

تست های پذیرش عملکرد هیدرولیکی پمپ های روتودینامیک (ایزو ۱۹۹۹:۹۹۰۶)

مرجع کاربردی پمپ و پمپاژ



www.mashhadpump.com
www.mptoos.ir
<http://mashhadpump.blogfa.com>
Email : info@mptoos.ir

پمپ های روتودینامیک

تست های پذیرش عملکرد هیدرولیکی

(ایزو ۹۹۰۶:۱۹۹۹)

استاندارد بین المللی

ایزو ۹۹۰۶:۱۹۹۹ پمپ های روتودینامیک- تست های پذیرش عملکرد هیدرولیک- درجه ۱ و ۲، که توسط ایزو-TC 115 “پمپ ها”ی سازمان بین المللی استانداردسازی آماده شد، توسط کمیته تکنیکی CEN/TC 197 “پمپ ها”، که دبیرخانه آن AFNOR را برگزار می کند، به عنوان استاندارد اروپایی به کار رفته است.

این استاندارد اروپایی باید شرایط استاندارد ملی، از نظر انتشار متن مشابه یا با تایید متن، و رد استانداردهای ملی متناقض را داشته باشد. براساس مقررات داخلی CEN/CENELEC، سازمان های استاندارد ملی کشورهای دنباله رو ملزم به اجرای این استاندارد اروپایی هستند:

استرالیا، بلژیک، جمهوری چک، دانمارک، فنلاند، فرانسه، آلمان، یونان، ایسلند، ایرلند، ایتالیا، لوکزامبورگ، هلند، نروژ، پرتغال، اسپانیا، سوئد، سوئیس و بریتانیا.

اعلام تاییدیه

متن استاندارد بین المللی ایزو ۹۹۰۶:۱۹۹۹ توسط CEN به عنوان استاندارد اروپایی بدون هیچ تغییری تایید شد.

محتویات

۱. دیدگاه

۲. منابع اصلی

۳. عبارات، تعاریف، علائم

۴. گارانتی ها

۱.۴. موضوعات گارانتی

۲.۴. سایر شرایط گارانتی

۵. اجرای تست ها

۱.۵. موضوعات تست ها

۲.۵. سازمان دهی تست ها

۳.۵. موافقت نامه های تست

۴.۵. شرایط تست

۶. تحلیل نتایج تست

۱.۶. تعیین نتایج تست برای تضمین شرایط

۲.۶. اندازه گیری عدم قطعیت ها

۳.۶. مقادیر فاکتورهای دامنه تغییرات

۴.۶. تایید گارانتی ها

۵.۶. به دست آوردن مشخصات ویژه

۷. اندازه گیری سرعت جریان

۱.۷. اندازه گیری با وزن دهی

۲.۷. روش حجمی

۳.۷. دستگاه های فشار اختلافی

۴.۷. سرریز لبه تیز

۵.۷. روش های سطح سرعت

۶.۷. روش های ردیاب

۷.۷. سایر روش ها

۸. اندازه گیری ارتفاع فشاری کل پمپ

۱.۸. کلیات

۲.۸. تعریف مقاطع اندازه گیری

۳.۸. اندازه گیری سطح آب

۴.۸. اندازه گیری های فشار

۹. اندازه گیری سرعت دوران

۱۰. اندازه گیری ورودی نیروی پمپ

۱.۱۰. کلیات

۲.۱۰. اندازه گیری گشتاور

۳.۱۰. اندازه گیری های توان الکتریکی

۴.۱۰. موارد خاص

۱.۱. تست های حباب زایی

۱.۱.۱. کلیات

۲.۱.۱. تاسیسات تست

۳.۱.۱. تعیین NPSH مورد نیاز پمپ

ضمیمه A (اصلی) فاکتورهای دامنه تغییرات برای پمپ های تولید شده سری با انتخاب انجام شده از منحنی های عملکرد رایج و برای پمپ های با ورودی توان گردنده کمتر از ۱۰ کیلو وات (مرتبط با پمپ های سری درجه ۲)

ضمیمه B (اصلی) تعیین قطر پروانه کاهش یافته

ضمیمه C (اصلی) اتلاف های اصطکاکی

ضمیمه D (اطلاع دهنده) تبدیل به واحدهای SI

ضمیمه E (اطلاع دهنده) راهنما برای دوره های زمانی مناسب بین کالیبره کردن ابزارهای تست

ضمیمه F (اطلاع دهنده) هزینه ها و تکرار تست ها

ضمیمه G (اطلاع دهنده) نمودار تصحیح عملکرد برای مایعات ویسکوز

ضمیمه H (اطلاع دهنده) کاهش NPSHR برای پمپ های جابجا کننده مایعات هیدروکربنی و آب با دمای بالا

ضمیمه I (اطلاع دهنده) ارزشیابی آماری نتایج اندازه گیری

ضمیمه J (اطلاع دهنده) برگه تست پمپ

ضمیمه K (اطلاع دهنده) چک لیست

کتاب شناسی

مقدمه

این استاندارد بین المللی استانداردهای تست پذیرش پیشین ایزو ۳۵۵۵:۱۹۷۷ (متناظر با درجه ۱ این استاندارد بین المللی) و ایزو ۲۵۴۸:۱۹۷۵ (متناظر با درجه ۲ این استاندارد بین المللی) را ترکیب می کند و جایگزین آن ها می شود، اما تغییر مهمی در تایید گارانتی است زیرا عدم قطعیت اندازه گیری نباید قابلیت پذیرش پمپ را تحت تاثیر قرار دهد و دامنه تغییرات فقط به دلیل تفاوت های ساختاری است.

فاکتورهای دامنه تغییرات جدید معرفی شده است تا حد ممکن تضمین کند که پمپ تحت استانداردهای بین المللی پیشین (ایزو ۲۵۴۸ و/یا ایزو ۳۵۵۵) نیز در این استاندارد قابل پذیرش است.

در مقابل این استاندارد بین المللی، ایزو ۵۱۹۸ به عنوان یک کد تست قابل پذیرش در نظر گرفته نمی شود. این استاندارد برای اندازه گیری صحت بسیار بالا و برای روش ترمودینامیکی اندازه گیری مستقیم ضرایب راهنمایی هایی را ارائه می دهد اما تاییدیه گارانتی را نشان نمی دهد.

عبارات به کار رفته در این استاندارد بین المللی مثل “گارانتی” یا “پذیرش” باید در زمینه تکنیکی و نه قانونی درک شود. بنابراین عبارت “گارانتی” مقادیری برای هدف بررسی تعیین شده در قرارداد را مشخص می کند اما هیچ چیزی درباره حقوق یا وظایف مقرر شده اگر این مقادیر به دست نیامده یا تحقق نیابند، نمی گوید. عبارت

“پذیرش” نیز در اینجا هیچ معنی قانونی ندارد. بنابراین، تست پذیرش انجام شده به صورت موفقیت آمیز به تنهایی “پذیرش” در زمینه قانونی را ارائه نمی دهد.

۱. دیدگاه

این استاندارد بین المللی تست های عملکرد هیدرولیک برای پذیرش پمپ های روتودینامیک (پمپ های گریز از مرکز، جریان ترکیبی و محوری، از این به بعد فقط به صورت “پمپ ها” مشخص می شوند) را مشخص می کند. این استاندارد به پمپ هایی از هر اندازه و با هر مایع پمپ شده که مشابه آب تمیز رفتار کند، اعمال می شوند (به صورت تعریف شده در ۵.۴.۵.۲). با جزئیات ساختاری پمپ و با ویژگی های مکانیکی اجزای آن ها سر و کار ندارد.

استاندارد بین المللی حاوی دو درجه اندازه گیری صحت است: درجه ۱ برای صحت بالاتر و درجه ۲ برای صحت پایین تر. این درجات شامل مقادیر مختلفی برای فاکتورهای دامنه تغییرات، برای نوسان های مجاز و عدم قطعیت های اندازه گیری است.

برای پمپ های تولید شده سری با انتخاب از طریق منحنی های عملکرد رایج و برای پمپ های با ورودی توان کمتر از ۱۰ کیلو وات، ضمیمه A را برای فاکتورهای دامنه تغییرات بالاتر ببینید.

این استاندارد بین المللی قابل اعمال به خود پمپ بدون هیچ تطابق و به ترکیبی از پمپ مرتبط با همه جفت سازی های جریان بالادست و/یا پایین دست یا بخشی از آن است.

۲. منابع اصلی

اسناد اصلی زیر حاوی قوانینی است که از میان منابع در این متن، حاوی قوانین این استاندارد بین المللی است. برای منابع تاریخ دار، اصلاحات بعدی یا بازبینی هر یک از این انتشارات قابل استفاده نمی باشد. هرچند، موافقت

گروهی براساس این استاندارد بین المللی به منظور بررسی احتمال اعمال تازه ترین ویرایش اسناد اصلی نشان داده شده در زیر مورد تاکید است. برای منابع بدون تاریخ، آخرین ویرایش سند اصلی که به آن اشاره شده است مورد استفاده قرار می گیرد. اعضای ایزو و IEC اسناد استانداردهای بین المللی در حال حاضر معتبر را نگه می دارند.

ایزو ۱۴۳۸-۱، اندازه گیری جریان آب در کانال های باز با استفاده از راه آب های سدی و ونتوری- بخش ۱: سرریز لبه تیز.

ایزو ۲۱۸۶، جریان سیال در مجراهای بسته- اتصالات برای انتقال سیگنال فشار بین المان های اولیه و ثانویه

ایزو ۳۳۵۴، اندازه گیری جریان آب تمیز در مجراهای بسته- استفاده از روش سطح سرعت، سنجنده های جریان در مجراهای کامل و تحت شرایط جریان منظم.

ایزو ۳۹۶۶، اندازه گیری جریان سیال در مجراهای بسته- روش سطح سرعت با استفاده از لوله های استاتیک پیتوت.

ایزو ۴۳۷۳، اندازه گیری جریان مایع در کانال های باز- دستگاه های اندازه گیری تراز آب.

ایزو ۵۱۶۷-۱، اندازه گیری جریان سیال به وسیله دستگاه های اختلاف فشار- بخش ۱: صفحه های دهانه، نازل ها و لوله های ونتوری قرار داده شده در مجراهای با سطح مقطع دایره ای در فعالیت کامل.

ایزو ۵۱۹۸، پمپ های گریز از مرکز، جریان ترکیبی و محوری- کد برای تست های عملکرد هیدرولیک- درجه دقت.

ایزو ۷۱۹۴، اندازه گیری جریان سیال در مجراهای بسته- روش های سطح سرعت اندازه گیری جریان در شرایط جریان گردابی یا نامتقارن در مجراهای دایره ای با سنجنده های جریان یا لوله های استاتیک پیتوت.

ایزو ۸۳۱۶، اندازه گیری جریان مایع در مجراهای بسته- روش جمع آوری مایع در تانک حجمی.

ایزو ۹۱۰۴، اندازه گیری جریان مایع در مجراهای بسته- روش های ارزشیابی عملکرد سنجنده های جریان الکترومغناطیسی برای مایعات.

IEC 60034-2، پیشنهادات برای دستگاه الکتریکی دورانی (به جز دستگاه ها برای ماشین های بکسل)- بخش ۲: تعیین بازدهی دستگاه الکتریکی دورانی.

IEC 60051، پیشنهادات برای اندازه گیری ابزارهای الکتریکی عمل کننده مستقیم و لوازم جانبی آن ها.

۳. عبارات، تعاریف و علائم

برای اهداف این استاندارد بین المللی، عبارات، تعاریف و علائم زیر مورد استفاده قرار می گیرند.

نکته ۱: تعاریف، مخصوصا تعاریف داده شده برای ارتفاع فشاری و ارتفاع فشاری مکش مثبت خالص (NPSH)، ممکن است برای استفاده عمومی در هیدرودینامیک مناسب نباشد و فقط برای اهداف این استاندارد بین المللی مناسب است. برخی عبارات مورد استفاده فعلی اما مورد استفاده اندک برای این استاندارد بین المللی تعریف نشده اند.

نکته ۲: جدول ۱ لیست الفبایی از علائم به کار برده شده و جدول ۲ لیستی از زیرنویس ها را ارائه می دهد. در این استاندارد بین المللی همه فرمول ها در واحدهای مطابق SI داده شده اند. برای تبدیل سایر واحدها به SI ضمیمه D را ببینید.

نکته ۳: به منظور پرهیز از هر خطایی در تفسیر، مطلوب است تعاریف مقادیر و واحدها را به صورت داده شده در ایزو ۳۱ بازسازی کرده و این تعاریف را با برخی اطلاعات ویژه درباره کاربرد آن ها در این استاندارد بین المللی تکمیل کنید.

۱.۳. سرعت زاویه ای

تعداد رادیان های محور در واحد زمان

$$\omega = 2 \pi n$$

۳.۲. سرعت چرخش

تعداد چرخش ها در واحد زمان

۳.۳. چگالی

جرم در واحد حجم

۴.۳. فشار

نیرو در واحد سطح

نکته: در این استاندارد بین المللی فشارها در واقع فشار سنجنده هستند، یعنی با توجه به فشار اتمسفری اندازه گیری شده اند، به جز برای فشار اتمسفری و فشار بخار که فشارهای مطلق هستند.

۳.۵. نیرو (توان)

انرژی منتقل شده در واحد زمان

۳.۶. عدد رینولدز

$$Re = UD/v$$

۳.۷. سرعت جریان جرمی

سرعت جریان جرمی خارجی پمپ، یعنی سرعت جریان تخلیه شده به لوله از انشعاب خروجی پمپ

نکته ۱: اتلاف ها یا کم شدن های زیر برای پمپ ذاتی هستند:

الف) تخلیه لازم برای متعادل سازی هیدرولیک بار محوری؛

۲) خنک سازی بلبرینگ های خود پمپ؛

ج) عایق کاری مایع در برابر محفظه آببند

نکته ۲: نشت از رابط ها، نشت داخلی و غیره نباید در سرعت جریان محسوب شوند. در مقابل، همه جریان های به دست آمده برای سایر اهداف به صورت زیر،

- خنک سازی بلبرینگ های موتور؛

- خنک سازی جعبه دنده (بلبرینگ ها، خنک کننده روغن) و غیره

باید در سرعت جریان محسوب شوند.

نکته ۳: این که جریان ها چطور مورد نظر قرار می گیرند و آیا در نظر گرفته می شوند یا خیر به ترتیب به مکان انحراف آن ها و مقطع اندازه گیری جریان بستگی دارد.

۳.۸. سرعت جریان حجمی

سرعت جریان حجمی خروجی مقدار زیر را دارد:

$$Q = q/\rho$$

نکته: در این استاندارد بین المللی علامت Q نیز ممکن است سرعت جریان حجمی در هر مقطع داده شده را نشان دهد. این مقدار خارج قسمت سرعت جریان جرمی در این مقطع و چگالی است. (این بخش ممکن است به صورت زیرنویس مشخص شود).

۳.۹. سرعت میانگین

سرعت محوری میانگین جریان برابر با سرعت جریان حجمی تقسیم بر مساحت مقطع عرضی لوله

$$U = Q/A$$

نکته: باید به این حقیقت که در این مورد Q ممکن است به دلایلی در طول مدار تغییر کند، توجه کرد.

۳.۱۰. سرعت موضعی

سرعت جریان در هر نقطه ای

۳.۱۱. ارتفاع فشاری

انرژی در هر واحد جرم سیال تقسیم بر شتاب گرانشی، g

۳.۱۲. صفحه مرجع

هر صفحه افقی به کار رفته به عنوان مبنا برای اندازه گیری ارتفاع

نکته: به دلایل کاربردی، ترجیح داده می شود صفحه مرجع فرضی مشخص نگردد.

۳.۱۳. ارتفاع بالای سطح مرجع

ارتفاع نقطه در نظر گرفته شده بالای صفحه مرجع

نکته: مقدار آن برابر است با:

- مثبت در صورتی که نقطه بالای سطح مرجع باشد؛

- منفی، در صورتی که نقطه زیر صفحه مرجع باشد.

تصاویر ۳ و ۴ را ببینید.

۳.۱۴. فشار سنجنده (فشارسنج)

فشار متناسب با فشار اتمسفری

نکته: مقدار آن برابر است با:

- مثبت، در صورتی که فشار بیشتر از فشار اتمسفری باشد؛

- منفی، در صورتی که فشار کمتر از فشار اتمسفری باشد.

نکته ۲: همه فشارها در استاندارد بین المللی فشارهای سنجنده قرائت شده از فشارسنج یا ابزارهای سنجش

فشار مشابه هستند به جز فشار اتمسفری و فشار بخار مایع که به صورت فشارهای مطلق بیان می شوند.

۳.۱۵. ارتفاع فشاری سرعت

انرژی جنبشی در واحد جرم مایع در حرکت، تقسیم بر g :

$$U^2/2g$$

۳.۱۶. ارتفاع فشاری کل

در هر مقطعی، ارتفاع فشاری کل به این صورت داده می شود:

$$H_x = z_x + p_x/\rho g + U_x^2/2g$$

که در آن z ارتفاع مرکز مقطع عرضی بالای صفحه مرجع و p فشار سنجنده مرتبط به مرکز مقطع عرضی است.

نکته: ارتفاع فشاری کلی مطلق در هر مقطعی به این صورت داده می شود:

$$H_{x(abs)} = z_x + p_x/\rho g + p_{amb}/\rho g + U_x^2/2g$$

۳.۱۷. ارتفاع فشاری کل ورودی

ارتفاع فشاری کل در مقطع ورودی پمپ:

$$H_1 = z_1 + p_1/\rho g + U_1^2/2g$$

۳.۱۸. ارتفاع فشاری کل خروجی

ارتفاع فشاری کل در مقطع خروجی پمپ:

$$H_2 = z_2 + p_2/\rho g + U_2^2/2g$$

۳.۱۹. ارتفاع فشاری کل پمپ

اختلاف جبری بین ارتفاع فشاری کل خروجی H_2 و ارتفاع فشاری کل ورودی H_1

نکته: اگر قابلیت متراکم شدن قابل چشم پوشی باشد، $H = H_2 - H_1$.

اگر قابلیت تراکم مایع پمپ شده قابل توجه باشد، چگالی ρ باید با مقدار میانگین جایگزین شود:

$$\rho_m = \rho_1 + \rho_2/2$$

و ارتفاع فشاری کل پمپ باید با فرمول زیر محاسبه شود:

$$H = z_2 - z_1 + p_2 - p_1/\rho_m \cdot g + U_2^2 - U_1^2/2g$$

نکته ۲: علامت ریاضی درست H_{1-2} می باشد.

۳.۲۰. انرژی ویژه

انرژی در واحد جرم مایع:

$$y = gH$$

۳.۲۱. اتلاف ارتفاع فشاری در ورودی

اختلاف بین ارتفاع فشاری کل مایع در نقطه اندازه گیری و ارتفاع فشاری کل مایع در مقطع ورودی پمپ

۳.۲۲. اتلاف ارتفاع فشاری در خروجی

اختلاف بین ارتفاع فشاری کل مایع در مقطع خروجی پمپ و ارتفاع فشاری کل مایع در نقطه اندازه گیری

۳.۲۳. ضریب اتلاف اصطکاک لوله

ضریبی برای اتلاف ارتفاع فشاری در اثر اصطکاک لوله

۳.۲۴. ارتفاع فشاری مکش مثبت خالص NPSH

ارتفاع فشاری کل مطلق ورودی بالای ارتفاع فشاری هم ارز با فشار مرتبط با صفحه مبنای NPSH:

$$NPSH = H_1 - z_D + p_{amb} - p_v / \rho_l g$$

نکته: این NPSH مرتبط با صفحه مبنای NPSH است در حالی که ارتفاع فشاری کل ورودی مرتبط با صفحه مبنای است.

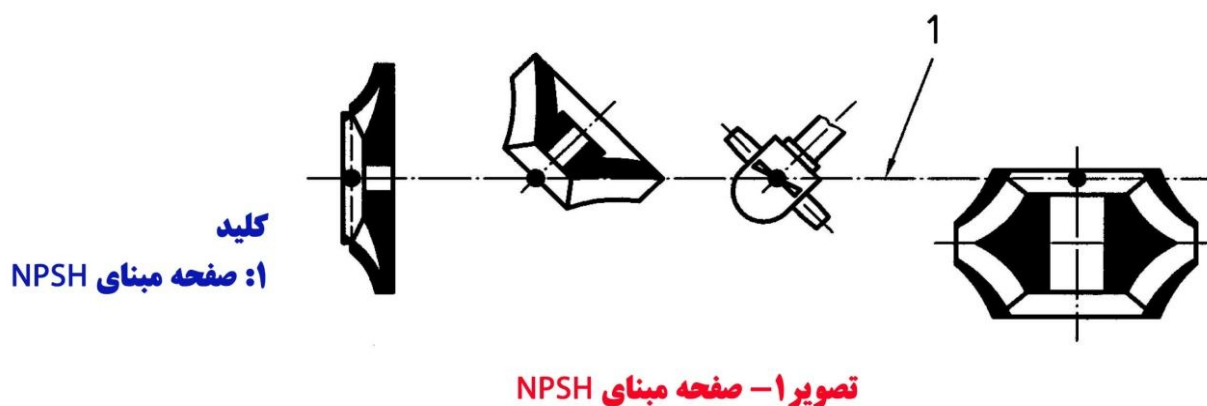
۳.۲۵. صفحه مبنای NPSH

(پمپ های چند مرحله ای) صفحه افقی از میان مرکز دایره شرح داده شده توسط نقاط خارجی لبه های ورودی تیغه های پروانه

۳.۲۶. صفحه مبنای NPSH

(پمپ های ورودی دوتایی با محور عمودی یا مورب صفحه ای از میان مرکز بلندتر)

نکته: تولیدکننده باید موقعیت این صفحه را با توجه به نقاط مرجع دقیق روی پمپ نشان دهد. تصویر ۱ را ببینید.



۳.۲۷. NPSH در دسترس، NPSHA

NPSH در دسترس به صورت تعیین شده توسط شرایط نصب برای سرعت جریان مشخص شده

۳.۲۸. NPSH مورد نیاز، NPSHR

NPSH حداقل داده شده توسط تولیدکننده/تهیه کننده برای رسیدن پمپ به عملکرد مشخص شده در سرعت جریان، سرعت و مایع پمپ شده مشخص (رخداد حباب زایی قابل دید، افزایش نویز و لرزش به دلیل حباب

زایی، شروع افت ارتفاع فشاری یا بازدهی، افت ارتفاع فشاری یا بازدهی از مقدار داده شده، محدودیت فرسایش
(حباب زایی)

NPSH3 ۳.۲۹

NPSH مورد نیاز برای افت ۳ درصدی ارتفاع فشاری کل مرحله اول پمپ به عنوان اساس استاندارد برای
استفاده در منحنی های عملکرد

۳.۳۰ عدد نوع

مقدار بدون بُعد محاسبه شده در نقطه بهترین بازدهی که با فرمول زیر تعریف می شود:

$$K = \frac{2 \pi n Q'^{1/2}}{(gH')^{3/4}} = \frac{\omega Q'^{1/2}}{y'^{3/4}}$$

که در آن Q' سرعت حجمی در چشمی و H' ارتفاع فشاری مرحله اول است.

نکته: عدد نوع باید در قطر حداکثر پروانه مرحله اول مشخص شود.

۳.۳۱ ورودی نیروی پمپ

نیروی منتقل شده به پمپ توسط گردنده آن

۳.۳۲ خروجی نیروی پمپ

نیروی مکانیکی منتقل شده به مایع در طول عبور آن از میان پمپ:

$$P_u = \rho Q g H = \rho Q y$$

۳.۳۳ ورودی نیروی گردنده

نیروی جذب شده توسط گردنده پمپ

۳.۳۴. بازده پمپ

خروجی نیروی پمپ تقسیم بر ورودی نیرو

$$\eta = P_u/P$$

۳.۳۵. بازدهی کلی

خروجی نیروی پمپ تقسیم بر ورودی نیروی گردنده

$$\eta_{gr} = P_u/P_{gr}$$

جدول ۱: لیست الفبایی حروف اصلی به کار برده شده به عنوان علامت

علامت	کمیت	واحد
A	مساحت	مترمربع
D	قطر	متر
E	انرژی	ژول
E	عدم قطعیت کلی، مقدار نسبی	درصد
F	فرکانس	ثانیه ^{-۱} ، هرتز
G	شتاب به دلیل گرانش ^{الف}	متر/ثانیه مربع
H	ارتفاع فشاری کل پمپ	متر
H _f	اتلاف ها برحسب ارتفاع فشاری مایع	متر
K	سختی یکپارچه هم ارز	متر
K	عدد نوع	(عدد خالص)
L	طول	متر
M	جرم	کیلوگرم

N	سرعت چرخش	ثانیه ^{-۱} ، دقیقه ^{-۱}
NPSH	ارتفاع فشاری مکش مثبت خالص	متر
P	فشار	پاسکال
P	توان	وات
Q	سرعت جریان جرمی ^۳	کیلوگرم/ثانیه
Q	سرعت جریان حجمی ^۳	مترمکعب/ثانیه
Re	عدد رینولدز	(عدد خالص)
T	فاکتور دامنه تغییرات، عدد نسبی	درصد
T	زمان	ثانیه
T	گشتاور	نیوتن متر
U	سرعت میانگین	متر/ثانیه
V	سرعت موضعی	متر/ثانیه
V	حجم	مترمکعب
Y	انرژی ویژه	ژول/کیلوگرم
Z	ارتفاع بالای صفحه مرجع	متر
Z ₀	اختلاف بین صفحه مبنای NPSH (۳.۲۵) را ببینید و صفحه مرجع	متر
η	بازدهی	(عدد خالص)
θ	دما	درجه سانتیگراد
λ	ضریب اتلاف اصطکاک لوله	(عدد خالص)
V	ویسکوزیته جنبشی	مترمربع/ثانیه
ρ	چگالی	کیلوگرم/مترمکعب
ω	سرعت زاویه ای	رادیان/ثانیه
الف در اصل، مقدار موضعی g باید به کار رود. علیرغم این برای درجه ۲ کافی است از مقدار ۹.۸۱ متر/ثانیه مربع استفاده کنیم. برای محاسبه مقدار موضعی $g = ۹.۷۸۰۳ (۱ + \sin^2 \phi ۳۰۰۰۵)$ که در آن ϕ عرض جغرافیایی و Z ارتفاع از سطح دریا است. ب علامت اختیاری برای سرعت جرمی جریان q_m است.		

٢ علامت اختیاری برای سرعت حجمی جریان q_v است.

جدول ۲: لیست حروف و اعداد به کار رفته به عنوان زیرنویس

زیرنویس	معنا
۱	ورودی
۱	مقطع اندازه گیری ورودی
۲	خروجی
۲	مقطع اندازه گیری خروجی
Abs	مطلق
Amb	پیرامون
D	تفاوت، مبنا
F	سیال در لوله های اندازه گیری
G	گارانتی شده
H	ارتفاع فشاری کلی پمپ
Gr	واحد موتور/پمپ ترکیب شده (کلی)
M	میانگین
M	فشارسنج
N	سرعت چرخش
P	توان
Q	سرعت جریان (حجمی)
Sp	مشخص شده
T	ترجمه شده، گشتاور
U	مفید
V	بخار (فشار)

η	بازدهی
X	در هر مقطعی

۴. گارانتی

۴.۱. موضوعات گارانتی

یک نقطه گارانتی که باید توسط جریان گارانتی Q_G و ارتفاع فشاری گارانتی H_G تعریف شود.

تولیدکننده/تهیه کننده گارانتی می کند که تحت شرایط مشخص و در سرعت مشخص شده (یا در برخی موارد فرکانس و ولتاژ)، منحنی $H(Q)$ اندازه گیری شده از میان محدوده ای از دامنه تغییرات عبور می کند (جدول ۱۰ و تصویر ۲ را ببینید) که حول نقطه گارانتی است.

سایر محدوده های دامنه تغییرات (مثلا فقط داده شده با فاکتورهای دامنه تغییرات مثبت) ممکن است در قرارداد مورد توافق قرار گیرند.

به علاوه، یکی از کمیت های زیر یا بیشتر باید تحت شرایط مشخص شده و در سرعت مشخص شده گارانتی شود:

الف) بازدهی پمپ، η_G ، یا در مورد واحد گردنده پمپ کلی، بازدهی ترکیب شده، η_{grG} .

