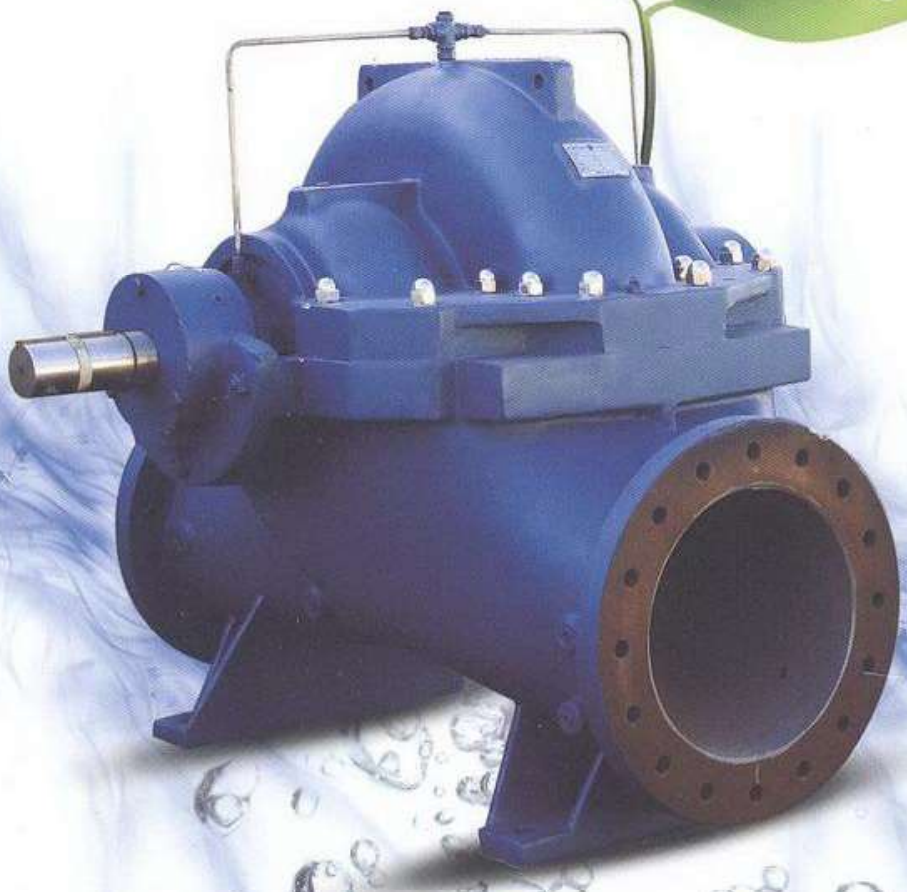
پمپ ۳۶

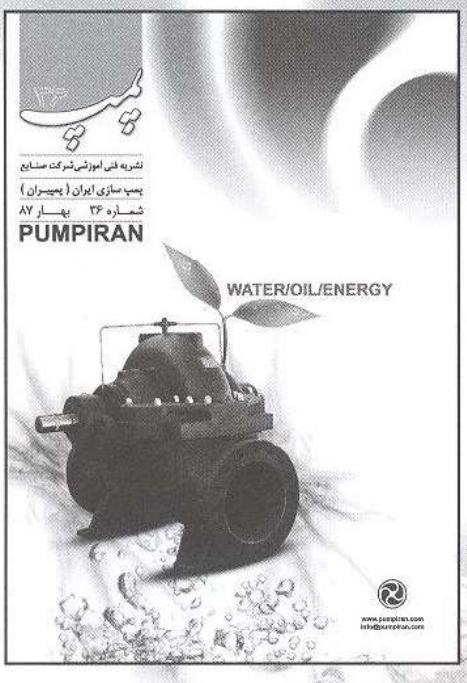
نشریه فنی آموزشی شرکت صنایع
پمپ سازی ایران (پمپیران)
شماره ۳۶ بهار ۸۷
PUMPIRAN

WATER, OIL, ENERGY



www.pumpiran.com
info@pumpiran.com

[Downloaded from journal.pumpiran.com on 2026-11-15]



پمپ ۳۶

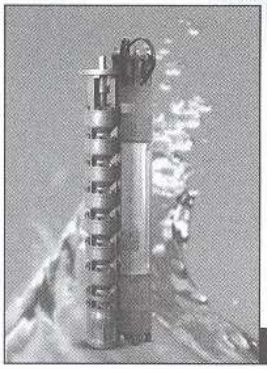
نشریه فنی آموزشی شرکت صنایع پمپ‌سازی ایران (پمپیران)

- سال بیست و سوم / شماره ۳۶/ بهار ۱۳۸۷
- صاحب امتیاز: شرکت صنایع پمپیران (سهامی خاص)
- مدیر مسئول: دکتر میربیوک احقاقی
- سردبیر: مهندس اکبر اسماعیلی ترکانپوری
- هیئت تحریریه: گروه مهندسین و متخصصین شرکت صنایع پمپیران
- مدیر اجرایی: مهندس دیار عصمتی
- مسئول اشتراک و توزیع: صمد فائز
- نشانی: تبریز، جنب قراملک، شرکت صنایع پمپیران - صندوق پستی ۱۳۵-۵۱۸۴۵
- تهران: خیابان ولیعصر - نبش میرداماد - برج دوم اسکان - طبقه اول - تلفن: ۱۴و۸۸۶۵۴۸۱۰- ۰۲۱ فاکس: ۸۸۷۹۸۹۴۲- ۰۲۱

● "نشریه پمپ" از عموم پژوهشگران، صاحب‌نظران و استادان، مقاله، ترجمه و گزارش می‌پذیرد. 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.

[Downloaded from journal.pumpiran.com on 2026-11-15]

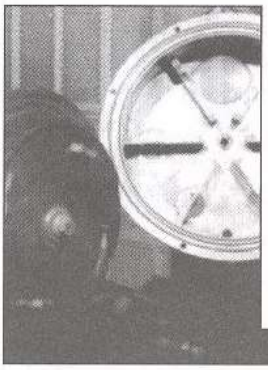
در این شماره می خوانید:



کاربرد جدید الکتروپمپ شناور

مهندس سید بهزاد مبین

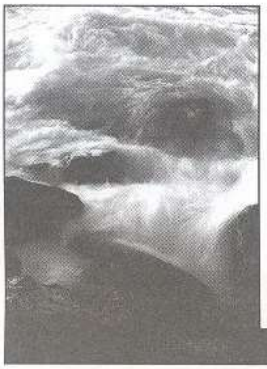
۴ ■ مقاله



آیا پوشش ها در مقابل خوردگی و سایش مقاومند؟

مهندس مجتبی جباری مقدم

۱۴ ■ مقاله

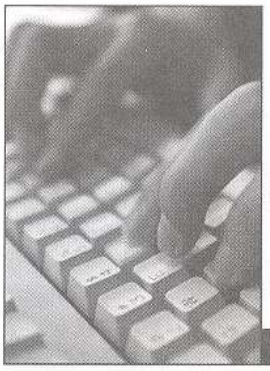


خرابی در اجزای یاتاقانهای غلتشی

پمپهای گریز از مرکز

مهندس عادل عیوضیان

۳۰ ■ مقاله



استفاده از شبیه سازی رایانه ای

در طراحی پمپ های آب با کارایی بالا

مهندس محمدرضا آذرنیایی

۲۴ ■ مقاله



توزیع جریان و هد در محفظه حلزونی پمپهای گریز از مرکز

و مقایسه آن با مشخصه های پروانه بدون محفظه

مهندس علی پورعبداله

۲۸ ■ مقاله

[Downloaded from journal.pumpiran.com on 2026-11-15]

خواننده گرامی:

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 هر چه بهتر مطالب و بالا بردن کیفیت نشریه یاری نمایید.

با تشکر- سردبیر

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 درنظر گرفتن فواصل کلمات از دو سطر تجاوز ننماید.

۴- مطالب ارسالی بایستی تایپ شود؛ در غیر این صورت، با خط خوش در یک طرف کاغذ نوشته و ارسال گردد.

۵- تصویرها، شکل‌ها و نمودارهای پیوست مقالات بر روی یک طرف کاغذ باشد.

۶- توضیحات و زیرنویس‌ها 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 منضم به فتوکپی متون اصلی باشند.

۹- مقالات ارسالی باید قبلا در هیچ یک از نشریات داخلی چاپ نشده باشند.

۱۰- مقالات ارسالی برگشت داده نخواهدشد.

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

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

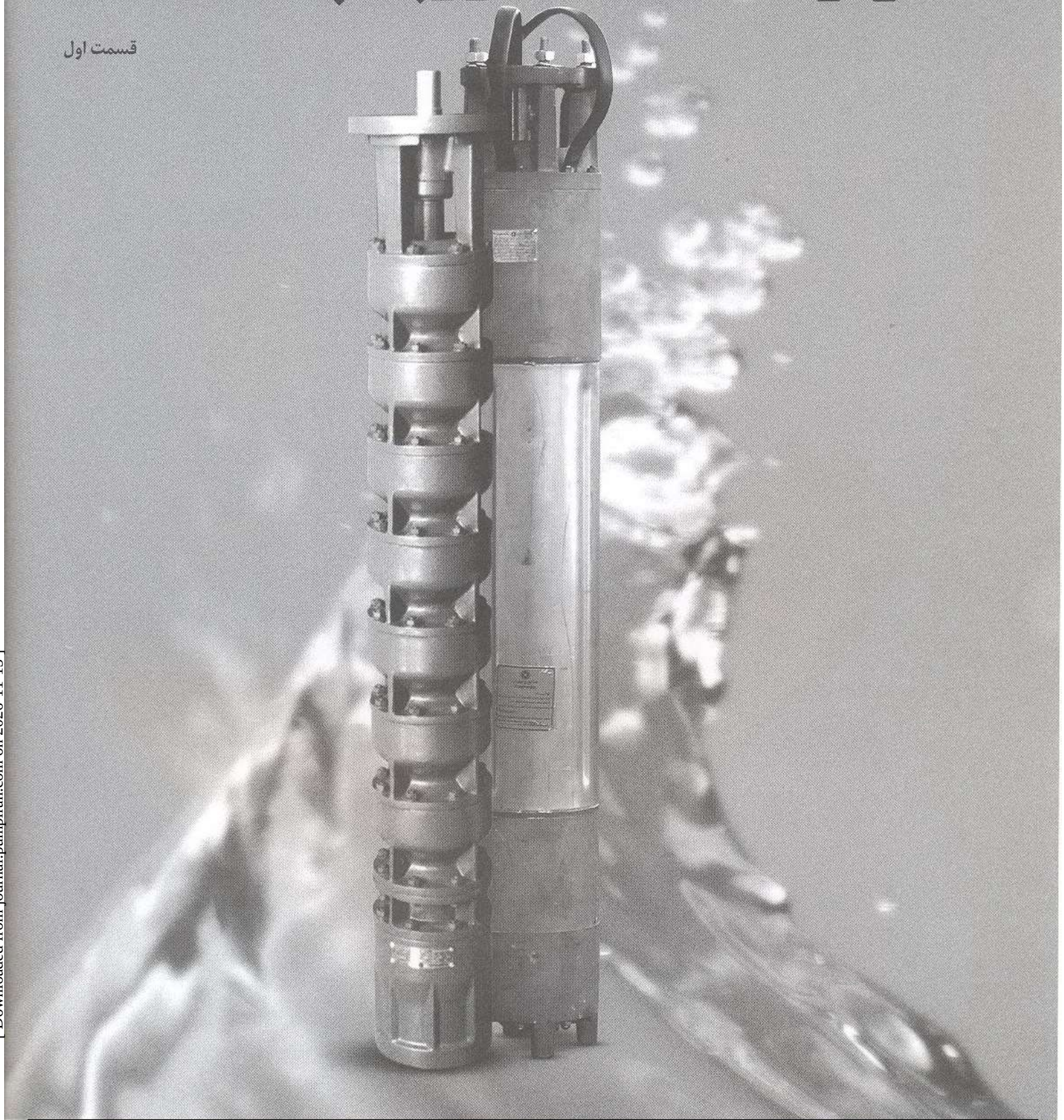
دسترسی اختصاصی به نشریه: www.magiran.com/pump

[Downloaded from journal.pumpiran.com on 2026-11-15]

مهندس سید بهزاد مبین
مدیر امور مهندسی شرکت صنایع پمپیران

کاربرد جدید الکتروپمپ شناور

قسمت اول



[Downloaded from journal.pumpiran.com on 2026-11-15]



کاربرد جدید الکترو پمپ شناور



مهندس بهزاد مبین

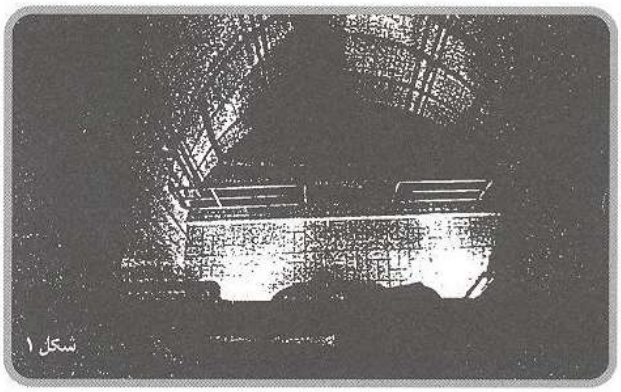
الکترو پمپ شناور برای استفاده در چاههای عمیق طراحی شده است . ولی به دلیل مزایایی که در این مقاله مطرح خواهد شد به طور روز افزونی برای موارد گوناگون پمپاژ مورد استفاده قرار می گیرد . به عنوان مثال جهت تامین آب شبکه های آبرسانی از چاهک ها و مخازن بین راهی پمپاژ آب سدها و رودخانه ها به محل مصرف همچنین تامین آب صنایع و آب آشامیدنی آب آتش نشانی آب نماها خنک کاری شستشو تصفیه اب سیستم های تهویه و تغذیه و تخلیه آب تاسیسات دریایی از این نوع پمپ استفاده می‌شود.

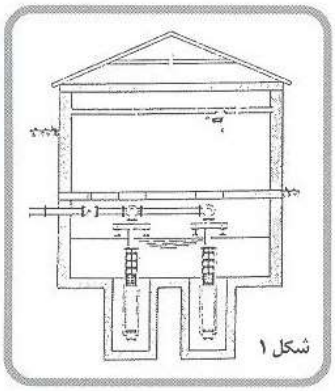
در مناطق مسکونی و معادن باز یا زیر زمینی می توان این الکترو پمپ ها را برای تخلیه آب و کنترل سطح اب های نفوذی بکار گرفت . با مونتاژ مخصوص قابلیت کار به عنوان پمپ کف کش نیز دارند و با اضافه کردن تجهیزات ویژه می توان آنها را در محل هایی که خطر گازهای قابل اشتعال و خطرناک وجود دارد بکار برد .

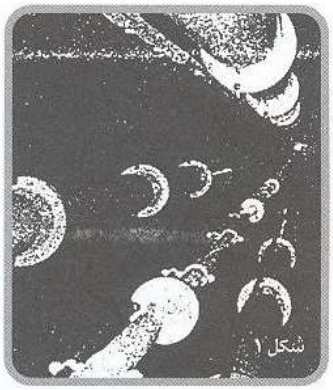
اشغال حداقل فضا و طراحی سیستم لوله کشی ساده تر و کارکرد مطمئن بدون نگهداری و تعمیر از عمده ترین مزایای این پمپ ها نسبت به سیستم های پمپاژ دیگر است . با استفاده از برخی تجهیزات جانبی مانند غلاف می توان کاربرد این پمپ ها را متنوع تر نمود . با نصب غلاف فشار می توان از پمپ های شناور به عنوان بوستردر آبرسانی و گردش آب تاسیسات استفاده نمود . همچنین قابلیت بکار گیری برای تامین فشار آب مصرفی ساختمانهای بلند یا مناطق مرتفع شهری را دارند که در این موارد جاگیری بسیار اندک تاسیسات به همراه کارکرد بدون صدا و بدون نشتی و عدم نیاز به نگهداری و تعمیرات دوره ای اهمیت بیشتری پیدا می کند .

بعلاوه نصب این نوع تجهیزات به عملیات ساختمانی خاص نیاز ندارد . خشک بودن محیط کار پمپ مورد نظر نیست و کافیست که تابلو راه انداز در محل خشک نصب شود . نیازی به ساخت شالوده (فونداسیون) و تهیه ملزومات

[Downloaded from journal.pumpiran.com on 2026-11-15]


شکل ۱


شکل ۱


شکل ۱

پرهزینه جهت زهکشی و تخلیه آب نیست و لوله کشی به ساده ترین صورت انجام می گیرد .
از دیگر مزایای الکترو پمپ های شناور نحوه اتصال پمپ و الکترو موتور است که در صورت نصب صحیح نیازی به تراز کردن ندارد . پمپ شناور فاقد یاتاقان های رولربرینگی است و یاتاقان های آن نیازی به گریس کاری و روغن کاری ندارد. کلیه یاتاقان ها با آب روانکاری و خنک کاری شده و هیچونه آلودگی ایجاد نمی کند .
پمپ های شناور محفظه ابندی ندارد که لازم باشد مرتب باردید و تعمیر شود . پمپ های شناور اغلب بدون صدا کار می کند و موتور توسط آب مورد پمپاژ که در اطراف آن جریان پیدا می کند به نحو موثری خنک می شود . بسته به طراحی الکترو موتور سرعت جریان سیال خنک کننده در اطراف آن متغییر می باشد ولی به طور معمول این سرعت نباید از 0.5 متر بر ثانیه کمتر باشد.
این مسئله باید هنگام طراحی غلاف یا مکش الکترو پمپ های شناور در نظر گرفته شود . در این صورت دمای بالای محیط نمی تواند باعث ایجاد حرارت اضافی در موتور گردد .
در حوادثی مانند نفوذ سیلاب یا ترکیدگی لوله و اتصالات مشکلی در ایستگاههای پمپاژ با الکترو موتور شناور به وجود نمی آید.

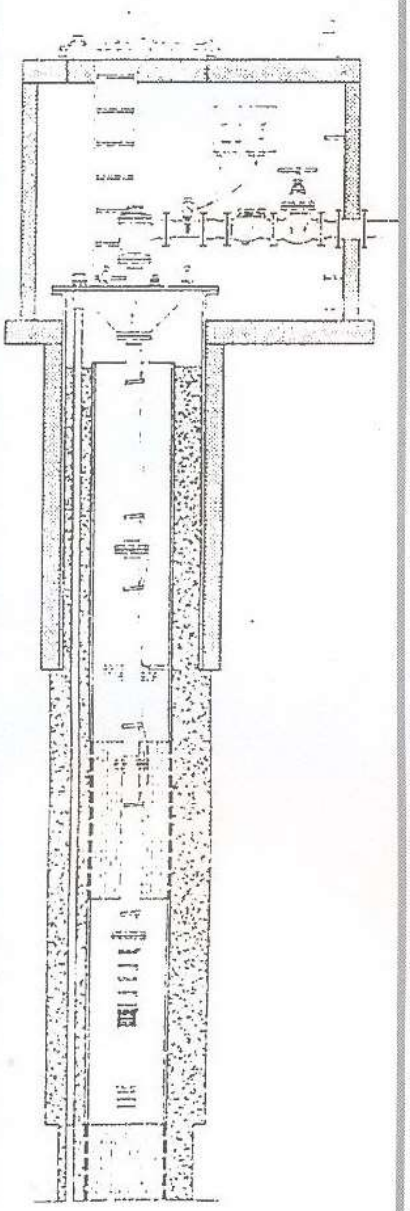
الکترو پمپ شناور داخل غلاف فشار

پمپ های شناور داخل فشار را می توان به صورت افقی یا عمودی نصب کرد . فلنج مکش می تواند جانبی یا محوری قرار گیرد . ولی فلنج رانش به صورت محوری خواهد بود . مجموعه یا به طور مستقیم در امتداد خط لوله بین دو فلنج بسته می شود و یا به صورت مسیر کنار گذر نصب می شود .
با جایگزینی شیر یکطرفه این مدار با شیر قطع و وصل دستی می توان وضعیت کنار گذر را در حالت نصب روی خط ایجاد نمود هنگامی که پمپ کار نمی کند شیر دستی اجازه می دهد که جریان آزاد آب در پمپ وجود داشته باشد . هزینه های کارهای ساختمانی برای نصب چنین مجموعه در مقایسه با نصب یک پمپ زمینی فوق العاده کم است .

