Namatek
True Education

Water Hammer

ضربه قوچ

www.namatek.com

فهرست مطالب

۱. ضربه قوچ (Water Hammer)
۲. انواع ضربه قوچ
۳. دلیل اهمیت پیشگیری از ضربه قوچ
۴. روش های جلوگیری از ضربه قوچ

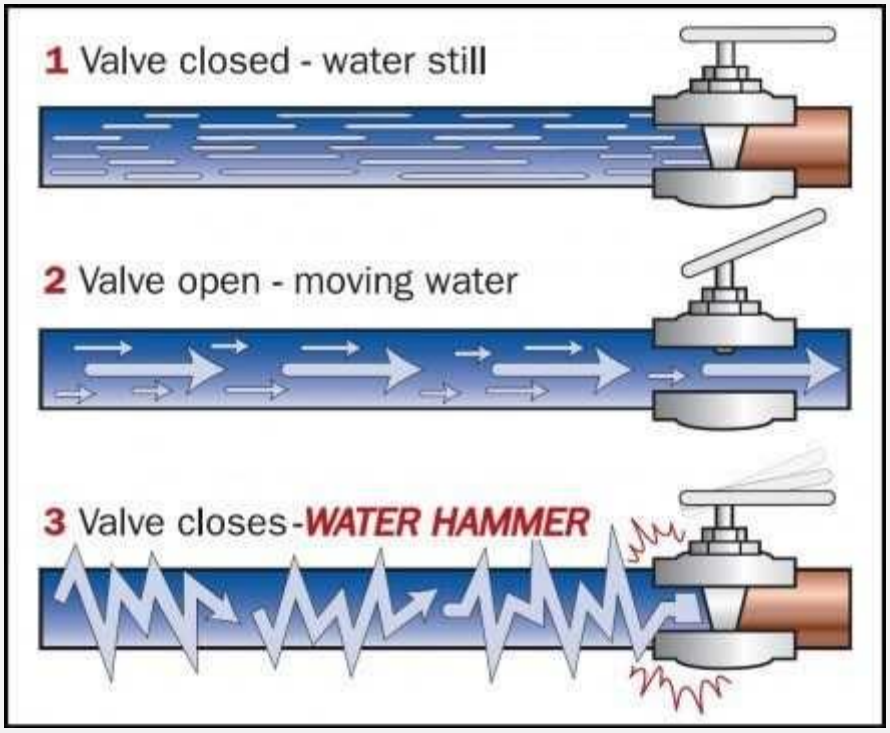
www.namatek.com

بی شک ضربه قوچ یکی از بدترین عوامل مخرب در سیستم ها و تجهیزات هیدرولیکی می باشد. در این مقاله به صورت مفصل به بررسی این پدیده پرداخته ایم. امروزه مهندسان در سیستم های هیدرولیکی با اعمال راه های مختلف از این اثر هیدرولیکی پیشگیری کرده و سیستم ها و تجهیزات را از اثرات مخرب مالی و زمانی آن در امان نگه می دارند. هنگامی که یکی از شیر آلات پایین دست مدار پمپ، به طور ناگهانی و در حین کارکرد، بسته شود و یا پمپ خاموش شود؛ پدیده ضربه قوچ و یا همان water Hammer اتفاق می افتد.

#۱ ضربه قوچ (Water Hammer)

به شکل زیر نگاه کنید.

در حالت ۱ ، شیر بسته است و سیال جریان ندارد (در این حالت ضربه قوچ نداریم)



در حالت ۲، شیر باز است و سیال جریان دارد (در این حالت نیز ضربه قوچ نداریم)

در حالت ۳، شیری که باز بوده ناگهان بسته می شود و یک اختلاف فشار شدید در داخل لوله به وجود می آید.

در واقع در این حالت در یک لحظه کوتاه فشار بسیار زیادی (چند برابر فشار تولید شده توسط پمپ) در جداره داخلی لوله اتفاق می افتد. به این پدیده ضربه قوچ گفته می شود. در ادامه، شما را با مشکلات ایجاد شده در اثر این پدیده و انواع آن آشنا ساخته و راه حل هایی برای جلوگیری از پدیده ضربه قوچ ارائه خواهیم داد.

