



نشریه فنی آموزشی

شرکت صنایع پمپیران

سال ۲۶ - شماره ۳۹ - زمستان ۱۳۸۹

PUMPIRAN



WATER



OIL



ENERGY



www.pumpiran.com
info@pumpiran.com



نشریه فنی آموزشی شرکت صنایع پمپیران
سال ۲۶ ■ شماره ۳۹ ■ زمستان ۱۳۸۹

■ صاحب امتیاز:
شرکت صنایع پمپیران
(سهامی خاص)

■ مدیر مسئول:
دکتر میر بیوک احقاقی

■ سردبیر:
مهندس سید بهزاد مبین

■ هیئت تحریریه:
گروه مهندسين و متخصصين شرکت صنایع
پمپیران

■ مدیر اجرایی:
مهندس جمال الدین بزاز زاده

■ مسئول اشتراک و توزیع:
صمد فائز

■ طرح و اجرا:
کانون تبلیغاتی نیما
۰۹۱۴۱۱۴۶۰۶۶-۵۵۷۰۱۶۰



۴

آب و خواص جادویی آن

مهندس کریم حسن پور
«سرپرست متالورژی شرکت صنایع پمپیران»

۱۴

تأثیر هندسه ورودی پروانه بر بهبود راندمان و عملکرد پمپهای گریز از مرکز

دکتر امین علم قلیلو
مشاور فنی شرکت صنایع پمپیران

۲۸

شاسی ها

جباری مقدم
«کارشناس کنترل و تضمین کیفیت»

۳۸

مواد ساختمان پمپ ها و مکانیسم های تخریب آنها

مهندس یونس بوداق
کارشناس مهندسی مواد

نشانی

تبریز، جنب قراملک، شرکت صنایع پمپیران - صندوق پستی ۱۳۵ - ۵۱۸۴۵

تهران: خیابان ولی عصر، نبش میرداماد، برج دوم اسکان، طبقه اول

تلفن: ۰۲۱-۸۸۶۵۴۸۱۰ / فاکس: ۰۲۱-۸۸۷۹۸۹۴۲

پست الکترونیکی نشریه: E-mail: pump@magiran.co

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

- 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

سردبیر

- 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 دقیقاً مشخص و در پایان مقاله معرفی گردند.
- ۸- مقالات ترجمه شده منظم به فتوکپی متون اصلی باشند.
- ۹- مقالات ارسالی باید قبلاً در هیچ یک از نشریات داخلی چاپ نشده باشند.
- ۱۰- مقالات ارسالی برگشت داده نخواهد شد.

ضمناً 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 کریم حسن پور

«سرپرست متالورژی شرکت صنایع پمپیران»

آب

و خواص جادویی آن

قسمت دوم

H₂O⁺

۲- خوردگی و رسوب دهی آبهای طبیعی:

منظور از آب طبیعی، آبهای سطحی، آب رودخانه، آب دریا و آب چاه می باشد. چنانکه قبلاً تشریح شد، آبهای طبیعی حاوی مقادیر مختلفی از نمکها و مواد گوناگون می باشند. نوع و مقدار این مواد بستگی زیادی به نوع زمین و محلی که آب در آن جریان داشته و یا استخراج می شود، دارد.

کیفیت آبهای طبیعی یا تصفیه شده از دید یک مهندس خوردگی با یک مهندس آب متفاوت می باشد. آب آشامیدنی باید گوارا، مطبوع و بهداشتی باشد در صورتی که آب مورد نیاز در صنایع دارای کیفیت دیگری می باشد.

غالباً برای آبهای طبیعی، عملیاتی نظیر نرم کردن و تصفیه مقدماتی آن ضروری می باشد. نوع و مقدار جامدات، گازها و یونهای حل شده و همین طور باکتریها در خوردگی نقش اساسی دارند. خوردگی فلزات بستگی زیاد به کیفیت فیزیکی و شیمیائی آب دارد. از جمله پارامترهای مهم در این رابطه، می توان به هدایت الکتریکی آب، PH، غلظت و نوع نمکها و محلولها، گازهای موجود در آب و باکتریها اشاره نمود.

۲-۱: هدایت الکتریکی آب (Electrical Conductivity)

در فصل ۵-۱ مختصری راجع به خواص رسانایی آب بحث گردید و می خواهیم از زوایای دیگر نیز به این موضوع پرداخته شود زیرا این بحث در مقوله خوردگی از اهمیت زیادی برخوردار است. آب باران یا آب های زیرزمینی با عبور از مجاورت سنگ های آهکی، گچی یا نمکهای مختلف یا فاضلاب آنها را در خود حل می کند و این مواد بصورت یونهای منفی و مثبت یا به عبارتی آنیون ها و کاتیونها درمی آیند و حرکت این یونها در آب باعث بوجود آمدن هدایت الکتریکی می شود و هرچه مقدار این یونها زیاد باشد، به همان نسبت هدایت الکتریکی افزایش می یابد. هدایت الکتریکی عکس مقاومت الکتریکی است. اگر ρ مقاومت ویژه

الکتریکی باشد، هدایت الکتریکی با عکس آن متناظر است یعنی فرمول

$$K = \frac{1}{\rho} \quad \text{واحد } (\rho) \text{ اهم } (\Omega) \text{ و واحد } K, \Omega^{-1} (\text{Mho})$$

می باشد. هدایت الکتریکی براساس $\mu\text{mho/cm}$ یا $\mu\text{s/cm}$

$$1\mu\text{s/cm} = 1\mu\text{mho/cm} \quad (S = \text{زیمنس})$$

هدایت الکتریکی زیاد همیشه دلیل خوردگی نیست بلکه نوع یونها و آنالیز آنها، ماهیت خوردگی را تعیین می کنند.

به دلیل تأثیر تغییرات دما بر تحرک یونها، هدایت الکتریکی آب با افزایش دما، افزایش می یابد. هدایت الکتریکی محلولهایی که حاوی نمکهای معدنی باشند، بالاتر از محلولهایی است که حاوی ترکیبات آلی هستند.

جهت مصارف خانگی هدایت الکتریکی آب بهتر است کمتر از $1100\mu\text{s/cm}$ باشد و برای مصارف کشاورزی این مقدار بهتر است کمتر از $2600\mu\text{s/cm}$ باشد، بالاتر از این مقدار احتمال نامرغوب شدن محصولات وجود دارد.

در جدول ۴ هدایت الکتریکی انواع آنیونها و کاتیونها در 25°C با هم مقایسه شده است.



Cation	λ_+°	Anion	λ_-°
H^+	۳۵۰	OH^-	۱۹۸,۶
$1/2Ca^{2+}$	۵۹,۵	HCO_3^-	۴۴,۵
$1/2Mg^{2+}$	۵۳,۱	$1/2CO_3^{2-}$	۷۲
Na^+	۵۰,۱	$1/2SO_4^{2-}$	۸۰,۰
K^+	۷۳,۵	Cl^-	۷۶,۴
NH_4^+	۷۳,۵	Ac^-	۴۰,۹
$1/2Fe^{2+}$	۵۴	F^-	۵۴,۴
$1/3Fe^{3+}$	۶۸	NO_3^-	۷۱,۴
		$H_2PO_4^-$	۳۳
		$1/2HPO_4^{2-}$	۵۷

جدول ۴- مقایسه مقدار هدایت الکتریکی آنیونها و کاتیونها

این جدول نشان دهنده آن است که کاتیون H^+ بیشترین مقدار رسانائی را در بین یونها دارد. مجموع مواد محلول در آب که با TDS (Total dissolved solids) نشان داده می شود با هدایت الکتریکی (EC) دارای رابطه تجربی زیر می باشد.

$$TDS(\text{mg / lit}) = 500 \times EC(\mu\text{s / cm})$$

۲-۲: تأثیر PH آب در خوردگی:

تعریفی که از PH توسط آقای سورنسن ارائه شده عبارتست از: $PH = -\log[H^+]$ در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد. بر این اساس محدوده PH بین ۰ تا ۱۴ می باشد. PH آب در ۲۵ درجه سانتی گراد برابر ۷ است. محلولهای اسیدی دارای PH کمتر از ۷ و محلولهای قلیائی دارای PH بیشتر از ۷ می باشند، برای آبهای مختلف PH بشرح زیر می باشد:

آب باران: ۵-۶,۵

سیستم های آب طبیعی: ۷-۸

اغلب اکوسیستم های آبی: ۶,۵-۸,۲

ضمناً برای آب آشامیدنی PH مطلوب و مجاز به این شرح است:

مقدار PH مطلوب $7 \leq PH \leq 8.5$

مقدار PH مجاز $6.5 \leq PH \leq 9.2$

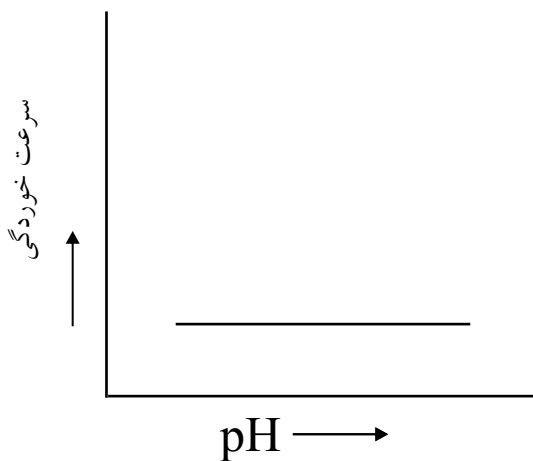
در آبهای مختلف غلظت یون H^+ بر روی سرعت خوردگی فلزات تأثیر مهمی دارد. در یک PH موردنظر فلز می تواند پایدار باشد و با تغییر PH میل به خوردگی و اکسید شدن افزایش یابد.

فلزات نجیب مثل طلا و پلاتین در محلولهای اسیدی و بازی پایدار بوده و سرعت خوردگی آنها به مقدار PH بستگی ندارد. (شکل ۴-الف)

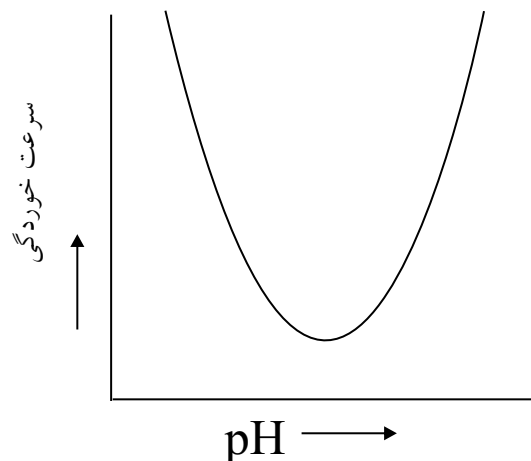
از طرف دیگر در انتهای جدول الکتروشیمیایی فلزات، فلزاتی مانند روی و آلومینیوم را داریم که در هر دو محیط اسیدی و بازی قوی به ترتیب با تشکیل یون Zn^{2+} و Al^{3+} یا ZnO_2^{-2} و AlO_2^{-} حل می شوند (شکل ۴ ب)

این فلزات در یک PH مشخص دارای حداقل سرعت خوردگی هستند که برای آلومینیوم برابر ۶,۵، برای سرب برابر ۸، برای قلع برابر ۸,۵ و برای روی برابر ۱۱,۵ است.

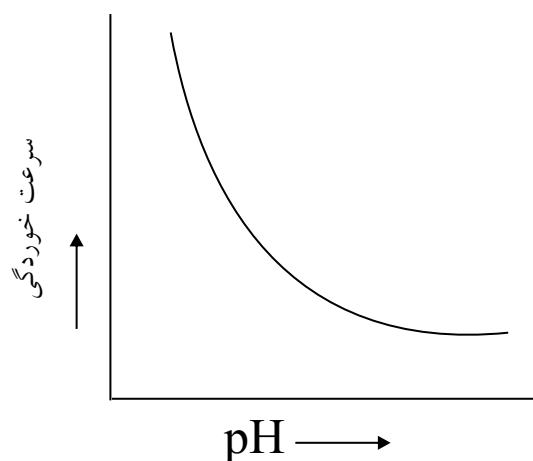
اکسیدهای اکثر فلزات در محیط اسیدی محلول بوده ولی در محیط های قلیائی نامحلول هستند و رفتار PH آنها در شکل (۴-پ) نشان داده شده است. فلزاتی مانند نیکل، مس، کبالت، کرم، منگنز و منیزیم در این گروه قرار دارند. رفتار آهن در محیط های مختلف با فلزات فوق فرق می کند. آهن در محدوده مشخصی در این گروه قرار می گیرد که با افزایش PH به محدوده ۴ تا ۹ سرعت خوردگی کم می شود و با زیادتیر شدن قلیائیت در $PH = 12$ به حداقل خود می رسد و سپس افزایش می یابد. (شکل ۴-ت)



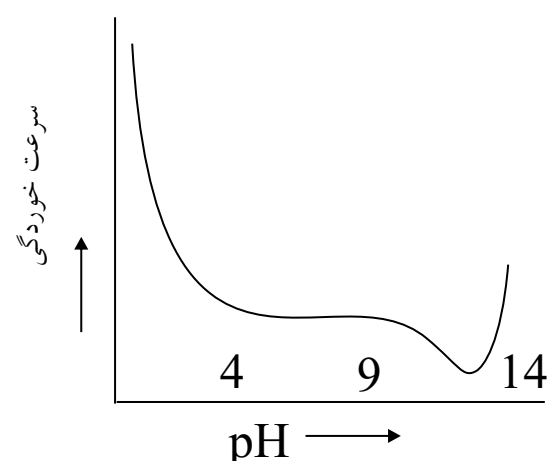
الف- فلزات نجیب



ب- فلزات با اکسید آمفوتری



پ- فلزات قابل حل در اسید



ت- آهن

شکل ۴- ارتباط PH و سرعت خوردگی (Rate) برای فلزات مختلف

۲-۳: تأثیر نمکهای محلول در آب در خوردگی:

تأثیر نمکهای محلول در آب های طبیعی به نوع و غلظت آنها بستگی دارد. حضور یونهای Cl^- و SO_4^{2-} سبب تشدید خوردگی و یونهای مانند کربنات (CO_3^{2-})، بی کربنات (HCO_3^-) و کلسیم (Ca^{2+}) سبب کاهش خوردگی می شوند. یونهای Cl^- و SO_4^{2-} اصطلاحاً به یونهای خورنده و یونهای کربنات و کلسیم به یونهای بازدارنده معروفند. خواص خوردندگی یا بازدارندگی یونها علاوه بر نوع آنها به غلظت آنها نیز بستگی دارد. معمولاً مقدار یونهایی که خاصیت بازدارندگی دارند باید بیش از مقدار اکسیژن حل شده در محیط باشد.

یونهای خورنده سبب تخریب فیلم های محافظ شده یا از تشکیل آنها جلوگیری می کنند. این یونها، مخصوصاً کلریدها، قادرند لایه های روئین تشکیل شده بر روی فلزاتی مانند فولادهای زنگ نزن را شکسته و سرعت خوردگی را به شدت افزایش دهند. در حالی که یونهای بازدارنده ای مثل کربنات می توانند با تشکیل رسوب کربنات کلسیم، سرعت خوردگی را کاهش دهند. این لایه های محافظ می توانند از دو طریق تشکیل شوند، نخست اگر محلول فوق اشباع کربنات کلسیم داشته باشیم، رسوب کربنات در سطوحی که با آین آب در تماس هستند، ایجاد می شود. از طرف دیگر رسوب می تواند از یک محلول اشباع نشده در شرایط تعادلی ایجاد گردد. عمده یونهای حل شده در آب طبیعی به صورت کاتیونهای با بار مثبت مانند کلسیم (Ca^{2+})، منیزیم (Mg^{2+}) و هیدروژن H^+ و آنیونهای با بار منفی مثل کلرید (Cl^-)، سولفات (SO_4^{2-})، بی کربنات (HCO_3^-)، کربنات (CO_3^{2-}) و هیدروکسید (OH^-) هستند. از آنجائیکه بار الکتریکی کاتیونها برابر با بار الکتریکی آنیونها می باشد، لذا هیچ گونه بار اضافه در محلول وجود ندارد.

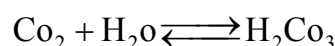
معمولاً در آبهای طبیعی مقدار کلر محلول بیش از مقدار سولفات است ولی در آبهای معدنی مقدار سولفات بیشتر است. غالباً مقدار کلر موجود معیاری از پتانسیل و توانایی خوردگی آب است.

مقدار کلر در محدوده وسیعی متغیر می باشد. آب باران غیرآلوده دارای حداقل مقدار کلر بوده در حالی که آب دریا حاوی غلظت بالایی از کلر در حد ۳۵۰۰۰ میلی گرم بر لیتر می باشد. این آبها با این مقدار یون کلر به آبهای شور یا لب شور معروفند.

کربنات ها و بی کربنات های بخش عمده نمکهای حل شده در آبهای طبیعی هستند. اینها با دی اکسیدکربن (CO_2) و کلسیم آب در حال تعادل هستند. دی اکسیدکربن آزاد در آب حل می شود و میزان انحلال بستگی به فشار جزئی آن در اتمسفر مورد نظر دارد. فشار جزئی دی اکسیدکربن در هوا برابر ۰,۰۰۰۳ اتمسفر است و غلظت آن در آب در تعادل با هوا حدود ۰,۵ میلی گرم بر لیتر است.

۲-۴: تأثیر گازهای محلول در آب:

در بررسی گازهای محلول در آب بیشتر اکسیژن و دی اکسیدکربن مد نظر می باشد. دی اکسیدکربن به دلیل ایجاد اسید کربنیک و در نتیجه کاهش PH، سبب تشدید خوردگی می شود.



