استفاده از تکنیک فراصوت جهت کاهش میزان مصرف و هزینه های تولید آب در بویلرهای نیروگاه قم

محمد امید اصغری، کارشناس ارشد، مهندسی برق قدرت، شرکت بهره برداری و تعمیرات نیروگاه صبا،

e-mail: momid1371@gmail.com

چکیده

امروزه با توجه به موقعیت اقلیمی کشور ایران و خشکسالی های اخیر و نیز مراحل و هزینه های تولید آب مورد نیاز برای مراکز صنعتی نظیر نیروگاه ها، مصرف بهینه این سرمایه ملی اهمیت بسیار زیادی یافته است. یکی از منابع هدر رفت آب به خصوص در نیروگاه ها نشتی داخلی والوهای آب و بخار بویلرها می باشد. از این رو، استفاده از تکنیک های پایش وضعیت جهت تعیین وضعیت این والوها امری ضروری است. با پیشرفت تکنیک های پایش وضعیت، روش های متنوعی برای پایش وضعیت والوهای صنعتی به وجود آمده است. یکی از موثرترین این روش ها استفاده از آنالیز فراصوت است.در این مقاله سعی می کنیم اثرگذاری اقتصادی استفاده از تکنیک پایش وضعیت فراصوت در تعیین وضعیت وجود نشتی داخلی یا پسینگ در والوها و تله های بخار نیروگاه سیکل ترکیبی قم در جهت کاهش مصرف بیهوده آب را نشان دهیم. همان گونه که مشاهده خواهد شد، نشتی یابی داخلی والوها علاوه بر جلوگیری از مصرف بیهوده این سرمایه ملی و جلوگیری از تکرار فرآیند تولید مجدد، در مدت زمان کوتاهی تمامی هزینه های رفع نشتی را نیز بازگشت خواهد داد.

کلید واژه‌ها:پایش وضعیت ، فراصوت[1] ، والو و تله بخار ، نشتی داخلی، مصرف بهینه آب

مقدمه

امروزه پیاده سازی سیستم های نت پیش بینانه در مراکز صنعتی به دلیل قابلیت ها و توانمندی های بسیار زیاد آن کاملا توجیه اقتصادی پیدا کرده است. استفاده از این تکنیک ها در کنار یکدیگر و بهره گیری از مزایای هریک در ترکیب با هم توانمندی این سیستم ها را افزایش می دهد.

[1]Ultrasound

یکی از این تکنیک ها ، تکنیک فراصوت است که می تواند وجود عیب یا خطا را در مراحل اولیه خرابی تشخیص دهد. از مزایای دیگر این تکنیک تحلیل ساده تر و سرعت بالاتر عیب یابی آن به خصوص در تجهیزاتی مانند والوها و تله های بخار است.

بیان مساله

به دنبال بالا رفتن میزان مصرف آب در بویلرهای نیروگاه سیکل ترکیبی قم در سال ۱۳۹۶، گروه CM نیروگاه که مسئولیت پایش وضعیت تجهیزات مختلف و شناسایی عیوب آن ها به کمک ابزارها و تکنیک های مختلف پایش وضعیت را بر عهده دارد، جهت یافتن محل این هدر رفت دست به کار می شود. با بررسی موارد مختلف و استفاده از تکنیک های مختلف نظیر ترموگرافی و ... منبع اصلی این هدر رفت ، نشتی داخلی والوهای آب و بخار تشخیص داده می شود.

درصد زیادی از والوهای بویلر مربوط به والوهای درین بویلر می باشند که جهت تخلیه آب درام ها و هارپ ها جهت اهدافی نظیر کنترل سطح درام ها، ایزوله و ... است. ولی این والوها عموما در حالت بهره برداری عادی در وضعیت بسته قرار دارند یا گاهی اوقات جهت کنترل شیمیایی مخازن و درام ها جریان کمی را از خود عبور می دهند. حال اگر میزان عبور جریان در این والوها کنترل نشود یا به عبارت دیگر، جریان آب عبوری از آن ها بیش از مقدار مورد نیاز باشد، سبب هدر رفت و افزایش میزان مصرف آب دمین خواهد شد. اگرچه، بخشی از این آب دوباره به چرخه بر می گردد ولی، لازم است فرآیند تولید مجددا بر روی آن انجام پذیرد که مستلزم صرف هزینه بالایی است. از طرفی، بخشی از این والوها مربوط به والوهای ونت درام ها و لوله ها بودند که در صورت وجود نشتی داخلی حجم زیادی از آب به صورت بخار تلف می شود. در این مقاله سعی شده است که ارزش حاصل از فروش این آب نشان داده شود. اگرچه، هزینه های تولید اضافی انجام شده بر روی مقدار آب اضافه ی مصرف شده بسیار بالاتر از قیمت فروش آب است.

