



نشریه فنی آموزشی

شرکت صنایع پمپیران

سال ۲۶ - شماره ۳۸ - تابستان ۱۳۸۹

PUMPIRAN



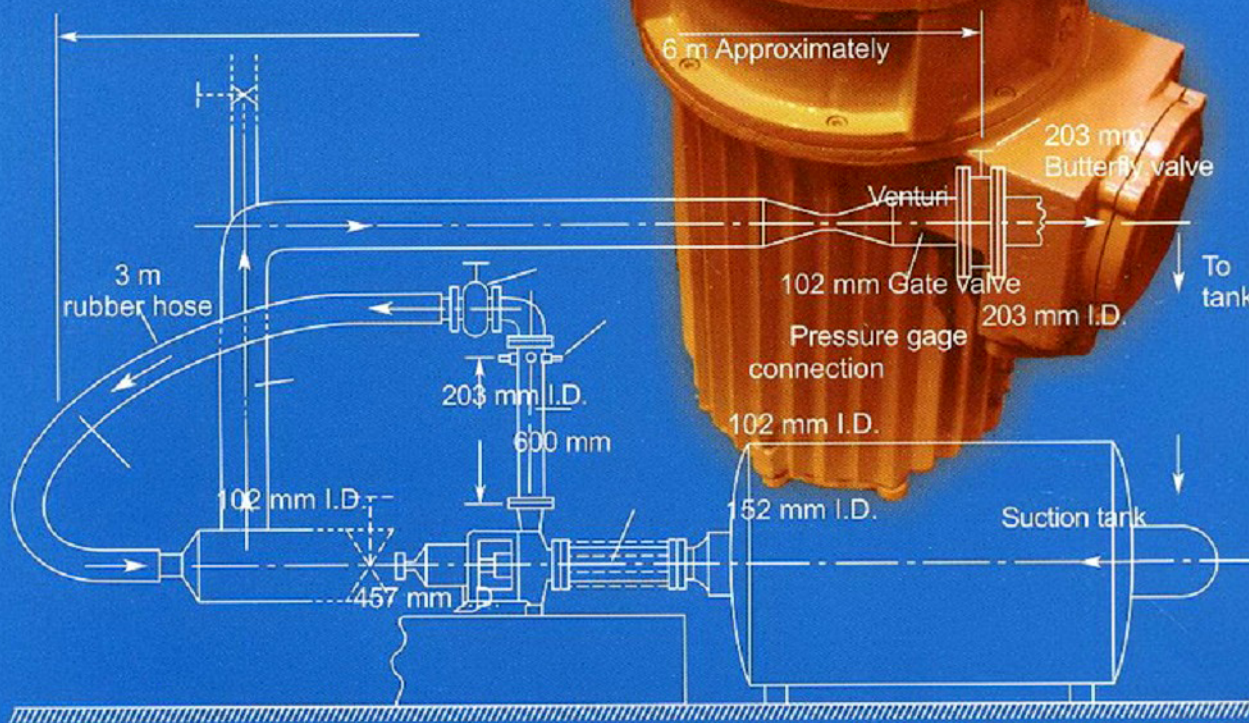
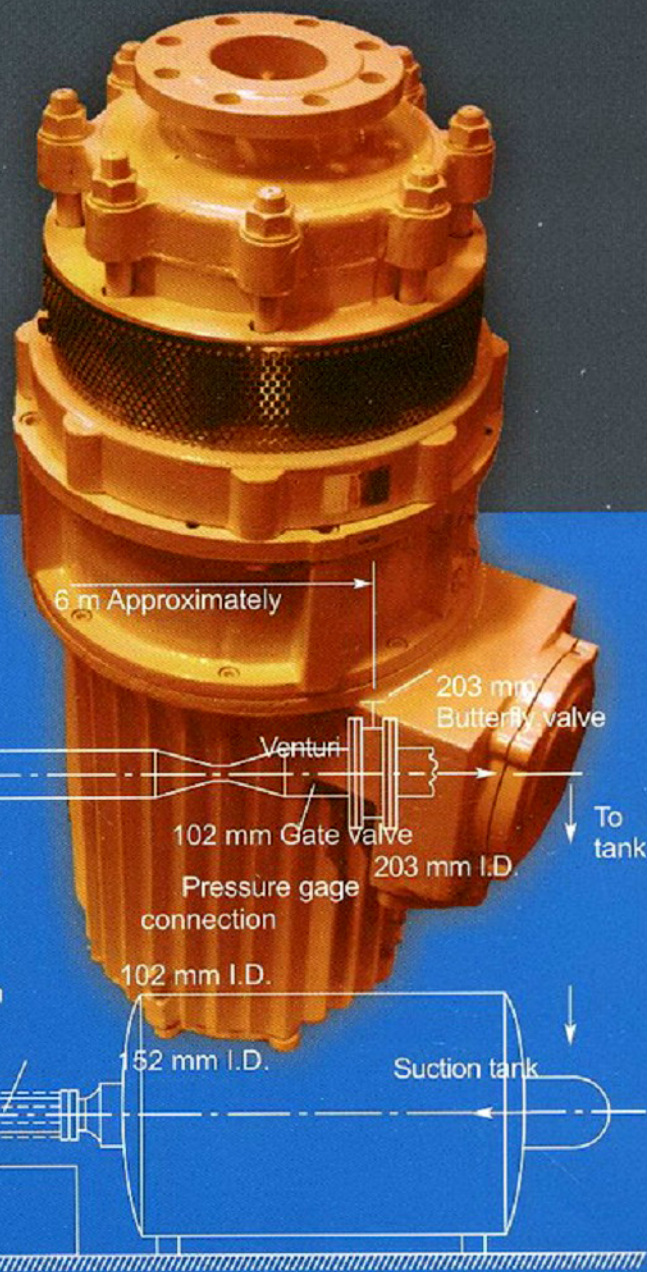
WATER



OIL



ENERGY



www.pumpiran.com
info@pumpiran.com



نشریه فنی آموزشی شرکت صنایع پمپیران
سال ۲۶ = شماره ۳۸ = تابستان ۱۳۸۹

دسترسی اختصاصی به نشریه: www.magiran.com/pump

فوائد گرامی:

- نشریه پمپ از عموم پژوهشگران، صاحب نظران و استادان، مقاله، ترجمه و گزارش می پذیرد.
- نقل و اقتباس مطالب و استفاده از نشریه پمپ با ذکر کامل منبع آزاد است.
- نشریه پمپ در رد، قبول، حذف، ویرایش و اصلاح مطالب آزاد است.
- نشریه پمپ به همکاری و همیاری شما ارج نهاده و از مقاله های مفید شما استقبال خواهد نمود.
- لطفا با ارسال نکته نظرات و پیشنهادات سازنده و همچنین همکاری خود در تهیه مقالات فنی و علمی، ما را در ارائه هرچه بهتر مطالب و بالا بردن کیفیت نشریه یاری نمایید.

با تشکر

سر دبیر

شرایط درج مقاله در نشریه پمپ:

- ۱- محتوای مقاله باید فنی، صنعتی و علمی بوده و به طریقی با طراحی، تولید و یا کاربرد پمپ مربوط باشد.
- ۲- نام و نام خانوادگی و درجه تحصیلی، شغل و آدرس کامل، مولف یا مترجم در صفحه اول قید شود. همچنین شماره تلفنی که بتوان در موقع لزوم تماس حاصل کرد.
- ۳- عنوان مقاله با در نظر گرفتن فواصل کلمات از دو سطر تجاوز ننماید.
- ۴- مطالب ارسالی باید تایپ شود در غیر این صورت، با خط خوش در یک طرف کاغذ نوشته و ارسال شود.
- ۵- تصویرها، شکل ها و نمودارهای پیوست مقالات بر روی یک طرف کاغذ باشد.
- ۶- توضیحات و زیر نویس ها به صورت مسلسل شماره گذاری و در پایان مقاله ذکر شوند.
- ۷- مراجع و ماخذ اصلی در تالیف و تدوین مطلب ارسالی باید دقیقا مشخص و در پایان مقاله معرفی گردند.
- ۸- مقالات ترجمه شده منظم به فتوکپی متون اصلی باشند.
- ۹- مقالات ارسالی باید قبلا در هیچ یک از نشریات داخلی چاپ نشده باشند.
- ۱۰- مقالات ارسالی برگشت داده نخواهد شد.

ضمنا چون صحت مطالب و مقاله بر عهده نویسنده آن است لذا هر گونه تغییر و ویرایش در متن مقاله جهت تایید نهایی نویسنده قبل از چاپ ارسال خواهد شد.



مهندس علی پور عبدالله
کارشناس طراحی

عملکرد پمپ

در NPSH کاهش یافته

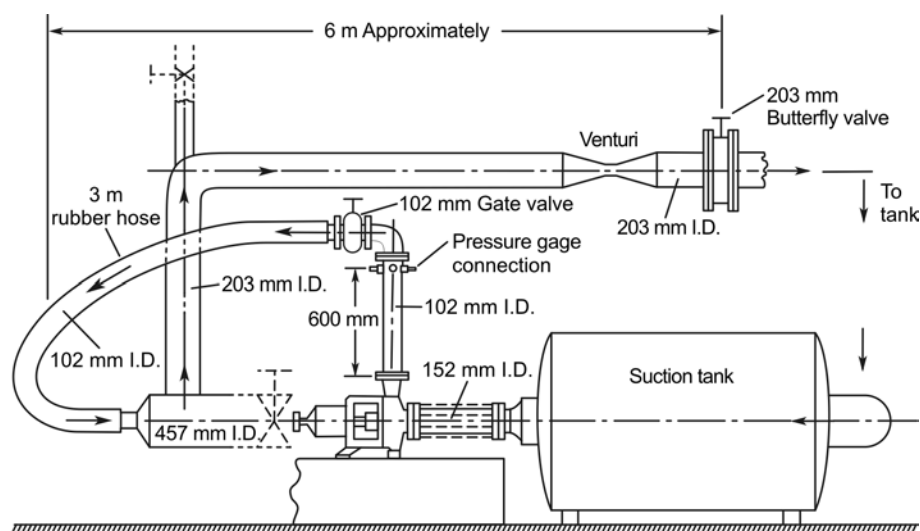
قسمت دوم

شکل ۱۳-۱۴ نشانگر شمای حلقه‌ای است که در آن چنین منحنی NPSH مشاهده شده است.

اپراتور آزمایش را از نقطه ۱ تا A شروع کرده است (شکل ۱۳-۱۲) و تنها از شیر 102mm (۴ اینچ) استفاده نموده است. وقتی اپراتور NPSH مفید را به b تقلیل می‌دهد هنوز از شیر 102 mm استفاده نموده و نرخ جریان را تنظیم می‌نماید. در این نقطه حباب‌های کاویتاسیون در گذر از لوله مکش شفاف مشاهده می‌شوند. به نظر می‌رسد که آنها در چشم پروانه تولید شده و در همان چشم پروانه و لوله مکش از بین می‌روند. همچنین هد پمپ از A به B کاهش می‌یابد.

در مرحله بعد اپراتور NPSH مفید را به مقداری برابر d کاهش می‌دهد. در این مرحله اپراتور ابتدا شیر 102mm را کاملاً باز نموده و با شیر 203mm (۸ اینچ) شروع به تنظیم نرخ جریان می‌نماید. هد بلافاصله به D افزایش یافته و حباب‌های کاویتاسیون ناپدید می‌شوند. تنها بعد از اینکه NPSH بیشتر کاهش داده می‌شود. شکست در عملکرد اتفاق می‌افتد. جهت مطالعه این اثر با جزئیات بیشتر آزمایش با استفاده از شیر 102mm تنها، تکرار می‌گردد.

پایین از مقدار NPSH برابر NPSH.a مفید در بازه‌های خیلی کوچک کاهش داده شده و در هر مرحله مقدار هد ثبت می‌شود. منحنی (شکل ۱۳-۱۲) با IAC-II مشخص می‌شود. همچنین وقتی NPSH به مقادیر کمتر از a کاهش داده می‌شود، کاویتاسیون در چشم



شکل ۱۳-۱۴ :

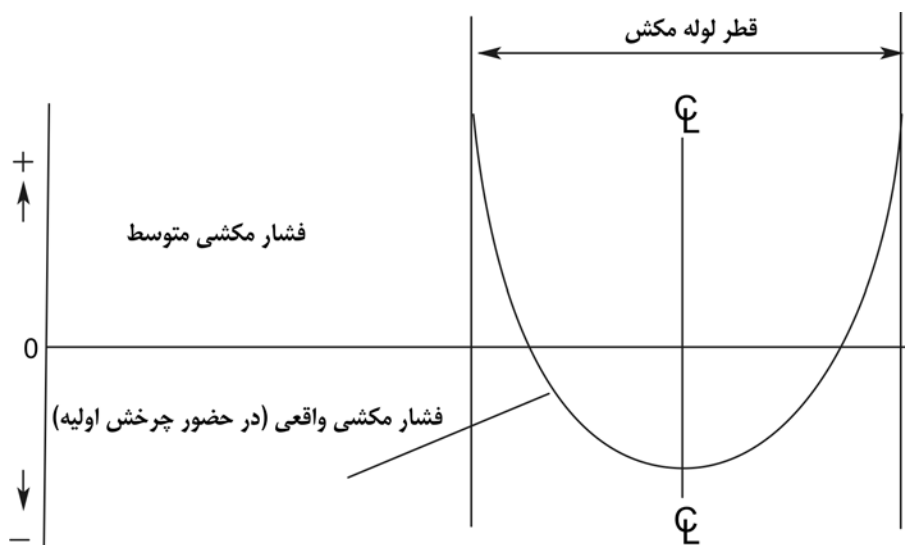
حلقه آزمایش حالت توضیح داده شده در شکل ۱۳-۱۴؛ I.D قطر داخلی است.

پروانه و با شدت افزونی یافته توسعه می‌یابد. این آزمایش با شیر کاملاً باز 102mm تکرار می‌شود. برای کنترل نرخ جریان فقط از شیر 203mm استفاده می‌شود. در این حالت در مقادیر NPSH بالاتر از مقدار b، حباب‌های کاویتاسیون در چشم پروانه ظاهر نمی‌شوند. مقدار هد در NPSH پایین مربوط به مقدار d، ثابت باقی می‌ماند. به نظر می‌رسد که پدیده توضیح داده شده بوسیله دیسک شیر دروازه‌ای 102mm ایجاد شده باشد. با تحمیل آن به سیال در حال جریان به نظر می‌رسد که در جریانهای بالاتر این دیسک شروع به ارتعاش نموده و باعث کاویتاسیون می‌شود. وقتی کاملاً باز شود دیسک شیر، مسیر جریان سیال را کاملاً تمیز می‌کند. این امر ارتعاشات را متوقف می‌سازد.

■ اثر چرخش اولیه روی عملکرد در NPSH کم

با کاهش نرخ جریان الزمات NPSH یک پمپ کاهش می‌یابد. این قانون عمومی، در نرخ‌های جریان جزئی خیلی پایین دچار اشکال می‌شود. حالتی وجود دارد که در آنها لازمه‌های NPSH به طور ناگهانی افزایش شدیدی را تجربه می‌کنند. به نظر می‌رسد که این پدیده ناشی از چرخش اولیه باشد.

در حضور چرخش اولیه توزیع فشار در لوله مکش شکلی سهموی خواهد داشت (شکل ۱۳-۱۵).