به عنوان مثال بر روی آهن که بخارات کندانسه هست، این نوع خوردگی قابل رویت است. آب باران هنگام عبور از هوا مقادیر مشخصی از اکسیژن و دی اکسیدکربن و همچنین مقادیر ناچیزی سولفید هیدروژن (H_2S) و دی اکسید گوگرد (SO_2) موجود در هوا را در خود حل می کند که در مورد هرکدام شرح مختصری داده می شود.

اکسیژن نقش دوگانه ای دارد، از طرفی می تواند واکنش کاتدی را تسریع کند که نتیجه آن افزایش سرعت خوردگی است یا در غلظت های بالا و شرایط مساعد سبب ایجاد لایه رویین در سطح فلز شود که در این حالت خوردگی کاهش محسوسی می نماید و به عنوان پسیوکننده شناخته می شود.

- مقدار دی اکسیدکربن آزاد در آبهای طبیعی به ندرت به بیش از ۱۰ میلی گرم در لیتر می رسد.

- مقدار سولفید هیدروژن (H_2S) بالاتر از ۱۵ میلی گرم در لیتر به ندرت در آبها یافت می شود، حضور این گاز در آب بیشتر به دلیل این آلودگی آب به فاضلاب های صنعتی و انسانی و یا فعالیت باکتریهای احیا کننده سولفات است. مقدار جریانی تا ۰,۵ درصد آن ممکن است به وسیله بوی نامطبوع مانند تخم مرغ گندیده متصاعد شده از آن قابل تشخیص باشد. نیتروژن موجود در آب اثر مستقیمی روی واکنش های خوردگی ندارد. اما حبابهای گاز می توانند خوردگی کاویتاسیونی را تشدید نمایند.

۲-۵: مواد معدنی:

تعدادی از مواد معدنی با غلظت پایین در آبهای طبیعی یافت می شوند که بعضی از آنها خاصیت خوردگی آب را افزایش می دهند و تعدادی نیز از نظر بهداشتی مشکل داشته و بعضاً سمی هستند.

سیلیس (SiO_2) از خرد شدن و تجزیه سنگها و گاهی توسط بعضی از میکروارگانیسمها مانند تک سلولیهها (Diatoms) بوجود آمده و در آب بصورت اسید متاسیلیسیک (H_2SiO_3)_n وجود دارد. سیلیس در غلظتهای مختلف در آبهای طبیعی از مقادیر کم تا ۷۵ میلی گرم در لیتر وجود دارد. سیلیکاتها خاصیت بازدارندگی مشخص داشته و به آبهای نرم برای کاهش میزان خوردگی افزوده می شوند.

گاهی وقتها آهن در آبهای طبیعی وجود دارد و اغلب به شکل کربنات آهن می باشد و غلظت آن تا ۲۰ میلی گرم در لیتر نیز می رسد. وقتی کربنات آهن با هوا تماس پیدا می کند، آهن اکسیده

شده و رسوبات زنگ آهن را به وجود می آورد که سبب قرمز شدن آب می شود که به آن آب قرمز (Red water) می گویند و لذا استفاده از این گونه آبها برای مصارف خانگی و بعضی مصارف صنعتی غیر قابل قبول می باشد و مقادیر ۰,۳-۰,۲ میلی گرم در لیتر آهن قابل قبول بوده و مقادیر بیشتر از آن باید حذف شود. مس، سرب و روی معمولاً در آبهای طبیعی وجود ندارند و مس و سرب موجود در شبکه آب غالباً از خوردگی لوله ها و تجهیزاتی که در تماس با آب می باشند به وجود می آیند. سرب یک ماده سمی بوده و نباید مقدار آن از ۰,۱ میلی گرم در لیتر تجاوز نماید.

روی نیز به علت خوردگی لوله های گالوانیزه ممکن است در آب وجود داشته باشد.

۶-۲: ارگانیزمهای (organic matter) موجود در آب:

دو نوع اصلی ارگانیزمهای زنده در آبها یافت می شوند. میکروارگانیزمهای زنده شامل باکتریها، لجن ها، قارچ ها و جلبک ها بوده و ماکروارگانیزمهای زنده شامل حیوانات کوچک دریایی نظیر صدفها می باشند. این ارگانیزمها با سوخت و ساز خود تغییرات قابل ملاحظه ای در آبهای مجاور خود به وجود می آورند.

جلبک ها دی اکسید کربن را از هوا و محیط اطراف می گیرند و اکسیژن پس می دهند، در صورتی که سایر ارگانیزمها اکسیژن را مصرف می کنند.

سولفید هیدروژن (H_2S) ممکن است توسط باکتریهای احیا کننده سولفات یا به وسیله سایر ارگانیزمها به وجود آید. این ارگانیزمها اسیدهای آمینه خورنده بوجود می آورند که این اسیدها و همچنین سولفید هیدروژن تشکیل شده اثرات مخربی را روی فلزات ایجاد می کنند. ارگانیزمهای دریایی مانند صدفها و نرم تنان آلودگی مشخصی را ایجاد می کنند. این ارگانیزمها به خاطر ترشحات خودشان می توانند سبب تخریب پوششهای محافظ رنگ شوند. از رشد جلبک ها و سایر ارگانیزمها می توان به وسیله کاهش نور یا افزایش کلر و یا اضافه کردن سولفات مس جلوگیری نمود.

۳: حد مجاز یونهای مختلف در آب آشامیدنی:

کیفیت آب یون زدایی شده به منظور آب آشامیدنی توسط سازمان بهداشت جهانی WHO مشخص گردیده است.

براساس مصوبه های سازمان یاد شده بعضی از مواد از آب حذف و یا کاهش داده شوند. مهمترین این مواد در زیر آورده شده اند:

۱-۳: نیترات براساس یون NO_3^-

حضور این یون به میزان بیش از ۹۰ mg/lit در آب موجب به خطر افتادن سلامتی می شود. به

خصوص این امر در کودکان باعث ایجاد بیماری متهموگلوبینما (Methemoglobinema) خواهد شد.

مقدار این یون در آب باید به زیر 50mg/lit رسانده شود تا امکان تشکیل نیتروس آمینها که سرطان زا می باشند گرفته شود.

۳-۲- سولفات براساس یون SO_4^{-2}

اگر مقدار سولفات از محدوده $250 - 200\text{mg/lit}$ تجاوز نماید، نامطلوب است و باعث اسهال و بیماری خواهد شد، به ویژه اگر سولفات بصورت ترکیبات منیزیم یا سدیم باشد.

۳-۳- کلرید بصورت یون CL^-

اگر میزان یون کلرید از مقدار مجاز آن یعنی 200mg/lit بیشتر گردد. مزه آب عوض شده و شور می شود. همچنین احتمال خوردگی در لوله های آب زیاد خواهد شد.

۳-۴- مجموع مواد محلول (TDS)

اگر مقدار TDS از حد 500mg/lit تجاوز نماید، بو و مزه آن تغییر می کند. آب مورد استفاده برای مقاصد آبیاری محصولات کشاورزی به صورت زیر طبقه بندی می شود.

۲۰۰mg/lit	TDS	عالی
۵۰۰mg/lit	TDS	خوب
۱۴۰۰mg/lit	TDS	مجاز
۲۱۰۰mg/lit	TDS	مقدار بحرانی

در مورد آب گفتنی های زیادی وجود دارد که در این مقاله به این مقدار بسنده می شود، لازم به یادآوریست که در مورد خواص آب درمانی در مجله پیام پمپیران مطالب جالب و خواندنی چاپ شده است.

منابع:

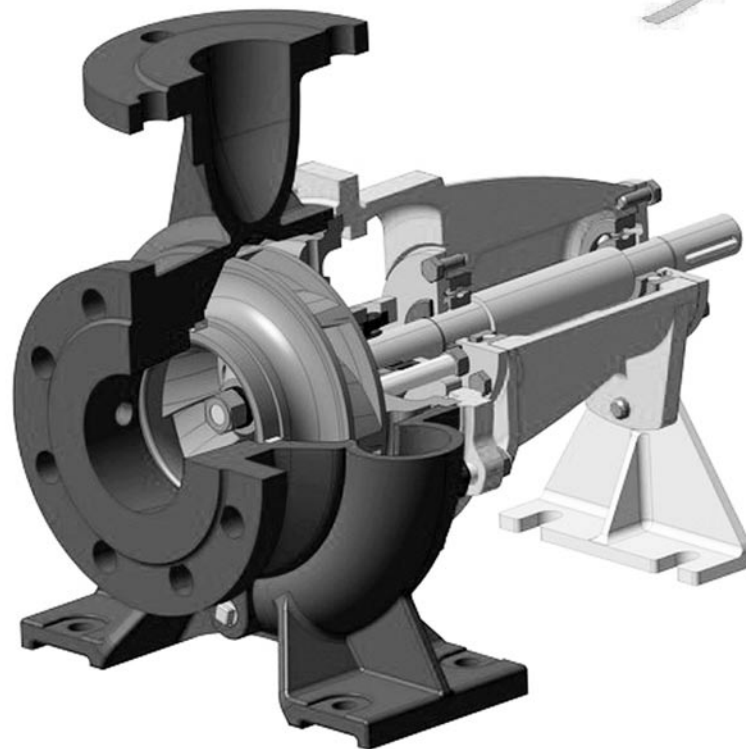
«کنترل خوردگی در صنایع» جلد یک تألیف دکتر سیدمحمد سیدرضی
سایر منابع متفرقه



دکتر امین علم قلیلو

مشاور فنی شرکت صنایع پمپیران

تأثیر هندسه ورودی پروانه بر بهبود راندمان و عملکرد پمپهای گریز از مرکز



چکیده

این مقاله در مورد تأثیر هندسه ورودی پروانه بر راندمان و عملکرد پمپ تغذیه آب گرم دیگ که یک پمپ گریز از مرکز با سرعت مخصوص $\frac{m \cdot m^3}{min \cdot min}$ ۱۸۳ است بحث می کند. پروانه این پمپ از نوع بسته با قطر خارجی (mm) ۴۵۰ می باشد. عملکرد هیدرولیکی و عملکرد کاویتاسیون پمپ به طور تجربی اندازه گیری و تست شده است. برای اصلاح پمپ، ۵ پروانه مورد بررسی قرار گرفته است که دارای لبه حمله پره پهن تر با زاویه حمله پره بزرگتر در ورودی پروانه در مقایسه با پروانه اصلی می باشد. جریان آشفته و سه بعدی در داخل این پمپ بر اساس مدل $k-\epsilon$ RNG و مدل کاویتاسیون VOF آنالیز و تحلیل شده است. لازم به ذکر است که نتایج عددی به طور دقیق با نتایج تجربی مقایسه شده اند. بر اساس تست تجربی و شبیه سازی عددی، نتایج زیر را می توان برداشت کرد:

۱- هندسه ورودی پروانه تأثیر بسیار مهمی بر روی بهبود راندمان پمپ های گریز از مرکز دارد. اثرات مطلوبی بر روی بهبود راندمان با استفاده از هر دو حالت لبه حمله پره پهن تر با زاویه حمله پره بزرگتر در ورودی پروانه به دست آمده است.

۲- اثرات مطلوب لبه حمله توسعه یافته در بخش ورودی پمپ و زاویه حمله پره بزرگتر در ورودی پروانه بطور جداگانه بر روی بهبود راندمان و عملکرد هیدرولیکی و بهبود عملکرد کاویتاسیون برای پمپ تست شده کاملاً مشخص نیست و جای تردید دارد.

۳- جریان یکنواخت در بالادست ورودی پروانه برای بهبود عملکرد کاویتاسیون پمپ خیلی مفید است.

واژه های کلیدی: هندسه ورودی، کاویتاسیون، راندمان و عملکرد هیدرولیکی، پروانه پمپ سانتریفیوژ

۱- مقدمه

یک پمپ تغذیه آب گرم برای دماهای بالا (مثل 280°C) و فشارهای بالا (حداکثر تا 6.4MPa) در شرایط کارکرد طراحی می شود، که راندمان هیدرولیکی و عملکرد کاویتاسیون هر دو برای پایداری پمپ ضروری هستند. در این مقاله، پمپ تغذیه آب گرم به طور تجربی تست شده است و ۵ پروانه دیگر با تغییرات لازمه در هندسه ورودی نسبت به پروانه اصلی یعنی **Imp Ao** با روش عددی که برای بهبود راندمان و عملکرد پمپ می باشد مورد بررسی قرار گرفته است. این پروانه ها دارای قطر خارجی برابر و همچنین تعداد پره های برابر می باشند. پروانه **Imp Ao** به طور قراردادی و به طور نامی با روش یک بعدی طراحی شده است. پروانه های دیگر بر اساس **ImpAo** طراحی شده اند، اما هندسه ورودی آنها با مفاهیم متفاوتی طراحی شده اند: **ImpA1**, **ImpA2**, **ImpA3** دارای لبه حمله پره توسعه یافته می باشند، در حالی که **mpA4**, **mpA5** دارای زاویه حمله پره بزرگتری در ورودی پروانه می باشند. جریان سه بعدی، آشفتگی و پایا عبوری از کانال های این پمپ ها بر اساس معادلات **RANS**، مدل توربولانس **k-ε** و مدل کاویتاسیون **VOF** تجزیه و تحلیل شده اند. بر اساس این نتایج تأثیر هندسه ورودی پروانه بر روی بهبود راندمان پمپها مورد بحث قرار گرفته است.

فهرست علائم

u : سرعت محیطی $[\text{m.s}^{-1}]$

C_{pt} : ضریب فشار کل

β : زاویه حمله پره یا زاویه جریان $[\circ]$

D : قطر پروانه $[m]$

Φ : ضریب جریان

g : شتاب جاذبه $[\text{m.s}^{-2}]$

η : راندمان

H : هد پمپ $[m]$

ρ : چگالی سیال $[\text{kg.m}^{-3}]$

n : سرعت دورانی $\left[\frac{1}{\text{min}}\right]$

σ : عدد کاویتاسیون Thoma

p : فشار استاتیکی $[p a]$

ψ : ضریب هد

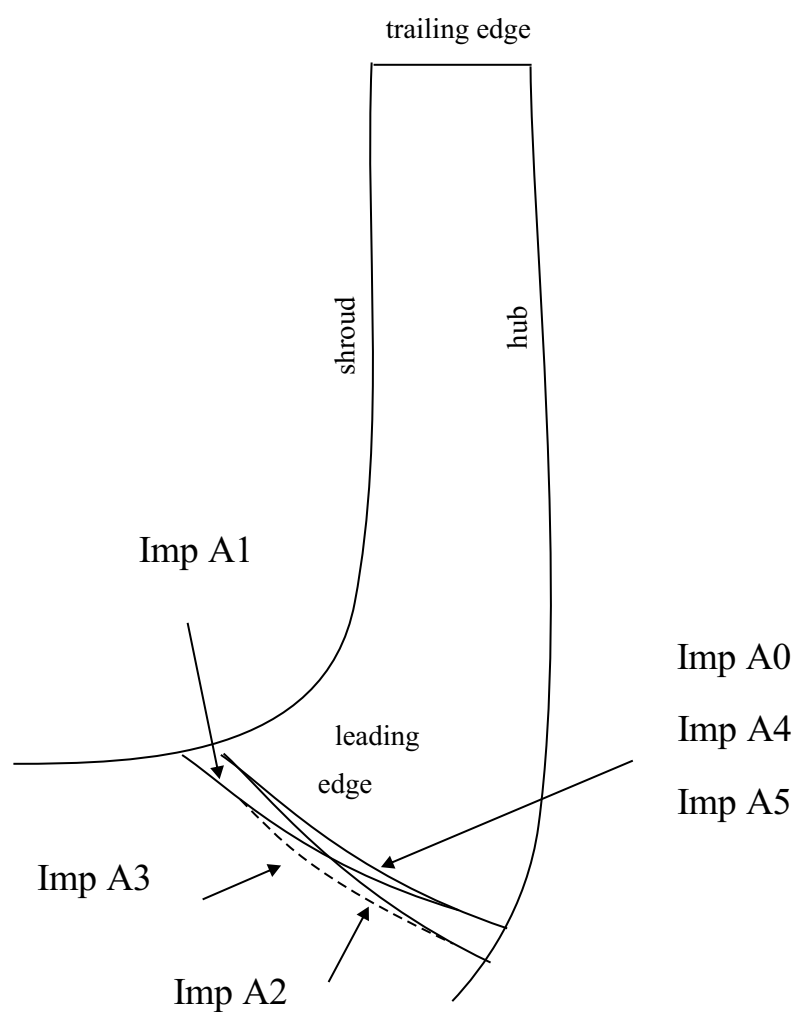
P : توان $[W]$

τ : ضریب توان

Q : دبی رانش $[\text{m}^3.\text{s}^{-1}]$ یا $[\text{m}^3.\text{min}^{-1}]$

جدول ۱: مشخصات پمپ تست شده Imp A0

Inlet diameter [mm]	at hub D_{lh}	115
	at tip D_{lt}	184
Blade angle at leading edge [°]	at hub β_{lh}	37.5
	at tip β_{lt}	20.5
Impeller diameter D_2 [mm]		450
Blade width at exit b_2 [mm]		28
Blade angle at exit β_2 [°]		40
Blade number Z		6
Impeller type		closed



