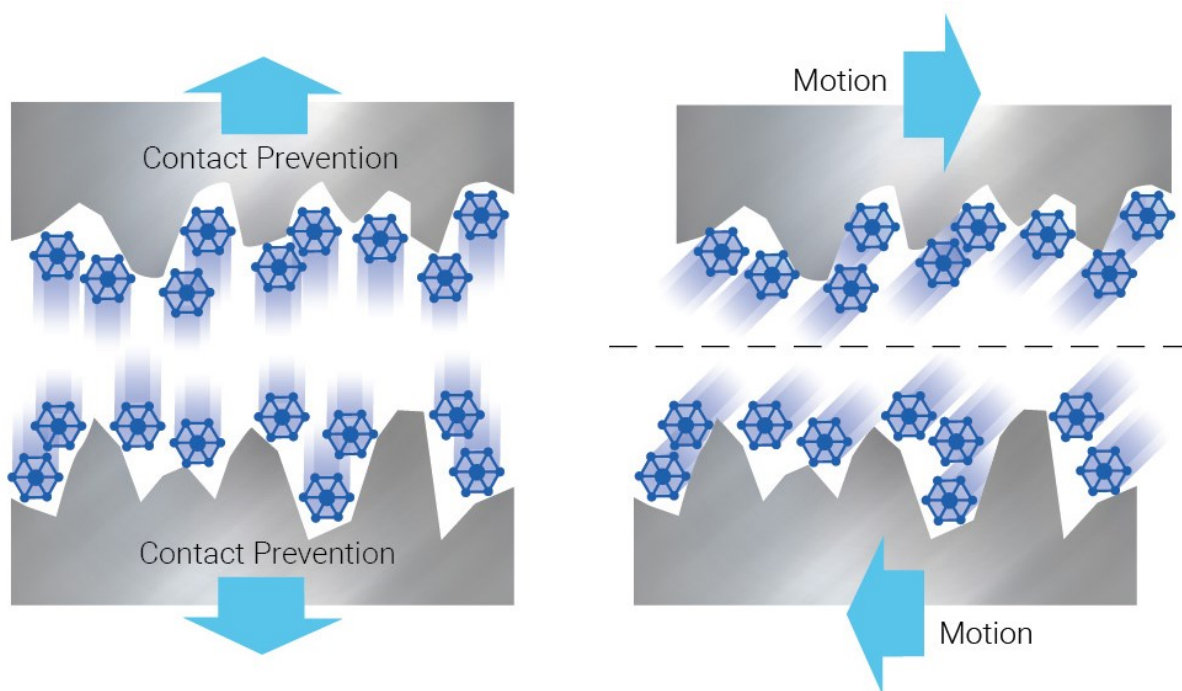


وظیفه سیالات در عملیات ماشین کاری فلزات

تهیه و تنظیم: میربهرام فاطمی



برخی از انواع ترکیبات شیمیایی مورد استفاده اساساً عبارتند از: اسیدهای چرب، آلکانول آمیدهای چرب، استرها، سولفونات ها، صابون ها، سورفکتانت های اتوکسیله، پارافین های کلردار، چربی ها و روغن های سولفور، گلیکول استرها، اتانول آمین ها، پلی آلکیلن گلیکول ها، روغن های سولفات، روغنهای چرب و انواع باکتری کش ها و قارچ کش ها و انواع ترکیبات شیمیایی. بسیاری از این مواد شیمیایی در محصولات معمولی مراقبت شخصی و خانگی که در خانه های ما یافت می شوند، استفاده می شوند. افزودنی های کاربردی مورد استفاده در سیالات عملیات ماشین کاری فلزات هر کدام سهمی در ترکیب نهایی دارند. اثر افزودن هر ماده افزودنی توسط شیمیست فرمولاتور آزمایش می شود تا اطمینان حاصل شود که خواص بهینه یک سیال حفظ می شود. به طور کلی، یک سیال باید پایدار، کف کم و قابل بازیافت باشد. بسیاری از خواص افزودنی ها بطور انحصاری هر دو حالت در آنها قابل جمع نیستند. معمولاً، اگر یک سیال پایداری بیولوژیکی و خواص سختی آب عالی داشته باشد، ممکن است بازیافت آن دشوار باشد. اگر سیال روانکاری عالی تامین کند، ممکن است تمیز کردن آن دشوار باشد.

