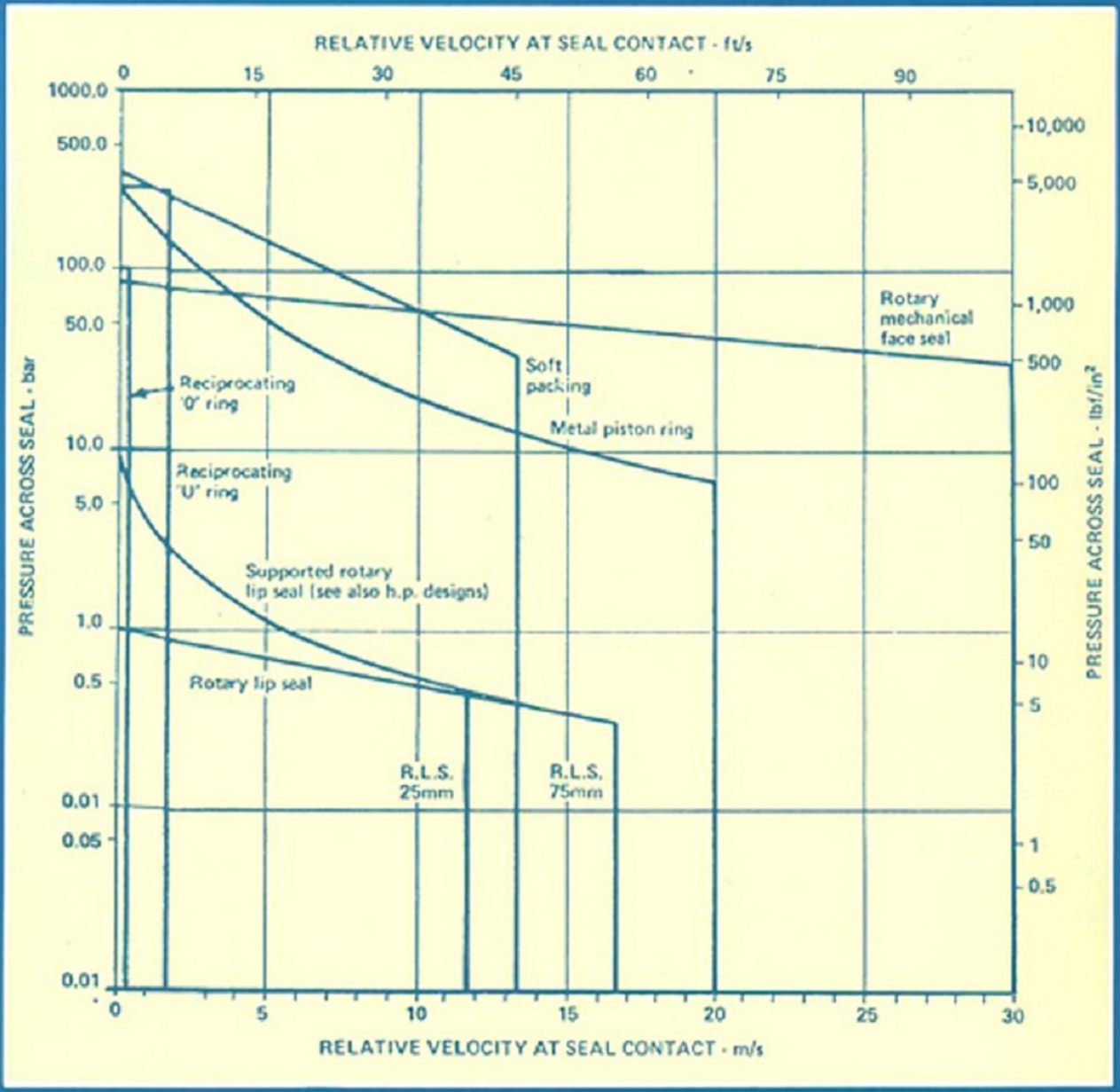
پمپ ۱۱



پمپیران (سهامی عام)

نشریه فنی و آموزشی شرکت صنایع پمپ‌سازی ایران

بهمن ۶۸

نشریه پمپ

نشریه فنی و آموزشی شرکت صنایع پمپ‌سازی ایران

هیئت تحریریه: گروه مهندسین و متخصصین شرکت صنایع پمپ‌سازی ایران

مدیر مسئول: مهندس میر بیوک احقاقی

لیتوگرافی: رنگین، ۵۵۶۸۴۸۰ - ۰۴۱۱

چاپخانه: چاپ ۱۱۰، ۵۵۶۳۷۰۶ - ۰۴۱۱

نوبت چاپ: چاپ دوم، زمستان ۱۳۸۰

تیراژ: ۱۰۰۰ جلد

نشانی نشریه: تبریز، جنب قراملک، صندوق پستی ۱۳۵-۵۱۸ شرکت صنایع پمپ‌سازی ایران

تلفن کارخانه: ۹-۲۸۹۰۶۴۴-۰۴۱۱ نمابر: ۲۸۹۸۴۴۶-۰۴۱۱

تهران، خیابان ولیعصر، نبش میرداماد، برج دوم اسکان، طبقه اول

تلفن ۳ و ۸۷۹۸۹۴۱-۰۲۱ نمابر ۸۷۹۸۹۴۲-۰۲۱

بسمه تعالی

شرایط درج مقاله در نشریه پمپ

۱ـ مطالب مقاله باید فنی ، صنعتی و علمی بوده و به طریقی با طراحی ، تولید و یا کاربرد پمپ مربوط باشد .

۲ـ مقاله ارسالی قبلا "در هیچ نشریه داخلی چاپ نشده باشد .

۳ـ مطالب ارسالی حتی‌المقدور بایستی ماشین شده باشند .

۴ـ عنوان مقاله با در نظر گرفتن فواصل بین کلمات از دو سطر تجاوز ننماید . نام نویسنده مقاله و عنوان شغلی و علمی آن در زیر عنوان مقاله ذکر گردد .

۵ـ چکیدهٔ مقاله نباید از حدود یک صفحهٔ A۴ تجاوز نماید و بایستی حاوی نکات اصلی و نتایج مقاله باشد بطوری که بتوان آن را جداگانه چاپ نمود .

۶ـ در پایان مقاله لازم است که نتایج و فهرست منابع مورد استفاده ذکر گردد .

ضمنا" چون مسئولیت صحت مطالب مقاله بعهده نویسندهٔ آن است ، لذا هر گونه تغییر و ویرایش در متن مقاله جهت تائید نویسنده قبل از چاپ ارسال خواهد شد .

بسمه تعالی

فرم اشتراک نشریه پمپ

اینجانب..... شغل و نوع فعالیت اداری و علمی .....

بنشانی (لطفا" آدرس کامل و دقیق قید شود) .....

مایل به اشتراک نشریه پمپ می‌باشم و رسید بانکی پرداخت مبلغ ۱۰۰۰ ریال حق اشتراک یکساله را در: تبریز بحساب شماره ۵۰۰۵ بانک ملت شعبه مرکزی ☐ / تهران و شهرستانها بحساب شماره ۳۲۵۲۰۰۱۴، بانک تجارت شعبه فاطمی ☐ بضمیمه ارسال می‌نمایم ، تقاضا دارم از شمارهٔ ..... نشریه پمپ ، به نشانی فوق ارسال گردد .

امضاء

برای دریافت مستمر نشریه پمپ ، علاقمندان می‌توانند با پر کردن فرم فوق و ارسال آن به نشانی نشریه جزء مشترکین در آمده و آن را دریافت دارند .

فهرست مندرجات

عنوان	نویسنده	صفحه
مختصری پیرامون آببندهای مکانیکی	مهندس بیوک احقاقی	۵
انواع برنزها و مواد یاتاقانی برنزی	مهندس علامرضا نعمتی	۲۵
پمپ‌های صنایع نفت	مهندس جواد حسین پورفیضی	۳۵
متالوژی پودر	مهندس کریم حسن‌پور مقدم ـ مقصود اسلام‌نژاد	۴۹
جدول عیب یابی و روش رفع آن		۵۴

مختصری پیرامون آببندهای مکانیکی

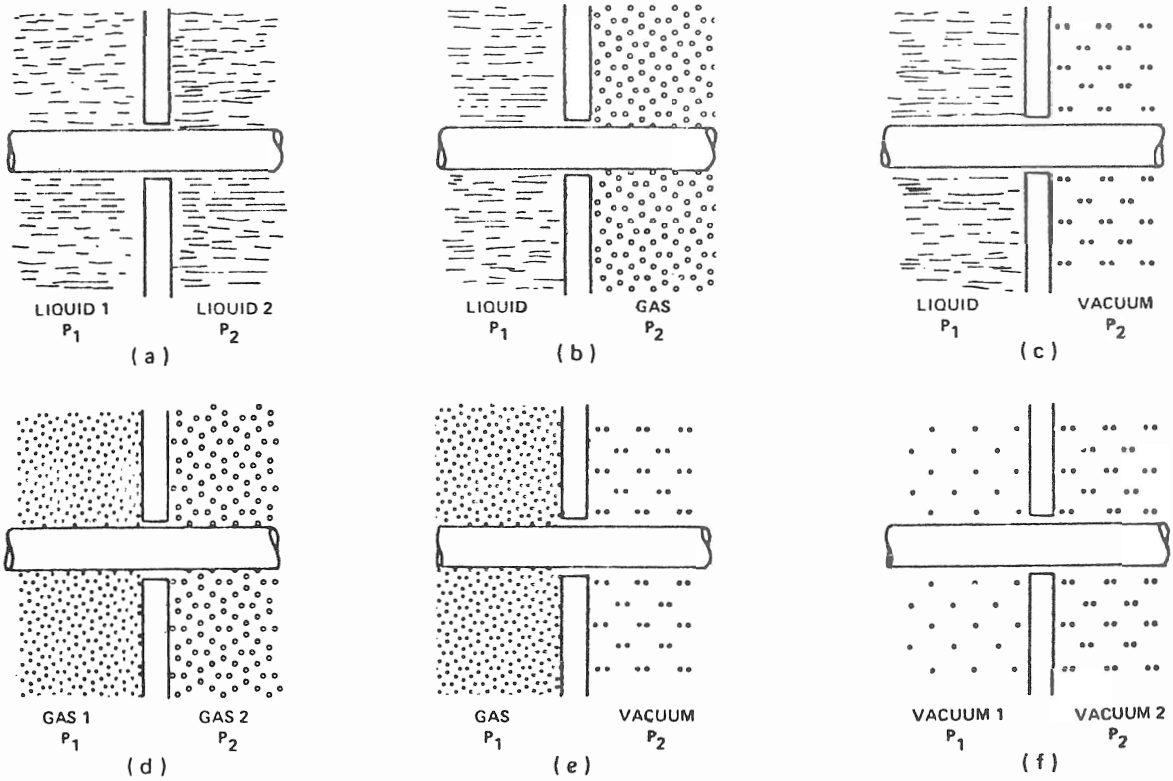
مهندس بیوک احقاقی

شرکت صنایع پمپسازی ایران

۱

مقدمه :

در مواردی که سیالی اعم از مایع یا گاز تحت فشار در محفظه‌ای وجود داشته باشد و سطح خارجی محفظه بوسیله محوری قطع شود . در محل سوراخ ورودی محور به محفظه لازم است که از نشتی سیال تحت فشار به محیط بیرون جلوگیری بعمل آید . انواع آببندی‌های مکانیکی در صنعت به همین منظور مورد استفاده قرار میگیرند . آببندهای مکانیکی ممکن است بصورت استاتیکی یا دینامیکی عمل نمایند . هدف ما بررسی آببندهای مکانیکی از نوع دوم می باشد . شکل ۱ : موقعیت آببندی مکانیکی را در حالتهای مختلف نشان می دهد .



شکل ۱ (موقعیت آببندی در حالتهای مختلف)

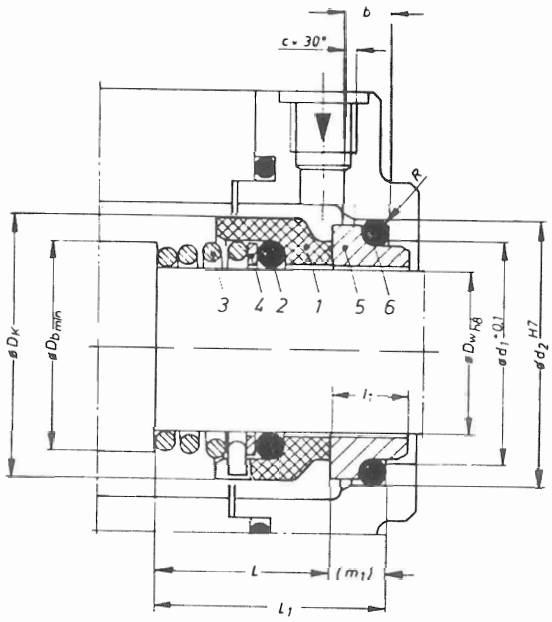
که در آن آببندی سیال‌های مختلف را نسبت به دیگر سیالها و یا نسبت به خلاء نشان داده شده است .

در این نوشته سعی می کنیم که ضمن توضیح پاره‌ای موارد در انتخاب و طراحی مکانیکال‌سیل‌و گروه بندی آنها مختصری نیز،راجع به عوامل نشتی مطرح نمائیم .

آببندی دینامیکی: در این نوع آببندیها،یک سطح دوار در مقابل یک سطح ثابت دوران می نماید .

(شکل ۲) و پارامترهای محدود کننده در کار آن عبارتند از ۱ـ سرعت دوران و فشار سیال و درجه حرارت سیال و ویسکوزیته سیال

در اشکال زیر سعی می کنیم دیاگرامهائی را در این موارد توضیح دهیم .



قطعات آببندی مکانیکی

۱ـ سطح دوار آببندی

۲ـ O رینگ

۳ـ فنر مخروطی

۴ـ رینگ یاتاق

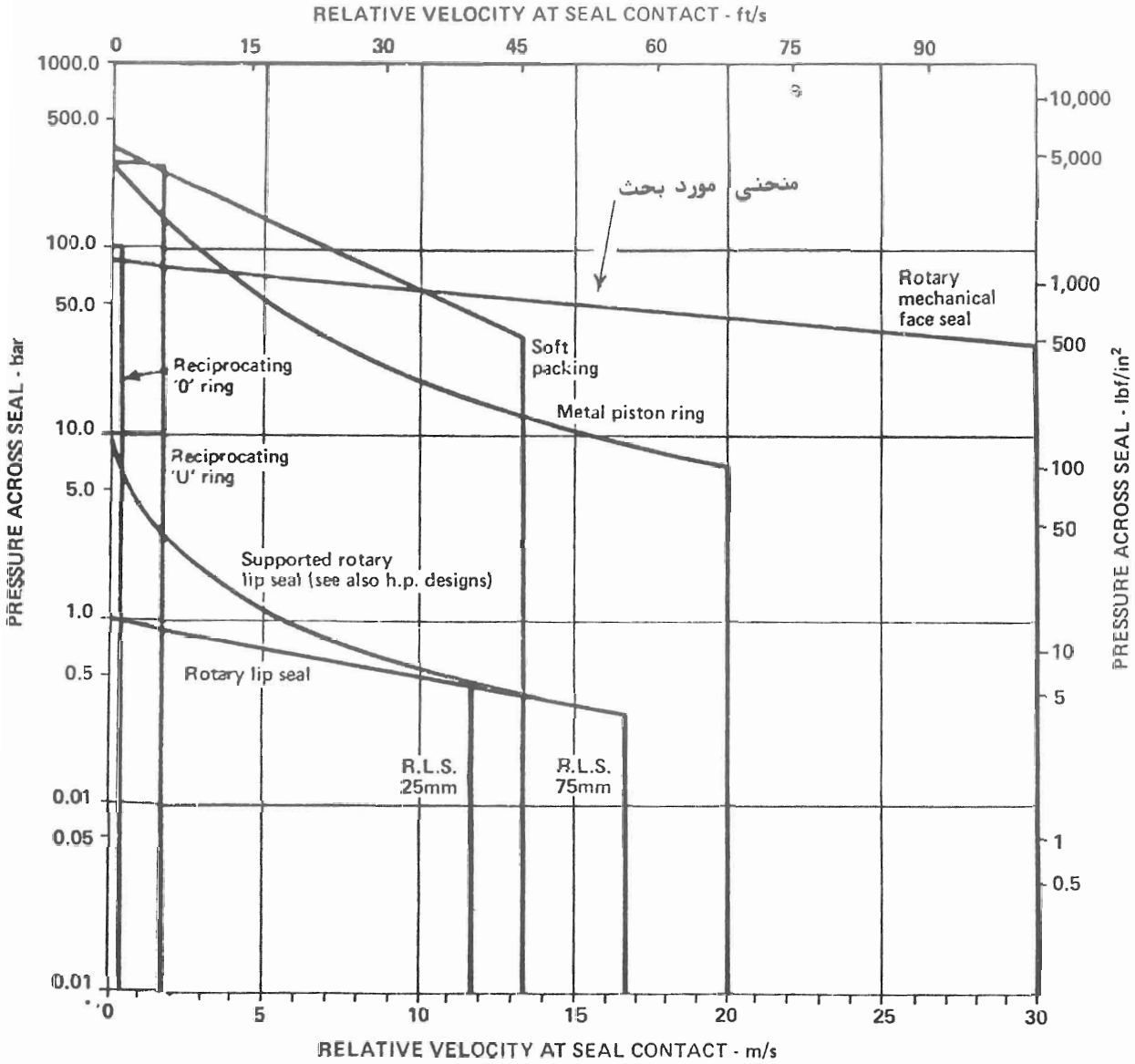
۵ـ سطح ثابت آببندی

۶ـ O رینگ

(شکل ۲): شکل نوعی مکانیکال سیل را نشان می دهد که در آببندی پمپهای گرمش شرکت پمپیران بکارمی‌روند.

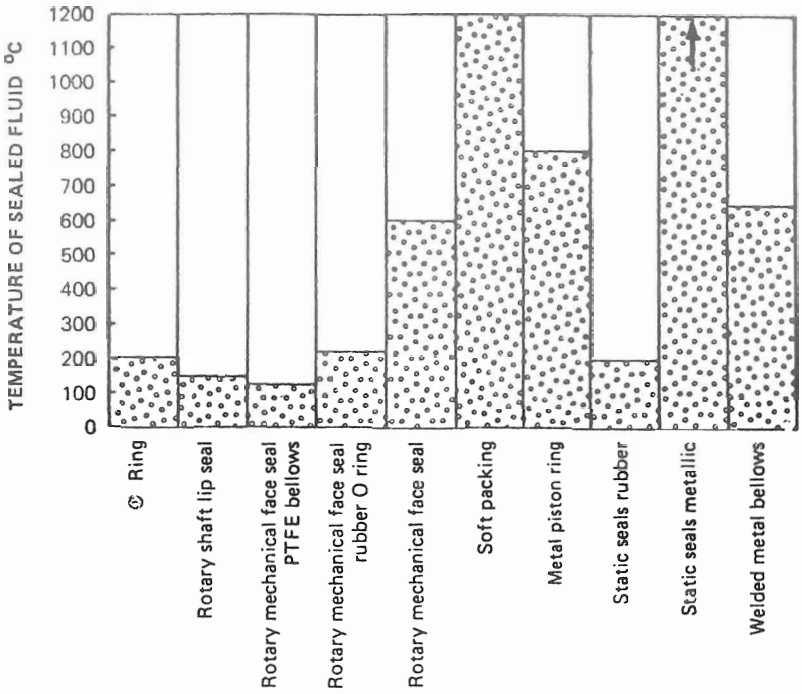
در شکل (۳) با توجه به پارامترهای سرعت محیطی مکانیکال سیل و فشار بین سطوح مکانیکال سیل می توان از انواع آببندی‌ها استفاده نمود .