شکل ۱: هندسه ورودی برای پروانه های تست شونده

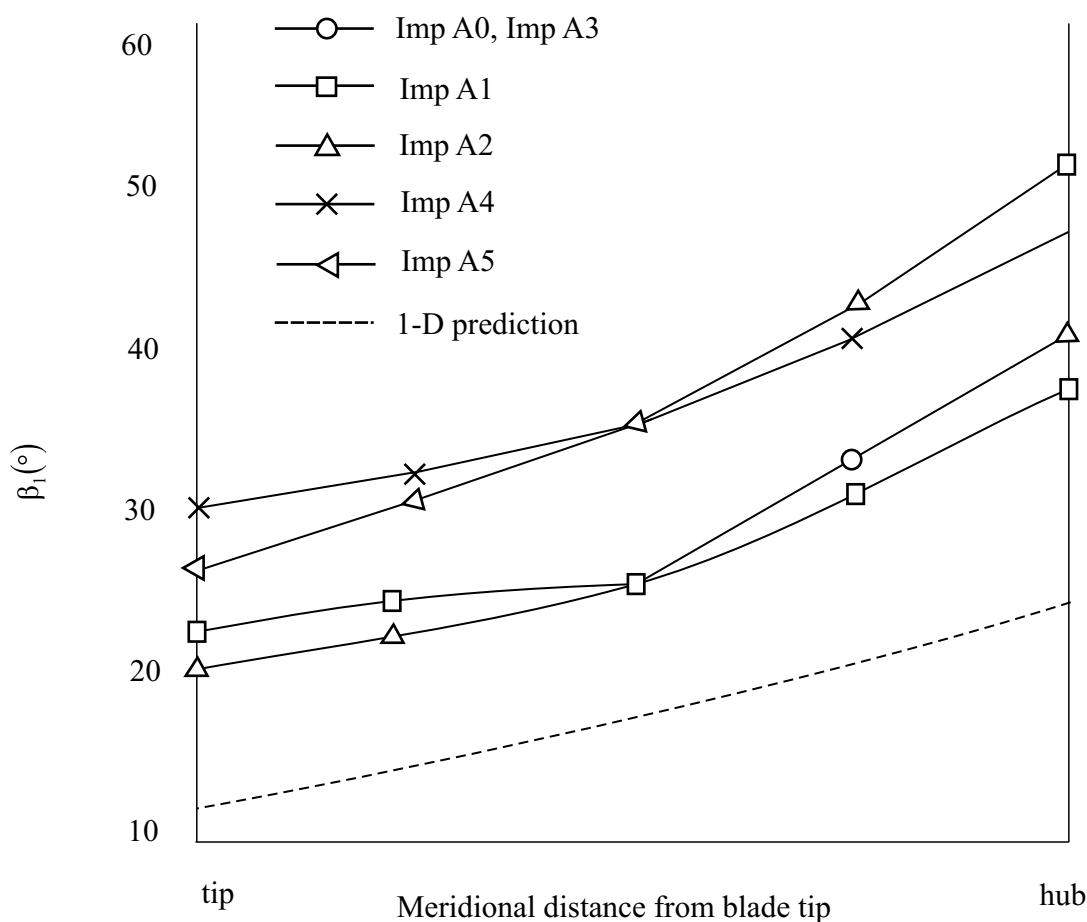
۲- پمپ تست شونده و پروانه های آن

مشخصات پمپ تست شونده با پروانه Imp A0 در جدول ۱ نشان داده شده است. پمپ تست شونده

دارای سرعت مخصوص $\frac{m^3}{min \cdot min}$ ۱۸۳ است $(\frac{n\sqrt{Q}}{H^{3/4}})$ و پروانه آن Imp A0 بطور قراردادی و

نامی با روش یک بعدی طراحی شده است. این حالت قابل توجه است که زاویه حمله پره در خروجی پروانه β_2 بزرگ به اندازه 40° برای کاهش اصطکاک دیسک انتخاب شده است. برای پمپ تست شده ای که سرعت مخصوص آن پایین است، هندسه ورودی پروانه برای راندمان هیدرولیکی و عملکرد کاویتاسیون دارای اهمیت می باشد. در این تحقیق ۵ پروانه متفاوت در نظر گرفته شده است. طبق آنچه در شکل های ۱ و ۲ نشان داده شده است، ۵ پروانه تقریباً هندسه های یکسانی دارند در حالی که هندسه ورودی متفاوت می باشد.

مطابق شکل ۱، پروانه ImpA1 دارای لبه حمله توسعه یافته نزدیک ورودی پمپ در امتداد پروانه می باشد و پروانه Imp A2 دارای لبه حمله توسعه یافته جلو رونده در امتداد توپی (محور) می باشد، درحالی که پروانه ImpA3 دارای لبه حمله توسعه یافته جلو رونده در امتداد هر دو پروانه و توپی (محور) نسبت به پروانه Imp A0 می باشد. اگر چه پروانه های Imp A4 و Imp A5 لبه حمله یکسانی مانند پروانه Imp A0 دارند، ولی زاویه حمله های آنها بزرگتر از اندازه زاویه حمله پره



شکل ۲: توزیع زاویه حمله پره در امتداد لبه حمله

پروانه Imp A0 می باشد که در شکل ۲ نشان داده شده است. شکل ۲ نشان می دهد که همه پروانه ها دارای زاویه حمله پره بزرگتری نسبت به زاویه جریان محاسبه شده توسط روش یک بعدی در نقطه طراحی پمپ تست شده با پروانه Imp A0 می باشند. در مقایسه با پروانه های Imp A0، Imp A1، Imp A2 و Imp A3، زاویه حمله پره برای پروانه های Imp A4 و Imp A5 خیلی بزرگتر می باشد.

۳- روشها و توضیحات

۳-۱- تست تجربی

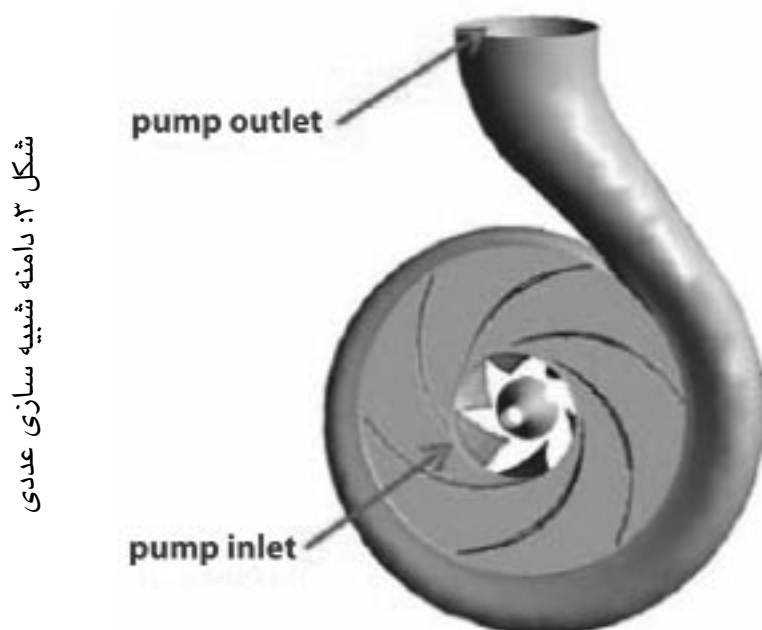
راندمان هیدرولیکی و راندمان کاویتاسیون برای پمپ تست شده با پروانه Imp A0 به طور تجربی

آزمایش شده است. سرعت دورانی پمپ $\frac{1}{\text{min}}$ ۱۴۸۰ می باشد. نتایج تجربی نشان می دهد که نقطه

راندمان ماکزیمم نزدیک نقطه طراحی می باشد زمانی که پارامترها $Q = 0.125 \frac{m^3}{s}$ و $H = 62 \text{ m}$ باشد.

۳-۲- شبیه سازی عددی

برای مقایسه با نتایج تجربی و بررسی شرایط جریان داخل پمپ، جریان آشفته سه بعدی در کل جریان عبوری از پمپ تست شده که دامنه شبیه سازی عددی آن در شکل ۳ نشان داده شده است. بر اساس معادلات RANS و مدل توربولانس $k-\epsilon$ شبیه سازی شده است. برای مدلسازی کاویتاسیون، مدل VOF مورد استفاده قرار گرفته بطوری که معادله Rayleigh-Plesset برای بحث در مورد تولید بخار و تقطیر در تغییر فاز استفاده شده است. در این مقاله، جریان حباب دار در پمپ برای هر پروانه ای نزدیک نقطه طراحی پروانه Imp A0 با استفاده از یک کد CFD مانند Ansys-CFX شبیه سازی شده است.



شکل ۳: دامنه شبیه سازی عددی

شرایط مرزی به صورت زیر می باشد:

ورودی دامنه شبیه سازی عددی دارای فشار کلی متوسط می باشد، بطوری که وقتی گسترش کاویتاسیون مورد تجزیه و تحلیل قرار می گیرد این فشار به تدریج کاهش می یابد. در خروجی دامنه شبیه سازی عددی دبی جرمی متوسط بر اساس تعادل جرمی داده شده است. برای همه دیوارهای جامد شرط عدم لغزش در نظر گرفته شده است. از آنجایی که یک چارچوب دورانی برای ناحیه پروانه و یک چارچوب ساکن برای اجزاء ساکن پمپ وجود دارد، سطح مشترک متحرک مابین دو چارچوب با روش GGI مورد بحث قرار گرفته است.

۳-۳- تعریف پارامترها

برای سادگی در بحث روی نتایج و محاسباتی چندین پارامتر ضروری تعریف شده است:

(۱) ضریب جریان Φ

$$\Phi = \frac{Q}{A_2 u_2} \quad (1)$$

که A_2 مساحت در خروجی پروانه $\pi D_2 b_2 = [m^2]$ ، u_2 سرعت محیطی در خروجی پروانه

$$\frac{\omega D_2}{2} [m.s^{-1}] \text{ و } \omega \text{ سرعت زاویه ای} = \frac{2\pi n}{60} [s^{-1}] \text{ می باشد.}$$

(۲) ضریب هد ψ

$$\psi = \frac{H}{u_2^2 / 2g} \quad (2)$$

(۳) ضریب توان τ

$$\tau = \frac{P}{\rho A_2 u_2^3 / 2} \quad (3)$$

لازم به یادآوری است که توان اصطکاکی دیسک شامل محاسبه توان ورودی به پمپ می باشد زیرا سرعت مخصوص پمپها در این تحقیق پایین است.

$$\sigma = \frac{NPSH}{H} \quad (۴)$$

که NPSH هد خالص مکش مثبت $[m]$ $\frac{(P_0 - P_v)}{\rho g} + \frac{V_0^2}{2g} = [m]$ می باشد. در تعریف NPSH،

P_0 فشار استاتیک (Pa) سرعت مطلق V_0 ، $[m.s^{-1}]$ در ورودی پمپ و P_v فشار بخار

$P_a = [Pa]$ ۳۵۷۴ می باشد.

(۵) ضریب فشار کل C_{pt}

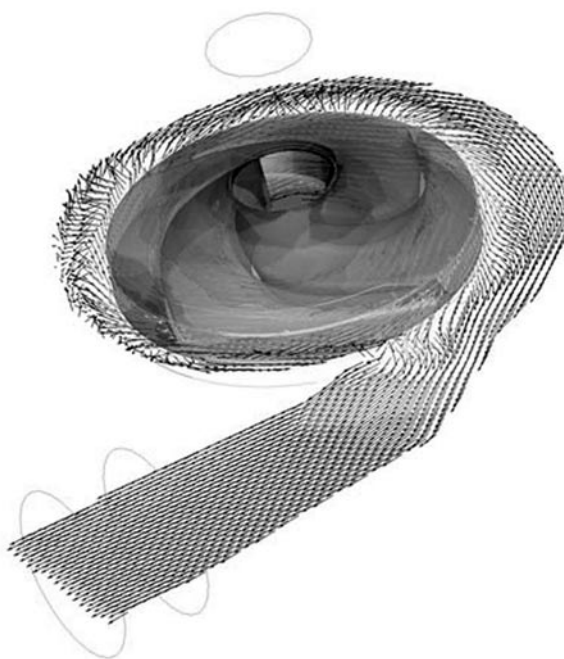
$$C_{pt} = \frac{P_t - P_{t0}}{\rho u_2^2 / 2}$$

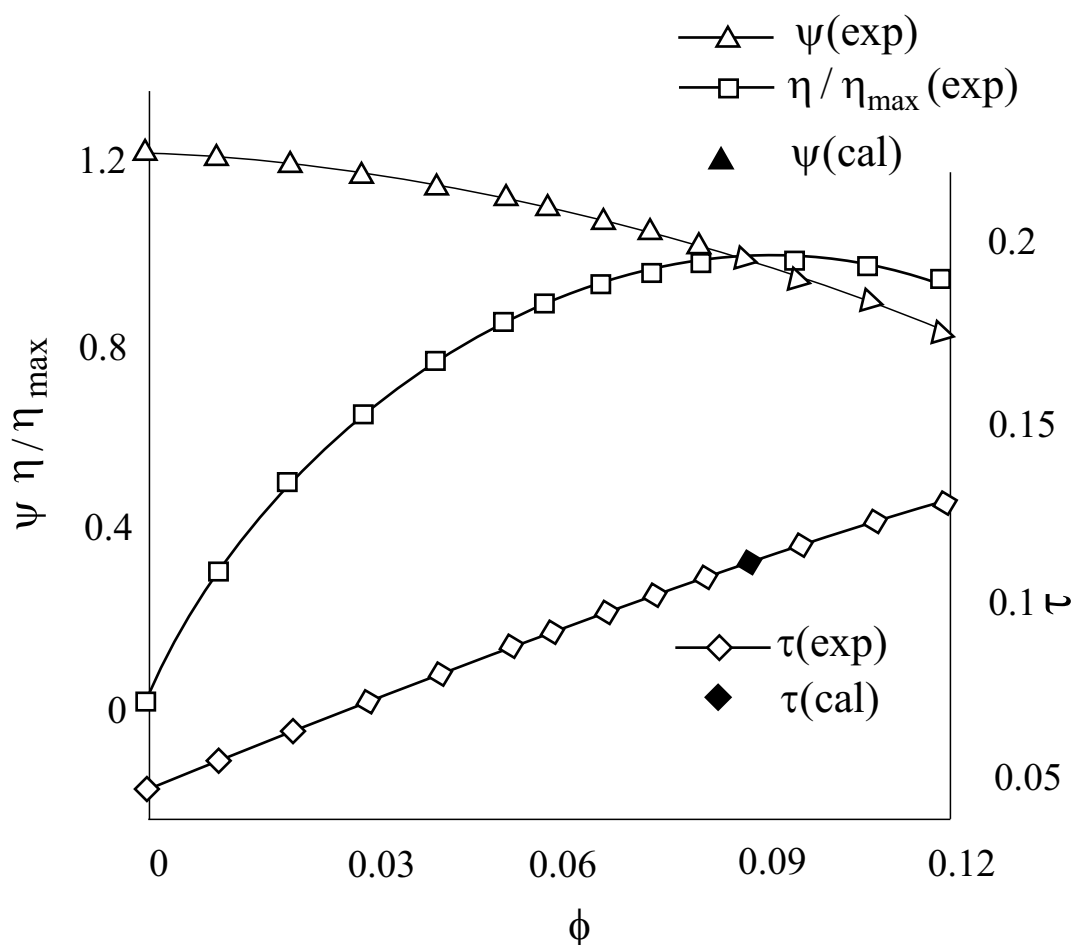
که P_t فشار کل برای پمپ $[Pa]$ و P_{t0} : فشار کل در ورودی پمپ $[Pa]$ می باشد.

۴- نتایج و جمع بندی

شکل ۴ منحنی مشخصه برای پمپ تست شده با پروانه Imp Ao را در سرعت دورانی $1480 \text{ } 1/\text{min}$ نشان می دهد.