تصمیم و اقدام

با توجه به تعداد زیاد والوها تعیین دقیق والوهای معیوب کمی چالشی شده لذا گروه CM تصمیم به استفاده از ابزاری دقیق تر و مطمئن تر (تکنیک فراصوت) جهت تعیین والوهای معیوب می گیرد.

تکنیک آنالیز فراصوت

فراصوت واژه ای است که برای توصیف صوت های با فرکانس بالای ۲۰۰۰۰ هرتز که فراتر از محدوده قابل شنیدن انسان می باشد به کار می رود. فرکانس های ۱ تا ۳۰ مگاهرتز معمولا برای عیب یابی فراصوت استفاده می شود .

آنالیزفراصوت از طریق آنالیز امواج فراصوت منعکس شده که توسط ساختار داخل بدنه ساخته می شوند انجام می شود. کریستال های پیزوالکتریک می توانند فشار مکانیکی بر روی سطحشان را به ولتاژ الکتریکی تبدیل نمایند و به طور عکس، ولتاژ اعمال شده در جهت مخالف به پیزوالکتریک باعث تغییر در ضخامت کریستال های آن می گردد. اگر ولتاژ الکتریکی اعمال شده متناوب باشد، نوساناتی را به عنوان امواج فراصوت به محیط واسطه القا و ارسال می کند. لذا، کریستال پیزوالکتریک به عنوان یک ترانسدیوسر عمل

کرده و انرژی الکتریکی را به مکانیکی تبدیل می نماید و هم چنین می تواند انرژی مکانیکی را نیز به الکتریکی تبدیل نماید. عموما فراصوت به صورت پالس های بسیار کوتاه فرستاده شده و همان پیزوالکتریک در سایر مواقع حکم دریافت کننده را دارد. (Thmpson, G.و Zolkiewski, G.، ۱۹۹۷)

نقش فراصوت در عیب یابی والوها

نشتی داخلی والوهای آب و بخار یکی از مشکلاتی است که یک محیط صنعتی را می تواند با هزینه های فراوانی رو به رو سازد. بررسی پروفیل دمای بدنه والو بخار فقط بخش کوچکی از پایش های مورد نیاز آن هاست و اتکا به این روش به تنهایی ناکافی است. قابل اعتمادترین روش تست برای شناسایی کردن نشتی بخار یا آب داغ داخلی، تست فراصوت در فرکانس های بالا (بالای ۲۵ کیلوهرتز) است. هر روش تستی مزایا و معایب خاص خود را دارد ولی فراصوت سادگی و دقت ۹۸ درصد در کاربردهای خاص خود را دارد. نشتی داخلی (پسینگ) در والوها باعث اغتشاش (فلوی سرعت) در نشیمن والو خواهد شد. نشتی مقداری فراصوت فرکانس بالا تولید خواهد کرد. اگر والوی نشتی داخلی داشته باشد، موج فراصوت از طریق سطح خارجی بدنه والو و لوله به دستگاه اپراتور منتقل می شود. نقاط تست مورد نیاز روی پایپینگ، بالادست و پایین دست والو نشان خواهد داد که آیا موج فراصوت از منابع دیگری به غیر از ولو مورد تست سرچشمه می گیرد یا خیر؟ نقطه تست بدنه والو پایین دست مکانیزم والو (بال،پلاگ،کیج،باترفلای و ...) و ناحیه نشیمن والو قرار دارد.

فاصله بین نقاط تست بالادست و پایین دست پایپینگ به والو و سایز پایپینگ بستگی دارد. به عنوان یک قانون کلی نقطه تست نخست باید حدود ۱۰ اینچ دور از والو باشد و دومی باید حدود ۲۴ اینچی باشد. این ابعاد بسته به شکل و اندازه پایپینگ متغیر است. (Musa, J.A, 2002)

وقتی والوها یا تله های بخار خراب شده یا نشتی پیدا می کنند، به طرق مختلف سبب تحمیل هزینه بر سیستم می شوند از جمله: کیفیت تولید، ایمنی و اتلاف انرژی.

