Naboo Sanat

# بویلر چگالشی آدمیرال

# ADMIRAL

Condensing Boiler

Technical Catalog 2019

ADMIRAL

# فهرست

## صفحه


**فصل اول** 4

مقدمه ..... 5

**فصل دوم** 6

بویلرهای چگالشی ..... 7
تکنولوژی بویلرهای چگالشی
ملاحظات طراحی بویلرهای چگالشی
جمع بندی

**فصل سوم** 14

معرفی بویلر چگالشی سری آدمیرال ..... 15
اجزای بویلر چگالشی سری آدمیرال
جانمایی اتصالات
مشخصات فنی
مبدل حرارتی آلومینیوم/سیلیکون ..... 29
مشعل متال فایبر پرمیکس مدولیت ..... 32
سیستم کنترلی ..... 33
اطمینان از حصول شرایط چگالشی

ADMIRAL

Daboo Sanat

Designer & Manufacturer of Boilers (Steam, Hot Water, Hot Oil), Heat Exchangers, Pressurized Vessels & Ancillary Equipment

## بویلرهای چگالشی سری آدمیرال

- راندمان ۹۸٪
- مبدل حرارتی آلومینیوم/ سیلیکون
- مشعل متال فایبر پرمیکس کاملا مدولیت
- سیستم کنترلی به همراه کاملترین گزینه های انتخابی
- قابلیت کارکرد با سنسور دمای خارجی
- امکان بهره برداری از آرایش آبشاری تا ۱۶ بویلر
- با کمترین حد سرو صدای محیطی

**98% Efficiency**

*We Think, Design, Create and Make Products*

Nabco Sanat

*Designer & Manufacturer of Boilers (Steam, Hot Water, Hot Oil),*
*Heat Exchangers, Pressurized Vessels & Ancillary Equipment*

## مقدمه

شرکت دانش بنیان **مخزن فولاد رافع** با نام تجاری **دابو صـــــــنعت**، فعالیت خود را در صنعت تاسیســـــات و انرژی با هدف طراحی، ساخت و تولید انواع سیستم‌های گرمایشی از سال ۱۳۷۳ آغاز نمود.

از جمله تولیدات مجموعه، انواع بویلرهای مورد اســـتفاده در صنایع مختلف (بخار، آب داغ، آب گرم و روغن داغ)، مبدل‌های حـــرارتی، انواع فیلتر مایعات، دی اریتور، مخازن تحت فشار، انواع سیستم‌های کاهنده مصرف انرژی، هواساز گرمایشی (Heater) و مشعل‌های صنعتی می‌باشند، که با توجه به نوع مصرف و شرایط کاری به طور کامل توسط واحدهای تحقیق و توسعه (R&D) و فنی مهندسی، طراحی و ساخته می‌شوند.

**دابو صنعت** اولین شرکت تولید کننده بویلرها و مبـدل‌ها می‌باشد که موفق به طراحی، تولید و ثبت محصولات دانش بنیان جدید با رویکرد کاهش مصرف انرژی شده است. تاکنون نمونه‌های متعددی از این محصولات دانش بنیان در داخل و خارج از کشـــور نصب شده و به بهره برداری رسیده‌اند.

این شرکت ضمن اخذ پروانه کابرد علامت اســتاندارد ملی ایران، کلیه موارد مطرح شده الزام آور در سایر استانداردهای بین‌المللی مانند ASME, NFPA, DIN, B.S., ASTM, ANSI را نیز در طراحی و تولید محصولات خود لحاظ می‌کند.

ماموریت گروه **دابو صنعت** بر اساس اســتراتژی و اهداف کلان سال ۱۴۰۰ شرکت، تبدیل شدن به یک هلـــــدینگ دانش بنیان در حوزه صنعت تاسیســـــات و انرژی کشور، با بهره گیری از فناوری‌های نوین و کمک به متخصصان بومی است تا در راســـــتای تحقق طرح‌های ملی مرتبط با بهینه سازی و کاهش مصرف انرژی در راستای چشـم انداز کشور، موقعیت رقابتی متمایزی را در صنعت تاسیسات گرمایشـــی و خدمات انرژی ایجاد نماید و گام‌های مثبت و موثری را برای تحرک صنعت، پیشرفت و توســـــعه پایدار کشور و رفع نیازهای داخلی به منظور تحقق اهداف اقتصاد مقاومتی و ایجاد اقتصاد دانش بنیان از طریق تعامل بین بخش علمی و صنعتی کشور بردارد.

Nabco Sanat

*Designer & Manufacturer of Boilers (Steam, Hot Water, Hot Oil),*
*Heat Exchangers, Pressurized Vessels & Ancillary Equipment*

## بویلرهای چگالشی . اصول اولیه و ملاحظات طراحی

صنعت ساختمان یکی از معیارهای اصلی صنعتی شدن هر کشور بوده و به عنوان نمادی از رشد و توسعه آن کشـور محسوب می شود. یکی از موضوعات مهمی که در صنعت ساختمان کشور ایران باید بدان توجه نمود، موضوع بهینه سـازی مصـرف انرژی و ضرورت صـرفه جویی در این حوزه است، چرا که بیشترین میزان مصـرف از کل مصرف انرژی کشور ایران در بخش ساختمان متمرکز شده است. در واقع به روایت آمار، مصرف انرژی در واحدهای مسکونی و تجاری، بالغ بر۴۰ درصد از کل انرژی‌ای است که از نفت و گاز حاصل می‌شود.

از طرف دیگر، حـدود ۷۱ درصد از میزان مصـرف گزارش شـده در صورتحساب اداره گاز مربوط به گرمایـش محیط، ۲۲ درصـد از آن مربوط به گرمایـش آب و تنها ۷ درصـد آن مربوط به پخت و پز می باشد. بدیهی است که در کنار لزوم اصلاح الگوی مصرف و بهبود عایق کاری ساختمان‌ها، توجه به انتخاب تجهیزات گرمایشـی نیز نقش بسیار مهمی بر میزان بهره‌وری انرژی سـاختمان و میزان مصـرف سوخت آن دارد. از همین رو، ایجاد تغییراتـی در تجهیـزات گرمایشـی موجود به منظور افزایش بازده حرارتی آن‌ها و یا استفاده از فناوری‌های نوین در این تجهیزات امری اجتناب ناپذیر می‌نماید.

اخیرا و با توجه به مسائل زیست محیطـی، گاز طبیعـی بیش از پیش به عنوان سوخت در بویلرها مورد استفاده قرار گرفته است. از آنجائیکه این سوخت پاک، البته در مقایسه با سایر سوخت‌ها، دارای هیدروژن بیشتری از کربن می باشـد، بخار آب بیشتـری نیز در محصولات احتراق آن وجود خواهد داشت که در نتیجه آن گرمای نهان بیشتری نیز به همراه این بخار آب هدر می‌رود.
بنابراین، بازیابی گرمای نهان بمنظور افزایش راندمان حرارتـــی در بویلرهایی که با ســوخت گاز طبیعی کار می‌کنند، امری بسیار ضروری می‌نماید.

از دید تئوری، محصـولات احتراق ناشی از یک متر مکعب گاز طبیعی، حاوی۱/۵ کیلوگرم بخارآب و ۳/۶ میلیون ژول گـرمای نهـان می باشند. با بازیابی گرمـای محسوس و گرمـای نهان موجود در محصولات احتراق می توان راندمان بویلر را ۱۵ تا ۲۰ درصد افزایش داد.

بویلرهای چگالشـی ، یکی از آخرین دستاوردهای صنعت تاسیسات در جهت دستیابی به حداکثر راندمان حرارتـی می باشند که امروزه جایگاه خود را در کشـورهای مختلف تثبیت نموده اند. این بویلرها با جذب گرمای نهان بخار آب موجود در گازهای دودکش ، راندمان حرارتی را به میزان قابل توجهی افزایش می دهند.

## تکنولوژی بویلرهای چگالشی

در بویلرهای چگالشـی یک یا دو مبدل در مسیر خروجی گازهای حاصل از احتراق تعبیه می‌شود تا انرژی موجود در بخار آب داخل این گازها بازیابی شـود. بخار آب تشکیل شـده در فرآیند احتراق در برخورد با مبدل حرارتی چگالیده شده و حرارت جذب شده را به آب داخل لوله‌ها می دهد.
برای ترسیم تصـویری بهتر از نحوه عمل بویلرهای چگالشـی باید مروری کوتاه بر فرآیند احتـراق داشته باشیم.

احتراق زمانی اتفاق می افتد که سوخت‌های فسیلـی، مانند گاز طبیعی، زغال سنگ و یا گازوئیل با اکسیژن موجود در هوا واکنش نشان می‌دهند تا گـرما تولید کنند. گـرمای حاصل از سوخت‌های فسیلی بطور وسیعـی در صنایع گرمایش محیط یا انبساط گازهای یک سیلندر مورد استفاده قرار می گیرد. بویلرها، کوره ها و موتورها مهمترین مصـرف کنندگان سوخت‌های فسیلـی می‌باشند.
سوخت‌های فسیلـی از هیدروکربن‌ها تشکیل شده‌اند و این بدان معنـی است که این سوخت‌ها عمدتا حاوی کربن و هیدروژن هستند.

هنگامیکه یک ســوخت فسیلی می‌سوزد، دی اکسید کربن ($CO_2$) و آب ($H_2O$) به عنوان دو محصول اصلـی ایجاد می‌شـوند. این محصولات از کربن و هیدروژن موجود در سوخت و اکسیژن ($O_2$) موجود در هوا حاصل می گردند. سـاده‌ترین مثال از سوختن یک سـوخت هیدروکربنی، واکنش متان ($CH_4$) به عنوان عمـده‌ترین جزء گاز طبیعی با اکسیژن موجود در هوا می‌باشد. با متعادل شدن این واکنش، یا دستیابی به شرایط استو کیومتریک، هر مولکول متان با دو مولکول اکسیژن واکـنش داده و یک مولکول دی اکسید کربن و دو مولکول آب بوجود می‌آورد. با انجام این واکنش، انرژی به صورت گرما آزاد می‌شود.

$$CH_4 + 2O_2 \Rightarrow CO_2 + 2H_2O$$

گرما + محصولات ⇒ واکنش دهنده‌ها

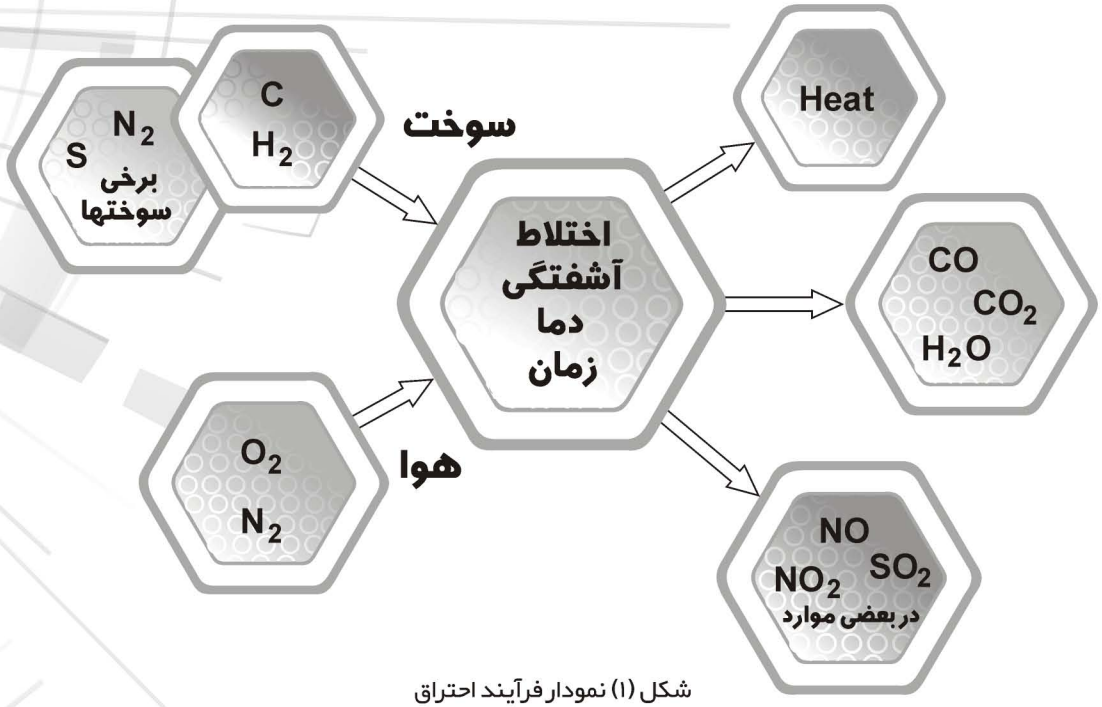
در فرآیند احتراق حقیقی، معمولا محصولات دیگری نیز وجود دارند. یک مثال نوعی از یک فرآیند احتراق حقیقی در شکل (۱) نشان داده شده است .

