

مترجم: مهندس نیره شمشیری
منبع: ماهنامه اشری ماه سپتامبر ۲۰۱۸

امروزه سیستم‌های دیگ بخار طوری مهندسی می‌شوند تا راندمان را افزایش و هزینه‌های بهره برداری را کاهش دهند. بویلرهای چگالشی یک گزینه محبوبند چرا که انرژی که در بویلرهای معمول به بیرون تخلیه می‌شود را بازیابی می‌کنند و در صورت کار با شرایط مناسب راندمان آنها به بیش از ۹۰٪ می‌رسد. کاربردهای بویلرهای چگالشی نیز به دلیل مزایای زیادشان و سهولت تلفیق با سایر سیستم‌ها زیاد است؛ با این حال، این سیستم‌ها از نظر عملکرد و طراحی با دیگ‌های بخار مرسوم تفاوت‌های زیادی دارند.

به علاوه، یک دیگ بخار چگالشی باید طراحی موثری برای مبدل حرارتی جریان مخالف داشته باشد تا سردترین سطوح گازهای تنوره را نزدیک به خنک ترین آب برگشت قرار دهد و در عین حال مقدار زیادی سطح جانبی گرمایش سمت آتش برای عملیات کندانس نگه دارد.

بیشتر دیگ‌های بخار آب گرم امروزی از گاز طبیعی به عنوان منبع سوخت برای فرایند احتراق استفاده می‌کنند. در این فرایند، گاز طبیعی با هوای احتراق ترکیب می‌شود تا آب و سایر محصولات جانبی را تولید کند. در یک دیگ بخار غیر چگالشی، این آب در یک حالت بخار باقی می‌ماند و در گاز تنوره از سیستم حذف می‌شود، در حالی که در یک دیگ چگالشی بخار آب به محض سرد شدن تا زیر نقطه شبنم خود کندانس می‌شود. تشکیل کندانس از گاز تنوره امکان بازیابی ۹۷۰ Btu/lb (۲۲۵۶ kJ/kg) انرژی نهان را فراهم می‌سازد و سبب افزایش راندمان بویلر می‌شود. نقطه شبنم آب بر اساس ملاحظات بسیاری متفاوت است اما به طور کلی

در گذشته، استاندارد صنعت برای دیگ‌های بخار آب گرم براساس یک دیگ غیر چگالشی بود؛ در این دیگ‌ها دمای برگشت آب گرم به بویلر باید بالاتر از دمای کندانس گازهای تنوره باشد تا آسیبی به دیگ وارد نشود. این استاندارد در مورد بویلرهای چگالشی درست نیست چون مبدل‌های حرارتی آنها از موادی طراحی و ساخته می‌شوند که می‌توانند تأثیرات کندانس را تحمل کنند. در واقع، رابطه مستقیمی بین افزایش تشکیل کندانس گاز تنوره و بهره‌های راندمان دیگ وجود دارد و در نتیجه هدف باید بیشترین کاهش ممکن دمای آب برگشتی به دیگ برای کندانس کردن گاز تنوره باشد.

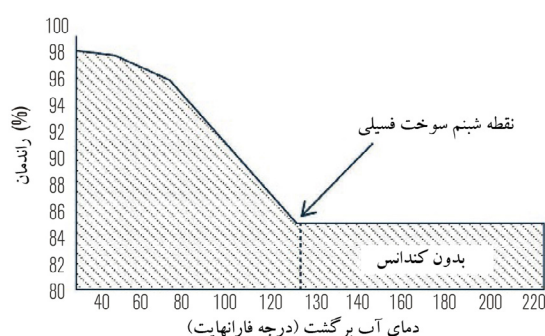
به واسطه افزایش تشکیل کندانس گاز تنوره در یک دیگ بخار چگالشی، مبدل حرارتی باید جنس مقاومی داشته باشد تا خوردگی ناشی از کندانس اسیدی و تجزیه کامل مواد داخل دیگ و تنوره اتفاق نیافتد. این جنس اغلب فولاد ضد زنگ است، اگرچه بسته به نظر سازنده دیگ از مواد مختلفی استفاده می‌شود.

می‌کنند باید با کمترین دمای ممکن برای رفت و برگشت آب گرم طراحی شوند و در عین حال فضا را به اندازه کافی گرم کنند. باید توجه داشت که دمای برگشت آب گرم عامل اصلی تعیین کننده راندمان بویلر است (شکل ۲)، در نتیجه بهینه سازی دمای برگشت آب گرم با توجه به این مساله باید هدف اصلی باشد.

یک دمای رفت آب گرم استاندارد برای یک بویلر چگالشی باید در حداقل ۱۴۰ درجه فارنهایت (۶۰ درجه سانتی گراد) شروع شود و با توجه به اینکه ظرفیت گرمایش کافی با هزینه معقول از کویل‌های گرمایش و ترمینال یونیت‌ها موجود است، توانایی پایین تر رفتن داشته باشد. اگرچه یک دمای آب پایین تر ممکن است امکان پذیر باشد، نقطه ای وجود دارد که هزینه اولیه بیشتر برای سطوح انتقال حرارت اضافی از مزیت راندمان دیگ بخار بیشتر است. برای مثال، بیشتر VAV باکس‌ها با کویل‌های یک یا دو ردیفی می‌آیند که در افت فشارهای سمت هوای قابل قبول با دماهای رفت آب گرم کمتر، ظرفیت گرمایشی لازم را فراهم نمی‌کنند. برای غلبه بر این موضوع گزینه‌های مختلفی از تعبیه یک کویل گرمایش سه یا چهار ردیفی تا یک VAV باکس که از یک کویل بزرگ تر کانالی یک یا دو ردیفی مجزا از VAV باکس استفاده می‌کند، وجود دارد. جدول ۱ تاثیر هر گزینه را نشان می‌دهد.

