تحلیل اگزرژی در ایستگاه تقلیل فشار گاز طبیعی دروازه شهری

سیف الله سعدالدین[۱]، سعید رستگار[۲،*]

اطلاعات مقاله

واژگان کلیدی:
گاز طبیعی،
اگزرژی،
ایستگاه تقلیل فشار،
شیرفشار شکن.

چکیده

گاز طبیعی پس از متراکم شدن و بالارفتن فشار آن در ایستگاه تقویت فشار دارای اگزرژی فشاری بسیار بالائی می‌باشد. اما فشار گاز طبیعی در ایستگاه تقلیل فشار به منظور تنظیم در حد مطلوب برای ارسال به مبادی مصرف توسط شیرهای فشار شکن شکسته می شود و این موضوع سبب اتلاف اگزرژی می گردد. از آن جا که یک سو منابع انرژی در جهان محدود بوده و قیمت آن روبه افزایش است و از سوی دیگر روش تحلیل اگزرژی مسائل ترمودینامیکی را در کنار مسائل اقتصادی مطرح می کند، بنابراین روش تحلیل اگزرژی حائز اهمیت می‌باشد. دراین مقاله با استفاده از معادلات حاکم بر ترمودینامیک و در نظر گرفتن انحراف گاز طبیعی از حالت گاز ایده آل به تحلیل اگزرژی یک ایستگاه تقلیل فشار گاز دروازه شهری (ایستگاه شماره ۱سمنان به عنوان یک مطالعه موردی) پرداخته و مقدار اتلاف اگزرژی در آن محاسبه و راهکاری برای کاهش آن ارائه گردیده است. طبق محاسبات انجام شده بطور متوسط ۱۹۸/۷ مگا وات اگزرژی در ایستگاه تقلیل فشار شماره ۱ سمنان در سال ۱۳۸۸ هدر رفته است. بطوریکه با تنظیم دمای مطلوب هیتر در زمان عملکردآن در سال و ایستگاه مورد مطالعه مقدار ۲۳۱/۹۸ کیلو وات از اگزرژی قابل اجتناب از هدر رفت، می باشد.

۱- مقدمه

اگزرژی به مفهوم حداکثر کار قابل دستیابی از مقداری انرژی و یا جریانی از یک ماده می باشد. اگر چه اگزرژی در علم ترمودینامیک لغتی جدید است اما ارزیابی‌ها در مورد میزان تبدیل پذیری انرژی یک سیستم به کار، به زمان تعریف و ارائه قانون دوم ترمودینامیک بر می‌گردد اولین مقاله ها در مورد مفاهیم قابلیت انرژی برای تبدیل کار در سال ۱۸۶۸میلادی توسط کلازیوس، تامسون، ماکسول، گیبس و دیگران ارائه گردید [۱]. در سال ۲۰۰۱ میلادی پورداس (Poredos) و همکارانش اصول بنیادین مورد نیاز، برای توصیف اگزرژی سیستم‌های حرارتی را ارائه و مدلی را پیشنهاد نمودند که بر اساس آن افت اگزرژی بعنوان مبنائی برای تعیین قیمت انرژی حرارتی مورد استفاده قرار می‌گرفت [۲]. افزایش راندمان انرژی یکی از اهداف علمی و فنی مدیران و مهندسان بوده اما این موضوع امروزه اهمیت ویژه‌ای یافته است. در سال ۲۰۰۲ میلادی ورخیوکر (Verkhivker) بر اساس تحلیل اگزرژی، روش‌هائی را برای بهبود راندمان یک نیروگاه ارائه نمود [۳]. هرچند کتب مرجع ترمودینامیک بخش‌های را به تحلیل اگزرژی سیستم‌ها اختصاص می دهند اما تعداد کتاب‌های که به طور اختصاصی به آن پرداخته باشند،

* پست الکترونیک نویسنده مسئول: saeedrastegar1981@yahoo.com
۱. دانشیار، دانشکده مهندسی مکانیک، دانشگاه سمنان
۲. کارشناسی ارشد، مهندسی مکانیک، تبدیل انرژی

Archive of SID
www.SID.ir

بسیار ناچیز است. این روش تحلیلی اخیرا مورد توجه بسیاری از محققان قرارگرفته است.

