	–	η_u
بازده کلی گرمکن	–	η_t
ضریب وزنی گاز عبوری سالیانه گرمکن	–	$w1$

جدول شماره (۱)

۵– الزامات

۵–۱– توان ورودی تعیین شده

مطابق استاندارد AS 4556-2000، مقدار توان ورودی تعیین شده باید در محدوده ($\pm 5\%$) مقدار اسمی اعلام شده توسط سازنده و مطابق با استاندارد عملکرد گرمکن باشد.

۵–۲– بازده کلی

طبق این دستورالعمل گرمکن های با مشعل اتمسفریک دارای بازده کلی کمتر از ۴۵٪ و گرمکن های با مشعل دمنده دار دارای بازده کلی کمتر از ۸۵٪ در محدوده تعیین برچسب راهنمای مصرف انرژی قرار نمی‌گیرند.

۵-۳- شرایط آزمون

۵-۳-۱- محل آزمون

دمای محل آزمون باید در محدوده 20 ± 5 درجه سانتیگراد باشد.

۵-۳-۲- عدم قطعیت اندازه گیری

به جز در مواردی که در متن به صراحت قید شده است، حداکثر عدم قطعیت در اندازه‌گیری‌ها باید مطابق جدول زیر باشد.

کمیت	عدم قطعیت اندازه گیری
دمای محیط	$\pm 1\ ^oC$
دمای آب	$\pm 2\ ^oC$
دمای گاز	$\pm 0.5\ ^oC$
فشار محیط	$\pm 5\ m\text{bar}$
فشار گاز	$\pm 2\%\ full\ scale$
فشار آب	$\pm 5\%\ full\ scale$
غلظت ترکیبات گازها	$\pm 0.1\%\ abs$
ارزش حرارتی گاز	$\pm 1\%$
چگالی گاز	$\pm 0.5\%$
زمان	$\pm 1\ s$
انرژی الکتریکی	$\pm 2\%$
دبی گاز	$\pm 1\%$
دبی آب	$\pm 1\%$

جدول شماره (۲)

Draft

لازم به ذکر است، دستگاه‌های اندازه‌گیری مورد استفاده در آزمون‌ها باید دارای گواهی کالیبراسیون معتبر باشند.

۵-۳-۳- ترکیب گاز مصرفی

ترکیب گاز مصرفی در تمام آزمون ها باید مطابق استاندارد IGS-M-CH-033 باشد. نمونه‌گیری و آزمایش جهت تعیین ترکیب گاز باید توسط یک مرجع مورد تایید انجام گیرد که نتایج آن تا دو ماه معتبر می‌باشد. نتایج آزمایش علاوه بر درصد حجمی ترکیبات می‌تواند شامل چگالی نسبی و ارزش حرارتی بالا نیز باشد.

۵-۳-۴- مبنای اندازه گیری جریان

در تمام بخش های این استاندارد اندازه گیری جریان بایستی بر مبنای شرایط استاندارد و ضریب تصحیح مطابق استاندارد AGA8 محاسبه گردد.

۵-۳-۵- فاصله زمانی داده برداری

در تمام بخش های این استاندارد بایستی مقادیر اندازه گیری جریان(دبی حجمی)، دما و فشار، هر ۶۰ ثانیه یکبار ثبت گردد.

۵-۳-۶- دبی عبوری از گرمکن

در آزمون‌های بدست آوردن بازده، دبی عبوری از کویل‌های گرمکن باید ۱۰۰ درصد ظرفیت اسمی اعلامی از طرف سازنده با بازه مجاز تغییرات ۵± درصد باشد. با توجه به استفاده از سیال جایگزین (آب)، معادل آن از رابطه ۶-۴ محاسبه می‌شود.

۶- روش های آزمون

۶-۱-آزمون توان ورودی یا میزان مصرف

این آزمون به منظور مشخص کردن حداکثر میزان انرژی مصرف شده توسط مشعل(های) گرمکن می‌باشد که این مقدار بر اساس گاز مصرفی محاسبه می‌گردد. در این قسمت باید فشار گاز ورودی (فشار بعد از رگلاتور خط سوخت) با فشار اسمی اعلام شده از سوی سازنده برابر باشد.

۶-۱-۱- روش انجام آزمون

اندازه گیری دبی حجمی باید بعد از ثابت شدن نرخ مصرف سوخت گرمکن صورت گیرد. بدین منظور ابتدا باید شیر ورود گاز را باز نموده تا گاز به تمامی مشعل ها برسد. پس از روشن کردن مشعل ها و کارکردن گرمکن به اندازه حداقل ۱۰ دقیقه، میزان حجم گاز مصرفی گرمکن (سوخت مصرفی) برای مدت ۱۰ دقیقه اندازه گیری می شود. در این قسمت دما ، فشار و دبی حجمی گاز عبوری باید بطور همزمان در بازه های حداکثر شصت ثانیه، اندازه گیری گردد. اندازه گیری‌های فشار و دما باید در محل دبی سنج باشد. برای محاسبه ضریب تصحیح میزان گاز مصرفی توسط گرمکن و تبدیل حجم گاز مصرفی از شرایط اندازه گیری به شرایط استاندارد باید بر اساس استاندارد AGA8 اقدام نمود. در این استاندارد ترکیب گاز مورد نیاز است که مطابق بند ۵-۳-۳ با نمونه گیری تعیین می‌گردد. همچنین در این مرحله باید تجهیزات کنترلی دستگاه را طوری تنظیم کرد که نرخ مصرف گاز در حالت حداکثری باشد.

