بازیافت گازهای ارسالی به فلر درپالایشگاهها

محمد علی نامداریان
Email:namdarian262000@gmail.com

چکیده – **صنعت پالایشگاه بعنوان یکی ازمصرف کنندگان عمده انرژی محسوب شده وهزینه زیادی درآن صرف تأمین انرژی می شود. درطی فرآیند های پالایش مقدار زیادی گاز ومواد سوختی بدون استفاده ،مستقیما"واز طریق فلر وارد اتمسفر می شود.سوزاندن این گازها درفلرعلاوه بر ایجاد مشکلات زیست محیطی، به نوعی هدردادن منابع اقتصادی نیز به حساب می آیند.درصورتیکه با استفاده از تکنولوژی مولدهای مقیاس کوچک (DG)وسیستم بازیابی گازهای ارسالی به فلر(FGRS)می توان ازگازهای فلرینگ پالایشگاه استفاده نموده واز این طریق انرژی الکتریکی تولید نمود.با این روش نه تنها بازیافت انرژی صورت می گیرد بلکه با اجرای این طرح ازمیزان انتشار گازهای گلخانه ای مانند co2 کاسته می شود.**

کلید واژه- **پالایشگاه، فلر، بازیافت انرژی، DG- FGRS**

۱- مقدمه

درعرصه رقابت جهانی ودرراستای تولید بیشتر،هزینه کمتر،صنایعی موفق خواهند بودکه دراین رقابت با تحقیقات ومطالعات بیشتر،موفق به یافتن راهکارهایی جهت جلوگیری ازاتلاف درمصرف انرژی وجلوگیری ازآلودگی محیط زیست گردند.

صنایع پالایش نفت ،گازوپتروشیمی نیز که به عنوان یکی از مصرف کننده های عمده انرژی محسوب می شوداز این امر مستثنی نمی باشد.در اغلب فرآیندهای شیمیایی مانند پالایشگاههای نفت ،گازوپتروشیمی،یکی از ابزارهای ایمنی وکنترل فشار،شبکه رهاسازی گازهاست که درآخرین قسمت این شبکه، برج فلر قراردارد.

دراین شبکه گازهای اضافی پس ازجمع آوری ازواحدهای مختلف به سمت برج فلر فرستاده می شودتا سوخته شوند.حجم زیادی ازاین گازها ازارزش سوختی بالایی برخوردار بوده ودربرخی موارد می توان ازآنها به عنوان خوراک واحدهای مختلف نیز استفاده کرد.سوزاندن این گازها درفلر علاوه برایجاد مشکلات زیست محیطی مثل انتشار گازهای گلخانه ای ،انتشار آلاینده های هوا،صدا وبوی نامطبوع به نوعی هدردادن منابع اقتصادی نیزبه حساب می آیند.ازآنجا که اصلی ترین راه اتلاف انرژی درپالایشگاهها همین سیستم فلرینگ بوده وعمدتا" بیشترین میزان آلاینده های زیست محیطی نیز ازهمین سیستم متصاعد می گردد،توجه به بهینه سازی عملکرد واصلاح این بخش ازاهمیت بسزایی برخوردار بوده وهست.

با آنکه هدف از طراحی فلر ایجاد امنیت وایمنی برای مجموعه واحدها وکارکنان دربرابر خطرات احتمالی ناشی از

افزایش فشار وشعله ورشدن گازهای پرفشاراست،اما درعوض این سیتم به میزان زیادی آلودگی زیست محیطی مانند NOX وSOX وگازهای گلخانه ای مثل CO2 وCO ونیز هیدروکربنهای نسوخته ایجاد نموده ومقدارزیادی انرژی را نیز ازبین می برد.تا به امروز روشها وراهکارهای گوناگونی جهت کاهش ویا بازیابی گازهای ارسالی به فلر ارائه گشته که عمدتا"برروی اصلاح واحدهای تولیدکننده گازها ویا درخودسیستم فلرینگ موجود صورت می گیرد.اما می توان با توجه به توجیهات اقتصادی ،به کمک تکنولوژی مولدهای مقیاس کوچک (DG)وسیستم بازیابی گازهای ارسالی به فلر(FGRS)ازگازهای فلرینگ پالایشگاه استفاده نموده واز این طریق انرژی الکتریکی تولید نمود.پیرو این فرآیند آلودگی ناشی از سوختن گازها نیز بطور بسیار محسوسی کاهش خواهد یافت.سیستم تولید برق از گازهای فلرینگ علاوه بر این مزایای دیگری نیز داردکه ازآن جمله می

توان به:کاهش هزینه سوخت مصرفی،کاهش شعله آشکار- کاهش مصرف و هزینه تأسیسات مرتبط با سیستم فلرینگ و..... اشاره نمود.

۲- طراحی سیستم

این بخش شامل چهار قسمت عمده می باشد:

۱- آنالیز گازهای فلر ۲-فشرده سازی گاز فلر

۳- انتقال گاز بازیافتی به واحدهای DG ۴- طراحی وانتخاب DG

۲-۱: آنالیز گازهای فلر

مهمترین نکته درطراحی سیستم تولید برق از گازهای فلر آن است که حضور سیستم DG درکنار سیستم فلرینگ موجود ،خدشه ای درعملکرد اضطراری سیستم فلرینگ ایجاد ننماید.لذا با توجه به این نکته اطلاعات وداده های مورد نیاز جهت طراحی سیستم انجام می گیرد.چون ساختار DG دراین پروژه به گونه ای است که ازموتورهای گازسوز ازنوع سوخت فلرسوز استفاده می گردد،لذا می بایست آنالیز کلی ازگازهای فلر ونیز خودسیستم فلرینگ در اختیار باشد و با توجه به نتایج چنین آنالیزی مقادیر متغیرهای مورد نظر جمع آوری گردد.ازآنجا که خواص عمومی جریان خط لوله اصلی سیستم فلرینگ ازجمله شدت جریان،دما،فشاروترکیب درصدو..... بشدت متغیر می باشد لذا نیاز به یک الگوی خاص جریان وخواص آن مورد نیاز خواهد بودتا مقدار حداقل مشخصات گاز مورد نیاز DG فراهم گردد.

