

بررسی بکارگیری مدار بازیاب در سروموتورهای شیرهای پروانه ای برای جبران کمبود روغن در تانک فشار - مطالعه موردی نیروگاه دز

ایمان جعفری^۱، احسان نجف پور^۲، حسن بصیرت تبریزی^۳

۱- شرکت نصب، تعمیر و نگهداری نیروگاههای برق آبی خوزستان

۲- مربی گروه فنی و مهندسی - دانشگاه پیام نور

۳- دانشکده فنی و مهندسی - دانشگاه صنعتی امیرکبیر

چکیده

در این تحقیق بکارگیری مدار بازیاب در سیستم هیدرولیک شیرهای پروانه ای نیروگاه دز به منظور جبران کمبود روغن مورد ارزیابی قرار گرفته است. لذا نیاز به روغن کافی برای سه مرحله عملکرد پی در پی پس از بهینه سازی نیروگاه و اضافه شدن حالت کندانس سنکرون به شرایط بهره برداری مطرح گردیده است. نتایج حاکی از آن است که در شرایط نیروگاه دز از نظر فضای در دسترس و محدودیت های تعیین شده در تولید واحد برق آبی استفاده از مدار بازیاب می تواند به عنوان یکی از بهترین روش های موجود برای ایجاد امکان سه مرحله عملکرد پی در پی شیر پروانه ای مطرح گردد.

واژه های کلیدی: نیروگاه آبی- سیستم هیدرولیک شیر پروانه ای- سروموتورهای رفت و برگشتی- مدار بازیاب

مقدمه

بزرگترین شیرهای پروانه ای در نیروگاههای برق آبی یافت می شوند. این شیرها در دهانه ورودی محفظه حلزونی و در انتهای پنستاک نصب می شوند. معمولاً سیستم محرکه هیدرولیکی این شیرها مجهز به وزنه مخالف برای ایجاد گشتاور لازم در خلال بستن شیر می باشند. وزنه مخالف امکان بستن شیرها را در شرایط اضطراری در حداقل زمان ممکن تضمین می کند. اما در عین حال سیستم های هیدرولیک قدیمی فاقد وزنه مخالف همچنان در نیروگاههای آبی وجود دارند. به عنوان مثال دو نمونه با طراحی متفاوت در واحدهای ۱ تا ۴ و ۵ تا ۸ نیروگاه دز نصب شده است. معمولاً پس از اجرای طرح های بهینه سازی نیروگاههای برق آبی تغییر در شرایط کاری و به تبع آن تغییر در طراحی سیستم های اصلی و جانبی اجتناب ناپذیر است. در این تحقیق بررسی استفاده از مدار بازیاب به عنوان یکی از روش های جبران کننده کمبود روغن در تانک فشار برای سروموتورهای شیرهای پروانه ای واحدهای ۱ تا ۴ نیروگاه دز ارائه شده است.

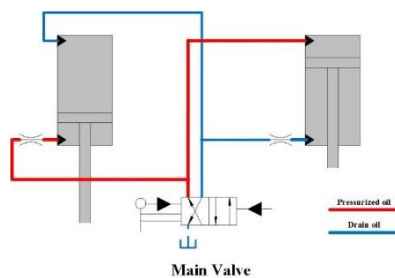
سیستم هیدرولیک نصب شده در واحدهای مذکور برای طی دو مرحله عملکرد پی در پی طراحی شده اند و چنانچه تحت شرایط خاص بهره برداری از نیروگاه (حالت کندانس سنکرون) سه مرحله عملکرد پی در پی شیر پروانه ای نیاز باشد، روغن موجود در تانک فشار جوابگوی نیاز سیستم هیدرولیک نخواهد بود [۱]. بر این اساس، مدار بازیاب به عنوان یک راه حل با حداقل ایجاد تغییرات ساختاری و محدودیت های بهره برداری مورد ارزیابی قرار گرفته است.

سیستم عملکرد شیر پروانه ای

سیستم هیدرولیک شیرهای پروانه ای واحدهای ۱ تا ۴ نیروگاه دز دارای سروموتورهای با عملکرد دو طرفه (رفت و برگشتی) و بدون استفاده از وزنه مخالف (Counter Weight) می باشند. این سروموتورها از طریق یک بازو به یکدیگر متصل هستند. جدول (۱) مشخصات سیستم هیدرولیک شیرهای پروانه ای و شکل (۱) طرح شماتیک مکانیزم عملکرد شیرهای پروانه ای نیروگاه دز در ابتدای فرآیند بستن را نشان می دهد.