با توجه به دیاگرام ملاحظه می گردد که‌سیلهای دوار (Rotary mechanical facel seal) تا فشار نزدیک bar ۱۰۰ و در محدودهٔ سرعت تا30m/sec مورد استفاده دارند .



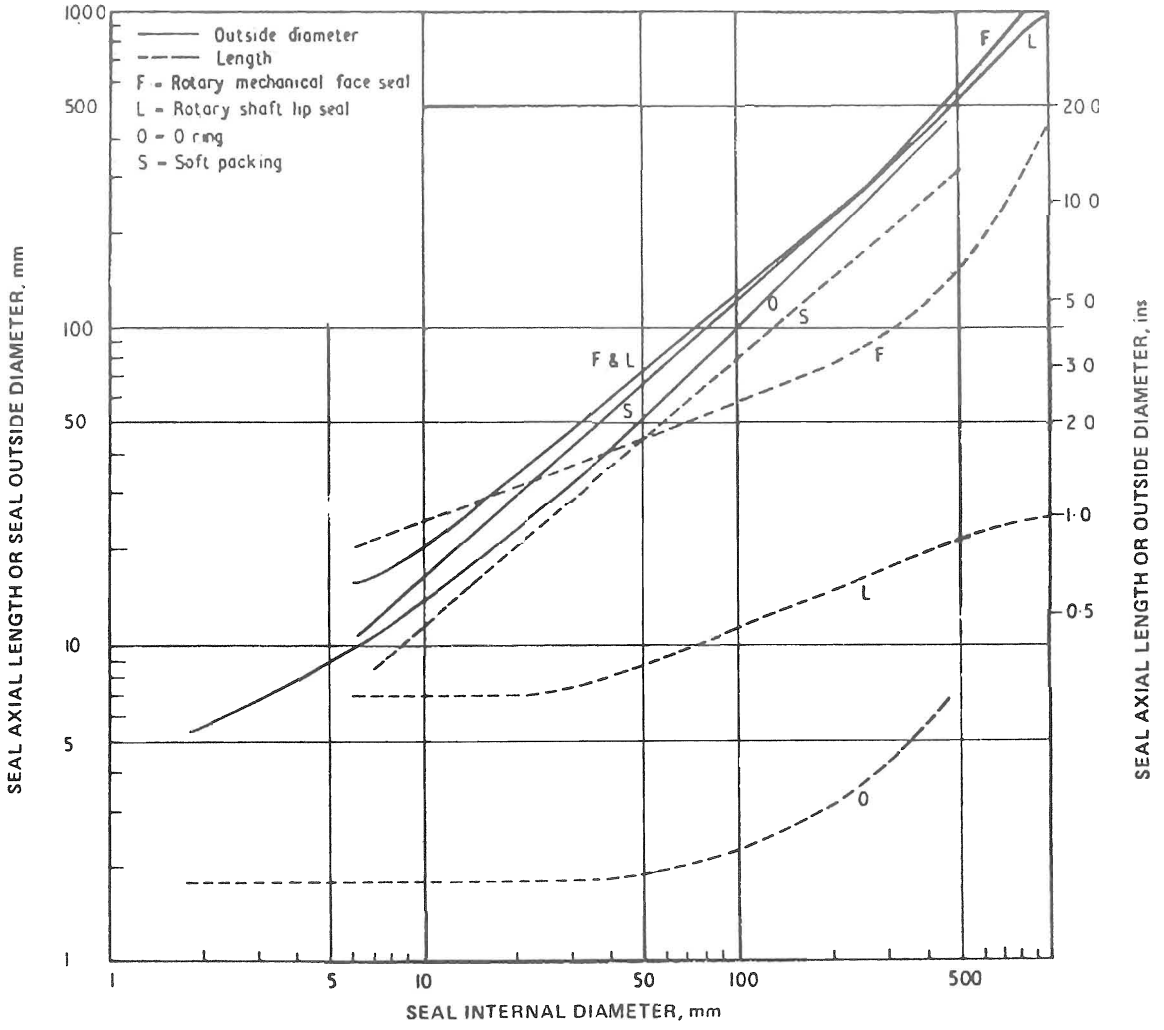
شکل ۳ : محدودهٔ سرعت و فشار برای سیلهای دینامیکی

در شکل شماره ۴ پارامتر درجه حرارت برای انتخاب انواع آببندیهای مکانیکی مورد توجه قرار گرفته است ملاحظه می گردد که برای سیلهای دوار دینامیکی محدود درجه حرارت تا حدود $600c^{\circ}$ در نظر گرفته شده است .



شکل شماره ۴: محدودهٔ درجه حرارت برای انواع سیلها

در شکل شماره ۵ ابعاد قطر داخلی ،وقطر خارجی، انواع مختلف مکانیکال سیلهای مورد مصرف در صنعت بصورت دیاگرامی داده شده است . لازم به یادآوری است که ابعاد مشخص شده در دیاگرام می نیمم ابعاد ممکن در طراحی می باشد .مکانیکال سیل دینامیکی از نوع دوار با اندیس Fمشخص گردیده است .



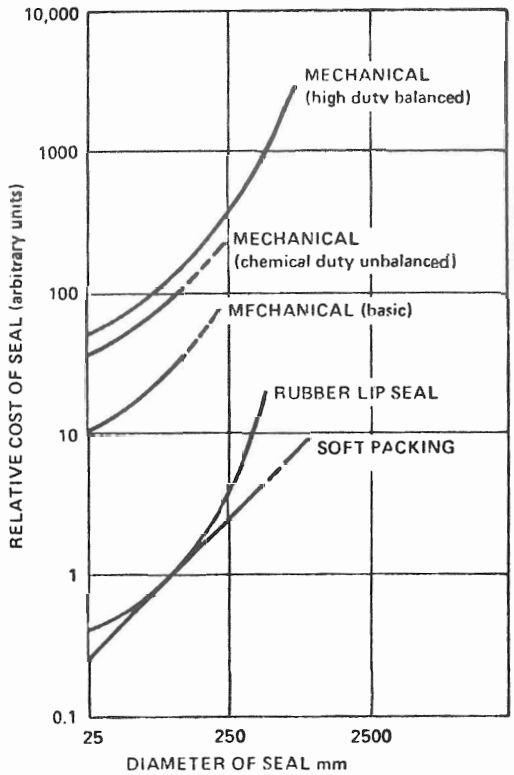
شکل شماره ۵: می نیمم ابعاد طبیعی سیلها

در مطالعه مکانیکال سیل بهتر است که موارد زیر را در نظر بگیریم تا بتوانیم از کارکرد مؤثر آن مطمئن باشیم از جمله موارد فوق می توان ۱ـ نشتی Leakage ۲ـ اصطکاک Friction ۳ـ عمر مکانیکال سیال ۴ـ خورندگی در اثر ذرات ساینده ۵ـ عدم فساد شیمیائی O رینگها در اثر تماس با سیال ۶ـ سایش که تابع عوامل جنس سیال و خاصیت روغن کاری سیال و درجه حرارت و فشار و پریودکاری و . . . . می باشد .

یک مقایسه بین دو نوع آببندی در جدول زیر آورده شده است :

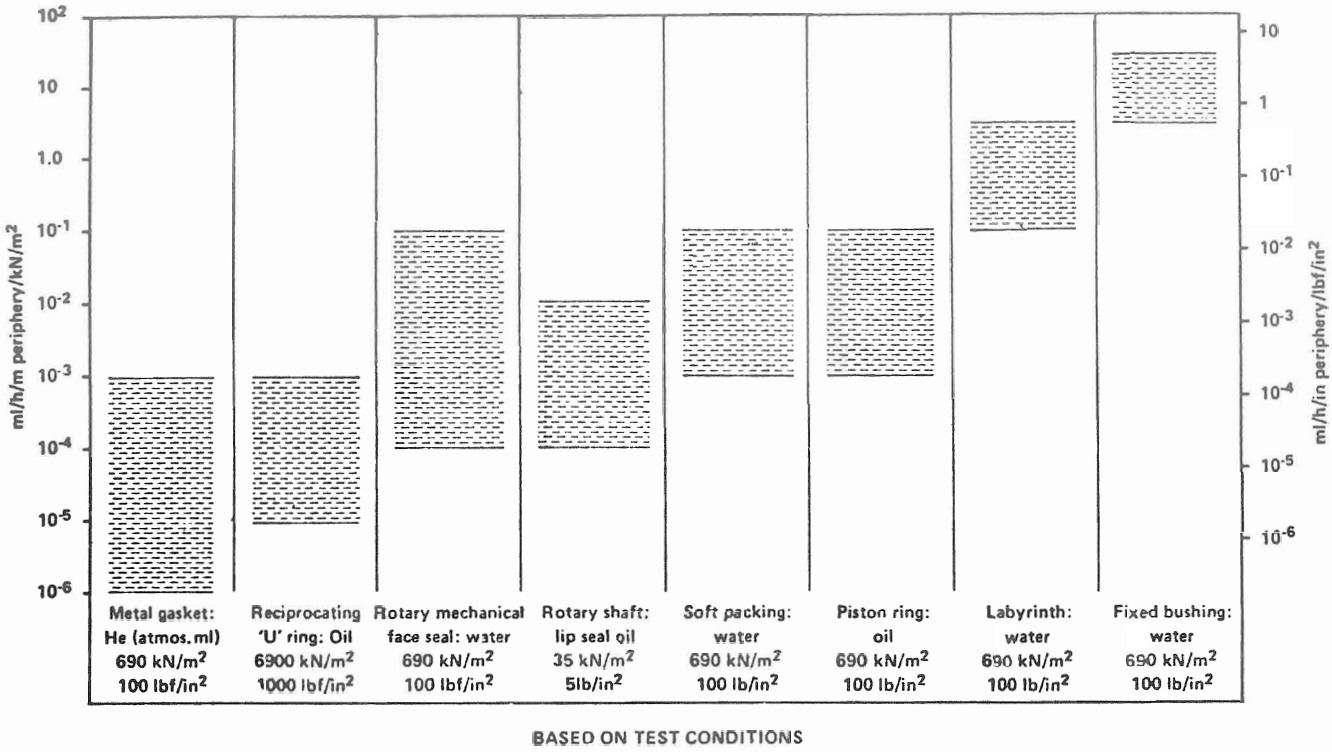
آببندی استاتیکی	مکانیکال سیال دوار	فاکتور
نسبتا " زیـــاد	جزئی و خیلی کـــم	نشتی
پائیـــــن	بـــالا	قیمت اولیـــه
کـــــم	وجـــود نـــدارد	سایش محـــور
بصورت منظم لازم‌است	لازم نیســـت	نگهداری‌وتعمیرات
استاتیکـــی	فقط بصورت دوار	نحـــوه کار
ارزان	گـران	هزینه نصب

در دیاگرام شکل زیر مقایسه قیمت بر حسب ابعاد انواع مختلف آببندیها داده شده است .

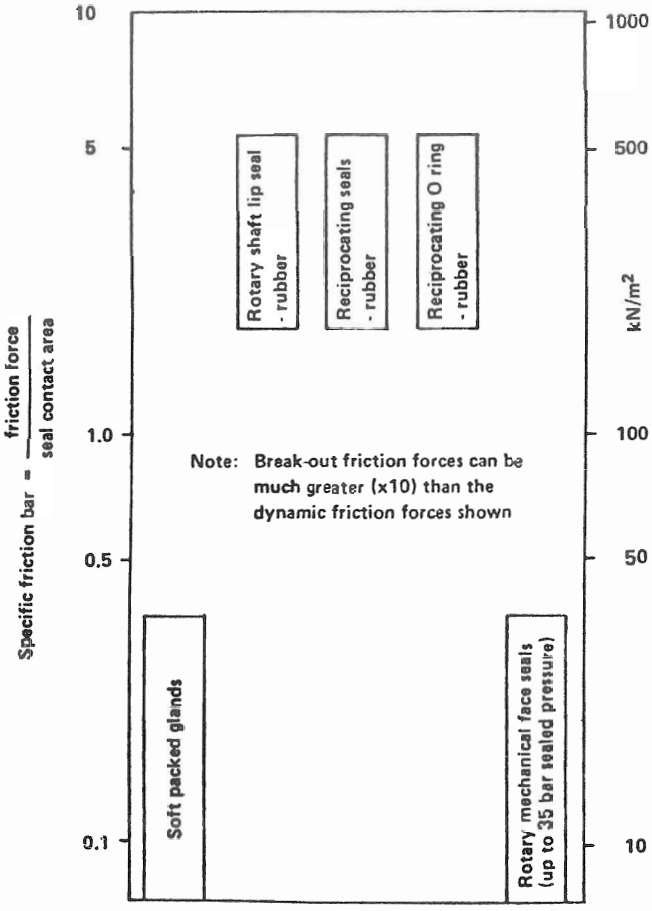


شکل ۶

در شکل شماره ۷، میزان نشتی انواع آببندیها ، بر حسب میلی لیتر در ساعت مشخص شده است،لازم بتوضیح است که با کاهش نشتی، میزان اصطکاک سطوح آببندی بیشتر شده و عمر آن کمتر خواهد شد .



شکل شماره ۷: میزان تقریبی نشتی برای انواع آببندیها



در شکل شماره ۸ با توجه به انواع آببندیهای مکانیکی دوار و رفت وبرگشتی وآببندیهای استاتیکی، میزان اصطکاک مخصوص بر حسب کیلونیوتن بر مترمربع مشخص گردیده است

ملاحظه می گردد که آببندیهای رفت و برگشتی دارای اصطکاک بیشتری نسبت به بقیه می باشند

شکل شماره ۸: میزان اصطکاک برای انواع آببندیها

مواد مکانیکال سیل : برای کاربردهای مختلف و شرایط حاکم از قبیل فشار موجود و دور محور و درجه حرارت سیال و نوع سیال از نظر شیمیائی ، مواد مختلفی برای آنها مورد استفاده قرار می گیرد در طراحی و تعیین ابعاد آببندیهای مکانیکی مواردزیربایستی مد نظر باشند ۱ـ تاءثیر آببندی ۲ـ عمر آببندی ۳ـ قابلیت اعتماد ۴ـ قدرت مصرفی ۵ـ محدودیت اشغال فضائی ۶ـ تاءثیر قیمت و غیره .

نظر به اینکه تمامی موارد بالا را در مورد طراحی یک مکانیکال سیل نمی توان همزمان مراعات کرد ، لذا درعمل سعی می کنند برای کاربردهای معین را حلهای معقولی را بکار گیرند .در این قسمت لاستیک و فولاد و گرافیت را بعنوان موادی که در ساختن مکانیکال سیل مطرح می باشند ، بررسی می کنیم .

الف) پلاستیکها : در مورد پلاستیکها بعلت بالا بودن ضریب انبساط خطی و پائین بودن ضریب هدایتی و همچنین پائین بودن مدول الاستیسیته بندرت مورد استفاده واقع می شوند (نقش خواص فیزیکی و مکانیکی فوق‌در توضیح نشتی شرح داده خواهد شد) . جدول پیوستی مشخصات کلی مواد را نشان داده است .

ب) کربنها : برای کلیه آببندیهای مکانیکی دوار کربنها برای سطوح آببندی مناسب می باشند . کربنها به سه نوع :

1) Hard ended amorphous carbons
2) Carbon graphite
3) Electoro grapite

جدول (۱)

Table 5.1 PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF SLIDING FACE MATERIALS AT ROOM TEMPERATURE FOR FIVE TYPES OF MATERIAL

Number	*Material*	*Compressive strength* σ_D, bar	*Tensile strength,* σ_z, bar	*Elastic modulus,* E, bar	*Poisson's ratio,* ν*	*Hardness,* H	*Specific gravity,* γ	*Porosity,* ε, %	*Maximum temperature,* T_{max}, °C	*Expansion coefficient,* $10^6\alpha$, °C^{-1}	*Temperature range,* ΔT, °C*	*Thermal conductivity,* A, kcal/m h°C	*Thermal stress resistance,* B_1, kcal/m h	*Special characteristics*
1	PTFCE	2 200 to 5 600	320 to 400	15 800	(0·3)	80^	2·1	0	150	50	(320)	0·052	(16·6)	Polytrifluorchlor-ethylene
2	Nylon	500 to 900	490 to 750	18 000 to 28 000	(0·3)		1·09 to 1·14	0	135 to 150	100 to 140	(130)	0·12 to 0·21	(21·5)	extruded
3	Phenol resin	700 to 2 100	500 to 560	52 000 to 70 000	0·25		1·25 to 1·3		130	25 to 60	140	0·1 to 0·2	21·5	without filling
4	Synthetic resin 1	1 000 to 1 750	350 to 490	210 000 to 350 000	(0·25)		1·75 to 1·25		120 to 150	19 to 26	(50)	0·36 to 0·51	(22·0)	Phenol resin with mineral powder
5	Resin-impregnated fabric	1 000 to 2 100	230 to 630	63 000 to 91 000	(0·3)		1·36 to 1·43		120	10 to 40	(150)	0·14 to 0·25	(30·0)	Phenol resin with fabric filling
6	Acetal resin		700	33 500	0·35		1·425	0	100	81	167	0·2	33·5	Acetal resin
7	Bakelite	1 000 to 2 450	280 to 500	70 000 to 175 000	0·25		1·52 to 2·0		175 to 230	15 to 40	87	0·29 to 0·58	38·0	Phenol resin with asbestos powder

continued

ادامهٔ جدول صفحهٔ ۱۲

Table 5.1 *continued*

Number	Material	Compressive strength σ_D, bar	Tensile strength, σ_z, bar	Elastic modulus, E, bar	Poisson's ratio, ν*	Hardness, H	Specific gravity, γ	Porosity, ε, %	Maximum temperature, T_{max}, °C	Expansion coefficient, $10^6\alpha$, °C^{-1}	Temperature range, ΔT, °C*	Thermal conductivity, A, kcal/m h°C	Thermal stress resistance, B_1, kcal/m h	Special characteristics
8	Hard rubber		100 to 280	10 500	(0·4)		1·3 to 1·82	0	100	54	180	0·25	45·0	with graphite filling
9	Synthetic resin 2	1 000 to 1 500	150 to 400	70 000 to 170 000	(0·25)		1·6 to 1·9		130 to 160	15 to 30	(75)	0·4 to 1·0	(53)	Phenol resin with asbestos and graphite
10	PTFE		410	3 500 to 10 000	(0·5)	55 to 63	2·1 to 2·3		280	70	(410)	0·2	(82)	Polytetrafluoroethylene
11	Synthetic carbon 1	1 600	210	175 000	0·25	65□	2·0	0·2	170	13·5	66	2·0	132	Synthetic resin-bound carbon
12	Synthetic carbon 2	1 680	230	132 000	(0·25)	65□	2·8	0	170	20·0	(65)	2·5	(164)	Synthetic resin-bound carbon with white metal
13	Carbon 1	2 100	440	120 000	0·2	85□	1·8	4·3	300	4·3	690	9·0	6 200	Synthetic resin-impregnated
14	Carbon 2	2 700	560	220 000	0·2	90▲	1·8	2·0	320	4·0	520	10	5 200	Synthetic resin-impregnated
15	Carbon 3	2 500	310	146 000	0·2	80□	1·79	0·5	285	5·3	320	20·0	6 400	Synthetic resin-impregnated
16	Carbon 4	3 360	360	160 000	(0·2)	75□	2·5	2·5	280	6·6	(273)	30·0	(8 200)	Lead-copper impregnated
17	Carbon 5	3 500	210	135 000	(0·2)	85□	2·4	4·0	350	4·82	(260)	34·0	(8 800)	Silver impregnated
18	Carbon 6	2 350	530	260 000	0·2	93□	1·73	0·3	370	2·16	750	20·0	15 000	Synthetic resin-impregnated
19	Graphite 1	1 250	160	70 000	0·22	65□	1·65	14	540	4·9	362	46·0	16 700	Salt impregnated
20	Graphite 2	1 000	155	100 000	0·2	65□	1·85	1·0	365	5·25	235	90·0	21 200	Synthetic resin-impregnated
21	Graphite 3	1 270	190	115 000	0·18	72□	1·85	0·25	370	5·2	260	89·0	23 000	Synthetic resin-impregnated
22	Graphite 4	710	145	130 000	0·22	60□	1·83	0·3	180	3·5	250	100·0	25 000	Synthetic resin-impregnated
23	Graphite 5	560	140	56 000	0·22	50□	1·66	10·0	520	4·5	520	60·0	26 000	Plain
24	Graphite 6	1 400	200	100 000	0·22	70□	1·8	7·0	340	2·0	780	60	47 000	Synthetic resin-impregnated
25	Stellite 1	18 000	3 300	2 200 000	0·3	54	8·6		1 000°	12·5	83	12·7	1 050	55% Co; 30% Cr; 12% W; 2·5% C
26	Stellite 6	15 500	7 000	2 130 000	0·27	46	8·4		1 000°	14·1	180	12·5	2 250	67% Co; 28% Cr; 4% W; 1% C
27	Hard alloy 3	13 500	5 300	2 300 000	0·3	48 to 50+	8·65		1 260°	11·9	135	11·0	1 480	58% Co; 28% Cr; 7·5 W; 1·5% C
28	Hardened nickel		2 800 to	1 750 000	(0·26)	53 to	7·7		800	8·5	(157)	12·2	(1 930)	4·5% Ni; 3·5% C; 2·5% Cr; 0·5% Si
29	Stainless steel AISI 316		5 400	2 000 000	0·28	135 to 185**	7·98	0	1 400♠	16·0	121	16·0	1 940	17% Cr; 12% Ni; 2·5% Mo; 0·1% C
30	Invar		4 500	1 500 000	0·3	160**	8·0	0	1 425♠	0·9	230	9·5	2 200	36% Ni
31	Niresist (cast)	7 000 to 8 400	1 750 to 2 100	1 050 000 to 1 130 000	0·25	125 to 170**	7·3		1 200♠	17·0	78	34·0	2 650	20% Ni; 3% C; 2% Cr; 2% Si; 1% Mn; 0·5% Cu

continued

Table 5.1 PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF SLIDING FACE MATERIALS AT ROOM TEMPERATURE FOR FIVE TYPES OF MATERIAL