#۲ انواع ضربه قوچ

در یک دسته بندی ضربه قوچ به دو نوع تقسیم می شود:

۱- ضربه قوچ در اثر ایجاد مانع نرم (بطور مثال خاموشی پمپ)

اگر پمپ مدار ناگهان خاموش شود، پدیده ضربه قوچ نرم ایجاد می شود. ضربه قوچ نرم همانطور که از اسم آن پیداست، ضربه بسیار شدیدی وارد نمی کند چون هنگامی که پمپ خاموش می شود تا یک مدت کوتاه پره های پمپ به چرخش ادامه می دهند و فشار سیستم با شیب کمتری کاهش پیدا می کند.

۲- ضربه قوچ در اثر ایجاد مانع سخت (بطور مثال بسته شدن شیرآلات پایین دست مدار)

بسته شدن ناگهانی شیر، ضربه قوچ سخت ایجاد می کند چون فشار سیستم، ناگهانی و در یک فاصله زمانی بسیار کوتاه اتفاق می افتد. در این حالت شوک فشاری شدیدتری به سیستم وارد می شود و ضربه قوچ، شدیدتر خواهد بود.

#۳ دلیل اهمیت پیشگیری از ضربه قوچ

پدیده واتر همر (water hammer) یک پدیده منفی و ناهنجار، در سیستم های هیدرولیکی بوده و می تواند عملکرد سیستم را مختل کند. به همین علت پیشگیری از آن بسیار مهم است. از مهم ترین آسیب های این پدیده می توان به خرابی شیر ها، لوله ها، گیج ها و از همه مهم تر پمپ ها اشاره کرد.

#۴ روش های جلوگیری از ضربه قوچ

برای جلوگیری از بوجود آمدن ضربه قوچ راه های متفاوتی وجود دارد که ما ۵ روش از کاربردی ترین راه حل هایی که امروزه استفاده می شود را اشاره می کنیم.

۱. کنترل سایز لوله به منظور محدود کردن سرعت سیال
۲. استفاده از مخزن تلاطم گیر تحت فشار
۳. استفاده از مخزن تلاطم گیر اتمسفریک