ب) ارتفاع فشاری مکش مثبت خالص مورد نیاز (NPSHR) در جریان گارانتی شده؛ در سرعت جریانی که در ۶.۴.۲ و تصویر ۲ تعریف شده است.

با توافق ویژه ممکن است چندین نقطه گارانتی و مقادیر مناسب بازدهی و ارتفاع فشاری مکش مثبت خالص مورد نیاز در سرعت جریان افزایش یا کاهش یافته، گارانتی شود. ورودی توان حداکثر ممکن است برای جریان

گارانتی یا برای محدوده عملیاتی تضمین شود. هرچند این کار ممکن است نیازمند محدوده دامنه تغییرات بزرگی برای توافق بین خریدار و تولیدکننده/تهیه کننده باشد.

۴.۲. سایر شرایط گارانتی

شرایط زیر باید به مقادیر گارانتی اعمال شود مگر این که چیز دیگری توافق شده باشد:

الف) نقاط گارانتی باید به آب تمیز سرد اعمال شود مگر این که ویژگی های شیمیایی و فیزیکی مایع پمپ شده بیان گردیده باشد (۵.۴.۵.۲ را ببینید).

ب) رابطه بین مقادیر گارانتی تحت شرایط آب تمیز و عملکرد محتمل تحت شرایط سایر مایعات باید در قرارداد مورد توافق قرار گرفته باشد.

ج) گارانتی ها باید فقط به پمپ تست شده با روش های مشخص و توافق های تست مشخص شده در این استاندارد بین المللی اعمال شود.

د) تولیدکننده/تهیه کننده پمپ نباید مسئول مشخص سازی نقطه گارانتی باشد.

۵. اجرای تست ها

۵.۱. موضوع تست ها

۵.۱.۱. کلیات

مواد زیر باید مورد استفاده قرار گیرد مگر این که خلاف آن بین تولیدکننده/تهیه کننده و خریدار توافق شده باشد:

الف) صحت براساس درجه ۲؛

ب) تست ها باید روی ایستگاه تست کارهای تولیدکننده انجام شود؛

ج) تست NPSH شامل آن نیست.

هر تفاوتی با این موارد باید بین خریدار و تولیدکننده/تهیه کننده مورد توافق باشد. این کار باید در اسرع وقت انجام شده و ترجیحاً بخشی از قرار داد را تشکیل دهد.

در بین سایر موارد، این چنین اختلاف هایی ممکن است:

- صحت براساس درجه ۱؛

- فاکتورهای دامنه تغییرات غیرمنفی (۴.۱ را ببینید)؛

- فاکتورهای دامنه تغییرات متناسب با ضمیمه A؛

- ارزشیابی آماری نتایج اندازه گیری براساس ضمیمه I؛

- تست ها در آزمایشگاه بی طرف یا در محل؛

- انحراف از نیازمندی ها در زمینه نصب پمپ و ابزارهای اندازه گیری؛

- ساخت شبیه سازی شده پمپ ها (چندین روتور در یک قاب)؛

- نیازمندی به تست NPSH، باشد.

ضمیمه K چک لیستی از موارد که در آن توافق بین خریدار و تولیدکننده/تهیه کننده لازم است را ارائه می دهد.

۵.۱.۲. تست های قراردادی - تحقق گارانتی

تست ها برای تعیین عملکرد پمپ و مقایسه آن با گارانتی تولیدکننده/تهیه کننده هستند.

گارانتی تعیین شده برای هر کمیتی، وقتی براساس این استاندارد بین المللی تست می شود، باید تحقق یابد در صورتی که عملکرد اندازه گیری شده در محدوده تغییرات مشخص شده برای کمیت خاص با شکست روبرو شود (بند ۶ را ببینید).

وقتی NPSHR گارانتی می شود، نوع تست باید مشخص شود (۱۱.۱.۲ را ببینید).

وقتی تعداد پمپ های مشابه باید خریداری گردد، تعداد پمپ هایی که تست می شوند باید بین خریدار و تولیدکننده/تهیه کننده مورد توافق باشد.

۵.۱.۳. کنترل های اضافی

در طول تست، ممکن است رضایت بخش بودن رفتار پمپ در زمینه دمای بسته بندی ها و بلبرینگ ها، نشت هوا یا آب، انتشار صوتی و لرزش ها^۱ مورد توجه قرار گیرد.

۵.۲. سازمان دهی تست ها

۵.۲.۱. کلیات

خریدار و تولیدکننده/تهیه کننده باید حق داشته باشند این تست ها را مشاهده کنند.

۵.۲.۲. مکان تست ها

۵.۲.۲.۱. تست های کارخانه

^۱ استانداردهای بین المللی ویژه برای پمپ های تحت مطالعه ایزو/TC 115 است.

تست های عملکرد باید ترجیحا در کارخانه تولیدکننده، یا در مکانی که به صورت دو جانبه بین تولیدکننده/تهیه کننده و خریدار توافق شده باشد، صورت گیرد.

۵.۲.۲.۲. تست های سایت

توافق ویژه ای برای تست های عملکرد روی سایت تهیه کننده لازم است، به شرط این که همه نیازمندی های این استاندارد بین المللی را بتوان برآورده کرد. هرچند مشخص شده است که شرایط در بیشتر سایت ها اغلب مطابقت کاملی با این استاندارد بین المللی را مانع می کند. در این نمونه ها تست های عملکرد سایت هنوز می تواند قابل پذیرش باشد مشروط بر این که گروه ها توافق کرده باشند عدم صحت هایی که در نهایت از دوری از نیازمندی مشخص شده نشأت می گیرند، جبران شوند.

۵.۲.۳. تاریخ تست

تاریخ تست باید به صورت دو جانبه بین تولیدکننده/تهیه کننده و خریدار مورد موافقت قرار گیرد.

۵.۲.۴. کارمندان

اندازه گیری های صحیح نه تنها به کیفیت ابزارهای اندازه گیری به کار برده شده بلکه به توانایی و مهارت افراد عمل کننده و قرائت دستگاه های اندازه گیری در طول تست ها بستگی دارد. کارمند عهده دار اجرای اندازه گیری ها باید با دقتی مشابه انتخاب ابزارهای به کار رفته در تست گزینش شود.

متخصصین با تجربه کافی در عملیات اندازه گیری در کل باید با عملیات و قرائت ابزارهای اندازه گیری پیچیده درگیر باشند. قرائت دستگاه های اندازه گیری ساده باید به دستیارهایی (براساس آموزش قبلی) محول شود که بتوان فرض کرد قرائت ها را با دقت کافی و صحت مورد نیاز اجرا می کنند.

سرپرست تست دارای تجربه کافی در عملیات اندازه گیری باید به صورت دو جانبه انتخاب شود. معمولاً وقتی تست در کارخانه تولیدکننده انجام می شود، سرپرست تست عضو کارمندان تولیدکننده پمپ است.

در طول تست همه افراد مسئول اجرای اندازه گیری ها نسبت به رئیس تست گیری رتبه پایین تری دارند که او اندازه گیری ها را اجرا کرده و سرپرستی می کند، شرایط تست و نتایج تست را گزارش کرده و در نهایت گزارش تست را پیش نویس می کند. همه سوالات ایجاد شده در رابطه با اندازه گیری ها و اجرای آن ها در معرض تصمیم گیری او هستند.

گروه های مربوطه باید همه کمکی که رئیس تست گیری لازم می داند را فراهم کنند.

۵.۲.۵. حالت پمپ

وقتی تست ها در کارخانه تولیدکننده انجام نمی شوند، باید اجازه تنظیم های اولیه توسط تولیدکننده و نصاب داده شود.

۵.۲.۶. برنامه تست

برنامه و روندی که در تست دنبال می شود باید توسط سرپرست تست آماده شده و توسط تولیدکننده/تهیه کننده و خریدار در زمان کافی برای ملاحظات و توافق تایید شود.

فقط داده های عملیاتی گارانتی شده (۴.۱ را ببینید) باید پایه تست را شکل دهد، سایر داده های تعیین شده با اندازه گیری در طول تست ها باید فقط کارکرد شاخص (اطلاع دهنده) را داشته و باید در صورتی که در برنامه شامل شده باشند بیان گردند.

۵.۲.۷. تجهیزات تست

وقتی درباره روند اندازه گیری تصمیم می گیرد، ابزارهای اندازه گیری و ثبت مورد نیاز باید همزمان مشخص شوند.

سرپرست تست باید مسئول کنترل نصب صحیح ابزارها و کارکرد مناسب آن ها باشد.

همه ابزارهای اندازه گیری باید توسط گزارش های نشان دهنده تنظیم یا با مقایسه با سایر استانداردهای ایزو یا IEC پوشش داده شده که این استاندارد ها با نیازمندی های ۶.۲ مطابقت دارد. این گزارش ها باید در صورت نیاز ارائه شوند.

راهنمایی برای دوره مناسب بین تنظیم های ابزارهای تست در ضمیمه E داده شده است.

۵.۲.۸ ثبت

همه مواد ثبت شده تست و نمودارهای ثبت شده باید توسط سرپرست تست و نماینده تولیدکننده/تهیه کننده و خریدار، در صورت وجود، که هریک باید کپی از همه موارد ثبتی و نمودارها را داشته باشند، آغاز شود. ارزشیابی نتایج تست باید تا حد ممکن در حال پیشرفت تست ها و در بسیاری موارد پیش از نصب انجام شود و ابزارها به ترتیبی جدا می شوند که اندازه گیری های مشکوک بتوانند بدون تاخیر تکرار شوند.

۵.۲.۹ گزارش تست

بعد از بررسی دقیق، نتایج تست باید در گزارشی که فقط توسط سرپرست تست یا همراه او و نماینده تولیدکننده/تهیه کننده و خریدار امضا شده است، خلاصه گردد.

همه گروه های مشخص شده در قرارداد باید کپی گزارش را دریافت کنند.

گزارش تست باید حاوی اطلاعات زیر باشد:

الف) مکان و تاریخ تست پذیرش؛

ب) نام تولیدکننده، نوع پمپ، شماره سریال، و شاید سال ساخت؛

ج) قطر پروانه، زاویه تیغه یا سایر شناسه های پروانه؛

د) مشخصات گارانتی، شرایط عملیاتی در طول تست پذیرش؛

ذ) مشخصات نیروی محرکه (گردنده) پمپ؛

ر) طرح چینش تست، اقطار مقاطع اندازه گیری، توصیف روند تست و ابزارهای اندازه گیری به کار رفته شامل داده های تنظیم؛

ز) قرائت ها؛

ط) ارزشیابی و تحلیل نتایج تست؛

ظ) نتیجه گیری ها؛

- مقایسه نتایج تست و کمیت های گارانتی شده

- تعیین اقدامات انجام شده در رابطه با هر توافق انجام شده

- پیشنهاد درباره پذیرش یا رد پمپ و شرایط این کار (اگر گارانتی نمی تواند کاملاً تصمیم نهایی را برآورده کند

این که پمپ پذیرفته شود یا خیر به عهده خریدار می باشد)

- بیانیه های برخاسته از هر اقدام انجام شده در رابطه با هر توافق ویژه.

برگه تست پمپ برای راهنمایی در ضمیمه J داده شده است.

۵.۳. چینش های تست

۵.۳.۱. کلیات

شرایط لازم برای تضمین اندازه گیری رضایت بخش مشخصات عملیات در این زیرماده با در نظر گرفتن صحت مورد نیاز برای تست های درجه ۱ و ۲، تعریف شده است.

نکته ۱: عملکرد پمپ در چینش تست داده شده، هرچقدر با صحت اندازه گیری شود، نمی تواند به صورت متناظر شاخص صحیحی از عملکرد در چینش دیگر فرض شود.

نکته ۲: پیشنهادات و راهنمایی کلی درباره چینش های لوله مناسب برای تضمین اندازه گیری رضایت بخش در بندهای ۷ و ۸ داده شده است، در صورت نیاز می توان آن ها را در رابطه با استانداردهای بین المللی در اندازه گیری سرعت جریان در مجراهای بسته مرتبط با روش های مختلف به کار برد (بند ۷ را ببینید).

۵.۳.۲. چینش های تست استاندارد

بهترین شرایط اندازه گیری در مقاطع اندازه گیری وقتی به دست می آید که جریان

- توزیع سرعت متقارن محوری؛

- توزیع فشار استاتیک یکپارچه؛

- آزادی از گرداب القا شده توسط نصب، داشته باشد.

برای درجه های ۱ و ۲، تاییدیه مورد نیاز نیست زیرا در عمل برآورده سازی کامل این نیازمندی ها ممکن نیست.

پیشگیری از توزیع سرعت بسیار ضعیف یا گرداب با پرهیز از هر خمیدگی یا ترکیب خمیدگی ها، هر انبساط یا هر تداوم در نیمرخ عرضی در مجاور مقطع اندازه گیری (کمتر از چهار برابر قطر) ممکن است.

معمولاً اثر شرایط جریان ورودی با شماره نوع K پمپ افزایش می یابد. وقتی $K < ۱.۲$ ، پیشنهاد می شود شرایط سایت شبیه سازی شود.

پیشنهاد می شود برای چینش های تست استاندارد هدایت شده از مخزن با سطح آزاد یا از مجراهای ساکن بزرگ در مدار بسته، طول مستقیم ورودی L باید با این عبارت تعیین شود: $L/D = K + 5$ ، که در آن D قطر لوله است. این مخصوصاً برای تست های درجه ۱ معتبر است.

این عبارت برای چینشی معتبر است که در فاصله جریان بالادست L ، خمیدگی راست زاویه ساده ای داشته باشد که در پره های راهنما قرار نگیرد. تحت این شرایط، صاف کننده های جریان در لوله بین خمیدگی و پمپ مورد نیاز نیستند. هرچند، در مدار بسته که مخزن و مجرای ساکن دقیقاً بعد از جریان بالادست پمپ قرار ندارند، لازم است تضمین شود که جریان به داخل پمپ بدون پیچش القاشده توسط نصب است و توزیع سرعت متقارن نرمال دارد.

پیچش قابل توجه را می توان با موارد زیر منع کرد

- طراحی دقیق مدار تست بالا دست مقطع اندازه گیری؛

- استفاده معقولانه از صاف کننده جریان؛

- چینش مناسب ضربه فشار برای حداقل سازی تاثیر آن ها بر اندازه گیری.

پیشنهاد می شود دریچه تعدیل در لوله مکش نصب نشود (۵.۴.۴). را ببینید). علیرغم این، اگر نتوان از نصب آن پرهیز کرد، برای مثال برای تست های حباب زایی، طول لوله مستقیم بین دریچه و ورودی پمپ باید مطابق با نیازمندی های ۱۱.۲.۲ باشد.

۵.۳.۳. چینش های تست شبیه سازی شده

وقتی براساس دلایل داده شده در بالا تست پمپ تحت شرایط تست شبیه سازی شده مورد موافقت قرار می گیرد، مهم است که در ورودی مدار شبیه سازی شده جریان تا حد ممکن بدون چرخش قابل توجه القاشده از نصب باشد و توزیع سرعت متقارن داشته باشد. همه تدارکات لازم باید برای تضمین رسیدن به این شرایط تهیه شود.

اگر لازم باشد، برای تست های درجه ۱ توزیع سرعت جریان در مدار شبیه سازی شده باید با عرض لوله پیتون دقیق تعیین شود تا مشخص گردد که مشخصات جریان مورد نیاز وجود دارد. اگر این طور نباشد، مشخصات مورد نیاز را می توان با نصب دستگاه های مناسب، مثل صاف کننده جریان، که برای تصحیح خطا در جریان به کار می رود (چرخش یا عدم تقارن) به دست آورد. مشخصات انواع اکثراً مورد استفاده صاف کننده های جریان را می توان در ایزو ۷۱۹۴ یافت. اما باید دقت کرد تضمین گردد شرایط تست توسط اتلاف های فشار مرتبط با برخی دستگاه های صاف کننده تحت تاثیر قرار نگیرد.

۵.۳.۴. پمپ های تست شده با متعلقات

اگر در قرارداد مشخص شده باشد، تست های استاندارد را می توان در ترکیبی از پمپ و موارد زیر انجام داد:

الف) متعلقات مرتبط در نصب سایت نهایی؛ یا

ب) بازسازی دقیق مرتبط با آن؛ یا

ج) متعلقات معرفی شده برای اهداف تست و در نظر گرفته شده به عنوان بخش شکل دهنده خود پمپ.

جریان در ورودی و خروجی کل ترکیب باید با نیازمندی های مشخص شده در ۵.۳.۲ مطابقت داشته باشد.

اندازه گیری ها باید مطابق با ۸.۲.۲ باشد.

۵.۳.۵. نصب پمپ تحت شرایط استغراق

وقتی پمپ یا ترکیبی از پمپ و متعلقات آن، تست شده یا در شرایطی که اتصال لوله استاندارد به صورت شرح داده شده در ۵.۳.۲ نتواند به دلیل عدم دسترسی یا استغراق انجام شود، اندازه گیری ها باید مطابق ۸.۲.۳ باشد.

۵.۳.۶. پمپ های سوراخ دار و چاه عمیق

پمپ های سوراخ دار و چاه عمیق معمولاً نمی توانند با طول کامل شبکه تحویل خود تست شوند و در نتیجه اتلاف ارتفاع فشاری در بخش های حذف شده و توان جذب شده توسط هر محورگذاری در آنجا را نمی توان در نظر گرفت. بلبرینگ طولی در طول تست نسبت به زمانی که در نصب نهایی است، بارگیری سبک تری دارد. اندازه گیری ها باید مطابق با ۸.۲.۳ در نظر گرفته شود.

۵.۳.۷. پمپ های هواگیری خودکار

۱.۴.۵. روند تست

طول مدت تست باید برای به دست آوردن نتایج پیوسته در زمینه میزان صحت قابل دستیابی کافی باشد.

همه اندازه گیری ها باید تحت شرایط پایدار عملیات یا ناپایدار در محدوده داده شده در جدول ۴ انجام شود.

تصمیم گیری درباره اندازه گیری وقتی این چنین شرایطی را نمی توان برآورده کرد، باید مسئله توافق بین گروه های مربوطه باشد.

تایید نقطه گارانتی باید با ثبت حداقل سه (تست درجه ۲) یا پنج (تست درجه ۱) نقطه اندازه گیری گروه بندی شده نزدیک و برابر حول نقطه گارانتی، به دست آید، برای مثال بین $Q_G 0.9$ و $Q_G 1.1$.

در جایی که به دلایل ویژه لازم است عملکرد در محدوده ای از شرایط عملیاتی تعیین شود، تعداد نقاط اندازه گیری کافی باید برای تعیین عملکرد در محدوده عدم قطعیت بیان شده در ۶.۲ در نظر گرفته شود.

اگر توان محرکه در دسترس در طول تست در ایستگاه تست کافی باشد، و اگر تست در سرعت کاهش یافته گردش انجام شود، نتایج تست باید به سرعت ویژه گردش مطابق با ۶.۱.۲ تعبیر شود.

۵.۴.۲. پایداری عملیات

۵.۴.۲.۱ نکات کلی

برای اهداف این استاندارد بین المللی، باید موارد زیر را در نظر گرفت.

الف) نوسان ها: تغییرات کوتاه مدت در مقدار اندازه گیری شده کمیت فیزیکی حول مقدار میانگین آن در طول زمانی که قرائت منفرد انجام می شود.

ب) تغییرات: آن تغییرات در مقدار که بین یک قرائت و بعدی روی می دهد.

۵.۴.۲.۲ نوسان های مجاز در قرائت ها و استفاده از تعدیل

۵.۴.۲.۲.۱ مشاهده بصری مستقیم سیگنال های تحویل شده توسط سیستم های اندازه گیری

برای هر کمیت اندازه گیری شده، جدول ۳ دامنه مجاز نوسان ها را می دهد.

در جایی که ساختار یا عملیات پمپ به صورتی است که نوسان های با دامنه بزرگ وجود دارد، اندازه گیری ها را می توان با فراهم آوری دستگاه تعدیل در ابزارهای اندازه گیری یا خطوط اتصال آن ها انجام داد که قابلیت کاهش دامنه نوسان ها تا مقادیر داده شده در جدول ۳ را دارند.

از آنجایی که ممکن است تعدیل تا حد زیادی صحت قرائت ها را تحت تاثیر قرار دهد، باید از دستگاه تعدیل متقارن و خطی، برای مثال لوله موین، استفاده کرد که باید در حداقل یک چرخه کامل نوسان پیوستگی را فراهم آورد.

جدول ۳: دامنه مجاز نوسان ها به صورت درصد مقدار میانگین کمیت اندازه گیری شده

دامنه مجاز نوسان ها		کمیت اندازه گیری شده
درجه ۲ درصد	درجه ۱ درصد	
± 6	± 3	سرعت جریان ارتفاع فشاری کل پمپ گشتاور ورودی توان
± 2	± 1	سرعت چرخش
وقتی از دستگاه اختلاف فشار برای اندازه گیری سرعت جریان استفاده می کنید، دامنه مجاز نوسان های اختلاف فشار مشاهده شده باید برای درجه ۱ برابر ± 6 درصد و برای درجه ۲ برابر ± 12 درصد باشد. در مورد اندازه گیری های جداگانه فشار کلی ورودی و فشار کلی خروجی، دامنه مجاز حداکثر نوسان باید روی ارتفاع فشاری کل پمپ محاسبه شود.		

۵.۴.۲.۲.۲. ثبت خودکار یا یکپارچه سازی سیگنال های تحویل شده توسط سیستم های اندازه گیری

وقتی سیگنال های تحویل شده توسط سیستم های اندازه گیری به صورت خودکار ثبت شده یا با دستگاه اندازه گیری یکپارچه می شوند، دامنه نوسان مجاز حداکثر این سیگنال ها ممکن است بالاتر از مقدار داده شده در جدول ۳ باشد در صورتی که

الف) سیستم اندازه گیری به کار برده شده شامل دستگاه یکپارچه سازی خودکار، با صحت مورد نیاز، یکپارچه سازی مورد نیاز برای محاسبه مقدار میانگین در دوره یکپارچه سازی بسیار طولانی تر از زمان پاسخ سیستم متناظر باشد؛

ب) یکپارچه سازی مورد نیاز برای محاسبه مقدار میانگین بعداً، از طریق موارد ثبت شده پیوسته یا نمونه برداری شده سیگنال آنالوگ $x(t)$ ، انجام شود. (شرایط نمونه برداری باید در گزارش تست مشخص شود).

۵.۴.۲.۳. تعداد مجموعه مشاهدات

۵.۴.۲.۳.۱. شرایط پایدار

شرایط تست وقتی پایدار خوانده می شود که مقدار میانگین همه کمیت های درگیر (سرعت جریان، ارتفاع فشاری کل پمپ، ورودی توان، گشتاور و سرعت چرخش) مستقل از زمان باشد. در عمل، شرایط تست ممکن است وقتی پایدار خوانده شود که تغییرات هر کمیت، مشاهده شده در نقطه عملیاتی تست برای حداقل ۱۰ ثانیه، از مقادیر داده شده در بخش بالایی جدول ۴ تجاوز نکند. اگر این شرایط برآورده شود، و اگر نوسان ها کمتر از مقادیر مجاز داده شده در جدول ۳ باشد، فقط یکی مجموعه از قرائت های کمیت های منفرد برای نقطه تست در نظر گرفته شده ثبت می شود.

۵.۴.۲.۳.۲. شرایط ناپایدار

در این چنین مواردی که ناپایداری شرایط تست باعث تردید در زمینه صحت تست ها می شود، روندهای زیر باید دنبال شود.

در هر نقطه تست قرائت مکرر کمیت های اندازه گیری شده باید در وهله های زمانی تصادفی اما نه کمتر از ۱۰ ثانیه، فقط با کنترل سرعت چرخش و دما، اندازه گیری شود. همه مشخصات دریچه تعدیل، تراز آب، آب بند، آب توازن، و غیره باید به صورت کامل بدون تغییر باشد.

تفاوت بین این قرائت های مکرر از کمیت مشابه باید اندازه ناپایداری شرایط تست باشد که حداقل تا حدودی توسط پمپ تحت تست و نیز با نصب تحت تاثیر قرار گرفته است.

حداقل سه مجموعه قرائت باید در هر نقطه تست انجام شده و مقدار هر قرائت جداگانه بازدهی به دست آمده از هر قرائت باید ثبت شود. تفاوت درصدی بین بزرگ ترین و کوچک ترین مقدار هر کمیت نباید بزرگتر از مقدار داده شده در جدول ۴ باشد. باید ذکر کرد که تفاوت در صورتی مجاز است که عدد قرائت افزایش یابد (جدول ۴ را ببینید).

جدول ۴: محدوده تغییرات بین اندازه گیری مکرر کمیت مشابه (براساس محدوده اطمینان ۹۵ درصد)

تفاوت مجاز بین بزرگ ترین و کوچک ترین قرائت هر کمیت، مرتبط با مقدار میانگین				تعداد مجموعه قرائت ها	شرایط
سرعت چرخش		سرعت جریان، ارتفاع فشاری کل پمپ، گشتاور، ورودی توان			
درجه ۱ درصد	درجه ۲ درصد	درجه ۱ درصد	درجه ۲ درصد		
۰.۴	۰.۲	۱.۲	۰.۶	۱	پایدار
۰.۶	۰.۳	۱.۸	۰.۸	۳	ناپایدار
۱.۰	۰.۵	۳.۵	۱.۶	۵	
۱.۴	۰.۷	۴.۵	۲.۲	۷	
۱.۶	۰.۸	۵.۸	۲.۸	۹	
۱.۸	۰.۹	۵.۹	۲.۹	۱۳	

۲۰	۱۰	۶۰	۳۰	۲۰ <	
----	----	----	----	------	--

این تفاوت های مجاز حداکثر برای تضمین این طراحی شده اند که نبوده ها به دلیل پراکندگی همراه با عدم قطعیت های سیستماتیک داده شده در جدول ۷، منجر به عدم قطعیت های اندازه گیری کلی بیشتر از آنچه در جدول ۸ داده شده است نگردند.

میانگین حسابی همه قرائت ها برای هر کمیت باید به عنوان مقدار واقعی برای اهداف تست در نظر گرفته شود. اگر نتوان مقادیر داده شده در جدول ۴ را به دست آورد، دلیل باید مشخص شده، شرایط تصحیح شوند و مجموعه کامل جدیدی از قرائت ها انجام شود، یعنی همه قرائت ها در مجموعه اصلی باید رد شود. هیچ قرائت یا انتخاب قرائتی در مجموعه مشاهدات نباید به دلیل این که خارج از محدوده است رد گردد.

در موردی که تغییر اضافی به دلیل خطاهای روند یا ابزار نیست، و بنابراین نتوان آن را حذف کرد، محدوده خطا را می توان با تحلیل آماری محاسبه کرد.

۵.۴.۳. سرعت چرخش در طول تست

تست ها را می توان در سرعت چرخش در محدوده ۵۰ تا ۱۲۰ درصد سرعت مشخص شده چرخش انجام داد تا سرعت جریان، ارتفاع فشاری کل پمپ و ورودی توان را تعیین کرد مگر غیر از این توافق شده باشد. هر چند، باید ذکر کرد وقتی با بیشتر از ۲۰ درصد از سرعت مشخص شده چرخش جدا می شویم، بازدهی ممکن است تحت تاثیر قرار گیرد.

برای تست های NPSH، سرعت تست چرخش باید در محدوده ۸۰ تا ۱۲۰ درصد سرعت مشخص شده چرخش قرار گیرد مشروط بر این که سرعت جریان در محدوده ۵۰ تا ۱۲۰ درصد سرعت جریان متناظر با بازدهی حداکثر در سرعت تست چرخش باشد.

نکته: برای تست مطابق با نیازمندی های ۱۱.۱.۲.۱ و ۱۱.۱.۲.۲، تغییرات ذکر شده در بالا ممکن است همیشه مجاز باشد. تست های مطابق با نیازمندی های ۱۱.۱.۲.۳ ممکن است برای پمپ های با شماره نوع K کمتر از ۲ یا برابر آن باشد؛ برای پمپ های با شماره نوع K بیشتر از ۲، باید بین گروه های مربوطه توافق صورت گیرد.

۵.۴.۴. تعیین ارتفاع فشاری کل پمپ

شرایط تست را می توان در بین سایر روش ها با تعدیل در لوله های ورودی و خروجی یا هردو به دست آورد. وقتی تعدیل در لوله ورودی به کار می رود، ملاحظات مقتضی باید به احتمال حباب زایی یا هوای بیرون آمده از آب، که می توانند عملیات پمپ را تحت تاثیر قرار دهند، دستگاه اندازه گیری جریان یا هر دو، داده شود (۱۱.۲.۲ را ببینید).

