

FlowMaster

Fluid flow analysis software

Design & Optimise

before you manufacture



FlowMaster

مقدمه:

اگر بخواهیم Flowmaster را در یک جمله معرفی کنیم باید بگوییم Flowmaster نرم افزاری برای شبیه سازی جریان سیالات می باشد. از این نرم افزار در صنایع مختلف نیروگاهی، نفت و گاز، هوایمایی، کشتی سازی، خودرو سازی و آب و فاضلاب استفاده میشود. در صنایع نیروگاهی و نفت و گاز یکی از مصارف این نرم افزار، آنالیز حساسیت می باشد (Sensitivity Analysis) که در آن سایزهای گوناگون لوله ها و تجهیزات برای تامین مقاصد مهندسی مورد بررسی قرار می گیرد تا سایز بهینه انتخاب گردد. سرعت بالا، دقت زیاد و کیفیت منحصر بفرد این نرم افزار، آن را به ابزاری قوی و موثر برای کاهش زمان و هزینه طراحی مبدل میسازد. از جمله مصارف اصلی این نرم افزار در صنایع آب و فاضلاب و نیروگاهی تحلیل ضربه قوچ (Water Hammer) و کوبش فشار (Pressure Surge) می باشد. امکان ایجاد انواع مختلف نمودارها به طراح در تفسیر و تاویل چگونگی عملکرد سیستم و طراحی بهینه یاری می رساند. این نرم افزار در تمامی فازهای یک پروژه از طراحی مفهوم (Concept Design) تا مراحل عیب یابی و رفع عیب سیستم در حال بهره برداری می توان استفاده نمود. در مثالی که در پی می آید به تحلیل کاربرد نرم افزار در صنایع آب می پردازیم.

در این مثال از Flowmaster برای مدل سازی سیستم توزیع آب استفاده می شود. این مدل یکی از صدها نوع مشابه سیستم های توزیع آب می باشد که در سرتاسر دنیا مورد استفاده قرار می گیرند. آب از سطح پایین به سطح بالاتری انتقال داده شده و در مخازن مربوطه ذخیره می شود. از این مخازن برای تامین آب شرب و مصارف روزانه استفاده می شود معمولا آب از این مخازن در اثر نیروی جاذبه به مناطق مورد نیاز انتقال می یابد. (مخازن ثقلی) سیستمی که در اینجا دقیقا مدل سازی میشود سیستم تامین آب این مخازن ثقلی می باشد. ممکن است آب از چاه و یا رودخانه استخراج شده و سپس به این مخازن پمپ شود. در هنگامی که سیستم توزیع آب عملکرد مداوم و طولانی تحت بار داشته باشد عملکرد سیستم های تامین آب مخازن بحرانی خواهند شد چرا که ذخیره سازی آب در مخازن بالا دست مقادیر بزرگ و قابل توجهی نمی باشد بخصوص که در حال حاضر به لطف وجود پمپهای پربازده عملیات انتقال آب عمدتا به منظور استفاده از برق ارزان قیمت فقط در طول شب انجام می شود.

لذا نظریه اهمیت عملکرد این پمپها در سیستم تامین آب بایستی عملکرد آنها به طور دقیق مورد تجزیه و تحلیل قرارگیرد تا قابلیت اطمینان و صحت انتخاب آنها برای تامین نیازهای مورد نظریه اثبات برسد. مدل کامپیوتری برای مطالعه عملکرد

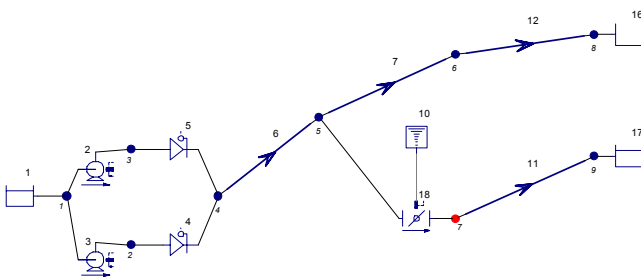
سیستم انتقال آب در شرایط عادی و در شرایط اضطراری و یا تغییر شرایط عملکرد مورد استفاده قرار می گیرد. در این مثال با شبیه سازی دو حالت گوناگون به مطالعه و امتحان تغییر شرایط عملکرد می پردازیم. در حالت اول خواهیم دید که شرایط غیر قابل قبول می تواند منجر به خرابی سیستم شود و در حالت دوم با ایجاد تغییراتی نتایج مطلوبی به دست خواهد آمد.