ترکیب اکسیژن هوا و کربن سوخت برای تشکیل آب، دی اکسیـد کربن و آزادسازی گرما واکنش پیچیـده‌ای است که برای انجام صحیح به آشفتگی، اختلاط مناسب، دمای فعالسازی و زمان کافی نیاز دارد.
ارزش حرارتـی یک سوخت (برحسب kJ/kg یا MJ/kg) بطور سنتـی برای کمیت سنجی‌حداکثر میـزان گرمایـی که در اثر احتراق با هوا و در شرایط استـاندارد آزاد می‌سازد، مورد استفاده قرار می گیرد. مقدار گـرمای آزاد شـده از احتراق یک سوخت به فاز آب موجود در محصولات بستگی

دارد. چنانچه آب موجود در محصولات در فاز گاز باشد، ارزش حرارتی کل آزاد شده تحت عنوان ارزش حرارتی پایین (LHV) شناخته می‌شود. اما زمانی که بخار آب به مایع چگالیده شود، انرژی اضافی‌ای برابر با گرمای نهان تبخیر قابل استخراج می باشد و به انرژی آزاد شده کل، ارزش حرارتی بالا (HHV) اطلاق می‌شود. مقدار LHV را می توان از میزان HHV و با خروج انرژی آزاد شده در فرآیند تغییر فاز آب از بخار به مایع به شکل زیر بدست آورد:

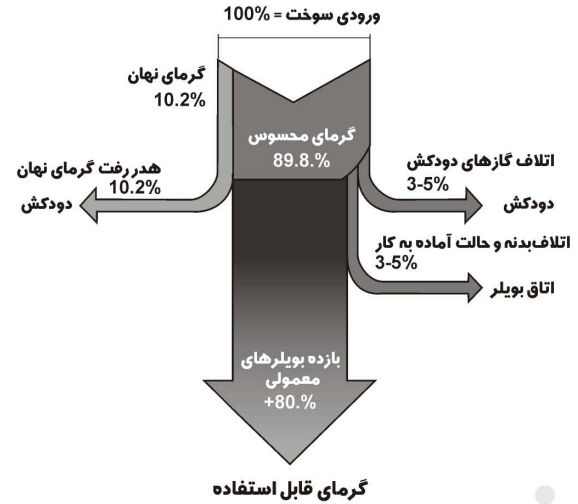
$$LHV = HHV - \frac{N_{H_2O,p} M_{H_2O} h_{fg}}{N_{fuel} M_{fuel}}$$

که در اینجا $N_{H_2O,p}$ تعداد مولکول های آب در محصولات می‌باشد. گرمای نهان آب در شرایط استاندارد برابر با $h_{fg}$ = 2.44 MJ/kg = 43.92 MJ/kmol است.



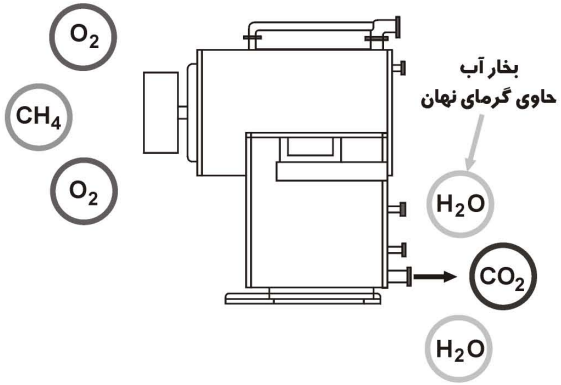

شکل (۱) نمودار فرآیند احتراق

همانطور که گفته شد، در صورت حضور آب در فاز بخار در محصولات احتراق، بخشی از انرژی هدر می رود. در واقع، در یک فرآینـد احتـراق نوعـی، تنها ۸۹/۸ ٪ انرژی آزاد شـده به شکل گرما را می توان به شکل تغییـر در دمـا احساس کرد و باقی آن (۱۰/۲٪) به صورت گرمای نهان از دست می‌رود. در یک بویلر متداول معمولـی، قسمت هایی از گرمـای تولید شـده که هـدر می‌روند را می‌توان به صورت۳ ٪تا ۵٪ اتلاف از طریق گازهای حاصل از احتراق، ۳٪ تا ۵ ٪ اتلاف از طریق بدنه و وضعیت آمـاده به کار و ۱۰/۲٪ اتلاف مربوط به گرمـای نهان در نظر گرفت. به همین خاطر، مقدار گـرمای قابل استفـاده در چنین بویلرهایـی به صورت بیش از ۸۰٪ انرژی بالقوه سوخت ورودی خواهد بود. این استنتاج به صورت شماتیک در شکل(۲) نشان داده شده است.



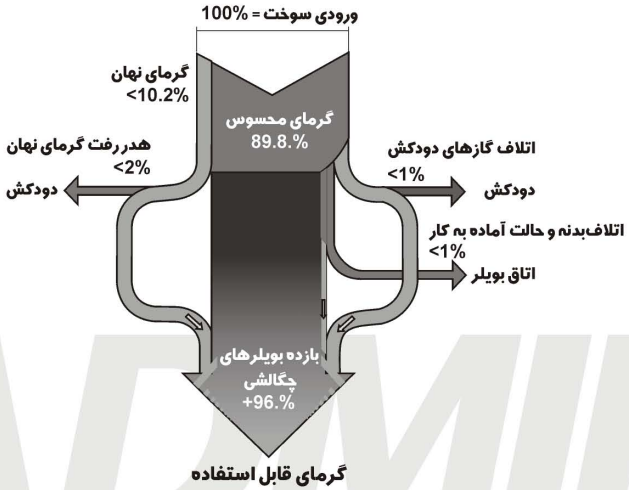

شکل (۲). اتلاف و راندمان نوعی بویلرهای متداول معمولی

رطوبت موجود در هوای تغذیه در زمان انجام فرآیند احتـراق با جذب گرما از شعله تبدیل به بخار شده و همراه با محصولات احتراق از طریق دودکش خارج می شود. علاوه بر این، یکی از محصولات فرآیند احتراق نیز بخـار آب است. بخـارهای آب ذکر شـده حاوی گـرمای نهـان واکنش احتراق می‌باشند. شکل (۳)




شکل (۳). انجام فرآیند احتـراق در بویلر و هدر رفت گرمای نهان بوسیله بخار آب موجوددر گازهای دودکش

در بویلرهای چگالشـی ، یک یا دو مبـدل در مسیر دودکش قرار داده می‌شود تا بخار آب تشکیل شده در فرآیند احتـراق در برخورد با مبدل حرارتـی دچار چگالش شود. انرژی آزاد شده در حین فرآیند چگالش صرف گرم کردن آب موجود در لوله های مبدل می‌گردد. شکل(۴) نشان می‌دهد که با انجام تغییرات مورد نیاز در یک بویلر معمولـی و تبدیل آن به یک بویلر چگالشی می‌توان به راندمان‌های حرارتی بیش از ۹۶٪ دست یافت.




شکل (۴). اتلاف ها و راندمان نوعی بویلرهای چگالشی

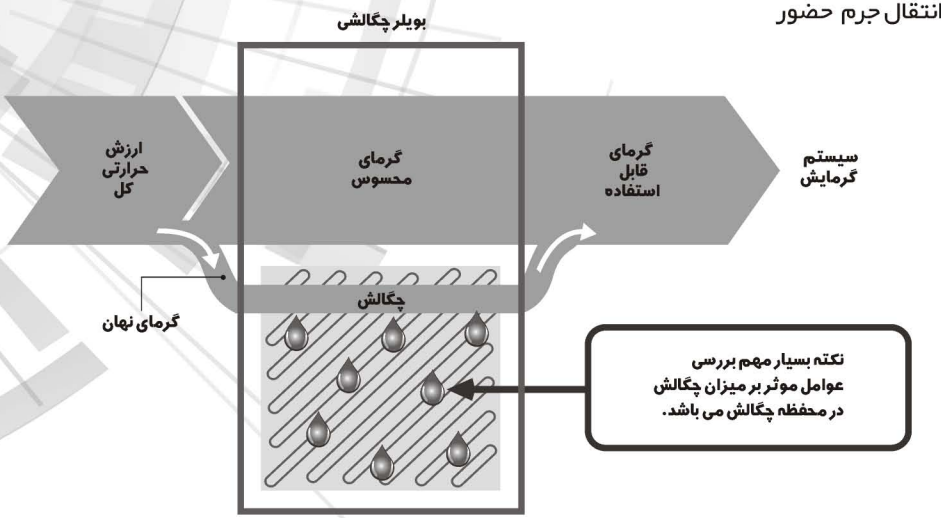
## ملاحظات طراحی بویلرهای چگالشی

بطور ساده می‌توان گفت که در یک بویلر چگالشی با قرار دادن یک مبدل در مسیر گازهای خروجی سعی می‌شود تا بخار آب موجود در محصولات احتراق چگالیده شده و انرژی ناشی از فرآیند میعان صرف افزایش دمای آب برگشتی به بویلر گردد، شکل (۵).

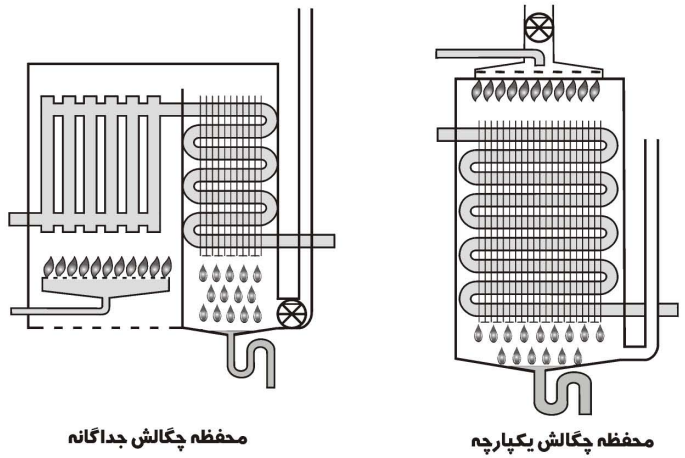
برای طراحی محفظه چگالش، دو رهیافت اصلی وجود دارد. همانطور که در شکل (۶) نشان داده شده است، می توان از یک محفظه چگالش یکپارچه یا از یک محفظه چگالش جداگانه استفاده نمود.

محفظه های یکپارچه دارای طراحی پیچیده تری بوده و برای ساخت به فناوری‌های سطح بالاتری نیاز دارند که منجر به قیمت تمام شده بیشتری می‌گردد. اما بکارگیری آن منجر به کاهش حجم بویلر و افزایش راندمان آن می‌شود.

برای طراحی مبدل حرارتی باید به این نکته توجه داشت که هر دو پدیده انتقال حرارت و جرم با آغاز فرآیند چگالش در مبدل اتفاق می‌افتند. بنابر این روش‌های کلاسیک طراحی مبدل حرارتی در بخش چگالشی کارآمد نخواهد بود. از آن جایی که در بخش غیر چگالشی مبدل تنها انتقال حرارت روی‌می‌دهد، اما در بخش چگالشی آن هر دو پدیده انتقال حرارت و انتقال جرم حضور دارند، این دو بخش را باید به صورت جداگانه تحلیل نمود.

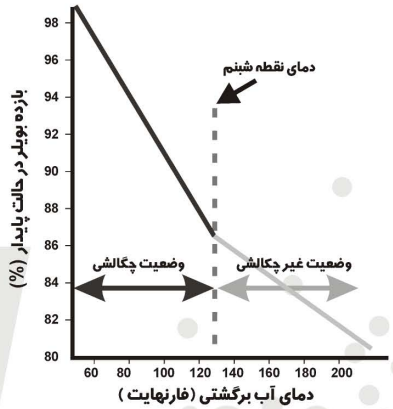



شکل (۵). نحوه عمل یک بویلر چگالشی




شکل (۶).دو رهیافت اصلی در طراحی محفظه چگالش

برای این که بخار آب داخل گازهای حاصل از احتراق دچار چگالش شود، دمای آب موجود در مبدل (دمای آب برگشتی از سیستم) باید پایین تر از دمای نقطه شبنم بخار آب باشد. همانطورکه در شکل(۷) نشان داده شده است، تغییرات دمای آب برگشتی سبب می‌گردد که یک بویلر چگالشی تنها در محدوده‌ی مشخصی در حالت چگالشی عمل کند و در باقی موارد همچون یک بویلر معمولی متداول کار کند. یکی از چالش‌های طراحی بویلرهای چگالشی نیز همین مسئله می‌باشد.

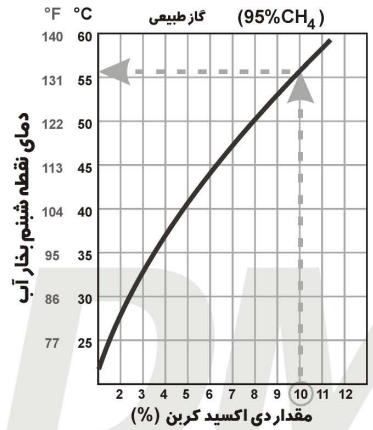



شکل (۷). وابستگی حالت کاری به دمای آب برگشتی

یکی از راه حل‌های موجود برای کاهش دمای آب برگشتی،ایجادتغییراتی در سیستم گرمایش ساختمان می باشد. این راهکار هزینه‌های بالاتر طراحی، خرید و نصب سیستم گرمایش را در پی خواهد داشت . اما این هزینه‌ها بخاطر صرفه‌جویی در میزان مصرف انرژی در مدت زمان کوتاهی جبران خواهندشد. یکی از تفاوت‌های مهم دیگر بویلرهای چگالشی با بویلرهای معمولی، کنترل میزان مصرف مورد نیاز و تغییر ورودی انرژی بر مبنای آن می‌باشد.یکی از ملزومات اصلی دستیابی به چنین کنترلی، استفاده از مشعل‌های کاملا مدولیت است که توانایی تنظیم میزان سوخت و به تبع آن میزان هوا را در کل محدوده مصرف داشته باشد. برای این کار معمولا از مشعل‌های تشعشعی با / بدون روکش فیبرهای فلزی استفاده می‌شود.

همانطور که قبلا نیز گفته شد، یکی از محدودیت‌های کار با بویلرهای چگالشی، دمای آب برگشتی و تفاوت آن با نقطه شبنم بخار آب می‌باشد. یکی از راهکارهای ارائه شده برای این مشکل، سعی در کاهش دمای آب برگشتی سیستم گرمایشی است. اما اگر از زاویه دیگری به این مسئله نگاه کنیم، متوجه‌می‌شویم که یک راه حل دیگر، افزایش دمای نقطه شبنم می‌باشد. از آنجائیکه یک رابطه میان درصد گازدی اکسید کربن موجود در گازهای دودکش و دمای نقطه شبنم وجود دارد، می‌توان با تغییر میزان گاز دی اکسید کربن، دمای نقطه شبنم را تا حدودی تغییر داد. این رابطه برای گاز طبیعی در شکل(۸) نشان داده شده است. از این شکل چنین برداشت می شود که افزایش میزان دی اکسید کربن در گازهای حاصل از احتراق موجب افزایش دمای نقطه شبنم و در نتیجه افزایش محدوده عملکرد چگالشی بویلر و یا افزایش میزان چگالش می شود.

