

گاویتاسیون چیست؟



روش‌های جلوگیری از کاویتاسیون در پمپ

از جمله مشکلاتی که ممکن است برای هر پمپی به وجود بیاید، کاویتاسیون است. کاویتاسیون منجر به ایجاد حباب‌های گاز در داخل مایع می‌شود و افت فشار و سطح عملکرد پمپ را در پی خواهد داشت. در این مقاله از نوین پمپ برسام قصد داریم اطلاعات بیشتری در رابطه با کاویتاسیون در پمپ و روش‌های جلوگیری از کاویتاسیون در پمپ با شما به اشتراک بگذاریم با ما همراه باشید.

کاویتاسیون در پمپ چیست؟

در تعریف کاویتاسیون در پمپ باید بگوییم، پدیده‌ای که در آن حباب‌های بخار در سیال تشکیل می‌شود و در نهایت منفجر می‌شوند را کاویتاسیون پمپ می‌گویند. زمانی کاویتاسیون ایجاد می‌شود که فشار مطلق در یک ناحیه از سیال کمتر از فشار بخار مایع شود. معمولاً کاویتاسیون در پمپ‌ها در ناحیه ورودی پمپ ایجاد می‌شود. این اتفاق امکان دارد به علت های مختلفی همچون کاهش سطح سیال در مخزن، افزایش ارتفاع مکش پمپ، کاهش سرعت چرخش پمپ، افزایش دمای سیال و ... ایجاد گردد که تأثیرات مخربی بر عملکرد پمپ خواهد داشت.

علت کاویتاسیون در پمپ

همانطور که به آن اشاره کردیم پدیده کاویتاسیون در پمپ هنگامی که فشار سیال در یک نقطه خاص به زیر فشار بخار آن سیال کاهش یابد رخ می‌دهد. حباب‌های بخار کوچکی در این حالت به وجود می‌آیند که ممکن است به علت تغییرات سرعت و دما یا دیگر شرایط ویژه به وجود آیند. زمانی که این حباب‌ها به نقاطی با فشار بالاتر حرکت می‌کنند، سریعاً متلاشی می‌شوند و این پدیده می‌تواند منجر به تخریب فیزیکی اجزای سیستم گردد.

در حقیقت تغییرات فشار و دما دلیل اصلی کاویتاسیون است. در صورتی که فشار سیال به صورت ناگهانی کاهش یابد، برای مثال در نقاطی که سرعت سیال افزایش می‌یابد، می‌توان انتظار رخ دادن کاویتاسیون را داشت.

علت کاویتاسیون در پمپ

انواع کاویتاسیون در پمپ

انواع مختلفی از کاویتاسیون در پمپ‌ها ممکن است رخ دهند. برخی از مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از:

کاویتاسیون تبخیری

کاویتاسیون تبخیری زمانی که فشار مایع در ورودی پمپ به فشار بخار آن برسد ایجاد می‌شود. که موجب می‌شود مایع در نوک پره‌های پمپ بخار گردد و حباب‌هایی از بخار تشکیل شوند. با رسیدن این حباب‌ها به ناحیه‌ای با فشار بالاتر، منفجر می‌شوند و به پره‌های پمپ ضربه وارد می‌کنند. این ضربه‌ها می‌توانند موجب سایش، تخریب، افزایش صدا و کاهش بازده پمپ شوند.

کاویتاسیون هوا

کاویتاسیون هوا زمانی که هوا یا گازهای محلول در مایع از آن جدا شوند و حباب‌هایی را در مایع تشکیل دهند

رخ می‌دهد. این حباب‌ها به پره‌های پمپ با تغییر شکل و اندازه ضربه می‌زنند و مشکلاتی همچون تخریب، سایش، افزایش صدا، کاهش بازده و افزایش نیروی محوری پمپ به وجود می‌آورند.

کاویتاسیون پیشرونده

کاویتاسیون پیشرونده هنگامی رخ می‌دهد که جریان مایع در ورودی پمپ ناهمگن باشد و در نتیجه فشار مایع در بعضی نقاط کاهش یابد و سبب می‌شود که حباب‌های بخار در این نقاط تشکیل شوند و با جریان مایع به سمت خروجی پمپ حرکت کنند. این حباب‌ها با رسیدن به ناحیه‌ای با فشار بیشتر، منفجر می‌شوند و به پره‌های پمپ ضربه وارد می‌کند که می‌توانند منجر به سایش، تخریب، افزایش صدا و کاهش بازده پمپ گردند. انواع کاویتاسیون با مدیریت مناسب فشار و جریان مایع، اصلاح طراحی پمپ، استفاده از روش‌های جلوگیری و استفاده از مواد مقاوم‌ها در برابر این پدیده ممکن است کاهش یابند.

کاویتاسیون پسرونده

کاویتاسیون پسرونده هنگامی که جریان مایع در خروجی پمپ ناهمگن باشد اتفاق می‌افتد و در نتیجه‌ی آن فشار مایع در برخی نقاط کاهش می‌یابد. این پدیده سبب می‌شود که حباب‌های بخار در این نقاط تشکیل شوند و با جریان مایع به سمت ورودی پمپ هیدرولیک حرکت کنند.