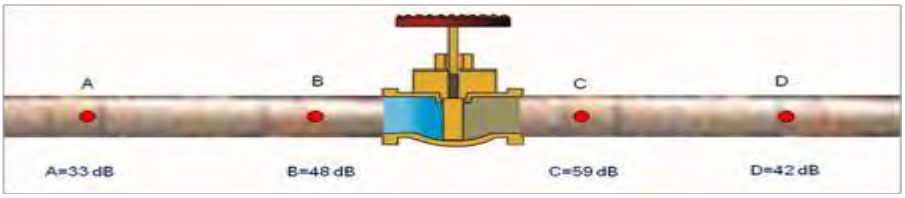
عملکرد والو بر روی مسیر عبور سیال تاثیر می گذارد. به کمک تست فراصوت می توان وضعیت والوها را به صورت آنلاین ارزیابی نمود.

نحوه تشخیص نشتی با فراصوت

سیالی که از سمت فشار بالای والو به سمت فشار پایین جاری می شود تولید اغتشاش می نماید. این اغتشاش تولید فراصوت می نماید که توسط پروب فراصوت شناسایی می شود و با تبدیل های خاص به رنج قابل شنیدن، تبدیل می شود.این فراصوت ها توسط هدفون شنیده می شوند و شدت آن ها نیز نمایش داده می شود. تنظیمات فرکانس بالا این اجازه را به کاربر می دهد تا تفاوت ها در ویسکوزیته سیال (آب ، بخار و ...) را تنظیم کرده و هر نویز منتقل شده از لوله ها را حذف نماید. (Wagner, H, 2005)

در این جا پیش از اندازه گیری اولتراسونیک لازم است ابتدا ضخامت بالادست و پایین دست جریان والو بررسی شود. هم چنین آخرین زمان باز و بسته بودن والوها نیز بررسی گردد زیرا، بر میزان اختلاف فاز در لحظه انجام تست اثر دارد. لذا، در وهله اول بایستی از بسته بودن والوها اطمینان پیدا نمود. در ادامه بایستی عایق بالادست و پایین دست جریان را حذف نمود و نیز برای شنیدن نویزها در محل اتصال با لوله ها حفره هایی در عایق ایجاد نمود.اندازه گیری های بالادست و پایین دست پایپینگ، میزان شار عبوری را مشخص می کند و اندازه گیری بر روی بدنه یا دسته والو، به سادگی وجود نشتی داخلی در والو یا وجود تخریب در نشیمن والو را نشان می دهد.

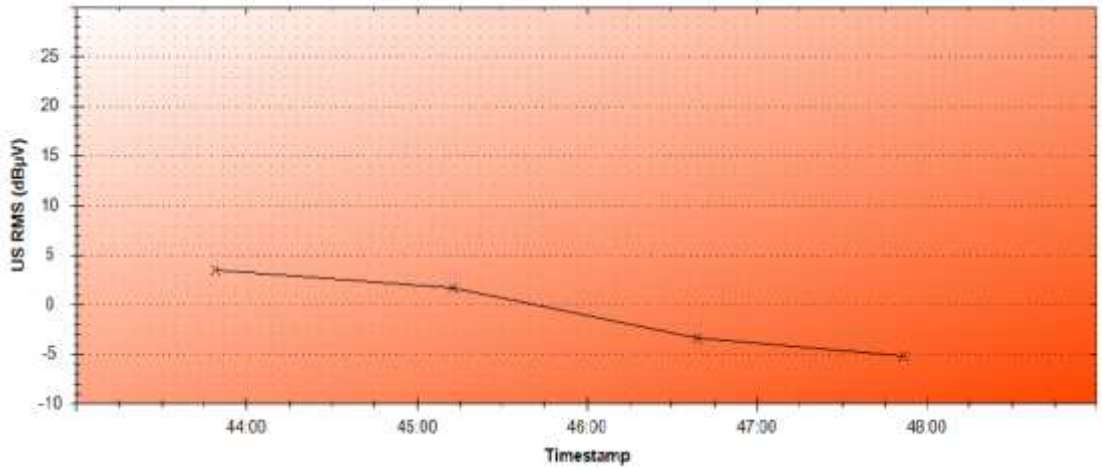
جهت تعیین نشتی داخلی یک والو در موقعیت بسته بودن، می توان به صدای جریان سیال گوش داد. برای شناسایی سطوح نشتی جزئی تر یا والوهای نصب شده در محیط های پرسر و صدا، ما از تکنیک ABCD جهت تایید وجود نشتی داخلی استفاده می نماییم. شکل۱ نقاط اندازه گیری فراصوت را با تکنیک ABCD نشان می دهد.