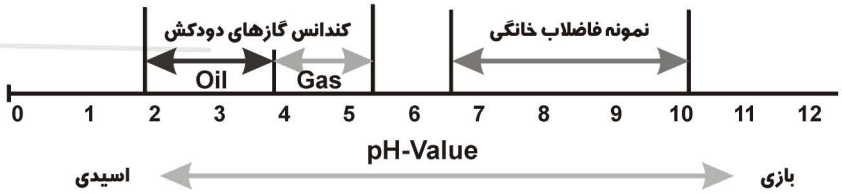
سرراست‌ترین راه برای افزایش میزان دی اکسید کربن در گازهای حاصل از احتراق، تغییر میزان هوای اضافی تامین شده برای احتراق می‌باشد. در مورد مشعل‌های غیر اتمسفر یک مشعل باید با حداقل هوای اضافی (۲۵٪) کار کند تا میزان گاز دی اکسید کربن تا ۹/۵٪ افزایش پیدا کند.




شکل (۸). رابطه میان گاز دی اکسید کربن و محصولات احترق و دمای نقطه شبنم

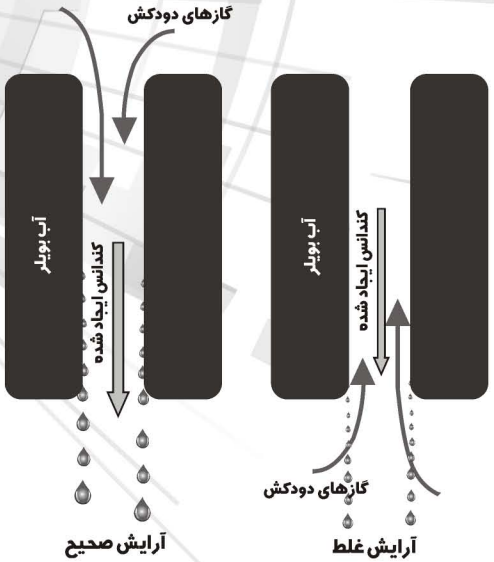
یکی دیگر از مهمترین قسمت‌های یک بویلر چگالشی، محفظه چگالشی آن می‌باشد، یعنی جایی که قرار است گرمای نهان موجود در بخار آب داخل گازهای دودکش به آب برگشتی سیستم منتقل شود. اولین نکته‌ای که در مورد این مبدل باید بدان اشاره نمود، لزوم مقاوم بودن آن در مقابل کندانس اسیدی موجود می‌باشد.

شکل (۹) نموداری را نشان می‌دهد که در آن میزان pH کندانس حاصل از چگالش آورده شده است. مشاهده می‌شود که این کندانس تا حدود زیادی اسیدی است و بنابر این باید از موادی در ساخت مبدل حرارتی استفاده شود که در معرض چنین محیطی از مقاومت لازم برخوردار باشند. نکته دیگر این است که با توجه به اختلاف دمای پایین، ماده سازنده این مبدل‌ها باید دارای توانایی انتقال حرارت بالایی باشد. دو انتخاب اصلی برای دستیابی به چنین اهدافی، فولاد ضد زنگ و آلیاژ آلومینیوم-سیلیکون می‌باشند. به این موضوع نیز باید توجه داشت که سطح مبدل باید تا حد امکان صاف باشد تا کندانس ایجاد شده به راحتی تخلیه شود.




شکل (۹). مقایسه میزان pH فاضلاب معمولی خانگی با کندانس گازهای دودکش

شکل (۱۰) بیان کننده تاثیر عامل مهم دیگری بر عملکرد مبدل بویلر چگالشی است. بهترین عملکرد این مبدل در حالتی اتفاق می‌افتد که جهت گازهای حاصل از احتراق در جهت تخلیه کندانس ایجاد شده باشد. از طرفی برای دستیابی به انتقال حرارت بهینه، جهت حرکت گازهای حاصل از احتراق و آب برگشتی سیستم گرمایش باید عکس یکدیگر باشند.




شکل (۱۰). آرایش‌های صحیح و غلط در تعیین جهت کندانس نسبت به جهت گازهای دودکش

عملکرد مطلوب سیستمی متشکل از بویلرهای چگالشی و رادیاتورها یا گرمکن های قرنیزی در کنار یک مخزن ذخیره غیر مستقیم، راه حلی با بازده بالا برای تامین آب گرم مصرفی و گرمایشی ارئه می دهد. اگر چه راندمان بویلرهای چگالشی بالا است، اما باید به این نکته توجه داشت که اگر یک سیستم کنترلی مطلوب برای آن طراحی و بکار گرفته نشود، راندمان آنها فراتر از همتایان غیر چگالشی آن نخواهد بود.

راندمان بویلرهای چگالشی به توانایی شان در جذب گرمای نهان از رطوبت موجود در گازهای دودکش برمی‌گردد. برای این منظور، دمای سطح مبدل حرارتی تعبیه شده در محفظه چگالش باید کمتر از نقطه شبنم باشد. بنابر این، راهبردهایی که سبب کاهش دمای آب برگشتی شوند، بازده بویلر را افزایش خواهند داد. تحقیقات نشان داده اند که بیشترین مقدار چگالش (برای سوخت گاز) هنگامی اتفاق می‌افتد که دمای آب برگشتی در حدود ۵۵ درجه سانتیگراد یا کمتر از آن باشد. بنابر این هر روشی که دمای آب برگشت را کاهش دهد، از جمله کاهش دمای عملکرد بویلر، افزایش قابل توجه بازده آن را در پی خواهد داشت. تا به امروز سیستم‌های کنترلی متعددی همراه با بویلرهای چگالشی بکار گرفته شده‌اند تا بازده کلی مجموعه را بهبود بخشند. برخی از متداول ترین و موثرترین آنها، انباشت گرما، مدولیت کردن مشعل، محدودیت توان ورودی و تعبیه ریست کنترل خارجی می باشند.

در راهبرد انباشت گرما، پس از تامین گرمایش محیطی مورد نظر، حرارت اضافی بویلر به سمت یک مخزن ذخیره آب گرم مصرفی هدایت می‌شود. نشان داده شده که این امر بازده کلی سیستم را به میزان قابل توجهی افزایش می دهد.

گردش های اضافی بویلر، باعث هدر رفت انرژی و کاهش عمر کاری آن می‌گردد. علاوه بر این، مشکلاتی را نیز در خصوص تامین شرایط آسایش به دنبال دارد. بهمین خاطر، سازندگان بویلر روی به مشعل‌های مدولیت آورده‌اند که قادر به تامین بخشی از ظرفیت کلی خود می‌باشند.
مشعل‌های مدولیت می توانند ۲۰٪ تا ۱۰۰٪ توان اسمی خود را تامین کنند. این کار بطور معمول با تنظیم نرخ تزریق هوا و سوخت به مشعل انجام می شود.

سطح مدولیت بودن یک مشعل را با بیش از یک روش می توان کنترل نمود. در برخی حالت‌ها، خروجی بر اساس اختلاف دمای آب مصرفی و برگشتی تغییر می کند. یک روش دیگر، اندازه گیری دمای آب مصرفی و افزایش یا کاهش نرخ شعله برای ثابت نگاه داشتن آن در یک مقدار مشخص می باشد.

## جمع بندی

بویلرهای چگالشی با جذب گرمای نهان موجود در بخار آب حاصل از احتراق، قادر به دستیابی به راندمان‌هایی تا ۹۸٪ می‌باشند. اما برای رسیدن به این بازده، باید نکاتی را در طراحی و بکارگیری آن‌ها رعایت نمود. کاهش دمای آب برگشتی سیستم به پایین‌تر از دمای نقطه شبنم، اصلیترین شرط عملکرد چگالشی یک بویلر می‌باشد.

نکته مهم دیگر، لزوم استفاده از مشعل‌های پرمیکس کاملا مدولیت در کنار استفاده از حداقل هوای اضافی است. انتخاب موادمناسب برای مبدل حرارتی همراه با آرایش صحیح محفظه چگالش نیز تاثیر قابل توجهی بر راندمان بویلر و عمر کاری آن دارند. استفاده از یک سیستم کنترلی مناسب بمنظور دستیابی به حداکثر بازده یک بویلر چگالشی امری ضروری است که بدون وجود آن حتی ممکن است راندمان یک بویلر چگالشی خیلی فراتر از انواع متداول غیر چگالشی نباشد.

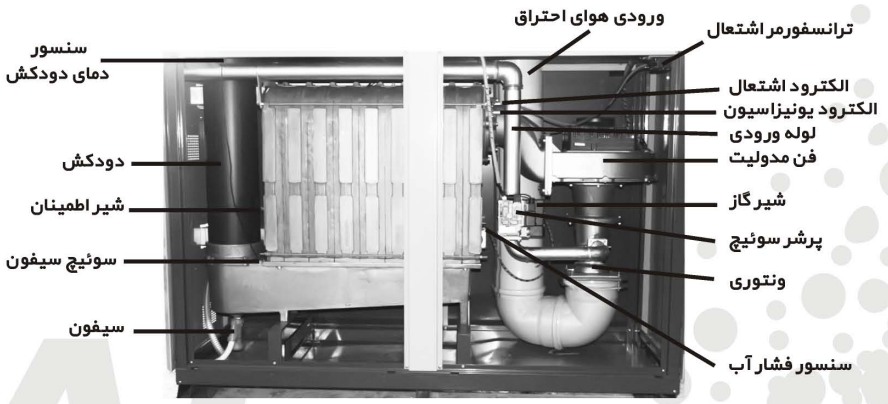
Dalboo Sanat

*Designer & Manufacturer of Boilers (Steam, Hot Water, Hot Oil),*
*Heat Exchangers, Pressurized Vessels & Ancillary Equipment*

## بویلر چگالشی سری آدمیرال / معرفی محصول

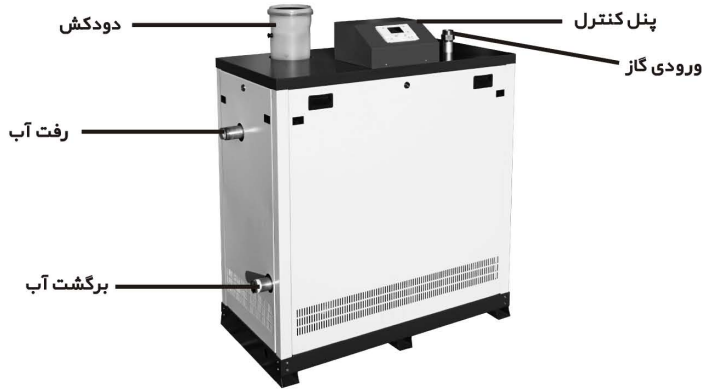
بویلرهای چگالشی دابو صنعت با توجه به الزامات استاندارد EN15502 بعنوان استاندارد اختصاصی بویلرهای گازسوز گرمایش مرکزی طراحی و ساخته می شوند. راندمان بویلرهای چگالشی دابو صنعت ۹۸٪ بوده و بهره گیری از سیستم کنترلی پیشرفته در کنار مشعل پرمیکس متال فایبر مدولیت و استفاده از مواد مرغوب در ساخت، عمر کاری طولانی و بهره برداری آسان از آن‌ها را توامان میسر می‌سازند. تنظیم دمای رفت و برگشت آب گرمایش نیز بر اساس سنسورهای محیطی به دقت صورت می‌گیرد تا در هر زمان حداکثر راندمان چگالشی حاصل گردد. بهره‌گیری از آلیاژ Al- Si- Mg در ساخت مبدل حرارتی، علاوه بر راندمان بالا، عمرکاری طولانی بویلر را نیز به همراه دارد. طراحی و مشعل‌های مورد استفاده در این بویلرها و بکارگیری روکش متال فایبر بر روی آن‌ها اشتعالی پاک، یکنواخت و پایدار را به دنبال دارد، به طوریکه میزان انتشاری $NO_X$ کمتر از 20 ppm و مقدار انتشار CO پایین تر از 100 ppm می‌باشد.