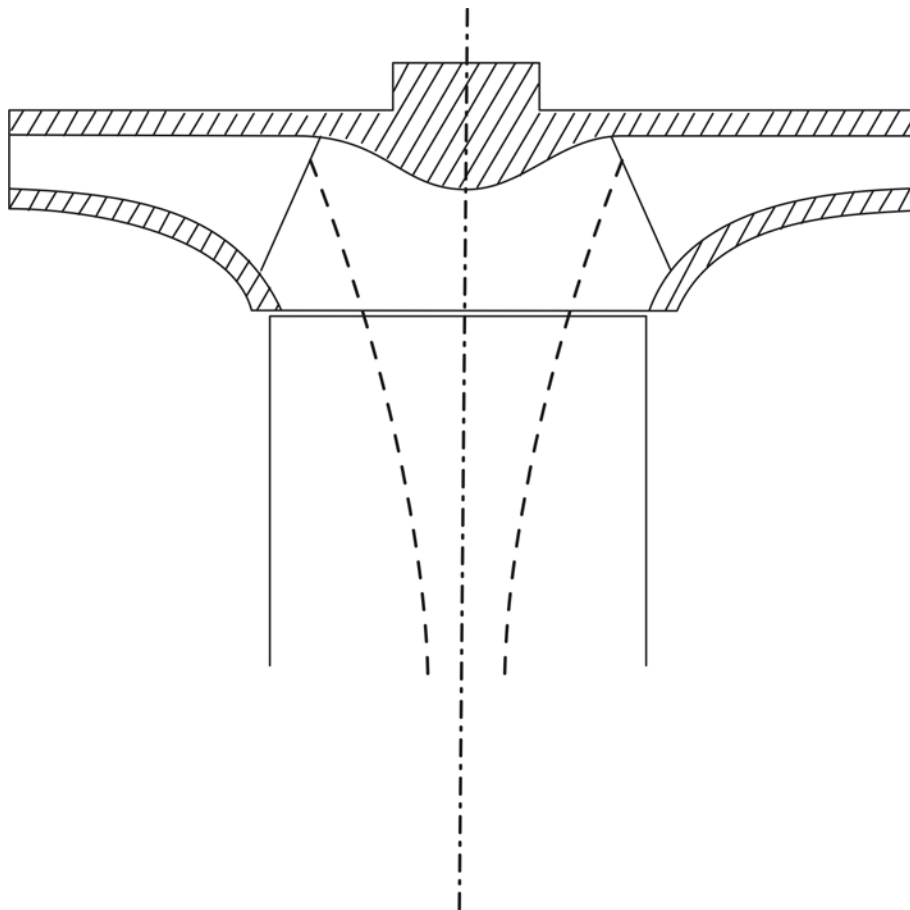


شکل ۱۳-۱۵:

توزیع فشار در ورودی پمپ در حضور چرخش اولیه

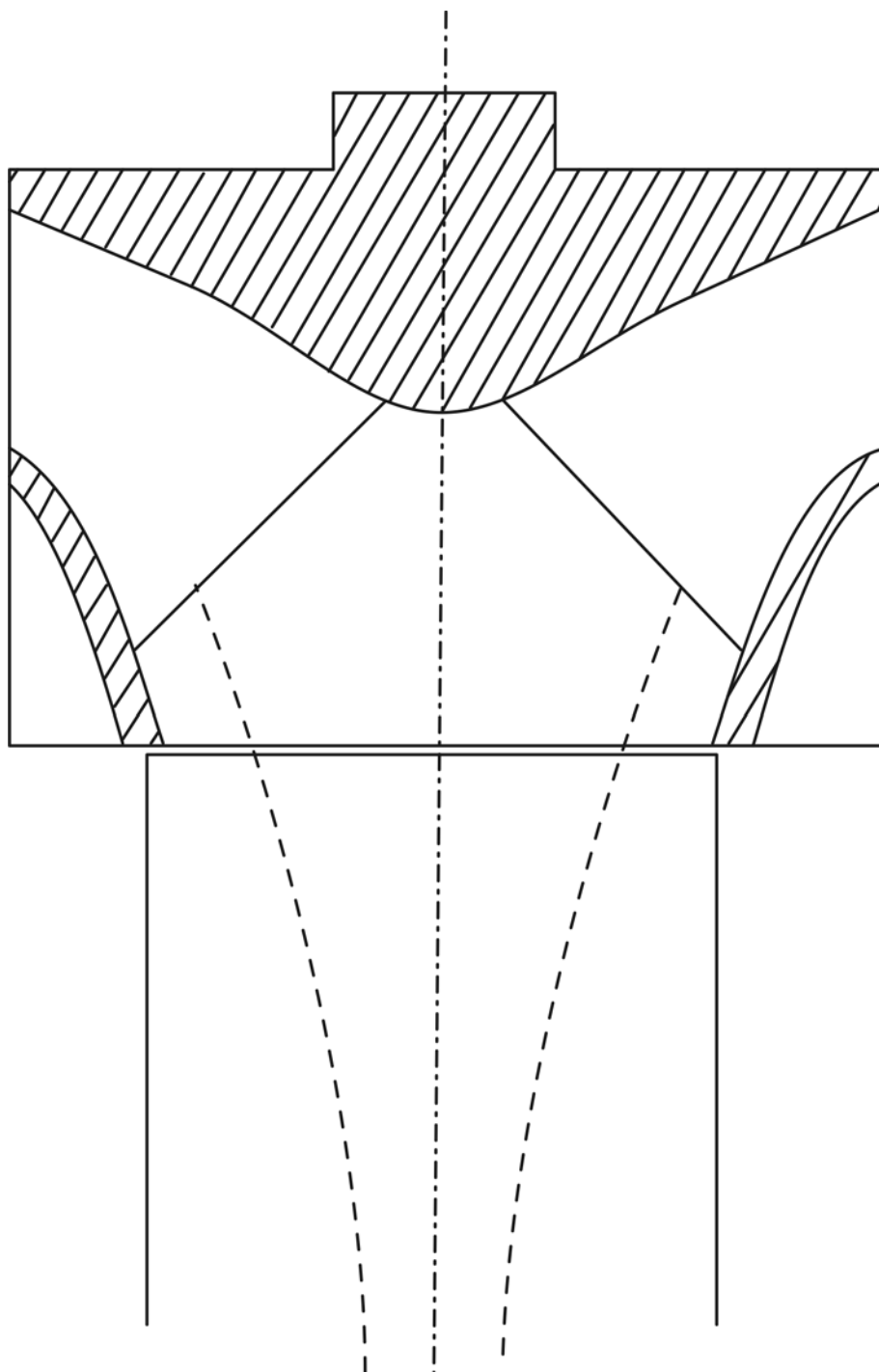
در قطر خارجی (OD) لوله مکش، فشار به بالاتر از میزان مکشی متوسط افزایش می‌یابد، حال آنکه در نزدیکی مرکز آن، به مقادیر کمتر از این حد کاهش پیدا می‌کند. شدت چرخش اولیه و تاثیر آن روی عملکرد مکشی پمپ تا حد زیادی بستگی به هندسه پروانه و سرعت کاری آن خواهد داشت. برای ورودی پروانه با قطر و سرعت داده شده، هندسه یک فاکتور اساسی موثر بر چرخش اولیه خواهد بود.

در مورد پروانه‌ای با سرعت ویژه کم، لبه‌های ورودی پره‌ها نسبتاً کوتاه بوده و تقریباً موازی محور می‌باشند (شکل ۱۳-۱۶).



شکل ۱۳-۱۶ :
پروانه مربوط به سرعت ویژه کم

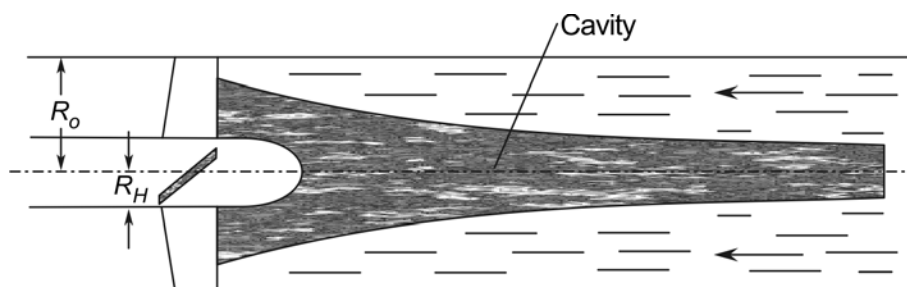
در چنین پروانه‌ای ناحیه کم فشار ایجاد شده بوسیله چرخش اولیه نسبتاً دور از پره‌های پروانه بوده و بنابراین دارای اثر کمی بر روی عملکرد می‌باشد. از طرف دیگر در سرعت ویژه بالا، لبه‌های ورودی پره‌ها نسبتاً بلند بوده و شیب زیادتری نسبت به محور دارند (شکل ۱۳-۱۷).



شکل ۱۳-۱۷ :
پروانه مربوط به سرعت ویژه زیاد

در اینجا ناحیه کم فشار ایجاد شده بوسیله چرخش اولیه با قسمت بزرگی از ورودی‌های پره تماس می‌گیرد. در نتیجه اثر زیادی بر روی عملکرد دارد. این کار، با کاهش دادن فشار در امتداد قسمت‌های مهمی از ورودی‌های پره لازمه‌های NPSH را افزایش می‌دهد. بنابراین پمپ با سرعت ویژه بالا در حالت کارکرد در نرخ‌های جزئی جریان با NPSH مفید کم، سبب مشکلات زیادی خواهد بود. در حالات افراطی سیستم پمپاژ ممکن است درست مثل اینکه در معرض ضربات چکش قرار گرفته باشد با سرو صدا و ارتعاشات زیاد کار خواهد کرد.

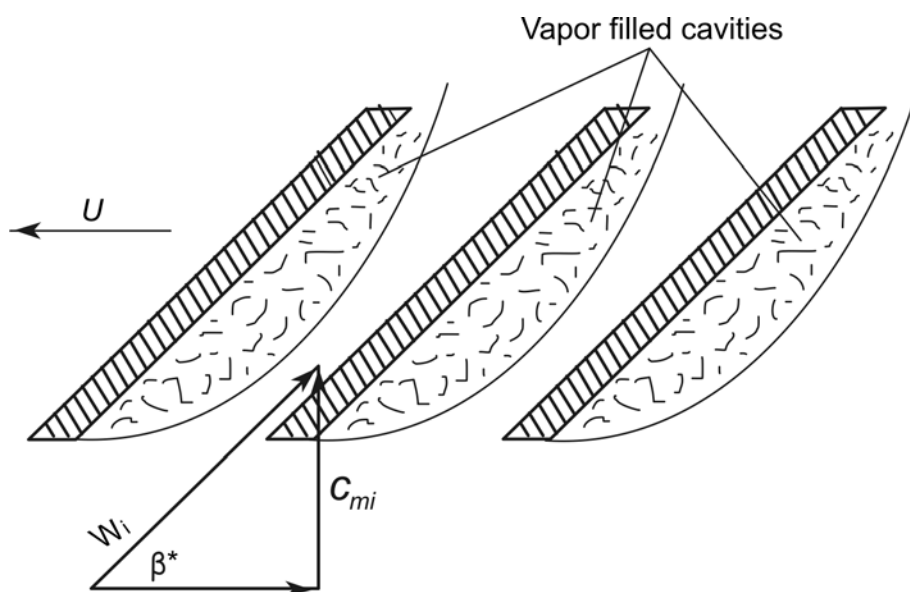
مشاهدات از طریق یک لوله مکش شفاف اطلاعات ذیل را به دست داده است. در نرخهای کم جریان و مقادیر بالای NPSH چرخش اولیه شدیدی در لوله مکش مشاهده شده است. با پایین آوردن NPSH در مرکز لوله مکش حفره بزرگ ساده‌ای به طور تناوبی ظاهر می‌گردد (شکل ۱۳-۱۸).



شکل ۱۳-۱۸:

حفره مرکزی در سیال با چرخش اولیه

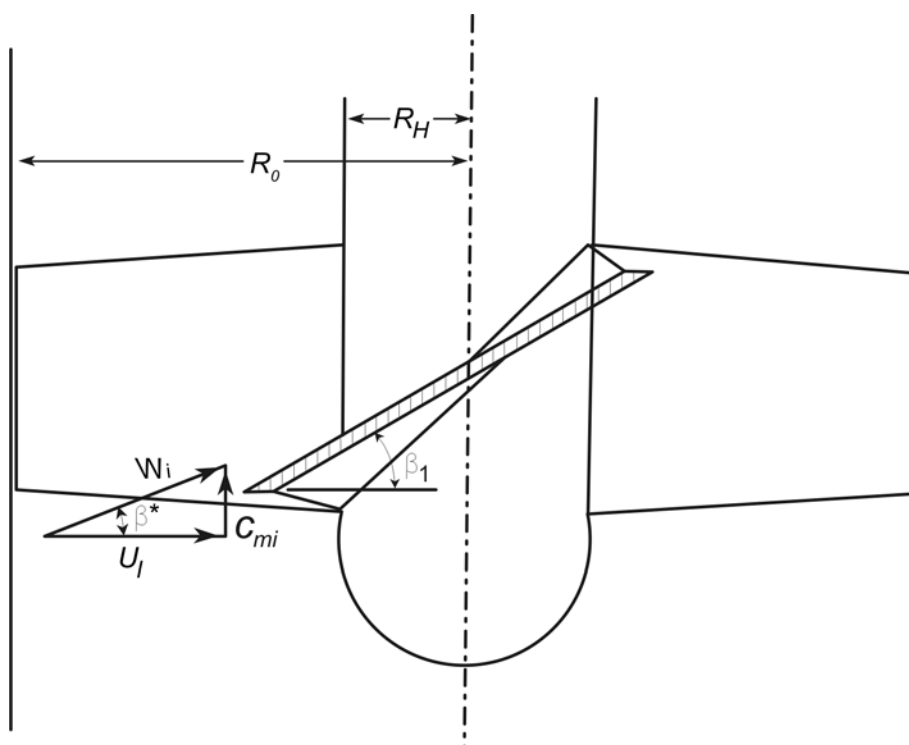
و به طور شدید نیز متلاشی می‌گردد و این امر موجب ارتعاش سیستم می‌شود. در لوله مکش با قطر ۵ اینچ حفره مرکزی به قطری بین ۲ تا ۳ اینچ و طولی بیشتر از ۲۴ اینچ می‌رسد. وقتی NPSH باز هم پایین آورده شد چرخش اولیه متوقف شده و حفره بزرگ ناپدید می‌گردد. به جای آن حفره‌های بزرگ پر شده با بخار در سمت خروجی پره‌ها مشاهده شده و پمپ مجدداً شروع به کارکرد آرام می‌نماید اگر چه هد کلی کمتری تولید می‌نماید (شکل ۱۳-۱۹).



شکل ۱۳-۱۹: حذف زاویه برخورد ناشی از حفره‌های پر شده با بخار

این اثرات را می‌توان به سادگی براساس آنچه که از منبع چرخش اولیه می‌دانیم توضیح داد. چرخش اولیه زمانی صورت می‌گیرد که مقداری از سیال که قبلاً توسط پره‌ها تحت تاثیر قرار گرفته است به ورودی پمپ بر می‌گردد. در اثر این عمل سیال مولفه مماسی سرعت به میزان C_u را دارا خواهد بود. به دلیل اینرسی، سیال نیز این مولفه سرعت را بعد از ترک پروانه و برگشت به خط مکش حفظ خواهد کرد.

شواهد تجربی قوی که بوسیله مطالعات تئوری پشتیبانی شده‌اند اشاره بر این دارند که میزان مولفه C_u که بوسیله قسمت‌های ورودی پره‌ها به سیال اعمال می‌شود و در حد زیادی بستگی به میزان زاویه برخورد، یا اختلاف زاویه β^* که تحت آن سیال وارد پروانه می‌شود و زاویه پره β_1 می‌باشد (شکل ۱۳-۲۰).



شکل ۱۳-۲۰:
زاویه سیال نزدیک شونده نسبت به زاویه پره

در مقادیر کمتر از نرخ طراحی جریان، مقدار زاویه برخورد و در نتیجه مقدار C_u در $\beta^* = \beta_1$ کوچکترین مقدار می‌باشد. این مقدار با کاهش زاویه β^* معین با نرخ جریان کاهش یافته، افزایش می‌یابد.

وقتی چرخش اولیه شروع می‌شود، یک ناحیه کم فشار در مرکز لوله مکش تولید می‌شود (شکل ۱۳-۱۵).

تحت شرایط کاویتاسیونی، این ناحیه کم فشار با بخار پر می‌شود و سطح مقطع لوله مکش را کاهش می‌دهد (شکل ۱۳-۱۸). این امر به نوبه خود سرعت ورود سیال به چشم پروانه

را افزایش می‌دهد.