Number	Material	Compressive strength σ_D, bar	Tensile strength, σ_z, bar	Elastic modulus, E, bar	Poisson's ratio, ν*	Hardness, H	Specific gravity, γ	Porosity, ε, %	Maximum temperature, T_{max}, °C	Expansion coefficient, $10^6\alpha$, °C^{-1}	Temperature range, ΔT, °C*	Thermal conductivity, A, kcal/m h°C	Thermal stress resistance, B_1, kcal/m h	Special characteristics
32	Hastelloy B	2 100°	8 500	2 140 000	(0·3)	215**	9·24		1 335♦	10·0	(280)	9·7	(2 700)	62% Ni; 32% Mo
33	Hastelloy C	2 850°	8 400	2 000 000	(0·3)	225**	8·94		1 285♦	11·3	(260)	10·8	(2 800)	53% Ni; 19% Mo; 17% Cr; 6% Fe; 5% W
34	Chrome (cast)	10 000	5 200	2 030 000	0·28	300**	7·53		1 500♦	10·6	173	19·0	3 300	30% Cr; 1% Mn; 1% Si; 1·2% C
35	Cobalt	8 500	2 400	2 100 000	0·28	125**	8·9		1 495♦	12·3	67	59·5	4 000	Cast
36	Cast iron	7 000	2 000	900 000 to 1 100 000	0·25	150 to 220**	7·25		1 400♦	10·0	150	40·0	6 000	3·4% C; 2·2% Si; 0·5% Mn
37	Chrome		4 900	2 500 000	0·3	180**	7·19		1 800♦	6·2	220	57·6	12 700	
38	Steel	35 000	13 000	2 060 000	0·28	64 to 67+	7·8	0	600	14·8	305	45·0	13 800	Hardened
39	Molybdenum		7 000	3 300 000	0·324	20 to 26+	10·2		550	4·85	325	110·0	35 600	
40	Steatite	6 300	700	1 050 000	(0·3)	7·5■	2·7	0·02	1 000	8·2	(57)	2·15	(120)	$MgO\ SiO_2$
41	Magnesium		1 000	2 140 000	0·36		3·5		2 800♦	13·5	22	31·0	680	Mg O
42	Thoria	15 000	840	1 470 000	0·17		9·69		3 300♦	9 2	52	9·0	470	$Th\ O_2$
43	Zircon	7 000	840	1 250 000	0·35	8■	3·7	0·02	1 100	4·0	108	4·3	465	$ZrO_2 + SiO_2$

"خواص مکانیکی و حرارتی انواع مختلف مواد" که در تولید مکانیکال سیل مورد استفاده قرار می گیرد . مقایسه مقادیر داده شده برای رزین‌ها و گرافیتها بخوبی نشان می دهد که چرا گرافیتها زوج خوبی برای فولاد می‌باشند .

کربن نوع اول دارای مقاومت مکانیکی بیشتر و ضریب هدایتی کمتر و کربن نوع دوم دارای مقاومت کمترو ضریب هدایتی بالا و کربن گرافیت دا رای خواص متوسط می باشد . با اضافه کردن ترکیباتی از قبیل رزین مصنوعی و محلولهای نمکی و فلزات دیگر سعی می کنند در مورد کربن گرافیت تخلخل را کاهش و مدول الاستیسیته راافزایش و نشتی را کاهش و ضریب انبساط خطی را کاهش دهند .

کربنها زوج خوبی را در مقابل فولادها برای سطوح مکانیکال سیل تشکیل می دهند .

ولی به هر حال بر اساس شرایط موجود می توان ترکیبات گرافیت را تعیین کرد .

۳ـ فولادها : فولادها همراه کربن‌زوج خوبی‌رابرای m.c.s در شرایط سایش و درجه حرارت بالا تشکیل می‌دهند و فولادها همراه آلیاژهای کروم جهت جلوگیری از سایش مناسب می باشد . بویژه برای شرایط بدون روغن کاری سطوح تا دمای $316\ ^{c^o}$ و سرعت 80m/sec فولاد مناسب است . ولی برای درجه حرارتهای خیلی زیاد و به خاطر از دست دا دن سختی و مقاومت مکانیکی مناسب نمی‌باشد .اکسیدشدن نیز مسئله‌مهمی‌می‌باشد .در چنین شرایطی از آلیاژهای فولاد با نیکل و کروم ـ کبالت،مولیبدن و غیره استفاده می کنند . نکته قابل توجه اینکه ضریب هدایتی فولاد با افزایش درجه حرارت کاهش پیدا می کند در حالی که آلیاژهای آن برعکس عمل می کند .

نشتی Leakage : عوامل مختلفی وجود دارند که سبب نشتی آببندی‌های مکانیکی می گردند معمولا " نشت در اثر وجود لقی شعاعی بین دوسطح تماس آببندی مکانیکی بوجود می آیند . در عمل وجود خطاهائی در المانهای استاتیکی آببندی مانند o رینگهای آسیب دیده و یا صافی سطح بیش از حد در سطوح تماس باعث نشتی می گردد. همچنین عواملی از قبیل اشتباه در مجموعه فشار دهنده و یا تغییر فورم سطوح در تماس و تخلخل مواد نیز باعث نشت ها می‌گردند.

میزان دبی نشتی بین سطوح با فرض موجود بودن فیلم هیدرودینامیک در سطوح مکانیکال سیل و جریان آرام از شکاف حلقوی بین سطوح از رابطه زیر برآورد می گردد :

$$Q = \frac{\pi d_m h_0 (p_1 - p_2)}{12 \eta b}$$

در فرمول فوق

Q دبی سیال نشتی

d_m قطر متوسط سطوح

h_0 لقی متوسط و مؤثر بین سطوح

b عرض سطوح

P_1 فشار سیال آببندی شده

P_2 فشار محیط

η ویسکوزیته سیال

قدرتی که صرف غلبه بر اصطکاک بین دو سطح می گردد ، از رابطهٔ زیر برآورد می شود :

$$N_R = \frac{F \eta V^2}{h_0}$$

که در این فرمول:

N_R قدرت مصرفی (اتلافی در اصطکاک)

ویسکوزیته ، V سرعت نسبی مماسی دوسطح ، h_0 لقی در سطح و F ضریب ثابت می باشد .

از رابطه قدرت مصرفی ملاحظه می گردد که قدرت تلف شده جهت روغن در اثر اصطکاک دو سطح ۱۰۰ برابر آب می باشد چون نسبت ویسکوزیته برابر ۱۰۰ : ۱ می باشد .

لازم به تذکر است که خطاهائی در محاسبات تئوری و آزمایشات وجود دارد زیرا در عمل ضخامت فیلم h_0 سیال بندرت ثابت بوده و به خاطر اختلاف درجه حرارت دو سطح لقی موازی بین سطوح کاملا " ایجاد نمی گردد .

پروفیل سطوح در تماس آببندی مکانیکی: معمولا " سطوح آببندهای مکانیکی دارای سطوح تخت شعاعی (radially planeface) بوده و فقط در موارد خاص از سطوح کروی استفاده می کنند . فرم سطوح درگیر می تواند با سایش و حرارت حین کار دگرگون شود .

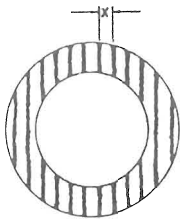
سطوح صاف (صفحه‌ای تخت) با توجه به سادگی تولید معمولا " ترجیح داده می شوند .

صافی سطح: در طول سالیان درازی تجربه برای رسیدن به کیفیت صافی سطح و Flatness مکانیکال سیل‌ها صورت گرفته و در حال حاضر متخصصین در کارخانجات سازنده m.c.s به سطوح با صافی R_a = ./015-./5μm و میزان تختی برابر 2-3 Lihht bands را بکار می برند . یک تست چشمی با منبع نور فیلم Monochromatic جهت سنجیدن صافی سطح استفاده می کنند . (helium light band = ./3μm)

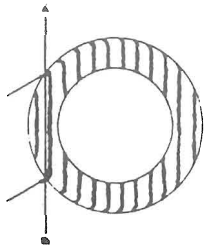
عرض نور مجاز در تست Flatness مستقل از ابعاد m.c.s می باشد .

شکل صفحه بعد اطلاعاتی را در این مورد به خواننده می دهد .

FIG. IX-J LIGHTBAND READINGS

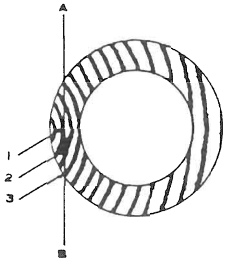


FLAT—The most prominent seal face band pattern produced at DMC and is flat to within one light band. Distance "X" is dependent on the amount of air between the optical flat and the face, and has nothing to do with flatness.



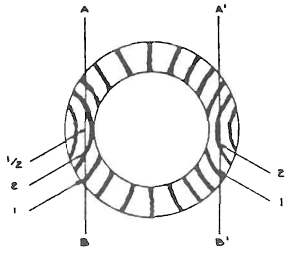
Bands bend at outer edges and indicate wash out of the periphery due to the polishing process. This is a normal pattern and is related to flatness. Line AB intersects **one** black band. The areas contacted by AB show the face out 1 light band.

(a)



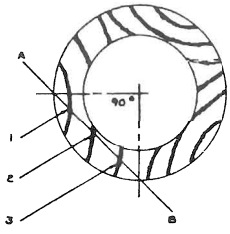
Bands bend on one side and show an out of flat condition of 3 light bands. Since line AB intersects 3 bands as illustrated by arrows, this pattern is out of flat beyond the acceptable quality level imposed on

(b)



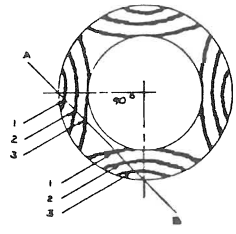
2 bands are intersected by Line AB and fall between 2 at the center of the ring indicating 2½ light band curvature. Line A'B' intersect 2 bands that curve in opposite direction to those intersected by Line AB. This indicates an egg shaped curvature of 2½ light bands

(c)



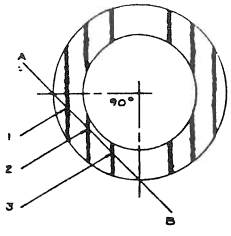
Bands show a saddle shape out of flat condition of 3 light bands.

(d)



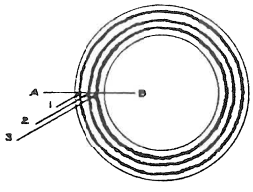
Bands again show a saddle shape out of flat condition. However, in this illustration, we have 6 bands intersected or 6 light bands out of flatness.

(e)



Band pattern shows a cylindrical shaped part with a 3 light band reading error.

(f)



Band symmetrical pattern indicates a concave or convex flat. In this case, we count the total number of bands on the part. Line AB intersects 3 bands.

وقتی سطوح m.c.s با روش لپینگ (Lapping) تولید شود پروفیل سطح در حین کار بصورت ناگهانی تغییر فورم می دهد . که میزان آن تابع کوپل انتقالی و مقدار نیروهای شعاعی و محوری و اختلاف درجه حرارت می ـ باشد . در اینصورت سطوح درگیر m.c.s کج شده و شکاف بین سطح احتمالا " محدب یا مقعر می شود ، و تماس محیطی سطوح مایل می گردد . اگر زمان کافی از شروع کار m.c.s بگذرد با انتخاب جنس مناسب در اثر فشار وارده و سایش سبب موازی شدن سطوح درگیر می گردد . زمان لازم برای کار m.c.s بستگی به میزان کج شدن ـ فشار خالص وارده به سطوح درگیر و مقاومت سایش جنس سطوح دارد .

درمورد انواع مکانیکال سیل این زمان از چند دقیقه تا چندین ماه می‌باشد . اگر به هر ترتیب در حین شروع کارکرد سطوح m.c.s در اثر عواملی مانند ترکهای ناشی از تنش حرارتی و یا شکوک حرارتی بیش از حد مجاز مواد سطوح و یا پارگی سطوح آسیب ببینند . در اینصورت سیل کار خودش را انجام نخواهد داد .

کج شدن سطوح مکانیکال سیل بویژه در حالتهای کارکرد متناوب آن بیشتر ظاهر می گردد . که این امر در محاسبه دقیق میزان نشتی تاءثیر دارد . به هرحال سه پارامتر عمده در کج شدن شکاف بین دو سطح تاءثیر دارد که عبارتند از :

۱ـ نیروی محوری ۲ـ نیروی شعاعی ۳ـ گرادیان درجه حرارت

انحراف سطوح در تماس ناشی از نیروهای مکانیکی

در اثر کج شدن ، سطوح m.c.s میل دارند در محیط خارجی (قطر D) و یا داخلی (d) با یکدیگر تماس ایجاد کنند (شکل ۹) که عملا " تحت تاءثیر بار این حالت پیش می آید .با انتخاب مناسب ابعاد و انتخاب مناسب مواد بصورت تئوریک می توان میزان کج شدن سطوح را محاسبه کرد و آنرا در حد مناسبی محدود کرد .

نیروی محوری : در شکل شماره ۱۰ لنگرهای پیچشی در فاصله $r_m=\frac{(D+d)}{4}$ در مورد رینگ A منجر به تغییر فورم می گردد .

$$\bar{M}_A = \bar{P}_A(r_p - r_m)\ \mathrm{N\ mm/mm}$$

$$\bar{P}_A = Ap_1 b\ \mathrm{N/mm}$$

$$r_p = \frac{D+d_h}{4}\ \mathrm{mm}$$

در جدول (2) ملاحظه می شود که به ازای $r_p > r_m$ سطح تماس در قطر D صورت می گیرد .

به ازای $r_p=r_m$ ، $S_A M_a$ میزان کجی صفر می گردد .

و به ازای $r_p < r_m$ ، سطح تماس در d صورت می گیرد . مطالب فوق برای سطح B نیز صادق می باشد .

$$\bar{M}_B = \bar{P}_B(b_1 - b_2)$$

$$\bar{P}_B = p_1 c_1$$

$$b_2 \approx \frac{D_B + d_h}{4}$$

$$c_1 = \frac{D_B - d_h}{2}$$

Table 4.1 MECHANICAL DISTORTION OF FLOATING SEAL RING IN FIGURE 4.3 FOR DIFFERENT AREA RATIOS A, UNDER INTERNAL OR EXTERNAL PRESSURE

Figure 4.3	*Area ratio, A*	*Pressure*	*Lever arm ratio, r_p/r_m*	*Contact line at*	*Twist, s_{AMa}*
a	<1	p_a	>1	*D*	(+)
b	<1	p_i	<1	*d*	(−)
c	$=1$	p_a	$=1$	—	0
d	$=1$	p_i	$=1$	—	0
e	>1	p_a	<1	*d*	(−)
f	>1	p_i	>1	*D*	(+)

(جـــدول ۲)

میزان کج شدن زاویه‌ای برای المان مکانیکال سیـل طبق شکل ۱۱ برابر است با :

$$\phi = \frac{12\bar{M}r_m}{El^3 \frac{r_a}{r_i}}$$

و ماگزیمم تنش در نقـــاط ۱ و ۲ از رابطه زیر محاسبه می گردد :

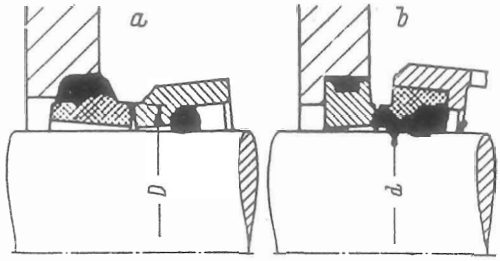
$$\sigma_{max} = \pm \frac{6\bar{M}r_m}{l^2 r_i \ln \frac{r_a}{r_i}}$$

در پاره‌ای موارد بدلیل کوچکی زاویه ϕ ، $\sin\phi \approx \phi$ پس می توان نوشت :

$$s_{Ma} = \phi b C_F$$

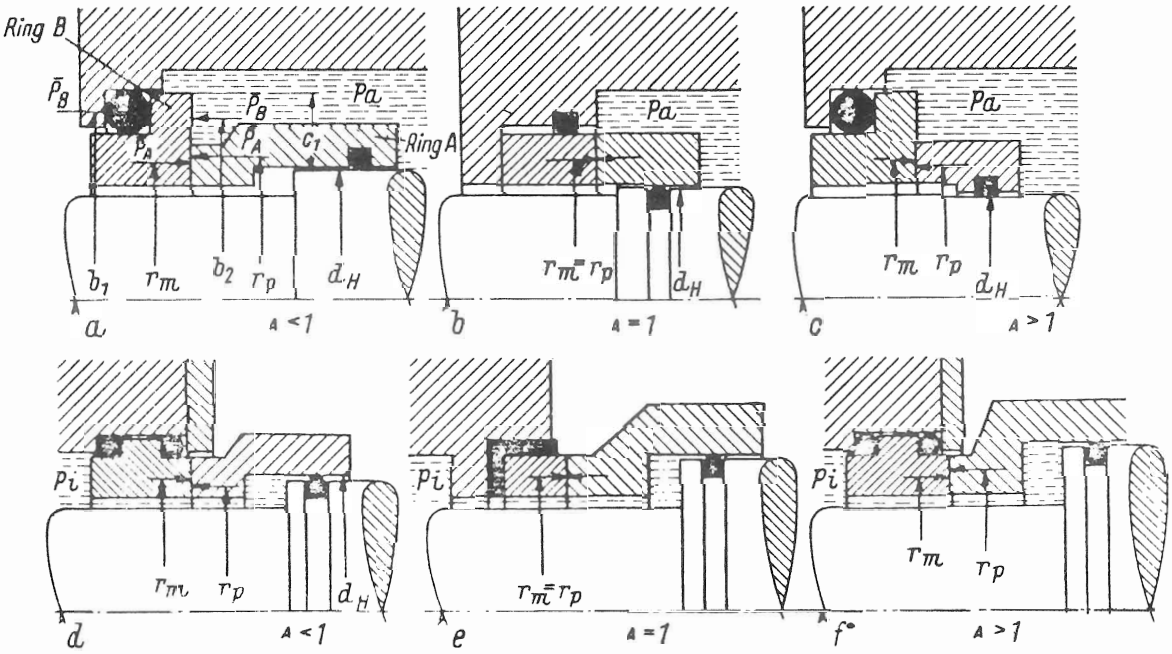
C_F بعنوان فاکتور شکل نامیده می شود .میزان کجی برای هر دو رینگ از رابطه زیر بدست مـــــی آید .

$$s_{Ma} = s_{AMa} + s_{BMa}$$



شکل ۹: حالتی از کجی سطوح آببندی

a) تماس در محیط خارجی D b) تماس در قطرداخلی d



شکل ۱۰: سطوح مکانیکال سیل برای نسبت سطوح مختلف

نیروی شعاعی: سطوحی که از داخل تحت فشار باشند به طرف بیرون خم خواهند شد. (شکل ۱۲)

میزان تغییر شکل (خم شدن) در چنین شرایط از رابطه زیر محاسبه خواهد شد:

$$\Delta r = \frac{r_m^2 p_1}{E b_1}\left(1 - \frac{2\cosh ql \cos ql}{\cosh^2 ql + \cos^2 ql}\right)$$

و میزان کجی زاویه‌ای از رابطه:

$$\phi = 2q\frac{r_m^2 p_1}{E b_1}\left(\frac{\sinh ql \cos ql - \cosh ql \sin ql}{\cosh^2 ql + \cos^2 ql}\right)$$

و میزان کج شدن برابر می شود با :

$$s_{Mr} = \phi b C_F$$

C_F بعنوان فاکتور شکل نامیده می‌شود.