روش تحلیل اگزرژی بیان می‌کند در سیستم مورد بررسی، چه میزان اگزرژی ورودی تلف شده است. در واقع اتلاف اگزرژی معیاری از برگشت ناپذیری است لذا از یک سو تولید انتروپی رابطه مستقیم با برگشت ناپذیری های یک سیستم دارد و از سوی دیگر اتلاف اگزرژی رابطه مستقیم با تولید انتروپی دارد. آنالیز اگزرژی شامل دو مرحله اساسی می باشد:

مرحله اول: شناسایی و بررسی فرایندهای نامطلوب ترمودینامیکی سیستم که بر پایه تعیین تلفات اگزرژِی استوار است.

مرحله دوم: بیشترین اصلاحات ممکن در سیستم را معرفی می کند.

در روش تحلیل اگزرژی با مطالعه همزمان قانون اول و دوم ترمودینامیک و در نظر گرفتن محیط پیرامون به عنوان مرجع بیشترین کار تولید شده در یک سیکل محاسبه می گردد. میزان قابلیت کار دهی یک سیستم که حاوی مقدار معینی انرژی است، علاوه بر شکل و نوع انرژی آن (شیمیایی، حرارتی، ...) به شرایط ترمودینامیکی آن (دما، فشار، حجم و ...) بستگی دارد. برای بررسی مقایسه ای سیستم‌های انرژی که کیفیت‌های متعددی دارند یک معیار مناسب همگانی می تواند میزان کاری باشد که از یک سیستم حاوی انرژی با در نظرگرفتن یک شرایط محیطی مشخص قابل تولید است. این استاندارد در حقیقت همان کیفیت انرژی یا اگزرژی می باشد. بر طبق قانون دوم ترمودینامیک انتروپی تولید شده در طی هر فرایند واقعی متناظر با از دست رفتن اگزرژی و نابودی آن طی فرایند می باشد. کمترین میزان اگزرژی یک سیستم در طی یک فرایند که با تکنیک‌های موجود و ملاحظات اقتصادی نمی توان از هدر رفتن آن جلوگیری کرد را تلفات اگزرژی اجتناب ناپذیر می‌گویند [۱].

در این مقاله به کمک داده‌های تجربی مربوط به خواص ترمودینامیکی قابل اندازه‌گیری، مقادیر خواص ترمودینامیکی غیر قابل اندازه گیری تعیین می شود و بوسیله آن مقدار اگزرژی ورودی و خروجی ایستگاه تقلیل فشار دروازه شهری شماره (۱) سمنان محاسبه می گردد. بدیهی است اختلاف اگزرژی ورودی وخروجی بیانگر اتلاف اگزرژی می باشد. از آنجا که مرسوم ترین روش برای تقلیل فشار گاز دروازه شهری[1]، استفاده از شیرهای فشارشکن در ایستگاه تقلیل فشار می‌باشد، مقداری از این اتلاف اجتناب ناپذیر است.

۲- مولفه های اگزرژی

اگزرژی همانند انرژی‌دارای مولفه‌های‌مختلفی‌است.درغیاب اثرات میدان‌های هسته‌ای، مغناطیسی، الکتریکی، شیمیائی و کشش سطحی می توان برای جریانی از مواد رابطه اگزرژی را به صورت زیر نوشت [۱]:

$$X = X_K + X_P + X_{Ph} + X_{Di} \quad (۱)$$

اگزرژی جنبشی (X_k): جزو انرژی های سامان یافته می‌باشد یعنی در تبدیل انرژی می تواند بدون توجه به محیط آن بطور کامل به کار تبدیل شود. بنابراین اگزرژی جنبشی معادل همان انرژی جنبشی است:

$$X_K = \frac{V^2}{2} \quad (۲)$$

اگزرژی پتانسیل (X_P): این نوع اگزرژی نیز جزء انرژی‌های سامان یافته می باشد و این قابلیت را دارد که بدون توجه به محیط خود، کلاً به کار تبدیل شود. بنابراین اگزرژی پتانسیل ماده ای به جرم واحد که نسبت به مرجع در ارتفاع قرار دارد عبارتست از:

$$X_P = gz \quad (۳)$$

اگزرژی ترمومکانیکی (وابسته به آنتالپی)(X_{Ph}): حداکثر کار قابل دستیابی از ماده ای است که طی فرایند برگشت ناپذیر در حالی که تنها با محیط تبادل حرکت می کند از یک حالت اولیه معین به حالت مرده خود برسد و مقدار آن از رابطه ذیل بدست می‌آید:

$$X_{Ph} = (h - h_0) - T_0(S - S_0) \quad (۴)$$

[1] City Gate Station (CGS)

www.SID.ir
Archive of SID

اگزرژی دیفیوژنی (X_{Di}): حداکثر کار قابل دستیابی از ماده ای است که از حالت اولیه معین به حالت مرده خود که با T_0 و P_0 مشخص می شود، برسد. P_0^i فشار خروجی مربوط به جزء ماده مورد نظر در محیط است. مقدار اگزرژی دیفیوژنی در واحد مول برای گاز ایده آل عبارتست از :

$$X_{Di} = T_0 R \ln(\frac{1}{X_0}) \qquad (۵)$$

که X_0 جزء مولی گاز در محیط است. همچنین اگزرژی دیفیوژنی برای گاز ایده آلی که جز i ام یک گاز مرکب عبارتست از:

$$X_{Di} = T_0 R \ln(\frac{x^i}{x_0^i}) \qquad (۵\text{-الف})$$

و برای گاز مرکب عبارتست از:

$$X_{Di} = T_0 R \sum_{i=1}^{n} x^i \ln(\frac{x^i}{x_o^i}) \qquad (۵\text{-ب})$$

که در آن X^i ، $X_0{}^i$ به ترتیب جزء مولی گاز در مخلوط و محیط هستند.

۲-۱- تحلیل اگزرژی در ایستگاه تقلیل فشار

معادلات حاکم:

اگزرژی فشاری گاز طبیعی در ایستگاه تقلیل فشار دروازه شهری، مقدار بسیار زیادی می باشد که متاسفانه این انرژی در حال حاضر در کشور ما با استفاده از شیرهای فشار شکن ، تلف می شود. برای آنالیز اگزرژی از رابطه (۴) استفاده شده است.

جدول۱- خواص فیزیکی گاز طبیعی ورودی به ایستگاه تقلیل فشار شماره ۱ سمنان [۵] ,[۶]

ردیف	خاصیت فیزیکی	واحد	مقدار
۱	وزن مولکولی متوسط محاسبه شده گاز طبیعی	gr/mol	۱۷/۳۵
۲	وزن مخصوص محاسبه شده گاز طبیعی Air= 1.000 (MWof Air 28.969)	–	۶/۷۸
۳	جرم حجمی گاز طبیعی	Kg/m^3	۰/۶۵
	محاسبه شده گاز طبیعی P=1013.25Mbar ,T = 15°C		
۴	ارزش خالص حرارتی محاسبه شده گاز طبیعی P= 1013.25 Mbar , T = 15°C	Mj/m^3 BTU/ft^3	۴۳/۳ ۹۳۲/۴
۵	ارزش کلی حرارتی محاسبه شده گاز طبیعی P= 1013.25Mbar , T = 15°C	Mj/m^3 BTU/ft^3	۳۳/۲ ۷۱۴/۹

توجه به این نکته ضروری است که در ایستگاه مورد مطالعه که دارای مشخصاتی مطابق با جدول ۱ می باشد، مؤلفه‌های اگزرژی جنبشی، اگزرژیِ پتانسیل، اگزرژی وابسته به کار جریان صفر بوده و اگزرژی کلی برابر اگزرژی وابسته به آنتالپی (X_{Ph}) می باشد. یعنی:

$$X = X_{Ph} = (h - h_0) - T_0(S - S_0)$$

از آنجا که آنتالپی برای گاز واقعی تابعی از دما (T) و فشار (P) می باشد لذا:

$$h = h(T,P) \qquad (۶)$$

$$dh = (\frac{\partial h}{\partial T})_P dT + (\frac{\partial h}{\partial P})_T dP \qquad (۷)$$

$$C_p = (\frac{\partial h}{\partial T})_P \qquad (۸)$$

با بکارگیری روابط ترمودینامیکی:

$$Tds = dh - vdP \qquad (۹)$$

$$(\frac{\partial h}{\partial P})_T = v + T(\frac{\partial s}{\partial P})_T \qquad (۱۰)$$

