Archive of SID

اولین کنفرانس احتراق ایران
بهمن ماه ۱۳۸۴- تهران- دانشگاه تربیت مدرس

انجمن احتراق ایران

مشعلهای سنتی و مشعلهای تکنولوژی جدید برای دیگهای کوچک

ایوب عادلی کودهی
WWW.Sholehsanat.com

مقدمه

مصرف سوخت بالا و آلودگی هوای شهرهای بزرگ ایران که ازجمله ناشی از عقب ماندگی تکنولوژی و سیستمهای احتراقی می باشد که ازیکسو و پیشرفتهای پرشتاب و شگفت انگیز درزمینه مشعل و سیستمهای احتراقی برای کاهش مصرف سوخت و جلوگیری از آسیبهای ناشی از مصرف بیش از حد آن موجب بروزشکافی عمیق و فاصله‌ای قابل ملاحظه بین تولید مشعلهای داخلی و تکنولوژی روز گردیده و این فاصله درحدیست که بخش اعظم کارشناسان ذیربط را بفکرو بررسی وا داشته و اینجانب نیز سعی نموده ام که براساس مطالعات و بررسیها و بازدیدهای انجام شده از نمایشگاها و کارخانه های تولید کننده مشعل ، برداشت خود را دراین زمینه بشرح ذیل به رشته تحریردرآورم .
به مقایسه مشعلهای سنتی رایج و مشعلهای براساس تکنولوژیهای جدید که کاربرد وسیعی دردیگهای کوچک پیدا کرده است می پردازیم. ضمن اینکه تا حدی وضع مشعل سازی سنتی ایران و مشکلات مربوط به آن را بررسی می کنیم .

الف – مشکلات مشعلهای سنتی درایران

مشعلهای سنتی در ایران بطور عمده متعلق به تکنولوژی ۴۰ تا ۵۰ سال پیش است که بنابه دلایل زیر نه تنها از نظرکیفی رشدی نداشته بلکه عقب رفت هم داشته است ،مشکلات مشعلهای سنتی تولید داخل بشرح ذیل می باشند:

۱- مشکلات در تولید

۱-۱-کیفیت احتراق

کیفیت احتراق مشعلهای تولید داخل مناسب نبوده و حتی در محدوده استاندارد EN676 و EN267 قرار نمیگیرند و بطور عمده موجب تولید Co زیاد درعین داشتن هوای اضافی میگردند. در اینجا باید یادآوری شود که متاسفانه مبنای تولید مشعل در ایران براساس تکنولوژی خاصی که پایه احتراقی آن براساس افزایش میزان Co با افزایش هوای اضافی است ،می باشد. در حالیکه حداقل در تکنولوژی مشعلهای سنتی امروز دنیا این مسئله حل شده و با افزایش هوای اضافی که خود یک پارامتر منفی می باشد ، پارامترمنفی دیگری نظیرCo افزایش نیافته ، بلکه کاهش می یابد.

در تکنولوژی روز دنیا در زمینه کیفیت احتراق اقدامات قابل توجهی صورت گرفته بطوریکه بحث برهوای اضافی ۵ درصد ،میران منوکسید کربن در حد10ppm و میزان NOx در حد 20ppm مطرح می باشد.

دلیل اصلی کاهش کیفیت احتراق مشعلهای سنتی تولید داخل با مشعلهای سنتی روز دنیا ازجمله پایبند نبودن به اصول شبیه سازی می باشد که اصل بررعایت ساخت و مونتاژ براساس نمونه اصلی و بدون هیچگونه تغییری می باشد، درحالیکه در تولید مشعلهای داخلی تغییرات نابجا و نا آگاهانه زیادی صورت گرفته که موجب فاصله گرفتن (به سمت منفی) از کیفیت احتراق نمونه اولیه گردیده است .

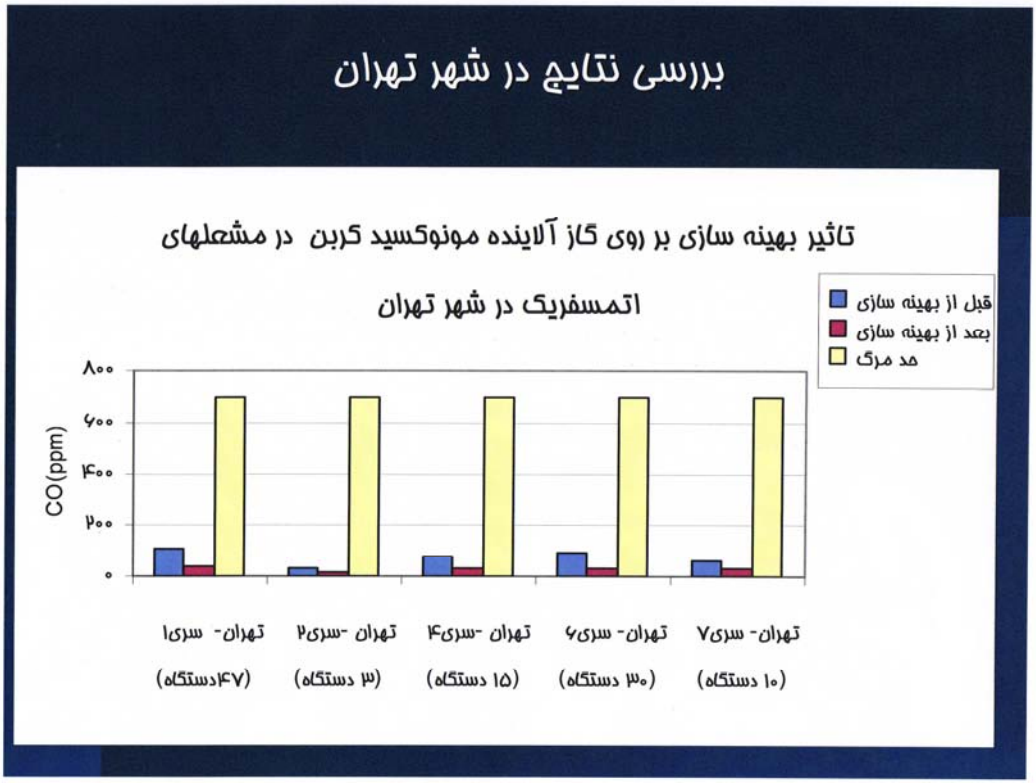
(جای بسی تاسف‌که در مواردی هم شبیه سازی از نمونه هایی صورت‌گرفته که خود دارای شناسنامه مشخص نبوده‌اند).

آزمایشها نشان میدهند که بهترین تولیدات داخل پس از تنظیم در آزمایشگاه از هوای اضافی بالا (درمحدوده زیر ۳۰ درصد) و درمواردی از Co بالا برخوردار می باشند در حالیکه نمونه گیریها نشان میدهد که در نصب و راه اندازی وضع بمراتب