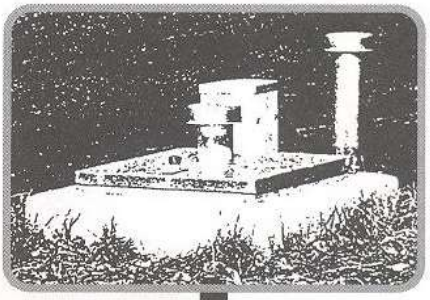
الکترو پمپ های شناور با غلاف مکش

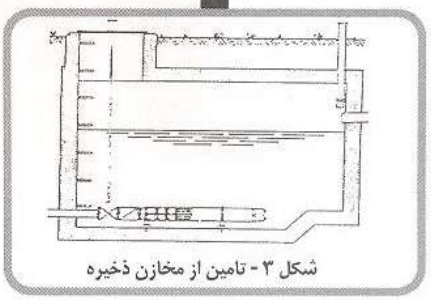
پمپ را در قسمت مشبک لوله جدار چاه قرار ندهید و تا حد امکان در ناحیه ای که لوله جدار چاه بدون درز و سوراخ است نصب شود .
- اطمینان حاصل کنید که قطر چاه یا چاهک برای قطر الکترو پمپ شامل کابل و فلنج های لوله اصلی مناسب باشد .
- قطعات لوله اصلی نباید بلندتر از ارتفاع قابل استفاده جرائقال باشد.
توصیه می شود در صورتی که قطر چاه اجازه می‌دهد ، الکترو پمپ شناور را به غلاف مکش مجهز کنید. زیرا :
- اگر گل و لای در اطراف الکترو موتور جمع شود، غلاف مکش باعث می شود که اب در طول جدار خارجی موتور جریان داشته و موتور در مقابل افزایش دما حفاظت شود (اگر موتور داخل گل و لای باشد گرم می شود). همچنین در شرایط خاص به خنک شدن بیشتر موتور کمک می کند.
- در چاه‌هایی که تمام لوله جدار چاه مشبک (سوراخدار) است غلاف مکش مانع از مکش

شکل ۱

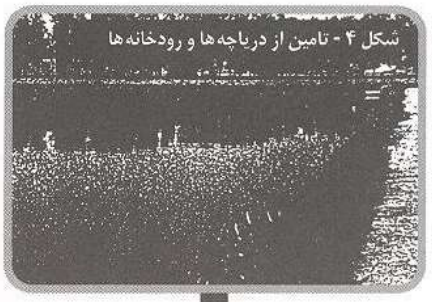


[Downloaded from journal.pumpiran.com on 2026-11-15]

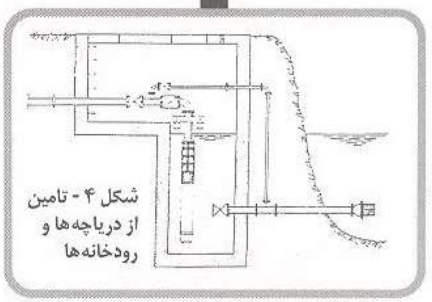




شکل ۳ - تامین از مخازن ذخیره



شکل ۴ - تامین از دریاچه‌ها و رودخانه‌ها



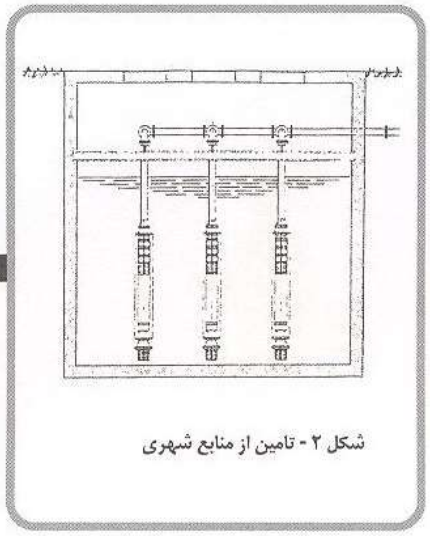
شکل ۴ - تامین از دریاچه‌ها و رودخانه‌ها



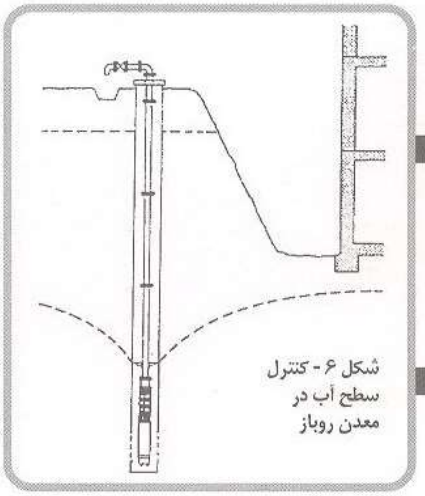
شکل ۶ - کنترل سطح آب در معدن روباز



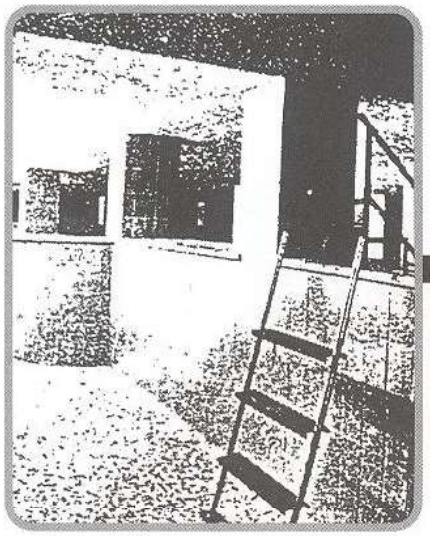
شکل ۶ - کنترل سطح آب در معدن روباز



شکل ۲ - تامین از منابع شهری



شکل ۶ - کنترل سطح آب در معدن روباز



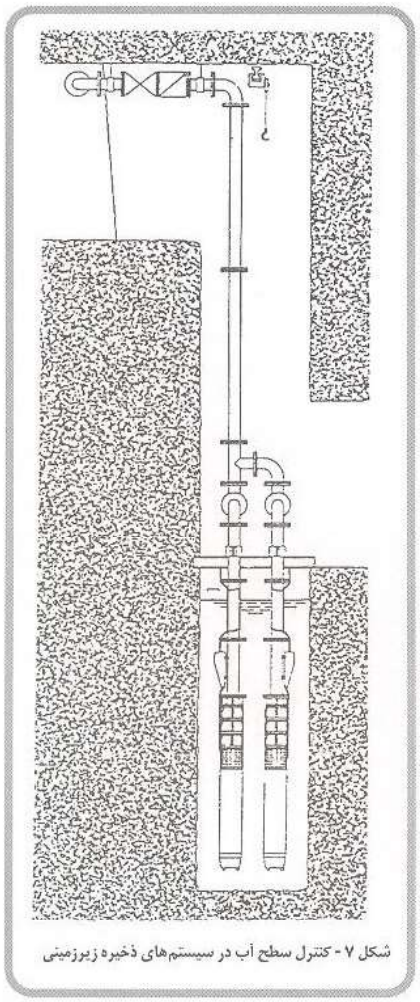
مستقیم از جدار چاه شده ، هم الکترو پمپ و هم جدار چاه را حفاظت می کند .

-در صورت وجود ماسه در چاه غلاف مکش باعث ایجاد جریان آرام رو به بالا شده و باعث ته نشین شدن ماسه می شود .

-در چاههای بدون لوله جدار و یا چاهک هایی که به صورت نامنظم حفر شده است مزیت های فوق اهمیت بیشتری پیدا می کند .

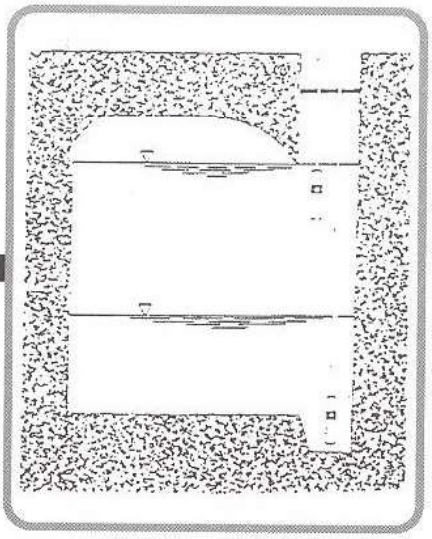
نصب در غلاف مکش و کابلها به صورت آب‌بندی شده انجام نمی گیرد و این روش برای مکش آب از سطح پایین تر از سوپاپ پمپ مناسب نیست . برای جلوگیری از صدمه دین پمپ لازم است تجهیزات حفاظت در مقابل کاهش غیر مجاز آب در نظر گرفته شود .

طول غلاف معمولا" ۱۰ سانتی متر کوتاهتر از طول الکترو پمپ (در انتها) است ، در صورت نیاز می توان غلاف بزرگتر و دارای صافی ورودی نیز نصب نمود .

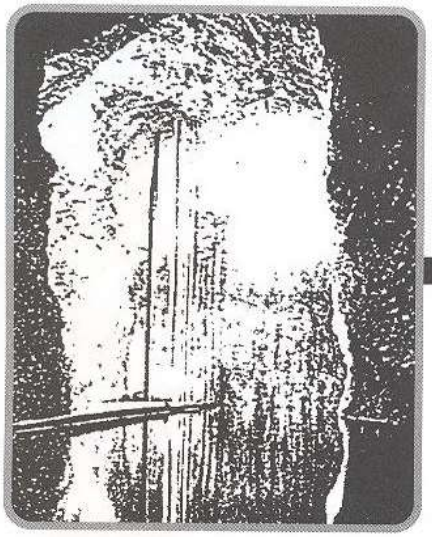


شکل ۷ - کنترل سطح آب در سیستم‌های ذخیره زیرزمینی

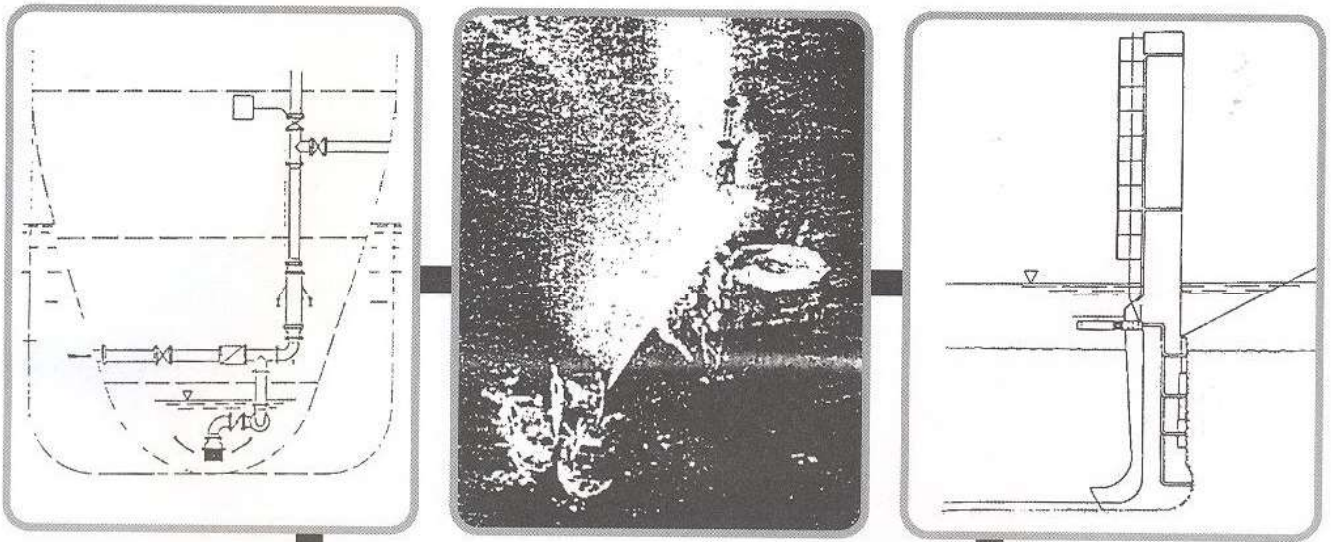
[Downloaded from journal.pumpiran.com on 2026-11-15]

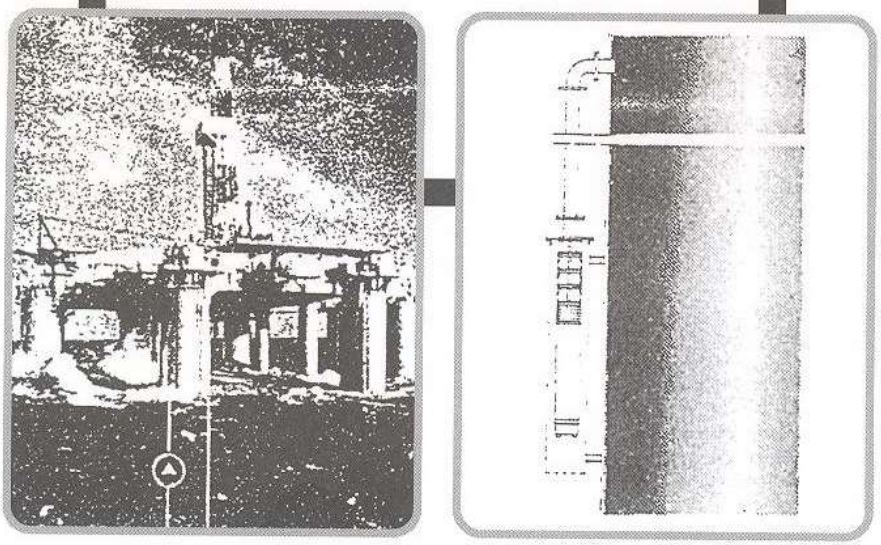


شکل ۷ - کنترل سطح آب در سیستم‌های ذخیره زیرزمینی



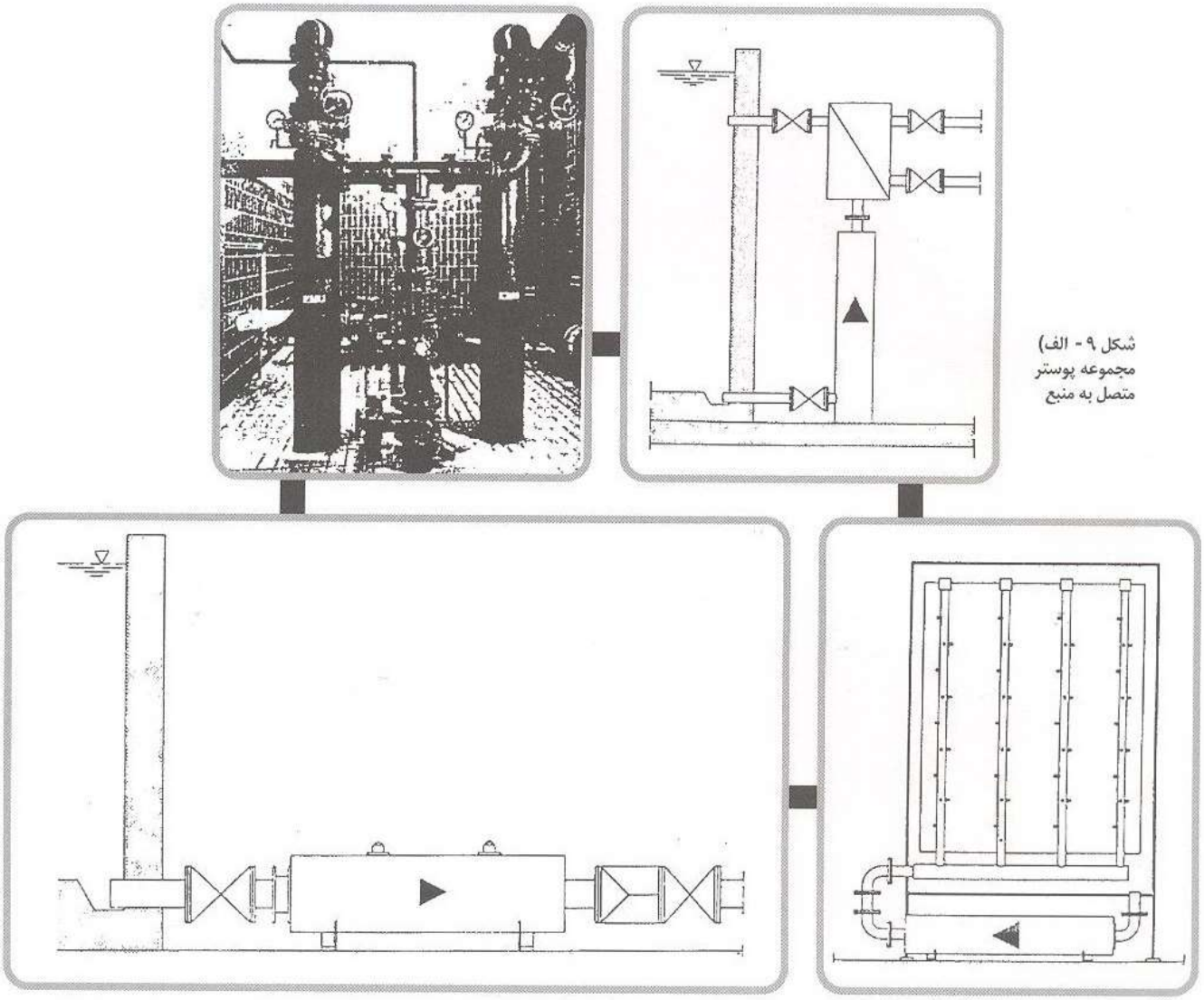
شکل ۷ - کنترل سطح آب در سیستم‌های ذخیره زیرزمینی



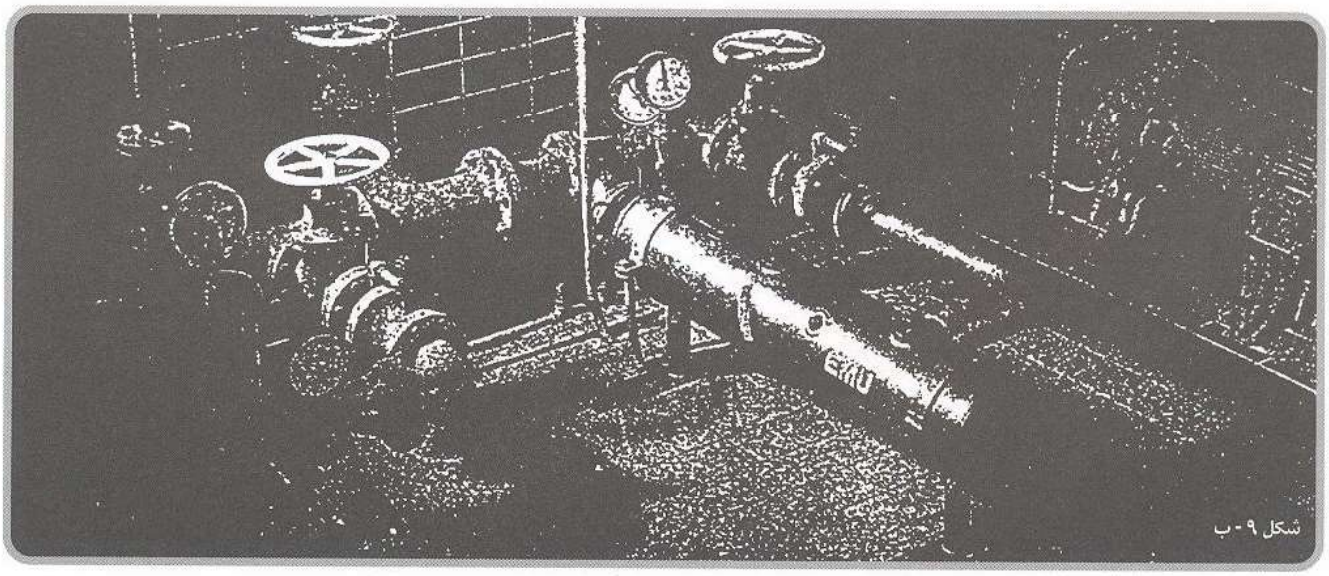


شکل ۸ - تغذیه و تخلیه سکوهای دریایی

[Downloaded from journal.pumpiran.com on 2026-11-15]

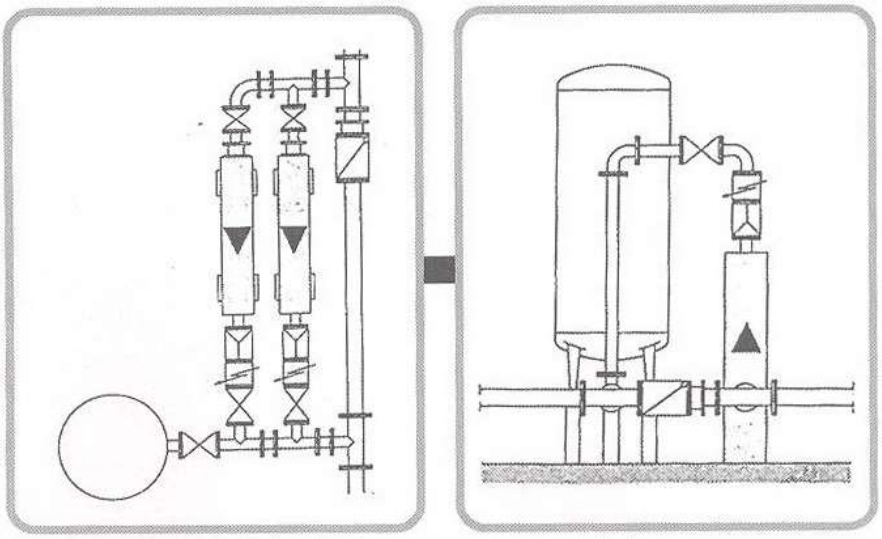


شکل ۹ - الف)
مجموعه پوستر
متصل به منبع

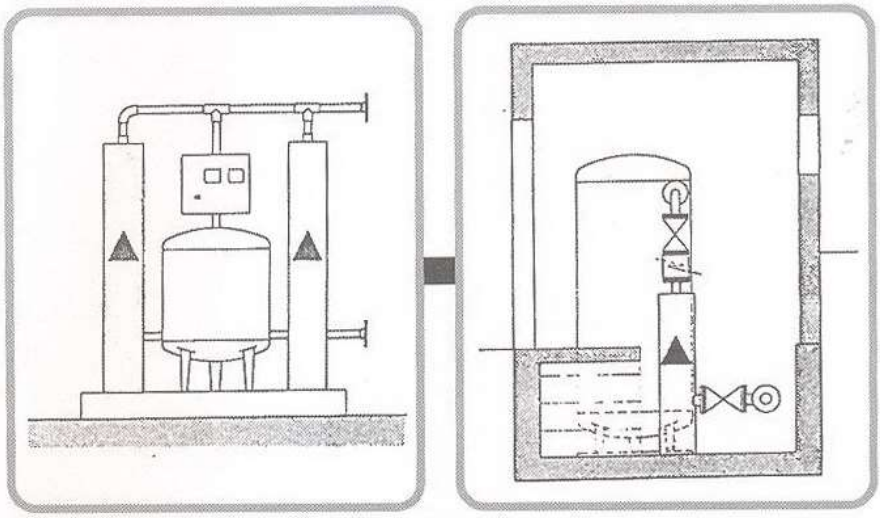


شکل ۹ - ب

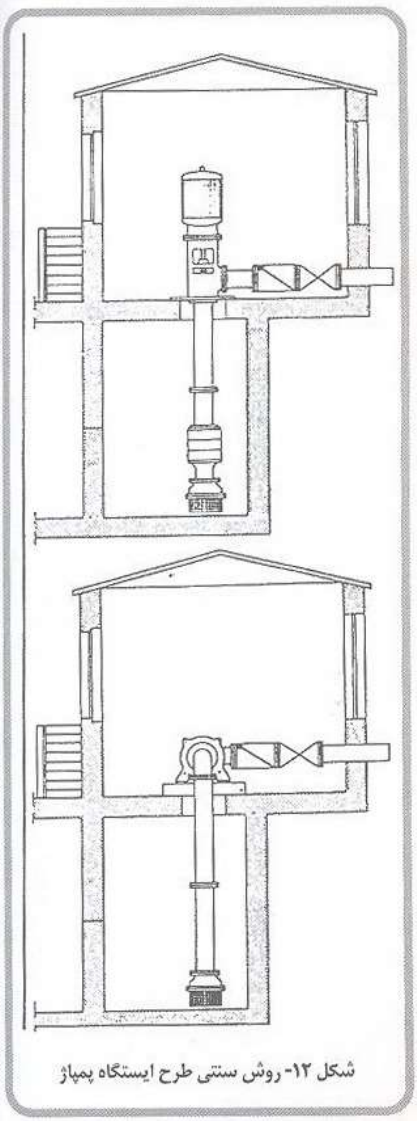
[Downloaded from journal.pumpiran.com on 2026-11-15]