و همچنین با استفاده از روابط ماکسول:

$$(\frac{\partial s}{\partial p})_T = -(\frac{\partial v}{\partial T})_p \qquad (۱۱)$$

با جایگذاری رابطه (۱۱) در (۱۰) داریم:

$$(\frac{\partial h}{\partial P})_T = v - T(\frac{\partial v}{\partial T})_P \qquad (۱۲)$$

و با جایگذاری (۸) و (۱۲) در (۷):

$$dh = C_p dT + [v - T(\frac{\partial v}{\partial T})_P]dP \qquad (۱۳)$$

Archive of SID

www.SID.ir

با انتگرال گیری از رابط (۱۳) داریم

$$h-h_0=\int_{T_0}^{T_1}C_P dT+\int_{P_0}^{P_1}[v-T(\frac{\partial v}{\partial T})_P]dP \quad (۱۴)$$

با در نظر گرفتن معادله حالت $Z=F(T,P)$ و $Pv=ZRT$ داریم :

$$(\frac{\partial v}{\partial T})_P=\frac{ZR}{P}+(\frac{\partial Z}{\partial T})_P\frac{RT}{P} \quad (۱۵)$$

فرض اینکه C_p و R برای گاز طبیعی مقداری ثابت باشد و با جایگذاری رابطه (۱۵) در رابطه (۱۴) داریم :

$$h-h_0=C_P(T_1-T_0)+\int_{P_0}^{P_1}[\frac{ZRT}{P}-\frac{ZRT}{P}-(\frac{\partial Z}{\partial T})_P\frac{RT^2}{P}]dP$$

$$h-h_0=C_P(T_1-T_0)-RT_1^2(\frac{\partial Z}{\partial T})_P\ln\frac{P_1}{P_0} \quad (۱۶)$$

همچنین با در نظر گرفتن آنتروپی (s) به صورت تابعی از دما و فشار داریم:

$$s=s(T,P) \quad (۱۷)$$

$$ds=(\frac{\partial s}{\partial T})_P dT+(\frac{\partial s}{\partial P})_T dP \quad (۱۸)$$

$$C_p=(\frac{\partial h}{\partial T})_P=T(\frac{\partial s}{\partial T})_P \quad (۱۹)$$

با جایگذاری روابط (۱۱) و (۱۹) در رابطه (۱۸)

$$ds=C_p\frac{dT}{T}-(\frac{\partial v}{\partial T})_P dP \quad (۲۰)$$

با انتگرال گیری از رابطه (۲۰)

$$s-s_0=\int_{T_0}^{T_1}C_p\frac{dT}{T}-\int_{P_0}^{P_1}(\frac{\partial v}{\partial T})_P dP \quad (۲۱)$$

با در نظر گرفتن معادله $Z=F(T,P)$ و $Pv=ZRT$ و با جایگذاری معادله (۱۵) در (۲۱):

$$s-s_0=C_p\ln\frac{T_1}{T_0}-ZR\ln\frac{P_1}{P_0}-(\frac{\partial Z}{\partial T})_P RT_1\ln\frac{P_1}{P_0} \quad (۲۲)$$

با جایگذاری معادله (۱۶) و (۲۲) در معادله (۴) داریم:

$$X=C_P(T_1-T_0)-RT_1^2(\frac{\partial Z}{\partial T})_P\ln\frac{P_1}{P_0}- C_PT_0\ln\frac{T_1}{T_0}+ZRT\ln\frac{P_1}{P_0}+RT_1T_0(\frac{\partial Z}{\partial T})_P\ln\frac{P_1}{P_0} \quad (۲۳)$$

با قضاوت مهندسی در خصوص اختلاف ناچیز T_1T_0 و T_1^2 (در حالتی که هر یک از آنها در مقدار بسیار کوچک $(\frac{\partial Z}{\partial T})_P$ ضرب شوند) ، می توان از بخش دوم و پنجم معادله (۲۳) صرف نظر نمود. لذا معادله به شکل ذیل ساده می گردد:

$$X=C_P[(T_1-T_0)-T_0\ln\frac{T_1}{T_0}]+ZRT_1\ln\frac{P_1}{P_0} \quad (۲۴)$$

برای محاسبه گرمای ویژه فشار ثابت (C_p) مخلوط گاز ورودی به ایستگاه که درصد مولی سازنده‌های آن مطابق جدول گاز طبیعی می‌باشد ابتدا از رابطه $C_p=a+bT+cT^2+dT^3$ ،که C_p تک تک سازنده‌های گاز طبیعی در دمای $25°C$ محاسبه و سپس گرمای ویژه فشار ثابت مخلوط گازی (C_{pmix}) از رابطه:

$$C_{p\,mix}=\sum lC_{p_i} \quad (۲۵)$$

بدست می‌آید. l درصد مولفه‌های هیدروکربن‌های موجود در گاز طبیعی است. با فرض اینکه گاز طبیعی ورودی به ایستگاه دروازه شهری سمنان دارای ۸۵ درصد متان و ۱۵درصد اتان باشد (از هیدروکربن‌های سنگین‌تر از اتان، به علت ناچیز بودن، صرف نظر شده است) و بکار گیری ضرایب ثابت (a,b,c,d) که در مرجع [۴] آمده است، مقدار آن $C_{pmix}=36.97$ محاسبه گردیده است.

۲-۲- روش تحلیل اگزرژی

با دریافت کمیت‌های قابل اندازه گیری دما و فشار مربوط به ایستگاه شماره ۱ سمنان در سال ۱۳۸۸که مقادیر آن‌ها ثبت شده می‌توان اگزرژی ورودی و خروجی را محاسبه نمود. لازم به ذکر است دما و فشار نسبی هستند و هنگام بکارگیری رابطه (۲۴) لازم است به مقادیر مطلق دما و فشار تبدیل شوند. مقدار ضریب تراکم پذیری با توجه به

Archive of SID

www.SID.ir

درصد مولفه هیدروکربن‌های گاز طبیعی مقدار $Z = 0.94$ در نظر گرفته می‌شود [۵]. روند محاسبه اگزرژی ورودی و خروجی به شرح ذیل می‌باشد:

برای محاسبه اگزرژی به مقدار دبی جرمی جریان نیاز داریم. از آنجا که این مقدار برروی سیستم مانیتورینگ اطلاعات (فشار، دما، حجم تصحیح شده) در مرکز دیسپیچینگ شرکت گاز استان سمنان ثبت نگردیده، لذا به منظور محاسبه آن با اخذ مقدار مصرف روزانه CGS از امور بهره برداری شرکت گاز استان سمنان و مقادیر فشار و دمای استاندارد یعنی $T=288.15\ K$ و $P = 101.305\ KPa$ از فرمول (۲۶) نرخ جریان جرمی محاسبه می‌گردد.

$$\dot{m} = \frac{P\dot{V}}{ZRT} \qquad (۲۶)$$

الف) حال با در نظر گرفتن فشار (P) و دما (T)، گرمای ویژه فشار ثابت (C_p)، فشار محیط (P_o) و درجه حرارت محیط(T_0) [5] و بکارگیری آن در رابطه (۲۴) مقدار اگزرژی ورودی (ex_{in}) به ایستگاه محاسبه می‌گردد.

$$X_{in}(\frac{KJ}{Kg}) \times \dot{m}(\frac{Kg}{day}) = ex_{in}\frac{KJ}{day} \qquad (۲۷)$$

ب) همانند قسمت الف) مقداراگزرژی پس ازتقلیل فشار (ex_{out}) محاسبه می‌گردد:

$$X_{out}(\frac{KJ}{Kg}) \times \dot{m}(\frac{Kg}{day}) = ex_{out}\frac{KJ}{day} \qquad (۲۸)$$

ج) بدیهی است اختلاف اگزرژی محاسبه شده در قسمت الف و ب بیانگر مقدار اتلاف اگزرژی در ایستگاه تقلیل فشار می‌باشد.