وظایف اصلی یک سیال عملیات ماشین کاری فلزات کمک به برشکاری، فرزکاری یا شکل دهی فلز و ارائه سطح کار خوب و قطعه کار با کیفیت و در عین حال افزایش عمر ماشین ابزار است. سیال سطح مشترک فلز-ابزار را خنک و روان می کنند همزمان براده ها یا تراشه های فلز را از قطعه کار خارج می کنند. این سیال همچنین باید از زنگ زدگی داخلی قطعه کار بطور موقت قبل از پردازش یا مونتاژ بیشتر، محافظت کند. سیالات پایه آب باید مقاوم در برابر رشد میکروارگانیسم ها و ایجاد بوهای نامطلوب باشند.

نوع مواد افزودنی

افزودنی های شیمیایی مورد استفاده در فرمولاسیون سیالات عملیات ماشین کاری فلزات دارای عملکردهای مختلفی هستند. اینها شامل امولسیون کنندگی، مهار خوردگی، روانکاری، کنترل میکروبی، بافر pH، متصل کنندگی، کف زدایی، پراکنده کنندگی و ایفا نقش مرطوب کنندگی است. بیشتر افزودنی های مورد استفاده مواد شیمیایی آلی هستند که بصورت آنیونی یا غیرآنیونی هستند. بیشتر آنها مایعاتی هستند که برای سهولت در اختلاط توسط تولید کننده استفاده می شوند.

روغن های معدنی به طور معمول نیاز به HLB در محدوده ۹ دارد. برای تشکیل یک امولسیون آب در روغن (به نام امولسیون معکوس که در آن روغن فاز پیوسته است) به یک مخلوط امولسیفایر با HLB ۴ تا ۶ نیاز است، در حالی که یک امولسیون روغن در آب (که در آن آب فاز پیوسته است) به امولسیفایرهایی با HLB در محدوده ۸ تا ۱۲ نیاز دارد. بطری های نشان داده شده در شکل زیر نشان می دهد که چگونه پایداری امولسیون تحت تأثیر تغییرات امولسیفایر HLB قرار می گیرد.



بطری های نمونه حاوی امولسیون روغن در آب ساخته شده با امولسیفایرهایی با مقادیر مختلف HLB: ۱۱ در سمت چپ، ۱۲ در مرکز، و ۱۳ در سمت راست تصویر.

امکان خرید امولسیفایرهایی با مقادیر HLB شناخته شده وجود دارد، اما HLB را می توان با هم زدن مقداری امولسیفایر در آب و مشاهده مخلوط تخمین زد.

HLB ۱ تا ۴ امولسیفایر در آب پراکنده نمی شود.

HLB ۳ تا ۶ امولسیفایر پایداری بسیار ضعیفی در آب دارد.

HLB ۶ تا ۸ امولسیفایر یک مخلوط شیری شکل می دهد که با گذشت زمان جدا می شود.

HLB ۸ تا ۱۰ امولسیفایر یک مخلوط شیری پایدار را تشکیل می دهد.

HLB ۱۰ تا ۱۳ یک مخلوط نیمه شفاف را تشکیل می دهد.

HLB ۱۳ یک محلول شفاف در آب تشکیل می دهد.

در ادامه خواص معمولی افزودنی ها و اهمیت آن برای تولید کننده و کاربر بررسی می شود.

• پایداری

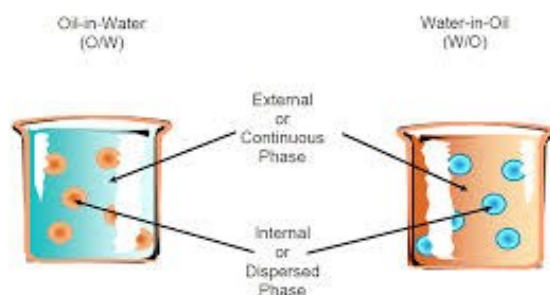
سیال غلیظ باید بدون کدر شدن یا جدا شدن برای حداقل شش ماه نگهداری پایدار باشد. سیال باید در شرایط دمایی سرد و گرم برای ارزیابی امکان جابجایی و یا انبار و نگهداری در آب و هوای زمستانی و تابستانی مورد آزمایش قرار گیرد. برخی از شیمیست ها ژل شدن، انجماد یا « دلمه شدن یا بریدن » سیال را بررسی می کنند که ممکن است نشان دهنده مشکلات مربوط به نگهداری باشد.