واژه های اصلی که در این مثال مورد استفاده قرار می گیرد عبارتند از: لوله های الاستیک (Elastic Pipes) - تبخیر / تشکیل خلاء (Auto Vaporization / Cavity Formation) - دینامیک شیر (Valve Dynamics) - قطع عملکرد پمپ (از کار افتادن پمپ) (Pump Tripping)

بوسیله استفاده از سرعت انتشار موج فشار در لوله حاوی سیال، Flowmaster به تحلیل نوسانات فشار در طول لوله الاستیک می پردازد در این محاسبات از روشهای عددی استفاده می شود و در تمامی لحظات آنالیز پروفیل فشار در تمامی نقاط خط لوله مشخص می شود. اگر احتمال بروز خلا در سیستم باشد می توان از قابلیت محاسبه خودکار کوایتاسیون استفاده نمود. این ویژگی Flowmaster را قادر می سازد تا اگر فشار از فشار بخاری که کاربر منظور کرده است کمتر شد خلا احتمالی را مدل کند. از نتایج بدست آمده میتوان میزان رشد خلا و همچنین مقدار ضربه ناگهانی فشار که در اثر ترکیدن ناگهانی خلا بوجود خواهد آمد را بررسی نماید.

معرفی شبکه:

شکل ۱ شماتیک ایجاد شده در Flowmaster را نشان می دهد که برای مدل سازی و تحلیل مثال سیستم توزیع آب مورد استفاده قرار می گیرد. آب توسط دو پمپ موازی از ارتفاع پایین به بالا انتقال داده می شود. هر یک از



حالت ۲:

در این حالت زمان بسته شدن شیر از ۲ ثانیه به ۴ ثانیه افزایش میابد. همانگونه که در شکل ۷ ملاحظه میکنید در این حالت فشار در پایین دست جریان به فشار اشباع نمیرسد بنابراین خبری از حبابهای بخار و خلا ناشی از آن نخواهد بود. حداکثر فشار در حدود ۴ بار میباشد (در مقایسه با ۲۲ بار در حالت ۱). که البته این حداکثر فشار در اثر انتشار موج فشار بوجود میاید نه در اثر بروز حبابهای بخار و ایجاد خلا. نوسانات فشار و سرعت که در اثر الاستیسیته لوله ایجاد میشوند کوچک بوده و در نتیجه نوسان دبی به ۰/۰۰۵ متر مکعب در ثانیه میرسد.

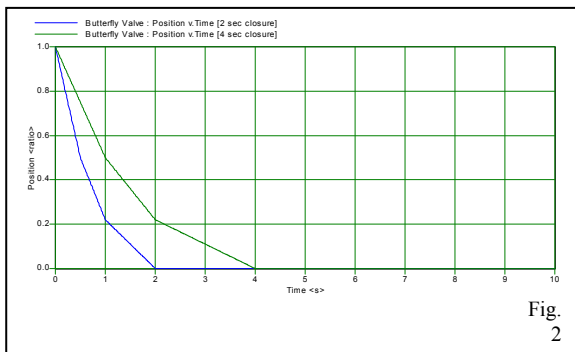


Fig. 2

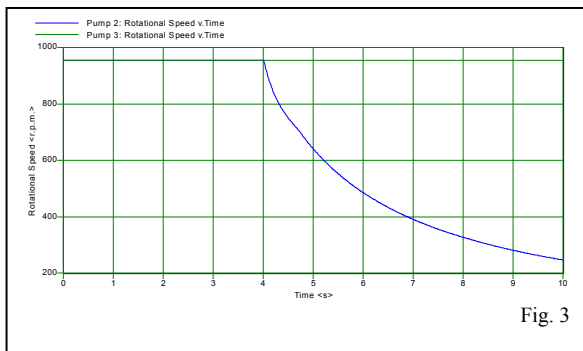


Fig. 3

نتیجه گیری:

با مقایسه دو آنالیز صورت گرفته مشخص میشود که میتوان با افزایش زمان بسته شدن شیر از بروز خلا در پایین دست جریان جلوگیری نمود. ایجاد حبابها و ترکیدن آنها ممکن است موجب بروز مشکلات عدیده ای در عملکرد سیستم شود. در هر سیکل کلری لوله با فشارهای مثبت و منفی مواجه می گردد. اگر چه ممکن است کاهش فشار

سیستم را در همان لحظه با مشکل مواجه نکند اما در دراز مدت میتواند منشاء بروز نقایص فنی باشد. با بالا رفتن فشار نیز حبابهای بخار بوجود می آید که موجب وارد شدن صدمات جدی به سیستم میشود.

هدف از طرح این نمونه، نمایش قدرت Flowmaster در بررسی یکی از مهمترین و اساسی ترین جنبه های عملکردی این سیستم می باشد. شایان ذکر است که این بررسی فقط یک روز از وقت کاربر به خود اختصاص میدهد. با فرض اینکه کاربر از تجربه مناسبی در استفاده از Flowmaster برخوردار نباشد.

گام بعدی:

در مورد این مدل میتوان راهکارهای متعددی را برای کاهش نوسانات فشار مورد

پمپها دارای دبی ۱۰۰ لیتر در ثانیه و هد ۵۰ متر می باشد. یک شیر یک طرفه بر روی خط رانش پمپ نصب می شود و سپس هر دو به یک لوله اصلی به طول ۱۰۰ متر و قطر ۰/۳ متر متصل می شوند. اختلاف ارتفاع ابتدا و انتهای لوله ۲۰ متر می باشد. در نقطه انتهایی مجدداً لوله اصلی به دو لوله تقسیم می گردد، از نقطه تقسیم مسیر لوله اصلی توسط یک لوله ۱۰۰ متری با قطر ۰/۳ متر ادامه میابد که اختلاف ارتفاع ابتدا و انتهای این لوله ۲۵ متر میباشد. نهایتاً یک لوله ۱۰۰ متری دیگر که اختلاف ارتفاع ابتدا و انتهای آن ۵ متر میباشد خط لوله را به مخزن بالا دست متصل میسازد. سر راه لوله دوم یک شیر پروانه ای به قطر ۲۰۰ میلی متر قرار گرفته، پس از شیر لوله دوم به طول ۱۰۰ متر و قطر ۰/۲ متر به منبع دوم متصل می شود. این منبع ۴۰ متر بالاتر از سطح پمپ قرار دارد و منبع اول نیز ۵۰ متر از بالاتر از سطح پمپ قرار دارد. آب توسط این دو پمپ به مخزن فوق الذکر منتقل می شود. وقتی شیر پروانه ای بسته میشود تنها نیاز به یک پمپ می باشد تا آب به منبع بالایی منتقل گردد. شکل ۱ نشان دهنده همین سیستم میباشد.

روش بررسی:

تحلیل سیستم در گذار زمان (Time Transient) و تحلیل ضربه قوچ (Water Hammer) برای دو حالت کاملاً مجزا انجام شده است تا رفتار سیستم تحت شرایط کارکرد کاملاً مشخص، معین گردد. نتایج منحصر بفردی که در پی می آید ممکن است بخش کوچکی از طراحی کلی و تحلیل عملکرد این سیستم باشد. مسئله ای که در این مقاله مورد مطالعه قرار گرفته است حالتی است که تحت شرایط عادی جریان شیر پروانه ای بسته شده و متعاقباً یکی از پمپها نیز از کار می افتد. این اتفاقات جزئی از عملکرد معمول سیستم است که ممکن است هر روز اتفاق بیافتد. دو حالتی که طی آنها شیر بسته میشود ذیلاً به تفصیل مورد بررسی قرار گرفته است. شکلهای ۲ و ۳ نشان می دهند که عملکرد شیر پروانه ای و پمپها نسبت به زمانهای متفاوت موقعیت ۲ و ۱ چگونه تغییر میکنند.