دبی حجمی گاز مصرفی گرمکن با تقسیم مقدار حجم گاز اندازه گیری شده در شرایط استاندارد بر زمان اندازه گیری مطابق رابطه ذیل تعیین می‌گردد:

$$\dot{V}_{fuel} = V_{fuel}/time \qquad (۱-۶)\ (۱-۱)$$

در رابطه بالا V_{fuel} حجم گاز تصحیح شده و time زمان اندازه گیری بر حسب ساعت می‌باشد.

توان ورودی $\dot{Q}_{in}$ بر اساس دبی حجمی عبوری $\dot{V}_{fuel}(m^3/h)$ از رابطه (۶-۳) بدست می‌آید:

$$HHV(kcal/m^3) = 2.39 \times 10^2 \times HHV(MJ/m^3) \qquad (۲-۶)\ (۲-۱)$$

$$\dot{Q}_{in}(kcal/h) = \dot{V}_{fuel}(m^3/h) \times HHV(kcal/m^3) \qquad (۳-۶)\ (۳-۱)$$

مقدار HHV با توجه به ترکیب گاز از استاندارد ISO 6976 تعیین یا مستقیما از طریق نمونه‌برداری اندازه گیری می‌گردد. (مطابق بند ۵-۳-۳)

۶-۱-۲- نتیجه آزمون

مقدار توان ورودی تعیین شده باید در محدوده ($\pm 5\%$) مقدار اسمی اعلام شده توسط سازنده باشد. در غیر اینصورت گرمکن مطابق با معیارهای این استاندارد نیست.

۶-۱-۳-آزمون بدست آوردن بازده گرمکن

بازدۀ کلی گرمکن ها را می‌توان به دو روش مستقیم و غیر مستقیم تعیین نمود. در روش غیر مستقیم از اندازه گیری محصولات احتراق برای تعیین بازده استفاده می‌شود. در این استاندارد از روش مستقیم استفاده گردیده است.

۶-۲-آزمون بدست آوردن بازده گرمکن به روش مستقیم

بازدۀ کلی از نسبت حرارت داده شده به سیال عبوری بر انرژی مصرفی گرمکن بدست می‌آید. حرارت داده شده با اندازه‌گیری افزایش دما و میزان دبی سیال تعیین می‌گردد. انرژی ورودی به گرمکن با اندازه‌گیری سوخت و انرژی الکتریکی مصرفی محاسبه می‌شود. قبل از شروع این آزمون باید اجازه دهیم که سیال از درون کویل‌ها با سرعت خطی مشخص عبور نماید.

۶-۲-۲- تعیین دبی سیال جایگزین

از آنجا که در شرایط واقعی، گاز طبیعی با فشار و دبی‌های نسبتا زیاد وارد کویل‌های گرمکن می‌شود، رسیدن به این شرایط در محل آزمون مقدور نمی‌باشد لذا از آب به عنوان سیال جایگزین استفاده می‌شود، به طوری که میزان انتقال حرارت در دو حالت یکسان باشد.

میزان دبی آب مطابق رابطه ذیل تعیین می‌گردد:

$$\dot{V}_w(\mathrm{L/min}) = \alpha \times \dot{V}_{heater}(\mathrm{m^3/h}) \qquad (۱-۰) \quad (۱-٤)$$

در رابطه بالا $\alpha = 0.007$، ضریب تبدیل دبی حجمی گاز طبیعی به دبی حجمی سیال جایگزین(آب) می‌باشد که در آن دمای آب در حدود ۲۰ درجه سانتیگراد در نظر گرفته شده است. در معادله بالا $\dot{V}_{heater}\left(\frac{\mathrm{m^3}}{\mathrm{h}}\right)$ ظرفیت نامی گرمکن است. لازم به ذکر است حداقل فشار آب به عنوان سیال جایگزین، بایستی ۱ بار باشد.

برای انجام آزمون‌های این استاندارد برای گرمکن‌های در حال بهره‌برداری در محل ایستگاه تقلیل فشار، مطابق پیوست اطلاعی الف از گاز طبیعی به عنوان سیال عبوری از کویل‌ها می‌توان استفاده نمود.