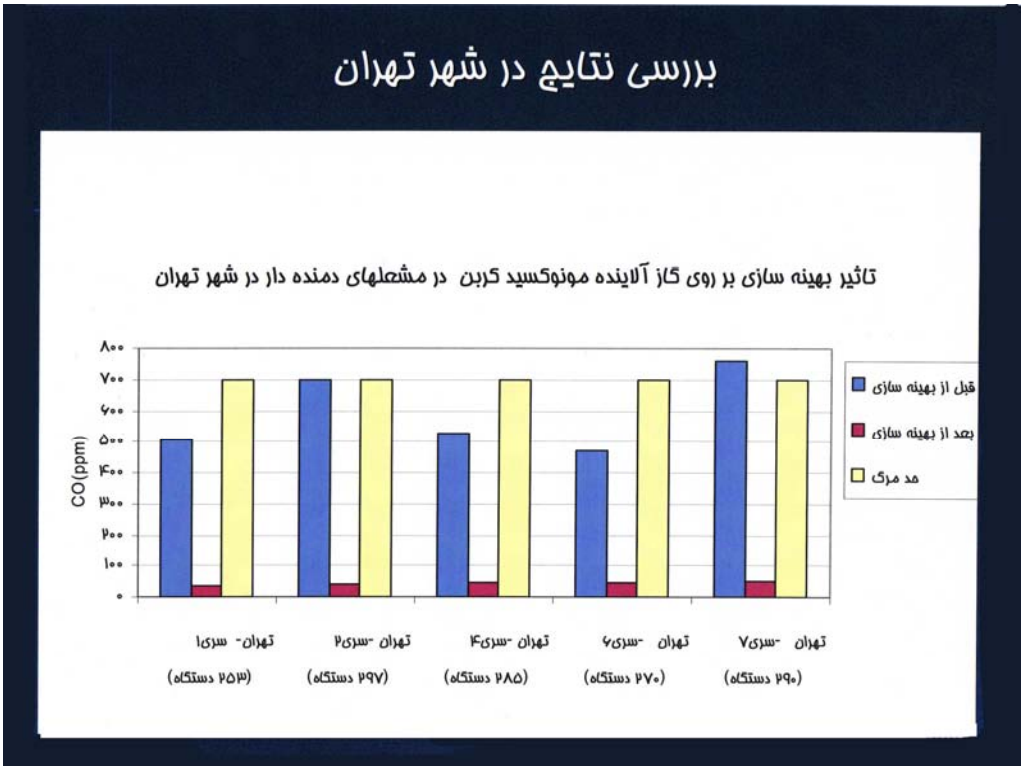
www.SID.ir

Archive of SID

بدتر بوده و بطور متوسط در محدوده ۷۰ درصد هوای اضافی و حدود 600ppm منوکسید کربن قراردارایم .(به نمودارهای ۱ تا ۶ که محصول بررسی واقعی در مشعلهای نصب شده برروی دیگهای منازل توسط سازمان بهینه سازی مصرف سوخت کشور می باشدمراجع شود.)



