

درباره آبندهای مکانیکی



مرجع کاربردی پمپ و پمپاژ

www.mashhadpump.com

www.mptoos.ir

<http://mashhadpump.blogfa.com>

Email: info@mptoos.ir

آببندهای مکانیکی

محتویات

نامگذاری نوع

نامگذاری نوع EN 12756

عایق های کلی محور

عایق محور چپست

عایق های محور چطور به کار می روند

اجزای عایق محور

عایق محور نامتوازن

متوازن کردن عایق

عایق محور چطور کار می کند

اصطکاک، سایش و نشت

عایق های اورینگی محور

عایق های دمنده محور

عایق های محور کارتریجی

عایق های محور در مایعات ویسکوز

عایق های محور در مایعات ویسکوز

عایق های محور پیشنهادی برای مایعات ویسکوز

جنس وجه عایق

ترکیب های جنس وجه عایق

کاربید تنگستن / کاربید تنگستن

کاربید سیلیکون / کاربید سیلیکون

کربن / کاربید تنگستن یا کربن / کاربید سیلیکون

کربن / سرامیک (آلومینیوم اکسید)

کاربید تنگستن / هیبرید

کاربید سیلیکون

جنس عایق های ثانویه

عایق های ثانویه

NBR

EPDM

FKM

FFKM

FXM

لیست مایعات پمپ شده

نوع عایق های محور

نوع A

نوع B

نوع C

نوع D

نوع E

نوع G

نوع H

نوع H

نوع K

نوع R

چیدمان های عایق

عایق دوتایی (پشت به پشت)

عایق دوتایی (پشت سر هم)

عایق های محور کاتریج - DE

راس خنک شده با هوا (برای دماهای بالا)

انواع عایق های محور

مقایسه انواع عایق

انتخاب عایق های محور

انتخاب مناسب ترین عایق محور

مایعات پمپ شده

لیست مایعات پمپ شده

اسیدها

قلیایها

نمک ها

آب

خنک کننده ها

سوخت ها

روغن های سنتزی و معدنی

روغن های گیاهی

حلال ها

اکسیدکننده ها

ترکیبات آلی

متفرقه

تحلیل نقص

راهنمای تحلیل نقص عایق محور

کلید تحلیل نقص

نامگذاری نوع

نامگذاری نوع با EN12756

استاندارد EN طراحی جنس عایق های محور و جفت کردن جنس ها را شرح می دهد:

استاندارد EN 12756 حاوی:

- کلید نوع
- کلید جنس.

هدف

مشخصات تهیه کننده های عایق محور خارجی مشهد پمپ برای سیستم کدگذاری نامگذاری نوع EN 12756.

سیستم نامگذاری نوع

نامگذاری نوع کامل برای عایق های محور براساس EN 12756 شامل:

- کد نوع
- کد جنس.

مثال: N U 012 S 0: کد نوع؛ UBEGG: کد جنس

کلید نوع

EN 12756 حاوی کلید نوع زیر است:

مثال: N: نسخه ← N = طول مونتاژ استاندارد، K = طول مونتاژ کوتاه، X = سایر طول های مونتاژ؛ U: نوع عایق محور ← U
= نامتوازن، B = متوازن؛ 012: قطر اسمی ← قطر (قطر محور) به میلیمتر، مثال: ۱۲ میلیمتر محور = ۰۱۲؛ S: مسیر

چرخش $\leftarrow R$ = چرخش راست دست (یعنی چرخش ساعت گرد واحد عایق وقتی از محل قرارگیری دیده می شود)، $L =$ چرخش چپ دست (یعنی چرخش پادساعت گرد واحد عایق وقتی از محل قرارگیری دیده می شود، $S =$ ظرفیت چرخش در هر دو مسیر؛ 0: نگهداری در برابر چرخش محل قرارگیری $\leftarrow 0$ = بدون نگهداری، 1 = با نگهداری

کلید جنس

جنس اجزای اصلی منفرد توسط کد جنس متشکل از حروف نشان داده شده است.

نمونه: (1)U: جنس وجه چرخشی عایق؛ (2)B: جنس محل قرارگیری بخش ثابت؛ (3)E: جنس عایق ثانوی؛ (4)G: جنس فنرها؛ (5)G: جنس سایر اجزا

کدهای استاندارد برای نسخه های جنس

Pos.	کد	جنس	
(۱) و (۲)	A	کربن سنتزی	کربن، فلز اشباع شده
	B		کربن، رزین اشباع
	C		سایر کربن ها
	D	فلزات	فولاد کربنی
	E		فولاد کرومی
	F		فولاد کروم-نیکل (CrNi)
	G		فولاد کروم-نیکل-مولیبدین (CrNiMo)
	H		فلزات با پوشش های کاربید
	K		پوشش سخت، فلزی
	M		آلیاژ پرنیکل
	N		
	P		برنز

چدن خاکستری		R	
چدن خاکستری آلیاژ دار		S	
فولاد کروم قالبی		T	
سایر فلزات			
کاربید تنگستن، پیوندی با کبالت	کاربیدها	U1	
کاربید تنگستن، پیوندی با نیکل		U2	
کاربید تنگستن، پیوندی با کروم، نیکل، مولیبدین		U3	
کاربید سیلیکون (SiC)		Q1	
SiC-Si		Q2	
SiC-Si، کامپوزیت		Q3	
C-SiC، سطح سیلیکونی شده		Q4	
سایر کاربیدها		J	
اکسید آلومینیوم	اکسیدهای فلزی	V	
اکسید کروم		W	
سایر اکسیدهای فلزی		X	
PTFE، فیبر شیشه ای تقویت شده	پلاستیک ها	Y1	
PTFE، کربن تقویت شده		Y2	
سایر پلاستیک ها		Z	
لاستیک بوتیل (IIR)	الاستومرها، غلاف دهی نشده	B	(۳)
لاستیک اتیلن پروپیلن		E	
لاستیک پرفلوئورو		K	

لاستیک کلروپرن (CR)		N	
لاستیک نیتریل (NBR)		P	
لاستیک سیلیکون (MVQ)		S	
لاستیک فلوئورو (FPM)		V	
الاستومرهای دیگر		X	
الاستومرها/ PTFE غلاف دار	الاستومرها، دارای غلاف	M	
گرافیت	غیرالاستومرها	G	
PTFE		T	
سایر غیرالاستومرها		Y	
مواد متنوع برای اجزای انعطاف پذیر	مواد متنوع	U	
فولاد کربنی	فولاد	D	(۴) و (۵)
فولاد کروم (Cr)		E	
فولاد کروم- نیکل (CrNi)		F	
فولاد کروم- نیکل- مولیبدین (CrNiMo)		G	
آلیاژ پرنیکل	آلیاژ	M	
آلیاژ مس- قلع (برنز)		N	
	سایر مواد	T	

نمونه نامگذاری نوع عایق محور کامل

مثال: N: طول مونتاژ استاندارد؛ U: نامتوازن؛ 012: قطرمحور، ۱۲ میلیمتر؛ S: ظرفیت چرخش در هر مسیر؛ 0: بدون نگهداری در برابر چرخش محل قرارگیری ثابت، U: وجه عایق WC (کاربید تنگستن) چرخشی؛ B: محل قرارگیری ثابت

کربن اشباع شده با رزین؛ E: عایق ثانویه EPDM؛ G: فنر فولاد- کروم نیکل مولیبدین؛ G: همه اجزای فولاد- کروم نیکل مولیبدین

نامگذاری نوع مشهد پمپ

عایق های محور مکانیکی براساس نامگذاری نوع مشهد پمپ بسته به طراحی عایق محور دسته بندی می شوند.

مهم ترین جنس ها

جدول زیر کدهای مهم ترین جنس ها، انتخاب شده براساس محدوده محصولات مشهد پمپ و زمینه های کاربرد آن ها را نشان می دهد.

Pos.	کد	جنس	
(۱) و (۲)	A	کربن سنتزی	کربن، فلز اشباع شده
	B		کربن، رزین اشباع شده
	H(B/U)		کربن با کاربید تنگستن جاسازی شده (WC)(هیپرید)
	C		سایر کربن ها
D	N	فلزات	فولاد
			برنز
			فولاد کروم قالبی
U	Q	کاربیدها	کاربید تنگستن (WC)، پیوندی با کروم- نیکل- مولیبدین
			Q_1^S : کاربید سیلیکون ریزدانه، متراکم، تسویه شده
			Q_1^P : کاربید سیلیکون متخلخل، تسویه شده، ریزدانه (SiC)
			Q_1^G : کاربید سیلیکون خودروان ساز، تسویه شده (SiC)

اکسیدهای فلزی	V	
سرامیک (آلومینیوم اکسید)		
EPDM	E	(۳)
FXM	F	
FKM	V	
FFKM	K	
اورینگ غلاف دار PTFE	M	
NBR (لاستیک نیتریل)	P	
Q (لاستیک سیلیکون)	S	
PTFE	T	
سایر الاستومرها	X	
فولاد کروم (Cr) (EN 1.4057)	E	(۴) و (۵)
فولاد کروم-نیکل (CrNi) (EN 1.4301)	F	
فولاد کروم-نیکل-مولیبدین (CrNiMo) (EN 1.4401)	G	
آلیاژ پرنیکل (هاستلوی)	M	
سایر آلیاژها	T	

کد قالب گیری

کد قالب گیری عایق های محور مکانیکی روی لوحه نام چاپ می شود. کد قالب گیری بخش که در آخرین جای نامگذاری نوع قرار می گیرد، شامل چهار حرف است.

مثال: A(1): نامگذاری نوع مشهد پمپ؛ U(2): جنس وجه چرخشی؛ U(3): جنس محل قرار گیری ثابت؛ E(4): جنس عایق

ثانوی

کدهای موقعیت ۱

موقعیت ۱ کد نوع عایق محور مکانیکی نشان دهنده نامگذاری نوع مشهد پمپ است.

کدهای زیر می توانند در موقعیت ۱ نشان داده شوند:

کد	توصیف
A	عایق اورینگ با گرداننده عایق ثابت
B	عایق دمنده، لاستیکی
C	عایق اورینگ با فنر به عنوان گرداننده عایق
D	عایق اورینگ، متوازن
E	عایق اورینگ، نوع A، کارتریج
F	عایق دمنده، نوع B، کارتریج
G	عایق دمنده، نوع B، با وجوه عایق کاهش یافته
H	عایق اورینگ، نوع D، کارتریج
K	عایق دمنده، فلز، نوع M، کارتریج
M	عایق دمنده، فلز
O	عایق دوتایی، پشت به پشت
P	عایق دوتایی، پشت سر هم
Q	عایق با فلاش
R	عایق اورینگ، نوع A، با وجوه عایق کاهش یافته
S	کاسه نمد
T	عایق شکاف شناور

X	متفرقه
---	--------

موقعیت های ۲ و ۳ کد

موقعیت های ۲ و ۳ کد قالب گیری عایق محور مکانیکی جنس وجه چرخشی و محل قرار گیری ثابت را نشان می دهد.

کدهای زیر را می توان در موقعیت ۲ و ۳ نشان داد:

کد	جنس	
A	کربن سنتزی	کربن، فلز اشباع
B		کربن، رزین اشباع
H		کربن با کاربید تنگستن جاسازی شده (WC) (هیبرید)
(B/U)		
C		سایر کربن ها
D	فلزات	فولاد
N		برنز
S		فولاد کروم قالبی
U	کاربید ها	کاربید تنگستن (WC)، پیوندی با کروم- نیکل- مولیبدین
Q		Q_1^S : کاربید سیلیکون متراکم، تسویه شده، ریزدانه (SiC)
		Q_1^P : کاربید سیلیکون متخلخل، تسویه شده، ریزدانه (SiC)
		Q_1^G : کاربید سیلیکون خود روان ساز، تسویه شده
V	اکسید فلز	سرامیک (اکسید آلومینیوم)

کدهای موقعیت ۴

موقعیت ۴ کد قالب گیری عایق محور مکانیکی جنس عایق ثانوی را نشان می دهد.

کدهای زیر را می توان در موقعیت ۴ نشان داد:

کد	جنس
E	EPDM
F	FXM
V	FKM
M	FFKM
M	اورینگ غلاف دار PTFE
P	NBR (لاستیک نیتریل)
S	Q (لاستیک سیلیکون)
T	PTFE
X	سایر الاستومرها

نمونه کد قالب گیری عایق محور

مثال: H: عایق اورینگ متوازن با گرداننده عایق ثابت (نوع کارتریج)؛ Q: وجه چرخشی SiC؛ Q: محل قرار گیری ثابت SiC؛

E: عایق EPDM ثانوی

نمونه کد قالب گیری برای نامگذاری نوع پمپ کامل.

مثال: CRN: محدوده نوع؛ 32: سرعت مجاز (مترمکعب/ساعت)، 4: تعداد پروانه ها؛ 2: تعداد پروانه های قطر کاهش یافته (در

صورت وجود)؛ A: کد برای نسخه پمپ؛ F: کد برای اتصال لوله کاری؛ G: کد جنس؛ E: کد جنس؛ HQQE: کد برای عایق

محور^(۱)

۱) کد عایق محور نشان می دهد که پمپ ها دارای عایق اورینگ، نوع H، کارتریج، وجه SiC چرخشی، محل قرارگیری ثابت SiC و عایق ثانوی EPDM است.

عایق های محور به صورت کلی

عایق محور چیست

عایق محور به عنوان مانعی در پمپ ها عمل می کند تا مایعات را جدا کند یا فشار را محصور کند.

عایق های محور چطور به کار رفته اند

عایق های محور در جایی به کار رفته اند که مایع پمپ شده بتواند به موتور صدمه بزند.

پمپ های نوع روتوری قوطی دار هیچ عایق محوری ندارند که یعنی مایع پمپ شده اجازه دارد به موتور وارد شود.

تصاویر زیر نمونه های پمپ ترکیب کننده عایق های محور چرخشی را نشان می دهد.

عایق محور چرخشی در شکافی بین محور پمپ چرخشی و محفظه پمپ/موتور ثابت قرار می گیرد.



تصویر ۱- عایق محور در پمپ CR (پمپ درون خطی)



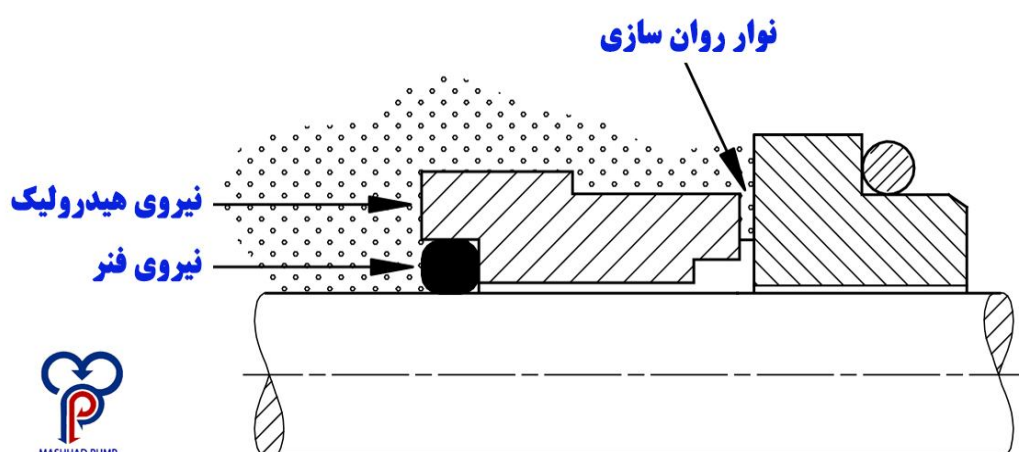
تصویر ۲- عایق محور در پمپ سانترفیوز (پمپ مکش انتهایی)

عایق های محور چرخشی

عایق های محور چرخشی در جایی به کار می روند که دو جزء پمپ نسبت به یکدیگر حرکت کنند. عایق های محور چرخشی شامل عایق های مکانیکی و عایق های نرم (کاسه نمد، عایق های لبه) در بین سایر موارد هستند.

عایق های محور چرخشی

- در معرض حرکت چرخشی هستند
- در طول عملیات، نوار روان سازی حامل بار بین وجوه عایق بخش چرخشی و ثابت عایق محور ایجاد می شود.



تصویر ۳- عایق محور چرخشی

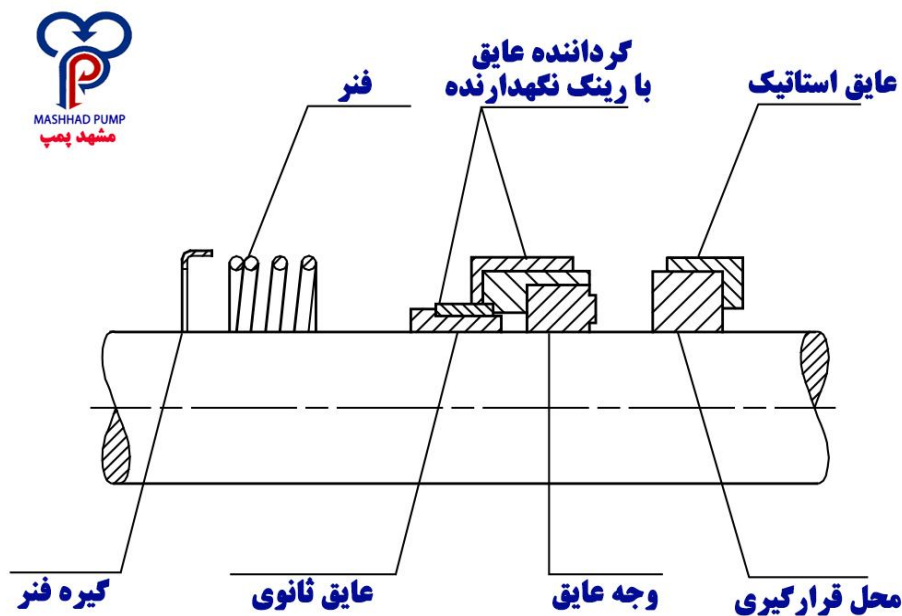
در عمل، هیچ عایقی کاملاً کیپ نیست. نشت تحت تاثیر فاکتورهایی مثل توانایی مایع پمپ شده برای نفوذ به عایق محور، فشار شکاف هیدرودینامیک نوسانی بین وجوه عایق، توپوگرافی سطح و نیروی بستن هیدرولیک است.

ضروری است که عایق های ثابت و چرخشی نه تنها به مایعی که قرار است عایق کنند مقاوم باشند، بلکه ظرفیت ایستادگی در برابر اثرات نشت گرفته از عملیات پمپ را نیز داشته باشد.

انتخاب عایق محور به موارد زیر بستگی دارد

- مایعی که عایق باید در برابر آن آب بندی کند
- ویژگی های مایع
- اثرات مکانیکی، شیمیایی و حرارتی روی عایق

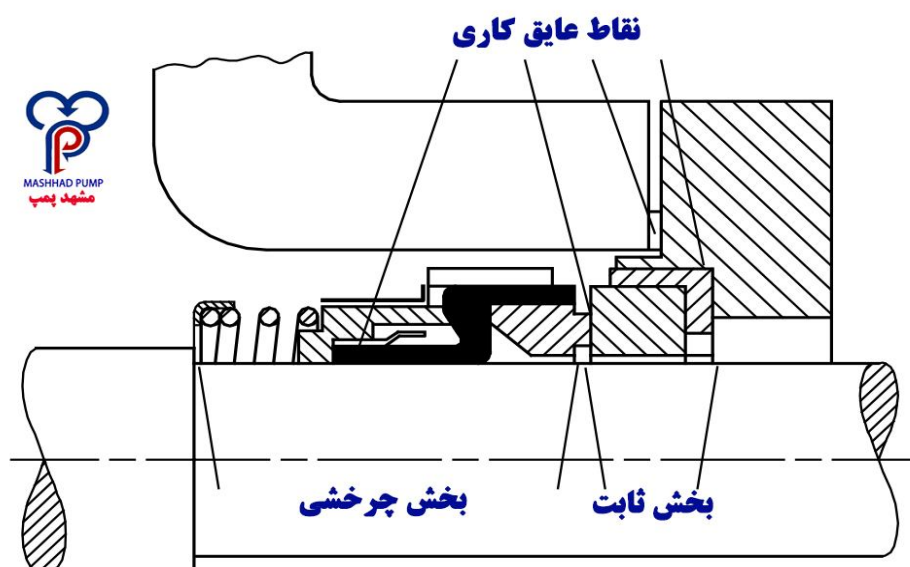
اجزای عایق محور



تصویر ۴- اجزای عایق های مکانیکی محور

کلید:

عایق محور	نامگذاری
بخش چرخشی	فنر گرداننده عایق با رینگ نگهدارنده گیره فنر عایق ثانویه وجه عایق
بخش ثابت	عایق ثابت (عایق ثانوی) محل قرارگیری (عایق اولیه)



تصویر ۵- اجزای اصلی عایق مکانیکی محور

عایق مکانیکی محور متشکل است از

- بخش چرخشی.
- بخش ثابت.

بخش چرخشی متشکل از وجه عایق (عایق اولیه)، گرداننده عایق با رینگ نگهدارنده، عایق ثانوی، فنر و گیره فنر است.

بخش ثابت متشکل از محل قرار گیری (عایق اولیه) و عایق استاتیک (عایق ثانوی) است.

بخش های ذکر شده در بالا برای کارکرد مناسب عایق محور اساسی هستند.

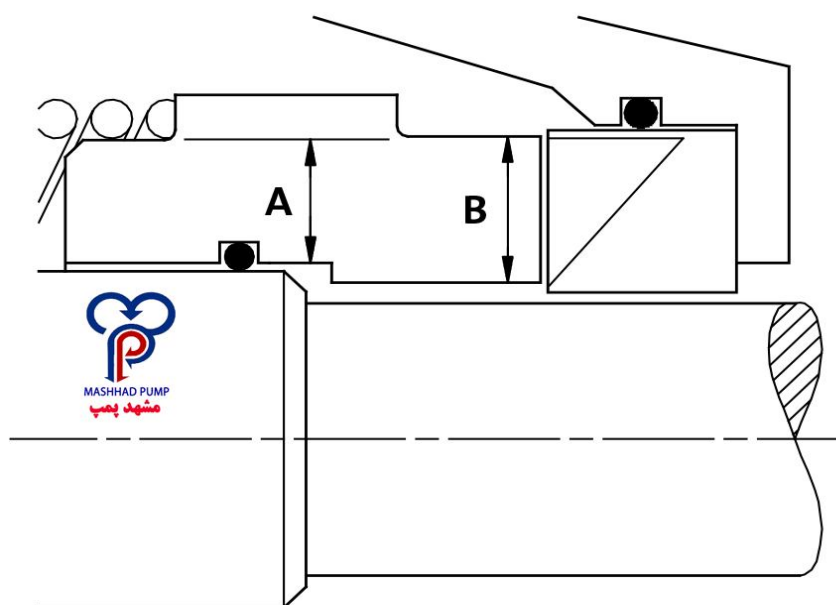
عایق های اولیه با سایر اجزا این تفاوت را دارند که در معرض نیروی فنر محوری قدرتمند و فشار مایع در محفظه عایق در طول چرخش وجوه عایق نسبت به یکدیگر هستند. فنر وجوه عایق را به صورت مکانیکی کنار هم نگه می دارد.

برای به دست آوردن فشار سطح قابل قبول بین وجوه عایق اولیه، عایق های محور با دو طراحی مختلف در دسترس هستند:

- عایق های محور متوازن
- عایق های محور نامتوازن

عایق محور متوازن

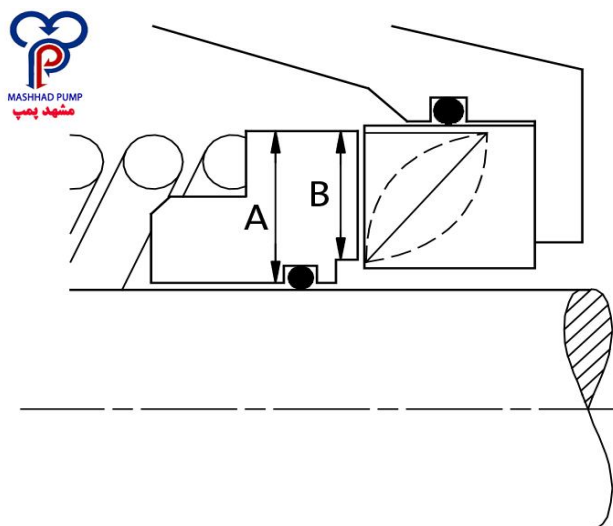
طرح زیر نشان دهنده عایق محور متوازن با شاخص نیروهای عمل کننده روی وجوه عایق است.



تصویر ۶- نواحی که در آن نیروهای عایق متوازن عمل می کنند

عایق محور نامتوازن

طرح زیر عایق محور نامتوازن با شاخص نیروی عمل کننده بر وجوه عایق را نشان می دهد.



تصویر ۷- نواحی که در آن نیروهای عایق نامتوازن عمل می کند

متوازن سازی عایق

فرمول های محاسبه

فرمول برای محاسبه فاکتور K -توازن:

$$K = A/B$$

فرمول برای محاسبه نیروی بستن (F_C) :

$$F_C = (A * P) + F_S \text{ (نیوتن)}$$

فرمول برای محاسبه نیروی باز شدن (F_O) :

$$F_O = B * P/2 \text{ (نیوتن)}$$

فرمول برای محاسبه نیروی بستن موثر $(F_{C,eff})$:

$$F_{C,eff} = F_C - F_O \text{ (نیوتن)}$$

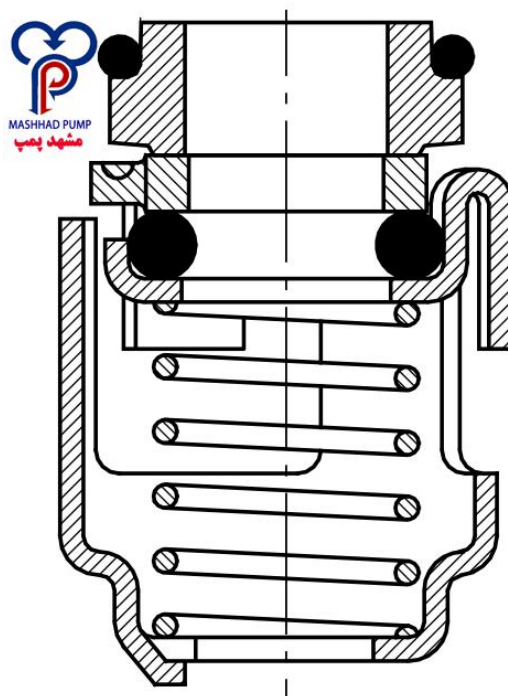
فرمول برای محاسبه فشار قرار گیری موثر (P_{eff}):

$$P_{eff} = F_{C, eff} / B \quad (\text{نیوتن})$$

کلید برای علائم:

علامت	توصیف	ملاحظات
A	مساحت به میلیمتر مربع	طرح عایق محور متوازن و نامتوازن
B	مساحت به میلیمتر مربع	طرح عایق محور متوازن و نامتوازن
p	فشار دور عایق محور به نیوتن/میلیمتر مربع	
F_s	نیروی فنر به نیوتن	

نمونه محاسبه، عایق محور نامتوازن، نوع B مشهد پمپ



تصویر ۸- عایق محور مشهد پمپ، نوع B

داده ها:

A ۱۸۰ میلیمتر مربع

B ۱۵۰ میلیمتر مربع

F_S ۴۵ نیوتن

P ۰.۸ نیوتن/میلیمتر مربع

محاسبه فاکتورهای K متوازن سازی:

$$۱.۲ = K \quad ۱۵۰/۱۸۰ = K$$

محاسبه نیروهای عمل کننده بر عایق محور:

محاسبه نیروی بسته شدن (F_C):

$$۱۸۹ = F_C \quad ۴۵ + (۰.۸ \times ۱۸۰) = F_C$$

محاسبه نیروی باز شدن (F_O):

$$۶۰ = F_O \quad (۲/۰.۸) \times ۱۵۰ = F_O$$

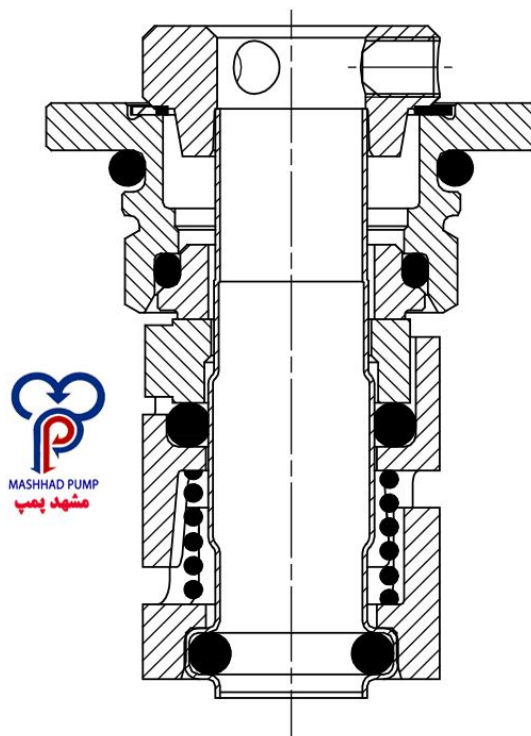
محاسبه نیروی بسته شدن موثر (F_{C,eff}):

$$۱۲۹ = F_{C,eff} \quad ۶۰ - ۱۸۹ = F_{C,eff}$$

محاسبه بار موثر عایق (P_{eff}):

$$۰.۸۶ = P_{eff} \quad ۱۵۰/۱۲۹ = P_{eff}$$

نمونه محاسبه، عایق محور متوازن، نوع H مشهد پمپ



تصویر ۹- عایق محور مشهد پمپ، نوع H

داده ها:

A ۱۵۰ میلیمتر مربع

B ۱۵۰ میلیمتر مربع

F_S ۴۵ نیوتن

P ۰.۸ نیوتن/میلیمتر مربع

محاسبه فاکتور-K متوازن سازی:

$$۱.۰ = K \quad ۱۵۰/۱۵۰ = K$$

محاسبه نیروهای عمل کننده بر عایق محور:

محاسبه نیروی بستن (F_C):

$$F_C = 165 \text{ (نیوتن)} \quad 45 + (0.8 \times 150) = F_C$$

محاسبه نیروی باز شدن (F_O):

$$F_O = 60 \text{ (نیوتن)} \quad (2/0.8) \times 150 = F_O$$

محاسبه نیروی بستن موثر ($F_{C,eff}$):

$$F_{C,eff} = 105 \text{ (نیوتن)} \quad 60 - 165 = F_{C,eff}$$

محاسبه بار قرارگیری موثر (P_{eff}):

$$P_{eff} = 0.70 \text{ (نیوتن/میلیمتر مربع)} \quad 150/105 = P_{eff}$$

نمونه محاسبه، عایق محور متوازن، نوع K مشهد پمپ

داده ها:

A ۱۲۰ میلیمتر مربع

B ۱۵۰ میلیمتر مربع

F_S ۴۵ نیوتن

P ۰.۸ نیوتن/میلیمتر مربع

محاسبه فاکتور-K:

$$K = 0.8 \quad 120/150 = K$$

محاسبه نیروهای عمل کننده بر عایق محور:

محاسبه نیروی بستن (F_C):

$$F_C = 141 \text{ (نیوتن)} \quad 45 + (0.8 \times 120) = F_C$$

محاسبه نیروی باز شدن (F_O):

$$F_O = 60 \text{ (نیوتن)} \quad (2/0.8) \times 150 = F_O$$

محاسبه نیروی بستن موثر ($F_{C,eff}$):

$$F_{C,eff} = 141 - 60 = 81 \text{ (نیوتن)}$$

محاسبه بار قرارگیری موثر (P_{eff}):

$$P_{eff} = 81/1.5 = 54 \text{ (نیوتن/میلیمتر مربع)}$$

براساس قطر محور و جنس جایگاه ثابت، عایق های محور نامتوازن برای استفاده تا ۲۵ بار مناسب هستند.