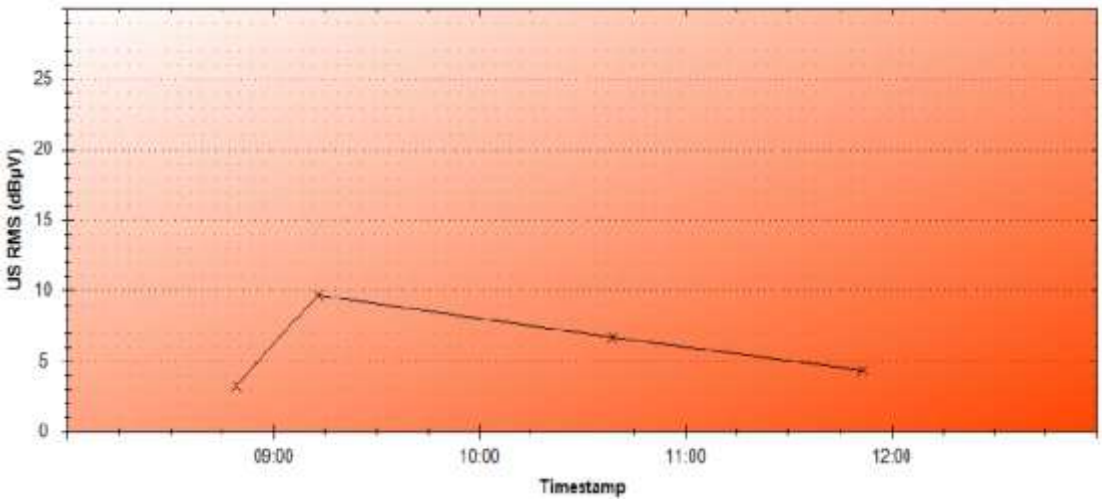
شکل ۱- نقاط اندازه گیری تست اولتراسونیک وجود نشتی داخلی والوها

ابزارهای تشخیص ما می تواند یک تجهیز ساده آنالوگ باشد یا یک تجهیز دیجیتالی دارای یک ترمومتر مادون قرمز غیر تماسی، آنالیزور صدا و خواص ثبت وقایع باشد.(Puttmer, A. و Rajaraman, V.،۲۰۰۷)

در حالت کلی به منظور تشخیص عیب در والوها یا وجود نشتی داخلی در آن ها، نیاز به چهار نقطه اندازه گیری در حالت بسته بودن کامل والو است. نقطه اول قبل از والو، نقطه دوم بر روی بدنه والو، نقاط سوم و چهارم نیز پس از والو قرار می گیرند. در صورتی که دامنه نقاط اندازه گیری شده از نقطه اول تا چهارم یک روند نزولی منطقی را طی نمایند می توان نتیجه گرفت که به احتمال زیاد عملکرد والو درست است. اما چنان چه دامنه فراصوت بر روی بدنه والو نسبت به نقطه پیش از والو، افزایش داشته باشد وجود نشتی داخلی (پسینگ) با احتمال بالا تایید می شود اگر چه ممکن است در نقاط پس از والو مجددا به علت دور شدن از محل وجود نشتی داخلی این دامنه روند نزولی خود را طی نماید. اشکال ۲ و ۳ به ترتیب یک والو سالم و یک والو دارای نشتی داخلی را در نقاط مذکور نشان می دهد.



شکل ۲- مشخصه عملکرد یک والو سالم



شکل ۳- مشخصه عملکرد یک والو معیوب

پیامدها و دستاوردها

به دنبال تقاضای گروه محترم بهره برداری نیروگاه سیکل ترکیبی قم، لیستی از مهم ترین والوها و تله های بخار در فرآیند با همکاری بهره برداری و گروه CM تهیه گردید و تکنیک فراصوت جهت عیب یابی والوها به کار گرفته شد. تعداد والوهای معیوب مشخص شده به کمک تست فراصوت در جدول ۱ لیست شده اند.

جدول ۱- تعداد والوهای معیوب

نام بویلر	تعداد والو معیوب
HRSG11	17
HRSG12	17
HRSG21	10
HRSG22	14

بنابراین در تعمیرات دوره ای نیمه دوم سال ۱۳۹۶ تمامی والوها تعویض گردید.