بدیهی است که در مورد نیروهای شعاعی نیز میزان کج شدن دو سطح با هم جمع خواهد شد.

تغییرشکلهای حرارتی Thermal distortion

علاوه بر نیروهای مکانیکی ذکر شده، گرادیان درجه حرارت نیز به کیفیت لقی دو سطح تاءثیر می گذارد. در مورد تغییر شکلهای مکانیکی خواص مدول الاستیکی و ابعاد رینگ و در مورد تغییر شکلهای حرارتی مقادیرضریب هدایتی λ (Thermal conductivity) و ضریب انبساط حرارتی α (Expansion coeficient) وضریب انتقال حرارت و فاکتورهای حرارتی دیگر رل اساسی را بازی می کنند. گرادیان‌درجه حرارت در امتداد شعاعی و محوری بر روی کیفیت لقی سیل تاءثیر می گذارد.

گرادیان درجه حرارت محوری: اختلاف درجه حرارت در امتداد محور سیل سبب تغییر شکل سیل می گردد. مقدار این تغییر شکل از رابطهٔ زیر محاسبه می گردد:

$$s_{Tr} = \frac{\alpha C_a (r_a^2 - r_i^2) C_F}{2}$$

در فرمول فوق C_F بعنوان فاکتور شکل نامیده می شود.

گرادیان درجه حرارت شعاعی Radial temperature gradients

در پاره‌ای موارد اختلاف درجه حرارت در شعاع رینگهای مکانیکال سیل موجب بروز تغییر شکل می گردد. ممکن است منبع حرارتی حالت فوق ناشی از اصطکاک سطوح در تماس، یا حرارت سیال گرم آببندی شده و حرارت ناشی از جریان درهم سیال در محفظه آببندی شده باشد.

براساس توزیع درجه حرارت، جهت گرادیان دما ممکن است از d به D و یا برعکس باشد.

با فرض توزیع خطی گرادیان دما می توان نوشت:

$$C_a = \frac{T - T_A}{l} \ ^\circ\mathrm{C/mm}$$

و مقدار تغییر شکل از رابطه زیر محاسبه می گردد.

$$s_{Ta} = albC_r$$

در فرمول فوق l طول رینگ آببندی و α ضریب انبساط خطـــی در دمای $\frac{T+T_A}{2}$ می باشد گرادیان دمـــای Cr تابع منبع حرارتی ـ ضریب هدایتی و ضریب انتقال حرارت می باشد .

اجتماع تغییر شکل Superposition of distortion

تغییر شکل نهائی رینگهای مکانیکال سیل بـــصورت مجموع تغییر شکلهای حرارتی و مکانیکی می باشد .

$$s = \Sigma s_A + s_B$$

$$s_A = s_{AMa} + s_{AMr} + s_{ATa} + s_{ATr}$$

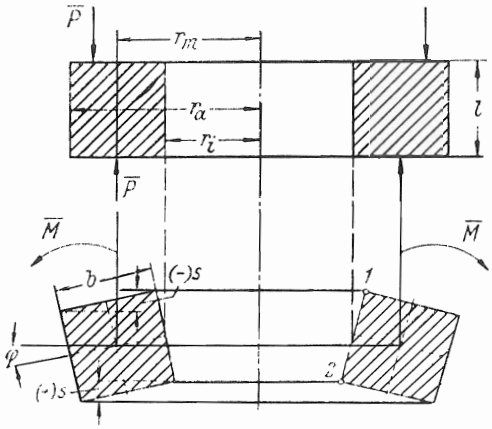
$$s_B = s_{BMa} + s_{BMr} + s_{BTa} + s_{BTr}$$

به منظور حصـــول به یک روش تمـــاس موازی بین دو ســـطح مکانیکال بایستـــی که $S_A+S_B=0$ باشد- هـــــر چند که در عمل رسیدن به این حالت تا حدودی مشکل می باشد .

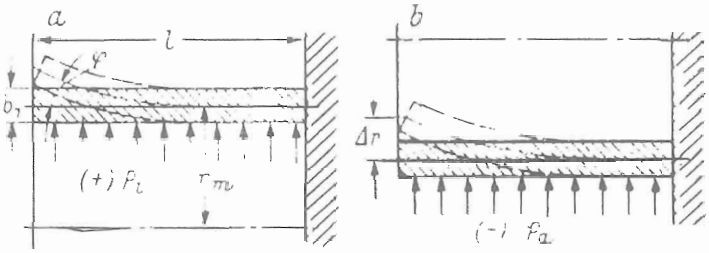
رابطه میزان تغییر شکل و شتی در مباحث آینده مورد مطالعه قرار خواهد گرفت .

Figure 4.3	*Area ratio, A*	*Pressure*	*Lever arm ratio, r_p/r_m*	*Contact line at*	*Twist, s_{AMa}*
a	<1	p_a	>1	*D*	(+)
b	<1	p_i	<1	*d*	(−)
c	$=1$	p_a	$=1$	—	0
d	$=1$	p_i	$=1$	—	0
e	>1	p_a	<1	*d*	(−)
f	>1	p_i	>1	*D*	(+)

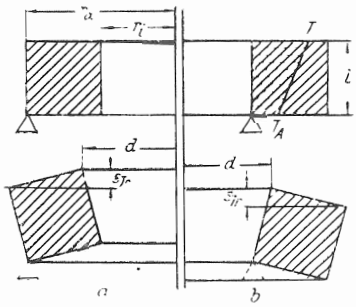
جدول ۲ : کجی مکانیکی انواع سیلـها بر اسساس شکل ۱۰ که در محیط داخلی و یا در محیط خارجی سطح تمـــاس ایجاد می گردد .



شکل ۱۱ : تغییر شکل الاستیک یک سطح آببندی بر اثر بارهای غیر محوری



شکل ۱۲: تغییر شکل الاستیک سطح آببندی a) تحت فشار داخلی b) تحت فشار خارجی



شکل ۱۳: تغییر شکل حرارتی بر اساس گرادیان درجه حرارت.

منابع و مآخذ

1-Mechanical Seals,F.Mayer,1982,Butterworths.

2-The Seal Users Handbook,R.M.Austin,B.S.N.Guy ank D.Reddy ,bhra.

انواع برنزها و مواد یاتاقانی برنزی

مهندس غلامرضا نعمتی

شرکت صنایع پمپ‌سازی ایران

۲

مقـــدمه

موارد استفاده از آلیاژهای مس در پمپها ، اعم از برنز قلع (Cu ـ Sn) ،برنز قلع سرب‌دار (Cu-Sn-Pb) آلومینیوم برنز (Cu-AL) و..... به علت خـواص مکانیکی ، مقاومت به خوردگی بالا ، خواص یاتاقانی‌ونظایر آن رو به فزونی است و در پاره‌ای از موارد جایگزینی هر یک از این مواد به جای مواد دیگر شرایط کار را بهبـــود می بخشد . بعنوان مثال استفاده از آلومینیوم برنز بجای برنز قلع ، ضمن کاستن از مشکلات مربوط به ریخته‌گری این آلیاژ (حفره‌های انقباضی پراکنده در قطعه) ، محصول نهائی از خواص مکانیکی بالائی برخوردار است . بهمین دلیـل لزوم آشنایی با اصطلاحات معمول این آلیاژها و آگاهی از خواص مکانیکی ، خوردگی و سایش به وضوح مشهوداست .

این مختصر که در پیش روی دارید چکیده‌ای از انواع برنزها ، ترکیب شیمیایی آنها و مواد یاتاقانی آلیاژهـای مس است که دسته‌ای از این آلیاژها در ساخت پمپها بکار می روند .

برنزهای قلـــع Tin Bronzes

برنزهای قلع ، یکی از آلیاژهای مهم مس است که محتوی ۵ تا ۲۰ درصد قلع و درصد خیلی کم فسفر است .

فسفر موجود در این آلیاژ ، از مرحله اکسیژن زدایی آلیاژ که توسط ترکیبی از فسفر ـ مس (۱۰ تا ۱۵ درصـــد فسفر) اکسیژن زدایی می شود ، باقـی مانده است از این جهت این آلیاژها را تحت عنوان فسفر برنز می‌شناسند.

در این آلیاژها اگر بجای فسفر از ۲ تا ۶ درصد روی استفاده شود آلیاژ حاصله را "gunMetal" می نامنـــد .

موارد استفاده از فسفر برنزها زمانی است که بار اعمالی با دور پائین صورت گیرد در حالیکـــه "gun Metal"

در مواردی بکار می رود که قطعات ریختگی پیچیده و در عین حال ریخته‌گری آنها با مشکلاتی مواجه باشد . جهت اطلاع از ترکیب شیمیائی و خواص مکانیکی برنزهای قلع به جداول ۱ و ۲ مراجعه کنید .

Table 1 Compositions of Bronze Castings (ASTM B22)

Class	Cu	Sn	Zn	Pb	Ni,max	Fe	P, max
A	79 to 82	18 to 20	0.25 max	0.25 max	....	0.25 max	1.0
B	82 to 85	15 to 17	0.25 max	0.25 max	....	0.25 max	1.0
C(a) ...	78 to 82	9 to 11	0.75 max	8 to 11	1.0	0.15 max	0.10 min
D	86 to 89	9 to 11	1 to 3	0.30 max	1.0	0.15 max	0.05
E	60 to 68	0.20 max	rem	0.20 max	3 to 7.5 Al	2 to 4	2.5 to 5 Mn

(a) Copper plus tin plus lead plus nickel, 88.50 min; 0.75 max Sb

Table 2 Required Mechanical Properties of Bronze Castings (ASTM B22)

Property	Class A	Class B	Class C	Class D	Class E
Compression Tests					
Deformation limit, min psi..	24,000	18,000	....	....	55,000
Permanent set in 1 in. ..... under 100,000 psi, in.	0.04 to 0.12	0.10 to 0.20	....	....	0.03 max
Maximum compression ..... under 10,000 psi, in.	....	....	0.001	....	....
Tension Tests					
Tensile strength, min psi ...	....	....	....	40,000	110,000
Yield strength, min psi	....	....	....	18,000	60,000
Elongation in 2 in., min %..	....	....	....	20	12
Hardness					
Brinell hardness number ...	....	....	....	....	223 min

جداول شماره ۱ و ۲

برنزهای ریختگی قلع معمولا " برای رسیدن به اهداف زیر بکار می روند .

کلاس A : جهت تماس با دیسک‌های سخت شده‌فولادی‌که با دور پائین کار می‌کنند و تحت بارهای کمتر از ۳۰۰۰ Psi قرار دارند .

کلاس B : برای تماس با دیسک‌های فولادی سخت شده که با دور پائین کار می کند ، تحت بارهای کمتر از ۲۵۰۰Psi قرار داشته و بعنوان یاتاقانهای کف گرد انجام وظیفه می کنند .

برای تماس با فولادی که حداقل استحکام کششی آن ۶۰۰۰۰ Psi بوده، دردورپائین‌تحت بارهای کمتر از ۱۵۰۰ Psi قرار داشته و همچنین تحت بارهای کمتر از ۲۵۰۰ Psi بعنوان یاتاقان عمل می‌کنند .

آلیاژهای دیگری از این تیپ که قابلیت ریخته‌گری در ماسه دارند توسط استاندارد ASTM تحت عنوان B ۱۴۳ ، برنز قلع و برنزقلع سرب‌دار مشخص شده است . ترکیب شیمیایی و مشخصات مربوط به این آلیاژها در جداول ۳ و ۴ داده شده‌اند .

Table 3 Chemical Compositions of Tin Bronze and Leaded Tin Bronze Sand Castings (ASTM B143)

Alloy	Cu	Sn	Pb	Zn	Ni,max	Fe,max	P, max
			Tin Bronze				
1A(SAE 62) ...	86 to 89	9 to 11	0.30 max	1 to 3	1.00	0.15	0.05
1B(SAE 620) ..	86 to 89	7.5 to 9.0	0.30 max	3 to 5	1.00	0.15	0.05
			Leaded Tin Bronze				
2A(SAE 622) ..	86 to 90	5.5 to 5.5	1 to 2	3 to 5	1.00	0.25	0.05
2B(SAE 621) ..	85 to 89	7.5 to 9.0	1.00 max	2.5 to 5	1.00	0.25	0.05

Table Required Tensile Properties of Tin Bronze and Leaded Tin Bronze Sand Castings (ASTM B143)

Property	Tin bronze 1A	Tin bronze 1B	Leaded tin bronze 2A	Leaded tin bronze 2B
Tensile strength, min psi...	40,000	40,000	34,000	36,000
Yield strength (a), min psi.	18,000	18,000	16,000	16,000
Elongation in 2 in., min %.	20	20	22	18

(a) Yield strength determined as the stress producing an elongation under load of 0.5%; that is, 0.01 in. in a gage length of 2 in.

جدول شماره ۳ و ۴

آلیاژهای 1A و 1B به ترتیب تحت عنوان ۲–۱۰–۸۸ و ۴–۸–۸۸ مشخص می شوند . این آلیاژها از دو جهت حائز اهمیت هستند ، اول آنکه مشخصات ریخته‌گری خوبی دارند و دوم آنکه استحکام ، سختی ، خاصیت یاتاقانی و در عمل مقاومت بخوردگی شان در آب دریا ، قابل توجه می باشد .

وجود توام فسفر و روی در این آلیاژ خاصیت مفیدی را از خود نشان نمی دهند و همان خاصیتی را دارند که وجود عناصر روی و فسفر به‌تنهایی از خود نشان می دهند، عموماً ، فسفر بعنوان یک اکسیژن‌زدا در ساخت "gunMetal" بکار می رود . بعبارت دیگر روی بندرت به فسفر برنز افزوده می شود . در تولید آلیاژ "gunMetal" استفاده از فسفر بعنوان اکسیژن‌زدا ، از محدودیت برخوردار است، چراکه فسفر تاثیر شدیدی بر دامنه انجماد آلیاژ داشته و تغییرات دامنه انجماد مشخصات قطعه ریختگی را تغییر می دهد و نهایتاً ، اینکه نباید "gun Metal" حاوی فسفر بوده و همچنین فسفر برنز نیز باید عاری از روی باشد .

جایگزین کردن روی بجای قلع در برنز قلع ، داکتیلیته را بهبود بخشیده و در عین حال استحکام و سختی را کم می کند در مواردیکه استحکام و سختی بالائی مورد نیاز باشد، در این صورت استفاده از روی در این آلیاژ محدود می‌شود اما در صورتیکه مجاز به استفاده از روی باشیم با افزودن در صد معینی از روی به برنز قلع همواره قطعات ریختگی تمیز وسالمی خواهیم داشت .

سرب معمولاً ، استحکام و سختی آلیاژ "gun Metal" را کاهش می دهد و این در حالی است که خاصیت ماشین کاری بهبود یافته به نحویکه با افزودن ۰/۵ درصد سرب ، آلیاژ خوش تراش "Free cutting" قابل

دسترس است . در عمل ، در ریخته گری قطعات بهتر است درصد سرب پائین‌تر از ۰/۵ درصد باشد چراکه خطر رسوب وجدایش سرب با مقادیر بیش از این موجب ضایع شدن قطعه می شود . ذکر این نکته ضروری است که درعمل، قطعات ریختگی برنز قلع حاوی ۰/۲۵ تا ۰/۳۰درصد سرب هستند .

آهن ، سختی "gun Metal" را افزوده و به جهت اینکه سختی موضعی در قطعه بوجود می آورد ، لذا قابلیت ماشین کاری را کاسته و قطعه را معیوب می کند .

نیکل قابلیت ریخته‌گری برنزهای قلع را افزوده و از این جهت عنصر سودمندی است و همچنین وجود نیکل اندازه دانه‌ها را ریز کرده و در عین حال از مقاومت به سایش و خوردگی آن نمی کاهد . معمولا " به آلیاژ ۲-۱۰-۸۸ نیکل اضافه نمی کنند در حالیکه بر حسب معمول، آلیاژ ۴-۸-۸۸ حاوی ۰/۵۰ تا ۰/۷۵ درصد نیکل است .

برنزهای قلع سرب دار Leaded Tin Bronzes

آلیاژهای بوش گژن پین (Wrist Pin) و سایر آلیاژهای بوش‌های متفرقه تحت عنوان SAE 791 و SAE 792 کدبندی‌شده و درجدول شماره ۵ مرتب شده‌اند این گروه از برنزهای قلع کم سرب هستند . دیگر ترکیبات این آلیاژها در جدول شماره ۳ و همچنین در جدول شماره ۱ تحت عنوان برنز کلاس C نام گذاری شده‌اند . ترکیب شیمیایی برنز کلاس C ، در اساس تفاوتی با SAE 792 که در جدول شماره ۵ مشخص شده ندارد .

برنز کلاس C همانند سایر برنزهای قلع سرب دار برای ساخت بوشهای معمولی بکار می روند اما بطور اخص در یاتاقان سازی کاربرد دارند .

Table 5 Chemical Compositions of Leaded Tin Bronzes

SAE alloy and form	Cu	Sn	Pb	Zn	Sb,max	Ni,max	Fe,m
791, rolled or wrought...	rem	3.5 to 4.5	3.5 to 4.5	1.5 to 4	....	....	0.1
792, cast lining ..... 797, sintered lining	77 min	9 to 11	9 to 11	0.75 max	0.50	0.50	0.35
793, cast lining ..... 798, sintered lining	83 min	3.5 to 4.5	7 o 9	4 max	0.50	0.50	0.35
794, cast lining ..... 799, sintered lining	68.5 to 75.5	3 to 4	21 to 25	3 max	0.50	0.50	0.35

These alloys may all be indented and graphited.

SAE 792, 793 and 794 are the cast, or cast and rolled, bronze liners for rolled split bushings made with a steel backing, usually SAE 1010. SAE 797, 798 and 799 are the equivalent compositions sintered to a steel backing. These material to the desired hardness specification. When roll limited to 0.25% max, to prevent rolling difficult

جدول شماره ۵

خواص یاتاقانی و سایشی

آلیاژهای مس از دیرباز در ساخت یاتاقانها بکار می روند و علت استفاده از آلیاژهای مس ، استحکام ،مقاومت به خوردگی ، مقاومت به سایش و خودروانکاری مناسب آنهاست . انتخاب آلیاژی از مس ، بستگی به عواملی نظیر خوردگی ، خستگی ، صلبیت ، روغنکاری ، ضخامت موادیاتاقانی ، میزان بار اعمال شده ، سرعت دوران ، شرایط

جوی کار و غیره دارد . این آلیاژها بصورت صفحات یاتاقانی ، ورقهای رول شده ، ریخته شده و یا اینکه از طریـــق متالوژی پودر تهیه می شوند . آلیاژهای یاتاقانی و مقـاوم به سایش مس به سه گروه زیر تقسیم می شوند .

