کاربرد مبدل های حرارتی
در صنایع مختلف

ProjehCenter.ir

چکیده:

با توجه به اینکه در صنعت از جمله صنایع پالایش و پتروشیمی مبدل حرارتی وجود دارند که از لحاظ مصرف انرژی بهینه نمی‌باشند و از لحاظ اقتصادی مناسب نیستند و از طرفی ممکن است بعد از مدتی مشکلاتی از نظر عملیاتی نیز در فرآیند ایجاد نمایند. دانشمندان به فکر اصلاح (Retrofit) شبکه مبدل‌های حرارتی افتادند بطوری که هدفشان کاهش مصرف انرژی و طبعاً کاهش هزینه‌های عملیاتی بوده است بنابراین متدهای گوناگونی را ارائه داده‌اند که از جمله این متدها می‌توان به متدهای ریاضی و تحلیلی اشاره نمود ما در این سمینار روش تحلیلی را انتخاب نموده و به بیان متد Pinch برای Retrofit شبکه‌های مبدل حرارتی که توسط Linnhoff پایه‌گذاری شده است پرداخته‌ایم در ابتدای امر هدف در اصلاح شبکه‌های مبدل حرارتی را توضیح داده گفته شده که چگونه بایستی امر هدف یابی را انجام داده سپس این سئوال مطرح گردید که چگونه بایستی از عهدهٔ پروژه‌های بهبود (Retrofit) برآمد. که سه روش 1- اصلاح شبکه بوسیله بازبینی مستقیم ساختمان آن. 2- اصلاح شبکه به صورت یک طرح جدید (جستجوی کامپیوتری). 3- اصلاح با استفاده از تکنولوژی Pinch مطرح و به توضیح آنها پرداخته ولی از میان سه روش فوق متد اصلاح با استفاده از تکنولوژی Pinch بحث اصلی این سمینار را تشکیل می‌دهد. در توضیح متد Pinch ابتدا هدف‌یابی در فن‌آوری Pinch مورد بررسی قرار گرفته بطوری که پروژه را در یک محدود سرمایه‌گذاری مشخص به سمت زمان برگشت قابل قبولی هدایت نماید. سپس فلسفه هدف‌یابی شرح داده شده است و در فلسفه هدف‌یابی گفته شده که در اولین گام می‌بایستی وضعیت شبکه موجود را نسبت به شرایط بهینه مشخص نمائیم که بهترین ابزار برای این کار استفاده از منحنی سطح حرارتی برحسب انرژی می‌باشد سپس به تفضیل به بیان روش هدف‌یابی پرداخته‌ایم و بعد از

ProjehCenter.ir

بیان مسئله هدف‌یابی در فصل سوم ابزار طراحی را معرفی نموده و گفته شد که طراحی شبکه در پروژه‌های Retrofit بسیار مشکل‌تر از طراحی ابتدائی است زیرا یکسری مبدل قبلاً نصب شده‌اند و در کل، طرح توسط ساختمان شبکه موجود محدود شده است و تغییر موقعیت مبدل‌ها مستلزم صرف هزینه می‌باشد.

لذا جهت کاهش هزینه طراحی لازم است تا جایی که امکان دارد از وسایل موجود حداکثر استفاده را نمود بنابراین احتیاج می‌باشد که به آزمایش هر مبدل به طور جداگانه و بررسی تأثیر آن در عملکرد کلی شبکه پرداخته شود به این ترتیب می‌توان دریافت که کدام مبدل اثر مثبت در شبکه دارند و باید به عنوان مبدل مناسب حفظ گردد و کدام مبدل به طور نامناسب جایگذاری شده‌اند و بایستی تصحیح گردد از این رو به روش‌هایی که برای این بررسی وجود دارد پرداخته که عبارتند از : 1- مبدل‌های عبوری از Pinch. 2- منحنی نیروی محرکه. 3- تحلیل مسئله باقی مانده. 4- تغییر موقعیت مبدل‌ها.