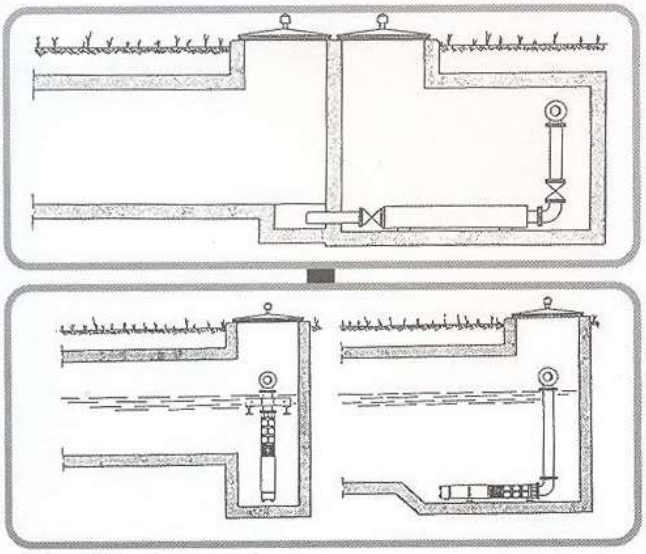
شکل ۱۰- مجموعه پوستری متصل به شبکه لوله کشی



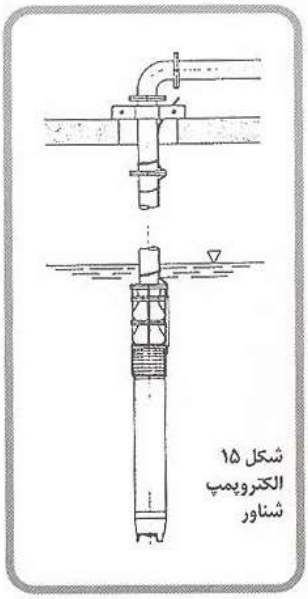
شکل ۱۱- مجموعه پوستری پیش‌ساخته



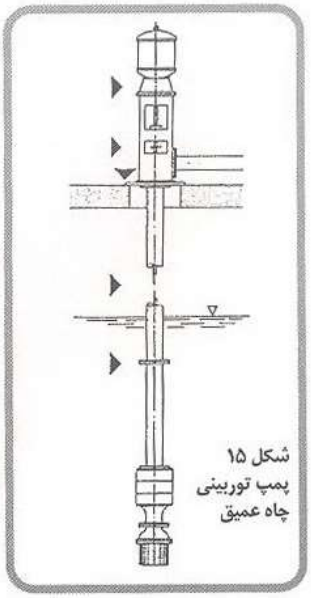
شکل ۱۲- روش سنتی طرح ایستگاه پمپاژ



شکل ۱۳- روش استفاده از الکتروپمپ شناور

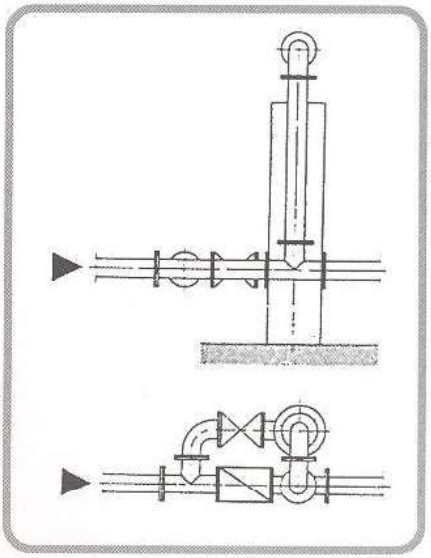


شکل ۱۵
الکتروپمپ
شناور

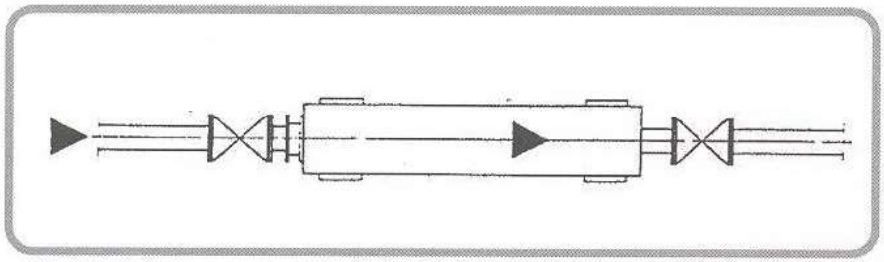


شکل ۱۵
پمپ توربینی
چاه عمیق

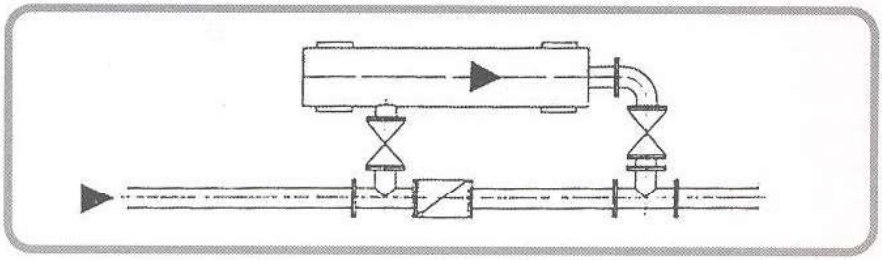
[Downloaded from journal.pumpiran.com on 2026-11-15]



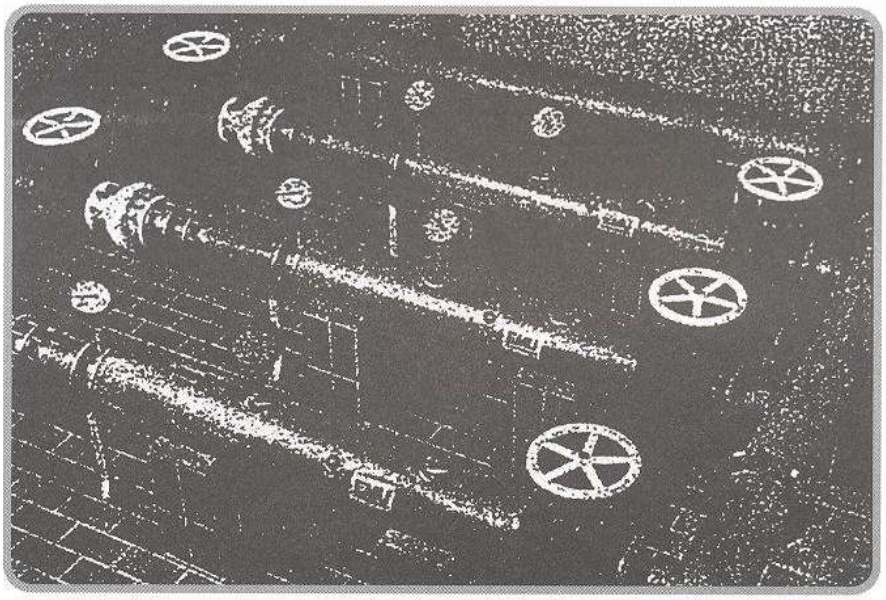
شکل ۱۶ - عمودی با کنارگذر

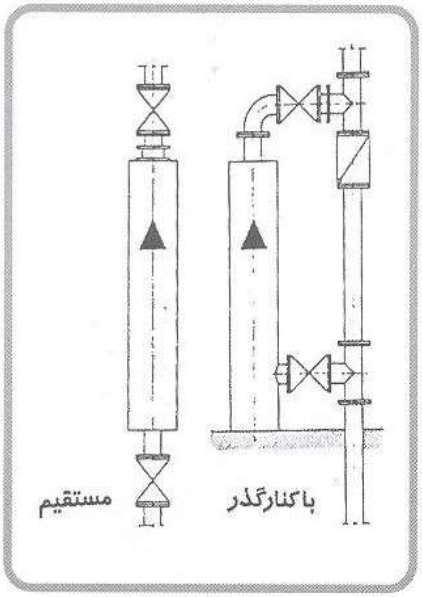


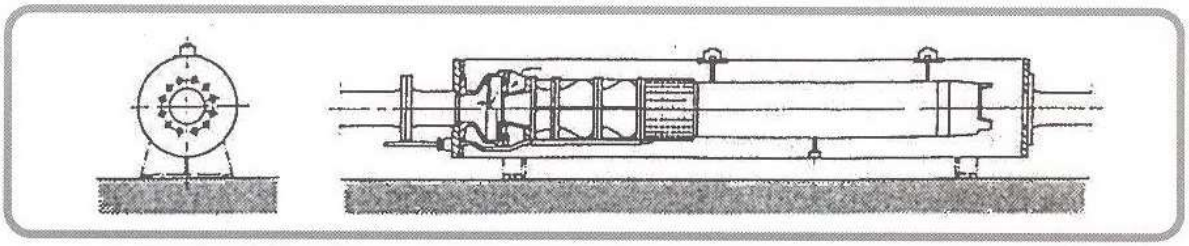
شکل ۱۷ - افق، نصب روی خط



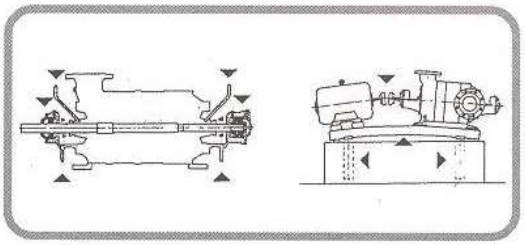
شکل ۱۷ - افق، نصب روی خط



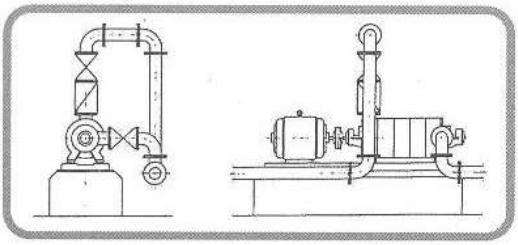




شکل ۲۰ - روش جدید با استفاده از الکتروپمپ شناور



شکل ۲۲- مشکلات کوپلینگ در روش سنتی



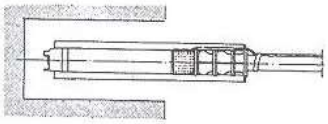
شکل ۲۱ - روش سنتی

[Downloaded from journal.pumpiran.com on 2026-11-15]



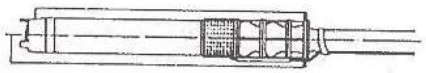
شکل ۲۳- الکتروپمپ شناور با غلاف مکش دارای صافی در انتها

شکل ۲۳- الکتروپمپ شناور با غلاف مکش دارای صافی در انتها



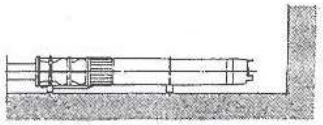
شکل ۲۴- نصب در چاهک با غلاف مکش

شکل ۲۴ - نصب چاهک با غلاف مکش



شکل ۲۵- الکتروپمپ شناور با غلاف مکش

شکل ۲۵- الکتروپمپ شناور با غلاف مکش



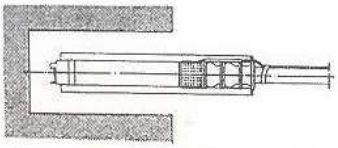
شکل ۲۶- الکتروپمپ شناور افقی

شکل ۲۶ - الکتروپمپ شناور افقی



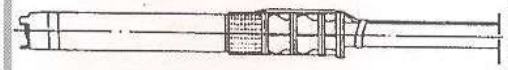
شکل ۲۷- الکتروپمپ شناور با غلاف فشار و سوپاپ صافی

شکل ۲۷- الکتروپمپ شناور با غلاف فشار و سوپاپ صافی



شکل ۲۸- الکتروپمپ شناور با غلاف مکش

شکل ۲۸ - الکتروپمپ شناور با غلاف مکش



شکل ۲۹- الکتروپمپ شناور عمودی

شکل ۲۹ - الکتروپمپ شناور عمودی

پمپ های شناور با نصب عمودی

مبانی کلی طراحی نصب

حالت اول - سطح آب بالای پمپ به قدر کافی زیاد است و هرگز سطح اب تا مقطع خروجی کاهش نمی یابد. در این حالت تجهیزات خاصی لازم نیست .

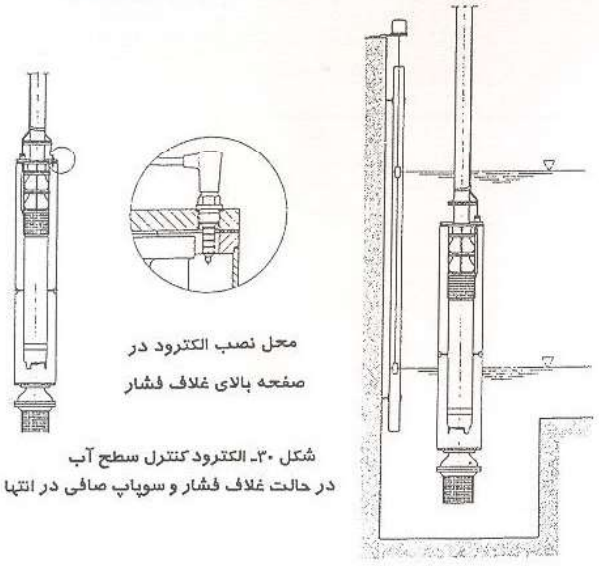
حالت دوم - سطح اب ممکن است تا نزدیک فلنج خروجی پمپ پائین بیاید که در این صورت نصب کنترل سطح برای خاموش کردن پمپ هنگامی که سطح آب به حداقل مورد نظر برای جلوگیری از کاویتاسیون یا خشک کار کردن پمپ می رسد لازم است .

حالت سوم - لازم است سطح اب تا حد امکان پایین رود ، روش‌های ذیل در این حالت قال اجرا است .

-۱ چاهک کوچکی در کف مخزن برای نصب الکترو پمپ شناور با غلاف مکش ایجاد شود .

-۲ الکترو پمپ شناور با غلاف فشار که در وردوی آن سوپاپ صافی نصب شده است مورد استفاده قرار گیرد .

محل نصب الکترود در صفحه بالای غلاف فشار



شکل ۳۰- الکترود کنترل سطح آب در حالت غلاف فشار و سوپاپ صافی در انتها

[Downloaded from journal.pumpiran.com on 2026-11-15]

با نصب غلاف مکش که دارای سوپاپ ورودی باشد در تیپ های کوچک و متوسط سطح آب می‌تواند تا لبه سوپاپ مکش پایین بیاید . ضمن اینکه نباید هوا و شن وارد مکش شود . در پمپ های شناور با آبدهی زیاد مقدار مجاز کاهش سطح آب به منحنی NPSH آنها بستگی دارد. در این موارد بهتر است با کارخانه تولید کننده پمپ مشورت شود .

اندازه سوپاپ مکش باید چنان انتخاب شود که سرعت جریان سیال در آن بیش از ۱/۵ متر بر ثانیه نباشد. سوپاپ مکش به عنوان شیر یکطرفه نیز عمل می کند و باید شیر یکطرفه (سوپاپ) رانش پمپ حذف گردد. احتمال نشت از سوپاپ مکش وجود دارد . بنابراین لازم است ، تجهیزات حفاظت در مقابل خشک کار کردن نصب شود .

در این حالت نصب الکترود راه انداز در صفحه بالای غلاف فشار مانع از راه اندازی الکترو پمپ تا زمان پر شدن کامل غلاف می گردد .

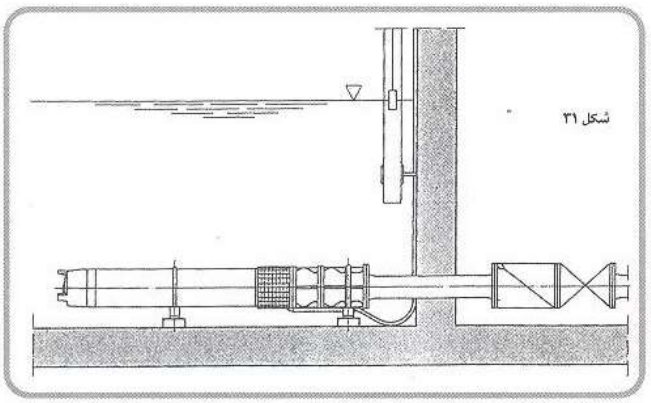
می توان سیستم های کنترل سطح نیز نصب نمود که فقط وقتی آب در سطح تعیین شده قرار گیرد اجازه راه اندازی می دهد . همچنین هنگام رسیدن آب به حداقل سطح مجاز ، الکترو پمپ را خاموش می نماید .

الکترو پمپ های شناور با نصب افقی

اگر سطح آب در مخزن پایین باشد یا عمق مخزن کم بوده و لازم باشد از تمام حجم آن استفاده شود، پمپ های شناور را به صورت افقی نصب می کنند . در ابدهی کم و متوسط آب می تواند تا ۰/۵ متر روی بالاترین لبه پمپ ادامه یابد . در مورد آبدهی های زیاد این ارتفاع به ساختمان مخزن و مشخصات هیدرولیکی پمپ بستگی دارد و باید به منحنی NPSH پمپ توجه نمود .

در این حالت نیز لازم است کنترل هایی برای جلوگیری از خشک کار کردن الکترو پمپ در نظر گرفته شود . پمپ های شناور برای کار در حالت عمودی طراحی می شوند و آنها را فقط تا تعداد طبقات محدودی می توان به صورت افقی نصب کرد . این اطلاعات در کاتالوگ سازندگان پمپ ارائه می شود . در نصب افقی لازم است تغییراتی در موتور و پمپ اعمال شود . بنابراین ذکر عبارت " نصب افقی " در درخواست‌های خرید ضروری است .

پمپ شناور را می توان به کمک نگهدارنده های ساده روی کف مخزن قرار دارد و به فونداسیون نیازی نیست . برای تخلیه کامل مخزن در مواقع ضروری مانند تعمیرات اساسی ، باید مسیر تخلیه در نظر گرفته شود و یا از الکتروپمپ های کف کش استفاده شود.


شکل ۳۱

الکترو پمپ های شناور با غلاف فشار

توصیه هایی برای طراحی ایستگاه پمپاژ و مشخصات مناقصه

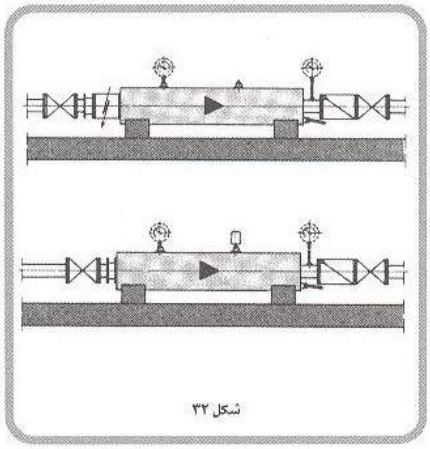
پمپ های با غلاف فشار به عنوان بوسترپمپ یا پمپ سیرکولاتور بکار می روند . برای استفاده مناسب از پمپ نصب باید به نحوی انجام گیرد که غلاف فشار همواره در حال پر شدن بوده و در مسیر تغذیه به آن خلاء یا مکش ایجاد نشود .

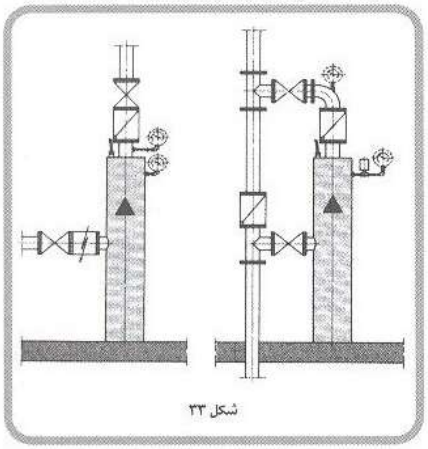
لازم است تجهیزاتی نصب شود که اگر در شرایطی فشار ورودی کافی نباشد ، مانع از کار الکترو پمپ شده و از خشک کار کردن آن جلوگیری شود . پمپ با غلاف فشار را می توان به صورت عمودی یا افقی (تا تعداد طبقات معین) نصب کرد . در سفارش ها و درخواست ها باید نوع نصب مشخص شود . مسیر ورودی می تواند به صورت محوری یا جانبی باشد . مسیر خروجی همواره به صورت محوری است .

غلاف فشار را می توان روی خط لوله بین دو فلنج بست . در این حالت یک شیر دستی در مکش نصب می شود که در حالت عادی باز است و اجازه می دهد که حتی وقتی پمپ خاموش است جریان سیال برقرار باشد .