الف ــ فسفر برنزها Cu - Sn

ب ــ مس ــ قلع ــ سرب Cu - Sn - Pb

ج ــ منگنز ــ آلومینیوم و سیلیکون برنزها

ترکیب شیمیایی این آلیاژها در جدول شماره ۶ آورده شده است .

Table 6 Typical Properties of Copper Casting Alloys

Common name	Alloy No.	0.5% yield strength, 1000 psi	Compressive yield strength, 1000 psi(b)	Tensile strength, 1000 psi	Elongation, %	Brinell hardness, 500-kg load(c)	Shrinkage, in. per ft	Electrical conductivity, % IACS	Approx melting point, F
				ASTM B22					
....	C	17.9	17.7	39.2	30	67	¼	10.14	1403 to 1705
....	D	20 to 23	....	40 to 50	24 to 43	75 to 85	7/16 to 7/32	10.5 to 11.5	1800
....	E	83.1(d)	71.4	119	18	177	9/32	9.05	1625 to 1693
				ASTM B61					
Valve bronze	....	16.4	15.1	40.7	45	64	3/16	14.32	1518 to 1810
				ASTM B 62					
Leaded red brass	....	15.1	14.4	35.3	32	62	11/16	15.08	1568 to 1849
				ASTM B66					
Soft bronze	....	11 to 15	12 to 14	23 to 30	7 to 16	42 to 55	3/16	....	1650 to 1700
				ASTM B132 (Leaded High - Strength Manganese Bronze)					
....	A	20	....	60	15	....	....	....	....
....	B	32	....	80	15	....	....	....	....
				ASTM B143					
Tin bronze	1A	20 to 23	....	40 to 50	24 to 43	75 to 85	3/16 to 7/32	10.5 to 11.5	1800
Tin bronze	1B	18 to 22	....	40 to 50	25 to 50	60 to 75	3/16 to 7/32	12 to 13	1800
Leaded tin bronze	2A	16.4	15.1	40.7	45	64	3/16	14.32	1518 to 1810
Leaded tin bronze	2B	16 to 24	9 to 11	33 to 43	18 to 30	60 to 75	3/16 to 7/32	10 to 12	1570 to 1830
				ASTM B144 (High - Leaded Tin Bronze)					
80-10-10	3A	17.9	17.7	39.2	30	67	¼	10.14	1403 to 1705
83-7-7-3	3B	17 to 21	....	30 to 38	12 to 20	55 to 65	3/16 to 7/32	....	1750 to 1800
85-5-9-1	3C	12 to 15	13.0	28 to 35	20 to 35	55 to 65	3/16	15	1750
78-7-15	3D	14 to 20	13 to 16	25 to 33	10 to 18	50 to 60	3/16	....	1700 to 1750
70-5-25	3E	11 to 15	12 to 14	23 to 30	7 to 16	42 to 55	3/16	....	1650 to 1700
				ASTM B145					
Leaded red brass	4A	15.1	14.4	35.3	32	62	11/64	15.08	1568 to 1849
Leaded red brass	4B	12 to 17	11 to 12	30 to 38	15 to 27	50 to 60	3/16	....	1800
Leaded semi-red brass	5A	13 to 17	....	29 to 39	18 to 30	50 to 60	3/16	18	1750 to 1800
Leaded semi-red brass	5B	14.9	12.8	37.8	37	59	11/64	16.41	1527 to 1748
				ASTM B146					
Leaded yellow brass	6A	12 to 14	8 to 10	35 to 40	25 to 40	40 to 55	5/32 to 3/16	15 to 22	1700 to 1750
Leaded yellow brass	6B	11 to 15	9.0	30 to 38	20 to 35	40 to 60	3/16 to 7/32	18 to 25	1700 to 1725
Leaded yellow brass	6C	14 to 20	....	40 to 45	15 to 25	50 to 75	¼	20 to 26	1675 to 1725
				ASTM B147 (High - Strength Manganese Bronze)					
Leaded	7A	25 to 40	20 to 26	60 to 78	15 to 30	80 to 95	7/32 to ¼	20 to 24	1675 to 1725
....	8A	25.8	23.8	71	40	98	15/64	20.64	1583 to 1616
....	8B	46 to 50	50.0	91 to 97	19 to 25	170 to 195(e)	¼ to 5/16	7 to 8	1700
....	8C	83.1(d)	71.40	119	18	177	9/32	8	1625 to 1693
				ASTM B148					
Aluminum bronze	9A	25 to 30	27 to 31	70 to 87	22 to 38	110 to 140(e)	5/16 to 11/32	12 to 14	....
Aluminum bronze, as cast.	9B	30 to 35	16 to 20	70 to 85	20 to 35	110 to 160(e)	7/32 to 5/16	12 to 15	....
Aluminum bronze, heat treated	9B-HT	40 to 55	35 to 45	80 to 95	12 to 16	160 to 225(e)	....	13.8	....
Aluminum bronze, as cast.	9C	30 to 41	....	75 to 95	12 to 20	150 to 185(e)	7/32 to 5/16	13 to 15	1800 to 1900
Aluminum bronze, heat treated	9C-HT	45 to 52	....	90 to 100	6 to 15	190 to 235(e)	....	....	....
Aluminum bronze, as cast.	9D	40 to 50	....	90 to 105	7 to 20	175 to 210(e)	7/32 to ¼	8 to 9.5	1900
Aluminum bronze, heat treated	9D-HT	60 to 80	....	110 to 124	5 to 12	215 to 230(e)	....	....	....
				ASTM B149					
Leaded nickel brass	10A	15 to 20	....	30 to 40	10 to 25	5 to 60	⅛ to 3/16	5.7	....
Leaded nickel bronze	11A	26	24.3	47.1	22	85	¼	4.79	2027 to 2089
Leaded nickel bronze	11B	26 to 40	....	50 to 65	15 to 25	120 to 150	3/16	4 to 5	....

ادامه جدول شماره ٦

ASTM B176(f)									
Die-casting alloy	Z30A	30(d)	....	55	15	....	....	22	1700
Die-casting alloy	ZS331A	30(d)	....	58	15	....	....	....	....
Die-casting alloy	ZS144A	30(d)	....	90	25	....	....	....	....
ASTM B198									
Silicon bronze	12A	22 to 30	15 to 22	55 to 65	25 to 55	85 to 120	7/32 to ¼	4.5 to 6.4	....
Silicon brass	13A	21 to 33	....	50 to 70	20 to 50	70 to 130	....	....	....
Silicon brass	13B	30	26.5	67.8	17	115	15/64	6.07	1510 to 1683
ASTM B292									
Nickel-tin bronze, as cast.	A	20	....	45	25	....	....	....	....
heat treated	A	50	....	75	5	....	....	....	....
Nickel-tin bronze, as cast.	B	20	....	40	20	....	....	....	....
Alloys Without ASTM Specifications(g)									
Chromium copper, as cast.	....	12	....	31	35	63	15/64	45	1985
Chromium copper, precipitation hardened..	....	43	....	55	18	120	....	82	....
Beryllium copper	....	85 to 100	....	90 to 125	0 to 4	325 to 425	¼	18 to 25	1930
Silicon-aluminum bronze.	....	29	....	70	20	135	3/16	7	1800
Silicon-aluminum bronze.	....	38 to 41	....	75 to 84	5 to 14	165 to 190	3/16	6	1800
Tin bronze	....	28 to 30	....	50 to 60	15 to 40	85 to 105	....	8 to 9.5	1830
Aluminum bronze	....	38	....	90	20	150(e)	....	7	....
Nickel silver	....	....	....	....	....	....	....	....	....
Leaded nickel brass	....	17	....	38	25	65(e)	3/16	5.2	....

(a) See Table 4 for machinability ratings of various copper-base casting alloys. (b) Stress for permanent set of 0.001 in. per in. (c) 500-kg load, 10-mm ball. (d) Offset of 0.2%. (e) 3000-kg load. (f) Die-cast properties. (g) See data compilations, pages 1038 to 1052.

Common name	ASTM alloy(a)	Nominal composition(b) Cu	Sn	Pb	Zn	Fe	Ni	Al	Mn	Others
ASTM B22										
Bronze	A	80.5	19.0	...	...	....	....	....	....	....
Bronze	B	83.5	16.0	...	...	....	....	....	....	....
Bronze	C	80.0	10.0	9.5	...	....	....	....	....	....
Bronze	D	87.5	10.0	...	2.0	....	....	....	....	....
Bronze	E	64.0	...	...	Rem	3.0	....	5.0	4.0	....
ASTM B61										
Valve bronze		88.0	6.0	1.5	4.0	....	1.0(c)	....	....	....
ASTM B62										
Leaded red brass		85.0	5.0	5.0	5.0	....	....	....	....	....
ASTM B66										
Phosphor bronze		Rem	8.0	10.5	0.75(c)	....	....	....	....	0.35 P
Hard bronze		Rem	7.5	13.0	1.25(c)	....	....	....	....	....
Medium bronze		Rem	7.0	19.0	1.25(c)	....	....	....	....	....
Soft bronze		Rem	5.0	25.0	1.25(c)	....	....	....	....	....
ASTM B67										
ASTM B67		70.0	5.5	18.5	3.0(c)	....	....	....	....	1.0(c)
ASTM B132										
Leaded high-strength manganese bronze .	A	59.0	1.5(c)	1.0	Rem	2.0(c)	....	1.5(c)	1.5(c)	....
Leaded high-strength manganese bronze .	B	57.5	1.5(c)	1.0	Rem	3.0(c)	....	3.0(c)	3.5(c)	....
ASTM B143										
Tin bronze	1A	88.0	10.0	...	2.0	....	....	....	....	....
Tin bronze	1B	88.0	8.0	...	4.0	....	....	....	....	....
Leaded tin bronze ...	2A	88.0	6.0	1.5	4.5	....	....	....	....	....
Leaded tin bronze ...	2B	87.0	8.0	1.0	4.0	....	....	....	....	....
ASTM B144										
High-leaded tin bronze(80-10-10) ...	3A	80.0	10.0	10.0	...	....	....	....	....	....
High-leaded tin bronze(83-7-7-3) ...	3B	83.0	7.0	7.0	3.0	....	....	....	....	....
High-leaded tin bronze(85-5-9-1) ..	3C	85.0	5.0	9.0	1.0	....	....	....	....	....
High-leaded tin bronze(78-7-15) ...	3D	78.0	7.0	15.0	...	....	....	....	....	....
High-leaded tin bronze(70-5-25)	3E	70.0	5.0	25.0	...	....	....	....	....	....
ASTM B145										
Leaded red brass	4A	85.0	5.0	5.0	5.0	....	....	....	....	....
Leaded red brass	4B	83.0	4.0	6.0	7.0	....	....	....	....	....
Leaded semi-red brass	5A	81.0	3.0	7.0	9.0	....	....	....	....	....
Leaded semi-red brass	5B	76.0	3.0	6.0	15.0	....	....	....	....	....
ASTM B146										
Leaded yellow brass .	6A	72.0	1.0	3.0	24.0	....	....	....	....	....
Leaded yellow brass .	6B	67.0	1.0	3.0	29.0	....	....	....	....	....
Leaded yellow brass .	6C	61.0	1.0	1.0	36.85	....	....	0.15	....	....

ادامه جدول در صفحه بعد

بقیـــه جـــــدول ٦

ASTM B147									
Leaded high-strength manganese bronze .7A	61.0	0.75	0.75	35.5	1.0	....	0.75	0.25	....
High-strength manganese bronze 8A	58.0	...	...	39.25	1.25	....	1.25	0.25	....
High-strength manganese bronze 8B	(e)	...	...	...	....	....	....	....	....
High strength manganese bronze 8C	(e)	...	...	...	....	....	....	....	....
ASTM B148									
Aluminum bronze ...9A	88.0	...	...	...	3.0	....	9.0	....	....
Aluminum bronze ...9B(f)	89.0	...	...	...	1.0	....	10.0	....	....
Aluminum bronze ...9C(f)	85.0	...	...	...	4.0	....	11.0	....	....
Aluminum bronze ...9D(f)	81.0	...	...	...	4.0	4.0	11.0	....	....
ASTM B149									
Leaded nickel brass .10A	57.0	2.0	9.0	20.0	....	12.0	....	....	....
Leaded nickel bronze11A	64.0	4.0	4.0	8.0	....	20.0	....	....	....
Leaded nickel bronze11B	66.5	5.0	1.5	2.0	....	25.0	....	....	....
ASTM B176									
Die casting alloy Z30A	57.0(d)	1.0	1.0	30.0(d)	....	....	....	....	....
Die casting alloy ZS131A	65.0	...	...	Rem	....	....	....	....	1.0 Si
Die casting alloy ZS144A	81.5	...	...	Rem	....	....	....	....	4.0 Si
ASTM B198									
Silicon bronze 12A	99.5(d)	1.0(c)	...	5.0(c)	2.5(c)	....	....	....	3.0 Si
Silicon brass 13A	99.5(d)	...	...	14.0	....	....	....	....	3.5 Si
Silicon brass 13B	99.5(d)	...	...	14.0	....	....	....	....	4.0 Si
ASTM B292									
Nickel-tin bronze ....A	88.0	5.0	...	2.0	....	5.0	....	....	....
Nickel-tin bronze ....B	87.0	5.0	1.0	2.0	....	5.0	....	....	....
Alloys Without ASTM Number(g)									
Chromium copper .....>.	99.0	...	...	...	....	....	....	...	1.0 Cr
Beryllium bronze	96.5	...	...	...	....	1.1	....	....	2.2 to 2.8 Be
Si-Al bronze	91.0	...	...	...	....	....	7.0	....	2.0 Si
Si-Al bronze	90.0	...	...	...	....	....	7.0	....	3.0 Si
Tin bronze	89.0	11.0	...	...	....	....	....	....	....
Aluminum bronze	82.0	...	...	...	4.0	4.0	9.0	1.0	....
Nickel silver	60.0	3.0	5.0	16.0	....	16.0	....	....	....
Leaded nickel brass	59.5	3.0	5.0	Rem	....	16.25	....	....	....

(a) Other designations for these alloys are given as item A2 in the data compilations, at the end of this section of the Handbook; for Government specifications numbers, see item A4. (b) Composition ranges are given in current issue of each specification. (c) Maximum. (d) Minimum. (e) Several compositions available will meet the mechanical requirements. (f) Responds to heat treatment. (g) See data compilations starting on page 1038.

جـــــدول شمـــــاره ٦

فسفر برنزها(Cu-Sn) یا آلیاژهای Cu-Sn-Pb که‌توسط ترکیبات فسفر،اکسیژن‌زدایی می شوند دارای فسفر باقی مانده ازچندصدم‌درصد تا حداکثر ۱ درصدمی‌باشند . وجود فسفر باقیمانده به مقدار ۱ درصد سختی آلیاژ را شدیدا " افزایش می دهد .

نیکل ، اغلب جهت ظریف کردن دانه‌ها و توزیع یکنواخت سرب در آلیاژ مورد استفاده قرار می گیرد .

مقاومت به سایش و سختی یاتاقانهای مس و قلع بالا بوده و از استحکام نسبتا " خوبی برخوردار می باشند . آلیاژ مس و ۱۱ درصد قلع بطور نسبتا " زیادی در ساخت دنده‌ها بکار رفته و این تیپ از برنزهای قلع را "برنز ـ دنده" می نامند . برنزهای پر قلع (۱۷ تا ۲۰ درصد) در مواردی بکار می رود که بار اعمال شده بالا و دوران به آهستگی انجام می شود . برای‌برنزبا ۱۷درصد قلع بار مجاز اعمالی Psi ۲۵۰۰ و برای برنز با ۲۰ درصد قلع این مقدار Psi۳۵۰۰ می باشد . این آلیاژها خیلی تـرد می باشند .

آلیاژهای Cu–Sn – Pb تحت شرایطی که آلیاژ نرم مورد نیاز است و قطعه در سرعتهای کم یا متوسط کارکرده و بار اعمال شده از Psi ۸۰۰ تجاوز نکند بکار گرفته می شود . این دسته شامل آلیاژهای ۳A، ۳B، ۳C از کد ۱۴۴ ASTM B می باشند . آلیاژ ۳ A با مشخصه ترکیبی ۱۰–۱۰–۸۰ یک آلیاژ عالی یاتاقانی است ودر مواردیکه روغنکاری امکان‌پذیر نیست ،مورد بهره‌برداری قرار می گیرد . آلیاژهای ۳B و ۳C معمولا " جهت تعمیرات مورد استفاده قرار می گیرند . آلیاژهایی شبیه به ترکیب شیمیایی ۳D و ۳E در مواردیکه میزان بار اعمالی زیاد بوده و امکان روغنکاری وجود نداشته باشد و یا در یک محیط بسیار خورنده نظیر یاتاقانهای موجود در اتومبیل‌و پمپها بکار برده می شوند . بار مجاز اعمال شده به این آلیاژها نسبت مستقیم با میزان قلع و نسبت معکوس با درصد سرب محتوی دارد . منگنز برنزهای پر استحکام ، از استحکام کششی و سختی بالایی برخوردارند .

آلومینیوم برنزهای حاوی ۸ تا ۹ درصد آلومینیوم ، مصرف زیادی در ساخت بوشها دارند . و آلومینیوم موجود در آلومینیوم برنز تا ۱۱ درصد افزوده می شود ، هم بصورت ریختگی و هم عملیات حرارتی شده، هر دو برای شرایط کاری بالا مورد استفاده قرار می گیرند وقتی آلومینیوم برنز بیش از ۱۱ درصد آلومینیوم داشته باشد، سختی افزایش یافته و قابلیت تغییر شکل (کرنش) کاسته می شود . آلومینیوم برنزهای بیش از ۱۳ درصدآلومینیوم تا حدود ۳۰۰ برنیل سختی خواهند داشت . بطور معمول آلومینیوم برنز مزایای قابل توجهی از قبیل حد خستگی بالاتر در مقایسه با منگنز برنز دارد . منگنز برنز دارای مقاومت به ضربه بهتری برای استحکام‌های کششی مساوی با آلومینیوم برنز داشته و در عین حال نیاز به عملیات حرارتی ندارد .

آلیاژهای مس ـ سرب، Copper - Lead Alloys

اغلب آلیاژهای مس ـ سرب بطور وسیعی در صنایع هواپیمایی و اتومبیل‌سازی و همچنین مقاصد عمومی‌مهندسی بکار می روند .

کاربرد این آلیاژها در زمینه‌های هواپیمایی و اتومبیل‌سازی انحصارا "بصورت یاتاقانهائی که‌ازقرارگرفتن‌لایه‌ای بر روی‌ورق فولادی، تهیه و مورد بهره‌برداری قرار می گیرد . این کار یک روش متداول در تهیه یاتاقانهای‌بابیتی است که لایه زیرین آنها ، فولادی است . نمونه‌ای از این آلیاژها عبارتنداز:

SAE ۴۸ ، SAE ۴۹ ، SAE ۴۸۰ که ترکیب شیمیایی آنها در جدول شماره ۷ فهرست شده است .

آلیاژهای مس ــ سرب که حدودا " حاوی ۳۰ درصد سرب و ۵ درصد نقره اندنیز در صنعت اتومبیل سازی مورداستفاده واقع‌شده‌اند .نوع دیگری از یاتاقانها را ازسه لایه ،که‌لایه زیرین‌ازجنس فولاد ،لایه میانی آلیاژ ریختگی مس‌با ۲۵ درصد سرب و لایه نازک سوم که جنس آن آلیاژی از قلع ــ سرب و مس بر روی لایه میانی آبکاری شده است ساخته می شوند . مقاومت به خستگی بالا و استثنایی این آلیاژها بر مصرف آنها افزوده است .