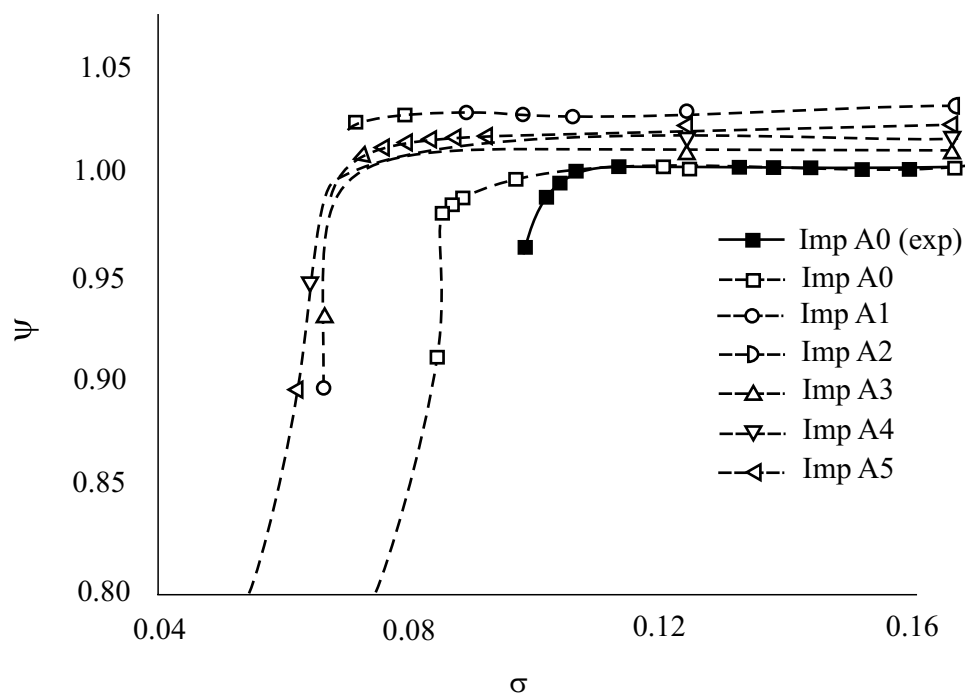
(۵) برای مقایسه، نتایج محاسبه در نقطه کارکرد $Q=0.125 \text{ } m^3/s$ ($\Phi=0.09$) در همان شکل



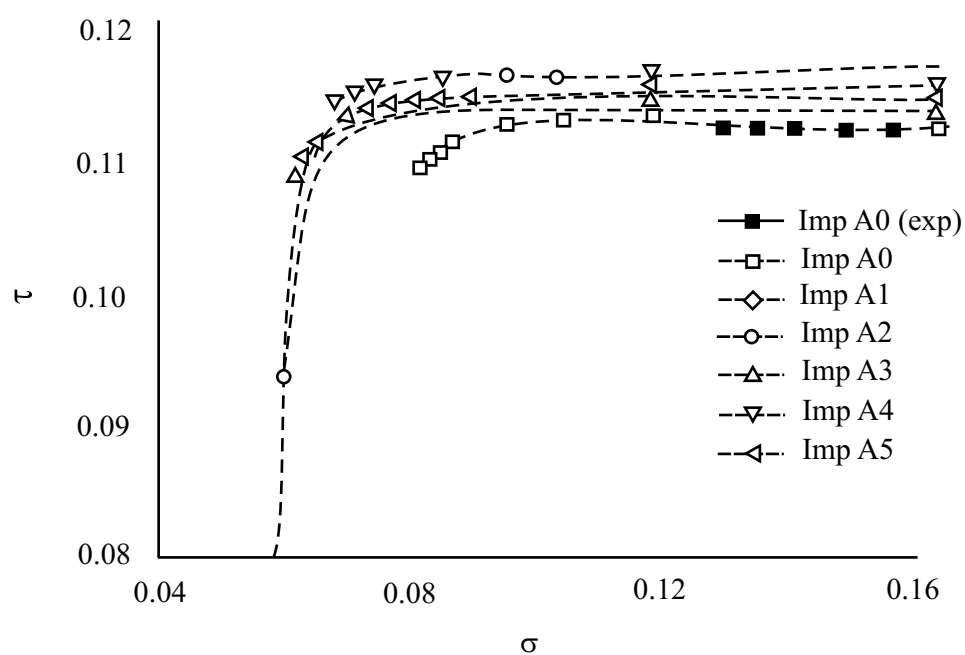


شکل ۴: منحنی مشخصه برای پمپ تست شده با پروانه $\text{Imp A } 0 \left(n = 1480 \frac{1}{\text{min}} \right)$

نشان داده شده است. لازم به یادآوری است که نزدیک نقطه راندمان ماکزیمم، پیش بینی عددی ارضا شده است بجز ضریب توان که کمی زیر مقدار پیش بینی شده است. عملکرد کاویتاسیون نزدیک نقطه راندمان ماکزیمم برای پمپ تست شده با پروانه های متفاوت در شکل ۵ نشان داده شده است. لازم به ذکر است که نتایج علامت گذاری شده با نتایج تجربی هستند و سایر نتایج در شکل ۵ نتایج عددی می باشد. برای پروانه Imp Ao گسترش کاویتاسیون توسط محاسبه مشابه با نتایج تجربی قبل از کار افتادن پمپ پیش بینی شده است. نتایج عددی تطابق خوبی با نتایج تجربی دارد ولی تأثیر کاویتاسیون بر روی راندمان و عملکرد پمپ کمی زیر تخمین به عنوان اغلب حالات برای شبیه سازی کاویتاسیون با استفاده از مدل های کاویتاسیون این مقاله انجام گرفته است.



(a)



(b)

شکل ۵: عملکرد کاویتاسیون برای پمپ تست شده ($\phi = 0.09, n = 1480 \frac{1}{\text{min}}$) : τ VS. σ (b), ψ VS. σ (a)

مطابق شکل ۵، کاهش ناگهانی بازده و عملکرد پمپ کمی متفاوت می شود اگر ضریب هد یا ضریب توان به ترتیب در نظر گرفته شوند. این پدیده به علت تغییر دبی جریان با گسترش کاویتاسیون قابل قبول است. معمولاً، ۳ درصد نقطه کاهش ناگهانی بازده و عملکرد پمپ به عنوان نقطه کاویتاسیون بحرانی تعریف می شود.

در مقایسه با پروانه Imp Ao، سایر پروانه ها برای هر دو نقطه افت ناگهانی سه درصدی بازده پمپ بر اساس افت ضریب هد و افت ضریب توان دارای مقادیر عدد کاویتاسیون خیلی پایین تری می باشد. جدول ۲ مقایسه بازده و عملکرد هیدرولیکی و عملکرد کاویتاسیون را برای پمپ تست شده با پروانه های متفاوت نشان می دهد. عدد کاویتاسیون بحرانی بر اساس افت ضریب هد سه درصدی محاسبه شده است.

با توجه به جدول ۲، موارد زیر قابل ذکر است:

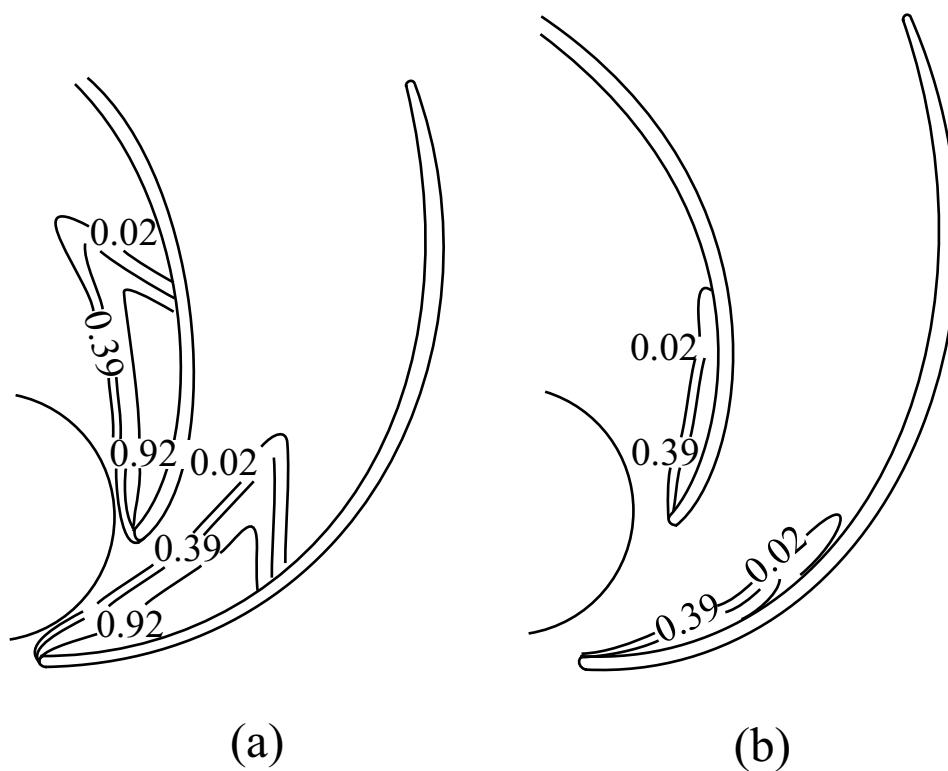
(۱) در مقایسه با پروانه Imp Ao، سایر پروانه ها با هندسه اصلاح شده در ورودی پروانه که بر اساس طراحی مورد قبول طراحی شده اند راندمان و عملکرد هیدرولیکی و عملکرد کاویتاسیون بهتری دارند.

(۲) لبه حمله توسعه یافته برای مثال در مورد پروانه های Imp A1، Imp A2 و Imp A3 راندمان و عملکرد هیدرولیکی را برای پمپ تست شده بهبود می بخشد. تأثیر مطلوب در افزایش هد با استفاده از بخش توسعه یافته پره در ورودی پروانه صورت می پذیرد.

جدول ۲: راندمان و عملکرد برای پمپ تست شده با پروانه های مختلف $\left(n = 1480 \frac{1}{\min}, \phi = 0.09\right)$

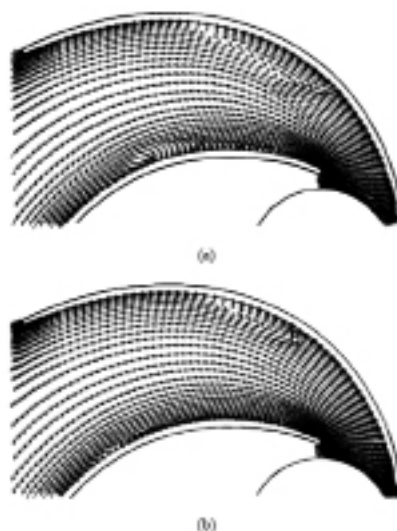
Impeller No.	$\psi / (\psi)^*_{A0}$	$\eta_{\max} / (\eta_{\max})^*_{A0}$	σ_c
Imp A0(exp)	1.00	1.00	0.094
Imp A0(cal)	1.00	1.05	0.079
Imp A1(cal)	1.02	1.15	0.060
Imp A2(cal)	1.03	1.18	0.062
Imp A3(cal)	1.01	1.15	0.059
Imp A4(cal)	1.01	1.14	0.055
Imp A5(cal)	1.02	1.15	0.054

$A0(\psi)^*, A0(\eta_{\max})^*$: نتایج تجربی برای ضریب هد و راندمان ماکسیمم در پمپ تست شده با پروانه Ao



شکل ۶: توزیع میزان حفره توخالی در بخش میانی پروانه

$$\text{Imp A 5 (b) Imp A 0 (a)} \left(\sigma = 0.076, n = 1480 \frac{1}{\text{min}}, \Phi = 0.09 \right)$$

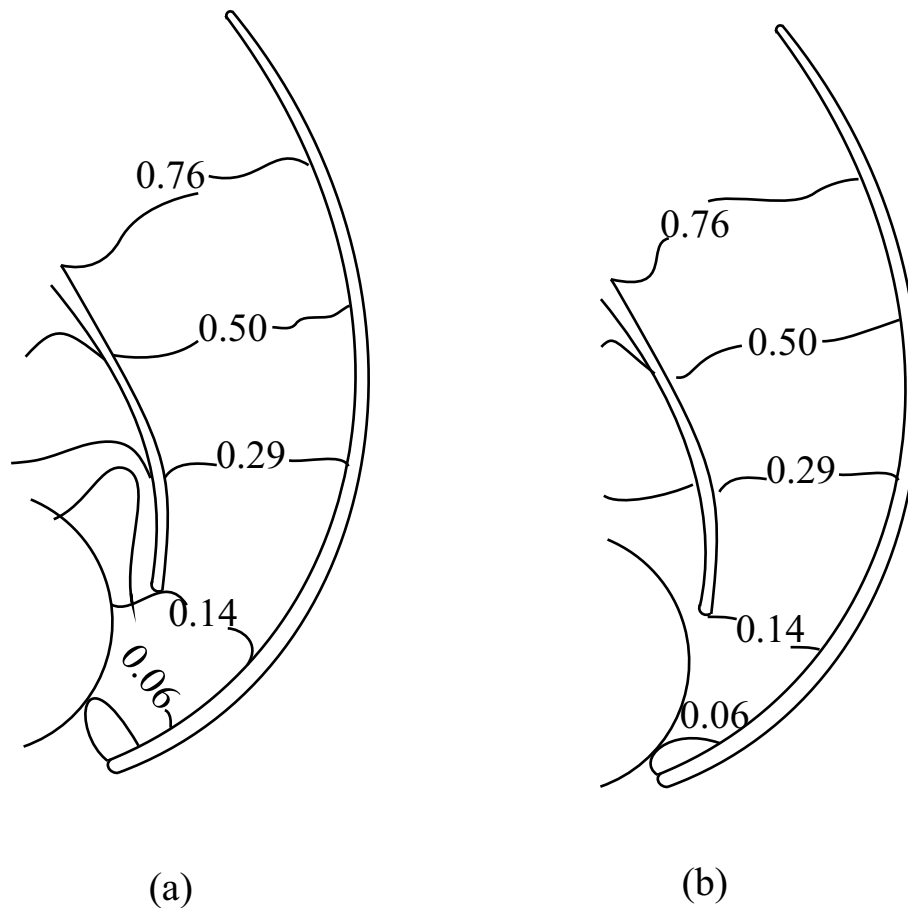


شکل ۷: سرعت نسبی در بخش میانی پروانه

$$\text{Imp A 5 (b) Imp A 0 (a)} \left(\sigma = 0.076, n = 1480 \frac{1}{\text{min}}, \Phi = 0.09 \right)$$

(۳) به کارگیری زاویه حمله پره بزرگتر در ورودی پروانه تأثیر بهتری بر روی عملکرد کاویتاسیون در مقایسه با حالتی دارد که لبه حمله پره توسعه یافته است. مطابق شکل ۶ جایی که شکل دیجیتالی اندازه حفره توخالی را نشان می دهد که حفره در پروانه Imp A5 نزدیک لبه حمله در امتداد سمت مکش کنترل شده است. در حالی که این حفره در پروانه Imp A0 از پره مرکزی به کانال های عبور جریان در پره کشیده شده است. منطقه جریان پشتی در پایین دست حباب کاویتاسیون و جایی که افت عملکرد بازده پمپ رخ می دهد وجود دارد. مطابق شکل ۷، پروانه Imp A0 دارای منطقه جریان پشتی وسیعتری نسبت به پروانه Imp A5 در نزدیک پره در سمت مکش می باشد. بعلاوه، ناحیه جریان پشتی دیگری نزدیک سمت فشار (رانش) در پروانه Imp A0 وجود دارد.

(۴) شکل ۸ پروانه Imp A5 را نشان می دهد که توزیع فشار کلی یکنواخت بیشتری نسبت به پروانه Imp A0 در بخش ورودی پروانه دارد. بنابراین، جریان یکنواخت بالادست ورودی پروانه برای بهبود عملکرد کاویتاسیون مفید است. تحقیقات قبلی بر روی پمپهای کوچک اغلب زمینه های مشابهی بوده اند.



شکل ۸: توزیع C_p در بخش میانی پروانه

$$\text{Imp A 5(b)ImpA0(a)} \left(\sigma = 0.076, n = 1480 \frac{1}{\text{min}}, \phi = 0.09 \right)$$

۵- نتیجه گیری

بر اساس تست تجربی و شبیه سازی عددی، نتایج زیر بدست آمده است:

۱- هندسه ورودی پروانه تأثیر مطلوبی بر بهبود راندمان و عملکرد در پمپهای گریز از مرکز دارد. اثرات مطلوب بر روی بهبود راندمان و عملکرد با هر دو فرآیند توسعه دادن لبه حمله پره و به کار بردن زاویه حمله پره بزرگتر در ورودی پروانه حاصل می شود.

۲- اثرات مطلوب لبه حمله توسعه یافته در بخش ورودی پمپ و زاویه حمله پره بزرگتر در ورودی پروانه بطور جداگانه بر روی بهبود راندمان و عملکرد هیدرولیکی و بهبود عملکرد کاویتاسیون برای پمپ تست شده کاملاً مشخص نیست و جای تردید دارد.

۳- جریان یکنواخت بالادست ورودی پروانه در بهبود عملکرد کاویتاسیون مفید می باشد.

مرجع:

X. Luo, Y. Zhang, J. Peng, H. Xu and W. Yu,
Impeller inlet geometry effect on performance
improvement for centrifugal pumps, Journal of
Mechanical Science and Technology
22(2008) 1971 - 1976



جباری مقدم

«کارشناس کنترل و تضمین کیفیت»

شاسی ها

Base Plates

شاسی پمپ نیز همانند پمپ در طرح از اهمیت ویژه ای برخوردار است. به هر حال وظیفه شاسی نگهداری پمپ و موتور به گونه ای است که هر دو بتوانند محور را در یک راستا نگهدارند در هنگام طراحی و ساخت شاسی به این امیدواریم که شاسی به حد کافی قوی باشد تا، در هنگام حمل تا محل نصب، تغییر شکل نداده و نصب آن به راحتی انجام شود. همچنین شاسی باید تنظیم نهایی پمپ و موتور و هم راستائی آنها را در محل نصب ایجاد نماید و طوری طراحی شود که بتوانیم در مواقع نیاز موتور و پمپ را جدا نموده و بعد از تعمیر در محل خود مجدداً نصب نمائیم.

هدف از این مقاله ایجاد یک دید کلی از انواع شاسی و نکات مورد نیاز در طراحی آن می باشد. جهت حداقل کردن هزینه ها و انتخاب شاسی مناسب، ابتدا تجهیزات مناسب را انتخاب می کنیم و روش صحیح نصب در فونداسیون و تنظیم کوپله را انجام می دهیم.