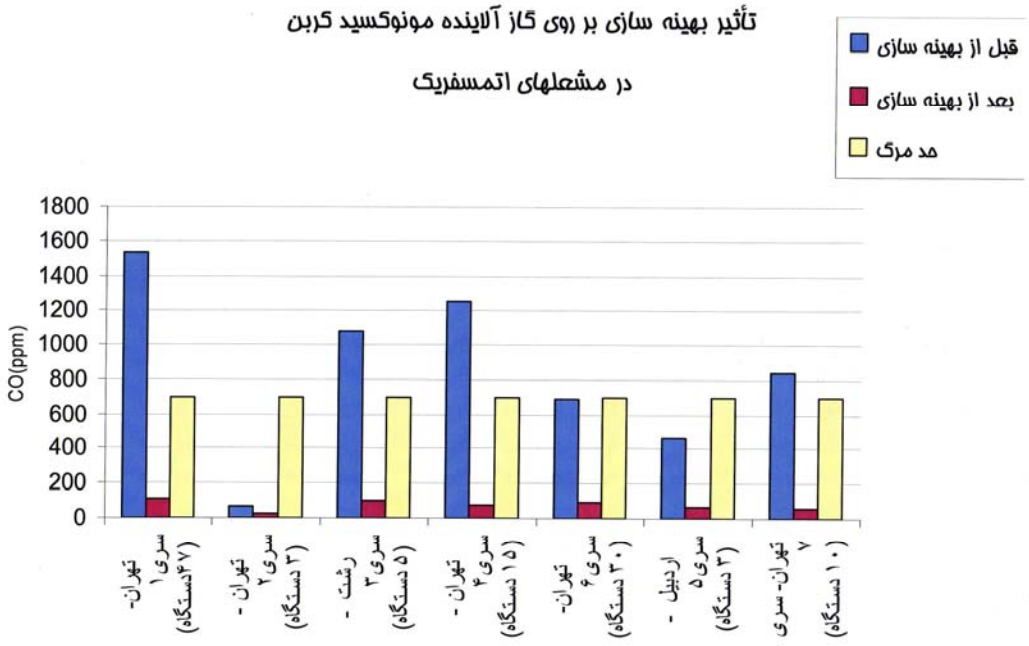
نمودار ۱



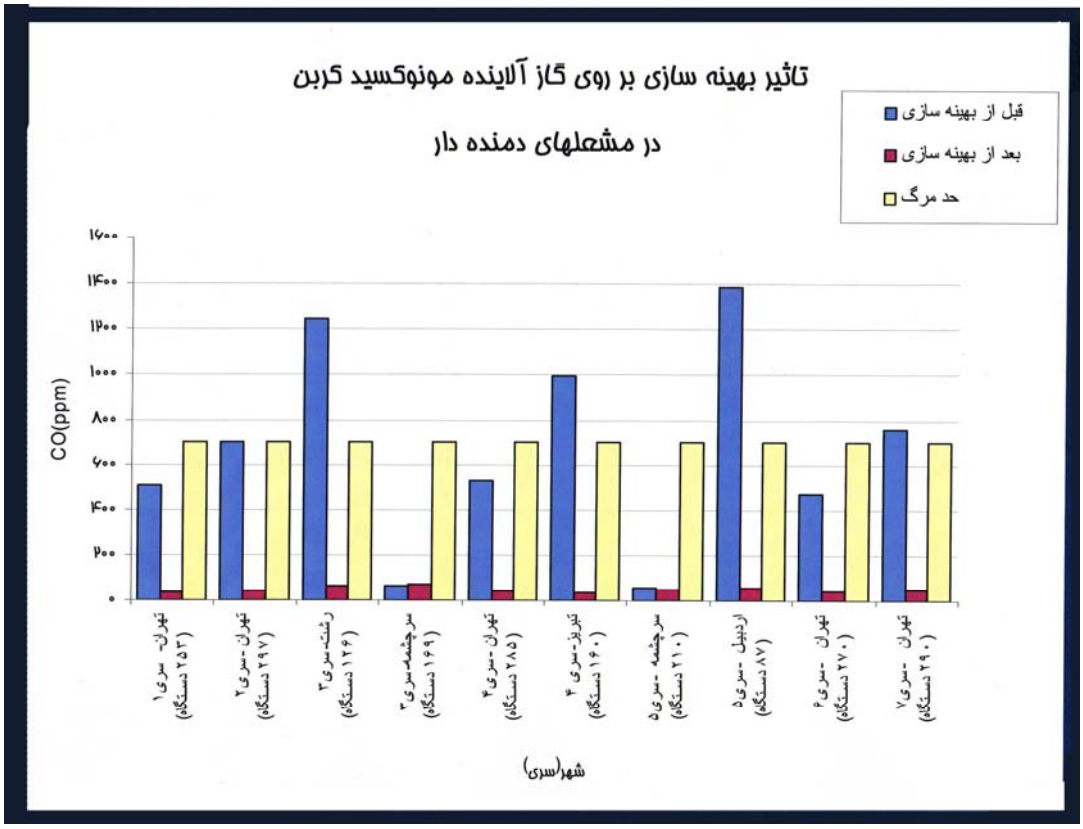
نمودار ۲

www.SID.ir

Archive of SID



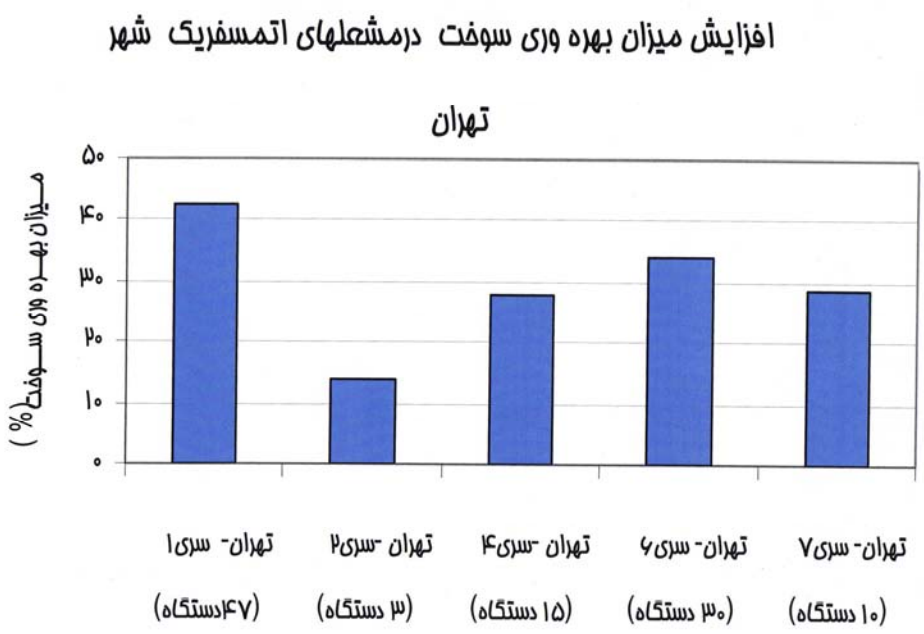
نمودار ۳



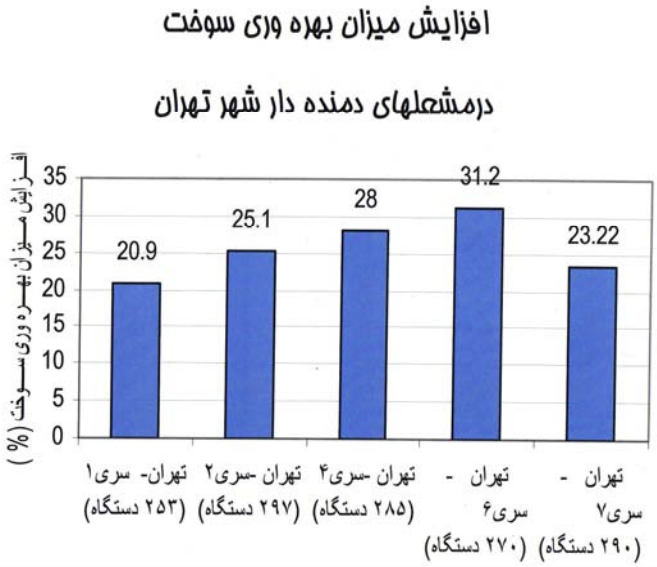
نمودار ۴

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار۵



نمودار ۶

۲-۱- عدم هماهنگی ابعاد شعله با محفظه احتراق

همانطوریکه در بند ۱ توضیح داده شد ، تغییرات نابجا و ناآگاهانه زیادی در تولید مشعلهای سنتی تولید داخل (نسبت به نمونه اولیه خارجی) صورت گرفته که یکی از عوارض بسیار منفی آن ، بهم خوردن شکل شعله می باشد. متاسفانه یکی از عوامل مهمی که موجب بهم خوردن شکل شعله در مشعلهای تولید داخلی گردیده و بطور عمده موجب افزایش طول شعله شده است ، به اصطلاح کم صدا (یا بی صدا) کردن مشعل از طریق تغییر درشعله پخش کن می باشد.(این تغییر همچنین موجب تغییر نسبی مشعل از مخلوط نازل Nozzle Mexing به سمت انتشاری (Diffiusion) گردیده است .

www.SID.ir

Archive of SID

درطراحی مشعلها و یا حتی در انتخاب آن یکی ازعوامل بسیار مهم هماهنگی ابعاد شعله با محفظه احتراق می باشد.(بدون شک ظرفیت حرارتی عامل اولیه و تعیین کننده است)برای مثال مبناء در انتخاب طول شعله اینست که طول شعله مساوی حداکثر ۸۰ در صد طول محفظه احتراق باشد و امروزه سعی می شود که قطربزرگتری برای شعله مشعل در طراحی مورد نظر قرار گیرد.(بدلیل افزایش انتقال حرارت از طریق تشعشعی و کاهش میزان اکسید های نیتروژن).

متاسفانه بخش اعظم تغییرات (نابجا و ناآگاهانه) در تولید مشعلهای سنتی داخلی باعث افزایش طول شعله گردیده است (بخصوص تغییراتی که بمنظور کاهش صدای مشعل صورت گرفته است)و اولین عارضه این تغییر ،افزایش درجه حرارت درناحیه خروجی محفظه احتراق و در نهایت خروجی دودکش گردیده وموجب برخورد و یا نزدیکی خیلی زیاد سرشعله به انتهای محفظه احتراق (دیگ) میگردد . درچنین وضعی تنها راه حل ممکن در نصب و راه اندازی،کاهش میزان سوخت و یا کل شعله (هوا و سوخت)خواهد بود که در نهایت موجب کاهش ظرفیت حرارتی مشعل و دیگ میگردد. عدم هماهنگی ابعاد شعله با محفظه احتراق علاوه برآسیب رساندن به دستگاه و کاهش طول عمر آن ، موجب کاهش میزان حرارت دهی دیگ نیز میگردد.(از طریق اجبار در کاهش طول شعله با کاهش میزان سوخت و یا حجم شعله).

۳-۱- مصرف برق زیاد برای تامین هوا

اندازه گیریها نشان میدهد که برق مصرفی دمنده های مشعلهای تولید داخل نسبت به مشعلهای سنتی روز دنیا حدود۵۰ درصد بیشتر است واین امربطور عمده ناشی از الکتروموتور،پره های دمنده و ...باشد.

۴-۱- اقلام و قطعات بکارگرفته شده

مدتهاست که به انتخاب قطعات نظیر رله ی مشعل ، قطعات سرمشعل ،برخی شیرهای برقی و ... ازنظرطول عمر و کارایی و مطابقت آنها با استاندارد روز دنیا توجه کافی مبذول نگردیده است (جدا از تدوین استاندارد جدید برای مشعلها که اجرای آن میتواند گام مهمی در ارتقاء کیفیت مشعلهای سنتی در ایران گردد). و تا حدی میتوان مدعی شد که انتخاب این اقلام بصورت« فله ای» صورت میگیرد و متاسفانه در مواردی بخشی از این اقلام توسط فروشندگان لوازم تاسیسات و مشعل برای کسب سود بیشتر تعویض گردیده و اقلام بمراتب نامرغوب و غیرقابل اعتمادتری جایگزین میگردند.