با توجه به این موضوع درقدم اول درطی چندین هفته وضعیت این جریان به طور کامل اندازه گیری وثبت می گردد.و بطور همزمان ترکیب درصد نمونه های بدست آمده نیز بایدتوسط آزمایشگاه مستقر درپالایشگاه مشخص گردد.جدول۱ ترکیبات موجود در یک نمونه را نشان می دهد.

جدول(۱)-میزان ترکیبات موجود درنمونه گازفلر پالایشگاه نفت شیراز

نوع گاز	مقدار برحسب درصد
H2	55.1
H2s	7.2
C1	23.9
C2	4.1
C3	4.0
IC4	1.4
nC4	1.8
IC5	1.1
nC5	0.6
C6+	0.8

۲-۲:فشرده سازی گاز فلر

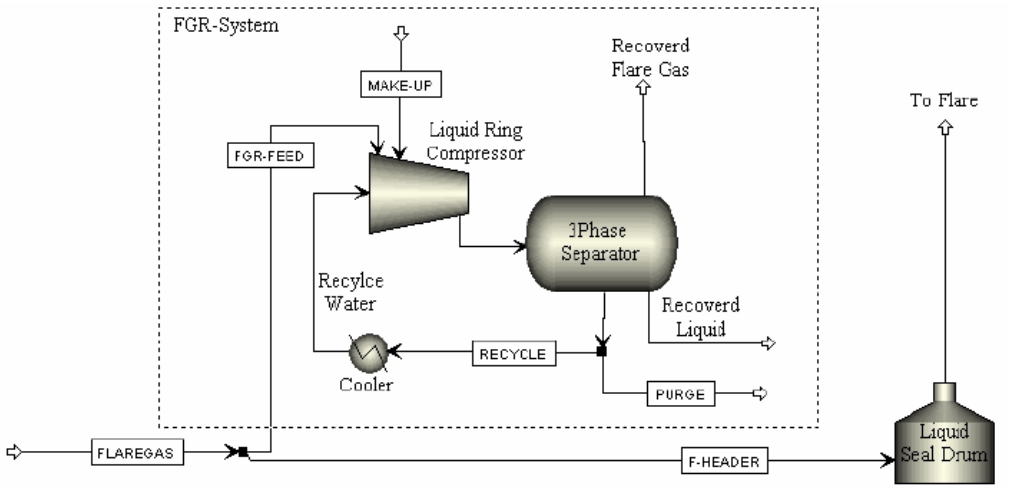
پس از پشت سر نهادن مرحله اول سیستمی خاص جهت فشرده سازی وبازیابی گازها ارائه گرددواز لحاظ تکنولوژی های مورد نیاز، هزینه های احتمالی مورد ارزیابی قرارگیرد.بطور خلاصه میتوان موارد زیر را که دراین مرحله باید مورد توجه قرارگیرد را بیان نمود.

هزینه تغییرات احتمالی درسیستم فلرینگ موجود

هزینه تجهیزات موردنیاز(خصوصا" کمپرسور)