عایق های متوازن برای استفاده تا ۸۰ بار مناسب هستند. این کار به دلیل بار کمتر روی وجوه عایق که به وسیله عقب رفتگی روی محور یا بوش حاصل می شود و قطر خارجی و داخلی وجه چرخشی عایق را کاهش می دهد، ممکن می شود. هدف کاهش مساحت تحت تاثیر فشار هیدرولیک در محفظه عایق بدون تغییر مساحت بین وجوه عایق است.

بار کمتر روی وجوه عایق باعث ایجاد گرمای کمتر می شود که به معنای اصطکاک و سایش مکانیکی کمتر روی عایق محور است. این کار هزینه مالکیت عایق محور را بهبود می بخشد.

برای عایق های متوازن، شرایط زیر اعمال می شود:

$$K = A/B < 1 \quad (-)$$

برای عایق های محور نامتوازن، شرایط زیر اعمال می شود:

$$K = A/B > 1 \quad (-)$$

کلید برای علامت ها:

K نسبت مساحت

A مساحت بارگیری شده از نظر هیدرولیکی به میلیمتر مربع

B وجه تماس به میلیمتر مربع

عایق محور چطور کار می کند

کارکرد عایق محور به شکل گیری نوار روان سازی حامل بار بین وجوه عایق در طول عملیات پمپ بستگی دارد. نوار روان سازی توسط مایع پمپ شده یا مایع خارجی شکل می گیرد.

نوار روان سازی حامل بار متشکل از

- نوار هیدروستاتیک
- نوار هیدرودینامیک، است.

نوار روان سازی هیدروستاتیک به یکی از روش های زیر شکل می گیرد:

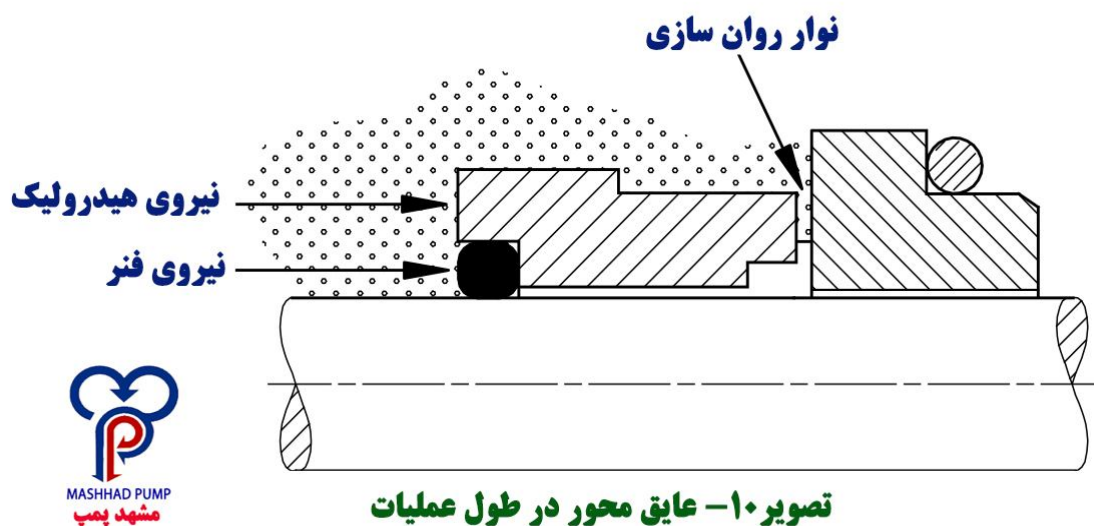
- در طول عملیات، مایع پمپ شده در شکاف بین وجوه عایق فشرده می شود
- در طول عملیات، مایع خارجی به شکاف بین وجوه عایق فشرده می شود.

نوار روان سازی هیدرودینامیک با فشار ایجاد شده توسط چرخش محور ایجاد می شود.

ضخامت نوار روان سازی به سرعت پمپ، دمای مایع، ویسکوزیته مایع و نیروی محور عایق بستگی دارد. در حالی که عایق های محور به صورت محوری به هم فشرده می شوند، نشت به اتمسفر محدود می شود. مایع عایق کاری در شکاف عایق کاری به صورت پیوسته به دلایل زیر تعویض می شود

- تبخیر مایع به اتمسفر

- حرکت دایره ای مایع.



اصطکاک، سایش و نشت

وجوه عایق یک عایق محور توسط مایع پمپ شده روان سازی می شود. بنابراین، روان سازی بهتر به معنای اصطکاک کمتر و افزایش نشت است. به صورت متناقض، نشت کمتر به معنای شرایط روان سازی بدتر و افزایش اصطکاک است.

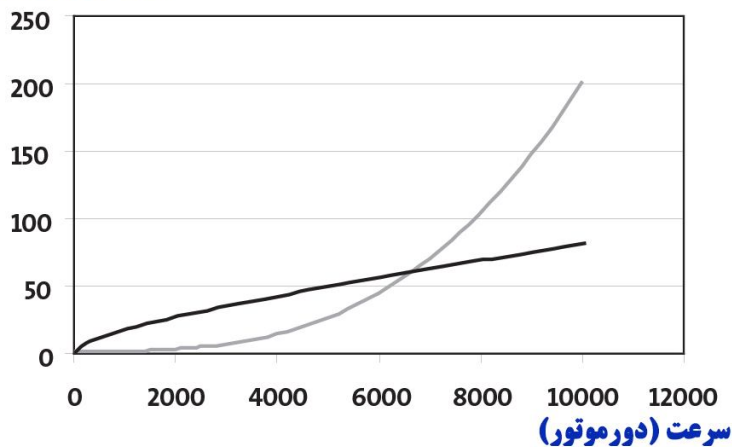
فاکتورهای زیر به مصرف نیرو ("اتلاف نیرو") عایق محور کمک می کند:

- عمل پمپ کردن گریز از مرکز بخش های چرخشی. مصرف نیرو با سرعت چرخش به صورت افزایش یافته ای زیاد می شود (تا درجه سوم).
- اصطکاک وجه عایق و اصطکاک بین دو وجه عایق متشکل از اصطکاک در نوار مایع باریک و اصطکاک به دلیل نقاط تماس بین وجوه عایق است.

سطح مصرف نیرو به طراحی عایق، شرایط روان سازی و جنس رینگ عایق بستگی دارد.

تصویر زیر نشان دهنده نمونه رایج مصرف نیروی عایق محور عمل کننده در آب سرد است. تصویر نشان دهنده اتلاف نیروی هر فاکتور مصرف نیرو به صورت تابعی از سرعت است.

اتلاف نیرو (وات)



پمپ کردن
اصطکاک

تصویر ۱۱- مصرف نیروی عایق

براساس تصویر، اتلاف نیرو به دلیل عمل پمپ کردن قطعات چرخشی ممکن است در سرعت های بالا قابل توجه باشد. این برای مثال به عایق های محور با گرداننده عایق اعمال می شود. بنابراین، با سرعت های بالای ۶۰۰۰ دور در دقیقه، ممکن است مفید باشد از عایق های محوری که در آن گرداننده محور و فنرها در بخش ثابت عایق قرار داده شده اند استفاده کنیم.

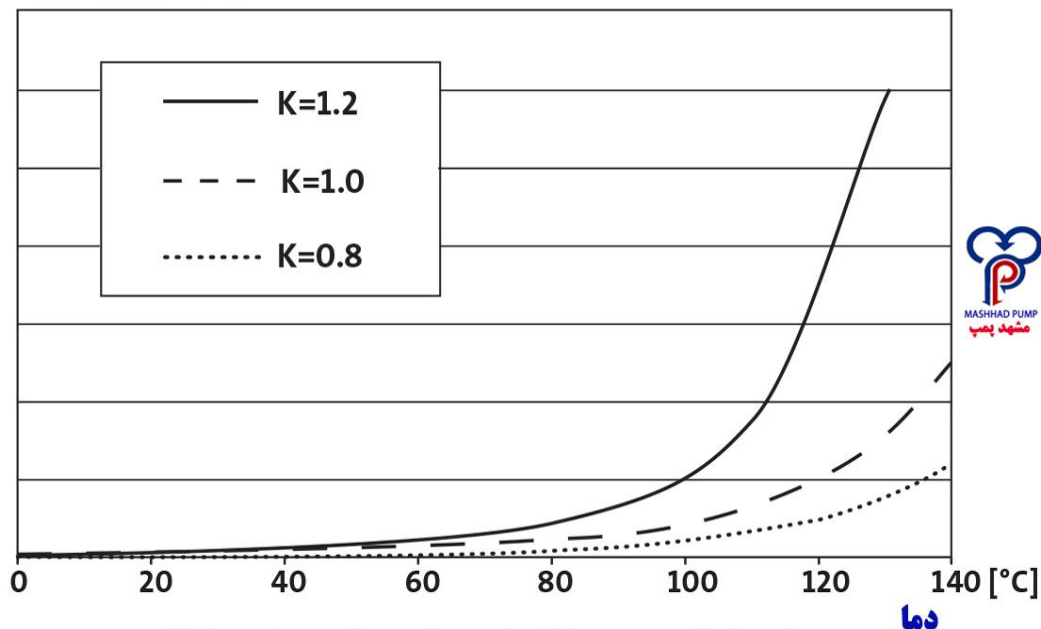
ضخامت نوار روان سازی در شکاف روان سازی به موارد زیر بستگی دارد

- ویسکوزیته مایع
- سرعت رینگ های عایق
- نیروی بستن عایق محور
- تفاوت فشار در شکاف عایق کاری
- توپوگرافی (مکان نگاری) وجوه عایق

ویسکوزیته آب با دما کاهش می یابد که باعث کم شدن نوار روان سازی می شود. وقتی دما از ۱۰۰+ درجه سانتیگراد تجاوز می کند، شرایط روان سازی تا حد زیادی تقلیل می یابد زیرا بخش قابل توجهی از وجه عایق با بخار روان سازی می شود.

بنابراین، اصطکاک و سایش روی رینگ های عایق با دما افزایش می یابد. برای پیشگیری از سایش گسترده، نیروی بستن و فشارهای تفاضلی را می توان با متوازن سازی عایق کاهش داد.

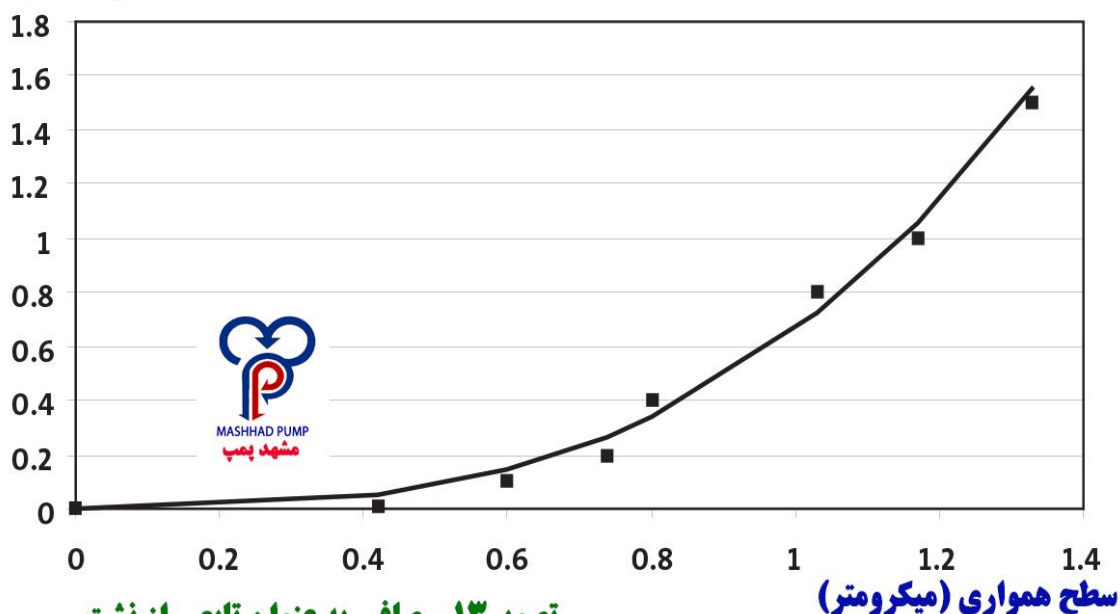
سرعت سایش (نسبی)



تصویر ۱۲- سرعت سایش نسبت های متوازن سازی مختلف

ضخامت نوار روان سازی در شکاف عایق کاری به صاف بودن وجوه عایق حساس است. ناهمواری ۰.۰۰۱ میلیمتری منجر به نشت می شود. تصویر زیر نشان می دهد چطور سرعت نشت عایق محور در آب با صافی رینگ های عایق تغییر می کند.

نشت (میلیمتر/ساعت)



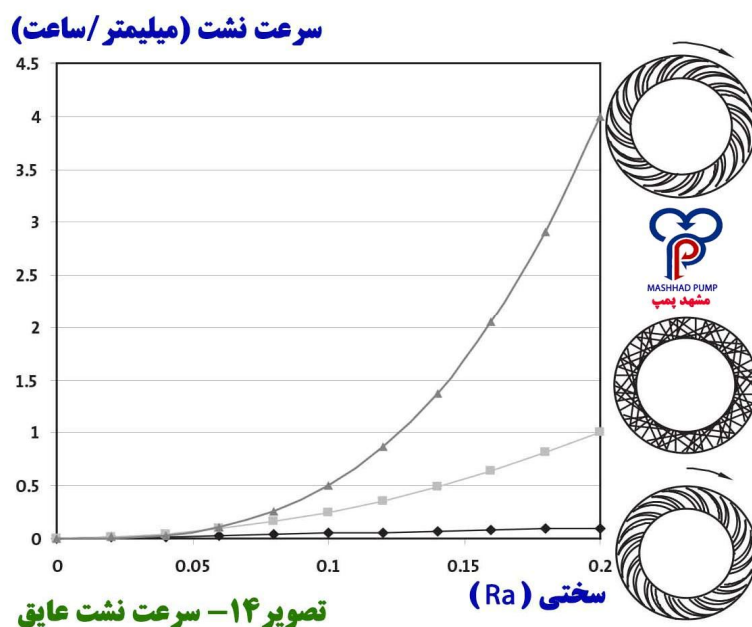
تصویر ۱۳- صافی به عنوان تابعی از نشت

با ناهمواری ۰.۰۰۱ میلیمتری، رینگ عایق سخت (WC یا ماده سرامیکی) در طول دوره فعالیت رایج چند هفته ای، نشت افزایش یافته داشته است. اگر سطح رینگ عایق ناهمواری کمتری داشته باشد، دوره فعالیت تا حد زیادی کوتاه تر می شود.

سرعت نشت عایق محور تا حد زیادی تحت تاثیر سختی وجوه عایق قرار می گیرد؛ سختی، اندازه و مسیر مهم هستند.

تصویر ۱۵ نشان می دهد چطور سرعت نشت براساس مسیر خراش های روی سطح تغییر می کند. پیکان ها نشان دهنده مسیر چرخش رینگ های عایق است.

براساس تصویر زیر، نوار روان سازی می تواند به جانب مایع پمپ شده یا به جانب اتمسفری، براساس مسیر خراش های روی سطح، پمپ شود.



توپوگرافی رایج سطح رینگ های عایق یک توزیع آماری از خراش ها در همه مسیرها است که به وسیله فرآیند آب بندی به دست آمده است. سطح براق با سختی کم را می توان با آب بندی تهیه کرد. هرچند، در جایی که هر دو رینگ عایق از مواد سخت باشند، یکی از رینگ های عایق باید پرداخت ماتی داشته باشد تا از چسبیدن رینگ های عایق به هم در طول حالت سکون جلوگیری شود.

دوره فعالیت برای پرداخت سطح مات آب بندی شده با مقدار $Ra = 0.2$ ممکن است چندین روز باشد.

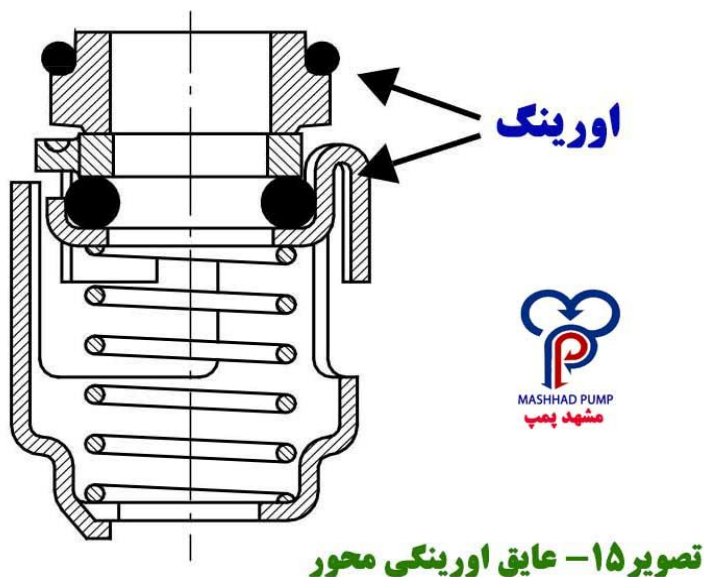
با پمپ های مستغرق که در آن عایق محور برای پیشگیری از ورود آب به اتاقک روغن مورد استفاده قرار می گیرد، تفاوت فشار و بنابراین سرعت نشت بالای عایق معمولاً نسبتاً کوچک است. در طول دوره فعالیت، فقط چند میلیمتر روغن به تحت شرایط عملیاتی نرمال به اتاقک روغن وارد می شود.

عایق های اورینگ محور

در عایق اورینگ، عایق کاری بین محور چرخشی و وجه عایق چرخشی با اورینگ عملی می شود.

اورینگ باید بتواند آزادانه در مسیر محوری لغزش کند تا جابجایی های محور در نتیجه تغییرات دما و سایش را جذب کند. موقعیت دهی نادرست جایگاه ثابت ممکن است منجر به سایش و بنابراین ساییدگی غیرضروری روی اورینگ و محور شود.

اورینگ از انواع مواد لاستیکی مختلف مثل NBR، EPDM و FKM، براساس شرایط عملیاتی، ساخته می شود.



مزایا و معایب

مزایا: مناسب در کاربردهای آب داغ و پر فشار.

معایب: رسوب ها روی محور مثل زنگ زدگی و غیره ممکن است از حرکت محوری عایق اورینگ محور جلوگیری کند.

عایق های دمنده محور

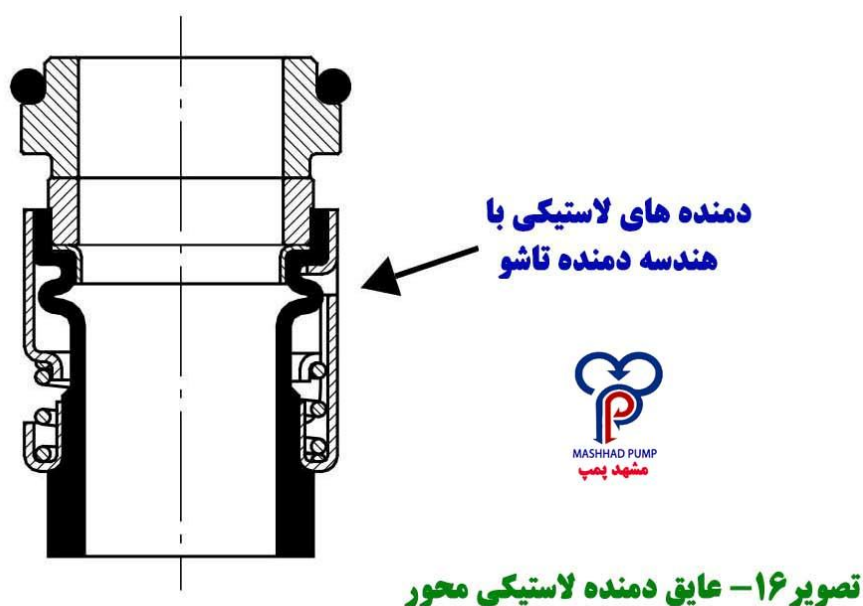
مشخصه رایج عایق های دمنده مکانیکی دمنده های لاستیکی یا فلزی به عنوان جزء عایق کاری دینامیک بین رینگ چرخشی و محور است.

عایق های دمنده لاستیکی محور

دمنده های یک عایق مکانیکی دمنده لاستیکی از انواع مختلف مواد لاستیکی مثل EPDM, NBR یا FKM، براساس شرایط عملیاتی، ساخته شده است.

دو اصل هندسی مختلف برای طراحی دمنده های لاستیکی به کار رفته است؛

- دمنده های تاشو
- دمنده های غلطکی



مزایا و معایب

مزایا: حساس نبودن به رسوب مثل زنگ زدگی و غیره روی محور

معایب: نامناسب در کاربردهای آب داغ و پرفشار.

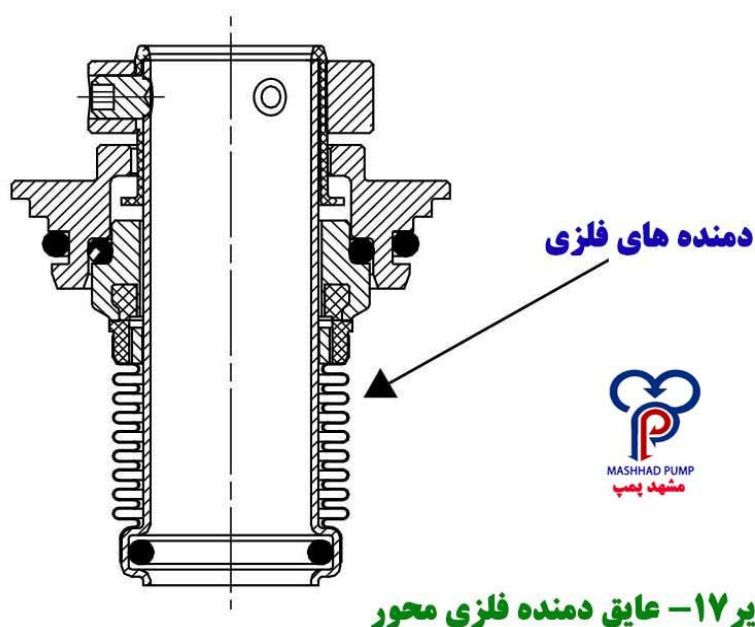
عایق های دمنده فلزی محور

در عایق مکانیکی معمولی، فنر نیروی بستن مورد نیاز برای بستن وجوه عایق را فراهم می کند. در عایق مکانیکی دمنده فلزی، فنر با دمنده های فلزی با نیروی مشابه جایگزین شده است.

دمنده های فلزی به عنوان عایق دینامیکی بین رینگ چرخشی و محور و به عنوان یک فنر عمل می کند.

دمنده های فلزی تعدادی شیار دارند تا نیروی فنر مطلوب به دمنده ها داده شود.

شیارها با جنس فولاد ضدزنگ در دسترس هستند که مطابق با شرایط عملیاتی است.



مزایا و معایب

مزایا: عدم حساسیت به رسوبات مثل زنگ زدگی، آهک و غیره روی محور.

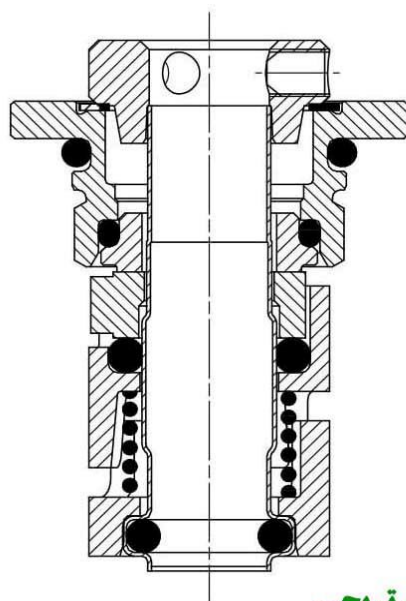
مناسب در کاربردهای آب داغ و پرفشار.

عمر طولانی به دلیل سرعت سایش پایین و سرعت متوازن سازی پایین (هزینه مالکیت).

معایب: نقص فرسودگی عایق محور ممکن است وقتی پمپ به درستی هم تراز نمی شود روی دهد.

فرسودگی ممکن است در نتیجه دما یا فشارهای افراطی روی دهد.

عایق محور کارتريجي



تصویر ۱۸- عایق محور کارتريجي

در عایق محور کارتريجي، همه بخش ها، واحد فشرده ای را روی غلاف محور شکل می دهد که آماده نصب شدن بین محور پمپ و محور موتور است.

عایق کارتريجي سودمندی های زیادی را در مقایسه با عایق های محور رایج ارائه می دهد:

- سرویس ساده و سریع
- طراحی وجوه عایق را حفاظت می کند
- فتر پیش بارگیری شده
- جابجایی ایمن
- متوازن شده.

عایق های محور در مایعات ویسکوز

عایق های محور در مایعات ویسکوز

با اصول اساسی عایق محور مکانیکی در ذهن، به نظر منطقی می رسد که مایع ویسکوزتر نوار مایع غلیظ تری با ویژگی های روان سازی بهتر ایجاد کند.

هرچند، مشکلات عایق محور زیر ممکن است در زمان پمپ مایعات ویسکوز روی دهد:

- اگر فشار بخاری پایین تر از آب در دمای اتاق داشته باشد، مایع ویسکوز بخار نخواهد شد. در نتیجه، دور عایق محور جمع می شود. این مشکل را می توان با استفاده از عایق محور دوتایی حل کرد.
- اگر مایع دارای حلال هایی باشد، آن ها بخار خواهد شد و مایع ویسکوزتری در عایق محور به جا می ماند. این مایع با ویسکوزیته بالا ممکن است پوششی را روی وجوه عایق رسوب دهد که باعث نشت یا ساییدگی تراشی می شود. این مشکل را می توان با استفاده از وجوه عایق کاربید/کاربید یا عایق محور دوتایی حل کرد.
- خنک کننده هایی مثل گلیکول اغلب حاوی مواد افزودنی (بازدارنده های خوردگی) هستند که ممکن است رسوب کنند و روی وجوه عایق کریستالی شوند و باعث سایش تراشی شوند. بنابراین پیشنهاد می شود از وجوه عایق کاربید/کاربید برای همه خنک کننده ها استفاده شود.

عایق های محور پیشنهادی برای مایعات ویسکوز

جنس وجه عایق

پیشنهاد می شود از وجوه عایق کاربید/کاربید برای پمپ مایعات ویسکوز استفاده شود. وجوه عایق کاربید شرکت مشهد پمپ از کاربید سیلیکون (کد Q) یا کاربید تنگستن (کد U) ساخته شده اند.

وجوه عایق ساخته شده از کربن اشباع (کد A یا B) به دلیل فقدان مقاومت ساییدگی پیشنهاد نمی شوند.

فشار سطح

برای حداقل سازی رسوب، مهم است فشار سطح بالا بین وجوه عایق تضمین شود. این امر را می توان با کاهش مساحت وجه عایق (عایق های R- یا G-) یا فراهم آوردن فنر محکم برای عایق انجام داد. در عایق های محور با فشار سطح بالا، وجوه عایق سطح بسیار هموارتری نسبت به عایق های محور رایج دارند.