حالت ۱: دبی اولیه در هر دو منبع عادی است. شیر کنترل که بر سر راه منبع پایینی قرار دارد طی ۲ ثانیه بسته میشود و بعد از ۲ ثانیه دیگر پمپ از کار میافتد. حالت ۲: دبی اولیه در هر دو منبع عادی است. این بار شیر کنترل که بر سر راه منبع پایینی قرار دارد طی ۴ ثانیه بسته میشود و در همان زمانی که شیر بسته میشود پمپ نیز از کار میافتد یعنی بعد از همان ۴ ثانیه.

نتایج:

حالت ۱:

وقتی شیر پروانه ای در ۲ ثانیه بسته میشود، ملاحظه میشود که در پایین دست جریان شیر در اثر بسته شدن سریع شیر و اینرسی قابل ملاحظه ستون مایع در لوله شماره ۱۱ (شکل ۱) سیال تخییر شده و خلا تشکیل میشود. (شکل ۴). اگر نگاهی به مقدار فشار در نقطه پایین دست شیرداشته باشیم (شکل ۵) مشاهده میشود که همچنانکه فشار به مقدار فشار اشباع مایع می رسد در سیستم واقعی احتمال بروز خلا بخار بوجود میاید. ترکیدن حبابهای بخار در اثر فشار هد منبع، موجب تولید ضربان فشاری میگردد که مقدار آن توسط Flowmaster، ۲۲ بار پیش بینی می گردد. شکل ۶ نشاندهنده تغییرات دبی در طول لوله شماره ۱۱ میباشد. این شکل به تبیین اثرات ناشی از تشکیل خلا و انتشار موج فشار میپردازد. از این بررسی نتیجه میشود که ایجاد خلا نوسانی در حدود ۰/۰۵ در سیال ایجاد مینماید این مقدار در مورد انتشار موج فشار به ۰/۰۱ میرسد.

بررسی قرار داد. این راهکارها میتواند شامل افزودن یک شیر هوا، مخزن مقابله با ضربه و یا شیر یک طرفه و مخزن که دقیقاً در پایین دست شیرپروانه ای نصب میشوند، باشد. برای افزایش کنترل روی نحوه بسته شدن شیر میتوان از یک اهرم لغزنده (Slider Bar) استفاده نمود، بدین ترتیب کاربر میتواند در حین آزمایش به صورت دستی موقعیت دریچه ورودی شیر را تنظیم کند.

با بهره گیری از رابطه بین Flowmaster و Excel و انجام آنالیز حساسیت (Sensitivity Analysis) میتوان دقت بررسی را به مقدار قابل ملاحظه ای افزایش داد. بدین ترتیب فقط با یک بار انجام آزمایش میتوان بر حسب پارامترهای از پیش تعیین شده (مثلاً زمانهای بسته شدن شیر) کلیه جوابها را مشاهده نمود.

برای ارتقاء سطح جلوه های تصویری مربوط به نحوه بسته شدن شیر، میتوان یک وسیله اندازه گیری (Gage) استفاده نمود. بدین ترتیب کاربر قادر خواهد بود تا تغییرات متغیر مربوطه را در طی آزمایش مشاهده نماید. بهمین ترتیب میتوان با استفاده از رنگ آمیزی دینامیکی مقدار متغیر مطلوب را در تمامی شبکه در طول انجام آزمایش مشاهده نمود. وجود رنگهای متفاوت برای محدوده های مختلف و تلورانس های گوناگون که همگی توسط کاربر تنظیم میشوند به کاربر کمک میکنند تا تأثیر این جلوه های تصویری مضاعف گردد.