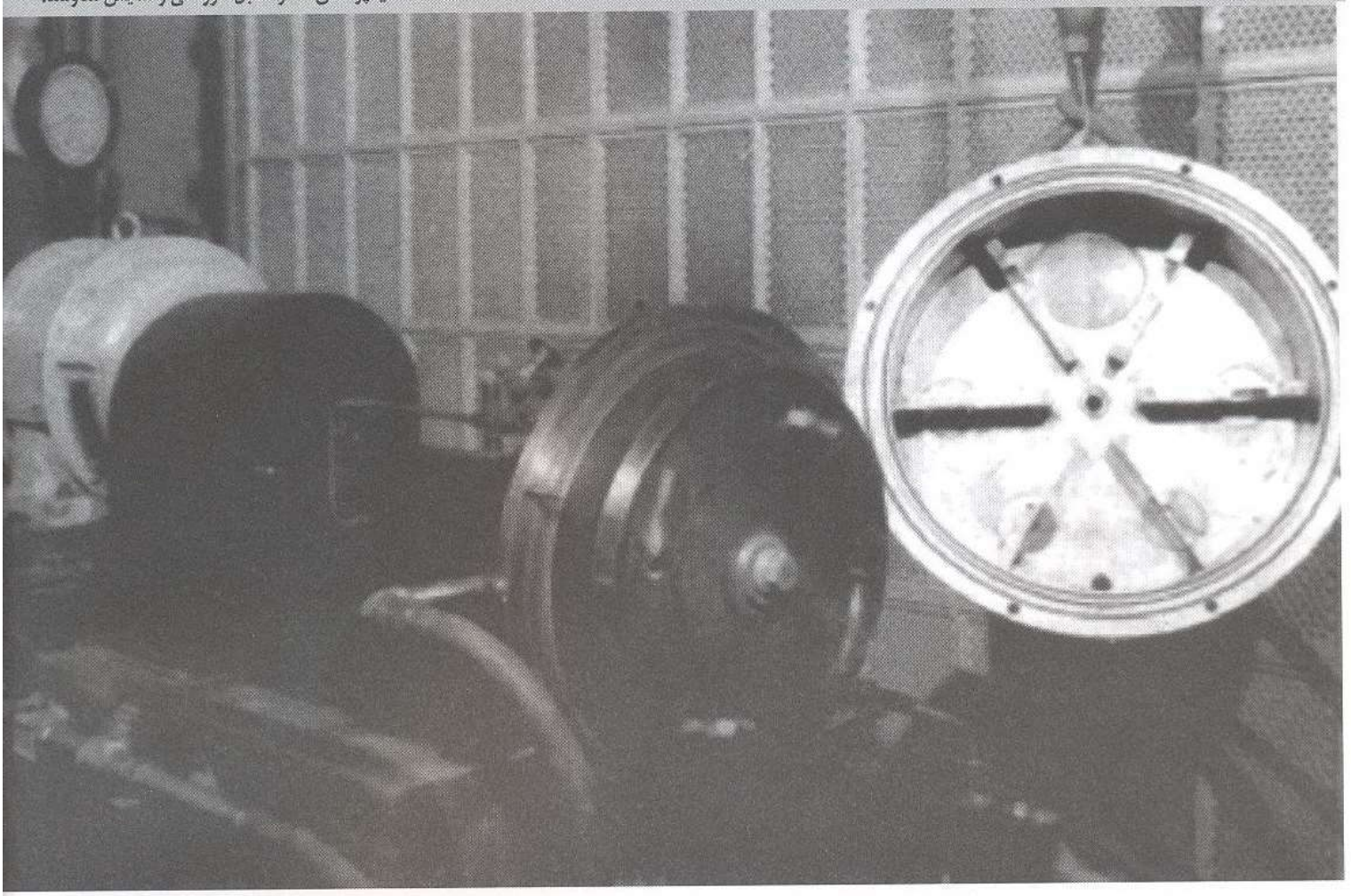
اگر نصب به موازات لوله انجام گیرد، لازم است بین اتصالات مکش و رانش شیر یکطرفه نصب شود . استفاده از شیر هواگیری و لرزه گیر هم در اغلب موارد لازم است .

برای جلوگیری از خاموش ، روشن شدن های متوالی پمپ باید حداقل فاصله زمانی کارکرد پمپ توسط رله زمانی یا مکانیزم های تایمردار کنترل شود و یا مخزن تحت فشار با حجم مناسب در نظر گرفته شود . اگر شرایط جریان طوری باشد که پمپ به مدتی طولانی به صورت مداوم کار کند لازم است محافظ حرارتی در سیم پیچی موتور نصب شود .


شکل ۳۲


شکل ۳۳

[Downloaded from journal.pumpiran.com on 2026-11-15]



آیا پوشش‌ها در مقابل خوردگی و سایش مقاومند؟

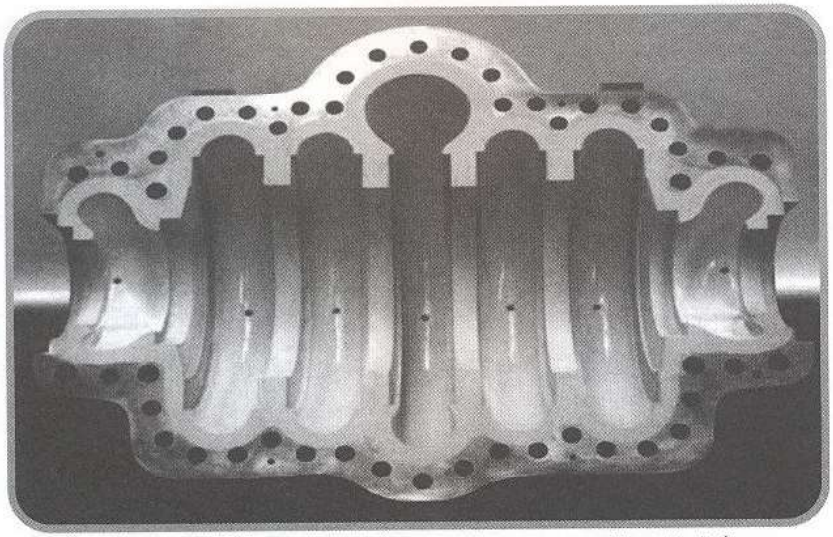
مهندس مجتبی جباری مقدم / کارشناس متالوژی شرکت صنایع پمپیران



مهندس مجتبی جباری مقدم

صنعت پمپ برای مصرف کننده‌های پمپ که از خوردگی وسایش شکایت می‌نمایند محصولاتی خاصی در نظر گرفته است. قبلا مصرف کنندگان پمپ برای رسیدن به محصول مقاوم از روش‌های سعی و خطا استفاده می‌نموده‌اند. اکنون KSB در زمینه تکنولوژی پوشش‌ها به پیشرفت‌هایی نایل شده است که تعدادی از تست‌های مربوطه در آزمایشگاه مواد و نتایج مطالعات آن در زیر آمده است.

شکل هیدرولیکی وساختمانی پمپها طوری طراحی شده است که تنش‌های حرارتی و مکانیکی



شکل -۱ نیمه بالایی پمپ که به منظور تست، پوشش اپوکسی روی آن اعمال شده است.

[Downloaded from journal.pumpiran.com on 2026-11-15]

را تحمل می‌کنند. علاوه بر آن تمامی سطوحی که در معرض تر شدن توسط مایعات قرار دارند و بسته به طبیعت مایع که می‌توانند باعث خوردگی، سایش، آسیب و کاویتاسیون به قطعات پمپ شود.

چدن خاکستری و فولادهای کم آلیاژ، مواد استاندارد برای پمپ‌های آب آشامیدنی، پمپ فاضلاب و پمپ خنک کننده آب می‌باشند. قیمت، کارپذیری و قابلیت دسترسی، معیارهای اصلی انتخاب مواد می‌باشند. اگر چه بدلیل مقاومت و طول عمر کم مواد فوق در مقابل مایعات دارای ذرات جامد و خورنده، عمر کوتاهی دارند و کاربران بعد از مدتی با قطعات آسیب دیده پروانه و حلزونی مواجه می‌گردند. جهت اجتناب از قیمت با لای فولادهای ضد زنگ، صنعت پمپ، راه حل جایگزینی به نام پوشش ارائه می‌نماید.

انتخاب پوشش مناسب نیزکاری دشوار میباشد، چرا که جلب رضایت مشتریان نیز ظرافت‌های لازم را می طلبد.

معیار های اساسی

برای انتخاب پوشش از معیارهای اساسی زیر استفاده میکنیم.

- مقاومت شیمیائی با در نظر گرفتن دمای سرویس‌دهی سیال.
- قابلیت دسترسی هندسی قطعات، برای اعمال پوشش به آنها.
- مجاز بودن پوشش برای آب آشامیدنی.
- قابلیت ماشین‌کاری پوشش، روی سطوح آببندی و شیار

برای کاربران یافتن پوشش مناسب با موارد خاص کاری خودشان امری مشکل می‌باشد. شعارهای تولید کنندگان آکنده از این چنین جملاتی میباشد "بی‌نهایت مقاوم به سایش"، "مقاومت به خوردگی بی نظیر"، "سایش سخت"، "مقاوم به کاویتاسیون" و غیره، با این همه کمک اندکی به فروشندگان می‌نمایند. به منظور رسیدن به تناسب چنین محصولاتی جهت استفاده روی پمپ‌ها،KSB تعداد زیادی از محصولات خود را در معرض تست‌های سایش و کاویتاسیون قرار داده است.

Table 1: Tested coatings based on epoxy resin

Name	Fillers	Application
Cerami Tech EG	Carbide and ceramic particles	Trowel
Cerami Tech FG	Carbide and ceramic particles	Brush/trowel
Cerami Tech HG	Carbide and ceramic particles	Trowel
Cerami Tech CR	Carbide and ceramic particles	Brush/roll
Cerami Tech HTX	Carbide and ceramic particles	Brush/trowel
ARC 855	Ceramic particles	Brush/roll
ARC MX 2	Al_2O_3	Trowel
Proguard X	Ceramic particles	Spray/roll
CeramKote 54 N	Ceramic particles	Spray/roll
CeramKote 54 HY	Ceramic particles	Spray/roll
VK2000TF	Al_2O_3	Spray/roll
VK2001	SiC	Roll/brush/trowel
RH 791	Quartz	Roll/brush/trowel
RH 855	SiC< 0.5 mm	Roll/brush/trowel
RH1233	Al_2O_3< 0.5 mm	Roll/brush/trowel
RH 1867	Al_2O_3 1-2 mm	Roll/brush/trowel
RH 1930	SiC + Al_2O_3	Roll/brush/trowel
REPA 1	n/a	Roll/brush/trowel
SiConit	SiC + Al_2O_3	Trowel
SiCast EP 135	SiC	Cast

n/a: information not available

جدول ۱ پوشش های تست شده با پایه رزین اپوکسی

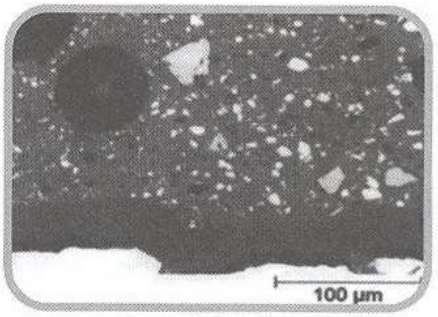
Table 2: Tested polyurethane-base coatings

Name	Fillers	Application
RH 1230	n/a	
RH Poli	n/a	
Cerami Flex EG	Pigments and silicas	Trowel
Cerami Flex FG	n/a	Brush
Metaline 560	None	Brush/cast/spray
Metaline 580	None	Brush/cast/spray
Metaline 590	None	Brush/cast/spray

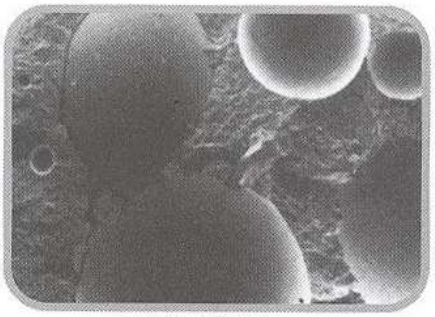
n/a: information not available

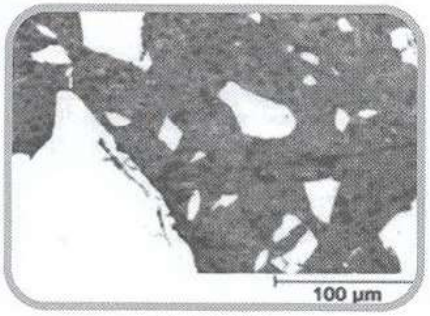
جدول ۲ پوشش های تست شده با پایه پلی یورتان

[Downloaded from journal.pumpiran.com on 2026-11-15]



شکل شماره ۲


شکل شماره ۳



شکل شماره ۴

رزین با پایه اپوکسی

بیشتر پوششهای تست شده متعلق به گروه رزین های اپوکسی میباشد. **(جدول ۱ و تصویر۱)**. جهت افزایش مقاومت سایشی، این رزین‌ها را با دانه‌های آلومینا و سیلیکون کار باید مخلوط می‌نمایند. انواع این پوششها، بسته به رزین اپوکسی بکار رفته و سیستم هاردنر آن و هچنین مقدار و توزیع دانه‌ها با یکدیگر تفاوت دارند. سخت کننده درست قبل از مصرف با اپوکسی مخلوط می‌گردد. با اعمال این مخلوط، پوشش در دمای محیط سخت می‌گردد. ثبات و دوام مواد پوشش بسته به نوع، اندازه، و مقدار مواد پرکننده یا افزودنی‌ها تغییر میکند. ترکیب تهیه شده قابل اعمال به روشهای، اسپری، قلم موومالهکشی می‌باشد. از آنجائیکه این مواد حاوی ذرات سرامیک می‌باشند، تولید کنندهگان این مواد، اشتباهاً آنها را بنام پوششهای سرامیکی یا مایعات سرامیکی می‌شناسند در حالیکه که این نوع پوشش‌ها شامل زمینه‌ای پلیمری و ذرات سخت می‌باشند.

شکل ۲ تا ۴ نشانگر نمونه‌های متنوع پوشش‌ها و فرمولاسیون آنها است. شکل ۲ نمونه بارزی از پوششهای اعمال شده توسط ماله و قلم مو است. به غیر از چند ذره قابل اندازه‌گیری و تعدادی حباب هوا که بشکل کروی دیده می‌شود، مابقی ذرات سرامیکی هستند. ضخامت‌های عادی و مرسوم حدود صدها میکرون هستند. مواد نمایش داده شده در شکل ۳ و ۴ حاوی ذرات سرامیکی با اندازه خاص بوده که فقط با ماله قابل اعمال میباشند و لذا با کاردک دندانپزشکی کار شده‌اند. بدلیل بزرگی نسبی ذرات ،این چنین لایه هایی حداقل ۳میلی متر ضخامت دارند.

■ **شکل ۲- مقطع Thortex cerami Tech FG. نشانگر ذرات سفید سرامیک در زمینه اپوکسی خاکستری با حباب‌های باقیمانده (نقاط سیاه)**

■ **شکل ۳- عکس مقطع توسط میکروسکوپ الکترونی از ترکیب اپوکسی ماله کاری شده با دانه‌های کروی آلومینا.**

■ **شکل ۴- مقطع ترکیب ماله کاری شده SICONIT زمینه اپوکسی خاکستری رنگ وذرات سیلیکون کاربید سفید.**

پایه پلی یورتان

بخش دوم پوششها، پایه پلی یورتان‌ها (pu) هستند. این مواد بوسیله اسپری اعمال می‌گردند. برس‌زنی یا ریخته‌گری این مواد به فرمولاسیون و مواد افزودنی آنها بستگی دارد. puبدون مواد جامد برای جلوگیری از سایش به طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد. از خاصیت انعطاف‌پذیری این رزین در جهت مقابله با ضربه ذرات جامد و کاهش میزان سایش استفاده می‌شود. دو نوع pu در جدول ۲ مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

■ پوشش‌های pu که با مواد سخت تقویت شده‌اند (مشابه پوشش های اپوکسی).

■ پوشش‌های pu تقویت نشده با مواد سخت (مشابه لاستیک کاریrubber lining).

مقاوم به سایش وکاویتاسیون

■ قبلاً دستگاه تست سایش و کاویتاسیون جهت یافتن روش‌هایی برای افزایش مقاومت به سایش و کاویتاسیون به کار می‌رفت. و بررسی رفتار در محیط خورنده ضروری به نظر نمی‌رسید. و اکنون رفتار پلیمرها تحت شرایط خورنده نیز مورد بررسی قرار میگیرد. در تحت شرایط خورنده مشاهده شد که لایه پلیمری بدون هیچگونه آسیبی سالم باقی مانده است. درزها و نقاط آسیب دیده در اثر سایش در پوشش‌ها می‌تواند نقطه شروع خوردگی در لایه‌های زیرین گردد. مایعات خورنده مهاجم که بطور گسترده‌ای در صنایع استفاده می‌شوند مورد توجه این مقاله می‌باشد.

تست سایش

تعیین میزان سایش محصولات در مقابل حمله ذرات جامد ساینده که درون سیال پمپاژ شده وجود دارند با برخورد ذرات جامد برنمونه پوشش داده شده انجام می‌گیرد. مخلوطی از ماسه‌های نوک تیز (سیلیس با مش۸۰ میکرون) و آب با سرعت ۱۵ متر برثانیه، و زاویه برخورد ۴۵ درجه برروی نمونه پاشیده میشود (شکل شماره ۵). پس از آن میزانVe از روی مقدار خورده شده محاسبه می‌گردد.

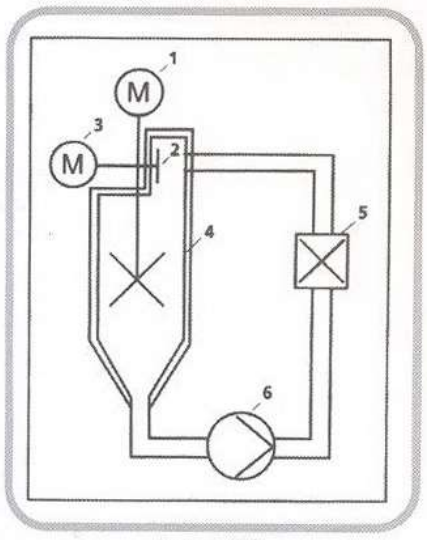
$$Ve=(Ekin./m).1000$$

Ve میزان سایش گرمای - ویژه به واحد kj/mm^3

M △ کاهش وزن نمونه به گرم

دانسیته (پوشش) به g/cm^3

Ekinانرژی جنبشی ذرات به Kj



شکل شماره ۱

شکل -۵ شکل شماتیک از ایستگاه تست سایش پارامترها عبارتند از -A زاویه ۴۵ درجه B-سرعت معلق بودن مایع ۱۵ متر برثانیه -C دانه‌بندی (کوارتز)۸۰ میکرون -۱ موتور هم زن -۲ دیسک نمونه -۳ موتور معلق دستگاه -۴ محفظه تعلیق - ۵ جریان سنج القائی -۶ پمپ گریز از مرکز (دور متغیر)

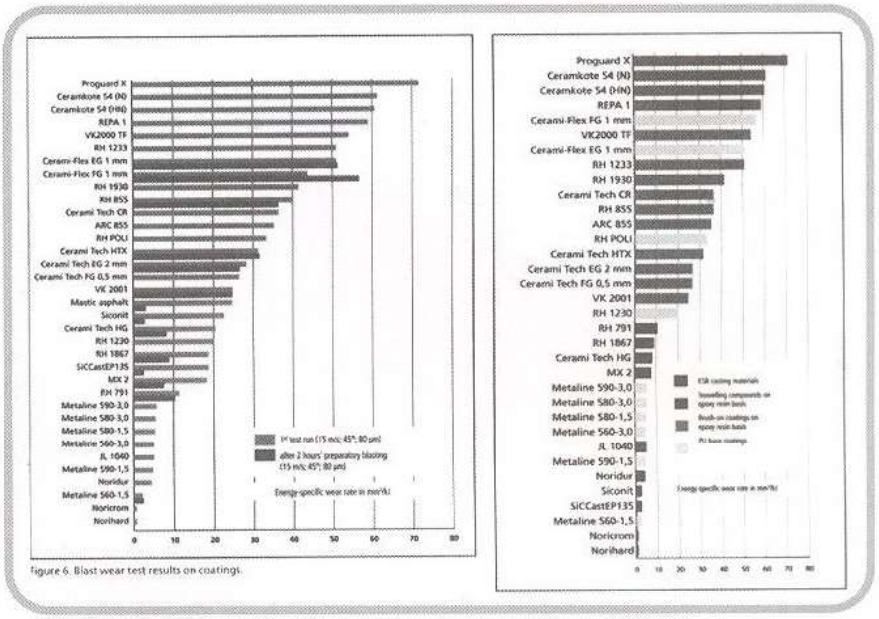
[Downloaded from journal.pumpiran.com on 2026-11-15]

یافته ها

نمودار ۶ و۷ بررسی نتایج برخورد ذرات ساینده برروی نمونه‌های پوشش داده شده را نشان می‌دهند. با هدف مقایسه مقادیر سایش، مواد ریخته Norihard (چدن سفید۳-Noricrom۱.۴۵۷۵،(GX۲۵۰CrMo۱۵

(فولاد ضد زنگ سه زمینه‌ای مقاوم به خوردگی و سایش ۱.۴۵۹۳(Gx۱۵۰-CrNiMoCuN۴۱-۶-۲ Noridur (فولاد ضد زنگ دو زمینه‌ای۳-۶-GX۳CrNiMoCuN۲۴) و چدن خاکستری۲۵-GG در تست آورده شده‌اند.

پوشش‌های اعمال شده با قلم مو که کار با آن راحت‌تر است این چنین رفتاری از خود نشان نمی‌دهند و میزان سایش اولیه به حالت ثابت باقی می‌ماند. بدین معنی که ذرات سخت‌ریز محافظت کمتری ایجاد می‌نمایند. در میان پوششهای پایه پلی یورتان، میزان سایش پلی‌یورتان خالص و تقویت نشده از بقیه کمتر است در حالیکه مقاومت سایر ترکیبات این ماده در ترکیب با ذرات سخت به مراتب بهتر از ترکیبات با پایه اپوکسی میباشد. تنهاپوشش‌های موجود در لیست جدول ۴ میزان مقاومت سایشی که قابل مقایسه با۱ Noridor،۴۵۹۳ و چدن



شکل ۷ نتایج تست سایش برروی پوشش ها

تجربه نشان داده که میزان سایش پوشش بتدریج در حین تست کاهش می‌یابد (سایش زیاد آغازین احتمالاً به مقدار ثابتی می‌رسد) از اینرو برای بدست آوردن مقادیر قابل مقایسه، بعضی از پوشش‌ها حدود دو ساعت بیشتر از زمان معمول تحت سایش باقی می‌مانند. این پدیده برای پلیمرهای نرم که در ابتدا ساییده و از بین میروند و سطح زیرین (فلز پایه) را در معرض سایش باقی میگذارند طرح‌ریزی شده است. ترکیبات ماله‌کاری شده که حاوی مقادیر زیادی از دانه‌های درشت باشند بعد از اینکه به آهستگی ساییده می‌شوند مقاومت آشکاری در عملکرد ازخود نشان می‌دهند.

خاکستری باشد دارا می‌باشند یافته‌های این تحقیق به قرار زیر هستند.

* مقامت پوششها نسبت به ذرات متفاوت به طور گسترده‌ای تغییر می‌یابد.
* میزان سایش آنها غالباً کمتر از چدن خاکستری ۲۵-GG میباشد.
* هیچ کدام از آنها به مقامت سایشی Norihard در شکل ۶ نمی رسد.

مفهوم عملی

تفسیر صحیح این یافته‌ها برای کاربرد عملی موارد زیر را تشکیل میدهند.

* این نتایج فقط بیانگر مقایسه مقاومت‌های سایشی مواد متفاوت می‌باشند.
* تاثیرات خوردگی در مقادیر اندازه‌گیری شده برای سایش دخالت داده نشده‌اند.