٤. استفاده از شیر یک طرفه هیدرولیکی

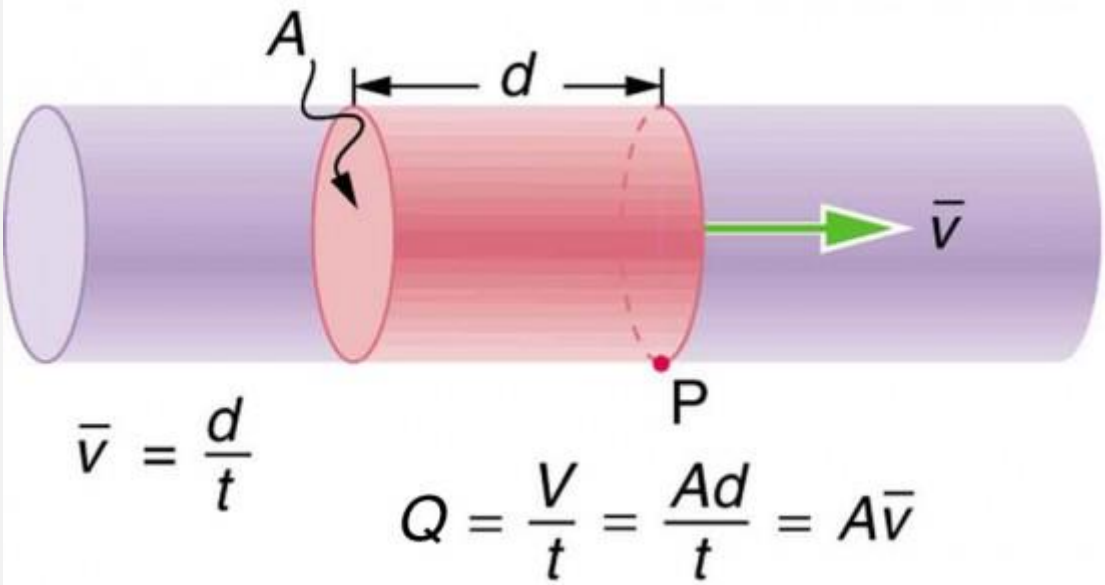
٥. استفاده از شیر اطمینان

در ادامه به توضیح و بررسی هر یک از این روش ها می پردازیم.

#۱-۴ کنترل سایز لوله برای محدود کردن سرعت سیال

پدیده ضربه قوچ زمانی تشدید می شودکه سرعت سیال بالا باشد. یعنی هرچقدر سرعت سیال بیشتر باشد ضربه قوچ شدیدتری خواهیم داشت. بنابراین اولین راه، برای جلوگیری از پدیده ضربه قوچ، کاهش سرعت سیال می باشد. اما برای کاهش سرعت سیال چه کنیم و چه راه حلی را باید به کار ببریم؟

اگر نوع سیال محدودیتی ایجاد نکند، و عملکرد کلی سیستم هیدرولیک مختل نشود، باید سایز (یا همان قطر) لوله تا حد امکان افزایش پیدا کند. چون افزایش قطر لوله همواره باعث کاهش سرعت سیال می شود. قطر لوله خروجی باید به گونه ای انتخاب شود تا سرعت سیال در خط خروجی بیشتر از ۱۵ m/s نشود. در واقع اگر سرعت سیال بیش از ۱۵ متر بر ثانیه شود، پدیده ضربه قوچ تشدید شده و امکان آسیب به تجهیزات هیدرولیک بیشتر می شود.