Table 7. Compositions of Copper-Lead Bearing Alloys Cast or Sintered on Steel

SAE alloy	Cu	Pb	Ag, max	Zn, max	P, max	Fe, max	Sn, max	Others, max
49	73 to 79	21 to 27	....	....	....	0.35	0.50	0.45
48	67 to 74	25 to 32	1.5	0.1	0.025	0.35	0.25	0.15
480	60 to 70	30 to 40	1.5	....	....	0.35	0.50	0.3

جدول شماره ۷

آلیاژهای مس با سرب بالا ، از استحکام خستگی پائین برخوردار بوده و در عین حال خاصیت یاتاقانی (ضد ــ اصطکاکی Unti Friction) بسیار بالایی دارند . در پاره‌ای از موارد این امکان وجود دارد که نقره و قلع جانشین درصدی از مس موجود گردد و این کار به منظور افزودن بر استحکام خستگی صورت می گیرد .

این آلیاژها به آسانی توسط دسته مشخصی از مواد نفتی خورده می شوند به عبارت دیگر تحت شرایط خاصی امکان اینکه خوردگی مشکل اصلی آلیاژهای مس و سرب باشد ، وجود دارد . در این حالت لزوم استفاده از یک لایه اضافی آبکاری شده که محتوی ۸ تا ۱۲ درصد قلع باشد ، مقاومت خوبی در مقابل محیطهای خورنده مواد نفتی از خود بجای می گذارد .

در مصارف عمومی مهندسی ،آلیاژهای مس و سرب کاربرد زیادی بعنوان یاتاقانها و بوشها یافته‌اند .

سختی و استحکام فشاری و کششی این آلیاژها با افزایش میزان سرب کاسته‌می‌شود . جدول شماره ۸ خواص مکانیکی یاتاقانهای مس ــ سرب ریخته شده در ماسه را نشان می دهد . خواص این آلیاژها شدیدا " تحت تاثیر روش ساخت و ضخامت قطعه ریخته شده است .

Table 8. Mechanical Properties of Sand Cast Copper-Lead Bearings Containing 30 and 40% Pb

Property	30% Pb	40% Pb
Tensile strength, psi	8000 to 9000	7500 to 8500
Elongation, % in 2 in.	6 to 8	6 to 8
Compressive strength(a), psi	3000	2500
Brinell hardness number	22.5 to 32.5	20 to 30

(a) 0.001 in. compression on sample 1 in. high and 1 in. in diameter

جدول شمـــاره ۸

این آلیاژها از مشخصات خوب و با ثباتی برخوردارند و می توان در مواردی که روغنکاری بندرت صورت مـــی‌گیرد با موفقیت بکار برد . از آنجائیکه امکان جدایش و رسوب سرب در طی سردکردن آهسته قطعه ریختگی وجـــود دارد ، لذا عناصر قلع ، نیکل ، منگنز و دیگر عناصر را برای جلوگیری از جدایش و رسوب به آلیاژ می افزایند . این عناصر استحکام آلیاژ را افزوده و بر استفاده وسیع این آلیاژ در مصارف صنعتی اضافه می‌کنند .

پمپ‌های صنایع نفت

تهیه و تنظیم از: جواد حسین پور فیضی
شرکت صنایع پمپ سازی ایران

۳

مقدمـــــه:

پمپ‌های مورد استفاده در صنایع نفت یکی از انواع پمپ‌های صنعتی می باشد . از نقطه نظر اصول کارکـــــرد و قوانین هیدرولیکی این پمپ‌ها مشابه پمپهای معمولی آب می باشند . در عین حال بعلت تفاوتهای فیزیکـــــی و شیمیائی که مابین آب و سیالهای دیگر مورد پمپاژ در صنایع نفت از جمله دانسیته ، ویسکوزیته ، دما ، خاصیـــت اشتعال پذیری ، خاصیت خورندگی و . . . . . موجود می باشد . در طراحی وانتخاب موادوتکنولوژی‌ساخت این‌قبیل پمپ‌ها مواردی بایستی رعایت گردد تا عمر مناسب و اطمینان و ایمنی لازم را بتوان از این قبیل پمپ‌ها انتظـــار داشـــت .

برای آشنائی با جایگاه پمپ‌های مورد استفاده در صنایع نفت به تقسیم‌بندی کلی کاربرد پمپ‌ها بشرح ذیـــل اکتفا می کنیم .

کاربردهای پمپ (Pump Application)

۱ـ نیروگاهها (Power-Plant Service)

۲ـ نیروگاههای هسته‌ای (Nuclear-Energy Application)

۳ـ صنایع نفت (Petroleum Industry)

۴ـ صنایع شیمیائی (Chemical Industry)

۵ـ صنایع کاغذ ـ پلاستیک و صنایع نساجی (Paper,Textiles and Rubber)

۶ـ صنایع غذائی	(Food Processing and Handling)
۷ـ شبکه‌های آبرسانی	(Water Suply)
۸ـ فاضلابها و تخلیه چاه	(Sewage and Sump Service)
۹ـ گرمایش، سرمایش و تهویه مطبوع	(Air Conditioning and Heating)
۱۰ـ آبیاری و کنترل سیلها و سیلابها	(Irrigation and Flood Control)
۱۱ـ معادن و ایجاد بناهای ساختمانی	(Mining and Construction)
۱۲ـ کاربردهای دریائی و استفاده در کشتیها	(Marine Services)
۱۳ـ صنایع هیدرولیکی و پمپهای خلاء	(Industrial Hydraulic and Vacum Pumps)
۱۴ـ صنایع آهن و فولاد و غیره	(Iron,Steel, and other Industries)

چنانکه ملاحظه می شود پمپهای مورد استفاده در صنایع نفت خود جزئی از کاربرد های بیشمار پمپ می‌باشند. در عین حال پمپهای صنایع نفت خود نیز دارای انواع مختلفی می باشد که در این جزوه به بررسی اجمالی آن می پردازیم.

پمپهای مورد استفاده در قسمتهای مختلف صنایع نفت:

۱ـ حفاری چاههای نفت	(Drilling)
۲ـ استخراج	(Production)
۳ـ انتقال	(Transportation)
۴ـ پالایش	(Refinery)
۵ـ لـه کردن	(Fracturing)
۶ـ دکلهای حفاری	(Offshore-rig)
۷ـ حمل و نقل	(Portable)
۸ـ	(Proportioning)

مواد نفتی بعداز آب دومین سیال عمده‌ای می باشد که مورد پمپاژ قرار می گیرد. با وجود این تعداد تیپهای مورد استفاده در این صنعت نسبت به صنایع دیگر اندک می باشد و به سبب موقعیت کاری پمپهای مورد استفاده در صنایع نفت، این پمپها بایستی از استانداردهای بالائی برخوردار باشند.

در انتخاب پمپهای صنایع نفت از استاندارد AVS (American voluntary standard) می توان استفاده کرد در زیر به بررسی اجمالی این گروه از پمپها می پردازیم.

۱ـ پمپهای مخصوص عملیات حفر چاههای نفت (Drilling Pumps)

این پمپها مخصوص پمپاژ گل در عملیات حفاری مربوط به چاههای نفت می باشد ، که عمدتا " بصورت رفت وآمدی (Reciprocating) و با استفاده از نیروی بخار و یا موتورهای تولید قدرت کار می کنند . و با پیستونهـــــای دوتائی و سه تائی نیز تولید می شوند .

در صفحه بعد دو نمونـــــه از این پمپها دیده می شوند .

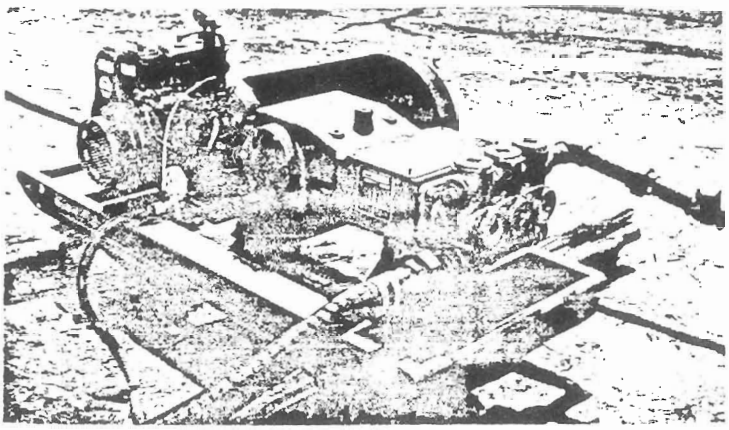


Fig. 13-1 Power - type slush pump . (Worthington Corp.)

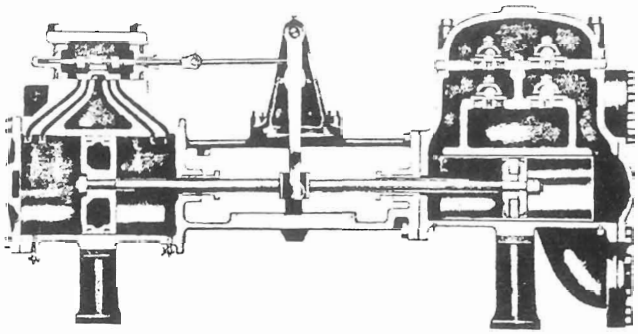


Fig. 3-1 Direct-acting horizontal duplex piston pump. Steam end is at left; liguid end is at right. (Warren Pumps Inc.)

برای پمپاژ گل این پمپها فشارهای خروجی زیادی حتی تا 3000 Psi را بایستی بتوانند تولید و تحمـــــل نمایند . در مواردی از دو پمپ سری و موازی نیز استفاده ، می شود . این پمپها عموما " در رنجهای 500 gpm الی 1000 gpm کار می کنندو دانسیته سیال (گل) پمپاژ شده ۱۱ الی 17 ($\frac{lb}{galon}$) می باشد .

در طراحی و ساخت این قبیل از پمپها بایستی دقـــت زیادی مبذول شود تا از ورود آب و گل به قسمتهـــای ورودی قدرت جلوگیری شود .

برای جلوگیری از تغییرات فشار ناشی از موج زدن گل در خروج از پمپ با میزانی بیشتر از 5% این نوع از پمپها

بایستی به محفظه موج گیر (Surge Chamber) مجهز شوند ، بطوریکه این محفظه سبب محافظت پمپ ، خط خروجی و لوله‌ها در مقابل موج و نوسانات حاصله از آن می شوند .

در سرویسهای وسیع از 3000 ft الی 12000ft پمپهای با تکیه‌گاههای متحرک واز 12,000 ft الی 20,000 ft از پمپهای با تکیه‌گاههای ثابت می توان استفاده نمود .

۲ـ پمپهای مخصوص استخراج نفت (Production Pumps)

این پمپها مسئولیت پمپاژ نفت خام را از چاه تا سطح زمین بعهده دارند ، و بر سه دسته پمپهای هیدرولیک، شناور و نوع Sucker-Rod تقسیم بندی می شوند .

الف ـ پمپهای هیدرولیک (Hydraulic pumps)

یک نمونه‌از این پمپها در شکل ، روبرو دیده می شود .

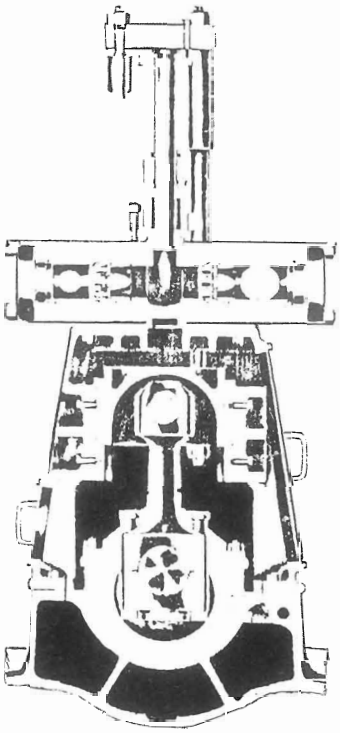


Fig. 3-4 Inverted triplex vertical plunger power pump for high-pressure applications. (Worthington Corp.)

سرعت این پمپها 5 الی 100 ضربه در دقیقه و کورس حرکت آنها بین ۱ الی ۳ فوت می باشد . ظرفیت پمپاژ بستگی به قطر پلانچر ، سرعت پمپاژ ، طول کورس و عمق نشست پمپ دارد و در محدوده 72 الی 4500 $\left(\frac{bbl}{day}\right)$ و با عمق 15000ft الی 2,700ft کار می کند .

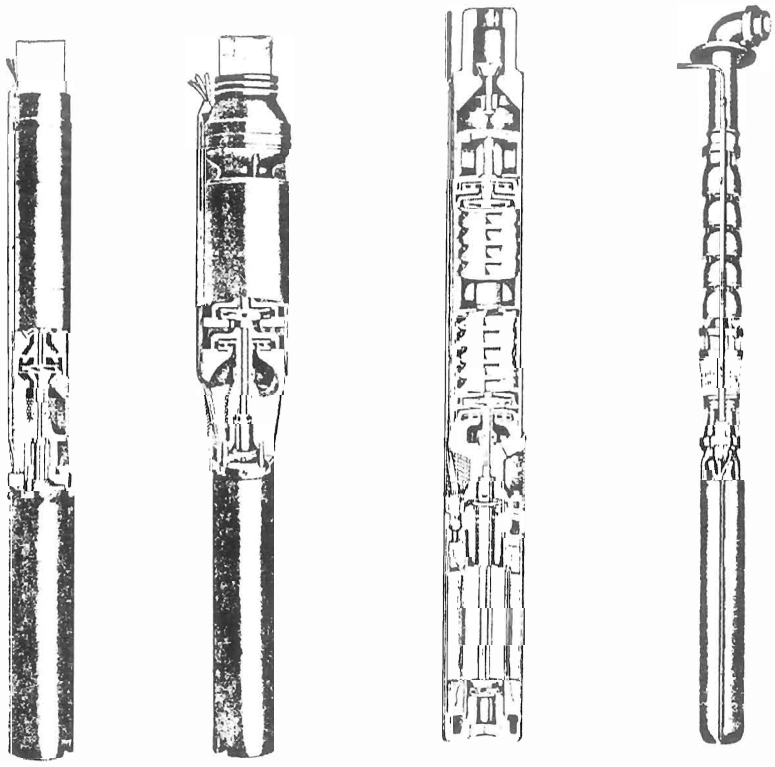
ب ـ پمپهای شناور (Submersible Pumps)

در برخی از چاههای نفت از پمپهای شناور برای پمپاژ نفت خام استفاده می شود . این پمپها دبی‌های پمپاژ از 20 الی 15000 $\left(\frac{bbl}{day}\right)$ تولید می کنند ، که بستگی به اندازه پمپ و ارتفاع پمپاژ دارد .

قدرت مصرفی این پمپها حدود $(\frac{KW}{h})$ 0.5 به ازای هر bbl درهر 1000 فوت ارتفاع پمپاژ است .

در اغلب کاربردها راندمان این پمپها از 50 % بیشتر است .

یک گروه ازاین نوع پمپها درشکل زیـر ملاحظه می شود .



(a) (b) (c)

Fig.17-2 (a) and (b) small submersibel - motor deepwell pumps. (Deming Division, Crane Co.)
(a) Large submersible - motor pump. (Byron Jackson Pomp Division, Borg - Warner Corp.)

ج- سیستم نوع Sucker-Rod

انواع مختلف این پمپها از نظر عملکرد یکسان می باشند . در عین حال از نظر قسمتهای مختلف ساختمانی بـا همدیگر فرق دارند .

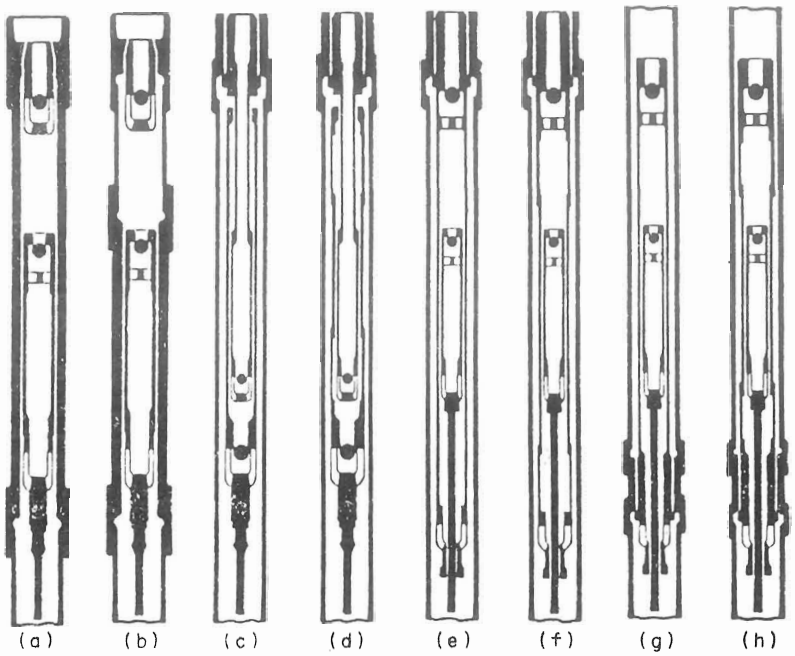


Fig. 13-2 Sucker-rod pumps. (*American Petroleum Institute.*)

برای تولید حرکت رفت و آمدی پمپ از واحدهای موسوم به Walking-Beam بصورت وسیعی استفاده مـــی شود . که این واحدها با استفاده از موتورهای الکتریکی ، مکانیکی حرکت می کنند .

یک نمونـــــــه از این واحدها در شکل زیر مشاهده می شود .