در عمل مشکلات فراوان مربوط به سایش با جایگزینی فولادهای ریخته بجای چدن خاکستری حل می‌گردند در کارکرد واقعی پمپ در معرض خوردگی، جریان مایع، کاویتاسیون و سایش ذرات جامد قرار دارد. چدن مقاومت پایینی در برابر عوامل خورنده دارد و پمپاژ مایعات نسبتاً خورنده منجر به آسیب‌های خوردگی - سایشی روی پروانه‌ها می‌گردد. لایه‌های محافظ به صورت مکانیکی ساییده شده و فلز به سرعت خورده میشود. نفوذ مقادیر جزیی از ذرات جامد موجب تشدید فرایند سایش- خوردگی می‌گردد. در این چنین حالت‌هایی موادی با مقاومت بالای خوردگی شیمیایی مسئله سایش را که در واقع مشکل ناشی ازخوردگی است حل خواهد نمود و بهترین راه‌حل، پوشش فلز پایه می‌باشد که در حفظ مواد زیرین از خوردگی موثر خواهد بود.

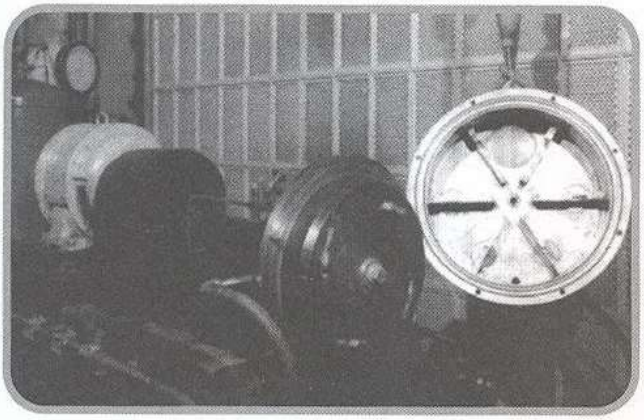
کاویتاسیون

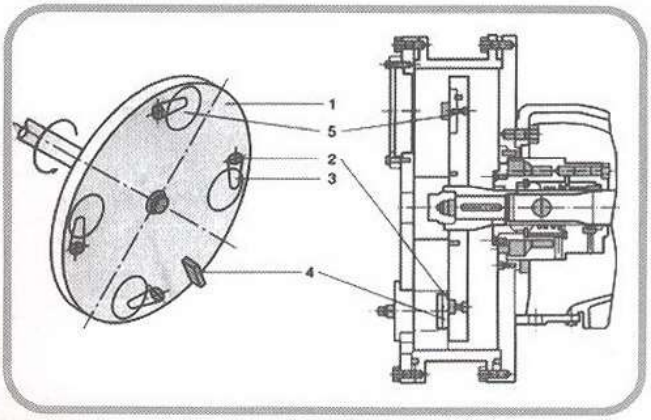
آزمایش مقایسه‌ای مقاومت به کاویتاسیون روی نمونه‌های پوشش داده شده در ماشین کاویتاسیون انجام می‌گردد. مطالعات نشان داده که کاویتاسیون شدید باعث ورقه‌ورقه شدن سریع پوشش می‌گردد لازم به گفتن است که در این تست، طول حباب‌های کاویتاسیون تا۴۰ میلی متر میرسد.

یافته ها

پوششهای با پایه رزین اپوکسی که چه به روش پاشش یا قلم موی دستی اعمال شده بودند و با ذرات دانه‌ریز تقویت شده وزیر۱ میلیمتر ضخامت داشتند در چند ساعت اولیه شروع به حفره‌دار شدن نمودند. و فشارهای متعاقب کاویتاسیون باعث کنده شدن پوشش از سطح فلز اصلی گردید (شکل ۹a, و b). در وضعیت ضخامت بالاتر و روش غلطک کاری برای اعمال پوشش و ذرات درشت‌تر مواد تقویت کننده، پوشش به سادگی پاره شده و سایش فلز زیری نیز زیاد است (شکل ۹c). پوشش‌های پلی‌یورتان حاوی ذرات سخت با سرعت یکنواخت پوشش‌های با پایه اپوکسی خورده می‌شوند (شکل ۹c). فقط یک تولید

[Downloaded from journal.pumpiran.com on 2026-11-15]





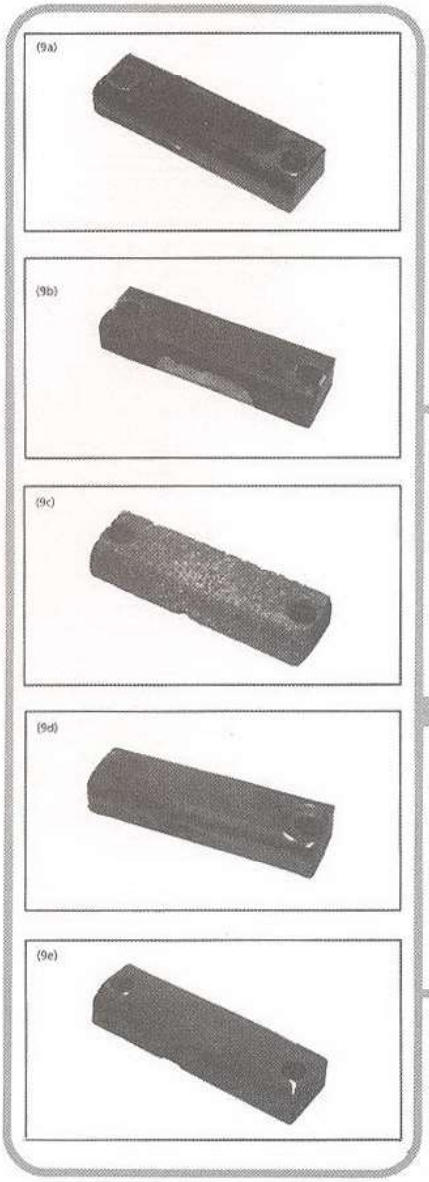
شکل ۸-شکل شماتیک آسیاب ۱- دیسک گردان ۲-تعدادی سوراخ برای ایجاد کاویتاسیون ۳- مسیر حباب های کاویتاسیون ۴- نگهدارنده نمونه ۵- نمونه متحرک

کننده پوشش pu وجود دارد که محصولات او مقاومت زیادی به تاثیرات کاویتاسیون نشان می‌دهد بطوریکه که بعد از ۱۰۰ ساعت حفره‌های اندکی روی سطح دیده می‌شود. به علاوه چسبندگی پوشش روی سطح فلز پایه در این مورد کاهش می‌یابد. از آنجایکه پوشش روی سطح کاملاً کنده و از سطح فلز خارج نمی‌گردد لذا سطح فلز پایه مورد محافظت پوشش باقی میماند. جدول ۵ یافته‌های تست را مورد بررسی قرار می دهد.

a- پوشش vk۲۰۰۰TF بعداز یک ساعت تست در کاویتاسیون با حباب های ۴۰ میلی متری b- پوشش proguard x بعداز یک ساعت با حباب کاویتاسیون ۴۰ میلی متری c- پوشش tech HC thoretex ceromi بعد از ۵ ساعت در کاویتاسیون با حباب ۴۰ میلی متری - D پوشش Metaline۵۶۰ بعد از ۱۰۰ ساعت در کاویتاسیون با حباب ۴۵ میلی متری e- پوشش flexEG cerami بعد از ۶ ساعت در کاویتاسیون با حباب ۴۰ میلی متری

مفهوم عملی

نتایج نشانگر این مطلب است که پوشش های تست شده قدری بالاتر از حداسمی مقاومت به کاویتاسیون از خود نشان میدهند. در شرایط آرام که در تست بازسازی میشود موادی مثل برنز



شکل ۹- سری نمونه های تست شده برای سنجش در شرایط کاویتاسیون

(CUSN۱۰) و۱.۴۴۰۸ (فولاد آستنیتی ضدزنگ ۲-۱۱-۱۹ GX۵crNi Mo) هیچگونه آسیبی در ۱۸۰ ساعت تست نشان نمی‌دهند. به هر حال برای سایش وکاویتاسیون باید به یاد داشته باشیم که نیروها و تنش‌ها در عمل به شرایط اضافه میگردد. در صورتیکه از مواد چدنی برای فلز پایه استفاده نماییم پوشش خوب، وضعیت را بهبود بخشیده و میتواند در مقابل نیروها و تنش نیز از خود مقاومت نشان دهد یافته نشان میدهد که پوشش پلی یورتان تقویت نشده انعطاف‌پذیر جدول ۳ ترکیب شیمیایی مواد ریخته‌گری تست شده بهترین نتایج را از خود نشان میدهد از آنجائیکه شدت کاویتاسیون واقعی در عمل غیر قابل پیش بینی می‌باشد، لذا برای جنس پروانه‌ها فولاد ریخته ضد زنگ بهترین انتخاب میباشد.

مثال عملی

کاویتاسیون در پروانه های چاه عمیق

پروانه پمپ‌های چاه عمیق را که نشانه‌های کاویتاسیون بسیار کمی را از خود بروز میدادند با پوشش ona۱۳۲۱zbel (پوشش با پایه اپوکسی به همراه دانه‌های سرامیک) تعمیر و روکش نموده و به سرویس عملی باز گرداندند و بعد از دو سال مداوم در کاویتاسیون پوشش از بین رفته بود آسیب در شکل a۱۰ و b۱۰ نشان داده میشود و تاییدی بر یافته‌های آزمایش شد در ناحیه کاویتاسیون ابتدا پوشش زبر شده و سپس بتدریج چسبندگیش کم شده ونهایتاً کنده شده بود.

[Downloaded from journal.pumpiran.com on 2026-11-15]

فاضلاب دارای ذرات جامد

پمپ‌های E۱۲۵-۳۱۵ بعد از دو سال سرویس عملی، آسیب‌های سنگین خوردگی - سایشی از خود به صورت سوراخ شدگی در سرپوش رانش که از چدن خاکستری بوده‌اند نشان دادند شکل ۱۱a . دلیل سایش، مقادیر زیاد ذرات ماسه در فاضلاب و نقطه‌کاری با جریان کم بودند.

برای حل وضعیت پیش آمده، در قطعات ریخته، سرپوش رانش وپروانه‌ها، پوششی ۳ میلی متری از ترکیب ARCMX۲ با ماله اعمال گردید. بعد از ۶۴۷۴ ساعت عملیات، قطعات فوق هیچ سایش محسوسی نداشتند. در واقع در این فاصله زمانی سیال خنثی از جهت شیمیایی تاثیر برفلز پایه از نظر زنگ زدگی نیز نداشت .

Table 3: Chemical composition of tested casting materials (wt%)

Material	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Cu	Others
Norihard	2.6	0.6	0.7	15.0		2.6		
Noridur	<0.04	<1.5	<1.5	25.0	6.0	2.5	3.0	N
Noricrom	1.5	<1.0	<1.0	40.5	6.0	2.5	<1.2	N

Table 4: Coatings with wear rates comparable to those of grey cast iron JL1040

Name	Base	Fillers	Wear rate (mm^3/kJ)
JL 1040	–	–	5.0
Cerami Tech HG	Epoxy resin	Carbides and ceramic particles	8.2
ARC MX2	Epoxy resin	Al_2O_3	7.8
SiConit	Epoxy resin	$SiC + Al_2O_3$	2.8
Metaline 560	PU/polyester	None	2.7-5.0*
Metaline 580	PU/polyether	None	5.5-5.7*
Metaline 590	PU/polyether	None	4.9-5.8*

* layer-thickness dependent

جدول ۴ / پوشش ها ومقایسه مقدار سایش با چدن خاکستری GG-۲۵





شکل ۱۱: a- آسیب عمده ناشی از خوردگی - سایشی بر روی قطعه سرپوش رانش پوشش داده نشده پمپ ۳۱۵-۱۲۵
بعداز پوشش دهی با ARCMX۲ برروی قطعه های رانش (B) نشانگر آسیب جزئی بعداز ۶۴۷۴ ساعت کار کرد میباشد.





شکل ۱۰: a- پروانه های ساخته از CUSN۱۰-Cیا پوشش ona۱۳۲۱zBel که دراثر کاویتاسیون پوسته پوسته شده‌اند
b- جزئیات آسیب کاویتاسیون

جمع بندی

ترکیب پوششی از پلی‌یورتان تقویت نشده، تنها پوششی است که مقاومت خوب سایشی از خود در معرض ذرات ساینده، نشان میدهد (جدول۴).

تحت شرایط کاویتاسیون، تمامی پوشش‌ها در نهایت سریعاً دچار ایراد میگردند. لذا استفاده از پوششهای آلی پیشنهاد نمی‌شود. پلی‌یورتان تقویت نشده برروی سطوح چدن خاکستری تنها برای نقاطی که کاویتاسیون اندکی وجود دارد پیشنهاد میگردد.

پوشش‌های عالی فقط برای نقاطی که برای اعمال قابل دسترس بوده با موفقیت استفاده می‌شوند از طرفی فلز پایه، باید به طور صحیح زیرسازی و آماده سازی شده و سپس پوشش به طور صحیح اعمال گردد و در غیر این صورت، پوشش اعمال شده به فلز پایه نخواهد چسبید. بنا بر این کانال‌های باریک پروانه و حلزونی‌های باریک را نمی‌توانیم به طور صحیح پوشش دهیم. پیشنهادات سازندگان پمپ که با در نظر گرفتن سیال پمپاژ شده و دمای کاری پوشش، ارائه می‌گردد باید با توجه ویژه ای تهیه گردد.

بازرسی منظم و دوره‌ای پوشش توصیه می‌گردد تا بتوانیم تعمیر بی‌درنگ نقاط آسیب دیده را انجام دهیم و از آسیب به فلز پایه جلوگیری نماییم.

مرجع:
نشریه World Pump شماره۴۷۰ سال ۲۰۰۶

Name of coating	Time to failure (h) /number of specimens	Rating
VK 2000 TF	1 h / 4	Poor
VK 2001	2.5 h / 2	Poor
Cerami Flex EG	4 h / 2	Poor
Cerami Flex HG	5 h / 4	Poor
Proguard X	1 h / 4	Poor
Cerami Tech HG	5 h / 3	Poor
Polymerguss VE 200	4.5 h / 4	Poor
Metaline 560	100 h / 2	Good
Metaline 590	45 h / 2	Good

جدول ۵ / نتایج آزمایش های کاویتاسیون روی پوشش های مختلف

[Downloaded from journal.pumpiran.com on 2026-11-15]



خرابی در اجزای یاتاقانهای غلتشی

پمپهای گریز از مرکز

مهندس عادل عیوضیان / کارشناس قسمت طراحی پمپ شرکت صنایع پمپیران



مهندس عادل عیوضیان

کارخانجات سازندهٔ یاتاقان برای مشکلات اجزای یاتاقانهای غلتشی مراجع بسیار عالی پیشنهاد می‌کنند که شامل عکس و تصویر از یاتاقانهای مشکل‌دار و دلایل از کارافتادگی و خرابی آنها می‌باشند، که این رویکرد صرفاً برای موارد خاص مثل پمپهای گریز از مرکز نبوده بلکه این رفرنسها بصورت جامع برای کاربردهای متفاوت مورد استفاده است.

بیشترین علل مشکلات یاتاقانها در پمپهای گریز از مرکز معمولاً مربوط به نواحی هیدرولیکی و یا تعمیرات و نگهداری می‌باشد که این نواحی در آنالیز و تجزیه تحلیل می‌بایست به همراه روغنکاری و طراحی مورد توجه ویژه قرار گیرند.

پنج دلیل عمده برای این مشکلات در اجزای یاتاقانهای غلتشی وجود دارد که عبارتند از:

۱) باراضافی
۲) روانکاری نامناسب
۳) آلودگی یا وجود ناخالصی در روانکار
۴) ضعف در اجرای تعمیرات و نگهداری
۵) مشخصات نادرست

جدول (الف) مجموعه کاملی برای عیب‌یابی اجزای یاتاقانهای غلتشی پمپهای گریز از مرکز ارائه می‌دهد که این مجموعه برای تشخیص دلایل خرابی بسیار مفید است، اما نمی‌بایست به عنوان تنها مرجع تحلیل نواقص و عیوب مورد توجه قرار گیرد.

در یک نگاه، لیست عیب‌یابی زیر به عنوان کمک و راهنمایی است که بر مبنای دلایل بالقوهٔ اکثر مشکلات تجربه شده برای اجزای یاتاقانهای غلتشی در پمپهای گریز از مرکز لیست شده است.

باراضافی

از آنجا که عمر اجزای یاتاقانهای غلتشی نسبت معکوس با توان سوم بار اعمالی دارد بنابراین هر بار

[Downloaded from journal.pumpiran.com on 2026-11-15]

اضافی اعمالی تأثیر بسیار شدیدی بر عمر یاتاقان خواهد گذاشت.

$$\text{عمر یاتاقان} = \frac{\text{مقدار ثابت}}{\text{توان سوم نیرو} \times \text{سرعت}}$$

دلایل زیادی جهت ایجاد بارهای اضافی وجود دارد. اما مجموعهٔ ارائه شدهٔ زیر جهت چک کردن و بررسی موارد و منابع خاص مورد استفاده قرار می‌گیرد.

اطمینان حاصل کنید که تلرانس‌ها در موقعیتهای مونتاژی روی محفظه و محور در حد قابل قبول باشد، که در کاربری‌های دما بالا برای حفظ تلرانسهای مونتاژی قطعات در محدودهٔ قابل قبول، نیاز به خنک‌کاری خواهیم داشت.

عدم رعایت تلرانس مناسب در محفظه یاتاقان باعث ایجاد باراضافی محوری شده که در یاتاقانهای رادیال باعث افزایش دما در محور جا داده شده در محفظه می‌گردد که نهایتاً منجر به گریپاژ در مجموعه خواهد شد.

اطمینان حاصل کنید که لقی داخلی یاتاقان متناسب با نوع مصرف (کاربرد) آن است.

انتخاب یاتاقان با لقی داخلی زیاد ممکن است برای شرایط کارکرد در دمای بالا و یا در داخل موتور که انتظار افزایش درجه حرارت در آن می‌رود، مورد نیاز باشد.

آیا پمپ به طور مداوم در شرایطی پایین‌تر از بهترین نقطه آبدهی (BEP) کار می‌کند؟ این شرایط باعث افزایش بارهای اضافی شعاعی روی پروانه در پمپهای حلزونی، مخصوصاً پمپهای تک حلزونی می‌گردد که این به نوبهٔ خود باعث افزایش بار بر روی یاتاقانها خواهد شد.

آیا افزایش لقی دورانی داخلی پمپ مثلاً به هنگام استفاده از رینگ سایشی باعث افزایش بار محوری شده است؟ که مشابه این امر در اثر مسدود شدن سوراخهای تعادل پروانه‌ها اتفاق خواهد افتاد.

آیا در روانکاری مجدد یاتاقان مقدار کافی از گریس مورد نیاز اضافه شده است؟

گریس اضافی موجب افزایش گرما و در نتیجه کاهش لقی داخلی یاتاقان و افزایش موقتی بار یاتاقان می‌گردد.

در بسیاری از یاتاقانها براثر گریس کاری زیاد عمر یاتاقان بطور ناگهانی و به سرعت کاهش می‌یابد.

آیا مسیر مناسبی جهت خروج گریس اضافی از

جدول (الف)

مشخصه‌های طرح	عملیات نگهداری ضعیف	آلوده بودن روانساز	روانکاری نامناسب	باراضافه
انتخاب طرح	دمای کار یاتاقان	آببندی مناسب	لزجت روغن	انطباقات
DN	دمای حین مونتاژ	انبار روغن	نوع روغن	BEP
لقی	تمیز بودن کار	تمیز کردن	سطح روغن	لقی داخلی
تلرانسها	صافی و شکل هندسی قطعات	رنگ مناسب	تهویه بخار روغن	لقی قطعات
روانکاری	تلرانس‌ها		تعویض روغن	گریس اضافه
	شستشوی محفظه		نوع گریس	پیش گرم
	تراز مجدد			تراز کوپل

یاتاقان وجود دارد؟

باید با پیش گرم مناسب از خرابی ناشی از عدم تعادل انبساط حرارتی محور و محفظه در مصارف سیالات گرم، جلوگیری کرد.

رشد انبساطی محور قبل از محفظه ممکن است باعث تداخل اجزای گردان و محفظه گردد که حتی پس از رسیدن محفظه به دمای کاری و رفع درگیری، و حتی اگر یاتاقان در لحظهٔ درگیری صدمه چندانی ندیده باشد، باز هم دچار کاهش عمر شدید خواهد شد.

کارخانجات سازندهٔ یاتاقان برای مشکلات اجزای یاتاقانهای غلتشی مراجع بسیار عالی پیشنهاد می کنند که شامل عکس و تصویر از یاتاقانهای مشکل‌دار و دلایل از کارافتادگی و خرابی آنها می باشند، که این رویکرد صرفاً برای موارد خاص مثل پمپهای گریز از مرکز نبوده بلکه این رفرنسها بصورت جامع برای کاربردهای متفاوت مورد استفاده است.

بیشترین علل مشکلات یاتاقانها در پمپهای گریز از مرکز معمولاً مربوط به نواحی هیدرولیکی و یا تعمیرات و نگهداری می باشد که این نواحی در آنالیز و تجزیه تحلیل می‌بایست به همراه روغنکاری و طراحی مورد توجه ویژه قرار گیرند.

عدم همراستایی پمپ و محرک باعث ایجاد باراضافی و چرخش نامناسب اجزای غلتشی در شیار یاتاقان خواهد شد.

روانکاری نامناسب:

آیا روغن با ویسکوزیتهٔ صحیح، متناسب با حداکثر دمای یاتاقان انتخاب شده است؟

آیا نوع صحیح روغن استفاده می‌گردد؟

هیچ گاه از روغنهای پاک کننده برای روانکاری یاتاقانها استفاده ننمایید. روغنهای مصنوعی دماهای کاری بالاتری را تحمل می‌کنند.

آیا سطح روغن در محفظهٔ یاتاقان صحیح است؟

سطح صحیح روغن در سیستمهای بدون رینگ روغن پاش در ارتفاع نصف ساچمه پایینی و در سیستمهای با رینگ روغن در ارتفاع زیر ساچمهٔ پایینی است.