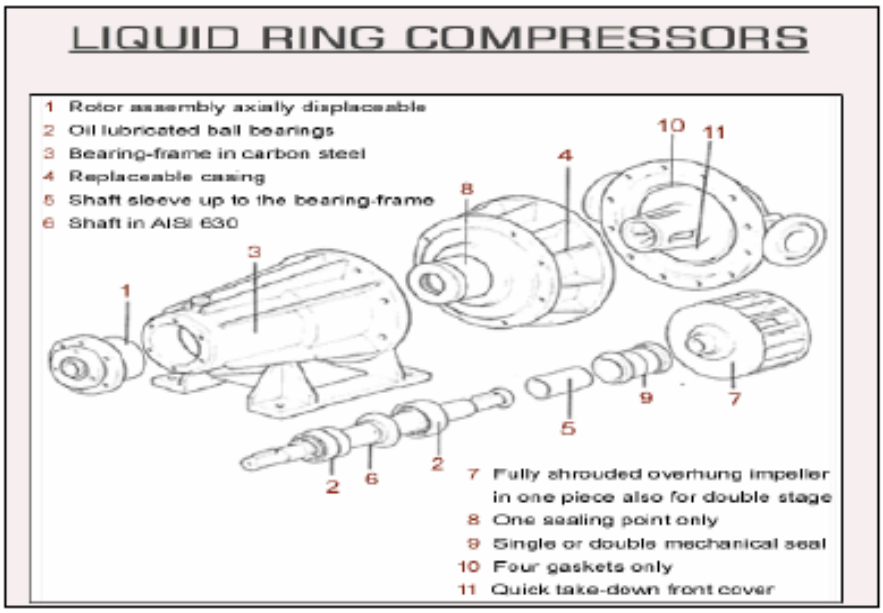
هزینه عملیات وتعمیرات

برای فشرده ساختن گازها وطراحی واحد بازیافت گازهای فلر، معمولا" ازکمپرسورهای دارای چرخه مایع ویا کمپرسورهای رفت و برگشتی استفاده می کنند.مزیت کمپرسورهای دارای چرخه مایع خنک شدن گازها درهنگام کمپرس شدن توسط انتقال حرارت گاز با مایع داخل کمپرسور(معمولا آب)می باشد.درصورت تمایل به جداسازی سولفید هیدروژن ازگازهای فلر می توان از آمین به جای آب در این کمپرسورها استفاده کرد.کمپرسورهای رفت و برگشتی را بسیار راحتتر ازکمپرسورهای با چرخه مایع می توان خریداری کرد.همچنین تهیه لوازم یدکی، تعمیرات ونگهداری این نوع از کمپرسورها راحتتر می باشند. در صورت استفاده از کمپرسورهای رفت و برگشتی باید به این نکته توجه کرد که درصورت افزایش دما بیش ازحد مجاز امکان انفجار وجود دارد. بنابراین جهت بالابردن ایمنی بهتر است از کمپرسورهای با چرخه مایع استفاده کرد.یکی از سیستمهای معروف در این زمینه، FGRS می باشد. شمای کلی سیستم FGR مورد استفاده درفلر درشکل۱نمایش داده شده است.



شکل(۱)-شمای کلی سیستم FGR

مهمترین قسمت FGRS ،کمپرسور می باشد.کمپرسور انتخاب شده به نام LIQUID RING COMPRESSOR به عنوان مناسب ترین کمپرسور جهت عملکرد درسیستم FGR می باشد.این نوع کمپرسورها در شرایط دوفازی گاز/مایع عمل نموده وبا ورود یک جریان مجزا به درون کمپرسور که حاوی آب می باشدعملیات تراکم گاز درحضور فازآبی نزدیک به حالت ایزوترم باقی مانده وهمچنین بکمک نیروی گریز از مرکز تولیدی درکمپرسور فاز آبی دراطراف دیواره نوعی آب بند را، نیز ایجاد می کند. شکل ۲ ساختار این نوع کمپرسورها رانشان می دهد.



شکل(۲)- کمپرسور مربوط به سیستم FGR

لازم به ذکر است که اکثرپالایشگاههای کشورهای پیشرفته جهان درچند سال اخیربه استفاده ازاین سیستم روی آورده انـد.بـه همین علت تولید وعرضه این نوع کمپرسورها جهت استفاده انحصاری درسیستم FGR بشدت افزایش یافته است.

نکته دیگری که باید درفشرده سازی گاز مدنظرداشت این است؛ که با توجه به حجم بسیار زیاد ترکیبات مضر ازجمله ترکیبات گوگردی درجریان گازهای بازیابی شده، تمامی تجهیزات وخطوط لوله موجود درسیستم باید از جنس مقاوم در برابر خـوردگی انتخاب گردند.نکته دیگر اینکه، چون شدت جریان گازهای ارسالی به فلر بشدت متغیر می باشد،لذا گاه پیش می آید که میزان جریان ورودی به سیستم FGR کمتر ویا بیشتر از حداکثر میزان طراحی گردد.لذا جهت جلوگیری ازبـروز مـشکلات احتمـالی اولا"میزان حداکثر جریان طراحی سیستم FGR را کمتر ازحداکثر شدت جریان گازهای ارسـالی بـه فلـر درنظـر مـی گیـریم وثانیا"با درنظر گرفتن یک جریان بازگشتی ازخروجی گاز ازجداکننده فازی به سمت ورودی کمپرسور شـرایطی را فـراهم مـی آوریم که درصورت کاهش بیش ازحد جریان ورودی به سیستم FGR این جریان بازشده وگازهای خروجی به سمت کمپرسـور باز گردانده می شود تا خللی به کارکمپرسور وارد نگردد.ثالثا" جریان مازاد ورودی سیستم FGR نیز همواره به سمت سیـستم فلرینگ موجود هدایت می گردد.

۲-۳-انتقال گازهای بازیابی به DG :

مهمترین مسئله دراین قسمت انتخاب جنس وقطر لوله هاست. با توجه به وجود ترکیبات مضر گوگردی درگاز ،تمامی لولـه هـا واتصالات باید ازجنس مقاوم در برابر خوردگی انتخاب گردند.قطر لوله نیز با توجه به دبی و فـشارگاز بازیـافتی و....انتخـاب مـی گردد.

۲-۴-طراحی وانتخاب DG :

DG می تواند یا توربین گازی باشد ویا موتورهای گازسوز.با توجه به اینکه راندمان الکتریکـی تـوربین هـای گـازی پـایین مـی باشد(بین٪ ۳۰-٪۳۷)از این رو انتخاب توربین گازی مقرون به صرفه نمی باشد.عیب عمده دیگر توربینهای گازی،عـدم قابلیـت کارکرد آن با گازهای فلرینگ می باشد.لذا انتخاب توربین گاز برای چنین پروژه هایی کاملا"منتفی است.