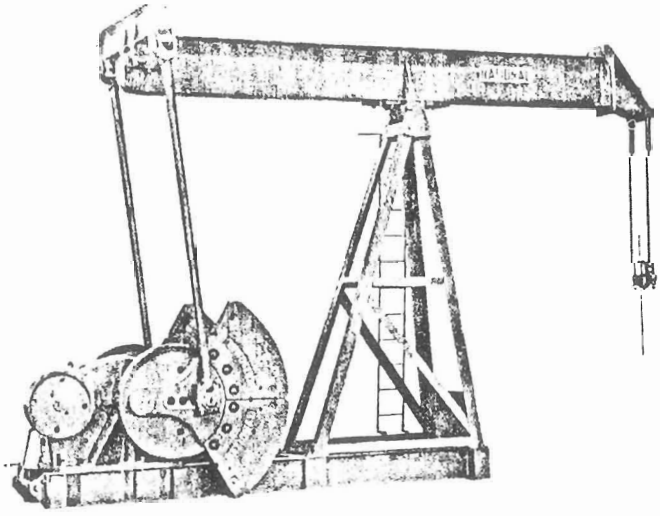
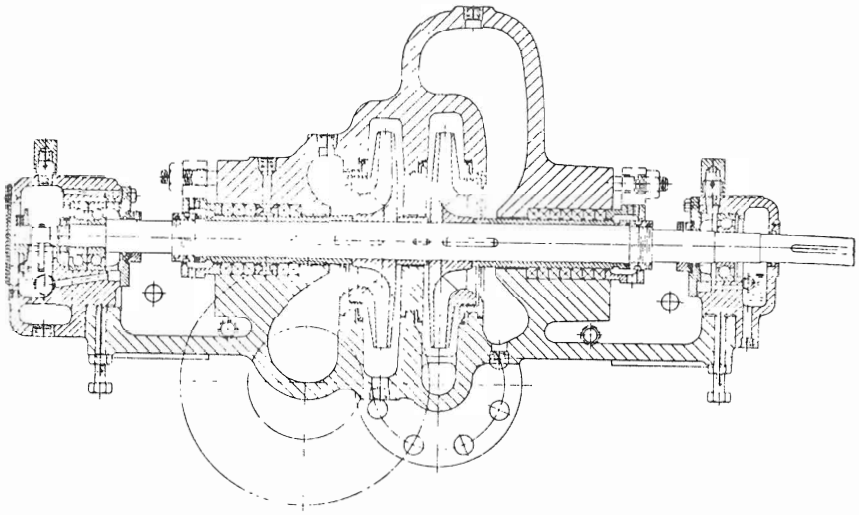


Fig 13-3 Walking-beam pumping unit for engine or motor drive..,

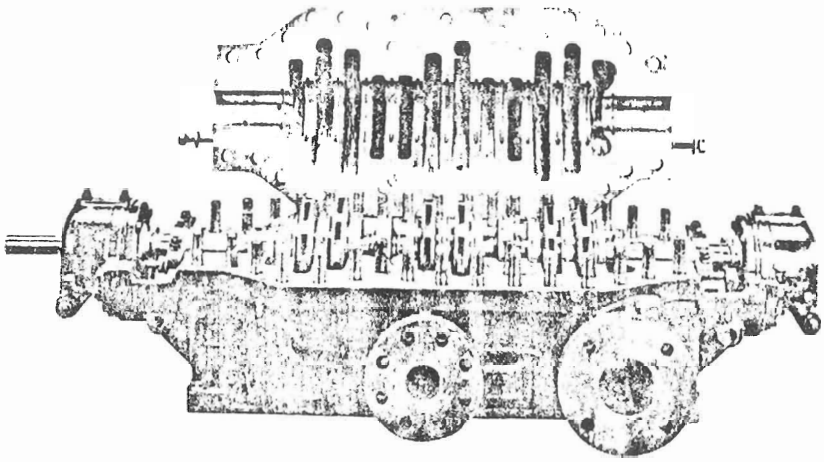
۳ـ پمپهای مخصوص انتقال نفت (Transportation Pumps)

پمپهای انتقال نفت بمنظور انتقال نفت خام و محصولات حاصله می باشد ، و به سبب تمایل به استفاده از خط لوله بجای انتقال نفت با کامیون و تانکرهای نفت ، پمپهای انتقال نفت در حال توسعه وسیعی می باشند .

امروزه در خطوط انتقال نفت از پمپهای سانتریفوژافقی یک یا چند طبقه‌بصورت وسیعی استفاده می شود . درشکل زیر دو نمونه از این پمپها دیده می شوند .



(a)



(b)

نیروی محرکه این نوع از پمپها بوسیله موتورهای الکتریکی ـ موتورهای احتراق داخلی و توربینها می تواند تأمین گردد . در برخی از خطوط اصلی از پمپهای رفت و آمدی عمودی وافقی چندین سیلندره استفاده می شود و لیکن پمپهای نوع سانتریفوژ در خطوط اصلی عمومیت بیشتری دارند .

در سرویسهای تقویت فشار(Booster-Line Service)پمپهای توربینی قائم در سالهای اخیر کاربردوسیعی

در زمینه پمپاژ نفت خام ـ گازوئیل ـ بنزین و . . . . پیدا کرده‌اند .

کاربرد پمپهای دوار (Rotary Pumps) برای انتقال مواد نفتی فقط در دبی‌های کم و متوسط میسر است .

۴ـ پمپهای پالایشگاهی (Refineries Pumps)

پمپهای پالایشگاهی عموما " از نوع پمپهای گریز از مرکز (Centrifugal Pumps) می باشد و مشخصات آنها از جمله آببندی‌محور و دیگر مشخصات بوسیله استاندارد API داده شده است .

یک نمونه از مقطع این پمپها در شکل ذیل داده شده است .

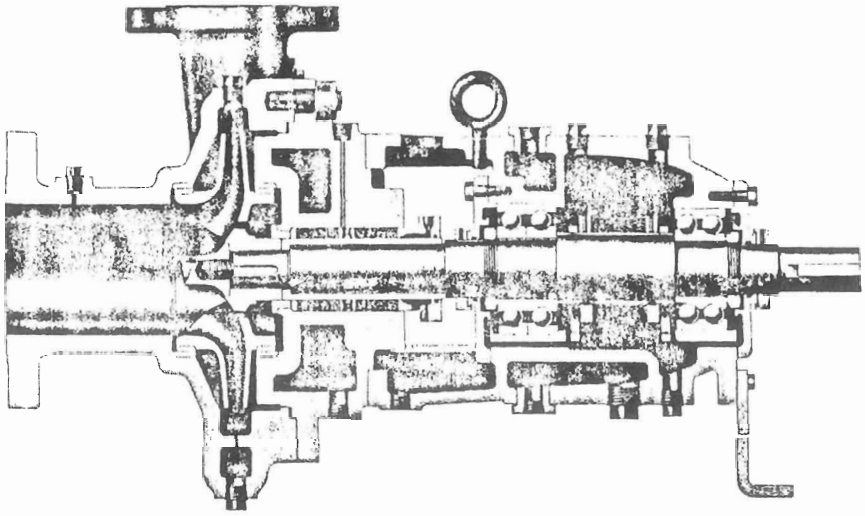


Fig. 13-6 Single-stage refinery pump. (Allis-Chalmers)

در موارد زیر پمپهای پالایشگاهی احتیاج به محفظه حلزونی دو تکه با سطح اشتراک قائم نسبت به محوردارند .

الف ـ دمای طراحی 350 یا بیشتر باشد .

ب ـ پمپ در پمپاژ مواد قابل اشتعال یا سمی با فشار بخار بیشتر از 14PSig در دمای پمپاژ کار کند .

ج ـ پمپ در پمپاژ مواد قابل اشتعال یا سمی با وزن مخصوص کمتر از 0.825 در دمای پمپاژ بوده و فشار ورودی بیشتر از 150 Psig باشد .

د ـ فشار مکش بیشتر از 250 Psig بوده باشد .

بدنه این نوع از پمپها می تواند از فولاد ریخته‌گری ، فولاد آهنگری ، فولاد کربنی و یا فولاد آلیاژی تهیه شود .

پمپهای پالایشگاهی مایعات متنوع گرم و سردی را در رنج فشارهای بسیار وسیع پمپاژ می کنند . مثلا " پمپ سانتریفوژ نشان داده شده در شکل فوق می تواند مایعات را تا دبی 1300gpm و ارتفاع 600ft و دمای 800 °f پمپاژ کند .

در پمپ فوق ازرینگ‌آببندی ، برای جلوگیری از جریان ، مواد قابل اشتعال و رخـــنه کردن آن به بیـــرون استفاده شده است .

آب‌بند محور به‌توسط سیرکولاسیون‌آب که از جداره تعبیه شده کنار آن عبور می‌کند ، سرد می شود . در عین حال برای پمپهای فوق از آب‌بند نوع مکانیکال سیل (Mechanical Seal) ممکن است بجای آب‌بند نوع نوارگرافیتی (Packing) نیز استفاده شود .

در پالایشگاههای مدرن بطور وسیع از پمپهای صنعتی (Process-Type Pumps) در سرویسهای متوســـط استفاده می شود .

یک نمونه از این پمپها در شکل زیر دیده می شود .

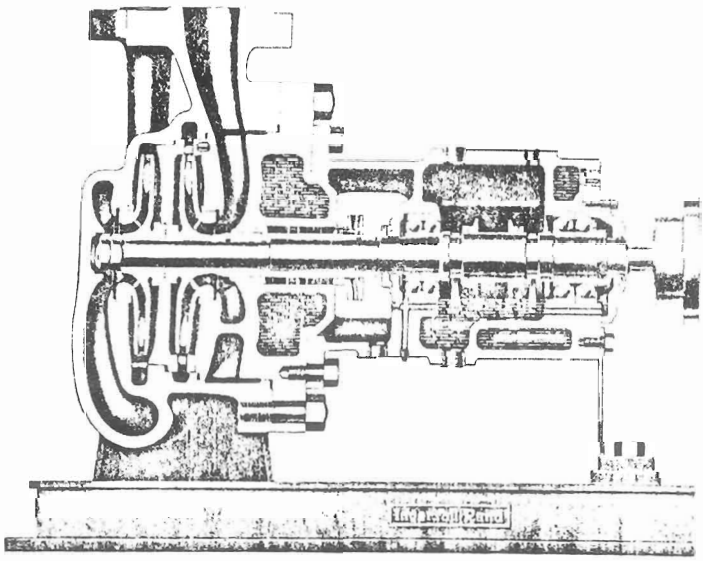


Fig. 13-7 Two -stage opposed - impeller refinery pump . (Ingersoll - Rand Co.)

این نوع از پمپها با عملکردهای بسیار مختلف تولید و مصرف می شوند . در عین حال برای پمپاژ در خطـــوط انتقال در محدوده‌های 20الی 550gpm و فشار 300psi در دمای تا $500\ ^{o}f$ استفاده می شود .

در بیشتر سرویسهای پالایشگاهی از رینگهای آب‌بندی نوع (Smothering gland) همراه مکانیکال سیـــل و یا پکینگ استفـاده می شود .

در پمپهای پالایشگاهی و صنـــعتی اغلب از کوپلینگ‌های نوع Spacer استفاده می شودکه این نـــوع از کوپلینگها اجازه باز کردن پمپ را بدون برهمزدن ارتباط آن با لوله را می دهـــد .

پمپهای افقی و عمودی نوع بارل (Barrel-Type Pumps) مصارف زیادی در پمپاژ سیالات سرد و گـــرم پالایشگاهی در عملیات مخصوص پرکردن مخازن و . . . . دارند .

بعلت فشار و دمای بالا و همچنین خاصـــت خورندگی در نفت خام ، پمپهای شارژ مواد نفتی گرم مسائـــل

زیادی در طراحی اینگونه پمپها دارند . برای سرویسهای فوق یک نمونه از پمپهای نوع Barrel در شکل زیر مشاهده می شود .

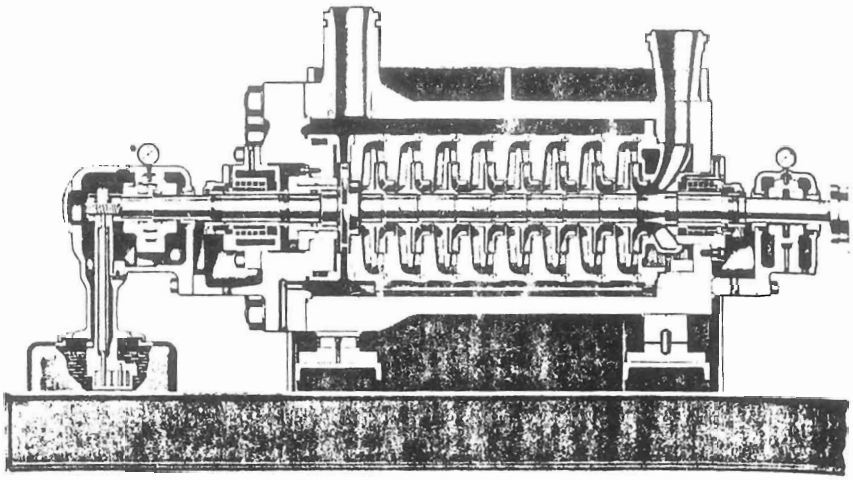


Fig. 11-5 High - pressure 8-stage barrel-type feed pump. (Ingersoll-Rand Co.)

در پالایشگاهها ، صنایع پتروشیمی ، صنایع در ارتباط با مواد نفتی و بنزین ، از انواع پمپهای سانتریفوژاستفاده می شود ، که این پمپها خود شامل پمپهای لجن کش ، شناور شیمیائی و پمپهای تخلیه چاه می باشد .

۵ـ عملیات له کردن (Fracturing)

پمپهای مورد استفاده در واحدهای فوق عموماً "در ردیف پمپهای مخصوص (Special Pump) قرار می گیرند. تعدادی از این قبیل پمپها در امر پالایش بکار می روند . مثلا" پمپهای له کنندهٔ ذغال کک برای سیرکولاسیون نفت سیاه که دارای ذرات با اشکال و اندازه‌های متنوع ذغال کک می باشد،بکار می روند .

این قبیل از پمپها یک له کننده در محفظه مکش در جلو چشمی پروانه دارند . بطوریکه هر ذره جامد کک در هنگام پمپاژ و قبل از ورود به پروانه بایستی از این له کننده عبور کنند ذرات کک بایستی به‌اندازه‌ای کوچک‌شوند تا بتوانند براحتی از قسمتهای مختلف پمپ و تجهیزات در رابطه با آن بگذرد .

واحدهای در ارتباط با مواد با بنیانهای آلکیلی(Alkylation Unit) اغلب ، از پمپهای ملخی مخصوص سیرکولاسیون که در داخل رآکتوریا کنتراکتور ساخته شده‌اند استفاده می کنند که در این موارد از پمپهای ملخی افقی بهره می گیرند .

برای پمپهای فوق از محورهای با یک جفت آب‌بند خنک شونده با روغن استفاده می شود ظرفیت متوسط پمپهای اصلی نوع فوق 10000gpm یا بیشتر با ارتفاع حداکثر تا 50ft می باشد . این گونه پمپها اغلب با توربینهای بخار کار می کنند . بطوریکه دور آنها با استفاده از جعبه دنده کاهنده به500 الی 1200rpm کاهش یافته است .

برای پمپهائی که اسیدو هیدروکربنها را پمپاژ می کنند ، تزریق روغن به محفظه مکانیکال سیل و محفظهآب‌بند گرافیتی (Stuffing Box)ضروری می باشدو این در صورتی است که هیچگونه نشت و خوردگی پدید نیاید . برای پمپاژ روغنهای فقیر و غنی Rich and lean oil اغلب از یک محور با دو یا چند پمپ استفاده می شود .

اشکال زیر در رابطه با این پمپها می باشد .

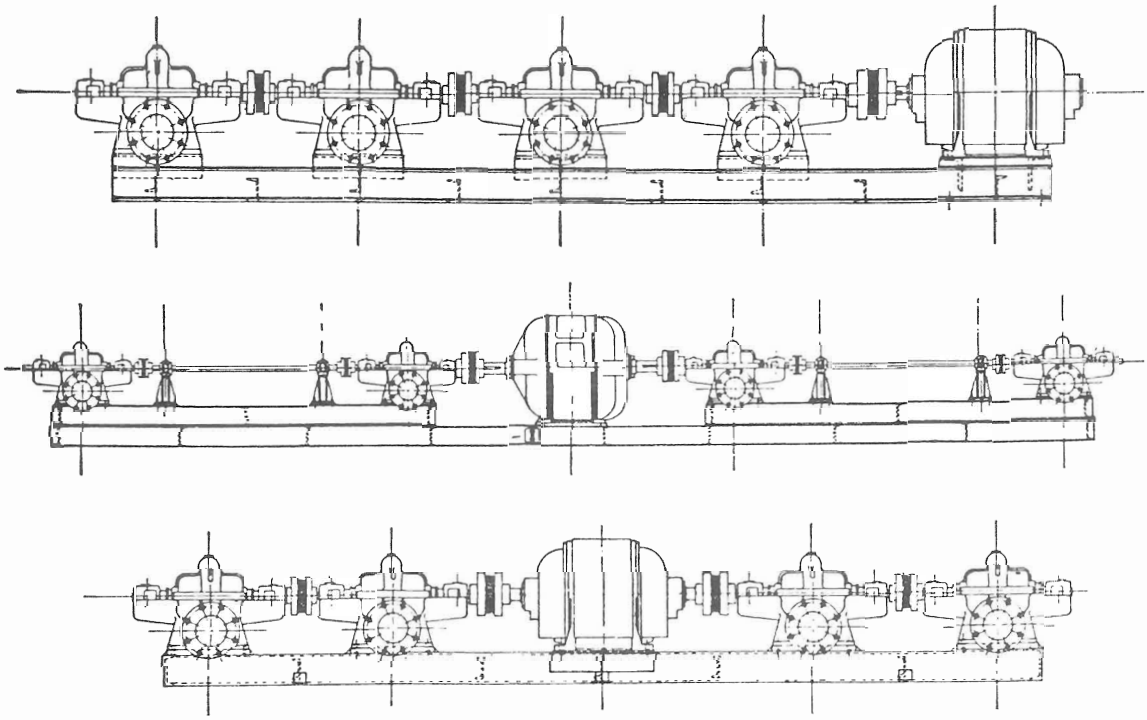


Fig 15-5 Multiplc - pump hookups used in papct mills More than four oumps can be driven by a single motor . Belt drive also used .

۶ـ دکلهای حفاری (Offshore - rigs)

دکلهای حفاری (دریائی) رفته رفته عمومیت بیشتری پیدا می کنند . در عین حال تکنیک و وسائلی شبیه دکلهای خفاری ثابت زمینی و دکلهای حفاری متحرک دریائی دارند .

برای دکلهای متحرک و ثابت دریائی و زمینی بیشتر از موتورهای الکتریکی به عوض موتورهای بنزینیودیزلی با قدرت یکسان برای پمپاژ استفاده می کنند . زیرا موتورهای الکتریکی دارای وزنو حجم اندکی نسبت به موارد مشابه دارند .

در دکلهای و شناورهای حامل دکل ، کنترل و مهار آتشمسئلهای بی نهایت مهم می باشد ، که در این موارد استفاده از پمپهای مخصوص مهار آتش بسیار ضروری است .

در کلیه دکلهای ثابت و متحرک ، زمینی و دریائی برای پمپاژ سیالات عموما " از پمپهای هیدرولیک و شناور استفاده می کنند .

۷ـ حمل و نقل (Portable)

پمپهای قابل حمل خودمکش (Self Priming) یک یا چند طبقه سانتریفوژ برای مصارفی از قبیل حفاری چاههای آزمایشی ، چاههای فوراني و محافظت از آتش و غیره مورد استفاده وسیعی دارند . این قبیل از پمپها در عین حال وظیفه پمپاژ گل ، برف ، آب و . . . . . از مخازن و چاله‌ها و وظیفه تمیز کردن آنرا بعهده دارند . پمپهای رفت و آمدی نوع پلانچر و ضمنا " پمپهای دیافراگمی از این نوع می باشد .

پمپهای گریز از مرکز خودمکش ، برای پمپاژ آب شور ، سیرکولاسیون مخازن و پر نمودن آنها مصارف وسیعی دارند . در عین حال برای سیرکولاسیون آب سرد ، بیرون ریختن فاضلاب ، پروخالي کردن مخازن و انتقال مواد نفتی وجداسازی مواد نفتی و مهار آتش نیز بکار می روند .

۸ـ Proportioning

در این گروه از موارد مصرف پمپها در صنایع نفت تنها به پمپهای بدون محفظه آب‌بند پکنیکي (نوارگرافیتی) (Stuffing-box-less Pumps) اشاره می شود . این ، گروه از پمپها می توانند سیالات بسیار متنوعی را در صنایع نفت و دیگر موارد مورد پمپاژ قراردهند .

بطوریکه دمای سیال مورد پمپاژ می تواند برای نفت و روغنهای نفتی تا $750\,^{o}f$ و برای هیدروکربنهاتا $150\,^{o}f$ می باشد . در همین رابطه پمپهای مخصوص برای دماهاي بالاتر نیز ساخته شده‌اند .

یک نمونه‌از این قبیل از پمپها در شکل زیر ملاحظه می شود.برای مواردیکه احتیاج به خواص ضد نشت و ضد انفجاری باشد،بسیار مفید است . این قبیل از پمپها در خیلی از صنایع از جمله صنایع لاستیک مصنوعی ـ پلاستیک ، صنایع در ارتباط با بنزین ، صنایع غذائی مخصوصا " صنایع غذائی که در ارتباط با هیدروژنه کردن روغن می باشند مصارف وسیعی دارند .

موارد مصرف عمده دیگر برای این نوع از پمپها انتقال موادنفتی و روغنی ، بارگیری پمپاژ فاضلاب ، کشتی‌های ضد حریق و تخلیه حوضچه‌های آب می باشد .