جدول (۱): مشخصات سیستم هیدرولیک شیر پروانه ای

۴۹۸۰ Lit	حجم تانک ذخیره	۴۷-۵۰ Kg/cm ²	فشار کارکرد سیستم
۱۵۷۰ Lit	حجم روغن برای باز و بست شیر	۵۰ Kg/cm ²	فشار ماکزیم نرمال
۳-۵ دقیقه	زمان بستن شیر	۴۷ Kg/cm ²	فشار مینیمم نرمال
۲ دقیقه	زمان باز شدن شیر	۳۰ Kg/cm ²	فشار هشدار
۳۰ Lit/min	دبی پمپ تغذیه	۵۰۸۴ Lit	حجم تانک فشار



شکل (۱): طرح شماتیک سیستم هیدرولیک شیرهای پروانه ای

شرایط خاص بهره برداری

منظور از شرایط خاص، اضافه شدن حالت کندانس سنکرون به شرایط بهره برداری نیروگاه دز می باشد [۲]. در این شرایط در انتهای عملکرد واحد در حالت کندانس سنکرون و پس از باز شدن مجدد شیر پروانه ای برای از سرگیری شرایط عادی تولید (اولین مرحله عملکرد شیر پروانه ای) احتمال وقوع شرایط خاص و نیاز به بسته شدن اضطراری دو شیر پروانه ای به صورت همزمان وجود دارد (دو مرحله عملکرد همزمان) و از آنجائیکه هر تانک فشار در سیستم شیرهای پروانه ای تامین کننده روغن پر فشار برای دو شیر می باشد، بنابراین برای برآوردن شرایط تشریح شده، هر تانک فشار می بایست دارای روغن کافی به اندازه سه مرحله عملکرد پی در پی (۲۳۵۵ لیتر) باشد. مطابق مدارک طراحی شیرهای پروانه ای واحدهای ۱ تا ۴ نیروگاه دز،

۱- رئیس دفتر فنی شرکت تعمیرات- ناحیه دز: iman_jafari@yahoo.com

۲- مربی دانشگاه پیام نور

۳- استاد تمام دانشگاه صنعتی امیرکبیر

$$460.9/13 \text{ kPa} \times 0.3318 \text{ m}^2 = 1529/31 \text{ kN}$$

$$P(\text{kPa}) = \frac{F(\text{kN})}{m^2} \quad (3)$$

$$1529/31 \text{ kN} \div 0.1355 \text{ m}^2 = 112/88 \text{ kPa} = 112/88 \text{ Bar}$$

در نتیجه برای سیستم همراه با مدار بازیاب نیز حداکثر فشار در سمت میله دار پیستون سمت چپ و در خلال فرآیند باز کردن شیر 112/88 bar محاسبه می گردد. اما در خلال بستن شیر بدلیل اتصال دو سمت پیستون سمت راست، نیرویی معادل $90.4/77 \text{ kN} = 0.3318 \times 0.1355 \text{ kPa}$ در سیستم شیر پروانه 460.9/13 رو به پایین به پیستون اعمال می گردد. در سیستم شیر پروانه ای مورد نظر هر دو پیستون از طریق یک بازو به یکدیگر متصل می شوند. بنابراین با انتقال تاثیر گشتاور این نیرو به پیستون سمت چپ حداکثر فشار در خلال عملیات بستن شیر مطابق محاسبات زیر 47 Bar بدست می آید. نیروی القایی از سمت میله دار:

$$460.9/13 \text{ kPa} \times 0.1355 \text{ m}^2 = 624/44 \text{ kN}$$

جمع نیروهای القایی و گشتاور سیلندر سمت راست:

$$624/44 + 90.4/77 = 1529/31 \text{ kN}$$

حداکثر فشار القایی به سمت جلوی پیستون سمت چپ:

$$1529/31 \text{ kN} \div 0.3318 \text{ m}^2 = 460.9/13 \text{ kPa} = 47 \text{ Bar}$$

بنابراین نتایج حاکی از آن است که سیستم مجهز به مدار بازیاب از نظر حداکثر فشار القایی در محدوده مجاز قرار دارد و در عین حال قادر به بازیابی 446 لیتر روغن می باشد.

نتیجه گیری

در این تحقیق، امکان سنجی استفاده از مدار بازیاب به عنوان یک روش با حداقل تغییرات ساختاری در سیستم هیدرولیک انجام شد. با استفاده از مدار بازیاب 446 لیتر روغن در مقابل 365 لیتر کمبود روغن بازیابی می گردد. همچنین حداکثر فشار القایی به سیستم مشابه سیستم بدون مدار بازیاب 112/88 Bar محاسبه گردید. بنابراین نتایج حاکی از آن است که سیستم مذکور از نظر الزامات طراحی سیستم های هیدرولیک در کنترل نیروهای کششی و حداکثر فشار القایی به سیستم در شرایط استاندارد قرار دارد و می تواند به عنوان یک روش جایگزین در کنار سایر روش های موجود مطرح گردد.

