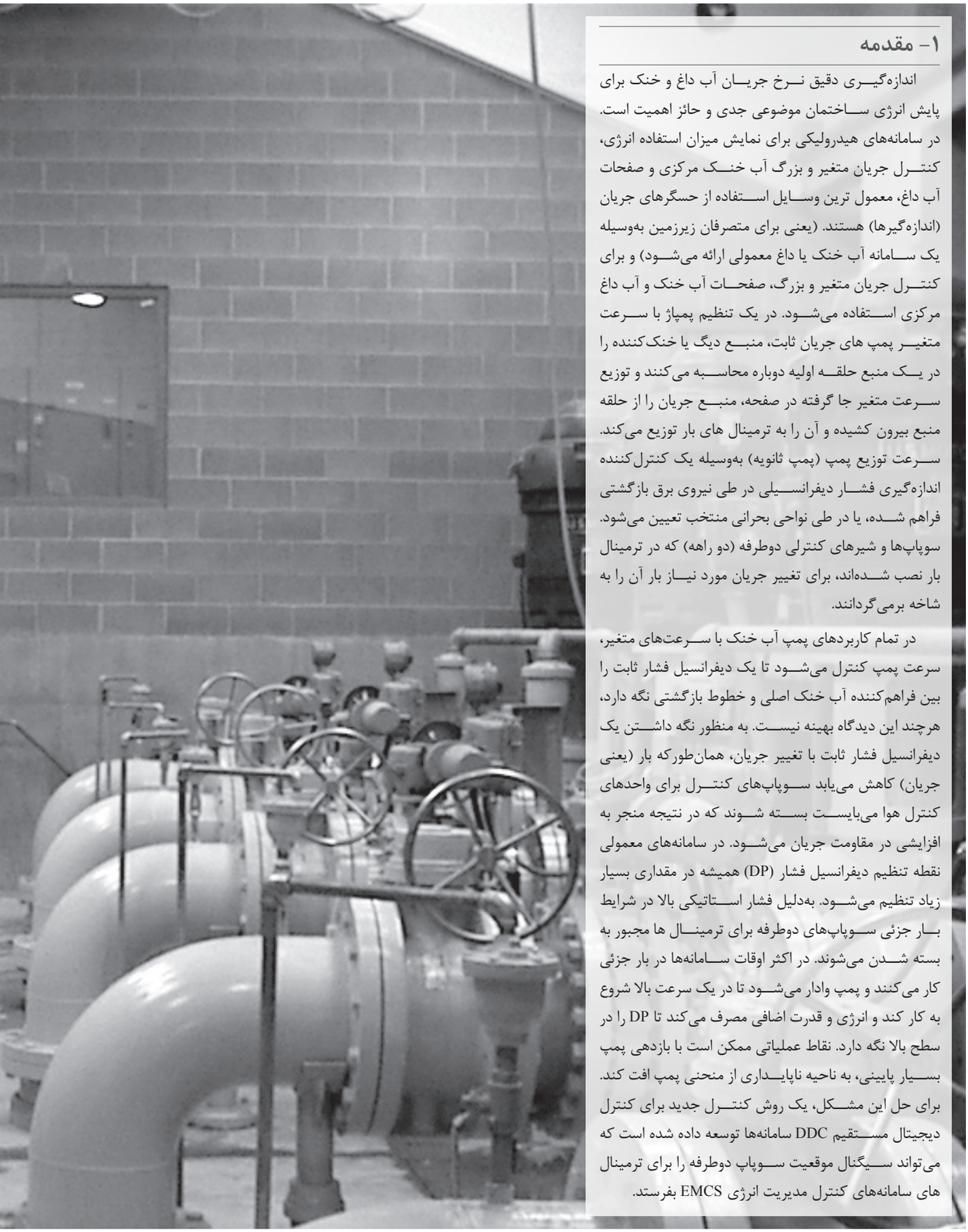
مطالعه کاربرد ایستگاه پمپ جریان آب برای پایش مصرف انرژی ساختمان و بهینه‌سازی کنترل

نویسنده: ناصر مهدیزاده

چکیده

این مقاله دیدگاهی نو از پایش انرژی ساختمان و روش کنترل سرعت پمپ را ارائه می‌کند. به منظور نگه‌داری مقاومت سامانه در یک مقدار بهینه برای رسیدن به بهترین بازدهی پمپ و ذخیره قدرت پمپ، سرعت پمپ کنترل می‌شود. مقاومت سامانه را می‌توان از روی هد پمپ و نرخ جریان آب محاسبه شده به‌وسیله پمپ ایستگاه جریان آب (PWS) که اخیراً توسعه داده شده است، به‌دست آورد. PWS نرخ جریان آب را با استفاده از هد پمپ، سرعت پمپ و منحنی عملکرد پمپ اندازه‌گیری می‌کند. این روش به‌طور آزمایشگاهی در سامانه‌های HVAC واقعی اثبات شده است. یک مورد مطالعاتی در این مقاله برای کاربرد این روش جدید در یک تمرین و پروژه مأموریتی پیوسته(CC) نشان داده شده است. این مورد مطالعاتی نشان می‌دهد که PWS می‌تواند سرعت پمپ را کنترل کند تا نقطه عملکرد سامانه را در حالت بهینه نگه دارد. همچنین می‌تواند نرخ جریان آب را اندازه‌گیری کرده و به‌صورت پیوسته نرخ جریان آب را به‌صورت پیوسته با هزینه نصب پایین و تقریباً بدون هزینه نگه‌داری نشان دهد. نتایج نشان می‌دهند که این تکنولوژی جدید می‌تواند قدرت پمپ را ذخیره کرده و بازدهی پمپ را به‌طور قابل توجهی افزایش دهد.

کلمات کلیدی: کنترل پمپ، جریان آب، اندازه‌گیری



۱- مقدمه

اندازه‌گیری دقیق نرخ جریان آب داغ و خنک برای پایش انرژی ساختمان موضوعی جدی و حائز اهمیت است. در سامانه‌های هیدرولیکی برای نمایش میزان استفاده انرژی، کنترل جریان متغیر و بزرگ آب خنک مرکزی و صفحات آب داغ، معمول ترین وسایل استفاده از حسگرهای جریان (اندازه‌گیرها) هستند. (یعنی برای متصرفان زیرزمین به‌وسیله یک سامانه آب خنک یا داغ معمولی ارائه می‌شود) و برای کنترل جریان متغیر و بزرگ، صفحات آب خنک و آب داغ مرکزی استفاده می‌شود. در یک تنظیم پمپاژ با سرعت متغیر پمپ های جریان ثابت، منبع دیگ یا خنک‌کننده را در یک منبع حلقه اولیه دوباره محاسبه می‌کنند و توزیع سرعت متغیر جا گرفته در صفحه، منبع جریان را از حلقه منبع بیرون کشیده و آن را به ترمینال های بار توزیع می‌کند. سرعت توزیع پمپ (پمپ ثانویه) به‌وسیله یک کنترل‌کننده اندازه‌گیری فشار دیفرانسیلی در طی نیروی برق بازگشتی فراهم شده، یا در طی نواحی بحرانی منتخب تعیین می‌شود. سوپاپ‌ها و شیرهای کنترلی دوطرفه (دو راهه) که در ترمینال بار نصب شده‌اند، برای تغییر جریان مورد نیاز بار آن را به شاخه برمی‌گردانند.