۵.۴.۵. تست روی پمپ ها برای مایعاتی به غیر از آب سرد تمیز

۵.۴.۵.۱ کلیات

عملکرد پمپ با توجه به ماهیت مایع پمپ شده تا حد زیادی تغییر می کند. اگرچه می توان قانون کلی داد که به وسیله آن عملکرد با آب سرد تمیز برای پیش بینی در مایع دیگر به کار رود، اغلب برای گروه ها مطلوب است روی قانون تجربی که متناسب با شرایط خاص باشد توافق کنند و پمپ را با آب سرد تمیز تست کنند.

ضمایم G و H را می توان به عنوان یک راهنما در نظر گرفت.

۵.۴.۵.۲ مشخصات “آب سرد تمیز”

مشخصات آب متناظر با آنچه در استاندارد بین المللی “آب سرد تمیز” خوانده می شود باید در محدوده نشان داده شده در جدول ۵ باشد.

جدول ۵: مشخصات “آب سرد تمیز”

مشخصات	واحد	حداکثر
دما	درجه سانتیگراد	۴۰
ویسکوزیته سینتیک	مترمربع/ثانیه	1.75×10^{-6}
چگالی	کیلوگرم/مترمکعب	۱۰۵۰
محتوای جامد آزاد غیرجاذب	کیلوگرم/مترمکعب	۲.۵
محتوای جامد حل شده	کیلوگرم/مترمکعب	۵۰

محتوای کل مواد حل شده و گاز آزاد آب نباید از حجم اشباع متناظر با موارد زیر تجاوز کند:

- برای مدار باز؛ تا فشار و دما در چاهک پمپ؛

- برای حلقه بسته، تا مشخصات موجود در تانک.

۵.۴.۵.۳. مشخصات مایعاتی که تست آب سرد تمیز برای آن ها قابل پذیرش است

پمپ ها برای مایعات به غیر از آب سرد تمیز را می توان برای ارتفاع فشاری و سرعت جریان و بازدهی با آب

سرد تمیز تست کرد در صورتی که مایع در محدوده مشخصات جدول ۶^۲ باشد.

کل مواد حل شده و محتوای گاز آزاد مایع نباید از حجم اشباع متناظر با موارد زیر تجاوز کند:

- برای مدار باز، تا فشار و دما در چاهک پمپ؛

- برای حلقه بسته تا مشخصات موجود در پمپ.

تست روی پمپ ها برای مایعات به غیر از آنچه در بالا مشخص شده باید در معرض موافقت ویژه باشد.

^۲ منحنی های NPSHR معمول تولیدکننده های پمپ با استفاده از آب سرد تمیز تهیه شده و مقادیر NPSHR همیشه برای آب سرد تمیز داده می شود.

در غیاب موافقت نامه ویژه، تست های حباب زایی باید با آب سرد تمیز انجام شود. توجه باید به این حقیقت جلب شود که نتایج ممکن است وقتی مایعی که پمپ می شود آب سرد تمیز نباشد، تحت تاثیر این روند قرار گیرد.

۶. تحلیل نتایج تست

۶.۱. ترجمه نتایج تست به شرایط گارانتی

۶.۱.۱. کلیات

کمیت های مورد نیاز برای تایید مشخصات گارانتی شده توسط تولیدکننده/تهیه کننده و مشخصات داده شده در ۴.۱ به صورت کلی تحت شرایط تقریباً متفاوت با شرایطی که گارانتی براساس آن است، اندازه گیری می شود.

به منظور تعیین این که آیا گارانتی در صورت اجرای تست ها تحت شرایط گارانتی تحقق می یافت یا خیر، لازم است کمیت های اندازه گیری شده تحت شرایط مختلف به کمیت های اندازه گیری شده تحت شرایط گارانتی ترجمه شود.

۶.۱.۲. ترجمه نتایج تست به داده ها براساس سرعت ویژه چرخش (یا فرکانس) و چگالی

همه داده های تست به دست آمده در سرعت چرخش n با انحراف نسبت به سرعت مشخص شده چرخش n_{sp} باید به پایه سرعت چرخش مشخص شده n_{sp} ترجمه شوند.

اگر انحراف از سرعت چرخش تست n نسبت به سرعت چرخش مشخص شده n_{sp} از تغییرات مجاز بیان شده در ۵.۴.۳ فراتر نرود، و اگر انحراف مایع تست از مایعات مشخص شده در محدوده بیان شده در ۵.۴.۵.۳ باشد، داده

های اندازه گیری شده در سرعت جریان Q، ارتفاع فشاری کل پمپ H، ورودی توان P و بازدهی پمپ η را می توان به وسیله معادلات تبدیل کرد:

$$Q_T = Q \frac{n_{sp}}{n}$$

$$H_T = H \left(\frac{n_{sp}}{n} \right)^2$$

$$P_T = P \left(\frac{n_{sp}}{n} \right)^3 \cdot \frac{\rho_{sp}}{\rho}$$

$$\eta_T = \eta$$

و نتایج به دست آمده برای NPSHR را می توان با معادله زیر تبدیل کرد:

$$(NPSHR)_T = (NPSHR) \left(\frac{n_{sp}}{n} \right)^x$$

به عنوان تخمین اولیه NPSH، مقدار $x = 2$ را می توان در صورتی که شرایط مشخص شده در ۵.۴.۳ برای سرعت چرخش و سرعت جریان برآورده شده باشد و اگر حالت فیزیکی مایع در ورودی پروانه به صورتی باشد که جدایی گاز نتواند عملیات پمپ را تحت تاثیر قرار دهد، به کار برد. اگر پمپ نزدیک محدوده حباب زایی خود کار کند یا اگر انحراف سرعت تست از سرعت مشخص شده از مشخصات داده شده در ۵.۴.۳ تجاوز نکند، این پدیده ممکن است برای مثال تحت تاثیر اثرات ترمودینامیک، تغییر کشش سطحی یا تفاوت در محتوای هوای حل شده یا بسته باشد. مقادیر توان x بین ۱.۳ و ۲ مشاهده شده و توافق بین گروه ها برای تعیین فرمول تبدیل مورد استفاده، اجباری است.

در مورد واحدهای پمپ موتور ترکیبی یا وقتی گارانتی در زمینه فرکانس و ولتاژ توافق شده به جای سرعت چرخش (۴.۱ را ببینید) موافقت شده است، سرعت جریان، ارتفاع فشاری کل پمپ، ورودی توان و داده های

بازدهی در معرض قوانین ترجمه ذکر شده در بالا هستند مشروط بر این که n_{sp} با فرکانس f_{sp} و n با فرکانس f جایگزین شود. هرچند این چنین تعبیری باید محدود به مواردی باشد که فرکانس انتخاب شده در طول تست بیشتر از ۱ درصد تغییر نکند. اگر ولتاژ به کار برده شده در تست بیشتر از ۵ درصد بالا یا پایین ولتاژی که مشخصات گارانتی براساس آن هستند، نباشد، سایر داده های عملیاتی نیازمند تغییر نیستند.

اگر از انحرافات ذکر شده در بالا، یعنی $\pm 1\%$ درصد برای فرکانس و $\pm 5\%$ درصد برای ولتاژ تجاوز شود، لازم است خریدار و تولیدکننده/تهیه کننده به یک توافق برسند.

۶.۱.۳. تست انجام شده با NPSHA متفاوت از آنچه گارانتی شده است

عملکرد پمپ در NPSHA بالا را نمی توان بعد از تصحیح سرعت چرخش در محدوده مجاز در ۵.۴.۳ به عنوان شاخص عملکرد در NPSHA پایین تر پذیرفت.

هرچند، عملکرد پمپ در NPSHA پایین را بعد از تصحیح سرعت چرخش در محدوده مجاز داده شده در ۵.۴.۳ می توان به عنوان شاخص عملکرد در NPSHA بالاتر پذیرفت مشروط بر این که غیاب حباب زایی براساس ۱۱.۱.۲.۲ یا ۱۱.۱.۲.۳ چک شده باشد.

۶.۲. عدم قطعیت های اندازه گیری

۶.۲.۱. کلیات

هر اندازه گیری به صورت غیرقابل اجتنابی در معرض عدم قطعیت است حتی اگر روند اندازه گیری و ابزارهای به کار برده شده و نیز روش های تحلیل کاملاً با قوانین موجود و مخصوصاً با نیازمندی های این استاندارد بین المللی مطابقت داشته باشند.

۶.۲.۲. تعیین عدم قطعیت تصادفی

برای اهداف این استاندارد بین المللی، عدم قطعیت تصادفی در اندازه گیری متغیر به صورت دو برابر انحراف معیار این متغیر در نظر گرفته می شود. عدم قطعیت را می توان محاسبه کرد و برای هر اندازه گیری مطابق با ایزو ۵۱۹۸ به این صورت نمایش داد.

وقتی خطاهای جزئی (که ترکیب آن عدم قطعیت را می دهد) مستقل از یکدیگر باشند، کوچک و متعدد بوده و توزیعی کوچک داشته باشند، ۹۵ درصد احتمال این وجود دارد که خطای واقعی (یعنی تفاوت بین مقدار اندازه گیری شده و مقدار واقعی) کمتر از عدم قطعیت باشد.

۶.۲.۳. حداکثر عدم قطعیت سیستماتیک مجاز

عدم قطعیت اندازه گیری تا حدودی به عدم قطعیت باقیمانده در ابزار یا روش اندازه گیری به کار رفته بستگی دارد. بعد از این که همه خطاهای مشخص شده با تنظیم، اندازه گیری دقیق ابعاد، نصب صحیح و غیره حذف شدند، این بخش بخشی خطایی باقی می ماند که هرگز ناپدید نمی شود و نمی توان آن را با تکرار اندازه گیری در صورت استفاده از ابزار و روش اندازه گیری مشابه، کم کرد. این جزء خطا به نام “خطای سیستماتیک” خوانده می شود.

بندهای ۷ تا ۱۱ روش های مختلف اندازه گیری و دستگاه های به کار برده شده برای تعیین سرعت جریان، ارتفاع فشاری کل پمپ، سرعت چرخش، ورودی توان پمپ و مقدار NPSHR در محدوده صحت مورد نیاز تست براساس درجه های ۱ و ۲ را شرح می دهد.

ممکن است دستگاه ها یا روش هایی به کار روند که با تنظیم یا ارجاع به استانداردهای دیگر منجر به اندازه گیری با عدم قطعیت غیرمتجاوز از مقادیر مجاز حداکثر داده شده در جدول ۷ گردند. این ابزارها یا روش ها باید توسط گروه های مرتبط پذیرفته شوند.

جدول ۷: مقادیر مجاز عدم قطعیت های سیستماتیک

کمیت	مقدار مجاز	
	درجه ۱ درصد	درجه ۲ درصد
سرعت جریان	$1.5 \pm$	$2.5 \pm$
سرعت گردش	$0.35 \pm$	$1.4 \pm$
گشتاور	$0.9 \pm$	$2.0 \pm$
ارتفاع فشاری کل پمپ	$1.0 \pm$	$2.5 \pm$
ورود توان گردنده	$1.0 \pm$	$2.0 \pm$

۶.۲.۴. عدم قطعیت کلی اندازه گیری

عدم قطعیت تصادفی به دلیل مشخصات سیستم اندازه گیری یا تغییرات کمیت اندازه گیری شده یا هر دو مستقیماً به صورت پراکندگی اندازه گیری ها ظاهر می شود. برخلاف عدم قطعیت سیستماتیک، عدم قطعیت تصادفی را می توان با افزایش تعداد اندازه گیری های کمیت مشابه تحت شرایط یکسان کاهش داد.

عدم قطعیت کلی اندازه گیری با ریشه دوم مجموع مربعات عدم قطعیت های سیستماتیک و تصادفی محاسبه می شود.

عدم قطعیت های کلی اندازه گیری باید تا حد ممکن بعد از تست با در نظر گرفتن شرایط اندازه گیری و عملیات مرتبط با تست تعیین گردد.

اگر پیشنهادات مرتبط با عدم قطعیت سیستماتیک، به صورت داده شده در ۶.۲.۳، و همه نیازمندی های مرتبط با روند تست به صورت داده شده در این استاندارد بین المللی دنبال شوند، می توان فرض کرد که عدم قطعیت کلی (در سطح اطمینان ۹۵ درصد) از مقادیر داده شده در جدول ۸ تجاوز نمی کند.

جدول ۸: مقادیر مجاز عدم قطعیت کلی اندازه گیری

کمیت	علامت	درجه ۱	درجه ۲
سرعت جریان	e_Q	$2.0 \pm$	$3.5 \pm$
سرعت چرخش	e_n	$0.5 \pm$	$2.0 \pm$
گشتاور	e_T	$1.4 \pm$	$3.0 \pm$
ارتفاع فشاری کل پمپ	e_H	$1.5 \pm$	$5.5 \pm$
ورودی توان گردنده	e_{pgr}		
ورودی توان پمپ (محاسبه شده از طریق گشتاور و سرعت چرخش)	e_p		
ورودی توان پمپ (محاسبه شده از طریق نیروی گردنده و بازدهی موتور)	e_p	$2.0 \pm$	$4.0 \pm$

۶.۲.۵. تعیین عدم قطعیت اندازه گیری در بازدهی

عدم قطعیت کلی در بازدهی کلی و در بازدهی پمپ با فرمولهای زیر محاسبه می شود:

$$e_\eta = \sqrt{e_Q^2 + e_H^2 + e_T^2 + e_n^2} \quad (\text{اگر بازدهی از گشتاور و سرعت چرخش محاسبه شود})$$

$$e_\eta = \sqrt{e_Q^2 + e_H^2 + e_P^2} \quad (\text{اگر بازدهی از ورودی توان پمپ محاسبه شود})$$

با استفاده از مقادیر داده شده در جدول ۸، محاسبات منجر به نتایج داده شده در جدول ۸ می شود.

جدول ۹: مقادیر نتیجه شده از عدم قطعیت کلی بازدهی

کمیت	علامت	درجه ۱ درصد	درجه ۲ درصد
بازدهی کل (محاسبه شده از Q, H و P_{gr})	$e_{\eta gr}$	$2.9 \pm$	$6.1 \pm$
بازدهی پمپ (محاسبه شده از Q, H, T و n)	e_η	$2.9 \pm$	$6.1 \pm$
بازدهی پمپ (محاسبه شده از Q, H, P_{gr} و η_{mot})	e_η	$3.2 \pm$	$6.4 \pm$
نکته: برای در نظر گرفتن عدم قطعیت های اضافی و اتلاف ها به ۱۰.۴ مراجعه کنید.			

عدم قطعیت ها به صورت داده شده در جداول ۸ و ۹ انحراف محتمل از مقدار کمیت یافت شده توسط اندازه گیری از مقدار واقعی آن را نشان می دهد.

۶.۳. مقادیر فاکتورهای دامنه تغییرات

به دلیل عدم قطعیت های تولیدی در طول تکمیل، انحراف های ژئومتری از تصاویر در هر پمپ داده شده است. وقتی نتایج تست را با مقادیر گارانتی شده (نقاط عملیاتی) مقایسه می کنید، دامنه تغییرات باید شامل انحراف های محتمل در تاریخ های عملیاتی بین پمپ تست شده و پمپ بدون هیچ عدم قطعیت تولیدی باشد. باید ذکر کرد که این دامنه های تغییرات در رفتار عملیاتی پمپ متناسب با پمپ واقعی و نه با شرایط تست و عدم قطعیت های اندازه گیری هستند.

برای آماده سازی تایید مقادیر گارانتی شده، معرفی فاکتور دامنه تغییرات پیشنهاد می شود.

این فاکتورهای دامنه تغییرات، $t_Q \pm$ ، $t_H \pm$ و t_η در سرعت جریان، ارتفاع فشاری کل پمپ و بازدهی پمپ به ترتیب باید به نقاط گارانتی Q_G و H_G اعمال شوند.

در غیاب توافق خاص روی مقادیر مورد استفاده، مقادیر داده شده در جدول ۱۰ را باید به کار برد.

جدول ۱۰: مقادیر فاکتورهای دامنه تغییرات

کمیت	علامت	درجه ۱ درصد	درجه ۲ درصد
سرعت جریان	t_Q	$4.5 \pm$	$8 \pm$
ارتفاع فشاری کل پمپ	t_H	$3 \pm$	$5 \pm$
بازدهی پمپ	t_η	$3 -$	$5 -$

سایر محدوده های دامنه تغییرات (مثلاً فقط داده شده با فاکتورهای دامنه تغییرات مثبت) را می توان در قرارداد مورد توافق قرار داد.

عملکرد پمپ های تولید شده سری و با انتخاب از منحنی عملکرد رایج منتشر شده در کاتالوگ ها و پمپ های با ورودی توان کمتر از ۱۰ کیلو وات ممکن است تغییر کند. فاکتورهای دامنه تغییرات برای این پمپ ها در ضمیمه A نشان داده شده است.

۶.۴. تایید گارانتی

۶.۴.۱. کلیات

تایید هر گارانتی باید همراه با مقایسه نتایج به دست آمده از تست ها با مقادیر گارانتی شده در قرارداد باشد (شامل دامنه تغییرات مرتبط آن ها).

۶.۴.۲. تایید سرعت جریان، ارتفاع فشاری و بازدهی گارانتی شده

نتایج اندازه گیری ها باید براساس ۶.۱.۲ به سرعت ویژه (یا فرکانس) ترجمه گردد. سپس آن ها باید در برابر سرعت جریان، Q ، رسم شوند. منحنی هایی که به بهترین شکل با نقاط اندازه گیری شده مطابقت دارند عملکرد پمپ را نمایش خواهند داد.

تقاطع دامنه تغییرات با خط افقی $\pm t_Q.Q_G$ و خط عمودی $\pm t_H.H_G$ از میان نقطه گارانتی Q_G, H_G رسم می شود.

گارانتی روی ارتفاع فشاری و سرعت جریان در صورتی برآورده می شود که منحنی $H(Q)$ قطع شده یا حداقل خط افقی و/یا عمودی لمس شود (تصویر ۲ را ببینید).

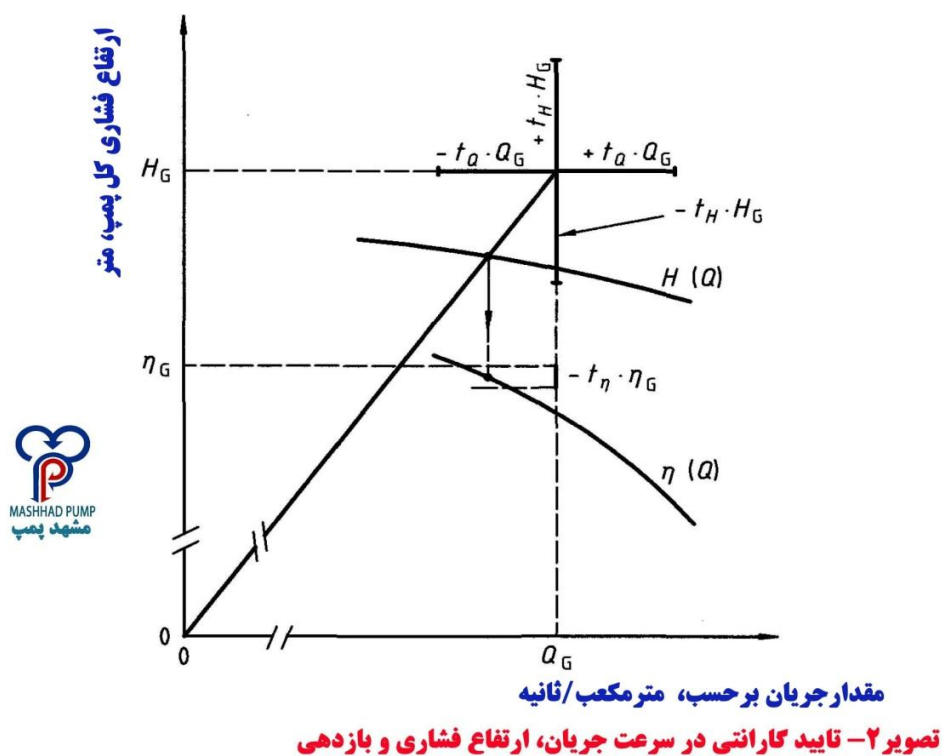
بازدهی باید از منحنی $H(Q)$ اندازه گیری شده مشتق گردد که در آن با خط مستقیم عبوری از میان نقطه کاری مشخص شده Q_G, H_G و صفر محور QH سطح مشترک دارد و از آنجا خط عمودی با منحنی $\eta(Q)$ سطح مشترک دارد.

شرایط گارانتی روی بازدهی در صورتی در محدوده دامنه تغییرات است که مقدار بازدهی در این نقطه تقاطع بالاتر یا حداقل برابر $\eta_G (1 - t_\eta)$ باشد (تصویر ۲ را ببینید).

نکته: اگر مقادیر اندازه گیری شده H و Q بزرگ تر از مقادیر گارانتی شده H_G و Q_G اما در محدوده دامنه تغییرات $Q_G + (t_Q \cdot Q_G)$ باشد و نیز بازدهی در محدوده دامنه تغییرات باشد، ورودی توان واقعی ممکن است بالاتر از آنچه در برگه داده فرض شده باشد.

۶.۴.۳. تایید NPSH گارانتی شده

برای کنترل اثر حباب زایی و مقدار NPSHR گارانتی شده، نیازمندی های داده شده ۱۱.۱ باید دنبال شود.



۶.۵. به دست آوردن مشخصات ویژه

۶.۵.۱. کاهش قطر پروانه

وقتی با توجه به تست ها مشخص می شود که مشخصات پمپ بالاتر از ویژگی های مشخص شده است، معمولاً کاهش قطر پروانه انجام می شود.

اگر تفاوت بین مقادیر مشخص شده و مقادیر اندازه گیری شده کوچک باشد، پرهیز از سری جدید تست ها با اعمال قوانین تناسب که اجازه ارزشیابی مشخصات جدید را می دهد، ممکن است.

کاربرد این روش و شرایط عملی برای کاهش قطر پروانه باید در معرض توافق دوجانبه باشد.

ضمیمه B این استاندارد بین المللی برخی شاخص ها که ممکن است در زمان کاهش قطر بیرونی میانگین پروانه از ۵ درصد برای پمپ های با شماره نوع $K > 1.5$ تجاوز نکند، را نشان می دهد.

۶.۵.۲. تغییر سرعت

اگر پمپی با گردنده سرعت متغیر در برآورده سازی گارانتی شکست خورده یا از آن تجاوز کند، نقاط تست ممکن است برای سرعت چرخش متفاوت مجدداً محاسبه شوند مشروط بر این که سرعت پیوسته حداکثر مجاز دنبال شود. در غیاب توافق خاص، سرعت حداکثر مجاز چرخش را می توان برابر با $1.02 n_{sp}$ در نظر گرفت. در این چنین مواردی تست جدید مورد نیاز نیست.

۷. اندازه گیری سرعت جریان

۷.۱. اندازه گیری با وزن دهی

ایزو ۴۱۸۵ همه اطلاعات لازم برای اندازه گیری سرعت جریان مایع با روش وزن دهی را نشان می دهد.

روش وزن دهی، که فقط مقدار سرعت جریان میانگین در طول زمان لازم برای پر کردن تانک وزن دهی را نشان می دهد، می توان به عنوان صحیح ترین روش اندازه گیری سرعت جریان در نظر گرفت. این روش تحت تاثیر خطاهای مرتبط با وزن دهی، اندازه گیری زمان پر شدن، تعیین چگالی با در نظر گرفتن دمای سیال است و نیز ممکن است خطاهایی در رابطه با انحراف جریان (روش استاتیک) یا با پدیده دینامیک در زمان وزن دهی (روش دینامیک) وجود داشته باشد.

۷.۲. روش حجمی

ایزو ۸۳۱۶ همه اطلاعات لازم برای اندازه گیری سرعت جریان با روش حجمی را نشان می دهد.

روش حجمی به صحت روش وزن دهی نزدیک می شود و مشابهاً فقط مقدار سرعت جریان میانگین را در طول زمان پر کردن ظرفیت اندازه گیری شده به دست می دهد.

تنظیم مخزن را می توان با اندازه گیری تراز آب بعد از حجم های متوالی آب، تعیین شده با وزن یا به وسیله پی پت سنجیده شده که در تانک مخزن پاشیده می شود، به دست آورد.

روش حجمی متاثر شده از خطاهای مرتبط با تنظیم تانک، اندازه گیری ترازها، اندازه گیری زمان پر کردن و نیز خطاهای مرتبط با انحراف جریان است. به علاوه، کیپ بودن نسبت به آب در مخزن باید کنترل شده و در صورت نیاز تصحیح نشد انجام شود.

هرچند، انواعی از روش حجمی وجود دارد که می تواند در محل و برای سرعت جریان های بزرگ تر به کار رود که در آن فرد می تواند به عنوان یک ظرفیت سنجیده شده از مخزن طبیعی استفاده کند که حجم آن با روندهای هندسی یا توپوگرافی تعیین شده است. راهنمایی درباره استفاده از این روش در نسخه بازبینی شده

IEC 60041 داده خواهد شد. هرچند باید تاکید شود که صحت این روش به دلیل دشواری در اندازه گیری ترازهایی که ممکن است پایدار یا یکپارچه نباشند، بسیار کمتر است.

۷.۳. دستگاه های اختلاف فشار

ساختار، نصب و استفاده از صفحه های دهانه، نازل ها و لوله های ونتوری در معرض ایزو ۵۱۶۷-۱ هستند در حالی که ایزو ۲۱۸۶ مشخصات درباره لوله کشی اتصالی برای فشارسنج را می دهد.

توجه باید مخصوصاً به طول مستقیم حداقل توافق شده به بالا دست جریان دستگاه اختلاف فشار داده شود؛ این موارد در ایزو ۵۱۶۷-۱ برای پیکربندی های متنوع لوله کشی مشخص شده است. اگر لازم باشد دستگاه اختلاف فشار در پایین دست پمپ قرار داده شود (که در جداول اشاره شده پوشش داده نشده است)، ممکن است پمپ برای اهداف این استاندارد بین المللی در نظر گرفته شود تا در جریان هم ارز با خمیدگی ۹۰ درجه منفرد در صفحه مشابه به عنوان حلزونی پمپ یا مرحله نهایی پمپ چندمرحله ای یا انشعاب خروجی پمپ، آشفستگی ایجاد شود.

باید ذکر کرد که قطر لوله و عدد رینولدز در محدوده مشخص شده در ایزو ۵۱۶۷-۱ برای هر نوع دستگاه باشد. باید تضمین کرد که ابزارهای اندازه گیری جریان تحت تاثیر حباب زایی یا گاززدایی که می تواند برای مثال در دریچه کنترل روی دهد، نباشند. فشار هوا را معمولاً می توان با به کار گیری تهویه هوا روی دستگاه اندازه گیری ردیابی کرد.

باید کنترل ابزارهای اندازه گیری اختلاف فشار با مقایسه فشارسنج ستون مایع یا فشارسنج وزن یا با سایر استانداردهای تنظیم فشار، ممکن باشد.

اگر نیازمندی های استانداردهای مرتبط برآورده شود، ضرایب تخلیه داده شده در استانداردها را می توان بدون تنظیم به کار برد.

۷.۴. سرریز لبه تیز

مشخصات برای ساخت، نصب و استفاده از سرریزهای لبه تیز مستطیلی یا مثلثی در ایزو ۱۴۳۸-۱ داده شده است. ایزو ۴۳۷۳ دستگاه اندازه گیری تراز را مشخص می کند.

باید به حساسیت بالای این دستگاه ها نسبت به شرایط جریان بالادست و بنابراین به لزوم مطابقت با نیازمندی های کانال نزدیک شونده، توجه ویژه ای کرد.

برای استفاده از این استاندارد بین المللی، کمترین تقسیم مقیاس همه ابزارهای به کار برده شده برای اندازه گیری ارتفاع فشاری در برابر سرریز نباید بیشتر از مقدار متناظر با ۱.۵ درصد سرعت جریان اندازه گیری شده باشد.

۷.۵. روش سطح سرعت

این روش ها در معرض ایزو ۳۳۵۴ و ایزو ۳۹۶۶ است که با اندازه گیری های تخلیه در مدارهای بسته به ترتیب به وسیله سنجنده های جریان و لوله های استاتیک پیتوت هستند. این استانداردها همه مشخصات لازم در زمینه شرایط کاربرد، انتخاب و عملیات ابزارها، اندازه گیری سرعت های موضعی و محاسبه سرعت جریان با انتگرال گیری توزیع سرعت را به دست می دهند.