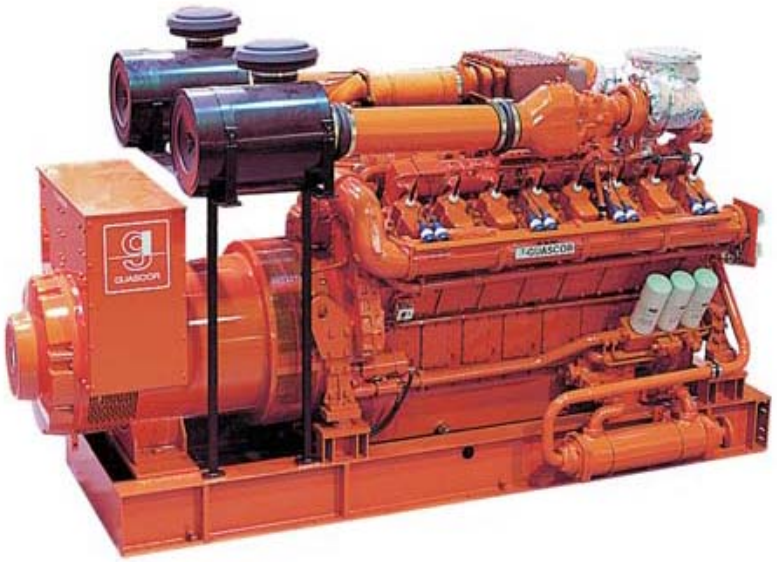
بسیاری از سازندگان باتجربه و مشهور موتورهای دیزل گازوئیل سوز، در سالهای اخیر به ساخت موتورهای گازسوز رو آورده‌اند. می‌توان حداقل بیست سازنده معروف اروپایی، امریکایی و ژاپنی فعال در این زمینه را نام برد. تعداد قابل توجه سازندگان این موتورها و رقابت بوجود آمده بین آنها منجر به حصول شاخصه‌های فنی جالب در طراحی و ساخت موتورهای گازسوز شده است. از آن جمله می توان به راندمان بالا ، عمر طولانی ، پایین بودن آلاینده‌های زیست محیطی،قابلیت کارکرد با گازهای زباله-فاضلاب-فلر، پشتیبانی و خدمات پس از فروش خوب و هزینه پایین تعمیر و نگهداری و قطعات یدکی اشاره کرد.بعضی ازاین موتورها مانند GUASCOR که ساخت کشور اسپانیا می باشد، قابلیت کاربا گازهایی که تا میزان 800PPM ترکیب H2S رابه همراه دارد، دارا می باشد.

برخی پارامترهای اصلی یک موتور گاز سوز که در هنگام انتخاب بایستی مدنظر قرار گیرد عبارتند از:

۱- قدرت نامی ۲- نوع سوخت مصرفی و میزان مصرف سوخت ۳- دور موتور و سیستم تنظیم دور ۴- سیستم خنک کنندگی ۵- دمای گازهای خروجی ۶- راندمان همچنین بایستی در زمان سفارش موتور نوع گاز و آنالیز ترکیبات آن به سازنده اعلام گردد. سازنده های مختلف نرم افزارهایی برای محاسبه میزان دقیق قدرت و راندمان موتور برحسب مشخصات ترکیبات گاز در اختیار دارند.

با بررسی سوابق ومدارک سازندگان مختلف موتورهای گازسوز،موتورهای GUASCOR برای استفاده درچنین پروژه ای مناسب می باشند.

شکل۳ نمای ظاهری ومشخصات فنی این موتورژنراتور رانمایش می دهد.



CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS
SPECIFIC CHARACTERISTICS
CARACTERISTIQUES SPÉCIFIQUES

MOTOR ENGINE MOTEUR	50 Hz A (kW)	B (kWe)	RPM
FGLD360 / 55	550	523	1500
FGLD360 / 80	520	494	1500
SFGLD360 / 55	630	600	1500
SFGLD360 / 80	630	600	1500
FGLD480 / 55	725	689	1500
FGLD480 / 80	690	656	1500
SFGLD480 / 55	838	805	1500
SFGLD480 / 80	838	805	1500
SFGLD560 / 55	985	952	1500

A POTENCIA MECANICA BRAKE POWER PUISSANCE FREIN
B POTENCIA ELECTRICA ELECTRICAL POWER PUISSANCE ELECTRIQUE

NOTAS
Potencias : S / ISO 3046
Rendimientos estimados de alternador para Cos fi=1

REMARKS
Rating Definition : S / ISO 3046
Estimated alternator efficiency for Cos fi=1

NOTES
Puissance : S / ISO 3046
Rendements aprox. des alternateurs pour Cos fi=1

CARACTERÍSTICAS GENERALES
Motor de 12 (360) y 16 (480 y 560) cilindros en V, con aberturas laterales de inspección. Cigüeñal suspendido. Bielas de corte oblicuo. Cojinetes de biela y cigüeñal bimetálicos. Pistones de aleación de aluminio con tres aros. Culatas individuales de fundición, con cuatro válvulas. Camisas húmedas. Colectores de escape refrigerados. Válvulas termostáticas. Arranque eléctrico o neumático. Accionamiento de servicios mediante engranes. Turbocompresor de alto rendimiento.

GENERAL FEATURES
Engine of 12 (360) and 16 (480 and 560) cylindres in V, with inspection doors on both sides. Suspended crankshaft. Diagonally split connecting rods. Bimetallic bearings for connecting rods and crankshaft. Aluminium alloy pistons with three rings. Cast individual cylinder heads, with four valves. Wet type cylinder liners. Cooled exhaust manifolds. Thermostatic valves. Electric or pneumatic starter. All services driven by gears. High performance turbocharger.

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES
Moteur de 12 (360) et 16 (480 et 560) cylindres en V, avec ouvertures latérales pour inspection. Vilebrequin suspendu. Bielle à coupe oblique. Coussinets de bielle et vilebrequin bimetaliques. Piston en aliage aluminium avec trois gorges et trois segments. Culasses individuelles en fonte avec quatre soupapes. Chemises humides. Collecteurs d´echappement refroidis. Thermostatique soupapes. Démarrage électrique ou à air comprimé. Entrainement de la distribution par engranages. Turbocompresseur á haût rendement.