مراجع منتخب

- [1] VOEST CO., 1962, "DEZ HEPP butterfly valves hydraulic system manual", Austria
- [2] Lahmeyer International GmbH, 2002, "Particular technical specification of DEZ HEPP rehabilitation project", Part 1.4
- [3] K. D. Lagwankar, 2013, "Hydraulic Regenerative System for Bicycle", J. Engineering Research and Applications, Vol. 3, Issue 01, PP. 869-875
- [4] M. Srinivasan, N. Santhoshkumar, S. Sathish, G. Yuvaraj, M. Vignesh, 2016, "Design and Fabrication of 70 Tons Brake Pad Cure Press Machine", J. Modern Trends in Engineering and Science, Vol. 4, Issue 06, PP. 84-86

[5] دلایلی، حسین و مدینه، سید احمد رضا، 1392، "هیدرولیک صنعتی

شناسایی و کاربرد"، انتشارات کانون پژوهش، اصفهان

[6] جعفری، ایمان و بصیرت تبریزی، حسن، 1394، "تحلیل جریان و

سیستم هیدرولیک شیرهای پروانه ای-مطالعه موردی نیروگاه دز"،

بیست و سومین کنفرانس سالانه مهندسی مکانیک، دانشگاه صنعتی

امیرکبیر

سیستم هیدرولیک شیرهای مذکور برای عملکرد در دو مرحله پی در پی طراحی شده اند. بنابراین به اندازه 635 لیتر کمبود روغن بدون احتساب دبی پمپ تغذیه و بر مبنای محاسبات زیر وجود دارد.

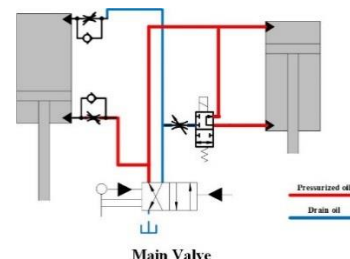
بر اساس معادله حالت گاز ایده آل در دمای ثابت خواهیم داشت:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \quad (1)$$

در اینجا P_1 و P_2 به ترتیب فشار و V_1 و V_2 حجم هوا تانک فشار در فشارهای 47 و 30 kg/cm^2 می باشند. با توجه به اطلاعات مدارک شیر پروانه ای حجم هوا در فشار 30 kg/cm^2 (فشار هشدار تانک فشار) برابر 4754 لیتر می باشد. بنابراین مطابق رابطه (1) حجم هوا در فشار 47 kg/cm^2 ، 30.34 لیتر بدست می آید. بنابراین حجم روغن موجود در تانک فشار پیش از رسیدن به فشار هشدار برابر است با $(4754 - 30.34) = 4723.66$ لیتر. در عین حال حجم روغن مورد نیاز برای سه مرحله پی در پی با احتساب 785 لیتر برای هر مرحله عملکرد، 2355 لیتر بدست می آید. بنابراین بدون احتساب دبی پمپ تامین کننده روغن تانک فشار در خلال تغذیه این مخزن، 635 لیتر $(2355 - 1720 = 635)$ کمبود روغن وجود دارد. با در نظر گرفتن دبی پمپ 30 Lit/min و زمان بسته شدن شیر برابر 3 دقیقه (زمان واقعی) میزان کمبود روغن برابر $365 = 270 + 635$ لیتر خواهد بود.

مدار بازیاب سیستم هیدرولیک شیر پروانه ای

مدار بازیاب در کاربردهای متنوعی برای بهبود عملکرد سیستم های هیدرولیک مورد استفاده قرار می گیرد [3,4]. مدار بازیاب با اتصال قسمت جلویی پیستون به قسمت میله دار آن ایجاد می گردد. با این عمل روغن پشت پیستون به جای تخلیه به تانک ذخیره به مدار تامین روغن باز می گردد. در این حالت دو سمت پیستون دارای فشار یکسان می شوند [5]. با اتصال قسمت میله دار و جلوی پیستون به یکدیگر، برای کنترل نیروهای کششی در خلال بستن اضطراری شیرها می بایست سروموتورهای مجاور به اریفیس شیرهای یکطرفه مجهز گردند. نیروهای کششی ناشی از گشتاور نیروهای هیدرونیامیکی جریان آب به سیستم هیدرولیک القاء می شوند و مقدار آن در حداکثر دبی واحد برق آبی $(63 \text{ m}^3/\text{s})$ 330 kN.m است [6]. حجم سمت میله دار پیستون با در نظر گرفتن قطر 50 سانتیمتری پیستون، قطر 65 سانتیمتری سیلندر و طول 165 سانتیمتری حرکت پیستون، 223 لیتر بدست می آید. بنابراین با احتساب دو مرحله همزمان بستن شیر، 446 لیتر روغن از طریق مدار بازیاب به سیستم برگردانده می شود و این مقدار روغن کمبود 365 لیتری را جبران خواهد کرد. شکل (3) طرح نهایی سیستم هیدرولیک همراه با مدار بازیاب و شیرهای کنترلی مربوطه را نشان می دهد.



شکل (3): طرح نهایی مدار بازیاب سیستم هیدرولیک شیر پروانه ای

برای سیستم بدون مدار بازیاب، با در نظر گرفتن مساحت سطح جلو و سطح میله دار پیستون به ترتیب 0.3318 m^2 و 0.1355 m^2 حداکثر فشار در سمت میله دار سیلندر سمت راست و با استفاده از معادلات (2) و (3) بدست می آید. که حداکثر فشار در خلال بستن شیر ایجاد می گردد.

$$F(\text{kN}) = P(\text{kPa}) \times A(\text{m}^2) \quad (2)$$