پیچیدگی این روش ها استفاده آن ها برای تست های درجه ۲ را توجیه نمی کند اما آن ها گاهی تنها مواردی هستند که وقتی پمپ ها با سرعت جریان بزرگ برای تست های درجه ۱ آزمون می شوند، مورد استفاده قرار می گیرند.

به جز در تاسیسات لوله بسیار بلند، قابل ترجیح است که مقطع اندازه گیری در بالادست جریان پمپ قرار داده شود تا از آشفته‌گی‌ها یا جریان گردابی بیش از حد جلوگیری شود.

۷.۶. روش‌های ردیاب

این روش‌ها، اعمال شده به اندازه گیری سرعت جریان در لوله‌ها، در معرض ایزو ۲۹۷۵ است که بخش‌های مختلف آن روش رقیق‌سازی (تزریق سرعت ثابت) و روش زمان‌گذرا را پوشش می‌دهد، و هر روش از ردیاب‌های رادیواکتیو یا شیمیایی استفاده می‌کند.

مشابه روش سطح سرعت، روش‌های ردیاب فقط برای تست‌های درجه ۱ توصیه می‌شوند و آن‌ها باید فقط توسط کارمندان متخصص به کار رفته و باید ذکر شود که استفاده از ردیاب‌های رادیواکتیو در معرض محدودیت‌های خاص است.

۷.۷. روش‌های دیگر

برخی ابزارها مثل توربین‌ها، الکترومغناطیسی (ایزو ۹۱۰۴) یا حتی اولتراسونیک، سنجنده‌های جریان گردابی یا سطح متغیر را می‌توان به کار برد مشروط بر این که قبلاً به وسیله یکی از روش‌های اولیه شرح داده شده در ۷.۱ یا ۷.۲ تنظیم شوند. وقتی به صورت دائم روی تسهیلات تست نصب می‌شوند، احتمال کنترل دوره‌ای تنظیم آن‌ها باید در نظر گرفته شود.

تنظیم باید روی کل جریان سنج و سیستم اندازه‌گیری مرتبط حمل شود. تنظیم باید معمولاً تحت شرایط عملیاتی واقعی (فشار، دما، کیفیت آب و غیره) رایج در طول تست انجام شود. باید به تضمین این که جریان سنج در طول تست‌ها متأثر از حباب‌زایی نیست توجه کرد.

جریان سنج های توربینی و الکترومغناطیسی نیازمند طول لوله مستقیم بالاجریان بسیار بلند نیستند (طول پنج برابر قطر لوله در بیشتر موارد کافی است) و به صحت بسیار خوب می رسند. جریان سنج های اولتراسونیک نسبت به توزیع سرعت بسیار حساس هستند و باید تحت شرایط عملیات واقعی تنظیم شوند. استفاده از جریان سنج های سطح متغیر باید محدود به تست های درجه ۲ باشد.

۸. اندازه گیری ارتفاع فشار کل پمپ

۸.۱. کلیات

۸.۱.۱. اصول اندازه گیری

ارتفاع فشاری کل پمپ براساس تعریف آن (۳.۱۹) محاسبه می شود. این مورد که به صورت ارتفاع ستون مایع پمپ شده بیان می شود، انرژی منتقل شده توسط پمپ در هر واحد وزن مایع را ارائه می دهد.

مفهوم ارتفاع فشاری را می توان با مفهوم انرژی ویژه ($y = gH$ ، ۳.۲۰ را ببینید) جایگزین کرد که انرژی منتقل شده توسط پمپ در واحد جرم مایع را ارائه می دهد؛ اگرچه کمتر معمول است استفاده آن پیشنهاد شود.

کمیت های متنوع مشخص شده در تعریف ارتفاع فشاری کل پمپ در ۳.۱۹ باید به عنوان یک قانون در مقطع ورودی S_1 و در مقطع خروجی S_2 پمپ (یا مجموعه و متعلقات پمپ که در معرض تست ها است) تعیین شود. در عمل، برای راحتی و صحت اندازه گیری، اندازه گیری ها معمولاً در مقاطع عرضی S_1' و S_2' انجام می شوند که در بالادست S_1 و پایین دست S_2 قرار دارند (تصویر ۳). بنابراین باید به اتلاف های اصطکاکی در لوله، یعنی H_{J1} بین S_1' و S_1 و H_{J2} بین S_2 و S_2' توجه کرد (و شاید اتلاف های ارتفاع فشاری موضعی) و ارتفاع فشاری کل پمپ به این صورت داده می شود:

$$H = H_2' - H_1' + H_{J1} + H_{J2}$$

که در آن H_1' و H_2' ارتفاع فشاری کل در S_1' و S_2' هستند.

زیربخش ۸.۲ مقاطع اندازه گیری در انواع مختلف نصب ها و روش تخمین اتلاف های ارتفاع فشاری را تعریف می کند.

۸.۱.۲. روش های متنوع اندازه گیری

براساس شرایط نصب پمپ و چینش مدار، ارتفاع فشاری کل پمپ را می توان با اندازه گیر جداگانه ارتفاع فشاری ورودی و خروجی یا با اندازه گیری اختلاف فشار بین ورودی و خروجی و اضافه کردن اختلاف ارتفاع فشاری سرعت در صورت وجود، به دست آورد (تصویر ۱۰ را ببینید).

ارتفاع فشاری کل را نیز می توان از اندازه گیری های فشار در مجراها یا از اندازه گیری های تراز آب در حوضچه ها به دست آورد. برای این موارد، زیربخش های ۸.۲ تا ۸.۴ با انتخاب و چینش مقطع اندازه گیری، دستگاه های اندازه گیری متنوعی که می توانند به کار روند و تعیین ارتفاع فشاری سرعت، سر و کار دارند.

۸.۱.۳. عدم قطعیت اندازه گیری

عدم قطعیت اندازه گیری ارتفاع فشاری کل پمپ باید با ترکیب عدم قطعیت های تخمین زده شده هر عبارت که از آن تشکیل شده است به دست آید؛ بنابراین روش اجرای این محاسبه به روش های اندازه گیری به کار رفته بستگی دارد و فقط می تواند اطلاعات کلی برای خطاهای متنوع درگیر را به صورت زیر ارائه دهد.

الف) خطاها برحسب ارتفاع معمولاً در مقایسه با سایر منابع خطا قابل چشم پوشی هستند.

ب) خطاها در عبارات ارتفاع فشاری سرعت از یک طرف به دلیل خطاها در اندازه گیری سرعت جریان و در اندازه گیری سطح مقطع و از طرف دیگر به دلیل این حقیقت که در نظر گرفتن $U^2/2g$ به عنوان سنجشی از ارتفاع فشاری سرعت میانگین تنها تخمینی است که وقتی توزیع سرعت یکپارچه تر می شود صحیح تر می

گردد، افزایش می یابد. این خطاها ممکن است در مقدار نسبی خود برای پمپ های ارتفاع فشاری کل پایین به اهمیت قابل توجهی برسند.

ج) خطاها در اندازه گیری تراز یا فشار باید در هر مورد خاص با در نظر گرفتن نه تنها نوع ابزارها بلکه شرایط استفاده (کیفیت شیرهای فشار، کیپ بودن نسبت به آب در اتصالات لوله و غیره) و مشخصات جریان (ناپایداری، نوسان ها، توزیع فشار و غیره) ارزشیابی شود.

۸.۲. تعریف مقاطع اندازه گیری

۸.۲.۱. پمپ تست شده در نصب استاندارد

۸.۲.۱.۱. مقطع اندازه گیری ورودی

وقتی پمپ در چینش تست استاندارد شرح داده شده در ۵.۳.۲ تست می شود، مقطع اندازه گیری ورودی باید معمولاً در فاصله دو برابر قطر بالادست از فلانچ ورودی پمپ قرار داده شود وقتی طول لوله ورودی اجازه این کار را بدهد. اگر این طول در دسترس نباشد (برای مثال در موارد با دهانه شیپوری کوتاه)، در غیاب چینش قبلی، طول مستقیم در دسترس باید به گونه ای تقسیم شود که بهترین شرایط ممکن شرایط موضعی بالا دست و پایین دست جریان مقطع اندازه گیری را فراهم کند (برای مثال در نسبت ۲ بالادست به ۱ پایین دست جریان).

مقطع اندازه گیری ورودی باید در مقطع مستقیم لوله با قطر مشابه و هم محور با فلانچ ورودی پمپ قرار داده شود تا شرایط جریان تا حد ممکن به مقادیر پیشنهادی در ۵.۳.۲ نزدیک باشند. اگر خمیدگی در فاصله کوتاهی از بالادست مقطع اندازه گیری وجود داشته باشد و اگر فقط یک شیر فشار یا دوتا مورد استفاده باشد (تست های درجه ۲)، این بخش ها باید نسبت به صفحه خمیدگی عمود باشند. تصاویر ۳ و ۴ را ببینید.

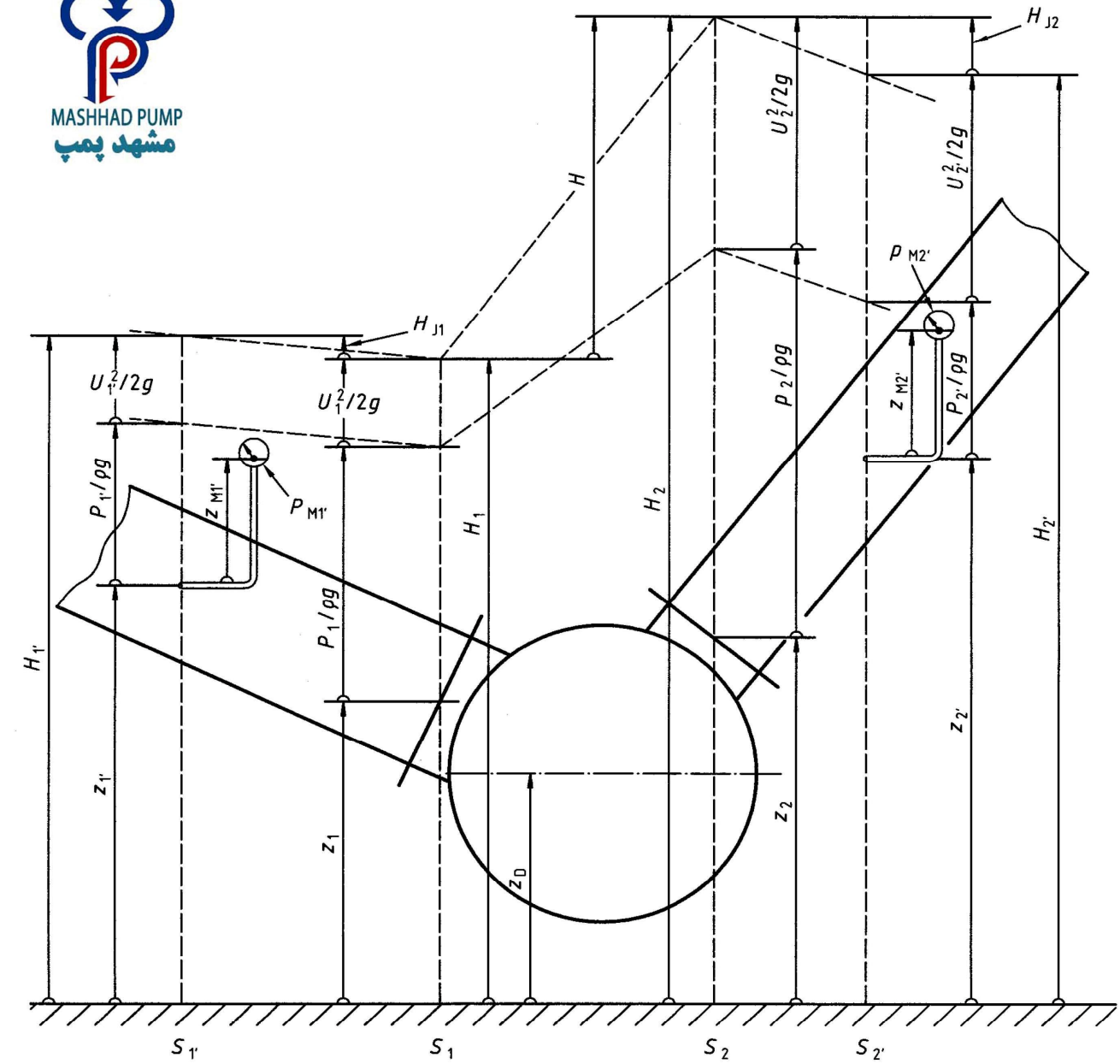
برای تست های درجه ۲، اگر نسبت ارتفاع فشاری سرعت ورودی به ارتفاع فشاری کل پمپ بسیار پایین باشد (کمتر از ۰.۵ درصد) و اگر دانستن ارتفاع فشاری کل ورودی خیلی اهمیت نداشته باشد (این در مورد تست های NPSH درست نیست)، ممکن است کافی باشد شیر فشار (۸.۴.۱ را ببینید) روی خود فلانچ ورودی و نه روی دو برابر قطر بالا دست جریان، قرار داده شود.

ارتفاع فشاری کل ورودی از ارتفاع فشاری دستگاه سنجنده، از ارتفاع نقطه اندازه گیری بالای صفحه مرجع و از ارتفاع فشاری سرعت محاسبه شده در صورتی که توزیع سرعت یکپارچه در لوله مکش معمول باشد، به دست می آید.

خطاها در اندازه گیری ارتفاع فشاری ورودی پمپ می تواند به دلیل پیش گردش در جریان جزئی روی دهد. این خطاها را می توان ردیابی کرد و باید به صورت زیر تصحیح کرد.

الف) اگر پمپ از مخزن سطح آزادی مایع را بکشد که در آن تراز آب و فشار عمل کننده روی آن ثابت باشد، اتلاف ارتفاع فشاری بین مخزن و مقطع اندازه گیری ورودی در غیاب پیش گردش، قانون مربع با توجه به سرعت جریان را دنبال می کند. مقدار ارتفاع فشاری ورودی کل قانون مشابهی را دنبال می کند. وقتی اثرات پیش گردش منجر به جدایی از این رابطه در سرعت جریان های پایین می شود، ارتفاع فشاری کل ورودی اندازه گیری شده باید برای در نظر گرفتن این تفاوت، تصحیح شود (تصویر ۵ را ببینید).

ب) اگر پمپ از مخزنی با تراز و فشار ثابت مایع را تلمبه نکند، مقطع اندازه گیری دیگری باید به اندازه کافی دور از بالادست جریان که پیش گردش حضور ندارد و سپس پیش بینی اتلاف ارتفاع فشاری بین دو مقطع (اما نه مستقیماً در حدود ارتفاع فشاری کل ورودی) ممکن است، به روشی مشابه بالا، انتخاب گردد. تصاویر ۳ و ۴ را ببینید.



$$H = H_2 - H_1$$

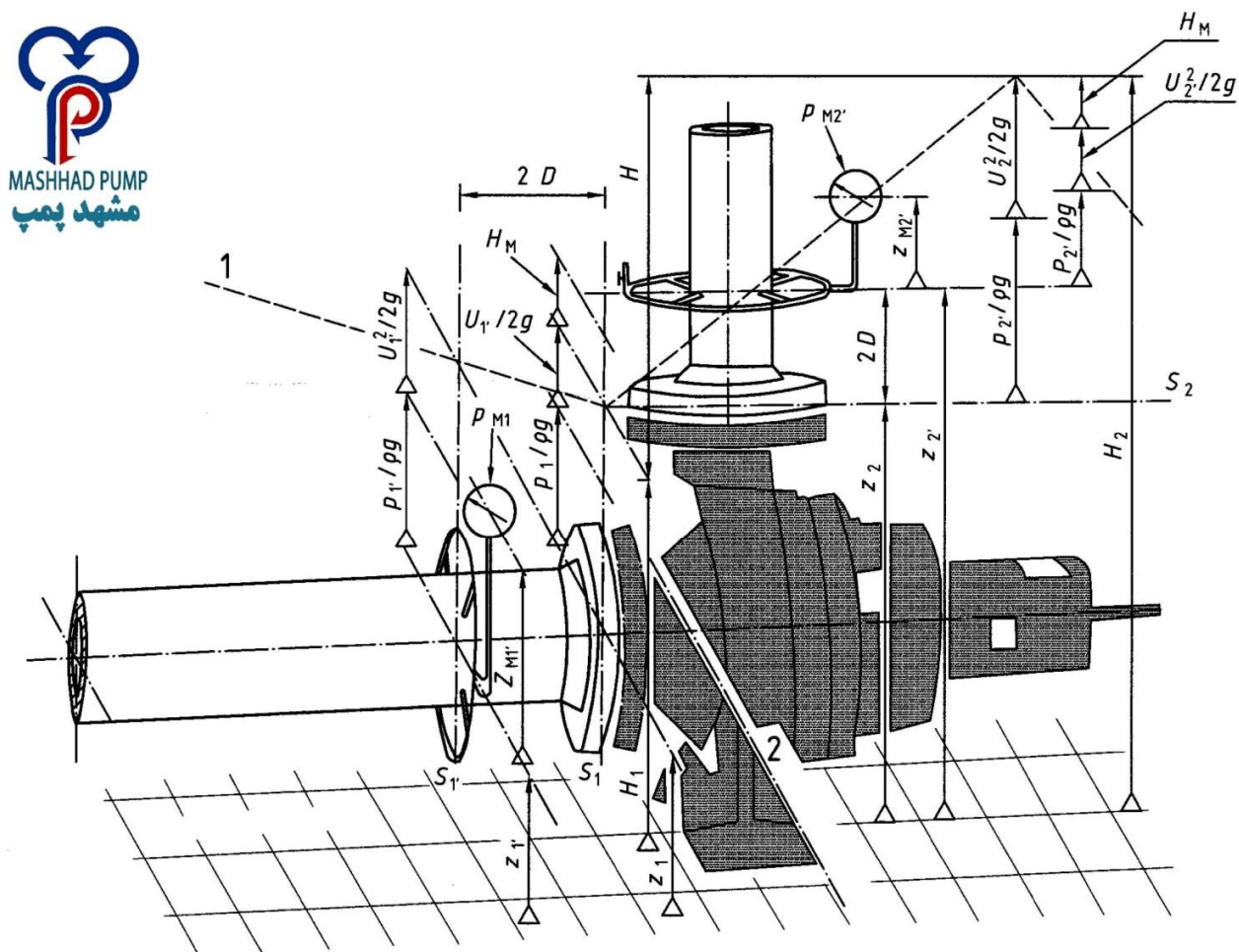
$$H = z_2 - z_1 + \frac{p_2 - p_1}{\rho \cdot g} + \frac{U_2^2 - U_1^2}{2g}$$

$$H = z_{2'} - z_{1'} + \frac{p_{M2'} - p_{M1'}}{\rho \cdot g} + \frac{U_{2'}^2 - U_{1'}^2}{2g} + H_{J2} + H_{J1}$$

تصویر ۳- تعیین ارتفاع فشاری کل پمپ

نکته ۱: موقعیت مورب پمپ برای نشان دادن این است که به ترتیب z_1 و z_1' یا z_2 و z_2' ممکن است تفاوت داشته باشند که تفاوت فشار متناظر را نشان می دهد.

نکته ۲: تصویر فقط اصول و نه جزئیات تکنیکی، را نشان می دهد.



کلید

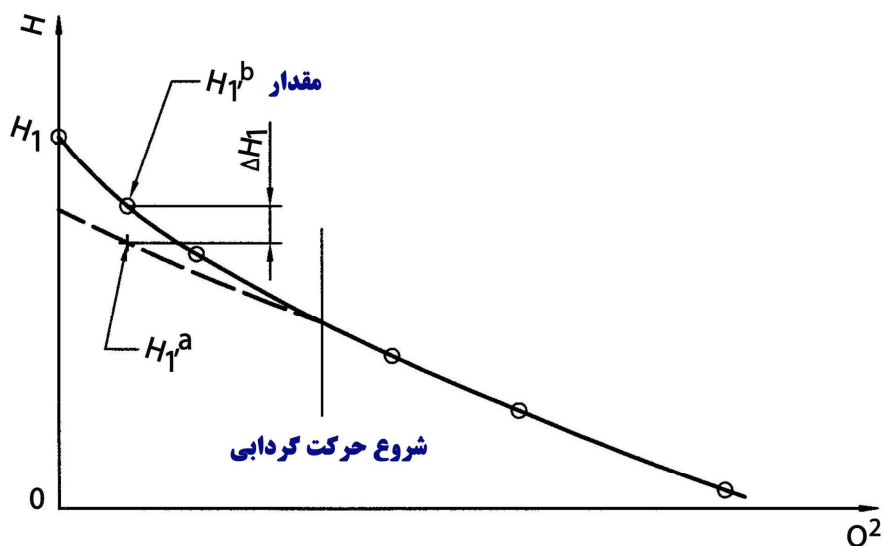
۱: خط ارتفاع فشاری کل (انرژی کل)

تصویر ۴- تصویر ایزومتری تعیین ارتفاع فشاری کل پمپ

نکته: در این مورد برای محور افقی داریم $Z_1 = Z_D = Z_1'$



a : مقدار واقعی
b : متاثر از پیش گردش



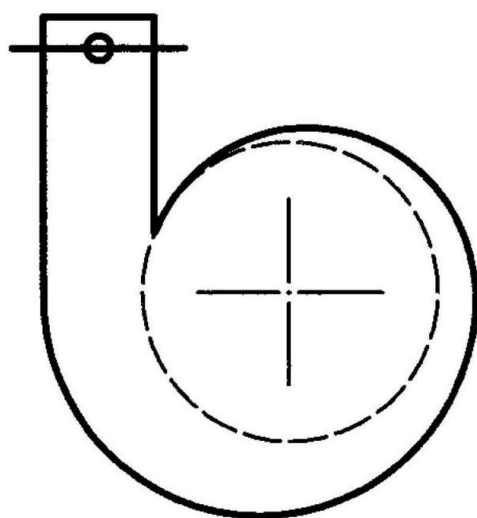
تصویر ۵- تصحیح ارتفاع فشاری کل ورودی

۸.۲.۱.۲. مقطع اندازه گیری خروجی

مقطع اندازه گیری خروجی معمولاً باید در فاصله دو برابر قطر از فلانچ خروجی پمپ قرار گیرد. برای پمپ های با ارتفاع سرعت خروجی بیشتر از ۵ درصد ارتفاع فشاری کل پمپ، مقطع اندازه گیری خروجی برای تست های درجه ۲ باید در فلانچ خروجی قرار گیرد.

مقطع اندازه گیری خروجی باید در مقطع راست لوله هم محور با فلانچ خروجی پمپ و با قطر مشابه قرار گیرد. وقتی فقط یک یا دو شیر فشار به کار می رود (تست های درجه ۲)، شیرهای فشار باید عمود بر صفحه حلزونی یا هر خمیدگی موجود در قاب لوله باشند (تصویر ۶ را ببینید).

ارتفاع فشاری کل خروجی از ارتفاع فشاری اندازه گیری شده دستگاهی، از ارتفاع نقطه اندازه گیری بالای صفحه مرجع و از ارتفاع فشاری صورت محاسبه شده به صورت توزیع سرعت یکپارچه رایج در لوله تخلیه، به دست می آید. تعیین ارتفاع فشاری کل را می توان با چرخش جریان القا شده توسط پمپ یا با سرعت نامنظم یا توزیع فشار متاثر کرد. شیر فشار را می توان در فاصله پایین دست جریان بیشتر قرار داد. اتلاف های ارتفاع فشاری بین لبه خروجی و مقطع اندازه گیری آن باید در نظر گرفته شود (۸.۲.۴ را ببینید).



تصویر ۶- شیر فشار عمود بر صفحه حلزونی یا صفحه خم

۸.۲.۲. پمپ تست شده با متعلقات

اگر تست ها در ترکیبی از پمپ و کل یا بخشی از متعلقات اتصالی بالا و پایین دست جریان خود باشند، این به عنوان بخش یکپارچه ای از پمپ در نظر گرفته می شود که تدارکات ۸.۲.۱ به لبه های ورودی و خروجی متعلقات در عوض لبه های ورودی و خروجی پمپ اعمال می شود. این روند همه اتلاف های ارتفاع فشاری ایجاد شده توسط متعلقات را به حساب پمپ می گذارد.

علیرغم این، اگر گارانتی فقط روی عملکرد پمپ باشد، اتلاف های ارتفاع فشاری اصطکاکی و شاید اتلاف های ارتفاع فشاری موضعی بین مقطع اندازه گیری ارتفاع فشاری کل ورودی و لبه ورودی H_{I1} و بین لبه خروجی و

مقطع اندازه گیری ارتفاع فشاری کل خروجی، H_{J2} ، باید مطابق با روش شرح داده شده در ۸.۲.۴ باشد و گردش ارتفاع فشاری کل پمپ را در نظر گیرد.

همین موارد در صورتی که متعلقات بخشی از تسهیلات بوده و بخشی از پمپ نباشند، اعمال می شود.

۸.۲.۳. پمپ های مستغرق و پمپ های چاه عمیق

پمپ های این نوع را نمی توان در چینش های استاندارد به صورت شرح داده شده در ۵.۳.۲ تست کرد؛ شرایط نصب آن ها به صورت شماتیک در تصویر ۷ نشان داده شده است.

ارتفاع فشاری کل ورودی برابر با ارتفاع بالای صفحه مرجع تراز سطح آزاد مایعی پمپ از آن تلمبه می کند به علاوه ارتفاع فشاری هم ارز با فشار سنجنده رایج بالای این سطح است.

براساس شرایط، ارتفاع فشاری خروجی کل را می توان با اندازه گیری فشار در لوله تخلیه (۸.۲.۱.۲ را ببینید) یا اگر پمپ به حوضچه سطح تخلیه شود، با اندازه گیری تراز در این حوضچه، تعیین کرد. در این مورد، و مشروط بر این که مایع واقعاً نزدیک نقطه اندازه گیری تراز قرار گیرد، ارتفاع فشاری خروجی برابر با ارتفاع بالای صفحه مرجع تراز سطح آزاد مایع که پمپ در آن تخلیه می شود به علاوه ارتفاع فشاری هم ارز با فشار سنجنده رایج در بالای این سطح است.

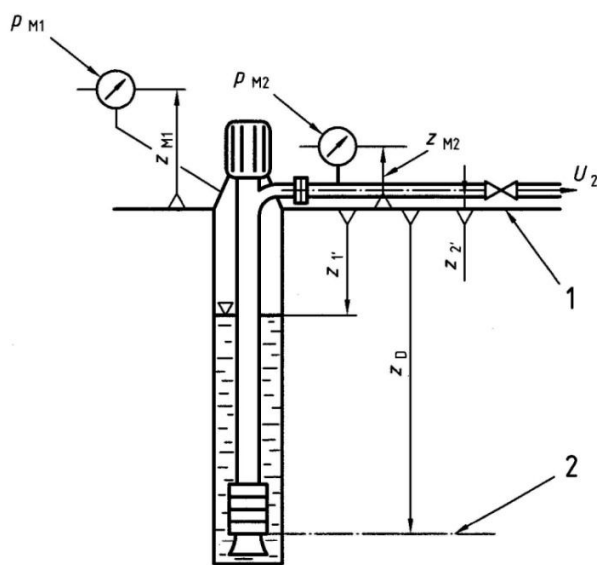
این روند همه اتلاف های ارتفاع فشاری بین مقاطع اندازه گیری را به پمپ واگذار می کند.

اگر لازم باشد، اتلاف های ارتفاع فشاری اصطکاک بین مقاطع اندازه گیری و محدوده های قراردادی پمپ را می توان مطابق با روش شرح داده شده در ۸.۲.۴ تعیین کرد. اتلاف ارتفاع فشاری موضعی به دلیل غرابت مدار و متعلقات متنوع (فیلتر مکش، دریچه غیربرگشتی، زانویی تحویل، دریچه، منبسط کننده ها و غیره) باید تا حد ممکن در زمان پیش نویس قرار داد، توسط گروهی که این متعلقات را تهیه می کند، مشخص گردد. اگر این کار

به نظر غیرممکن باشد، خریدار و تولیدکننده/تهیه کننده باید بپذیرد مقدار را پیش از تست های پذیرش به کار ببرد.