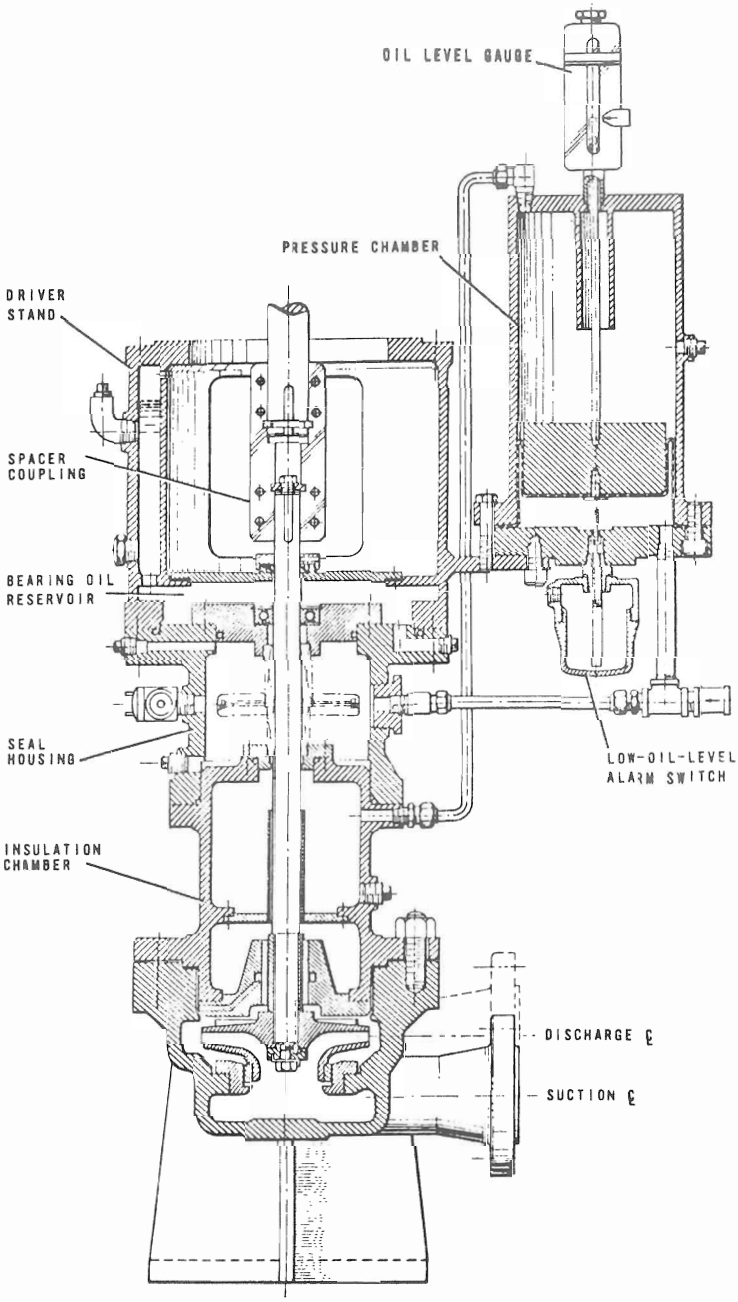


Fig13-11 Sccuonal view of a stufting - box - less process pump for low - tem - perature scrvice . (Bingham Pump Co.)

منابع و مآخذ

1) Pump, Application Engineering (Hicrs and Edwards)

2) Centrifugal pumps (H.H!Anderson)

متالورژی پودر

مهندس کریم حسن پور مقدم ـ مقصود اسلام نژاد

شرکت صنایع پمپ سازی ایران

۴

پیشـــــگفتار

این ترجمه از روی کتاب „Powder Metallurgy Practice and Applications" انجام شده اســـت و شامل ۱۲ بخش است که در مورد مقدمه و پودرها و طرز تهیه آنها شکل دادن پودرها و سینتر* کردن و موادابـــزار و مواد یاتاقان و . . . . . بحث می کند . مطلب این شماره در مورد مقدمه کتاب است و انشاءالله در شماره‌هـــــای آینده بحث را در سایر عناوین دنبال خواهیم کرد .

بیشتر عناوین این کتاب در مورد پمپها و ابزارها کاربرد دارد و از این جهت بیشتر عناوین مربوطه آورده می‌شود .

لازم به تذکر است که باید در مورد تهیه پودر و شکل دادن و سینتر کردن که در تمام موارد استعمال وجـــــه مشترک دارد ، باید بحث شود .

امید است بیـــــــاری خداوند متعال در جهت شناساندن این صنعت قدمـــــــی برداشته باشیـــم .

بخش ۱

مقـــــــدمـــــه

در بخشهای بعدی رئوس مطالب صنعت متالورژی پودر و تکنولوژی آن داده خواهد شد . شاید نامگذاری صنعت

---

* سینتر کردن (Sintering) : پس از عمل تراکم پودرهای فلزی ، آنرا در داخل کوره با اتمسفر کنترل شـده قرار می‌دهند ، دمای کوره حدود ۸۰٪ نقطهٔ ذوب سازنده اصلی است ، در این درجه حرارت فلز تراکم جوش خورده وساختمان همگن و محکمی پیدا می‌کند که به این مرحله سینتر کردن یا در اصطلاح فارسی تف جوشی گفته می‌شود ـ (مـــترجـــم)

متالورژی پودر بعنوان یک صنعت کاملا "منفرد" یک اسم بی مسمائی باشد . بنظر می رسد صحیح‌ترین راه آنست که بپذیریم تعدادی از صنایع از قبیل صنعت فلزات سخت و صنعت مواد مهندسی سینتر شده همگی بر اساس یک تکنولوژی مشترک بنا شده‌اند . یک تکنولوژی مشترک دارای مشخصاتی است که گروههای مختلف تجارتی را به همدیگر پیوند می دهد .

تا زمانیکه تکنولوژی مشترک است ، موارد استفاده آنها در سطح گسترده‌ای اشاعه می یابد و کاربردهای محصولات نهائی بطور حیرت انگیزی متغیر و وسیع است .

یاداشتهای تاریخی

دست آورد این وضعیت این است که معدودی از کارخانجات سعی می نمایند بیشتر از یک محدوده کوچک و محصولات متالورژی‌پودر را تحت پوشش قرار دهند . در کارخانجاتی که در یک زمینه تخصصی مشغول به تولید هستند ، احتمالا " یک قانون نسبتا " استثنائی است که در یک زمینه دیگر برای تولید یک یا دو محصول بهم‌پیوسته علاقه نشان دهند . آزمایش تاریخ متالورژی‌پودر جهت بدست آوردن چگونگی تنوع امروزی این صنعت ارزشمنداست و باید دنبال راهنمائی‌هائی باشیم که راه این صنعت را در آینده هر چه بیشتر روشن تر نماید .

فراهم کردن قطعات نسبتا " انبوه فلزی از پودرها یا دانه‌های ریز حداقل در ۵ هزار سال پیش انجام شده است . تولید فلز با این روش بعلت این بود که در کوره‌های ابتدائی حرارت کافی برای ذوب آنها امکانپذیر نبود .احتمالا" اولین فلزات که از طریق پودر تهیه شدند ، آهن و مس بوده است . روش عمومی برای سنگ معدن بمنظور تهیه آهن اسفنجی با ذغال چوب بوده است و سپس برای محکم کردن آن فلزات گداخته را تحت عملیات آهنگری قرار می دادند . بسیاری از کالاهائی که بدین روش تهیه شده‌اند نگهداری می شوند که بزرگترین آن یک ستون آهنی در شهر دهلی است که حدود ۶ تن وزن دارد ودر ۳۰۰سال قبل از میلاد تهیه شده‌است .

تهیه مواد از دانه‌های ریز آهنی در همان زمان با روش‌های ذوب جایگزین شده بود .

البته بمرور زمان با اینکه تکنیک‌های حرارتی با کندی پیش می رفت و حتی در زمانیکه ذوب کردن آهن امکانپذیر شد ، روش‌های متالورژی‌پودر هنوز برای تهیه بسیاری‌ازفلزات‌نسوزشدیدا "موردنیازبود. طی سالهای متمادی تهیه قطعات پلاتینیومی از دانه‌های ریز بروش متالورژی‌پودر بعمل می آمد .

قطعات پلاتینیومی بوسیله Incas با استفاده از دانه‌های طبیعی پلاتینیوم‌طلاونقره، قبل از زمان تسخیر اسپانیا تهیه می‌شده‌است.طلاونقره‌برای‌انجام چنین عملیاتی نقش مهمی را داشتند زیرا مواد فوق دارای نقطه ذوب یوتکتیکی کم دامنه‌ای بودند .

تا آخر قرن هیجدهم تمام قطعات پلاتینیومی‌از دانه‌های ریز پلاتینیومی‌تکنیک‌های‌مختلفی‌که‌بوسیله‌Incasمورد استفاده قرار می گرفت ، تهیه می شد .

پلاتینیم‌خالص‌با استفاده از فلزات مانند آرسنیک یا سرب برای تشکیل یوتکتیک بدست می آمد ، این عناصر

بعدا " از طریق اکسیداسیون خارج می شدند .

دراوایل قرن نوزدهم تهیه فلز پلاتینیوم بدون سینتر کردن فاز مایع امکان پذیر شد و نام Wollaston با این توسعه بر سرزبانها افتاد .

Wollaston جزئیات روش تولید خود را در سال ۱۸۲۹ منتشر کرد و پرواضح است که او اهمیت عملیات و عواملی مانند اندازه قطعه و فشردن پودر جهت رسیدن به یک دانسیته بالا و همچنین صافی سطح را درک می کرد . Coetzel گفته است که براستی هم همینطور است "کارهای Wollaston در متالورژی پودر دارای اولین بشارت علمی واقعی می باشد " . در نیمه دوم قرن نوزدهم روش Wollaston برای تولید مواد پلاتینیمی بوسیله فرایند ذوب جایگزین شد .

قبلا " تقاضاهایی برای فلزات حتی با نقطه ذوب بالا وجود داشت که آنها دوباره با استفاده از پودرهای فلزی شکل می گرفت . فاز بعدی با ظهور لامپ الکتریکی فلز ـ فیلامنت بطور نزدیکی ارتباط پیدا کرده بود . چنانکه قبلا " در سال ۱۸۷۰ Vonwelshach فلامنت های اسمیمی را با استفاده از روش اکستروژن اکسید اسمیم همراه با شیره قند تهیه می کرد ،و الیاف های ظریف بدست آمده بمنظور جذب کربن و تبخیر چسب و احیاء اکسید آتش زده می شد،فلز سنیتر می شد .

چند سال بعد فلامنت های اسمیمی با نوع تانتالومی جایگزین شد و طرز تهیه این فلامنت ها مانند فرآیندهای تهیه فلامنت ها اسمیمی بود جز اینکه در اینجا عملیات خلاء هم ضرورت داشت . آخرین مرحله در پیشرفت فلامنت های فلزی تولید تنگستن چکش خوار بوسیله Coolidge می باشد که روش او همراه با تهیه بریکت های تنگستن بود که بعداز سینتر شدن تحت عملیات کار گرم انجام می شد .

بعداز کار گرم مداوم فلز برای کشیدن نسبی بحد کافی در درجه حرارتهای پائین چکش خوار می شد .امروزه تهیه شمش از پودرهای فلزی ، برای ساخت فلزاتی نظیر تنگستن ـ مولیبدن نیوبیوم هنوز بصورت تجارتی انجام می شود . مرحله بعدی پروسه دوره‌ای که با آهن و مس شروع شد ،ممکن است امروزه با افزایش استفاده از روشهای ذوب برای فلزات نسوز نیز جایگزین شود . چون امروزه هیچ فلزی یافت نمی شود که نتوان آنرا ذوب نمود لذا استفاده از متالورژی پودر در تولید ابتدائی فلزات در آینده به حالت هایی که کار ذوب کردن مناسب نباشد،محدود خواهد شد . بنابراین برای تولید فلزات نسوز یک زنجیر مداوم که حدود ۵۰۰۰ سال قبل یا بیشتر بین جریان یک شاخه نورسته‌ای وجود دارد که از تولید انبوه متالورژی پودر تجارتی رشد کرده است .

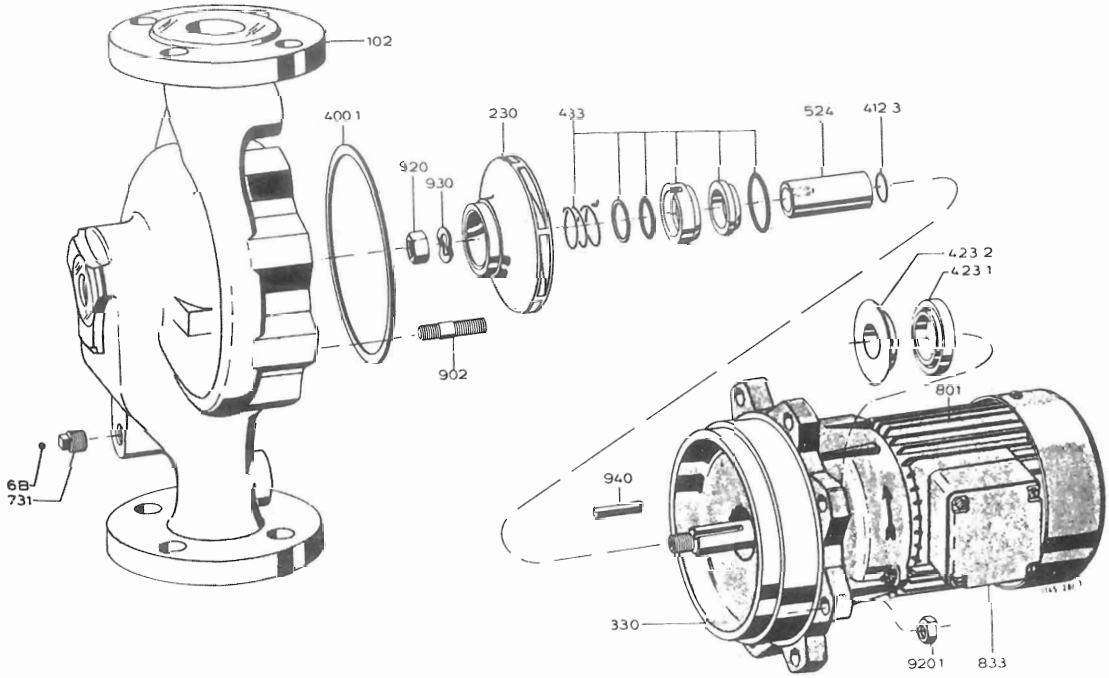
اولین پیشرفت ها در این زمینه ، فلزات نسوز سمانته بوده است .

انگیزه بوجود آمدن کاربیدهای سمانته در یک شکل بعلت احتیاج مبرم به قالب های مقاوم در مقابل سایش بود که بتوان تنگستن را توسط آن کشید .

بنظر می رسد که توسعه کاربیدهای سمانته در سال ۱۹۱۴ شروع شده و شرکت کروپ (Krupp) درسال ۱۹۲۷ این

راهنمای پمپ‌های

اتا ترمی



شماره قطعه	نام قطعه	شماره قطعه	نام قطعه
۱۰۲	محفظه حلزونی	۵۴۰	بوش
۲۳۰	پروانه	۶۸۳	درپوش موتور
۳۳۰	پایه یاتاقان	۸۰۱	موتور
۴۰۰/۱	واشر کاغذی	۹۰۲	پیچ دوسر
۴۰۰/۲	واشر کاغذی	۷۳۱	درپوش
۴۱۲/۳	اورینگ	۹۳۰	مهره سر پروانه
۴۲۳/۱/۲	درپوش یاتاقان	۹۲۰/۱	مهره شش گوش
۴۳۳	مکانیکل سیل	۹۳۰	واشر فنری
۵۲۳	بوش روی محور	۹۴۰	خار
۵۲۴	بوش محافظ محور		

جدول عیب یابی و روش رفـــع آن

دبی پمپ کم‌شده است	۱۸،۱۳،۸،۷،۶،۵،۴،۳،۲،۱
موتوربار زیادی را تحمل می‌کند	۱۸،۱۰،۹
درجه‌حرارت یاتاقان بالامی‌رود	۱۷،۱۶،۱۵
نشت آب از پمپ	۱۱
نشت زیاد آب از رینگ آببندی محور	۱۵،۱۴،۱۳،۱۲
پمپ روان کار نمی‌کند	۲۱،۲۰،۱۹،۱۷،۱۵،۹،۸،۶،۳
افزایش بیش از اندازه درجه‌حرارت داخل پمپ	۲۱،۶،۳
موتورخاموش می‌شود	۲۲،۹

عیب و روش رفع آن

۱ـ پمپ فشار بیشتری تولید می‌کند.

ـ با بازکردن شیرفلکه‌خروجی پمپ را برای شرایط کارکرد مناسب تنظیم‌کنید.

۲ـ فشار معکوس خیلی زیاد است.

ـ سیستم‌را از لحاظ امکان آلودگی وکثافات بررسی کنید.

۳ـ پمپ ولوله‌کاملاً از آب پر نشده‌و احتیاج به هواگیری دارد.

ـ پمپ ولوله‌را هواگیری کنید.

۴ـ جلولوله‌ٔ مکش یا پروانه‌گرفته‌است.

ـ اجسام‌خارجی را از داخل پمپ یا لوله‌ٔ مکش خارج کنید.

۵ـ حباب‌های هوا درلوله‌ها

ـ وضعیت لوله‌ها را عوض‌کنید.

۶ـ پمپ از عمق زیادی مکش می‌کند.

ـ ارتفاع مکش را کم‌کنید.

ـ شیرفلکه‌ٔ لوله‌مکش پمپ را کاملاً باز کنید.

ـ وضعیت صافی‌ها را درلوله‌مکش کنترل کنید.

۷ـ جهت گردش معکوس

ـ جای سیم‌ها را عوض‌کنید.

۸ـ اجزاء داخلی پمپ بیش از حدفرسوده‌شده‌اند

ـ آنها را عوض کنید.

۹ـ فشار پمپ کمتر از اندازه است.

ـ با بستن شیرفلکه‌ٔ خروجی پمپ، فشار را زیاد کنید.

ـ درصورت تحمل بار زیاد بطور مداوم پروانه را تراش بدهید.

۱۰ـ وزن مخصوص یا ویسکوزیته مایع مورد پمپاژ بیش از اندازه است.

ـ با دفترفنی سازنده تماس بگیرید.

۱۱- واشرخراب شده است .

- واشربین درپوش خنک کننده و محفظه‌آب‌بندی را عوض کنید .

۱۲- سفت بودن بوش محافظ محور

- بوش محافظ محوررا عوض کنید .

۱۳- بوش محافظ محورخط برداشته

- بوش محافظ محوررا عوض کنید .

۱۴- پمپ صدا میکند .

- شرایط مکش را کنترل کنید .

- فشارمکش را زیاد کنید .

۱۵- پمپ به‌سختی کار می‌کند .

- اتصالات را چک کنید .

- اتصالات را بهمدیگرنزدیک بگیرید .

- درصورت نیاز از لرزه‌گیر استفاده کنید .

۱۶- فشارمحوری بیش از اندازه است .

- سوراخهای بالانس پروانه را تمیزکنید .

- رینگهای محفظهٔ حلزونی را عوض کنید

۱۷- مقدار نامتناسب ماده روغنکاری

- مقدار لازم را بکار ببرید .

۱۸- موتوردوفاز کار می‌کند .

- فیوزخراب را عوض کنید .

- محل اتصال کابلها را کنترل کنید .

۱۹- روتوربالانس نمی‌باشد .

- روتوررا تمیزکنید .

- روتوررا بالانس دینامیکی کنید .

۲۰- بلبرینگها خراب شده است .

- بلبرینگها را عوض کنید .

۲۱- آبدهی خیلی کم است .

- آبدهی را افزایش دهید .

۲۲- موتورقطع می‌کند .

- رله‌حفاظتی را چک کنید .