

مواد و سازگاری در ساختمان پمپ‌های گریز از مرکز

مجتبی جباری مقدم
کارشناس متالورژی صنایع پمپ سازی ایران

به طور کلی در پمپ‌های گریز از مرکز برای انتقال آب، حلال‌ها و ترکیبات قلیانی از محفظه و پروانه‌های چدنی یا محفظه چدنی با پروانه برنزی استفاده می‌شود. برای انتقال ترکیبات اسیدهای ضعیف، برنز یا فولاد ضد زنگ انتخاب مناسبی محسوب می‌گردد هنگام پمپاژ اسیدهای خورنده، فولادهای ضد زنگ و ضد اسید، فولادهای آلیاژی، چدنهای پر سیلیس، یا حتی تیتانیوم خالص می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

از پمپ‌های آستر کاری شده یا پمپ‌های غیر فلزی نیز می‌توان بعنوان جانشین مواد فوق استفاده نمود.

استفاده از موادی بامقاومت و سازگاری زیاد در مقابل مایعات خورنده و ساینده در پمپها، مسئله‌ای عادی شده است و این چنین موادی بامقاومت گسترده در مقابل خوردگی، گرانبها بوده و مشکلات تولیدی دارند. در پاره‌ای از موارد احتمال جایگزینی مواد ارزانتر وجود دارد. مثلاً جائیکه دمای کارکرد کم باشد از پلاستیکها و الاستومرها می‌توان استفاده نمود. با پیشرفت در ساخت مواد مصنوعی که خواص فیزیکی و شیمیایی بهتری داشته و قیمتهای ارزانتری نیز دارند سازندگان پمپ به استفاده از این مواد تشویق می‌شوند.

راهنمای انتخاب مواد در جدول (۱) برای PHهای مختلف آمده است اصطلاح فولاد

ضدزنگ شامل کلینه فولادهای نیکل و کرم دار می‌باشد مقاومت شیمیائی و به پیروی از آن هزینه مواد زیاد می‌شوند. با اضافه کردن مقدار بسیار کمی، مولیدن، تنگستن یا کبالت به فولادهای ضد زنگ خواص آنها بهبود می‌یابند. اصلاح خواص فولادهای ضد زنگ آستینیتی با انجام عملیات حرارتی یا با کارگرم نیز قابل حصول می‌باشد

جدول (۱) - مواد مناسب پمپ برای PII‌های مختلف

Acidic		pH Neutral 7	Basic	
0-4	4-6		8-9	9-14
Stainless steels Acid-resisting steels Alloy steels Silicon cast iron Titanium Carbon Ebonite Ceramic (lined) Rubber (lined) Plastic (lined) Non-metals*	Bronzes Non-metals*	Cast iron Cast iron (bronze fitted) Cast steel Aluminium Non-metals*	Cast iron Non-metals*	Cast iron Nickel Nickel alloys Non-metals*

Metals in bold are 'traditional' or standard choices, but note the term 'standard construction' normally applies to cast iron construction for series with pH 6-9.

*Non-metals is descriptive of modern engineering plastics.

*غیرفلزات: پلاستیکهای مهندسی مدرن منظور نظر می‌باشند.

فلزاتی که با حروف درشت در جدول می‌باشند تجارتي بوده یا انتخاب استاندارد هستند اما ساختمان استاندارد پمپ به چدن اطلاق می‌گردد که برای PH 6-9 کاربرد دارد. در جوشکاری فولادهای ضد زنگ آستینیتی مسئله رسوب کربن در بین دانه‌ها و در نتیجه کاهش مقاومت خوردگی مطرح می‌شود که این مشکل با افزایش عناصری مانند کلسیم و یاتیتانیم قابل حل است.

عدد PH مقیاس خوب و قابل اعتمادی برای اندازه‌گیری میزان خوردگی نمی‌باشد زیرا فعالیت شیمیائی، خوردگی تهاجمی مایع، دمای پمپاژ و شرایطی که مایع در آن وضعیت انتقال خواهد یافت عوامل موثر روی خوردگی فلزات می‌باشند مسئولیت تهیه و انتخاب مواد مناسب براساس شرایط کاری پمپ به عهده سازندگان آن می‌باشد.

تیتانیم فلزی مناسب برای پمپ‌های شیمیائی است که تحت شرایط سخت کاری می‌باشند. ولی از قیمت فوق العاده بالائی برخوردار بوده و فقط عمر مفید طولانی پمپ می‌تواند توجیه‌کننده اقتصادی آن باشد.