از آنجایی که پمپ های چاه مرطوب (تصویر ۷ الف) معمولاً با کل لوله های عمودی خود تست نمی شوند، اتلاف های ارتفاع فشاری اصطکاکی در قطعات مفقود باید ارزشیابی شده و توسط تولیدکننده/تهیه کننده برای خریدار سفارشی می شوند، مگر این که تست پذیرش در سایت انجام شود.

برای تست های پمپ این نوع، گارانتی نیز ممکن است به متعلقات اعمال شده یا نشود.



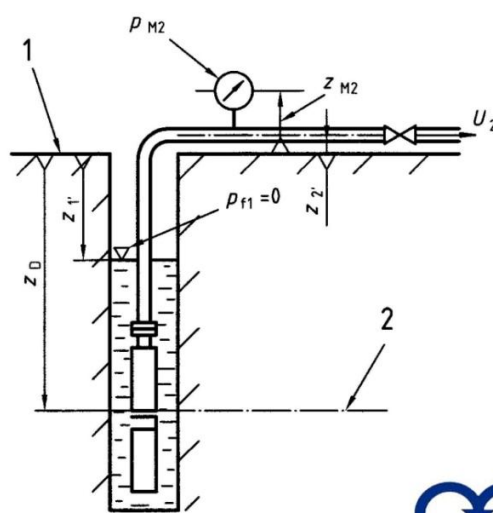
کلید
۱: صفحه مرجع
۲: صفحه مبنا NPSH

$$H_1 = z_{1'} + \frac{p_{M1}}{\rho g} + \frac{\rho_{f1}}{\rho} (z_{M1} - z_{1'})$$

$$H_2 = z_{2'} + \frac{p_{M2}}{\rho g} + \frac{\rho_{f2}}{\rho} (z_{M2} - z_{2'}) + \frac{U_2^2}{2g}$$

$$H = z_{2'} - z_{1'} + \frac{p_{M2} - p_{M1}}{\rho g} + \frac{\rho_{f2}(z_{M2} - z_{2'}) - \rho_{f1}(z_{M1} - z_{1'})}{\rho} + \frac{U_2^2}{2g}$$

a)



کلید
۱: صفحه مرجع
۲: صفحه مبنا NPSH

$$H_1 = z_{1'}$$

$$H_2 = z_{2'} + \frac{p_{M2}}{\rho g} + \frac{\rho_{f2}}{\rho} (z_{M2} - z_{2'}) + \frac{U_2^2}{2g}$$

$$H = z_{2'} - z_{1'} + \frac{p_{M2}}{\rho g} + \frac{\rho_{f2}}{\rho} (z_{M2} - z_{2'}) + \frac{U_2^2}{2g}$$

b)



تصویر ۷- اندازه گیری ارتفاع فشاری کل پمپ H برای انواع متنوع پمپ های مستغرق

۸.۲.۴. اتلاف های اصطکاکی در ورودی و خروجی

گارانتی تحت ۴.۱ به فلانچ های ورودی و خروجی پمپ اشاره دارد و نقاط اندازه گیری فشار در کل با این فلانچ ها فاصله دارند (۸.۲.۱ تا ۸.۲.۳ را ببینید). بنابراین ممکن است لازم باشد اتلاف های ارتفاع فشاری به دلیل اصطکاک (H_{J1} و H_{J2}) بین نقاط اندازه گیری و فلانچ های پمپ، به ارتفاع فشاری کل اندازه گیری شده پمپ اضافه گردد.

این چنین تصحیح هایی باید فقط در صورتی مورد استفاده باشد که:

$$H_{J1} + H_{J2} < 0.005 H \text{ برای درجه ۲ یا}$$

$$H_{J1} + H_{J2} < 0.002 H \text{ برای درجه ۱.}$$

اگر لوله بین نقاط اندازه گیری و لبه ها بدون مانع، صاف، با سطح مقطع دایره ای ثابت و طول L باشد، پس:

$$H_f = \lambda L/D U^2/2g$$

مقدار λ باید از رابطه زیر به دست آید:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log_{10} \left[\frac{2,51}{Re \sqrt{\lambda}} + \frac{k}{3,7D} \right]$$

که در آن

k سختی یکپارچه هم ارز لوله؛

D قطر لوله؛

k/D سختی نسبی است (عدد خالص).

ضمیمه C نشان می دهد آیا تصحیح باید انجام شود یا خیر و در صورت لزوم تصحیح چگونه باید محاسبه شود.

اگر لوله غیر از لوله بدون انسداد، مستقیم، و مقطع عرضی دایره ای ثابت باشد، تصحیح اعمال شونده باید در معرض توافق ویژه در قرارداد باشد.

۸.۳. اندازه گیری تراز آب

۸.۳.۱. چینش مقطع اندازه گیری

در سایت اندازه گیری، جریان باید پایدار باشد و توزیع موضعی وجود نداشته باشد. اگر سطح آب آزاد توسط موج های کوچک آشفته شده یا متورم گردد، براساس نوع دستگاه اندازه گیری به کار رفته، ممکن است لازم باشد چاه آرام کننده یا جعبه آرام کننده در رابطه با حوضچه از میان صفحه سوراخ دار فراهم گردد. حفره ها در صفحه باید به اندازه کافی کوچک باشد (حدود ۳ میلیمتر تا ۵ میلیمتر از نظر قطر).

۸.۳.۲. ابزارهای اندازه گیری

انواع متنوع ابزارهای اندازه گیری تراز آب را می توان براساس شرایط (سطح آزاد قابل دسترسی، پایدار یا آشفته شده و غیره) و صحت مورد نیاز با توجه به ارتفاع فشاری کل پمپ به کار برد. پرکاربردترین دستگاه های مورد استفاده عبارتند از:

الف) سنجنده های عمودی یا مورب، وصل شده به دیوار؛

ب) سنجنده های نقطه ای یا چنگکی که نیاز اجباری به چاه آرام کننده و مجموعه چارچوب پشتیبان نزدیک بالای سطح آب دارند؛

ج) سنجنده های صفحه ای، متشکل از دیسک فلزی افقی معلق از شیر ریون فولادی درجه بندی شده؛

د) سنجنده های شناور، فقط برای استفاده در چاه آرام کننده؛

ذ) فشارسنج های مایع در فرم مطلق یا اشتقاقی، به صورت شرح داده شده در ۸.۴.۳.۱؛

ر) ابزارهای سیلندر گاز با استفاده از پاکسازی هوای فشرده؛

ز) مبدل های فشار زیر آب رفته.

سه نوع آخر مخصوصا وقتی سطح آزاد غیرقابل دسترسی است مناسب می باشند.

این چنین ابزارهایی در ایزو ۴۳۷۳ شرح داده شده اند.

۸.۴. اندازه گیری های فشار

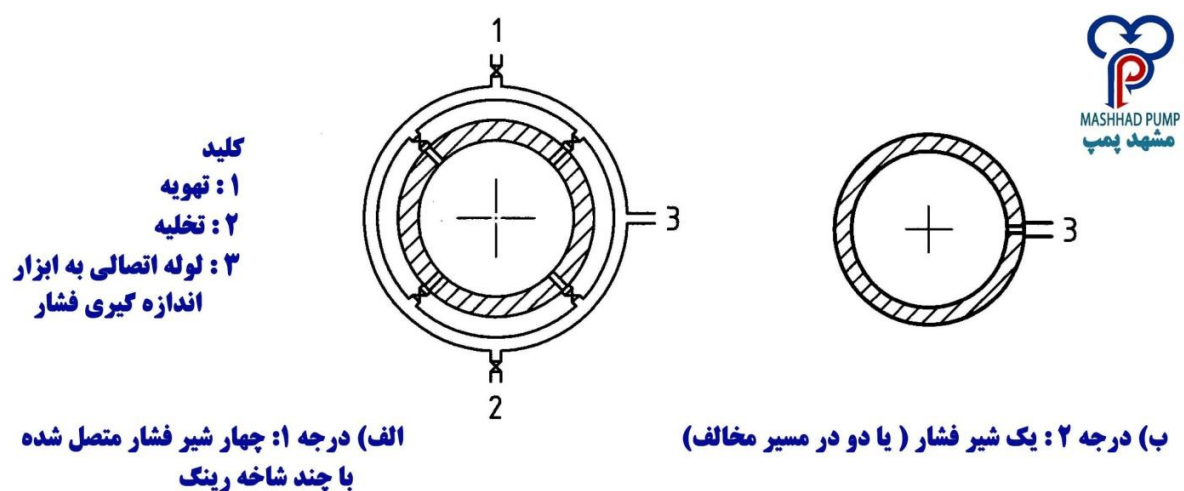
۸.۴.۱ شیرهای فشار

برای تست های درجه ۱، چهار شیر فشار استاتیک باید فراهم شوند که به صورت متقارن حول محیط هر مقطع

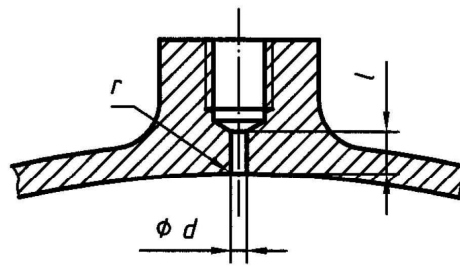
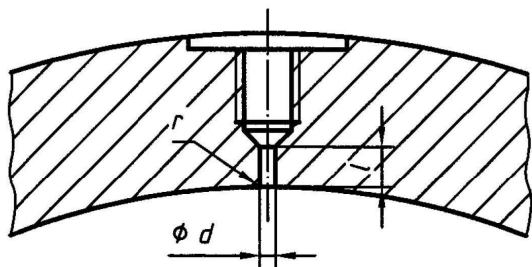
اندازه گیری، به صورت نشان داده شده در تصویر ۸ الف، تعیین شوند).

برای تست های درجه ۲، معمولا کافی است فقط یک شیر فشار استاتیک در هر مقطع اندازه گیری تهیه شود اما

وقتی جریان بتواند تحت تاثیر گردش یا عدم تقارن باشد، دو تا یا بیشتر لازم است (تصویر ۸ ب را ببینید).



تصویر ۸- شیر فشار برای تست های درجه ۱ و ۲



$$l \geq 2,5 d$$

where $d = 3 \text{ mm to } 6 \text{ mm}$ or

۱/۱۰ قطر لوله، هر کدام کوچک تر باشد.

الف (دیواره ضخیم

$$r \leq d/10$$

ب (دیواره باریک

تصویر ۹- نیازمندی برای شیر فشار استاتیک

به جز در موارد خاص که موقعیت آن ها با چینش مدار تعیین می شود (۸.۲.۱.۱ و ۸.۲.۱.۲ را ببینید)، شیرهای فشار نباید در بالاترین یا پایین ترین نقطه مقطع عرضی یا نزدیک آن قرار داده شوند.

شیرهای فشار استاتیک باید مطابق با نیازمندی های نشان داده شده در تصویر ۹ باشند و باید بدون ناهمواری و بی نظمی باشند و با دیواره داخلی لوله فلاش شده و نرمال باشند.

قطر شیرهای فشار باید بین ۳ میلیمتر و ۶ میلیمتر یا برابر با ۱/۱۰ قطر لوله، هر کدام کوچک تر است، باشد. طول حفره شیر نباید کمتر از دو و نصف قطر آن باشد.

منفذ لوله حاوی شیرها باید تمیز، هموار و مقاوم به واکنش شیمیایی با مایع پمپ شده باشد. هر پوشش مثل رنگ اعمال شده به منفذ باید بی اثر باشد. اگر لوله به صورت طولی جوشکاری شود، منفذ شیر باید تا حد ممکن از جوشکاری جابجا شود.

وقتی چندین شیر فشار به کار رود، شیرهای فشار باید از طریق خمیدگی های مسدود به چندشاخه رینگ مقطع عرضی که کوچک تر از مجموع مساحت های مقطع عرضی شیرها نیست، متصل شود تا فشار از هر شیر در صورت نیاز اندازه گیری شود. پیش از مشاهده، فشار با هر شیر منفرد به صورت متوالی باید در شرایط تست نرمال پمپ در نظر گرفته شود. اگر یکی از قرائت ها بیشتر از ۰.۵ درصد ارتفاع فشاری کل با توجه میانگین حسابی چهار اندازه گیری، تفاوت داشته باشد، یا اگر انحرافی بیشتر از یک برابر ارتفاع فشاری سرعت در مقطع اندازه را نشان دهد، دلیل این پراکنش باید تایید شده و شرایط اندازه گیری پیش از شروع تست واقعی اصلاح شود.

وقتی شیرهای فشار مشابه برای اندازه گیری NPSH به کار می روند، این انحراف نباید از ۱ درصد مقدار NPSH یا یک برابر ارتفاع فشاری سرعت ورودی، تجاوز کند.

لوله های اتصال دهنده شیرهای فشار به دستگاه های تعدیل محتمل (۵.۴.۲.۲) را ببینید) و به ابزارها باید حداقل در منفذ به منفذ شیرهای فشار برابر باشند. این سیستم باید بدون نشت باشد.

هر نقطه مرتفعی در خط لوله های اتصالی باید دارای دریچه های پاکسازی باشد تا از به تله اندازی حباب های هوا در طول اندازه گیری جلوگیری شود.

هر زمان ممکن باشد، پیشنهاد می شود که لوله گذاری شفاف برای تعیین این که هوا در لوله کشی وجود دارد یا خیر، به کار رود. ایزو ۲۱۸۶ نشانه هایی درباره لوله های اتصالی را نشان می دهد.

۸.۴.۲. تصحیح برای تفاوت ارتفاع

تصحیح قرائت فشار p_M برای تفاوت ارتفاع $(Z_M - Z)$ بین بخش میانی مقطع اندازه گیری و صفحه مرجع ابزار اندازه گیری فشار باید با معادله زیر انجام شود:

$$p = p_M + \rho_f \cdot g \cdot (Z_M - Z)$$

که در آن p_f چگالی سیال در لوله اتصالی است.

باید برای تضمین و نشان دادن این که طول کلی لوله اتصالی حاوی سیال مشابه است دقت کرد. خطاهای محتمل با لوله های اتصالی افقی کوتاه حداقل می شود ($z_M - z \sim 0$).

۸.۴.۳. ابزارهای اندازه گیری فشار

۸.۴.۳.۱. فشارسنج ستون آب

فشارسنج های ستون آب که نیازمند تنظیم شدن نیستند ممکن است برای اندازه گیری فشارهای پایین تر به کار روند.

رایج ترین مایع فشارسنج به کار برده شده آب و جیوه است اما سایر مایعات با چگالی مناسب برای فشارهای اندازه گیری شونده نیز ممکن است به کار روند. اگر ممکن باشد، باید از استفاده ستون های آب کمتر از ۵۰ میلیمتر پرهیز شود. این طول ممکن است با فراهم آوری فشارسنج کج شده یا با استفاده از مایع فشارسنجی دیگر اصلاح شود. اگر این امر غیرممکن باشد، باید توجه خاصی به خطاهای اندازه گیری کرد.

به منظور حداقل سازی اثرات موینگی، منفذ لوله های فشارسنج برای سنجنده های جیوه ای باید حداقل ۶ میلیمتر و برای آب و سایر سنجنده های مایع ۱۰ میلیمتر باشد و باید در هر دو انشعاب مشابه باشد.

تمیز بودن مایع در فشارسنج و سطح داخلی لوله ها باید نگه داشته شود تا از خطاها به دلیل تغییر در تنش سطح جلوگیری شود.

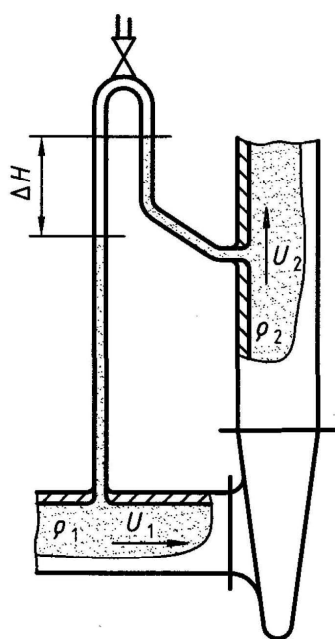
طراحی فشارسنج باید به صورتی باشد که خطاهای پارالاکس حداقل شوند.

وهله بین دو درجه بندی مقیاس باید معمولاً ۱ میلیمتر باشد.

فشارسنج های ستون مایع ممکن است از نوع انتهایی باز یا بسته با هوا در مدار اتصالی هر دو بخش کمپرس شده تا میزان مورد نیاز باشند تا به ارتفاع فشاری اشتقاقی اجازه دهند در مقیاس ها خوانده شده با لوله U پر شده با مایع فشارسنجی شکل داده شود. در مورد اول، فشارها از صفحه مرجع ثابت و بالای فشار اتمسفر پیرامونی اندازه گیری می شوند که به صورت ثابت در نظر گرفته می شود. دو نوع آخر اجازه می دهد ارتفاع فشاری کل پمپ از اندازه گیری اشتقاقی منفرد به دست آید (تصویر ۱۰ را ببینید).

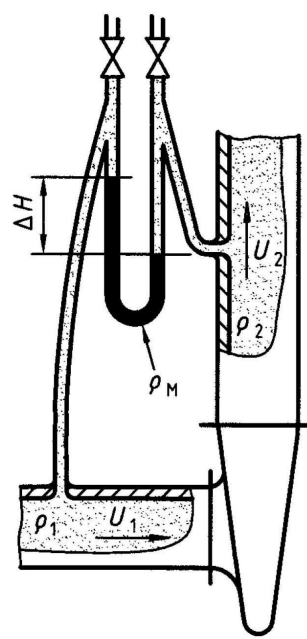
وقتی لوله اتصالی با هوا پر شده باشد، ممکن است ستون باقیمانده (ارتفاع h) مایع پمپ شده در تراز جیوه باقی بماند، پس

$$p = p_M - |\rho gh|$$



$$H = \Delta H + \frac{U_2^2 - U_1^2}{2g}$$

الف) فشار سنج اشتقاقی آب- هوا



$$H = \frac{\rho_M - \rho_1}{\rho_1} \Delta H + \frac{U_2^2 - U_1^2}{2g}$$

ب) فشار سنج اشتقاقی جیوه

تصویر ۱۰- تعیین ارتفاع فشاری کل پمپ با فشار سنج اشتقاقی

نکته: تصاویر فقط اصول و نه همه جزئیات تکنیکی را نشان می دهد.

۸.۴.۳.۲. فشارسنج های وزن

برای فشار متجاوز از عملی بودن فشارسنج ستون مایع، فشار سنج وزن یا پیستون استفاده کاربردی، چه در فرم ساده یا اشتقاقی خود، دارد. هرچند، فقط می تواند فراتر از فشار حداقل متناظر با وزن مونتاژ چرخشی به کار رود.

قطر موثر D_e فشارسنج نوع ساده را می توان برابر با میانگین حسابی قطر پیستون D_p ، اندازه گیری شده به صورت مستقیم، و قطر سیلندر D_c ، در نظر گرفت. پس می توان آن را برای محاسبه فشارها بدون تنظیم بیشتر به کار برد مشروط بر این که شرایط زیر پیش از تست برآورده شود:

$$D_e - D_p / D_c + D_p < 0.1 \%$$

اصطکاک بین پیستون و سیلندر ممکن است به صورت کاربردی با چرخش پیستون در سرعتی که کمتر از ۳۰ دقیقه^{-۱} نیست، حذف گردد.

مطلوب است فشار سنج وزنی با مقایسه فشارسنج ستون مایع کنترل شود تا قطر موثر پیستون در محدوده فشار تا گسترده ترین حد ممکن تعیین شود.

۸.۴.۳.۳. سنجنده های فشار فنر

این نوع سنجنده از انحراف مکانیکی حلقه لوله، تخته یا مارپیچ (سنجنده عددی بوردون) یا غشا برای نشان دادن فشار استفاده می کند.

اگر این نوع ابزار برای اندازه گیری فشار در ورودی یا خروجی به کار رود، پیشنهاد می شود که:

الف) هر ابزار در محدوده اندازه گیری بهینه خود به کار رود (بالای ۴۰ درصد مقیاس کامل خود)؛

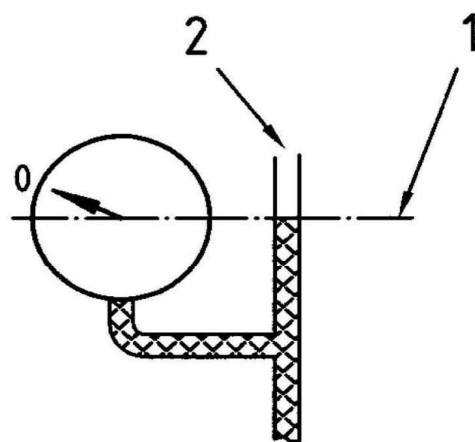
ب) وهله بین دو درجه بندی مقیاس متوالی بین ۱.۵ میلیمتر تا ۳ میلیمتر باشد؛

ج) این چنین تقسیماتی متناظر با حداکثر ۵ درصد ارتفاع فشاری کل پمپ است.

تنظیم این ابزارهای اندازه گیری باید مستقیما کنترل شود.

تصویر ۱۱ چنینش برای تعیین صفحه مرجع سنجنده های فشار فنری را نشان می دهد.

کلید
۱: صفحه مرجع فشار سنج
۲: باز شده به اتمسفر



تصویر ۱۱- چنینش برای تعیین صفحه مرجع سنجنده های فشار فنری

۸.۴.۳.۴. سایر انواع فشارسنج ها

تنوع زیادی از مبدل های فشار، مطلق یا اختلافی، براساس تغییر ویژگی های مکانیکی و/یا الکتریکی وجود دارد. آن ها ممکن است به کار روند مشروط بر این که صحت، قابلیت تکرار و پایایی مورد نیاز به دست آید، مبدل در محدوده اندازه گیری بهینه خود به کار می رود و مبدل همراه با تجهیزات الکتریکی خود به صورت منظم با مقایسه دستگاه فشار با صحت و پایایی بالاتر تنظیم می شود.

۹. اندازه گیری سرعت چرخش

سرعت چرخش را می توان با محاسبه دورها برای وهله زمانی اندازه گیری شده، با سرعت سنج نمایش دهنده مستقیم، با دینام یا تناوبگر سرعت سنج، با شمارشگر نوری یا مغناطیسی یا با حرکت نما، اندازه گیری کرد.

در مورد پمپ هدایت شده با موتور a.c، سرعت چرخش را می توان از مشاهدات فرکانس شبکه و داده های لغزش موتور تهیه شده توسط تولیدکننده موتور یا مستقیماً اندازه گیری شده به دست آورد (مثلاً با استفاده از سیم پیچ القا). سرعت چرخش با فرمول زیر داده می شود:

$$n = 2/i (f - j/\Delta t)$$

که در آن

i تعداد قطب های موتور؛

f فرکانس شبکه اندازه گیری شده، به هرتز؛

j تعداد تصاویر شمارش شده در طول وهله زمانی Δt با حرکت نمای همزمان شده با شبکه.

در جایی که نتوان مستقیماً سرعت چرخش را اندازه گیری کرد (مثلاً برای پمپ های زیرآبی)، معمولاً کافی است فرکانس شبکه و ولتاژ را کنترل کرد.

۱۰. اندازه گیری ورودی توان پمپ

۱۰.۱. کلیات

ورودی توان پمپ باید از اندازه گیری سرعت چرخش و گشتاور به دست آمده یا از طریق اندازه گیری های ورودی توان الکتریکی در موتور الکتریکی با بازدهی مشخص، مستقیماً متصل شده با پمپ، تعیین گردد.

در جایی که ورودی نیرو به موتور الکتریکی با دنده میانی متصل شده باشد، یا سرعت چرخش و گشتاور اندازه گیری شده توسط سنجنده گشتاور بین دنده و موتور به صورت وسیله ای برای تعیین ورودی توان پمپ به کار رود، روش تعیین اتلاف ها به دلیل دنده کاهنده باید در قرارداد مطرح شود.

۱۰.۲. اندازه گیری گشتاور

گشتاور باید با نیروسنج مناسب یا سنجنده گشتاور با ظرفیت مطابقت با نیازمندی های جدول ۸، اندازه گیری شود.

اندازه گیری گشتاور و سرعت چرخش باید در محدوده کاربردی، همزمان باشد.

۱۰.۳. اندازه گیری توان الکتریکی

در جایی که ورودی توان الکتریکی به موتور الکتریکی مستقیماً متصل شده با پمپ به عنوان وسیله تعیین ورودی توان پمپ به کار می رود، موتور باید فقط تحت شرایطی کار کند که بازدهی با صحت کافی مشخص شده باشد. بازدهی موتور باید مطابق با پیشنهادات IEC 60034-2 تعیین شده و توسط تولیدکننده موتور بیان شود.

بازدهی اتلاف های کابل موتور را در نظر نمی گیرد.

ورودی توان الکتریکی به موتور a.c باید با روش دو یا سه توان سنجی اندازه گیری شود. این اجازه استفاده از توان سنج های تک فازی یا توان سنج اندازه گیری کننده دو یا سه فاز به صورت همزمان یا سنجنده های توان-ساعت یکپارچه را می دهد.

نوع و کلاس صحت ابزارهای نشان دهنده برای اندازه گیری توان الکتریکی باید براساس IEC 60051 باشد.

۱۰.۴. موارد ویژه

۱۰.۴.۱. پمپ ها با انتهای غیرقابل دسترسی

در مورد واحدهای موتور-پمپ ترکیب شده (مثلا پمپ زیرآبی یا پمپ یک بلوکه؛ یا پمپ و موتور جداگانه با گارانتی بازدهی کلی)، توان واحد باید در صورت دسترسی، در پایانه های موتور اندازه گیری شود. وقتی پمپ زیر آبی در میان است، اندازه گیری باید در انتهای ورودی کابل ها تحت تاثیر قرار گیرد؛ اتلاف های کابل باید در نظر گرفته شده و در قرارداد مشخص شود. بازدهی داده شده باید بازدهی واحد ترکیبی شده به استثنای اتلاف های کابل و استارت زن باشد.

۱۰.۴.۲. پمپ های چاه عمیق

در این مورد، توان جذب شده توسط بلبرینگ طولی و محورگذاری عمودی و بلبرینگ ها باید در نظر گرفته شود.

از آنجایی که پمپ های چاه عمیق در کل با همه لوله موضع به صورت متصل تست نمی شوند، اتلاف های بلبرینگ محور طولی و عمودی باید تخمین زده شده و توسط تولیدکننده/تهیه کننده بیان شود، مگر این که تست پذیرش در سایت انجام شود.

۱۰.۴.۳. واحدهای پمپ موتور با بلبرینگ محوری مشترک (به جز پمپ های متصل شده نزدیک)

در این مورد، اگر توان و بازدهی موتور و پمپ جداگانه تعیین شوند، تاثیر بار محوری و شاید وزن روتور پمپ روی اتلاف ها در بلبرینگ طولی باید در نظر گرفته شود.

۱۰.۴.۴. اندازه گیری بازدهی کلی واحد پمپ کننده

برای تعیین بازدهی واحد پمپ، فقط ورودی توان، با گردنده عمل کننده تحت شرایط مشخص شده در قرارداد، اندازه گیری می شود. در این تست، سهم اتلاف های بین عامل گردنده و پمپ تعیین نمی شود، اتلاف های مرتبط با دستگاه های واسط مثل جعبه دنده یا دستگاه های سرعت متغیر نیز مشخص نمی شود.

۱۱. تست های حباب زایی

۱۱.۱.۱. موضوع تست های حباب زایی

این استاندارد بین المللی فقط با اندازه گیری های مرتبط با عملکرد هیدرولیکی پمپ (تغییر ارتفاع فشاری، جریان، بازدهی) و نه سایر اثراتی که می توانند باعث حباب زایی شوند (نویز، لرزش، صدمه به مواد و غیره)، سر و کار دارد.

در هیچ موردی نباید تست های حباب زایی برای کنترل این که پمپ در طول عمر سرویس دهی خود بدون فرسایش حباب زایی خواهد بود یا خیر، به کار رود.

حباب زایی را می توان به صورت کاهش ارتفاع فشاری یا بازدهی در سرعت جریان داده شده یا به صورت کاهش در سرعت جریان یا بازدهی در ارتفاع فشاری داده شده ردیابی کرد. اکثراً معیار افت ارتفاع فشاری در سرعت جریان داده شده به کار می رود. در مورد پمپ های چندمرحله ای، افت ارتفاع فشاری باید مرتبط با ارتفاع فشاری مرحله اول باشد که باید در صورت در دسترس بودن اندازه گیری شود.

