



دانشگاه شهید چمران اهواز
مرکز پژوهشی شبکه‌های گازرسانی

گزارش ماهیانه فعالیت‌های انجام‌شده در مردادماه ۱۳۹۳

GNRC-KHGC-MR 1393-04

۹ شهریورماه ۱۳۹۳

گزارش فعالیت‌های مردادماه ۱۳۹۳	عنوان
GNRC-KHGC- MR 1393-04	کد گزارش
۱۳۹۳/۶/۹	تاریخ
<p>دکتر مرتضی بهبهانی نژاد، عضو هیئت علمی گروه مهندسی مکانیک دانشگاه شهید چمران</p> <p>دکتر مازیار چنگیزیان، عضو هیئت علمی گروه مهندسی مکانیک دانشگاه شهید چمران</p> <p>مهندس محمدرضا کاویان نژاد، دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک، دانشگاه شهید چمران</p> <p>مهندس مهدی طهماسبی، دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک، دانشگاه شهید چمران</p> <p>خانم فروزنده عمید، کارشناس شیمی کاربردی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج</p>	تدوین کنندگان
<p>در راستای تکمیل و افزایش قابلیت‌های محاسباتی نرم‌افزار GNPurge، در این ماه به بررسی اثرات تبادل حرارتی جریان گاز با محیط پیرامون بر پارامترهای مختلف جریان پرداخته که شرح فعالیت‌های صورت گرفته در این راستا در فصل دوم گزارش آورده شده‌است. با توجه به طرح ابتکاری یکی از مهندسين شرکت گاز استان خوزستان در تغییر عملکرد شیرهای قطع جریان، در فصل سوم گزارشی از این طرح که در ایستگاه CGS غرب اهواز اجرایی گشته، ارائه شده‌است. در ادامه فعالیت‌های مربوط به مدیریت سیستم انرژی، در این ماه از کارخانه آجرسازی شیرین سفال اهواز بازدید به عمل آمد. در این بازدید، فرآیندها و تجهیزات این کارخانه که عمدتاً از گاز طبیعی به عنوان حامل انرژی بهره می‌گیرند، شناسایی و اطلاعات کلی لازم جمع‌آوری شد. شرح این بازدید در فصل چهارم گزارش ارائه شده‌است.</p>	چکیده

فهرست مطالب

۱	مقدمه	۱
۴	شبیه‌سازی عددی هدرفت گاز از خط لوله با در نظر گرفتن اثرات انتقال حرارت	۴
۴	۱.۲ بررسی اثرات انتقال حرارت بر پارامترهای جریان	۴
۹	۲.۲ مراجع	۹
۱۰	۳ طرح پیشنهادی تغییر در ایستگاه‌های تقلیل فشار شهری و منطقه‌ای	۱۰
۱۴	۴ بازدید از کارخانه آجرسازی شیرین سفال اهواز	۱۴
۱۴	۱.۴ فرآیند تولید آجر در کارخانه آجرسازی شیرین سفال اهواز	۱۴
۱۷	۲.۴ پخت خشت‌ها جهت تولید آجر	۱۷
۲۰	۳.۴ اقدامات انجام گرفته توسط مدیریت کارخانه جهت کاهش مصرف گاز طبیعی	۲۰
	۴.۴ اقدامات مرکز پژوهشی در ماه‌های آتی برای کاهش مصرف انرژی در کارخانه شیرین سفال اهواز	۲۱
۲۲	۵ فعالیت‌های ماه آتی	۲۲

فهرست شکل‌ها

- شکل ۱-۲: اثر انتقال حرارت بر عدد ماخ ورودی به ازای نسبت‌های فشاری مختلف و طول‌های بی‌بعد گوناگون ۶
- شکل ۲-۲: اثر انتقال حرارت بر عدد ماخ خروجی به ازای نسبت‌های فشاری مختلف و طول‌های بی‌بعد گوناگون ۷
- شکل ۳-۲: اثر انتقال حرارت بر افت دما به ازای نسبت‌های فشاری مختلف و طول‌های بی‌بعد گوناگون ۷
- شکل ۴-۲: اثر انتقال حرارت بر نرخ جرمی به ازای نسبت‌های فشاری مختلف و طول‌های بی‌بعد گوناگون ۸
- شکل ۱-۳: شماتیکی از سیستم خط لوله و تجهیزات موجود در یک ایستگاه تقلیل فشار شهری ۱۰
- شکل ۲-۳: ضامن تعبیه شده بر روی شیر قطع جریان ۱۱
- شکل ۳-۳: نمایی از مکانیزم ابتکاری جهت وصل خودکار جریان ۱۲
- شکل ۱-۴: گِل قالبگیری شده در حال حرکت به سمت دستگاه برش (بالا) و خشت تولیدشده از برش آن (پایین) ۱۵
- شکل ۲-۴: خشک کردن خشتها با قرارگیری در محیط آزاد ۱۶
- شکل ۳-۴: خشک کردن خشتها با قرارگیری در سالنهای مربوطه (سمت راست) و فنهای گردش هوا درون آن (سمت چپ) ۱۶
- شکل ۴-۴: یک نمونه از کوره تونلی ۱۷
- شکل ۵-۴: تصویر یکی از کورههای هوفمن کارخانه شیرین سفال از دو نمای مختلف ۱۸
- شکل ۶-۴: تصویر یکی از قمیرهای کورههای هوفمن کارخانه شیرین سفال (راست) و سوراخهای تعبیه شده روی سقف آن برای مشعلها (چپ) ۱۹
- شکل ۷-۴: نمایی از سقف کوره هوفمن کارخانه شیرین سفال (بالا) و سیستم دهش هوا و گاز و مشعلها قرار گرفته روی سوراخهای موجود در سقف (پایین) ۱۹

۱ مقدمه

در این گزارش فعالیت‌های انجام‌شده در مردادماه ۱۳۹۳ توسط مرکز پژوهشی شبکه‌های گازرسانی (دفتر پژوهش شرکت گاز استان خوزستان) تشریح می‌شود. مطابق با برنامه از پیش تنظیم‌شده، موارد زیر برای فعالیت‌های این ماه در نظر گرفته شده‌بود:

۱. بررسی اثر انتقال حرارت بر روی افت‌های موضعی جریان هدر رفت گاز
 ۲. تکمیل اطلاعات بخش گردآوری داده و تجهیزات مربوطه در آزمایشگاه تخصصی گاز
 ۳. مطالعه مشکلات فیلتراسیون و تبیین مسیر حرکت پایان‌نامه‌های تعریف شده در این زمینه
 ۴. بررسی طرح پیشنهادی جناب آقای مهندس مشاک در زمینه تغییر در ایستگاه‌ها CGS
- به منظور تکمیل و افزایش قابلیت‌های محاسباتی نرم‌افزار GNPurge، در ماه‌های گذشته مقدمات شبیه‌سازی هدررفت گاز از یک خط لوله با در نظر گرفتن اثرات انتقال حرارت گاز با محیط پیرامون فراهم شد. در این راستا با مشخص نمودن معادلات حاکم بر جریان و تعیین شرایط مرزی مذکور، الگوریتمی برای حل مساله ارائه گردید. در نهایت نیز برنامه‌ای کامپیوتری جهت حل معادلات مذکور تدوین و اعتبار نتایج آن با مثال‌های نمونه در سایر مراجع معتبر سنجیده و تایید شد. پیرو فعالیت‌های صورت‌گرفته در ماه‌های گذشته، در این ماه پس از بی‌بعدسازی معادلات حاکم بر مبنای مشخصات فیزیکی لوله مورد بررسی (طول، قطر و زبری)، مساله نمونه‌ای به‌ازای مقادیر مختلف این پارامتر بی‌بعد حل و اثرات انتقال حرارت بر مشخصات جریان مورد بررسی قرار خواهد‌گرفت. شرح فعالیت‌های مذکور به تفصیل در فصل دوم گزارش آورده شده‌است.
- طراحی سیستم داده‌برداری آزمایشگاه تخصصی گاز از دیگر موارد پیگیری‌شده در این ماه بود. بنابر گزارش ماه‌های قبل، برای طراحی این سیستم، مرکز پژوهش شبکه‌های گازرسانی، مکاتباتی را با شرکت‌های خصوصی فعال در این حوزه انجام داد. در نهایت، شرکت طراح نیکان واقع در شهر اهواز

آمدگی خود را برای طراحی این سیستم و همکاری در این زمینه اعلام نمود. لذا در این ماه جلسه‌ای بین اعضای این مرکز و شرکت مذکور تشکیل شد. در این جلسه، پروژه آزمایشگاه تخصصی گاز به صورت خلاصه تشریح شده و اطلاعات لازم برای طراحی سیستم داده‌برداری در اختیار این شرکت قرار گرفت. لذا، این شرکت طراحی این سیستم را در دستور کار خود قرار داد اما تکمیل آن در این ماه مقدور نشد. بر این اساس در ماه آتی، گزارشی از درصد تکمیل طرح و شرح طراحی‌های صورت‌گرفته ارائه خواهد شد.

با توجه به اهمیت فرآیند فیلتراسیون گاز طبیعی در کیفیت گاز و کاهش خرابی تجهیزات، مرکز پژوهش شبکه‌های گازرسانی با همکاری ادارات پژوهش و اندازه‌گیری شرکت گاز مجموعه فعالیت‌هایی را در قالب چندین پروژه کارشناسی ارشد تعیین نمودند [۱]. لازم به ذکر است که دانشجویان مورد نظر برای انجام هر یک از پروژه‌های مذکور مشخص شده‌اند و فعالیت‌های خود را در راستای موارد تعیین شده آغاز نمودند. در این راستا در بخشی از فعالیت‌های این ماه در تاریخ ۱۸ مرداد جلسه‌ای با حضور جمعی از این دانشجویان و جناب آقای مهندس نکونام در اداره اندازه‌گیری برگزار شد تا با پرسش و پاسخ‌های صورت گرفته ابهامات موجود برطرف شده و مسیر راه انجام هر یک از موارد آورده شده در پروژه‌های مربوطه مشخص شود. بدین ترتیب دانشجویان مربوطه می‌توانند با دید بهتر و کارآمدتری پروپوزال دانشگاهی و صنعتی خود را تنظیم نمایند.

از دیگر فعالیت‌های پیش بینی شده برای ماه جاری، بررسی و معرفی طرح پیشنهادی جناب آقای مشاک از تکنسین‌های باسابقه شرکت گاز می‌باشد. پیشنهاد ایشان دربرگیرنده نصب یک عدد شیر قطع کننده جریان (با اعمال یک‌سری تغییرات) روی خط کنارگذر^۱ (سرویس) در ایستگاه CGS می‌باشد. شایان ذکر است که این پیشنهاد در ایستگاه CGS غرب اهواز پیاده‌سازی شده و تاثیر به‌سزایی در افزایش کارایی ایستگاه داشته‌است. در این ماه بازدید از این ایستگاه و طرح اجرا شده صورت گرفته که شرح این بازدید و معرفی این طرح در فصل سوم ارائه شده‌است.

در ادامه فعالیت‌های مربوط به بحث سیستم مدیریت انرژی، در این ماه از کارخانه آجرسازی شیرین سفال اهواز بازدید به عمل آمد که خارج از فعالیت‌های تعیین شده در ماه قبل برای ماه جاری بود. علت انتخاب این کارخانه به عنوان اولین واحد صنعتی برای بهینه‌سازی مصرف انرژی، درخواست کارخانه مذکور از شرکت گاز استان خوزستان جهت کاهش مصرف گاز طبیعی به عنوان یک حامل انرژی بود. این بازدید با حضور تعدادی از اعضای مرکز پژوهشی شبکه‌های گازرسانی و با همکاری ریاست محترم این کارخانه و کارکنان آن انجام شد. در این بازدید فرآیندها و تجهیزات

^۱ BYPASS

تولید آجر مشاهده و اطلاعات کلی لازم جمع‌آوری شد. همچنین مشکلات و اقدامات انجام‌شده توسط مدیریت کارخانه جهت بهینه‌سازی مصرف گاز طبیعی، مطرح و مورد بحث قرار گرفت. شرح این بازدید و اطلاعات جمع‌آوری شده حاصل از آن در فصل چهارم گزارش ارائه شده‌است.

۲ شبیه‌سازی عددی هدررفت گاز از خط لوله با در نظر گرفتن اثرات انتقال حرارت

همانگونه که در فصل مقدمه نیز بیان شد جهت افزایش قابلیت‌های محاسباتی نرم‌افزار GNPurge در ماه‌های گذشته، مطالعات مربوط به شبیه‌سازی هدررفت گاز از یک خط لوله با در نظر گرفتن اثرات همزمان انتقال حرارت و اصطکاک در دستور کار مرکز پژوهشی قرار گرفت. در این راستا پس از استخراج معادلات حاکم بر مسئله، الگوریتم حل جهت محاسبه پارامترهای جریان در طول خط لوله و در نهایت محاسبه دبی هدررفت گاز ارائه شد. سپس برنامه کامپیوتری متناسب با الگوریتم مذکور تدوین و اعتبار نتایج آن با چند نمونه از داده‌های موجود در مراجع مورد سنجش قرار گرفت و تایید شد.