در تمام کاربردهای پمپ آب خنک با سرعت‌های متغیر، سرعت پمپ کنترل می‌شود تا یک دیفرانسیل فشار ثابت را بین فراهم‌کننده آب خنک اصلی و خطوط بازگشتی نگه دارد، هرچند این دیدگاه بهینه نیست. به منظور نگه داشتن یک دیفرانسیل فشار ثابت با تغییر جریان، همان‌طورکه بار (یعنی جریان) کاهش می‌یابد سوپاپ‌های کنترل برای واحدهای کنترل هوا می‌بایست بسته شوند که در نتیجه منجر به افزایشی در مقاومت جریان می‌شود. در سامانه‌های معمولی نقطه تنظیم دیفرانسیل فشار (DP) همیشه در مقداری بسیار زیاد تنظیم می‌شود. به‌دلیل فشار استاتیکی بالا در شرایط بار جزئی سوپاپ‌های دوطرفه برای ترمینال ها مجبور به بسته شدن می‌شوند. در اکثر اوقات سامانه‌ها در بار جزئی کار می‌کنند و پمپ وادار می‌شود تا در یک سرعت بالا شروع به کار کند و انرژی و قدرت اضافی مصرف می‌کند تا DP را در سطح بالا نگه دارد. نقاط عملیاتی ممکن است با بازدهی پمپ بسیار پایینی، به ناحیه ناپایداری از منحنی پمپ افت کند. برای حل این مشکل، یک روش کنترل جدید برای کنترل دیجیتال مستقیم DDC سامانه‌ها توسعه داده شده است که می‌تواند سیگنال موقعیت سوپاپ دوطرفه را برای ترمینال های سامانه‌های کنترل مدیریت انرژی EMCS بفرستد.

www.takban.com
TAKBAN
بنیانگذار و تنها تولیدکننده بیش از چهل نوع ترموستات حرارتی - شیرهای ترموستاتیک رادیاتور و گازی در ایران
www.farasardco.com
شرکت فراسرد
سردخانه / آیس بانک / چیلر / یخساز قالبی / پکیج سردکننده شیر / تجهیزات برودتی خاص

یـــک راهبرد مناســـب برای نقطـــه تنظیـــم آب خنک، می‌بایســـت نقطه تنظیم DP را مجدداً تنظیـــم کند، این کار به منظور نگه‌داری همه دماهای هوای تخلیه شـــارژ با حداقل یک ســـوپاپ کنترل در یک شرایط اشـــباع (کاملاً باز) انجام می‌شود. این نتایج در یک مقاومت جریان ثابت نسبی و ذخایر پمپ‌های بزرگ‌تر در بارهای کم می‌باشد.

ایـــن روش می‌توانـــد تضمین کند که پمـــپ در مقاومت ســـامانه طراحی شـــده کار می‌کند و بار مورد نیاز را نیز حمل می‌کند. متأســـفانه این روش نمی‌تواند برای ســـامانه‌هایی که از کنترل‌کننده‌هـــای پنوماتیک اســـتفاده می‌کنند به‌کار برده شود. مشـــکل دیگر این دیدگاه کنترل این است که اطلاعات موقعیت ســـوپاپ اغلب غیـــر قابل اطمینان و نامعتبر اســـت. سوپاپ می‌تواند به‌صورت بازگیر کند یا نشان‌گر اشباع می‌تواند معیوب و ناقص باشد.

بنابراین یک روش کنترل جدید در این مقاله توسعه داده شده است تا کنترل ســـرعت متحرک (VFD) فرکانس متغیر را بهینه کند. ســـرعت پمپ کنترل می‌شود تا مقاومت بهینه سامانه را حفظ کند. مقدار S را می‌توان از معادله (۱) محاسبه کرد.

$$S = H / Q^2 \qquad (۱)$$

که در آن H هد پمپ و Q نرخ جریان آب است. هد پمپ می‌تواند به‌وسیله ترانسفورماتور دیفرانسیل فشار به‌دست آید. بنابراین بســـیار حائز اهمیت اســـت که نرخ جریان آب داغ یا سرد به‌طور دقیق برای کنترل بهینه سامانه اندازه‌گیری شود. روش‌های مرسوم اندازه‌گیری جریان آب در ادامه تشریح شده است:

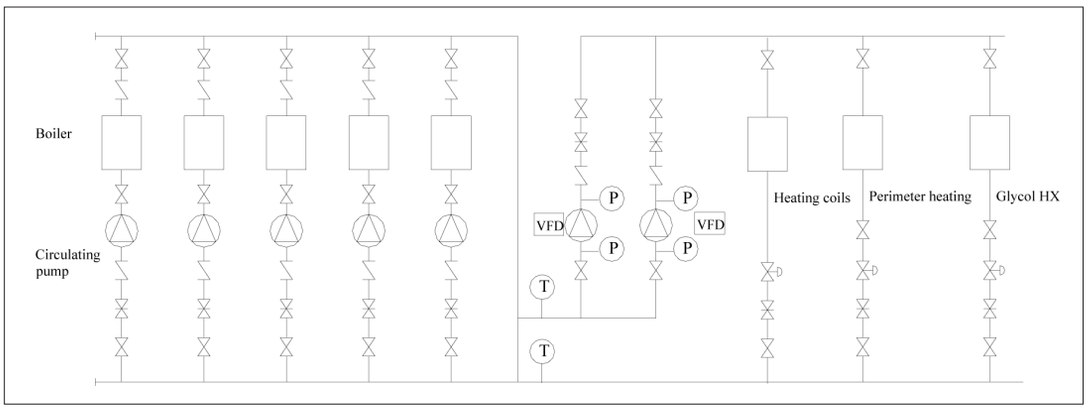
- اندازه‌گیری جریان فشار دیفرانسیلی

این روش فشـــار دیفرانســـیل را به جریان با اســـتفاده از معادلـــه برنولی مرتبط می‌کند. برای مثال اندازه‌گیری ونتوری معمولاً برای سنجش جریان بخار استفاده می‌شود، اما به‌خاطر دقت پایین و ضعیف در نرخ‌هـــای پایین جریان و هزینه‌های نصـــب بالا، کمتر برای اندازه‌گیری جریان آب مورد اســـتفاده قرار می‌گیرد.

- سنجش جریان جابجایی

این نحوه ســـنجش با استفاده از ســـیال برای چرخش یا جابه‌جایی یک وســـیله که در بخار جریان قرار داده می‌شود، یعنـــی یک اندازه‌گیر جریان توربیـــن، اندازه‌گیری چرخ پدال مماس و... کار می‌کند. این کار افت فشار اضافی ایجاد می‌کند، یاتاقان ها فرسوده می‌شوند و برای تضمین دقت کالیبراسیون

هر آنچه از صنعت تهویه و تاسیسات می خواهید یکجا بیابید!
تلفن: ۷۷۶۰۷۶۲۲
تاسیسات کتاب سال hvac guide book
تلفن: ۷۷۶۰۳۸۸۳
ایران جهش Iran Jahesh
www.iranjahesh.com
طراحی و ساخت انواع بوستر پمپ‌های آبرسانی آتش نشانی و آبیاری به صورت کاملاً هوشمند



شکل ۱: دیاگرام سامانه آب داغ

مورد نیاز اســت. ایــن اندازه‌گیــری هزینه بالایی بــرای نصب و کالیبراسیون دارد.