با کاهش فشار، مولکول‌های گاز از هم دور می شوند و گاز برای ایجاد فاصله بین مولکول‌ها و نهایتا افزایش انرژی جنبشی نیاز دارد که گرمای محیط را بگیرد و به محیط سرما پس دهد اما در فصول سرد سال محیط به دلیل برودت هوا نمی تواند دمای مورد نیاز برای کاهش فشار آن را تامین کند. لذا پتانسیل تشکیل هیدرات و در نتیجه انسداد و ناکارآمد شدن تجهیزات موجود در ایستگاه تقلیل فشار فراهم میگردد. لذا برای جلوگیری از این حالت درجه حرارت گاز را قبل از کاهش فشار بوسیله پیش گرمکن‌های گاز، بالا می‌برند. برای جلوگیری از تشکیل هیدرات و همچنین داشتن راندمان احتراق بهینه دمای گاز در ایستگاه تقلیل فشار باید بین $32\text{-}60\,^{\circ}F$ قرار داشته باشد [۵]. با بررسی اجمالی دمای خروجی ایستگاه در فصول سرد سال که هیتر راه اندازی شده (بنا به استعلام از امور بهره برداری گاز استان سمنان در بیست روز اول فروردین و همچنین از دهم مهر تا پایان اسفند در سال ۸۸ هیتر در سرویس قرار داشت)، مشاهده گردید که در اکثر روزها درجه حرارت گاز خروجی از ایستگاه بالاتر از دامنه دمایی مطلوب ($32\text{-}60\,^{\circ}F$) قرار داشت. بدیهی است دمای بالاتر ازاین مقدار سبب اتلاف اگزرژی می‌گردد. زیرا بیش از مقدار مورد نیاز، از انرژی برای گرم کردن گاز توسط هیتر در ایستگاه تقلیل فشار مورد استفاده قرار می گرفت .لذا درجه حرارت‌های بالای $60\,^{\circ}F$ پتانسیل بهینه شدن فرایند را فراهم می‌نماید. از اینرو با تنظیم درجه حرارت هیتر، از هدررفت مقدار قابل توجهی اگزرژی می‌توان جلوگیری نمود که مقدار آن از جدول ۲ برای هر ماه در سال ۱۳۸۸ محاسبه گردیده است.

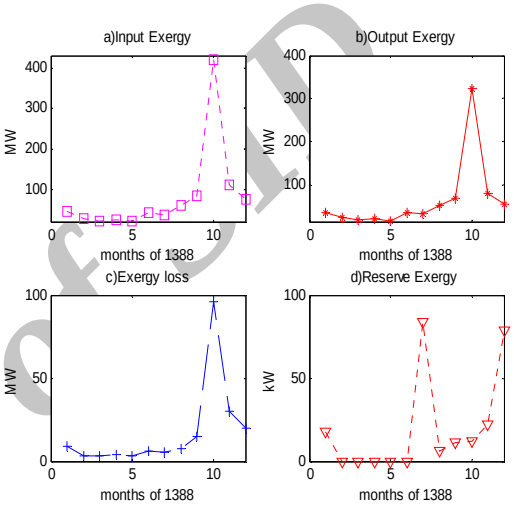
جدول۲- نتایج محاسبات اگزرژی ایستگاه تقلیل فشار گاز سمنان درسال۸۸

ماه‌های سال	Ex(in) (MW)	Ex(out) (MW)	Ex-loss= Ex(in)-Ex(out) (MW)	Ex-saving (KW)
فروردین	۴۵/۰	۳۶/۴	۸/۶۰	۱۸/۱
اردیبهشت	۲۷/۸	۲۴/۲	۳/۶۴	-
خرداد	۲۲/۲	۱۸/۶	۳/۶۱	-

Archive of SID

www.SID.ir

تیر	۲۵/۰	۲۰/۹	۴/۰۵	-
مرداد	۲۰/۷	۱۷/۳	۳/۵۰	-
شهریور	۴۱/۳	۳۵/۲	۶/۱۰	-
مهر	۳۷/۲	۳۲/۱	۵/۱۰	۸۳/۶
آبان	۵۹/۶	۵۱/۳	۸/۲۵	۶/۳۸
آذر	۸۴/۶	۶۹/۷	۱۴/۹۰	۱۱/۲
دی	۴۲۰/۰	۳۲۴/۰	۹۶/۳۰	۱۱/۸
بهمن	۱۰۶/۰	۸۰/۸	۲۵/۸۰	۲۲/۱
اسفند	۷۳/۹۰	۵۴/۱	۱۹/۸۰	۷۸/۸
مجموع	۹۳۶/۳	۷۶۴/۶	۱۹۸/۷	۲۳۱/۹۸



نمودار۱) a) اگزرژی ورودی b) ،خروجی ، c) هدر رفته وd) قابل اجتناب از هدر رفت درایستگاه تقلیل فشار گاز شماره ۱سمنان درسال ۱۳۸۸