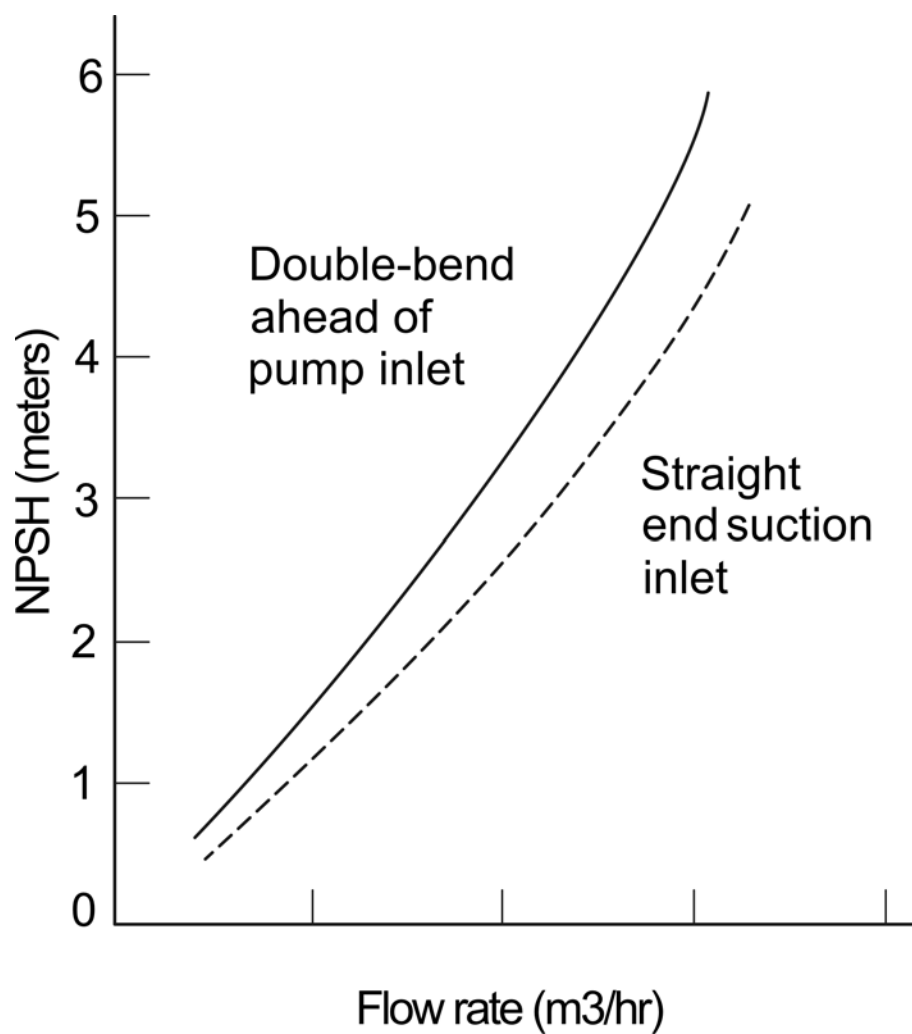
بهر حال چنین افزایش در سرعت سیال ورودی، مقدار زاویه β^* را افزایش داده و علت چرخش اولیه را از بین می‌برد. در نتیجه فشار در گذر از لوله مکش به مقدار متوسط آن برگشت نموده و سبب متلاشی شدن شدید حفره مرکزی می‌شود. به محض اینکه حفره متلاشی شد، کل سطح مقطع لوله مکش در معرض جریان سیال قرار می‌گیرد این امر به نوبه خود سرعت سیال ورودی و زاویه β^* را کاهش می‌دهد. در نتیجه چرخش اولیه توسعه یافته و چرخه مجدداً تکرار می‌شود. وقتی که NPSH مفید بیشتر کاهش داده شود پاساژ بین پره‌ها در حد زیادی بوسیله حباب‌های بخار بلوکه می‌شوند (شکل ۱۳-۱۹). این امر سبب افزایش مولفه سرعت C_{mi} و به تبع آن مقدار زاویه β^* می‌شود. مقدار افزونی یافته زاویه جریان نزدیک شونده موجب حذف عامل اولیه چرخش اولیه شده و پمپ مجدداً به طور آرام شروع به کار می‌کند.

■ تاثیر خط مکش روی لازمه‌های NPSH

وقتی خط مکش دارای خم‌های متعدد در همان مسیر جریان باشد (مثلاً در جهت یک مارپیچ راست گرد) گردابه‌هایی، سیال ورودی به پروانه القا می‌شوند. یک خاصیت گردابه‌ها این است که فشار در مرکز آنها از فشار متوسط در لوله مکش کمتر می‌باشد.

در نتیجه یک پی رفت خم‌های هم جهت، افزایش لازمه‌های NPSH پمپ می‌باشد. شکل ۱۳-۲۱ نشانگر نتایج آزمایش یک پمپ با دو خم در خط مکش می‌باشد. همان پمپ بعداً با یک خط مکش مستقیم مورد آزمایش قرار گرفته است (شکل ۱۳-۲۱). عملکرد مکش یک پمپ همچنین می‌تواند تحت تاثیر عدم مطابقت لوله مکش و ورودی پمپ (شکل ۱۲-۱۵) و به وسیله واشری که مانعی را در مقابل جریان ورودی شکل می‌دهد قرار گیرد.

(شکل‌های ۱۶-۱۲ و ۱۷-۱۲)

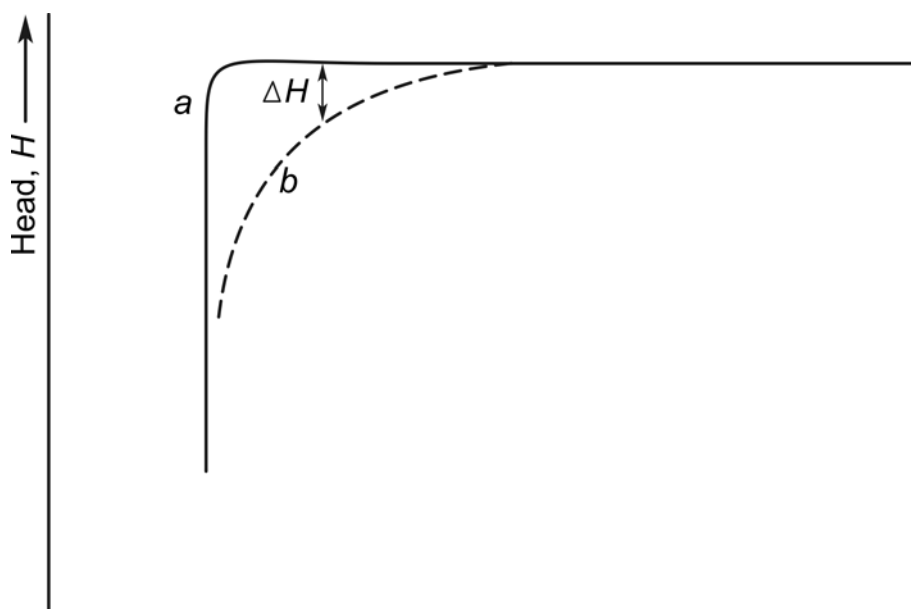


شکل ۱۳-۲۱
تأثیر خط مکش روی NPSH

■ اثر هوا یا گازی که وارد سیال (مایع) می‌شود

وقتی که خط مکش به وسیله هوا نفوذ ناپذیر نبوده و فشار داخل کمتر از فشار اتمسفری باشد، هوا وارد پمپ می‌شود. شدت اتفاق این عمل با کاهش NPSH مفید افزایش می‌یابد. افزایش نشت هوا به نوبه خود افت ΔH هد توسعه یافته بوسیله پمپ را افزایش می‌دهد. (شکل ۱۳-۲۲) در نتیجه شکل منحنی H-NPSH از a به b تغییر می‌یابد. هوا در سیال ورودی، به پروانه پاساژها را زودتر از یک خط مکش نفوذ پذیر بوسیله هوا بلوکه می‌کند (در NPSH مفید بالا).

اگر چه این کار همواره هد تولیدی به وسیله یک پمپ را کاهش می‌دهد، حضور هوا می‌تواند اثرات مفید خاصی در مورد حضور کاویتاسیون داشته باشد. وقتی یک پمپ تحت شرایط کاویتاسیونی کار می‌کند، مقادیر جزئی هوا که اغلب به عنوان یک محیط لایه گذاری



شکل ۱۳-۲۲

اثر هوا بر روی منحنی H-NPSH

شده عمل می‌کند، برخورد مکانیکی حباب‌های متلاشی شونده را کاهش می‌دهد. این امر باعث کاهش صدمات ناشی از کاویتاسیون به قطعات پمپ می‌شود. همچنین میزان صدا و ارتعاش نیز کاهش می‌یابد. بنابراین مقادیر کنترل شده هوا اغلب بطور عمدی به پمپی که باید تحت شرایط کاویتاسیونی کار کند اعمال می‌شود این امر همچنین در حالت‌های افراطی که انتخاب از نوع دیگری ممکن نباشد عملی می‌شود.

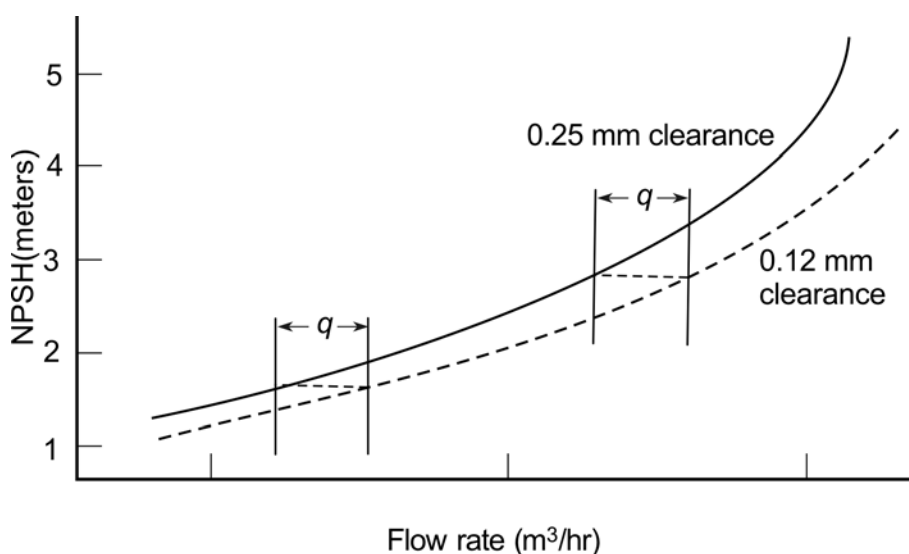
اثرات مشابه وقتی که سیال (مایع) پمپ شده شامل مقادیر معلومی از هوای حل نشده باشد، اتفاق خواهد افتاد. حلالیت هر نوع گاز در مایع با کاهش فشار، کاهش می‌یابد. بنابراین NPSH مفید کم، قسمت‌های عمده‌ای از گازهای حل نشده در مایع را به طرف

ناحیه‌های کم فشار خط مکش و پروانه، آزاد می‌نماید. اثرات با اثرات نشت هوا یکسان می‌باشد.

■ تاثیر زمان بر روی عملکرد مکش

عملکرد مکش یک پمپ همچنین تحت تاثیر زمان قرار می‌گیرد با کارکرد پمپ در یک دوره طولانی شده، صافی مسیر جریان تحت تاثیر تغییرات تدریجی قرار می‌گیرد. حتی شکل می‌تواند در اثر فرسایش و خوردگی تغییر نماید. همه این عوامل بر روی عملکرد مکش موثر هستند.

نشت ناشی از کهنه شدن رینگ‌های سایشی می‌تواند بطور خاصی آسیب رسان باشد. شکل ۱۳-۲۳ نشان می‌دهد که چگونه تغییر در بازی رینگ سایشی بر روی عملکرد مکش پمپ تاثیر گذاشته است. در محدوده کاری پمپ، لازمه‌های NPSH برای یک نرخ جریان معین باندازه مقدار نشت q به سمت نرخ‌های کمتر جریان حرکت می‌کنند. علاوه بر موارد فوق افزایش نشت غالباً شکل منحنی H-NPSH از حالت شکل ۱۳-۳ به حالت شکل ۱۳-۵ تغییر می‌کند.



شکل ۱۳-۲۳
تاثیر بازی رینگ سایشی روی لازمه‌های NPSH

■ اثرات دما بر روی عملکرد مکش
معادله ۱-۴ را می توان به صورت ذیل نوشت

$$\frac{P_s}{\gamma} = NPSH - \frac{C^2}{2g} + \frac{P_v}{\gamma} \quad (۱-۱۳)$$

برای یک پمپ معلوم، با نرخ جریان و سرعت معلوم، سرعت ورودی C ثابت می باشد. همچنین معقول خواهد بود که فرض کنیم لازمه های NPSH نیز ثابت باقی می ماند. بنابراین معادله ۱-۱۳ را می توان به صورت زیر نوشت:

$$\frac{P_s}{\gamma} = \frac{P_v}{\gamma} + M \quad (۲-۱۳)$$

که در آن $M = NPSH - \frac{C^2}{2g} = \text{Constant}$

معادله ۲-۱۳ نشان می دهد که لازم است فشار مطلق P_s ، افزایش کاویتاسیون را مستقیماً بوسیله فشار بخار P_v فرو بنشانند. به طور غیر مستقیم معادله دلالت بر این دارد که P_s به همان اندازه P_v در اثر دما، افزایش می یابد. به هر حال در حالت واقعی این امر همواره مطرح نمی باشد.

افزایش در هد مکشی مانومتر لازم در دماهای بالا معمولاً در حد قابل ملاحظه ای کمتر از افزایش در فشار بخار می باشد همچنانکه لازمه های NPSH یک پمپ در دماهای افزایش یافته کمتر می باشند. این امر بدلیل این است که رفتار مایعات در دماهای بالا بستگی به

خواص ترمودینامیکی آنها دارد.

به عنوان مثال حجم مشخص V_a از بخار اشباع شده را در دو دمای مختلف ۵۰ درجه فارنهایت و ۲۰۰ درجه فارنهایت در نظر بگیرید. حجم مخصوص بخار اشباع در دمای ۵۰ درجه فارنهایت $17.3 \text{ ft}^3 / \text{lb}$ و در دمای ۲۰۰ درجه فارنهایت، $33.6 \text{ ft}^3 / \text{lb}$ می باشد. در نتیجه لازم است برای پر کردن حجم V_a در دمای ۲۰۰ درجه فارنهایت لازم است ۵۰ برابر آب بیشتر نسبت به دمای ۵۰ درجه فارنهایت تبخیر شود. گرمای نهان بخار در ۲۰۰ درجه فارنهایت تقریباً ۹۰ درصد گرمای نهان آن در ۵۰ درجه فارنهایت می باشد. این موضوع، بدین معنی است که در دمای ۲۰۰ درجه فارنهایت برای تولید حجم مشابه V_a از بخار، حرارت باید ۴۵ برابر بیشتر از حالت مربوط به ۵۰ درجه فارنهایت انتقال یابد.

سیالی که از داخل پروانه جریان می یابد معمولاً برای زمان کوتاهی در ناحیه کم فشار باقی می ماند. در نتیجه در دمای ۲۰۰ درجه فارنهایت حجم کمتری از بخار در این دوره زمانی نسبت به دمای ۵۰ درجه فارنهایت آزاد می گردد. این امر بیانگر کاهش شدت کاویتاسیون در NPSH مفید معلوم در دماهای بالاتر می باشد.

آسیب های ناشی از فروپاشی حباب های پر شده با بخار در دماهای بالاتر کمتر از حالت مربوط به دماهای پایین تر می باشد. زمان لازم برای زدودن گرمای نهان از حجم معلومی از بخار با مقدار حرارت آزاد شده، افزایش می یابد. در اینجا به این هشدار باید توجه شود: با وجودی که ضربه حباب های بخار فروپاشی شده در دماهای بالا معمولاً کم اثرتر از دماهای پایین می باشد آسیب مربوطه هنوز می تواند قابل توجه باشد زیرا مقاومت بسیاری از مواد در دماهای بالاتر کاهش می یابد.

■ تاثیر ناخالصی های ورودی (به داخل کشیده شده)

کاویتاسیون تنها موقعی می تواند اتفاق بیفتد که ناخالصی ها در سیال (مایع) وجود داشته باشند. نیروهای چسبندگی بین ملکولهای یک مایع مطلقاً خالص به حدی بزرگ می باشد

که بدون وجود چنین ناخالصی‌هایی، یک مایع می‌تواند حتی در مقابل فشارهای منفی قابل ملاحظه (کشش) بدون بروز کاویتاسیون مقاومت نماید. در آزمایشگاه دانشمندان موفق به تولید تنشهای کششی تا 20 atm قبل از بروز کاویتاسیون، شده‌اند.

در عمل هر مایعی ناخالصی‌هایی در حد کافی دارد تا در فشار بخار، کاویتاسیون صورت گیرد. به هر حال مقادیر اضافی ناخالصی‌ها ممکن است منجر به لازمه‌های NPSH بزرگتر گردند. دلیل اساسی امر این است که مایعاتی که شامل مقادیر زیادی از ناخالصی‌ها می‌باشند حباب‌های ریز زیادی را با خود می‌کشند. این حباب‌ها در فشارهای کاهش یافته منبسط می‌شوند و موجب اغتشاشاتی مشابه حالت مربوط به نشت هوا می‌شوند.