۲- مشکلات در بکارگیری

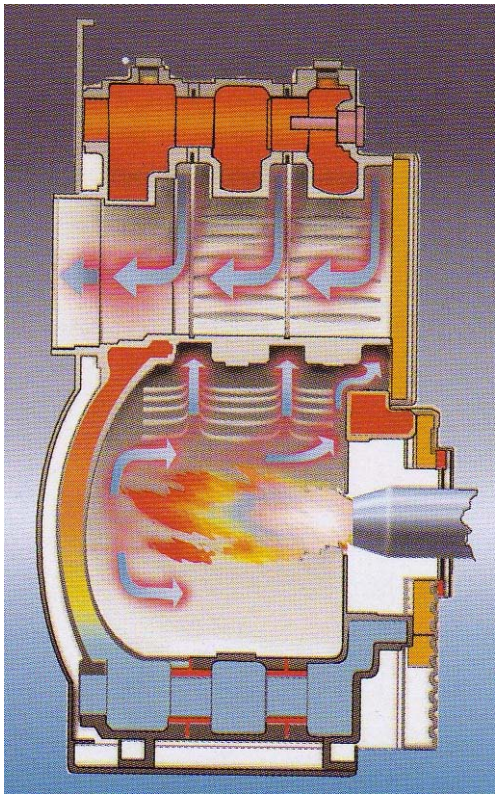
۱-۲- خاموش و روشن شدن مشعل

خاموش و روشن شدن مشعل عارضه نامناسبی است که باعث افزایش مصرف سوخت و شوک حرارتی به دیگ میگردد چون برای روشن شدن مشعل در هرمرحله نیاز به پیش پاکسازی(Pro-Purge) از طریق فرستادن هوای سرد(هوای محیط) می باشد که موجب جذب بخش قابل ملاحظه ای از انرژی حرارتی دستگاه و خارج کردن آن از طریق دودکش میگردد،ضمن اینکه ورود هوای سرد به داخل دیگ ، سرد شدن سریع دیگ را بهمراه دارد.(بخصوص قسمت انتهایی آن که بدلیل قرارگیری در مسیرخروج محصولات احتراق از درجه حرارت بالاتری برخوردار می باشد (مطابق شکل ۱) و درزمان خاموشی نیز ، بدلیل خلاء شدید در داخل دیگ هوای سرد از طریق خلل و فرج به داخل دیگ نفود کرده و با جذب بخش قابل ملاحظه ای از انرژی حرارتی و حمل آن از طریق دودکش به بیرون ، موجب اتلاف انرژی حرارتی به میزان قابل ملاحظه ای میگردد.

دررابطه با شوک حرارتی (بخصوص برای انتهای دیگ) که موجب کاهش عمرمفید دیگ میگرددباید اضافه شود که سردشدن انتهای دیگ براثر پیش پاکسازی بلافاصله بعد ازروشن شدن مشعل با گرم شدن سریع آن (درمواردی تا حدود۵۰۰ درجه سانتیگراد) همراه خواهد بود که باعث فرسودگی‌دیگ می شود.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱

۲-۲- بهم خوردن تنظیم اولیه در موقع نصب

نسبت سوخت به هوا در مشعلهای سنتی براثر تغییر در فشار محفظه احتراق تغییر میکند و فشارمحفظه احتراق در دیگها تابعی از قطر ، طول و مسیردودکش ، مسیرحرکت سیال، حجم محصولات احتراق درجه حرارت محیط ،... بوده و به جرأت میتوان گفت که امکان یکسان بودن فشارمحفظه احتراق دودستگاه دیگ نصب شده دریک موتورخانه درحد نزدیک به صفر می باشد. تغییر نسبت سوخت به هوا براثر فشارمحفظه احتراق، وابستگی کیفیت احتراق به محل نصب (مثلاً دیگ) ، تنظیم در محل را حیاتی کرده است .

متاسفانه بدلیل پائین بودن قیمت سوخت ،اطلاعات محدود نصب کنندگان و سرویس کاران و نبودن ابزارها و اطلاعات لازم برای اندازه گیری محصولات احتراق و ارزیابی آن باعث شده که عملاً در نصب ، نسبت سوخت به هوای مشعلهایی هم که در محل تولید تنظیم شده اند بهم بخورد(البته اگرچنین تنظیمی در تولید وجود داشته باد !) و بدرستی میتوان مدعی شد که همه مشعلها پس از نصب ، کیفیت احتراقی مناسب ندارند (اندازه گیریهای سالهای اخیر این ادعا را ثابت میکند)و براساس بررسیهای اخیر حداقل ۲۰ درصد از سوخت در دیگهای‌کوچک خانگی براثرتنظیم‌نامناسب نسبت سوخت به هوا تلف می‌شود (این حداقل واقعاً حداقل می باشد چون براساس بررسیهای سالهای اخیر در پروژه بهینه سازی ۵۰۰۰ موتورخانه از طریق سازمان بهینه سازی مصرف سوخت کشور این محدوده براساس نمودارهای ضمیمه در حد ۲۰ تا ۵۰ درصد بدست آمده است).

۲-۳- نیاز به دیگ با ابعاد بسیاربزرگ

شکل شعله در مشعلهای سنتی (به اصطلاح بعنوان شعله رو به جلو) و سرعت کم سیالات خروجی از دهانه ی آن (چون مشعل به عنوان مشعل سرعت پائین گفته می شود) و نقش انتقال حرارت به روش جابجایی در دستگاههایی که از این مشعل استفاده می شود و نقش پائین انتقال حرارت بروش تشعشعی موجب افزایش سطح انتقال و در نهایت ابعاد بسیار بالای

www.SID.ir

Archive of SID

دیگ (نسبت به تکنولوژی جدید) و وزن مواد بکاررفته گردیده است بشکلی که پیش بینی مـی شـود رونـد تکنولـوژی در ایـن زمینه موجب اقتصادی نبودن تولید درچهارچوب سنتی گردد.

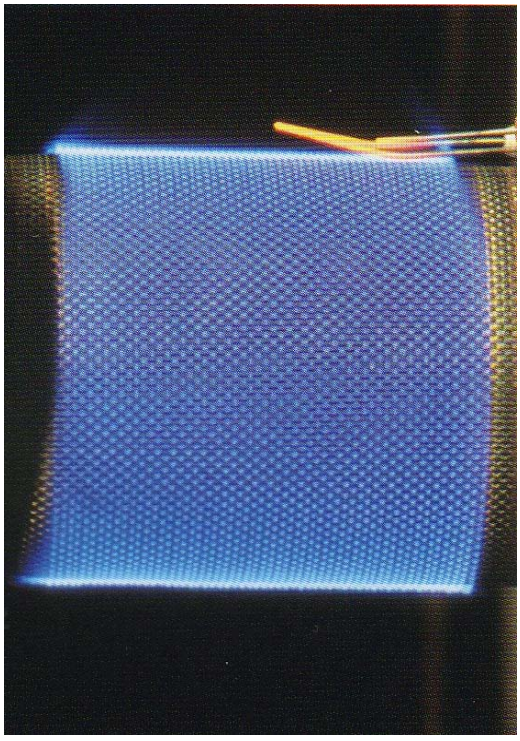
ب- مشعلهای پیشرفته و ویژگیهای برترآن

مشعلهای پیشرفته که بکارگیری آنها روزبه روز افزایش یافته و براساس پیش بینی هـا در آینـده ای نزدیـک جـایگزین مشعلهای سنتی میگردد (حداقل برای دیگهای کوچک و تا سقف ۵۰۰/۰۰۰ کیلوکالری در ساعت) بطور عمده گاز سوز پـیش مخلوط بوده و ویژگی عمده برترآنها حذف شعله رو به جلو و با ویژگی انتقال حرارت جابجایی با شعله هـای جـانبی (یـا بطـور عمده جانبی) و با ویژگی انتقال حرارت تشعشعی که در مجموع از طریق افزایش سطح شعله بوسیله تقسیم شعله به شعله های بسیارکوچک است ، حاصل میگردد.ویژگیهای برتر این مشعلها بشرح ذیل می باشند:

۱- یکنواختی در انتقال حرارت به دیگ

با حذف شعله رو به جلو و افزایش سطح شعله از طریق ایجاد هزاران شعله کوچک (مراجعه شود به شکلهای ۲، ۳، ۴، ۵، ۶) عملاً روشن انتقال حرارت از جابجایی به تشعشعی (بطور عمده) تبـدیل شـده و ضـمن کـاهش فـضای مـورد نیـاز شـعله (مراجعه شود به شکل ۷) که خود موجب کاهش ابعاد محفظه احتراق میگردد، با انتقال حرارت از طریق تشعشعی ، یکنواختی مناسبی در انتقال حرارت بوجود آمده و با کوتاه شدن فضای مورد نیاز شعله ،خطر برخورد شعله با دیـگ کمتـر شـده و امکـان نزدیکی سطح انتقال حرارت به شعله و بالابردن سرعت انتقال حرارت از طریق کاهش فاصله بوجود می آید (شکل ۸) .