■ انواع شاسی

انواع شاسی بسته به هر صنعت و شرکت و نوع پمپ می تواند متفاوت باشد. انواع شاسی به قرار زیر می باشند:

■ شاسی از ورقهای فولادی

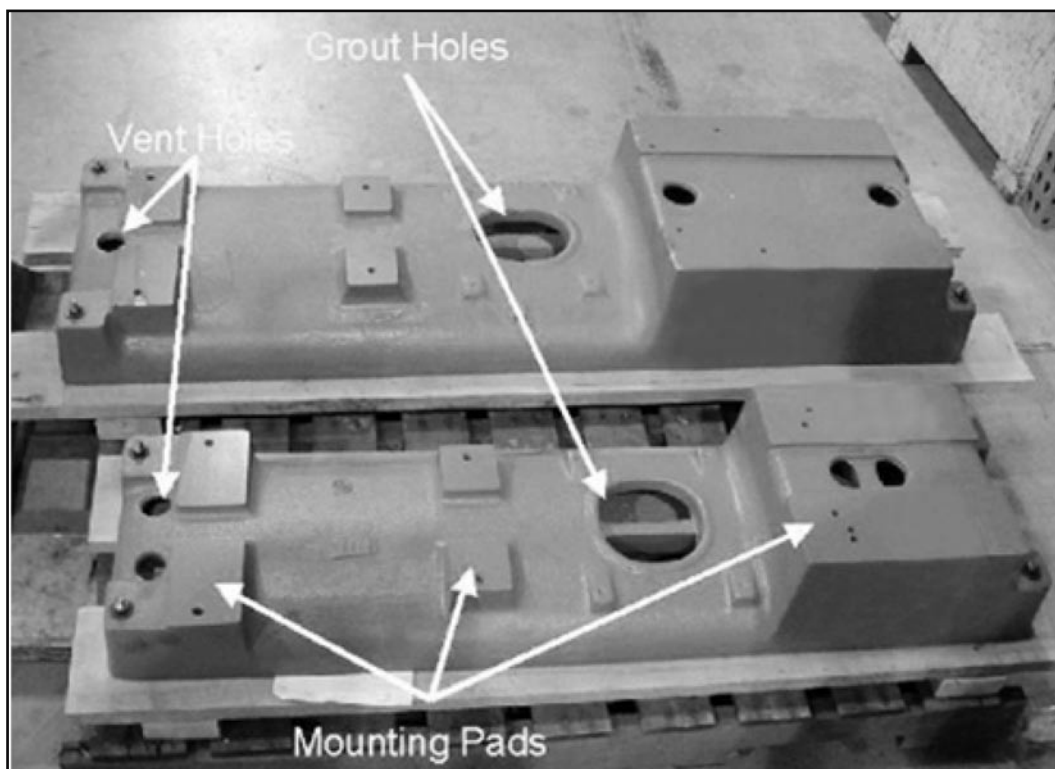
این نوع شاسی ساده ترین نوع شاسی بوده و طوری در زیر موتور و پمپ قرار می گیرد که بتوان براحتی آن را در بتون قرار داد. اصولاً شاسی از ورقهای فولادی برای پمپ های بزرگ همانند پمپ دو مکشه و پمپ های توربینی عمودی که موتور آنها در بالا قرار دارند مناسب می باشد در شکل ۱ یک پمپ توربینی عمودی که می توان براحتی در فونداسیون قرار داد، دیده می شود.



شکل ۱

■ شاسی چدنی

این نوع شاسی برای پمپ‌های کوچک شامل پمپ‌های فرایندی Ansi ارزان قیمت و مناسب می باشد و سازندگان پمپ معمولاً این نوع از شاسی را خود به مشتریان ارائه می نمایند. شاسی های چدنی دارای محل‌های تخت ماشین کاری شده جهت نصب پمپ و موتور بوده و موتورهای استاندارد NEMA براحتی بر روی شاسی نصب می شوند و در شاسی محل‌های برای بتون ریزی و فونداسیون در نظر گرفته شده است برای شاسی های بزرگتر از عرض ۸۱ سانتی متر و طول ۱۱۴ سانتی متر از فولادهای ساختمانی استفاده خواهد شد.



(شکل ۲)

■ سازه فولادی از استحکام و قدرت تحمل بیشتری نسبت به چدن برخوردار بوده و از سبکی بیشتری برخوردار می باشد و از نظر هزینه نیز مقرون به صرفه تر هستند. چنین سازه هایی به نفر برای جوشکاری نیاز دارند.



(شکل ۳)

■ فولادهای خم کاری شده برای ساخت شاسی از کمترین هزینه برخوردار بوده و ورقهای نشیمن موتور متناسب با اندازه موتور بر روی شاسی های جوشکاری می شوند



(شکل ۴)

▪ ورقهای خم کاری شده دارای سوراخ جهت بتون ریزی نمی باشند (قیمت تمام شده آنها پائین درمی آید).
شاسی های دو پله ای در شکل ۵ برای جایگذاری پمپ و الکتروموتور در نظر گرفته شده است.



شکل ۵



شکل ۶

شکل ۶ شاسی ساخته شده از فولاد که موتور بالای پمپ قرار دارد را نشان می دهد.

▪ پلی استر تقویت شده با فیبر شیشه (FRP) Fiber Glass Reinforced Polyester

طبق استاندارد Ansi این نوع از شاسی ها برای مکانهایی که مقاومت شیمیایی بالائی مورد نیاز باشد استفاده می شوند.

برای افزایش استحکام شاسی های FRP ورقهائی از جنس فولاد زنگ نزن در داخل شاسی پلی استر کارگذاری می شوند.

در حالتی که دمای بالا مطرح می باشد فلنج های پمپ باید فشارهای ناشی از انبساط و انقباض را تحمل نماید در چنین مواردی از اتصالات فنردار برای تحمل فشار استفاده خواهد شد.

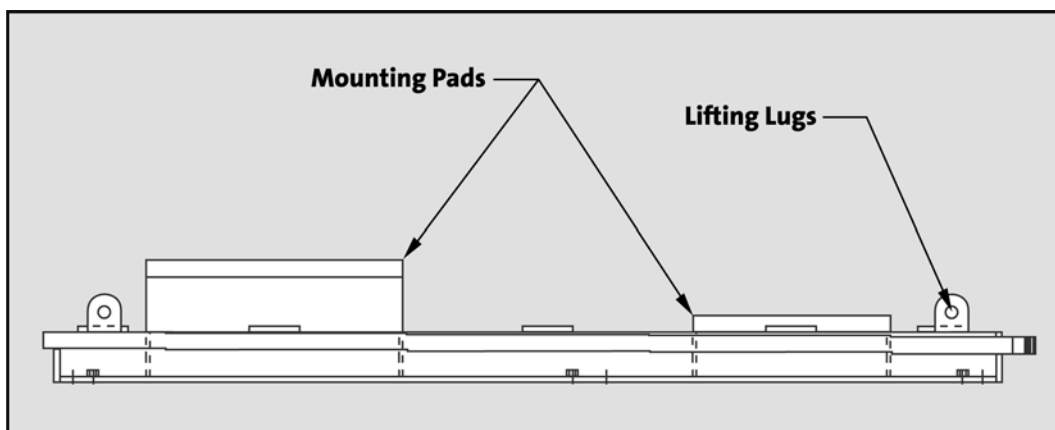
▪ موارد مهم در طراحی شاسی

رعایت نکات فوق عمر تجهیزات را روی شاسی زیاد می نماید. در زمان نصب موتور روی شاسی تنظیم همراستائی بایستی قبل از راه اندازی بدقت انجام شود. تنظیم همراستائی عمر تجهیزات را زیاد نموده و مصرف انرژی را نیز کاهش می دهد. برای کمک به تنظیم همراستائی ورقه های (shim) در زیر الکتروموتور گذاشته می شوند که می تواند تا ۳ میلی متر ضخامت داشته باشد. که تنظیم نهائی این ورقه ها درست قبل از راه اندازی در محل کارکرد بدقت باید صورت گیرد.

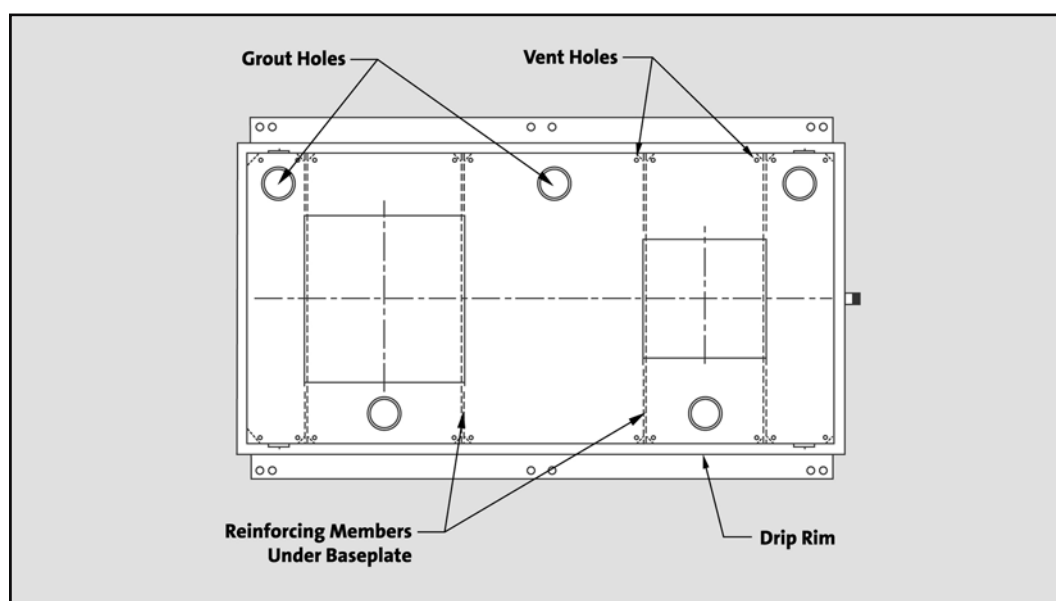
ورقه های ضخیم زیر موتور و پمپ در شاسی باید حداقل ۲,۵ سانتی متر بیشتر از پایه های موتور و پمپ ادامه یافته باشند.

میزان تختی (Flatness) ورقه ها (Mounting pads) در زیر موتور و پمپ می بایستی تا ۰,۵ میلی متر دقت داشته باشد. این میزان تختی بعد از ساخت کامل شاسی توسط ماشین کاری بایستی ایجاد شود.

یک شاسی با طراحی مدرن در شکل های ۷ و ۸ نشان داده شده است.



شکل ۷



شکل ۸

شکل ۸ شاسی با لبه هائی در دور تا دور که برای تخلیه آب اضافی طراحی شده است را نشان می دهد.

در شکل ۹ ورقهای در وسط، به شاسی جوش داده شده اند تا پایداری لازم در شاسی در مقابل فشار را ایجاد شود.

طراحی این شاسی می بایستی طوری انجام شود که تغییرات دمای مایع پمپ شونده تأثیری بر تغییر ابعاد شاسی نداشته و تنظیم پمپ و موتور به هم نخورد.

این طرح شاسی برای پمپ های نفتی و پمپ های بویلر استفاده می شود که بستگی به دمای کارکرد پمپ دارد.

اندازه و ابعاد بیرونی شاسی بایستی طوری طراحی گردد که از بیرون زده گی پمپ و موتور و متعلقات

شیرها از کناره های اطراف شاسی جلوگیری شود.

- برای پمپ و موتورهای با وزن بالا بایستی لقمه های ویژه ای جهت کشیدن و جابجائی پمپ و موتور در جهت محور و عمود بر محور طراحی و روی شاسی نصب شود تا در حین تنظیم همراهی موتور و پمپ به راحتی آنها را جابجا نمائیم. بدیهی است این لقمه ها بایستی در مرحله اول بر روی شاسی جوشکاری شوند و از جوشکاری در محل، بعد از نصب، خودداری شود که موجب آسیب به همراهی شاسی خواهد شد.

■ خصوصیات شاسی ها

بسیاری از استفاده کنندگان از پمپ برای کیفیت و صلب بودن شاسی استانداردهائی نوشته اند که چند نمونه از استانداردهای معتبر به قرار زیر هستند.

ANSI B73.IM2001

در این استاندارد ملاحظات ابعادی در رابطه با پمپ، اندازه و موقعیت نازل های مکش و رانش و وضعیت محورها، و سوراخ های ویژه قلاب شاسی در فونداسیون تشریح شده است.

استاندارد ANSI/HI 1.3 - 2000

این استاندارد توسط انستیتوی هیدرولیک برای شاسی های پمپ های افقی نوشته شده است و قابل



شکل ۹

اجرا برای کلیه پمپ های افقی می باشد ملاحظات طراحی، تنش ها و پایداری شاسی ها در آن وجود دارد این استاندارد جهت شاسی های با موتورهای زیر ۷,۵kw بدون ماشین کاری در شاسی بوده و تا ۱۵۰kw با تمهیداتی در صلبیت قابل استفاده خواهد بود. برای موتورهای بالای ۱۵۰kw ماشین کاری شاسی ضروری به نظر می رسد برای شاسی های بالای ۱۵۰kw شاسی باید با ملاحظات ویژه ای در همراستائی و ساخت همراه باشد که در غیراینصورت عمر تجهیزات کاهش یافته و مصرف انرژی افزایش می یابد.

مواد شاسی و نوع جوشکاری توجه ویژه ای را طلب می نماید تا در حمل و نقل یا بلند نمودن بتواند مقاومت نماید. صلبیت ناکافی باعث تخریب شاسی بعد از نصب و راه اندازی خواهد گردید. یکی دیگر از نکات مطرح بتون ریزی و لوله کشی و همراستا نمودن نهائی خواهد بود. اگر شاسی به قدر کافی صلب نباشد نیروهای وارده از موتور و لوله ها، روی شاسی و همراستائی تأثیرگذار خواهند بود.

در استاندارد نیروهای وارده از موتور و لوله ها نباید از ۰,۲۵۴ میلی متر و توازی ۰,۱۲۷ میلی متر در میلی متر زاویه ای تجاوز نماید.

سوراخهای پمپ و موتور روی شاسی می بایستی بزرگتر از اندازه پیچ باشد تا بتوانیم در تنظیم روی شاسی آزادانه آنها را جابجا نمائیم. همچنین پیچ هایی که روی شاسی بسته می شوند بایستی بر اندازه عمق لازم پیچ رزوه شده و زیاده تر یا کمتر نباشد.

از مهره نیز در زیر شاسی برای نگهداری پمپ و موتور می توانیم استفاده نمائیم. شیم های فلزی فقط در زیر موتور باید استفاده شود و استفاده از این ورقهای فولادی در زیر پمپ مجاز نمی باشد.

گوشه های شاسی می بایستی به صورت قوس دار ساخته شود تا از فشار فونداسیون بر شاسی کاسته شود. شکل ۱۰ یک شاسی ساخته شده طبق استاندارد ANSI را نشان می دهد و نکات مهم طراحی مانند زیربهای ماشین کاری



شکل ۱۰

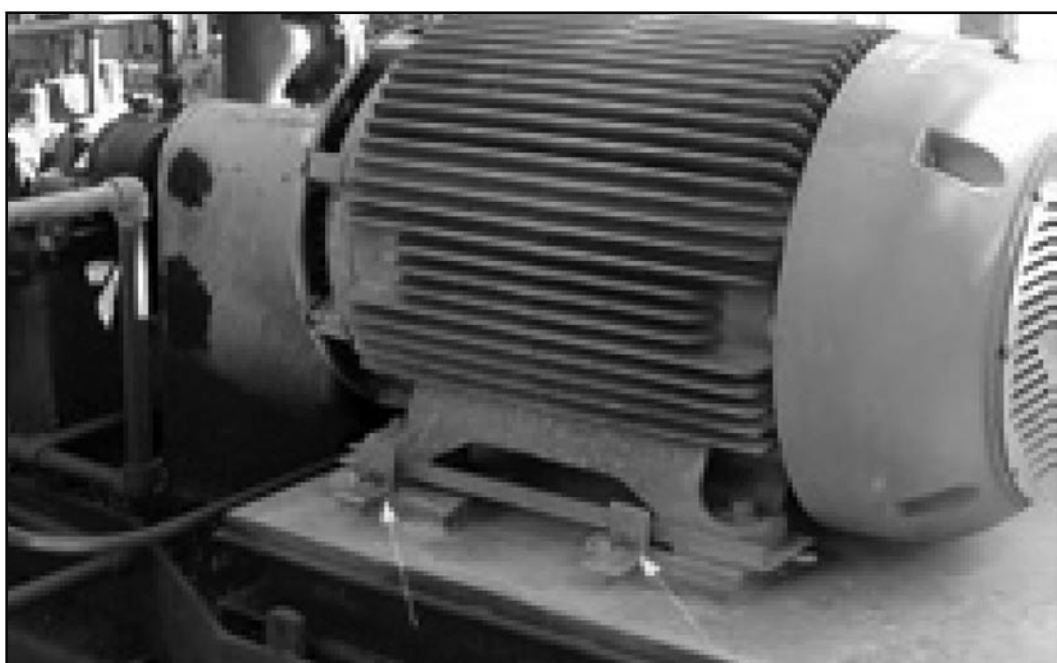
شده، سوراخهای بتون ریزی، سوراخهای تخلیه آب، ظرف نشت، مهره های تنظیم و ابعاد استاندارد در این شکل مشاهده می شود.

API610

اگرچه در این استاندارد شماره جداگانه ای برای شاسی ایجاد نشده ولی خصوصیات شاسی طبق (API ۶۱۰) American Petroleum institute در نظر گرفته شده است.

نکات مدنظر در طراحی مانند، نحوه ماشین کاری زیری پمپ و موتور، حداقل اندازه شیم shim، ناودانی های جمع آوری آب شاسی، لقی های مورد نیاز لوله کشی، ابعاد استاندارد و ارتفاع های پمپ و خط مرکزی های آنها اشاره شده است. همانطوریکه قبلاً متذکر شدیم از نکات مهم در ساخت شاسی صلیبیت آن می باشد. در API610 نکات مهم جوشکاری و تداوم جوشکاری تشریح گردیده است. برای یک شاسی نصب در فونداسیون از اهمیت ویژه ای برخوردار بوده و قلاب های حمل و نقل مانند شکل ۶ از اجزای مهم شاسی محسوب خواهند شد برای اتصال عالی شاسی به فونداسیون سوراخهای قفل شونده ویژه ای در نظر گرفته می شود. بهتر است سطح زیرین شاسی بعد از سندبلاست با رنگ اپوکسی پوشش داده شود. پیچ های جکدار جهت تنظیم موتور روی شاسی که تا ۴۱۰ کیلوگرم را جابجا می کنند در نظر گرفته می شوند که در شکل ۱۱ نمایش داده شده است.

محل اتصال شاسی به فونداسیون نیز باید عاری از هرگونه پلیسه، روغن و زائده باشد.