- سنجش جریان غیرفعال

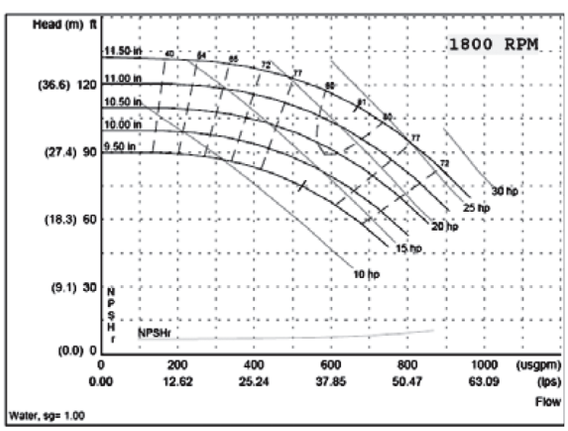
بــرای مثال اندازه‌گیری مافوق صوت زمان انتقال، که بســیار دقیق اســت. دقت گزارش شــده بالای ۱۰ درصد اســت. (اصول کنترل HVAC)

- هرچند کاربرد آن ممکن اســت متأثر از ابعاد لوله، شــرایط ســطح، خصوصیات ســیال و دیگر محدودیت‌های عملی باشــد. این روش به‌خاطر رنگ ســطح و قطر با ناتوانی‌ها و شکســت‌های بســیاری در طی اندازه‌گیری مواجه شده است. همچنین سنجش جریان مغناطیسی دقیق است، اما آنها برای استفاده در کاربردهای HVAC بســیار گران هســتند. بنابراین ما احتیاج به یافتن روشی داریم که با اطمینان و با دقت جریان آب پمپ را اندازه‌گیری کرده و برای نصب ارزان‌تر باشد.

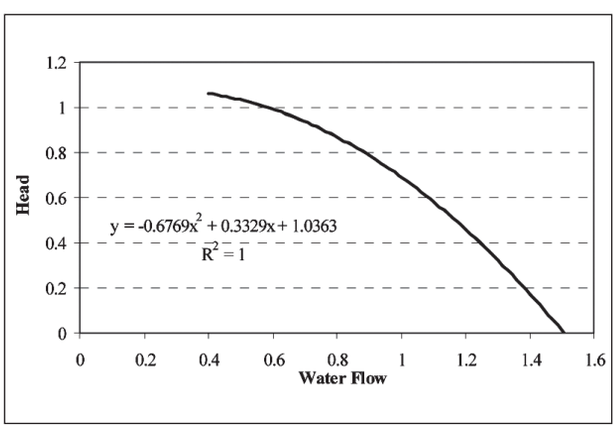
۲- روش عمل

عملکرد یک پمپ گریز از مرکز معمولاً به‌وســیله یک منحنی عملکرد تولیدکننده نشــان داده می‌شــود. منحنی‌ها از یک سری آزمایش‌های اســتاندارد تهیه شده به‌وســیله موسسه هیدرولیک (۱۹۹۴) تولید می‌شــوند. آزمایشات به‌وســیله تولیدکننده برای یک حلقه و طومار پمپ داده شــده یا پوشش و محافظ و چندین قطر پیش‌برنده معمولاً از بیشــینه تا کمینه مجاز در طومار انجام می‌شــوند. منحنی‌های پمپ نتایج میانگین را از آزمایش چندین پمپ با طراحی مشــخص و معین تحت شــرایط یکســان نشان می‌دهند. منحنی برخی اوقات منحنی ظرفیت هد (H-Q) نامیده می‌شوند.

ایســتگاه پمپ جریان آب (PWS) اخیراً در ۲۰۰۶ به‌وســیله Liu توســعه داده شده است. PWS می‌تواند جریان آب را از طریق پمپ‌هایی با اســتفاده از ســرعت پمپ، هد پمپ، و منحنی پمپ اندازه‌گیری کند. مدل تئوری به‌طور آزمایشــگاهی مورد آزمایش قرار گرفته و تطابق خوبی بین مدل و مقادیر آزمایشگاهی به‌دست آمد. هد پمپ کلی به‌عنوان تابعی از نرخ جریان آب با اســتفاده از منحنی طراحی عملکرد پمپ می‌تواند برگشــت کند. معادله (۲) یک منحنی رگرســیون چندجمله‌ای معمولی است که در آن H_d و Q_d هــد پمپ و نرخ جریان آب برای پمپ در ســرعت ۱۰۰ درصد

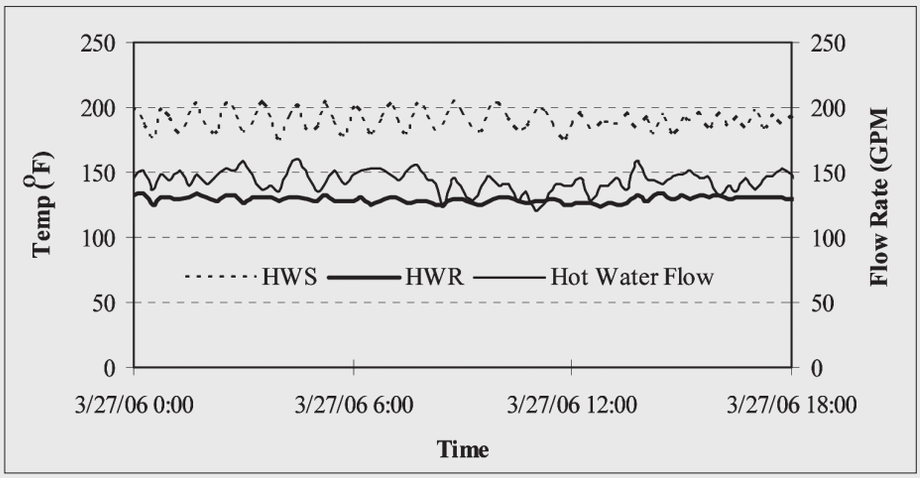


شکل ۲: منحنی عملکرد پمپ تولیدکننده

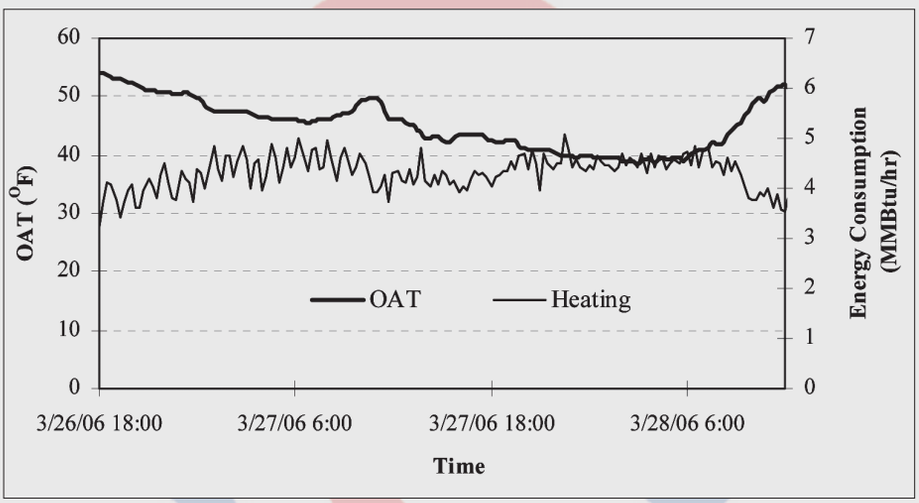


شکل۳: منحنی پمپ بعد از کالیبراسیون (بدون بعد)