۶-۲-۳- روش حالت ناپایدار گرمکن

در این روش مطابق با مراحل ذیل عمل می‌کنیم:

- مشعل را روشن کرده و کنترل کننده های دمای گرمکن را روی حداکثر مقدار خود تنظیم می-کنیم.
- اجازه می‌دهیم دمای حمام آب به مقداری بیش از ۴۰ درجه سانتیگراد برسد.
- سپس کنترل کننده‌های دمای گرمکن را روی حداقل مقدار خود قرار داده بصورتی که مطمئن شویم مشعل(ها) خاموش شده است. اندازه گیری را از زمانی که دمای حمام آب به ۴۰ درجه سانتیگراد رسید شروع می‌کنیم.
- مقادیر جدول زیر را در بازه های زمانی شصت ثانیه ای تا زمانی که دمای حمام آب کاهش یافته و به ۳۰ درجه سانتیگراد برسد اندازه‌گیری می‌کنیم.

زمان	فشار سیال عبوری (Psig)	دبی سیال عبوری آب $\left(\frac{L}{min}\right)$	دمای ورودی سیال عبوری (^{O}C)	دمای خروجی سیال عبوری (^{O}C)	دمای حمام آب (^{O}C)

جدول شماره (۳)

- کل مقدار سوخت مصرفی در طی این فرایند (در اثر سوختن پیلوت، $V_{fuel,c}$ (m^3)) را نیز اندازه گیری می‌کنیم. در صورت مصرف انرژی الکتریکی توسط گرمکن، کل مصرف انرژی الکتریکی ($e_{in,c}(kWh)$) گرمکن طی این فرایند را نیز ثبت می‌کنیم.
- پس از طی شدن مرحله سرمایش و رسیدن دمای حمام آب به ۳۰ درجه سانتیگراد، کنترل کننده‌های دمای گرمکن را در حالت حداکثر خود قرار داده بصورتی که مشعل(ها) روشن شده و در حالت حداکثر خود کار کنند، سپس اندازه گیری‌ها را برای دوره گرمایش انجام می‌دهیم. اندازه گیری‌ها (جدول بالا) را تا زمان رسیدن دمای حمام آب به ۴۰ درجه سانتیگراد در بازه های زمانی شصت ثانیه ای انجام می دهیم.

- بعد از رسیدن دمای حمام آب به ۴۰ درجه سانتیگراد، گرمکن را خاموش کرده و مقدار کل گاز مصرفی در طی دوره گرمایش ($V_{fuel,h}(m^3)$) را نیز اندازه گیری می‌کنیم. در صورت مصرف انرژی الکتریکی توسط گرمکن، کل مصرف انرژی الکتریکی گرمکن ($e_{in,h}(kWh)$) طی این فرایند را نیز ثبت می‌کنیم.

۶-۲-۳-۱- تعیین انرژی دریافت شده

در این مرحله میزان گرمای دریافت شده توسط سیال عبوری از کویل‌ها برای دوره گرمایش (روشن بودن مشعل(ها)) و دوره سرمایش (حالت آماده به کار یا خاموش بودن مشعل(ها) برحسب تابعی از زمان محاسبه می‌گردند.

نرخ گرمای دریافت شده توسط سیال عبوری آب از کویل‌ها در هر بازه زمانی اندازه گیری (شصت ثانیه ای) در حالت روشن بودن مشعل(ها) توسط رابطه ذیل محاسبه می‌گردد:

$$\dot{Q}_{load,h}\left(\frac{kcal}{h}\right) = 0.24\ (\frac{kcal}{kJ}) \times (60\ min/h) \times (1kg/L) \times \dot{V}_w(L/min) \times C_{p,w}(\frac{kJ}{kg.K}) \times \left(T_{w2(t)}(^{\circ}C) - T_{w1(t)}(^{\circ}C)\right) \qquad (2\text{-}٠٦)\ (٥-١)$$

که در آن $C_{p,w} = 4.1855\ \left(\frac{kJ}{kg.K}\right)$.

نرخ گرمای دریافت شده توسط سیال عبوری آب از کویل‌ها در هر بازه زمانی اندازه گیری (شصت ثانیه) در حالت خاموش بودن مشعل(ها) از رابطه ذیل محاسبه می‌گردد:

$$\dot{Q}_{load,c}\left(\frac{kcal}{h}\right) = 0.24\ \left(\frac{kcal}{kJ}\right) \times \left(60\frac{min}{h}\right) \times \left(\frac{1kg}{L}\right) \times\ \dot{V}_w\left(\frac{L}{min}\right) \times C_{p,w}\left(\frac{kJ}{kg.K}\right) \times\ \left(T_{w2(t)}(^{\circ}C) - T_{w1(t)}(^{\circ}C)\right) \qquad (3\text{-}٠)\ (٦-١)$$

حال مقدار کل گرمای داده شده به سیال عبوری از کویل ها از روابط بالا در طول زمان آزمایش بدست می آید. مقدار کل گرمای داده شده به سیال عبوری از کویل ها در زمان روشن بودن مشعل(ها) برابر است با:

$$Q_{load,h}(kcal) = \sum \dot{Q}_{load,h}\Delta t \qquad (4\text{-}٠)\quad (٧-١)$$

در کلیه روابط، Δt، بازه های زمانی اندازه گیری بر حسب ساعت می‌باشد.