در بیشتر موارد تست های حباب زایی با آب سرد تمیز اجرا می شود. تست های حباب زایی در آب نمی توانند به صورت صحیح رفتار پمپ با مایعات به غیر از آب سرد تمیز را پیش بینی کنند (۵.۴.۵ را ببینید).

در مورد تست ها با مایع در دمای بالا یا نزدیک نقطه بحرانی آن ها، اندازه گیری NPSH با صحت مور نیاز ممکن است دشوار یا حتی غیرممکن باشد.

۱۱.۱.۲. انواع تست

۱۱.۱.۲.۱. تایید مشخصات گارانتی شده در NPSH مشخص شده

ممکن است به سادگی برای تعیین عملکرد هیدرولیک پمپ در NPSHA مشخص شده بدون بررسی اثرات حباب زایی، کنترل هایی را انجام داد.

پمپ در صورتی نیازمندی ها را برآورده می کند که ارتفاع فشاری کل و بازدهی گارانتی شده پمپ براساس ۶.۴.۱ تحت سرعت جریان مشخص شده و NPSHA معلوم، به دست آید.

۱۱.۱.۲.۲. تایید غیاب اثر حباب زایی روی عملکرد در NPSHA مشخص شده

برای نمایش این که عملکرد هیدرولیک پمپ در شرایط عملیاتی مشخص شده تحت تاثیر حباب زایی نیست، می توان کنترل هایی را انجام داد.

پمپ در صورتی نیازمندی ها را برآورده می کند که تست در مقدار NPSH بالاتر از NPSHA مشخص شده، ارتفاع فشاری کل و بازدهی مشابه در سرعت جریان یکسان را به دست دهد.

۱۱.۱.۲.۳. تعیین NPSH3

در این تست NPSH به صورت پیشرونده کاهش می یابد تا افت ارتفاع فشاری کل (مرحله اول) در سرعت جریان ثابت به ۳ درصد برسد (جدول ۱۱ و تصاویر ۱۲ و ۱۴ را ببینید).

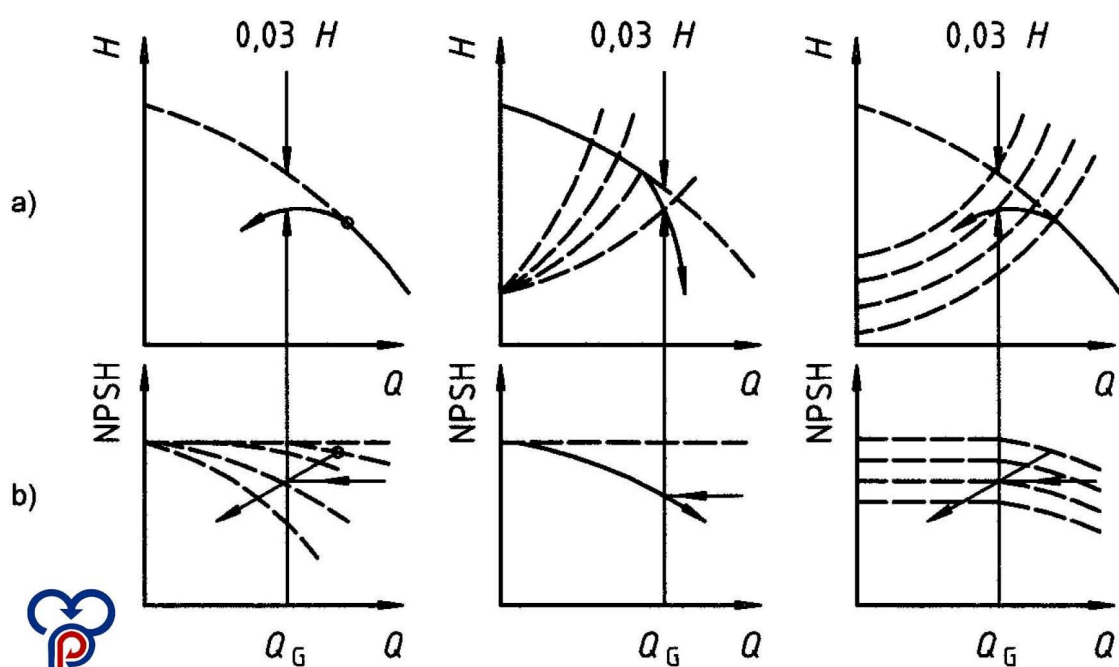
برای پمپ های با ارتفاع فشاری پایین، ممکن است روی افت ارتفاع فشاری بزرگ تری توافق شود.

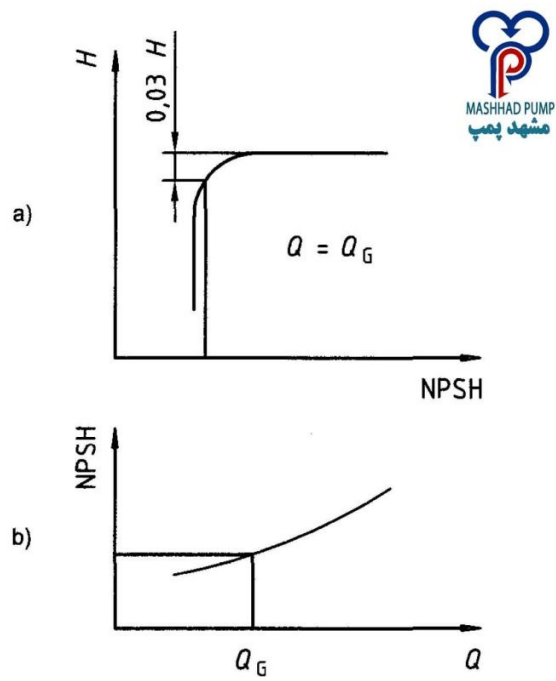
جدول ۱۱: روش های تعیین NPSH3

نوع نصب	چاهک باز	چاهک باز	چاهک باز	چاهک باز	چاهک باز	حلقه بسته	حلقه بسته	حلقه بسته	چاهک یا
---------	----------	----------	----------	----------	----------	-----------	-----------	-----------	---------

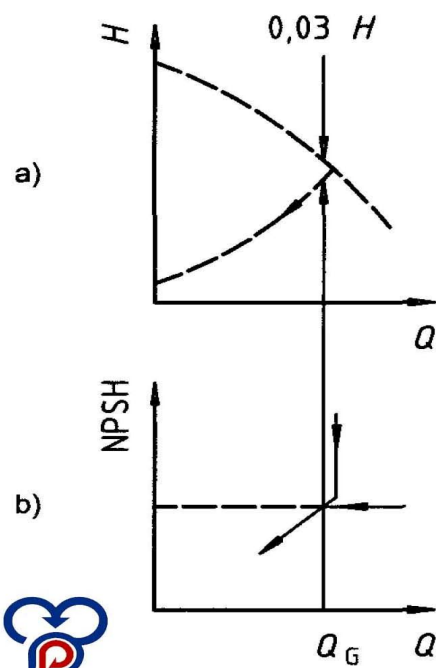
حلقه پسته									
متغیر مستقل	دریچه تعدیل ورودی	دریچه تعدیل ورودی	تراز آب تعدیل ورودی	فشار در تانک	دما (فشار) بخار	فشار در تانک	دما (فشار) بخار	فشار در تانک	دما (فشار) بخار
ثابت	دریچه تعدیل خروجی	دریچه تعدیل ورودی	دریچه های تعدیل ورودی و خروجی	سرعت جریان	سرعت جریان	سرعت جریان	سرعت جریان	دریچه های ورودی و خروجی	تعدیل
کمیت های که تغییر آن ها به کنترل وابسته است	ارتفاع فشاری کل، سرعت جریان، NPSHA، تراز آب	ارتفاع فشاری کل، سرعت جریان، NPSHA، تراز آب	ارتفاع فشاری کل، سرعت جریان، NPSHA	ارتفاع فشاری کل، سرعت جریان، NPSHA	ارتفاع فشاری کل، سرعت جریان، NPSHA	ارتفاع فشاری کل، سرعت جریان، NPSHA	ارتفاع فشاری کل، سرعت جریان، NPSHA	ارتفاع فشاری کل، سرعت جریان، NPSHA	ارتفاع فشاری کل، سرعت جریان، NPSHA
منحنی	تصویر ۱۲ الف) را ببینید	تصویر ۱۳ الف) را ببینید	تصویر ۱۴ الف) را ببینید						

			مشخصات ارتفاع فشاری در برابر سرعت جریان و NPSH
تصویر ۱۴ ب) را ببینید	تصویر ۱۳ ب) را ببینید	تصویر ۱۲ ب) را ببینید	منحنی مشخصات NPSH در برابر سرعت جریان





تصویر ۱۳



تصویر ۱۴

۱۱.۱.۲.۴. سایر تست های حباب زایی

سایر معیارهای حباب زایی (مثل افزایش نويز) و انواع متناظر تست های حباب زایی را می توان به کار برد. در این مورد توافق ویژه در قرارداد لازم است.

۱۱.۲. تاسیسات تست

۱۱.۲.۱. کلیات

تست شرح داده شده در ۱۱.۱.۲ را می توان با هر روش نشان داده شده در جدول ۱۱ و در هر تاسیسات شرح داده شده در بندهای زیر، اجرا کرد.

می توان دو پارامتر کنترل را تغییر داد و بنابراین سرعت جریان را در طول تست ثابت نگه داشت اما این کار معمولاً دشوارتر است.

۱۱.۲.۲. مشخصات کلی مدار

مدار باید به گونه ای باشد که وقتی حباب زایی در پمپ ظاهر می شود در جای دیگر با گستره ای که پایداری یا عملیات رضایت بخش تاسیسات یا اندازه گیری عملکرد پمپ را تحت تاثیر قرار دهد، روی ندهد.

باید تضمین شود که حباب زایی و گاززدایی ایجاد شده در اثر حباب زایی در پمپ کارکرد تجهیزات، مخصوصاً دستگاه اندازه گیری جریان، را تحت تاثیر قرار ندهد.

شرایط اندازه گیری روی بستر تست حباب زایی، چه مشابه بستر به کار رفته برای تعیین منحنی بازدهی باشد یا خیر، باید مطابق با شرایط مشخص شده در ۵.۳ و ۵.۴ باشد.

انواع تاسیسات شرح داده شده در ۱۱.۲.۴ ممکن است دریچه های تنظیم ویژه در ورودی و خروجی را الزامی کند تا از حباب زایی در این موارد که می تواند نتایج را تحت تاثیر قرار دهد، پیشگیری شود.

حباب زایی در جریان از میان دریچه تعدیل را گاهی می توان با استفاده از دو دستگاه تعدیل متصل شده سری یا بیشتر، یا با تنظیم دریچه تعدیل برای تخلیه مستقیم به مجرای بسته یا تانک با قطر بزرگ در میان تعدیل و ورودی پمپ، منع کرد. موج گیرها و وسایل استخراج هوا از این چنین مجراهایی ممکن است مخصوصاً وقتی NPSH پایین است، مورد نیاز باشند.

وقتی دریچه تعدیل به صورت جزئی بسته باشد، لازم است اطمینان حاصل کنیم لوله پر از مایع است و توزیع فشار و سرعت در مقطع اندازه گیری ورودی یکپارچه است. این امر را می توان با استفاده از دستگاه صاف کننده جریان مناسب و/ یا لوله صاف بلند حداقل با طول $D \geq 2$ در ورودی پمپ، تحقق بخشید.

۱۱.۲.۳. مشخصات مایع تست

مایع باید تمیز و شفاف بوده و حاوی هیچ ماده خارجی نباشد. باید تا حد ممکن گاز آزاد پیش از تست حذف شود.

هوا زدایی آب به کار رفته برای تست حباب زایی فقط وقتی لازم است که پمپ در عمل با آب هواگیری شده به کار رود.

در مقابل، برای پرهیز از هر گاززدایی در هر بخش پمپ، آب مدار نباید فرا اشباع شود.

شرایط جریان کلی بیان شده در ۵.۳ و ۵.۴، مخصوصاً در ورودی پمپ، باید تحقق یابد.

۱۱.۲.۴. انواع نصب

نکته ۱: در ۱۱.۲.۴.۱ تا ۱۱.۲.۴.۳، انواع متنوع نصب ها که ممکن است به کار روند، شرح داده شده است. این چنین تاسیساتی ممکن است برای مایعات دیگر به جز آب سرد مناسب نباشد زیرا عدم قطعیت در اندازه گیری دما ممکن است خطای اضافی در تعیین فشار بخار ایجاد کند.

نکته ۲: تست هایی که تاسیسات شرح داده شده در ۱۱.۲.۴.۱ و ۱۱.۲.۴.۲ را به کار می برند، نتایج دقیق تر و پایاتری نسبت به تست های استفاده کننده از تاسیسات شرح داده شده در ۱۱.۲.۴.۳ را به دست می آورند.

۱۱.۲.۴.۱. چینش حلقه بسته

پمپ نصب شده در حلقه لوله بسته در تصویر ۱۵ نشان داده شده است که در آن با تغییر فشار، تراز یا دما، NPSH بدون متاثر کردن ارتفاع فشاری پمپ یا سرعت جریان تا زمان وقوع حباب زایی در پمپ، تغییر داده شده است.

چینش ها برای خنک سازی یا حرارت دهی مایع در حلقه ممکن است به منظور نگه داشتن دمای مورد نیاز، لازم باشد و تانک جداسازی گاز نیز ممکن است مورد نیاز باشد.

حلقه گردش مایع ممکن است برای پرهیز از تفاوت دمای غیرقابل قبول در تانک تست مورد نیاز باشد.

تانک باید با اندازه صحیح بوده و به گونه ای طراحی شود که از گیراندازی گاز در جریان ورودی پمپ جلوگیری کند. به علاوه، اگر سرعت میانگین از ۰.۲۵ متر/ثانیه تجاوز کند، شبکه های آرام کننده ممکن است مورد نیاز باشند

۱۱.۲.۴.۲. چاهک باز با کنترل تراز

پمپ مایع را از میان لوله مکش بدون انسداد از یک چاهک که در آن تراز سطح مایع آزاد ممکن است تنظیم شود، می کشد (تصویر ۱۶).

۱۱.۲.۴.۳. چاهک باز با دریچه تعدیل

فشار مایع ورودی به پمپ با دریچه تعدیل نصب شده در لوله ورودی در پایین ترین تراز امکان پذیر، تنظیم می شود (تصویر ۱۷).

۱۱.۳. تعیین NPSH مورد نیاز پمپ

۱۱.۳.۱. روش های اندازه گیری کمیت های متنوع

اگر توافق دیگری نشده باشد، روش های اندازه گیری ارتفاع فشاری، سرعت جریان، سرعت چرخش و (در صورت لزوم) ورودی نیرو در طول تست های حباب زایی همان هایی هستند که در بندهای ۷ تا ۱۰ داده شده اند. برای تضمین این که در اندازه گیری جریان، حباب زایی صحت جریان سنج را تحت تاثیر قرار نمی دهد، باید دقت کافی را مبذول داشت. همچنین لازم است برای پرهیز از ورود هوا از طریق اتصالات و آب بندها دقت کرد (مثلا با استفاده از عایق آب/مایع انسدادی).

اگر شرایط تست آنقدر ناپایدار باشد که نیازمند قرائت های مکرر باشد، تغییرات در NPSH تا حداکثرهای زیر مجاز است

- ۱.۵ برابر مقادیر داده شده برای ارتفاع فشاری در جدول ۷، یا

- ۰.۲ متر

هر کدام که بزرگ تر باشد.

۱۱.۳.۲. تعیین فشار

فشار بخار مایع تست ورودی به پمپ باید با صحت مناسب تعیین شود تا با ۱۱.۳.۳ مطابقت داشته باشد. وقتی فشار بخار از داده های استاندارد و اندازه گیری دمای مایع ورودی به پمپ به دست می آید، صحت لازم اندازه گیری دما باید نشان داده شود.

منبع داده های استاندارد مورد استفاده باید بین تولیدکننده/تهیه کننده و خریدار مورد توافق باشد.

المان فعال کاوشگر اندازه گیری دما نباید کمتر از ۱/۸ قطر ورودی لوله از دیواره لوله ورودی باشد. اگر زیر آب رفتگی المان اندازه دما در جریان ورودی کمتر از میزان مورد نیاز تولیدکننده ابزار باشد، پس تنظیم در آن عمق فرورفتگی مورد نیاز خواهد بود.

برای تضمین این که کاوشگر اندازه گیری دمای قرار داده شده در ورودی لوله اندازه گیری فشار ورودی را تحت تاثیر قرار نمی دهد، باید دقت کرد.

۱۱.۳.۳. فاکتور دامنه تغییرات برای NPSHR

مقدار حداکثر مجاز برای تفاوت بین NPSHR اندازه گیری شده و گارانتی شده

- برای درجه ۱: NPSHR^t = ۳ درصد یا NPSHR^t + ۰.۱۵ متر

- برای درجه ۲: NPSHR^t = ۶ درصد یا NPSHR^t + ۰.۳۰ متر

هر کدام که بیشتر باشد.

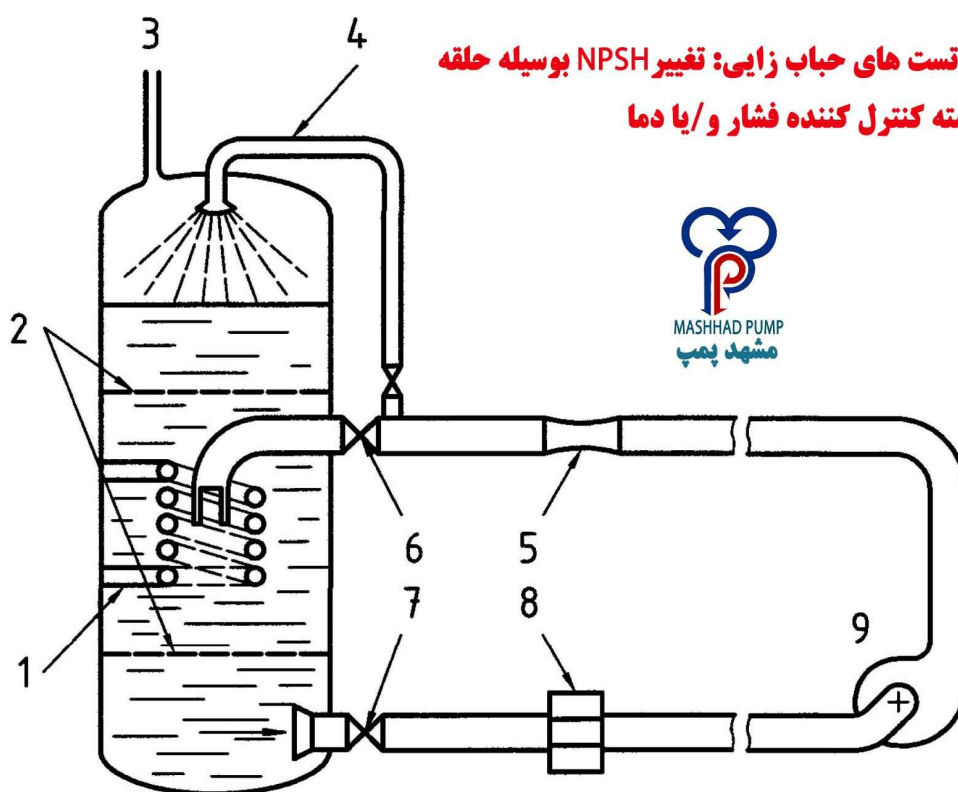
با استفاده از فرمول ها، گارانتی تحقق می یابد اگر:

$$(NPSHR)_G + NPSHR^t < (NPSHR)_{\text{اندازه گیری شده}} \text{ یا}$$

$$(NPSHR)_G + (۰.۱۵ \text{ متر، به ترتیب } ۰.۳ \text{ متر}) < (NPSHR)_{\text{اندازه گیری شده}}$$

تصاویر ۱۵ تا ۱۷ اصول را نشان می دهد اما جزئیات تکنیکی را ارائه نمی دهد و می توان آن را به عنوان یک نمونه در نظر گرفت.

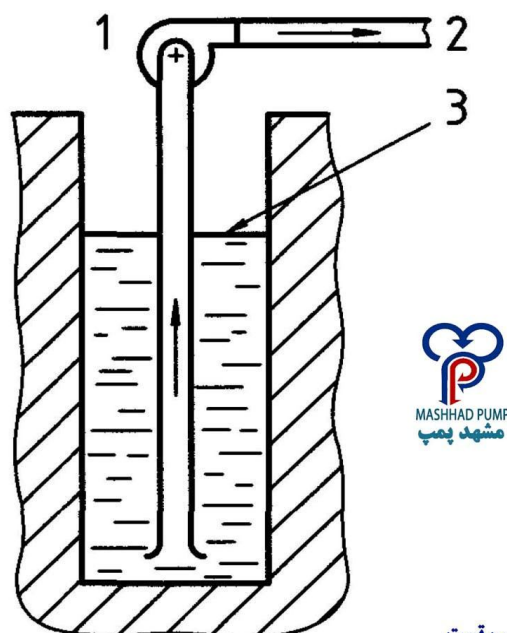
نکته: خنک سازی به وسیله سیم پیچ ممکن است با تزریق آب خنک بالای سطح آزاد مایع و استخراج آب گرم شده، جایگزین شود.



تصویر ۱۵- تست های حباب زایی: تغییر NPSH بوسیله حلقه

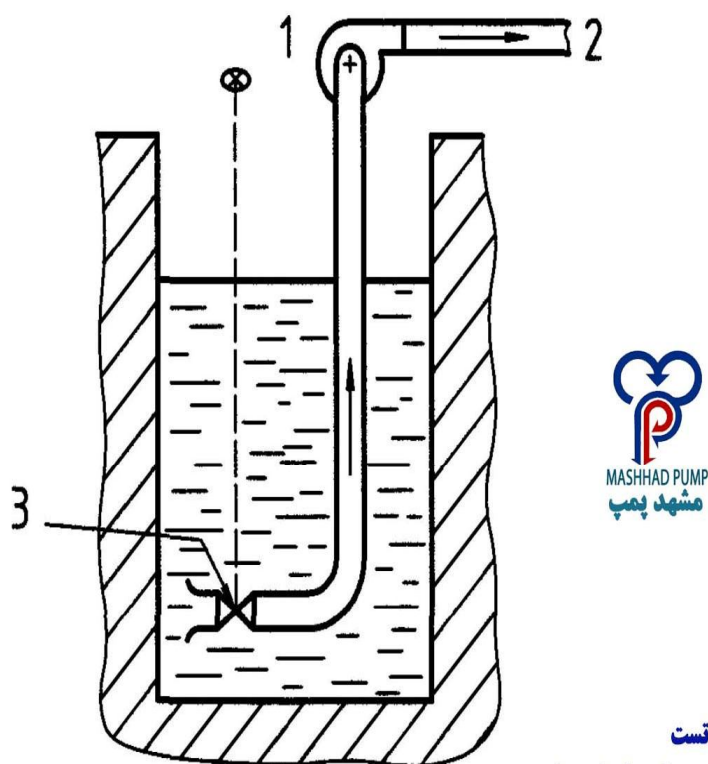
بسته کنترل کننده فشار و/یا دما

- | | |
|---|------------------------------------|
| ۱. سیم پیچ های خنک سازی یا حرارت دهی ۴. نازل اسپری برای هوازدایی مایع ۷. دریچه ایزوله کننده | ۲. شبکه های آرام کننده |
| ۵. جریان سنج | ۸. نقطه اندازه گیری برای محتوی گاز |
| ۶. دریچه کنترل جریان | ۹. پمپ تست |
| ۳. برای مکش یا کنترل فاز | |



کلید
 ۱: پمپ تست
 ۲: به دریچه کنترل جریان و جریان سنج
 ۳: تراز آب قابل تنظیم

تصویر ۱۶- تست های حباب زایی : تغییر NPSH با کنترل سطح مایع در چاهک ورودی پمپ



کلید
 ۱: پمپ تست
 ۲: به دریچه کنترل یا جریان سنج
 ۳: دریچه کنترل فشار ورودی

تصویر ۱۷- تست های حباب زایی: تغییر NPSH به وسیله دریچه کنترل فشار ورودی

تصویر ۱۷: تست های حباب زایی: تغییر NPSH به وسیله دریچه کنترل فشار ورودی؛ کلید: ۱. پمپ تست؛ ۲. به دریچه کنترل جریان یا جریان سنج؛ ۳. دریچه کنترل فشار ورودی

ضمیمه A (اصلی)

فاکتورهای دامنه تغییرات برای پمپ های تولیدشده سری با انتخاب انجام شده از بین منحنی های عملکرد رایج و برای پمپ های با ورودی توان گردنده کمتر از ۱۰ کیلووات (مرتبط با پمپ های سری درجه ۲) نکته: این ضمیمه فقط به محدوده کاری مجاز پمپ اعمال می شود.

A.۱. پمپ های تولید شده سری با انتخاب از بین منحنی های عملکرد رایج

منحنی های عملکرد در کاتالوگ ها عملکردهای میانگین (نه کمینه) سری های پمپ از یک نوع مشابه را ارائه می کند. این امر به بازدهی و ورودی توان نیز اعمال می شود. بنابراین دامنه تغییرات افزایش یافته و حتی دامنه تغییرات روی توان مورد نیاز است.

وقتی تولیدکننده/تهیه کننده در کاتالوگ خود به این ضمیمه اشاره می کند، فاکتورهای حداکثر زیر را باید به کار برد:

- برای سرعت جریان $t_Q = \pm 9\%$ درصد

- برای ارتفاع فشاری کل پمپ $t_H = \pm 7\%$ درصد

- برای ورودی توان پمپ $t_P = + 9\%$ درصد

- برای ورودی توان گردنده $t_{Pgr} = + 9\%$ درصد

- برای بازدهی $t_\eta = - 7\%$ درصد

۲.A. پمپ های با ورودی نیروی گردنده کمتر از ۱۰ کیلووات

برای پمپ های با ورودی توان گردنده کمتر از ۱۰ کیلووات اما بیشتر از ۱ کیلووات، در جایی که اتلاف اصطکاک در اجزای مکانیکی مختلف نسبتاً مهم شده و به سادگی قابل پیش بینی نیست، فاکتورهای دامنه تغییرات داده شده در جدول ۱۰ ممکن است قابل استفاده نباشند. در این مورد فاکتورهای دامنه تغییرات باید به شرح زیر باشند:

- سرعت جریان $t_Q = \pm 10$ درصد

- ارتفاع فشاری کل پمپ $t_H = \pm 8$ درصد

فاکتور دامنه تغییرات برای بازدهی، t_η ، اگر غیر از این مقدار توافق نشده باشد، به صورت زیر محاسبه می گردد:

$$t_\eta = - \left[10 \left(1 - \frac{P_{gr}}{10} \right) + 7 \right]$$

درصد

که در آن P_{gr} ورودی توان حداکثر گردنده به کیلووات در محدوده عملیاتی است. فاکتور دامنه تغییرات P_{gr} با استفاده از فرمول زیر مجاز است:

$$t_{Pgr} = \sqrt{(7\%)^2 + t_\eta^2}$$

درصد

نکته: برای پمپ های با ورودی نیروی بسیار کوچک (کمتر از ۱ کیلووات)، توافق ویژه دیگری ممکن است بین گروه ها گرفته شود.

ضمیمه B (اصلی)

تعیین قطر پروانه کاهش یافته

اگر مشخصات پمپ بالاتر از مشخصات مشخص شده باشد، کاهش قطر پروانه معمولاً انجام می شود.

در رابطه با توافق ذکر شده در ۶.۵.۱، قانون زیر را می توان در جایی که نسبت کاهش قطر خروجی میانگین پروانه از ۵ درصد برای پمپ های شماره نوع $K > ۱.۵$ تجاوز نکند، به کار برد، مشروط بر این که شکل تیغه ها بعد از برش بدون تغییر باقی بماند (زاویه خروجی، باریک شونده ها، و غیره).