امروزه استفاده از غیر فلزات بصورت گسترده‌ای در صنعت پمپ‌های شیمیائی گسترش یافته است اگر چه خواص مکانیکی این مواد از فلزات کمتر است ولی مشکل انبساط و انقباض در درجه حرارت‌های مختلف را نداشته و PH‌های صفر الی ۱۴ را براحتی تحمل می‌کنند.

انتخاب مواد

مشکل انتخاب مواد باتقسیم بندی زیر قابل حل می‌باشد.

۱ - برای موقعیت‌های عادی یا PH‌های ۶-۹، بهتر است از مواد استاندارد که هزینه کمتری دارند استفاده شود.

۲ - برای مایعات اسیدی زیر PH۶ یا بازی بالای PH۹ از مواد استاندارد نمی‌توانیم استفاده کنیم و نیاز به جزئیات بیشتری از موقعیت و آنالیز شرایط داریم.

سازگاری در ساختمان پمپ

تست‌های آزمایشگاهی برای مقاومت به خوردگی و سازگاری مواد کافی نیست. زیرا عملکرد واقعی فلزات در تماس با مایعات خاص و خورنده تحت شرایط کاری ممکن است نتایج متفاوتی با شرایط استاتیک آزمایشگاهی داشته باشد.

شرایط متفاوت به قرار زیر می‌توانند باشند.

۱ - تأثیرات کاتالیزوری - حضور ناخالصی‌ها در مایعات می‌تواند باعث تسریع خوردگی شود.

۲ - فرسایش، خوردگی - فلزاتی که در برابر حملات شیمیائی مقاوم هستند، یک لایه خشی روی آنها تشکیل می‌شود تا از خوردگی بعدی محافظت نماید و اگر در معرض فرسایش قرار گیرند لایه مذکور از بین رفته و مجدداً در مقابل خوردگی قرار می‌گیرند.

این پدیده به صورت موضعی در بعضی از نقاط اتفاق می‌افتد همچنین در مایعاتی که دارای ذرات ساینده می‌باشند بسیار زیاد دیده می‌شود.

۳ - خوردگی الکترولیتی - این اتفاق در نقاط تماس فلزات غیر یکسان می‌تواند روی دهد.

خوردگی الکترولیتی با حضور هوا در مایعات تشدید می‌گردد.

۴ - خوردگی تنشی - این نوع از خوردگی زمانی که فلزات از نظر ترکیب شیمیائی یکسان می‌باشند ولی از نظر میزان کار مکانیکی انجام شده روی آنها متفاوت بوده، همچنین دارای ترکهای بین دانه‌ای هستند، اتفاق می‌افتد در بعضی مواقع بروز ترک می‌تواند ناشی از کار مکانیکی انجام شده روی آنها باشد. توضیحات فوق ساده بنظر می‌آید اما اغلب برای نمایش سازگاری کامل می‌تواند بسیار پیچیده و بحث‌انگیز باشد و پیچیدگی موضوع با شرایط غیر مساوی کارکرد مثلاً دمای بالا، می‌تواند پیچیده‌تر نیز گردد.

همکاری نزدیک مابین سازندگان پمپ و مصرف کنندگان آن ضروری بنظر می‌رسد تا از آخرین تجربیات طرفین استفاده کامل صورت گیرد.

پمپ‌های گریز از مرکز:

چدن خاکستری بصورت استاندارد در اغلب قطعات ریخته‌گری پمپ‌های گریز از مرکز کاربرد دارد در بعضی از پمپ‌های مدرن از چدن SG (داکتیل) نیز استفاده می‌شود. فولاد ریخته در فشار یادمای بالاتر بکار برده می‌شود خصوصاً زمانی مورد استفاده قرار می‌گیرد که قطعات ریخته‌گری کوچک بوده و یا پروانه‌ها در دور بالا کار می‌کنند

قطعات ریخته معمولاً به روش ذوب ریزی در قالب تهیه می‌شوند اگر چه در موارد خاص می‌توانیم قطعات را توسط ماشینکاری از بلوکهای توپر تهیه نماییم.

برای ساخت پروانه‌ها از تکنیک ریخته‌گری و گاه‌ا جوشکاری ورق‌ها استفاده می‌گردد در پروانه پلاستیکی از قالبهای فلزی برای تزریق و ساخت آنها استفاده می‌شود کاربرد چدن برای مواد پروانه‌ها با افزایش سرعت گردش پروانه و اندازه آن محدود می‌شود در پروانه‌های کوچک از جنس برنز نیز استفاده می‌شود ولی برای پروانه‌های بزرگ در پمپ‌های برنزی فقط از برنز استفاده می‌شود. برای محورها، از فولادهایی با استحکام کششی بالا استفاده می‌شود (فولاد ضد زنگ نیز در موارد خاص کاربرد دارد) برای سیستم آبنندی نیز از نوع نخ گرافیتی یا آبنند مکانیکی استفاده خواهد شد. چدن برای انتقال مواد معمولی مثل آب تا PH14 براحتی قابل استفاده می‌باشد هر چند که برای حمل مواد قلیائی قوی ترجیحاً استفاده از مونل پیشنهاد می‌شود.