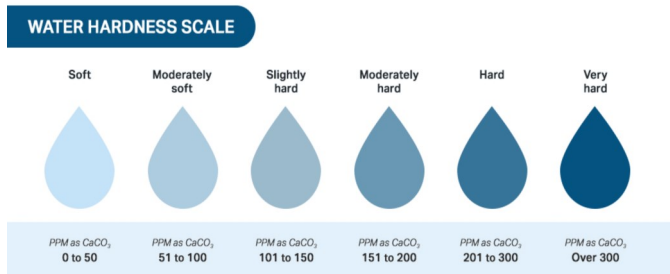
• پایداری در مقابل اکسید شدن

برخی ماده افزودنی پایداری در مقابل اکسید شدن را مهم می دانند. هوا دهی و گرم کردن سیال خنک کننده می تواند باعث تسریع در تخریب شیمیایی افزودنی اکسیداسیون شود.

• پایداری امولسیون

در روغن های حل شونده، پایداری امولسیون حیاتی ترین ویژگی است. سیستم امولسیفایر باید بر اساس قلیائیت، اسیدیته و تعادل هیدروفیل-لیپوفیل (HLB) متعادل باشد تا امولسیون پایدار و بدون جدا شدن کرم یا روغن روی سطح سیال تضمین شود. جهت انتخاب کارآمد امولسیفایرها درک سیستم HLB مفید است. سیستم HLB در سال ۱۹۵۱ توسط ویلیام سی. گریفین از شرکت اطلس پودر توسعه داده شد، و ممکن است برای همسان سازی HLB مخلوط امولسیفایر با HLB روغن مورد نیاز برای امولسیون شدن استفاده شود. عدد کمتر به این معنی است که امولسیفایر بیشتر لیپوفیل (محلول در روغن) است. در حالی که عدد بیشتر به این معنی است که آبدوست تر (محلول در آب) است.





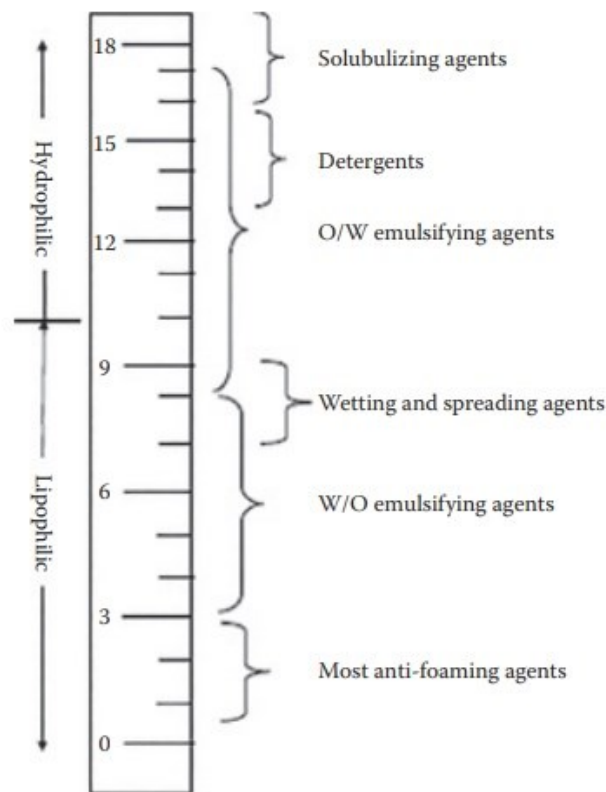
غلظت سیال می شود. در سیالات سنتتیک، مشکلات پایداری آب سخت به صورت تشکیل کف صابون روی سطح سیال و ماشین آلات قابل مشاهده است. معمولاً افزودنی های آنیونی ممکن است مشکلات پایداری آب سخت داشته باشند، در حالی که افزودنی های نوع غیر یونی نسبت به نمک های آب سخت پایدار هستند. از عوامل کیلیت ساز (ماده ای که با اتصال به یون های فلزی ساختار حلقه ای پایدارتر تشکیل می دهد) مانند EDTA نیز ممکن است برای حبس کردن یون های سختی آب کلسیم و منیزیم استفاده شود و باعث از دسترس خارج کردن آنها در واکنش با امولسیفایرهای آنیونی شود.