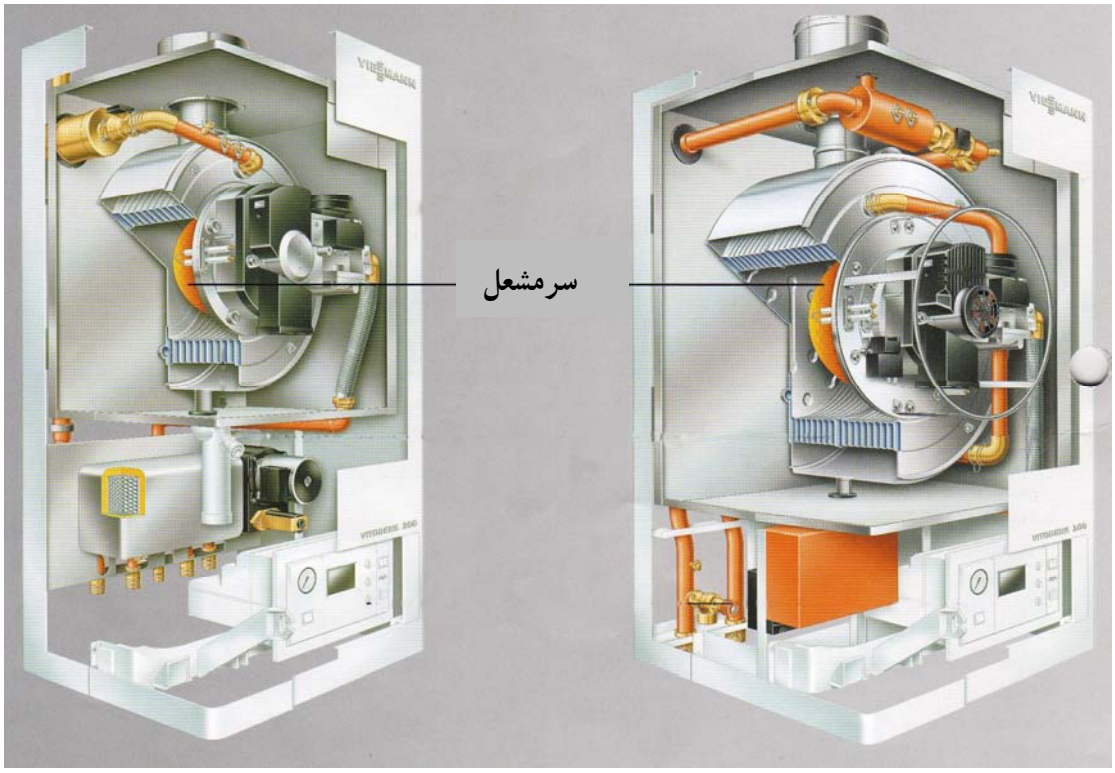
البته برخی تغییرات در مشعلهای سنتی نظیرمشعل شکل ۹ برای افزایش سطح مقطـع شـعله جهـت افـزایش انتقـال حرارت به روش تشعشعی و کاهش آلاینده های زیست محیطی هم باید مورد توجـه قـرار گیرنـد (ازجملـه چنـد نازلـه کـردن مشعلهای مایع سوزویا درمشعلی به طراحی شرکت North American که حداکثرظرفیت حرارتـی آن ۱/۰۰۰/۰۰۰ کیلوکـالری درساعت است ،قطرشعله ۷۶ سانتیمتراست درصورتیکه این قطردرمشعلهای معمولی حدود ۲۵ سانتیمتراست).



