



Namatek
True Education

www.namatek.com

Pump's Cavitation

کاویتاسیون پمپ

فهرست مطالب

۱. چرا کاویتاسیون اهمیت دارد؟
۲. دلایل ایجاد کاویتاسیون
۳. راه پیشگیری از کاویتاسیون
۴. انواع کاویتاسیون
۵. فواید کاویتاسیون

گاز تحت فشار می‌تواند در مایع حل شود و هنگامی که فشار کاهش یابد، حباب‌ها از آن خارج می‌شوند. به همین ترتیب، وقتی مایع وارد پمپ می‌شود، فشاری که به دلیل مکش بر روی مایع بوده است کاهش پیدا می‌کند. هنگامی که فشار کاهش یافته به فشار بخار سیال در دمای پمپاژ نزدیک می‌شود، باعث می‌شود تا سیال تبخیر شود. وقتی که حباب‌ها با پروانه درگیر می‌شوند، فشار دوباره افزایش می‌یابد و موجب می‌شود تا حباب‌ها از هم گسیخته و نابود شوند. پس از نابودی حباب‌ها، سیالات پیرامون برای حفظ پیوستگی سیال به محل تشکیل حفره هجوم آورده که نتیجه آن ایجاد یک تونل پر فشار از مایع به نام میکروجت است.



جمعیت میلیونی از میکروجت‌ها به همراه تکرار شوندگی، می‌تواند هر متریل مستحکمی را از پای درآورد. میکروجت در مجاورت جسم جامد ایجاد شوک و تنش مکانیکی نامنظم نموده و در آن ترک‌های میکرونی ایجاد

می‌کند. این پدیده را کاویتاسیون (Cavitation) یا حفره‌زایی می‌نامند؛ که در متن بالا روند کاویتاسیون اتفاق افتاده در لحظه برخورد سیال به پروانه را بیان کردیم.

چرا کاویتاسیون اهمیت دارد؟

کاویتاسیون در بسیاری از موارد یک اتفاق نامطلوب است. در دستگاه‌هایی مانند پیشران‌ها و پمپ‌ها، کاویتاسیون باعث ایجاد سر و صدای زیاد، آسیب به قطعات، لرزش و از بین رفتن راندمان می‌شود. البته که در مواردی که در همین نوشته به آن‌ها اشاره می‌کنیم دارای کاربرد مثبتی می‌باشند. حفره‌سازی (Cavitation) باعث ایجاد فرسودگی زیاد در اجزای سازنده می‌شود و می‌تواند طول پروانه یا پمپ را به طور چشم‌گیری کاهش دهد.



دلایل ایجاد کاویتاسیون

همان طور که گفته شد، اگر فشار سیال به فشار بخار سیال برسد حباب تشکیل شده و به تبع آن کاویتاسیون اتفاق می‌افتد. برای رسیدن فشار سیال به فشار بخار و یا همان تشکیل حفره سازی ۳ راه وجود دارد که در زیر به آن‌ها اشاره می‌کنیم:

افت فشار

با افت فشار سیال به اندازه ای که فشار سیال به فشار بخار سیال در دمای کاری خود برسد، و موجب ایجاد پدیده حفره‌زایی می‌شود.



افزایش دما

با افزایش دما، فشار بخار سیال افزایش یافته و هنگامی که به فشار سیال برسد، کاویتاسیون ایجاد می‌شود.



ورتکس و یا بازچرخش در دهانه مکش

دومین نوع کاویتاسیون (معروف به کاویتاسیون نوع دوم) از باز چرخش جریان در دهانه مکش ناشی می شود که دلیل عمده آن ناپیوسته شدن جریان در ورودی پمپ است. به زبان ساده، ناپیوستگی جریان هنگامی اتفاق می افتد که توازن میان جرم و سطح (یا حجم) توزیع شده از بین برود.

راه پیشگیری از کاویتاسیون

بالا بردن فشار ساکشن

پایین آوردن فشار بخار سیال

افزایش NPSHA و کاهش NPSHR

انواع کاویتاسیون (حفره زایی در چه جاهایی اتفاق می افتد؟)

امکان وقوع حفره زایی در تمام سیستم هیدرولیکی وجود دارد. از شیرها و تجهیزات مدار هیدرولیکی بگیریم تا داخل پمپ که چند نوع کاویتاسیون اتفاق می افتد. در ادامه به بیان هرکدام از این موارد می پردازیم.

کاویتاسیون در لوله

در جای جای مدار هیدرولیکی هم همانند درون پمپ احتمال به وجود آمدن کاویتاسیون وجود دارد. از این موارد می توان به وقوع این پدیده در شیرها که در تصویر زیر نیز مشاهده می شود اشاره کرد.