مقدار کل گرمای داده شده به سیال عبوری از کویل ها در زمان خاموش بودن مشعل(ها) از رابطه ذیل محاسبه می‌گردد:

$$Q_{load,c}(kcal) = \sum \dot{Q}_{load,c}\Delta t \qquad (۱-۸)\ (۶-5)$$

۶-۲-۳-۲- تعیین انرژی مصرف شده

در طول فرایند سرمایش (خاموش بودن مشعل(ها)) مقدار گاز مصرف شده (توسط پیلوت) را اندازه گیری کرده و انرژی مصرف شده را بر حسب کیلوکالری بیان می کنیم:

$$Q_{fuel,c}(kcal) = V_{fuel,c}(m^3) \times HHV\left(\frac{kcal}{m^3}\right) \qquad (۱-۹)\ (۶-6)$$

این مقدار برای فرایند گرمایش یا حالت روشن بودن مشعل(ها) از رابطه ذیل محاسبه میگردد:

$$Q_{fuel,h}(kcal) = V_{fuel,h}(m^3) \times HHV\left(\frac{kcal}{m^3}\right) \qquad (۱-۱۰)\ (۶-۷)$$

مقدار کل انرژی مصرف شده (حاصل از گاز مصرفی) برای مجموع فرآیند سرمایش و گرمایش از رابطه ذیل بدست می‌آید:

$$Q_{fuel,u}(kcal) = Q_{fuel,h}(kcal) + Q_{fuel,c}(kcal) \qquad (۱-۱۱)\ (۶-۸)$$

مقدار انرژی الکتریکی مصرفی گرمکن برای فرایند گرمایش (حالت روشن بودن مشعل(ها)) بر حسب کیلوکالری از رابطه ذیل محاسبه می‌گردد:

$$Q_{e,h}(kcal) = 860 \times e_{in,h}(kWh) \qquad (۱-۱۲)\ (۶-۹)$$

مقدار انرژی الکتریکی مصرفی گرمکن برای فرایند سرمایش (حالت خاموش بودن مشعل(ها)) بر حسب کیلوکالری از رابطه ذیل تعیین می‌گردد:

$$Q_{e,c}(kcal) = 860 \times e_{in,c}(kWh) \qquad (۱-۱۳)\ (۶-۱۰)$$

مقدار کل انرژی مصرفی گرمکن از رابطه پایین بدست می‌آید:

$$E_{in,u}(kcal) = Q_{fuel,u} + Q_{e,h} + Q_{e,c} \qquad (۱۴-۶)\ (۱۴-۱)$$

۶-۲-۳-۳- محاسبه بازده گرمکن در حالت ناپایدار

بازده گرمکن در حالت ناپایدار از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$\eta_u = \frac{Q_{load,h} + Q_{load,c}}{E_{in,u}} \times 100 \qquad (11\text{-}۰۶)\ (۱۵-۱)$$

۶-۲-۳-۴- روش حالت پایدار گرمکن

در این روش مطابق با مراحل ذیل عمل می‌کنیم:

- کنترل کننده های دمای گرمکن را روی حداکثر مقدار خود تنظیم می‌کنیم.
- اجازه می‌دهیم دمای حمام آب به ۴۵ درجه سانتیگراد برسد.
- کنترل کننده دمای حمام آب گرمکن را بر روی ۴۰ درجه سانتیگراد تنظیم می‌کنیم (باید در این حالت مشعل‌ها خاموش شوند).
- اندازه گیری ها را ده دقیقه بعد از اینکه مشعل(ها) مجددا روشن شدند، شروع می کنیم و مقادیر جدول زیر را در بازه های زمانی شصت ثانیه ثبت می‌کنیم.

زمان	فشار سیال عبوری (Psig)	دبی سیال عبوری آب $\left(\frac{L}{min}\right)$	دمای ورودی سیال عبوری (^{O}C)	دمای خروجی سیال عبوری (^{O}C)	دمای حمام آب (^{O}C)

جدول شماره (۴)

- اندازه گیری‌ها را به مدت یک ساعت ادامه می‌دهیم.
- مقدار کل گاز مصرفی ($V_{fuel,s}$ (m^3)) طی این دوره را اندازه گیری می کنیم. در صورت مصرف انرژی الکتریکی توسط گرمکن، کل مصرف انرژی الکتریکی گرمکن ($e_{in,s}(kW)$) را نیز اندازه‌گیری می‌کنیم.

۶-۲-۴-۱- تعیین انرژی دریافت شده

در این مرحله میزان گرمای دریافت شده توسط سیال عبوری از کویل‌ها محاسبه می‌گردد.