DIMENSIONES / DIMENSIONS / DIMENSIONS

MODELO	A	B	C	D	Kg
FGLD 360	3580	1664	2141	2552	6502
SFGLD 360	3830	1664	2132	2943	6527
FGLD 480	4146	1664	2144	3007	8400
SFGLD 480	4396	1664	2184	3033	8425
SFGLD 560	4669	1669	2176	2815	9780

GUASCOR
Barrio de Olloia, 44 • 20759 Zumaia. Gipuzkoa. Spain • P.O.Box 30
Tel.: 34 943 86 52 00 • Fax: 34 943 86 52 10
e-mail: guascor@guascor.com • www.guascor.com

شکل(۳)– موتورژنراتور GUASCOR همراه با مشخصات فنی

شکل ۴ مشخصات سوخت مورد استفاده در این نوع موتورها را نشان می دهد.همانگونه که در کاتالوگ دستگاه نیز مشاهده می فرمایید،قابلیت استفاده این دستگاه از گازهای مختلف ذکر گردیده است.

GASES USED AS ENGINE FUELS

The gaseous fuels used in internal combustion engines are available in a large variety of composition and conditions supply, which will affect the configuration, design, life expectancy and performance of the engine to a greater or lesser extent,. The gaseous fuels used in Guascor engines may range from "dry" natural gas to different kinds of synthesis gases resulting from thermochemical processes or the anaerobic digestion of organic matters.

In all cases, the gas is a mixture of major constituents, some combustible and others inert, and a number of minor or low-concentration components which may however play an important role for the correct operation of the engine, since they could be very harmful in quantities exceeding the manufacturer-specified limits.

As a consequence, it is necessary to assess the fitness of a given type of gas for its use in internal combustion engines. Where appropriate, the gas must be cleaned or filtered, to make it match the specifications required for its use in IC engines, by limiting its contents of corrosive and abrasive components, in order to guarantee a reasonable service life of the engine.

Depending on the type of constituents to be completely or partly eliminated from the gas so as to adjust their concentration to the specifications, one of several filtering techniques may be used. GUASCOR does not wish to make any recommendation with respect to any of them, provided that the limit values specified in this document are complied with. However, Guascor has experience in this field and may be consulted for advice by the customer, on the understanding that Guascor will not assume any responsibility for the effectiveness or performance of the recommended equipment or systems. Any such responsibility being directly incumbent upon the system's supplier.

شکل(۴)– مشخصات گاز مورد استفاده درموتورهای GUASCOR

البته می توان از حرارت این موتورژنراتورها استفاده نمود وآن را به عنوان CHP به کاربردولی بـا توجـه بـه موقعیـت و جایگـاه فلرها که درفاصله نسبتا"دوری ازتجهیزات مصرف کننده گرما وبخار نصب گردیده، این کارمقرون به صرفه نمی باشد. بـا توجـه به میزان گاز بازیابی ازفلر، می توان ظرفیت مناسب موتور را انتخاب کرد. توان مکانیکی نامی موتور در شرایط استاندارد توسـط سازندگان آن اعلام می شود. افزایش دما و افزایش ارتفاع از جمله عوامل کاهش در قدرت تحویلی موتور مـی باشـند. ضـرایب کاهش قدرت ناشی از شرایط محیطی نیز توسط سازنده محاسبه می شود. برای داشتن ظرفیتهای بالاتر ،مـی تـوان تعـدادی از

این موتورژنراتورها را به صورت موازی ، استفاده کرد. جهت انتقال برق تولیدی از DG ها به شبکه برق پالایشگاه ،نیاز به ترانس افزاینده ولتاژ می باشد که درمحاسبات هزینه باید درنظر گرفته شود.همچنین برای محاسبه شبکه الکتریکی مـی تـوان از نـرم افزار DIGSILENT استفاده نمود.

البته چون تأسیسات SEPERATOR و واحد پس آب صنعتی درنزدیکی فلر قراردارد؛می توان برق تولیدی را به ایـن واحـدها منتقل نمود،تا تلفات انتقال به حداقل برسد.

نکته ای که در انتهای این بخش بایستی به آن اشاره کرد این است که چنانچه یک واحد DG فقـط متـشکل از یـک دسـتگاه موتور-ژنراتور گاز سوز باشد و بصورت کاملاً مستقل و مجزا تامین برق مصرف کننده های نزدیک خود را بر عهده داشـته باشـد بدلیل عدم وجود برق شبکه، نیازی به پیش بینی سیستم سنکرونیزاسیون و کنترل بار نیست ولی از آنجائیکه عموماً هـر واحـد DG متشکل از چندین دستگاه موتور ژنراتور گاز سوز می باشد و معمولاً یـک واحـد DG بـه نزدیکتـرین پـست شـبکه بـرق پالایشگاه متصل میشود باید حتماً واحد DG مجهز به سیستم سنکرونیزاسیون جهت موازی نمودن موتور ژنراتورها با یکدیگر و همچنین موازی نمودن واحد DG با برق شبکه باشد. در تابلوهای سنکرونیزاسیون معمولاً امکانات لازم جهـت انجـام عملیـات سنکرونیزاسیون دو یا چند منبع تولیدی برق را بصورت دستی و اتوماتیک فراهم می نمایند.

در سیستمهای سنکرونیزاسیون اتوماتیک ، عملیات سنکرونیزاسیون (ایجاد شرایط سنکرون شدن و اطمینـان از صـحت آنهـا) بطور اتوماتیک و توسط یک یونیت کنترل سنکرونایزر انجام میشود .