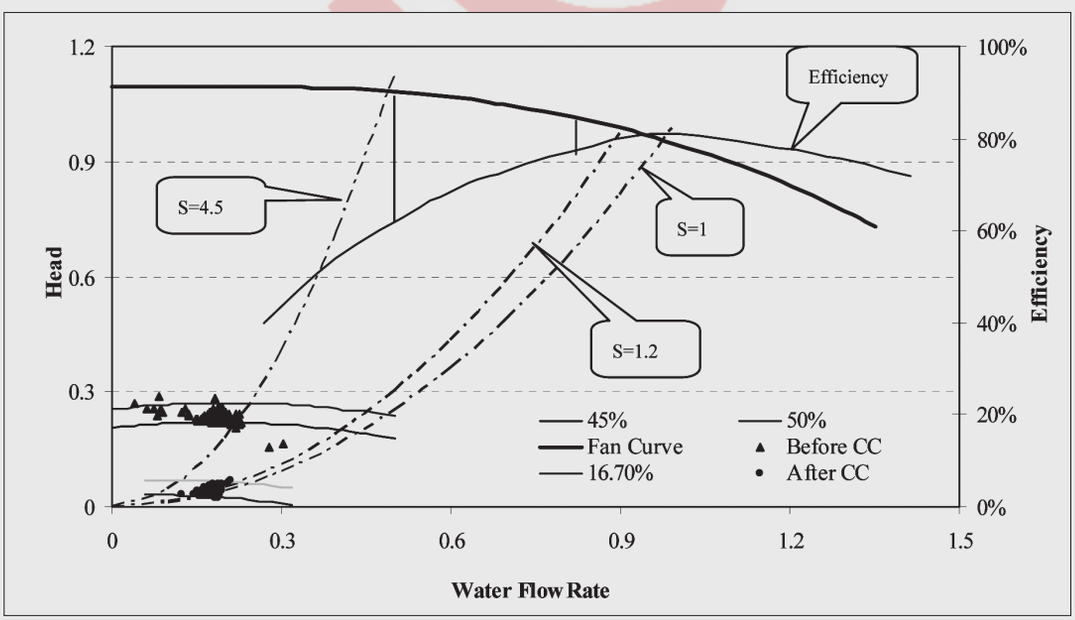
www.farasardco.com
شرکت فراسرد
سردخانه / آیس بانک / چیلر / یخساز قالبی / پکیج سردکننده شیر / تجهیزات برودتی خاص
www.takban.com
TAKBAN
تکبان
کنترل انرژی
بنیانگذار و تنها تولیدکننده بیش از چهل نوع ترموستات حرارتی - شیرهای ترموستاتیک رادیاتور و گازی در ایران



شکل۴: اندازه‌گیری جریان آب داغ

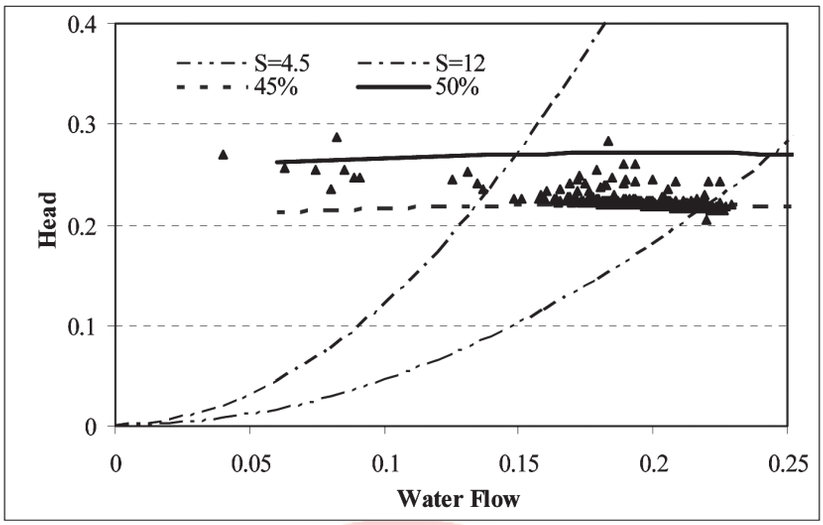


شکل۵: مصرف انرژی گرمایشی اندازه‌گیری شده

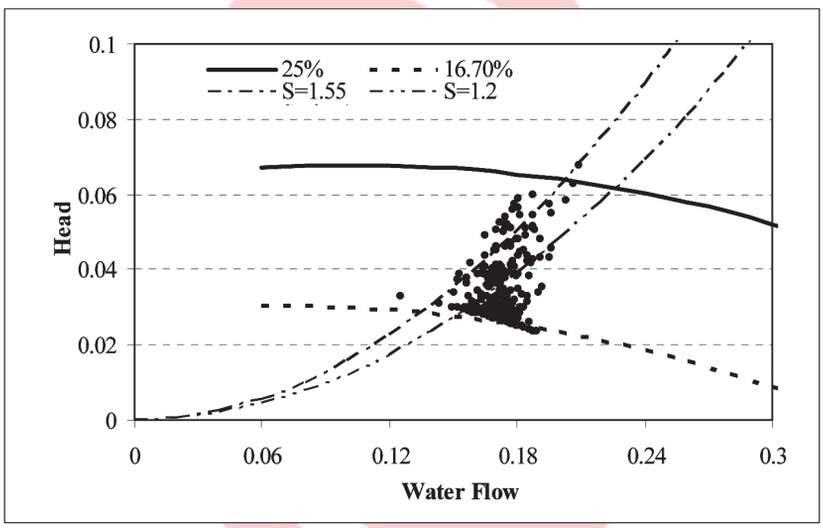


شکل۶: مقایسه سامانه و ترتیب کنترل قبل و بعد از CC

www.iranjahesh.com
ایران جهش Iran Jahesh
طراحی و ساخت انواع بوستر پمپ‌های آبرسانی آتش نشانی و آبیاری به صورت کاملاً هوشمند
تاسیسات کتاب سال کشور hvac guide book
هر آنچه از صنعت تهویه و تاسیسات می خواهید یکجا بیابید!
تلفن: ۷۷۶۰۷۶۲۲ تلفن: ۷۷۶۰۳۸۸۳



شکل۷: نتایج اندازه‌گیری شده قبل از CC



شکل۸: نتایج اندازه‌گیری شده بعد از CC

هستند.

$$H_d = \sum_{i=1}^{n} a_i \cdot Q_d^i \qquad (۲)$$

پمپ گریز از مرکز که به سیال سرعت داده و سرعت انرژی را به انرژی فشاری تبدیل می‌کند، می‌تواند به‌وسیله یک‌سری از روابط به نام قوانین پیوستگی دسته‌بندی شود. قوانین پیوستگی برای تخمین عملکرد پمپ در سرعت‌های چرخشی مختلف یا قطرهای پیش‌برنده D بر اساس یک پمپ با مشخصات و ویژگی‌های شناخته شده مفید هستند. این قوانین می‌توانند به‌عنوان فرآیندهای مشابه که این قوانین را پیروی می‌کنند تشریح می‌شوند.

• جریان (ظرفیت) با سرعت چرخشی تغییر می‌کند. (یعنی سرعت محیطی پیش‌برنده)

• هد با مجذور سرعت چرخشی تغییر می‌کند.

• ترمز اسب بخار متناسب با مکعب سرعت چرخشی تغییر می‌کند.