و مفصلاً روش‌های فوق را مورد بحث قرار داده و به نتیجه‌گیری در مورد روش‌های فوق پرداخته و بعد از آن طراحی را آغاز نموده. در ابتدا مراحل طراحی را بیان نموده که عبارتند از:

1- تحلیل مبدل‌های موجود. 2- تصحیح مبدل‌های نامناسب. 3- جایگذاری مبدل‌های جدید. 4- اعمال تغییرات ممکن در طرح.

و سپس به توضیح مراحل فوق پرداخته و در نهایت به اعمال محدودیت‌های فرآیند در روش طراحی اشاره شده است با توجه به اینکه در فصل دوم یک روش هدف‌یابی برای متد Pinch بیان شده بود در فصل چهارم یک روش هدف‌یابی جدیدی برای بهبود (Retrofit) شبکه مبدل‌های حرارتی ارائه شده است که این روش به نام تحلیل مسیری عنوان شده و به ارزیابی زیر ساختارها (یعنی اجزا

ProjehCenter.ir

مستقل شبکه موجود) به منظور بدست آوردن اقتصادی‌ترین و عملی‌ترین فرصت برای ذخیره انرژی را ارائه کرده است و همانطور که در پیشینه اشاره شد اصلاح شبکه از طریق روش و سنتز ریاضی روش‌های متعددی دارد که ما در فصل پنجم این سمینار فقط بطور گذرا و خیلی مختصر روش مرکب برای اصلاح شبکه مبدل‌های حرارتی و مدل Synheat را معرفی نموده.

ProjehCenter.ir

پیشینهٔ اصلاح مبدل‌های حرارتی:

امروزه طراحی بهبود یافته شبکه‌های مبدل‌های حرارتی (HERL) نقش مهمی در سامانه‌های ذخیره انرژی ایفا می‌نماید.

شبکه‌های موجود بیش از فرآیندهای جدید بایستی برای بهبود در بازگشت انرژی مورد توجه قرار گیرند.

اصلاح شبکه‌های حرارتی (HEN) موجود را می‌توان با استفاده از دو رویهٔ عمده به انجام رسانید بطوریکه افراد متعددی در این زمینه فعالیت نموده‌اند.

1- روش تحلیل Pinch :

این روش برپایه ترمودینامیک (و مفاهیم فیزیکی) و فرآیندهای کاوشی است.

از جمله افرادی که پایه‌گذار این روش بوده‌اند می‌توان به T.N. Tjoe and B.linnhoff در سال 1986 اشاره نمود علاوه بر اینها افرادی همچون Van Reisen, Graham T.Polley در سال 1997 یک روش اساسی به نام تحلیل مسیری برای ارزیابی زیر ساختارها یا بعبارتی زیر شبکه‌ها (یعنی اجزاء مستقل شبکه‌ها) به منظور بدست آوردن اقتصادی‌ترین و عملی‌ترین فرصت‌ها برای ذخیره انرژی را ارائه داده‌اند.

2- روش برنامه‌ریزی ریاضی:

در این روش شبکه‌های مبدل حرارتی به صورت مدل‌های ریاضی نشان داده می‌شوند.

از جمله افرادی که در زمینه مدل‌های خطی کار کرده‌اند می‌توان به

S.A. Papoulias, I.E. Grossmann در سال 1983 اشاره نمود که از مدل خطی برای تعیین حداقل هزینه تأسیسات وسایل و حداقل تعداد واحدها استفاده نموده‌اند.

ProjehCenter.ir

اما در زمینه مدل‌های غیر خطی C.A. Floudas, A.R. Ciric 1983 و 1991 و T.F. Yee, E.I. Grossmann در سال 1990 تعدادی از مدل‌های غیرخطی را که از لحاظ محاسباتی گرانتر هستند هم برای به حداقل رساندن هزینه‌های سطحی و هم برای به حداقل رساندن همزمان تأسیساتی (تعداد واحدها و سطوح مبدل‌های حرارتی) ارائه نموده‌اند.