شکل ۱۱

مرجع:

ASME B73.1M - 2001

ANSI/HI. 1,3,5 - 2000 , API6/10



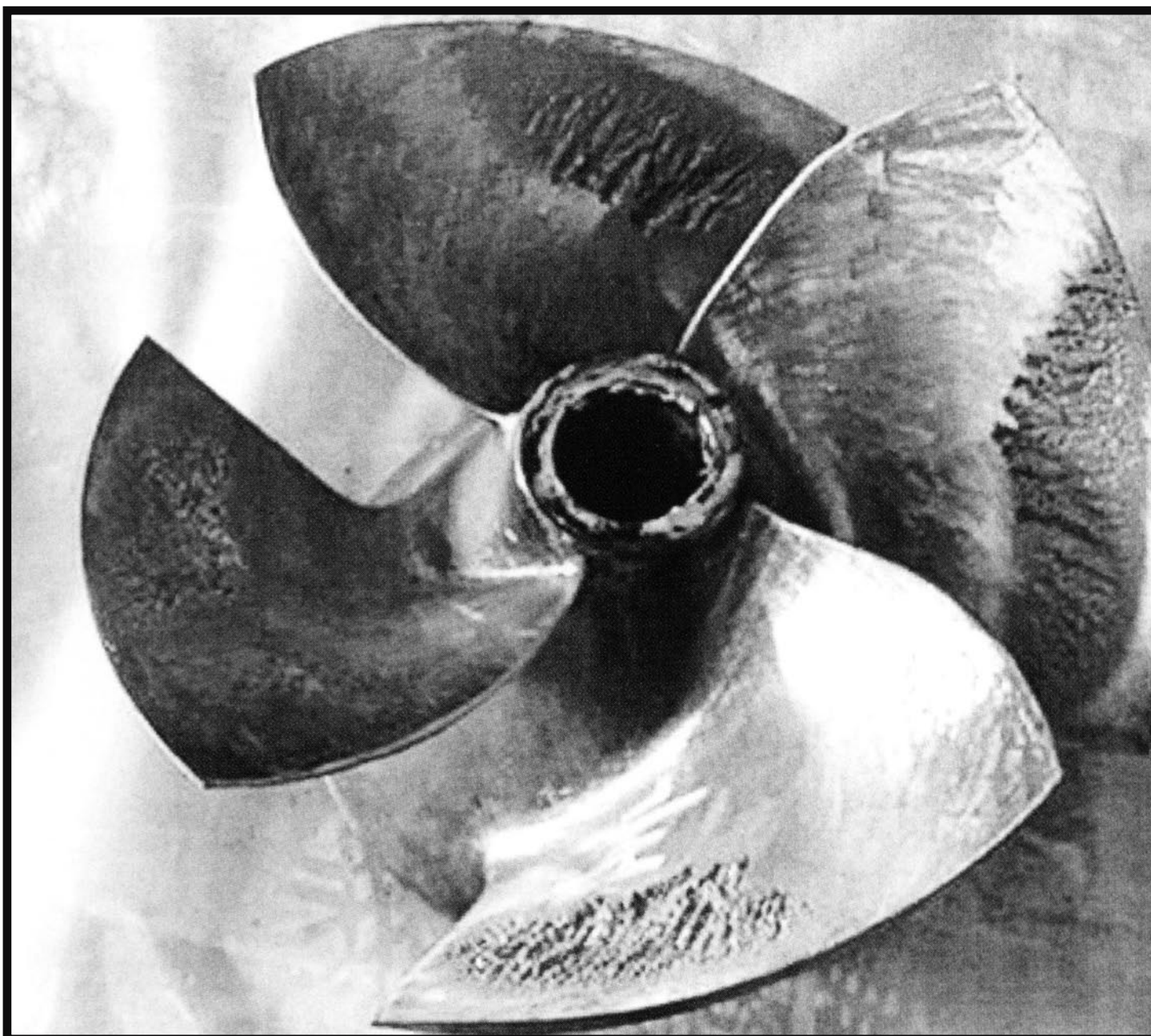
مهندس یونس بوداق

کارشناس مهندسی مواد

مواد فلزی ساختمان پمپ ها و مکانیسم های تخریب آنها

قسمت آخر

قسمت های اول و دوم و سوم در نشریه های شماره ۳۳ و ۳۵ و ۳۷ به چاپ رسیده است



▪ فرسایش Erosion

اغلب مایعاتی که با پمپ ها پمپاژ می شود تمیز بوده و مقادیر قابل ملاحظه ای از ذرات جامد در آنها وجود ندارد و فقط ماهیت خورنده این نوع سیالات نوع مواد پمپ و قطعات را تعیین می نماید. برای چنین مواردی در نشریه ای تحت عنوان «خوردگی در پمپ ها»^۱ منتشر شده طی «نهمین سمپوزیم بین المللی استفاده کنندگان پمپ»^۲ توصیه های مفیدی ارائه شده است. با این وجود در بسیاری از سیستم های پمپاژ، سیال از حالت سیال تمیز و خالص فاصله بسیار زیادی دارد. از طرفی برای حذف ذرات جامد از سیستم پمپاژ نیاز به سیستم های گرانیقیمت فیلتراسیون که پیوسته در مسیر سیستم پمپاژ کار کنند، می باشد. منشا ذرات جامد معلق در سیستم می تواند از سرباره و گرده جوش حاصل از فرایند تولید خطوط لوله و تاسیسات و یا از ذرات جامد موجود در منابع طبیعی آنها مانند شن و ماسه در آب رودخانه، چاه و دریا باشد.

برای طراحی پروسه پمپاژ و انتخاب مواد قطعات پمپ فاکتورهای زیر باید در نظر گرفته شوند:

■ سختی ذرات جامد

■ تعداد ذرات جامد (مقدار)

■ دانه بندی ذرات

■ شکل ذرات

■ حجم مورد پمپاژ

■ زاویه برخورد سیال

چهار فاکتور اولیه از موارد بالا به خود ذرات موجود دلالت دارد که می توانند از کاربردی به کاربرد دیگر متغیر باشند. سختی ذرات بسیار مهم است و در جهت تخمین مقاومت مواد ساختمان پمپ و محدوده طول عمر پمپ باید مد نظر قرار گیرد. سختی مواد می تواند از مواد نسبتاً نرم مانند فیبرهای سلولزی داخل پالپ و خمیر کاغذ تا مواد خیلی سخت و ساینده مانند سیلس و سنگریزه در پمپ های حفاری متغیر باشد. عدد شاخص میلر^۳ که در استاندارد ASTM G75 تشریح شده است، جهت تعیین قدرت ساینده گی مواد سخت استفاده می شود. همچنین عدد میلر جهت تعیین قدرت نسبی ساینده گی و سائیدگی مواد جامدی که تولید دوغاب می نمایند توسعه یافته است چرا که در یک تست مسیر بسته صدمات ساینده گی ذرات با افزایش زمان کاهش می یابد که این به علت اصطکاک و گرد شدن لبه های برنده ذرات در برخورد به همدیگر و قطعات پمپ می باشد.

به این دلیل عدد میلر با دو عدد گزارش می شود. یکی مربوط به قدرت ساینده گی ذرات و دیگری مربوط به سائیدگی خود ذرات یا کاهش ساینده گی ذرات در اثر تست مسیر بسته. قسمت مربوط به قدرت ساینده گی ذرات عدد میلر، در کاربرد ذرات بسیار مفید است چرا که با دقت زیادی قابلیت ساینده گی ذرات را در دوغاب تعیین می نماید. مشخص گردیده است که عدد مربوط به ساینده گی در تعیین قدرت سایش مواد در تست دوغاب به عدد سائیدگی برتری داشته و عدد سائیدگی قابل صرف نظر کردن است. یک دوغاب با عدد میلر پائین تر از ۵۰ در پمپ های رفت و برگشتی^۴ قابل طرح در مساله سایش نیست. برای عدد میلر کمتر از ۵۰ به عنوان مثال می توان شیر آهک، گوگرد و صابون خرد شده را نام برد.

مشخص گردیده است که دوغاب با اندازه ذرات ریز از لحاظ سایش ضعیف تر از دوغاب با ذرات درشت تر می باشند. داده های حاصل از تست نشان می دهد که کوراندوم با مش ۲۲۰ در حدود چهار برابر ساینده تر از همان مواد با مش ۴۰۰ می باشد. مشاهده شده است که سرعت ذرات ساینده

دو غاب مورد پمپاژ در میزان صدمات ناشی از سائیدگی نقش بسیار مهمی ایفا می کند. در این حالت در جریان انتقال انرژی از ذرات به قطعات و از جنبشی به پتانسیل، تحلیل در مواد ساختمان پمپ ایجاد می شود.

میزان تخریب مواد در یک اندازه ذرات ثابت، مخصوصاً بستگی به سرعت ذرات v ، جرم ذرات m (انرژی جنبشی از $\frac{1}{2}mv^2$ بدست می آید) دارد. این مسأله به صورت رابطه فیانی^۵ برای مواد سخت عبارت است از:

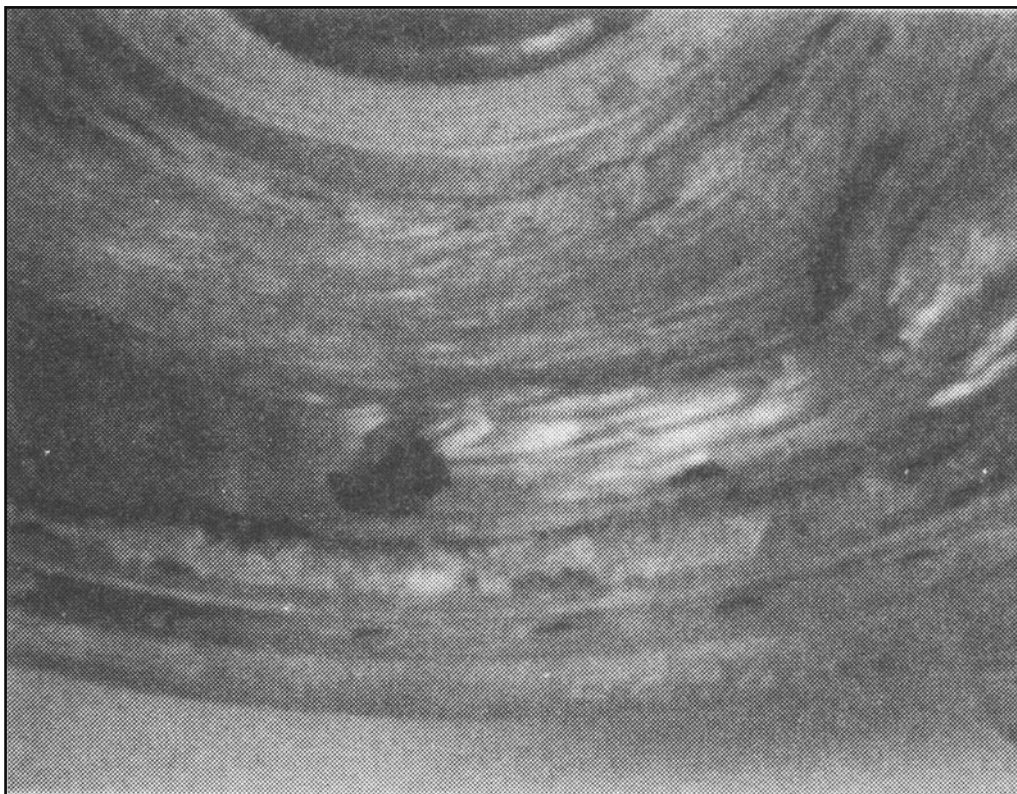
$$(\text{زاویه برخورد}) \times (\text{سرعت برخورد}) \times (\text{جرم متوسط ذرات}) \times (\text{ذرات در تماس}) = \text{سرعت سایش}$$

البته قطعات پمپ که انرژی جنبشی حاصل از برخورد ذرات را جذب می کند نیز دارای نقش هستند. قابلیت ارتجاع قطعات پمپ در مواجهه با ذرات ساینده و قدرت جذب انرژی آنها در میزان سایش و انهدام مواد موثر می باشد. چن^۶ و هو^۷ یک تست آزمایشگاهی ترتیب داده و در آن متغیرهای مورد بحث مواد را تغییر دادند. از تست های ایشان نتایج زیر مشخص گردید:

- افزایش سختی در ذرات ساینده به مقدار ۷۵HRC، سایش مواد را تا 1700 kg/mm^2 افزایش داده و بالاتر از سختی ۷۵HRC کاهش در مقدار سایش اتفاق می افتد و این بسیار شبیه نتایج مربوط به شکست ذرات سخت و شکننده است که خود باعث جذب انرژی جنبشی ذرات می شود.
- وجود ذرات تیز و زاویه دار بیش از ذرات گرد باعث افزایش سایش می شوند.
- با بیشتر شدن ذرات ساینده، سایش بیشتر می شود.
- با افزایش سرعت سیال و ذرات میزان سایش بیشتر می شود.
- کمترین سایش در تحت زاویه اصابت صفر درجه (مماس بر سطوح تماس) رخ داده و رفته رفته افزایش یافته و در زاویه ۶۵ درجه به حداکثر مقدار خود می رسد.

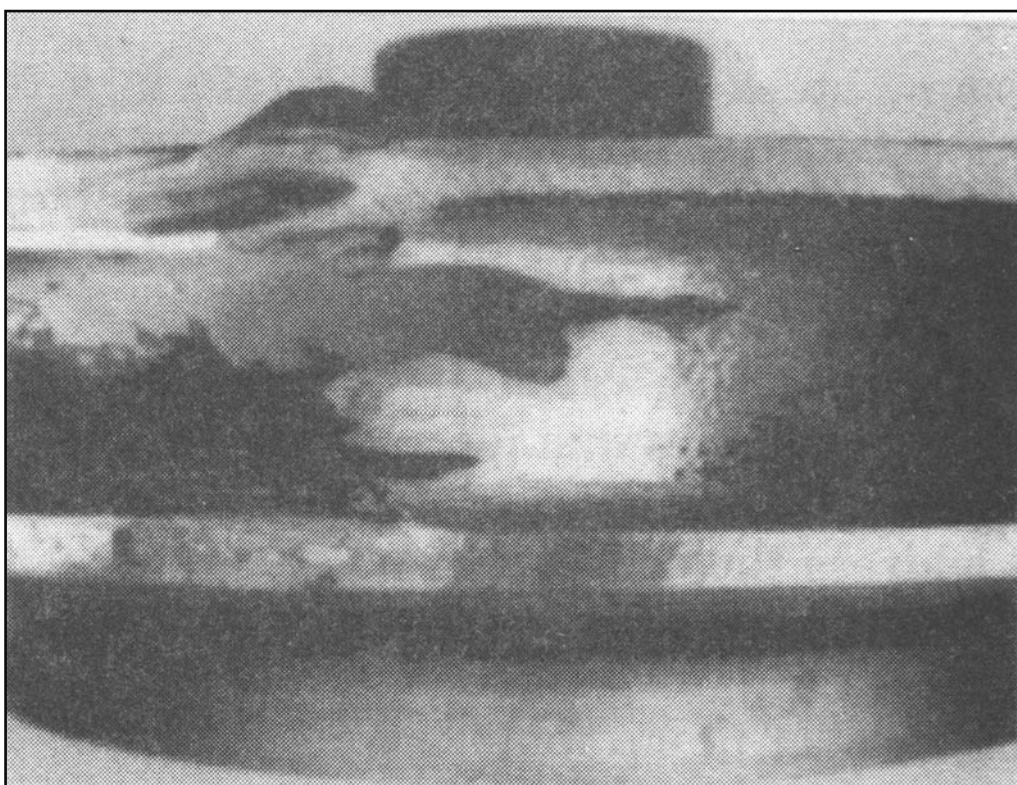
یک تحقیق در منابع مکتوب نشان می دهد نویسندگان متعدد میزان سایش مواد را براساس مقدار زاویه اصابت طرح ریزی و مدل کرده اند. این مدل نشان می دهد برای مواد غیرترد و ضربه پذیر با افزایش زاویه برخورد از صفر تا ۲۵ درجه میزان سایش افزایش می یابد و پس از آن تا زاویه برخورد ۶۵ درجه دوباره کاهش می یابد و در خصوص مواد ترد و شکننده مانند شیشه قضیه کاملاً متفاوت می باشد چرا که با افزایش زاویه برخورد از صفر تا ۹۰ درجه میزان سایش مواد به طور پیوسته افزایش می یابد.

مشخصه طبیعی صدمات سایش که از برخورد ذرات جامد حاصل می گردد کاملاً قابل تشخیص می باشد در صورتیکه در مورد یک سیال مبهم تشخیص تأثیر برخورد ذرات جامد ممکن است به آسانی مقدور نباشد این اثرات می تواند بسیار شبیه به صدمات خوردگی- سائیدگی باشد که به وسیله مکانیسم سرعت سیال^۸ بدون مواد جامد کنترل می شود و سوءتعبیر این آسیب و تعویض نابجای مواد باعث عدم حل شدن مشکل می گردد. برعکس مطلب فوق یک حالت بسیار محتمل این است که صدمات ناشی از پدیده سایش- خوردگی به صورت سایش توسط مواد ساینده جامد تشخیص داده شود. لذا برای اجرای تمهیداتی جهت افزایش عمر کاری پمپ لازم است یک سری اطلاعات همه جانبه از پمپاژ شامل سرعت سیال، خورندگی سیال، محتویات و طبیعت ذرات ساینده موجود باشد. یک مثال از سایش مواد ساینده در شکل های ۱ و ۲ نشان داده شده است. سایش شدید و ناودانی



■ شکل ۱

سایش شدید
محفظه فولاد کربنی
در محیط ماسه و
بوکسیت ۱۷ درصد.
به گلوئی ایجاد
شده در محل ایجاد
گرداب دوغاب توجه
کنید.