## اجزای بویلر چگالشی سری آدمیرال

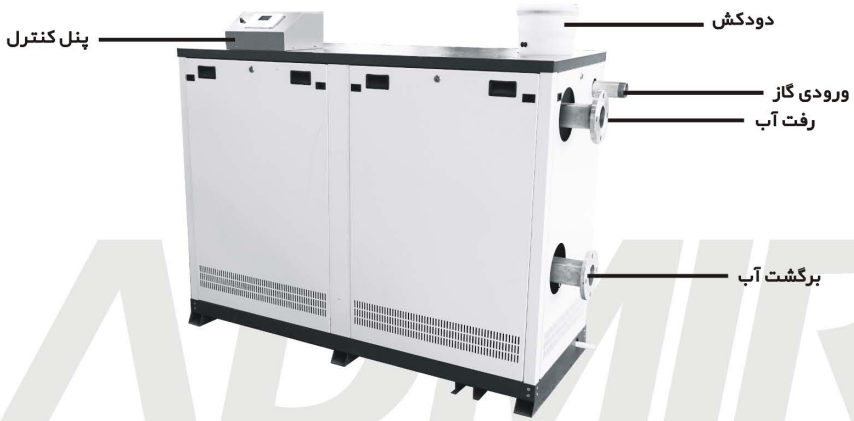



## جانمایی اتصالات

**محل اتصالات تا ظرفیت ۱۹۰ کیلو وات :**




**محل اتصالات برای ظرفیت های بالاتر از ۱۹۰ کیلو وات**



## ADMIRAL Technical Specification

## مشخصات فنی

| Capacity | kW | 70 |
|---|---|---|
| Modulation Range | % | 22 - 100 |
| Operating Pressure (Min/Max) | bar | 0.8 / 6.0 |
| Maximum Water Temperature | °C | 110 |
| N0x. Class | | 5 |
| Minimum Water Rate | $m^3/h$ | 3.01 |
| Maximum Water Rate | $m^3/h$ | 4.96 |
| Head Power at Water Rate Required | m | 6.9 |
| Gas Consumption (G20) (Min/Max) | $m^3/h$ | 1.5 / 6.9 |
| Flue Gas Temperature at $P_{max}$ (80/60 °C) | °C | 59.3 |
| Flue Gas Temperature at $P_{max}$ (50/30 °C) | °C | 41.8 |
| Condensate Rate | kg/h | 7 |
| Width | mm | 560 |
| Height | mm | 1450 |
| Length | mm | 560 |
| Maximum Flue Length | m | 18 |
| Water Content | Liter | 6.5 |
| Net Weight | kg | 65 |
| Water Inlet-Outlet Connection | Ø | R 1" |
| Gas Connection (Gas inlet) | Ø | R 1/2" |
| Chimney Diameter (Flue Gas Outlet) | mm | 80 |
| Condensate Connection | Ø | R 3/4" |

## ADMIRAL Technical Specification

| Capacity | kW | 100 |
|---|---|---|
| Modulation Range | % | 21-100 |
| Operating Pressure (Min/Max) | bar | 0.8/6.0 |
| Max. Water Temperature | °C | 110 |
| N0x. Class | | 5 |
| Minimum Water Rate | m³/h | 4.3 |
| Maximum Water Rate | m³/h | 7.09 |
| Head Power at Water Rate Required | m | 8.5 |
| Gas Consumption (G20) (Min/Max) | m³/h | 21/9.3 |
| Flue Gas Temperature at $P_{max}$ (80/60 °C) | °C | 60.8 |
| Flue Gas Temperature at $P_{max}$ (50/30 °C) | °C | 39.4 |
| Condensate Rate | kg/h | 10 |
| Width | mm | 560 |
| Height | mm | 1450 |
| Length | mm | 650 |
| Maximum Flue Length | m | 28 |
| Water Content | Liter | 8.5 |
| Net Weight | kg | 82 |
| Water Inlet-Outlet Connection | Ø | R1 1/4" |
| Gas Connection (Gas inlet) | Ø | R 3/4" |
| Chimney Diameter (Flue Gas Outlet) | mm | 100 |
| Condensate Connection | Ø | R 3/4" |

## ADMIRAL Technical Specification

| Capacity | kW | 125 |
|---|---|---|
| Modulation Range | % | 15-100 |
| Operating Pressure (Min/Max) | bar | 0.8/6.0 |
| Max. Water Temperature | °C | 110 |
| N0x. Class | | 5 |
| Minimum Water Rate | $m^3/h$ | 5.38 |
| Maximum Water Rate | $m^3/h$ | 8.87 |
| Head Power at Water Rate Required | m | 10.5 |
| Gas Consumption (G20) (Min/Max) | $m^3/h$ | 2.0/11.9 |
| Flue Gas Temperature at $P_{max}$ (80/60 °C) | °C | 59.9 |
| Flue Gas Temperature at $P_{max}$ (50/30 °C) | °C | 40.4 |
| Condensate Rate | kg/h | 13 |
| Width | mm | 560 |
| Height | mm | 1450 |
| Length | mm | 740 |
| Maximum Flue Length | m | 20 |
| Water Content | Liter | 10.5 |
| Net Weight | kg | 103 |
| Water Inlet-Outlet Connection | Ø | R1 1/4" |
| Gas Connection (Gas inlet) | Ø | R 1" |
| Chimney Diameter (Flue Gas Outlet) | mm | 110 |
| Condensate Connection | Ø | R 3/4" |

## ADMIRAL Technical Specification

| Capacity | kW | 155 |
|---|---|---|
| Modulation Range | % | 23-100 |
| Operating Pressure (Min/Max) | bar | 0.8/6.0 |
| Max. Water Temperature | °C | 110 |
| N0x. Class | | 5 |
| Minimum Water Rate | m³/h | 6.67 |
| Maximum Water Rate | m³/h | 11 |
| Head Power at Water Rate Required | m | 11.4 |
| Gas Consumption (G20) (Min/Max) | m³/h | 3.4/14.9 |
| Flue Gas Temperature at $P_{max}$ (80/60 °C) | °C | 59.7 |
| Flue Gas Temperature at $P_{max}$ (50/30 °C) | °C | 42.1 |
| Condensate Rate | kg/h | 16 |
| Width | mm | 560 |
| Height | mm | 1450 |
| Length | mm | 880 |
| Maximum Flue Length | m | 30 |
| Water Content | Liter | 12.5 |
| Net Weight | kg | 130 |
| Water Inlet-Outlet Connection | Ø | R1 1/2" |
| Gas Connection (Gas inlet) | Ø | R1 1/4" |
| Chimney Diameter (Flue Gas Outlet) | mm | 125 |
| Condensate Connection | Ø | R 3/4" |

## ADMIRAL Technical Specification

| Capacity | kW | 190 |
|---|---|---|
| Modulation Range | % | 21-100 |
| Operating Pressure (Min/Max) | bar | 0.8/6.0 |
| Max. Water Temperature | °C | 110 |
| N0x. Class | | 5 |
| Minimum Water Rate | $m^3/h$ | 8.17 |
| Maximum Water Rate | $m^3/h$ | 13.48 |
| Head Power at Water Rate Required | m | 10.5 |
| Gas Consumption (G20) (Min/Max) | $m^3/h$ | 3.9/18.9 |
| Flue Gas Temperature at $P_{max}$ (80/60 °C) | °C | 61.4 |
| Flue Gas Temperature at $P_{max}$ (50/30 °C) | °C | 42.6 |
| Condensate Rate | kg/h | 19 |
| Width | mm | 560 |
| Height | mm | 1450 |
| Length | mm | 1080 |
| Maximum Flue Length | m | 40 |
| Water Content | Liter | 14.5 |
| Net Weight | kg | 167 |
| Water Inlet-Outlet Connection | Ø | R1 1/2" |
| Gas Connection (Gas inlet) | Ø | R 1 1/4" |
| Chimney Diameter (Flue Gas Outlet) | mm | 160 |
| Condensate Connection | Ø | R 3/4" |

| Capacity | kW | 200 |
|---|---|---|
| Modulation Range | % | 16-100 |
| Operating Pressure (Min/Max) | bar | 0.8/6.0 |
| Max. Water Temperature | °C | 110 |
| N0x. Class | | 5 |
| Minimum Water Rate | m³/h | 8.6 |
| Maximum Water Rate | m³/h | 14.3 |
| Head Power at Water Rate Required | m | 10 |
| Gas Consumption (G20) (Min/Max) | m³/h | 3.2/21.1 |
| Flue Gas Temperature at $P_{max}$ (80/60 °C) | °C | 80.2 |
| Flue Gas Temperature at $P_{max}$ (50/30 °C) | °C | 55.5 |
| Condensate Rate | kg/h | 20 |
| Width | mm | 615 |
| Height | mm | 1472 |
| Length | mm | 1305 |
| Maximum Flue Length | m | 35 |
| Water Content | Liter | 18.67 |
| Net Weight | kg | 195 |
| Water Inlet-Outlet Connection | Ø | R2" |
| Gas Connection (Gas inlet) | Ø | R 1 1/4" |
| Chimney Diameter (Flue Gas Outlet) | mm | 160 |
| Condensate Connection | Ø | R 3/4" |

## ADMIRAL Technical Specification

| Capacity | kW | 270 |
|---|---|---|
| Modulation Range | % | 15-100 |
| Operating Pressure (Min/Max) | bar | 0.8/6.0 |
| Max. Water Temperature | °C | 110 |
| N0x. Class | | 5 |
| Minimum Water Rate | $m^3/h$ | 11.61 |
| Maximum Water Rate | $m^3/h$ | 19.2 |
| Head Power at Water Rate Required | m | 8.3 |
| Gas Consumption (G20) (Min/Max) | $m^3/h$ | 3.9/28.2 |
| Flue Gas Temperature at $P_{max}$ (80/60 °C) | °C | 80.5 |
| Flue Gas Temperature at $P_{max}$ (50/30 °C) | °C | 56.8 |
| Condensate Rate | kg/h | 26 |
| Width | mm | 615 |
| Height | mm | 1472 |
| Length | mm | 1360 |
| Maximum Flue Length | m | 38 |
| Water Content | Liter | 22.96 |
| Net Weight | kg | 237 |
| Water Inlet-Outlet Connection | Ø | R2" |
| Gas Connection (Gas inlet) | Ø | R 1 1/2" |
| Chimney Diameter (Flue Gas Outlet) | mm | 160 |
| Condensate Connection | Ø | R 3/4" |

| Capacity | kW | 340 |
|---|---|---|
| Modulation Range | % | 14-100 |
| Operating Pressure (Min/Max) | bar | 0.8/6.0 |
| Max. Water Temperature | °C | 110 |
| N0x. Class | | 5 |
| Minimum Water Rate | m³/h | 14.62 |
| Maximum Water Rate | m³/h | 24.2 |
| Head Power at Water Rate Required | m | 6.3 |
| Gas Consumption (G20) (Min/Max) | m³/h | 4.8/35.2 |
| Flue Gas Temperature at $P_{max}$ (80/60 °C) | °C | 79.6 |
| Flue Gas Temperature at $P_{max}$ (50/30 °C) | °C | 54.7 |
| Condensate Rate | kg/h | 32 |
| Width | mm | 615 |
| Height | mm | 1527 |
| Length | mm | 1510 |
| Maximum Flue Length | m | 43 |
| Water Content | Liter | 26.42 |
| Net Weight | kg | 305 |
| Water Inlet-Outlet Connection | Ø | R2" |
| Gas Connection (Gas inlet) | Ø | R1 1/2" |
| Chimney Diameter (Flue Gas Outlet) | mm | 160 |
| Condensate Connection | Ø | R 3/4" |

## ADMIRAL Technical Specification

| Capacity | kW | 410 |
|---|---|---|
| Modulation Range | % | 14-100 |
| Operating Pressure (Min/Max) | bar | 0.8/6.0 |
| Max. Water Temperature | °C | 110 |
| N0x. Class | | 5 |
| Minimum Water Rate | $m^3/h$ | 17.63 |
| Maximum Water Rate | $m^3/h$ | 29.2 |
| Head Power at Water Rate Required | m | 7.5 |
| Gas Consumption (G20) (Min/Max) | $m^3/h$ | 5.8/43.3 |
| Flue Gas Temperature at $P_{max}$ (80/60 °C) | °C | 80.5 |
| Flue Gas Temperature at $P_{max}$ (50/30 °C) | °C | 54.6 |
| Condensate Rate | kg/h | 38 |
| Width | mm | 660 |
| Height | mm | 1527 |
| Length | mm | 1710 |
| Maximum Flue Length | m | 47 |
| Water Content | Liter | 32.94 |
| Net Weight | kg | 358 |
| Water Inlet-Outlet Connection | Ø | DN65 |
| Gas Connection (Gas inlet) | Ø | R 2" |
| Chimney Diameter (Flue Gas Outlet) | mm | 200 |
| Condensate Connection | Ø | R 3/4" |

| Capacity | kW | 480 |
|---|---|---|
| Modulation Range | % | 14-100 |
| Operating Pressure (Min/Max) | bar | 0.8/6.0 |
| Maximum Water Temperature | °C | 110 |
| N0x. Class | | 5 |
| Minimum Water Rate | m³/h | 20.64 |
| Max. Water Rate | m³/h | 34.1 |
| Head Power at Water Rate Required | m | 5.9 |
| Gas Consumption (G20) (Min/Max) | m³/h | 6.7/50.5 |
| Flue Gas Temperature at $P_{max}$ (80/60 °C) | °C | 79.3 |
| Flue Gas Temperature at $P_{max}$ (50/30 °C) | °C | 55.7 |
| Condensate Rate | kg/h | 45 |
| Width | mm | 660 |
| Height | mm | 1527 |
| Length | mm | 1910 |
| Maximum Flue Length | m | 53 |
| Water Content | Liter | 36.90 |
| Net Weight | kg | 380 |
| Water Inlet-Outlet Connection | Ø | DN65 |
| Gas Connection (Gas inlet) | Ø | R 2" |
| Chimney Diameter (Flue Gas Outlet) | mm | 200 |
| Condensate Connection | Ø | R 3/4" |

## ADMIRAL Technical Specification

| Capacity | kW | 550 |
|---|---|---|
| Modulation Range | % | 14-100 |
| Operating Pressure (Min/Max) | bar | 0.8/6.0 |
| Maximum Water Temperature | °C | 110 |
| N0x. Class | | 5 |
| Minimum Water Rate | $m^3/h$ | 23.65 |
| Max. Water Rate | $m^3/h$ | 38.8 |
| Head Power at Water Rate Required | m | 4.7 |
| Gas Consumption (G20) (Min/Max) | $m^3/h$ | 7.8/56.7 |
| Flue Gas Temperature at $P_{max}$ (80/60 °C) | °C | 80.2 |
| Flue Gas Temperature at $P_{max}$ (50/30 °C) | °C | 56.8 |
| Condensate Rate | kg/h | 54 |
| Width | mm | 660 |
| Height | mm | 1527 |
| Length | mm | 1920 |
| Maximum Flue Length | m | 58 |
| Water Content | Liter | 41.00 |
| Net Weight | kg | 440 |
| Water Inlet-Outlet Connection | Ø | DN65 |
| Gas Connection (Gas inlet) | Ø | R 2" |
| Chimney Diameter (Flue Gas Outlet) | mm | 200 |
| Condensate Connection | Ø | R 3/4" |

| Capacity | kW | 770 |
|---|---|---|
| Modulation Range | % | 15-100 |
| Operating Pressure (Max) | bar | 6 |
| Maximum Water Temperature | °C | 90 |
| N0x. Class | | 5 |
| Minimum Water Rate | m³/h | 6 |
| Maximum Water Rate | m³/h | 30 |
| Head Power at Water Rate Required | m | 5 |
| Gas Consumption (G20) (Min/Max) | m³/h | 13.8/69 |
| Maximum Flue Gas Temperature at $P_{max}$ (80/60 °C) | °C | 80 |
| Condensate Rate | kg/h | 35 |
| Width | mm | 930 |
| Height | mm | 1691 |
| Length | mm | 1452 |
| Water Content | Liter | 75.5 |
| Net Weight | kg | 566 |
| Water Inlet-Outlet Connection | Ø | R 4" |
| Gas Connection (Gas inlet) | Ø | R 2" |
| Chimney Diameter (Flue Gas Outlet) | mm | 250 |
| Condensate Connection | Ø | R 1" |