آیا در هنگام استفاده از روغن برای روان کاری چک کردن هواگیری محفظه یاتاقان مفید است؟

آیا تعویض روغن مطابق برنامه‌ریزی زمانبندی شده انجام می‌شود؟

اگر روانکاری با گریس صورت می‌گیرد، آیا انتخاب صحیح در مورد نوع گریس (غلظت گریس، مواد پایه گریس و ...) و مقدار آن انجام شده است؟

نکته قابل توجه این است که ترکیبات روغن گریس باید دارای همان و یسکوزیته روغن در روش روانکاری حمام روغن را داشته باشد.

[Downloaded from journal.pumpiran.com on 2026-11-15]

آلوده بودن روانساز:

اگر در نزدیکی الکتروپمپ منبع رطوبت یا نشتی بخار وجود داشته باشد موارد زیر باید چک گردد.

۱- آیا محفظه یاتاقان بطور کامل آببندی شده است.

۲- آیا جهت جمع‌آوری رطوبت در قسمت تحتانی محفظه یاتاقان مخزن تخلیه‌ای وجود دارد؟

۳- آیا قبل از پر شدن مخزن تخلیه، آب داخل آن تخلیه شده است.

۴- آیا داخل محفظهٔ یاتاقان بوسیله دستگاه خشک کن بادی تمیز شده است؟ در صورت وجود مخزن متعادل کننده فشار روغن آیا بوسیلهٔ باد داخل آن تمیز شده است.

۵- آیا در محل محفظه یاتاقان آببندهایی بجای بوش یا کاسه نمد برای محافظت بهتر محفظه یاتاقان از ورود رطوبت و ذرات خارجی آلوده در نظر گرفته شده است؟

۶- آیا روغن، روانکاری در ظروف آببندی شده نگهداری می‌شود تا از ورود رطوبت و ذرات خارجی آلوده در امان باشند.

۷- آیا محفظهٔ یاتاقان در زمان آخرین تعویض یاتاقان بطور کامل تمیز شده است؟

۸- آیا رنگ استفاده شده جهت رنگزنی محفظهٔ یاتاقان از نوع رنگ صحیح است؟

ضعف در نگهداری :

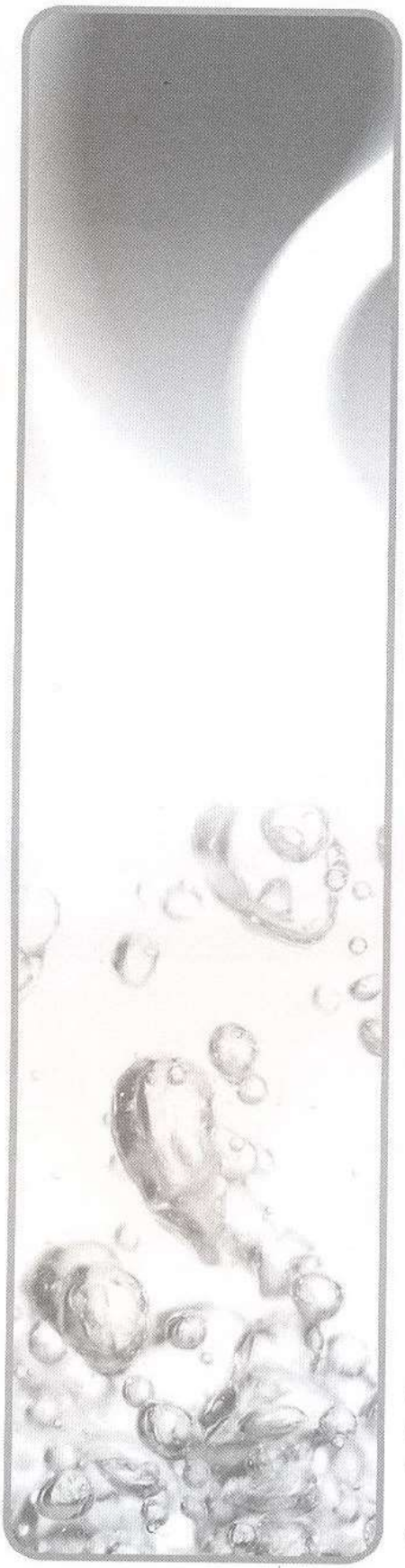
نگهداری یاتاقانهای غلتشی پمپهای گریز از مرکز نسبت به آنچه در این بخش مطرح خواهد شد نیاز به توجه بیشتری دارند و صرفاً تعدادی از موارد کلیدی که تأثیر بسیار اساسی در عمر یاتاقان دارند در این بخش بحث خواهد شد.

در موقع عیب‌یابی یاتاقانهای غلتشی توجه به این موارد کلیدی بسیار مهم است. از گرم کردن یاتاقان بیشتر از ۱۲۵ درجه سلسیوس خودداری فرمایید.

گرم کردن اضافی یاتاقان قبل از نصب می‌تواند باعث تغییرات در ساختار فلزی اجزای یاتاقان شود که منجر به خرابی سریع در یاتاقان خواهد شد.

استانداردهای تمیزی یاتاقان باید رعایت شود. تعویض یاتاقان در محلی که در هوای محیط آن ذرات غبار معلق وجود دارد، مجاز نیست. در زمان نصب یاتاقان به روش گرم کردن، حمل یاتاقان باید با دستکشهای تمیز صورت گیرد.

شکل هندسی و صافی سطوح محور و محفظه یاتاقان دارای اهمیت هستند. یاتاقان باید بدون وارد آمدن نیروی غیر ضروری روی رینگ خارجی داخل محفظه یاتاقان مونتاژ شود.



محور دارای لنگی غیر مجاز ممکن است باعث خرابی رینگ داخلی یاتاقان گردد. تلرانسهای محور و محفظه یاتاقان باید در هر بار تعویض یاتاقان اندازه‌گیری و کنترل شوند.

این اندازه‌ها بهتر است در محدودهٔ تلرانس یک ده هزارم اینچ یا (۰/۰۰۲۵mm) باشند و برای جلوگیری از خطای اندازه‌گیری باید اندازه‌گیری دردمای پایین‌تر از ۷ درجه سلسیوس صورت گیرد.

تمیز بودن محفظه یاتاقان بطوری که در بالا گفته شد همواره مهم می‌باشد. باقی ماندن قسمت یا تکه‌ای از یاتاقان آسیب دیده یا مواد زائد خارجی در محفظه یاتاقان منجر به کاهش عمر یاتاقان خواهد شد.

رعایت روش نصب صحیح که به عنوان راهنمای نصب توسط کارخانهٔ سازندهٔ یاتاقان ارائه داده می‌شود از آسیب دیدن نابهنگام یاتاقان در موقع مونتاژ روی محور و داخل محفظه یاتاقان جلوگیری خواهد کرد.

نکته‌ای که در اینجا حائز اهمیت است اجتناب از اعمال هر نوع نیروی محوری به اجزای چرخشی یاتاقان است بخصوص در هنگام نصب یاتاقان در محفظه اعمال نیروی اضافی به رینگ درونی سبب آسیب دیدن اجزای چرخشی یاتاقان خواهد شد.

عمود بودن و هم مرکزی نیز باید چک گردد و نیز باید مطمئن شد که ناهمراستایی بین محور و محفظه ، یاتاقان وجود ندارد.

چک کردن عمل مغناطیس زدایی بعد از گرم کردن توسط هیترالقایی نیز مهم می‌باشد. در بسیاری از هیترهای القایی پیشرفته بطور اتوماتیک مغناطیس زدایی صورت می‌گیرد. این چک کردن ساده می‌تواند از پیوستگی اجزای فلزی یاتاقان که اساس مواد آنها آهن است جلوگیری کرده و از خرابی سریع آنها جلوگیری کند.

ناهمراستایی بین پمپ و محرک پمپ حتی زمانی که تراز نهایی بین پمپ و محرک آن به طور کامل و رضایت بخش انجام شده است هنوز هم دو محدودهٔ نگران کننده باقی می‌ماند که اکثراً از آنها چشم پوشی می‌گردد.

[Downloaded from journal.pumpiran.com on 2026-11-15]

الف : خرابی ناشی از عدم تراز مجدد پمپ و محرک در مصارف دما بالا (جایی که دمای سیال مورد پمپاژ بالای ° درجه سلسیوس باشد).

اگر پمپ در حالت سرد با محرک تراز گردد باید حداقل بعد از یک پریود زمانی یک ساعته از سرویس خارج شده و قبل از اینکه سرد گردد دوباره همراستا شوند.

تنها راه حل جایگزین این است که انبساط حرارتی بصورت دقیق در دسترس باشد یا از دفعات قبلی همراستا کردن پمپ در شرایط گرم تجربه شده باشد، و در هنگام اولین همراستا کردن در حالت سرد قرار دادن فاصلهٔ مورد نیاز برای انبساط حرارتی باید انجام شود.

ب : همراستا کردن دوباره پمپ بعد از حذف یا نصب دوبارهٔ قطعه‌ای از مسیر مکش یا رانش (که معمولاً یک صافی نیز می‌باشد) باید صورت بگیرد.

هر گونه تغییر و تبدیل در سیستم لوله‌کشی در مجاورت محل مکش و رانش پمپ می‌تواند دلیلی برای چک کردن همراستایی کامل پمپ و محرک باشد.

مشخصات نادرست:

در شرایطی خاص یاتاقان نصب شده برای کاربری در سرویس ممکن است در شرایط بحرانی قرار گیرد. ترکیبی از یاتاقان با سایز بزرگ و سرعت چرخش بالا منجر به بزرگ شدن عدد DN (قطر داخلی یاتاقان × rpm) می‌گردد که برای بلبرینگها عدد DN بزرگتر از ۲۰۰۰۰۰ با روانکاری گریس و عدد DN بزرگتر از ۲۵۰۰۰۰ با روانکاری به روش حمام روغن نیاز به مشاوره با مهندسین کارخانه سازندهٔ یاتاقان دارد تا عمر یاتاقان، عمری طبیعی باشد.

C3 لقی داخلی بلبرینگها بیشتر با محورهایی که تحت بار شعاعی بزرگ با شرایط کارکرد در پایین نقطه عملکرد بهینه (BEP) می‌باشند سازگار است.

نیاز به لقی بزرگ داخلی یاتاقان احتمال دارد منجر به استفاده از رولر برینگ گردد.

آیا انطباق صحیح محور و بلبرینگ تعریف شده است.

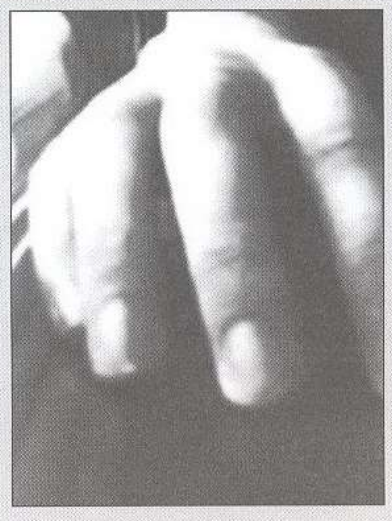
زمانی که در نوع انطباقات مجاز اطمینان نداریم برای بلبرینگ حداکثر تا قطر ۱۰۰ میلیمتر می‌توانیم از تلرانسهای H6 برای محفظه بلبرینگ و K5 برای محورها استفاده کنیم.

آیا می‌توان برای مهار نیروهای بزرگ محوری به جای یک یاتاقان دور ردیفه، از دو یاتاقان کفگرد تماس زاویه‌ای استفاده کرد؟

آیا روش روانکاری مناسب نسبت به سایز و سرعت بلبرینگ انتخاب شده است؟ روغن با ویسکوزیته بیشتر از موردنیاز ممکن است باعث ایجاد حرارت زیاد در بلبرینگهای با قطر بزرگ که در حمام روغن کار می‌کنند، می‌شوند.

خنک‌کاری یاتاقان ممکن است زمانی مورد استفاده قرار گیرد که عدد DN در ماکزیمم مقدار محدودهٔ تعیین شده باشد.

دقت شود یاتاقانهای با شیار پرکننده نباید تحت تأثیر بارهای محوری قرار گیرند که در این نوع یاتاقانها معکوس شدن جهت اعمال نیرو برای عملکرد آن خطرناک بوده و به سرعت باعث خرابی و نقص در یاتاقان خواهد شد.



پنج مورد کلیدی که مورد توجه قرار گرفتند در مورد عمر یاتاقانهای غلتشی پمپهای گریز از مرکز، به ما اجازهٔ بررسی، انتخاب و حذف موارد غیر قابل توجه و غیر ضروری در عیب‌یابی را می‌دهد. این مزیت باعث دوری ما از روش آزمون و خطا برای عیب‌یابی می‌گردد.

ما می‌توانیم علت منطقی و محکم خود را انتخاب کنیم که در پیدا کردن دلیل اصلی عیب ونقص موفق باشیم.

کلام آخر

پنج مورد کلیدی که مورد توجه قرار گرفتند در مورد عمر یاتاقانهای غلتشی پمپهای گریز از مرکز، به ما اجازهٔ بررسی، انتخاب و حذف موارد غیر قابل توجه و غیر ضروری در عیب‌یابی را می‌دهد. این مزیت باعث دوری ما از روش آزمون و خطا برای عیب‌یابی می‌گردد.

ما می‌توانیم علت منطقی و محکم خود را انتخاب کنیم که در پیدا کردن دلیل اصلی عیب ونقص موفق باشیم.

برای مثال، اگر بلبرینگی در دفعات قبلی به مدت طولانی با روغن کاری خاصی در شرایط معین کارکرده است ولی این بار در مدت زمان کوتاهی دچار مشکل می‌گردد، نمی‌توانیم نتیجه بگیریم انتخاب روغن ناصحیح بوده است بلکه روغن استفاده شده در شرایط قابل قبول نبوده و یا در بلبرینگ یا محفظهٔ بلبرینگ استفاده شده آلودگی وجود داشته است.

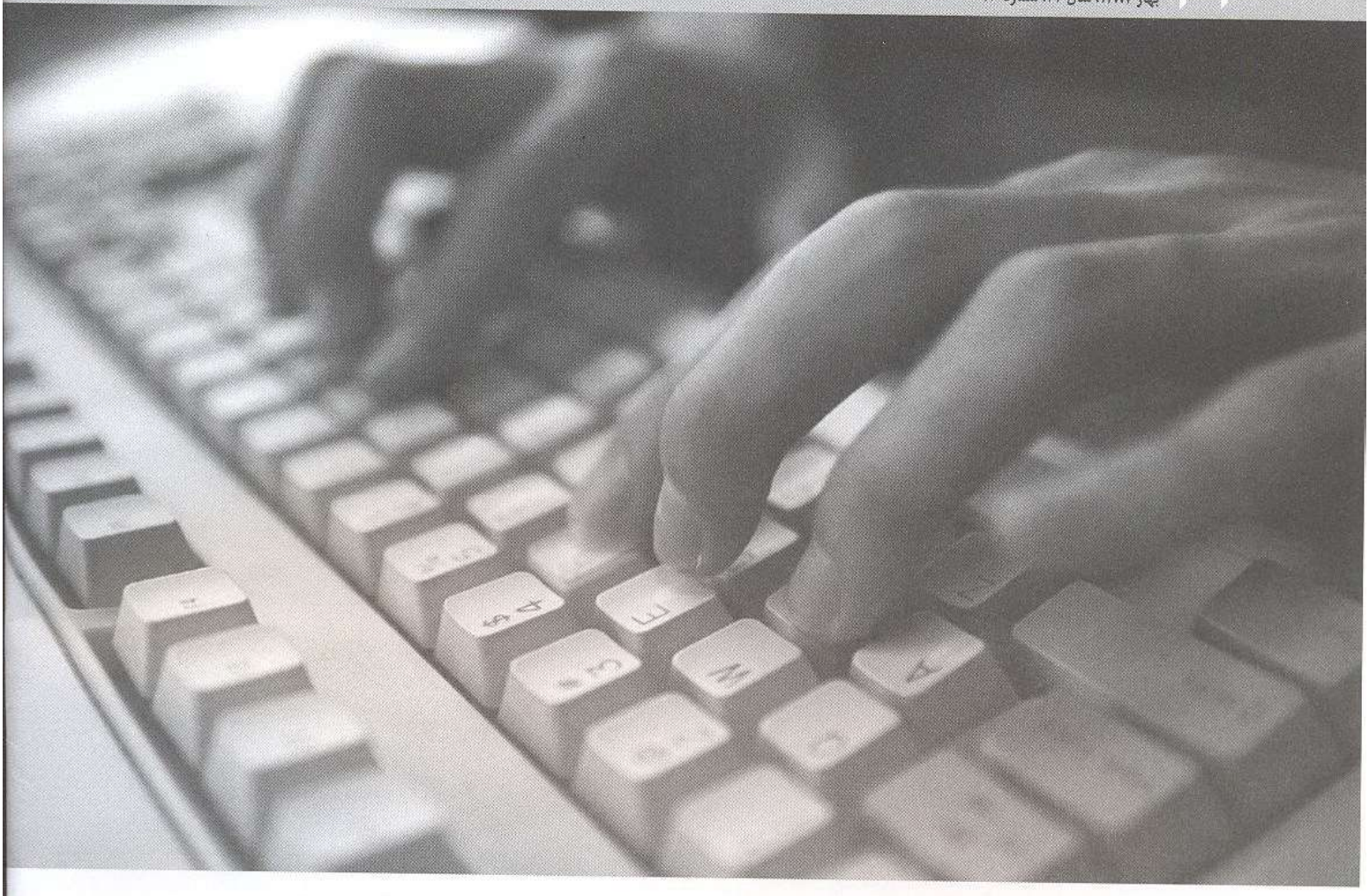
اگر پمپ درگذشته درمدت زمان طولانی با موفقیت کارکرده باشد تادچار عیب شود اما در آخرین دفعهٔ کارکرد فقط چند هفته کارکرد داشته باشد، اگر بدانیم که در تعمیرات اخیر محور جدیدی به مجموعه اضافه شده است باید انطباقات محور را بررسی کنیم.

با انتخاب تشخیص خود در پنج محدودهٔ بیان شده شانس خود را برای بدست آوردن دلیل نقص و خرابی افزایش می‌دهیم بدون اینکه به روش طاقت فرسا یا روش آزمایش و خطا نیازمند باشیم.

مرجع :

Pumps , CHAPTER ۲۶ , ۲۰۰۴ , Stan : Stan Shiel on centrifugal Shiels

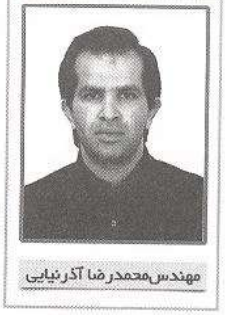
[Downloaded from journal.pumpiran.com on 2026-11-15]



استفاده از شبیه سازی رایانه‌ای

در طراحی پمپ‌های آب با کارایی بالا

مهندس محمدرضا آذرنیایی / کارشناس مهندس مکانیک شرکت صنایع پمپیران



مهندس محمدرضا آذرنیایی

شبیه‌سازی رایانه‌ای به کمک مهندسان شرکت EMP (میشیگان، امریکا) آمده است تا آنها بتوانند پمپ‌های آبی با کارایی بالاتری را برای موتورهای دیزل طراحی کنند. با استفاده از روش CFD[1]، این مهندسان هم اکنون قادرند تا کارایی طراحی‌های اولیه را سریعا ارزیابی نمایند

با استفاده از این روش، به طور خاص می‌توان از بروز مشکلات بالقوه‌ای مانند حفره زایی[2] در مراحل اولیه‌ی طراحی جلوگیری کرد. حفره‌زایی زمانی رخ می‌دهد که فشار موضعی از فشار بخار سیال کمتر شده و در نتیجه حباب‌های بخار ایجاد می‌گردند. زمانی که این حباب‌ها از داخل پمپ عبور کرده و به نواحی پر فشارتر برسند متلاشی و باعث ایجاد صدا و لرزش شده و می‌توانند به اجزای پمپ آسیب برسانند.

مهندسان شرکت EMP با استفاده از یک حلگر[3] تک بعدی پیچیده که مختص این شرکت می‌باشد طرح سه بعدی اولیه‌ی هر پمپ را براساس عملکردی که از آن انتظار می‌رود محاسبه می‌کنند. از آنجا که این حلگر تک بعدی دینامیک سه بعدی سیال را به حساب نمی‌آورد، نمی‌تواند حفره‌زایی را تشخیص داده و از این رو برای تایید عملکرد پمپ باید آنرا به صورت فیزیکی آزمایش نمود. به همین دلیل، پیش از ساخت مدل اولیه‌ی پمپ، مهندسان با استفاده از CFD

[Downloaded from journal.pumpiran.com on 2026-11-15]

اقدام به شبیه سازی سه بعدی طراحی انجام شده می‌نمایند.

شبیه‌سازی رایانه‌ای میزان دقت ارزیابی عملکرد پمپ را بسیار افزایش داده و اطلاعات مورد نیاز برای بهبود طراحی پمپ را در اختیار مهندسان قرار می‌دهد. این امر به EMP این امکان را داده است تا در زمانی اندک طرح‌های نوآورانه‌ای مانند پمپ آب قابل کنترل این شرکت (که به نام این شرکت به ثبت رسیده است) را ارائه نماید. در طراحی پمپ فوق الذکر از یک پروانه[۴] جریان و پخش کننده (که انحصارا توسط این شرکت بکار رفته است) استفاده شده که عملکرد پمپ را بهبود بخشیده و گرفتگی‌های مکانیکی که در حال حاضر علت ۹۵ درصد از موارد استرداد کالا توسط خریداران را تشکیل می دهد را برطرف کند.

جرمی کارلسون[۵]، یکی از مهندسان طراحی محصولات در شرکت EMP، می گوید: شبیه سازی رایانه ای به روش CFD زمان طراحی را کاهش داده و امکان آزمایش گزینه های مختلف را فراهم می‌آورد. این امر به ما کمک می‌کند تا عملکرد پمپ را بهبود بخشیده و راه حل‌های منحصر به فردی را برای رفع مشکلات آن بیابیم.

تاریخچه فعالیت شرکت EMP

شرکت EMP موفق شده است تا خود را از یک سازنده‌ی غیر تخصصی پیمانی به تولید کننده‌ی اصلی پمپ‌های خنک کننده برای موتورهای دیزل در امریکای شمالی تبدیل کند. این شرکت هم اکنون محصولات خود را در اختیار کارخانه‌های تولید کننده موتورهای دیزل با قدرت ۱۷۵ bhp تا ۲۰۰۰ bhp قرار می‌دهد. موتورهای فوق‌الذکر در وسائط نقلیه و ماشین‌آلات صنعتی، کشاورزی، ساختمانی و همچنین نیروگاه‌های برق مورد استفاده قرار می‌گیرند. این شرکت همچنین در زمینه‌ی تولید و عرضه‌ی محصولات دیگری چون پمپ‌های روغنی، اجزای سیستم سوخت‌رسانی و دیگر قطعات موتوری فعال است.