در داخل ایـن سـنکرونایزر عملیـات Frequency Balancing، Voltage Balancing، چـک سـنکرون و همچنـین اعمـال فرامین لازم جهت تغییر ولتاژ و فرکانس هر یک از دو منبع به طور کامل و بصورت اتوماتیک انجام میشود .

در این روش یونیت کنترل سنکرونایزر پس از چک کردن مقادیر ولتاژ و فرکانس های هر دو منبع و مقایـسه آنهـا بـا یکـدیگر چنانچه مقادیر در محدوده تلرانسهای مجاز استاندارد نباشند با ارسال یکسری فرامین به سیـستم کنتـرل دور موتـور (سیـستم کنترل فرکانس) و همچنین سیستم کنترل ولتاژ ژنراتور ، نسبت به تغییر ولتاژ و یا فرکانس هـر یـک از منـابع اقـدام نمـوده و شرایط بالانس بودن ولتاژها و فرکانسها را مهیا می نماید و با استفاده از رله چک سنکرون داخلـی و کنتـرل اخـتلاف فـاز ، در لحظه ای که همه شرایط سنکرونیزاسیون مهیا می گردد به طور اتوماتیک فرمان وصل کلید را صادر می نماید. سیستم کنتـرل فرکانس ژنراتور ، همان سیستم کنترل دور موتور یا به عبارت دیگر گاورنر موتور می باشد که وظیفه تنظـیم و تثبیـت سـرعت موتور را در بارهای مختلف بر عهده دارد و وظیفه خود را با کاهش یا افزایش میـزان سـوخت متناسـب بـا بـار مـصرفی انجـام میدهد.سیستم کنترل ولتاژ در یک ژنراتور بر عهده رگولاتور ولتاژ (AVR) می باشد که وظیفه تنظیم و تثبیت ولتـاژ خروجـی ژنراتور را در بارهای مختلف بر عهده دارد و نقش خود را با کاهش و یا افزایش جریان تحریک متناسب با بار مـصرفی ایفـا مـی کند.

هر دو سیستم فوق الذکر در موتور- ژنراتور (گاورنر و رگولاتور ولتاژ) وظایف خود را بـصورت اتوماتیـک بـا اسـتفاده از مـدارات کنترلی حلقه بسته و با استفاده از نمونه گیری از سرعت و ولتاژ و مقایسه آنها با مقادیر مرجع و ارسال فرامین اصـلاحی انجـام می دهند.

در هر دو سیستم علاوه بر امکان تنظیم پارامترهای کنترل و مقادیر مرجع از روی خود تجهیزات، امکان کنترل و تنظیم سرعت (فرکانس) و تنظیم ولتاژ از راه دور بصورت تغییر مقاومت الکتریکی و یا ارسال سیگنال و پالس وجود دارد . این امکانات (تنظیم از راه دور) برای سنکرونیزاسیون اتوماتیک الزامی می باشد.

پس از پایان عملیات سنکرونیزاسیون ، تقسیم بار بین منابع تولید بـرق و کنتـرل بـار تحـویلی از طـرف هـر یـک و همچنـین جلوگیری از معکوس شدن جهت توان، از موضوعات و وظایف بسیار مهم تابلوی کنترل میباشد کـه بـه همـین منظـور بایـد از تجهیزات و امکانات خاصی استفاده کرد.

به منظور ایجاد امکان کنترل بر روی بار تحویلی از طرف هر یک از دستگاههای موجود در یک واحد DG و یا کل بـار تحـویلی از طرف DG به شبکه برق پالایشگاه و همچنین تقسیم بار بین دستگاهها و تنظیم میزان مشارکت هر یک از آنها باید تجهیزات Load Sharing و Load control در سیستم سنکرونیزاسیون پیش بینی گردد.

در صورتیکه در یک واحد DG از چندین دستگاه موتور ژنراتور گاز سوز با قدرت و شرایط یکسان اسـتفاده شـده باشـد بایـد از یونیت کنترل Load Balancing استفاده شود تا به کمک آن بتوان بار کل تحویلی را به طـور مـساوی بـین موتـور ژنراتورهـا تقسیم نمود. ضمناً می بایستی هر دستگاه مجهز به یک یونیت کنترل بار تحویلی باشد تا به کمک آن حـداکثر بـار تحـویلی از طرف هر دستگاه کنترل شود. در صورتیکه در یک واحد DG از چندین دستگاه موتور ژنراتور گاز سوز با قدرت های متفـاوت و یا شرایط متفاوت استفاده شده باشد با پیش بینی و اسـتفاده از یونیـت کنترلهـای Load Sharing میـزان سـهم هـر یـک از دستگاهها در تامین کل بار مصرفی را تنظیم و تثبیت می نمایند.

لازم به ذکر است که هر سه یونیت کنترل مذکور با اندازه گیری توان اکتیو تحویلی هر یک از منابع پرداخته و بر حسب وظیفه شان فرامین لازم را به سیستم کنترل سوخت (گاورنر) موتور اعمال مینمایند .