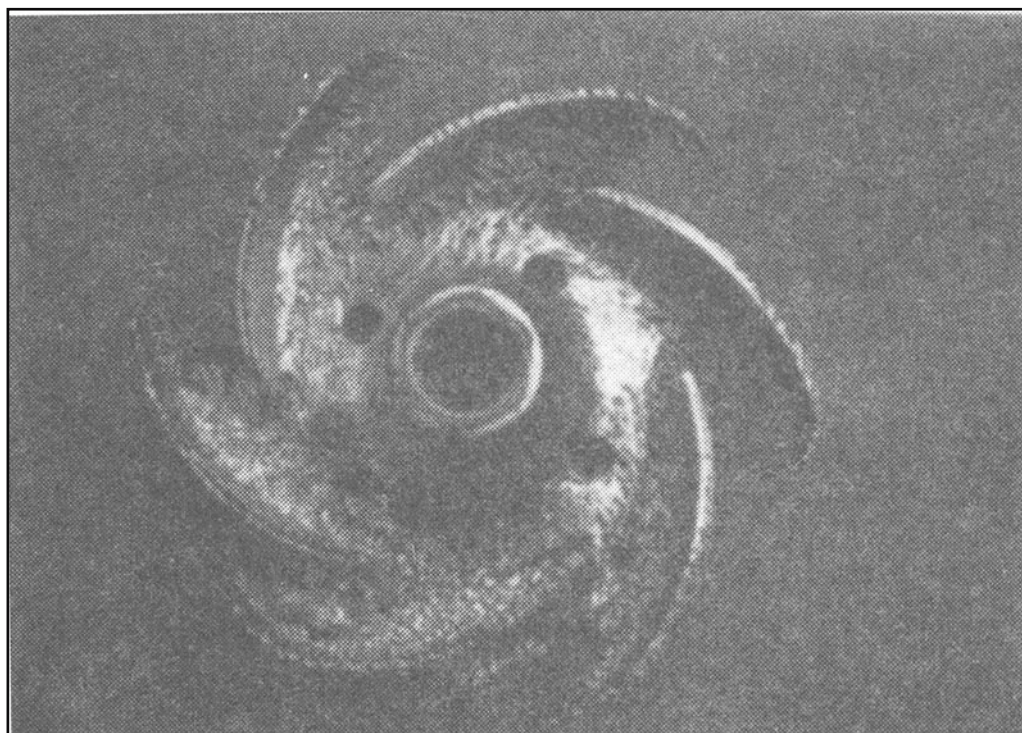


■ شکل ۲

فرسایش در
لبه خروجی پره
پروانه فولادی
ضد زنگ دوپلکس
در CD4MCU
محیط بوکسیت

شدن سطح تماس در اثر اصابت مستقیم جریان سیال بخار حاوی ذرات ساینده می باشد. این پمپ جهت پمپاژ دوغاب بوکسیت استفاده شده است که درصد و سرعت آلومینا (Al_2O_3) و ماسه دوغاب در مقایسه با مواد فولاد کربنی به کار رفته برای ساخت محفظه و پروانه برنزی از جنس CF3M، بسیار بالا می باشد.

شکل شماره ۳ پروانه ای از جنس CF3M را نشان می دهد که در سیستم انتقال خاکستر سبک به کار رفته است. این شکل نشان می دهد بیشترین صدمات در بیرونی ترین مناطق پروانه که بیشترین سرعت سیال را شامل می شود اتفاق افتاده است و کمترین سایش در نزدیکی چشمه مکش پروانه



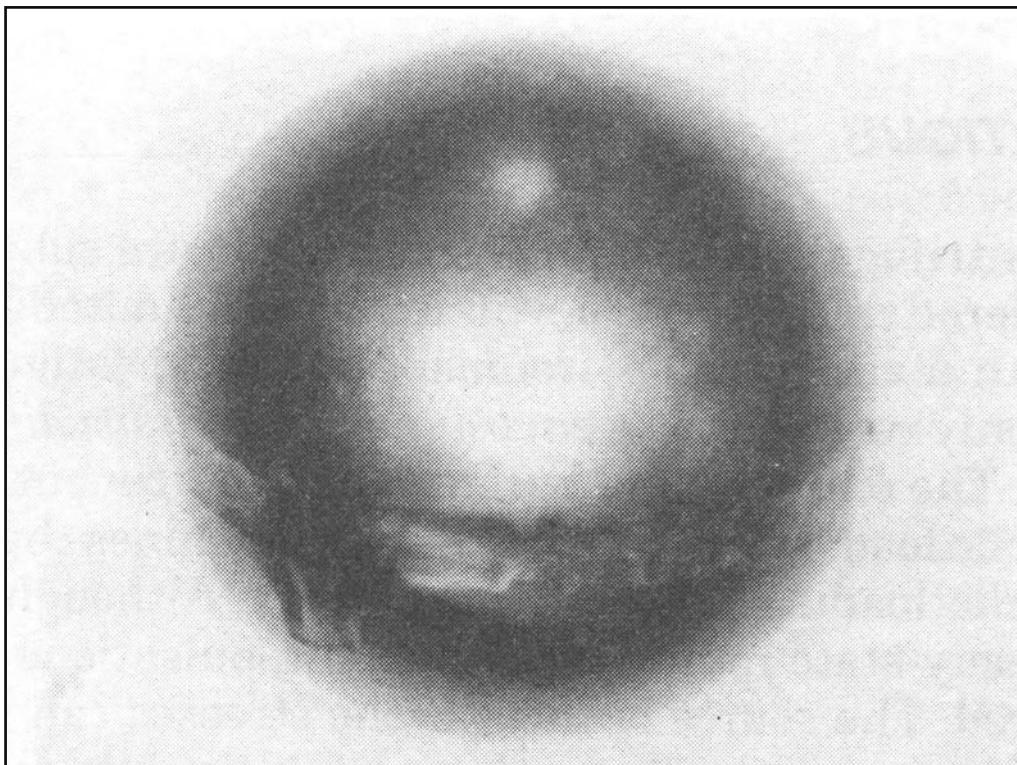
■ شکل ۳

پروانه فولادی ضد
زنک آستنیتی که در
محیط خاکستر دچار
فرسایش شده است.
در مناطق محیطی
پروانه به علت
افزایش سرعت مواد
مقدار سایش نیز
افزایش پیدا کرده
است.

روی داده است. این مسأله یافته های آزمایشگاهی مبنی بر اینکه با افزایش سرعت، مقدار سایش افزایش پیدا می کند را تصدیق می نماید.

همچنین صدمات سایشی در پمپ های رفت و برگشتی نیز محتمل است. شکل ۴ نشان دهنده سایش گسترده و شدید در یک ساچمه شیر ساچمه ای از فولاد ضد زنک AISI440C را نشان می دهد که در پروسه پمپاژ دوغاب ذغال مستهلک و تعویض شده است.

سرعت حرکت ذرات و زاویه برخورد آنها فاکتورهای طراحی هستند که می توان از آنها برای تخفیف سایش در پمپ ها استفاده نمود. در سال ۱۹۷۰ به عنوان چالشی جهت تولید پمپ پر سرعت جهت انتقال قطران ذغال سنگ، تحقیقی در عملیات گدازش ذغال سنگ توسط دپارتمان انرژی انجام گرفت. تولید این نوع پمپ یک ضرورت بود چون پمپ های گل کش سنتی معمولاً بسیار بزرگ و بسیار کم سرعت بودند که سرمایه بری و هزینه های اپراتوری در آن دوره را بسیار بالا می برد. گاهی در این پمپ ها برای جذب انرژی برخورد ذرات، از لاستیک اندود نمودن قطعات در معرض



■ شکل ۸

صدمات سایشی یک
ساچمه شیر فولادی
ضد زنگ نوع
AISI 440C
در محیط دوغاب
زغال سنگ

سایش استفاده می گردد. برای جلوگیری از صدمات ناشی از سایش راه حل های محدودی وجود دارد از جمله: انتخاب روکش های سخت و مقاوم در برابر سایش و قابل تعویض، روکش های الاستومری و در مواردی که قابلیت تعویض روکش وجود ندارد، استفاده از مواد سخت مانند چدن سفید سخت مانند Ni-Harde، فولادهای آلیاژی پر کرم (Cr % ۱۸-۱۳)، سوپرآلیاژهای پایه کبالت مانند satellite و آلیاژهای پایه نیکل.

■ خستگی Fatigue

پمپ های گریز از مرکز و رفت و برگشتی در حین کار همواره در معرض نیروهای متناوب بوده و اگر این مسأله در طراحی پمپ در نظر گرفته نشود عمر پمپ در اثر پدیده خستگی مواد محدود خواهد شد. این در حالی است که در مواجهه با محیط خورنده، خستگی قطعات به علت پدیده ای موسوم به خستگی حمایت شونده با محیط^۹ تسریع می گردد.

یکی از پارامترهای اساسی در خستگی قطعات، حضور نیروهای متناوب یا سیکلی می باشد. در حالت کلی پمپ ها ماشینی هستند که اجزاء آنها همواره تحت تأثیر نیروهای متناوب و متغیر هستند. هرچند پمپ های گریز از مرکز دارای قطعات دوار با سرعت دورانی ثابت هستند با این وجود قطعات آنها تحت تنش های متغیر ناشی از نیروهای متناوب هستند. منبع این تنش های متناوب ناشی از برهم کنش سیال با پره های خروجی پروانه و دیفیوزرها و یا در پمپ های با محفظه حلزونی ناشی از برهم کنش پره های خروجی پروانه با پره های برشی داخل محفظه^{۱۰} می باشند.

نیروهای متغیر مکانیکی در اثر گشتاورهای خمشی محور در حال دوران و یا به دلیل عدم بالانس قطعات در هنگام مونتاژ محصول بوجود می آیند. پمپ های رفت و برگشتی نیز در قطعات داخلی و خارجی خود نیروهای متقابل و متناوب متعددی را که از کارکرد ماشین به وجود می آیند تحمل می کنند و این پمپ ها را در حقیقت می توان به مانند یک دستگاه بزرگ تست خستگی که به وسیله پروسه متناوب پمپاژ کار می کند در نظر گرفت.

هرگاه بر قطعه ای از پمپ در بازه ای از زمان نیروهای متعددی اعمال گردد، بر روی سطح قطعه ترک هایی به وجود می آید و در اثر ادامه نیروهای متناوب این ترک ها اشاعه پیدا کرده و در نهایت قطعه می شکند. این نوع شکست حتی تحت نیروهای بسیار پائین تر از حد استحکام قطعات ممکن است رخ دهد. مهندسان طی سالیان زیادی از این پتانسیل شکست قطعات آگاه بوده و معیارهایی را طراحی نموده اند تا این وضعیت نامطلوب را تحت کنترل درآورند. مطالعه ماهیت نیروهای متناوب و رفتار مواد براساس تنش های متناوب و اندازه ترک از حوصله این مقاله خارج است ولی باید در نظر داشت که حوزه مکانیک شکست ابزارهای طراحی مفیدی جهت پیش بینی عمر یک قطعه مهندسی ارائه می دهد.

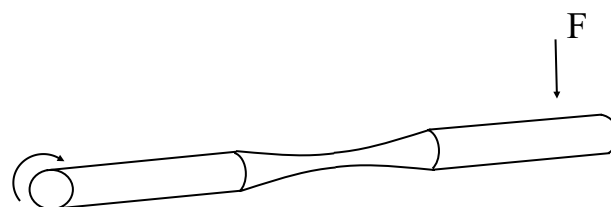
پدیده خستگی یک فرایند سه مرحله ای شامل:

۱- شروع ترک که در بعضی موارد همراه با ترکهای قبلی می باشد. ۲- اشاعه ترک ۳- شکست نهایی قطعه

زمان شروع و وسعت زمانی هریک از مراحل سه گانه فوق براساس میزان تنش اعمالی، شکل نمونه، اندازه ترک و خواص مکانیکی متغیر می باشد.

پدیده خستگی برای اولین بار در سال ۱۸۵۲ توسط آگوست وهرل^{۱۱} مطالعه و بررسی گردید. فعالیت وهرل شامل مفهوم تنش اعمالی متناوب S ، تعداد دوره های متناوب اعمالی N بر نمونه تا مرحله شکست بود که پایه و اساس نمودارهای S/N امروزی می باشد.

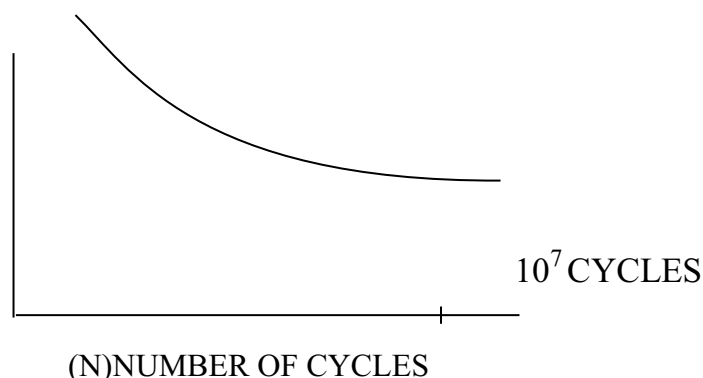
در شکل ۵ یک منحنی S/N آزمایشگاهی نشان داده شده است که به وسیله یک نمونه میله ای صاف و چرخان تهیه شده است. این نمونه جهت جلوگیری از بروز شیارهای متالورژیکی به دقت ماشینکاری و صیقل شده تا از ایجاد خطاهای ناشی از تنش های اعمالی و تمرکز تنش جلوگیری شود. در حضور محیط خورنده ترک های موضعی بسیاری ایجاد می گردد و منحنی های مربوطه



SMOOTH BAR

■ شکل ۵
منحنی S/N
آزمایشگاهی برای
نمونه میله ای
چرخان و صیقل
کاری شده

σ
STRESS
 P_{s1}

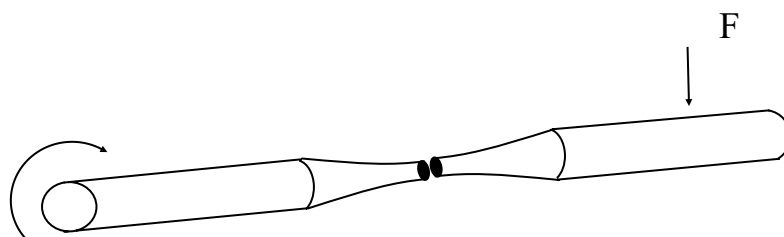


Alloy	UTS	CFS
Ti-6Al-4V	154	88
Inconel 718	189	60
Inconel 625	149	50
Hastelloy C	108	32
Monel alloy K-500	176	26
Ni Al bronze (cast)	115	15
304 Stainless	79	15
316 Stainless	85	14
304L Stainless	75	14
316L Stainless	79	13
17-4PH-cast		10
70-30 Cu-Ni (cast)	83	9
Ni Mn Bronze	82	9
Mn Bronze	73	8
D-2 Ni-Resist		7.5
Milad steel		

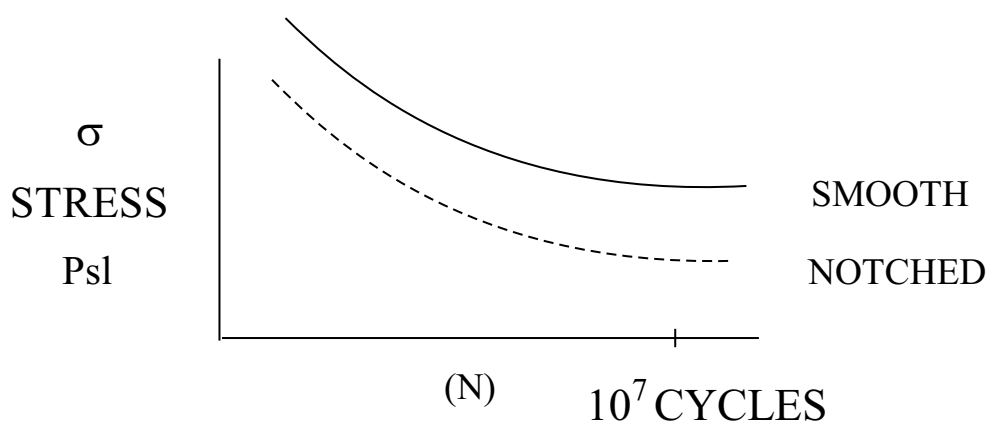
*Test parameters: ambient temperature, 1750 rpm, 2-3 ft/s (0.6-0.9m/s). Corrosion fatigue strength (CFS) given at 100,000,000 cycles. All values are in ksi; 1 ksi = 6.894759 mPa. (UTS is ultimate tensile strength of material in air.)