## ADMIRAL Technical Specification

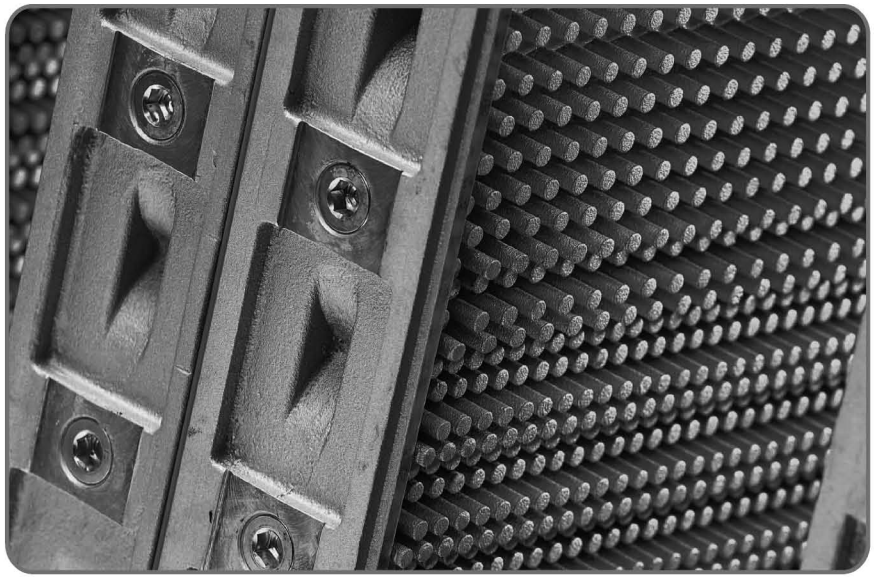
| Capacity | kW | 1100 |
|---|---|---|
| Modulation Range | % | 15-100 |
| Operating Pressure (Max) | bar | 6 |
| Maximum Water Temperature | °C | 90 |
| N0x. Class | | 5 |
| Minimum Water Rate | $m^3/h$ | 9 |
| Maximum Water Rate | $m^3/h$ | 48 |
| Head Power at Water Rate Required | m | 5 |
| Gas Consumption (G20) (Min/Max) | $m^3/h$ | 21.2/106 |
| Maximum Flue Gas Temperature at $P_{max}$ (80/60 °C) | °C | 80 |
| Condensate Rate | kg/h | 53 |
| Width | mm | 1010 |
| Height | mm | 1628 |
| Length | mm | 1802 |
| Water Content | Liter | 95.6 |
| Net Weight | kg | 640 |
| Water Inlet-Outlet Connection | Ø | R 4" |
| Gas Connection (Gas inlet) | Ø | R 3" |
| Chimney Diameter (Flue Gas Outlet) | mm | 250 |
| Condensate Connection | Ø | R 1" |

## مبدل حرارتی آلومینیوم/ سیلیکون

آلومینیـــوم فـــلزی است که کشف آن به دانشمند دانمارکـــی، کریستین اورستـــد، نسبت داده می‌شـود. فردریش دوهلر در سـال ۱۸۲۷ برای اولین بار موفق به تولید آلومینیوم خالص گردید. آلومینیـــوم پس از انجام چند مرحلـه اصلاح موفق در ســـال ۱۸۵۵ در نمایشگاهی در پاریس به عنوان یک فلز جدید معرفی شد. این فلز را اغلب در پوسته زمین می‌توان یافت و خصوصیاتی را از خود بروز می‌دهد که توجه صنـــایع بسیاری (بسـته بندی، هوانوردی، اتومبیل، مواد منفجره، رنگ و ...) را به خود جلب کرده است. صنعت بسته بندی بیشتر بر خصوصیات اتساعی آن تمرکز کرده تا بتواند نوارهایی با ضـخامت ۰/۰۰۴ میلی متر و یا حتی ۰/۰۰۰۴ میلی متر برای پیچاندن به دور بسته هایی مثل شکلات تولید کند. صنایعی مانند هوانوردی و تولید اتومبیل نیز مزیت‌های مرتبط با سبک بودن ($2.702\ g/cm^2$) این فلز را هدف گرفته اند. چرا که قطعات تولید شـده با آلومینیـوم یا آلیاژهای آن به طور تقریبی تا سـه برابر سبکتر از قطعـات مشابه از جنس فولاد یا مس می باشند.

بر اسـاس نوع کاربری و خصـوصیات مورد نظر آلیاژهایی از آلومینیوم به همراه فلزات روی، مس، سیلیکـون و منیزیم بسـط و گسترش داده شده‌اند. از میان آلیاژهای فوق، خصـوصیات ترکیب آلومینیـوم و سیلیکـون سبب شده تا به گزینه‌ای کاربردی در صنایع گرمایشی تبدیل شود.
آلیـــاژهای گـروه آلومینیوم/ سیلیـکون ترکیبـی مشـابه زودگداز دارند که باعث خصـوصیات ریخته گـری فوق العـاده عالی آن ها می گردد. زودگداز ترکیبی از دو ماده خالص می باشـد که در دمایی ثابت ذوب شده و متبلور می شود. در واقع این آلیاژ در زمان ذوب همانند یک ماده خالص با خصوصیـات سیالیت بسیار خوب رفتار می کند. این خصوصیات ریخته گری سبب می شوند تا بتوان از آلیاژهای گروه آلومینیـوم/ سیلیکون برای ســاخت بدنه بویلرها با هندسه‌هـای خیلی پیچیده استفـاده نمود تا در عین حال که سـطح انتقال حـرارت افزایش پیدا می کند، رفتـارهای جریان‌های هیدرولیکـی نیز بهبود پیدا کند. هدف اصلـی در این مسـیر، افـزایش میزان انتقال حرارت در یک حجم بسیار فشرده می‌باشد.

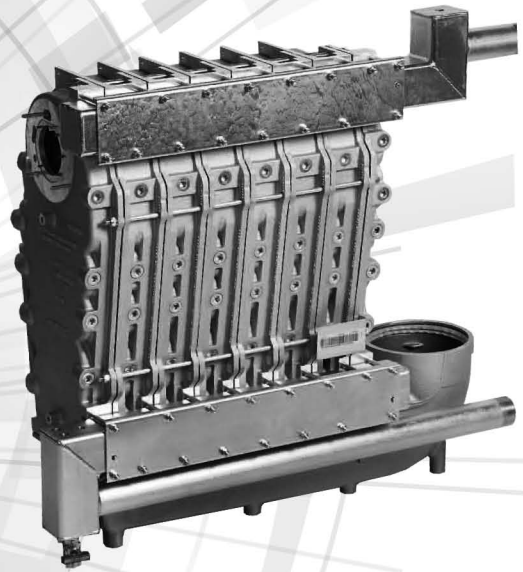
ضریب انتقال حرارت آلومینیوم ۵ بار بزرگتر از ضریب انتقال حرارت فولاد و۷بار بزرگتر از ضریب انتقال حـــرارت فـولاد ضد زنگ می‌باشد. با در نظر گرفتن این واقعیت، برای رسیـــدن به توان حرارتـی مشـابه در مدار گرمایشی، می‌توان سطوح مبدل را به میزان قابل توجهی کاهش داد. در نتیجه در توان های برابر، بدنه های از جنس آلومینیوم به طور چشمگیری کم حجم تر می‌باشند.

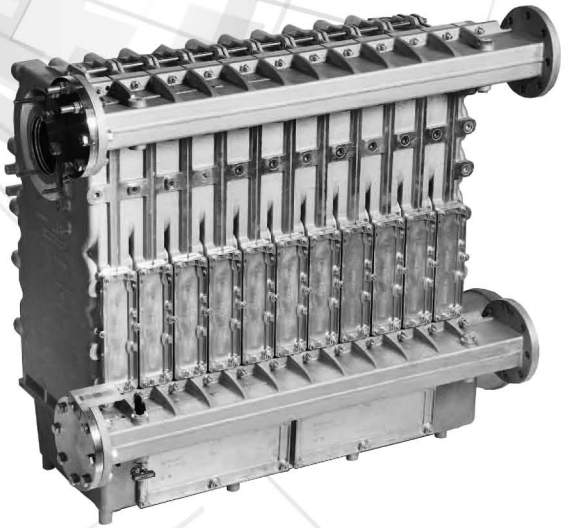


ازآنجایی که آلومینیـــوم بسیـار سبک است. به طور گسـترده‌ای در صنایعی مانند هـــوانوردی و ساخت اتومبیل مورد استفـــاده قرار می‌گیـرد. در واقع، این فلز سه بار سبکتر از فولاد ضد زنگ یا مس است. جمع و جور بودن مبدل‌های آلومینیومـی در کنار رسانایـی حرارتی فوق‌العاده، با سبک بودن آن‌ها در می‌آمیزد تا امکان ساخت بویلرهایی بسیار سبکتر در مقایسـه با سایر مواد فراهم شود. در نتیجه می‌توان بویلرهایی را طراحی نمود که فضای کمتری را اشغال می‌کنند و وزن بسیار کمتری نیز در مقایسـه با سایر بویلـرها دارند. برای بویلرهـای با مبدل آلومینیـــوم/ سیلیکون نسبت وزن به توان قابل استحصال (kg/kW) کمتر از یک می‌باشد.

| ماده | چگالی ($g/cm^3$) |
|---|---|
| فولاد | 7.3 |
| فولاد ضد زنگ | 8 |
| آلومینیوم | 2.7 |

| ماده | ضریب انتقال حرارت هدایتی (W/mk) در دمای 25°C |
|---|---|
| فولاد | 46 |
| فولاد ضد زنگ (18%کرم، 8% نیکل) | 26 |
| آلومینیوم | 237 |





در ســـاخت بویلرها با استفاده از فولاد یا فولاد ضد زنگ، اتصالات جوشی، چین خوردگـــی‌ها و بخش‌های فشـــــرده شده همگی جزء نواحـــــی حساس می باشند که محدودیت‌هایی را در بهره برداری از بویلر به همراه دارند. تغییر در دمای بهره‌برداری بویلر، دلیل اصلی ایجاد تنش در مواد می‌باشد. این محـــدودیت‌های فیزیکی، عموما در جوش‌ها و نشت بندی‌ها پدیدار گشته و منجر به ضعیف شدن فلزات می‌گردند.

بدنه بویلری که از اجزای آلومینیـوم/ سیلیکون ساختـه شـده و دارای ضخـامت همگن می‌باشد شامل اتصالات جوشی نیست و بنابر این خصوصیاتی بارز در خصوص مقاومت در برابر خوردگی از خود بروز می‌دهد. این واقعیت ارزش خود را زمانـی نشـان می‌دهد که نـگاه خود را معطوف به بویلرهای چگالشی نماییم. در این نوع بویلرها، سطح فلز در تماس با کندانس اسیدی که خورنده فلزات مـی‌باشد قرار می‌گیرد، به ویژه اگر این فلزها در اثر عواملی مانند جوشکاری ضعیف شده و یا تحت تنش قـرار گرفتـه باشند.

همگن بودن آلومینیوم/سیلیکون و انعطاف پذیـــــری آن، امکان کار با اختلاف دمای بالا میان جریان های آب رفت و برگشت سیستم را بدون خطر ایجاد خستگـــی ناشی از شوک‌های حرارتی تکرار شونده در سیکل‌ای کاری بویلر فراهم می‌سازد.
در نتیجـه می‌توان به حداکثر راندمان حرارتـی بویلر دست یافت، از آنجایی که شوک حرارتـی یک مشکـل برای این بویلرها نمی باشـد، می‌توان دماهای برگشت پایین‌تری برای آن‌ها تعریف نمود که منجر به بهبود فرآیند چگالش بخار آب موجود در گازهـــای حاصل از احتراق شده و بنابر این اثر بازیابی حرارتی را ارتقاء می بخشد.

همان طور که اشاره شد، یکی از چالش‌های بویلرهای چگالشی اسیدی بودن کندانس تشکیل شده و خورنده بودن آن می‌باشد. مقاومت خوب آلومینیوم در مقابل خوردگی به خاطر توانایی سطح آن در غیرفعال شدن یا به عبارتی بی اثر شدن آن در فرآیند خوردگی است. یک لایه محافظ غیر متخلخل در تماس این فلز با آب یا اکسیژن به طور طبیعی تشکیل می‌شود که آلومینا نام دارد و نقش آن محافظت از فلز پایه در مقابل خوردگی می‌باشد. این خصوصیت آلومینیوم که از سطح مبدل در تماس با گازهای حاصل از احتراق و کندانس اسیدی تشکیل شده محافظت می کند، آن را به گزینه‌ای بسیار مناسب برای طراحی بویلرهای چگالشی بدل می‌سازد. در فاز چگالشی، حرکت کندانس تشکیل شده بر روی سطح مبدل سبب تمیز شدن خودکار بدنه مبدل و جلوگیری از نشست مواد نسوخته بر روی آن می‌شود. باقی ماندن این مواد نسوخته بر روی سطح مبدل می‌تواند بر کارایی فرآیند انتقال حرارت اثر منفی بگذارد.