• قابلیت اختلاط کنسانتره سیال

سهولت رقیق شدن کنسانتره سیال از منظر عملی مهم است. برای اطمینان از مخلوط شدن سریع و کامل، روغن باید بدون ژل شدن در آب «پخش شود». اغلب کنسانتره سیال از قبل در بعضی نقاط مخلوط نمی شود و در نقطه ای از مخزن که ممکن است هم زدن کمی وجود داشته باشد باقی بماند. بدون اختلاط خوب، کنسانتره سیال می تواند ته نشین شود، در نتیجه به افزایش غلظت سیال آنطور که در نظر گرفته شده است کمکی نکند. ترکیبات با درصد صابون بالا و کنسانتره دارای گرانیوی زیاد می تواند باعث ایجاد مشکل اختلاط پذیری شود.

• کف

به دلیل هم زدن دائم، پاشش و چرخش مجدد سیالات عملیات ماشین کاری فلزات، کف به راحتی در مخزن ایجاد می شود. علاوه بر مزاحم بودن، کف با نقش روانکاری و خنک کنندگی سیال تداخل دارد. هوا روغن کاری نمی کند، بنابراین هوای وارد شده در سیال باعث بی اثر شدن سیال می شود. کف همچنین باعث مزاحمت و تداخل در دید کارگر نسبت به قطعه کار می شود و بر دقت و اندازه گیری ماشین کاری تأثیر می گذارد.



مقیاسی که نقش سورفکتانت (مواد فعال سطحی) را بر اساس مقادیر HLB نشان می دهد

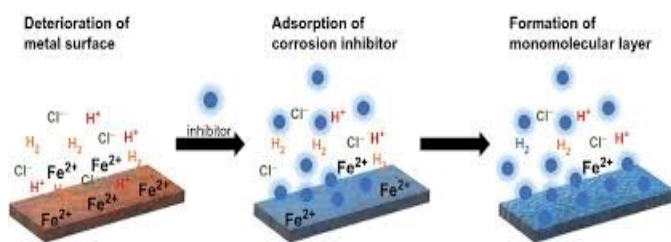
امولسیفایرهای مختلف در فرمولاسیون سیالات عملیات ماشین کاری فلزات بکار برده می شوند، شامل ترکیبات آنیونی مانند سولفونات ها، صابون های اسید چرب (اسیدهای چرب خنثی شده توسط آمین ها یا کاستیک) و مشتقات پلی ایزوبوتیلن سوکسینیک انیدرید (PIBSA) می باشند. امولسیفایرهای غیر یونی نیز مورد استفاده قرار می گیرند، از جمله اتوکسیلات های آلکیل فنل، اتوکسیلات الک، آلکانول آمیدهای چرب (محصولات واکنش تراکم بین اسید چرب و آلکانولامین) و استرهای پلی اتیلن گلیکول.

• پایداری در برابر آب سخت

همه انواع سیالات برای پایداری آب سخت به دلیل افزایش تدریجی نمک های آب سخت در سیال مورد استفاده آزمایش می شوند. با تبخیر سیال، فقط آب دیونیزه شده حذف می شود و نمک های آب مانند کلسیم و منیزیم باقی می ماند. خارج شدن سیال روی قطعات نیز باعث کاهش حجم سیال می شود. با اضافه شدن بیشتر آب و کنسانتره سیال، نمک های بیشتری در مخزن جمع می شوند. کاتیون های کلسیم و منیزیم در سیال جمع می شوند. در نتیجه، در روغن های حل شونده، امولسیفایر سولفونات سدیم به سولفونات کلسیم تبدیل می شود، افزودنی که دیگر امولسیفایر نیست. بی ثباتی امولسیون باعث جدا شدن روغن و از دست دادن

• روانکاری

بسیاری از امولسیون کننده ها و افزودنی های روان کننده ممکن است در یک سیستم راکد به خوبی کارائی خود را نشان دهند، اما در صورت کف کردن ممکن است به میزان محدودی مفید باشند. برای کاهش کف می توان از عوامل ضد کف استفاده شود.