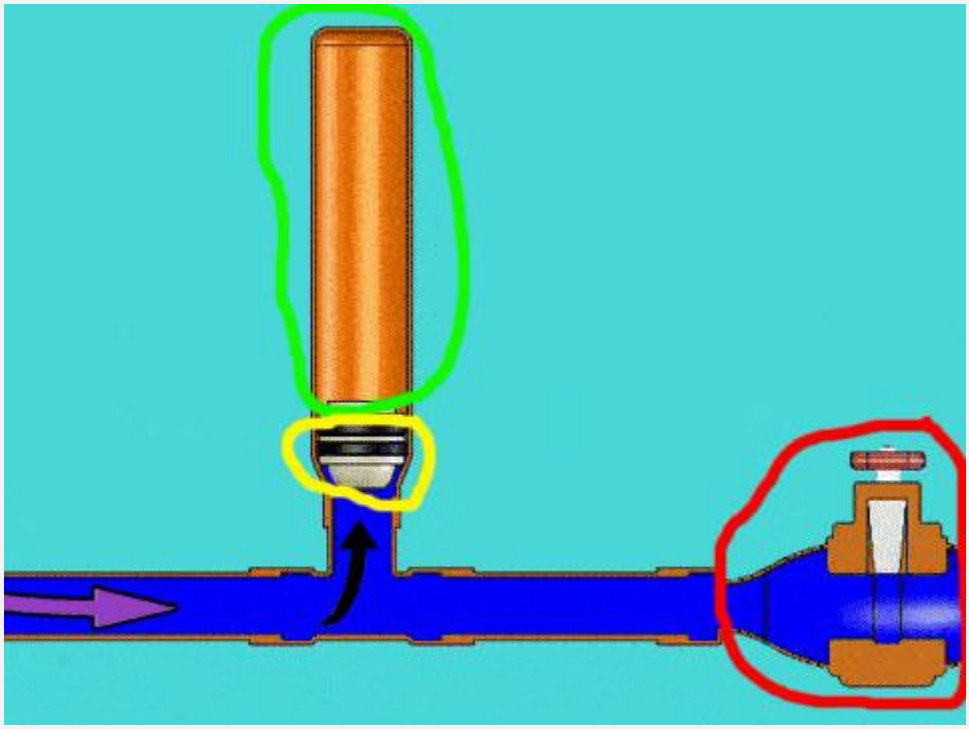


#۲-۴ استفاده از مخزن تلاطم گیر تحت فشار

همانطور که می دانید پدیده ضربه قوچ یک ضربه داخلی شدید در جداره لوله می باشد. این ضربه تقریبا مشابه ضربه ایست که به بدنه خودرو (در اثر عبور از ناهمواری های جاده) وارد می شود. در بدنه خودرو از تجهیزات جذب ضربه (فنر و کمک فنر) بین جاده و خودرو استفاده می شود. اگر بتوانیم در مسیر لوله نیز از تجهیزاتی استفاده کنیم تا مانند کمک فنر خودرو، ضربه ناگهانی سیال را جذب و خنثی کند می توانیم مانع از ایجاد پدیده ضربه قوچ شویم.

به شکل زیر نگاه کنید.

سیال با سرعت و فشار زیاد وارد در لوله جریان دارد (جریان سیال با فلش بنفش نشان داده شده) شیری که با خط قرمز مشخص شده ناگهان بسته می شود. سیال که ناگهان متوقف شده در جستجوی راه گریزی بوده و به سمت مخزن تلاطم گیر می رود (فلش سیاه رنگ)

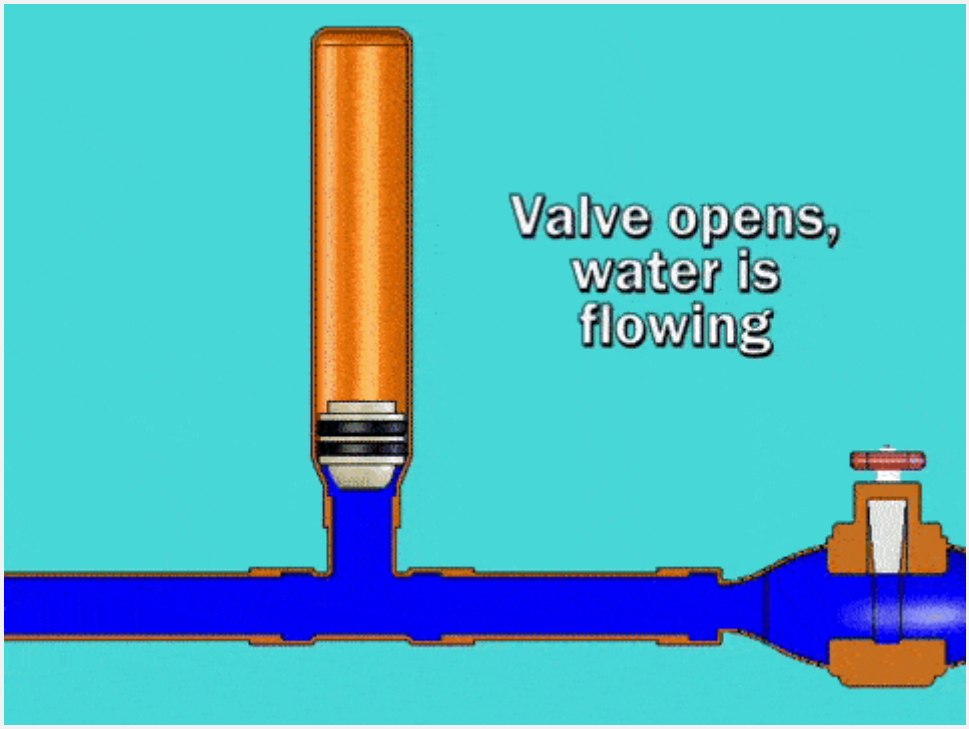


در مخزن تلاطم گیر از یک گاز معمولا خنثی (نیتروژن و یا گاهی هوا) تحت فشار قرار گرفته، استفاده می شود (که در شکل بالا با خط سبز مشخص شده)

یک سوپاپ که با رنگ زرد مشخص شده سیال اصلی (آبی رنگ) را از سیال داخل تلاطم گیر جدا می کند. در این صورت بسته شدن ناگهانی شیر، انرژی حاصل از شوک شدید ناشی از ضربه قوچ توسط سیال درون مخزن جذب می گردد.