در تکمیل فعالیت‌های مذکور در این ماه تصمیم بر آن شد تا اثرات در نظر گرفتن ترم انتقال حرارت در معادلات اصلی بر پارامترهای مختلف جریان مورد بررسی قرار داده شود. بدین ترتیب که مساله نمونه‌ای را در دو وضعیت تبادل حرارتی با محیط پیرامون و جداره آدیباتیک انشعاب حل نموده و نتایج این شبیه‌سازی‌ها با یکدیگر مقایسه می‌شوند.

۱.۲ بررسی اثرات انتقال حرارت بر پارامترهای جریان

به‌منظور مشخص نمودن تاثیرات انتقال حرارت جریان گاز با محیط اطراف بر پارامترها جریان، تصمیم بر آن شد تا یک مساله نمونه را یک بار با در نظر گرفتن انتقال حرارت با محیط و بار دیگر با فرض آدیباتیک بودن جداره لوله حل شود. بدین ترتیب که نتایج حاصل از حل مساله در این دو وضعیت با یکدیگر مقایسه شده و شدت تغییرات عدد ماخ ورودی، عدد ماخ خروجی، دمای گاز خروجی و دبی گاز رها شده به اتمسفر بر اثر انتقال حرارت گاز با محیط اطراف مشخص می‌شود. همچنین لازم به ذکر است که با در نظر گرفتن طول بی‌بعد تعریف شده به فرم fL/D (که در آن f

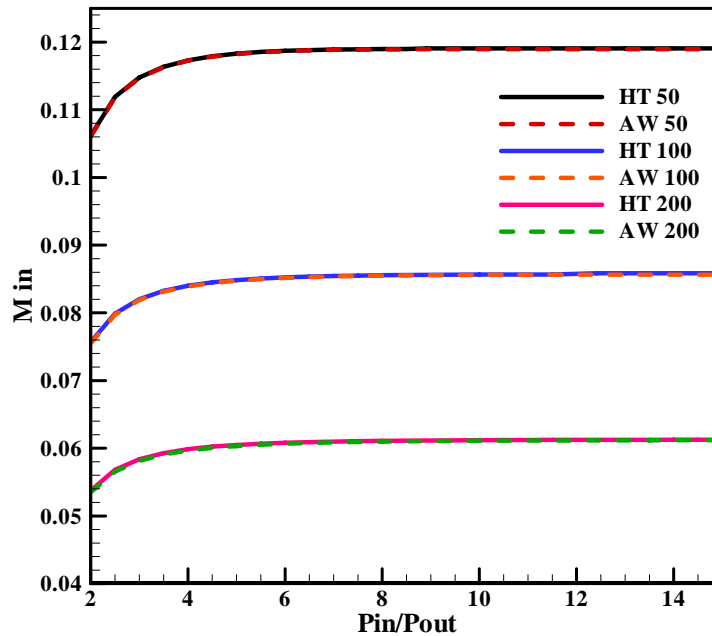
ضریب اصطکاک، L طول لوله و D قطر لوله می‌باشد)، اثرات مشخصات فیزیکی لوله نیز بر پارامترهای جریان مورد بررسی قرار می‌گیرد. لذا ابتدا می‌بایست ۲ معادله اصلی را که پیش‌تر در گزارش خردادماه سال ۹۳ آورده شده بودند ([۱])، مجدداً بر اساس طول بی‌بعد مذکور بازنویسی کرد. دو رابطه (۱-۲) و (۲-۲) فرم بازنویسی شده معادلات اصلی را بر اساس طول بی‌بعد نشان می‌دهند.

$$\frac{dT}{d(fx/D)} = \frac{1}{1 + \frac{\gamma-1}{2} M^2} \left[\frac{4U}{GC_p f} (T_\infty - T_{wa}) - \frac{\gamma-1}{2} T \frac{dM^2}{d(fx/D)} \right] \quad (1-2)$$

$$\frac{dM^2}{d(fx/D)} = \frac{M^2}{1-M^2} \left[\frac{4U}{GC_p f} (1 + \gamma M^2) \frac{T_\infty - T_{wa}}{T} + \gamma M^2 \left(1 + \frac{\gamma-1}{2} M^2 \right) \right] \quad (2-2)$$

لازم به ذکر است که نمونه مثال دوم که پیش‌تر در گزارش ماه قبل به‌عنوان یکی از مراجع اعتبارسنجی نتایج برنامه کامپیوتری تدوین شده معرفی شد، به‌عنوان مساله نمونه جهت بررسی اثرات انتقال حرارت و اصطکاک بر پارامترهای جریان در نظر گرفته شده‌است. در این مسئله سیال عامل مورد بررسی گاز متان، با دمای ورودی $303 K$ ، ضریب انتقال حرارت هدایتی $0.035 W/mK$ ، عدد پرانتل 0.71 ، جرم مولکولی $16.04 kg/kmol$ و نسبت گرمای ویژه $1/299$ می‌باشد. انشعاب موردنظر نیز لوله‌ای فولادی با قطر $1/4$ متر، ضخامت جداره 0.02 متر، زبری دیواره 0.000046 متر و ضریب انتقال حرارت هدایتی $30 W/mK$ بوده که در عمق $1/5$ برابر قطر خود در زیر خاک دفن شده‌است. خاک پیرامون خط لوله نیز دارای ضریب انتقال حرارت هدایتی $0.52 W/mK$ می‌باشد و دما و فشار محیط اطراف سطح خاک به‌ترتیب برابر با $283 K$ و $101 kPa$ است [۲].

شکل ۱-۲ تغییرات عدد ماخ ورودی را به‌ازای نسبت فشار ورودی به خروجی و برای مقادیر مختلف طول بی‌بعد (50 ، 100 و 200) و در دو حالت جداره آدیاباتیک (با عبارت AW) و انتقال حرارت با محیط پیرامون (با عبارت HT) نشان می‌دهد. به‌ازای هر یک از طول‌های بی‌بعد مورد بررسی، عدد ماخ ورودی در یک نسبت فشاری معین به بیشینه خود رسیده و سپس ثابت می‌ماند. همچنین از نتایج نشان داده شده در شکل ۱-۲ نیز می‌توان برداشت نمود که یک جریان خفه شده به‌ازای عدد ماخ ورودی بزرگتر (در واقع اختلاف فشار بالاتر در دوسر لوله) به طول لوله‌ی کوتاه‌تری نیاز دارد. همچنین اثرات انتقال حرارت نیز بر عدد ماخ ورودی مورد بررسی قرار گرفته که نتایج، تغییرات چشمگیری را برای هیچ‌یک از مقادیر طول بی‌بعد لوله نشان نمی‌دهد.