گاه‌ا برای کاهش هزینه‌ها از پلاستیک نیز استفاده می‌کنند برای پمپاژ مایعات اسیدی رقیق، تاسیدی

متوسط برنزهایی با ترکیبات مختلف یا آلومینیوم ترجیح داده می‌شود.

غیرفلزات (به غیر از پلاستیکها) شامل کربن، ابونیت (لاستیک سخت) به عنوان آستر کاری مورد استفاده قرار می‌گیرند و کمتر به عنوان قطعه پمپ ساخته می‌شوند به جدول (۲) نگاه کنید. گروه دیگری از غیرفلزات، مواد سرامیکی می‌باشند که بدلیل شکنندگی و دشواری کار روی این مواد کمتر به عنوان قطعه مورد استفاده هستند و اغلب به عنوان آسترهای سرامیکی داخل محفظه‌های چدنی پاشیده می‌شوند.

جدول (۲) راهنمایی کلی مقاومت به خوردگی فولادهای ضد زنگ

LIQUID	Stainless Steel Type			
	Austenitic AISI 302 (18/8)	Austenitic AISI 316 (18/8 med)	Ferritic AISI 430	Martensitic AISI 410
Acids: generally suitable except for the following:				
Acetic acid	L	L	L	L
Arsenic	L			
Boric	L	S	L	
Carbolic	L	L	X	X
Chromic	X	X	X	X
Formic	X	L		X
Oxalic	L	L	X	X
Sulphuric	L	L	X	X
Tartaric	L	L	L	L
Aqueous solutions: generally suitable except for the following:				
Alum	L	L		
Ammonium Chloride	L	L	L	L
Bleaching Powder	L	L	X	X
Calcium Chloride	L	L	X	X
Calcium Hypochlorite	X	L	X	X
Copper Chloride	X			S
Copper Sulphate	S	S	S	L
Hydrogen Peroxide	L	L	L	
Magnesium Chloride	L	L	X	X
Potassium Chloride	X	L	X	X
Sodium Chloride	L	L		
Sodium Hypochlorite	L to S	L to S	X	L
Sodium Thiosulphate	L	L	L	X
Stannic Chloride	X	X		X
Stannous Chloride	L		X	X
Zinc Chloride	X	L		X
Solvents: generally suitable except for:				
Carbon Tetrachloride	L	L	L	L
Trichlorethylene	L	L	L	L
Organic Chemicals: generally suitable except for:				
Formaldehyde	L	L	L	L
Misc. fluids: generally suitable except for:				
Glues	L	L	L	L
Inks	L	L	L	L
Bromine (& Bromine Water)	X	X	X	X
Chlorine (wet or dry)	X	X	X	X
Hydrogen Sulphide	L	L		
Lysol	L	L	X	X
Sulphur Dioxide	L	L		
Foodstuffs: generally suitable except for:				
Tomato Juice	L	L	L	L
Vinegar	L	L	L	L
Waters: generally suitable except for:				
Mine Water	L	L	L	L
Sea Water	L	L		N

(نامناسب - X) (مناسب با محدودیت - L) (مناسب - S)

طیف گسترده‌ای از مواد برای حمل مایعات اسیدی با قدرت زیاد بکار گرفته می‌شوند که شامل مواد برای ساخت قطعات، آسترکاری و پوشش، می‌شوند

مواد بکار رفته به چهار دسته اصلی تقسیم می‌شوند:

- ۱ - فلزات
- ۲ - غیرفلزات
- ۳ - سرامیکها
- ۴ - پلاستیکها

هر کدام از گروه‌های فوق دارای معایب و مزایای خاص خودشان هستند و فلزات مورد استفاده در صنعت پمپ سازی صنایع شیمیایی شامل فولادهای ضد زنگ، آلیاژهای غیرآهنی با پایه نیکل، کروم، مولیبدن با مقدار آهن کمتر از ۲۰٪ و چدن پرسلیس با حداقل ۱۴/۲۵٪ سیلیس، چدن آستنیتی با حداقل ۲۲٪ نیکل، مس، کروم، آلومینیم و آلیاژهای سرب، آنتیموان و طیف گسترده‌ای از آلیاژهای مفید صنعتی است. مزیت ویژه یک ماده خواص فیزیکی و مقاومت شیمیایی آن می‌تواند باشد. بزرگترین عیب این مواد هزینه بسیار بالای آنها و تکنیکهای پیچیده تولید می‌باشند.