انیمیشن ضربه قوچ

برای درک بهتر این عملکرد، به تصویر متحرک زیر نگاه کنید.



به دلیل تحت فشار قرار گرفتن سیال درون مخزن از این روش صرفا در تلاطم های تولید کننده اختلاف فشار بالا) معمولا بالای ۳ (bar استفاده می شود.

در شکل زیر یک مدل مخزن تلاطم گیر تحت فشار به همراه شکل درون آن را مشاهده می کنید. ورود ضربه از سمت سیال در اثر ضربه قوچ با فلش زرد نشان داده شده، مخزن حاوی هوای فشرده با شماره ۱ و سوپاپ جداکننده با شماره ۲ مشخص شده اند.

#۴-۳ استفاده از مخزن تلاطم گیر اتمسفریک

عملکرد این روش، مشابه روش قبل است منتها با یک تفاوت کوچک. در روش قبلی از یک مخزن هوای فشرده استفاده می شد ولی در این روش از فشار جو برای این منظور استفاده می شود. به همین دلیل به این تلاطم گیر، تلاطم گیر اتمسفریک گویند. اما چه اصراری برای استفاده از این مدل تلاطم گیر داریم؟

تلاطم گیر اتمسفریک برای دفع تلاطم های بسیار جزئی (زیر ۳ bar)، استفاده می شوند. در حالیکه تلاطم گیرهای تحت فشار برای دفع تلاطم های شدیدتر (در اثر فشار بالای ۳ بار) استفاده می شوند.

#۴-۴ استفاده از شیر یک طرفه هیدرولیکی

شیرهای یک طرفه معمولی به سرعت (به صورت ناگهانی) جریان را قطع و وصل می کنند. اگر بتوان از شیری استفاده کرد که جریان را به صورت مرحله

ای (اصطلاحا یواش یواش) قطع و وصل کند می توان از به وجود آمدن پدیده ضربه قوچ جلوگیری کرد. شیرهای یک طرفه هیدرولیکی این وظیفه را برای ما انجام می دهند. این شیرها مجهز به جک هیدرولیکی هستند و امکان باز و بسته شدن به صورت چند مرحله ای را دارا می باشند.

در شکل زیر، یک مدل شیر یک طرفه هیدرولیکی را مشاهده می کنید.

#۵-۴ استفاده از شیر اطمینان

شیر اطمینان مکانیزمی جهت محافظت از پمپ در برابر گرفتگی مدار می باشد. هنگامی که در یک مدار هیدرولیکی، گرفتگی به وجود می آید، شیر اطمینان، با برگشت سیال به داخل مخزن، اجازه نمی دهد فشار سیال از یک حد مجاز بالاتر رود. چون اگر فشار سیال از یک حدی بالاتر رود قطعا به پمپ آسیب می رسد.

منظور از گرفتگی در مدار، بسته شدن یک شیر یا یک عملگر و یا توقف فعالیت یک مصرف کننده هیدرولیکی می باشد. از این خاصیت شیر اطمینان، علاوه بر محافظت از پمپ، می توان برای جلوگیری از پدیده ضربه قوچ نیز استفاده کرد. البته به شرطی که شیر اطمینان، پمپ، لوله ها و پدیده ضربه قوچ با یکدیگر سنخیت داشته باشند. به بیان دیگر می توان گفت در بعضی از سیستم های هیدرولیکی با استفاده از شیر اطمینان می توان هم از پمپ محافظت کرد و هم جلوی ایجاد پدیده واتر همر را گرفت.

ولی گاهی اوقات شیر اطمینان نمی تواند به تنهایی جلوی ضربه قوچ را بگیرد و باید از سایر روش و مکانیزم ها نیز استفاده کنیم.