کدهای عایق محور پیشنهادی برای مایعات ویسکوز

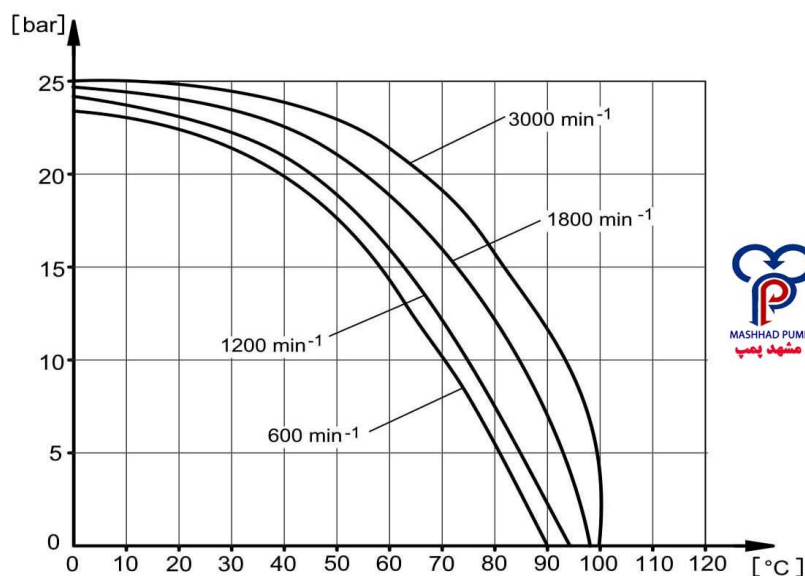
توصیف	کد عایق محور
عایق های نوع A عایق اورینگ با گرداننده عایق ثابت	
عایق های نوع B عایق های دمنده با گرداننده عایق ثابت	
عایق های نوع D عایق اورینگ، متوازن	
عایق های نوع E عایق اورینگ، نوع A، کارتریج	
عایق های نوع G عایق دمنده، نوع B، با وجوه عایق کوچک شده	
عایق های نوع H اورینگ، نوع D، کارتریجی	
عایق های نوع R عایق اورینگ، نوع A، با وجوه عایق کوچک شده	

جنس وجه عایق

ترکیب های جنس وجه عایق

انتخاب جنس وجه عایق تعیین کننده کارکرد و عمر عایق محور مکانیکی است. در زیر توصیفی از جفت سازی های جنس محتمل آمده است.

نویز در نتیجه شرایط روان سازی ضعیف در عایق های با مایعات دارای ویسکوزیته پایین ایجاد می شود. ویسکوزیته آب با افزایش دما کاهش می یابد. این یعنی شرایط روان سازی با افزایش دما تحلیل می رود. کاهش سرعت اثر مشابهی دارد. اگر مایع پمپ شده به دمای جوش برسد یا از آن فراتر رود، مایع در بخش وجه عایق بخار می شود که منجر به تحلیل بیشتر شرایط روان سازی می شود.



تصویر ۱۹- رابطه بین محدوده کاری و سرعت

شرایط روان سازی وجه عایق به سازگاری/ویژگی های سایش فعالیت و ساختار جنس مواد وجه عایق متنوع بستگی دارد.

کاربید تنگستن/کاربید تنگستن

کاربید تنگستن سیمانی عنوان نوعی فلز سخت براساس فاز کاربید تنگستن سخت (WC) و یک فاز پیوندی فلزی معمولاً نرم تر است. عبارت تکنیکی صحیح “کاربید تنگستن سیمانی” است، هرچند عبارت مخفف “کاربید تنگستن” (WC) برای راحتی به کار می رود، “سیمانی” از این عبارت درک می شود.

کاربید تنگستن پیوندی با کبالت (Co) فقط در آب مقاوم به خوردگی است در صورتی که پمپ دربردارنده فلز پایه ای مثل چدن باشد.

کاربید تنگستن پیوندی با کروم- نیکل- مولیبدین مقاومت خوردگی برابر EN/DIN 1.4401 دارد.

کاربید تنگستن بدون چسب تسویه شده بالاترین مقاومت به خوردگی را دارد، اگرچه در موادی مثل هیپوکلریت مقاوم نیست.

جفت کردن مواد مشخصه های زیر را دارد:

- بسیار مقاوم به سایش.
- بسیار قدرتمند، در برابر جابجایی سخت مقاوم است.
- ویژگی های کار خشک ضعیف. در مورد فعالیت خشک، دما طی چند دقیقه تا چند صد درجه سانتیگراد با احتمال صدمه بعدی به اورینگ ها، بالا می رود.

اگر از محدوده دما و فشار خاصی تجاوز شود، عایق ممکن است نويز ایجاد کند. نويز نشانه شرایط عملیاتی ضعیف عایق است که باعث سایش عایق در طولانی مدت می شود. محدوده های استفاده به قطر و طراحی عایق بستگی دارد.

نمودارهای فشار/دما ی عایق های متنوع نشان دهنده نواحی است که نويز ممکن است روی دهد.

برای متصل کردن عایق WC/WC، دوره سایش فعالیت با نويز ممکن است ۳-۴ هفته باشد اگرچه معمولاً هیچ نويزی در طول ۳-۴ روز اول ایجاد نمی شود.

سیلیکون کاربید/سیلیکون کاربید

سیلیکون کاربید/سیلیکون کاربید (SiC/SiC) به عنوان جایگزینی برای WC/WC، در جایی که کار می رود که مقاومت خوردگی بالاتری مورد نیاز باشد.

برای اهداف مختلف، انواع متنوعی به صورت نشان داده شده در زیر مشخص شده اند.

Q_1^S ، SiC متراکم، تسویه شده و ریزدانه

SiC مستقیماً تسویه شده ریزدانه با میزان کمی منافذ کوچک (زیر ۳ درصد) و تراکم بالای ۳.۱۱ گرم/سانتیمتر مکعب.

در طی سال ها، این نوع SiC به عنوان جنس عایق محور استاندارد به کار می رفت. محدوده های فشار و دما اندکی زیر محدوده های WC/WC است.

Q_1^P ، SiC متخلخل، تسویه شده، ریزدانه

نوعی از SiC متراکم، تسویه شده. این نوع SiC منافذ بزرگ، دایره ای و بسته دارد. میزان تخلخل ۵-۱۵ درصد و اندازه منافذ ۱۰-۵۰ میکرومتر است.

تراکم حدود ۲.۷-۳ گرم/مترمکعب است. محدوده های فشار و دما از محدوده های WC/WC تجاوز می کند.

در نتیجه، در آب گرم، جفت سازی جنس عایق Q_1^P/Q_1^P نويز کمتری را نسبت به جفت سازی WC/WC فراهم می کند. هرچند، نويز از عایق های SiC متخلخل باید در طول دوره سایش فعالیتی ۳-۴ روزه مورد انتظار باشد.

Q_1^G ، SiC خودروان ساز، تسویه شده

چندین نوع مواد SiC دارای روان سازهای خشک در بازار در دسترس هستند. در این سند، نامگذاری Q_1^G به جنس SiC اطلاق می شود که برای استفاده از آب مقطر یا فاقد مواد معدنی مناسب است، بر خلاف جنس های بالا که مناسب نیستند. محدوده های فشار و دمای Q_1^G/Q_1^G مشابه Q_1^P/Q_1^P است.

روان کننده های خشک، یعنی گرافیت، اصطکاک در مورد فعالیت خشک را کاهش می دهد که اهمیت قطعی برای دوام عایق در طول فعالیت خشک دارد.

مشخصه های SiC/SiC

جفت سازی جنس SiC/SiC مشخصه های زیر را دارد:

- جنس بسیار شکننده نیازمند جابجایی با دقت.
- بسیار مقاوم به سایش.

- مقاومت بسیار خوب نسبت به خوردگی. $SiC (Q_1^S, Q_1^P, Q_1^G)$ بدون توجه به نوع مایع پمپ شده، به ندرت دچار خوردگی می شوند. هرچند، استثنایی در رابطه با آب دارای هدایت بسیار پایین، مثل آب بدون مواد معدنی، وجود دارد که انواع Q_1^S و Q_1^P از SiC را مورد حمله قرار می دهد در حالی که Q_1^G در این مایع نیز مقاوم به خوردگی است.

- در کل، جفت سازی جنس ها ویژگی های فعالیت خشک ضعیفی دارد (مثل WC/WC)؛ هرچند، جنس Q_1^G/Q_1^G به دلیل محتوای گرافیت ماده، برای مدت محدودی در برابر فعالیت خشک مقاومت می کند.

کربن/کاربید تنگستن یا کربن/سیلیکون کاربید

عایق های با یک وجه عایق کربن مشخصه های زیر را دارند:

- جنس شکننده نیاز به جابجایی با دقت.
- ساییده شدن توسط مایعات دارای ذرات جامد.
- مقاومت خوردگی خوب.
- ویژگی های کار خشک خوب (فعالیت خشک موقت)
- ویژگی های خودروان سازی کربن عایق را برای استفاده با شرایط روان سازی ضعیف (دماهای بالا) بدون ایجاد نویز، مناسب می کند. هرچند، این چنین شرایطی باعث سایش وجه عایق کربن می شود که منجر به کاهش عمر عایق می شود. سایش به فشار، دما، مایع، قطر و طراحی عایق بستگی دارد.
- سرعت های پایین روان سازی بین وجوه عایق را کاهش می دهد؛ در نتیجه، سایش افزایش یافته ممکن است مورد انتظار باشد. هرچند، این مسئله معمولاً پیش نمی آید زیرا فاصله ای که وجوه عایق باید حرکت کنند کاهش یافته است.
- کربن اشباع شده با فلز (A) مقاومت خوردگی محدود شده ای را ارائه می دهد اما قدرت مکانیکی، هدایت گرمایی بهبود یافته و بنابراین سایش کاهش یافته ای را نشان می دهد.

- با قدرت مکانیکی کاهش یافته، اما مقاومت خوردگی بالاتر، کربن اشباع شده با رزین سنتزی (B) زمینه کاربرد گسترده ای را پوشش می دهد. کربن اشباع شده با رزین سنتزی برای کاربرد های آشامیدنی تایید شده است.
- استفاده از کربن/SiC برای کاربردهای آب داغ ممکن است باعث سایش شدید روی SiC، براساس کیفیت کربن و آب، شود.

این نوع سایش اساساً به Q_1^S / کربن اعمال می شود. استفاده از جفت سازی Q_1^P , Q_1^G یا کربن/WC باعث سایش بسیار کمتری می شود. بنابراین، کربن/WC، کربن/ Q_1^P یا کربن/ Q_1^G برای سیستم های آب داغ پیشنهاد می شود.

کربن/سرامیک (آلومینیوم اکسید)

عایق عمودی خوبی برای کاربردهایی که بسیار دشوار نباشند. این عایق مشخصه های زیر را دارد:

- جنس شکننده نیازمند جابجایی با دقت.
- ساییده شدن توسط مایعات حاوی ذرات جامد.
- مقاومت خوردگی محدود، $9 > pH > 5$ ، براساس نوع سرامیک.
- ویژگی های فعالیت خشک نسبتاً خوب. هرچند، شکاف های حرارتی ممکن است در مورد نفوذ ناگهانی آب به عایق داغ بعد از دور فعالیت خشک یا شرایط مشابه روی دهد.
- کربن عایق ویژگی هایی بسیار مشابه با عایق کربن/WC را نشان می دهد. هرچند، در مقایسه با عایق کربن/WC، محدوده های دما و فشار محصور شده هستند.

کاربرد تنگستن/هیبرید

ترکیب ویژگی های مثبت عایق WC/WC و ترکیب وجه عایق کربن/WC، جفت سازی WC/هیبرید را به دست می دهد که مشخصه های زیر را دارد:

- بسیار مقاوم به ساییدگی.
- مقاوم به جابجایی دشوار.

- ویژگی های فعالیت خشک خاص (فعالیت خشک موقت).
- مقاومت خوردگی برابر با EN 1.4401، متناظر با مقاومت پمپ. در مایعات و حلال های خورنده خاص، مقاومت محدود شده است.
- محدوده های کاربرد در رابطه با دما و فشار به دلیل ریسک حمله ناگهانی مواد، مشابه WC/WC است. هرچند، تجاوز از این محدوده ها ممکن است به هیبرید صدمه بزند.
- برخی از مواد افزودنی به کار رفته در مایعات ضدیخ بر پایه گلیکول ممکن است باعث رسوب، مخصوصا در دماهای بالا، شوند. در برخی موارد، WC/WC باید در صورت امکان به کار رود.

سیلیکون کاربید

سیلیکون کاربید سرامیکی (SiC) سال هاست که تولید می شود.

سه نوع اصلی SiC وجود دارد:

- درجه های پیوند داده شده در طی واکنش و تسویه شده فاز مایع به دلیل محتوای سیلیکون آزاد، مقاومت خوردگی محدودی در آب قلیایی دارند.
- کربن تبدیل شده از گرافیت کربن تهیه می شود و می تواند به صورت لایه SiC باریک روی سطح کربن ایجاد شود.
- رایج ترین SiC برای رینگ های عایق کاربید سیلیکون تسویه شده مستقیم است.

SiC تسویه شده مستقیم

SiC تسویه شده مستقیم تخلخل رایجی زیر ۲ درصد دارد اما درجه هایی با منافذ متفاوت تولید شده اند. این منافذ گسسته، بدون پیوستگی بینابینی و پراکنده شده به روش کنترل شده در سراسر بدنه ماده هستند. منافذ کروی به عنوان مخزن سیال یا روان کننده عمل کنند که به ارتقای نگهداری نوار سیال در سطح مشترک سطوح اجزای لغزشی کمک می کند. این مکانیسم روان سازی براساس منافذ به SiC متخلخل اجازه می دهد از کاربردهای سیلیکون رایج پیوند داده شده با واکنش و تسویه شده در آب داغ بهتر عمل کند.

توسعه تسویه یا اضافه کردن پرکننده های مختلف می تواند تفاوت هایی در این درجه های SiC استاندارد ایجاد کند. پرکننده ها را می توان برای به دست آوردن هدایت الکتریکی بهتر، سختی بیشتر یا اصطکاک پایین تر، اضافه کرد.

اضافه کردن کربن یا گرافیت می تواند به عنوان روان کننده خشک به منظور کاهش اصطکاک به کار رود. اصطکاک پایین گرافیت فقط می تواند با ناخالصی های مناسب به دست آید زیرا اصطکاک ذاتی گرافیت بالا است. برای عمل موفقیت آمیز گرافیت به عنوان روان کننده، ایجاد پیوند بین SiC و گرافیت و نیز اندازه و میزان اضافه کردن گرافیت باید بهینه شود. در عایق فعال، گرافیت باید به وجه عایق آغشته شود تا اصطکاک کاهش یابد و برداشتن مقداری از گرافیت از گنجایش کل آن باید ممکن باشد.

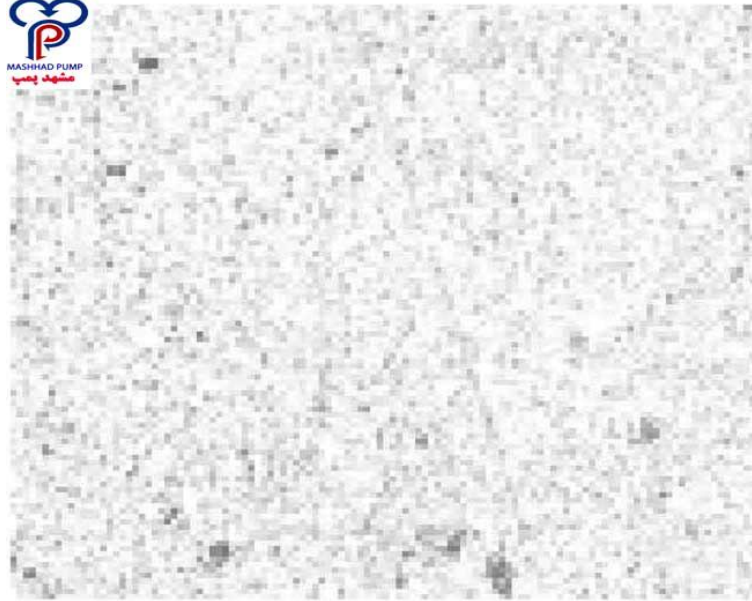
عملکرد عایق های با انواع مختلف SiC

ارزشیابی مواد برای وجوه عایق نیازمند تست کامل در شرایط تست مختلف متعدد است.

مواد عایق SiC می توانند در معرض تست های زیر باشند:

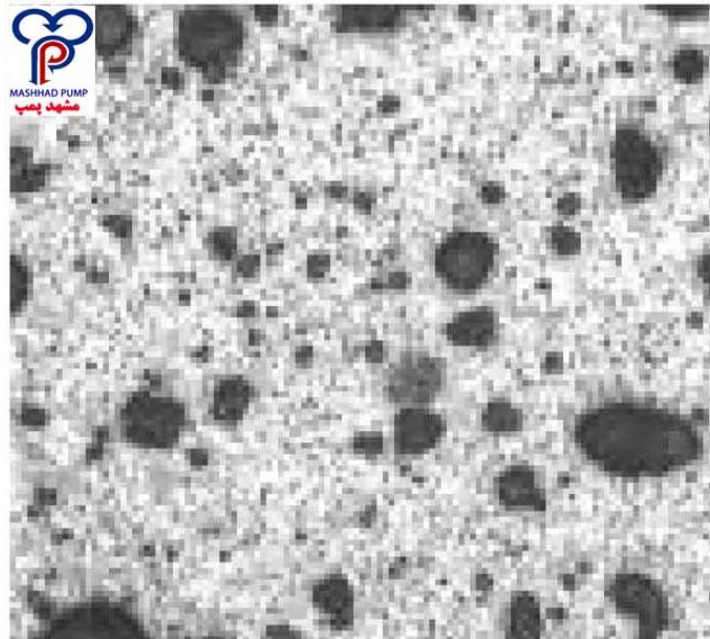
- عملکرد در کاربردهای آب داغ
- کار خشک
- آب دارای ذرات ساینده
- آب دارای گلیکول
- آب مواد معدنی زدایی شده
- تست حمله مواد.

Q^S در واقع SiC تسویه شده متراکم رایج با تخلخل کمتر از ۲ درصد است. این درجه عملکرد ضعیفی در آب داغ و اصطکاک خشک بسیار بالا دارد.



تصویر ۲۰ - SiC تسویه مستقیم، متراکم، Q_1^S

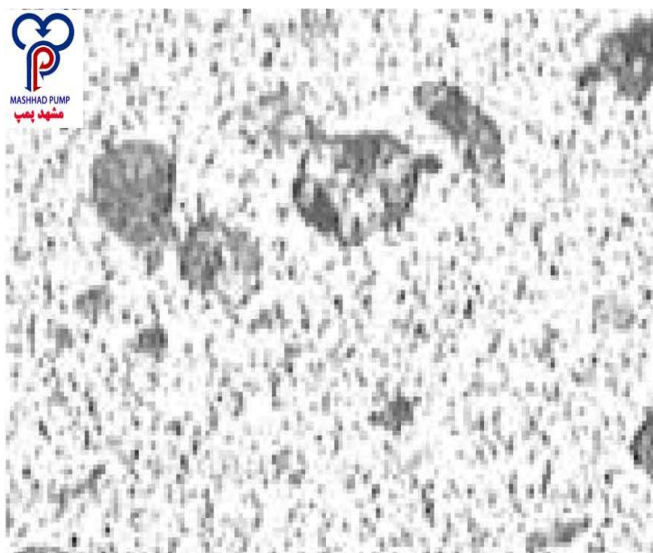
Q_1^P در واقع SiC تسویه شده با منافذ گسسته، بدون ارتباط بینابینی است. منافذ عملکرد بهتر در آب داغ را ایجاد می کند اما اصطکاک خشک بالا است. SiC حاوی گرافیت با ظرفیت کار خشک ضعیف یا عملکرد ضعیف در آب بدون ماده معدنی نیز در این گروه دسته بندی می شود.



تصویر ۲۱ - SiC تسویه مستقیم، متخلخل، Q_1^P

Q_1^G در واقع SiC تسویه متراکم با اندازه دانه دو واحدی و منافذ کربن/گرافیت یا سایر اصلاح کننده های اصطکاک پایین است.

عملکرد خوبی در آب داغ و آب بدون مواد معدنی دارد و اصطکاک خشک پایینی را دارا می باشد.



تصویر ۲۲- SiC تسویه شده متراکم، متخلخل، Q_1^G

عملکرد در آب داغ

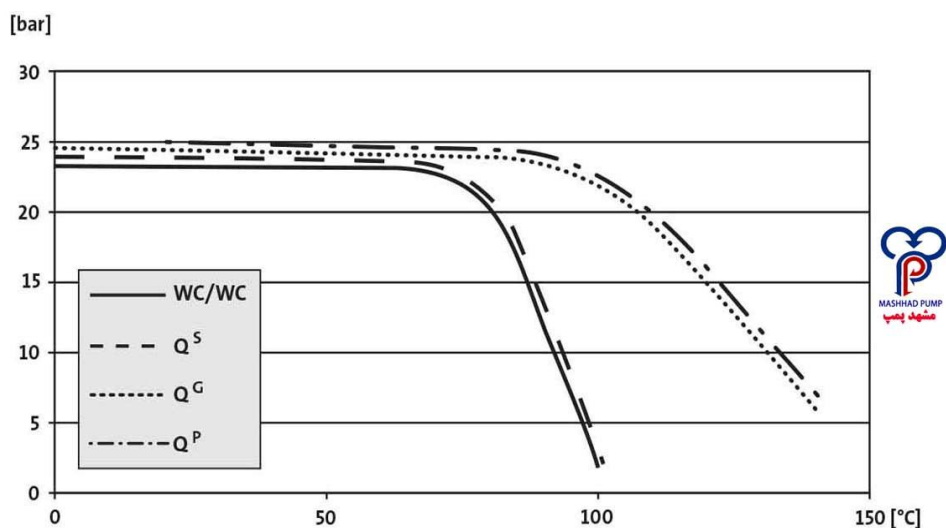
روان سازی وجوه عایق در آب داغ به دلیل ویسکوزیته پایین آب در دماهای بالا و تبخیر در شکاف عایق، معمول نیست.

محدوده های دما و فشار براساس تست هایی هستند که فاکتورهایی مثل اصطکاک، گشتاور و نشت در آن اندازه گیری می شوند.

بالای این محدوده ها ممکن است انتظار نویز از عایق وجود داشته باشد و ممکن است سایش فرسودگی روی دهد.

تصویر زیر نشان دهنده محدوده های گروه های SiC مختلف و کاربرد تنگستن برای عایق نوع A مشهد پمپ ۱۶ میلیمتری

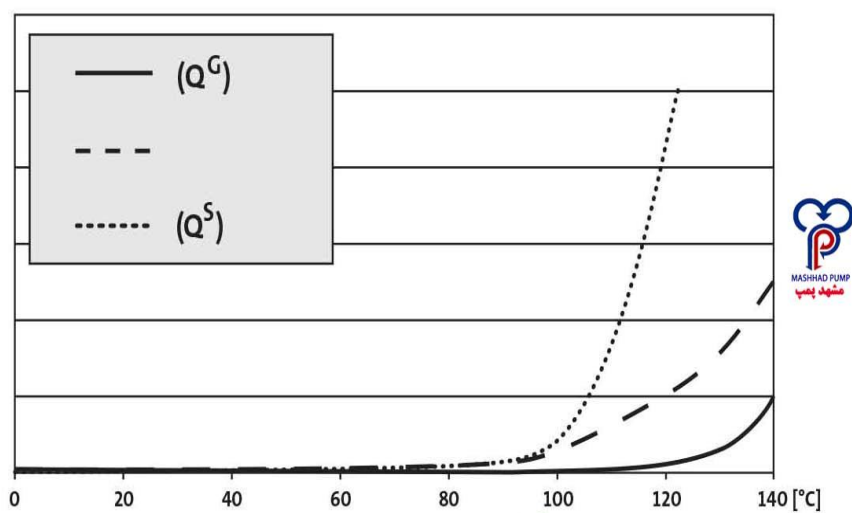
در ۳۰۰۰ دقیقه^{-۱} است. در سرعت های پایین تر، این محدوده ها به سمت دماهای پایین تر تغییر مکان می دهند.



تصویر ۲۳- محدوده ها برای اصطکاک پایدار عایق

تست های آب داغ در آب شیر انجام می شوند تحت این شرایط، عایق در معرض سایش بسیار کمی در ناحیه پایدار قرار می گیرد در حالیکه مقداری سایش ممکن است بالای محدوده عملیات پایدار مورد انتظار باشد.

تصویر زیر سرعت سایش را به عنوان تابعی از دما نشان می دهد.

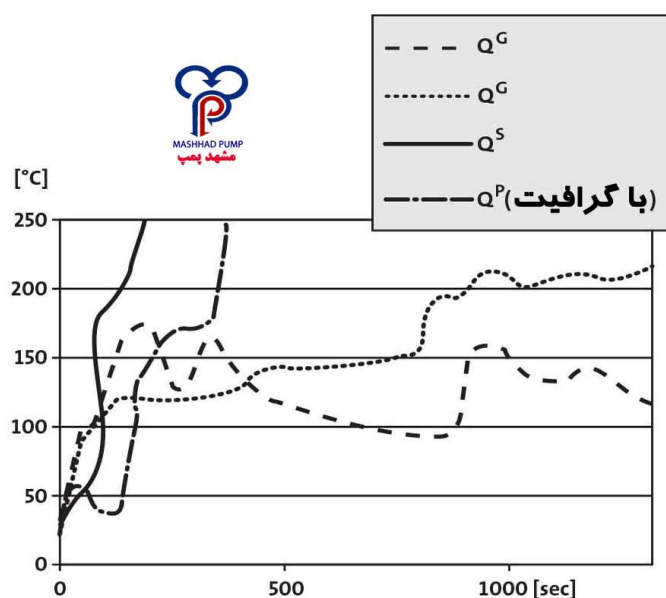


تصویر ۲۴- سرعت سایش وجوه عایق

کار خشک (خشک کاری)

عایق های مکانیکی که به صورت کاملاً خشک کار می کنند اگر اصطکاک بین وجوه عایق بالا باشد، می توانند در چند دقیقه از بین بروند. گرمای پراکنده شده در وجه عایق دمای عایق را تا $+200$ درجه سانتیگراد بالا برده و قطعات لاستیکی می سوزند.

اصطکاک SiC در برابر SiC به پرکننده های اضافه شده به SiC و روشی که به ماتریس SiC پیوند خورده اند، بستگی دارد. رطوبت نسبی ضریب اصطکاک برای مواد SiC را تحت تاثیر قرار می دهد، اگرچه اثر کاربری کمی روی عایق مکانیکی دارد. زیر دما به سرعت به بالای $+100$ درجه سانتیگراد افزایش می یابد که در آن نقطه رطوبت هیچ اثری ندارد.



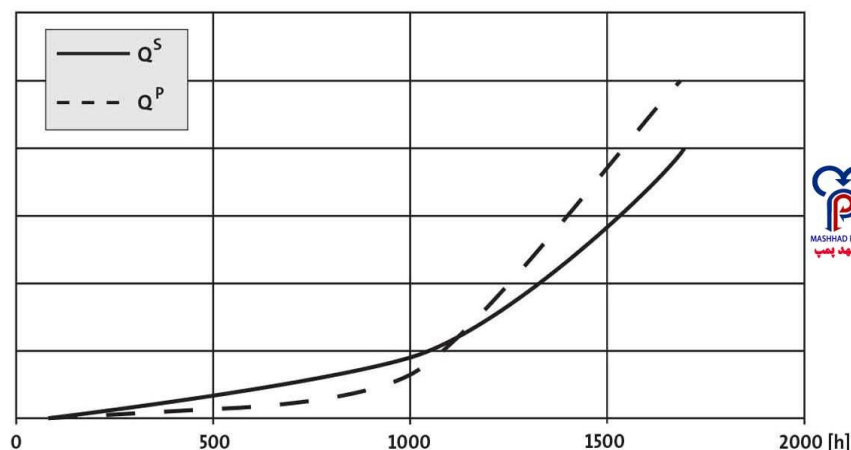
تصویر ۲۵- عملکرد خشک کاری عایق ها

همان طور که در تصویر ۲۶ دیده می شود، $\text{SiC}^{\text{P}}/\text{SiC}^{\text{P}}$ و $\text{SiC}^{\text{S}}/\text{SiC}^{\text{S}}$ عملکرد خشک کاری ضعیفی، مشابه WC/WC را نشان می دهند. دو درجه $\text{SiC}^{\text{G}}/\text{SiC}^{\text{G}}$ عملکرد خشک کاری بهتری را نشان می دهند. عملکرد خشک کاری ممکن است، حتی در درجه مشابه SiC^{G} ، اندکی تغییر کند.

اگرچه درجه SiC^{P} حاوی گرافیت است، نمی توان به دلیل ویژگی های خشک کاری ضعیف، آن را به صورت SiC^{G} دسته بندی کرد.

SiC ماده سختی است و بنابراین کمتر تحت تاثیر ساینده ها قرار می گیرد. سایش روی جوانب عایق که توسط ساینده ها ایجاد می شود به ندرت برای عایق های با دو جانب از جنس SiC دیده می شود. شکاف عایق در عایق مکانیکی معمولاً زیر ۰.۳ میکرون است. از نظر تئوری، این یعنی فقط ذرات کوچک تر از ۰.۳ میکرون می توانند به وجه عایق وارد شوند. در عمل، لبه وجه عایق کاملاً تیز نیست. این یعنی ذرات با اندازه چند میکرون می توانند به وجوه عایق وارد شوند. معمولاً این چنین ذرات کوچکی فقط باعث سایش صیقلی روی وجه سخت عایق می شوند. وقتی یکی از وجوه رینگ کربن باشد، لبه وجه عایق ساییده خواهد شد و اجازه می دهد ذرات بزرگ تری وارد وجه عایق شوند.