علاوه بر این ، آلومینیوم به خوردگی همراه با ایجاد حفره های ریز حساس نمی باشد. این نوع خوردگی اغلب به استفاده از آب با مقادیر بالای مواد معدنی بر می گردد. برای مثال فولاد ضد زنگ (بسته به نوع آن) مستعد تجمع کلریدها بوده و مس مستعد تجمع سولفات ها می باشد که می تواند به سرعت باعث ایجاد حفره هایی بر سطح فلز گردد. همچنین آلومینیوم در هوا خنثی بوده و لایه آلومینا به طور موثری از آن در برابر اکسیداسیون توسط اکسیژن محافظت می نماید.

برای بهره برداری بهینه ، یک بویلر نیاز به آب تمیز و با کیفیتی سازگار با فلز مورد استفاده در ساخت آن دارد. این واقعیت در مورد تمامی بویلرهایی که از آب به عنوان سیال عامل استفاده می کنند. صدق می کند. کیفیت آب یک سیستم گرمایشی بر اساس پارامترهای معینی اندازه گیری می شود. بعضی از این پارامترها عبارتند از :

- pH: میزان اسیدی یا قلیایی بودن آب
- سختی : مقدار سنگ آهک محلول
- رسانایی
- میزان کلریدها ، سولفات‌ها و ...

این عناصر ممکن است از ناحیه ای به ناحیه دیگر و با توجه به ماده و شرایط لوله‌های حامل آب متفاوت باشند. پارامترهای معینی باید به صورت نظام‌مند و صرف نظر از این که جنس مبدل حرارتی چیست،کنترل شوند. یکی از مهمترین پارامترهایی که باید تحت نظر باشند،pH است.

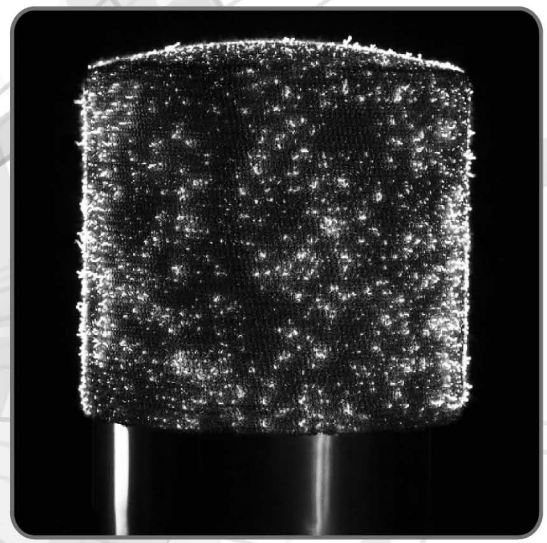
اگر بخواهیم به طور کلی صحبت کنیم فلزات در حضور اسید دچار خوردگی می شوند، اما هر فلزی دارای مقاومت مخصوص به خود در مقابل محیط‌های اسیدی می باشد. بنابر این برای هر فلز محدوده‌ای از پیش تعیین شده وجود دارد که در آن از خوردگی سریع و غیر قابل بازگشت پیشگیری می شود.
همانطور که در شکل زیر مشخص است، فولاد و چدن، که به طور سنتی در لوله کشی‌ها و تجهیزات گرمایشی مورد استفاده قرار می گیرند در تماس با آب به راحتی خورده می شوند، چرا که میزان pH شبکه توزیع آب ( بین ۶/۵ و ۹ که به علت قابل شرب بودن در این محدوده قرار داده می شود) به طور طبیعی با این مواد سازگار نیست. بر عکس، آلومینیوم مقاومت خوبی در محیط‌های خنثی و حتی اسیدی از خود نشان می دهد. آلومینیوم یکی از فلزهایی است که بیشترین مقاومت را در برابر خوردگی دارند. محدوده تحمل pH آلومینیوم گسترده بوده و حتی اگر عملیات بهبودی روی آن صورت نگرفته باشد، در تماس با آب به راحتی دوام خواهد آورد.

مهمترین ویژگی هایی که آلیاژ آلومینیوم/سیلیکون را به انتخابی ایده‌آل برای ساخت بویلرهای نوین بدل می سازد چگالی پایین، مقاومت مکانیکی بالا، شکل پذیری عالی، مقاومت در برابر خوردگی، و طول عمر و ضریب انتقال حرارت بالا می باشند و آنچه این خصوصیات آلومینیوم را متمایز و برجسته جلوه می دهد، این حقیقت است که در طول عمر کاری بویلر و گذراندن چرخه های کاری بی شمار، تغییری در این خصوصیات به چشم نخواهد خورد. از همین رو می توان آلیاژ آلومینیوم/سیلیکون را به عنوان ماده ای ایده‌آل برای ساخت بویلرهای چگالشی و سایر تجهیزات نوین گرمایشی به حساب آورد.

| | pH zone | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Materrial | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| Iron / Steel | | | | | | | | | | | | | | |
| Copper | | | | | | | | | | | | | | |
| Bronze | | | | | | | | | | | | | | |
| Aluminium | | | | | | | | | | | | | | |

تحمل فلزات مختلف بر حسب pH محیط

## مشعل متال فایبر پرمیکس مدولیت



مشعل به کار گرفته شده ، از فن‌آوری پرمیکس استفاده می‌نماید تا هوای احتراق و گاز طبیعی را پیش از ورود به محفظه احتراق آمیخته نماید. در کنار یک فن دور متغیر، این سیستم سطوح بسیار پایین‌گازهای آلاینده ، بهره‌برداری ایمن و راندمان احتراق نزدیک به ۱۰۰٪ را عرضه می‌دارد. فن دور متغیر، همچنین امکان مدولیت کردن مشعل و کاهش دوره های کاری خاموش / روشن بویلر را فراهم می سازد. مهمترین نتیجه این کار، پیگیری دقیق بار مورد نیاز و کاهش هزینه‌های بهره‌برداری می باشد.

مشعل‌های متال فایبر از یک محفظه استیل به همراه یک روکش از جنس الیاف فلزی که بر روی آن قرار می گیرد، تشکیل می شوند. صفحه هایی در داخل محفظه قرار داده می‌شوند تا شرایط برای احتراق همگن فراهم گردد.

احتراق سطحی تکنیکی است که در آن، گاز و هوای پیش آمیخته بر سطح یک ماده نفوذپذیر می‌سوزند. در مورد مشعل‌های متال فایبر این ماده نفوذپذیر ازالیاف‌های بسیار نازک فلزی شکل گرفته است . این ماده نفوذپذیر گرم می‌شود تا افروخته گشته و حداکثر انرژی ورودی را به صورت تشعشع حرارتی آزاد سازد. مشعل‌های متال فایبر در تمامی شرایط کاری احتراقی یک دست و یکنواخت ایجاد می کنند.

فلزی که در ساخت محفظه این نوع مشعل‌ها بکار گرفته می‌شود، مقاومت بسیار بالایی در مقابل اکسیداسیون و خوردگی از خود بروز می دهد. این امر سبب طول عمر فوق العاده بالای مشعل می گردد. انرژی تشعشعی که از مشعل‌های با احتراق سطحی ایجاد می‌شود از دو منبع سرچشمه می‌گیرد. بخشی از این انرژی از سطح داغ مشعل و بخشی دیگر از گازهای داخل حاصل از احتراق که سطح مشعل را ترک می‌کنند، تامین می‌شود.

به علت تخلخل بالای فیبر فلزی و ضخامت کم لایه احتراقی ، مشعل‌های متال فایبر در چند ثانیه ابتدایی پس از اشتعال بطور کامل در حالت تشعشعی عمل می‌کنند. بزرگترین مزیت این رفتار مدولاسیون سریع و کنترل دقیق دما می‌باشد. از آنجایی که مشعل‌های متال فایبر بطور کامل از فلز ساخته شده اند، حتی در شرایط کاری غیر عادی در مقابل شوک‌های حرارتی مقاوم هستند. در ضمن، بعلت طراحی مستحکم این مشعل‌ها، انجام اقدامات احتیاطی اضافی برای حمل و نصب آن‌ها ضرورتی ندارد.

یکی دیگر از ویژگی‌های مهم این نوع مشعل‌ها که از نقطه نظر ایمنی و برای جلوگیری از آتش سوزی حیاتی است ، سرد شدن سریع آن‌ها می باشد. بطوریکه اگر مشعل خاموش شده و فن هوا روشن باقی بماند، تنها چند ثانیه پس از خاموشی مشعل می‌توان سطح آن را با دست لمس نمود.

احتراق سطحی با بکار گرفتن روکش‌های متال فایبر منجر به سطوح فوق‌العاده پایین انتشار گازهای $CO, NO_x$ و اجزای نسوخته سوخت می‌گردد. در نتیجه تماس کامل میان گازها و الیاف فلزی، دمای شعله به میزان قابل توجهی کاهش پیدا می کند و این امر سطوح بسیار پایین انتشار گاز $NO_x$ را درمقایسه با سایر فن‌آوری‌های موجود بهمراه دارد. دیگر مزیت منحصر بفرد این مشعل‌ها عدم ایجاد سر و صدا در زمان کارکرد است .

## سیستم کنترلی

افزایش هزینه‌های انرژی و تنظیم قوانین جدید در خصوص کاهش مصرف انرژی از سوی دولت‌ها، در کنار افزایش آگاهی عمومی در رابطه با خطراتی که شرایط اقلیمی را تهدید می‌کنند، اصلی‌ترین عوامل تغییر نگرش مشتریان در مورد نحوه مصرف انرژی در ساختمان‌هایشان می‌باشد.
بطور تخمینی در حدود ۴۰ در صد مصرف انرژی سالیانه جهان درحوزه ساختمان‌ها است. این حوزه شامل ساختمان‌های مسکونی، دفاتر اداری، مراکز تجاری مانند هتل‌ها و مراکز خرید و ساختمان‌های صنعتی می شود.

امروزه، اثرگذار بودن سیستم‌های کنترل بویلر بر کاهش هزینه‌های انرژی ساختمان امری ثابت شده است. این سیستم‌ها در کنار صرفه‌جویی در مصرف انرژی، تامین مطمئن شرایط آسایش محیط مصرف را نیز تضمین می‌نمایند. این سیستم‌ها سبب عکس‌العمل و انعطاف پذیری سیستم‌های تامین انرژی در قبال تغییر شرایط مصرف شده و از سرمایه‌گزاری صورت گرفته در تمام طول عمر کاربری ساختمان محافظت می‌کنند.
سیستم‌های کنترلی بویلر با پایش شرایط محیط مصرف با استفاده از حسگرهای مختلف، میزان مصرف ا نرژی را متناسب با تقاضای مصرف کنندگان تنظیم می‌کند. از مزیت‌های اصلی سیستم‌های مورد استفاده در بویلرهای چگالشی سری آدمیرال سهولت نصب و کاربری آن‌ها می‌باشد. بطوریکه نیاز به هیچگونه برنامه ریزی اضافی برای آن‌ها وجود ندارد.
در عین حال، امکان تعریف شرایط جدید براحتی در آن فراهم شده است. هر زمان نیاز شد، می‌توان این سیستم‌ها را با نصب ساده ماژول‌های جداگانه ارتقا بخشید یا گسترش داد.
با استفاده از یک ماژول اضافی، امکان استفاده همزمان از تعداد زیادی بویلر در طراحی آبشاری نیز فراهم شده است تا بتوان از مزایای استقرار این سیستم در مدار مورد نظر بهره برد.

## اطمینان از حصول شرایط چگالش

امروزه، با توجه به افزایش قیمت حامل‌های انرژی در ایران و برنامه ریزی‌های انجام شده در سیاست‌های کلان نظام مبنی بر ادامه این روند و همچنین با در نظر گرفتن مشکلات ناشی از آلودگی هوا به خصوص در شهرهای بزرگ، به کارگیری بویلرهای چگالشی امری مقرون به صرفه به نظر می رسد.
یکی از نگرانی‌های اصلی استفاده از بویلرهای چگالشی به دمای آب برگشتی از سیستم گرمایش ساختمان بر می‌گردد. چرا که برای روی دادن چگالش و باز یابی گرمای نهان موجود در بخار آب گازهای حاصل از احتراق، دمای برگشت سیستم باید پایین‌تر از دمای نقطه شبنم بخار آب باشد.
راه حل‌های‌متفاوتی برای این مشکل ارائه شده اند. دو مورد از پر کاربردترین آن‌ها افزایش سطح

انتقال حرارت در محیط‌های مصرف برای حصول دمای برگشت پایین‌تر در بار مشخص و استفاده از حسگرهای دما درخارج ساختمان می باشند. با توجه به هزینه اولیه بالایی که راه حل اول به دنبال خواهد داشت ، اغلب پروژه‌های حاوی بویلرهای چگالشی از حسگرهای دمای بیرونی برای کنترل دمای برگشت سیستم بهره می برند. این راه حل در ادامه توضیح داده شده و در انتها تحلیلی از شرایط پروژه حاضر ارائه می شود. برای جبران حرارت از دست رفته از طریق دیواره ها، پنجره‌ها و مانند آن، ساختمان‌های ما نیاز به تامین حرارت دارند هر چه فضای بیرونی سردتر باشد، حرارت بیشتری از دست می رود و به همان نسبت حرارت بیشتری نیز باید به ساختمان انتقال یابد. این اتفاق به خصوص در ماه‌های سردتر سال که اتلاف حرارت بالاترین میزان خود را دارد مشهودتر است .
توضیح فوق، اساس درک این واقعیت است که حسگر دمای خارجی چگونه می تواند به ساختمانی با راندمان حرارتی بالاتر و به صرفه‌تر منجر شود. علاوه بر این مقدمه‌ای است بر نحوه تاثیر این سیستم بر دمای کاری بویلر و اینکه چگونه می توان دمای آب برگشت گرمایش را برای بازه گسترده ای از سال در محدوده‌ای مناسب برای رخ دادن چگالش نگاه داشت .
در این نوع از سیستم های کنترل دمای محیط، علاوه بر این که مقدار مصرف سوخت بر اساس نیاز حرارت مجموعه می باشد، از گرم شدن یا سرد شدن بیش از اندازه محیط و خارج شدن آن از شرایط آسایش نیزجلوگیری می شود.