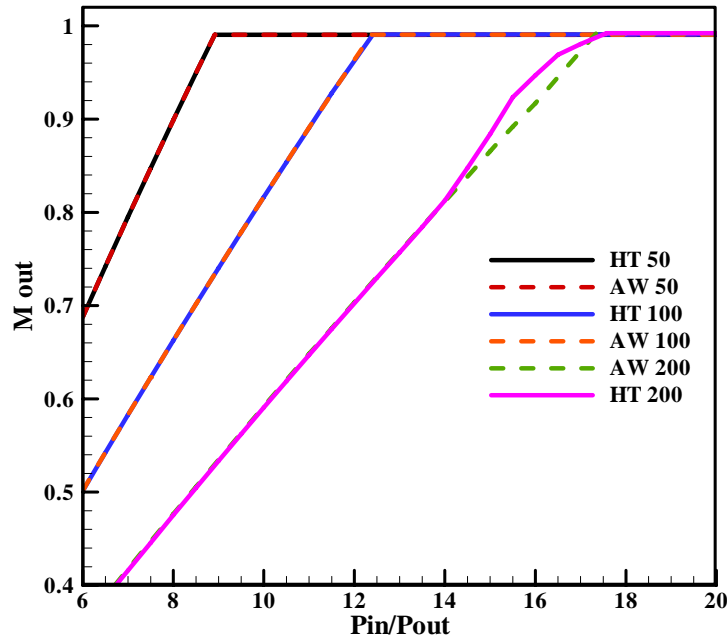


شکل ۲-۱: اثر انتقال حرارت بر عدد ماخ ورودی به ازای نسبت‌های فشاری مختلف و طول‌های بی‌بعد گوناگون

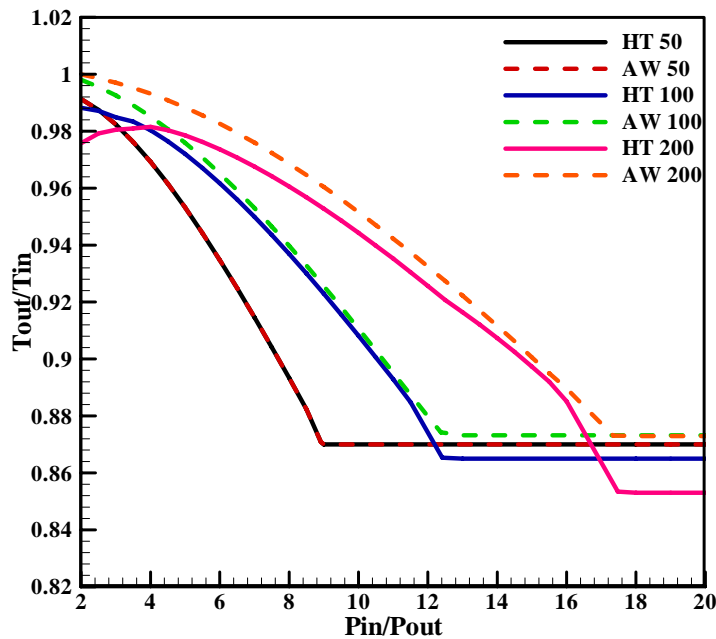
شکل ۲-۲ عدد ماخ خروجی را به ازای نسبت فشار ورودی به خروجی، برای مقادیر مختلف طول‌های بی‌بعد و در حالت ۲ با انتقال حرارت با محیط پیرامون و جداره آدیاباتیک لوله را نشان می‌دهد. همانگونه که از این شکل مشاهده می‌شود، هر چه طول لوله بلندتر باشد به فشار ورودی بیشتری برای رسیدن به شرایط خفگی نیاز است. علاوه بر این از مقایسه شیب نمودارها در دو شکل ۲-۱ و ۲-۲ می‌توان نتیجه گرفت که عدد ماخ خروجی نسبت به عدد ماخ ورودی حساسیت بیشتری را به تغییرات فشار ورودی نشان می‌دهد.

اثرات انتقال حرارت بر عدد ماخ خروجی تنها در طول‌های بی‌بعد بالا و در نسبت‌های فشاری نزدیک به شرایط خفگی خود را نشان می‌دهد. همانطور که از شکل ۲-۲ قابل مشاهده است از یک نسبت فشاری مشخص به بعد، وجود انتقال حرارت با محیط منجر به افزایش عدد ماخ خروجی و کاهش طول خفگی می‌شود.

شکل ۲-۳ اثر انتقال حرارت گاز با محیط پیرامون بر نسبت دمای خروجی به دمای ورودی (کاهش دما در طول لوله) را به ازای نسبت فشار ورودی به خروجی و برای مقادیر مختلف طول‌های بی‌بعد نشان می‌دهد. قابل مشاهده است که برای مقادیر بالای طول لوله و در صورت در نظر گرفتن انتقال حرارت با محیط پیرامون، دمای گاز در طول لوله افت دمای بیشتری را تجربه می‌کند. همچنین کاهش دما برای نسبت‌های فشاری کمتر واضح‌تر بوده و این بدان معنی است که برای انشعاباتی با طول بالا اگر اختلاف فشار کمی مدنظر باشد، دما در طول لوله کاهش بیشتری را به همراه خواهد داشت.



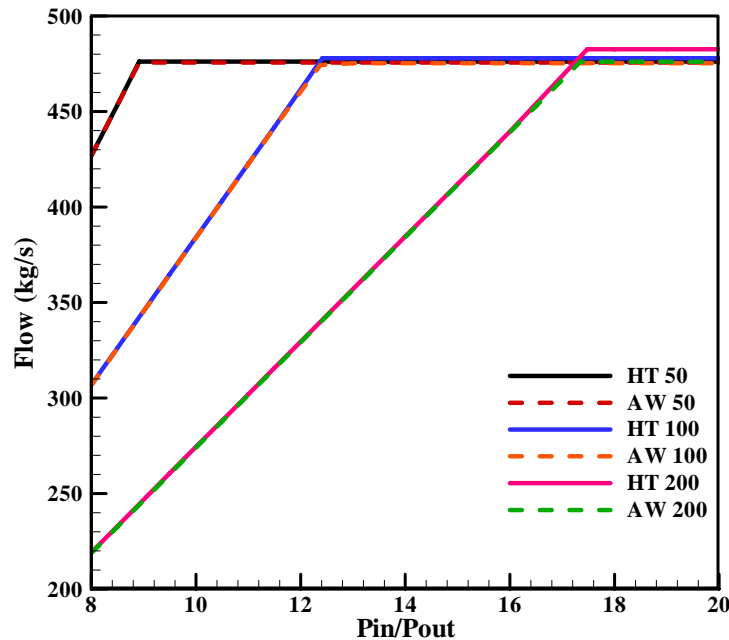
شکل ۲-۲: اثر انتقال حرارت بر عدد ماخ خروجی به ازای نسبت‌های فشاری مختلف و طول‌های بی‌بعد گوناگون