نرخ گرمای دریافت شده توسط سیال عبوری آب از کویل‌ها از رابطه ذیل تعیین می‌گردد:

$$\dot{Q}_{load,s}\left(\frac{kcal}{h}\right) = 0.24\left(\frac{kcal}{kJ}\right) \times \left(60\frac{min}{h}\right) \times \left(\frac{1kg}{L}\right) \times \dot{V}_w\left(\frac{L}{min}\right) \times C_{p,w}\left(\frac{kJ}{kg.K}\right) \times \left(T_{w2(t)}(^{\circ}C) - T_{w1(t)}(^{\circ}C)\right)$$

(۱۶-۱) (۱۶-۶)

مقدار کل گرمای داده شده به سیال عبوری از کویل ها در طی این دوره برابر است با:

$$Q_{load,s}(kcal) = \sum \dot{Q}_{load,s}\Delta t$$

(۱۷-۱) (۱۷-۶)

۲-۴-۲-۶- محاسبه انرژی مصرف شده

در طول فرآیند، مقدار گاز مصرف شده را اندازه گیری کرده و انرژی مصرفی بر حسب کیلوکالری را طبق رابطه ذیل محاسبه می کنیم:

$$Q_{fuel,s}(kcal) = V_{fuel,s}(m^3) \times HHV\left(\frac{kcal}{m^3}\right)$$

(۱۸-۱) (۱۸-۶)

در رابطه بالا، $V_{fuel,s}(m^3)$ کل سوخت مصرفی گرمکن طی زمان اندازه گیری برای حالت پایدار است.

مقدار انرژی الکتریکی مصرفی گرمکن را نیز طی این دوره بر حسب کیلوکالری از رابطه ذیل حساب می‌کنیم:

$$Q_{e,s}(kcal) = 860 \times e_{in,s}(kWh)$$

(۱۹-۱) (۱۹-۶)

مقدار کل انرژی مصرفی گرمکن از رابطه ذیل بدست می‌آید:

$$E_{in,s}(kcal) = Q_{fuel,s} + Q_{e,s} \qquad (۲۰-۱)\ (۲۰-۶)$$

۶-۲-۴-۳- محاسبه بازده گرمکن در حالت پایدار

بازده گرمکن برای این حالت را از رابطه زیر بدست می‌آوریم:

$$\eta_s = \frac{Q_{load,s}}{E_{in,s}} \times 100 \qquad (۲۱-۱)\ (۲۱-۶)$$

۶-۲-۵- محاسبه بازده کلی گرمکن

بازده کلی گرمکن از رابطه زیر تعیین می‌گردد:

$$\eta_t = \frac{\eta_s + \eta_u}{2} \qquad (۲۲-۱)\ (۲۲-۶)$$

۶-۳-مصرف انرژی سالیانه گرمکن

این مقدار، بر اساس میزان انرژی مصرفی برای گرم کردن گاز طبیعی عبوری سالیانه از گرمکن محاسبه می‌گردد. فرض می‌گردد که گاز به اندازه ۱۵ درجه سانتیگراد افزایش دما داشته باشد.

۶-۳-۱- تعیین میزان گاز عبوری سالیانه از گرمکن در حالت روشن

مقدار گاز طبیعی عبوری از گرمکن بر حسب ظرفیت اسمی گرمکن ($\dot{V}_{heate}$) در حالت روشن برای یکسال، از رابطه ذیل تعیین می گردد:

$$YNG(m^3) = \dot{V}_{heater}\left(\frac{m^3}{h}\right) \times 365(days) \times 24(hours) \times w1 \qquad (۲۳-۱)\ (۲۳-۶)$$

در رابطه بالا w1 ضریب وزنی بوده و با توجه به مدت زمان کارکرد گرمکن‌ها در طی سال بصورت آماری تعیین گردیده است. این مقدار برابر است با:

$$w1 = 0.26$$

۶-۳-۲-تعیین میزان انرژی دریافتی سالیانه توسط گاز عبوری از گرمکن

انرژی سالیانه دریافتی توسط گاز عبوری از گرمکن بر مبنای گاز G20، بر حسب کیلوکالری از رابطه زیر بدست می آید:

$$YENG(kcal) = \text{YNG}\ (m^3) \times 2.21\left(\frac{kJ}{kgK}\right) \times 15(K) \times 0.68\left(\frac{kg}{m^3}\right) \times 0.24\ (\frac{kcal}{kJ}) \qquad (۲۴\text{-}۱)\ (۲۴-۶)$$

۶-۳-۳- مصرف انرژی سالیانه

با دانستن بازده کلی گرمکن، مصرف انرژی سالیانه گرمکن بر حسب کیلوکالری از رابطه زیر بدست می آید:

$$YEC(kcal) = \frac{YENG(kcal)}{\eta_t} \qquad (۲۵\text{-}۱)\ (۲۵-۶)$$

۶-۳-۴- مصرف سوخت سالیانه

با دانستن مصرف انرژی سالیانه گرمکن، مصرف سوخت سالیانه بر مبنای گاز G20 ، از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$YFC(m^3) = \frac{YEC(kcal)}{9029.42(\frac{kcal}{m^3})} \qquad (۲۶\text{-}۱)\ (۲۶-۶)$$