این چنین ذرات بزرگی می توانند در وجه کربن عایق گیر افتاده و باعث سایش روی وجه مقابل شوند.



تصویر ۲۶- سایش تجمعی رینگ های عایق فعال در ش ۲۰۰۰ قسمت در میلیون

پیشنهاد نمی شود از وجه عایق SiC متخلخل در برابر وجه کربن در آب حاوی سطوح بالای جامدات حل شده استفاده کرد. سایش تراشی ممکن ست روی عایق های با وجوه عایق سخت در مایعات خورنده دیده شود. سایش روی Sic ممکن است به دلیل خوردگی در مرزهای دانه، در آب بدون ماده معدنی روی دهد.

سایش روی وجوه SiC ممکن است در آب داغ روی دهد. ممکن است شبیه سایش تراشی باشد زیرا دانه های SiC به دلیل فرسودگی حرارتی SiC به بیرون کشیده می شوند. این نوع سایش بالا در محدوده های فشار و دمای اصطکاک پایدار دیده می شود.

آب حاوی گلیکول

آب حاوی گلیکول ممکن است باعث مشکلاتی با عایق های نشتی شود. مشکلات اغلب به دلیل افزودنی هایی مثل بازدارنده ها، آنتی اکسیدان ها، مواد قلیایی و غیره روی می دهد.

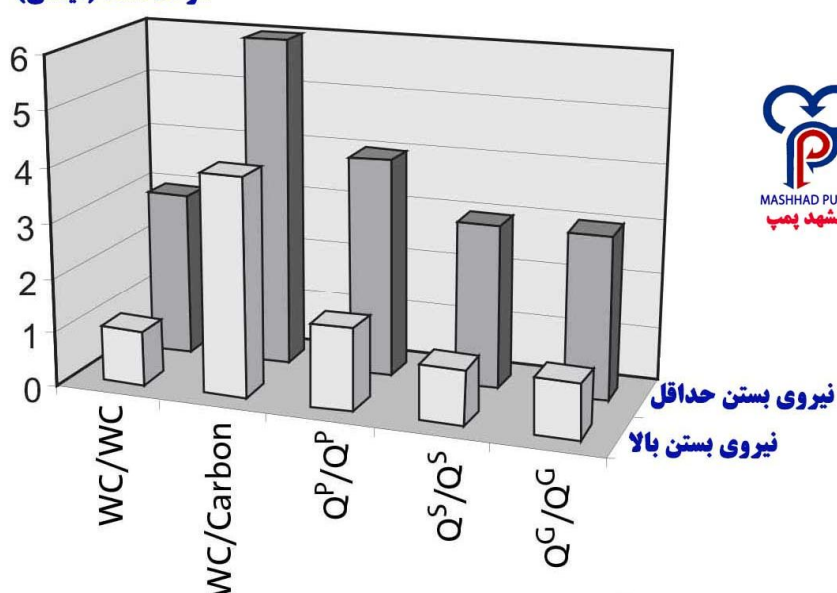
برخی افزودنی ها، مثل سیلیکات ها، ممکن است در وجه عایق به صورت ذرات سخت کریستالی شوند. کریستال های سختی مثل سیلیکات ها یا فسفات ها باعث سایش روی عایق های با یک جانب کربنی می شوند.

چسب های نوار آلی، به اصطلاح بازدارنده ها، به همه سطوح در تماس با مایع، از جمله بخش اصلی وجه عایق، می چسبند. بسیاری از بازدارنده ها ممکن است لایه های چسبناکی را روی وجه عایق ایجاد کنند که منجر به نشت می شود.

عایق های با هر دو وجه عایق از WC یا SiC ویژگی های تمیزکاری خودکار بهتری در زمینه رسوبات نسبت به عایق های با وجه کربنی دارد.

نیروی بستن بالا و پهنای باریک وجه عایق ریسک ایجاد رسوب را کاهش می دهد. مقایسه جفت سازی های وجه عایق در آب حاوی گلیکول با محتوای بالای مواد افزودنی انجام شده و می توانید نتایج را در نمودار زیر ببینید.

سرعت نشت (قیاسی)



تصویر ۲۷- نشت عایق ها در آب حاوی گلیکول

سختی سطح فاکتور مهمی برای نشت است. پرداخت سطح هموار ترجیح داده می شود. از طرف دیگر، پرداخت سطح بسیار هموار ممکن است باعث مشکلاتی در زمینه گیر کردن بین وجوه عایق شود. بنابراین مقداری سختی وجوه عایق برای پیشگیری از افزایش گیرکردن رینگ های عایق لازم است. بنابراین عایق ها حداقل یک وجه عایق پوشیده دارند.

بعد از نصب عایق محور، سرعت نشت تا وقتی وجوه عایق هموار شود، بالا خواهد بود.

در نتیجه، عایق های با یک وجه عایق کربنی اغلب نشت پائینی در دوره فعالیت دارند زیرا این دوره در مقایسه با عایق های با دو وجه عایق از مواد سخت، کوتاه تر است.

عایق های با نیروی بستن بالا در نتیجه نوار روان سازی باریک تر، دوره فعالیت کوتاه تری دارند.

آب مواد معدنی زدایی شده (بدون مواد معدنی)

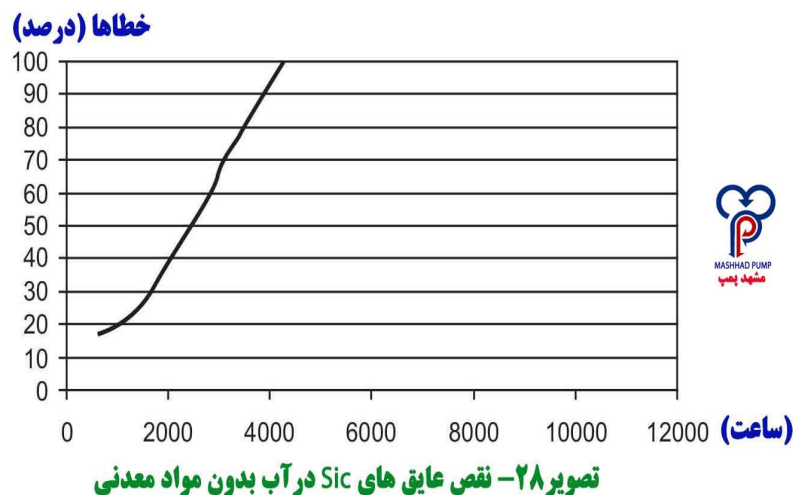
آب خالص می تواند برای بسیاری از سرامیک ها تهاجمی باشد. در زمینه SiC تسویه شده، مرزهای دانه حاوی افزودنی های تسویه ممکن است در آب خالص مورد حمله قرار گیرند.

حملات خوردگی فقط روی وجهی از عایق مشاهده می شود که دماهای بالا در زمان تماس های شدید ایجاد شود.

با کنترل فرآیند تسویه می توان به درجه هایی از SiC رسید که نسبت به آب خالص مقاوم باشد.

تست های عایق در آب بدون مواد معدنی در ۴۰+ درجه سانتیگراد برای درجه های SiC مختلف انجام شده است. نتیجه درجه های SiC تسویه شده استاندارد را می توان در نمودار زیر دید.

برای درجه هایی که به آب بدون مواد معدنی حساس نیستند، هیچ نقصی در طول ۱۱۰۰۰ ساعت تست مشاهده نشده است. فقط درجه های مقاوم در آب بدون مواد معدنی می توانند در گروه Q^G طبقه بندی شوند.



گیر کردن وجه عایق که در اثر انبار کردن ایجاد شد

وجوه عایق بسیار هموار و صاف به سادگی به یکدیگر می چسبند. در موقعیت های دشوار، چسبندگی آنقدر قوی می شود که محوری روی موتور پمپ نمی تواند بچرخد.

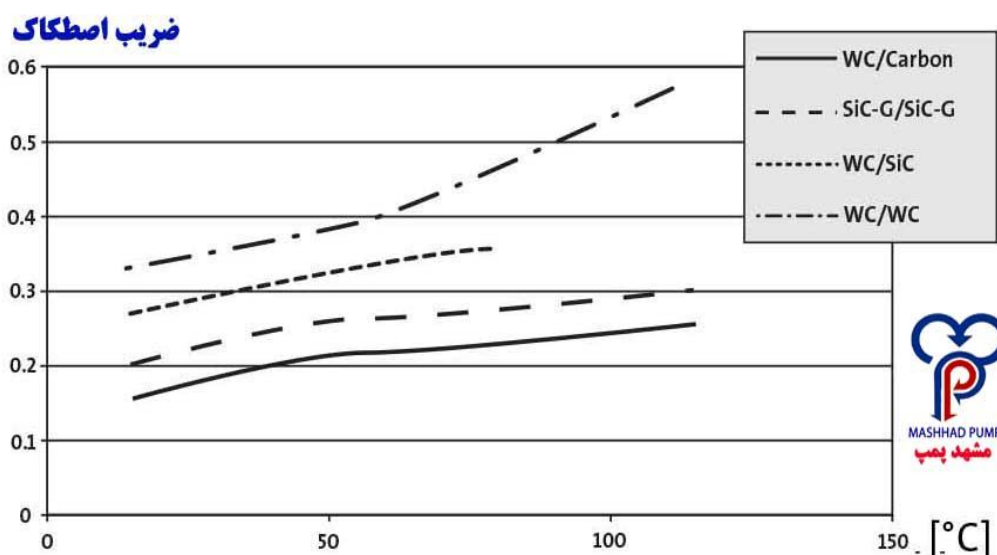
مکانیسم های مختلفی وجود دارد که روی چسبندگی بین وجوه عایق عمل می کند.

چسبندگی فیزیکی

خلا ممکن است وقتی دو سطح صاف و هموار محکم به یکدیگر فشرده می شود، ایجاد گردد.

نیروی ایجاد شده توسط خلا محوری است، یعنی نیروی مورد نیاز برای جداسازی دو سطح باید بزرگ باشد در حالی که نیروی برشی مورد نیاز برای چرخیدن سطوح پایین تر است. اندازه نیروی برشی در شروع به کار مشابه نیروی مورد نیاز برای سرعت چرخشی بسیار پایین است. ضریب اصطکاک در سرعت چرخشی پایین برای جفت سازی های سطح مختلف را می توانید در نمودار زیر ببینید.

اصطکاک آغازین در آب



تصویر ۲۹- اصطکاک آغازین در آب

چسبندگی شیمیایی سطوح

همه سطوح در معرض اتمسفر لایه اکسیدی دارند. توازن لایه اکسیدی ممکن است وقتی سطوح در تماس نزدیک با یکدیگر قرار دارند یا وقتی در معرض مایع پمپ شده قرار گیرد، تغییر کند. این تغییر در توازن ممکن است شامل پیوندهای شیمیایی به اکسیدها از سایر سطوح باشد. هرچه لایه نسبت به محیط اطراف بی اثرتر باشد، پیوندها به سطح مقابل ضعیف تر خواهد بود. اگر مایع برای جنس وجه عایق تهاجمی باشد، وجوه عایق ممکن است با هم دچار خوردگی شوند و نیروهای چسبندگی بسیار بالایی ایجاد کنند.

برای پیشگیری از این چنین مکانیسم های چسبندگی، مواد نامشابه بسیار بی اثر وجوه عایق ترجیح داده می شوند.

چسبندگی شیمیایی شامل عوامل چسبنده

اگر مایع پمپ شده حاوی یون هایی باشد که ممکن است در وجه عایق رسوب کنند، این رسوبات ممکن است به عنوان چسبی بین وجوه عایق عمل کنند.

این مکانیسم چسبندگی ممکن است در آب سخت روی دهد و می تواند با استفاده از یک وجه عایق به عنوان رینگ کربنی کاهش یابد. همچنین مواد سخت دارای روان کننده های جامد چسبندگی را کاهش خواهد داد زیرا روان کننده خشک به صورت لایه باریکی روی وجه عایق پراکنده می شود که نیروهای برشی پایین تری تهیه می کند.

نتیجه گیری

حساسیت به ذرات ساینده وقتی از مواد سخت مثل SiC در برابر SiC، در هر دو رینگ عایق استفاده می شود، پایین است. اصطکاک SiC در برابر Sic در آب داغ با تخلخل در ماده وجه عایق کاهش می یابد. معمولاً، مقاومت به خوردگی SiC تسویه شده به جز در آب خالص خوب است اما با SiC حاوی دانه های بلند نیز می توان مقاومت در برابر آب خالص را به دست آورد.

ترکیب بسته های کوچک پر شده با روان کننده های جامد نیز می تواند اصطکاک خشک SiC را کاهش دهد. بنابراین عایق های مکانیکی با درجه های Q^G بهبود یافته SiC می توانند بسیاری از کاربردهای مختلف را انجام دهند و بدین وسیله پایایی پمپ را افزایش دهند.

جنس عایق های ثانویه

عایق های ثانویه

انتخاب جنس برای عایق های ثانویه، یعنی اجزای لاستیکی مثل اورینگ ها و دمنده ها، به اندازه انتخاب ترکیب وجه عایق مهم است. هر دو برای کارکرد عایق محور مکانیکی ضروری هستند.

بخش های زیر شامل ویژگی های اصلی مواد با توجه به دما و مقاومت در برابر گروه های مایع اصلی است.

NBR

به صورت گسترده مورد استفاده برای همه کاربردها، پوشش های لاستیکی NBR (نیتریل) محدوده وسیعی از مایعات را در دماهای نسبتاً پایین پوشش می دهند (زیر $+100$ درجه سانتیگراد).

- ویژگی های مکانیکی خوب در دماهای بالا و پایین
- مقاومت گرمایی تا $+100$ درجه سانتیگراد برای دوره های کوتاه تا $+120$ درجه سانتیگراد، براساس محیط پیرامونی
- مقاومت در برابر آب تا $+80$ درجه سانتیگراد
- مقاومت به روغن دیزل، روغن های معدنی متنوع، گریس و روغن های گیاهی
- مقاوم به اسیدها و قلیاهای ضعیف
- عدم مقاومت به حلال های قطبی (الکل ها و استرها)
- عدم مقاومت به ازن و هوا.

EPDM

لاستیک EPDM، که به صورت ویژه برای کار در آب و حلال های آبی مناسب است، به روغن های معدنی مقاوم نیست.

- ویژگی های مکانیکی خوب در دماهای پایین
- مقاومت گرمایی تا $+150$ درجه سانتیگراد
- مقاومت به آب تا $+140$ درجه سانتیگراد
- مقاوم به حلال های قطبی (الکل ها و استرها)
- مقاوم به ازن و هوا
- مقاوم به گلیکول
- نسبتاً مقاوم به روغن های گیاهی در دماهای پایین
- عدم مقاومت به روغن های معدنی.

FKM

لاستیک FKM محدوده وسیعی از مایعات و دماها را پوشش می دهد.

- ویژگی های مکانیکی ضعیف در دماهای پایین
- مقاومت گرمایی تا $+200$ درجه سانتیگراد

- مقاومت به آب تا +۹۰ درجه سانتیگراد
- مقاومت به اسیدها و محلول های نمکی
- مقاومت به روغن های معدنی و روغن های گیاهی
- مقاومت به بیشتر حلال ها (تولون، نفت، تری کلرو اتیلن و غیره)
- مقاوم به ازن و هوا
- عدم مقاومت به برخی حلال های قطبی (مثلا الکل ها و استرها)
- عدم مقاومت به مایعات قلیایی در دماهای بالا.

FFKM

FFKM (پرفلوئورالاستومر) از نظر شیمیایی به محدوده وسیعی از مایعات مقاوم است. لاستیک FFKM متناظر با PTFE است اما ویژگی های مکانیکی به صورت قابل توجه بهتری را ارائه می دهد.

- ویژگی های مکانیکی خوب
- مقاومت به آب تا +۱۵۰ درجه سانتیگراد
- مخصوصا مناسب برای استفاده در تاسیسات فرابری شیمیایی، در تولید رنگینه ها، رنگ ها، روغن جلا، حلال ها، نیتریک اسید و غیره.
- مقاوم به ازن و هوا
- مقاومت نسبی به آمین ها و مایعات بسیار قلیایی در دماهای بالا.

FXM

FXM (کوپلیمر فلوئوره شده) به صورت ویژه ای برای دماها و فشارهای بسیار بالا و نیز برای استفاده در مایعات اسیدی و گازها در عصاره روغنی و گازی (در منافذ، روی زمین و در دریا) مناسب است. مقاومت آن به مواد شیمیایی و دماهای بالا تا حد زیادی در مقایسه با لاستیک فلوئوری شده، با مقاومت عالی به آب و بخار داغ، بهبود یافته است.

- جنس الاستیک عایق

- محدوده دمایی: ۱۰- تا ۲۷۵+ درجه سانتیگراد، برای دوره های کوتاه تا ۳۰۰+ درجه سانتیگراد
 - مقاومت عالی به آب و بخار داغ
 - در دسترس با جنس مقاوم به تجزیه ناگهانی
- FXM، متشکل از ساختار اصلاح شده تترا فلوئورو اتیلن (TFE) و کوپلیمرهای پروپیلن، به صورت گسترده در زمینه های زیر به کار رفته است

- صنایع شیمیایی و پتروشیمی
- صنایع هوا و فضا
- مهندسی مکانیک
- پالایشگاه ها.

لیست مایعات پمپ شده

جدول نشان دهنده مقاومت جنس لاستیکی عایق ثانویه به دماهای بالا و پایین و به انتخاب مایع پمپ شده است.

فاکتورها	NBR	EPDM	FKM	FFKM	FXM
دماهای پایین (دما > 0 درجه سانتیگراد)	+	+	-	-	-
دماهای بالا (دما < 90 + درجه سانتیگراد)*	-	+	-	+	+
اسیدها	$\pm$	$\pm$	$\pm$	+	$\pm$
قلیاهای	+	+	-	+	+
گلیکول	+	+		+	+
روغن ها و سوخت ها	$\pm$	-	+	+	+
حلال ها	-	-	$\pm$	+	-

* براساس آب.

علامت	معنا
+	مناسب
±	مناسب در شرایط خاص
-	نامناسب

تعدادی از مایعات پمپ شده رایج در زیر لیست شده اند.

جدول نشان دهنده مقاومت مواد لاستیک عایق ثانویه به دماهای بالا و پایین و به انتخاب مایعات پمپ شده است.

مایع پمپ شده	فرمول شیمیایی	توصیف
اسیدها ($\gamma > \text{pH}$)	H_2SO_4	اسید معدنی
	HCl	اسید معدنی
	H_3PO_4	اسید معدنی
	HNO_3	اسید معدنی
	CH_3COOH	اسید آلی
	HCOOH	اسید آلی
قلیایها ($\gamma < \text{pH}$)	NaOH	سدیم هیدروکسید
	KOH	پتاسیم هیدروکسید
	CaOH	کلسیم هیدروکسید

	NH ₄ OH	آمونیم هیدروکسید	
	CH ₂ OHCHOCH ₃	پروپیلن گلیکول	خنک کننده ها
	C ₂ H ₄ (OH) ₂	اتیلن گلیکول	
	CH ₂ OHCH ₂ OH	گلیسرین	
روغن معدنی		نفت	سوخت ها و روغن ها
روغن معدنی		روغن دیزل	
روغن گیاهی		روغن زیتون	
	C ₆ H ₄ (CH ₃) ₂	زایلن	حلال ها
	C ₂ HCl ₃	تری کلرو اتیلن	
	C ₆ H ₆	بنزن	

انواع عایق های محور

انواع عایق های محور

صفحات زیر توصیف کوتاهی از برخی انواع عایق محورهای مکانیکی از جمله پروفایل های کاربرد آن ها، را ارائه می دهد.

به دلیل سایش روی وجوه عایق کربن، توصیف انواع عایق محور کربن شامل جدول نشان دهنده فواصل سرویس کردن است.

نوع A

عایق نوع A به صورت عایق اورینگ با گرداننده عایق ثابت تعریف می شود.

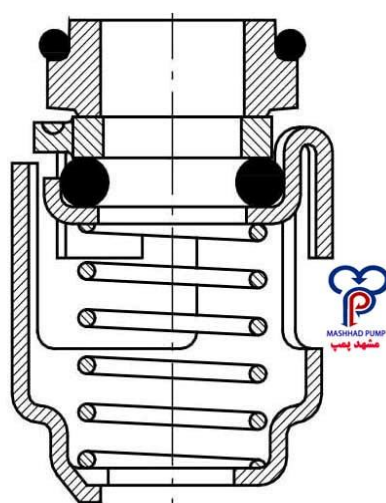
توصیف/مشخصه ها

- گرداننده های قوی عایق انتقال گشتاور حتی تحت شرایط عملیاتی دشوار را تضمین می کند.

- ریسک سایش خورنده (خوردگی سایشی) در مایعات خورنده. سایش خورنده وقتی اورینگ ها نوار اکسید حفاظتی محور فولاد ضد زنگ را بسایند، روی می دهد.
- ریسک رسوبات دور اورینگ و نیز گیر کردن در مایعات با محتوای آهک یا لجن زیاد. اغلب به صورت نشت در ارتباط با تغییرات در شرایط عملیاتی مشاهده می شود.

به صورت استاندارد در دسترس در کاربید تنگستن/کاربید تنگستن (WC/WC) با اورینگ های EPDM یا FKM.

برخی اندازه ها با جنس سیلیکون/کاربید سیلیکون (SiC/SiC) در دسترس هستند.



تصویر ۳۰- عایق نوع A

پروفایل کاربرد

عایق نوع A پروفایل کاربرد WC/WC را دارد.

نوع A با وجوه عایق WC/WC

هیچ رابطه ای بین شاخص شایستگی و نمودارهای فشار/دما وجود ندارد، اما همراه با هم آن ها پروفایل کاربرد را شکل می دهند.

شایستگی

نامناسب	مناسب تحت شرایط خاص	مناسب	
			مایعات قلیایی
			مایعات اسیدی
			کار خشک
			ذرات جامد در مایع
			مایعات حاوی رسوب/آهک
			مایعات ضد یخ

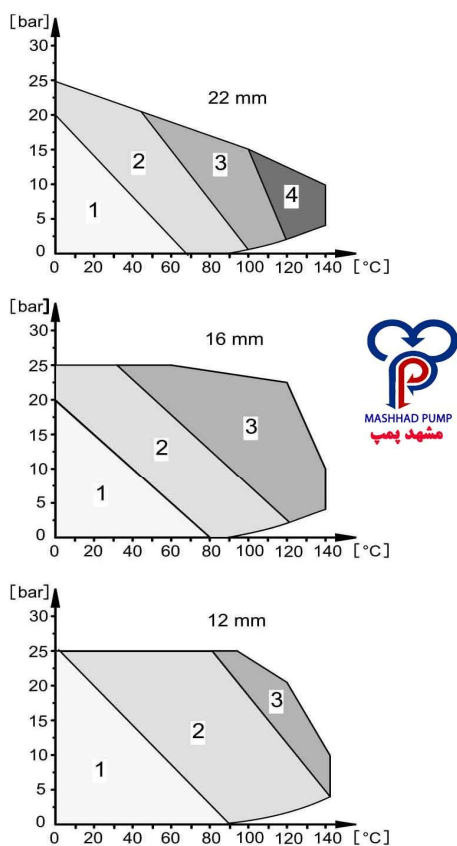
نمودارهای فشار/دما

نمودارهای فشار/دما براساس آب تمیز هستند.

اعداد در جداول زیر به نمودارهای فشار/دما اشاره دارد.

موقعیت	محدوده
۱	محدوده کار بهینه
۲	ریسک نویز بالقوه در ارتباط با شروع به کار و تغییرات در فشار و دما
۳	ریسک نویز دوره ای
۴	عمر کاهش یافته

نکته: نویز مخصوصا در سرعت های پایین روی می دهد.



تصویر ۳۱- نمودارهای فشار/دما

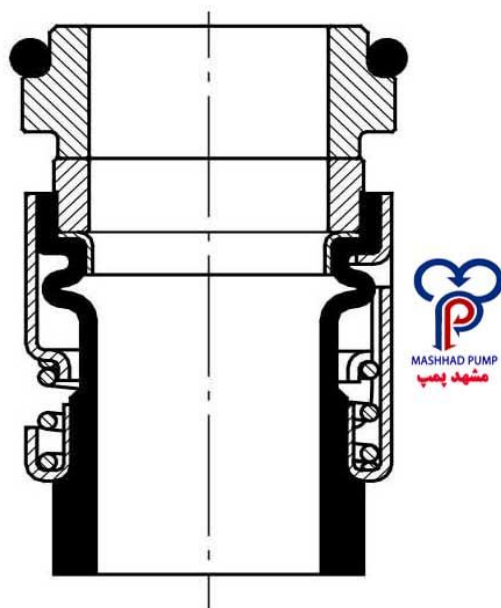
نوع B

عایق نوع B به صورت عایق دمنده با دمنده های لاستیکی تعریف می شود.

توصیف/مشخصه ها

- مناسب برای مایعات حاوی آهک و لجن که در آن ریسک رسوب و گیر کردن وجود دارد.
- در برابر سایش خورنده (خوردگی سایشی) که وقتی اورینگ نوار اکسید حفاظتی محور فولاد ضد زنگ را می ساید، روی می دهد مقاوم می باشد.

به صورت استاندارد با جنس WC/کربن، SiC/SiC و SiC/کربن با دمنده های EPDM یا FKM در دسترس است.



تصویر ۳۲- عایق نوع B

پروفایل های کاربرد

عایق نوع B پروفایل های کاربرد زیر را دارد:

- WC / کربن
- SiC/SiC
- SiC/کربن

نوع B با موجه عایق WC/کربن

هیچ رابطه ای بین شاخص شایستگی و نمودارهای فشار/نمودار وجود ندارد، اما همراه هم آن ها پروفایل کاربرد را شکل می دهند.

شایستگی

نامناسب	مناسب تحت شرایط خاص	مناسب	
			مایعات قلیایی
			مایعات اسیدی

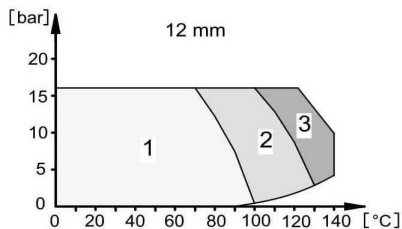
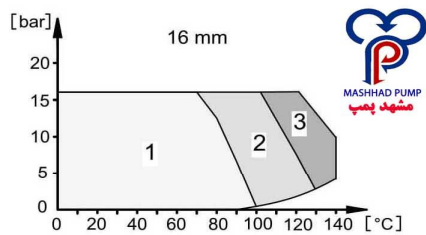
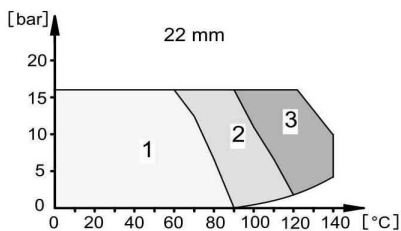
			کار خشک
			ذرات جامد در مایع
			مایعات حاوی رسوب/آهک
			مایعات ضد یخ

نمودارهای فشار/دما

نمودارهای فشار/دما براساس آب تمیز هستند.

اعداد در جدول زیر به نمودارهای فشار/دما اشاره دارد.

موقعیت	وהל‌های سرویس پیشنهادی (ساعات عملیاتی) پیش از سایش
۱	۲۰۰۰-۱۴۰۰
۲	۱۵۰۰-۸۰۰
۳	۸۰۰-۴۰۰



تصویر ۳۳- نمودارهای فشار/دما

نوع B با وجوه عایق (Q_1^G/Q_1^G) SiC/SiC

هیچ رابطه ای بین شاخص شایستگی و نمودارهای فشار/دما وجود ندارد اما همراه هم آن ها پروفایل کارکرد را تشکیل می دهند.

شایستگی

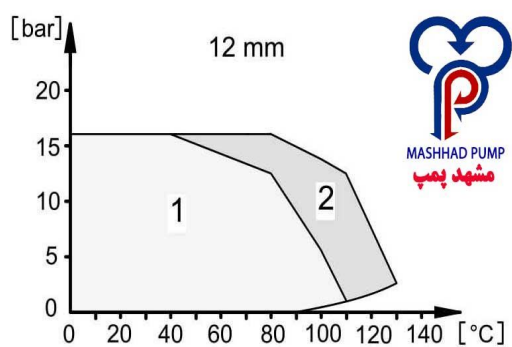
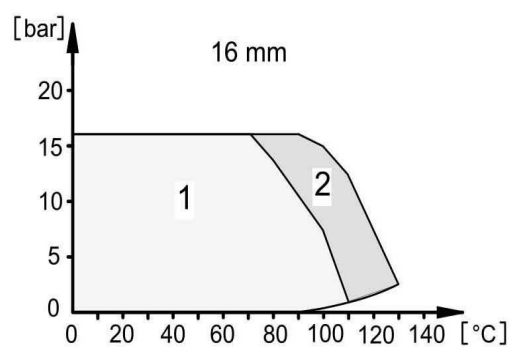
نامناسب	مناسب تحت شرایط خاص	مناسب	
			مایعات قلیایی
			مایعات اسیدی
			کار خشک
			ذرات جامد در مایع
			مایعات حاوی رسوب/آهک
			مایعات ضد یخ

نمودارهای فشار/دما

نمودارهای فشار/دما براساس آب تمیز هستند.

اعداد در جدول زیر به نمودارهای فشار/دما اشاره دارد.