شکل ۲-۳: اثر انتقال حرارت بر افت دما به ازای نسبت‌های فشاری مختلف و طول‌های بی‌بعد گوناگون

شکل ۲-۴: دبی جرمی گاز رها شده را به ازای نسبت‌های فشاری گوناگون و برای طول‌های بی‌بعد مختلف در حالت ۲ با در نظر گرفتن انتقال حرارت با محیط پیرامون و جداره آدیباتیک نشان می‌دهد. همانگونه که مشاهده می‌شود برای مقادیر کوچک طول بی‌بعد، انتقال حرارت جریان گاز با محیط پیرامون تاثیر قابل ملاحظه‌ای بر دبی جرمی رها شده نداشته و در طول بی‌بعد ۲۰۰ نیز افزایش ۲ درصدی را به همراه داشته‌است. انتظار می‌رود که اثرات انتقال حرارت بر دبی جرمی با افزایش

طول لوله بیش‌تر شود. تا جایی که در شبکه‌های گسترده گازرسانی که دارای انشعاباتی با طول‌های زیاد هستند، در نظر نگرفتن اثرات انتقال حرارت خطای قابل ملاحظه‌ای را در نتایج محاسبات ایجاد خواهند کرد.



شکل ۲-۴: اثر انتقال حرارت بر نرخ جرمی به ازای نسبت‌های فشاری مختلف و طول‌های بی‌بعد گوناگون

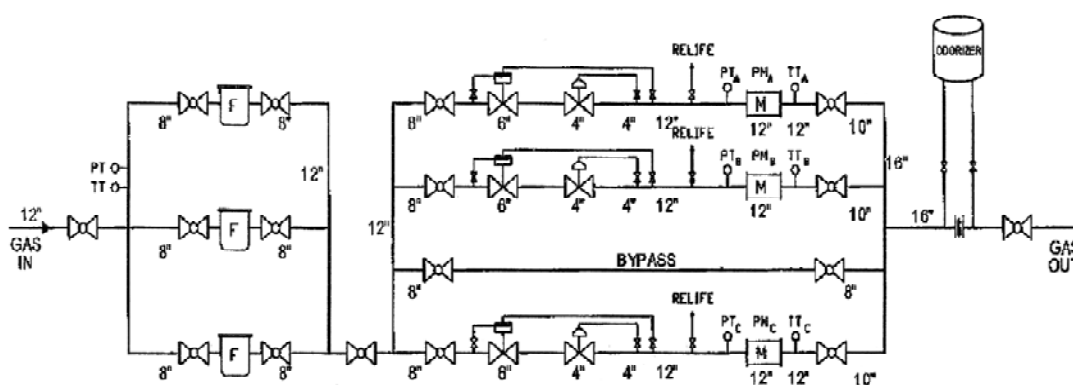
نتایج شبیه‌سازی‌های صورت گرفته بیانگر این است که به ازای طول‌های بی‌بعد بالا (که می‌تواند به منزله لوله‌هایی با زبری زیاد و یا نسبت طول به قطر بالا باشد)، اثرات انتقال حرارت جریان گاز با محیط پیرامون بر پارامترهای جریان افزایش پیدا کرده و چشم‌پوشی از آن می‌تواند منجر به بروز خطا در محاسبات شود. همچنین می‌توان گفت در طول‌های بی‌بعد کوچک، فرض آدیاباتیک بودن جریان صحیح بوده و نیازی به در نظر گرفتن ترم انتقال حرارت در معادلات جریان وجود نخواهد داشت. بدین ترتیب می‌توان نتیجه گرفت که جهت تعمیم مساله از یک خط لوله به یک شبکه گسترده، می‌توان از ضرایب افت فشار موضعی اتصالات که با فرض جریان آدیاباتیک بدست آورده شده‌اند، استفاده نمود [۳]. در این راستا بیان مقدمات شبیه‌سازی هدررفت گاز از یک شبکه گسترده و همچنین معرفی ضرایب افت فشار قابل استفاده برای جریان‌های تراکم‌پذیر سرعت بالا به ماه‌های آتی موکول می‌گردد.

۲.۲ مراجع

- [۱] گزارش ماهیانه فعالیت‌های انجام‌شده در خردادماه ۱۳۹۳، GNRC-KHGC-MR 1393-02، مرکز پژوهش شبکه‌های گازرسانی، تیرماه ۱۳۹۳
- [۲] گزارش ماهیانه فعالیت‌های انجام‌شده در تیرماه ۱۳۹۳، GNRC-KHGC-MR 1393-03، مرکز پژوهش شبکه‌های گازرسانی، مردادماه ۱۳۹۳
- [۳] سعیدیان، حجت، شبیه‌سازی عددی گاز هدررفت در شبکه‌های گازرسانی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، گروه مکانیک، دانشکده مهندسی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اسفند ۱۳۹۱.

۳ طرح پیشنهادی تغییر در ایستگاه‌های تقلیل فشار شهری و منطقه‌ای

همان‌گونه که در فصل مقدمه اشاره گردید، به پیشنهاد جناب آقای مشاک طرحی در ایستگاه CGS غرب اجرا شده که با انجام آن تاثیر به‌سزایی در عملکرد ایستگاه مشاهده گردیده‌است. در این فصل کلیات این طرح به همراه محدودیت‌ها و نیز نیازمندی‌های آن مورد بحث و بررسی قرار گرفته است. به‌منظور معرفی هر چه بهتر طرح پیشنهادی، مروری بر اجزای یک شبکه تقلیل فشار اجتناب ناپذیر می‌باشد. در شکل ۱-۳ شماتیکی از اجزای مستقر در یک ایستگاه تقلیل فشار شهری ارائه شده‌است.



شکل ۱-۳: شماتیکی از سیستم خط لوله و تجهیزات موجود در یک ایستگاه تقلیل فشار شهری

همان‌گونه که در شکل ۱-۳ مشخص است گاز ورودی توسط یک خط ۱۲ اینچی وارد یک هدر هم‌قطر شده و پس از عبور از فیلترهای ایستگاه، مجدداً به یک هدر ۱۲ اینچی تخلیه می‌شود. هدر ۱۲ اینچی نیز با یک خط لوله به هدر ۱۲ اینچی دیگری متصل شده که توسط آن سه خط اصلی و یک خط

سرویس یا کنارگذر^۲ تغذیه می‌شوند. بر روی هر یک از سه خط اصلی تجهیزات کنترلی مانند رگولاتور، کنتور، شیر اطمینان و شیر قطع جریان نصب شده‌است. در حالت عادی یک، دو و یا هر سه خط فعال بوده و خط سرویس بوسیله دو شیر پلاگی که در ابتدا و انتها نصب شده‌است از مدار خارج می‌باشد.