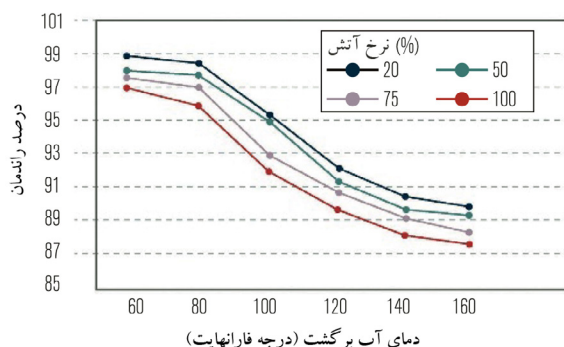
دبی‌های سیستم متناسب با دماهای سیستم آب گرم هستند. دبی‌های سیستم‌های قدیمی‌تر معمولاً برای یک اختلاف دمای ۲۰ درجه فارنهایت (۱۱ درجه سانتی گراد) بین دماهای آب گرم رفت و برگشت در ترمینال یونیت‌ها طراحی می‌شدند که بالای دمای کندانس بودند و سبب دبی‌های

گازهای تنوره وقتی شروع به کندانس شدن می‌کنند که دمای برگشت آب گرم بین ۱۲۰ تا ۱۳۰ درجه فارنهایت (۴۹ تا ۵۴ درجه سانتی گراد) باشد (شکل ۱).



شکل ۱. نمونه دمای تشکیل کندانس گاز تنوره
براساس دمای برگشت آب گرم

دبی و دماهای کاری-طراحی سیستم با تکامل تکنولوژی دیگ‌های بخار در طول زمان، طراحی این سیستم‌ها هم رشد کرده است. اولین تفاوت مهم در طراحی سیستم به دماهای برگشت و رفت آب گرم مربوط می‌شود. پیش از این، با این فرض که دمای آب گرم بیشتر همیشه بهتر است، طراحی سیستم‌هایی با دمای رفت آب گرم در محدوده ۱۸۰ تا ۲۰۰ درجه فارنهایت (۸۲ تا ۹۳ درجه سانتی گراد) رایج بود. تا یک نقطه، دمای آب گرم بیشتر بهتر است، چون اجازه سطوح انتقال حرارت کوچک تر در کویل‌های گرمایش و ترمینال یونیت‌ها را می‌دهد، اما راندمان سیستم را هم محدود می‌کند. برعکس دمای آب گرم بیشتر می‌تواند کنترل دمای فضا در دوره‌های کم باری که ظرفیت کامل برای ساختمان لازم نیست را سخت تر کند. سیستم‌هایی که از بویلرهای چگالشی استفاده



شکل ۲. راندمان دیگ بخار به صورت تابعی از
دمای برگشت آب گرم و نرخ آتش دیگ.

بالا تر می‌شدند. اختلاف دمای بین دماهای رفت و برگشت آب گرم برای بویلرهای کندانس باید بین ۳۰ و ۵۰ درجه فارانهایت (۱۷ تا ۲۸ درجه سانتی گراد) باشد که دبی‌ها را کاهش می‌دهد، افت‌های فشار درون کویل‌های گرمایش و ترمینال یونیت‌ها را کم می‌کند و سبب توان کمتر پمپ کردن در شرایط بار کامل و میان بای می‌شود. از آنجایی که کنترل سیستم آب گرم برای دمای رفت آب گرم رایج است، یک ΔT بالاتر سبب دمای برگشت آب گرم کمتر برای دیگ بخار می‌شود و سبب تشکیل کندانس بیشتر با راندمان بالاتر بویلر می‌شود.

	VAV باکس استاندارد	VAV باکس استاندارد	VAV استاندارد با کویل آزاد	VAV باکس بزرگ
اندازه باکس	10 in.	10 in.	10 in.	12 in.
اندازه ورودی	10 in.	10 in.	10 in.	10 in.
اندازه خروجی VAV باکس	14 in. × 12 in.	14 in. × 12 in.	14 in. × 12 in.	17 in. × 14 in.
اندازه کویل	14 in. × 12 in.	14 in. × 12 in.	16 in. × 12 in.	17 in. × 14 in.
دبی	0.6 gpm	0.6 gpm	0.6 gpm	0.8 gpm
افت هوای فشار کویل	0.22 in. w.g.	0.76 in. w.g.	0.08 in. w.g.	0.30 in. w.g.
افت آب فشار کویل	1 ft of water	<1 ft of water	<1 ft of water	<1 ft of water
ظرفیت گرمایش	13.6 MBH	14.4 MBH	14.0 MBH	13.8 MBH
تعداد ردیف‌ها	1	4	2	3
دمای رفت آب گرم	180°F	140°F	140°F	140°F

جدول ۱. مقایسه VAV باکس‌های مختلف که تاثیر دمای آب و چیدمان‌های آنها روی ظرفیت گرمایش را نشان می‌دهد.