وقتی‌که پمپ در سرعت کاهش یافته کار می‌کند، منحنی پمپ را می‌توان براساس معادله (۳) بیان کرد. بر اساس قانون پیوستگی:

$$H = \omega^2 \sum_{i=1}^{n} a_i \cdot \left(\frac{Q}{\omega}\right)^i \qquad (۳)$$

که $w = N / N_d$ و $H=\omega^2 H_d$ و $Q= w\, Q_d$

به‌طور معمول منحنی پمپ می‌تواند با استفاده از معادلات چندجمله‌ای مرتبه ۲ بیان شود. وقتی i=۲ باشد.

$$H = a_0 \overline{\omega}^2 + a_1 \cdot Q\overline{\omega} + a_2 \cdot Q^2 \qquad (۴)$$

با استفاده از یک رگرسیون چند جمله‌ای مرتبه ۲ از منحنی طراحی، جریان آب پمپ و سرعت پمپ اندازه‌گیری شده با معادله

www.takban.com
TAKBAN
بنیانگذار و تنها تولیدکننده بیش از چهل نوع ترموستات حرارتی - شیرهای ترموستاتیک رادیاتور و گازی در ایران
شرکت فراسرد
www.farasardco.com
سردخانه / آیس بانک / چیلر / یخساز قالبی / پکیج سردکننده شیر / تجهیزات برودتی خاص

(۵) قابل پیش بینی است.

$$Q = \frac{-a_1 \cdot \overline{\omega} - \sqrt{a_1^{\,2} \cdot \overline{\omega}^{\,2} - 4 \cdot a_2 \cdot \left(a_0 \overline{\omega}^{\,2} - H\right)}}{2 \cdot a_2} \qquad (۵)$$

ایســـتگاه جریان آب پمپ شـــامل یک ترانســـفورماتور فشار دیفرانســـیلی و ترانســـفورماتور کاهنده ســـرعت پمپ می‌باشـــد. ترانسفورماتور سرعت پمپ با دستورات سامانه کنترل کالیبره شده به VFD جایگزین می‌شـــود. ایســـتگاه جریان آب پمپ می‌تواند با اســـتفاده از EMCS معمولی پیاده‌ســـازی شود. سپس هد پمپ و نرخ جریان آب محاسبه شده با PWS را می‌توان در کنترل سرعت ایستگاه جریان آب پمپ اســـتفاده کرد. تولیدکننده پمپ معمولاً بازدهی‌های مختلف را برای یک طومار داده شـــده رسم می‌کند و انـــدازه پیش‌برنده روی منحنی پمپ، که به طراح کمک می‌کند تا پمپ مناسب را انتخاب کند.

بهتریـــن نقطه بازدهی (BEP) بهینه‌ترین بازده برای این پمپ اســـت. شـــرایط کاری و عملیاتی بالا و پایین ایـــن نقطه بازدهی کمتـــری دارند. هندبـــوک ASHRAE(2000) محدوده‌های بهینه برای اســـتفاده در هنـــگام انتخاب یک پمـــپ گریزازمرکز را ارائه می‌کند.

یـــک محدوده انتخاب از ۶۶ درصد تـــا ۱۱۵ درصد جریان در BEP پیشـــنهاد می‌شود. درجایی‌که امکان دارد پمپ‌ها می‌بایست به‌گونه‌ای انتخاب شـــوند تا در سمت چپ BEP کار کنند، چرا که فشـــار در سامانه‌های واقعی ممکن اســـت کمتر از طراحی بوده و اطلاعات اغراق آمیز و بیشتر برای اصطکاک پمپ و تجهیزات دیگر می‌باشد.

با اســـتفاده از PWS، سپس سرعت پمپ می‌تواند کنترل شود تا همان مقاومت سامانه را به عنوان نقطه عملیاتی طراحی، که اگر پمپ به درســـتی انتخاب شـــود باید نزدیک به BEP باشد، را نگه دارد. در زمان اصلی با استفاده از PWS و تفاوت دمای آب، مصرف انرژی گرمایش و سرمایش ساختمان قابل نمایش و ثبت می‌باشد.

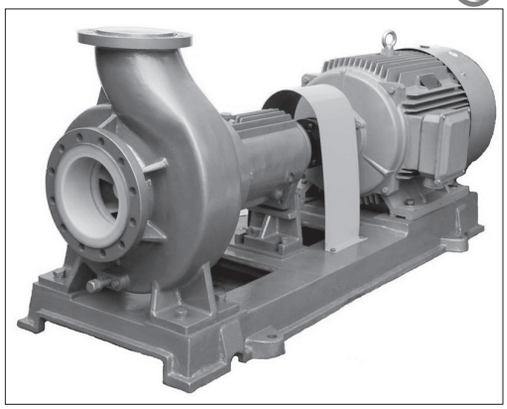
کاربرد PWS در مورد مطالعاتی معرفی خواهد شد.

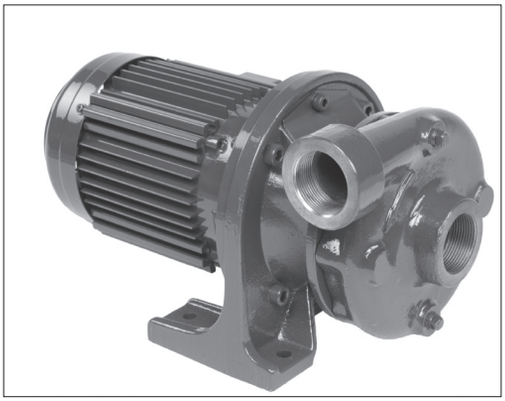
۳- مورد مطالعاتی

یک مورد مطالعاتی روی یک سامانه آب داغ در مقیاس کامل و واقعی انجام می‌شود تا اعتبار تئوری را نشان داده و کنترل سرعت پمپ را بهینه کند. این ســـاختمان در اوهاما نبراسکا واقع است و در ســـال ۱۹۶۰ ساخته شده است. این ســـاختمان اداری ۱۶ برج فروشگاهی و دو ساختمان اضافی فروشگاهی در سمت شرق است. مساحت کلی ۲۱۶۰۰۰ فوت مربع است.

کارخانه مرکزی مجهز به دو چیلر و ۵ دیگ می‌باشد. دیگ‌ها دارای ظرفیـــت گرمایی کلی ۱۱۷۰۰ MBH اســـت. دیگ‌ها برای یک هســـته مرکزی از AHU ها و سامانه‌های گرمایشی آب پیش اندازه‌گیری در قســـمت‌های اضافی شرقی، آب داغ تولید می‌کنند.

www.iranjahesh.com
ایران جهش Iran Jahesh
طراحی و ساخت انواع بوستر پمپ‌های آبرسانی آتش نشانی و آبیاری به صورت کاملاً هوشمند
تاسیسات کتاب سال کشور hvac guide book
هر آنچه از صنعت تهویه و تاسیسات می خواهید یکجا بیابید!
تلفن: ۷۷۶۰۷۶۲۲ تلفن: ۷۷۶۰۳۸۸۳





سامانه آب داغ همچنین برای هسته پیش گرمایشی هوای خارج از طریق یک مبدل گرمایی از AHUS2، گرما فراهم می‌کند. ترانسفورماتورهای فشار روی هر دو طرف قسمت مکش و تخلیه نصب شده‌اند. دقت psi 0.3 ± (0.15%از FS) است. یک نمودار شماتیک از سامانه آب داغ موجود و حسگرها و وسایل اضافه شده در شکل ۱ نشان داده شده است.