### حسگر دمای داخلی یا خارجی؟!

پیش از ادامه بحث در خصوص دمای برگشت، مقایسه‌ای سریع بین سیستم‌هایی که از حسگر دمای داخلی بهره می‌برند و آن‌هایی که بر اساس اطلاعات حسگر دمای خارجی عمل می‌کنند، انجام می‌دهیم . نوع اول سیستم‌های کنترل، مجهز به یک ترموستات دمای داخلی می‌باشند که در محیط مصرف نصب شده و بر اساس الگوریتم صفحه بعد کار می‌کنند.

۱ . افت دمای محیط خارجی

۲. از دست رفتن حرارت بیشتر از طریق دیوارها و پنجره ها

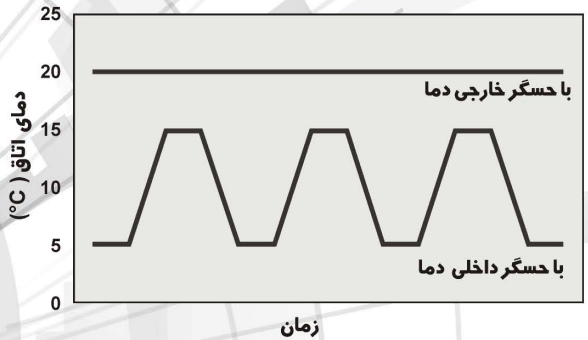
۳. سرد شدن محیط مصرف که توسط حسگر دمای داخلی تشخیص داده می‌شود

۴. فرمان ترموستات به بویلر برای کارکرد بیشتر

۵. گرم شدن مجدد محیط مصرف

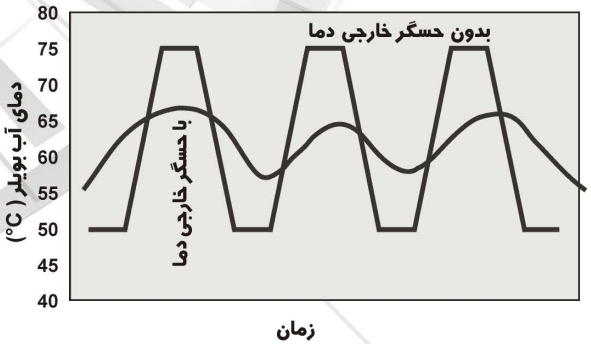
در الگوریتم فوق، بویلر تا رسیدن به مرحله ۴ هیچ علامتی دریافت نمی کند تا شرایط را تغییر دهد. احتمالا تا رسیدن به این مرحله، افراد حاضر در فضا احساس سردی کرده و شیر ترموستات را بیشتر باز می‌کنند که منجر به هدر رفتن انرژی بیشتری نیز می‌شود. در سوی دیگر، چنانچه دمای هوای خارج افزایش پیدا کند نیز بویلر تا زمانی که فضای مصرف به طور آزاردهنده‌ای گرم نشود عکس العملی نشان نخواهد داد. دور از ذهن نیست که در این شرایط تعدادی از پنجره‌های فضای مصرف باز شوند و انرژی بیشتری ازطریق آن‌ها هدر رود. این در حالی است که در صورت استفاده از حسگر دمای خارجی، بویلر قادر خواهد بود تا در همان مرحله ۱ واکنش نشان دهد.
در سیستم حسگر دمای خارجی، یک حسگر دمای کوچک در مکانی مناسب از محیط خارجی نصب و به سیستم کنترلی بویلر متصل می‌گردد. بدین ترتیب اطلاعات مربوط به دمای خارجی به طور مداوم به کنترلر بویلر فرستاده می‌شود. هر زمان دمای خارجی تغییر کند، بویلر عکس العمل نشان داده و دمای رادیاتورها را کاهش یا افزایش می‌دهد. این نحوه عمل بدان معنی است که افراد حاضر در داخل فضای مصرف حتی متوجه تغییر فضای بیرونی نیز نمی‌شوند.

برای مثال ، در شب که حرارت بیشتری از طریق دیواره ها هدر می رود، بویلر قادر به افزایش دمای رادیاتورها در کوتاه ترین زمان ممکن می باشد. حاصل این امر ثابت نگاه داشتن دمای محیط مصرف است. در سیستم های با حسگر دمای داخلی ، دما به ترموستات مستقر در محیط مصرف بستگی داشته و تنها زمانی تغییر می کند که این محیط خیلی سرد یا خیلی گرم شده باشد. تفاوت نتیجه عمل این سیستم ها در نمودار (۱) زیر نشان داده شده است .




نمودار (۱)

تفاوت دمای کاری بویلر در این دو سیستم نیز در نمودار (۲) آورده شده است . بدیهی است که اختلاف دمای بالا در گردش های کاری بویلر می تواند منجر به بروز مشکلاتی در طولانی مدت و کاهش عمر مفید بویلر گردد.




نمودار (۲)

الگوریتم مراحل عمل سیستم با حسگر دمای خارجی در ادامه آورده شده است .

۱. دمای محیط خارجی افزایش/کاهش پیدا می‌کند، تشخیص توسط حسگر خارجی

۲. بویلر در دمای بالاتر/ پایین تر عمل می کند

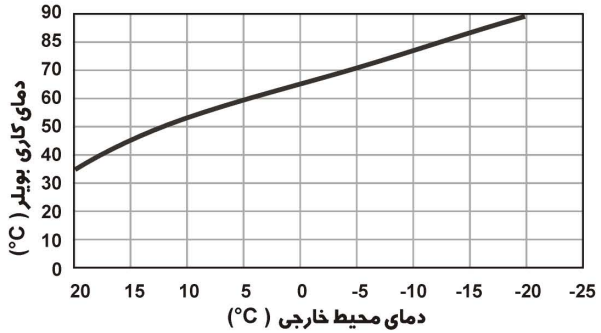
۳. رادیاتورها گرم تر/ سردتر می شوند

۴. دمای اتاق ثابت نگاه داشته می شود

## تاثیر حسگر دمای خارجی بر عملکرد بویلرهای چگالشی

بویلرهای چگالشی به میزان قابل توجهی راندمان حرارتی ساختمان‌ها را افزایش داده اند. برای رسیدن به حداکثر راندمان در این بویلرها، شرایط روی دادن چگالش در آن‌ها باید تا جایی که امکان دارد طولانی مدت‌تر باشد. البته ذکر این نکته نیز مهم است که حتی با وجود عملکرد در بازه غیر چگالشی، این بویلرها با توجه به فناوری‌های به کار رفته در آن‌ها از راندمانی تا 7% بالاتر از بویلرهای غیر چگالشی مرسوم برخوردار خواهند بود. به هر حال، برای آن که یک بویلر چگالشی بتواند بخار آب موجود در گازهای حاصل از احتراق را کندانس کرده و از گرمای نهان آن برای‌پیش گرم آب برگشتی استفاده نماید، دمای آب برگشتی باید پایین‌تر از دمای نقطه شبنم بخار آب باشد. در مورد گاز طبیعی این دما برابر با 55°C است. از آنجایی که اغلب سیستم‌های گرمایشی رایج با دمای رفت حدود 80°C کار می کنند، رسیدن به این دما در آن‌ها غیرممکن خواهد بود. چرا که حاصل آن دمای آب برگشتی تقریبا برابر با 70°C می باشد که برای انجام عمل چگالش خیلی بالا است. با استفاده از حسگر دمای خارجی می توان شرایطی‌را ایجاد نمود که تحت آن بویلر همان قدر داغ عمل کند که لازم است. با کاهش دمای کاری بویلر، دمای آب برگشتی نیز کاهش پیدا می‌کند و بدین ترتیب امکان عملکرد بویلر در حالت چگالشی‌اش فراهم می‌گردد. نمودار (۳) دمای کاری بویلر را بر اساس دمای محیط بیرونی نشان می‌دهد.

## سیستم کنترلی



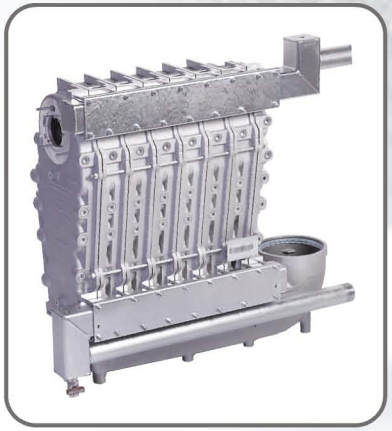

نمودار (۳)

برای رسیدن به دمای برگشت 55°C ، دمای رفت می‌تواند در حدود 65°C، متناظر با دمای محیط بیرونی 0°C باشد. به عبارت دیگر، چنانچه دمای محیط خارج کمتر از 0°C شود، بویلر دیگر در حالت چگالشی‌اش عمل نخواهد کرد و در دمای بالاتر از آن بویلر همواره در حالت چگالشی خواهد بود. با توجه به نکات گفته شده در قسمت‌های قبلی به این نتیجه می‌رسیم که چنانچه دمای خارجی محیط به پایین‌تر از 0°C برسد، بویلر دیگر قادر به استفاده از گرمای نهان موجود در بخار آب گازهای حاصل از احتراق نبوده و همانند یک بویلر عادی عمل خواهد کرد. حال باید این اطلاعات را با داده‌های آب و هوایی شهر محل نصب بویلر ترکیب نماییم تا تحلیل پروژه کامل گردد. بعنوان نمونه، جدول زیر بیانگر اطلاعات آب و هوای شهر مشهد می‌باشد که از پایگاه اینترنتی *wunderground.com* استخراج شده است.

| بازه زمانی | تعداد روزهای سال با دمای متوسط زیر 0°C |
|---|---|
| سال ۱۳۹۲ | ۱۲ روز |
| سال ۱۳۹۳ | ۳ روز |
| سال ۱۳۹۴ | ۶ روز |
| سال ۱۳۹۵ | ۱۴ روز |

با مراجعه به جدول فوق در می‌یابیم که تعداد روزهایی از سال که بویلرهای چگالشی دابو صنعت خارج از حالت چگالشی خود کار می‌کنند قابل چشم پوشی بوده و تغییری در کل مبالغ اعلام شده صرفه جویی سالانه هزینه انرژی ایجاد نمی‌کنند.

Daboo Sanat
Designer & Manufacturer of Boilers (Steam, Hot Water, Hot Oil), Heat Exchangers, Pressurized Vessels & Ancillary Equipment
ADMIRAL
Condensing Boiler



Daboo Sanat

**Designer & Manufacturer of Boilers (Steam, Hot Water, Hot Oil), Heat Exchangers, Pressurized Vessels & Ancillary Equipment**

**Makhzan Foolad Rafe Co.** (Daboo Sanat)

First Phase: Laleh St., Shohada (Tashbandan) Ind. Zone, Mahmood Abad - Mazandaran - Iran. Tel: +98 11 4436
Second Phase: 1st Laleh St., 1st Phase, Imamzadeh Abdollah Ind. Zone, Amol - Mazandaran - Iran.
Tehran Office: # 9, No. 2, Tohidi Allay, Tehran Vila, Sattar Khan Ave. Tehran - Iran. Tel: +98 21 66551068, Fax: +98 21 66509227

**شرکت مخزن فولاد رافع** (دابو صنعت)

کارخانه فاز اول (دفتر مرکزی): مازندران، محمود آباد، شهرک صنعتی شهدا (تشبندان)، خیابان لاله تلفن : ۴۴۳۶ (۰۱۱)
کارخانه فاز دوم: مازندران، آمل، شهرک صنعتی امامزاده عبداله فاز یک، خیابان لاله ۱
دفتر تهران: خیابان ستارخان، سه راه تهران ویلا، خیابان توحیدی شماره ۲، واحد ۹ تلفن: ۶۶۵۵۱۰۶۸ ، ۶۶۵۲۶۷۷۲ فکس: ۶۶۵۰۹۲۲۷

ARVEN +98 21 88423727-9

## ADMIRAL Technical Specification

## مشخصات فنی

| Capacity | kW | 70 |
|---|---|---|
| Modulation Range | % | 22 - 100 |
| Operating Pressure (Min/Max) | bar | 0.8 / 6.0 |
| Maximum Water Temperature | °C | 110 |
| N0x. Class | | 5 |
| Minimum Water Rate | $m^3/h$ | 3.01 |
| Maximum Water Rate | $m^3/h$ | 4.96 |
| Head Power at Water Rate Required | m | 6.9 |
| Gas Consumption (G20) (Min/Max) | $m^3/h$ | 1.5 / 6.9 |
| Flue Gas Temperature at $P_{max}$ (80/60 °C) | °C | 59.3 |
| Flue Gas Temperature at $P_{max}$ (50/30 °C) | °C | 41.8 |
| Condensate Rate | kg/h | 7 |
| Width | mm | 560 |
| Height | mm | 1450 |
| Length | mm | 560 |
| Maximum Flue Length | m | 18 |
| Water Content | Liter | 6.5 |
| Net Weight | kg | 65 |
| Water Inlet-Outlet Connection | Ø | R 1" |
| Gas Connection (Gas inlet) | Ø | R 1/2" |
| Chimney Diameter (Flue Gas Outlet) | mm | 80 |
| Condensate Connection | Ø | R 3/4" |

## ADMIRAL Technical Specification

| Capacity | kW | 100 |
|---|---|---|
| Modulation Range | % | 21-100 |
| Operating Pressure (Min/Max) | bar | 0.8/6.0 |
| Max. Water Temperature | °C | 110 |
| N0x. Class | | 5 |
| Minimum Water Rate | $m^3/h$ | 4.3 |
| Maximum Water Rate | $m^3/h$ | 7.09 |
| Head Power at Water Rate Required | m | 8.5 |
| Gas Consumption (G20) (Min/Max) | $m^3/h$ | 21/9.3 |
| Flue Gas Temperature at $P_{max}$ (80/60 °C) | °C | 60.8 |
| Flue Gas Temperature at $P_{max}$ (50/30 °C) | °C | 39.4 |
| Condensate Rate | kg/h | 10 |
| Width | mm | 560 |
| Height | mm | 1450 |
| Length | mm | 650 |
| Maximum Flue Length | m | 28 |
| Water Content | Liter | 8.5 |
| Net Weight | kg | 82 |
| Water Inlet-Outlet Connection | Ø | R1 1/4" |
| Gas Connection (Gas inlet) | Ø | R 3/4" |
| Chimney Diameter (Flue Gas Outlet) | mm | 100 |
| Condensate Connection | Ø | R 3/4" |