Draft

۷- برچسب راهنمای مصرف انرژی

در برچسب راهنمای مصرف انرژی، اطلاعات مورد نیاز برای خریداران گرمکن‌های ایستگاه های تقلیل فشار گاز آورده شده و شاخص گرافیکی بر اساس بازده کلی با توجه به حداقل بازده انرژی قابل قبول به تفکیک گرمکن های با مشعل اتمسفریک و دمنده دار ارائه گردیده است.

۷-۱- اطلاعات مندرج در برچسب راهنمای مصرف انرژی

اطلاعات مندرج در برچسب انرژی شامل موارد زیر می‌باشد:

- شاخص گرافیکی بر حسب بازده کل
- مصرف گاز سالیانه بر حسب متر مکعب
- مصرف انرژی سالیانه بر حسب کیلوکالری
- حداکثر توان ورودی بر حسب کیلوکالری بر ساعت
- نوع مشعل (اتمسفریک یا دمنده دار)
- نام سازنده و مدل
- ظرفیت گرمکن بر حسب مترمکعب بر ساعت

Draft

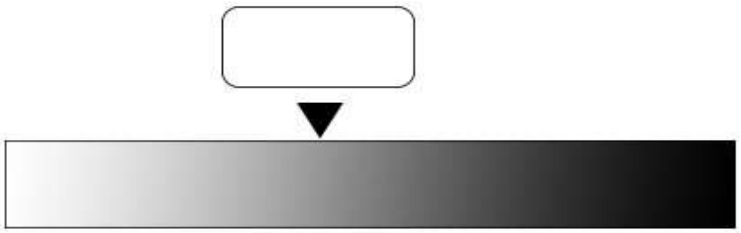
۷-۲- شکل برچسب

راهنمای مصرف انرژی
گرمکن حمام آب غیرمستقیم

استاندارد ملی ایران به شماره (-----)

آرم شرکت تولید کننده	نام شرکت تولید کننده مدل محصول

بازده کل



۴۵٪ ۱۰۰٪

اتمسفریک	نوع مشعل
	حداکثر توان ورودی
	ظرفیت گرمکن
	مصرف گاز سالیانه مصرف انرژی سالیانه
	سوخت مصرفی

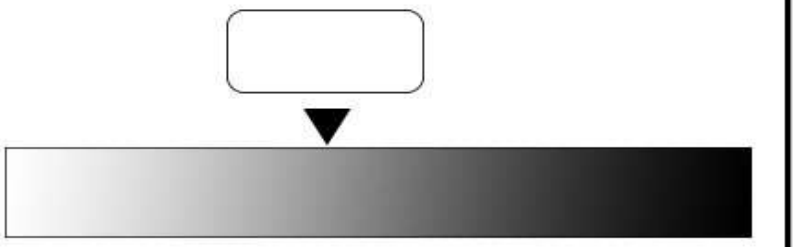
اطلاعات بیشتر در دفترچه راهنمای محصول موجود می باشد

راهنمای مصرف انرژی
گرمکن حمام آب غیرمستقیم

استاندارد ملی ایران به شماره (-----)

آرم شرکت تولید کننده	نام شرکت تولید کننده مدل محصول

بازده کل



دمنده دار	نوع مشعل
	حداکثر توان ورودی
	ظرفیت گرمکن
	مصرف گاز سالیانه مصرف انرژی سالیانه
	سوخت مصرفی

اطلاعات بیشتر در دفترچه راهنمای محصول موجود می باشد

پیوست الف

روش انجام آزمون برای گرمکن‌های در حال بهره‌برداری

(اطلاعی)

این پیوست برای امکان پایش وضعیت بازده گرمکن های نصب شده در ایستگاه ها و در حال بهره‌برداری است و هدف اصلی آن امکان مقایسه بازده گرمکن‌ها قبل و بعد از بهینه سازی، تغییر تنظیمات، تنظیم مشعل و به طور کل هرگونه تغییر در شرایط بهره برداری است.

با توجه به این که شرایط آزمون در محل ایستگاه تقلیل فشار، با سیال عبوری گاز طبیعی فراهم است نیازی به استفاده از سیال جایگزین نمی‌باشد. با توجه به این نکته که در شرایط بهره‌برداری لزوما انجام آزمون در ظرفیت ۱۰۰ درصدی مقدور نمی‌باشد، لذا رعایت بند ۵-۳-۶ الزامی نیست و می توان آزمون را در حداقل دبی ۷۵ درصد ظرفیت اسمی گرمکن انجام داد.