ورودی ایستگاه‌های CGS معمولاً در محدوده فشاری ۳۵۰Psig تا ۷۰۰Psig بوده (در برخی مواقع ممکن است تغییراتی در این محدوده ایجاد شود) و خروجی ایستگاه می‌بایست بر روی Psig ۲۵۰ تنظیم شود. بر این اساس جهت حفظ ایمنی و رعایت فشار مناسب در خروجی، شیر اطمینان و شیر قطع جریان بر روی خط‌های جریان نصب شده‌است. شیر اطمینان در فشارهای بالاتر از ۱۰ درصد خروجی (فشار ۲۷۵Psig) و شیر قطع جریان که قبل از رگولاتور قرار گرفته و از انتهای خط فرمان می‌گیرد در فشارهای بالاتر از ۱۵ درصد خروجی (فشار ۲۸۷/۵Psig) عمل نموده و جریان گاز را قطع می‌نماید. در شیر قطع کننده جریان ضامنی قرار دارد که در صورت قطع جریان توسط این شیر، این ضامن جابه جا شده و تنها با اعمال نیروی انسانی می‌توان این ضامن را جا زد. نمایی از این ضامن در شکل ۲-۳ ارائه شده‌است.



شکل ۲-۳: ضامن تعبیه شده بر روی شیر قطع جریان

^۲ Bypass

بنابر توضیحات داده شده ایده‌ی جدید نیز در رابطه با اعمال تغییراتی در شیر قطع جریان است. با توجه به نوسانات دائمی فشار در شبکه، در زمان‌های مختلفی شیر قطع جریان عمل کرده و منجر به قطع جریان گاز در شبکه می‌شود. همان‌گونه که پیشتر نیز اشاره شد، برقراری مجدد جریان نیازمند فشار دادن ضامن شیر (شکل ۳-۲) توسط کاربر انسانی به سمت داخل می‌باشد. بر این اساس با توجه به اینکه نیروی انسانی در محل ایستگاه‌ها به‌طور دائم حضور ندارد، حتی با برگشت شرایط جریان به حالت عادی، جریان گاز تا زمان رسیدن نیروی انسانی به محل قطع می‌باشد. این مسئله به‌طور طبیعی نامطلوب بوده و می‌بایست راهکاری برای حل این قضیه ارائه نمود.

راهکار پیشنهادی جهت رفع این مشکل توسط یکی از تکنسین‌های با تجربه شرکت گاز استان خوزستان، جناب آقای مشاک ارائه شده‌است. ایشان با استفاده از یک طرح ابتکاری یک نیروی دائم را با استفاده از مکانیزمی ساده بر روی ضامن شیر اعمال کرده‌اند. این مکانیزم متشکل از یک بازوی یو شکل، یک پیچ تنظیم کننده، یک فنر و چندین المان ساده و در دسترس دیگر می‌باشد. نمایی از این مکانیزم اعمال شده در شکل ۳-۳ مشاهده می‌شود.



شکل ۳-۳: نمایی از مکانیزم ابتکاری جهت وصل خودکار جریان

در حالت عادی شیر در فشار نزدیک به ۲۸۵ Psig دستور قطع جریان داده و ضامن از محل خود خارج می‌شود. در طرح ابتکاری فشار عملکرد شیر برابر با ۲۵۰ Psig تنظیم شده و ضامن در این حالت عمل کرده و جریان را قطع می‌کند. در شرایط نرمال پس از قطع جریان، برای بازگرداندن ضامن به مکان اولیه از مکانیزم طراحی شده استفاده می‌شود. در این حالت با تنظیم میزان فشردگی فنر توسط پیچ تنظیم، می‌توان شرایطی را ایجاد کرد که هرگاه برآیند نیروی وارد بر پیچ برابر با نیروی لازم جهت بازگرداندن ضامن به مکان اولیه باشد، آنگاه بدون دخالت دست و نیروی انسانی ضامن

مجدد به مکان نخستین بازگشته و جریان گاز برقرار شود. در این طرح طول درگیر پیچ تنظیم و متعاقباً فشردگی فنر به نحوی تنظیم شده که با کاهش فشار ورودی به زیر ۲۰۰ Psig، نیروی عکس العمل فنر قابلیت بازگرداندن پیچ ضامن به مکان اولیه و در نتیجه شارژ دوباره جریان در ایستگاه را داشته باشد. بدین ترتیب بدون نیاز به حضور شخص ثالثی جریان مجدد در ایستگاه برقرار می‌شود.

یکی از کاربردهای خط سرویس برای زمانی‌هایی است که فشار ورودی به ایستگاه به شدت افت کرده باشد و از اینرو با بستن خطوط اصلی و باز کردن خط سرویس اجازه داده می‌شود که گاز بدون هیچ تغییری از ایستگاه خارج شود. برای این حالت نیز می‌توان با نصب یک شیر قطع به همراه مکانیزم طراحی شده بر روی خط سرویس، از عدم افزایش فشار خروجی ایستگاه به بالاتر از ۲۵۰ Psig در شرایطی که فقط خط سرویس در جریان است، جلوگیری نمود.

با توجه به سادگی مکانیزم ابداعی به راحتی می‌توان برای شرایط مختلف در دیگر ایستگاه‌های سراسر کشور آنرا به‌روزرسانی نمود. به عبارتی با تعیین حداکثر فشار مجاز کاری شبکه می‌توان با تنظیم شیر قطع کننده جریان در فشار حداکثری گاز را قطع نمود. سپس با تنظیم پیچ و تغییر فشردگی فنر نیز می‌توان زمان بازشدن شیر و عبور مجدد جریان را تعیین و تضمین نمود. در حال حاضر برای ایستگاه CGS غرب، میزان فشردگی فنر با سعی و خطا تنظیم شده تا در نهایت شیر مجدد در ۲۰۰ Psig باز شود. البته چنانچه شیرهای قطع کننده جریان همگی از یک مدل باشند، می‌توان با استفاده از فنرهایی با ثابت مشخص و با داشتن سطح مقطع ضامن شیر قطع کننده جریان (محل اعمال نیروی فنر) میزان فشردگی لازم فنر را تعیین نمود. بر این اساس برای بازگرداندن ضامن به مکان اولیه با تعیین حداقل فشار کاری، می‌توان با استفاده از پیچ تنظیم کننده، فنر را به میزان لازم فشرده کرد.