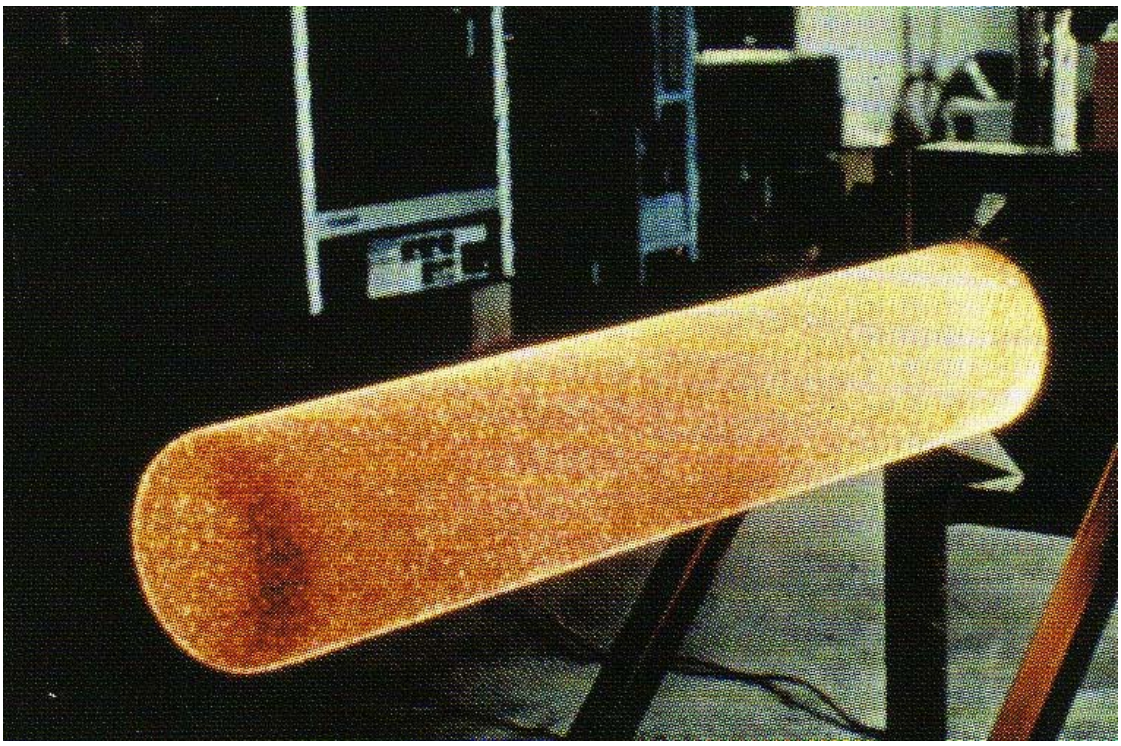
شکل ۲

www.SID.ir

Archive of SID



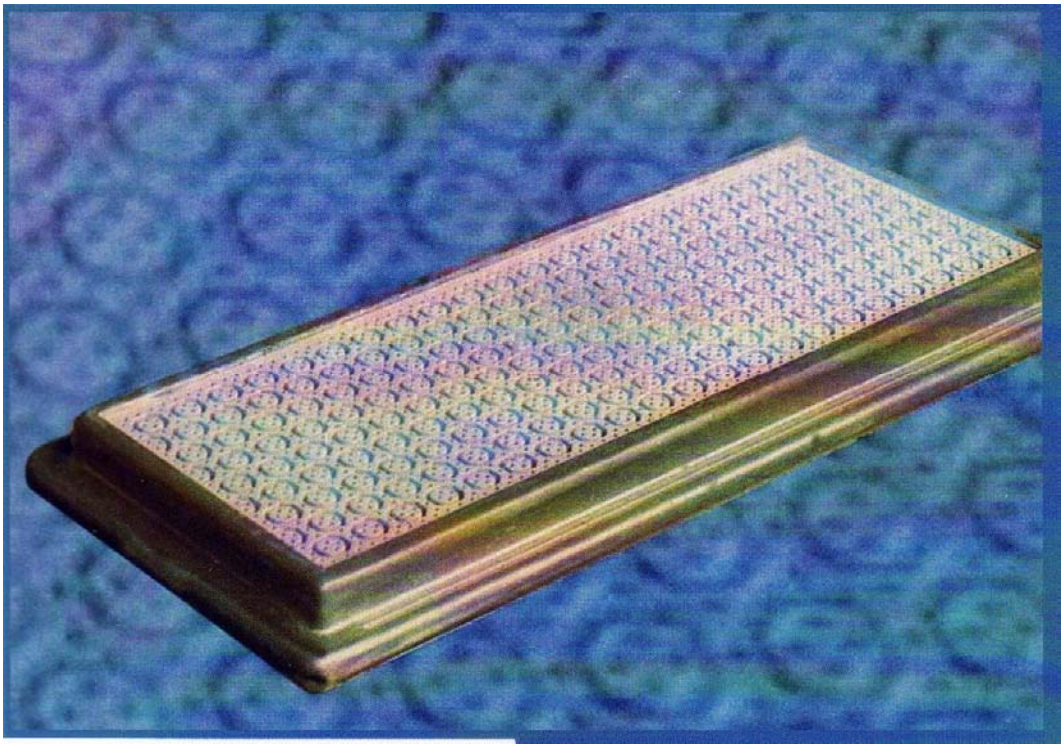
شکل ۳

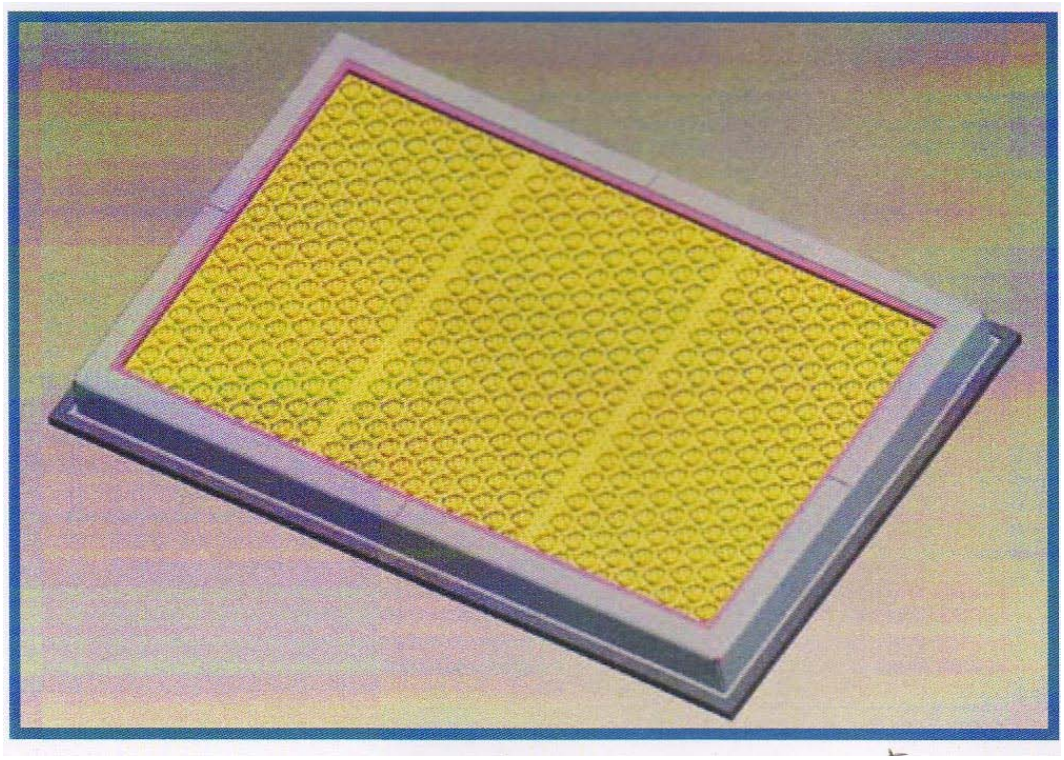


شکل ۴

www.SID.ir

Archive of SID

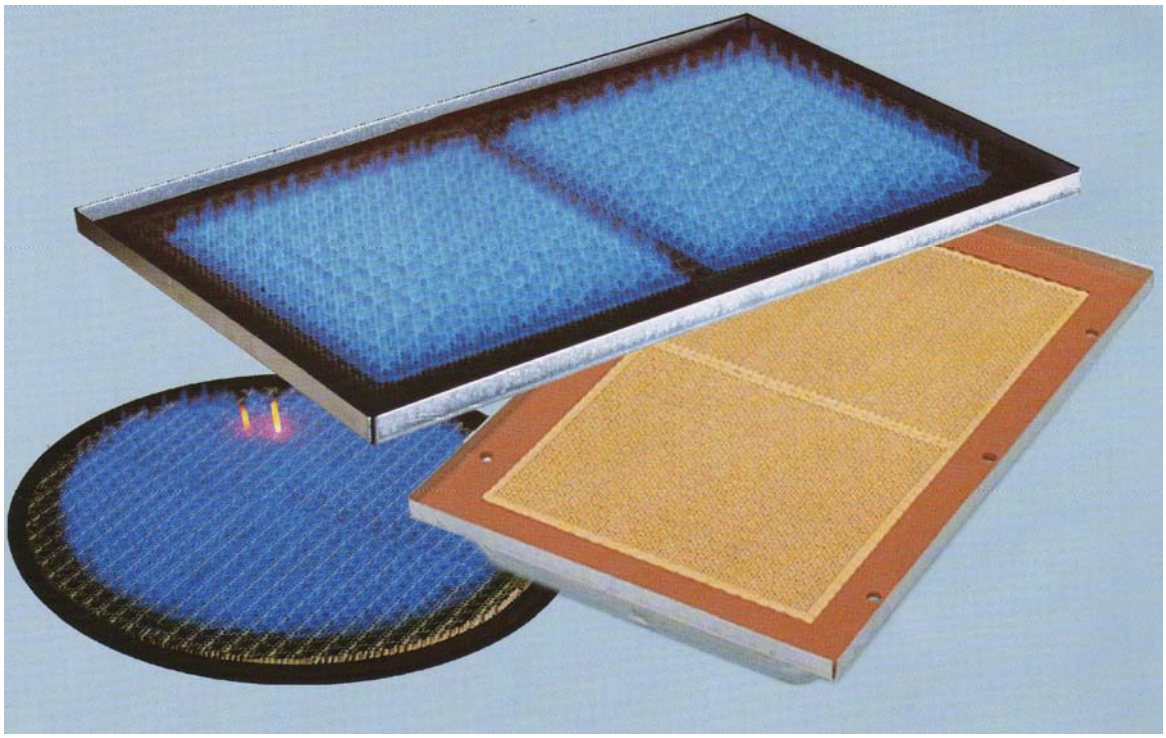




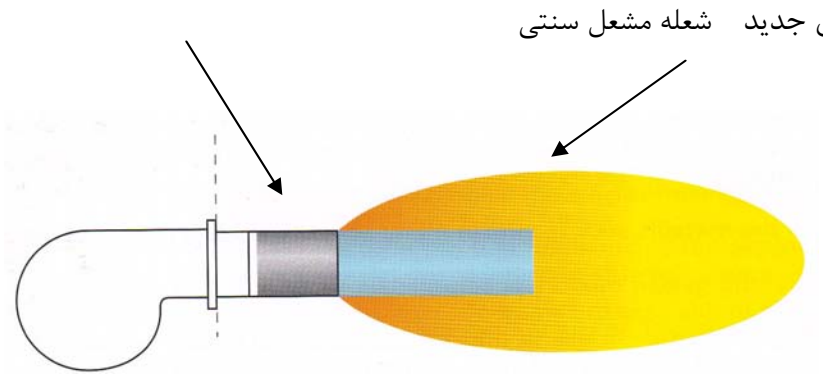
شکل ۵

www.SID.ir

Archive of SID



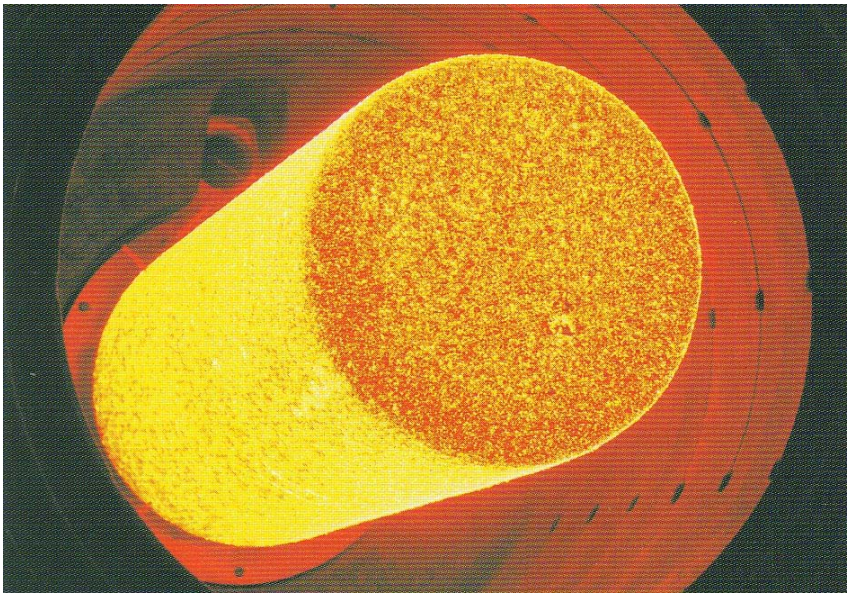
شکل ۶



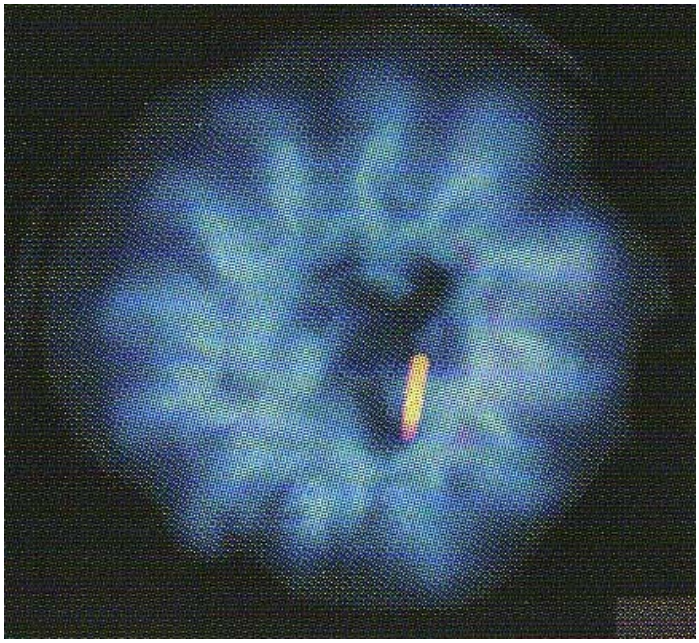
شکل ۷

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۸



شکل ۹

۲- افزایش دامنه تنظیم

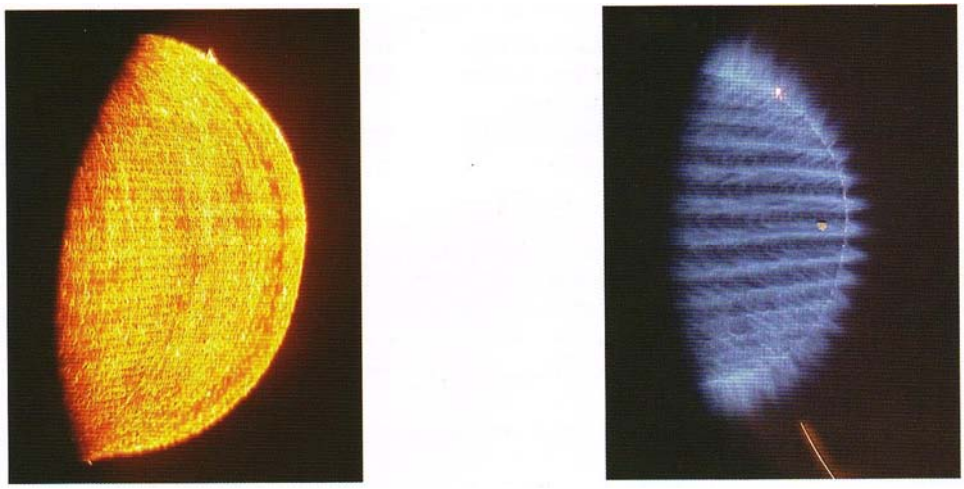
دامنه تنظیم یا Turn-Down مشعلهای جدید که نسبت حداکثرظرفیت مشعل (High Fire) به حداقل ظرفیت آن (Low Fire) است بسیار وسیعتر از مشعلهای سنتی می باشد.

در مشلعهای سنتی این نسبت در حد ۳ به ۱ است (درمشعلهای گازوئیل سوز این محدوده کوچکتر هم هست) ولی در مشعلهای جدید این محدوده به حدود ۲۰ به ۱ رسیده است (البته نباید فراموش کردکه برخی اقدامات برای افزایش دامنه‌تنظیم در مشعلهای سنتی نیز صورت گرفته‌که بالاترین مورد مدون درمورد مشعلی‌از شرکت North American آمریکاست که این دامنه را به۵۰ به ۱ رسانده است) افزایش دامنه تنظیم موجب عدم نیاز به خاموش کردن مشعل (حتی در فصل گرم) میگردد چون میتوان در صورت گرم شدن مثلاً آب و رسیدن آن به درجه حرارت مورد نیاز ،حجم شعله را در حدی