این حالات بویژه در مورد مایعاتی که شامل مواد آلی هستند (نظیر خمیر کاغذ) معمول می‌باشد.

در این حالت مایع مربوطه ممکن است شامل مقادیر قابل ملاحظه‌ای از سایر گازها باشد که مثلاً در اثر تخمیر ایجاد شده‌اند.

■ عملکرد مکش در حالت انتقال مایعات مختلف

خواص ترمودینامیکی یک مایع ممکن است دارای تاثیر مسلمی بر روی لازمه‌های NPSH یک پمپ باشد. به دلیل اینکه مایعات مختلف معمولاً خواص ترمودینامیکی مختلفی دارند، می‌توان انتظار داشت که لازمه NPSH یک پمپ از مایعی به مایع دیگر تغییر کند (شکل ۱۲-۲۲).

اما خواص ترمودینامیکی تنها پارامترهایی نیستند که موجب مغایر بودن لازمه‌های NPSH برای مایعات مختلف می‌شوند. کشش سطحی و لزجت نیز در این مورد دخیل هستند.

به دلیل وجود گروه بسیاری از عوامل، پیشگویی دقیق لازمه‌های NPSH یک پمپ در شرایط پمپاژ مایعی به غیر از مایعی که با آن تست شده است تقریباً غیر ممکن است. در نتیجه وقتی دانش دقیقی از چنین لازمه‌هائی، نیاز قطعی باشد تنها روش به دور از خطا و شکست انجام تست‌های واقعی NPSH با سیال (مایع) مورد پمپاژ می‌باشد.

■ تاثیر لبه تیز بر روی کاویتاسیون

در دهه‌های گذشته مشخص شده بود که یک برآمدگی تیز در مسیر جریان مایع می‌تواند تاثیر معکوس بر روی عملکرد یک پمپ گریز از مرکز داشته باشد. تا این اواخر اطلاعات

کمی در مورد دلایل و سازو کار چنین اثری وجود داشت. یک پیش ران (محرک) غیر معمول در یک حلقه همراه با لوله مکش شفاف مورد آزمایش قرار می‌گیرد. این امر این امکان را فراهم می‌سازد که عمل پیش ران با استفاده از نور استروبوسکوپ قابل مشاهده باشد.

در طی این آزمایشات حباب‌های کوچک در هر کدام از لبه‌های تیز پره‌های پیش ران شروع به ظاهر شدن می‌کنند و با مایع در حال جریان منتقل می‌شوند. مشخص نیست که این حباب‌ها با هوا پر شده‌اند یا با بخار. کل حلقه آزمایش تحت خلاء بالا قرار دارد و دقت زیادی می‌شود که هر گونه هوایی که ممکن است به صورت نامحلول در آب باشد از آن زدوده شود. بعد از انجام این امر، پمپ مجدداً راه اندازی شد. ولی حباب‌ها مجدداً در همان موقعیت‌های مربوط به تست اولیه ظاهر شدند. حال اطمینان حاصل می‌شود که آنها حباب‌های بخار هستند. جهت حذف حباب‌ها فشار مکش به تدریج به ۲۰ متر بالای فشار اتمسفری افزایش داده می‌شود ولی فایده‌ای ندارد. حباب‌های پر شده با بخار به تولید خود در هر لبه تیز پره‌ها ادامه داده و همراه با مایع در حال جریان منتقل می‌شوند.

اخیراً دریافته‌ایم که آنچه طی این آزمایشات مشاهده شده یک تصادف نبود. ثابت شده است که وقتی مایعی در امتداد یک مرز جامد جاری می‌شود باید در تمامی نقاطی که منحنی نمایشگر این مرز دارای ناپیوستگی در مشتق خود می‌باشد باید از مرز جدا شود. یک نوک یا لبه تیز چنین نقطه تکینی را شکل می‌دهد این امر تشریح کننده پدیده مشاهده شده می‌باشد.

وقتی مایعی که در تماس مستقیم با دیواره جامد می‌باشد از یک لبه تیز می‌گذرد از دیواره جدا شده و یک فضای خالی (خلأ) بین مایع در حال جریان و دیواره جامد ایجاد می‌شود. این امر باعث می‌شود که قسمتی از مایع به داخل این فضای خالی تبخیر شده و به شکل حباب‌های پر شده با بخار منتقل شود. وقتی این حباب‌ها وارد ناحیه با فشار بالاتر می‌شوند آنها شدیداً متلاشی شده و خسارت کاویتاسیونی نوعی را ایجاد می‌نمایند.

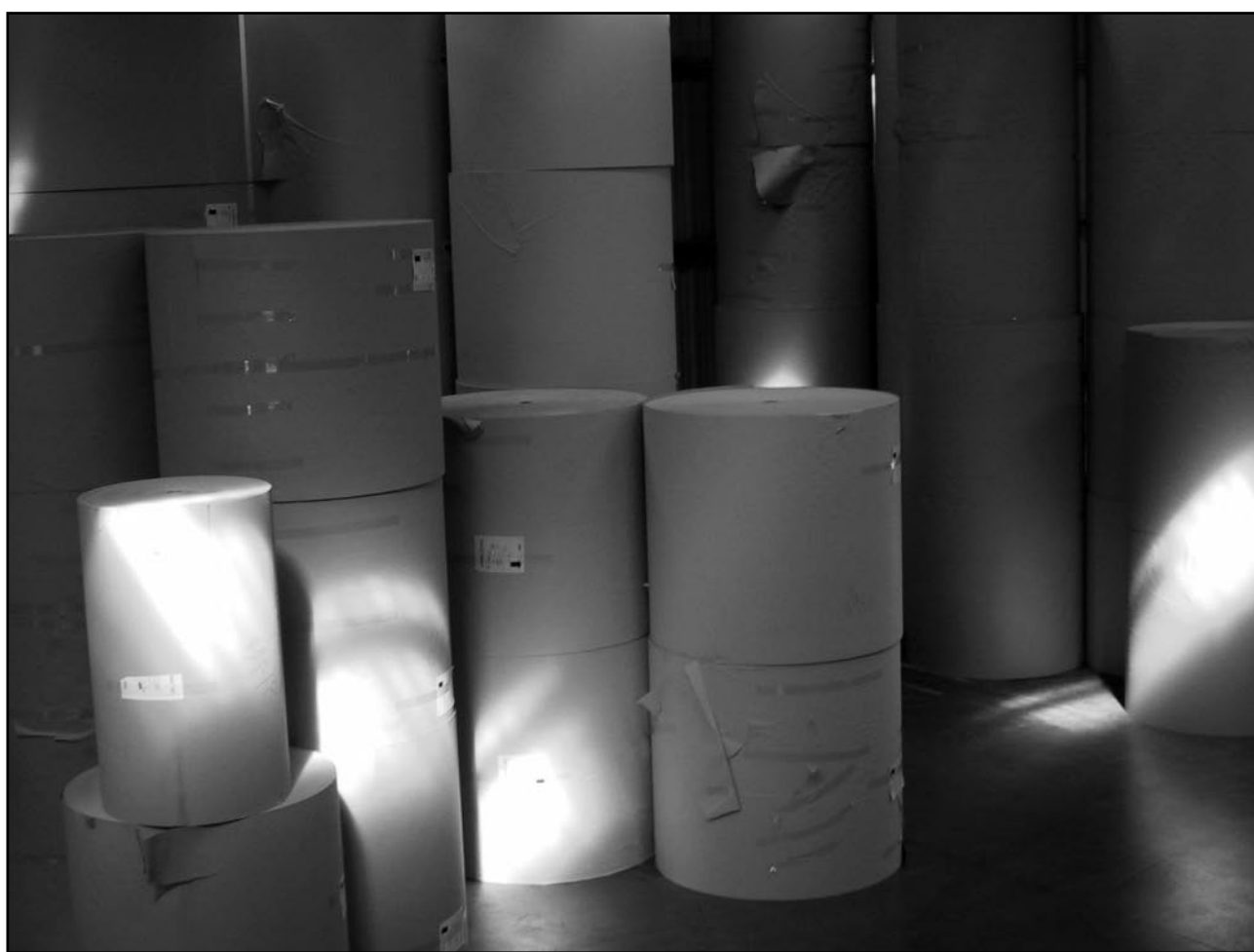
مراجع:

Centeri fugal Pump User s Guide book:
PROBLEMS AND SOLUTIONS
نویسنده: SAM YEDIDIAH



نیما پاک صفت
کارشناس مهندس فروش

پمپ‌های



صنعت کاغذ سازی

A. پمپهای صنعت کاغذ سازی

پمپ‌های گریز از مرکز با توجه به موقعیتی که در صنایع کاغذ سازی کسب نموده‌اند جایگاه ویژه‌ای در این صنعت دارند. لذا با توجه به مشخصات سیال مورد استفاده در صنایع کاغذ سازی، این صنعت نیز به نوبه خود، ملاحظات خاص و دقیقی را می‌طلبد- لذا تمام مباحث زیر در مورد فاکتورهای تاثیر گذار در عملکرد پمپها باید به دقت و به منظور نصب مناسب مورد توجه قرار گیرند.

■ شرایط مکش پمپ

برای داشتن عملکرد بهتر پمپ، سیال باید بتواند به راحتی در داخل پمپ جریان داشته باشد. لوله‌های مکشی تا حد امکان باید مستقیم و کوتاه باشند. لوله مکشی و ورودی لوله‌ها از داخل سیال نباید هرگز کوچکتر از فلنج مکش پمپ بوده و نیز نباید دارای موقعیت حبس هوا باشند و همچنین مسیر جریان باید همواره در خط مستقیم باشد. طراحی نامناسب مکش با لوله‌های ناهمگون و اتصالات بیش از اندازه می‌تواند توان پمپ برای انتقال نرخ معین سیال را کاهش داده و یا عملکرد آنرا در مقادیر زیاد سیال با مشکل روبرو سازد.

■ ارتفاع مکشی

پمپهای مخلوط کاغذ در موقعیتهایی که خلاء وجود دارد برای ادامه داشتن عمل پمپاژ، با مشکل روبرو خواهند بود. از این رو باید ارتفاع مکش استاتیکی مناسب برای غلبه بر نیروهای اصطکاکی و هدر رفتگی انرژی در لوله وجود داشته باشد.

■ درصد غلظت خمیر

غلظت خمیر و ذرات معلق در داخل آب متناسب با درصدی از وزن خمیر در مخلوط است. غلظت BD مقدار خمیر باقی مانده در یک نمونه پس از خشک کردن در یک اجاق در دمای ۲۱۲ درجه فارنهایت یا بیشتر است و غلظت AD یک مقدار قراردادی مورد استفاده توسط کاغذ سازان بوده و مقدار خمیر باقی مانده پس از خشک کردن در هوای آزاد را شامل می شود. مقدار AD شامل ۱۰ درصد رطوبت بیشتر از مقدار BD است. غلظت AD بیشتر مورد کاربرد بوده و از این پس مورد کاربرد ما نیز خواهد بود. پمپهای گریز از مرکز، مخلوط کاغذ را با ارتفاع و دبی کمتری نسبت به حالت آب با همان قطر پروانه و سرعت دورانی انتقال خواهد داد. لازم به توضیح است که در دبی های زیر غلظت ۳ درصد، عملکرد پمپ کم و بیش معادل با عملکرد آب خواهد بود. در بسیاری از موارد، غلظتهای بالای ۶ درصد با موفقیت انتقال می یابند. برای بیشترین حد، محدوده ای تعیین نشده، ولی در مورد ارتفاع مکشی استثنایی وجود دارد. هر غلظتی که بتواند به راحتی برای پروانه پمپ قابل عبور باشد می تواند با موفقیت با پمپهای گریز از مرکز پمپاژ گردد.

■ تاثیر هوا

هوای رسوخ کرده برای عملکرد هر نوع پمپ گریز از مرکزی زیانبار است و ممکن است آبدهی پمپ را با مشکل روبرو سازد و احتمال فرسایش و شکست محور را نیز افزایش دهد. واضح است که تمام تلاشها باید در راستای جلوگیری از نشت هوا به داخل پمپ باشد.

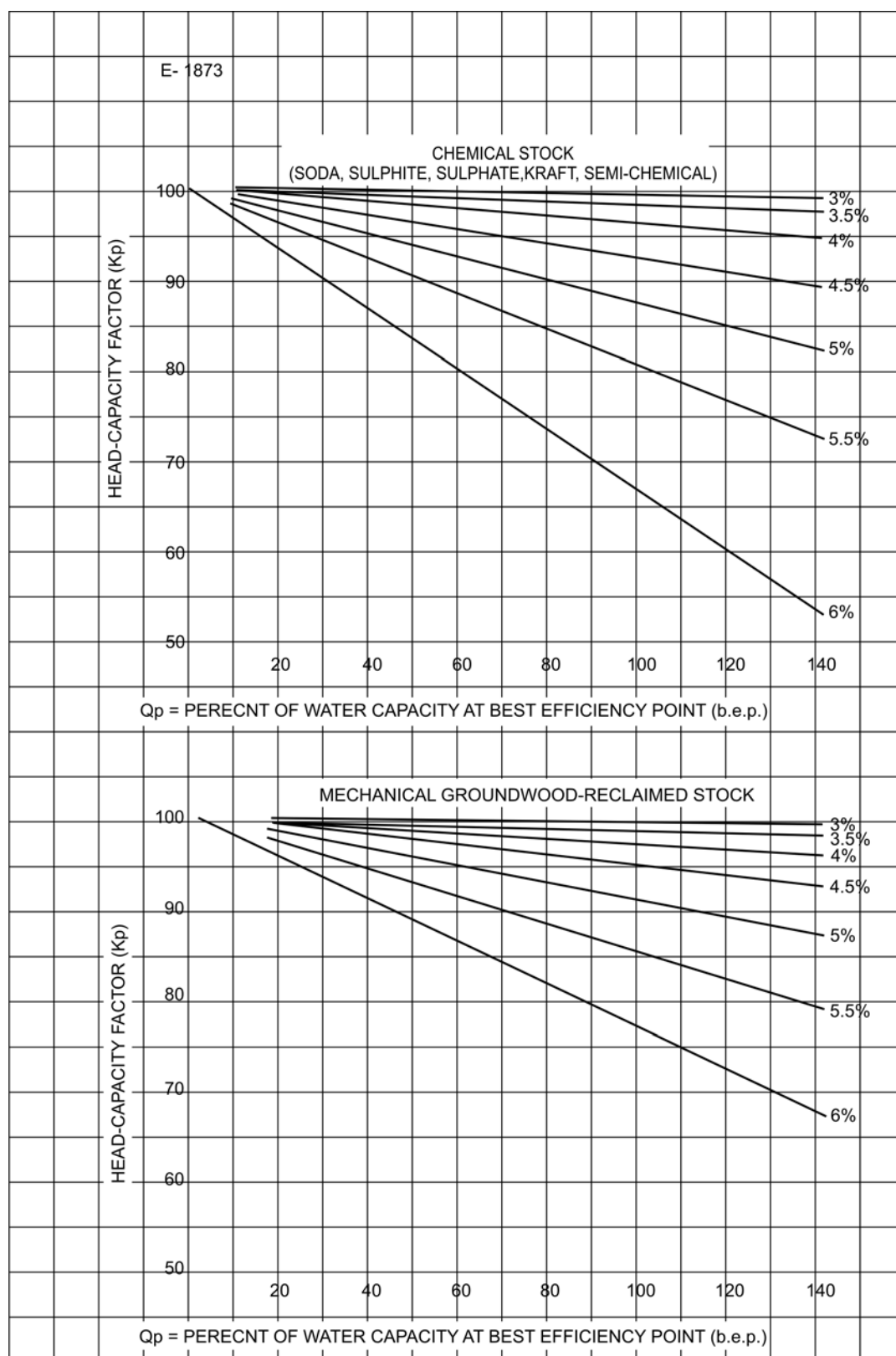
■ تنظیم دریچه یا شیر تخلیه

مشخص شده است که به طور معمول آبدهی زیادی برای خروجی ماشینهای کاغذ سازی در مقیاس چندین تن در روز مورد نیاز است. انتخاب دقیق پمپها براساس آبدهی و ارتفاع مناسب منجر به انتخاب شیر تخلیه مناسب و کنترل مداوم آن می شود. از آنجائیکه شیرهای تخلیه در مجاور پمپ نصب می شوند، محدودیت شیرها و سرعت بالا، منجر به دهیدراسیون و لرزش در شیر شده که آن نیز منجر به کاهش عمر مفید پمپ و شیر می گردد. پمپهای گریز از مرکزی که در دبی کم کار می کنند (نسبت به نقطه BEP) فشار و نیروی شدیدی را در یاتاقانهای خود تحمل می کنند. از این رو پمپهایی که اندازه مناسب ندارند و در نقطه کاری مناسب خودشان کار نمی کنند لرزش و نیروی شدیدی را تحمل می کنند که منجر به کاهش عمر پمپ خواهد شد. به عنوان یک قاعده کلی، پمپها نباید به مدت طولانی در $\frac{1}{4}$ آبدهی بهینه خود کار کنند. برای این منظور از ۲ روش زیر یکی باید انجام گردد: (۱) آبدهی و ارتفاع کل باید به دقت محاسبه و کنترل گردد. قطر پروانه کاهش داده شود تا با شرایط کاملاً بهینه کار کند. این امر ذخیره انرژی قابل توجهی را در برخواهد داشت. (۲) خط کنارگذار (By-pass) باید در امتداد شیر تخلیه و در صورت امکان در نقطه ای مخالف دریچه مکش پمپ نصب گردد. این خط کنار گذر (By-pass) باید شامل شیری برای تنظیم پمپاژ باشد.