موقعیت	محدوده
۱	محدوده کار بهینه
۲	ریسک نويز دوره ای در ارتباط با شروع به کار و تغییرات در فشار و دما



تصویر ۳۴- نمودارهای فشار/دما

نوع B با وجوه عایق SiC/کربن

هیچ رابطه ای بین شاخص شایستگی و نمودارهای فشار/دما وجود ندارد اما با هم آن ها پروفایل کارکرد را شکل می دهند.

شایستگی

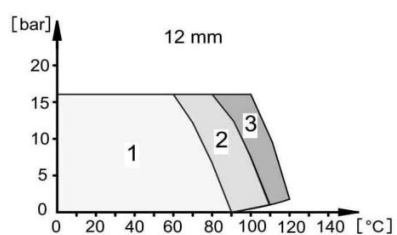
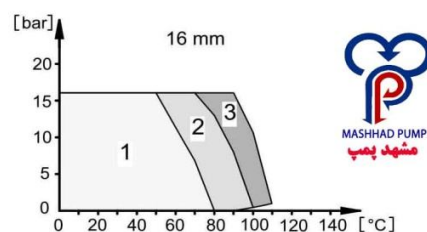
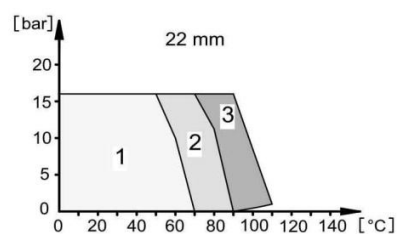
نامناسب	مناسب تحت شرایط خاص	مناسب	
			مایعات قلبایی
			مایعات اسیدی
			کار خشک
			ذرات جامد در مایع
			مایعات حاوی رسوب/آهک
			مایعات ضد یخ

نمودارهای فشار/دما

نمودارهای فشار/دما براساس آب تمیز هستند.

اعداد در جدول زیر به نمودارهای فشار/دما اشاره دارد.

موقعیت	و هله های سرویس پیشنهاد (ساعات عملیاتی) پیش از سایش
۱	۲۰۰۰-۱۴۰۰
۲	۱۵۰۰-۸۰۰
۳	۸۰۰-۴۰۰



تصویر ۳۵- نمودار فشار/دما

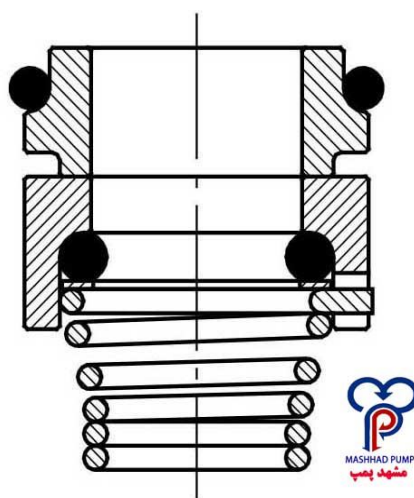
نوع C

عایق نوع C به صورت عایق اورینگی با فنر به عنوان گرداننده عایق، تعریف می شود.

توصیف/مشخصه ها

- عایق ساده برای محدوده های فشار و دمای پایین.

به صورت استاندارد با جنس سرامیک/کربن با اورینگ EPDM, NBR یا FKM در دسترس است.



تصویر ۳۶- عایق نوع C

پروفایل کاربرد

عایق نوع C پروفایل کاربرد سرامیک/کربن دارد.

نوع C با وجوه عایق سرامیک/کربن

هیچ رابطه ای بین شاخص شایستگی و نمودارهای فشار/دما وجود ندارد اما با هم آن ها پروفایل کارکرد را شکل می دهند.

شایستگی

نامناسب	مناسب تحت شرایط خاص	مناسب	
			مایعات قلیایی
			مایعات اسیدی
			کار خشک
			ذرات جامد در مایع
			مایعات حاوی رسوب/آهک

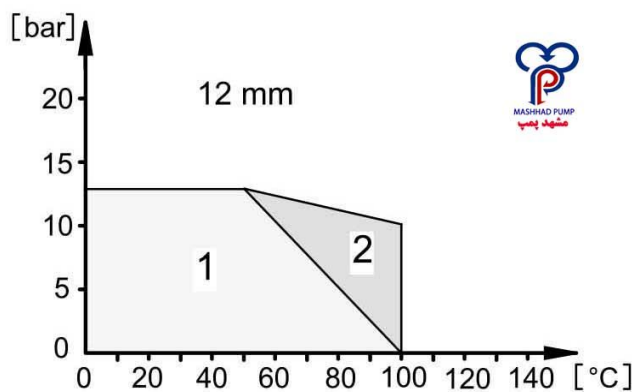
			مایعات ضد یخ
--	--	--	--------------

نمودارهای فشار/دما

نمودارهای فشار/دما براساس آب تمیز هستند.

اعداد در جدول زیر به نمودارهای فشار/دما اشاره دارد.

موقعیت	وهله های سرویس پیشنهادی (ساعات عملیاتی) پیش از سایش
۱	۲۰۰۰۰-۱۴۰۰۰
۲	۱۵۰۰۰-۸۰۰۰



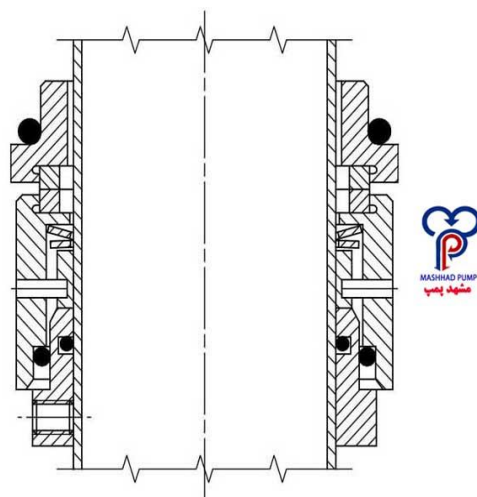
تصویر ۳۷- نمودار فشار/دما

نوع D

عایق نوع D به صورت عایق اورینگ متوازن تعریف می شود.

توصیف/مشخصه ها

- طراحی عایق محور در زمان پمپ مایعات حاوی جامد و با ویسکوزیته بالا ایده آل است.
- عایق محور مستقل از مسیر چرخش است.
- مناسب برای محورهای استوانه ای.



تصویر ۳۸- عایق نوع D

پروفایل کاربرد

عایق نوع D پروفایل های کاربرد زیر را دارد:

- کربن/SiC

- SiC/SiC

نوع D یا وجوه عایق کربن/SiC

شایستگی

نامناسب	مناسب تحت شرایط خاص	مناسب	
			مایعات قلیایی
			مایعات اسیدی
			کار خشک
			ذرات جامد در مایع
			مایعات حاوی رسوب/آهک
			مایعات ضد یخ

عایق نوع D با وجوه عایق کربن/سیلیکون کاربرد مناسب عملیات در دماهای از ۰ تا ۱۴۰+ درجه سانتیگراد و برای فشارهای عملیاتی تا ۲۵ بار هستند.

نوع d با وجوه عایق SiC/SiC

هیچ رابطه ای بین شاخص شایستگی و نمودارهای فشار/دما وجود ندارد اما با هم آن ها پروفایل کارکرد را شکل می دهند.

شایستگی

نامناسب	مناسب تحت شرایط خاص	مناسب	
			مایعات قلیایی
			مایعات اسیدی
			کار خشک
			ذرات جامد در مایع
			مایعات حاوی رسوب/آهک
			مایعات ضد یخ

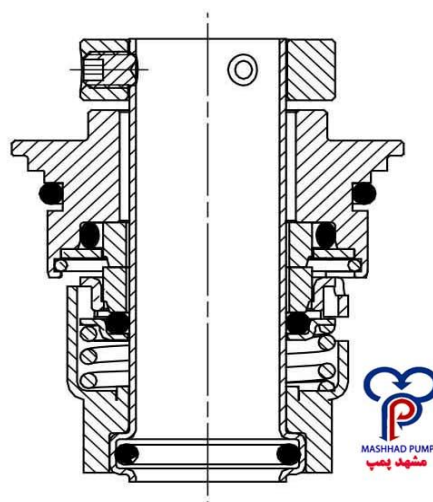
عایق نوع D با وجوه عایق SiC/SiC مناسب عملیات در دماهایی از ۲۰- درجه سانتیگراد تا ۹۰ درجه سانتیگراد و در فشارهای عملیاتی تا ۱۶ بار است.

نوع E

عایق نوع E به صورت عایق اورینگ، نوع A، نوع کارتریجی تعریف می شود.

توصیف/مشخصه ها

- گرداننده های قوی عایق گشتاور را حتی تحت شرایط عملیاتی دشوار، منتقل می کند.
- ریسک سایش خورنده (خوردگی سایشی) در مایعات خورنده. سایش خورنده وقتی روی می دهد که اورینگ نوار اکسید حفاظتی محور فولاد ضد زنگ را می ساید.
- ریسک رسوب گذاری دور اورینگ و نیز گیر کردن اورینگ در مایعات با محتوای بالای آهک یا لجن.
- به صورت استاندارد با جنس WC/WC یا WC/هیبرید با اورینگ های EPDM یا FKM در دسترس است.
- می تواند بدون جداسازی قطعه پمپ تعویض شود. به علاوه، عایق محور پمپ ها با اندازه های موتور بالای ۷.۵ کیلووات را می توان بدون برداشتن موتور تعویض کرد.



تصویر ۳۹ - عایق نوع E

پروفایل های کاربرد

عایق نوع E پروفایل های کاربرد زیر را دارد:

• WC/هیبرید

• WC/WC

• WC/کربن

نوع E با وجوه عایق WC/هیبرید

هیچ رابطه ای بین شاخص شایستگی و نمودارهای فشار/دما وجود ندارد اما با هم آن ها پروفایل کارکرد را شکل می دهند.

شایستگی

نامناسب	مناسب تحت شرایط خاص	مناسب	
			مایعات قلبیایی
			مایعات اسیدی
			کار خشک
			ذرات جامد در مایع
			مایعات حاوی رسوب/آهک
			مایعات ضد یخ

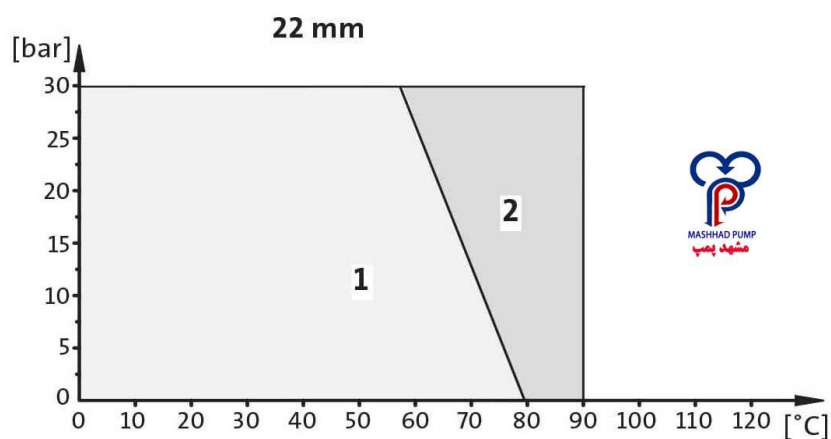
نمودارهای فشار/دما

نمودارهای فشار/دما براساس آب تمیز هستند.

اعداد در جدول زیر به نمودارهای فشار/دما اشاره دارد.

موقعیت	محدوده
۱	محدوده کاری بهینه
۲	ریسک نويز دوره ای در ارتباط با شروع به کار و تغییرات در فشار و دما

نکته: نويز به ویژه در سرعت های پایین روی می دهد.



تصویر ۴۰- نمودار فشار/دما

نوع E با وجوه عایق WC/WC

هیچ رابطه ای بین شاخص شایستگی و نمودارهای فشار/دما وجود ندارد اما با هم آن ها پروفایل کارکرد را شکل می دهند.

شایستگی

نامناسب	مناسب تحت شرایط خاص	مناسب	
			مایعات قلبایی
			مایعات اسیدی
			کار خشک
			ذرات جامد در مایع
			مایعات حاوی رسوب/آهک
			مایعات ضد یخ

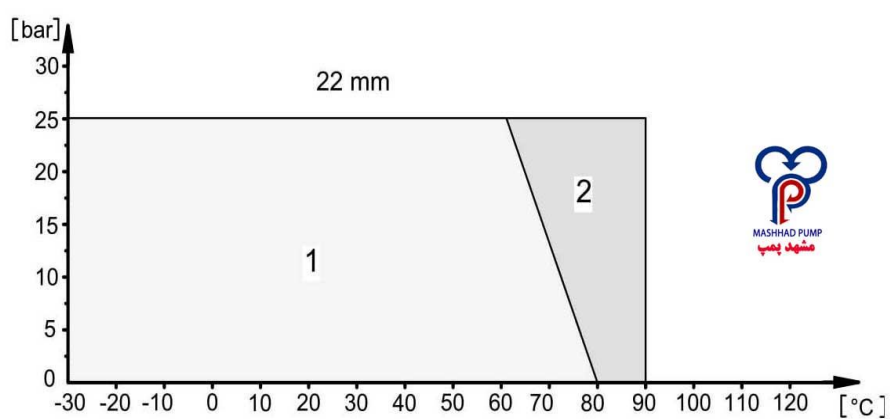
نمودارهای فشار/دما

نمودار فشار/دما براساس آب تمیز است. در دماهای زیر نقطه انجماد، نمودار براساس مخلوط آب و گلیکول است.

اعداد در جدول زیر به نمودارهای فشار/دما اشاره دارد.

موقعیت	محدوده
۱	محدوده کاری بهینه
۲	ریسک نویز دوره ای در ارتباط با شروع به کار و تغییرات در فشار و دما

نکته: نویز مخصوصا در سرعت های پایین روی می دهد.



تصویر ۴۱- نمودار فشار/دما

نوع E با وجوه عایق WC/کربن

هیچ رابطه ای بین شاخص شایستگی و نمودارهای فشار/دما وجود ندارد اما با هم آن ها پروفایل کارکرد را شکل می دهند.

شایستگی

نامناسب	مناسب تحت شرایط خاص	مناسب	
			مایعات قلبیایی
			مایعات اسیدی
			کار خشک
			ذرات جامد در مایع
			مایعات حاوی رسوب/آهک

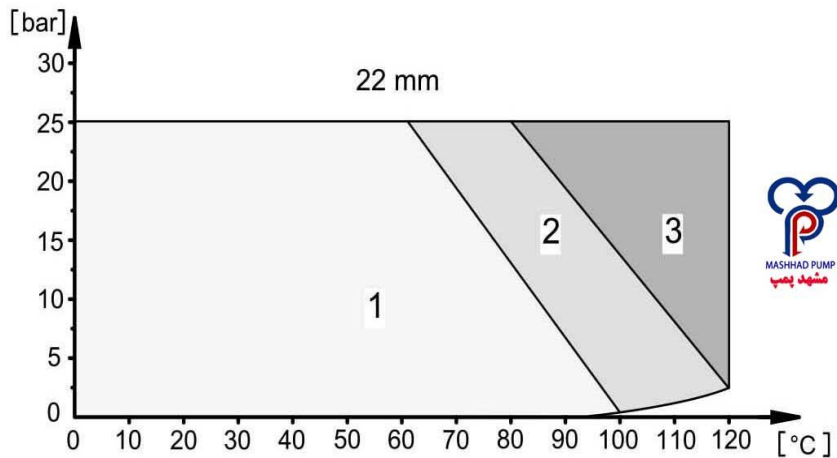
			مایعات ضد یخ
--	--	--	--------------

نمودار فشار/دما

نمودارهای فشار/دما براساس آب تمیز هستند.

اعداد در جدول زیر به نمودارهای فشار/دما اشاره دارد.

موقعیت	وהל‌های سرویس پیشنهادی (ساعات عملیاتی) پیش از سایش
۱	۲۰۰۰-۱۴۰۰
۲	۱۵۰۰-۸۰۰
۳	۸۰۰-۴۰۰



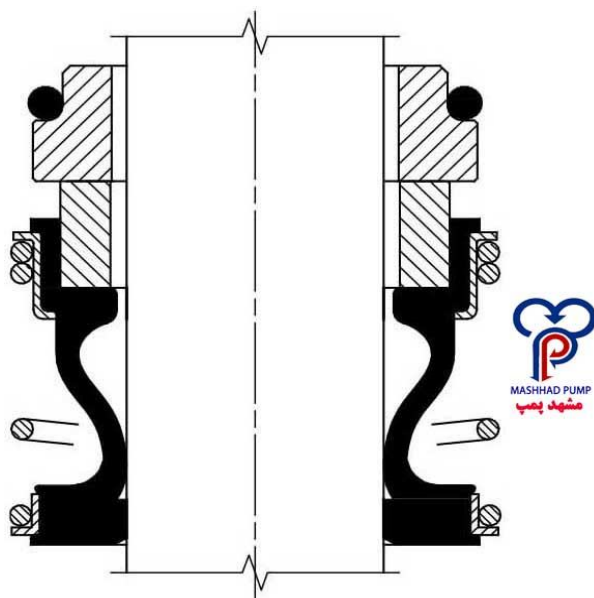
تصویر ۴۲- نمودار فشار/دما

نوع G

عایق نوع G به صورت عایق اورینگ نامتوازن با دمنده های لاستیکی تعریف می شود.

توصیف/مشخصه ها

- مخصوصا مناسب مایعات ضدیخ یا مایعات دارای مقادیر بالای جامدات یا ذرات رسوب کرده.
- مناسب برای مایعات حاوی آهک یا لجن که در آن ریسک رسوب و گیر کردن وجود دارد.
- مقاومت به سایش خوردنده (خوردگی سایشی) که وقتی روی می دهد که اورینگ نوار اکسید حفاظتی محور فولاد ضد زنگ را بساید.
- عایق محور مستقل از مسیر چرخش است.



تصویر ۴۳ - عایق نوع G

پروفایل های کاربرد

عایق نوع G پروفایل کاربرد زیر را دارد:

- SiC/SiC

شایستگی

نامناسب	مناسب تحت شرایط خاص	مناسب	
			مایعات قلیایی
			مایعات اسیدی

			کار خشک
			ذرات جامد در مایع
			مایعات حاوی رسوب/آهک
			مایعات ضد یخ

نمودار فشار/دما

نمودار فشار/دما براساس آب تمیز است. در دمای زیر نقطه انجماد، نمودارها براساس مخلوط آب و گلیکول هستند.



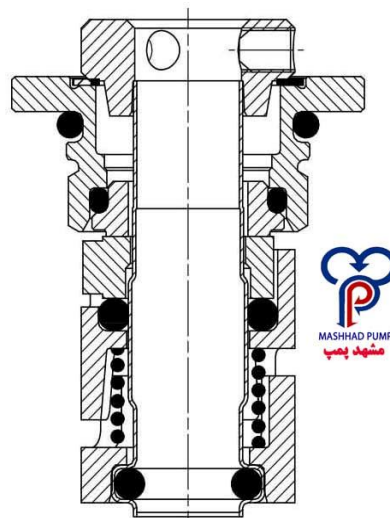
نوع H

عایق نوع H به صورت عایق اورینگی نوع کارتریجی تعریف می شود.

توصیف/مشخصه ها

- با توجه به طراحی عایق متوازن، این عایق قدرتمند برای فشارهای تا ۳۰ بار مناسب است.
- می تواند بدون جداسازی قطعات پمپ تعویض شود.
- تعویض آسان در طول سرویس.

- ریسک سایش خوردنده (خوردگی سایشی) در مایعات خوردنده. سایش خوردنده وقتی روی می دهد که اورینگ نوار اکسید حفاظتی محور فولاد ضد زنگ را بساید. در حالی که عایق به صورت عایق کارتریجی با غلافی روی محور طراحی شده است، سایش خوردنده به غلاف و نه محور، صدمه می زند. این اجازه تعویض عایق بدون نوسازی کل پمپ را می دهد.
- ریسک رسوب دور اورینگ ها و نیز گیر کردن اورینگ در مایعات با محتوای آهک یا لجن بالا.



تصویر ۴۵ - عایق نوع H

پروفایل های کاربرد

عایق نوع H پروفایل های کاربرد زیر را دارد:

- SiC/SiC
- SiC/کربن
- WC/کربن
- WC/WC

نوع H برای محور ۱۲۰، ۱۶۰ و ۲۲۰ میلیمتر با وجوه عایق SiC/SiC (Q_1^G/Q_1^G)

- حامل های قدرتمند عایق تا حد زیادی به خنک سازی وجوه عایق در صورت کار خشک، کمک می کند. این کار عایق را برای مقاومت در برابر چند دقیقه کار خشک، علیرغم جفت سازی جنس وجه عایق، توانا می سازد.

- مناسب برای مایعات حاوی آهک و لجن که در آن ریسک رسوب و گیر کردن وجود دارد.

هیچ رابطه ای بین شاخص شایستگی و نمودارهای فشار/دما وجود ندارد اما با هم آن ها پروفایل کارکرد را شکل می دهند.

شایستگی

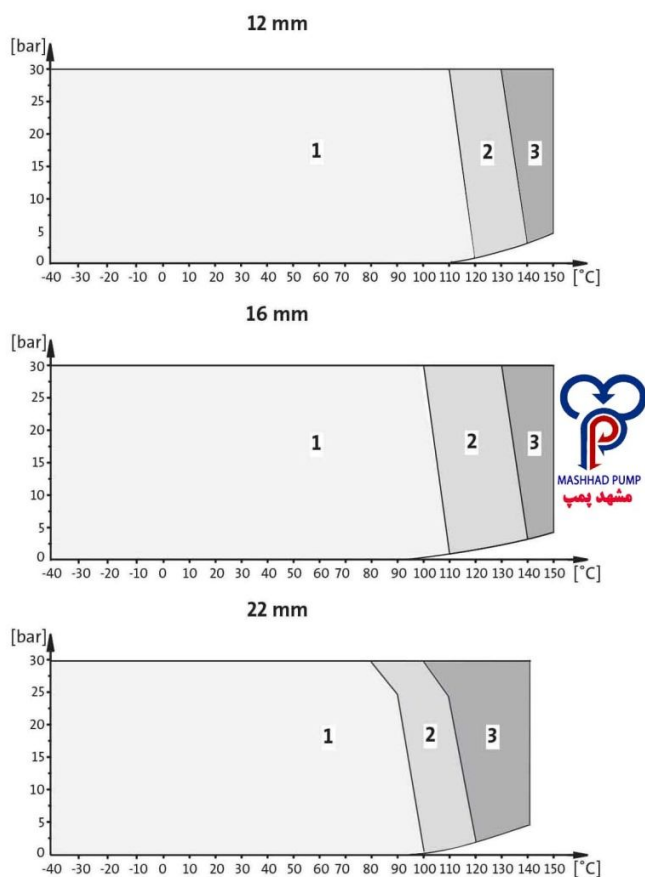
نامناسب	مناسب تحت شرایط خاص	مناسب	
			مایعات قلیایی
			مایعات اسیدی
			کار خشک
			ذرات جامد در مایع
			مایعات حاوی رسوب/آهک
			مایعات ضد یخ

نمودارهای فشار/دما

نمودارهای فشار/دما براساس آب تمیز هستند.

اعداد در جدول زیر به نمودارهای فشار/دما اشاره دارد.

موقعیت	محدوده
۱	محدوده کاری بهینه
۲	ریسک نويز دوره ای در ارتباط با شروع به کار و تغییرات در فشار و دما



تصویر ۴۶- نمودارهای فشار/دما

نوع H برای محور $\varnothing 12$ ، $\varnothing 16$ و $\varnothing 22$ میلیمتری با وجوه عایق SiC/کربن

این عایق برای استفاده در آب بسیار داغ پیشنهاد می شود (بالای ۱۰۰ درجه سانتیگراد). می تواند بدون جداسازی قطعات پمپ تعویض شود.

هیچ رابطه ای بین شاخص شایستگی و نمودارهای فشار/دما وجود ندارد اما با هم آن ها پروفایل کارکرد را شکل می دهند.

شایستگی

نامناسب	مناسب تحت شرایط خاص	مناسب	
			مایعات قلبیایی
			مایعات اسیدی

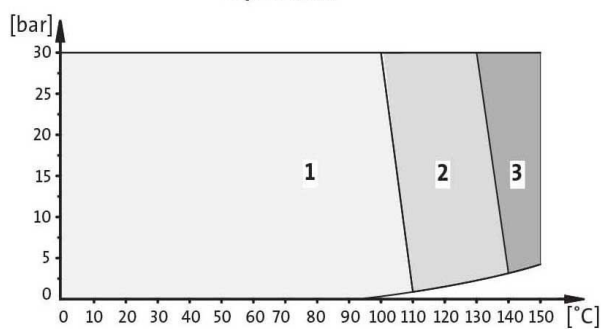
			کار خشک
			ذرات جامد در مایع
			مایعات حاوی رسوب/آهک
			مایعات ضد یخ

نمودارهای فشار/دما

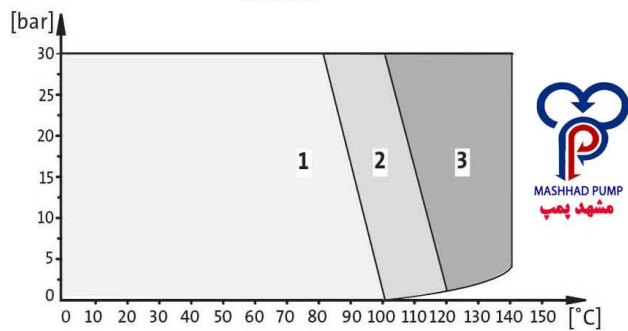
نمودارهای فشار/دما براساس آب تمیز هستند. در دماهای زیر نقطه انجماد، نمودارها براساس مخلوط آب و گلیکول هستند. اعداد در جدول زیر به نمودارهای فشار/دما اشاره دارد.

موقعیت	وהל‌های سرویس پیشنهادی (ساعات عملیاتی) پیش از سایش
۱	۲۰۰۰-۱۴۰۰
۲	۱۴۰۰-۸۰۰
۳	۸۰۰-۴۰۰

12/16 mm



22 mm



تصویر ۴۷- نمودارهای فشار/دما

نوع H برای محورهای ۱۲، ۱۶ و ۲۲ میلیمتر با وجوه عایق WC/کربن

این عایق برای استفاده در آب بسیار داغ (بالای ۱۰۰ درجه سانتیگراد) پیشنهاد می شود. می تواند بدون جداسازی قطعات پمپ تعویض شود.

هیچ رابطه ای بین شاخص شایستگی و نمودارهای فشار/دما وجود ندارد اما با هم آن ها پروفایل کارکرد را شکل می دهند.

شایستگی

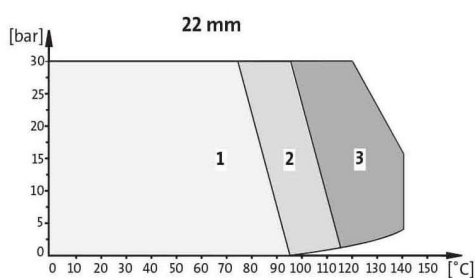
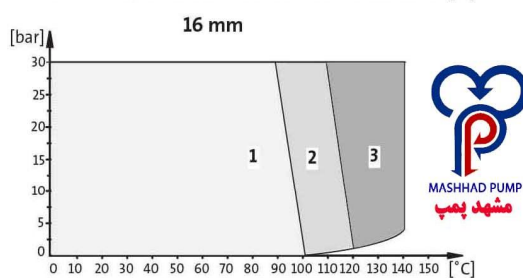
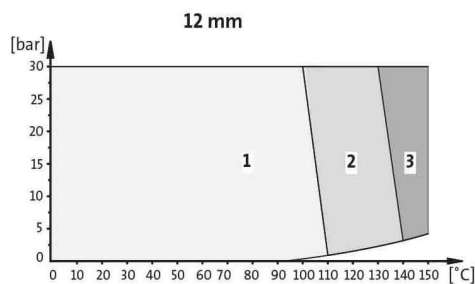
نامناسب	مناسب تحت شرایط خاص	مناسب	
			مایعات قلیایی
			مایعات اسیدی
			کار خشک
			ذرات جامد در مایع
			مایعات حاوی رسوب/آهک
			مایعات ضد یخ

نمودارهای فشار/دما

نمودارهای فشار/دما براساس آب تمیز هستند. در دماهای زیر نقطه انجماد، نمودارها براساس مخلوط آب و گلیکول هستند.

اعداد در جدول زیر به نمودارهای فشار/دما اشاره دارد.

موقعیت	وهله های سرویس پیشنهادی (ساعات عملیاتی) پیش از سایش
۱	۲۰۰۰-۱۴۰۰
۲	۱۴۰۰-۸۰۰



تصویر ۴۸- نمودارهای فشار/دما

نوع H برای محور $\varnothing 12$ ، $\varnothing 16$ و $\varnothing 22$ میلیمتری با وجوه عایق WC/WC

- عایق مناسب استفاده برای بسیاری از کاربردها به جز برای آب بسیار داغ (بالای 100°C درجه سانتیگراد) است. می تواند بدون جداسازی قطعات پمپ تعویض شود.

- حامل های قوی عایق تا حد زیادی به خنک سازی وجوه عایق در صورت کار خشک، کمک می کند. این کار عایق را دارای ظرفیت مقاومت چندین دقیقه ای در برابر کار خشک، علیرغم جفت سازی جنس عایق، می کند.

هیچ رابطه ای بین شاخص شایستگی و نمودارهای فشار/دما وجود ندارد اما با هم آن ها پروفایل کارکرد را شکل می دهند.