قسمت عمده پدیده حفره زایی در پمپ ها رخ می دهد که در سه محل مختلف پمپ این اتفاق می افتد.

انواع کاویتاسیون در پمپ ها

ر ورودی پمپ

ر در لحظه برخورد سیال به پروانه



ر در خروج سیال از پروانه



فواید کاویتاسیون

برخلاف تصور اکثریت، کاویتاسیون مفید نیز هست. این فواید موجب می‌شود تا این پدیده در موارد مختلفی کاربرد داشته باشد. در ادامه به برخی از این کاربردها می‌پردازیم:

کاربرد های کاویتاسیون

پدیده حفره‌زایی در موارد مختلفی کاربرد دارد. از این موارد می‌توان به کاربرد در مهندسی شیمی، پزشکی، صنایع تمیزکاری، و صنایع خوراکی اشاره کرد. از جمله آن‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

در صنعت، پدیده حفره‌زایی اغلب برای همگن کردن (هموژنیزه کردن)، یا مخلوط کردن و تجزیه ذرات معلق در یک ترکیب مایع کلوئیدی مانند مخلوط رنگ یا شیر استفاده می‌شود. بسیاری از دستگاه‌های اختلاط صنعتی بر این اصل طراحی بنا شده‌اند. این معمولاً از طریق طراحی پروانه یا با مجبورکردن مخلوط از طریق دهانه حلقوی که دارای یک دهانه ورودی باریک است با یک دهانه خروجی بسیار بزرگتر حاصل می‌شود. در حالت دوم، کاهش شدید فشار در اثر شتاب مایع به حجم بیشتر باعث ایجاد حفره‌زایی می‌شود. این روش را می‌توان با دستگاه‌های هیدرولیکی کنترل کرد که اندازه دهانه ورودی را کنترل می‌کنند، امکان تنظیم دینامیکی در طول فرایند یا اصلاح مواد مختلف را فراهم می‌کنند. سطح این نوع شیر مخلوط کردن، که در برابر آن سطح حباب‌های کاویتاسیون قرار می‌گیرد و باعث انفجار آن‌ها می‌شود، تحت فشارهای مکانیکی و حرارتی فوق العاده‌ای قرار می‌گیرد. بنابراین آن‌ها اغلب از مواد بسیار سخت یا سخت مانند فولاد ضد زنگ، Stellite (طیف گسترده‌ای از آلیاژ کبالت-کروم) یا حتی الماس پلی کریستالی (PCD) ساخته می‌شوند.

کاویتاسیون در پزشکی

پدیده حفره‌زایی نقش مهمی در تخریب سنگ کلیه در لیتوتریپس موج شوک دارد. امروزه آزمایشاتی انجام می‌شود که آیا می‌توان از کاویتاسیون برای انتقال مولکول‌های بزرگ به سلول‌های بیولوژیکی (سونوپوراسیون) استفاده کرد. کاویتاسیون نیتروژن روشی است که در تحقیقات برای لیز غشاهای سلولی هنگام ترک اندامک‌ها دست نخورده به کار می‌رود.



این پدیده نقش مهمی در تقسیم غیر حرارتی، غیر تهاجمی بافت برای درمان انواع بیماری ها دارد. و می توان از آن برای باز کردن سد خونی-مغزی برای افزایش جذب داروهای عصبی در مغز استفاده کرد. کاویتاسیون همچنین در HIFU، یک روش درمانی حرارتی غیر تهاجمی برای سرطان نقش دارد.

تمیز کردن

در کاربردهای نظافت صنعتی ، کاویتاسیون از قدرت کافی برای غلبه بر نیروهای چسبندگی ذره به زیر لایه، سست کردن آلاینده ها برخوردار است. فشار آستانه مورد نیاز برای شروع کاویتاسیون یک عملکرد قوی از پالس و ورودی قدرت است. این روش با تولید کاویتاسیون آکوستیک کنترل شده در مایع تمیز کننده، چیدن و حمل ذرات آلاینده به دور کار می کند تا آن ها به ماده تمیز شده وصل نشوند.

خوردنی و آشامیدنی

پاستوریزه کردن تخم مرغ

از پدیده حفره‌زایی برای پاستوریزه کردن تخم مرغ استفاده شده است. روتور با پره های حفره دار، حباب های کاویتاسیون را تولید می کند. به وسیله کاویتاسیون ایجاد شده، مایعات از درون آن گرم می شوند. سطوح تجهیزات، خنک تر از مایع گذرنده هستند، بنابراین تخم مرغ مانند فرایند گرم شدن که در سطوح گرم تجهیزات قدیمی اتفاق می افتد، سخت نمی شود. شدت کاویتاسیون را می توان تنظیم کرد و باعث می شود تا در این روند، کمترین آسیب پروتئین تنظیم شود.