## ADMIRAL Technical Specification

| Capacity | kW | 125 |
|---|---|---|
| Modulation Range | % | 15-100 |
| Operating Pressure (Min/Max) | bar | 0.8/6.0 |
| Max. Water Temperature | °C | 110 |
| N0x. Class | | 5 |
| Minimum Water Rate | $m^3/h$ | 5.38 |
| Maximum Water Rate | $m^3/h$ | 8.87 |
| Head Power at Water Rate Required | m | 10.5 |
| Gas Consumption (G20) (Min/Max) | $m^3/h$ | 2.0/11.9 |
| Flue Gas Temperature at $P_{max}$ (80/60 °C) | °C | 59.9 |
| Flue Gas Temperature at $P_{max}$ (50/30 °C) | °C | 40.4 |
| Condensate Rate | kg/h | 13 |
| Width | mm | 560 |
| Height | mm | 1450 |
| Length | mm | 740 |
| Maximum Flue Length | m | 20 |
| Water Content | Liter | 10.5 |
| Net Weight | kg | 103 |
| Water Inlet-Outlet Connection | Ø | R1 1/4" |
| Gas Connection (Gas inlet) | Ø | R 1" |
| Chimney Diameter (Flue Gas Outlet) | mm | 110 |
| Condensate Connection | Ø | R 3/4" |

## ADMIRAL Technical Specification

| Capacity | kW | 155 |
|---|---|---|
| Modulation Range | % | 23-100 |
| Operating Pressure (Min/Max) | bar | 0.8/6.0 |
| Max. Water Temperature | °C | 110 |
| N0x. Class | | 5 |
| Minimum Water Rate | $m^3/h$ | 6.67 |
| Maximum Water Rate | $m^3/h$ | 11 |
| Head Power at Water Rate Required | m | 11.4 |
| Gas Consumption (G20) (Min/Max) | $m^3/h$ | 3.4/14.9 |
| Flue Gas Temperature at $P_{max}$ (80/60 °C) | °C | 59.7 |
| Flue Gas Temperature at $P_{max}$ (50/30 °C) | °C | 42.1 |
| Condensate Rate | kg/h | 16 |
| Width | mm | 560 |
| Height | mm | 1450 |
| Length | mm | 880 |
| Maximum Flue Length | m | 30 |
| Water Content | Liter | 12.5 |
| Net Weight | kg | 130 |
| Water Inlet-Outlet Connection | Ø | R1 1/2" |
| Gas Connection (Gas inlet) | Ø | R1 1/4" |
| Chimney Diameter (Flue Gas Outlet) | mm | 125 |
| Condensate Connection | Ø | R 3/4" |

## ADMIRAL Technical Specification

| Capacity | kW | 190 |
|---|---|---|
| Modulation Range | % | 21-100 |
| Operating Pressure (Min/Max) | bar | 0.8/6.0 |
| Max. Water Temperature | °C | 110 |
| N0x. Class | | 5 |
| Minimum Water Rate | m³/h | 8.17 |
| Maximum Water Rate | m³/h | 13.48 |
| Head Power at Water Rate Required | m | 10.5 |
| Gas Consumption (G20) (Min/Max) | m³/h | 3.9/18.9 |
| Flue Gas Temperature at $P_{max}$ (80/60 °C) | °C | 61.4 |
| Flue Gas Temperature at $P_{max}$ (50/30 °C) | °C | 42.6 |
| Condensate Rate | kg/h | 19 |
| Width | mm | 560 |
| Height | mm | 1450 |
| Length | mm | 1080 |
| Maximum Flue Length | m | 40 |
| Water Content | Liter | 14.5 |
| Net Weight | kg | 167 |
| Water Inlet-Outlet Connection | Ø | R1 1/2" |
| Gas Connection (Gas inlet) | Ø | R 1 1/4" |
| Chimney Diameter (Flue Gas Outlet) | mm | 160 |
| Condensate Connection | Ø | R 3/4" |

| Capacity | kW | 200 |
|---|---|---|
| Modulation Range | % | 16-100 |
| Operating Pressure (Min/Max) | bar | 0.8/6.0 |
| Max. Water Temperature | °C | 110 |
| N0x. Class | | 5 |
| Minimum Water Rate | $m^3/h$ | 8.6 |
| Maximum Water Rate | $m^3/h$ | 14.3 |
| Head Power at Water Rate Required | m | 10 |
| Gas Consumption (G20) (Min/Max) | $m^3/h$ | 3.2/21.1 |
| Flue Gas Temperature at $P_{max}$ (80/60 °C) | °C | 80.2 |
| Flue Gas Temperature at $P_{max}$ (50/30 °C) | °C | 55.5 |
| Condensate Rate | kg/h | 20 |
| Width | mm | 615 |
| Height | mm | 1472 |
| Length | mm | 1305 |
| Maximum Flue Length | m | 35 |
| Water Content | Liter | 18.67 |
| Net Weight | kg | 195 |
| Water Inlet-Outlet Connection | Ø | R2" |
| Gas Connection (Gas inlet) | Ø | R 1 1/4" |
| Chimney Diameter (Flue Gas Outlet) | mm | 160 |
| Condensate Connection | Ø | R 3/4" |

## ADMIRAL Technical Specification

| Capacity | kW | 270 |
|---|---|---|
| Modulation Range | % | 15-100 |
| Operating Pressure (Min/Max) | bar | 0.8/6.0 |
| Max. Water Temperature | °C | 110 |
| N0x. Class | | 5 |
| Minimum Water Rate | $m^3/h$ | 11.61 |
| Maximum Water Rate | $m^3/h$ | 19.2 |
| Head Power at Water Rate Required | m | 8.3 |
| Gas Consumption (G20) (Min/Max) | $m^3/h$ | 3.9/28.2 |
| Flue Gas Temperature at $P_{max}$ (80/60 °C) | °C | 80.5 |
| Flue Gas Temperature at $P_{max}$ (50/30 °C) | °C | 56.8 |
| Condensate Rate | kg/h | 26 |
| Width | mm | 615 |
| Height | mm | 1472 |
| Length | mm | 1360 |
| Maximum Flue Length | m | 38 |
| Water Content | Liter | 22.96 |
| Net Weight | kg | 237 |
| Water Inlet-Outlet Connection | Ø | R2" |
| Gas Connection (Gas inlet) | Ø | R 1 1/2" |
| Chimney Diameter (Flue Gas Outlet) | mm | 160 |
| Condensate Connection | Ø | R 3/4" |

| Capacity | kW | 340 |
|---|---|---|
| Modulation Range | % | 14-100 |
| Operating Pressure (Min/Max) | bar | 0.8/6.0 |
| Max. Water Temperature | °C | 110 |
| N0x. Class | | 5 |
| Minimum Water Rate | $m^3/h$ | 14.62 |
| Maximum Water Rate | $m^3/h$ | 24.2 |
| Head Power at Water Rate Required | m | 6.3 |
| Gas Consumption (G20) (Min/Max) | $m^3/h$ | 4.8/35.2 |
| Flue Gas Temperature at $P_{max}$ (80/60 °C) | °C | 79.6 |
| Flue Gas Temperature at $P_{max}$ (50/30 °C) | °C | 54.7 |
| Condensate Rate | kg/h | 32 |
| Width | mm | 615 |
| Height | mm | 1527 |
| Length | mm | 1510 |
| Maximum Flue Length | m | 43 |
| Water Content | Liter | 26.42 |
| Net Weight | kg | 305 |
| Water Inlet-Outlet Connection | Ø | R2" |
| Gas Connection (Gas inlet) | Ø | R1 1/2" |
| Chimney Diameter (Flue Gas Outlet) | mm | 160 |
| Condensate Connection | Ø | R 3/4" |

## ADMIRAL Technical Specification

| Capacity | kW | 410 |
|---|---|---|
| Modulation Range | % | 14-100 |
| Operating Pressure (Min/Max) | bar | 0.8/6.0 |
| Max. Water Temperature | °C | 110 |
| N0x. Class | | 5 |
| Minimum Water Rate | $m^3/h$ | 17.63 |
| Maximum Water Rate | $m^3/h$ | 29.2 |
| Head Power at Water Rate Required | m | 7.5 |
| Gas Consumption (G20) (Min/Max) | $m^3/h$ | 5.8/43.3 |
| Flue Gas Temperature at $P_{max}$ (80/60 °C) | °C | 80.5 |
| Flue Gas Temperature at $P_{max}$ (50/30 °C) | °C | 54.6 |
| Condensate Rate | kg/h | 38 |
| Width | mm | 660 |
| Height | mm | 1527 |
| Length | mm | 1710 |
| Maximum Flue Length | m | 47 |
| Water Content | Liter | 32.94 |
| Net Weight | kg | 358 |
| Water Inlet-Outlet Connection | Ø | DN65 |
| Gas Connection (Gas inlet) | Ø | R 2" |
| Chimney Diameter (Flue Gas Outlet) | mm | 200 |
| Condensate Connection | Ø | R 3/4" |

| Capacity | kW | 480 |
|---|---|---|
| Modulation Range | % | 14-100 |
| Operating Pressure (Min/Max) | bar | 0.8/6.0 |
| Maximum Water Temperature | °C | 110 |
| N0x. Class | | 5 |
| Minimum Water Rate | $m^3/h$ | 20.64 |
| Max. Water Rate | $m^3/h$ | 34.1 |
| Head Power at Water Rate Required | m | 5.9 |
| Gas Consumption (G20) (Min/Max) | $m^3/h$ | 6.7/50.5 |
| Flue Gas Temperature at $P_{max}$ (80/60 °C) | °C | 79.3 |
| Flue Gas Temperature at $P_{max}$ (50/30 °C) | °C | 55.7 |
| Condensate Rate | kg/h | 45 |
| Width | mm | 660 |
| Height | mm | 1527 |
| Length | mm | 1910 |
| Maximum Flue Length | m | 53 |
| Water Content | Liter | 36.90 |
| Net Weight | kg | 380 |
| Water Inlet-Outlet Connection | Ø | DN65 |
| Gas Connection (Gas inlet) | Ø | R 2" |
| Chimney Diameter (Flue Gas Outlet) | mm | 200 |
| Condensate Connection | Ø | R 3/4" |

## ADMIRAL Technical Specification

| Capacity | kW | 550 |
|---|---|---|
| Modulation Range | % | 14-100 |
| Operating Pressure (Min/Max) | bar | 0.8/6.0 |
| Maximum Water Temperature | °C | 110 |
| N0x. Class | | 5 |
| Minimum Water Rate | $m^3/h$ | 23.65 |
| Max. Water Rate | $m^3/h$ | 38.8 |
| Head Power at Water Rate Required | m | 4.7 |
| Gas Consumption (G20) (Min/Max) | $m^3/h$ | 7.8/56.7 |
| Flue Gas Temperature at $P_{max}$ (80/60 °C) | °C | 80.2 |
| Flue Gas Temperature at $P_{max}$ (50/30 °C) | °C | 56.8 |
| Condensate Rate | kg/h | 54 |
| Width | mm | 660 |
| Height | mm | 1527 |
| Length | mm | 1920 |
| Maximum Flue Length | m | 58 |
| Water Content | Liter | 41.00 |
| Net Weight | kg | 440 |
| Water Inlet-Outlet Connection | Ø | DN65 |
| Gas Connection (Gas inlet) | Ø | R 2" |
| Chimney Diameter (Flue Gas Outlet) | mm | 200 |
| Condensate Connection | Ø | R 3/4" |

| Capacity | kW | 770 |
|---|---|---|
| Modulation Range | % | 15-100 |
| Operating Pressure (Max) | bar | 6 |
| Maximum Water Temperature | °C | 90 |
| N0x. Class | | 5 |
| Minimum Water Rate | $m^3/h$ | 6 |
| Maximum Water Rate | $m^3/h$ | 30 |
| Head Power at Water Rate Required | m | 5 |
| Gas Consumption (G20) (Min/Max) | $m^3/h$ | 13.8/69 |
| Maximum Flue Gas Temperature at $P_{max}$ (80/60 °C) | °C | 80 |
| Condensate Rate | kg/h | 35 |
| Width | mm | 930 |
| Height | mm | 1691 |
| Length | mm | 1452 |
| Water Content | Liter | 75.5 |
| Net Weight | kg | 566 |
| Water Inlet-Outlet Connection | Ø | R 4" |
| Gas Connection (Gas inlet) | Ø | R 2" |
| Chimney Diameter (Flue Gas Outlet) | mm | 250 |
| Condensate Connection | Ø | R 1" |

## ADMIRAL Technical Specification

| Capacity | kW | 1100 |
|---|---|---|
| Modulation Range | % | 15-100 |
| Operating Pressure (Max) | bar | 6 |
| Maximum Water Temperature | °C | 90 |
| N0x. Class | | 5 |
| Minimum Water Rate | $m^3/h$ | 9 |
| Maximum Water Rate | $m^3/h$ | 48 |
| Head Power at Water Rate Required | m | 5 |
| Gas Consumption (G20) (Min/Max) | $m^3/h$ | 21.2/106 |
| Maximum Flue Gas Temperature at $P_{max}$ (80/60 °C) | °C | 80 |
| Condensate Rate | kg/h | 53 |
| Width | mm | 1010 |
| Height | mm | 1628 |
| Length | mm | 1802 |
| Water Content | Liter | 95.6 |
| Net Weight | kg | 640 |
| Water Inlet-Outlet Connection | Ø | R 4" |
| Gas Connection (Gas inlet) | Ø | R 3" |
| Chimney Diameter (Flue Gas Outlet) | mm | 250 |
| Condensate Connection | Ø | R 1" |