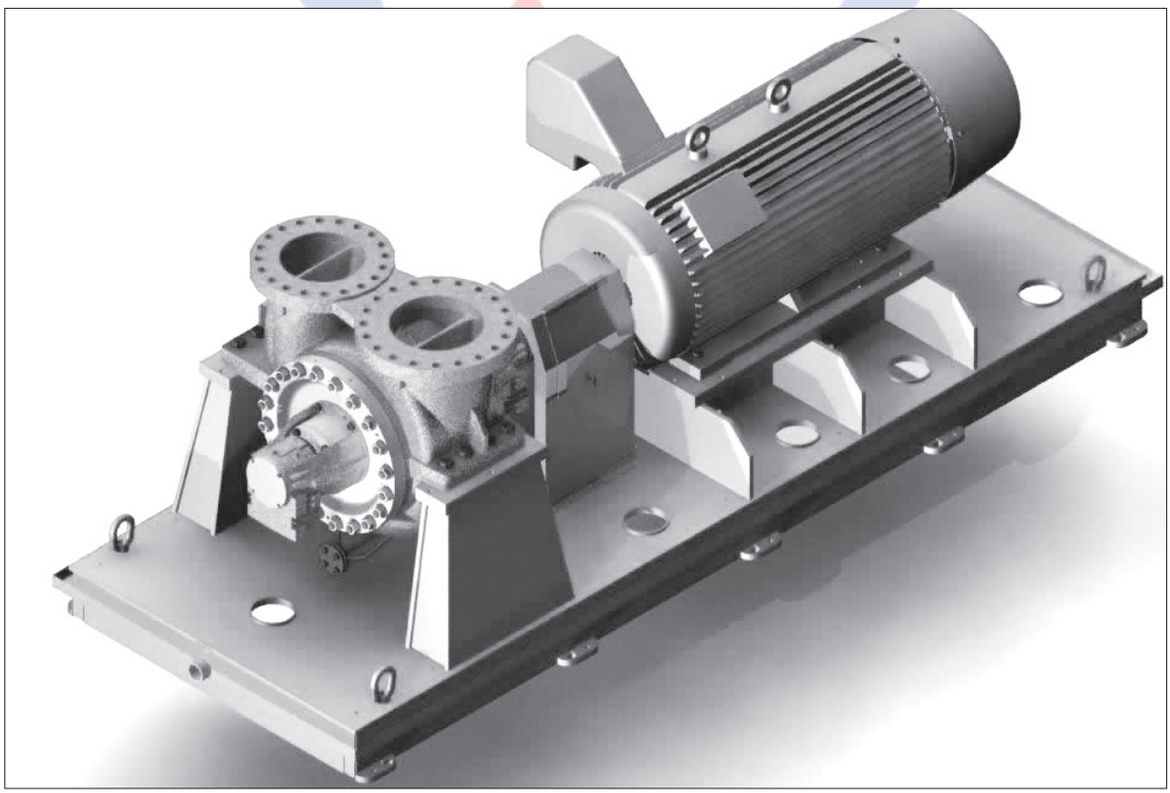
۱- کنترل موجود

وقتی دمای بیرون پایین‌تر از F ۵۷ باشد، دیگ فعال است. دو پمپ آب داغ ثانویه وجود دارد. سرعت پمپ پیشرو تعدیل شده است تا دیفرانسیل فشار حلقه آب داغ را در نقطه تنظیم آن در psi ۱۲ (kpa ۸۳) نگه دارد. وقتی پمپ اول به ۹۰ درصد سرعت خود می‌رسد پمپ پشتیبان فعال خواهد شد. حسگر DP در پنت‌هاوس طبقه شانزدهم است. سامانه گرمایشی لوله‌پره‌ای بال غربی وقتی دمای هوای بیرون کمتر از F ۵۰ باشد، فعال است. اندازه‌گیری‌های مأموریت پیوسته CC در این سامانه پیاده‌سازی می‌شود. اندازه‌گیری CC بزرگ برای سامانه دیگ، PWS را نصب می‌کند.

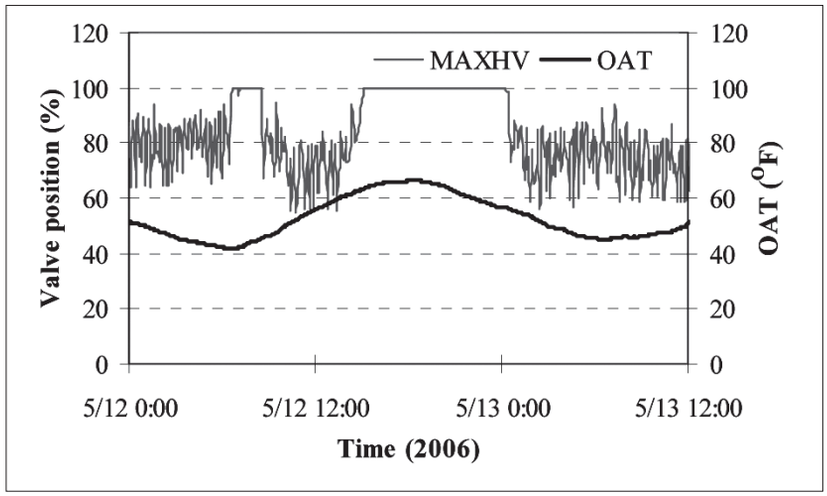
۲- ایستگاه جریان پمپ

ترانسفورماتورهای فشار، پیش از این روی هر دو طرف مکش و تخلیه از دو پمپ آب داغ ثانویه نصب شده‌اند و آنها قبل از پیاده‌سازی ترتیب کنترلی جدید ما کالیبره شده‌اند.

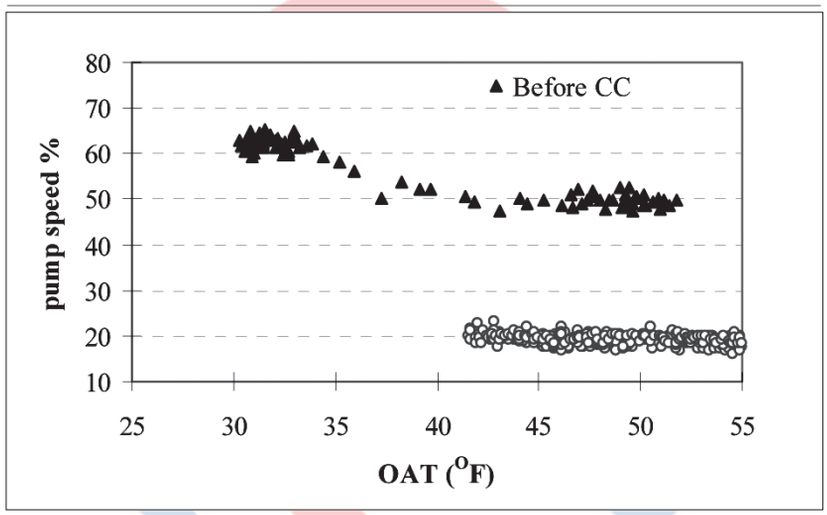
دستور سرعت VFD و هدپمپ را می‌توان از EMCS به‌دست آورد. اگر منحنی پمپ کالیبره شده استفاده شود، جریان آب داغ از طریق پمپ‌های آب داغ ثانویه را می‌توان براساس معادله ۴



www.takban.com
TAKBAN
نگبان کنترل انرژی
بنیانگذار و تنها تولیدکننده بیش از چهل نوع ترموستات حرارتی- شیرهای ترموستاتیک رادیاتور و گازی در ایران
شرکت فراسرد
www.farasardco.com
سردخانه / آیس بانک / چیلر / یخساز قالبی / پکیج سردکننده شیر / تجهیزات برودتی خاص



شکل ۹: موقعیت بیشینه سوپاپ بعد از CC



شکل ۱۰: مقایسه سرعت پمپ

محاسبه کرد.

مصرف انرژی گرمایشـــی ســـاختمان را می‌توان با اســـتفاده از جریان آب داغ محاســـبه شـــده و تفاوت دمـــای آب داغ رفت و برگشتی نمایش داد.

I. ثبت مشخصات پمپ شـــامل: مدل (برای مثال افقی، پمپ نصب بر روی پی، ســـاختار استاندارد)، موتور (برای مثال ۲۵ اسب بخـــار، ۱۸۰۰ RPM، ۳۸۰ ولـــت)، پروانه (بـــرای مثال "۱۰/۷۱)، ظرفیت (برای مثال ۱۰۰ GPM در هد ۱۴۰ متر).