B. تعیین عملکرد پمپ

نمودار زیر فاکتورهای تقریبی تصحیح هد و دبی برای سیال مخلوط در مقابل سیال آب را نشان می دهد. فاکتورهای تصحیح با درصدهای مختلفی از دبی در نقطه بهینه راندمان (Qp) برای غلظتهای متداول ارائه شده اند.

Approximate Head- Capacity Correction Factors For Paper Stock Suspensions Applied to Water Performance



مثال الف: انتخاب تقریبی

پمپی با دبی 600 gpm و 5 درصد AD برای مخلوط کرافت برای ارتفاع کلی ۱۰۰ فوت را انتخاب کنید.

۱- چارت تصحیح را برای مخلوط شیمیایی در ۱۰۰ درصد دبی وارد کرده و به سمت بالا تا درصد مورد نظر مخلوط (۵درصد) وارد نمایید و نرخ آب و فاکتور تصحیح را بیابید.

۲- ارتفاع و دبی مخلوط را توسط فاکتورهای تصحیح برای یافتن نرخ آب تقریبی به کار برید.

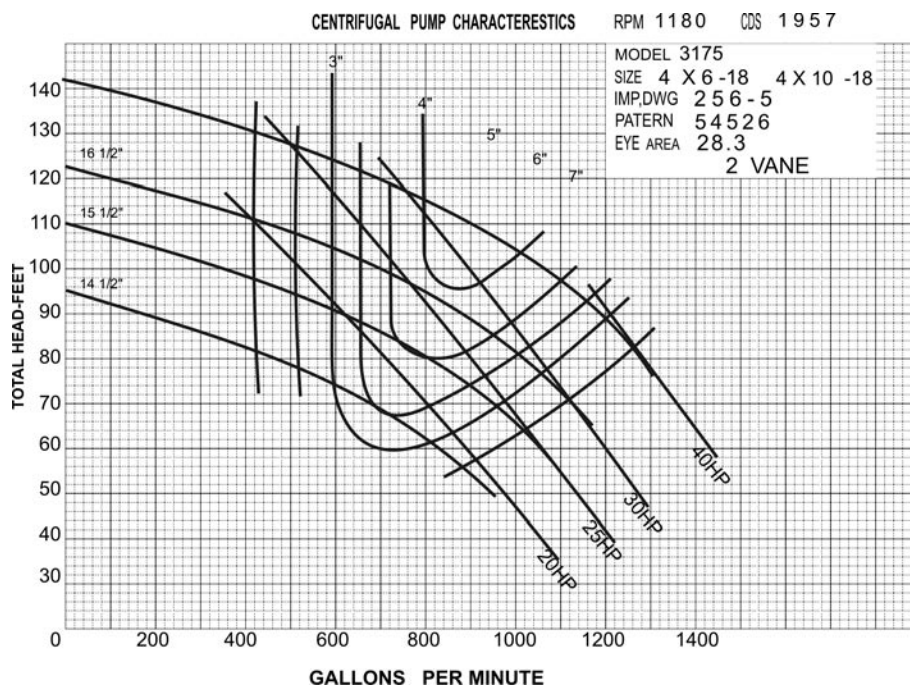
$$Q_w = \frac{600}{0.87} = 690 \text{ gpm} \quad H_w = \frac{100}{0.87} = 115 \text{ ft. Total Head}$$

پمپ مناسب برای 690 gpm در ۱۱۵ فوت ارتفاع کلی آب، مدل 3175، سایز 4x6-18 است که در دو ۱۱۸۰ r.p.m و بازده ۷۳ درصد عمل می کند.

۳- توان برحسب اسب بخار را محاسبه کنید (BHP آب مساوی BHP مخلوط است).

$$BHP = \frac{690 \times 115 \times 1.0}{3960 \times 0.73} = 27.5 \text{ H.P.}$$

توجه: درصد آبدهی در (Qp) b.e.p فقط برای عملکرد آب، دقیق است و فقط باید برای انتخاب بهترین بازده آبدهی و غلظت پایین بکار رود.



مثال ب: عملکرد تقریبی پمپ در مخلوط، در صورت مشخص بودن عملکرد آب: عملکرد آب را در مدل **18-4x6-3175**، در **1180 gpm** از منحنی بیابید. **CDS 1957** با قطر پروانه مناسب برای تعیین آبدهی را در **600 gpm** از کرافت (نوعی مخلوط) ۵ درصد در ۱۰۰ فوت از مثال ۱:

۱) ضریب تصحیح دبی آب راتعین و دبی تقریبی آن را طبق مثال ۱ پیدا کنید. توجه: اگر دبی تقریبی آب برای ذخیره ۳/۵ درصد تا بیشتر، از دبی در راندمان بهینه (b.e.p) فراتر رود، از پمپ بزرگتری استفاده کنید.

$$k p = 0.87$$

$$Q_w = 690 \text{ gpm} , H_w = 115 \text{ ft.}$$

۲) به **CDS 1957** باز گردید. دبی در نقطه (b.e.p) برای این قطر پروانه کمی کوچکتر از نیاز برای دبی آب در **880 gpm** است. از فاکتور تصحیح **880 gpm** برای یافتن دبی پمپ در (b.e.p) استفاده کنید.

$$880 \times 0.87 = 766 \text{ gpm}$$

۳) نسبت دبی مخلوط در دبی **600 gpm** به دبی مخلوط در **766 gpm** در نقطه (b.e.p) را بیابید.

$$Q_p = \frac{600}{766} \times 100 = 78 \%$$

۴) برای دبی غیر از نقطه (b.e.p)، درصد غلظت از Q_p یافته شده در مرحله ۳ مفروض است

$$Q_p = 78 - 5 = 73\%$$

۵) فاکتور تصحیح برای دبی Q_p ، ۷۳ درصد از جدول را بیابید. $K_p = 905$ دبی و ارتفاع مخلوط را توسط فاکتور جدید تصحیح برای تخمین زدن نرخ آب نهایی جدا کنید.

$$Q_w = \frac{600}{0.905} = 663 \text{ gpm} , H_w = \frac{100}{0.905} = 110 \text{ ft.T.H}$$

قطر پروانه مناسب این نرخ را بیابید.

$$dia = 16 \frac{7}{8}$$

توجه: قطر پروانه انتخابی باید تقریباً مساوی با قطر استفاده شده در مرحله ۲ باشد. اگر قطر به میزان زیادی متفاوت باشد، گامهای ۲ و ۳ و ۴ را تکرار کنید.

(۶) از منحنی عملکرد **CDS 1957**، ارتفاع آب، بازده، BHP در ۴۰ و ۶۰ و ۸۰ و ۱۰۰ و ۱۲۰ درصد از آبدهی در b.e.p برای قطر پروانه مورد نیاز، برای تعیین نرخ نهایی آب را در مرحله ۵ به صورت لیست بنویسید.
(۷) لیست فاکتورهای تصحیح را در درصد دبی بالا از جدول تصحیح بنویسید.

WATER				
Qp	GPM	Ft. T. H.	Eff.	BHP
40	348	121	53	20.1
60	522	115.6	66	23.1
80	696	108.6	73	26.1
100	870	99.7	75	29.1
120	1043	87	72.5	31.7

STOCK				
Kp	GPM	Ft. T. H.	BHP	Eff.
.948	330	115	20.1	47.7
.922	481	106.5	23.1	56
.896	624	97.3	26.1	58.7
.87	757	86.7	29.2	56.8
.844	881	73.4	31.7	51.5

۸) هد و دبی مخلوط را توسط چند وجهی کردن عملکرد آب توسط فاکتور تصحیح محاسبه کنید. بازده ذخیره را با استفاده از مقادیر معادل BHP آب محاسبه کنید.

$$\% \text{ Eff.}_{(stock)} = \frac{GPM_{(stock)} \times T.H_{(stock)} \times S.p.Gr.}{3960 \times BHP_{(stock)}}$$

توجه: (آب) BHP = (مخلوط) BHP
 ۹) منحنی آب و عملکرد تقریبی مخلوط را ترسیم نمایید.

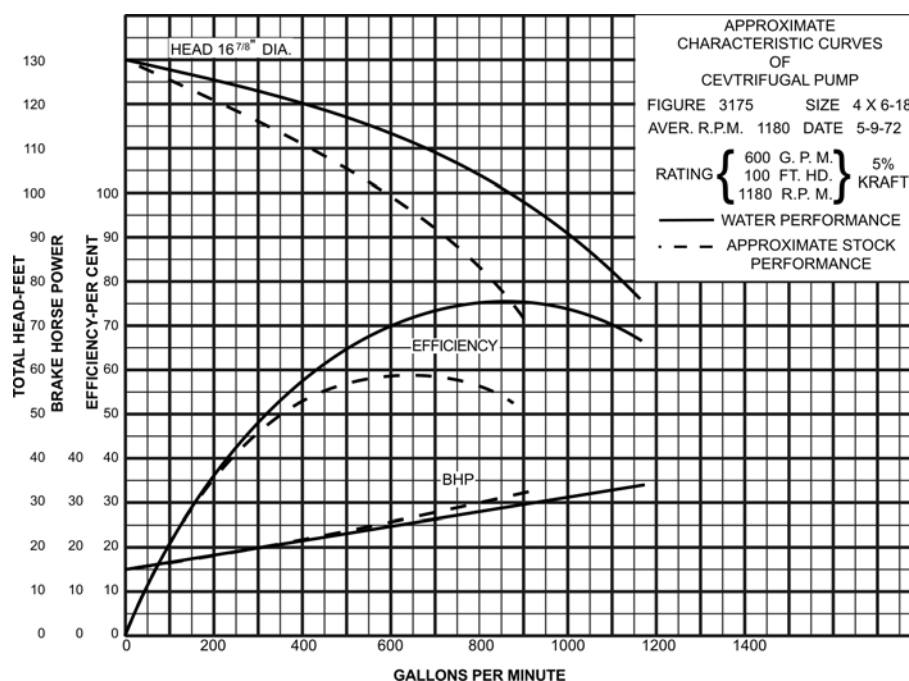


Fig.3

C. افتهای ناشی از اصطکاک در کاغذ سازی

داده‌های ارائه شده در اینجا برای اصطکاک مخلوط کاغذ سازی در لوله براساس این جدول، با داده‌های دانشگاه "Maine" توسط "W. Brecht" و "H. Heller" از دانشگاه "Darmstadt" آلمان می‌باشد. مقادیر هدر رفتگی اصطکاکی توسط این جدول، همواره کمتر از داده‌هایی است که قبلاً محاسبه شده‌اند.

داده‌های دانشگاه "Maine" نشان می‌دهد که اندازه اصطکاک یکسان با داده‌های کالج "Darmstadt" توسط "W. Brecht" و "H. Heller" می‌باشد. این داده‌ها ممکن است برای تمام لوله‌ها به غیر از اصطکاک واقعی لوله‌های آزیست - سیمانی به کار رود، زیرا احتمال کوچکتر بودن این داده‌ها وجود دارد.

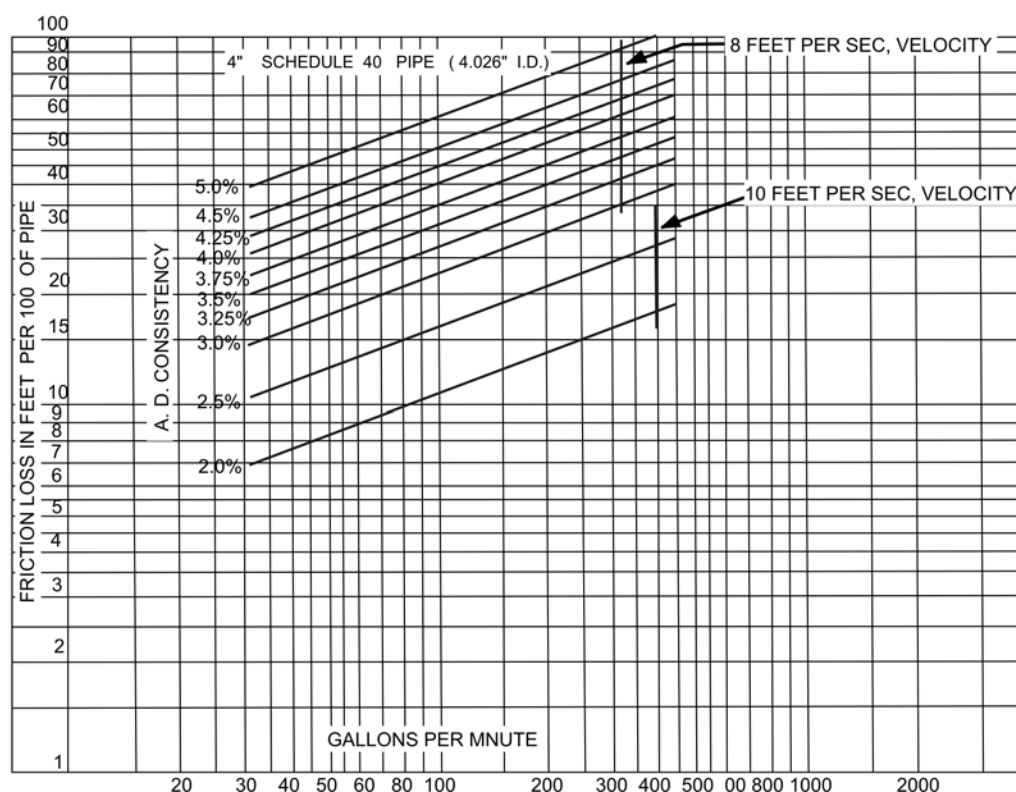
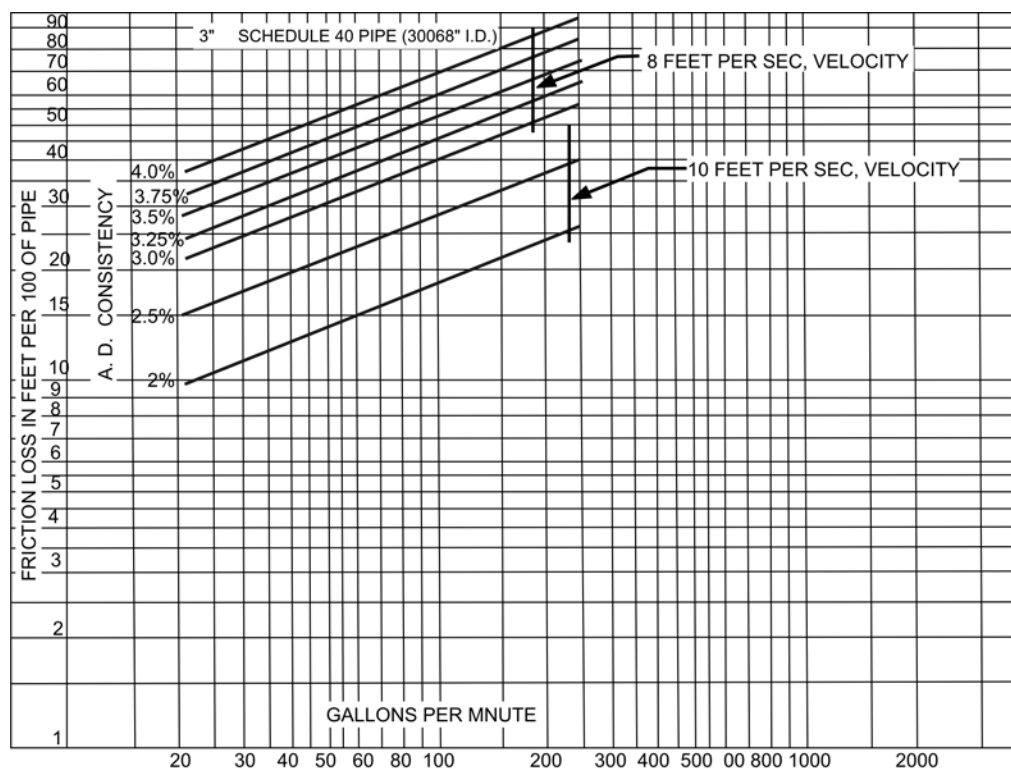
منحنی‌هایی نیز برای هدر رفتگی در اثر اصطکاک با نسبت ۱ به ۱۰۰ فوت را برای مقیاس قطر داخلی لوله ۴۰ نشان می‌دهد. برای لوله‌های با قطر داخلی غیر از لوله‌های نشان داده شده به نرخ هدر رفتگی توسط منحنی دیگری تعیین می‌شود. مقادیر اصطکاک نشان داده شده برای مقادیر k می‌باشد. جدول زیر مقادیر ارائه شده k را برای دخیلر گوناگون نشان می‌دهد.