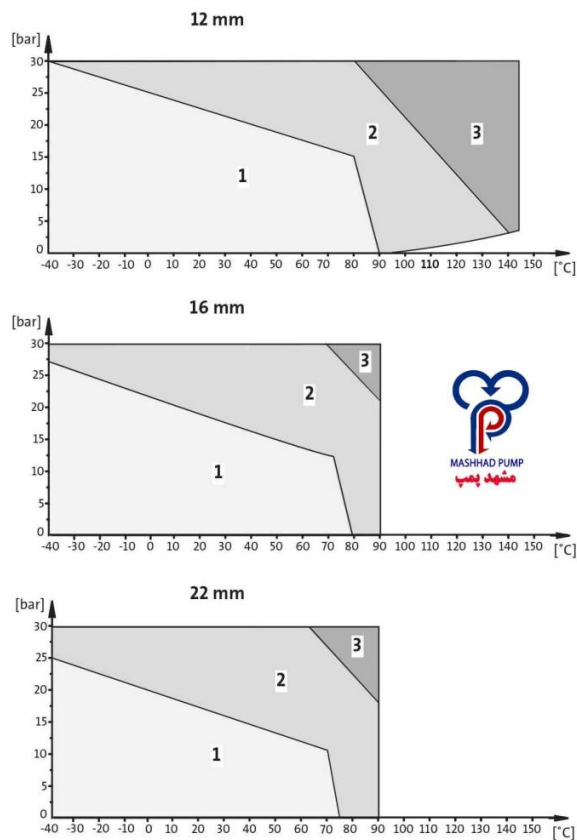
شایستگی

نامناسب	مناسب تحت شرایط خاص	مناسب	
			مایعات قلیایی
			مایعات اسیدی
			کار خشک
			ذرات جامد در مایع
			مایعات حاوی رسوب/آهک
			مایعات ضد یخ

نمودارهای فشار/دما

نمودارهای فشار/دما براساس آب تمیز هستند. اعداد در جدول زیر به نمودارهای فشار/دما اشاره دارد.

موقعیت	محدوده
۱	محدوده کاری بهینه
۲	ریسک نويز دوره ای در ارتباط با شروع به کار و تغییرات در فشار و دما



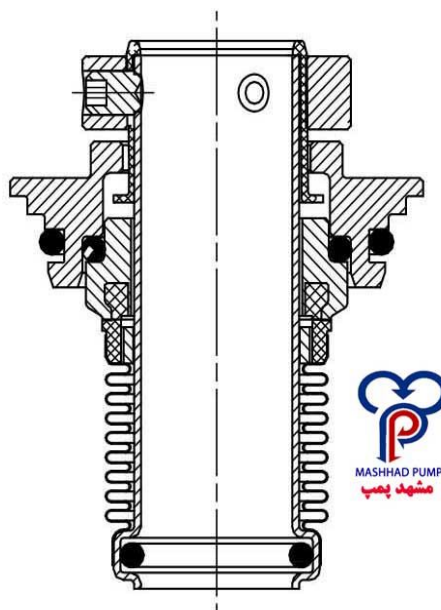
تصویر ۴۹- نمودارهای فشار/دما

نوع K

عایق نوع A به صورت عایق دمنده فلزی (نوع M، نوع کارتریجی) تعریف می شود.

توصیف/مشخصه ها

- مخصوصا مناسب مایعات دارای با مقادیر بالای ذرات رسوبی.
- عایق برای دماهای بالای ۱۰۰+ درجه سانتیگراد مناسب است.
- می تواند بدون جداسازی قطعات پمپ تعویض شود. به علاوه، عایق محور پمپ های با اندازه موتور بالای ۷.۵ کیلووات را می توان بدون برداشتن موتور تعویض کرد.
- عایق در مقایسه با سایر انواع عایق، به دلیل نسبت توازن، عمر طولانی دارد.
- مناسب برای مایعات دارای آهک و لجن که در آن ریسک رسوب و گیر کردن وجود دارد.



تصویر ۵۰- عایق نوع K

پروفایل های کاربرد

عایق نوع K پروفایل های کاربرد زیر را دارد:

- WC / کربن
- WC / هیبرید
- WC / WC

نوع K با وجوه عایق WC / کربن

هیچ رابطه ای بین شاخص شایستگی و نمودارهای فشار/دما وجود ندارد اما با هم آن ها پروفایل کارکرد را شکل می دهند.

شایستگی

نامناسب	مناسب تحت شرایط خاص	مناسب	
			مایعات قلیایی
			مایعات اسیدی
			کار خشک
			ذرات جامد در مایع

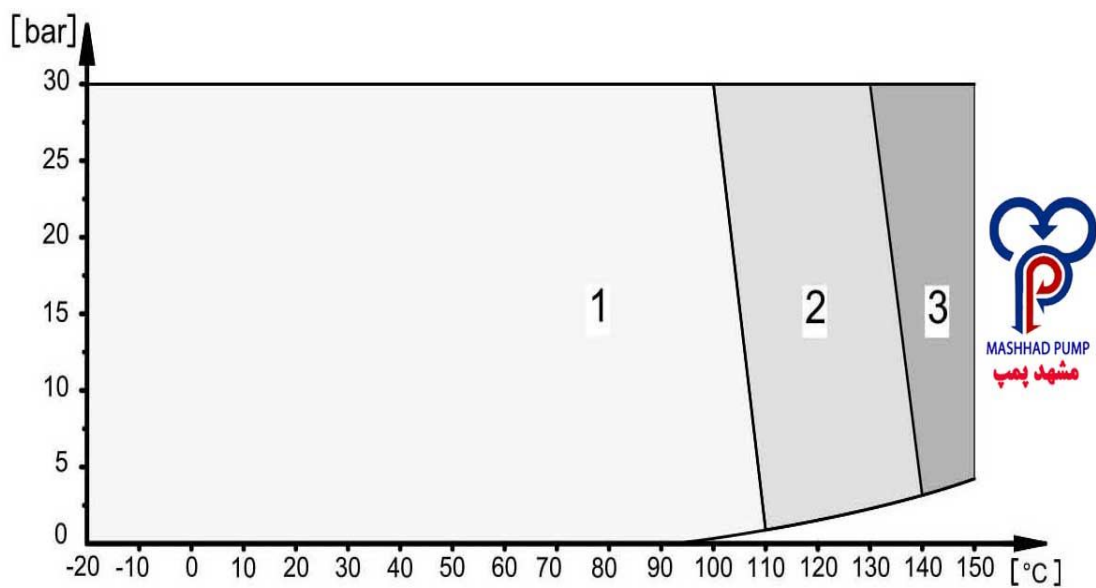
			مایعات حاوی رسوب/آهک
			مایعات ضد یخ

نمودارهای فشار/دما

نمودارهای فشار/دما براساس آب تمیز هستند.

اعداد در جدول زیر به نمودارهای فشار/دما اشاره دارد.

موقعیت	و هله های سرویس پیشنهادی (ساعات عملیاتی) پیش از سایش
۱	۲۰۰۰-۱۴۰۰
۲	۱۴۰۰-۸۰۰
۳	۸۰۰-۴۰۰



تصویر ۵۱- نمودارهای فشار/دما

نوع K با وجوه عایق WC/هیبرید

هیچ رابطه ای بین شاخص شایستگی و نمودارهای فشار/دما وجود ندارد اما با هم آن ها پروفایل کارکرد را شکل می دهند.

نامناسب	مناسب تحت شرایط خاص	مناسب	
			مایعات قلبایی
			مایعات اسیدی
			کار خشک
			ذرات جامد در مایع
			مایعات حاوی رسوب/آهک
			مایعات ضد یخ

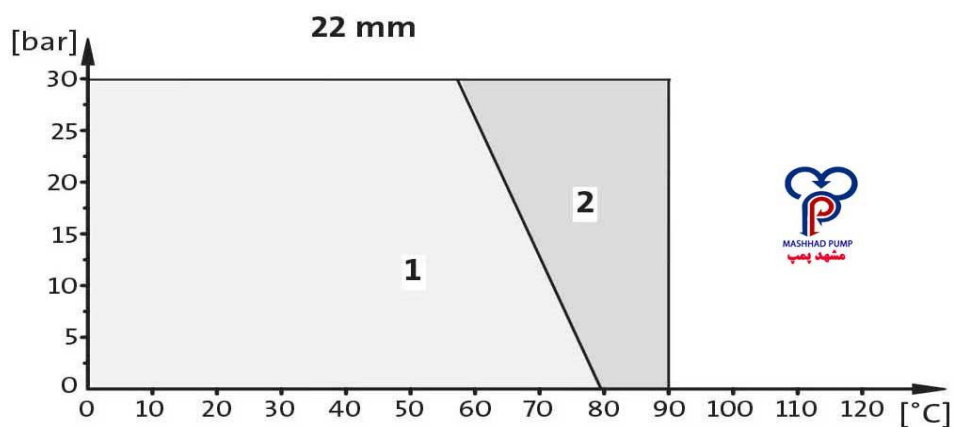
نمودارهای فشار/دما

نمودارهای فشار/دما براساس آب تمیز هستند.

اعداد در جدول زیر به نمودارهای فشار/دما اشاره دارد.

موقعیت	محدوده
۱	محدوده کاری بهینه
۲	ریسک نويز دوره ای در ارتباط با شروع به کار و تغییرات در فشار و دما

نکته: نويز به صورت ویژه در سرعت های پایین روی می دهد.

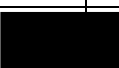
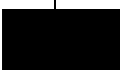


تصویر ۵۲- نمودارهای فشار/دما

نوع K با وجوه عایق WC/WC

هیچ رابطه ای بین شاخص شایستگی و نمودارهای فشار/دما وجود ندارد اما با هم آن ها پروفایل کارکرد را شکل می دهند.

شایستگی

نامناسب	مناسب تحت شرایط خاص	مناسب	
			مایعات قلیایی
			مایعات اسیدی
			کار خشک
			ذرات جامد در مایع
			مایعات حاوی رسوب/آهک
			مایعات ضد یخ

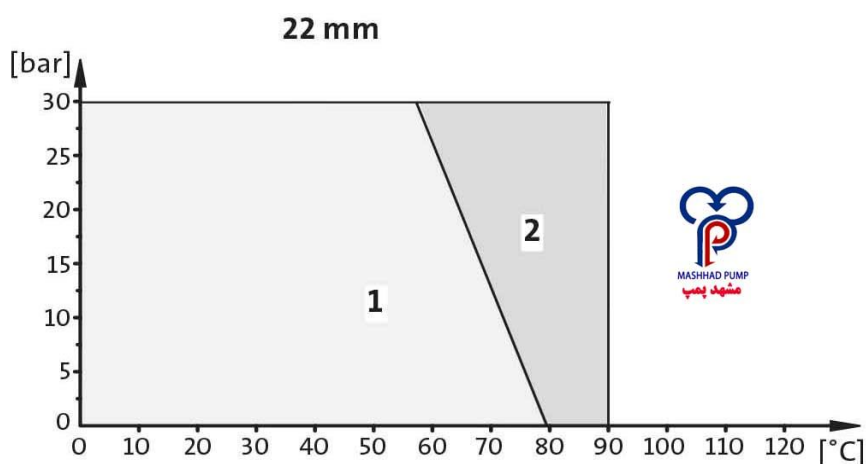
نمودارهای فشار/دما

نمودارهای فشار/دما براساس آب تمیز هستند. در دماهای زیر نقطه انجماد، نمودارها براساس مخلوط آب و گلیکول هستند.

اعداد در جدول زیر به نمودارهای فشار/دما اشاره دارد.

موقعیت	محدوده
۱	محدوده کاری بهینه
۲	ریسک نویز دوره ای در ارتباط با شروع به کار و تغییرات در فشار و دما

نکته: نویز مخصوصا در سرعت های پایین روی می دهد.



تصویر ۵۳- نمودارهای فشار/دما

نوع R

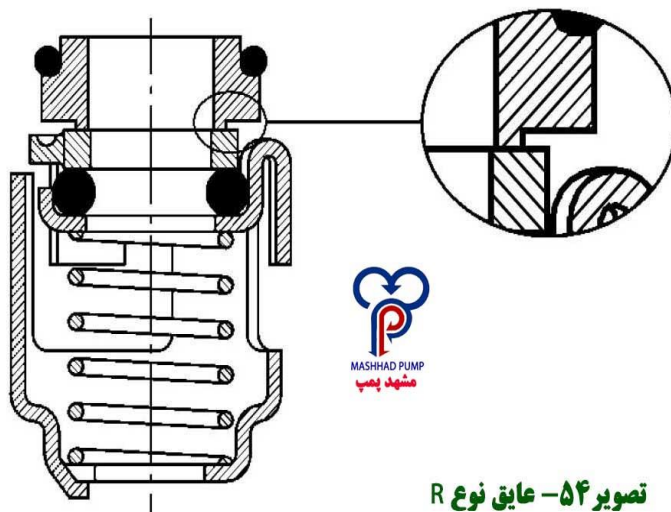
عایق نوع R به صورت عایق اورینگی، نوع A، با گرداننده عایق ثابت و وجه عایق کاهش یافته تعریف می شود.

توصیف/مشخصه ها

- طراحی شده به صورت ویژه برای مایعات ضد یخ یا مایعات حاوی مقادیر زیاد جامد یا ذرات ته نشسته.
- گرداننده های قوی عایق تضمین می کند گشتاور حتی در شرایط عملیاتی دشوار، منتقل می شود.
- وجوه عایق پوشش دار با سطح صاف، سخت از گیر کردن جلوگیری می کنند، که احتمالا باعث نشت اندک در طول

دوره سایش می شود (۱۰ - ۳۰ روز).

- ریسک سایش خورنده (خوردگی سایشی) در مایعات خورنده. سایش خورنده وقتی اورینگ نوار اکسید حفاظتی محور فولاد ضد زنگ را می ساید، روی می دهد.
- به عنوان استاندارد به صورت ۱۲، ۱۶ و ۲۲ از جنس WC/WC با اورینگ های EPDM یا FKM در دسترس است.



پروفایل کاربرد

عایق نوع R پروفایل کاربرد WC/WC دارد.

نوع R با وجوه عایق WC/WC

هیچ رابطه ای بین شاخص شایستگی و نمودارهای فشار/دما وجود ندارد اما با هم آن ها پروفایل کارکرد را شکل می دهند.

شایستگی

نامناسب	مناسب تحت شرایط خاص	مناسب	
			مایعات قلیایی
			مایعات اسیدی
			کار خشک
			ذرات جامد در مایع

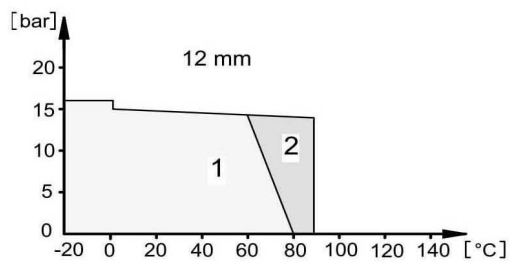
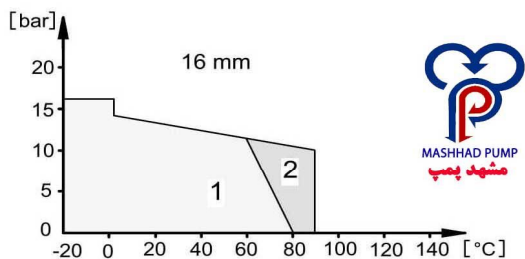
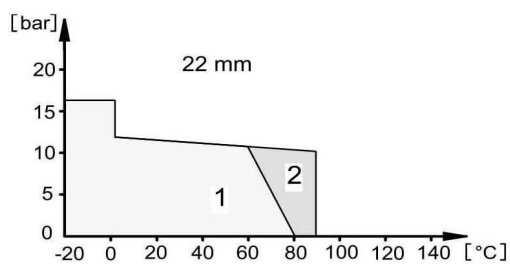
			مایعات حاوی رسوب/آهک
			مایعات ضد یخ

نمودارهای فشار/دما

نمودارهای فشار/دما براساس آب تمیز هستند. در دماهای زیر نقطه انجماد، نمودارها براساس مخلوط آب و گلیکول هستند.

اعداد در جدول زیر به نمودارهای فشار/دما اشاره دارد.

موقعیت	محدوده
۱	محدوده کاری بهینه
۲	ریسک نويز دوره ای در ارتباط با شروع به کار و تغییرات در فشار و دما



تصویر ۵۵- نمودارهای فشار/دما

چینش های عایق

مشهد پمپ انواع عایق های دوتایی زیر را پیشنهاد می دهد:

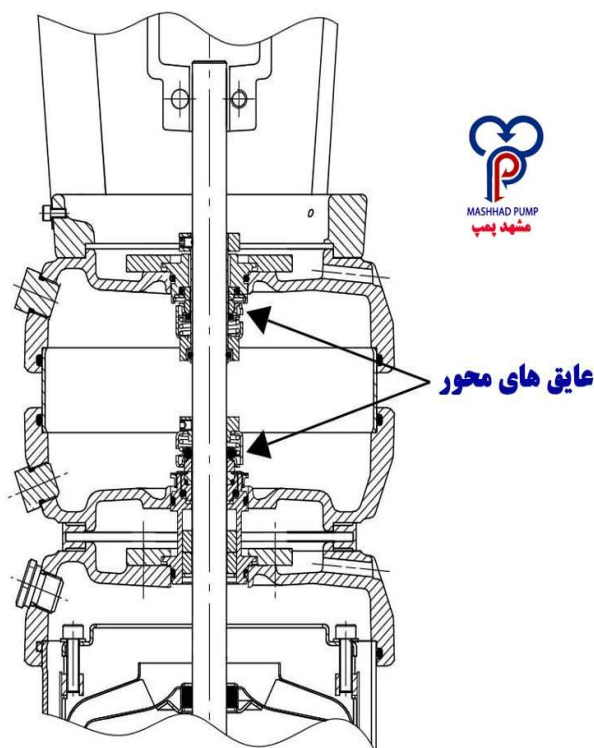
- عایق دوتایی نصب شده پشت به پشت، نوع O
- عایق دوتایی نصب شده متوالی، نوع P
- عایق کاتریج - DE، نوع Q.

عایق دوتایی (پشت به پشت)

عایق مشهد پمپ نوع O به صورت دو عایق دوتایی نصب شده با چینش پشت به پشت تعریف می شود.

توصیف

این نوع عایق دوتایی شامل دو عایق محور نصب شده پشت به پشت در اتاقک عایق جداگانه است.



تصویر ۵۶- چینش پشت به پشت در پمپ

فشار در اتاقک عایق باید بالاتر از فشار پمپ باشد. فشار در اتاقک می تواند توسط موارد زیر ایجاد شود

- تشدیدکننده فشار وقتی فشار عملیاتی بالای ۱۶ بار است
 - پمپ جداگانه، مثلاً یک پمپ پیمانه، وقتی فشار عملیاتی کمتر از ۱۶ بار یا برابر آن است.
 - منبع فشار موجود، جداگانه. بسیاری از کاربردها شامل سیستم تحت فشار است.
- چینش پشت به پشت با اتاقک عایق تحت فشار از نشت مایع پمپ شده از عایق محور به محیط جلوگیری می کند.

کاربردها

عایق های دوتایی نصب شده پشت به پشت برای استفاده با مایعات سمی، تهاجمی یا انفجاری پیشنهاد شده اند. چینش پشت به پشت محیط اطراف و افرادی که در مجاور پمپ کار می کنند را حفاظت می کند.

این نوع عایق محور راه حل بهینه ای برای جابجایی مایعات ساینده یا چسبنده است که عایق محور مکانیکی را ساییده، به آن صدمه می زنند یا آن را مسدود می کنند.

عایق دوتایی نصب شده به صورت پشت به پشت در موارد زیر به کار می رود

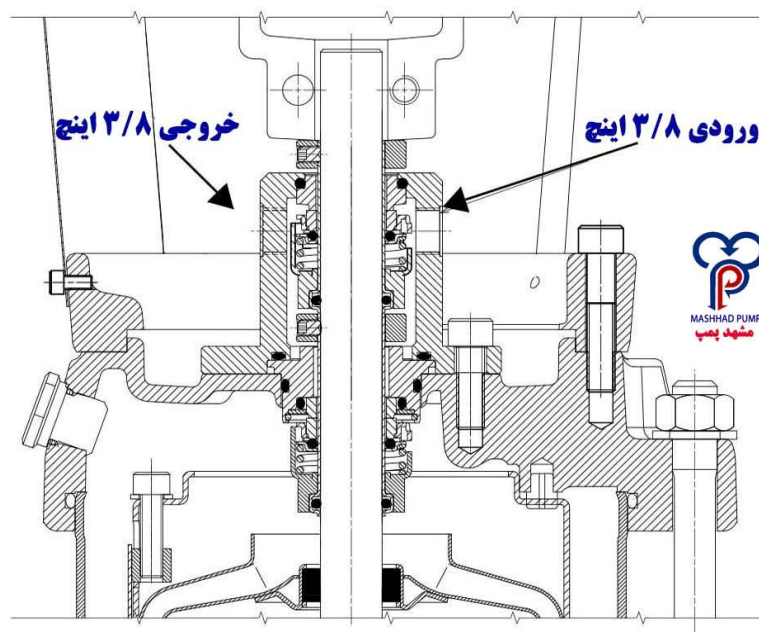
- صنایع رنگ
- صنایع تقطیر
- صنایع پتروشیمی.

عایق دوتایی (متوالی)

عایق نوع p به صورت دو عایق دوتایی نصب شده در چینش متوالی تعریف می شود.

توصیف

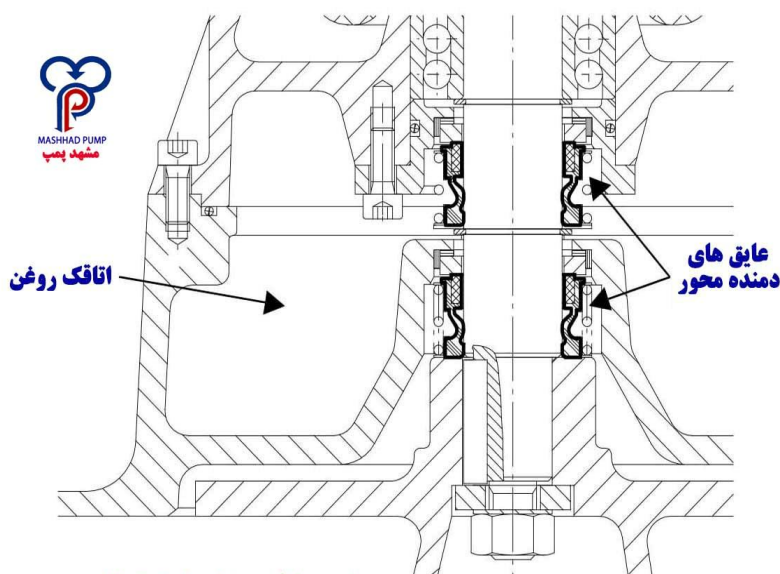
این نوع عایق دوتایی شامل دو عایق محور نصب شده به صورت متوالی در اتاقک عایق جداگانه است. فقط عایق های محور کاتریجی را می توان به کار برد.



تصویر ۵۷- چینش عایق متوالی در پمپ

اگر عایق اصلی در پمپ نشت کند، مایع پمپ شده توسط مایع فلاش به بیرون شسته می شود.

فشار مایع شستشو همیشه باید کمتر از فشار مایع پمپ شده باشد.



تصویر ۵۸- چینش عایق متوالی در پمپ

پمپ های فاضلاب به یکی از حالات زیر موجود هستند

- ترکیبی از عایق دمنده مکانیکی و عایق لبه بین موتور و پمپ یا
- دو عایق دمنده مکانیکی نصب شده روی یکی از جوانب اتاقک روغن.

چینش متوالی از ورود فاضلاب و تخریب موتور جلوگیری می کند.

کاربردها

عایق های دوتایی نصب شده به صورت متوالی برای استفاده با مایعات کریستالی شونده، سخت شونده یا چسبنده در موارد زیر پیشنهاد می شوند

- صنایع دارویی (یعنی تولید دکستران)،
- سیستم های هوازدایی فشار منفی (خلا)
- صنایع جابجاکننده محصولات روغنی به صورت بالقوه سخت شونده
- صنایع تولیدکننده سود سوزآور (سدیم هیدروکسید - NaOH)
- صنایع تولید کننده اهنک آب دار (کلسیم هیدروکسید $(Ca(OH)_2)$)
- فاضلاب.

عایق های محور کاتریج-DE

عایق نوع Q یک عایق دوتایی کاتریج-DE است.

توصیف

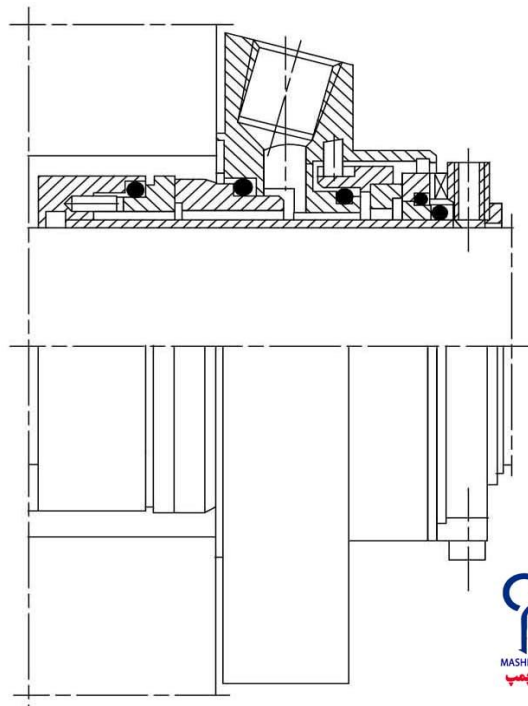
عایق کاتریج-DE عایق محور توازن فشار دوتایی است که به صورت یک واحد برای استفاده در پمپ های گریز از مرکز پیش مونتاژ شده است.

عایق کاتریج-DE به صورت عایق تکی و عایق دوتایی، براساس کاربرد، در دسترس است.

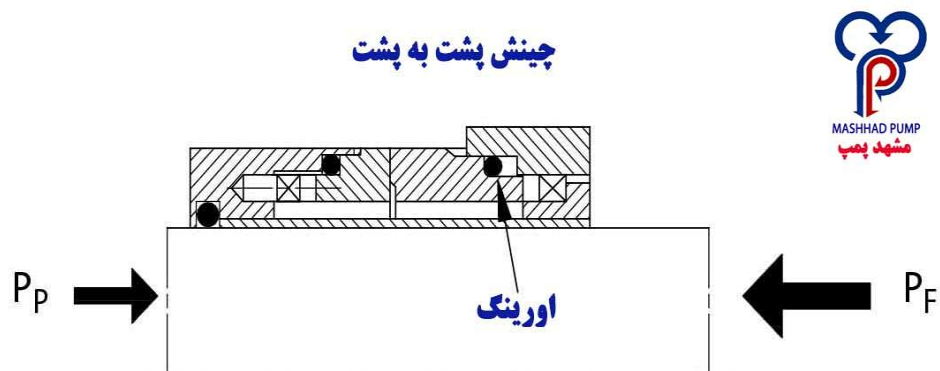
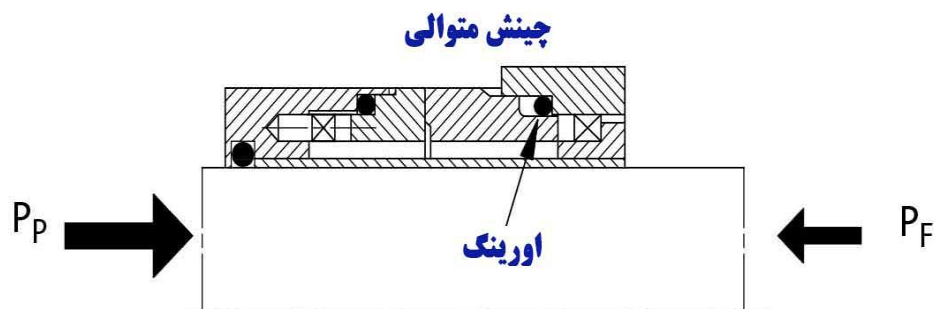
در چینش دو عایقی، عایق دوتایی کاتریج-DE را می توان به شیوه های زیر نصب کرد

- متوالی نوع P یا
- پشت به پشت نوع O

عایق کاتریج-DE مستقل از مسیر چرخش است.



تصویر ۵۹- عایق کاتریج - DE



تصویر ۶۰- عایق محور کاتریج-DE با چینش متوالی و پشت به پشت

همان طور که در بالا می بینید، دو چینش کارکرد عایق محور را به روش های متفاوتی تحت تاثیر قرار می دهد.