II. فراهـــم کردن منحنـــی پمپ برای تولیدکننده: شـــکل ۲ منحنی پمپ تولیدکننده را نشـــان می‌دهـــد. قطرهای پیش‌برنده برای هر منحنی نشان داده شده است.

III. کالیبراســـیون منحنی پمـــپ: منحنی پمپ تولیدی داده شـــده، منحنی هدکلی اســـت. ســـرعت پمپ ۱۸۰۰ rpm با قطر پیش‌برنده ۱۰/۵ است. بنابراین کالیبراسیون نیاز است.

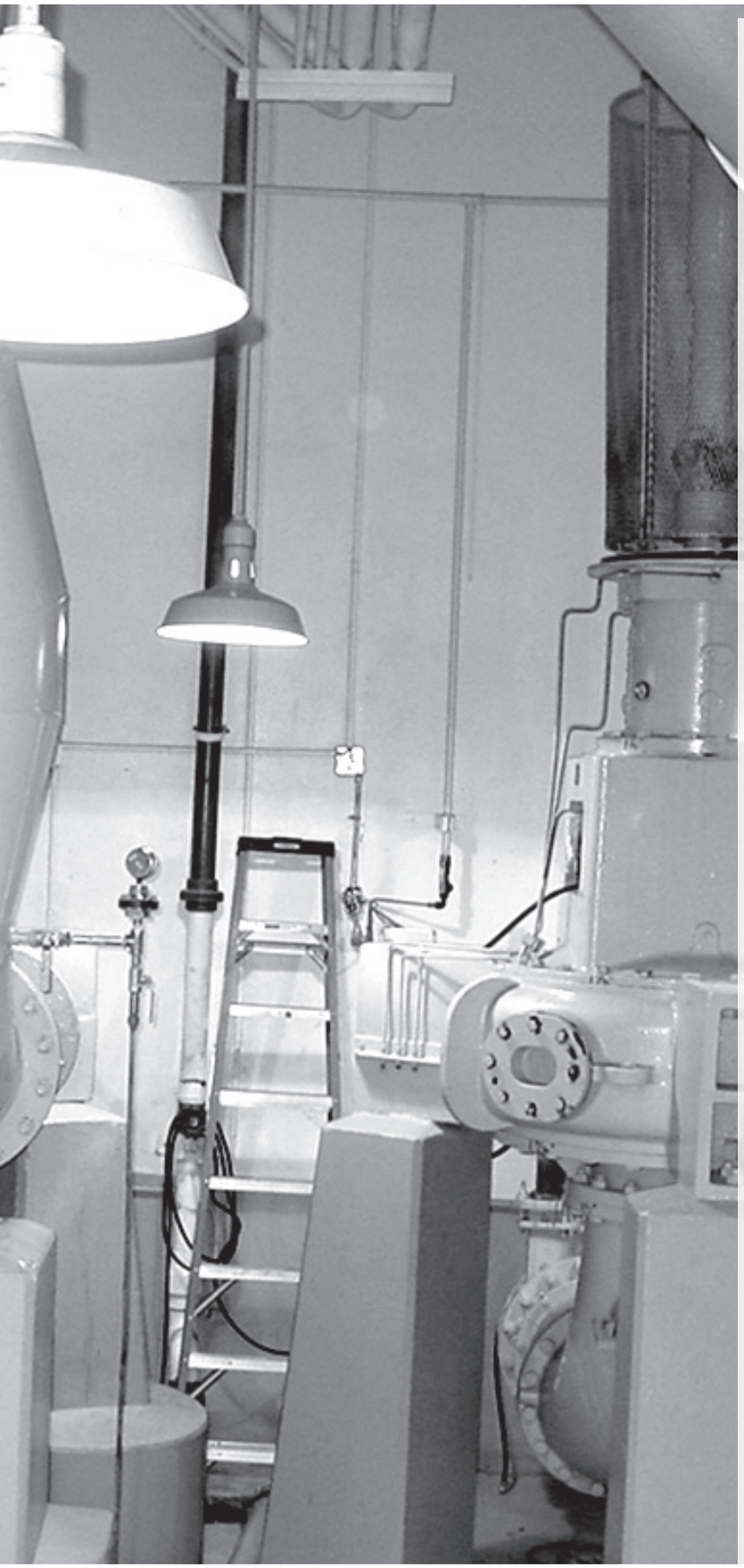
تنظیـــم قطر پیش‌برنـــده و ســـرعت: در ابتدا با اســـتفاده از سرعت‌ســـنج، در حالت سرعت کامل، ســـرعت پمپ اندازه‌گیری می‌شود. سرعت اندازه‌گیری شده واقعی ۱۷۷۸ rpm است. منحنی پمپ در ســـرعت جزئی را می‌توان با اســـتفاده از معادله (۳) رسم کرد. فرض منحنی پمپ در ۱۰/۵ استفاده شده است، منحنی پمپ می‌تواند براســـاس قانون پیوســـتگی که در ادامه می‌آید، استنباط شود.

$$H = a_0\left(\overline{\omega}\overline{D}\right)^2 + a_1 \cdot Q\overline{\omega}\overline{D} + a_2 \cdot Q^2 \qquad (۶)$$

که در آن $\overline{\omega}$ نســـبت ســـرعت ۱۷۷۸/۱۸۰۰ و $\overline{D}$ نسبت قطر است. ۱۰/۵ /۱۰/۷

کالیبراسیون منحنی: Liu (۲۰۰۵) فرایندی را توسعه داد که منحنی دمنده را تولید می‌کند. منحنی پمپ بر اساس فرایندی که توسط Liu توسعه داده شده، اندازه‌گیری می‌شود.

هر آنچه از صنعت تهویه و تاسیسات می خواهید یکجا بیابید!
تلفن: ۷۷۶۰۷۶۲۲
تاسیسات کتاب سال کشور hvac guide book
تلفن: ۷۷۶۰۳۸۸۳
ایران جهش Iran Jahesh
www.iranjahesh.com
طراحی و ساخت انواع بوستر پمپ‌های آبرسانی آتش نشانی و آبیاری به صورت کاملاً هوشمند



منحنی می‌تواند به این صورت بیان شود:

$H=-0.6769\ Q^2 + 0.3329Q+1.0363$

در سرعت کامل ۱۷۷۸ rpm. که برای معادله (۴) در آن:

$a_0=1.0363, a_1=0.3329, a_2= -0.67691$

سپس نرخ جریان آب واقعی با استفاده از این ضرایب و معادله (۴) در شرایط سرعت جزئی، به آسانی محاسبه می‌شود.

۳- کاربرد I: نمایش مصرف انرژی گرمایی

تمام پارامترها شامل OAT، سرعت پمپ، هد پمپ و جریان اب پمپ محاسبه شده با PWS هر ۱۵ دقیقه ثبت و ضبط می‌شود. شکل GPM4 اندازه‌گیری شده و ایجاد آب گرم و دمای بازگشتی را نشان می‌دهد.(توجه کنید که دو نمودار در محدوده‌های زمانی مختلف است. شکل ۴ و ۵ نشان می‌دهد که نرخ جریان آب پمپ و مصرف انرژی گرمایشی می‌تواند به‌صورت پیوسته و با قابلیت اطمینان اندازه‌گیری شده و محاسبه شود.)

۴- کاربردII، کنترل بهینه سرعت پمپ ها:

آب طراحی شده gpm ۵۶۰ در ۱۰۰ فوت هد است. مقدار بی بعد S، ۱ است. بر اساس منحنی عملکرد پمپ در شکل ۳، بالاترین بازده پمپ ۸۱ درصد است.