www.SID.ir

Archive of SID

پائین آوردکه افزایش درجه حرارت متوقف گردد.(به شکل ۱۰ که مقایسه‌شعله های حداقل و حداکثر می باشد مراجعه شود) با عدم نیاز به خاموش کردن مشعل عملاً پیش پاکسازی و عوارض مربوطه به آن (شوک حرارتی و اتلاف انرژی حرارتی) از بین رفته ،ضمن اینکه نفوذ هوای سرد به داخل دیگ در مواقع خاموشی مشعل (حداقل از طریق مسیر هوای مشعل) و اتلاف انرژی حرارتی مربوط به آن حذف میگردد،ضمن اینکه دیگهایی که این نوع مشعل در آن بکارمیرود عملاً تحت فشارجزئی طراحی می شوند تا جلوی نفوذ هوا از منافذ گرفته شود.



شعله حداقل　　شعله حداکثر

شکل ۱۰

۳- کاهش هوای اضافی و آلاینده های زیست محیطی

بدلیل اختلاط گازو هوا قبل از رسیدن به سرمشعل ، نیاز چندانی به هوای اضافی زیاد برای احتراق کامل نبوده و میزان هوای اضافی در این مشعل بین ۵ تا ۱۰ درصد می باشد. با کاهش هوای اضافی ،اتلاف انرژی حرارتی ناشی از وجود هوای اضافی نیز کم می شود. علیرغم اینکه هوای اضافه در این مشعلها بمیزان قابل ملاحظه ای کاهش یافته ولی موجب آن نگردیده که میزان منوکسید کربن بالا رود بلکه بدلیل اختلاط بسیار خوب گاز وهوای احتراق عملاً میزان منوکسیدکربن فوق العاده کاهش یافته و درمحدوده 10ppm می باشد.