بنابر مذاکرات شفاهی با جناب آقای مشاک، ایشان پیاده‌سازی این مکانیزم در ایستگاه‌های تقلیل فشار منطقه‌ای را نیز مد نظر دارند. بر این اساس قرار بر این شد که در مرحله‌ی بعد از این بازدید از فرآیند طراحی مکانیزم برای یک ایستگاه تقلیل فشار منطقه‌ای گزارش کاملی تهیه شده و در نهایت با مستندسازی اقدامات انجام گرفته، جهت ثبت اختراع و ارائه‌ی این ایده به دیگر مراکز استان‌ها اقدام گردد.

۴ بازدید از کارخانه آجرسازی شیرین سفال اهواز

با توجه به مطالبی که در مقدمه ارائه شد، در این ماه و در جهت بهینه‌سازی مصرف انرژی، از کارخانه آجرسازی شیرین سفال اهواز بازدیدی به عمل آمد. این کارخانه در ۱۵ کیلومتری جاده اهواز-آبادان واقع بوده و محصول تولیدی آن، آجر می‌باشد.

۱.۴ فرآیند تولید آجر در کارخانه آجرسازی شیرین سفال اهواز

برای تولید آجر چندین مرحله متوالی لازم است که در ادامه ذکر شده‌است.

۱. تولید خشت

در این مرحله با استفاده از ترکیب معینی از ماسه و خاک رس، گِل تولید می‌شود. سپس با استفاده از یک سیستم مکانیزه کامل، و با اضافه کردن آب در مراحل مختلف، این محصول قالب‌گیری می‌شود. بعد از تولید قالب، با استفاده از یک دستگاه برش، گِل قالب‌گیری شده به شکل خشت (آجر پخته‌نشده)، برش داده می‌شود. در شکل ۴-۱ تصاویری از این مرحله نشان داده شده‌است.



شکل ۴-۱: گِل قالب‌گیری شده در حال حرکت به سمت دستگاه برش (بالا) و خشت تولیدشده از برش آن (پایین)

۲. خشک کردن خشت تولیدی

از آن‌جا که خشت تولیدشده حاوی مقداری آب است، قبل از ورود به کوره جهت پخت، رطوبت آن تا حد امکان گرفته می‌شود. برای این کار از دو روش زیر استفاده می‌شود.

- رطوبت‌زدایی با قرار دادن خشت‌ها در هوای آزاد

در این روش، خشت‌های خام در فضاهای از پیش تعیین‌شده در معرض هوای محیط قرار می‌گیرند. از مزیت‌های این روش، عدم نیاز به مصرف انرژی جهت خشک‌کردن است. از معایب آن نیز عدم کارایی این روش در شرایط جوی نامناسب (باران و ...) و یا در فصول سرد سال است. در شکل ۴-۲ خشک کردن خشت‌ها با استفاده از محیط آزاد نشان داده شده است.



شکل ۲-۴: خشک کردن خشت‌ها با قرارگیری در محیط آزاد

- رطوبت‌زدایی با استفاده از جابه‌جایی اجباری هوا در سالن‌های خشک‌کن

در این روش، خشت‌ها توسط یک سیستم مکانیزه به درون سالن‌های مخصوص رطوبت‌زایی منتقل می‌شوند. سپس با استفاده از هوای داغ و فن‌های مستقر شده درون سالن‌ها، خشت‌ها خشک می‌شوند. لازم به ذکر است به دلیل خراب شدن سیستم هوای داغ مربوطه، در حال حاضر از جابه‌جایی اجباری هوای محیط اطراف برای عمل تبخیر استفاده می‌شود. در شکل ۳-۴ قسمتی از سالن مذکور و فن‌های گردش هوای درون آن نشان داده شده‌است.



شکل ۳-۴: خشک کردن خشت‌ها با قرارگیری در سالن‌های مربوطه (سمت راست) و فن‌های گردش هوا درون آن (سمت چپ)

۲.۴ پخت خشت‌ها جهت تولید آجر

مرحله نهایی تولید آجر، پختن خشت‌های مراحل قبل در کوره‌های مخصوص است. در واقع بهینه‌سازی مصرف گاز باید در این مرحله انجام شود. مرسوم‌ترین کوره‌ها موجود جهت پخت خشت‌ها، شامل موارد زیر است.

- کوره تونلی

جدیدترین کوره‌های پخت خشت، کوره‌های تونلی هستند. داخل این تونل‌ها ریل‌گذاری شده و واگن‌های خارج شده از سالن‌های رطوبت‌زدایی (مرحله رطوبت زدایی) وارد این تونل‌ها می‌شوند. نحوه حرارت دیدن خشت‌ها، در مناطق مختلف این کوره متفاوت است. در قسمت اولیه کوره، واگن‌ها به آهستگی حرکت می‌کنند تا باقیمانده آب خشت‌ها تبخیر شود. در ادامه، مشعل‌هایی در کنار یا بالای مسیر حرکت واگن‌ها نصب شده‌است که واگن‌ها با سرعتی بیشتر، از مقابل آنها عبور می‌کنند. این روند افزایش سرعت حرکت تا رسیدن به مشعل اصلی که گرمترین جای کوره است ادامه دارد. در شکل ۴-۴ نمایی از یک نمونه کوره تونلی نشان داده شده‌است. این کوره‌ها در حال حاضر بیشترین بازده مصرف انرژی را در بین سایر کوره‌ها دارند.



شکل ۴-۴: یک نمونه از کوره تونلی

• کوره هوفمن

اکثر کوره‌های موجود در کارخانه‌های آجرسازی استان خوزستان و همچنین کارخانه آجرسازی شیرین سفال اهواز از این نوع می‌باشند. کوره هوفمن، دالانی با یک دودکش اصلی است. در شکل ۴-۵ یکی از کوره‌های هوفمن کارخانه شیرین سفال اهواز نشان داده شده است.