این قانون اجازه ارزشیابی مشخصات جدید را می دهد:

$$R = (D_r^2 - D_1^2 / D_t^2 - D_1^2)^{1/2}$$

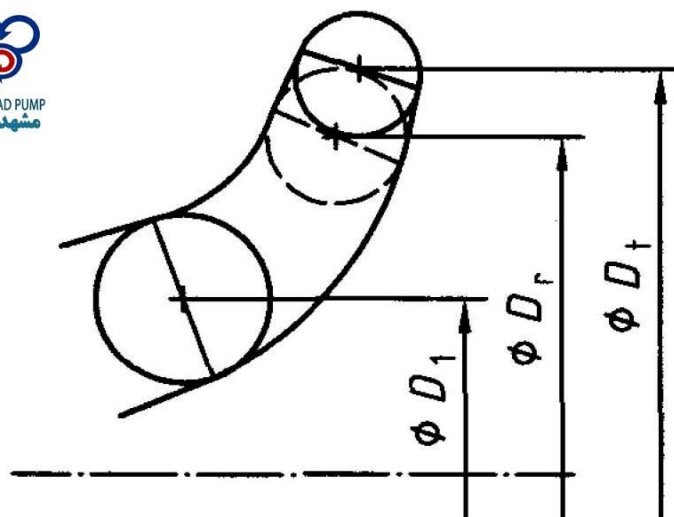
که در آن

D قطر به صورت داده شده در تصویر B1 است.

زیر نویس t = تست؛ r = کاهش یافته

$$Q_r = R \cdot Q_t$$

$$H_r = R^2 \cdot H_t$$



تصویر ب-۱ اقطار کاهش یافته پروانه

می توان فرض کرد بازدهی بین نقاط عملیاتی برای پمپ های با شماره نوع $K > 1.0$ و برای کاهش قطر پروانه کمتر از ۳ درصد، به صورت عملی بدون تغییر باقی می ماند.

ضمیمه C (اصلی)

اتلاف های اصطکاکی

فرمول های داده شده در ۸.۲.۴ بری محاسبه اتلاف های ارتفاع فشاری به دلیل اصطکاک شامل محاسبه طولانی است که در آن بسیاری از موارد منجر به این نتیجه گیری می شود که تصحیح باید اعمال شود.

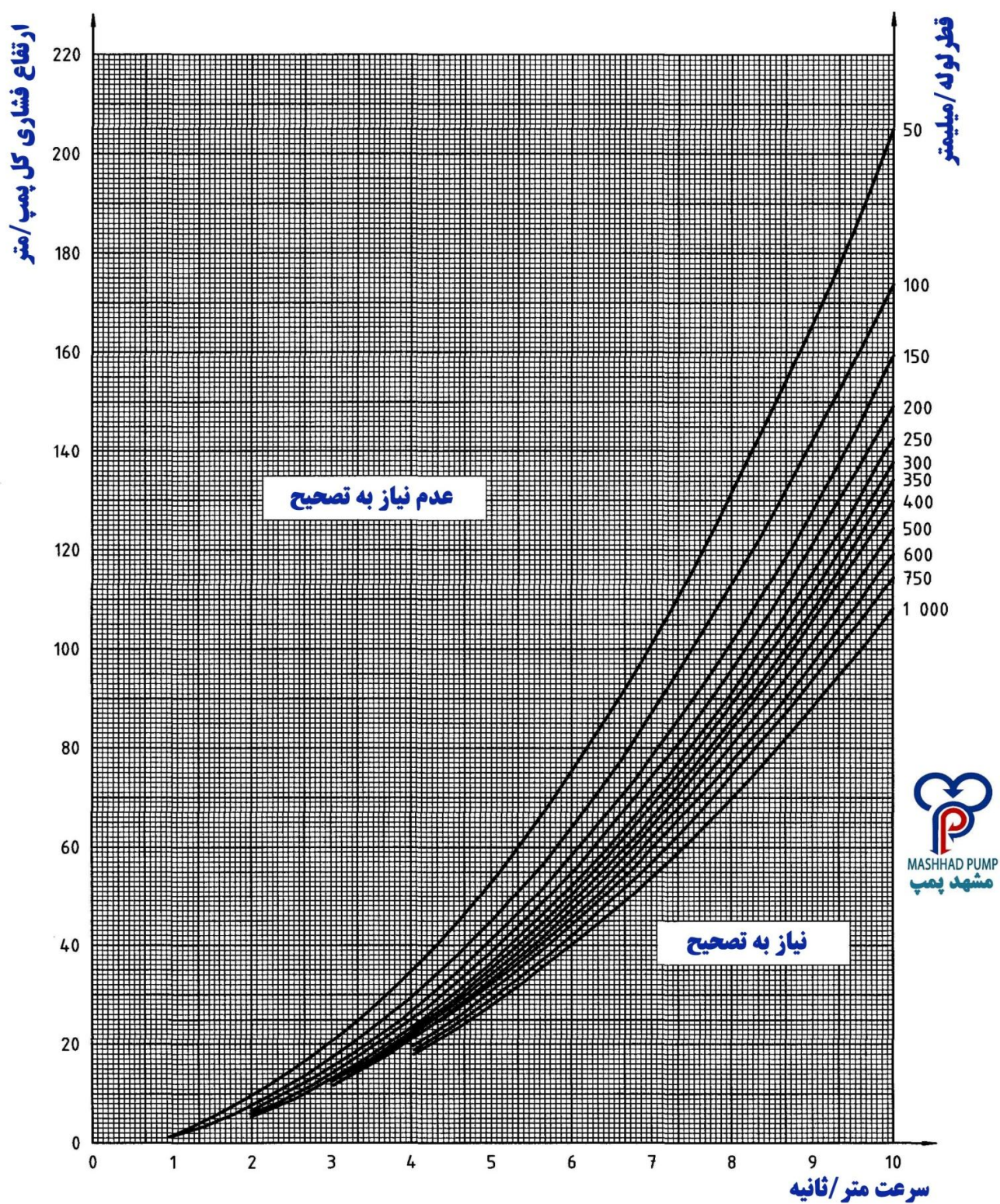
کنترل مقدماتی درباره این که محاسبه باید انجام شود یا خیر در تصویر C.1 برای تست های درجه ۱ و در تصویر C.2 برای تست های درجه ۲ داده شده است. آن ها به لوله های فولادی صاف با مقطع دایره ای ثابت، که آب خنک را جابجا می کنند، اعمال می شوند. فرض می شود لوله های ورودی و خروجی قطر مشابهی داشته باشند و نقاط اندازه گیری دو قطر بالا دست و پایین دست به ترتیب فلانچ های ورودی و خروجی باشند (۸.۲.۱ را ببینید).

اگر لوله ها قطرهای متفاوتی داشته باشند، قطر لوله کوچک تر باید به کار رود. پس اگر “نبود تصحیح” نشان داده شود، نیازی به محاسبه نیست.

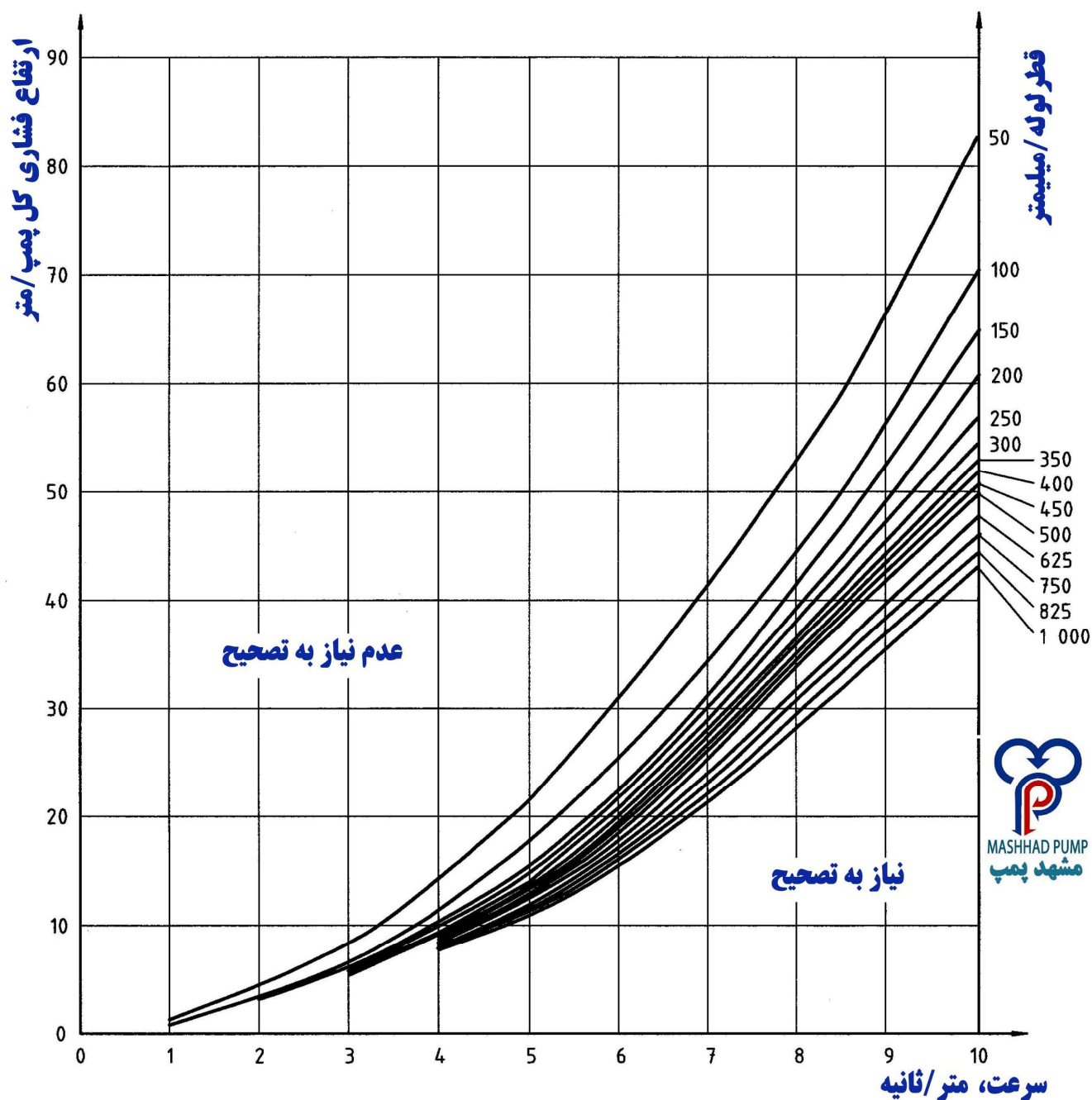
اگر “تصحیح” نمایش داده شود، تصویر C.3 (که فقط به لوله های فولادی جابجاکننده آب خنک اعمال می شود) ممکن است برای تعیین مقدار λ به کار رود. در مواردی که لوله ها از جنس سایر مواد باشند یا مایع آب خنک نباشد، نمودار مودی داده شده در تصویر C.4، یا فرمول داده شده برای λ در ۸.۲.۴، را در صورت ترجیح، می توان به کار برد. برای سختی لوله k مقادیر داده شده در جدول C.1 را می توان به کار برد.

جدول C.1: سختی یکپارچه هم ارز k برای لوله ها

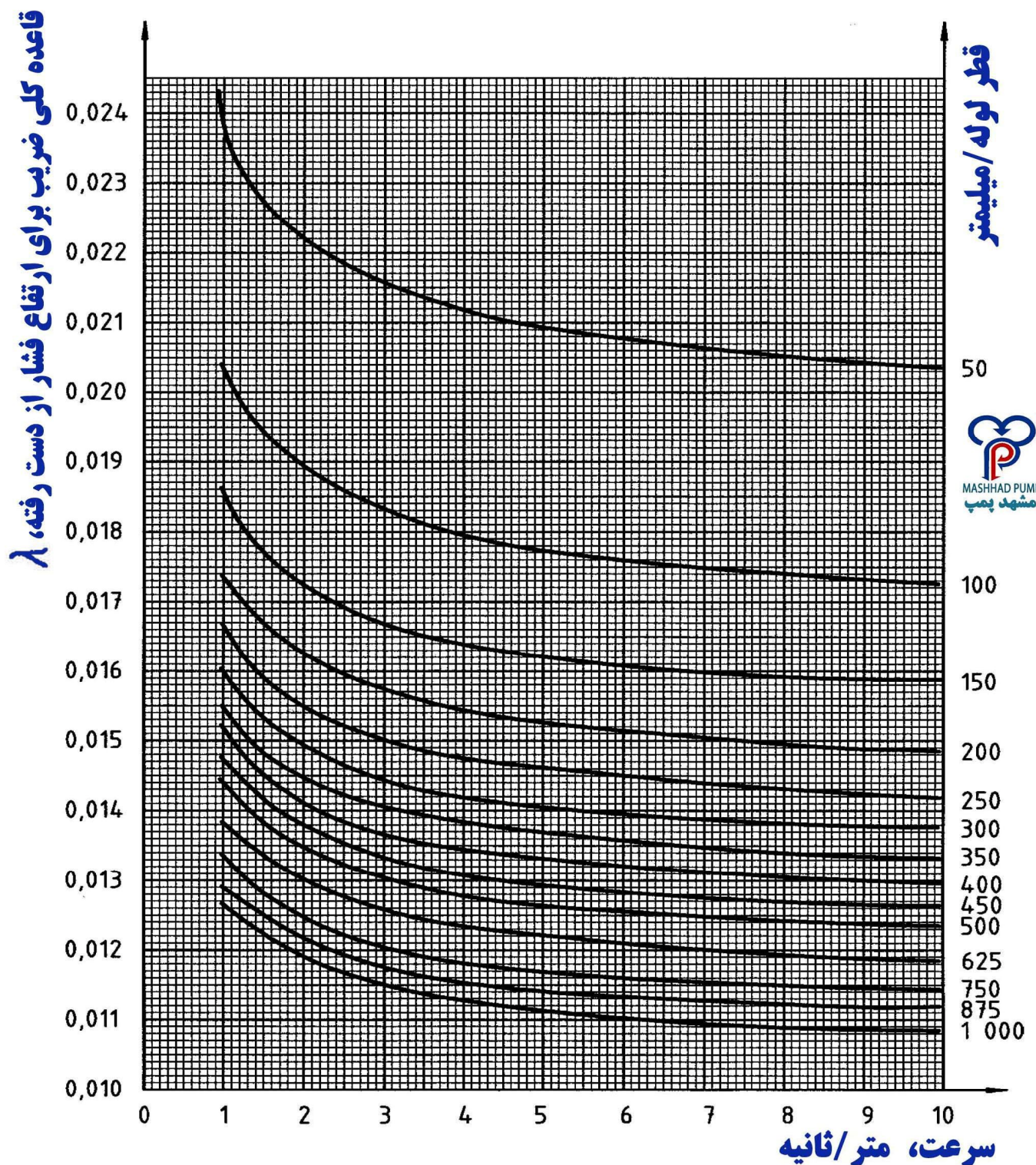
ماده (جدید) لوله تجاری	سختی یکپارچه هم ارز k سطح میلیمتر
شیشه، برنج نرم، مس یا سرب	هموار
فولاد	۰.۰۵
چدن آسفالت شده	۰.۱۲
آهن گالوانیزه	۰.۱۵
چدن	۰.۲۵
بتن	۰.۳۰ تا ۳.۰
فولاد پرچ شده	۱.۰ تا ۱۰.۰



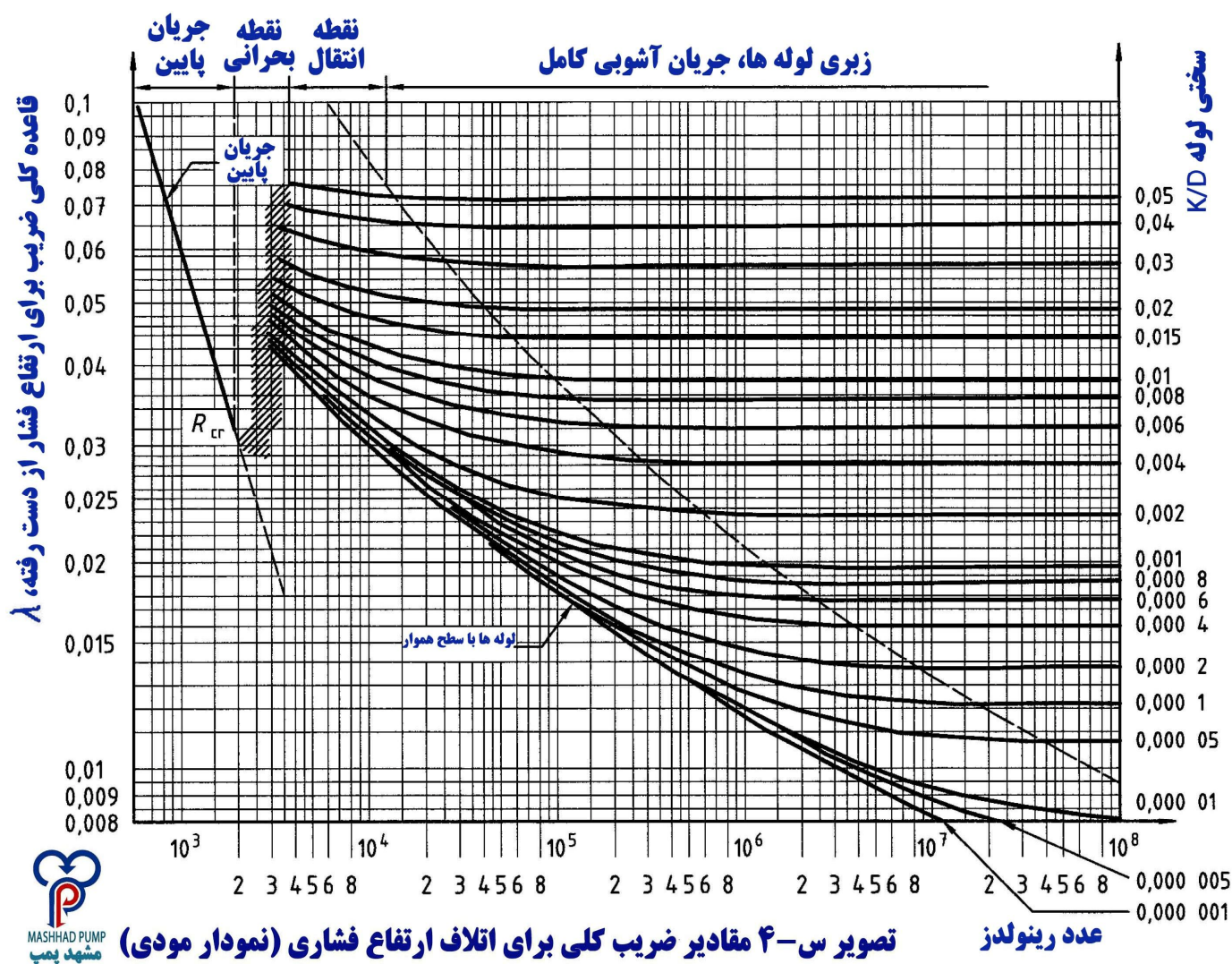
تصویر س-۱: نمودار برای تست های درجه ۱ نشان دهنده سرعت هایی که بالای آن تصحیح اتلاف مورد نیاز است (برای مقاطع اندازه گیری قرار گرفته در ۲D بالادست جریان و پایین دست جریان فلانچ های پمپ)



تصویر ۲- نمودار برای تست های درجه ۲ نشان دهنده سرعت هایی که بالای آن تصحیح اتلاف مورد نیاز است (برای مقاطع اندازه گیری قرار گرفته در D۲ بالادست جریان و پایین دست جریان لبه های پمپ)



تصویر ۳- ضریب کلی برای اتلاف ارتفاع فشاری؛ سختی سطح: $K = 5 \times 10^{-5}$ متر
ویسکوزیته سینتیک: $\nu = 1 \times 10^{-6}$ متر مربع / ثانیه



ضمیمه D (اطلاع دهنده)

تبدیل به واحدهای SI

جدول D.1 فاکتورها برای تبدیل واحدهای SI برخی کمیت های بیان شده به ضرایب یا زیرضرایب واحدهای SI و به واحدهایی غیر از SI را می دهد. فاکتور تبدیل عددی است که با آن مقدار بیان شده در واحدهای متنوع باید ضرب شود تا مقدار متناظر در واحد SI یافت شود.

جدول D.1: فاکتورهای تبدیل

کمیت	علائم واحد SI	واحدهای متنوع	فاکتورهای تبدیل
(حجم) سرعت جریان	m^3/s	لیتر در ثانیه	10^{-3}
		متر مکعب در ساعت	$1/3600 \times 10^{-3}$
		لیتر در ساعت	$1/3600 \times 10^{-3}$
		لیتر در دقیقه	$1/60 \times 10^{-3}$
		گالن متریک در دقیقه	$10^{-3} \times 75.77$
		فوت مکعب در ثانیه	$10^{-3} \times 28.3168$
		گالن (آمریکا) در دقیقه	$10^{-3} \times 63.09$
		بشکه (آمریکا) در ساعت (نفت)	$10^{-3} \times 44.16$
سرعت جریان جرمی	kg/s	تن در ثانیه	10^3
		تن در ساعت	$1/3600 \times 10^3$
		کیلوگرم در ساعت	$1/3600 \times 10^3$
		پوند در ثانیه	0.45359237×10^3
فشار	Pa	کیلوپوند در سانتیمتر مربع	98.0665
		نیروی کیلوگرم در سانتیمتر مربع	98.0665
		بار	10^5
		هکتوپیز	10^5
		تور	133.322
		میلیمتر جیوه معمولی	133.322
		میلیمتر آب معمولی	98.0665
		پوند در فوت مربع	1.48816
		اتمسفر استاندارد	101325
		نیروی پوند در اینچ مربع	6894.76
چگالی	kg/m^3	کیلوگرم در دسیمتر مکعب	10^3

۱۰ ^۳ ۱۶۰۰۱۸۵	lb/ft ³	گرم در سانتیمتر مکعب پوند در فوت مکعب		
۱۰ ^۳ ۹۸۰۶۶۵ ۱۰۱۶۳ ۷۳۵.۵ ۷۴۵.۷ ۰.۲۹۳۰۷۱ ۹۸۰۶۶۵	kW kp . m/s kcal _{IT} /h ch hp Btu/h kgf . m/s	کیلووات کیلوپوند متر در ثانیه کیلوکالری I.T. در ساعت اسب بخار نیروی اسب بخار واحد حرارت بریتانیایی در ساعت نیروی کیلوگرم متر در ثانیه	W	توان
۱-۱۰ ۱-۱۰ ۱-۱۰ ۹۸۰۶۶۵ ۱.۴۸۸۱۶	P dyn . s/cm ² g/s . cm kp . s/m ² pdl . s/ft ²	پویز دین ثانیه در سانتیمتر مربع گرم در ثانیه سانتیمتر کیلوپوند ثانیه در متر مربع پوند ثانیه در فوت مربع	Pa s	ویسکوزیته (ویسکوزیته دینامیک)
۴-۱۰ ۳-۱۰ × ۹۲.۹۰۳	St = cm ² /s ft ² /s	استوک فوت مربع در ثانیه	m ² /s	ویسکوزیته سینتیک

ضمیمه E (اطلاع دهنده)

راهنما برای دوره های زمانی مناسب بین تنظیم ابزارهای تست

اطلاعات داده شده در جدول E.1، تا حدودی براساس “استانداردهای موسسه هیدرولیک، ۱۹۸۸، پمپ های گریز از مرکز ۱-۶”، فقط برای راهنمایی داده شده است. فواصل زمانی واقعی بین تنظیم ها به تجربه در دسترس برای هر تسهیلات تست و تجهیزات مرتبط بستگی دارد و باید در روند تضمین کیفیت برای بستر تست مشخص شود.

جدول E.1: دوره های زمانی مناسب بین تنظیم ابزارهای تست

دوره	تجهیزات
۱	سرعت جریان
۱۰	تانک وزن دهی
الف	تانک حجمی
الف	ونتوری
الف	نازل
الف	صفحه روزنه
۱	توربین
۱	الکترومغناطیس
الف	بند
۲	سنجنده جریان
mo ۶	اولترا سونیک
mo ۴	فشار
مورد نیاز نیست	سنجنده فشار فنر
مورد نیاز نیست	وزن مرده
mo ۴	فشارسنجهای ستون آب
	مبدل ها
mo ۶	توان
۱	دینامومتر
مورد نیاز نیست	میله گشتاور
۱	موتور تنظیم شده
۳	سنجنده وات-آمپر، قابل حمل
mo ۶	سنجنده وات-آمپر، دائمی
	سنجنده گشتاور با سنجنده کشش

mo ۱۰	دنده های میانی تا ۳۷۵ کیلووات
mo ۲۰	دنده های میانی بالای ۳۷۵ کیلووات
	سرعت
۳	سرعت سنج (کلی)
۱	الکترونیکی
	دستگاه های واکنش فرکانس
۱۰	مغناطیسی
۱۰	نوری
۵	حرکت سنج
۱	سنجده گشتاور (سرعت)
	الف مورد نیاز نیست مگر در صورت تغییر ابعاد بحرانی مشکوک

ضمیمه F (اطلاع دهنده)

هزینه ها و تکرار تست ها

نکته: موضوعات کاملاً با ماهیت تجاری مثل هزینه های تست در دیدگاه این استاندارد بین المللی شامل نشده است و باید موضوع توافق ویژه بین گروه های مربوطه باشد.

F.1. هزینه های تست پذیرش و تست های ویژه

پیشنهاد می شود که هزینه تست های پذیرش و تست های ویژه به روشنی در قرارداد ذکر شود.

باید به این حقیقت که هزینه ها اگر تست NPSH انجام شود افزایش می یابد، توجه کرد.

F.2. تکرار تست ها

در صورت شک در رابطه با درست بودن یا صحت مناسب داده های اندازه گیری به دست آمده، تولیدکننده/تهیه کننده و خریدار حق دارند تقاضای تکرار تست را بکنند. اگر اندازه گیری جدید برای توجیه شک های ایجاد شده شکست بخورد، گروه تقاضاکننده تست تجدید شده باید هزینه تکرار را بپردازد.

ضمیمه G (اطلاع دهنده)

نمودار تصحیح عملکرد برای مایعات ویسکوز

تصویر G.1 نمودار تصحیح عملکرد برای تعیین عملکرد پمپ گریز از مرکز رایج جابجاکننده مایع ویسکوز در زمان مشخص بودن عملکرد آن در آب، است. منحنی های تصحیح برای هر پمپ ویژه دقیق نیستند. وقتی اطلاعات صحیح لازم است، تست های عملکرد باید با مایعات ویسکوز ویژه ای که قرار است حمل کنند، تست شوند.

از آنجایی که تصویر G.1 براساس ملاحظات تجربی است تا نظری، برون یابی فراتر از محدوده نشان داده شده خارج از محدوده تجربه ای است که این نمودارها پوشش می دهند و پیشنهاد نمی شود.

این نمودار فقط برای پمپ های با طراحی هیدرولیک رایج، در محدوده عملیاتی نرمال، با پروانه های باز یا بسته، قابل استفاده است. نمودار نباید برای پمپ های جریان ترکیبی یا محوری یا برای پمپ های با طراحی هیدرولیک ویژه برای مایعات ویسکوز یا غیریکپارچه به کار رود.

تصویر G.1 فقط در جایی که NPSH کافی برای پرهیز از حباب زایی در دسترس باشد، مورد استفاده می باشد. این نمودار باید فقط برای مایعات نیوتنی (یکپارچه) به کار رود. ژل ها، دوغاب ها، موجودی کاغذ و سایر مایعات غیریکپارچه ممکن است نتایج بسیار متنوعی، براساس مشخصات ویژه مایعات، ایجاد کنند.

علائم و تعاریف داده شده در جدول G.1 در این ضمیمه به کار رفته اند.

جدول G.1: علائم و تعاریف اضافی به کار رفته در ضمیمه G

علامت	کمیت	تعریف
Q_{vis}	سرعت جریان ویسکوز	سرعت جریان در زمان پمپ مایع ویسکوز
H_{vis}	ارتفاع فشاری ویسکوز	ارتفاع فشاری در زمان پمپ مایع ویسکوز
η_{vis}	بازدهی ویسکوز	بازده در زمان پمپ مایع ویسکوز
P_{vis}	ورودی توان ویسکوز	ورودی توان مورد نیاز پمپ برای شرایط ویسکوز
Q_w	سرعت جریان آب	سرعت جریان در زمان پمپ آب
H_w	ارتفاع فشاری آب	ارتفاع فشاری در زمان پمپ آب
η_w	بازدهی آب	بازدهی در زمان پمپ آب
ρ	چگالی	
C_Q	فاکتور تصحیح سرعت جریان	
C_H	فاکتور تصحیح ارتفاع فشاری	
C_η	فاکتور تصحیح بازدهی	
Q_{NW}	سرعت جریان آب که در آن بازدهی حداکثر به دست می آید	

معادلات زیر برای تعیین عملکرد ویسکوز در زمان مشخص بودن عملکرد با آب پمپ، به کار می روند:

$$Q_w \times C_Q = Q_{vis}$$

$$H_w \times C_H = H_{vis}$$

$$\eta_w \times C_\eta = \eta_{vis}$$

$$\eta_{vis} / g \times \rho \times H_{vis} \times Q_{vis} = P_{vis}$$

C_Q ، C_H و C_η از طریق تصویر G.1 مشخص می شوند که برای عملکرد آب است.