برای مخلوط زیر $1\frac{1}{4}\%$ ، از مقادیر اصطکاک آب استفاده می‌شود. در مخلوط زیر ۳ درصد، سرعت جریان نباید بیشتر از 10 ft/s فراتر رود. برای مخلوط ۳ درصد و بالاتر، سرعت حداکثر باید محدود به 8 ft/s باشد

جدول k

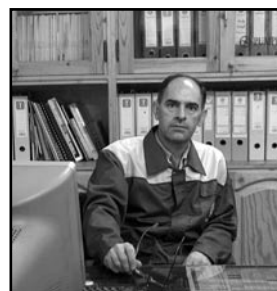
TYPE OF STOCK	FRICTION FACTOR MULTIPLIER "K"
Unbleached Sulphite Kraft (Southern)	1.00
Cooked Groundwood Soda Sulphate	1.00
Bleached Sulphite Reclaimed Paper Kraft (Canadian)	0.90
Groundwood	0.90
	1.20
	1.40

FRICION LOSS OF PAPER STOCK SUSPENSIONS IN SCHEDULE **40** STEEL PIPE University of Maine Correlation of Brecht and Heller Data



مرجع:

بخش 16E (Paper stock) از کتاب GP



جباری مقدم
کارشناس کنترل و تضمین کیفیت

مشخصات قطعات پلاستیکی مورد استفاده در صنعت پمپ

■ عصر پلاستیک ها

چه جسمی می تواند به سختی سنگ و به شفافی شیشه ولی سبک و مقاوم به رطوبت و مواد شیمیایی باشد؟ پاسخ پلاستیک می باشد. افزایش مصرف پلاستیکها ۱۰ برابر فولاد بوده و این مسئله از اهمیت این مواد خبر داده و لزوم داشتن اطلاعات بیشتر در شناخت آنها را روشن می کند.

■ مزایای پلاستیک ها

- ۱- مقاومت خوردگی و شیمیایی
- ۲- خواص عایق حرارتی و الکتریکی خوب
- ۳- وزن سبک
- ۴- قابل دسترسی به شکل های مختلف
- ۵- قابلیت تخلخل و ارتجاع
- ۶- رنگ پذیری



■ معایب پلاستیک ها

- ۱- بی ثباتی ابعادی
 - ۲- محدودیت در تحمل دما
 - ۳- قابل سوختن
 - ۴- جذب رطوبت
- در لوازم خانگی، صنعتی، کشاورزی و پزشکی و در همه جا نشانی از پلاستیک می یابیم. صنعت روز به روز با گستره چشمگیری از مواد پلاستیکی روبروست. این مقاله معرفی تعداد اندکی از این مواد را که در صنعت پمپ سازی کاربرد زیادی دارند مد نظر دارد.

■ متد های تشخیص سریع پلاستیکها عبارتند از:

- ۱- نام تجاری
- ۲- ظاهر
- ۳- اثر حرارت
- ۴- اثر حلال ها
- ۵- دانسیته نسبی
- ۶- خواص مکانیکی

قطعات پلاستیکی مورد مصرف در پمپ عبارتند از:

حلزونی ها، پروانه ها، دیفیوزرها، در پوش های پلاستیکی، رینگ های آببندی پلاستیکی کابل، شلنک های نایلونی ...

۱- پلاستیک ها و نام شیمیایی

نام علمی	نام اختصاری تجاری
POLY PHENYLENE OXID	PPO
POLY VYNILENE CLRIDE	PVC
POLYPROPELEN	PP
POLYCARBONATE 30 % GLASS FIBER	MAKROLONGV30
ACRYLONITRIL BOTADIN STYRENE	ABS
POLY AMID 6 GLASS FIBER 30 % GLASS FIBER	PA6 GF30
POLY ETHYLENE SOFT	PE SOFT

۲- پلاستیک ها و اثر حرارت

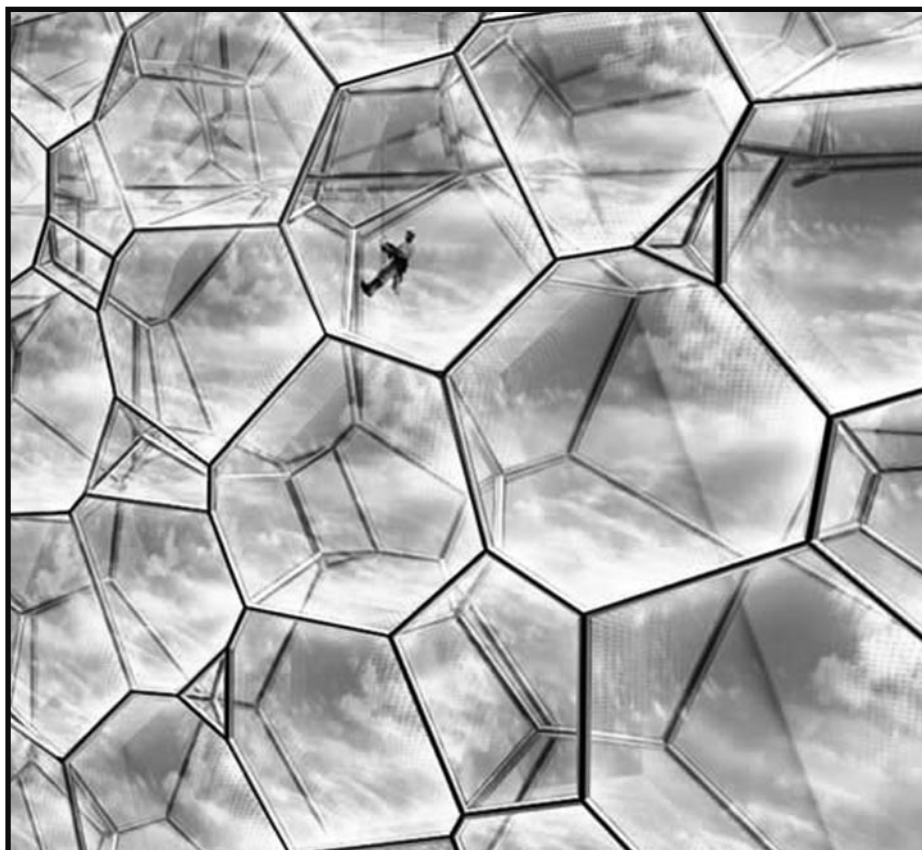
احتراق واقعی نمونه در یک شعله باز آثار زیادی را نشان می دهد. پلی استایرن با دود سیاهی می سوزد و پلی اتیلن باشعله آبی شفاف می سوزد و وقتی ذوب می شود چکه می کند. نقطه ذوب می تواند علائم بیشتری برای تشخیص بروز دهد. روش استاندارد برای تست پلیمر در **ASTMD-2117** بیان گردیده است.

۳- پلاستیک ها و تست آتش fire test ASTMD2117

نقطه ذوب	اشتعال	نام اختصاری تجاری
۱۰۵	شعله زرد تازرد - نارنجی، چکه نمی کند، جهش ناگهانی، به سختی آتش می گیرید. دود سیاه غلیظ، تجزیه می شود.	PPO
۷۵	شعله زرد با لبه سبز، دود سیاه یا خاکستری، زغال می شود، خود خاموش شونده، باقی گذاردن خاکستر.	PVC
۱۷۶	شعله آبی، چکه می کند، سطوح داغ شفاف هستند، به آرامی محترق می شود، دود سفید کم، ذوب می شود، متورم می شود.	PP
۲۶۵	شعله آبی با نوک زرد، ذوب می شود و چکه می کند، خود خاموش شونده، کف کننده .	PA6 GF30
۱۵۰	تجزیه می شود زغال می شود، خاموش شونده، دود سیاه سنگین، شعله نارنجی جهش کننده	MAKROLONGV30
۱۰۰	شعله زرد دود سیاه چکه می کند احتراق ادامه دار	ABS
۱۱۰	شعله آبی با نوک زرد، چکه ها ممکن است محترق شوند، سطوح داغ شفاف هستند، بسرعت محترق می شوند، احتراق ادامه دار.	PE SOFT

۴- پلاستیک ها و وضع ظاهری

آثار فیزیکی یا وضع ظاهری مواد پلاستیکی می تواند به تشخیص آنها کمک نمایند. در مراحل خام امکان تشخیص گرانول مشکل بوده و در مرحله ساخت و فراورده تشخیص آنها بهتر انجام می گیرد. روش ساخت و کاربرد فرآورده نشانه های خوبی برای تشخیص پلاستیک ها می باشند.



■ پلاستیک ها و تشخیص ظاهری

ظاهر	نام اختصاری تجاری
سفت، سخت غالباً پر شده، تقویت شده مات	PPO
سفت، تاحدی قابل ارتجاع، شفاف	PVC
سفت، مومی شکل، نیمه شفاف	PA6 GF30
سفت، باضربه دارای صدای شبیه فلز، نیمه شفاف	ABS
سفت با ضربه خوردن صدای مشابه فلز می دهد نیمه شفاف	MAKROLON GV30

از جمله روش های تشخیص انجام آزمایشهایی برای محلول یا نامحلول بودن آنهاست که به آسانی صورت می گیرد. بخاطر داشته باشید که محلول می تواند باعث اشتعال، انتشار بخارات سمی، جذب پوستی گردد.



۵-پلاستیک ها و تشخیص باحلال ASTM D - 471

حلال	نام اختصاری تجاری
فنل	PPO
استون - حلال ویژه: سیکلو هگزان	PVC
بنزن - تولوئن داغ	PP
اتانل آبی داغ	PA6 GF30
بنزن، تولوئن داغ	MAKROLON GV30
تولوئن حلال ویژه اتیلن دی کلراید	ABS
بنزن - تولوئن داغ	PE SOFT

برای تشخیص وجود پرکننده ها و یا سایر افزودنی ها و درجه پلی مریزاسیون، عدد دانسیته نسبی می تواند تعیین کننده باشد. شناور بودن در آب معیار خوبی برای دانسیته می باشد.

$$\text{حجم (متر مکعب)} / \text{جرم (کیلوگرم)} = \text{دانسیته}$$

۶- دانسیته نسبی پلاستیک ها ASTMD1895

نام اختصاری تجاری	دانسیته نسبی
PPO	۱/۱ - ۱/۰۶
PVC	۱/۵۵ - ۱/۲
GF30 PA6	۱/۱۴ - ۱/۰۹
ABS	۱/۲۵ - ۱/۰۲
فلوئوروپلاستیک ها	۲/۲ - ۲/۱۲
MAKROLON GV30	۱/۵۲ - ۱/۲

۷- مقاومت شیمیایی پلاستیک ها در دمای اطاق

این جمله که «بیشتر پلاستیک ها در مقابل اسید های ضعیف، آلكالی ها، رطوبت و مواد شیمیایی مقاومند» فقط به عنوان قاعده کلی می توان قبول کرد. برای تعیین نحوه کاربرد هر پلاستیک و مقاومت آن در مقابل مواد شیمیایی بهتر است که تست های جداگانه ای انجام شود.

■ مقاومت شیمیایی تعدادی از پلاستیک ها در دمای اطاق (ASTMD543)

نام اختصاری تجاری	اسید قوی	باز قوی	حلال های آلی
PPO	مقاوم	مقاوم	کمی مقاوم
PVC	مقاوم	مقاوم	موثر
PA6 GF30	در معرض حمله	کمی	مقاوم
استال	در معرض حمله	مقاوم	مقاوم
MAKROLON GV30	مقاوم	در معرض حمله	در معرض حمله

۷- جذب آب (ASTMD-570)

بعضی از پلاستیک ها مخصوصاً پلی آمید ها تمایل به جذب رطوبت آب دارند. یک نمونه را خشک کرده سپس برای مدت معین داخل آب قرار داده و نهایتاً آن را وزن کنید بعضی از پلاستیک ها با جذب آب متورم شده و خواص نوری و الکتریکی خود را از دست می دهند.

نام اختصاری تجاری	در صد جذب آب (۲۴ ساعت غوطه وری)
PPO	۰,۰۳
PVC	۰,۱۳
PA6	۱,۵
ABS	۰,۳
MAKROLON GV30	۰,۳

۸- خواص مکانیکی پلاستیک ها

خواص مکانیکی مجموعه ای از واکنش های است که در نتیجه اعمال نیرو روی ماده ایجاد می گردد.

■ تست مقاومت فشاری (طبق ASTM D-695)

مقاومت فشاری معرف مقدار نیروی لازم برای شکسته شدن یا خرد شدن یک ماده است و مقدار آن برحسب ضرایبی از پاسکال مانند Kpa, Mpa, Gpa بیان می شود.

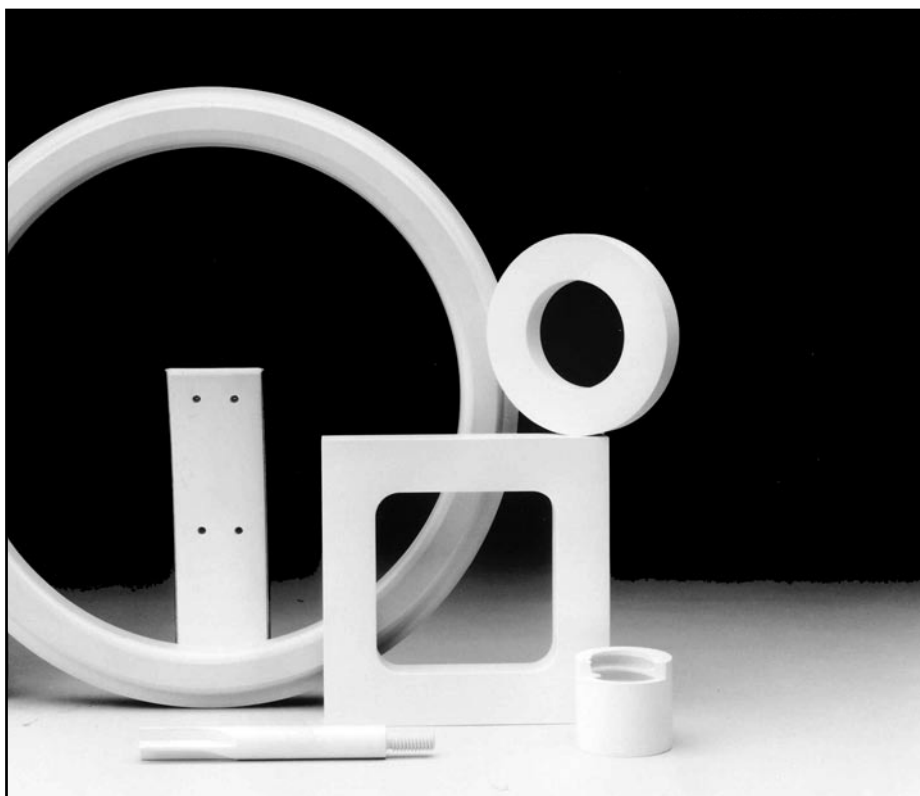
■ تست مقاومت کششی (ASTM D-638)

مقاومت کششی با اعمال نیروی کششی تا مرحله شکستن قطعه تعیین می گردد. مقاومت کششی از تقسیم بار (نیرو) ماکزیمم بر سطح مقطع محاسبه می گردد.