افزودنی های آزمایش شده برای روانکاری را می توان برای به دست آوردن انواع مختلفی از خواص روانکاری، بسته به نیاز سیال، با هم ترکیب کرد.

روان کننده های لایه مرزی مانند روغن خوک، سولفونات های فوق قلیایی، استرها، صابون ها و روغن های سولفات به بین قطعه کار و ابزار روانکاری لایه مرزی ایجاد می کنند. این لغزندگی برای همه سیستم ها، به ویژه هنگام ماشین کاری آلومینیوم، ایده آل است. فلزات نرم نیاز به روان کاری لایه مرزی دارند تا از جوش خوردن ابزار روی قطعه کار آلومینیوم جلوگیری کنند، تا جدا کردن فلز را امکان پذیر سازند.

مواد افزودنی کنترل کننده فشار شدید مانند گوگرد، کلر و فسفر در واقع در دمای بالا با سطح فلز، کمپلکس های فلزی تشکیل می دهند. افزودنی های کلردار با ۴۰ تا ۷۰ درصد کلر در افزودنی در مقایسه با افزودنی های سولفوره شده با ۱۰ تا ۱۵ درصد گوگرد یا استرهای فسفات با ۵ تا ۱۵ درصد فسفر مؤثرترین هستند. هر کدام مشکلات خودش را دارد، مواد افزودنی کلردار، به طور کلی، به دلیل نگرانی در مورد خطرات بهداشتی با احتیاط استفاده می شوند. مواد سولفوره می توانند فلزات را لکه دار کنند و به سرعت باعث ترشیدگی و بوی تعفن شوند. استرهای فسفات که کمترین اثربخشی در بین این سه را به عنوان روان کننده دارند، می توانند باعث رشد قارچ و کپک شوند زیرا فسفر یک ماده مغذی خوب است.

افزودنی های روانکاری هیدروپنایمیکی تغییراتی در روانکاری لایه مرزی با توجه به گرانیوی بالا در سیال ایجاد می کند. معمولاً این اصطلاح هنگام توصیف روغن های برش پایه معدنی خام همراه با بهبود دهنده گرانیوی استفاده می شود، در حالی که برخی از سیالات سنتتیک با افزودنی های پلیمری با گرانیوی بالا فرموله می شوند که ظاهری لغزنده و سفت به سیال می بخشند.



کف در سیالات عملیات ماشین کاری فلزات می تواند الزامی و یا یک دردسر بزرگ است. کف به خوبی روغن کاری نمی کند، بد خنک می شود، حجم سیال را افزایش می دهد، مشکلات بو را افزایش می دهد و مهمتر از همه، می تواند به سیستم انتقال سیال، لوله کشی دستگاه آسیب برساند.

• پسماندها/ قابلیت تمیز شوندگی

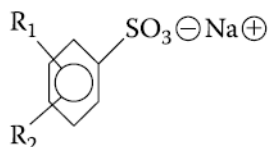
سیال نباید بر روی قطعات یا تجهیزات ترکیبات چسبنده یا چسبناکی باقی بگذارد. برخی از بازدارنده های خوردگی بر پایه بور، مانند محصولات مبتنی بر صابون در آب سخت، می توانند پسماند چسبناکی از خود به جای بگذارند. پارافین های کلردار و افزودنی های روان کننده رنگدانه دار می توانند در عملیات تمیز کردن به سختی حذف شوند.