با توجه به منحنی بازدهی، سرعت جریان آب ($Q_{NW} \times 1.0$)، ($Q_{NW} \times 0.8$) و ($Q_{NW} \times 1.2$) را تعیین کنید.

نمودار را در انتها با سرعت جریان در بهترین بازدهی ($Q_{NW} \times 1.0$) وارد کنید، به سمت ارتفاع فشاری ایجاد شده (در یک مرحله) (H_W) در این سرعت جریان بالا بروید، سپس به صورت افقی (در سمت راست یا چپ) به ویسکوزیته مطلوب رفته و به سمت بالا تا منحنی های تصحیح متنوع بروید.

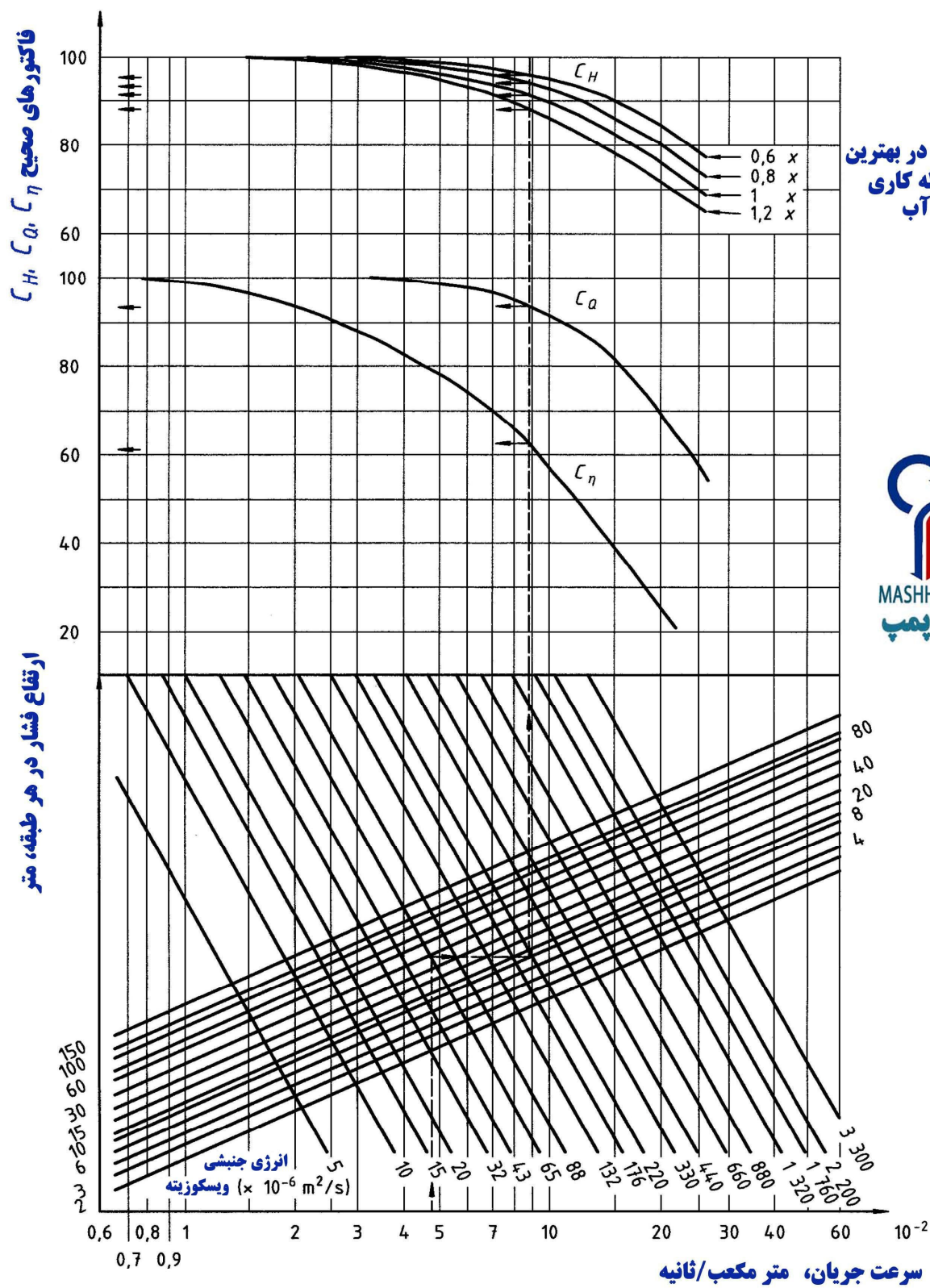
مقادیر C_H و C_Q و C_η همه چهار سرعت جریان را قرائت کنید.

هر ارتفاع فشاری را ضرب در فاکتور تصحیح ارتفاع فشاری متناظر آن کنید تا ارتفاع فشاری تصحیح شده به دست آید. هر مقدار بازدهی را ضرب در C_η کنید تا مقادیر بازدهی تصحیح شده که در سرعت جریان تصحیح شده متناظر به کار می رود، به دست آید.

ارتفاع فشاری و بازدهی تصحیح شده را در برابر سرعت جریان تصحیح شده رسم کنید. منحنی های همواری را از میان نقاط رسم کنید. ارتفاع فشاری در انتها را تقریباً مشابه آب در نظر بگیرید.

ورودی توان ویسکوز (P_{vis}) را از فرمول داده شده در بالا محاسبه کنید.

این نقاط را مشخص کرده و منحنی همواری را از میان آن ها بکشید که باید مشابه و تقریباً موازی منحنی ورودی نیروی برای آب باشد.



تصویر ج-۱ نمودار تصحیح عملکرد برای مایعات ویسکوز

نکته: مقادیر نشان داده شده در این تصویر میانگین هایی از تست پمپ گریز از مرکز تک مرحله ای رایج DN 50 تا DN 200 جابجاکننده روغن های نفتی هستند. این داده ها براساس استانداردهای موسسه هیدرولیک (HIS) هستند، ۱۹۸۵.

ضمیمه H (اطلاع دهنده)

کاهش NPSHR برای پمپ های جابجاکننده مایعات هیدروکربنی و آب با دمای بالا

تصویر H.1 نمودار ترکیبی کاهش NPSHR است که ممکن است برای مایعات هیدروکربنی و آب با دمای بالا، براساس داده های آزمایشگاهی در دسترس از تست های اجرا شده در سیالات نشان داده شده، مورد انتظار باشد که به صورت تابعی از دمای سیال و فشار بخار در آن دما رسم شده است.

محدودیت ها و هشدارهای زیر باید با استفاده از تصویر H.1 در نظر گرفته شوند.

NPSHR کاهشی باید محدود به ۵۰ درصد NPSHR مورد نیاز پمپ برای آب سرد باشد تا وقتی که تجربه کافی در رابطه با عملیات پمپ تحت شرایطی که این نمودار اعمال می شود به دست آید.

این نمودار براساس پمپ های جابجاکننده مایعات خالص است. در جایی که هوای گیرافتاده یا سایر گازهای غیرقابل تراکم در مایع وجود داشته باشد، عملکرد پمپ می تواند به صورت متناقض حتی با مقادیر NPSHA نرمال تحت تاثیر قرار گیرد و با کاهش NPSHA حتی بیشتر دچار مشکل می شود. در جایی که هوای محلول یا سایر مواد غیرقابل تراکم حضور داشته باشند، و در جایی که فشار مطلق در ورودی پمپ به اندازه کافی پایین باشد تا مواد غیرقابل تراکم را از محلول آزاد سازد، مقدار NPSHA باید بالای مقدار مورد نیاز برای آب سرد افزایش یابد تا از تخریب عملکرد پمپ به دلیل این چنین آزادسازی، جلوگیری شود.

برای ترکیب های هیدروکربنی، ممکن است فشار بخار تا حد زیادی با دما تغییر کند و تعیین فشار بخار باید برای دماهای پمپ واقعی باشد.

در استفاده از نمودار مایعات با دمای بالا، و مخصوصا آب، ملاحظه مقتضی باید به حساسیت سیستم مکش به تغییرات گذرا در دما و فشار مطلق داده شود که ممکن است تدارک حاشیه ایمنی NPSHR بسیار متجاوز از کاهش در غیر این صورت در دسترس برای عملیات حالت پایدار، را الزامی کند.

به دلیل غیاب داده های در دسترس نشان دهنده کاهش NPSHR بیشتر از ۳ متر، نمودار محدود شده و برون یابی فراتر از آن محدوده پیشنهاد نمی شود.

تصویر H.1 را در انتهای نمودار با دمای پمپ کردن، به درجه سلسیوس، وارد کنید و به صورت عمود در جهت روی فشار بخار حرکت کنید. از این دیدگاه، خطوط شیب دار در سمت راست نمودار را به صورت طولی یا موازی دنبال کنید که در آنجا کاهش NPSHR را می توان در مقیاس تهیه شده قرائت کرد. اگر این مقدار بیشتر از نصف مقدار NPSHR برای آب سرد باشد، نصف مقدار NPSHR آب سرد را کم کرده، این مقدار نمودار را از مقدار NPSHR آب سرد کسر کرده تا NPSHR تصحیح شده به دست آید.

نکته ۱: داده های در دسترس محدود به مایعاتی است که رابطه فشار بخار آن ها در تصویر نشان داده شده است. استفاده از این نمودار برای مایعاتی به غیر از هیدروکربن ها و آب بدون پایه آزمایشی پیشنهاد نمی شود.

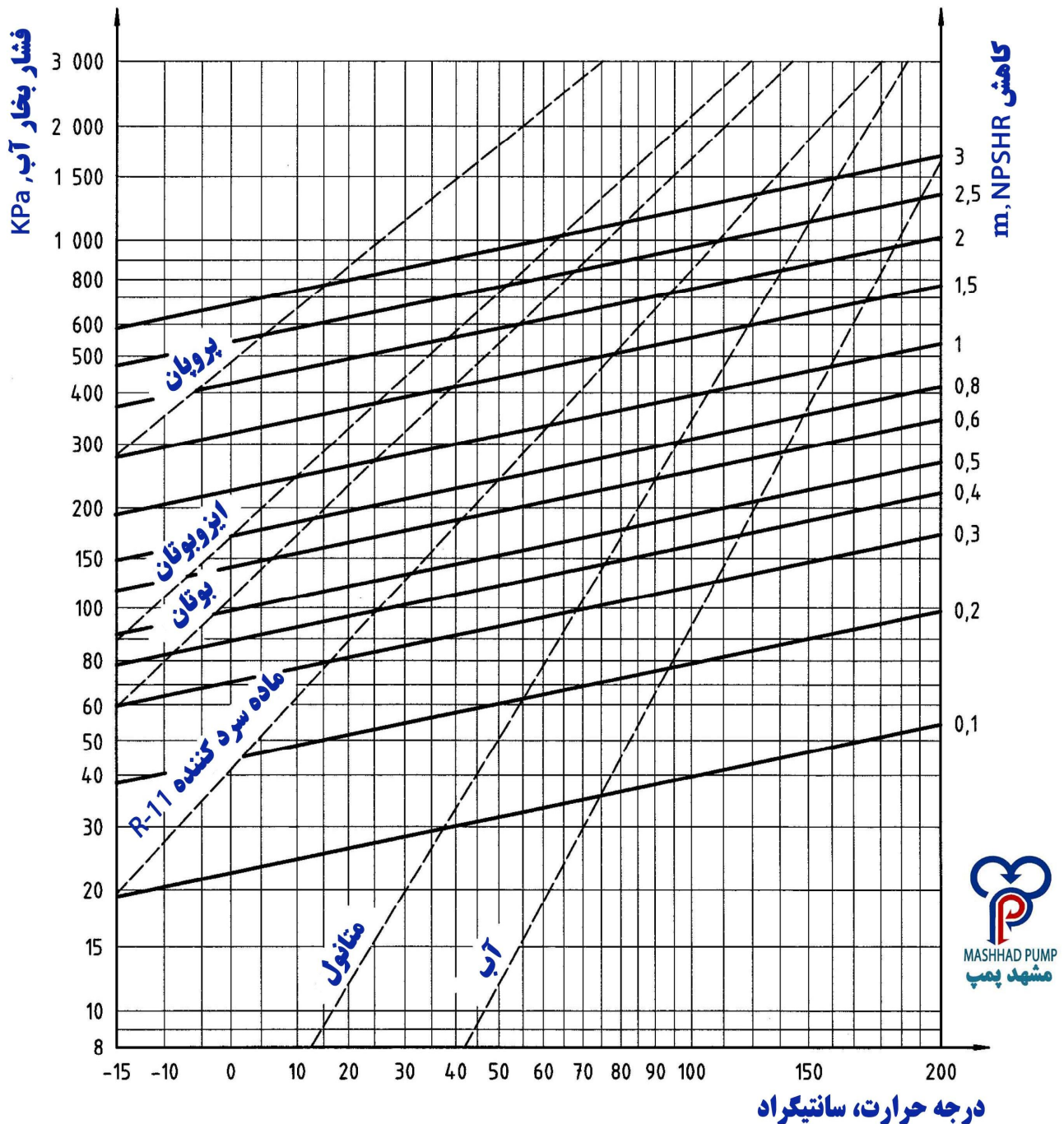
نکته ۲: کاهش NPSHR در واقع اعمال شده به مقدار NPSHR آب سرد برابر است با:

- هر مقدار خوانده شده در مقیاس سمت راست نمودار،

- یا نصف NPSHR برای آب سرد،

هر کدام که کوچک تر باشد.

نکته: این داده ها براساس استانداردهای موسسه هیدرولیک (HIS) هستند، ۱۹۸۵.



تصویرچ-۱ کاهش NPSH برای پمپ جابجا کننده مایعات هیدروکربنی و آب با دمای بالا

ضمیمه I (اطلاع دهنده)

ارزشیاب آماری نتایج اندازه گیری

I.1. علائم

علائم اضافی به کار رفته در این ضمیمه در جدول I.1 نشان داده شده است.

جدول I.1: علائم اضافی

علامت	تعریف
a,r	پارامترهای آماری
a',r'	پارامترهای آماری
H	نسبت نقطه تست ارتفاع فشاری کل $h = H/H_G$
H	مقدار میانگین نسبت ارتفاع فشاری کل $h = 1/n \sum h$
N	تعداد نقاط تست در محدوده $Q_G \cdot 0.95$ تا $Q_G \cdot 1.05$
P	نسبت نقطه تست ورودی پمپ $p = P/P_G$
P	مقدار میانگین نسبت توان ورودی پمپ $p = 1/N \sum p$
Q	سرعت نسبت نقطه تست جریان $q = Q/Q_G$
Q	مدار میانگین نسبت سرعت جریان $q = 1/N \sum q$
S_q	$S_q = \sum (q-q)^2$
S_h	$S_h = \sum (h-h)^2$
S_p	$S_p = \sum (p-p)^2$
S_{qh}	$S_{qh} = \sum (q-q)(h-h)$
S_{qp}	$S_{qp} = \sum (q-q)(p-p)$
نکته: جمع مقادیر بالا برای اندازه گیری نقطه تست در محدوده $Q_G \cdot 0.95$ تا $Q_G \cdot 1.05$ است	

I.2. استفاده و اعتبار این ضمیمه

تحلیل آماری دو متغیر ممکن است برای ارزشیابی مقدار میانگین یک مورد با مقدار داده شده دیگری، به کار رود. روش آماری خاص ارائه شده در این ضمیمه در صورتی مورد استفاده است که توزیع نقاط تست در حدود مقدار مشخص نیازمندی های ویژه ای را برآورده سازد.

I.3. تعداد و توزیع مجموعه مشاهدات

حداقل نه مجموعه مشاهدات باید گرفته شود. نقاط تست به دست آمده باید به شیوه ای توزیع شود که وقتی تا سرعت چرخش مشخص یا فرکانس مشخص، با استفاده از ۶.۱.۲، تصحیح می شود، اندازه گیری سرعت جریان در $\pm 5\%$ درصد سرعت جریان مشخص شده، نوسان کند. از این نقاط تست، حداقل سه تا باید درمرز سرعت جریان مثبت ۳ تا ۵ درصد و حداقل سه تا باید در مرز سرعت جریان منفی ۳ تا ۵ درصد قرار گیرد.

برای راحتی استفاده از روش آماری، سودمند است بیشتر از تعداد حداقل نقاط تست را در $\pm 5\%$ درصد مرز سرعت جریان مشخص شده، در نظر بگیریم. بیست نقطه در جایی که امکان پذیر باشد، پیشنهاد می شود.

I.4. ارزشیابی مقادیر میانگین

I.4.1. مقدار میانگین ارتفاع فشاری کل پمپ

مقدار میانگین ارتفاع فشاری کل پمپ با استفاده از معادل محاسبه می شود:

$$H_m = (h + a(1 - q)) H_G$$

I.4.2. مقدار میانگین توان ورودی پمپ

مقدار میانگین توان ورودی پمپ با استفاده از معادله زیر محاسبه می شود:

$$P_m = (p + a'(1 - q)) P_G$$

I.4.3. ارزشیابی نتایج تست

مقادیر پارامتر آماری با معادلات زیر داده می شود:

$$a = r + \left[\frac{r^2 + 1}{S_{qp}^2} \right]^{1/2} \cdot S_{qp}$$

$$a' = r' + \left[\frac{r'^2 + 1}{S_{qp}^2} \right]^{1/2} \cdot S_{qp}$$

$$r = \frac{S_h - S_q}{2 \cdot S_{qh}}$$

$$r' = \frac{S_p - S_q}{2 \cdot S_{qp}}$$

نکته: معادلات برای a و a' حاوی به ترتیب S_{qh} و S_{qp} هستند تا مقادیر مثبت و منفی مناسب برای شیب منحنی عملکرد به دست آمده تضمین گردد.

باید ذکر کرد که تحلیل آماری نیز ممکن است برای ارزشیابی مجموعه مشاهدات گرفته شده براساس I.3 با سطح اطمینان ۹۵ درصد ارتفاع فشاری کل و توان ورودی در سرعت مشخص شده، به کار رود. این شرایط با جزئیات بیشتر در مرجع (۱۷) شرح داده شده است که برنامه کامپیوتری برای تسهیل محاسبات داده شده است.

ضمیمه J (اطلاع دهنده)

برگه تست پمپ

برگه تست پمپ نشان داده شده در این ضمیمه برای راهنمای ارائه نتایج تست پمپ و کمک به تفسیر آن ها داده شده است. این نمونه هدف ندارد همه اطلاعات مورد نیاز برای تست پمپ را شامل کند و اصلاحاتی ممکن است براساس نوع پمپ، کاربرد آن و حالت محاسبه، لازم باشد.

ماهیت تست			شماره برگه	برگه تست پمپ
				خریدار
قطر ورودی	شماره سفارش	شماره سفارش تولیدکننده	نوع	
	قطر خروجی			پمپ
	قطر پروانه			
ورودی توان (P_G)			سرعت چرخش (n_{sp})	سرعت جریان (Q_G)
ارتفاع فشاری مکش مثبت خالص			بازدهی (η_G)	ارتفاع فشاری کل (H_G)
ویسکوزیته سینتیک (ν)			فشار بخار (p_v)	دما (t)
درجه اسیدیته (pH)				چگالی (ρ)
سرعت	ولتاژ	تعداد فازها	مدرک تست	تولیدکننده
چرخش				
جریان				
			توان	نوع
سرعت چرخش	نیرو	گشتاور	ارتفاع فشاری خروجی	سرعت جریان ارتفاع فشاری ورودی
دنده			(NPSH)	
				روش به کار رفته
				ثابت
ورودی			فشار	دمای پیرامونی
			بارومتري	
			تصحیح ارتفاع	
			فشاری نسبت	
			به صفحه	
			مرجع	

خروجی		دمای مایع تست	
	واحدها		نتیجه اندازه گیری
		سرعت چرخش	
		فاصله زمانی	
		قرائت	سرعت جریان
		جریان اندازه گیری شده	
		قرائت ارتفاع فشاری خروجی	
		ارتفاع فشاری خروجی	
		ارتفاع فشاری ورودی	
		$\Delta U^2/2g$	ارتفاع فشاری
		تفاوت موقعیت اندازه گیری	
		ارتفاع فشاری کل پمپ	
		$U_1^2/2g$	
		(NPSH)	
		خروجی توان پمپ P_U	
		ولتاژ	
		جریان	
		قرائت توان سنج ۱	
		قرائت توان سنج ۲	
		قرائت های توان سنج	
		ورودی توان موتور	توان (گشتاور)
		بازدهی موتور	
		قرائت گشتاور	
		بازدهی دنده	
		خروجی توان موتور	

		ورودی توان موتور	
		بازدهی کل	
		بازدهی پمپ	
		سرعت جریان حجمی	مقادیر اشاره شده به
		ارتفاع فشاری کل	سرعت ویژه
		توان	چرخش
		NPSH	
نماینده ها	سرپرست تست ها	تاریخ	نکته ها
تهیه کننده	خریدار		

ضمیمه K (اطلاع دهنده)

چک لیست

در ادامه چک لیستی از مواردی که توافق بین تولیدکننده/تهیه کننده و خریدار پیش از تست پیشنهاد می شود، آمده است. باید ذکر کرد که همیشه لازم نیست توافق بر سر همه این موارد در طول پیش روی قرار داد صورت گیرد.

(۱) انتخاب درجه تست (۵.۱ را ببینید)

(۲) گستره گارانتی ها:

الف) پمپ بدون موتور یا واحد پمپ موتور ترکیب شده (۱۰.۴.۳ را ببینید)

ب) پمپ با متعلقات یا بدون آن (۵.۳.۴ را ببینید)

ج) مقادیر گارانتی شده (مثلا سرعت جریان، ارتفاع فشاری کل، ورودی توان، بازدهی، NPSHR و غیره) برای

یک نقطه عملیاتی یا بیشتر (۴.۱ را ببینید)

- ۳) سوالات قراردادی، مثل تعداد پمپ هایی که باید در دسته پمپ های مشابه تست شود (۵.۱.۲ را ببینید)
- ۴) هر جنبه دیگر رفتار پمپ که باید در طول تست چک شود (۵.۲.۶ را ببینید)
- ۵) مکان تست ها (۵.۲.۲ را ببینید)
- ۶) تاریخ تست ها (۵.۲.۳ را ببینید)
- ۷) فرد مسئول تست وقتی تست در کارخانه تولیدکننده انجام نمی شود (۵.۲.۴ را ببینید)
- ۸) انتخاب روش اندازه گیری (بندهای ۷ تا ۱۰ را ببینید)
- ۹) تجهیزات تست کردن (۵.۲.۷ را ببینید)
- ۱۰) چینش تست برای تست عملکرد (۵.۳.۲، ۵.۳.۳، ۸.۲.۱ را ببینید) و برای تست حباب زایی (۱۱.۲.۳ را ببینید)
- ۱۱) چینش برای فراهم آوری توانایی هواگیری پمپ های خود مکش (۵.۳.۷ را ببینید)
- ۱۲) روش پیش بینی عملکرد پمپ از طریق تست با استفاده از آب سرد تمیز (۵.۴.۵ را ببینید)
- ۱۳) انحراف سرعت چرخشی خارج از محدوده مجاز (۵.۴.۳، ۶.۱.۲ را ببینید)
- ۱۴) توان فرمول ترجمه برای NPSHR (۶.۱.۲ را ببینید)
- ۱۵) انحراف ولتاژ و فرکانس خارج از دامنه تغییرات مجاز (۶.۱.۲ را ببینید)
- ۱۶) مقادیر دامنه تغییرات در نقطه کاری و سایر نقاط عملیاتی (۴.۱، ۶.۳، ۱۱.۳.۳ را ببینید)
- ۱۷) اتلاف های ورودی و انتقالی در پمپ های عمودی (۸.۲.۳، ۱۰.۴.۲ را ببینید)

(۱۸) اتلاف های اصطکاک و فشار منفرد در ورودی و خروجی (۸.۲.۴) و ضمیمه C را ببینید)

(۱۹) اتلاف های کابل (۱۰.۴.۱) را ببینید)

(۲۰) اتلاف های دنده (۱۰.۴.۴) را ببینید)

(۲۱) روش تایید گارانتی در زمینه حباب زایی (۱۱.۱.۲) را ببینید)

(۲۲) مایعی که باید برای تست عملکرد (۴.۲) را ببینید) و برای تست حباب زایی (۱۱.۲.۳) را ببینید) به کار رود

(۲۳) هزینه های تست (ضمیمه F را ببینید)

کتاب شناسی

(۱) ایزو ۳۱: همه بخش ها، کیت ها، واحدها و علائم

(۲) ایزو ۲۳۷۲، لرزش مکانیکی دستگاه ها با سرعت های عملیاتی از ۱۰ تا ۲۰۰ دور/ثانیه - پایه برای مشخص سازی استانداردهای ارزشیابی

(۳) ایزو ۲۹۷۵-۱، اندازه گیری جریان آب در مجراهای بسته - روش های ردیابی - بخش ۱: کلیات

(۴) ایزو ۲۹۷۵-۲، اندازه گیری جریان آب در مجراهای بسته - روش های ردیابی - بخش ۲: روش تزریق سرعت ثابت با استفاده از ردیاب های غیررادیواکتیو

(۵) ایزو ۲۹۷۵-۳، اندازه گیری جریان آب در مجراهای بسته - روش های ردیابی - بخش ۳: روش تزریق سرعت ثابت با استفاده از ردیاب های رادیواکتیو

(۶) ایزو ۲۹۷۵-۶، اندازه گیری جریان آب در مجراهای بسته - روش های ردیابی - بخش ۶: روش زمان گذرا با استفاده از ردیاب های غیررادیواکتیو

(۷) ایزو ۲۹۷۵-۷، اندازه گیری جریان آب در مجراهای بسته- روش های ردیابی- بخش ۷: روش زمان گذرا با استفاده از ردیاب های رادیواکتیو

(۸) ایزو ۳۷۴۰، صوتی- تعیین تراز نیروی صدای منبع نویز- راهنمایی ها برای استفاده استانداردهای اصلی

(۹) ایزو ۳۷۴۴، صوتی- تعیین تراز نیروی صدای منبع نویز- روش مهندسی در میدان لزوماً آزاد در صفحه انعکاسی

(۱۰) ایزو ۳۷۴۵، صوتی- تعیین تراز نیروی صدای منبع نویز- روش دقیق برای فضاهای بدون انعکاس و نیمه انعکاسی

(۱۱) ایزو ۳۷۴۶، صوتی- تعیین تراز نیروی صدای منبع نویز با استفاده از فشار صدا- روش بررسی با استفاده از ایجاد سطح اندازه گیری در صفحه انعکاسی

(۱۲) ایزو ۳۹۴۵، لرزش مکانیکی دستگاه های چرخشی بزرگ با محدوده سرعت از ۱۰ تا ۲۰۰ دور/ثانیه- اندازه گیری و ارزشیابی شدت لرزش در محل

(۱۳) ایزو ۴۱۸۵، اندازه گیری جریان مایع در مجراهای بسته- روش وزن دهی

(۱۴) ایزو ۶۰۸۱، صوتی- نویز منتشر شده توسط دستگاه و تجهیزات- راهنمایی ها برای آماده سازی کدهای تست درجه مهندسی نیازمند اندازه گیری نویز در موقعیت اپراتور یا تماشاچی

(۱۵) IEC 60041:۳، کد بین المللی برای تست های پذیرش میدانی توربین های هیدرولیک

(۱۶) IEC 60497، کد بین المللی برای تست های پذیرش مدل پمپ های ذخیره



MASHHAD PUMP

مشهد پمپ

آدرس کارخانه: مشهد- کیلومتر ۵ بزرگراه آسیایی- کدپستی ۰۲۸ تلفن: ۰۵۱-۳۶۵۱۶۶۱۶