امروزه واحدهای PPU (protection and paralleling unit) ،که واحد کنترل و حفاظت برای ژنراتورهایی اسـت کـه بوسـیله موتورهای گازی و یا موتورهای دیزلی به حرکت در می آیند می باشند، به صـورت تجـاری عرضـه شـده و کلیـه وظـایف مهـم حفاظتی و کنترلی ژنراتورها را انجام می دهند. از جمله کاربردهای مختلف PPU می توان به موارد زیر اشاره کرد:

-کنترل پخش بار (kw and kvar load sharing) در حالت استفاده از چند ژنراتور به طور موازی با هم و در حالت اتصال بـه شبکه

- سنکرونیزاسیون اتوماتیک

- حفاظت ژنراتور

- کارکرد در حالت بار پایه

- تقسیم بهینه بار بین چند ژنراتور

- کنترل ولتاژ و ضریب توان

- کنترل توان اکتیو و راکتیو

- کنترل فرکانس

- اندازه گیری و نمایش کلیه پارامترهای ژنراتور و موتور

این یونیت های کنترلی عمدتا" در یک پکیج و به همراه ژنراتور ارائه می شوند. در غیر این صورت بایستی یونیت های کنترلـی مناسب با موتور و ژنراتور انتخاب شده، سفارش داده شوند.

حداقل تجهیزات حفاظتی که برای اتصال ژنراتورها به شبکه توزیع برق پالایشگاه مورد نیاز اسـت، بـه شـرح جـدول زیـر مـی باشند:

جدول(۲)-تجهیزات حفاظتی مورد نیازجهت اتصال موتور ژنراتور به شبکه برق

Standard device function number*	Description
21	Impedance prot. Relay
24/40	Over/Under excitation prot.
25	Synchronism prot.
27/59	Under/Over voltage
27TN/59TN	Earth Fault with 3rd harmonic neutral under voltage
32	Reverse power prot.
46	Negative phase sequence over current prot.
47	Negative phase sequence over voltage prot.
49	Stator overload protection
50/51	Instantaneous & time delay o.c protection
50N/51N	Instantaneous & time delay neutral o.c protection
60	Voltage/Current balance prot.
67	Directional phase over current prot.
81	Over/Under frequency prot.
86	Lockout relay
87G	Generator differential prot.
87T	Transformer differential prot.
87N	REF prot.
94	Trip relay
94-mech	Mechanical trip relay
Trip circuit supervision relay	
Auto voltage regulator	
VAR control relay	

(* بر اساس ANSI C.37.2-1991)

نکته دیگری که لازم به ذکر است این که، چنانچه برق تولیدی توسط این DG ها، مازاد بر مصرف داخلی پالایشگاه باشد،براساس دستورالعمل توسعه مولد مقیاس کوچک میتوان آن رابه شبکه برق سراسری فروخت.همچنین براساس ماده ۴-۱۹- تبصره ۲ دستورالعمل،اینگونه مولدها مشمول رعایت حداقل بازده الکتریکی موثر نمی باشند.و می توان با توانیر عقد قرارداد تضمینی فروش برق منعقد نمود.که با توجه به اینکه اکثر پالایشگاهها دارای پست برق ورودی سراسری می باشند،چنین امری امکان پذیر می باشد.

باشند،چنین امری امکان پذیر می باشد.

۳- محاسبات اقتصادی

اگر بخواهیم میزان انرژی تولید شده رامحاسبه کنیم،باید دید حداکثر گازی که می توان ازفلر بازیابی نمود، چقدر می باشد.البته همانطور که گفته شد میزان گاز ارسالی به فلرمتغیر می باشد وکم وزیاد می گردد.درحال حاضر نیزمحاسبه دقیق آن امکان پذیر نیست .در بعضی مواقع گاز همراه با ترکیبات سنگین می باشد وگاه نیز همراه با ترکیبات سبک.این مسئله درپالایشگاههای نفت چشمگیرتر می باشد. وپیدا نمودن اوریفیسی که مناسب هردو ترکیب گاز باشد،میسر نیست.البته این مشکل با نصب سیستم FGR برطرف خواهدشد.زیرا درآنجا فاز مایع وگاز ازهم جدا خواهد گردید.وامکان قرائت هر دوامکان

پذیر خواهدشد.این یکی دیگر ازمحاسن این طراحی می باشد.

درحال جاضر جهت محاسبه گازهای ارسالی به فلر میزان هدرروی گاز از خروجی واحـدهای مختلـف بـا یکـدیگر جمـع کـرده ومیزان کل را حساب می کنند.این مقدار بسته به ظرفیت پالایشگاه متغیر می باشد.مثلا" این مقـدار در پالایـشگاه شـیراز کـه پنجاه وهشت هزار بشکه ای است،ده تن درماه می باشد. اگر ازاطلاعات جدول ۱ استفاده نماییم،محاسبات اقتـصادی بـه شـرح زیر می باشد:

۱- باید ارزش حرارتی گاز فلر را محاسبه نماییم:برای محاسبه ابتدا باید وزن مولکولی ترکیب گاز وجرم مخصوص را محاسبه نموده وسپس با استفاده از روش مکلر ارزش حرارتی را حساب نماییم.

MWGAS%=SUM(mol%*mw)=(55.1*2)+(7.2*34)+(23.9*16)+(4.1*30)+(4*44)+(1.4*58)+(1.8*58)+(1.1*72)+(0.6*72)+(0.8*86)=110.2+244.8+382.4+123+176+81.2+104.4+79.2+43.2+68.8=

1413.2

MW GAS=MW%/100=1413.2/100=14.132

GAS FLOW=200T/M

=200000KG/M*=200000/30~ 6600KG/D*

*:M=MONTH , D=DAY

GAS FLOW=6600/24=275 KG/H =(275*22.4)/14.132=435.9 M3/H

SP.Gr=SPECIFIC GRAVITY OF GAS=

Mw Gas/Mw air=Mw Gas/29=14.132/29=0.48731

اگر از روش مکلر(MEKLER) جهت تخمین ارزش حرارتی استفاده نماییم، داریم:

NHV=NET.HEAT.VALUE=155+1425*SP.G(BTU/FT^3) =155+1425*(0.4873)=155+694.4=

849.4 BTU/FT^3=849.4*8.9KCAL/M^3

=7560KCAL/M^3 7560KCAL*1.1627W-H=8790W-H=8.79 KW-H ارزش حرارتی گاز فلر

باید دید یک مترمکعب از این گاز چقدر انرژی الکتریکی تولید می نماید.