مقاومت کشش = سطح مقطع $M2$ / نیروی کشش N

■ تست ضربه پذیری (ASTM D-256)

هرچند عبارت سختی تعریف واضحی ندارد ولی برای اندازه گیری ضربه پذیری بکار می رود. ضربه پذیری مقدار تنش لازم برای شکستن نمونه است. دو روش اساسی برای آزمایش ضربه پذیری وجود دارد A - پاندول B - سقوط وزنه



■ تست مقاومت خمشی (ASTMD -747 ، 790)

مقاومت خمشی مقدار تنش یا باری است که قبل از شکستن می توان به یک جسم وارد نمود نمونه در گیره هایی به فاصله ۱۰۰ میلی متر نگاه داشته و نیرو به مرکز وارد می گردد.

■ تست تغییر شکل و خستگی (ASTMD -813 ، 430)

خستگی بیان کننده تعداد سیکلی است که نمونه قبل از شکستن می تواند تغییر شکل دهد. حد خستگی به درجه حرارت، نیرو و فرکانس، دامنه و چگونگی نیروی وارده دارد.

■ تست سختی (ASTMD -2240 ، 618 ، 1706 ، 785)

تعریف پذیرفته شده سختی که در پلاستیک ها کار برد دارد، مقاومت ممانعت از نفوذ یا بریدگی توسط جسم دیگری است. به عبارتی سختی پلاستیک ها، مقاومت در برابر فرو رفتن و خراشیده شدن می باشد.

■ تست مقاومت سایشی (ASTMD -1044)

سایش فرایند زدودن پوشش از روی سطوح جسم توسط اصطکاک است. در هر تست یک ساینده بر روی سطح نمونه کشیده می شود، سپس حجم یا جرمی که از جسم کم می شود اندازه گیری می شود.

■ تست شکنندگی (ASTMD -746)

کریستالی بودن شکنندگی پلاستیک ها را در دمای پایین افزایش می دهد. در تست شکنندگی درجه حرارتی اندازه گیری می شود که در آن ۵۰ درصد نمونه خرد می شود معمولاً آزمایش بادستگاه های ضربه ای انجام می گیرد.

تالیف و گرد آوری از:

PROPERTIES OF ENGINEERING MATERIAL – n. m. brik

و پلاستیک های صنعتی – ریچارسون



علی غمخوار
کارشناس کنترل و تضمین کیفیت

ساختار مواد

برای پروانه ها و محفظه ها

پروانه ها

طراح پمپ جهت انتخاب مواد، معیارهای را مد نظر قرار می دهد که در زیر به آنها اشاره شده است.

- ۱- مقاومت خوردگی
- ۲- مقاومت خوردگی سایشی
- ۳- مقاومت کاویتاسیون
- ۴- خصوصیات ریخته گری و ماشینکاری
- ۵- قابلیت جوشکاری (جهت تعمیر)
- ۶- قیمت



برای بیشتر آبها و سیالهای غیر خورنده، برنز برآورده کننده این معیارها می باشد، بنابراین بیشترین وسعت استفاده مواد در پروانه ها برنز می باشد. پروانه های برنزی نباید در درجه حرارت بالای 120°C مورد استفاده قرار گیرند. این محدودیت اعمال شده به خاطر میزان اختلاف انبساط بین پروانه برنزی و محور فولادی که در مجاورت هم قرار دارند می باشد. در دمای بالای 120°C میزان اختلاف انبساط بین برنز و فولاد تفرانس غیر قابل قبولی بین پروانه و محور ایجاد خواهد کرد و در نتیجه لقی پروانه در روی محور ایجاد خواهد شد.

برنزهای سرب دار در گذشته به صورت گسترده به خصوص در جاهایی که احتمال آسیب رسیدن به پروانه کم بود، مورد استفاده قرار می گرفتند. افزودن سرب به برنز قابلیت ریخته گری و ماشینکاری را افزایش می دهد. در سالهای اخیر دلایل زیست محیطی در مورد سرب باعث آن شده است که بسیاری از تولید کنندگان آلیاژهای غیر آهنی تولید این آلیاژ را متوقف کنند و تولید کنندگان پمپ کاربرد آلیاژ برنز بدون سرب را گسترش دهند. باید توجه داشت که برنز در سرعت های بالای کار محدودیتهایی دارد که از آن جمله تاثیر نامطلوب میزان سرعت خوردگی سایشی می باشد. بیشترین سرعت در محیط پروانه می باشد و این میزان در آبهای شیرین بیشتر از آبهای نمکدار است. برنزهای آلومینیوم نیکل از جمله برنزهایی هستند که مقاومت خوبی در سرعت های بالا دارا می باشند. این آلیاژ ها اغلب در آبهای نمکدار مورد استفاده قرار گرفته اند زیرا قابلیت آنها تلفیقی از مشخصات



مکانیکی بالا، مقاومت خوردگی مناسب و قابلیت جوشکاری جهت تعمیر را دارند. پروانه برنز آلومینیوم نیکل می تواند برای سرعت های بالا به جای سایر آلیاژها طراحی شده و مورد استفاده قرار گیرد.

پروانه های چدنی در گستره کمتر و در پمپ های کوچک باقیمت پایین مورد استفاده قرار گرفته اند. چدن نسبت به برنز در برابر خوردگی سایشی و کاویتاسیون دارای مقاومت کمتری است. و همچنین چدنی که به خاطر خوردگی و سایش آسیب دیده است قابلیت جوشکاری جهت تعمیر را ندارد. به خاطر دلایل ذکر شده تنها مزیتی که برای انتخاب پروانه از جنس چدن می توان قایل شد، قیمت اولیه پایین آن می باشد.

فولاد های ضد زنگ مارتنزیتی در جاهایی که پروانه های برنزی نیازهای مربوط به مقاومت در مقابل کاویتاسیون، خوردگی و سایش را تامین نکنند به صورت وسیع مورد استفاده قرار می گیرند. آلیاژهای **CA-15** و **CA-6NM** رایج ترین آلیاژهای مورد استفاده می باشند. این آلیاژها می توانند در درجه حرارت های بالای 120°C مورد استفاده قرار گیرند و مشکل اختلاف انبساط بین پروانه و محور فولادی زیاد نخواهد بود. پروانه های فولادی ضد زنگ مارتنزیتی به صورت وسیعی کاربرد دارند که دیگ های بخار و انواع چیلر ها و انتقال هیدروکربنها را شامل می شود. این فولاد مقاومت کافی در مقابل خوردگی حفره زایی جهت استفاده در آب دریا را ندارد.

فولاد های ضد زنگ مارتنزیتی قابلیت عملیات حرارتی را دارند. مشخصات مکانیکی آنها به وسیله کوئنچ و تمپر کردن افزایش می یابد. کوئنچ می تواند در روغن یا به طور معمول در هوا صورت گیرد. میزان سرعت سرد کردن در هوا به قدر کافی سریع می باشد که ساختار آستنیتی با درجه حرارت بالا، بتواند به ساختار نیمه پایدار مارتنزیتی انتقال یابد و به دنبال آن با یک عملیات برگشت (Tempering)، می توان به سختی دلخواه خود رسید. برای اینکه چقرمگی قطعه ریخته گی به اندازه کافی تضمین شود، طراح می بایست مشخص کند که برگشت حداقل در درجه حرارت 600°C انجام شده است. و یک مورد مهم این است که این آلیاژها بعد از تعمیرات جوشکاری حتماً عملیات حرارتی شده باشند. چون احتمال دارد که قطعه تمام شده متحمل اعوجاج گردد. هر چند که اخیراً تکنیک های جوشکاری پیشرفتهای قابل توجهی داشته است و بعد از آن نیازی به عملیات حرارتی وجود ندارد، ولی در بیشتر موارد این عملیات برای پروانه های ضد زنگ مارتنزیتی مناسب نمی باشند. در صنعت نفت و پالایش که اغلب شامل کار در مجاورت سولفید هیدروژن می باشد، احتمال بروز آلودگی در مایعات هیدروکربونها وجود دارد. فولاد های ضد زنگ مارتنزیتی مستعد به یک نوع ترک حاصل از تنش خوردگی (SCC) در این محیط می باشند و به همین خاطر جهت محدود کردن سختی در این نوع فولادها، می بایست یک نوع عملیات حرارتی دو گانه روی آنها صورت گیرد تا از بروز ترک در آنها جلوگیری شود.

از فولاد های ضد زنگ آستنیتی در پروانه هایی که به مقاومت خوردگی بالاتری نسبت به نوع مارتنزیتی آن نیاز می باشد، می توان استفاده کرد. وسیعترین استفاده از آنها مربوط به **CF-3M** و **CF-8M** می باشد که نوع ریخته گی آن **316** و کار شده آن **316L** شناخته شده اند. آلیاژهای ریخته گی نسبت به کار شده تفاوت کمی در ساختار دارند. این اختلاف به وجود ۵ الی ۱۵ درصد فریت در آلیاژهای ریخته گی مربوط می شود که باعث خاصیت مغناطیسی در میزان کم می گردد. همچنین فریت باعث افزایش مقاومت در مقابل ترک حاصل از تنش خوردگی (SCC) و سرخ شکنندگی (Hot shortness) می شود که این مشکل مربوط به ریخته گری انواع فولاد های ریخته گی کاملاً آستنیتی می باشد. این آلیاژها همچنین در مقابل محدوده وسیعی از PH ها مقاومت خوردگی بالایی دارند

و همچنین مقاومت قابل قبولی نسبت به خوردگی حفره زایی و خوردگی شکافی در کلریدهای آبی دارند.

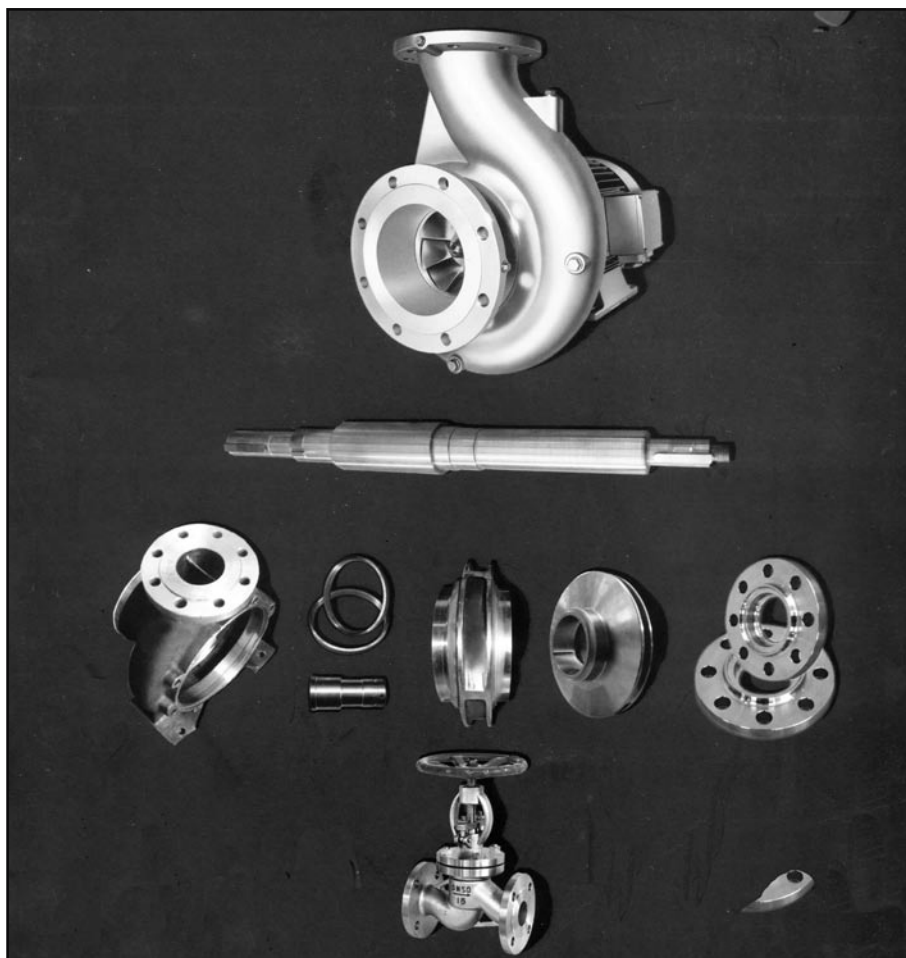
همچنین فولادهای ریخته گری آستنیتی پر آلیاژ برای محیطهایی که مقاومت خوردگی بالایی نیاز دارند، قابل دسترس هستند. آلیاژ ۲۰ که شامل ۳۰ درصد نیکل می باشد در کاربریهایی اسید سولفوریک مورد استفاده قرار می گیرد. وجود نیکل بالا باعث ایجاد محیطی کاملاً آستنیتی می گردد (بدون فریت). بدین ترتیب ریخته گری آن دشوار است و متحمل سرخ شکنندگی خواهد بود که ممکن است موجب ایجاد ترکهای ریز در تقاطع بین پره ها و صفحات پروانه شود. همچنین ترکیب بالای نیکل آلیاژ ۲۰، مقاومت بسیار بالا در مقابل ترک حاصل از تنش خوردگی را ایجاد می کند. فولادهای آستنیتی را که شامل ۶ درصد مولیبدن می باشند، در آبهای شور و سایر محلولها با کلرید بالا مانند آبهای بسیار شور اسیدی که در تزریق آب به مناطق نفتی کاربرد دارند به صورت گسترده مورد استفاده قرار داد.

آلیاژی با مولیبدن بالا کاملاً مقاوم به خوردگی در آب داخل پمپی که کار نمی کند و راکد است ارایه خواهد داد. این نوع فولاد با ۶ درصد مولیبدن بسیار گران می باشد و اغلب از آن استفاده نمی شود. این آلیاژ معمولاً در جاهایی بحرانی و خطرناک و مناطقی که کاربرد آن نیاز شدید به مقاومت بالای خوردگی لازم باشد استفاده می شود. فولادهای ضد زنگ آستنیتی با مشخصات ویژه برای کاربردهای خاص گسترش یافته اند. آلیاژ کرم منگنز برای بخش فرسایشی کاویتاسیونی ارایه شده و می تواند در کاهش یا حذف کامل آسیب کاویتاسیونی استفاده گردد.

فولاد ضد زنگ آستنیتی CF10SMnN با مقاومت بالا، می تواند در بخشهایی که مشخصات مکانیکی CF-8M ناکافی باشد مورد استفاده قرار گیرد. همچنین برخی از تولید کنندگان پمپ چند نوع از فولاد ضد زنگ آستنیتی غنی شده از هیدروژن را پیشنهاد می دهند که مشخصات مکانیکی و مقاومت خوردگی بالا و بهتر نسبت به CF-8M دارند.

فولادهای ضد زنگ دو جزئی ترکیبی از مشخصات مکانیکی بالا و مقاومت بالای خوردگی نسبت به انواع فولادهای آستنیتی استاندارد ارایه می دهند. نوع اصلی ریخته گری دو جزئی با نام CD4MCu در دهه ۱۹۵۰ گسترش یافت. استفاده از این مواد به دلیل بروز مشکلات ریخته گری و جو شکاری محدود گردید. با اصلاح تکنولوژیهای ساخت فولاد، اکنون امکان افزودن میزان دقیقی از نیتروژن به فولادهای ضد زنگ دو جزئی میسر شده است. افزودن نیتروژن باعث می شود تا قابلیت ریخته گری، جوشکاری و مقاومت به خوردگی اصلاح شوند. تعدادی از فولادهای ضد زنگ دو جزئی در سالهای اخیر گسترش یافته اند و در همه آنها مقدار مشخصی از نیتروژن اضافه شده وجود دارد. به دلیل عملکرد مناسب این گونه فولادها نسبت به نوع قدیمی آن یعنی CD4MCu، بیشتر ریخته گریها CD4MCu را با نوع نیتروژن دار آن تولید می کنند.

پروانه های ضد زنگ دو گانه به صورت وسیعی در استخراج کانی، دودکش گاز گوگرد زدایی و کاربریهای مشابه که نیاز به ترکیبی از مقاومت خوردگی و سایشی دارند مورد استفاده قرار می گیرند. همچنین فولادهای ضد زنگ دو جزئی جهت استفاده در صنایع شیمیایی، دوغاب، صنایع کاغذ و صنایع دریایی نسبت به انواع آستنیتی استاندارد مقاومت خوردگی بهتری دارند. پمپهای ضد زنگ دوبلکس برای تزریق آب با فشار بالا در دریا در صنعت نفت استاندارد می باشند. داده های ارایه شده در مورد خوردگی حاکی از آن است که برای مقاومت قابل قبول در آب دریا، یک فولاد ضد زنگ دو جزئی می بایست شامل ترکیبی از ۲۵ درصد کرم، ۳ درصد مولیبدن و ۰/۱۵ درصد نیتروژن باشد.