شکل ۴-۵: تصویر یکی از کوره‌های هوفمن کارخانه شیرین سفال از دو نمای مختلف

این دالان‌ها به اتاقک‌های کوچکتری تقسیم می‌شوند که به هر کدام از آن‌ها قمیر می‌گویند. در هر قمیر، خشت‌های خشک شده را از پایین به بالا می‌چینند و در قمیر را نیز با آجر یا همان خشت‌ها و با پوشش کاه‌گل می‌بندند. بالای هر قمیر، تعدادی سوراخ است. این سوراخ‌ها در واقع محل ورود حرارت به داخل قمیر است. بدین صورت که مشعل مخصوص را روی این سوراخ‌ها به گونه‌ای قرار می‌دهند که شعله آن بطرف داخل قمیر زبانه بکشد. در شکل ۴-۶ یکی از قمیرهای کوره‌های هوفمن کارخانه شیرین سفال و سوراخ تعبیه شده روی سقف آن برای مشعل‌ها نشان داده شده است. پایین هر قمیر به دودکش راه دارد. دود و هوای گرم ایجاد شده، از طریق این راه ارتباطی وارد دودکش شده و به بیرون هدایت می‌شود. مشعل‌ها به نوبت روی قمیرها حرکت می‌کند. هرگاه خشت‌های هر قمیر به اندازه کافی حرارت دریافت کردند (معمولاً زمان حرارت‌دهی در این کارخانه به صورت تجربی است)، مشعل‌ها روی قمیر بعدی قرار می‌گیرد. در هر کوره همواره تعدادی قمیر در حال بارگیری، تعدادی در حال گرم شدن و مابقی در حال تخلیه‌اند (تعداد قمیرهای هر کوره می‌تواند تا حدود ۳۰ قمیر نیز باشد).



شکل ۴-۶: تصویر یکی از قمیرهای کوره‌های هوفمن کارخانه شیرین سفال (راست) و سوراخ‌های تعبیه شده روی سقف آن برای مشعل‌ها (چپ)

در شکل ۴-۷ نمایی از سقف کوره هوفمن کارخانه شیرین سفال و سیستم دهش هوا و گاز و مشعل‌ها قرار گرفته روی سوراخ‌های موجود در سقف نشان داده شده است.



شکل ۴-۷: نمایی از سقف کوره هوفمن کارخانه شیرین سفال (بالا) و سیستم دهش هوا و گاز و مشعل‌ها قرار گرفته روی سوراخ‌های موجود در سقف (پایین)

۳.۴ اقدامات انجام گرفته توسط مدیریت کارخانه جهت کاهش مصرف گاز

طبیعی

همانگونه که اشاره شد بیشترین مصرف گاز طبیعی در این کارخانه مختص به کوره‌های آن است. بر این اساس، اعضای مدیریت این کارخانه اقداماتی را در جهت کاهش مصرف گاز انجام داده که دو مورد از آنها در ادامه ذکر شده‌است.

۱. تعیین میزان مصرف گاز یکی از کوره‌ها با نصب یک کنتور توربینی روی ورودی گاز طبیعی به کوره برای یک محدوده زمانی مشخص

یکی از ابتدایی‌ترین کارها برای بهینه‌سازی مصرف انرژی یک سیستم، تعیین نوع و مقدار ورودی‌های آن است. لذا اعضای مدیریت کارخانه اقدام به نصب یک کنتور توربینی در ورودی گاز یکی از کوره‌ها نمودند. اما به دلیل مشکلاتی مانند اشکال در کار کنتور و عدم دقت در جمع‌آوری اطلاعات آن توسط اپراتور، این اقدام موثر واقع نشده و ادامه پیدا نکرد.

۲. استفاده از گرمای گازهای خروجی از دودکش یکی از کوره‌ها برای گرم کردن هوای ورودی به سالن‌های رطوبت‌زدایی

بنابر مطالبی که در مرحله رطوبت‌زدایی خشت‌ها ذکر شد، هوای ورودی به سالن‌ها ابتدا گرم شده و سپس با گردش هوا توسط فن‌ها، عمل خشک‌کردن را انجام می‌دهد. لذا می‌توان برای کاهش مصرف انرژی برای گرم کردن هوا، از حرارت گازهای خروجی از دودکش استفاده کرد. این کار توسط ایجاد یک مبدل حرارتی در این کارخانه انجام گرفت. اما این اقدام نیز به دلایل زیر ادامه پیدا نکرد و موثر واقع نشد.

- بازده کم مبدل حرارتی به دلیل فاصله نسبتاً زیاد بین دودکش کوره و سالن رطوبت‌زدایی
- عایق‌کاری نامناسب مبدل حرارتی
- کثیف‌شدن لوله‌های مبدل حرارتی به علت وجود ذرات معلق درون گازهای خروجی از دودکش

مطابق با مطالب مذکور، پتانسیل بهینه‌سازی مصرف انرژی در این کارخانه وجود دارد. لذا با ایجاد برنامه‌ریزی مناسب، دقت در کار و ابزار لازم برای فرآیند بهینه‌سازی، می‌توان مصرف گاز طبیعی را در این کارخانه کاهش داد. لازم به ذکر در حال حاضر مطابق با اطلاعات

ریاست کارخانه، مبلغ پرداختی برای گاز طبیعی به طور متوسط میزان ۱۲۰ میلیون تومان به ازای هر ماه است. لذا کاهش مصرف گاز می‌تواند موجب صرفه‌جویی در مبالغ پولی قابل ملاحظه شود. همچنین از اتلاف گاز طبیعی به عنوان یک سوخت فسیلی و آلودگی اتمسفر جلوگیری می‌کند.

۴.۴ اقدامات مرکز پژوهشی در ماه‌های آتی برای کاهش مصرف انرژی در

کارخانه شیرین سفال اهواز

پیرو مطالبی که در بخش‌های قبل ذکر شد، برای بهینه‌سازی کوره‌های پخت خشت، اطلاعات لازم باید جمع‌آوری شوند. این اطلاعات شامل، هندسه و نقشه‌ی کوره، شناسایی نوع و میزان ورودی و خروجی‌های آن و مطالعه روی فرآیند پخت، توزیع دما در نقاط مختلف و ... است. لازم به ذکر است که این داده‌ها باید در یک دوره زمانی مشخص و در فصول مختلف جمع‌آوری شوند تا از متوسط آن‌ها در فرآیند شبیه‌سازی جهت دقت بیشتر استفاده شود. قدم بعدی در بهینه‌سازی، شبیه‌سازی کوره است. با استفاده از نتایج شبیه‌سازی، می‌توان مناطقی با اتلاف حرارت بالا، توزیع دما در نقاط مختلف و داده‌های لازم برای بهینه‌سازی را بدست آورد. در نهایت با تحلیل نتایج می‌توان راه‌کارهای لازم برای کاهش مصرف انرژی را در این کارخانه ارائه نمود.

۵ فعالیت‌های ماه آتی

در این بخش فعالیت‌هایی که برای ماه آتی پیش‌بینی شده‌است ارائه می‌گردد. این فعالیت‌ها مشتمل بر موارد ذیل می‌باشند.

۱. مقدمه‌ای بر شبیه‌سازی هدررفت گاز از شبکه گسترده گازرسانی
۲. مطالعات مقدماتی و داده‌برداری از کارخانه شیرین سفال جهت پیاده‌سازی استاندارد ISO50001
۳. تکمیل اطلاعات بخش گردآوری داده و تجهیزات مربوطه در آزمایشگاه تخصصی گاز