روش آزمون برای گرمکن‌های در حال بهره برداری مشابه روش مندرج در متن استاندارد می‌باشد، با این تفاوت که انرژی دریافت شده (بندهای ۶-۲-۳-۱ و ۶-۲-۴-۱) با استفاده از روابط زیر محاسبه می گردد.

نرخ گرمای دریافت شده توسط گاز عبوری از کویل‌ها در *روش حالت ناپایدار* برای هر بازه زمانی اندازه گیری (شصت ثانیه‌ای) در حالت روشن بودن مشعل(ها) توسط رابطه ذیل محاسبه می‌گردد:

$$\dot{Q}_{load,h}(kcal/h) = 0.24\,(\frac{kcal}{kJ}) \times \rho_{gas}(kg/m^3) \times \dot{V}_{gas}(m^3/h) \times C_{P,gas}(\frac{kJ}{kg.k}) \times \left(T_{gas,2(t)}(^{\circ}C) - T_{gas,1(t)}(^{\circ}C)\right) \qquad (۱-۲۷)\ (\text{الف}-۱)$$

مقدار ρ_{gas} با توجه به ترکیب گاز از استاندارد ISO 6976 (igs-m-ch-033) تعیین یا مستقیما از طریق نمونه‌برداری اندازه گیری می‌گردد. (مطابق بند ۵-۳-۳).

مقدار $C_{P,gas}$ نیز با توجه به چگالی نسبی (SG) گاز از نمودارهای موجود در پیوست اطلاعی ب بدست می‌آید. برای تعیین $C_{P,gas}$ باید از متوسط دمای ورودی و خروجی و فشار گاز عبوری در هر بازه استفاده کرد.

نرخ گرمای دریافت شده توسط گاز عبوری از کویل‌ها در *روش حالت ناپایدار* برای هر بازه زمانی اندازه گیری (شصت ثانیه‌ای) در حالت خاموش بودن مشعل(ها) از رابطه ذیل محاسبه می‌گردد:

$$\dot{Q}_{load,c}\left(\frac{kcal}{h}\right) = \quad (۱-۲۸)$$

$$0.24\ (\frac{kcal}{kJ}) \times \rho_{gas}(kg/m^3) \times \dot{V}_{gas}(m^3/h) \times C_{P,gas}(\frac{kJ}{kg.k}) \times \left(T_{gas,2(t)}(^{\circ}C) - T_{gas,1(t)}(^{\circ}C)\right) \quad (الف-۲)$$

نرخ گرمای دریافت شده توسط گاز عبوری از کویل‌ها در *روش حالت پایدار* از رابطه ذیل تعیین می‌گردد:

$$\dot{Q}_{load,s}(\frac{kcal}{h}) = 0.24\ (\frac{kcal}{kJ}) \times \rho_{gas}(kg/m^3) \times \dot{V}_{gas}(m^3/h) \times\times C_{P,gas}(\frac{kJ}{kg.k}) \times \left(T_{gas,2(t)}(^{\circ}C) - T_{gas,1(t)}(^{\circ}C)\right) \quad (۱-۲۹)$$ (الف-۳)

همچنین جدول‌های ۳ و ۴ به شکل زیر تغییر می‌کند.

زمان	فشار سیال عبوری (Psig)	دبی سیال عبوری گاز $\left(\frac{m^3}{hr}\right)$	دمای ورودی سیال عبوری (^{O}C)	دمای خروجی سیال عبوری (^{O}C)	دمای حمام آب (^{O}C)