بررسی اثر تعویض والوهای بویلرها بر روی آب مصرفی

ما در این جا سعی می کنیم ارزش حاصل از فروش این آب را نشان دهیم اگرچه، هزینه های تولید اضافی انجام شده بر روی مقدار آب اضافه ی مصرف شده بسیار بالاتر از قیمت فروش آب است.

با تعویض این والوها میزان مصرف آب دمین به حد قابل توجهی کاهش داشت. جدول ۲، میزان مصرف آب دمین واحد های بخار S10 و S20 را در دو مقطع زمانی یکسان از سال ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ با شرایط یکسان نشان می دهد. (اصغری،م.ا، سال های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷)

جدول 2- میزان مصرف آب

مقطع زمانی	متوسط مصرف آب دمین S10 وS20 (m^3/day)
سال ۹۶ پیش از تعویض والوها	۳۲۰
سال ۹۷ پس از تعویض والوها	۱۷۲

همان طور که در جدول ۲ نشان داده شده است، حدود ۱۴۸ مترمکعب بر روز مصرف آب کاهش داشته است. حال برای آن که ارزش این میزان کاهش مصرف آب بیشتر مشخص شود، شرایط زیر را در نظر بگیرید.

همان گونه که می دانید، آب دمین با کیفیت پس از طی مراحل سخت و دشوار به دست می آید. اگر از مسائل زیست محیطی مصرف بی رویه آب ناشی از تبخیر بی مورد در ونت ها یا درین و تخلیه بی مورد در گذریم توجه به این نکته حائز اهمیت است که، متاسفانه به دلیل خشکسالی های سال های گذشته سطح آب های زیر زمینی و چاه ها کاهش داشته اند. به ناچار برخی پلنت های صنعتی آب دمین مورد نیاز خود را خریداری می نمایند. در جدول۳ ارزش ریالی فروش حجم آب صرفه جویی شده محاسبه شده است. این ارقام در صورتی است که هزینه تولید هر لیتر آب دمین به مراتب بیشتر از قیمت فروش آن است.

جدول 3- میزان ارزش ریالی صرفه جویی آب

قیمت هر لیتر آب دمین (ریال)	۲۰۰۰
میزان آب صرفه جویی شده در هر روز (متر مکعب)	۱۴۸
هزینه تعویض والوها	۷۰۰۰۰۰۰۰۰
ارزش صرفه جویی در هر روز (ریال)	۱۰۰۰*۲۰۰۰*۱۷۲= 344000000

همان گونه که در جدول ۳ مشاهده می شود، ارزش حاصل از فروش میزان آب صرفه جویی شده بسیار بیشتر از آن چیزی است که ما تصور می کنیم به گونه ای که سرمایه اولیه ناشی از خرید و نصب والوهای جدید در طی چند روز جبران می شود و سرمایه باز می گردد.

نتیجه گیری

کاهش مصرف آب به یکی از الزامات زندگی امروز تبدیل گشته است. صرفه جویی در مصرف آب علاوه بر این که از آسیب بیشتر به منابع آب های زیرزمینی باعث هدر رفتن بخشی از هزینه های تولید می شود. در ان مقاله سعی شد نشان دهیم اگرچه با هدر رفت آب بخشی از آن دوباره به چرخه بر می گردد و باید هزینه های تولید مجددا برای آن تکرار گردد که این هزینه ها به مراتب بیشتر از قیمت فروش آن آب است ولی تنها ارزش ریالی آب دمین حاصله به قدری است که می تواند به سرعت هزینه های ناشی از رفع نشتی ها و پسینگ ها را جبران نماید.

منابع

اصغری، م.ا.(۱۳۹۶و ۱۳۹۷)،" مدارک و مستندات گروه CM نیروگاه قم".

Wagner, H. (2005), “Ultrasonic spots leaky valves”, *International Society Of Automation*.

Thompson, G. and Zolkiewski, G., “An experimental investigation into the detection of internal leakage of gases through valves by vibration analysis,” *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part: E*, vol. 211, no. 3, pp. 195–207, 1997.

Puttmer, A. and Rajaraman, V. “P3F-6 acoustic emission based¨ online valve leak detection and testing,” in *Proceedings of the IEEE Ultrasonic Symposium (IUS ’07)*, pp. 1854–1857, IEEE ,October 2007.

Musa, J.A, “*Application of acoustic emission (AE) technique in various material ,*” in University Malaysia Sarawak, 2002.