به دلیل افزایش انتظارات از شرکت‌های تولید کننده‌ی موتورهای دیزلی در رابطه با رعایت استانداردهای مربوط به گازهای خروجی از این گونه موتورها، شرکت‌های مذکور کلیه امکانات مهندسی خود را به کار گرفته‌اند تا خود را با استانداردهای جدید منطبق سازند. نتیجه‌ی این امر انتظار بیشتر این شرکت‌ها از شرکت‌های سازنده‌ی این گونه قطعات (مانند شرکت EMP) در زمینه‌ی مهندسی و ساخت قطعات جانبی بوده است. در این رابطه، شرکت EMP نیز تلاش کرده است تا با ارتقاء کیفیت طراحی محصولات خود این انتظار را برآورده سازد. مرکز تحقیقات و طراحی شرکت EMP در فضایی خلاق و به دور از هیاهوی خط تولید در زمینی به مساحت ۳۰ هزار فوت مربع قرار داشته و شامل لابراتوار تحقیقات و طراحی پمپ‌های آبی، لابراتوار طراحی و آزمایش سیستم‌های روغنی، مرکز تشخیص کیفی، لابراتوار طراحی و آزمایش قطعات الکترونیکی و مرکز عملیات ماشینی CNC و بخش تولید مدل‌های اولیه‌ی محصولات می باشد.

یک فرآیند مهندسی منحصر بفرد

شرکت EMP یک فرآیند مهندسی منحصر بفرد ابداع نموده است که از جدیدترین تکنولوژی جهت تسریع طراحی و تولید محصولات استفاده می‌کند. فرآیند طراحی این شرکت با استفاده از یک حلگر مکانیکی ایجاد شده توسط نرم افزار LAB-MAT آغاز می‌شود. هدف این روش طراحی سریع پمپ‌ها و یافتن راه‌حل برای مشکلات مهندسی آنهاست.

در این شیوه، مهندسان نیازهای عنوان شده از سوی مشتری در رابطه با میزان فشار، جریان و سرعت گردش پمپ و همچنین داده‌های ثانوی در زمینه‌ی شکل ظاهری و هندسی پمپ را به کامپیوتر داده و پس از چند ثانیه طرح هندسی سه بعدی پمپ بر اساس پارامترهای فوق‌الذکر را از آن دریافت می‌کنند. با آنکه حلگر تک بعدی دارای

[Downloaded from journal.pumpiran.com on 2026-11-15]

مزایایی عالی در طراحی اولیه‌ی پمپ‌ها است، اما در عین حال از این نظر دارای محدودیت است که قادر نیست مشکلات احتمالی مربوط به عملکرد پمپ مانند گردش اضافی جریان در نتیجه‌ی جدا کردن لایه‌ی بیرونی پمپ از یکی از سطوح آن را پیش‌بینی کند. این تاثیرات سه بعدی باعث کاهش فشار موضعی و در نتیجه کاهش کارایی و بازدهی پمپ می‌گردد.

حفره زایی

یکی دیگر از موضوعات جدی مربوط به عملکرد پمپ‌ها احتمال حفره‌زایی در آنها است فشار استاتیکی[۶] داخل پمپ می‌تواند از فشار بخار سیال کمتر شود. این حالت منجر به عمل تبخیر می‌گردد. به عنوان مثال زمانی که فشار از 0.065 bar (0.9492 psi) کمتر شود، آب در دمای ۳۰ درجه سلسیوس تبخیر خواهد شد. با آنکه طراح می‌تواند از NPSH[۷] برای حصول اطمینان از بالا بودن کافی فشار در ورودی پمپ و در نتیجه جلوگیری از تبخیر استفاده کند، ممکن است فشار به صورت موضعی از سطح بحرانی[۸] پایین‌تر رود. به طور مثال، نوک پروانه که در نزدیکی بدنه‌ی پمپ قرار دارد می تواند به اندازه‌ای به جریان سرعت دهد تا باعث شود فشار استاتیک از فشار بخار سیال کمتر شود. در این حال، حباب های بخار از میان پمپ عبور کرده و به مناطق پر فشار می‌رسند که در آنجا متلاشی می‌شوند. حبابها معمولا در برخورد سخت با نزدیک‌ترین شیء جامد نزدیک خود مانند پروانه یا محفظه[۹] متلاشی می‌شوند. در نتیجه‌ی متلاشی شدن حباب، سیال اطراف آن با سرعت زیاد به داخل حباب سرازیر شده و در اثر این عمل ضربه‌ای شدید تولید می شود. این حالت مانند آنست که با چکش بر تیغه‌ی فلزی پمپ ضربه زده شود.

معمولا مشکلاتی از این قبیل پس از ساخت مدل اولیه خود را نشان می‌دهند. در این حالت، به منظور برطرف نمودن مشکل، مهندسان به اصلاح طراحی سه بعدی ایجاد شده توسط مدل ریاضی می‌پردازند. با آنکه تجهیزات بکار رفته توسط شرکتEMP برای تسریع در ساخت مدل اولیه به میزان قابل توجهی سریع‌تر عمل کرده و در مقایسه با ریخته‌گری و تراش پمپ هزینه‌ی کمتری در بردارد، با اینحال چندین روز به طول انجامیده و تا ساخت یک مدل اولیه چندین هزار دلار هزینه در بر دارد. مهم‌تر آنکه، در حالیکه انجام آزمایش بر روی پمپ می‌تواند به آسانی نشان دهد که در طراحی آن مشکلی وجود دارد، اما علت آنرا مشخص نمی‌کند. از طرف دیگر، قرار دادن تعداد زیادی حسگر در داخل پمپ به منظور تعیین پارامترهای مربوط به فشار و جریان برای درک عملکرد آن نیز عملی نمی باشد.

نرم افزار CFX

به دلایلی که در بالا گفته شد، مهندسان شرکتEMP از نرم‌افزار CFX تهیه شده توسط شرکت ANSYS[۱۰] برای یافتن مشکلات احتمالی طراحی اولیه پمپ‌های خود استفاده می‌کنند. این نرم افزار مهندسان را قادر می سازد تا مدل کامل سه بعدی هندسی پمپ را تهیه کرده و با استفاده از شبیه‌سازی CFD سرعت و فشار جریان را در نواحی مختلف پمپ اندازه‌گیری کنند. اطلاعات جامع به دست آمده در نتیجه‌ی شبیه‌سازی رایانه‌ای به راحتی نقاط ضعف در طراحی پمپ که می‌توانند افت عملکرد آن را درپی داشته باشند را به همراه محل آنها مشخص می‌کند تا مهندسان بتوانند آنها را به سهولت برطرف کنند . به طور مثال، شبیه‌سازی می‌تواند جدا شدن جریان از یکی از سطوح پمپ را نشان دهد. در این صورت، مهندسان می‌توانند با اصلاح شکل هندسی پمپ این مشکل را بر طرف کرده و مجددا با استفاده از شبیه‌سازی درستی طرح جدید را بررسی کنند. در صورت عدم استفاده از آنالیز CFD، اگر مشکلی در عملکرد نمونه‌ی ساخته شده مشاهده می‌شد، مهندسان ناگزیر بودند تا از راه آزمون و خطا مشکل مزبور را بیابند. در این حالت، لازم بود تا مدل اولیه مکررا تولید شده تا در نهایت مشکل آن بر طرف شود که این امر علاوه بر به تاخیر انداختن تولید محصول هزاران دلار هزینه در برداشت.

نرم افزار خاص CFD برای طراحی پمپ

نیک پیپکورن[۱۱]، مهندس بخش طراحی محصولات در شرکت EMP، می‌گوید: "علت آنکه ما از نرم افزار CFX استفاده می‌کنیم آنست که این نرم افزار دارای قابلیت‌هایی است که آن را برای تهیه‌ی مدل پمپ و دیگر موتورهای توربین‌دار ایده‌آل می‌کند. ساخت پروانه‌های پمپ به وسیله‌ی دست به دلیل پیچیدگی آنها فرآیند بسیار دشواری خواهد بود. اما نرم افزار CFX-BladeGen این فرآیند را به میزان زیادی ماشینی و خودکار می کند."

پیپکورن توضیح می دهد: "در آغاز این فرآیند، یک شکل کلی تیغه برای پمپ انتخاب شده و سپس پارامترهای لازم برای تطبیق شکل مذکور با شکل کلی پمپ به رایانه داده می‌شود. در همین حال، رایانه طرح پمپ را از ابعاد مختلف به ما نشان می‌دهد. پس از طراحی چند تیغه، ما می‌توانیم تیغه‌ای را که به آنچه می‌خواهیم نزدیک‌تر است انتخاب کرده و سپس پارامترهای مربوط به آن را تنظیم کنیم. بدین ترتیب کار به پایان می رسد."

با استفاده از نرم افزار TurboGrid-CFX می‌توان شبکه رایانه‌ای لازم برای طراحی اولیه‌ی پمپ‌ها را تهیه کرد. این نرم افزار با حداقل میزان ورودی که باید به آن داده شود می‌تواند شبکه‌ی ویژه ی مورد نیاز برای آنالیز پمپ های توربین‌دار را تولید کند. همچنین با به کارگیری نرم افزار CFX-TASCFlow می‌توان ارزیابی جامعی از عملکرد پروانه ، صورت داد. به عقیده‌ی پیپکورن، در برخی موارد این تنها چیزی است که شرکت EMP بدان نیاز دارد. این نرم‌افزار گزارش عملکرد پروانه، از جمله نسبت فشار و ضرایب بازدهی و اتلاف انرژی

[Downloaded from journal.pumpiran.com on 2026-11-15]

را به ما می‌دهد. این برنامه همچنین نمودارهای برداری و خطی تولید می‌کند که حاوی اطلاعات روشن و دقیق درباره‌ی نحوه‌ی عملکرد پمپ بوده و در نتیجه به مهندسان در حل مشکلات احتمالی پمپ کمک می‌کنند.

به گفته‌ی کارلسون، زمانی که مهندسان قصد طراحی یک پمپ حلزونی را دارند، این کار را با یک مدل Pro/ENGINEER که با نرم‌افزار طراحی خود شرکت ساخته شده است شروع می‌کنند. این مدل در فرمت فایل IGES صادر شده و به CFX-Build وارد شده تا شبکه مورد نیاز برای طراحی پمپ را ایجاد کند. پس از آن، شبکه‌ی مذکور جهت آنالیز به نرم افزار TASCflow داده می‌شود. فرآیند ایجاد مدل کمی بیشتر زمان می‌برد، اما در عوض شبکه‌ی عمومی تولید شده که می‌توان شبکه‌های غیر مشابه را بدون توجه به شیوه‌ی خلق آنها برروی آن به یکدیگر مرتبط ساخت سرعت فرآیند را افزایش می‌دهد. کارلسون می‌گوید: "اطلاعات به دست آمده از راه شبیه‌سازی - مانند جهت، سرعت و فشار جریان در هر نقطه‌ی پمپ - بسیار بیش از آن چیزی است که می‌توان از راه آزمایش فیزیکی به دست آورد. علاوه بر این، مدل‌های CFD را می‌توان در مقایسه با مدل‌های واقعی با زمان و هزینه‌ی بسیار کمتری تولید کرد. CFX به ما این امکان را می‌دهد تا با زمان و هزینه‌ی کمتر پمپ‌های آبی بهتری طراحی کنیم."

کارلسون همچنین معتقد است که نتیجه‌ی آنالیزهای انجام شده اطلاعاتی ارائه می‌دهند که می‌توان از آنها برای ایجاد مستمر یک نرم‌افزار طراحی اختصاصی استفاده کرد که از لزوم تکرار طراحی جلوگیری کند. نمونه‌ی بارز نوآوری‌های انجام شده توسط مهندسان شرکت EMP با استفاده از این روش طراحی پمپی است که پاسخگوی نیاز موتورهای امروزی هستند. در این پمپ از یک دیفیوزر[۱۲] جریان بسیار کارآمد استفاده می‌شود که نتیجه‌ی این عمل دستیابی به یک طراحی انعطاف‌پذیر است که می‌تواند به آسانی از راه قرار گرفتن در موقعیت‌های مختلف مکانی با موتورهای موجود تطبیق یابد. بازدهی این پمپ جدید در مقایسه با پمپ‌های قبلی ۲۰ درصد بیشتر، وزن آن ۲/۵ برابر کمتر و الزامات مربوط به پوشش خارجی آن ۵۰ درصد کمتر است. پیپکورن در آخر می‌گوید: CFX به ما امکان نوآوری و ساخت پمپ‌هایی با کارایی بسیار بالا را در زمانی بسیار کمتر از آنچه در گذشته مورد نیاز بود می‌دهد.

مرجع:

World Pumps Magazine - Number ۴۸۶ ۲۰۰۷

۱- Computational Fluid Dynamics
۲- Cavitation
۳- Solver
۴- Impeller
۵- Jeremy Carlson
۶- Static pressure
۷- Net positive suction head
۸- Critical level
۹- Volute
۱۰- Canonsburg, PA
۱۱- Nick Pipkorn
۱۲- Diffuser

نمایندگان

لیست نمایندگان فروش شرکت پمپیران در سراسر کشور

۱- شرکت تلمبه ایران
- تلفن ۲۲-۸۸۸۰۹۷۲۰-۰۲۱
- فاکس ۸۸۸۰۹۷۱۶

۲- شرکت پدیدار صنعت سازش
- تلفن ۳۳۹۱۲۷۷۲-۳۳۱۱۷۴۶۳-۰۲۱
- فاکس ۳۳۹۱۴۷۵۱

۳- شرکت موتور پمپ یاران
- تلفن : ۳۳۱۱۷۷۵۳و۳۳۱۱۹۷۶۲و۳۳۱۱۹۹۴۳ -۰۲۱
- فاکس: ۳۳۱۱۷۷۵۳

۴- فروشگاه خاور
- تلفن۸۵۴۳۸۷۹ و ۸۵۹۷۴۲۸ -۰۵۱۱ و ۸۵۴۴۵۱۰
- فاکس ۸۵۴۳۸۷۹

۵- شرکت آراد پمپ اراک
- تلفن۹و۲۲۷۲۵۷۸-۰۸۶۱
- فاکس ۲۲۵۰۱۹۳

۶- موسسه فنی و مهندسی کوشا
- تلفن ۳۳۳۷۶۸۹-۰۴۵۱
- فاکس ۳۳۳۷۶۸۹

۷- بازرگانی سلیمی
- تلفن ۳۳۵۴۹۹۶و۳۳۵۱۸۳۶-۰۴۴۱

۸- شرکت سامان آبیار
- تلفن ۷-۳۲۰۷۸۲۴-۰۳۱۱
- فاکس ۳۲۰۷۸۲۴

۹- شرکت مهندسی قدرت گستر جنوب
- تلفن ۷۳و۷۲۲۰۲۰۷۲و۲۲۲۹۲۱۲-۰۶۱۱
- فاکس ۲۲۲۹۲۱۲

۱۰- شرکت پمپ گستر جنوب
- تلفن ۲۹۲۲۲۲۵ و۲۹۲۲۲۲۶-۰۶۱۱

۱۱- شرکت شب افروزان
- تلفن۴و۳۳۳۷۳۹۷و۳۳۳۵۸۹۷-۰۸۴۱
- فاکس ۳۳۴۰۴۸۹

۱۲- فروشگاه پمپ الکتریک آشنا
- تلفن۱۵۴-۲۵۸۰۷۷۱-۰ و۴۲۴۳۹۱۱-۰۷۷۳

۱۳- فروشگاه پمپیران (انواری)
- تلفن ۴-۶۶۴۴۱۲۱-۰۷۶۱

۱۴- فروشگاه آب گستر
- تلفن ۲۲۴۰۶۹۶-۰۷۶۱

۱۵- شرکت مهندسی آبیز
- تلفن ۹ الی ۴۴۳۵۵۱۸-۰۵۶۱
- فاکس ۴۴۳۸۵۱۸

۱۶- شرکت تلمبه‌سازان تبریز
- تلفن۴۴۴۵۲۷۷و۴۴۳۹۴۹۴-۰۴۱۱
- فاکس ۴۴۳۴۲۴۰

۱۷- موتور آلات کشاورزی ایازی
- تلفن ۲۲۰۴۵۷۵و۲۲۰۲۳۳۸-۰۶۶۱
- فاکس ۲۲۱۴۱۳۸

۱۸- موسسه دژآب
- تلفن ۲۲۴۰۵۹۳-۰۶۴۱
- فاکس ۲۲۲۸۱۳۰

۱۹- شرکت آبزای شمال
- تلفن۸و۲۲۲۱۳۹۸و۲۲۲۱۰۰۸-۰۱۳۱
- فاکس ۲۲۲۱۰۰۸

۲۰- فروشگاه پارس تکنیک
- تلفن ۳۲۲۸۲۷۴و۳۲۲۲۶۵۰-۰۵۴۱
- فاکس ۳۲۲۸۲۷۴

۲۱- موسسه فنی و کشاورزی بیگدلی
- تلفن ۵۲۴۸۶۸۷و۵۲۴۶۳۷۷-۰۲۴۱ و۵۲۴۹۵۵۵

۲۲- فروشگاه آذران
- تلفن ۲۲۷۲۰۷۰و۲۲۶۰۴۶۲-۰۱۵۱ و ۲۲۶۳۳۲۸

۲۳- فروشگاه سمن سو
- تلفن: ۳۳۴۷۷۷۰-۰۲۳۱
- فاکس: ۳۳۴۷۷۷۰

۲۴- فروشگاه کاظمی حقیقی
- تلفن ۳۳۲۲۲۲۷-۰۲۳۱
- فاکس ۴۴۵۳۶۶۴

۲۵- شرکت آبگستر غرب
- تلفن ۶۶۶۱۶۲۱و۶۶۲۵۲۷۳-۰۸۷۱
- فاکس ۶۶۶۱۶۲۲

۲۶- فروشگاه موتور پمپ ایران
- تلفن۲۲۷۲۴۲۲-۰۶۱۲۶۲
- فاکس ۲۲۷۲۳۴۰

۲۷- فروشگاه مزرعه
- تلفن ۲۲۵۲۴۲۲-۰۳۸۱
- فاکس ۲۲۲۲۳۴۰

۲۸- فروشگاه آبیاران
- تلفن ۲۲۷۶۸۸۸-۰۳۸۱
- فاکس ۲۲۷۶۸۸۸

۲۹- فروشگاه فریدی
- تلفن ۲۲۲۹۷۶۱و۲۲۲۷۶۲۷-۰۷۱۱ و۲۲۲۶۸۷۳و۲۲۲۱۷۲۴

۳۰- فروشگاه خانه کشاورز
- تلفن ۲۲۲۳۲۱۲و۲۲۲۹۰۲۲-۰۷۱۱
- فاکس ۲۲۲۹۰۲۲

۳۱- شرکت ایران موتور آب
- تلفن ۲۵۵۴۵۰۴و۲۵۵۷۹۵۰-۰۲۸۱
- فاکس ۲۵۶۴۹۹۴

۳۲- شرکت مهندسی تاسیساتی آتیه کویر
- تلفن ۲ الی ۲۵۲۱۶۶۱-۰۳۴۱
- فاکس ۲۵۲۰۵۱۳

۳۳- شرکت کرمان رعد
- تلفن ۵ و۲۴۵۰۰۱۴-۰۳۴۱
- فاکس ۲۴۴۹۹۵۷

۳۴- شرکت بازرگانی بیستون صبح غرب
- تلفن ۸۲۳۸۳۹۵ -۰۸۳۱ و ۸۲۳۶۲۴۲ و۸۲۳۵۸۸۶

۳۵- فروشگاه سازش
- تلفن ۳۳۵۴۵۷۹ -۳۳۵۱۵۹۵-۰۱۷۱

۳۶- شرکت تلمبه موتور غرب
- تلفن ۲۶۷۴۶۱۲و۶ -۰۸۱۱ و ۲۶۶۱۴۱۵و۴ ۲۶۵۵۰۸۴

۳۷- شرکت پیمان سبز فردا
- تلفن ۲۲۳۱۵۱۵و۲۲۲۲۵۵۷-۰۷۴۱

۳۸- شرکت مهندسی سرد آب یزد
- تلفن ۶۲۶۳۴۳۴ و ۶۲۲۲۸۹۸-۰۳۵۱
- فاکس ۶۲۶۳۴۳۴

۳۹- شرکت پویا موتور سپاهان (عامل فروش)
- تلفن ۷۷۵۳۹۰۱۹و۷۷۵۰۹۹۸۹-۰۲۱

۴۰- شرکت آبارساز (عامل فروش)
- تلفن ۴۴۳۳۱۴۳و۴۴۳۳۱۴۲-۰۵۶۱

[Downloaded from journal.pumpiran.com on 2026-11-15]



توزیع جریان و هد در محفظه حلزونی پمپهای گریز از مرکز
و مقایسه آن با مشخصه‌های پروانه بدون محفظه

قسمت دوم

مهندس علی پورعبداله / کارشناس مهندسی مکانیک شرکت صنایع پمپیران



مهندس علی پور عبداله

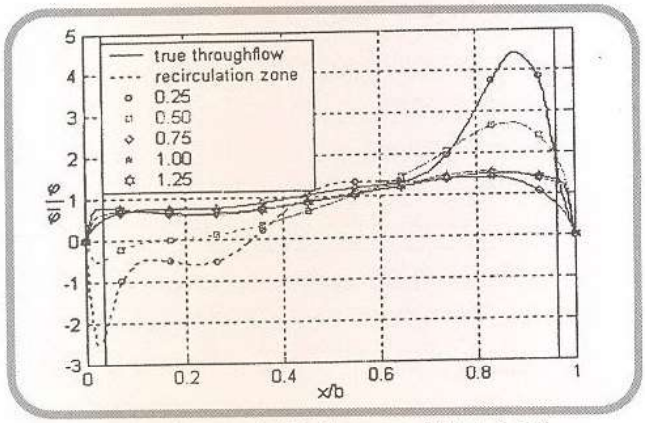
۳- نتایج و بحث

در قسمت ذیل توزیع متوسط زمانی داده‌های اندازه‌گیری شده مورد بحث قرار خواهد گرفت.