عوامل مؤثر در ایجاد کاویتاسیون

تنش‌های هیدرولیکی: یکی از عوامل مؤثر در ایجاد کاویتاسیون تغییرات ناگهانی در قرار گرفتن اجزا و لوله‌ها است که می‌تواند سبب جابه‌جایی در فشار سیال گردد.

دمای سیال: از دیگر عوامل مؤثر در ایجاد کاویتاسیون این است که در دماهای بالاتر، فشار بخار سیال هم بالاتر می‌رود و در نتیجه احتمال ایجاد کاویتاسیون نیز افزایش می‌یابد.

ویسکوزیته سیال: معمولاً سیالات با ویسکوزیته بالا در برابر ایجاد حباب‌ها مقاومت بیشتری دارند.

فاکتورهای مؤثر در کاویتاسیون پمپ

پدیده‌ی کاویتاسیون در اثر عملکرد مجموعه‌ای از عوامل و شرایط رخ می‌دهد؛ یک عامل به تنهایی برای ایجاد کاویتاسیون کافی نیست اما ممکن است ترکیبی از عوامل هندسی، هیدرودینامیکی و دیگر فاکتورهای وابسته در یک سیستم سبب خسارت کاویتاسیون شود. از مهم‌ترین عوامل تاثیرگذار در این زمینه می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- سرعت بالای پمپ
- محدودیت در هد مکش
- دمای بالای سیال جریان یافته
- زیاد بودن سرعت دورانی مخصوص پمپ
- عوامل هندسی
- عوامل هیدرودینامیکی

روش‌های جلوگیری از ایجاد کاویتاسیون در پمپ

همانطور که به آن اشاره کردیم ایجاد کاویتاسیون در پمپ می‌تواند سبب آسیب به عملکرد پمپ و سیستم شود. به منظور جلوگیری از ایجاد کاویتاسیون در پمپ، می‌توانید از روش‌ها و اقداماتی که در ادامه به آن‌ها اشاره می‌کنیم استفاده کنید:

بهینه کردن طراحی پمپ

اطمینان داشتن از اندازه و طراحی مناسب پمپ برای کاربرد خاص، در کاهش احتمال کاویتاسیون بسیار حائز اهمیت است. که شامل طراحی دقیق پروانه، انتخاب مواد مناسب و بهینه سازی ساختار کلی پمپ می‌شود.

حفظ NPSH مناسب

به منظور جلوگیری از کاویتاسیون به علت فشار مکش ناکافی نظارت و نگهداری منظم هد مکش خالص مثبت (NPSH) ضروری است. می‌توان NPSH را با بزرگ کردن خط مکش پمپ، کاهش طول لوله و یا افزایش فشار منبع افزایش داد.

کنترل سرعت پمپ

کارکردن با سرعت مناسب، جهت جلوگیری از افت فشار بیش از اندازه که می‌تواند سبب کاویتاسیون پمپ گردد، ضروری است. می‌توانید به منظور حفظ سرعت پمپ در محدوده ایمن، از مکانیسم‌های کنترل سرعت، همچون درایوهای فرکانس متغیر، استفاده نمایید. از اجزای پیشرفته‌ای که می‌توانند کنترل بهتری بر جریان و فشار در سیستم‌های هیدرولیکی ارائه دهند می‌توان به هیدروموتور اینترموت و شیر پروپرشنال اشاره کرد. استفاده از تجهیزات با کیفیت و نگهداری مناسب از این اجزا، به صورت چشمگیری از وقوع کاویتاسیون جلوگیری می‌کند و سبب افزایش پایداری سیستم می‌شود.

هواگیری پمپ

هواگیری دوره ای مدار پمپاژ، از دیگر راه های جلوگیری از وقوع کاویتاسیون است که می‌تواند احتمال به وجود آمدن پدیده کاویتاسیون را کاهش می دهد.

نگهداری و تعمیرات منظم

به منظور اطمینان از عملکرد بهینه و جلوگیری از وقوع کاویتاسیون نگهداری و تعمیرات منظم سیستم پمپاژ بسیار حائز اهمیت است که می‌تواند شامل عملیات مانیتورینگ و چک کردن منظم فشارها، دماها و جریان ها، بازبینی و عوض کردن قطعات فنی آسیب دیده و تعمیرات به موقع و مناسب باشد.

کاهش دمای سیال

استفاده از خنک کننده ها در سیستم می تواند سبب کاهش دمای سیال شوند که در پی آن فشار مایع اشباع

کاهش می‌یابد، و به همین دلیل احتمال ایجاد کاویتاسیون نیز کاهش می‌یابد.

بهره برداری از فناوری های پیشرفته

استفاده از فناوری های پیشرفته همچون الکتروپمپ ها با سیستم های هوادهی مناسب و کنترل جریان الکترونیکی، سیستم های مانیتورینگ و کنترل هوشمند و تجهیز پمپ ها به سیستم هوادهی مثبت می‌تواند در جلوگیری از کاویتاسیون تاثیرگذار باشد.