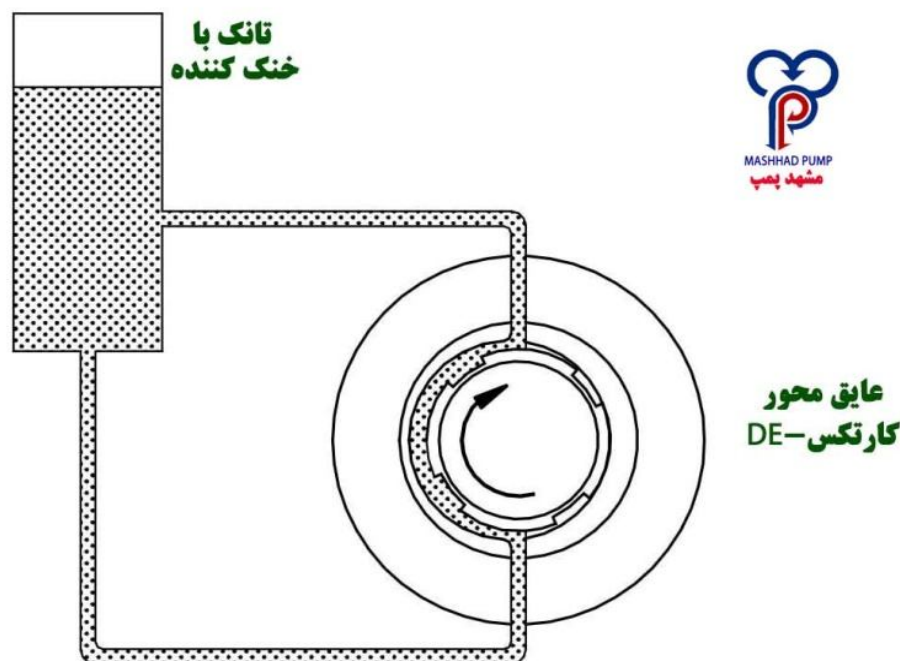
در چینش متوالی، فشار مایع پمپ شده (P_P) بالاتر از فشار مایع شستشو (P_F) است.

این توزیع فشار محور را به صورت طولی به سمت راست جابجا می کند که اجازه می دهد مایع پمپ شده در شکاف بین بخش های چرخشی و ثابت وارد شود. در نتیجه این جابجایی، اورینگ به سمت راست حرکت می کند و در برابر مایع شستشوی جاری از جانب راست پایین اتاقک عایق کاری می کند.

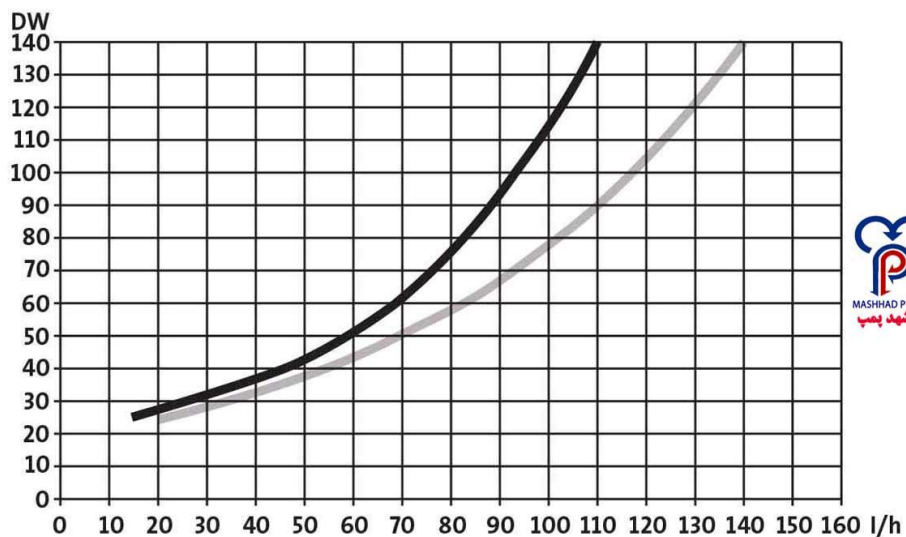
در چینش پشت به پشت، فشار مایع پمپ شده (P_P) پایین تر از فشار مایع شستشو (P_F) است.

توزیع فشار محور را به صورت طولی به سمت چپ جابجا می کند که به مایع شوینده اجازه می دهد در شکاف بین بخش های چرخشی و ثابت وارد شود. در حالی که محور به سمت چپ حرکت می کند، اورینگ به دنبال آن می آید و در برابر مایع پمپ شده جاری از جانب سمت چپ بالای اتاقک را عایق کاری می کند.

در طول عملیات، خنک کننده توسط محور چرخشی پمپ از تانک در میان عایق محور تلمبه جاری می شود. خنک کننده گردشی از گرم شدن بیش از حد عایق محور جلوگیری می کند.



تصویر ۶۱- خنک سازی عایق کاتریج



تصویر ۶۲- حجم گردش کاتریج DE-

پروفایل های کاربرد

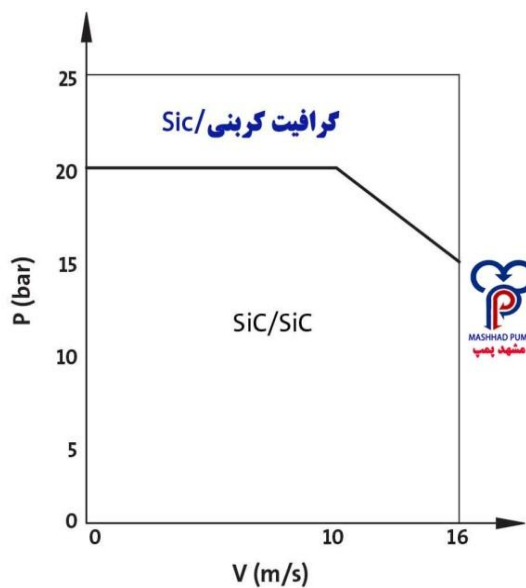
عایق محور کاتریج-DE پروفایل های کاربرد زیر را دارد:

• گرافیت کربن/SiC

• SiC/SiC

نمودار فشار/سرعت

نمودار فشار در رابطه با سرعت وجوه عایق براساس آب تمیز است.



تصویر ۶۳- نمودار فشار/سرعت وجه عایق

راس خنک شده با هوا (برای دماهای بالا)



تصویر ۶۴- عکس پمپ خطی با مونتاز راسی خنک شده با هوا

اطلاعات کلی

راه حل عایق محور راس خنک شده با هوای منحصر به فرد برای کاربردهای دربردارنده دماهای بالا از $+120$ درجه سانتیگراد تا $+180$ درجه سانتیگراد پیشنهاد می شود.

راه حل های راس خنک شده با هوای زیر در دسترس هستند:

- پمپ دارای قطعات لاستیکی EPDM: $+120$ تا $+150$ درجه سانتیگراد
- پمپ دارای قطعات لاستیکی FKM: $+120$ تا $+180$ درجه سانتیگراد.

کاربردها

- تغذیه دیگ بخار
- کنترل دما، مثلاً در فرآیندهای قالب گیری
- گردش روغن های انتقالی.

محدوده پمپ

۱۲۰+ تا ۱۵۰+ درجه سانتیگراد و ۱۲۰+ تا ۱۸۰+ درجه سانتیگراد

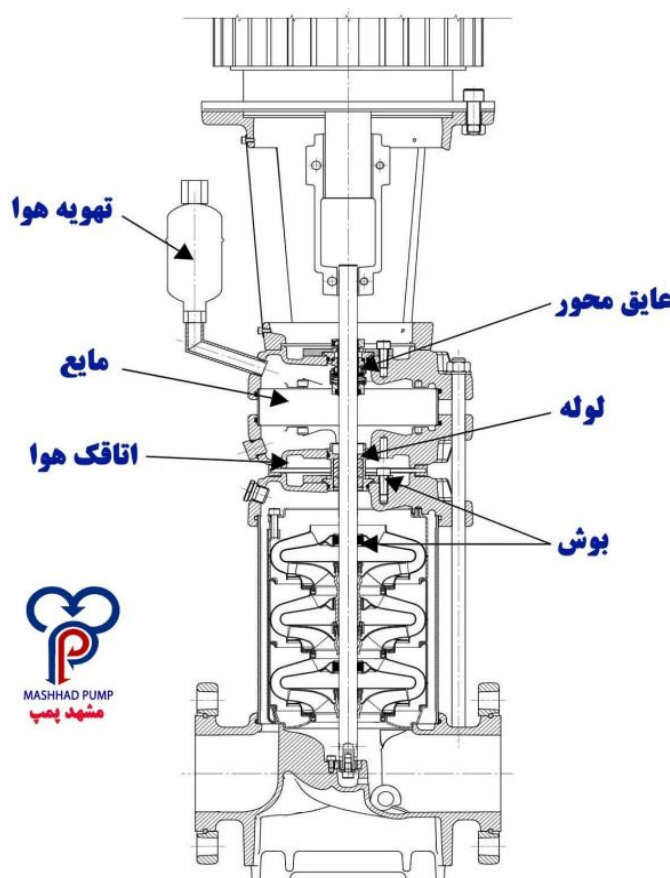
توصیف تکنیکی

راس خنک شده با هوا اتاقک عایق را با اتاقک خنک شده با هوا از پمپ جدا می کند که اثر کاربردی مشابه فلاسک دارد.

از طریق مسیر عبور باریک بین پمپ و راس خنک شده با هوا، مقدار اندکی از مایع پمپ شده توسط گردش طبیعی مجدداً گردش می کند.

دماهای بالای ۱۲۰+ درجه سانتیگراد معمولاً منجر به کاهش اساسی عمر عایق به دلیل روان سازی ضعیف وجوه عایق می شود. در حالی که دما در اتاقک عایق در طول عملیات از ۱۲۰+ درجه سانتیگراد تجاوز نمی کند.

راس خنک شده با هوا نیازمند سازی خارجی نیست.



تصویر ۶۵- ترسیم پمپ خطی با مونتاز راس خنک شده با هوا

تهویه هوای خودکار برای تهویه اتاقک عایق پمپ مورد نیاز است.

مقایسه انواع عایق

مقایسه براساس طراحی عایق برای حداکثر ۱۶ بار بدون در نظر گرفتن وجه عایق و جنس عایق ثانویه است، به صورتی که با آن ها جداگانه برخورد شود.

ستاره ها درجه شایستگی را با توجه به پارامترهای بیان شده نشان می دهد، پنج ستاره شایستگی بهینه است.

پارامترهای مقایسه	نوع A	نوع B	نوع C	نوع E	نوع G	نوع H	نوع K	نوع R
مایع ضد یخ	****	***	***	****	*****	****	*****	*****
رسوب	***	*****	***	***	*****	***	*****	****
بالای ۱۰۰+ درجه سانتیگراد	**	***	**	***	*	*****	*****	*
زمان مونتاژ	**	***	***	*****	**	*****	*****	**
قدرتمندی در برابر نواقص مونتاژ	***	***	***	*****	***	*****	*****	***
شروع به کار/توقف	***	***	***	***	***	*****	*****	***
فشار بالا	***	**	*	***	*	*****	*****	*
خرابی قطعات لاستیکی	***	**	***	***	***	***	*****	***
قدرت گرداننده عایق (سیمان)	*****	***	***	*****	*****	*****	*****	*****

								کردن)
***	*****	*****	***	*****	***	***	*****	عمر طولانی
**	*	*****	**	**	**	***	**	فعالیت خشک با کاربرد تنگستن/جفت سازی جنس کاربید تنگستن
***	***	*****	*****	***	***	***	*****	قدرت در برابر جابجایی سخت

مایعات پمپ شده

لیست مایعات پمپ شده

جداول زیر شایستگی عایق های محور منفرد در مایعات پمپ شده منفرد را نشان می دهد. شایستگی فقط به عایق محور مکانیکی اعمال می شود و به طور کلی مرتبط با پمپ ها نیست.

شایستگی ترکیب های عایق منفرد براساس اطلاعات درباره دما، غلظت و غیره در جداول داده شده است. تغییرات در این شرایط شایستگی عایق را تحت تاثیر قرار خواهد داد.

به صورت مورد نظر راهنما، لیست های مایعات پمپ شده براساس آخرین دانش و تجربه است.

از آنجایی که لیست های مایع پمپ شده دسته سمیت مایعات منفرد را بیان نمی کند، به روشنی با توجه لیست ها مشخص نیست آیا عایق برای کار مورد نظر به منظور پرهیز از خطرات سلامتی مناسب است یا خیر (خوردگی، مسمومیت و غیره).

اسیدها

راهنما

++ = بهترین راه حل

+ = مناسب

± = مناسب تحت شرایط خاص

- = نامناسب

عایق محور (EN 12756)										مایع
B	B	U	U	B	B	B	B	Q	Q	وجه چرخشی:
U	U	U	U	V	V	Q	Q	Q	Q	جایگاه ثابت:
V	E	V	E	V	E	V	E	V	E	عایق ثانوی:
G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	فتر:
G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	سایر قطعات:
	۲۰		۲۰				۲۰		۲۰	استیک اسید
	۵		۵				۵		۵	CH ₃ COOH
	±	-	±	-	-	-	+	-	++	شایستگی
پیشنهادهای										
	۲۰		۲۰				۲۰		۲۰	استیک انیدرید
	۲		۲				۳		۳	(CH ₃ CO) ₂ O
-	±	-	±	-	-	-	+	-	++	شایستگی
راه محلول آبی (استیک اسید شکل می دهد).										پیشنهادهای

۸		۸۰				۸۰		۸۰		دمای حداکثر (C)	بنزوئیک اسید
۵		۵				۵		۵		غلظت حداکثر (%)	C ₆ H ₅ COOH
+	-	+	-	-	-	+	-	++	-	شایستگی	
										پیشنهادهات	
						۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	دمای حداکثر (C)	کرومیک اسید
						۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	غلظت حداکثر (%)	CrO ₃
-	-	-	-	-	-	+	++	++	++	شایستگی	
										پیشنهادهات	
۴۰	۴۰	۴۰	۴۰			۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	دمای حداکثر (C)	سیتریک اسید
۵	۵	۵	۵			۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	غلظت حداکثر (%)	HOC(COO H)(CH ₂ CO OH) ₂
+	+	++	++	-	-	++	++	++	++	شایستگی	
										پیشنهادهات	
						۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	دمای حداکثر (C)	هیدروکلریک اسید
						۰.۱>	۰.۱ >	۰.۱>	۰.۱>	غلظت حداکثر (%)	HCl
-	-	-	-	-	-	±	±	±	±	شایستگی	
ریسک ایجاد حفره روی قطعات فولاد ضد زنگ										پیشنهادهات	
۲۰	۲۰	۲۰	۲۰			۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	دمای حداکثر (C)	لاکتیک اسید
۲۰	۲۰	۲۰	۲۰			۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	غلظت حداکثر (%)	CH ₃ CHOH COOH
+	+	+	+	-	-	++	++	++	++	شایستگی	
										پیشنهادهات	

						۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	دمای حداکثر (C)	نیتریک اسید
						۵	۳۰	۵	۳۰	غلظت حداکثر (%)	HNO ₃
-	-	-	-	-	-	+	++	+	++	شایستگی	
										پیشنهادهات	
۲۰	۲۰	۲۰	۲۰			۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	دمای حداکثر (C)	اگزالیک اسید
۵	۵	۵	۵			۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	غلظت حداکثر (%)	(COOH) ₂
±	±	±	±	-	-	+	+	++	++	شایستگی	
										پیشنهادهات	
۵۰	۵۰	۵۰	۵۰			۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	دمای حداکثر (C)	فسفریک اسید
۱۵	۱۵	۱۵	۱۵			۸۵	۶۰	۸۵	۶۰	غلظت حداکثر (%)	H ₃ PO ₄
±	±	±	±	-	-	+	+	++	+	شایستگی	
عایق محور با فلاش در غلظت های بالای ۵۰ درصد										پیشنهادهات	
۸۰	۸۰	۸۰	۸۰			۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	دمای حداکثر (C)	سالیسیک اسید
۵	۵	۵	۵			۵	۵	۵	۵	غلظت حداکثر (%)	C ₆ H ₄ (OH)C OOH
+	+	+	+	-	-	+	+	+	++	شایستگی	
محورهای عایق با فلاش ممکن است به دلیل حلالیت پایین انتخاب خوبی باشند										پیشنهادهات	
						۲۰		۲۰		دمای حداکثر (C)	سولفامیک اسید
						۵		۵		غلظت حداکثر (%)	NH ₂ SO ₃ H
-	-	-	-	-	-	+	-	++	-	شایستگی	
										پیشنهادهات	

						۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	دمای حداکثر (C)	سولفوریک اسید
						۵	۵	۵	۵	غلظت حداکثر (%)	H ₂ SO ₄
-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	شایستگی	
										پیشنهادهات	
	۲۰		۲۰				۶۰		۶۰	دمای حداکثر (C)	سولفوروس اسید
	۲		۲				۶		۶	غلظت حداکثر (%)	H ₂ SO ₃
-	±	-	±	-	-	-	+	-	+	شایستگی	
										پیشنهادهات	

قلیایا (بازها)

راهنما

++ = بهترین راه حل

+ = مناسب

± = مناسب تحت شرایط خاص

- = نامناسب

عایق محور (EN 12756)										مایع
B	B	U	U	B	B	B	B	Q	Q	وجه چرخشی:
U	U	U	U	V	V	Q	Q	Q	Q	جایگاه ثابت:
V	E	V	E	V	E	V	E	V	E	عایق ثانوی:
G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	

										فنز:	
G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	سایر قطعات:	
	۶۰		۸۰				۶۰		۸۰	دمای حداکثر (C)	عامل گریس
	۱۰		۲۵				۱۰		۲۵	غلظت حداکثر (%)	زدای قلیایی
-	+	-	++	-	-	-	+	+	++	شایستگی	
عایق محور با فلاش/عایق محور دوتایی ممکن است مورد نیاز باشد؛ EPDM قابل استفاده نیست، اگر حمام گریس زدایی حاوی باقیمانده روغن باشد.										پیشنهادهات	
	۲۰		۲۰				۲۰		۲۰	دمای حداکثر (C)	آمونیاک
	۱۰۰		۱۰۰				۱۰۰		۱۰۰	غلظت حداکثر (%)	NH ₃
-	++	-	±			-	++	-	±	شایستگی	
عایق محور با فلاش/ عایق محور دوتایی مورد نیاز است؛ به آلیاژهای مس حمله می کند.										پیشنهادهات	
	۱۲۰		۹۰				۱۲۰		۹۰	دمای حداکثر (C)	آمونیم
	۲۸		۲۸				۲۸		۲۸	غلظت حداکثر (%)	هیدروکسید
-	++	-	++	-	-	-	++	-	++	شایستگی	(آمونیاک آب دار) NH ₄ OH
عایق محور با فلاش/عایق محور دوتایی مورد نیاز است؛ به آلیاژهای مس حمله می کند.										پیشنهادهات	
		۸۰	۸۰					۸۰	۸۰	دمای حداکثر (C)	کلسیم
		محلول	محلول					محلول	محلول	غلظت حداکثر (%)	هیدروکسید
-	-	اشباع	اشباع	-	-	-	-	اشباع	اشباع	شایستگی	CaOH
		+	++					+	+		
نقطه اشباع در ۰.۱۸ درصد در ۲۰+ درجه سانتیگراد؛ عایق محور با فلاش/عایق محور دوتایی برای محلول های سوپر اشباع پیشنهاد شده است.										پیشنهادهات	

پتاسیم هیدروکسید KOH	۶۰	۲۰	شایستگی	غلظت حداکثر (%)	۳۰	۵	دمای حداکثر (C)	۶۰	۲۰	پیشنهادهای	عایق محور با فلاش/عایق محور دوتایی برای غلظت های بالای ۲۵ درصد به دلیل شکل گیری کریستال پیشنهاد شده است.
	++	+									
	-	-									
سدیم هیدروکسید (سود سوزآور/آب قلیای) NaOH	۶۰	۲۰	شایستگی	غلظت حداکثر (%)	۵۰	۵۰	دمای حداکثر (C)	۶۰	۲۰	پیشنهادهای	عایق محور با فلاش/عایق محور دوتایی برای غلظت های بالای ۲۵ درصد به دلیل شکل گیری کریستال (آب قلیایی سود سوزآور) پیشنهاد شده است.
	++	±									
	-	-									

نمک ها

راهنما

++ = بهترین راه حل

+ = مناسب

± = مناسب تحت شرایط خاص

- = نامناسب

عایق محور (EN 12756)										مایع
B	B	U	U	B	B	B	B	Q	Q	وجه چرخشی:
U	U	U	U	V	V	Q	Q	Q	Q	

V	E	V	E	V	E	V	E	V	E	جایگاه ثابت:	
G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	عایق ثانوی:	
G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	فنز:	
										سایر قطعات:	
	۶۰		۶۰		۶۰		۶۰		۶۰	دمای حداکثر (C)	آمونیم بی
	۲۰		۲۰		۲۰		۲۰		۲۰	غلظت حداکثر (%)	کربنات
-	+	-	++	-	+	-	+	-	++	شایستگی	NH ₄
در آب داغ تجزیه می شود										پیشنهادهات	
۲۰	۲۰	۲۰	۲۰			۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	دمای حداکثر (C)	آمونیم کلرید
۵	۵	۵	۵			۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	غلظت حداکثر (%)	(نمک آمونیاک)
+	+	+	+	-	-	+	+	++	++	شایستگی	NH ₄ Cl
عایق محور با فلاش/عایق محور دوتایی پیشنهاد شده است؛ ریسک ایجاد حفره روی قطعات فولاد ضدزنگ.										پیشنهادهات	
	۴۰		۴۰				۵۰		۵۰	دمای حداکثر (C)	آمونیم سولفات
	۱۰		۱۰				۱۰		۱۰	غلظت حداکثر (%)	(NH ₄) ₂ SO ₄
-	+	-	++	-	-	-	+	-	++	شایستگی	
										پیشنهادهات	
			۸۰						۸۰	دمای حداکثر (C)	کلسیم استات
			۳۰						۳۰	غلظت حداکثر (%)	Ca(CH ₃ COO) ₂
-	-	-	++	-	-	-	-	-	++	شایستگی	
به عنوان بازدارنده خوردگی به کار می رود.										پیشنهادهات	

مس سولفات CuSO ₄	(II)	دمای حداکثر (C)	۸۰	۸۰																
		غلظت حداکثر (%)	۳۰	۳۰																
		شایستگی	++	++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		پیشنهادات																		
نمک تثبیت کننده		دمای حداکثر (C)	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰			۸۰	۸۰	۸۰	۸۰								
		غلظت حداکثر (%)	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰					۲۰	۲۰	۲۰	۲۰						
		شایستگی	++	++	+	+	-	-	±	±	++	++	±	±	-	-	-	-	-	-
		پیشنهادات																		
منیزیم سولفات MgSO ₄		دمای حداکثر (C)	۸۰	۸۰	۲۰	۲۰														
		غلظت حداکثر (%)	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵														
		شایستگی	++	++	+	+	-	-	-	-	++	++	-	-	-	-	-	-	-	-
		پیشنهادات																		
پتاسیم پرمنگنات KMnO ₄		دمای حداکثر (C)	۹۰	۹۰					۲۰	۹۰	۲۰	۹۰								
		غلظت حداکثر (%)	۱۰	۱۰						۱	۱۰	۱	۱۰							
		شایستگی	++	±	-	-	-	-	±	+	±	±	±	-	-	-	-	-	-	-
		پیشنهادات																		
سدیم بی کربنات NaHCO ₃		دمای حداکثر (C)	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰								
		غلظت حداکثر (%)	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰							
		شایستگی	++	+	++	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
		پودر خمیرمایه؛ تجزیه در آب داغ																		
		پیشنهادات																		

۶۰	۸۰	۶۰	۸۰	۶۰	۸۰	۶۰	۸۰	۶۰	۸۰	دمای حداکثر (C)	سدیم کربنات
۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	غلظت حداکثر (%)	Na ₂ CO ₃
+	+	+	++	+	+	+	+	+	++	شایستگی	
عایق محور با فلاش در غلظت های بالای ۵۰ درصد										پیشنهادهات	
۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	دمای حداکثر (C)	سدیم نیترات
۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	غلظت حداکثر (%)	NaNO ₃
+	+	++	++	+	+	+	+	++	++	شایستگی	
										پیشنهادهات	
۹۰	۹۰	۹۰	۹۰	۹۰	۹۰	۹۰	۹۰	۹۰	۹۰	دمای حداکثر (C)	سدیم نیترات
۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	غلظت حداکثر (%)	NaNO ₂
+	+	++	++	+	+	+	+	++	++	شایستگی	
										پیشنهادهات	
		۸۰	۸۰					۸۰	۸۰	دمای حداکثر (C)	سدیم سولفات
		۲۰	۲۰					۲۰	۲۰	غلظت حداکثر (%)	Na ₃ PO ₄
-	-	+	++	-	-	-	-	+	++	شایستگی	
عایق محور با فلاش/عایق محور دوتایی ممکن است مورد نیاز باشد.										پیشنهادهات	
۸۰	۸۰	۸۰	۸۰			۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	دمای حداکثر (C)	سدیم سولفات
۳۰	۳۰	۳۰	۳۰			۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	غلظت حداکثر (%)	Na ₂ SO ₄
+	+	++	++	-	-	+	+	++	++	شایستگی	
										پیشنهادهات	

۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	دمای حداکثر (C)	سدیم سولفیت Na ₂ SO ₃
۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	غلظت حداکثر (%)	
+	+	++	++	+	+	+	+	++	++	شایستگی	
										پیشنهادهات	

آب

راهنما

++ = بهترین راه حل

+ = مناسب

± = مناسب تحت شرایط خاص

- = نامناسب

عایق محور (EN 12756)										مایع
B	B	U	U	B	B	B	B	Q	Q	وجه چرخشی:
U	U	U	U	V	V	Q	Q	Q	Q	جایگاه ثابت:
V	E	V	E	V	E	V	E	V	E	عایق ثانوی:
G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	فنر:
G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	سایر قطعات:

آب تغذیه دیگر بخار										دمای حداکثر (C)	غلظت حداکثر (%)	شایستگی
۸۰	۱۴۰			۸۰	۹۰	۸۰	۱۴۰		*۱۲۰			
+	+	-	-	+	+	±	+	-	++			
پیشنهادهات										* وجه عایق باید SiC^G باشد.		
آب آهکی										دمای حداکثر (C)	غلظت حداکثر (%)	شایستگی
		۸۰	۹۰					۸۰	۹۰			
-	-	+	++	-	-	-	-	+	++			
پیشنهادهات												
آب دارای کلر (نمکی نشده)										دمای حداکثر (C)	غلظت حداکثر (%)	شایستگی
۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰			
++	++	++	++	++	++	++	++	++	++			
پیشنهادهات										حداکثر ۵ ppm کلر آزاد (Cl_2)؛ استخرهای شنا و آب آشامیدنی کلر زده شده.		
آب بدون مواد معدنی (نمک زدایی شده)										دمای حداکثر (C)	غلظت حداکثر (%)	شایستگی
		۸۰	۹۰					۸۰	۹۰			
-	-	+	++	-	-	-	-	-	*++			
پیشنهادهات										* عایق محور باید SiC^G باشد.		
آب داغ خانگی										دمای حداکثر (C)	غلظت حداکثر (%)	شایستگی
۸۰	۱۴۰	۸۰	۹۰	۸۰	۹۰	۸۰	۱۴۰	۸۰	*۱۲۰			
+	++	+	+	+	+	+	++	+	++			
پیشنهادهات										ریسک رسوب در دماهای بالای ۶۰+ درجه سانتیگراد. * موجه عایق باید SiC^G باشد.		