محفظه ها:

معیار های زیر می بایست در انتخاب مواد محفظه های پمپهای گریز از مرکز در نظر گرفته شود.

- استحکام
- مقاومت خوردگی
- مقاومت خوردگی سایشی
- مشخصات مکانیکی و ریخته گری
- قابلیت جوشکاری (برای تعمیر)
- قیمت

در صورتی که اساس سنجش پمپها قیمت باشد، ترجیح داده می شود که مواد محفظه از چدن انتخاب گردد. برای پمپهای یک طبقه چدن در مقابل فشارهای وارده استحکام کافی دارد. برای محیطهای خورنده یا تولیدات نفتی خطرناک شاید بهتر است که از فولادهای ریخته گری ویژه یا فولادهای ریخته گری ضد زنگ استفاده شود مساله ای که در مورد چدنها مطرح است شکنندگی ذاتی آنها می باشد و ممکن است در هنگام پمپاژ مواد خطرناک بدون پیش آگاهی باعث بروز مشکل بزرگی در حین کار گردد.

چدن برای پمپهای چند طبقه تقریباً بر فشار رانش 69 lb/in^2 و دمای 180°C محدود شده است. معمولاً در پمپهای چند طبقه در درجه حرارت بالای 180°C و فشار رانش تا

137 lb/in² فولادهای ریخته گی به کار می رود.

برای سنجش کارایی چدن در مقابل محفظه های فولادی می بایست مشکل خوردگی در طول زمان کارکرد پمپ مد نظر قرار گیرد.

فرسایش می تواند توسط ذرات ریز خورنده در محلول یا سرعت بالادر کنار فلنج پمپهای split-case اتفاق افتد. با وجود اینکه قیمت اولیه پمپهای فولادی split-case نسبت به چدن بیشتر می باشد، اما درنوع فولادی قسمتهای آسیب دیده را می توان دوباره به وسیله جوشکاری و ماشینکاری احیاء کرد. احیای محفظه های چدنی به وسیله جوشکاری دشوار می باشد و ریخته گری را می بایست جایگزین آن کرد.

چدنهای داکتیل برای محلهایی که فشار کار بین فولادهای ریخته گی و چدن خاکستری است مناسب می باشد. با وجود اینکه مدول الاستیسیته چدن داکتیل اساساً شبیه چدن خاکستری می باشد ولی استحکام کششی آن تقریباً دو برابر چدن خاکستری است. در هر برآورد چدن داکتیل جهت جایگزینی با فولاد در فشار متوسط و درجه حرارت کار در آن محدوده، جوشکاری جهت تعمیر آن زیاد تأثیر گذار نخواهد بود و این محدودیت برای چدن داکتیل وجود دارد. چدنهای آستنیتی که معمولاً با نام تجاری Ni-Resist شناخته شده اند، در محفظه های پمپهایی به کار گرفته می شوند که چدن خاکستری و داکتیل کارایی کافی در مقابل خوردگی ندارند. چدنهای آستنیتی معمولاً با ترکیب ۱۵ الی ۲۰ درصد نیکل می باشد. این چدنها اغلب در آبهای شور و آب نمک و جاهایی که در آن نیاز به مقاومت خوردگی و سایشی به مراتب نسبت به چدنهای غیر آلیاژی بیشتر است، کاربرد دارند. یک ترکیب مناسب برای این کاربرد ترکیبی از محفظه Ni-Resist با قسمتهای داخلی ضد زنگ می باشد. وقتی که پمپ خاموش شده است، فولادهای ضد زنگ توسط محفظه Ni-Resist آندی محافظت گالوانیکی می شود.

به صورت معمول Ni-Resist قدیمی و سنتی همراه با چدنهای خاصیت جوشکاری ضعیفی دارد. در سالهای اخیر نوعی Ni-Resist که خاصیت جوشکاری آسان و سریعی دارد



گسترش یافته است. این نوع با نام D2W شناخته شده است که مقدار کمی کلمیم اضافی در آن باعث افزایش قابلیت جوشکاری می شود. D2W مواد ترجیح داده شده در محفظه های پمپها می باشد و استفاده آن به صورت عمومی در حال رواج است. همچنین برنزها در بسیاری از موارد در محفظه های پمپهای آب به کار برده می شود. انتخاب انواع برنزهایی که در محفظه ها مورد استفاده قرار می گیرند بستگی به کاربری آنها دارند. برنز سرب دار به خصوص برنج قرمز سرب دار در پمپهای کوچک با فشار پایین به کار برده می شوند. این مواد از لحاظ قیمت کمترین و از لحاظ ریخته گری آسانترین در بین برنزها می باشند. برنز قلع سرب دار یا بدون سرب برای محفظه های بزرگتر در پمپهای گریز از مرکز استفاده می شوند. سرب به مقاومت فشاری در قطعه ریخته گری کمک می کند. برنزهای بدون سرب می بایست برای بدست آوردن مقاومت فشاری کافی اشباع شده باشند. برنزهایی قلع سرب دار قابلیت جوشکاری دارند در حالی که نوع بدون سرب آن از این قابلیت بی نصیب می باشد. برنز آلومینیوم نیکل بالاترین مشخصات مکانیکی و بهترین مقاومت خوردگی در بین آلیاژهای برنز که معمولاً برای محفظه های پمپها در نظر می گیرند دارد و همچنین قابلیت جوشکاری جهت تعمیر را دارمی باشد. محفظه های این موادگران می باشد و از لحاظ قیمت پایه با نوع Ni-Resist و سایر گزینه ها قابل مقایسه نمی باشد.

فولادهای ضد زنگ برای محفظه هایی استفاده می شوند که در انتخاب مواد مقاومت خوردگی باید مد نظر قرار گیرد. فولادهای ضد زنگ مارتزیتی برای پمپاژ آب دیگهای بخار مانند پمپاژ هیدروکربونها به کار می روند. وجود مشخصات مکانیکی خوب در این مواد، باعث شده که برای استفاده در فشارهای بالا مناسب باشد. به دلیل پایین بودن مقاومت به خوردگی این مواد نسبت به سایر فولادهای ضد زنگ، برای آبهای ساینده و سایر سیالات شبیه آن مناسب نمی باشند.

فولادهای ضد زنگ آستنیتی به خصوص CF-8M و CF-3M اغلب در صنایع و کاربردهای شیمیایی و سایر سیالهای خورنده در محفظه پمپها استفاده می شوند. این مواد می تواند در محدوده وسیعی از PH ها مورد استفاده قرار گیرد و نیز از مقاومت زیادی در سرعتهای بالا برخوردار است و می توان با جوشکاری آن را تعمیر کرد.

فولادهای ضد زنگ دو بلکس (فولادهای ضد زنگی که ساختار متالوگرافی آن تقریباً ۵۰ درصد فریت و ۵۰ درصد آستنیت است) در محفظه پمپهایی که ترکیبی از مقاومت خوردگی بالاتر و مشخصات مکانیکی بهتر نسبت به انواع آستنیتی استاندارد دارند به کار برده می شوند. این مواد برای پمپهای فشار قوی جهت تزریق آب دریا در ساحل استفاده می شود. مشخصات مکانیکی بالا این اجازه را در طراحی می دهد که ضخامت دیواره ها نازکتر انتخاب شده و پمپ سبکتری تولید گردد. کم بودن وزن یک فاکتور مهم در کاربرد پمپ می باشد.

منبع:

Pump Hand Book Third Edition Vol:1

لیست نمایندگان فروش محصولات پمپیران در سراسر کشور

نام شرکت	مدیر عامل	شهر	تلفن	فاکس
شرکت تلمبه ایران	صابر زاده	تهران	۳۲ و ۳۰ و ۸۸۰۹۷۲۰ - ۰۲۱	۸۸۰۹۷۱۶
شرکت پدیدار صنعت سازش	غلامحسین سازش	تهران	۳۳۱۱۷۴۶۳ - ۳۳۹۱۲۷۷۲ - ۰۲۱	۳۳۹۱۴۷۵۱
شرکت موتور پمپ یاران	طیبیان، مدنی	تهران	۳۳۱۱۷۷۵۳ و ۳۳۱۱۷۷۶۲ و ۳۳۱۱۹۹۴۳ - ۰۲۱	۳۳۹۹۰۱۳۶
شرکت آپادانا صنعت	مجید قاضیانی	اراک	۳۲۵۳۵۶۸ - ۳۲۵۵۶۷۹ - ۰۸۶۱	۳۲۵۳۵۶۸
موسسه فنی و مهندسی کوشا	هوشنگ داداش زاده	اردبیل	۳۳۳۷۶۸۹ - ۰۴۵۱	۳۳۳۷۶۸۹
بازرگانی سلیمی	علیرضا سلیمی	ارومیه	۲۳۵۴۹۹۶ و ۲۳۵۱۸۳۶ - ۰۴۴۱	۲۳۵۱۸۳۶
شرکت سامان آبیار	مجتبی حکمت پور	اصفهان	۷ - ۳۲۰۷۸۲۴ - ۰۳۱۱	۳۲۰۷۸۲۴
شرکت مهندسی قدرت گستر جنوب	قرمزی و صرامی	اهواز	۷۳ و ۲۲۰۲۰۷۲ و ۲۲۲۹۲۱۲ - ۰۶۱۱	۲۲۲۹۲۱۲
شرکت پمپ گستر جنوب	سعید غریب ناصری	اهواز	۶ و ۲۹۲۲۲۲۵ - ۰۶۱۱	۲۹۲۲۲۲۶
شرکت شب افروزان	جعفر تروره	ایلام	۳۳۳۷۳۹۴ - ۳۳۳۵۸۹۷ - ۰۸۴۱	۳۳۴۰۴۸۹
فروشگاه پمپ الکتریک آشنا	داریوش آشنا	برازجان (بوشهر)	۴۲۴۸۵۴۳ - (۰۷۷۳) - ۲۵۸۰۱۵۴ (۰۷۷۱)	۴۲۴۰۳۹۷
شرکت عرش صنعت هرمزگان	امید پارسا	بندر عباس	۰۶۶۶۰۰۰۶ - ۰۷۶۱	۶۶۶۰۰۰۶
کالاهای کشاورزی و صنعتی رضا معظمی	رضا معظمی	بجنورد	۲۲۲۴۳۹۰ و ۲۲۲۹۵۱۵ - ۰۵۸۴	۲۲۳۶۶۰۶
شرکت مهندسی آبارساز	محمد رضا اکبری	بیرجند	۳ و ۴۴۳۳۱۴۲ - ۰۵۶۱	۴۴۴۰۵۱۷
شرکت مهندسی آبیژ	غلامرضا طاهری	بیرجند	۹ و ۴۴۳۵۵۱۸ - ۰۵۶۱	۴۴۵۰۱۲۰
شرکت تلمبه سازان تبریز	محمد حسین شهبازی	تبریز	۴۴۴۵۲۷۷ و ۴۴۳۹۴۹۴ - ۰۴۱۱	۴۲۰۴۵۲۰
فروشگاه موتور آلات کشاورزی ایازی	محمد حسن ایازی	خرم آباد	۲۲۰۴۵۷۵ و ۲۲۰۲۳۳۸ - ۰۶۶۱	۲۲۱۴۱۳۸
شرکت دژ آب خوزستان	مصطفی شهرزبان	دزفول	۲۲۳۶۹۶۸ - ۲۲۴۰۵۹۳ - ۰۶۴۱	۲۲۲۸۱۳۰
شرکت آبزای شمال	محمد رضا زرشکی	رشت	۲۲۲۱۳۹۸ و ۲۲۲۱۰۰۸ - ۰۱۳۱	۲۲۲۱۰۰۸
فروشگاه پارس تکنیک	محمد حسن پارسائیان	زاهدان	۳۲۲۸۱۲۷۴ و ۳۲۲۲۶۵۰ - ۰۵۴۱	۳۲۲۸۱۲۷۴
موسسه فنی و کشاورزی بیگدلی	محمود بیگدلی	زنجان	۵۲۴۸۶۸۷ و ۵۲۴۶۳۷۷ و ۵۲۴۹۸۵۵ - ۰۲۴۱	۵۲۴۸۶۸۷
فروشگاه آذران	حسین علی غفاریان	ساری	۲۲۷۲۰۷۰ و ۲۲۶۰۴۶۲ و ۲۲۶۳۳۲۸ - ۰۱۵۱	۲۲۷۴۳۰۱
فروشگاه سمن سو	بهرنگ غفاریان	سمنان	۳۳۴۷۷۷۰ - ۰۲۳۱	۳۳۲۸۱۷۹
شرکت آب گستر غرب	امیر حسن کریمی	سنندج	۰۶۶۲۵۲۷۳ - ۰۸۷۱	۶۶۶۷۵۳۰
فروشگاه موتور پمپ ایران	سید محمد حسن مرعشی	شوشتر	۲۷۶۷۷ و ۲۲۱۰۰ - ۰۶۱۲۶۲	۲۲۱۰۰
فروشگاه مزرعه	عبدالرسول رحمانی فر	شهر کرد	۲۲۷۲۴۲۲ و ۲۲۱۲۳۴۰ - ۰۳۸۱	۲۲۷۲۳۴۰
فروشگاه آبیاران	علی داودی	شهر کرد	۲۲۷۶۸۸۸ - ۰۳۸۱	۲۲۷۶۸۸۸
فروشگاه فریدی	مسعود فریدی	شیراز	۲۲۲۹۷۶۱ و ۲۲۲۷۶۲۷ و ۲۲۲۱۷۳۴ - ۰۷۱۱	۲۲۴۵۴۰۰
فروشگاه خانه کشاورز	عادل آزاد	شیراز	۲۲۳۳۲۱۲ و ۲۲۲۹۰۲۲ - ۰۷۱۱	۲۲۲۹۰۲۲
شرکت ایران موتور آب	ابوالقاسم پیله چی و جمشید جوان روزگار	قزوین	۲۵۵۴۵۰۴ و ۲۵۵۷۹۵۰ - ۰۲۸۱	۲۵۶۴۹۹۴
شرکت مهندسی تاسیساتی آتیه کویر	محمد رضا شعبان زاده	کرمان	۲ و ۲۵۲۱۶۶۱ - ۰۳۴۱	۲۵۲۰۵۱۳
گروه صنعتی پمپ کرمان	منصور ارجمندی	کرمان	۱۰ - ۲۱۲۰۴۰۵ - ۰۳۴۱	۲۱۲۰۴۰۹
شرکت بازرگانی بیستون صبح غرب	فیروز و کیلی	کرمانشاه	۸۲۳۸۳۹۵ و ۸۲۳۶۲۴۲ و ۸۲۳۵۸۸۶ - ۰۸۳۱	۸۲۳۵۸۸۶
شرکت کیش تکنیک	محمد مهدی بادپا	کیش	۴۴۳۰۷۰۵ و ۴۴۳۳۱۷۰ - ۰۷۶۴	۴۴۳۱۰۶۶
فروشگاه سازش	غلامعلی سازش	گرگان	۳۳۵۱۵۹۵ و ۳۳۵۴۵۷۹ - ۰۱۷۱	۳۳۵۱۵۹۵
شرکت آب فلز پمپ	سعید اشراقی	مشهد	۸ و ۸۵۳۵۵۹۷ - ۰۵۱۱	۸۵۹۷۱۲۴
شرکت تلمبه موتور غرب	سعید زاهد مهاجرانی	همدان	۲۶۷۴۶۱۲ و ۶ - ۲۶۶۱۴۱۵ و ۲۶۵۵۰۸۴ - ۰۸۱۱	۲۶۶۱۴۱۵
شرکت پیمان سبز فردا	علی اکبری	یاسوج	۲۲۳۱۵۱۵ و ۲۲۲۲۵۵۷ - ۰۷۴۱	۲۲۳۱۵۱۵
شرکت مهندسی سرداب یزد	محمد شادمان یزدی	یزد	۶۲۴۳۴۳۴ و ۶۲۲۲۸۹۸ - ۰۳۵۱	۶۲۴۳۴۳۴
شرکت پویا موتور سپاهان (عامل فروش)	منصور طغیانی	تهران	۷۵۵۳۹۰۱۹ و ۷۷۵۰۹۹۸۹ - ۰۲۱	۷۷۵۳۹۶۸۳