افرادی مانند E.N. Pistikopoulos و K.P. Popalexandri در سال 1994 مدل‌های بهینه‌سازی MINLP را نه تنها برای تعیین طراحی بلکه برای شرایط عملیاتی مطلوب، تحت فرض قابل کنترل دینامیک بسط داده‌اند ولی این مدل برای مسائل با مقیاس بزرگ قابل استفاده نمی‌باشد. چون روش‌هایی که بر مبنای الگوریتم برنامه‌ریزی غیر خطی صحیح مرکب (MINLP) هستند برای دسترسی به شکل بهبود یافته مشکلات محاسباتی زیادی دارند بویژه در حالتی که مسئله مقیاس آن بسیار بزرگ باشد Ca. Athier & P. Floquet در سال 1996 روش‌های بهینه‌سازی تصادفی همراه روش‌های جبری را برای حل مسائل طراحی فرآیند مطرح نمودند بعنوان مثال از روش‌های NLP و شبیه‌سازی بازپخت برای حل طراحی شبکه مبدل‌های حرارتی استفاده نموده‌اند هرچند به حالات Retrofit توجه دقیق و کاملی نداشته‌اند.

علاوه بر روش‌های فوق یک روش گرافیکی برای انتگراسیون حرارتی یک سایت کامل ابتدا توسط Linnhoff و Dhole در سال 1992 ارائه گردید و سپس توسط Raissi در سال 1994 موشکافی شد.

X.X. Zhu and N.D.K. Asante در سال 1996 یک روش تحلیل ریاضی که بدنبال ساده‌ترین تغییرات می‌باشد و بیشترین صرفه‌جویی در انرژی را داشته باشند هر چند آنها برای

ProjehCenter.ir

رسیدن به این صرفه‌جویی سرمایه‌گذاری مورد نیاز را نادیده می‌گیرند و از طرفی این روش یک روش تکاملی می‌باشد.

و از طرفی همین دو فرد در سال 1999 روش مرکب برنامه‌ریزی ریاضی و تحلیل ترمودینامیکی را بیان داشتند بیشتر تحقیقات اخیر به سمت روش‌های پیشرفته‌تر جهت‌گیری داشته‌اند مثلاً بهبود HEN با در نظر گرفتن افت‌های فشار

X.R. Nie,X.X.Zhu که در سال 1999 ارائه نموده‌اند.

روش دو مرحله‌ای با استفاده از دمای معبر ثابت در قدم اول و MINLP برای نهایی کردن طراحی در مرحله دوم که توسط Ma, k.L, T.F, Yee, … در سال 2000 ارائه گردید و تغییرات همزمان فرایند و بهبود HEN که بوسیله J . Zhany ,.X.X. Zhu در سال 2000 ارائه شد.

با این وجود انتخاب همزمان انواع مختلف HE بطور همزمان با بهبود HEN توسط A. Sorsak & Z.Karavanj a در سال‌های 1999 تا 2002 ارائه گردید علاوه بر این K-M. Bjork & T,Westerlund در سال 2002 مدل Synheat که توسط T.F, Yee & E.I, Grossmann در سال 1991 بیان شده بود را بدون ساده‌سازی فرض‌هایی از قبیل توابع هزینه سطحی خطی، فرض عدم شکاف جریانی و فرض‌های مشابه به حالت کلی مطلوب حل کرده‌اند ولی چون مدل Yee و K-M. Bjork که در سال 2002 بیان شده بود فقط طراحی شبکه مبدل حرارتی Grassroot را مورد توجه قرار می‌داد لازم بود که مدل‌های دیگری پیدا شود بطوری که چندین مقاله این موضوع را مورد توجه قرار دادند مثلاً Yee & Grossmann در سال 1991 و یا مقاله اخیری که در سال 2005 توسط K-m. Bjork & T, Westerlund بیان شد و آمدند مدل Synheat را برای رسیدن به هدف بهبود خود تغییر دادند

ProjehCenter.ir

ProjehCenter

www.ProjehCenter.ir

@projehcenter

@projehcenter_ir