راندمان موتورژنراتور انتخابی حدود ۴۲٪ می باشد.با استفاده از فرمول راندمان داریم:

R=Pout/Pin $\Longrightarrow$ 0.42=Pout/8.79

Pout=3.69 KW-H

گاز داریم:436M^3/h برق تولید میکند.حال به ازا 3.69KW-h از این گاز.1M^3

436*3.69KW-h=1608.84 KW-H

میزان برق تولید شده در یک سال:

1608.84*8000=12870720 KW

براساس دستورالعمل توسعه مولد مقیاس کوچک مصوب بهمن ۱۳۸۷،نرخ خریدتضمینی بـرق از مولـدهایی کـه رانـدمان آنهـا بالای ۴۲٪ باشد ،به ازا هر کیلووات ۳۰۳ ریال می باشد.با استفاده از این دستورالعمل میزان درآمد سالیانه به صورت زیر است:

12870720 KW*303=3899828160 rials

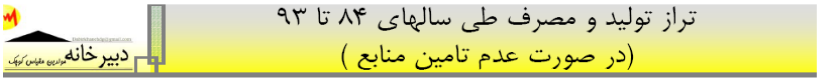
یعنی سالیانه به طور متوسط مبلغ سیصدوهشتادو نه میلیـون تومـان معـادل تقریبـا" $۴۰۰۰۰۰ (چهارصـدهزاردلار) درآمـد

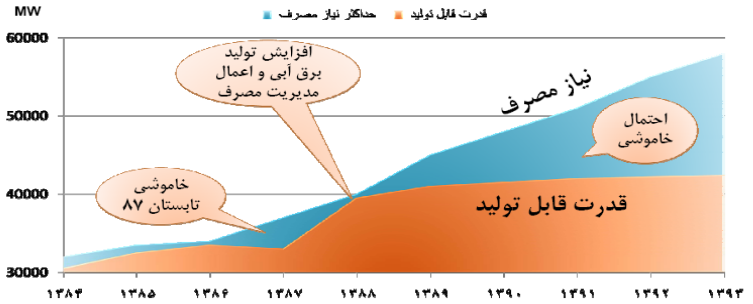
حاصل میگردد.این مبلغ برای یک پالایشگاه ۶۰۰۰۰ بشکه ای می باشد وچنانچه ظرفیت تغییر نماید این مبلغ نیز تغییر میکند.به علت کمک گرفتن فلر ازبخارآب برای اختلاط ،درصورت بازیافت گازهای فلر این بخار هم به مصرف نمی رسد ومی توان هزینه آن را هم به عنوان درآمد محاسبه کرد.برای راحتی محاسبات، سود ناشی ازصرفه جویی بخار، با هزینه تعمیرات ونگهداشت سیستم DG، برابر فرض شده است.

قیمت خرید دستگاه DG با تابلوها وبا ظرفیت ۱,۶ مگاوات،هشتصد هزاردلار می باشد. اگر قیمت خرید FGRS ، نیز چهارصد هزاردلار پیش بینی گردد؛ هزینه سرمایه گذاری یک میلیون ودویست هزاردلار می گردد که با توجه به درآمد سالانه بازگشت سرمایه در مدت۳سال خواهد بود.

۴-نتیجه

با توجه به شرایط بحران انرژی برق درکشور وآلودگیهای زیست محیطی ناشی از گازهای فلرینگ که باعث ایجاد گازهای گلخانه ای می گردد؛انجام این پروژه بسیار مقرون به صرفه می باشد.زیرا یا می توان برق تولیدی را به شبکه سراسری تزریق نمود ویا با کم نمودن مصرف سوخت گازطبیعی در پالایشگاهها ناشی ازکارکرد DG ،سوخت صرفه جویی شده را جهت توسعه نیروگاههای کشور و یا احداث تولیدات پراکنده به کار برد.در ادامه تراز تولید ومصرف طی سالهای ۸۴ تا ۹۳ آورده شده است.





در صورت عدم تامین منابع مالی برای سرمایه گذاری فاصله مصرف و تولید به شدت افزایش یافته و خاموشی های غیر قابل جبرانی اتفاق خواهد افتاد.

شکل(۵)- تراز تولید ومصرف طی سالهای ۸۴ تا ۹۳

سپاسگزاری :

جا دارد ازهمکاری مدیرعامل شرکت پالایش نفت شیرازجناب آقای مهندس شمس الدینی ومدیرعامل شرکت شهرکهای صنعتی فارس جناب آقای مهندس شکیبایی که درتهیه وتدوین این مقاله همکاری فرمودند تقدیروتشکرنمایم.

مراجع

1- دستورالعمل توسعه مولد مقیاس کوچک مصوب بهمن ۱۳۸۷و وب سایت مولدین مقیاس کوچک

2-Technical information about Guascor gas genset.(www.guascor.com)

3-Data sheets of gas-gensets specially about perkins and Deutz(www.perkins.com)& (www.Deutz.com)

4-paul fisher,Dan Brennan,Minimize flaring with flare gas recovery,Hydrocarbon processing,june 2002

5-www.Johnzink.com

6-www.nigc.ir