■ جدول ۱

استحکام خستگی توام
با خوردگی آلیاژهای
مختلف در آب دریا



NOTCHED BAR



■ شکل ۶

جابجایی منحنی
S/N در نمونه های
شیار دار نسبت به
نمونه میله ای صاف



■ شکل ۷

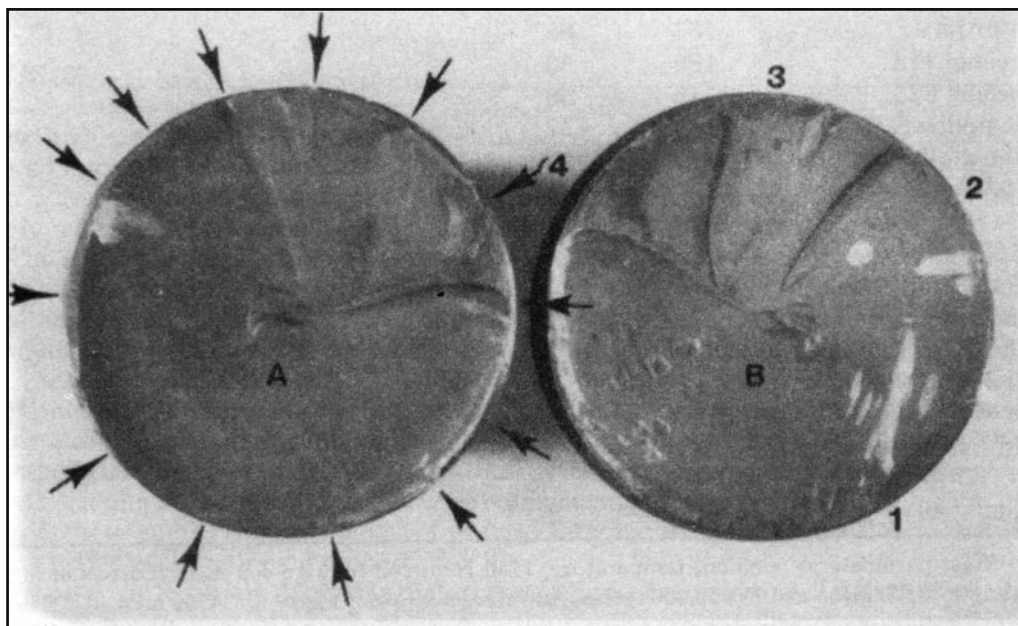
تصویر میکروسکوپ
الکترونی SEM از
سطح شکست نمونه
میله ای صاف.
علامت پیکان نشان
دهنده منشأ ترک
خستگی می باشد.

کاهش در حد دوام^{۱۲} را نشان خواهد داد. از آنجائیکه خوردگی قطعه به طور فزاینده با زمان پیشرفت می کند افزایش زمان تماس سیال خورنده با قطعه حد دوام قطعه را کاهش می دهد. به همین دلیل حد خستگی معینی برای مواد در محیط های خورنده وجود ندارد و به همین سبب حد خستگی توام با خوردگی مواد با تذکرات احتیاطی منتشر می گردند. بر همین اساس نتایج تست های خستگی توام با خوردگی با مشخص نمودن نوع محیط خورنده و دمای تست و جزئیات خوردگی های قبلی نمونه و دوره تناوب نیروهای اعمالی ارائه می گردند. اطلاعات منتشر شده در این خصوص مختلف هستند چرا که آزمایشگاه هایی که از نیروی اعمال شده در فرکانس های بالاتر استفاده می کنند، نتایج مختلفی را استخراج می کنند.

برای برخی از مواد مقادیر استحکام شکست^{۱۳} و استحکام خستگی توام با خوردگی^{۱۴} در جدول ۱ آمده است.

تحقیقات و هلر نشان داده است شیار مکانیکی استحکام خستگی مواد را کاهش می دهد. این پدیده در شکل ۶ که منحنی S/N نمونه میله ای شیاردار در زیر منحنی مربوط به نمونه صیقلی و بدون شیار قرار گرفته است، نشان داده شده است. شدت شیارهای ایجاد شده روی نمونه تعیین کننده مقدار واگرایی در منحنی مورد ذکر می باشد. از این منحنی ها نتیجه گیری می شود که تنزل کیفیت سطحی باعث کاهش تنش های مورد نیاز برای شکست نمونه در تعداد دورهای ثابت می گردد. دوره های سه گانه فرایند خستگی را در روی سطوح شکست می توان مشاهده و تفسیر نمود. و این مساله در مواردی که هیچ گونه صدمه ثانویه ای مشخصات ظاهری سطوح شکست را تحت تأثیر قرار ندهد، کاملاً صادق است. در شکست هایی که در اثر خستگی و در طول زمانهای طولانی رخ می دهند خطوطی در مقطع شکست قابل رویت هستند. این خطوط که به خطوط عمر با اثرات پوسته صدفی^{۱۵} معروف هستند، نشان دهنده دوره های مختلف اشاعه ترک هستند.

خطوط فوق الذکر که در اثر برخورد و یکی شدن دو ترک مختلف روبروی هم و از دو صفحه مختلف هستند در مواردی که ترک های منشأ خستگی، چندگانه هستند به وجود می آیند. این نوع



■ شکل ۸

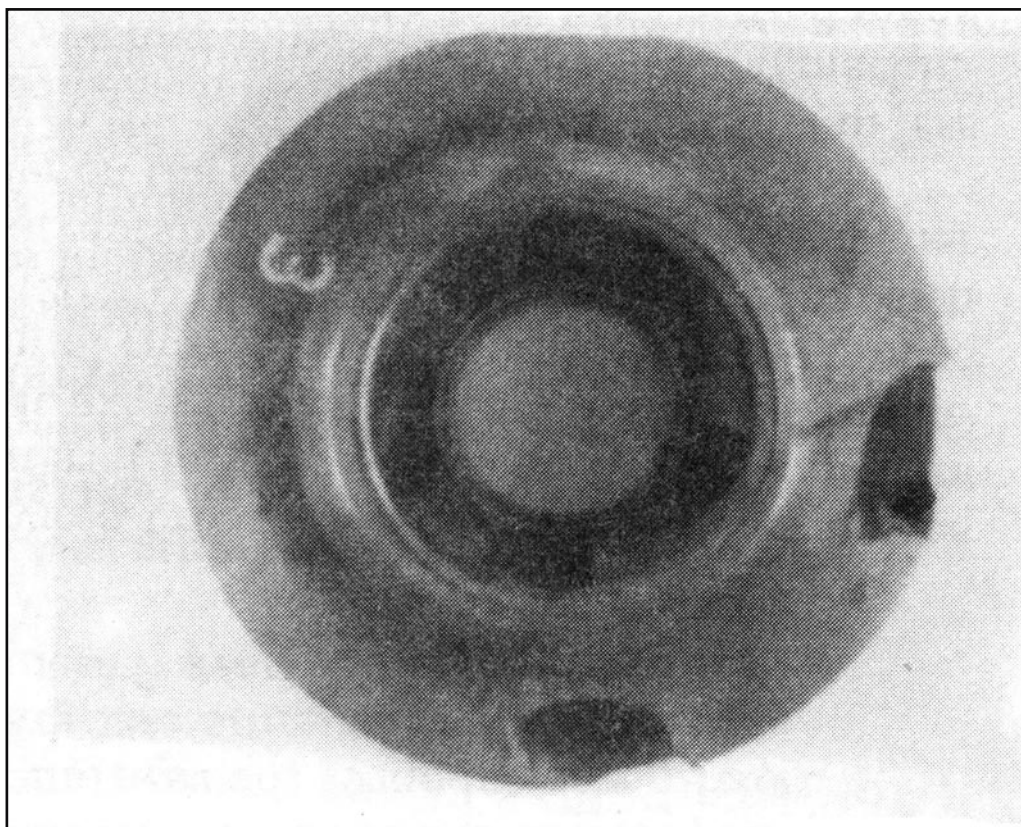
منشا ترک های
خستگی چند گانه
در یک شفت پمپ،
پیکانها نشان دهنده
محل های شروع
ترک های خستگی
هستند و نقاط A و
B مناطق شکست
نهائی می باشند.

خستگی های ناشی از منشاء ترک چندگانه مختص قطعات دوار می باشند.

شکل ۷ یک نمای نزدیک از سطح مقطع شکست خستگی در نمونه میله ای با سطح صاف و صیقلی را نشان می دهد. علامت پیکان منشاء ترک تکی را مشخص کرده است که این ترک در تمام سطح مقطع رشد کرده و در نهایت باعث شکست قطعه شده است. سطح مقطع شکست نهایی در بعضی مواقع تحت عنوان شکست سریع^{۱۶} یا منطقه داکتیل بیشینه بار^{۱۷} نامیده شده است. مثالی از شکست خستگی در شفت پمپ در شکل ۸ نمایش داده شده است. علائم پیکان نشان دهنده منابع ایجاد ترک می باشند. شکل نسبتاً تخت و صیقلی سطح مقطع شکست وجه مشخصه بسیاری از شکست های خستگی می باشد. این نوع ظاهر شکست تخت در بعضی مواقع با شکست ترد اشتباه می شود چرا که اثری از شکست نرم و تغییر شکل پلاستیک در مقطع شکست وجود ندارد.

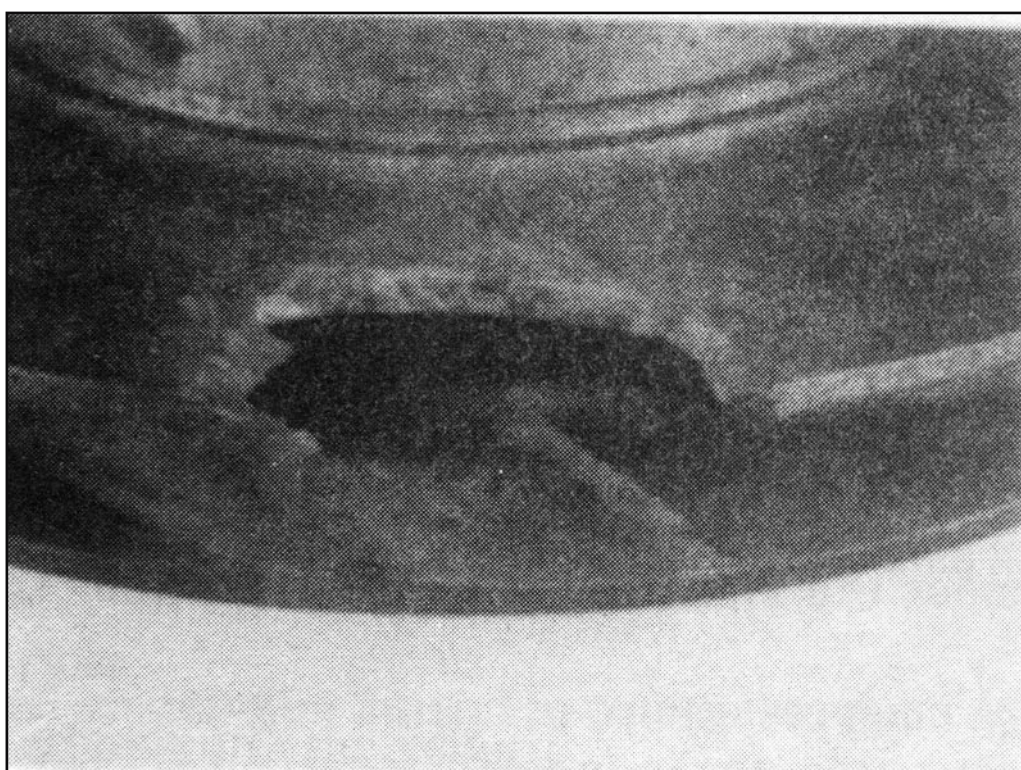
مناطق مرکزی شفت که با حروف A و B نمایش داده شده اند تنها منطقه کوچک با شکست نرم می باشند چرا که در لحظه شکست نهایی در اثر تمرکز تنش بیش از حد از هم گسیخته است. سطح نسبتاً کم این مناطق نشان دهنده اشاعه ترکها تحت نیروهای کم و متناوب می باشد. با توجه به منابع ترک بسیار که در محیط شفت با علائم پیکان نشان داده شده اند. این نوع از شکست به خستگی با منابع چندگانه و دور بالا^{۱۸} موسوم هستند.

خوردگی که اغلب اولین آسیب به قطعات پمپ است می تواند احتمال ترک های خستگی را افزایش دهد. خوردگی توام با خستگی^{۱۹} نامی است که به این نوع خاص از ترک خوردن اختصاص یافته است. آسیب های خوردگی می توانند ساختار سطح را تغییر داده و افزایش عمده ای در تنش های موضعی اعمالی در قطعات پمپ بوجود آورند. اگر آسیب های خوردگی شدید باعث ایجاد شیار در مناطق با نیروهای متناوب و دور بالا شود، ترک های خستگی در قطعه اجتناب ناپذیر می باشد. در مراحل اشاعه ترک نیز اکسیداسیون باعث ایجاد محصولات خوردگی و ایجاد اثر گوه ای در طول سطوح ترک شده و به صورت مکانیکی تنش های موضعی نوک ترک را افزایش داده و باعث افزایش سرعت اشاعه ترک می شود.



■ شکل ۹

نمای کلی از پروانه
از جنس
CF- 3M
که دارای دو منطقه
شکست خستگی
توام با خوردگی در
صفحه بالائی می
باشد.



■ شکل ۱۰

شکل با بزرگنمایی
بالا از شکست خستگی
توام با خوردگی در
محل اتصال پره به
صفحه بالائی پروانه.
خوردگی حفره ای
مضاعف در پروانه
دیده می شود.

شکل های ۹ و ۱۰ نشان دهنده نمونه ای از خستگی توام با خوردگی در دو منطقه از صفحه جلویی یک پروانه پمپ می باشد.

شواهد خوردگی حفره ای در سطوح، نشان دهنده احتمال بسیار زیاد تأثیر خوردگی بر نوع ترک های موجود می باشد. مطالعات بیشتر نشان می دهد هر دو ترک خستگی صفحه پروانه در حفره های خوردگی مناطق تحت تنش زیاد آغاز شده است.

خوردگی تنها عامل افت کیفیت سطحی که باعث این نوع ترک ها می شود نیست. تخریب سطوح به وسیله عوامل فرتی شدن و سایش نیز می توانند موضعی برای شروع ترک باشند. عیوب تیز مانند تخلخل یا ماشینکاری خشن نیز به عنوان مراکز تمرکز تنش عمل می نمایند.

با توجه به مکانیسم های شناسائی شده برای ترک خستگی، اقدامات اصلاحی مناسبی برای پیشگیری قابل اجراست:

■ اصلاح یا تعدیل در طراحی:

تنش های اعمالی به یک قطعه را می توان با افزایش سطح مقطع قطعه کاهش داده و عمر قطعه افزایش یابد.

■ عملیات سطحی:

اعمال تنش های فشاری به سطوح قطعات عمر خستگی آنها را افزایش می دهد. این عملیات در مناطق حساس به تنش مانند گوشه های تیز یا شیارها انجام می گیرد. اگر تنش های فشاری پسماند در روی سطوح ایجاد شود تنش های کششی بیش از مقدار تنش های فشاری لازم است تا اثر تنش های فشاری را خنثی کرده و ترک های خستگی ایجاد گردد. بنابراین هرگونه تنش فشاری پسماند بر روی قطعات در مقابل ترک خستگی موثر خواهد بود. تنش های فشاری را می توان با روش های: کارسرد^{۲۰}، ساچمه پاشی^{۲۱} و عملیات حرارتی موضعی مانند سخت کاری لیزری و القائی ایجاد کرد.

■ انتخاب مواد با مقاومت خوردگی بالا:

استفاده از مواد مقاوم خوردگی باعث کاهش تخریب سطوح قطعات و جلوگیری از ایجاد منشاء ترک های خستگی بر روی سطوح می شود.

مرجع:

- PUPM HAND BOOK. THIRD EDITION. Vol.1
- Igor J.karassik



نشریه فنی آموزشی شرکت صنایع پمپیران





شرکت صنایع پمپیران
«سهامی خاص»

فرم تقاضای خرید کتاب

اینجانب جهت دریافت کتابهای مشروحه ذیل طی فیش نقدی / حواله بانکی
شماره مبلغ ریال را به حساب جام ۶۹۰۵۹۲۶/۰۵ بانک ملت شعبه تبریز
(کد ۱۳۴۲/۵) در وجه شرکت پمپیران واریز نموده ام و ضمن ارسال اصل فیش تقاضای دریافت
نسخه کتاب پمپهای گریز از مرکز و پمپاژ و نسخه کتاب «ضربت قوچی آب» را دارم.
خواهشمندم این کتابها را به نشانی: استان
شهر
کد پستی ارسال فرمائید.

■ پمپهای گریز از مرکز: ۱۲۰۰۰ ریال

■ ضربت قوچی آب: ۱۲۰۰۰ ریال

■ هزینه پست سفارشی: ۴۰۰۰ ریال جمع قیمت: ریال

امضاء

تاریخ

آدرس نشریه: تبریز، قراملک، مجتمع ماشین سازی تبریز، صندوق پستی ۱۳۵-۵۱۸۴۵

شرکت صنایع پمپیران، امور مهندسی، واحد نشریه پمپ

فرم اشتراک نشریه پمپ

شماره اشتراک
.....

توجه:

- بهاء هر جلد نشریه پمپ ۱۲۰۰۰ ریال می باشد.
- آیا مایل به اشتراک هستید؟
بله ☐ خیر ☐
- هزینه اشتراک (برای ۴ شماره بعدی) ۴۸۰۰۰ ریال می باشد.
- جهت تمدید ارسال نشریه حتما شماره اشتراک خود را (که قبلا از طرف نشریه اعلام شده) ذکر نمائید.

■ مشخصات مشترک:

☐ فردی ☐ سازمان / اداره ☐ جدید ☐ تمدیدی

سازمان / اداره بخش / قسمت

نام نام خانوادگی شغل

■ نشانی دقیق پستی:

استان شهر

کد پستی صندوق پستی

تلفن نمابر

اینجانب جهت دریافت نشریه پمپ طی فیش نقدی / حواله بانکی
شماره مبلغ ریال را به حساب جام
۶۹۰۵۹۲۶/۰۵ بانک ملت شعبه تبریز (کد ۱۳۴۲/۵) در وجه شرکت پمپیران واریز نمودم و
ضمن ارسال اصل فیش مایل به دریافت
☐ شماره های قبلی (لطفا مشخص نمایید).....
☐ یک جلد ویژه نامه
☐ ۴ شماره بعدی، جمعا به تعداد جلد می باشم.

امضاء

تاریخ

■ آدرس نشریه:

تبریز، قراملک، مجتمع ماشین سازی تبریز، صندوق پستی ۱۳۵-۵۱۸۴۵

شرکت صنایع پمپیران، امور مهندسی، واحد نشریه پمپ