بدلیل افزایش سطح شعله و بالا رفتن انتقال حرارتی تشعشعی آن ،درجه حرارت شعله پائین آمده و موجب کاهش قابل ملاحظه NOx میگردد(به شکل ۴ مراجعه شودکه آخرین تکنولوژی و البته هنوز تکمیل نشده برای از جمله کاهش NOx می‌باشد).

۴- پایداربودن تنظیم اولیه

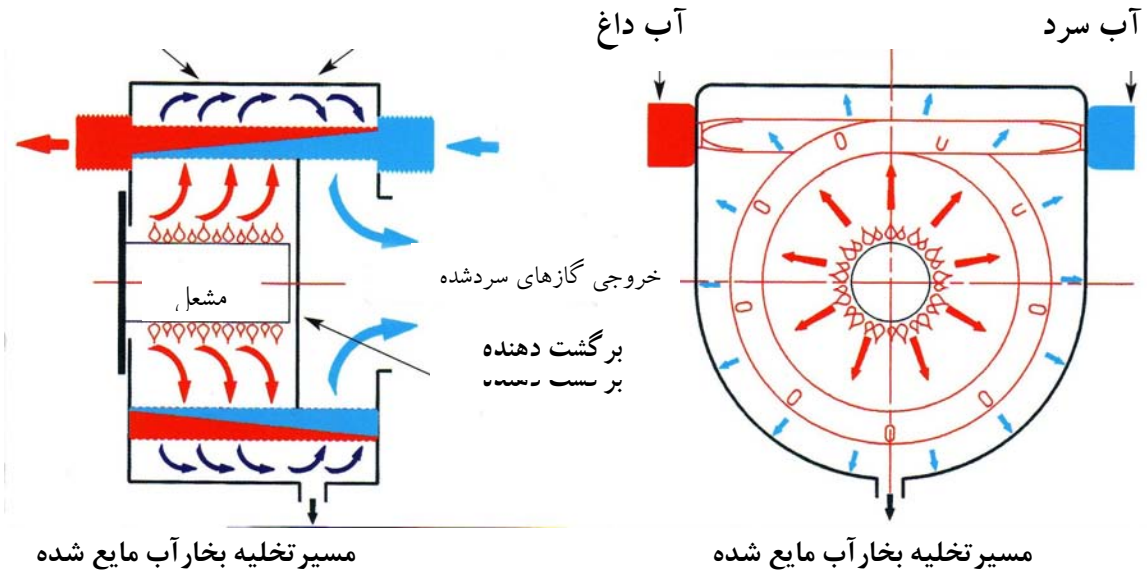
مکانیزم کنترل نسبت گاز وهوا در این مشعلها طوری ساخته شده اند که هرگونه تغییر در میزان هوا موجب تغییر در میزان گاز بهمان نسبت میگرددکه درنهایت ،نسبت گاز وهوا در هرشرایطی حفظ میگردد.البته این قابلیت با توجه به نزدیکی فشارهوا و گاز در این مشعلها بوجود آمده است .بنابراین برخلاف مشعلهای سنتی که در نصب و یا تعویض محل نصب ، تنظیم اولیه آن بهم می‌خورد ،مشعلهای جدید در نصب هم وضعیت اولیه خود راحفظ کرده و شرایط محفظه احتراق در کیفیت احتراق اثرچندانی ندارد.

www.SID.ir

Archive of SID

۵- کاهش ابعاد و وزن دیگ

با تغییر در بافت شعله و حذف شعله های رو به جلو تغییر در ابعاد شعله و کاهش فضای مورد نیاز برای شعله و محفظه احتراق و عمده شدن انتقال حرارت به روش تشعشعی ، امکان کوچک کردن دیگها به میزان قابل ملاحظه ای بوجود آمده (به شکل ۱۱ برای روش انتقال حرارت و ابعاد محفظه احتراق مراجعه شود) بشکلی که حجم و وزن دیگهای کوچک جدید به کمتر از ۲۵ درصد دیگهای سنتی رسیده است(به شکل ۱۲ مراجعه شود).با استفاده از این مشعلها و دیگ میزان جذب انرژی بدنه نیز بمیزان قابل ملاحظه ای کاهش می یابد، ضمن اینکه با بکارگیری این مشعلها بهتر میتوان به تکنولوژی دیگهای Condencing رسید.



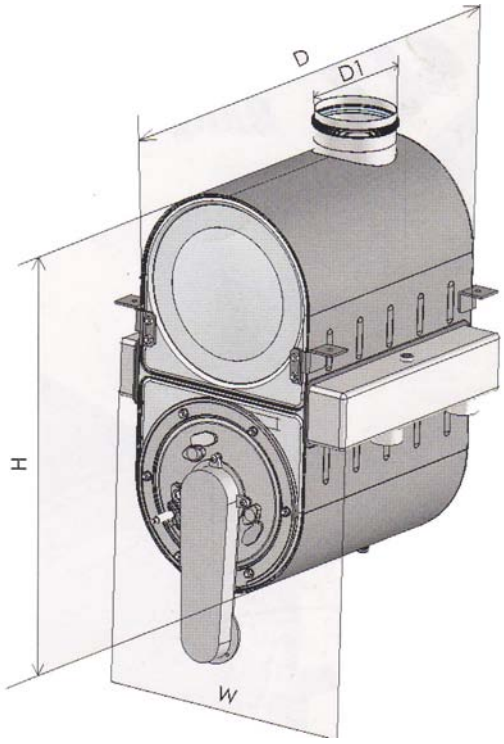
شکل ۱۱

نتیجه‌گیری

باتوجه به موارد مطرح شده و بدلیل عیان بودن مشکلات بشکلی که مورد قبول کارشناسان این رشته می باشد، امیدواریم که کلیه متخصصان ذیربط و سازمانهای درگیر دست بدست هم داده ،ضمن ارتقاء کیفیت مشعلهای تولید داخل که پائین بودن کیفیت آنها حتی مورد قبول تولید کنندگان داخلی می باشد، تاحدی از مصرف سوخت با وضع فاجعه بارکنونی بکاهیم .(قابل تذکراست که براساس برخی فعالیتها توسط کارشناسان مرتبط به کمیته استاندارد مشعل ، اقداماتی هرچند جزئی ولی با اهمیت شروع شده که امیدواریم تداوم یابد.)

www.SID.ir

Archive of SID



Output (Kw)	Coils distribution		Width (mm)	Depth (mm)	Height (mm)	Flue outlet (mm)	Weight (Kg)
	Fumes side	Water side					
45	6+3	5+4	361	243	520	80	21
55	7+3	5+5	361	279	520	80	23
65	8+4	6+6	361	315	520	80	27
85	10+6	8+8	361	387	520	100	34
100	12+6	9+9	369	459	520	100	39
120	15+8	11+12	369	567	520	100	48
150	18+10	14+14	369	675	520	100	57

شکل ۱۲

منابع

ازکاتالوگ های شرکت های ذیل استفاده شده است :

[1] Joannes
[2] Herman .
[3] Weisman.
[4] Dreizler
[5] Bray .
[6] Aeromatic .
[7] Riello .
[8] Nst .
[9] Dreizler .
[10] Riello .
[11] Jiannoni .

نمودارها

[۱] ازگزارش ۵۰۰۰ موتورخانه بهینه سازی مصرف سوخت کشور

www.SID.ir