• بازدارنده خوردگی

سیالات برای خواص بازدارندگی خوردگی آزمایش می شوند. از آنجایی که آب رقیق کننده اکثر سیالات است، مهار خوردگی بسیار مهم است. برخی از افزودنی ها فیلم تشکیل می دهند (آمین کربوکسیلات)، برخی بیشتر شبیه بازدارنده های فاز بخار (بورات های مونو اتانول آمین) هستند، در حالی که برخی دیگر در واقع یک روکش آلیاژی با سطح فلز برای ایجاد محافظت (آزول ها) تشکیل می دهند. هم آلیاژهای فلزی آهنی (آهن) و هم غیرآهنی (آلومینیوم، مس) را در نظر داشته باشید.

امولسیفایرها، بازدارنده های خوردگی و مواد افزودنی روان کننده همگی در فرمولاسیون سیالات فلزکاری دارای اهمیت هستند.

Petroleum sulfonate



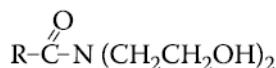
where $R_1 = C_{15}$ to C_{30} alkyl chain
and $R_2 = C_{15}$ to C_{30} alkyl chain or H
molecular weight from 380 to 540

Fatty acid soap

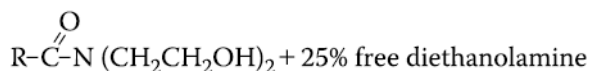


where chain length is $C_{12} - C_{22}$
and $\oplus$ is ethanolamine or alkali

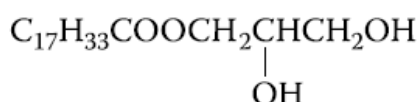
Super (1:1) alkanolamide



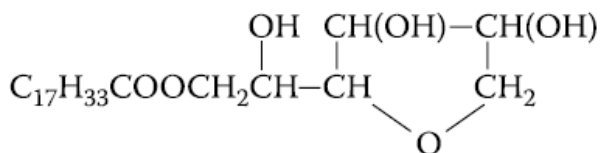
Kritchevsky (2:1) alkanolamide



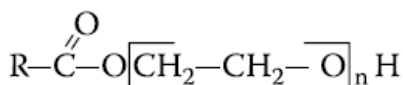
Glycerol monooleate



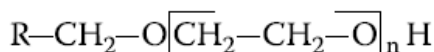
Sorbitan monooleate



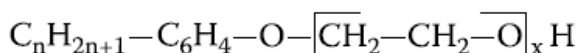
Fatty acid ethoxylate



Fatty alcohol ethoxylate



Alkyl phenol ethoxylate



این پلیمرهای الاستیک ممکن است تحت برش و گرما گرانروی خود را کاهش دهند، اما اگر افزودنی های رئولوژیکی واقعی باشند، پس از سرد شدن به گرانروی اولیه خود باز می گردند.

• کنترل میکروبی

همانطور که آب در استخر برای کنترل رشد میکروبی نیاز به مواد شیمیایی دارد، سیالات عملیات ماشین کاری فلزات پایه آب به یک یا چند عامل کنترل میکروبی تایید شده توسط EPA (میکروب کش ها) نیاز دارند تا به کاهش تعداد باکتری ها و کپک ها کمک کنند. میکروب کش های تغلیظ شده فرمالدئیدی معمولاً برای کنترل باکتری ها استفاده می شوند.



در حالی که سدیم پیریدینتیون اغلب برای کنترل کپک استفاده می شود. ارتوفنیل فنل یا پارا کلرو متا کرزول ممکن است زمانی استفاده شود که وجود مواد فنلی باعث مشکلات زیست محیطی دفع پسماند نداشته باشد. سیالات به اصطلاح مقاوم زیستی یا زیست پایدار گاهی اوقات بدون میکروب کش های ثابت شده از طریق انتخاب دقیق مواد تشکیل دهنده که تجزیه پذیری زیستی پایینی دارند، فرموله می شوند.

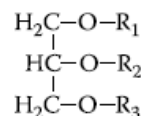
• ساختارهای شیمیایی

ماهیت شیمیایی بیشتر مواد افزودنی سیال فلزکاری آلی است. شکل های زیر و روبرو ساختار شیمیایی برخی از این افزودنی ها را نشان می دهد.

Mineral oils



Animal & Vegetable oils



where at least one of R_1 , R_2 , or R_3 is a fatty acid group of carbon chain length 12 to 22 and the remainder (if any) are hydrogen

Oleic acid