سرب، لاستیک و شیشه بعنوان آسترها و پوشش‌های اصلی استفاده می‌شوند. لاستیک نیز هنوز با محدوده گسترده‌ای از الاستومرهای مصنوعی برای استفاده در دسترس قرار دارد. شیشه نیز برای مصارف بهداشتی (خصوصاً استیریلزاسیون) کاربرد دارد. مواد پلاستیکی، مقاومت بالاتری از پوشش‌های لاستیکی و سایر فلزات در مقابل کلیه مایعات دارند.

جدول ۳ - مقایسه تعدادی از غیرفلزات مدرن

خواص	پلاستیکها P
این ماده با پمپ‌های آسترلاستیکی شده و همچنین پمپ‌هاییکه با فلزات سخت پوشش داده شده‌اند قابل مقایسه می‌باشد در مقابل اغلب اسیدها و بازها تا درجه حرارت ۹۰ درجه مقاوم می‌باشد (اسید نیتریک غلیظ مستثنی می‌باشد) مقاوم در مقابل اغلب حلالها (البته نه همه آنها)	PE
مشابه مقاومت شیمیایی PE، اما در مقابل خوردگی تهاجمی به قدر کافی خوب نمی‌باشد	PP
مقاومت استثنائی در مقابل اغلب محیطها، خصوصاً مایعات کلردار دمای کارکرد بسیار بالا حتی در ۱۲۰-۱۳۰ درجه	PDF
مقاومت کامل برای محدوده PHهای صفر تا ۱۴ با حداکثر درجه حرارت یعنی تا ۱۵۰ درجه در صنایع پمپ کاربرد دارد. استحکام مکانیکی نسبتاً پائین و مقاومت به سایش و فرسایش نسبتاً ضعیف	PTFE

جدول ۴ مقاومت پلاستیکهای مدرن در مقابل اسیدها

	Hydrochloric Acid	Nitric Acid	Sulphuric Acid	Phosphoric Acid	Sodium Hydroxide
Polyvinylidene Fluoride	E	G	G	E	G
Polytetrafluoroethylene (PTFE)	E	E	E	E	E
Epoxy	E	F	F	G	E
Polypropylene	G	F	G	E	E
Chlorosulphonated Polyethylene	G	F	G	F	E
Vinyl Ester	E	F	G	E	G
Polyvinylchloride (PVC)	G	P	F	E	F
Glassed Steel	E	E	E	E	E

E=Excellent عالی G=Good خوب F=Fair نسبتاً خوب P=Poor ضعیف

که شامل Polyethene(PE), PVC، پلی پروپیلین (PP)، پلی وینیلیدین فلوراید (PVDF), PTFE همچنین پلی مرهای زنجیری مواد فوق نیز ممکن است در ساختمان پمپ مورد استفاده قرارگیرد به جداول (۳) و (۴) نگاه کنید.

پیشرفت در ساخت پلاستیکهایی با استحکام بالا موجب گسترش استفاده از این مواد در قطعات شده است خصوصاً در پروانه‌ها از جنس نایلون یا پلی استال استفاده می‌شود (در محفظه‌ها نیز اگر اندازه محفظه کوچک باشد از این مواد استفاده می‌شود)

برای پمپهای بزرگتر از پلاستیکهای تقویت شده با استحکام بالاتر استفاده می‌شود پلاستیکهای ترموست که با فیبر شیشه تقویت شده است در این زمینه بسیار پیشرفت داشته و استحکام کششی و مقاومت به سایش بالایی از خود نشان می‌دهند رزینهای پلی استر تقویت شده با فیبر شیشه در اشکال مختلف قابل تهیه بوده و قابلیت طراحی برای اندازه و طرحهای مختلف را دارند در دمای ۱۱۰ درجه در برابر محلولهای نمک دار محلولهای اسید کلریدریک مقاومت خیلی خوبی نشان می‌دهند. رزینهای اپوکسی با پایه GRP که با فیبر کربن یا گرافیت تقویت شده‌اند از انعطاف پذیری به مراتب بیشتری نسبت به فیبر شیشه برخوردارند.

Reference:

R.H.WARRING : PUMPS: SELECTION, SYSTEMS AND APPLICATIONS, TRADE & TECHNICAL PRESS LTD . 164 - 171. 1984