آب دارای روغن	دمای حداکثر (C) غلظت حداکثر (%) شایستگی	۸۰	-	۸۰	+	۸۰	-	۸۰	+	۸۰	-	۸۰	+	۸۰	-	۸۰	+
پیشنهادهات																	
آب دارای اوزون	دمای حداکثر (C) غلظت حداکثر (%) شایستگی	۴۰	++	۴۰	++	۴۰	++	۴۰	++	۴۰	++	۴۰	++	۴۰	++	۴۰	++
پیشنهادهات																	
۱ ppm اوزون (O ₃)؛ محلول در آب ۰ درجه سانتیگراد.																	
آب نرم شده	دمای حداکثر (C) غلظت حداکثر (%) شایستگی	۱۲۰*	+	۸۰	+	۱۴۰	++	۸۰	+	۹۰	+	۸۰	+	۹۰	+	۸۰	+
پیشنهادهات																	
وجه عایق باید SiC ^G باشد.																	
آب حاوی بخار	دمای حداکثر (C) غلظت حداکثر (%) شایستگی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
پیشنهادهات																	

خنک کننده ها

راهنما

++ = بهترین راه حل

+ = مناسب

± = مناسب تحت شرایط خاص

- = نامناسب

عایق محور (EN 12756)										مایع
B	B	U	U	B	B	B	B	Q	Q	وجه چرخشی:
U	U	U	U	V	V	Q	Q	Q	Q	جایگاه ثابت:
V	E	V	E	V	E	V	E	V	E	عایق ثانوی:
G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	فتر:
G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	سایر قطعات:
		۵	۵					۵	۵	کلسیم کلرید
		۳۵	۳۵					۳۵	۳۵	CaCl ₂
-	-	+	++	-	-	-	-	+	++	غلظت حداکثر (%)
										شایستگی
عایق محور با فلاش/عایق محور دوتایی ممکن است باشد؛ حضور اکسیژن دربردارنده ریسک حفره زایی										پیشنهادهات
مورد نیاز باشد اگر مایع حاوی مواد افزودنی قطعات فولاد ضدزنگ.										
	۷۵				۷۵		۷۵			اتانول (اتیل)
	۱۰۰				۱۰۰		۱۰۰			الکل
-	++	-	-	-	+	-	++	*+	*+	C ₂ H ₅ OH
										شایستگی
خطر انفجار؛ بسیار آتش گیر؛ ممکن است عایق محور دوتایی مورد نیاز باشد؛ نقطه اشتعال: ۱۲+ درجه سانتیگراد. * وجه عایق باید SiC ^G باشد.										پیشنهادهات

اتیلن گلیکول (۱.۲- اتان دی ال) CH ₂ OHCH ₂ OH	دمای حداکثر (C)	۹۰	۶۰																
	غلظت حداکثر (%)	۵۰	۵۰																
	شایستگی	++	+																
پیشنهادهات		عایق محور با فلاش/عایق محور دوتایی ممکن است در صورتی که مایع دارای مواد افزودنی باشد، مورد نیاز واقع شود.																	
گلیسرین (گلیسرول) C ₃ H ₅ (OH) ₃	دمای حداکثر (C)	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰
	غلظت حداکثر (%)	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰
	شایستگی	++	+																
پیشنهادهات		عایق محور با فلاش/عایق محور دوتایی ممکن است در صورتی که مایع دارای مواد افزودنی باشد، مورد نیاز واقع شود.																	
متانول (متیل الکل) (CH ₃)OJ	دمای حداکثر (C)							۶۵	۶۵										
	غلظت حداکثر (%)							۱۰۰	۱۰۰										
	شایستگی	*+	*+					+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
پیشنهادهات		خطر انفجار؛ بسیار آتش گیر؛ ممکن است عایق محور دوتایی مورد نیاز باشد؛ نقطه اشتعال: +۱۱ درجه سانتیگراد. * وجه عایق باید SiC ^G باشد.																	
پتاسیم کربنات K ₂ CO ₃	دمای حداکثر (C)	۹۰	۲۰																
	غلظت حداکثر (%)	۴۰	۲																
	شایستگی	++	+																
پیشنهادهات																			

		۶۰	۹۰					۶۰	۹۰	دمای حداکثر (C)	پروپیلن گلیکول
		۵۰	۵۰					۵۰	۵۰	غلظت حداکثر (%)	۱،۲- پروپان دی ال)
-	-	+	++	-	-	-	-	+	++	شایستگی	CH ₂ OHCH OHCH ₃
										پیشنهادهات	
		۵	۵					۵	۵	دمای حداکثر (C)	سدیم کلرید
		۳۰	۳۰					۳۰	۳۰	غلظت حداکثر (%)	NaCl
-	-	+	++	-	-	-	-	++	++	شایستگی	
عایق محور با فلاش/عایق محور دوتایی ممکن است در صورتی که مایع دارای مواد افزودنی باشد، مورد نیاز واقع شود؛ حضور اکسیژن دربردارنده ریسک حفره زایی روی قطعات فولاد ضد زنگ است.										پیشنهادهات	

سوخت ها

راهنما

++ = بهترین راه حل

+ = مناسب

± = مناسب تحت شرایط خاص

- = نامناسب

عایق محور (EN 12756)										مایع
B	B	U	U	B	B	B	B	Q	Q	وجه چرخشی:
U	U	U	U	V	V	Q	Q	Q	Q	جایگاه ثابت:
V	E	V	E	V	E	V	E	V	E	

										عایق ثانوی:	
										فتر:	
										سایر قطعات:	
سوخت هواپیما	دمای حداکثر (C)	غلظت حداکثر (%)	شایستگی								
	۶۰			۶۰		۶۰					
	++	-	-	+	-	++	-	*+	-		
پیشنهادهای											
خطر انفجار؛ غیرقابل حل در آب؛ بسیار آتش گیر؛ عایق محور دوتایی ممکن است مورد نیاز باشد؛ نقطه انجماد ۲۰- درجه سانتیگراد؛ نقطه اشتعال: ۴۰- درجه سانتیگراد. * وجه عایق باید SiC^G باشد.											
روغن دیزل	دمای حداکثر (C)	غلظت حداکثر (%)	شایستگی								
	۶۰			۶۰		۶۰					
	++	-	-	+	-	++	-	*+	-		
پیشنهادهای											
غیرقابل حل در آب؛ آتش گیر؛ عایق محور دوتایی ممکن است مورد نیاز باشد؛ نقطه اشتعال: ۵۵+ درجه سانتیگراد. * وجه عایق باید SiC^G باشد.											
سوخت جت	دمای حداکثر (C)	غلظت حداکثر (%)	شایستگی								
	۶۰			۶۰		۶۰					
	++	-	-	+	-	++	-	*+	-		
پیشنهادهای											
خطر انفجار؛ غیرقابل حل در آب؛ بسیار آتش گیر؛ عایق محور دوتایی ممکن است مورد نیاز باشد؛ نقطه اشتعال: ۳۸+ درجه سانتیگراد. * وجه عایق باید SiC^G باشد.											
بنزین	دمای حداکثر (C)	غلظت حداکثر (%)	شایستگی								
	۶۰			۶۰		۶۰					
	++	-	-	+	-	++	-	*+	-		

پیشنهادهات	خطر انفجار؛ غیرقابل حل در آب؛ بسیار آتش گیر؛ عایق محور دوتایی ممکن است مورد نیاز باشد؛ نقطه انجماد ۲۰- درجه سانتیگراد؛ نقطه اشتعال: ۴۰- درجه سانتیگراد. * وجه عایق باید SiC^G باشد.
------------	---

روغن های سنتزی و معدنی

راهنما

++ = بهترین راه حل

+ = مناسب

$\pm$ = مناسب تحت شرایط خاص

- = نامناسب

عایق محور (EN 12756)										مایع
B	B	U	U	B	B	B	B	Q	Q	وجه چرخشی:
U	U	U	U	V	V	Q	Q	Q	Q	جایگاه ثابت:
V	E	V	E	V	E	V	E	V	E	عایق ثانوی:
G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	فتر:
G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	سایر قطعات:
۲۰		۲۰				۲۰		۲۰		روغن خام
										دمای حداکثر (C)
										غلظت حداکثر (%)
$\pm$	-	+	-	-	-	$\pm$	-	++	-	شایستگی
خطر انفجار؛ غیرقابل حل در آب؛ بسیار آتش گیر؛ عایق محور دوتایی پیشنهاد می شود؛ ریسک ذرات جامد										پیشنهادهات

در مایع.											
۱۰۰		۹۰		۹۰		۱۰۰		۹۰		دمای حداکثر (C)	روغن هیدرولیک، براساس روغن معدنی
										غلظت حداکثر (%)	
++	-	+	-	+	-	++	-	+	-	شایستگی	
غیر قابل حل در آب؛ عایق محور دوتایی در دماهای بالای ۶۰+ درجه سانتیگراد پیشنهاد می شود؛ EPDM برای روغن هیدرولیک سنتزی مورد نیاز است.										پیشنهادهات	
۱۲۰		۹۰		۱۲۰		۱۲۰		۹۰		دمای حداکثر (C)	روغن موتور
										غلظت حداکثر (%)	
++	-	+	-	++	-	++	-	+	-	شایستگی	
غیر قابل حل در آب.										پیشنهادهات	
۱۴۰	۱۰۰	۹۰	۹۰	۹۰	۹۰	۱۴۰	۱۰۰	۹۰	۹۰	دمای حداکثر (C)	روغن سیلیکون
۱۰۰	۱۰۰	۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	غلظت حداکثر (%)	
+	+	+	+	+	+	++	+	+	+	شایستگی	
										پیشنهادهات	
۱۴۰		۹۰		۹۰		۱۴۰		۹۰		دمای حداکثر (C)	روغن قطران (زغالسنگ)
										غلظت حداکثر (%)	
++	-	+	-	+	-	++	-	+	-	شایستگی	
عایق محور با فلاش/عایق محور دوتایی در دماهای بالای ۴۰+ درجه سانتیگراد پیشنهاد می شود؛ براساس ترکیب هیدروکربن روغن قطران، استفاده از FFKM (کالرز) ممکن است مورد نیاز باشد.										پیشنهادهات	

۱۲۵		۹۰		۹۰		۱۲۵		۹۰		دمای حداکثر (C)	روغن وازلین
										غلظت حداکثر (%)	
±	-	++	-	±	-	±	-	++	-	شایستگی	
نامحلول در آب؛ ریسک ذرات جامد در مایع.										پیشنهادهات	

روغن های گیاهی

راهنما

++ = بهترین راه حل

+ = مناسب

± = مناسب تحت شرایط خاص

- = نامناسب

عایق محور (EN 12756)										مایع
B	B	U	U	B	B	B	B	Q	Q	وجه چرخشی:
U	U	U	U	V	V	Q	Q	Q	Q	جایگاه ثابت:
V	E	V	E	V	E	V	E	V	E	عایق ثانوی:
G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	فنر:
G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	سایر قطعات:
۱۲۰		۹۰		۱۲۰		۱۲۰		۹۰		دمای حداکثر (C)
										غلظت حداکثر (%)
±	-	++	-	±	-	±	-	++	-	شایستگی

غیرقابل حل در آب؛ ریسک ذرات جامد در مایع.										پیشنهادهات	
۱۲۰		۹۰		۱۲۰		۱۲۰		۹۰		دمای حداکثر (C) غلظت حداکثر (%) شایستگی	روغن زیتون
±	-	++	-	±	-	±	-	++	-		
غیرقابل حل در آب؛ ریسک ذرات جامد در مایع.										پیشنهادهات	
۱۲۰		۹۰		۱۲۰		۱۲۰		۹۰		دمای حداکثر (C) غلظت حداکثر (%) شایستگی	روغن بادام زمینی
±	-	++	-	±	-	±	-	++	-		
غیرقابل حل در آب؛ ریسک ذرات جامد در مایع.										پیشنهادهات	
۱۲۰		۹۰		۱۲۰		۱۲۰		۹۰		دمای حداکثر (C) غلظت حداکثر (%) شایستگی	روغن دانه انگور
±	-	++	-	±	-	±	-	++	-		
غیرقابل حل در آب؛ ریسک ذرات جامد در مایع.										پیشنهادهات	
۱۲۰		۹۰		۱۲۰		۱۲۰		۹۰		دمای حداکثر (C) غلظت حداکثر (%) شایستگی	روغن دانه سویا
±	-	++	-	±	-	±	-	++	-		
غیرقابل حل در آب؛ ریسک ذرات جامد در مایع.										پیشنهادهات	

حلال ها

راهنما

++ = بهترین راه حل

+ = مناسب

± = مناسب تحت شرایط خاص

- = نامناسب

عایق محور (EN 12756)										مایع
B	B	U	U	B	B	B	B	Q	Q	وجه چرخشی:
U	U	U	U	V	V	Q	Q	Q	Q	جایگاه ثابت:
V	E	V	E	V	E	V	E	V	E	عایق ثانوی:
G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	فتر:
G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	سایر قطعات:
	۶۰				۶۰		۶۰			استون (دی)
	۱۰۰				۱۰۰		۱۰			متیل کتون)
-	++	-	-	-	++	-	++	+	-	CH ₃ COCH ₃
خطر انفجار؛ بسیار آتش گیر؛ محلول در آب؛ عایق محور دوتایی ممکن است مورد نیاز باشد؛ نقطه اشتعال: ۱۸- درجه سانتیگراد.										پیشنهادهات
۷۰		۷۰		۷۰		۷۰		۷۰		پرکلرو اتیلن
										(تترا کلرو اتیلن)
++	-	+	-	+	-	++	-	+	-	C ₂ Cl ₄
غیرقابل حل در آب؛ عایق محور دوتایی ممکن است مورد نیاز باشد (بسیار سمی)؛ از تماس با آلومینیوم و										پیشنهادهات

مس پرهیز شود؛ ریسک خوردگی قطعات فولاد ضد زنگ اگر مایع حاوی آب باشد.											
										دمای حداکثر (C)	تولوئن (متیل بنزن) $C_6H_5CH_3$
										غلظت حداکثر (%)	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	شایستگی	
خطر انفجار؛ بسیار آتش گیر؛ غیرقابل حل در آب؛ عایق محور دوتایی ممکن است مورد نیاز باشد؛ نقطه اشتعال: $+4.4$ درجه سانتیگراد؛ FFKM (کالرز) مورد نیاز است.										پیشنهادهات	
۲۰		۲۰		۲۰		۲۰		۲۰		دمای حداکثر (C)	تری کلرو اتیلن (تری کلرو اتن) C_2HCl_3
										غلظت حداکثر (%)	
++	-	+	-	+	-	++	-	+	-	شایستگی	
غیرقابل حل در آب؛ عایق محور دوتایی ممکن است مورد نیاز باشد (بسیار سمی)؛ ریسک خوردگی قطعات فولاد ضد زنگ اگر مایع حاوی آب باشد.										پیشنهادهات	
۶۰				۶۰		۶۰				دمای حداکثر (C)	الکل سفید
										غلظت حداکثر (%)	
++	-	-	-	+	-	++	-	-	-	شایستگی	
خطر انفجار؛ آتش گیر؛ غیرقابل حل در آب؛ عایق محور دوتایی ممکن است مورد نیاز باشد؛ نقطه اشتعال: $+41$ درجه سانتیگراد.										پیشنهادهات	
										دمای حداکثر (C)	زایلن (دی متیل بنزن) $C_6H_4(CH_3)_2$
										غلظت حداکثر (%)	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	شایستگی	
خطر انفجار؛ بسیار آتش گیر؛ غیرقابل حل در آب؛ عایق محور دوتایی ممکن است مورد نیاز باشد (سمی)؛ نقطه اشتعال: $+29$ درجه سانتیگراد؛ FFKM (کالرز) مورد نیاز است.										پیشنهادهات	

اکسید کننده ها

راهنما

++ = بهترین راه حل

+ = مناسب

± = مناسب تحت شرایط خاص

- = نامناسب

عایق محور (EN 12756)										مایع
B	B	U	U	B	B	B	B	Q	Q	وجه چرخشی:
U	U	U	U	V	V	Q	Q	Q	Q	جایگاه ثابت:
V	E	V	E	V	E	V	E	V	E	عایق ثانوی:
G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	فتر:
G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	سایر قطعات:
				۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	دمای حداکثر (C)
				۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	غلظت حداکثر (%)
-	-	-	-	++	++	++	++	++	++	شایستگی
عایق محور دوتایی برای غلظت بالا پیشنهاد می شود.										پیشنهادهات
								۲۰	۲۰	دمای حداکثر (C)
								۱	۱	غلظت حداکثر (%)
-	-	-	-	-	-	-	-	±	±	شایستگی
ریسک حفره زایی روی قطعات فولاد ضدزنگ.										پیشنهادهات

ترکیب های آلی

++ = بهترین راه حل

+ = مناسب

± = مناسب تحت شرایط خاص

- = نامناسب

عایق محور (EN 12756)										مایع
B	B	U	U	B	B	B	B	Q	Q	وجه چرخشی:
U	U	U	U	V	V	Q	Q	Q	Q	جایگاه ثابت:
V	E	V	E	V	E	V	E	V	E	عایق ثانوی:
G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	فتر:
G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	سایر قطعات:
										بنزن (نفثا)
										C ₆ H ₆
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	دمای حداکثر (C)
										غلظت حداکثر (%)
										شایستگی
خطر انفجار؛ بسیار آتش گیر؛ سمی؛ غیر قابل حل در آب؛ عایق محور دوتایی ممکن است مورد نیاز باشد؛ نقطه اشتعال: ۱۱- درجه سانتیگراد. FFKM (کالرز) پیشنهاد می شود.										پیشنهادهات
۸۰	۴۰			۸۰	۴۰	۸۰	۴۰			دمای حداکثر (C)
۱۰۰	۱۰۰			۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰			غلظت حداکثر (%)
++	+	-	-	+	+	++	+	*+	*+	شایستگی
خطر انفجار؛ بسیار آتش گیر؛ قابل حل در آب؛ عایق محور دوتایی ممکن است مورد نیاز باشد؛ نقطه اشتعال:										پیشنهادهات

۳۷+ درجه سانتیگراد. * وجه عایق باید SiC^G باشد.											
۲۰				۲۰		۲۰				دمای حداکثر (C)	هگزان
۱۰۰				۱۰۰		۱۰۰				غلظت حداکثر (%)	C_6H_{14}
++	-	-	-	+	-	++	-	*+	*+	شایستگی	
خطر انفجار؛ بسیار آتش گیر؛ غیرقابل حل در آب؛ عایق محور دوتایی ممکن است مورد نیاز باشد؛ نقطه اشتعال: ۲۲- درجه سانتیگراد. * وجه عایق باید SiC^G باشد.										پیشنهادهات	
۸۰	۷۰	۸۰	۷۰	۸۰	۷۰	۸۰	۷۰	۸۰	۷۰	دمای حداکثر (C)	ایزوپروپیل الکل
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	غلظت حداکثر (%)	CH_3CHOH CH_3
++	+	+	+	+	+	++	+	+	+	شایستگی	
خطر انفجار؛ بسیار آتش گیر؛ قابل حل در آب؛ عایق محور دوتایی ممکن است مورد نیاز باشد؛ نقطه اشتعال: ۱۱.۷+ درجه سانتیگراد.										پیشنهادهات	
۸۰		۸۰		۸۰		۸۰		۸۰		دمای حداکثر (C)	فنتالن
۱۰۰		۱۰۰		۱۰۰		۱۰۰		۱۰۰		غلظت حداکثر (%)	C_{10}H_8
+	-	++	-	+	-	+	-	++	-	شایستگی	
غیرقابل حل در آب؛ آتش گیر؛ ممکن است عایق دوتایی مورد نیاز باشد؛ نقطه اشتعال: ۷۹+ درجه سانتیگراد										پیشنهادهات	
۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	دمای حداکثر (C)	پروپانول (پروپیل الکل)
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	غلظت حداکثر (%)	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2$ OH
++	+	+	+	+	+	++	+	+	+	شایستگی	
خطر انفجار؛ بسیار آتش گیر، محلول در آب؛ ممکن است عایق محور دوتایی مورد نیاز باشد؛ نقطه اشتعال: ۲۲+ درجه سانتیگراد.										پیشنهادهات	
	۶۰		۶۰		۶۰		۶۰		۶۰	دمای حداکثر (C)	تری اتانول آمین $\text{N}(\text{C}_2\text{H}_4\text{OH})$

	۱۰		۱۰		۱۰		۱۰		۱۰	غلظت حداکثر (%)	
-	+	-	++	-	+	-	+	-	++	شایستگی	
محلول در آب.										پیشنهادهات	

متفرقه

راهنما

++ = بهترین راه حل

+ = مناسب

± = مناسب تحت شرایط خاص

- = نامناسب

عایق محور (EN 12756)										مایع
B	B	U	U	B	B	B	B	Q	Q	وجه چرخشی:
U	U	U	U	V	V	Q	Q	Q	Q	جایگاه ثابت:
V	E	V	E	V	E	V	E	V	E	عایق ثانوی:
G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	فتر:
G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	سایر قطعات:
۶۰	۱۲۰	۶۰	۹۰	۶۰	۹۰	۶۰	۱۲۰	۶۰	۹۰	دمای حداکثر (C)
+	++	+	+	+	+	+	++	+	+	غلظت حداکثر (%)
										شایستگی
										پیشنهادهات

شکر	دمای حداکثر (C)	۹۰	۸۰	۱۲۰	۸۰	۹۰	۸۰	۹۰	۸۰	۱۲۰	۸۰	۹۰	۸۰
	غلظت حداکثر (%)	۱۰۰ >	۱۰۰ >	۱۰۰ >	۱۰۰ >	۱۰۰ >	۱۰۰ >	۱۰۰ >	۱۰۰ >	۱۰۰ >	۱۰۰ >	۱۰۰ >	۱۰۰ >
	شایستگی	±	+	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
	پیشنهادهای	عایق محور با فلاش / عایق محور دوتایی مورد نیاز است.											
سرکه	دمای حداکثر (C)	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰
	غلظت حداکثر (%)	۱۰۰ >	۱۰۰ >	۱۰۰ >	۱۰۰ >	۱۰۰ >	۱۰۰ >	۱۰۰ >	۱۰۰ >	۱۰۰ >	۱۰۰ >	۱۰۰ >	۱۰۰ >
	شایستگی	+	++	+	+	+	++	+	++	+	++	+	++
	پیشنهادهای												

تحلیل نقص

راهنمای تحلیل نقش عایق محور

جدول زیر به عنوان راهنمای عمومی نواقض رایج عایق عمل می کند.

در صفحات زیر نمونه هایی از رایج ترین دلایل نقص عایق ارائه می شود.

جزء	نتیجه بررسی	دلایل محتمل نقص
	ی بصری	
		کنترل حرارتی ضعیف
		نصب نادرست
		نواقض سیستم
سایش	روان سازی ضعیف	آلودگی
	خنک سازی	گرمايش
	مونتاز	قراردی
	عدم هم تراز	جریان
	فشار	دما
	تهویه ضعیف	تمیزکاری
	لرز	ش

						ی							ف			
							۲		۱	۱					شرایط خوب	عایق
۱۶			۱۳	۱۳	۱۵		۷						۱۳		نویز	
	۵											۱۱			گیرکردن	
									۱۹			۱۷/۱۸			مسدود	
											۱۱			۱۸	تجزیه شده	وجود عایق
۱۶							۱۰						۱۵		کنده شده	
	۵										۱۱			۱۸	گود شده	
							۱۰						۱۳		ورقه شده	

										۶			۱۳		سایید گی	
			۴					۷	۱۹		۱۵	۸	۲۰	۱۸	دندان دار شده	
															لبه ناکام ل	
															چسب ناک شدن	
															گود شده	
															شکاف دار/سا پیده	
	۵	۴	۱۳	۱۳	۴		۷			۱۵	۱۱	۸	۲۰	۱۸	بسیار سایید ه	
									۳		۲۱				بدر گ شده	
			۱۵				۲۲					۱۷/۹			رسوب ت	

							۱۰				۲۳		۲۴	۱۸	متورم	
۱۶		۳			۴		۱۰						۳		تکه شده	
			۱۳	۱۳			۱۰	۱۹							بیرون زده	
۲۷			۲۸			۲۷	۱۰								جدا شده	
	۲۵						۱۰								کنده شده	الا ستو مرها
		۳	۱۳	۱۵	۴						۱۱		۳		سوخته	
	۱۱		۱۳								۱۱				متورم	
		۳	۱۲	۲۸											تجزیه شده	
۲۷						۲۷									تکه شده	

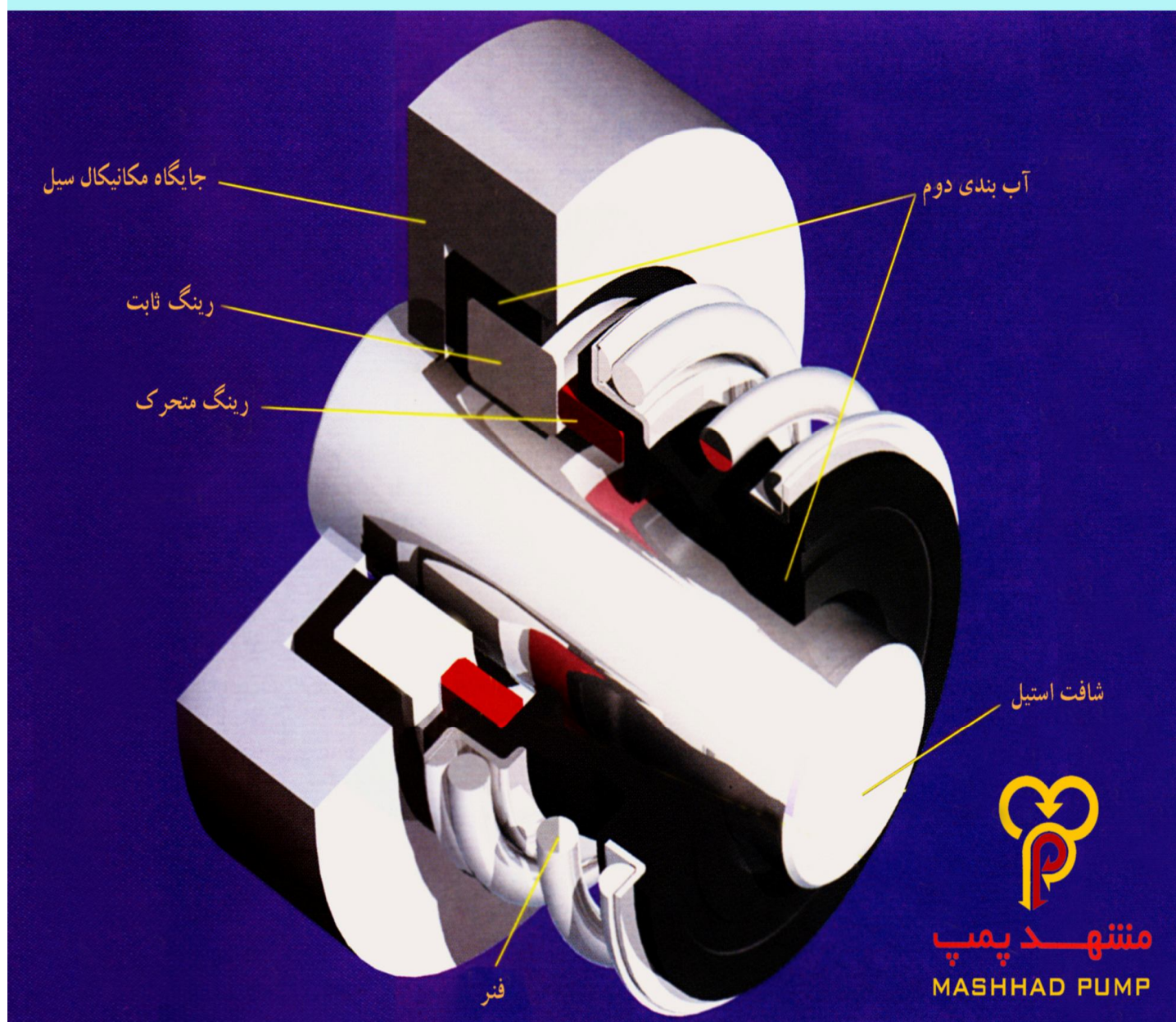
			۱۳	۱۳			۱۰	۱۹							بیرون زده	
۲۷				۲۸		۲۷	۱۰								جدا شده	
			۱۳	۲۸		۲۶									سایید ه	قطعه ات فلز ی
۱۶			۱۳	۲۸							۱۱		۱۵		تکه شده	
	۵										۱۱				تغییر رنگ	
	۵										۱۱				سایید گی	
	۵										۱۱				گود شده	
				۲۸		۱۴ ۲۶					۱۱				سایید ه	محو ر/ لوله
			۱۳										۱۵		جداش ده	

			۱۳									۱۵		شکاف دار
	۵									۱۱				گود شده

کلید تحلیل نقص

شماره نقص	توصیف دلایل احتمالی نقص
۱	عایق به دلیل انبساط تفاضلی بین قطعات ثابت و چرخشی باز می شود که در اثر جلوگیری حرکت رینگ چرخشی به صورت محوری روی محور ایجاد می شود.
۲	عایق برای تصحیح طول کاری تعیین نشده است که منجر به عدم تماس بین وجه و محل قرارگیری می شود.
۳	وجه عایق خشک کار می کنند که منجر به گرم شدن بیش از حد می شود. گشتاور بالا روی وجه عایق درست شده از جنس سخت می تواند گرما ایجاد کند که ممکن است به الاستومرها منتقل شود و منجر به سخت شدن و سوختگی گردد.
۴	دریچه خروجی پمپ بسته منجر به دمای اضافی یا نقص شماره ۳ می شود.
۵	واکنش شیمیایی با عامل اکسید کننده مثل نیتریک اسید.
۶	جریان ناکافی برای مبدل حرارتی یا جایگاه توخالی خنک شده که منجر به نقص شماره ۳ می شود.
۷	تراکم بیش از حد به دلیل مونتاژ نادرست یا طول کاری نادرست که منجر به نقص شماره ۳ می شود.
۸	ذرات جامد، مثل کریستال های سدیم هیدروکسید، از مایع در میان وجه عایق رسوب می کند. از وجه سخت و/یا عایق فلاش استفاده کنید.
۹	عناصر فرار مایع در شکاف عایق بخار می شود که لایه های بسیار ویسکوز، چسبنده روی وجه عایق به جا می گذارد. وجه سخت و عایق دوتایی را به کار ببرید.
۱۰	صدمه به دلیل جابجایی نادرست یا تراکم بیش از حد.
۱۱	جنس عایق از نظر شیمیایی به مایع یا آلاینده مقاوم نیست.

۱۲	جنس به دلیل دماهای بالاتر از محدوده ها تجزیه شده است.
۱۳	عایق در معرض فشار/دماهای خارج از محدوده بوده است.
۱۴	حذف مداوم نوار غیرفعال به دلیل حرکت نسبی.
۱۵	فشار سیستم زیر فشار بخار یا نزدیک آن است.
۱۶	بلبرینگ را کنترل کنید.
۱۷	ذرات جامد در مایع، وجوه عایق سخت مورد نیاز است.
۱۸	مونتاژ نادرست.
۱۹	عمر طولانی تر با راس خنک مورد انتظار است.
۲۰	خوردگی باعث می شود کاربرد تنگستن خاکستری بی جلا یا سبز به نظر آید.
۲۱	با تجزیه الکتروشیمیایی، فلزاتی مثل مس ممکن است به دلیل حذف اتصال به زمین الکتریکی پمپ یا ضعف آن شکل گیرند.
۲۲	در آب با هدایت زیر ۵ میکروزیمنس/سانتیمتر، برخی درجات SiC خورده می شوند. از وجوه عایق Qg استفاده کنید.
۲۳	پراکنش گرمای اضافی ممکن است باعث تورم کربن شود. سرعت، بر فنر یا فشار کاهش یافته یا تغییر کربن اشباع شده با فلز.
۲۴	الاستومرهای قرار گرفته روی سطوح تمیز نشده.
۲۵	جایگاه عدم هم تراز شده، خرده ها یا رسوبات روی وجوه عایق را کنترل کنید.
۲۶	تجزیه انفجاری در اثر تجمع گرما به دلیل عدم هم تراز، نقص شماره ۲۶، یا لرزش، نقص شماره ۱۶، روی می دهد.
۲۷	شروع به کار/توقف در فشار اضافی سیستم با وجوه عایق سخت.



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