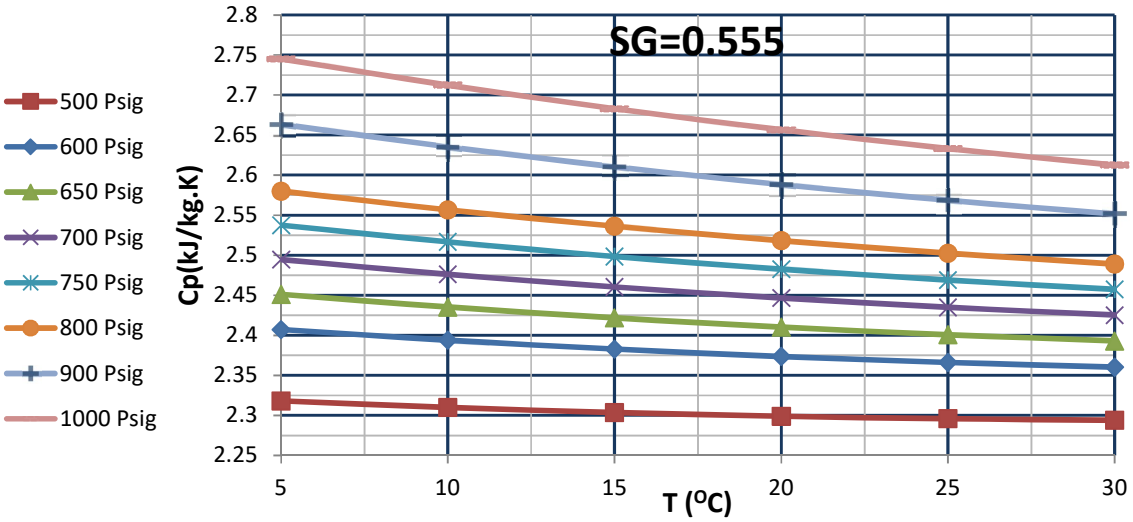
Draft

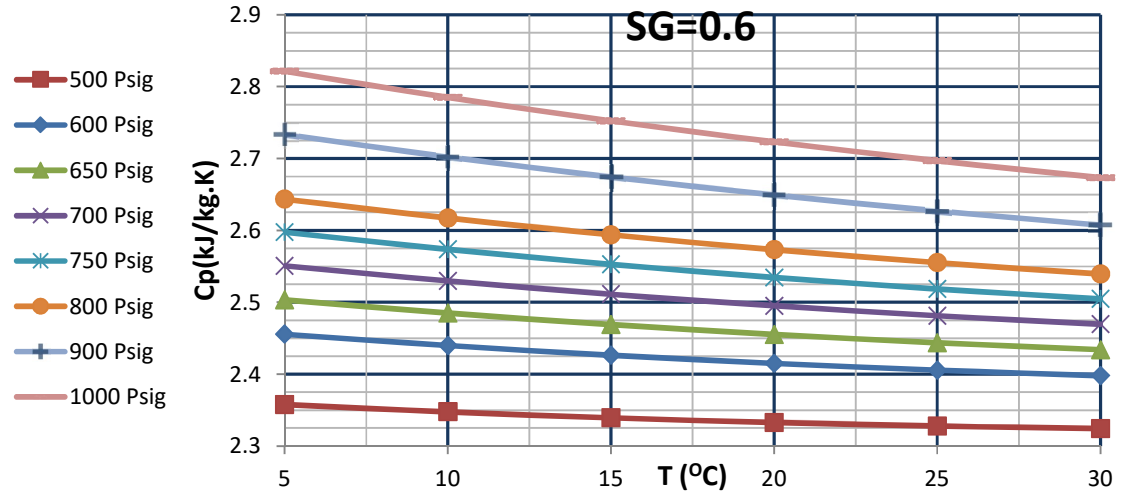
پیوست ب

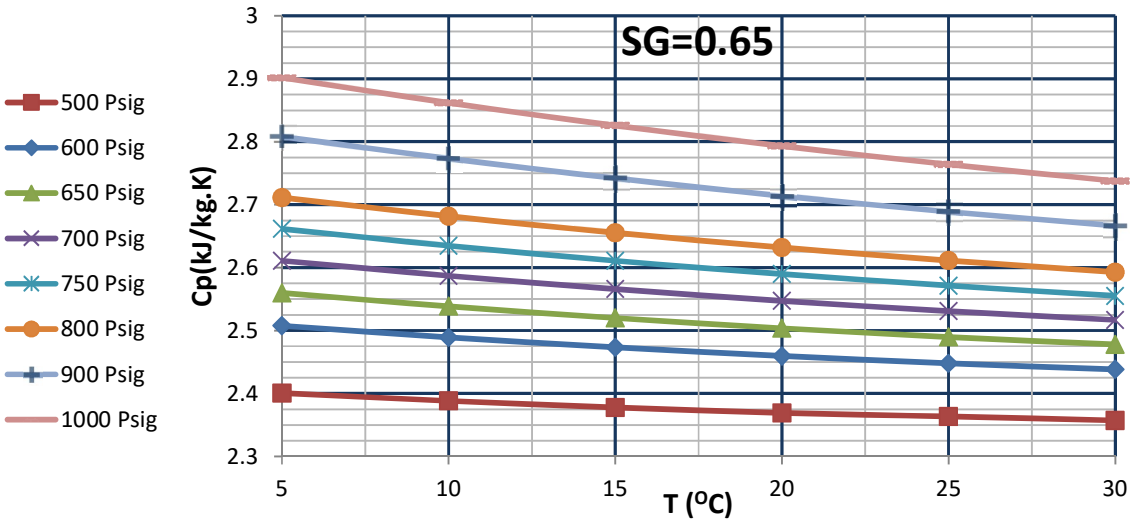
تعیین مقدار ظرفیت گرمایی ویژه گاز طبیعی

(اطلاعی)

در این پیوست نمودارهای ظرفیت گرمایی ویژه گاز طبیعی $(C_{p,gas})$ در چهار چگالی مخصوص (SG) مختلف با توجه به استاندارد IGS-M-CH-033 ارائه می‌گردد.






SG=0.65
Cp(kJ/kg.K)
T (°C)
500 Psig
600 Psig
650 Psig
700 Psig
750 Psig
800 Psig
900 Psig
1000 Psig
3
2.9
2.8
2.7
2.6
2.5
2.4
2.3
5
10
15
20
25
30

Draft