■ **پروانه بدون بدنه، جریان گذرا:**

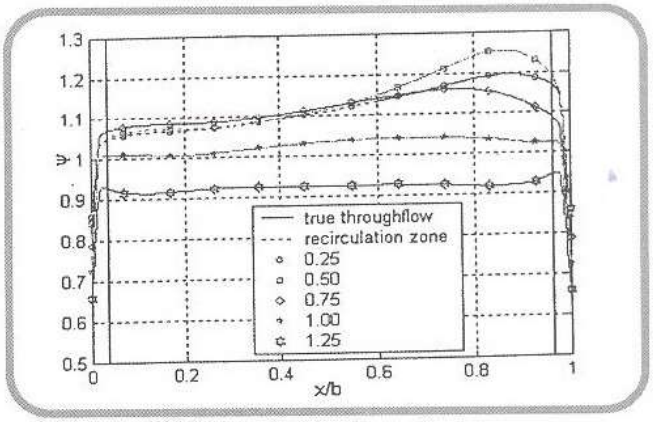
در شکل ۳ توزیع مولفه جریان گذرا $\varnothing$ نسبت به مولفهٔ محوری بدون بعد به ازاء مقادیر مختلف نرخ جریان نرمالیزه شده Q/Qdes رسم شده است. مشخصه منحنی‌ها با توجه به مقالات دیگر به خوبی معلوم بوده و نشان می‌دهد که جریان گذرا اصلی در نزدیک حفاظ پشتی صورت می‌گیرد.

نرخ‌های جریان شدیداً کاهش یافته(Q/Qdes=0.5 , 0.25) جریان برگشتی در موقعیت اندازه‌گیری و نزدیک به حفاظ جلوئی اتفاق می‌افتد. به جهت چرخش مجدد جریان در داخل و خارج از پروانه، قسمتی از جریان خروجی از

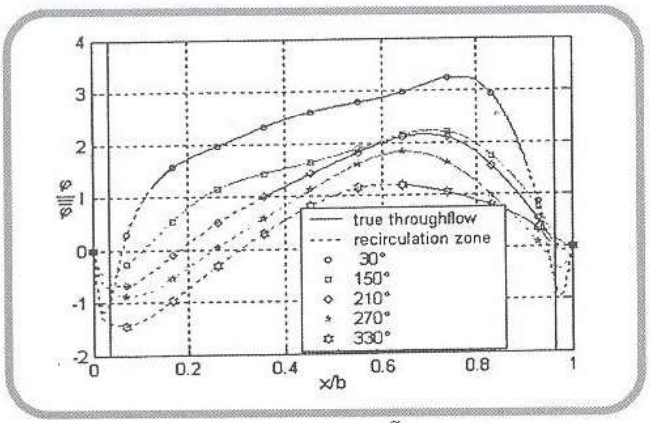


شکل شماره ۳ / توزیع سرعت نصف‌النهاری، بدون حضور بدنه

[Downloaded from journal.pumpiran.com on 2026-11-15]



شکل شماره ۴ / توزیع هد محلی، بدون بدنه



شکل شماره ۶ / $\frac{\phi}{\sqrt{\phi}}$ به ازاء موقعیت‌های محیطی مختلف ø=0.5ødes

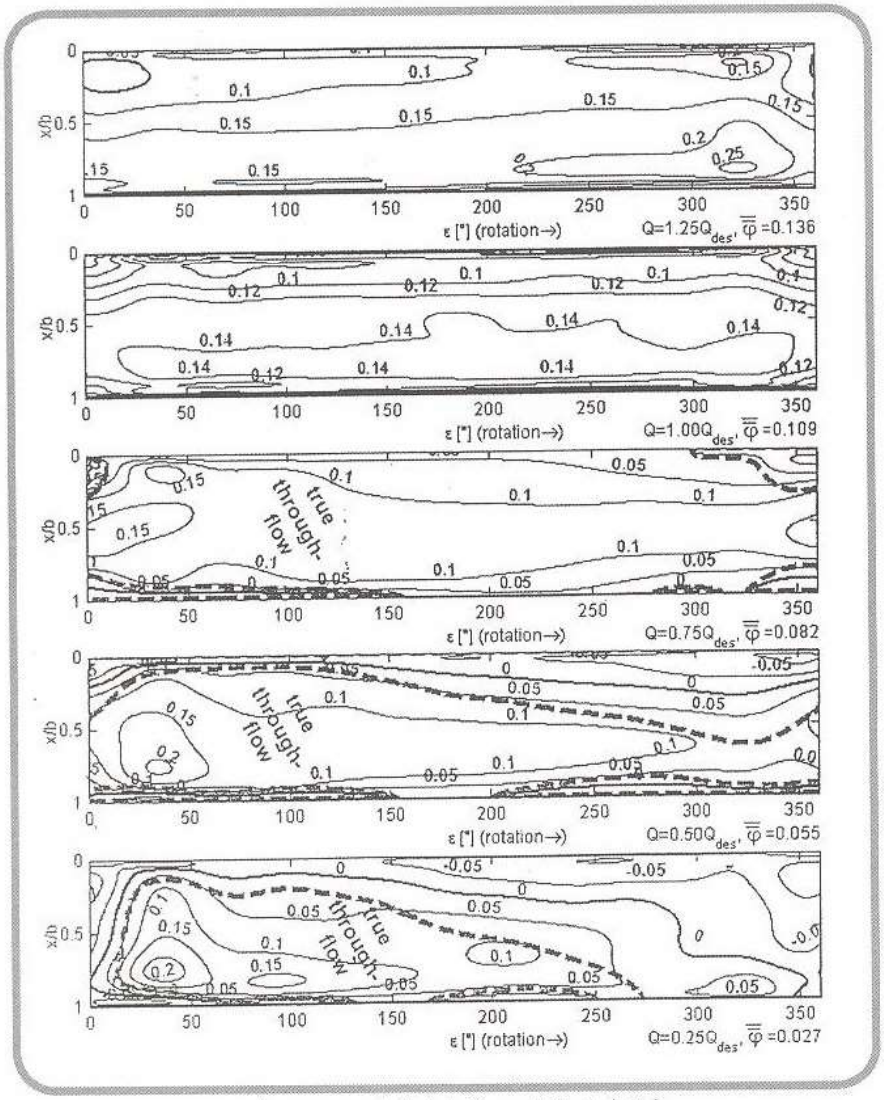
پروانه صرف جبران جریان برگشتی در موازنه جریان جرمی می‌شود. بنابراین تنها قسمت باقی مانده جریان خروجی جهت انتقال جرم از داخل پمپ مصرف می‌شود و به نام "جریان گذرای واقعی" خوانده می‌شود. در شکل ۳ قسمت شکسته منحنی‌ها، نشانگر پهنای ناحیه چرخش دوباره می‌باشد که در آن قسمتی از جریان خروجی برای جبران جریان برگشتی به کار می‌رود. کلیه توزیع‌ها دارای تقارن دورانی هستند.

■ **پروانه بدون بدنه، هد:**

توزیع هد محلی در شکل ۴ نشان داده شده است. در حالی که هد، تقریباً در نرخ‌های بالای جریان، مستقل از مولفه محوری می‌باشد، هدهای بزرگتر درمجاورت حفاظ پشتی و در نرخ‌های کم جریان اندازه‌گیری شده‌اند. این امر تا حدی تعجب آور است زیرا در واقع سطحی است که در آن سرعتهای نصف‌النهاری بالاتر را داریم یعنی جریان گذرای محلی. (به شکل ۳ مراجعه شود)

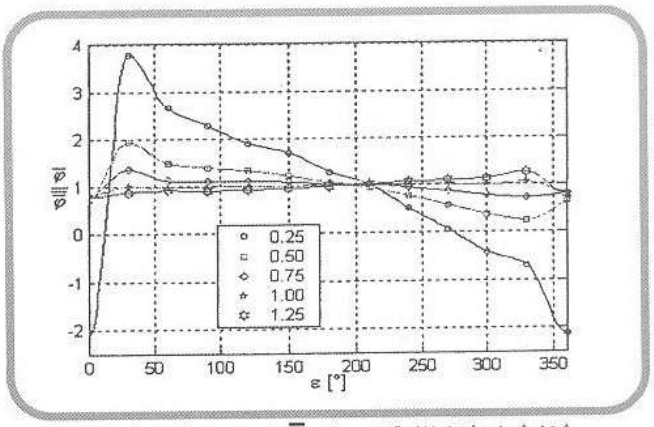
■ **توزیع جریان گذرا در ورودی مجرای حلزونی:**

مولفه نصف‌النهاری مشخص کنندهٔ جریان گذرای محلی در مقطع اندازه‌گیری (ورودی مجرای حلزونی) به ازاء ۵ مقدار مختلف شدت جریان نرمالیزه شده در شکل ۵ نشان داده شده است. منحنی‌های خط چین بر روی دیاگرام‌ها برای75%-50%و25% شدت جریان طراحی نشانگر حد مربوط به سطح جریان گذرای واقعی می‌باشد. سطح باقی مانده مشخص کننده ناحیه جریان گردش منفی و شدت جریان مثبت مربوط می‌باشد. در حالیکه سرعتهای بالای نصف‌النهاری هنوز در مجاورت حفاظ پشتی وجود دارند. توزیع محیطی با افزایش انحراف جریان از مقدار طراحی نامنظم‌تر می‌شود. از

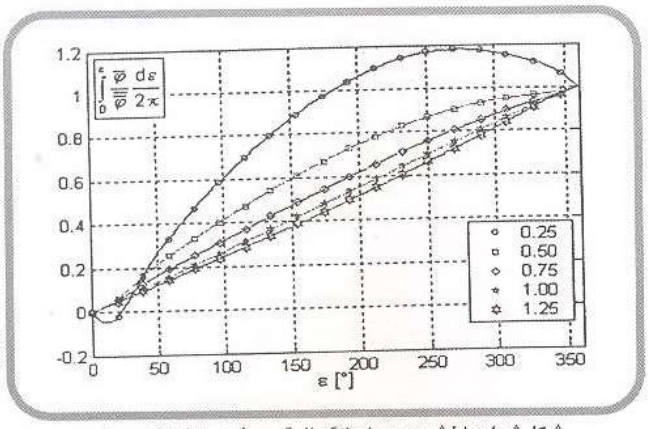


شکل شماره ۵ / توزیع مولفه نصف النهاری در ورودی حلزون

[Downloaded from journal.pumpiran.com on 2026-11-15]



شکل شماره شکل ۷ / مقادیر محلی $\bar{\varnothing}$ نسبت به موقعیت زاویه‌ای

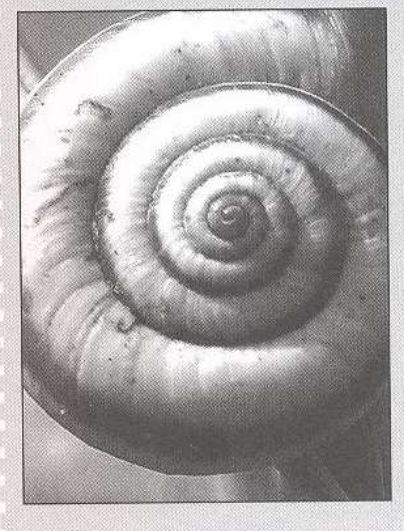


شکل شماره ۸ / شدت جریان انتگرال گیری شده در امتداد محیطی

توزیع جریان به وضوح می‌توان مشاهده نمود که در شدت جریانهای مربوطه به بار جزئی تنها قسمتی از پهنای مجرای حلزونی و محیط آن حاوی جریان گذرا می‌باشند حال آن که خارج از این سطح جریان برگشتی و جریان روبه جلو اثر هم را جبران نموده و جریان جرمی خالص نتیجه نخواهد شد. خط محیطی بین سطح جریان برگشتی و سطح جریان رو به جلو را می‌توان از روی نمایه‌های یکسان که دارای مقدار صفر از مولفه نصف‌النهاری بی‌بعد هستند بدست آورد. در 125%از شدت جریان طراحی بیشترین مولفه جریان گذرا تقریباً در°30 بالادست زبانه اندازه‌گیری شده است که به معنی افزایش شدت جریان محلی در امتداد محیطی می‌باشد.

این امر در ملاحظات تئوریکی نیز بدست آمده است. در نقطه مقابل این موضوع شدت جریان محلی در امتداد محیطی اگر پمپ در شدت جریانهای کمتر کار کند کاهش می‌یابد. این امر نیز با تئوری مطابقت دارد.

در 25% از شدت جریان طراحی کمتر از نصف سطح مقطع ورودی مجرای حلزونی حاوی جریان گذرا می‌باشد. بقیه شامل جریان‌های گردشی خیلی قوی بخصوص درست در بالا دست زبانه که در آن جریان واقعی گذرا وجود ندارد، می‌باشد. نسبت به چهارچوب پروانه واضح است که کانالهای پره که از این مقطع از حلزون عبور می‌کنند شامل جریان جرمی خالص پروانه نبوده و در معرض جریان برگشتی قوی به ازاء هد هر پروانه می‌باشند.



توزیع جریان و هد در خروجی پروانه یک پمپ گریز از مرکز با مجرای حلزونی نشان داده شده است. بعضی توزیع های نوعی برای این نوع پمپ‌ها بیان شده و مورد بحث قرار گرفت. بسیاری از نتایج منحصراً مربوط به تئوری می باشد. بنابراین نتایج و شکل کیفی منحنی های توضیح داده شده و توزیع های جریان مربوطه می تواند به عنوان الگویی برای دینامیک سیالات محاسباتی مورد استفاده قرار گرفته و شهامت لازم را برای تجزیه و تحلیل در چهارچوب تحلیل های بعدی چنین محاسباتی بدست دهد.

منحنی‌های شکل ۶ مشخص‌گر اطلاعات بدست آمده برای شدت جریان 50% در موقعیت‌های محیطی انتخاب شده می‌باشند.

مقادیر محلی $\bar{\varnothing}$ مربوطه به ضریب جریان واقعی گذرا $\bar{\bar{\varnothing}}$ درشکل ۷ نسبت به موقعیت زاویه‌ای نشان داده شده است.

دو واقعیت در این مورد وجود دارد $\bar{\bar{\varnothing}}=\bar{\varnothing}$ د٪205به ازای کلیه شدت جریانها و $\bar{\varnothing}$ تقریباً مستقل از شدت جریان در°30ca پایین دست زبانه می‌باشد.

(3.8x0.25 ~ 1.95x0.5...)

به نظر می‌رسد این امر منظر جالبی از تاثیر پروانه - مجرای حلزونی روی هم باشد ولی هنوز توصیفی در این مورد ارائه نشده است. انگترال گیری از شدتهای محلی جریان در امتداد محیطی منجر به شکل ۸ می گردد.

همچنان که قبلاً نیز از شکل ۵ انتظار می‌رفت یک وابستگی خطی بین شدت جریان و موقعیت شعاعی در $\varnothing = \varnothing des$ وجود دارد. حال آنکه شدت جریان محلی تا $1.2 \times \bar{\bar{\varnothing}}$ ($\varepsilon \approx 270°$) افزایش یافته و در مقاطع بعدی در اثر جریان برگشتی قوی در این سطح تا $1.0 \times \bar{\bar{\varnothing}}$ افت می‌کند (به شکل ۵ مراجعه شود)

■ توزیع هد (ارتفاع فشار) در ورودی حلزونی

علاوه بر توزیع جریان گذرا در شکل ۵ توزیع هد در شکل ۹ نشان داده شده است. مجدداً خطوط بریده مشخص که سطوح واقعی جریان گذرا می‌باشند.

[Downloaded from journal.pumpiran.com on 2026-11-15]

در مقایسه با توزیع سرعت نصف‌النهاری، توزیع هد در امتداد پهنای مقطع اندازه‌گیری برای حالتهای باراضافی و نقطه طراحی منظم‌تر می‌باشد. برای بار جزعی شکل در امتداد پهنا از توزیع سطح به توزیع با هد افزونی یافته در مجاورت حفاظ پشتی می‌باشد. این امر در توزیع هد پروانه بدون بدنه در شکل ۴ نیز ملاحظه می‌شود.

همچنانکه انتظار می‌رفت توزیع محیطی با افزایش انحراف از شدت جریان طراحی نامنظم‌تر می‌شود که قسمتی از این می‌تواند به دلیل تغییرات مولفه محیطی سرعت باشد.

کمترین ضرایب فشار در نواحی جریان برگشتی ($\emptyset < 0$) که در آن قسمتی از انرژی در اثر اصطکاک دیواره و اتلافات اختلاطی هد می‌رود اندازه‌گیری می‌گردد.

توضیح مفصل رابطه بین جریان و توزیع هد به دلیل کمبود اطلاعات درباره آنچه که بوسیله جدایش و چرخش جریان در داخل پروانه از یک طرف و از طرف دیگر در داخل مجرای حلزونی نسبتاً مشکل است.

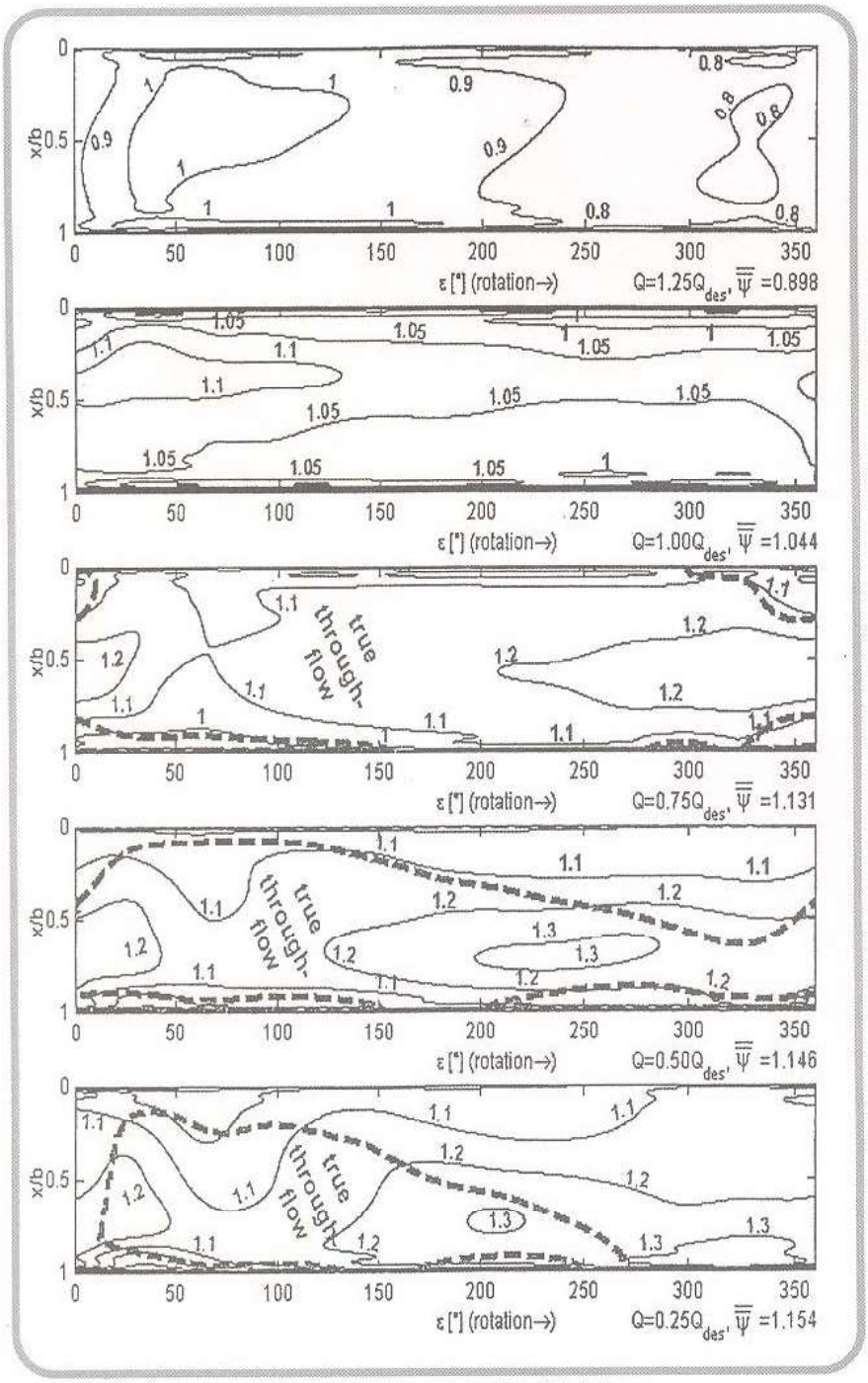
جهت بدست آوردن این اطلاعات اندازه‌گیری‌های اضافی در داخل پروانه لازم می‌باشد.

۴ - خلاصه - نتیجه

توزیع جریان و هد در خروجی پروانه یک پمپ گریز از مرکز با مجرای حلزونی نشان داده شده است. بعضی توزیع‌های نوعی برای این نوع پمپ‌ها بیان شده و مورد بحث قرار گرفت. بسیاری از نتایج منحصراً مربوط به تئوری می‌باشد. بنابراین نتایج و شکل کیفی منحنی‌های توضیح داده شده و توزیع‌های جریان مربوطه می‌تواند به عنوان الگویی برای دینامیک سیالات محاسباتی مورد استفاده قرار گرفته و شهامت لازم را برای تجزیه و تحلیل در چهارچوب تحلیل‌های بعدی چنین محاسباتی بدست دهد.

■ **تشکر و قدردانی**

از شرکت KSB که حمایت‌های مالی و تکنیکی آنها انجام این کار را ممکن ساخت تشکر می‌نماید.



شکل شماره ۹ / توزیع هد محلی در ورودی حلزون

مرجع :

P.Hergt,Dipl.-Ing.
67059 Ludwigshafen, Germany
-Ing.
-Ing.,B.STOFFEL,B.,Prof.Dr.

S.MESCHKAT,Dipl.
and Fluid Power, Darmstadt
Chair of Turbo machinery
464889 Darmstadt, Germany
University Magdalene's.

[Downloaded from journal.pumpiran.com on 2026-11-15]











خبرنامه داخلی شرکت صنایع پمپیران از کلیه متخصصین، دانشجویان و علاقمندان به مباحث آب، نفت و انرژی دعوت می کند آثار و نظرات خود را به آدرس نشریه:

تبریز - جنب قراملک - میدان ماشین سازی - شرکت صنایع پمپیران - روابط عمومی - نشریه پیام پمپیران - صندوق پستی ۱۳۵-۵۱۸۴۵

و یا از طریق پست الکترونیکی به ما ارسال کنند.

E-mail: info@pumpiran.com

[Downloaded from journal.pumpiran.com on 2026-11-15]