۲-۳- نتیجه گیری

با توجه به ثبت و در اختیار داشتن خواص قابل اندازه گیری دما ، فشار و مصرف روزانه به محاسبه اگزرژی ورودی و خروجی، اتلاف اگزرژی و مقدار اگزرژی قابل اجتناب از هدر رفت در ایستگاه تقلیل فشار دروازه شهری سمنان (ایستگاه شماره۱) درسال۸۸ پرداخته شده که طبق توضیحات بخش قبل، با قرار دادن این ارقام مربوط به سال ۸۸ در یک برنامه کامپیوتری که در محیط MATLAB نوشته شده، نتایج به صورت ماهیانه و بر حسب وات طبق جدول ۲ حاصل می گردد که براساس آن در سال و ایستگاه مورد مطالعه ۱۹۸,۷ MW انرژی مستهلک می‌گردد که از این مقدار ۲۳۱,۹۸ KW قابل اجتناب از هدر رفت می‌باشد و با در نظر گرفتن تعداد کل ایستگاه‌های تقلیل فشار موجود در کشور این ارقام به طور چشم‌گیری افزایش می‌یابد. بدیهی است حتی جلوگیری از هدر رفت بخش کمی از آن ذخیره وسیعی از انرژی و سرمایه ملی را در پی خواهد داشت. همان‌طور که از نمودار ۱ قابل مشاهده می‌باشد در ماه‌های سرد سال که مصرف زیاد است، اتلاف اگزرژی و اگزرژی قابل اجتناب از هدر رفت به طور محسوسی افزایش می‌یابد.

تقدیر و تشکر

نویسندگان این مقاله از امور پژوهش و امور بهره برداری شرکت گاز استان سمنان کمال تشکر را ابراز می نمایند.

مراجع

[1] Kotas, T.J. (1995), “The Exergy Method of Thermal Plant Analysis”. Krieger Publishing Co.

[2] Verkhivker, G.P., Kosoy, B.V. (2001), “On the Exergy analysis of power plant”. J. Energy Conver. Manage., Vol. 42, pp. 2053-2059.

Archive of SID

www.SID.ir

[3] Poredos, A., Kitanovski, A. (2002), “Exergy loss as a basis for the price of thermal energy”. J. Energy Conver. Manage., Vol. 43, pp. 2163-2173.

[۴] بهرامی، م. (۱۳۷۲). "اصول بنیانی و مبانی محاسبات در مهندسی شیمی". انتشارات دانشگاه امیر کبیر.

[5] Katz, D.L., Kobayashi, D., Vary, J.A., Elenbaas, J.R., Poettmann, F.H., Weinaug, C.F. (1956), “Handbook of Natural Gas Engineering”. Chapter 16, pp. 597-654, McGraw-Hill Co., New York.

[6] Rojery, A., Jaffret, C. (2002), “Natural Gas: Production, Processing, Transport”. 2nd Ed., Chapter 7, pp. 323-331.

Archive of SID

www.SID.ir

ANALYSIS OF EXERGY IN NATURAL GAS IN REDUCTION CITY GATE STATION

S. Sadodin[1], S. Rastegar[2,*]

1. Associate Professor, Semnan University
2. M.Sc., Mechanical Engineer

*****Corresponding Author: saeedrastegar1981@yahoo.com

ARTICLE INFO

Keywords:
Natural Gas,
Exergy,
Reduction Gas Station,
Regulator.

ABSTRACT

After compressing and increasing the pressure of natural gas in compress station, it has high exergy pressure. The pressure of natural gas is decreased in reduction station by regulators, but this issue can waste exergy. Since energy resources are restricted and its price is increasing in one hand, the exergy analysis method of thermodynamic issue is brought out with economical issues on the other hand, therefore the exergy analysis method is considered as significant issue. This article addresses exergy analysis with using the governing thermodynamic equations and considering natural gas deviation from ideal state and the exergy analysis of natural gas in reduction city gate station (the station No. 1 of Semnan is considered as a case study). The amount of exergy waste is calculated and guideline for its reduction is presented. In accordance with carried out calculations, on the average 198.7 MW of exergy is wasted in the Pressure Reduction Station No.1 located in Semnan in the year of 2009, we can prevent to waste the 231.98KW of exergy with regulating the appropriate temperature of heater when it is working and the studied station.

Archive of SID

www.SID.ir