بنابراین سرعت پمپ می‌تواند کنترل شود تا S =۱/۲ را در سرعت جزئی با ۰/۲۵± در محدوده قرار دهد. پمپ ثانویه با استفاده از ترتیب کنترل قدیمی‌از ۵/۱۴ تا ۵/۱۵ با ۴۹۰ ست دیتای کلی عمل کرده است (قبل از CC) و با استفاده از ترتیب کنترل جدید (بعد از CC) از ۵/۱۲ تا ۵/۱۳ و با ۵۱۳ ست دیتای کلی کار کرده است. دمای هوای بیرون در محدوده مشابه از F ۴۵ (C ۷/۲) تا F ۶۵ (C ۱۸/۳) برای این دو دوره است. تمام پارامترها شامل OAT، سرعت پمپ، هد پمپ، و جریان آب محاسبه شده با PWS هر ۱۵دقیقه ثبت و ضبط شده است. شکل ۶ نتایج اندازه‌گیری شده را برای این دو ترتیب کنترل مقایسه کرده است. و نشان می‌دهد که پمپ در ناحیه ناپایداری با بازدهی کمتر از ۶۰ درصد در اکثر اوقات ، قبل از CC در حال کار کردن بوده است. پمپ بین ۴۵ درصد تا ۵۰ درصد سرعت قبل از CC عمل کرده است. بعد از پیاده‌سازی ترتیب کنترل جدید بازدهی پمپ به محدوده ۷۷ درصد تا ۸۱ درصد به‌وسیله کنترل مقاومت سامانه در شرایط

www.takban.com
تکبان کنترل انرژی
TAKBAN
بنیانگذار و تنها تولیدکننده بیش از چهل نوع ترموستات حرارتی- شیرهای ترموستاتیک رادیاتور و گازی در ایران
www.farasardco.com
شرکت فراسرد
سردخانه / آیس بانک / چیلر / یخساز قالبی / پکیج سردکننده شیر / تجهیزات برودتی خاص

طراحـی افزایش پیدا کرده اسـت. و سـرعت پمپ به محـدوده ۱۶/۷ درصد تا ۲۵ درصـد کاهش پیدا کرده است.شـکل ۷ و ۸ نتایج اندازه‌گیری بزرگ شده را قبل و بعد از پیاده‌سـازی ترتیب کنترل جدید نشان می‌دهد. شـکل‌های ۶ تا ۸ ترتیب و تابعیت کنترل جدید، کنترل سرعت پمپ نشـان می‌دهند که مقاومت طراحی سامانه را (BEP) با اسـتفاده از PWS می‌تواند بازدهی پمپ را افزایش داده و سـرعت پمپ را به‌طـور قابل ملاحظه‌ای کاهش دهد و بالاخـره می‌تواند قدرت و انرژی پمپ را ذخیـره کند. قبل از اندازه‌گیری CC، بیشـینه موقعیت سـوپاپ خنک‌کننـده هرگـز از ۵۵ درصد بازشـدگی تجـاوز نمی‌کنـد. شـکل ۹ بیشـینه موقعیت سـوپاپ خنک‌کننـده را بعد از پیاده‌سـازی ترتیب کنترل جدید نشـان می‌دهد. آن نشان می‌دهد که بیشـینه موقعیت سـوپاپ خنک‌کننده تقریباً ۸۰ درصد بازشـدگی بوده اسـت.(به‌طور میانگین ۸۲/۳ درصد) سـوپاپ‌های آب خنـک به‌طور کامل در شـب از ۵/۱۲ باز بودند، چراکه دیگ در آن زمان خاموش بوده اسـت. شکل ۱۰ سرعت پمـپ را در برابـر دمای هـوای بیرونی قبـل و بعد از اندازه‌گیـری CC مقایسـه کـرده و نشـان می‌دهد که ترتیـب کنترل جدید می‌تواند سـرعت پمپ را بیش از ۳۰ درصـد کاهش دهـد. وقتی OAT بیـش از $40\ F^{o}$ باشـد. ما اطلاعاتی درباره‌ی سـرعت پمپ وقتی OAT زیر $40\ F^{o}$ و بعد از CC باشـد، نداریم.

با اسـتفاده از روش کنترل قدیم تفاوت دمای میانگین آب داغ رفت و برگشتی $33\ F^{o}$ بود. بعد از پیاده‌سازی سامانه و ترتیب کنترل جدید، تفاوت دمای میانگین آب داغ رفت و برگشتی بیش از $45\ F^{o}$ بود.

۴- نتیجه‌گیری

این مقاله دیدگاهی نو از انرژی ساختمان و روش کنترل سـرعت پمپ را ارائه می‌کند. سرعت پمپ کنترل می‌شود تا مقاومت سـامانه را در یک مقدار بهینه نگه دارد تا به بهترین بازدهی پمپ نزدیک شـده و انرژی و قدرت پمپ را ذخیره کند. مقاومت سامانه می‌تواند به‌وسیله هد پمپ و نرخ جریان آب محاسـبه شـده به‌وسـیله یک روش اندازه‌گیری جدید جریان آب به نام ایسـتگاه جریان آب پمپ، به‌دسـت آید و آن اخیراً توسعه داده شـده است تا مصرف انرژی ساختمان را نشـان دهد و کنترل سرعت پمپ ثانویه را بهینه کند. این روش نرخ جریان آب را بر اساس هد پمپ اندازه‌گیری شده،

هر آنچه از صنعت تهویه و تاسیسات می خواهید یکجا بیابید!
تلفن: ۷۷۶۰۷۶۲۲
تاسیسات کتاب سال کشور hvac guide book
تلفن: ۷۷۶۰۳۸۸۳
ایران جهش Iran Jahesh
www.iranjahesh.com
طراحی و ساخت انواع بوستر پمپ‌های آبرسانی آتش نشانی و آبیاری به صورت کاملاً هوشمند

سرعت پمپ و منحنی عملکرد پمپ تولیدکننده محاسبه می‌کند. سرعت پمپ کنترل می‌شود تا همان مقدار مقاومت سامانه را به‌عنوان شرایط طراحی با استفاده از PWS و هد پمپ اندازه‌گیری شده، نگه دارد. این روش دقیق و قابل اطمینان بوده و برای نصب ارزان‌تر است و هزینه‌های نگه‌داری را نیاز ندارد.

مورد مطالعاتی نشان می‌دهد که PWS به ارزیابی و بهینه‌سازی سامانه کمک می‌کند، تا در بهترین ناحیه بازدهی کار کرده و سرعت پمپ را به‌طور قابل ملاحظه‌ای در مقایسه با روش معمول کنترل سرعت پمپ با استفاده از کنترل DP، کاهش دهد.

نتایج نشان می‌دهند که PWS می‌تواند نرخ جریان آب را اندازه‌گیری کرده و مصرف انرژی را به‌طور پیوسته نمایش دهد. و این روش اندازه‌گیری برای به‌کار بردن و پیاده‌سازی بسیار ساده است و تقریباً هیچ هزینه‌ای برای نگه‌داری نداشته و پول، زمان و نیروی کار زیادی را می‌تواند ذخیره کند. علاوه بر این بازده پمپ افزایش یافته و سرعت پمپ به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافته است. این در حالی است که سامانه آب داغ به‌خوبی می‌تواند کار کند.

www.farasardco.com شرکت فراسرد
سردخانه / آیس بانک / چیلر / یخساز قالبی / پکیج سردکننده شیر / تجهیزات برودتی خاص
www.takban.com TAKBAN نگبان کنترل انرژی
بنیانگذار و تنها تولیدکننده بیش از چهل نوع ترموستات حرارتی - شیرهای ترموستاتیک رادیاتور و گازی در ایران